UTPL

Física Universitaria

Guía didáctica

Facultad:
Ingenierías y Arquitectura

Carrera:
Redes y Analítica de Datos

Autor:
Javier Francisco Martínez Curipoma

Universidad Técnica Particular de Loja

Física Universitaria
Guía didáctica
Javier Francisco Martínez Curipoma

Diagramación y diseño digital:

Ediloja Cía. Ltda.
Marcelino Champagnat s/n y París
edilojacialtda@ediloja.com.ec
www.ediloja.com.ec

ISBN digital - 978-9942-47-467-4
Año de edición: octubre, 2025
Edición: primera edición

El autor de esta obra ha utilizado la inteligencia artificial como una herramienta complementaria. La creatividad, el criterio y la visión del autor se han mantenido intactos a lo largo de todo el proceso.

Loja-Ecuador

2 de octubre, 2025

Índice

1. Datos de información

1.1. Presentación de la asignatura

1.2. Competencias genéricas de la UTPL

- Pensamiento crítico y reflexivo.
- Organización y planificación del tiempo.

1.3. Competencias del perfil profesional

Diseñar y evaluar la infraestructura de redes de telecomunicaciones mediante la aplicación de tecnologías emergentes siguiendo estándares internacionales para brindar conectividad sostenible y de calidad a la sociedad.

1.4. Problemática que aborda la asignatura

La asignatura Física Universitaria enfrenta la problemática de proporcionar las bases científicas para comprender los fenómenos físicos como las ondas y los principios de transmisión de señales que son fundamentales en el diseño y evaluación de infraestructuras de telecomunicaciones.

También con el estudio de magnitudes físicas, unidades y notación científica, usted desarrollará la capacidad de realizar cálculos precisos, interpretar estándares técnicos y analizar parámetros críticos como atenuación, interferencia y ancho de banda, contribuyendo así a la aplicación de tecnologías emergentes con rigor científico.

2. Metodología de aprendizaje

Para el desarrollo de la asignatura se aplica la **Metodología Basada en Problemas ABP**, que es una estrategia pedagógica en la que usted desarrollará sus conocimientos de física mediante la resolución de situaciones problemáticas reales o simuladas. A continuación, se le explica el proceso de manera clara y estructurada:

Se le planteará un escenario que requiera la aplicación de principios físicos, ejemplo: *¿Cómo calcular la potencia necesaria para que un ascensor suba cierta altura?, o ¿por qué un satélite permanece en órbita?* Identificará los conceptos clave involucrados (ej. leyes de Newton, conservación de energía, cinemática). Determinará qué datos tiene y cuáles necesita encontrar.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Buscará información en fuentes confiables (libros, simulaciones, experimentos). Adicionalmente, discutirá posibles soluciones, contrastará ideas y diseñará estrategias de resolución. Luego aplicará las leyes y fórmulas pertinentes para resolver el problema y justificará sus procedimientos con fundamentos teóricos y matemáticos. Por último, analizará si la solución es coherente con los principios físicos e identificará posibles errores y mejoras para futuros problemas.

Adicionalmente, para el desarrollo de los contenidos se implementará el modelo de **Aula Invertida Digital**, diseñado específicamente para optimizar su aprendizaje a distancia. Esta metodología se estructura de la siguiente manera:

Encontrará en nuestra plataforma virtual videos, presentaciones interactivas y lecturas seleccionadas sobre cada tema (ejemplo: dinámica, ondas electromagnéticas). También podrá acceder a estos materiales en cualquier momento, según su disponibilidad. Y completará cuestionarios automatizados y ejercicios de autocomprobación que le brindarán retroalimentación inmediata.

Dedicaremos este tiempo a resolver sus dudas, profundizar en conceptos complejos y realizar demostraciones prácticas en directo, además realizará simulaciones en tiempo real mediante herramientas. Desarrollará pequeños proyectos de investigación donde aplicará los conceptos a situaciones reales, como el análisis del movimiento de objetos. Recibirá criterios claros de evaluación para cada actividad, con comentarios personalizados del docente.

3. Orientaciones didácticas por resultados de aprendizaje

Primer bimestre

Resultado de aprendizaje 1

- Identifica las cantidades, unidades y vectores en el análisis de sistemas físicos a fin de asegurar precisión en el diseño de redes de telecomunicaciones.

Al utilizar la guía, usted logrará el resultado de aprendizaje mediante el estudio de la unidad 1, donde se abordan las potencias de base 10 y la notación científica para expresar valores y realizar cálculos precisos. Se profundiza en las magnitudes, prefijos y sufijos del Sistema Internacional (SI), que es fundamental para comprender y aplicar correctamente las unidades estandarizadas, incluyendo ejemplos directos en la ingeniería de telecomunicaciones.

Además, la guía enseña a dominar los sistemas de coordenadas para seleccionar el sistema óptimo en el diseño y evaluación de redes, optimizando la ubicación de antenas y la distribución de señales.

Finalmente, revisaremos el estudio de vectores, sus características y operaciones (suma, resta, producto escalar y vectorial) proporciona las herramientas matemáticas rigurosas para analizar fuerzas, movimiento de partículas y fenómenos electromagnéticos, elementos directamente relacionados con el diseño de infraestructuras de telecomunicaciones.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

Semana 1

Durante esta semana abordaremos la unidad 1, comenzando con el manejo de potencias de base 10 y notación científica, esencial para expresar valores muy grandes o pequeños de manera eficiente; luego, practicaremos operaciones con notación científica, incluyendo suma, resta, multiplicación, división y potenciación, fundamentales para resolver problemas físicos con precisión; finalmente, exploraremos las magnitudes, prefijos y sufijos del SI, clave para comprender y aplicar correctamente las unidades estandarizadas en diferentes contextos científicos.

Estos contenidos sentarán las bases para su comprensión de mediciones y análisis vectorial en física, por lo que le animo a revisarlos con detenimiento y a practicar los ejercicios propuestos. Asimismo le invito a observar el siguiente video introductorio en el que se expone una visión general de toda la unidad 1.

Unidad 1. Unidades, cantidades físicas y vectores

1.1. Potencias de base 10 y notación científica

¿Se ha preguntado alguna vez cómo los científicos logran manejar números tan grandes o pequeños sin perderse en una maraña de ceros?

Imagine que está trabajando con la distancia entre dos galaxias o el tamaño de un átomo. Escribir todos esos ceros no solo sería tedioso, sino que también podría llevarlo a cometer errores. En este caso, las potencias de base 10 y la notación científica entran en juego, que simplifican su trabajo. Piense en la notación científica como una forma elegante de expresar números de manera compacta (Pérez, 2016).

Por ejemplo, en lugar de escribir 0.000000001, lo puede expresar como $1x10^{-9}$. Esto no solo ahorra espacio, sino que también hace que los cálculos sean más manejables. Cuando trabaja con potencias de base 10, está utilizando una forma universal de comunicación en la ciencia, una que trasciende idiomas y fronteras. Así que, la próxima vez que se enfrente a un número extremadamente grande o pequeño, recuerde que las potencias de base 10 y la notación científica están ahí para hacerle la vida más fácil, permitiéndole enfocarse en lo que realmente importa, entender el universo que lo rodea (Gómez & Tejada, 2020).

Aquí tiene algunos ejemplos de cómo se pueden expresar números en notación científica. Estos ejemplos le ayudarán a entender cómo se aplica esta herramienta en situaciones cotidianas y científicas:

Figura 1

Ejemplos de notación científica

Nota. Martínez, J., 2025.

Estos ejemplos muestran cómo la notación científica simplifica la escritura y el manejo de números extremadamente grandes o pequeños, permitiendo trabajar con ellos de manera más eficiente.

1.2. Operaciones con notación científica

Ahora qué sucede si necesitamos realizar operaciones con estos números, pues aquí debemos aplicar algunas reglas que vemos en la infografía a continuación:

[Cómo realizar operaciones en notación científica]

1.3. Magnitudes, prefijos y sufijos del SI

¿Alguna vez se ha detenido a pensar cómo es posible que científicos e ingenieros de todo el mundo puedan entenderse sin confusiones al hablar de medidas y cantidades?

> Imagine que está en un laboratorio en Japón, otro en Alemania y uno más en México, todos trabajando en el mismo proyecto. *¿Cómo logran evitar errores al medir o comparar resultados?*

La respuesta está en el **Sistema Internacional de Unidades (SI)**, un lenguaje universal que nos permite comunicar magnitudes de manera precisa y sin ambigüedades. Este sistema define siete magnitudes fundamentales: longitud, masa, tiempo, temperatura, intensidad de corriente, cantidad de sustancia e intensidad luminosa. A partir de ellas se derivan muchas otras. Cuando usted mide la velocidad de un auto, por ejemplo, combina longitud y tiempo. Si calcula la energía de un objeto en movimiento, está involucrando masa y velocidad. Todo está conectado a través de unidades que permiten describir fenómenos con precisión (Pérez, 2016).

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Las principales magnitudes y sus unidades las puede revisar en la **tabla *1***.

Tabla 1

Magnitudes fundamentales del Sistema Internacional SI

Magnitud Fundamental	Unidad en el SI	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Temperatura	Kelvin	K
Intensidad de corriente eléctrica	Amperio	A
Cantidad de sustancia	Mol	mol
Intensidad luminosa	Candela	cd

Nota. Adaptado de *Magnitudes físicas. El Sistema Internacional y sus unidades*, por ekuatio, s.f., ekuatio.

En este sistema, no solo existen unidades base como el metro, el kilogramo o el segundo, sino también una serie de **prefijos y sufijos** que nos ayudan a expresar cantidades muy grandes o pequeñas de manera compacta. Por ejemplo, en lugar de decir "mil metros", usted puede simplemente usar el prefijo "kilo" y decir "kilómetro". O si necesita hablar de una millonésima parte de un metro, el prefijo "micro" lo simplifica a "micrómetro". En la **tabla *2*** se presentan los principales prefijos y sufijos del sistema internacional.

Tabla 2

Prefijos y sufijos del SI

Prefijo	Símbolo	Factor en base 10
Tera	T	10^{12} (1 000 000 000 000)
Giga	G	10^{9} (1 000 000 000)
Mega	M	10^{6} (1 000 000)
Kilo	k	10^{3} (1 000)
Hecto	h	10^{2} (100)
Deca	da	10^{1} (10)

Prefijo	Símbolo	Factor en base 10
Unidad base	-	10^{0} (1)
Deci	d	10^{-1} (0.1)
Centi	c	10^{-2} (0.01)
Mili	m	10^{-3} (0.001)
Micro	µ	10^{-6} (0.000 001)
Nano	n	10^{-9} (0.000 000 001)
Pico	p	10^{-12} (0.000 000 000 001)

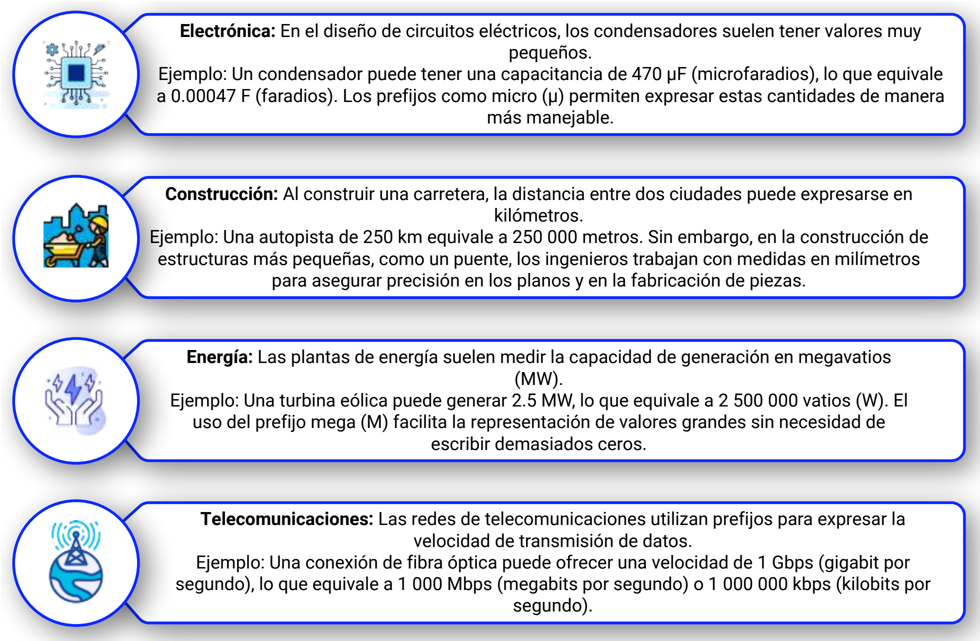
Nota. Adaptado de *Prefijos del Sistema Internacional*, por Wikipedia, 2025, Wikipedia.

Si desea conocer otros prefijos utilizados, acceda al siguiente artículo sobre Prefijos del Sistema Internacional, donde podrá encontrar prefijos y sufijos del sistema internacional utilizado para representar cantidades muy pequeñas o grandes. ¿Conocía algunos de estos prefijos? ¿Puede identificar las letras griegas que se usan?

A continuación, se tienen cuatro ejemplos del uso de prefijos en ingeniería, aplicados a diferentes disciplinas:

Figura 2

Ejemplos de uso de prefijos en ingeniería



Nota. Martínez, J., 2025.

A menudo es necesario convertir entre múltiplos (mayores a la unidad base) y submúltiplos (menores a la unidad base), o encontrar los valores en la unidad base, para lo cual se deben realizar conversiones. En los ejemplos de la siguiente presentación interactiva podrá revisar algunas conversiones:

Ejemplos prácticos de conversión con prefijos del SI

¡Muy bien, finalizamos la semana 1! Ahora le invito a participar en el siguiente quiz para poner en práctica los conocimientos adquiridos.

Quiz - Manejo de Notación Científica y Unidades del SI

Actividades de aprendizaje recomendadas

Es hora de reforzar los conocimientos adquiridos resolviendo las siguientes actividades:

1. **Conversiones entre múltiplos y submúltiplos de magnitudes usadas en la ingeniería**

   Lo invito a participar en una actividad práctica diseñada para fortalecer su comprensión para realizar conversiones entre múltiplos y submúltiplos de unidades. Esta actividad tiene como propósito principal que se familiarice con el uso de los prefijos del Sistema Internacional de Unidades (SI), como *mili*, *micro* y *kilo*, y que aplique estos conceptos en situaciones relacionadas con la electricidad y la electrostática, áreas fundamentales en el estudio de la física.

   Al dominar estas conversiones, no solo mejorará su capacidad para resolver problemas técnicos, sino que también desarrollará una base sólida para entender fenómenos más complejos en el futuro, como el diseño de circuitos eléctricos o el análisis de campos electromagnéticos.

   Instrucciones para la actividad:

   - Resuelva los tres ejercicios propuestos, aplicando los prefijos del SI para convertir las unidades indicadas.
   - Escriba el procedimiento completo, paso a paso, para cada conversión.
   - Verifique sus resultados utilizando los factores de conversión correctos.

   Ejercicios propuestos:

   a. Convierta 450 miliamperios (mA) a amperios (A).

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

b. Convierta 1200 microculombios (µC) a culombios (C).
c. Convierta 5.7 kilovoltios (kV) a voltios (V).

2. **Retroalimentación y preguntas de reflexión:**

Una vez que haya completado la actividad, tómese un momento para reflexionar sobre lo siguiente:

a. ¿Qué dificultades encontró al realizar las conversiones? ¿Cómo las superó?
b. ¿Por qué cree que es importante dominar el uso de los prefijos del SI en el estudio de la electricidad y la electrostática?
c. ¿En qué situaciones de la vida real o profesional podría aplicar estas conversiones de unidades?

Esta reflexión le ayudará a consolidar su aprendizaje y a identificar áreas en las que podría necesitar más práctica. Recuerde que el objetivo no es solo obtener la respuesta correcta, sino también comprender el proceso y su relevancia en el mundo de la física y la ingeniería.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Finalmente, lo invito a revisar el siguiente video, el cual reforzará los conocimientos adquiridos sobre Notación científica

Espero que disfrute estas actividades y que le sean de gran utilidad en su formación académica. Si tiene alguna duda, no dude en consultarle a su tutor.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Semana 2

Esta semana profundizaremos en los **sistemas de coordenadas**, abordando desde las familiares coordenadas rectangulares (x, y, z) hasta sistemas especializados como polares (r, θ), cilíndricas (r, θ, z) y esféricas (r, θ, φ), cada uno con aplicaciones específicas en física e ingeniería. Mientras que las rectangulares son ideales para vectores y cálculos básicos, las polares simplifican problemas circulares, las cilíndricas analizan estructuras axialmente simétricas (como cables coaxiales) y las esféricas modelan fenómenos radiales (campos electromagnéticos o propagación de ondas).

Dominar estas herramientas le permitirá seleccionar el sistema óptimo para diseñar y evaluar redes de telecomunicaciones, optimizando desde la ubicación de antenas hasta la distribución de señales. Combinaremos la teoría con ejercicios prácticos para convertir entre sistemas y aplicarlos a casos reales, reforzando así su capacidad para resolver problemas técnicos con precisión.

1.4. Sistemas de coordenadas

¿Se ha detenido a pensar cómo podemos describir la posición de un objeto en el espacio de manera precisa, ya sea en una habitación, en la superficie de la Tierra o incluso en el universo?

Para lograr esto, utilizamos sistemas de coordenadas, que son como mapas matemáticos que nos permiten ubicar puntos en diferentes dimensiones. Entre los más comunes se encuentran los sistemas de coordenadas *rectangulares, polares, cilíndricas y esféricas*, cada uno con sus propias características y aplicaciones.

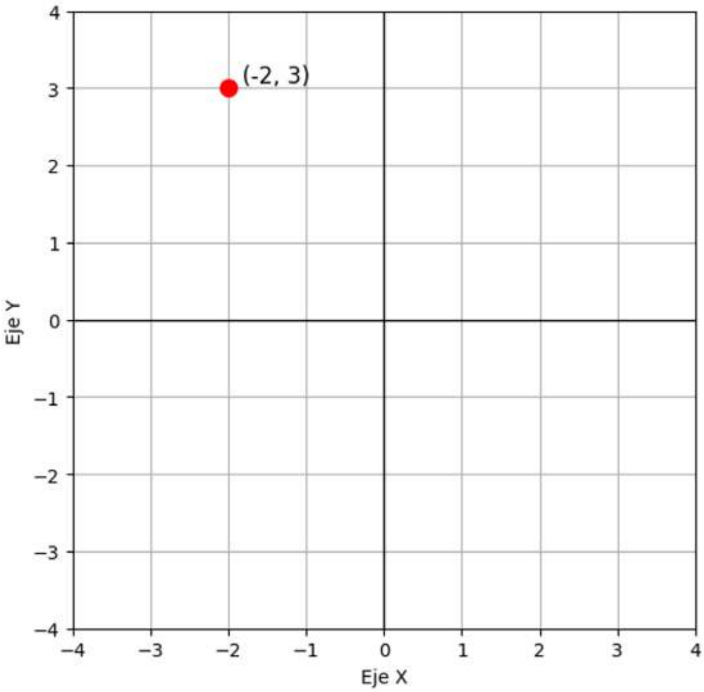
Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

1.4.1. Sistemas de coordenadas rectangulares

El *sistema de coordenadas rectangulares (o cartesianas)* es el más familiar. Permite representar puntos en 2D, como se ejemplifica en la figura 3, donde se representa el punto P coordenada $x = -2$ e $y = 3$.

Figura 3

Sistema de coordenadas cartesianas



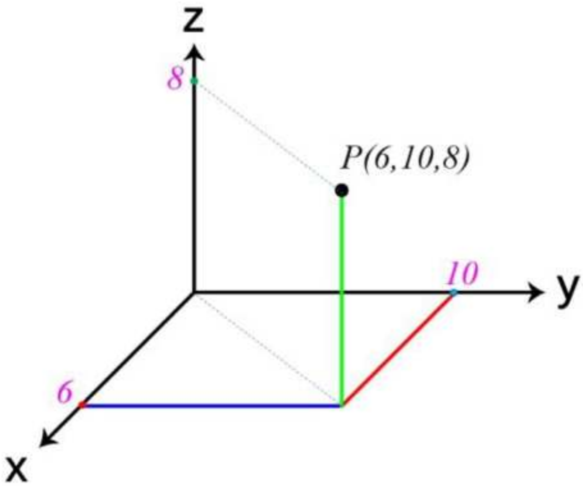
Nota. Elaborado por OpenAi [Ilustración], por OpenAi, 2025, ChatGPT, CC BY 4.0.

Para representaciones 3D se utilizan ejes perpendiculares, como x, y y z , como se observa en la figura 4, donde se ha representado el punto con coordenadas $P\,(x = 6,\ y = 10,\ z = 8)$, para definir la posición de un objeto en un plano o en el espacio tridimensional (Pérez, 2016).

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Figura 4

Sistema de coordenadas cartesianas 3D



Nota. Tomado de *Sistema de coordenadas rectangulares* [Ilustración], por Lifeder, 2022, Lifeder, CC BY 4.0.

Este sistema es ideal para describir movimientos lineales o fuerzas en direcciones específicas, como el desplazamiento de un coche en una carretera recta.

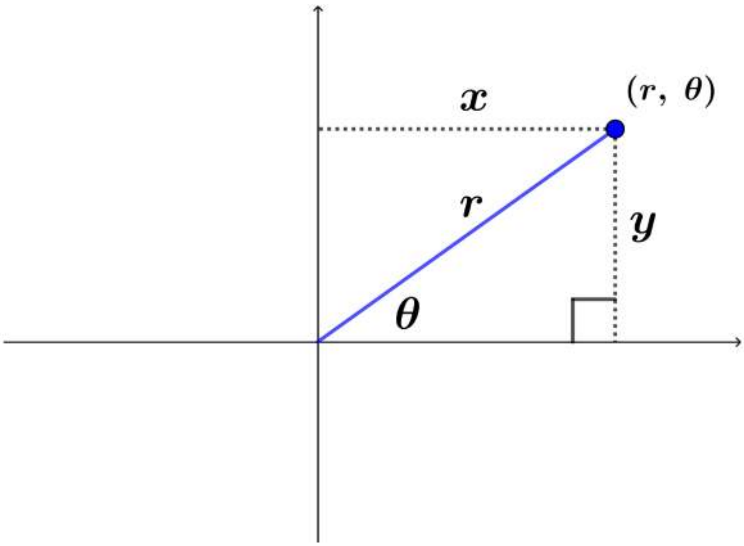
1.4.2. Sistemas de coordenadas polares

Por otro lado, el *sistema de coordenadas polares* describe la posición en términos de una distancia (r) y un ángulo de dirección (θ) tomando como referencia el eje positivo de x, lo que resulta especialmente útil en situaciones donde el movimiento es circular o radial (Sadiku & González, 2003).

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 5

Sistema de coordenadas polares

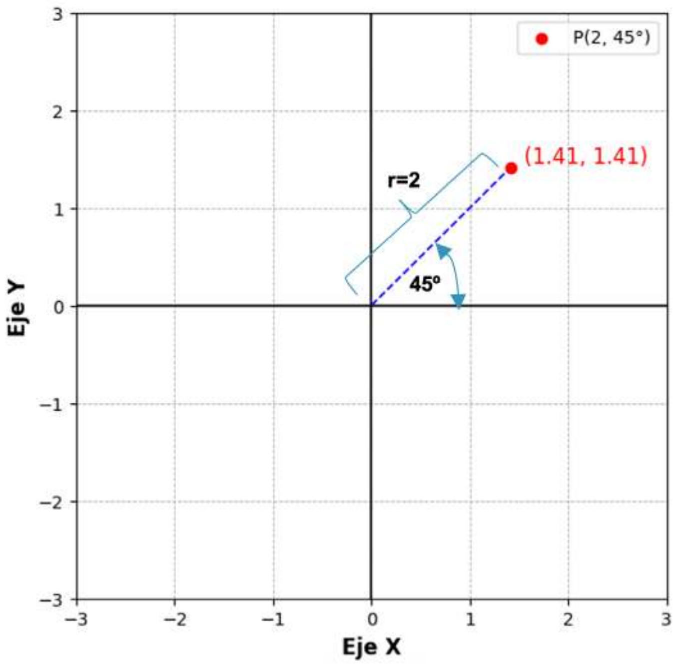


Nota. Tomado de *Coordenadas Rectangulares a Polares* [Ilustración], por Huera, J., s.f., NeuroChispas, CC BY 4.0.

Por ejemplo, si representamos el punto B (2, 45°) en coordenadas polares, se representaría de la manera en que se muestra en la figura 6. Donde la distancia radial es de 2 y el ángulo de dirección es de 45 grados con respecto al eje x positivo en sentido antihorario cuando es positivo.

Figura 6

Representación de un punto en coordenadas polares



Nota. Elaborado por OpenAi [Ilustración], por OpenAi, 2025, ChatGPT, CC BY 4.0.

Como se aprecia en la figura 6, si trazamos desde el punto líneas perpendiculares hacia los ejes X e Y, y de esta manera notaremos que se genera un triángulo rectángulo, y basados en el teorema de Pitágoras, podemos obtener la equivalencia entre el sistema polar y el rectangular. Las ecuaciones que permiten convertir entre coordenadas polares (r, θ) y cartesianas (x, y) se expresan de la siguiente manera:

Conversión de coordenadas polares a cartesianas:

$$x = r\cos(\theta)$$
$$y = r\sin(\theta)$$

Conversión de coordenadas cartesianas a polares:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2}$$
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$

Estas ecuaciones permiten transformar un punto de un sistema al otro de manera precisa. Por ejemplo, si queremos convertir el punto P (4, 5) a coordenadas polares, tendríamos que calcular el valor de la distancia radial r y la dirección o ángulo equivalente, de la siguiente manera:

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{4^2 + 5^2} + \sqrt{16 + 25} = 6.40$$
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{5}{4}\right) \approx 51.34^\circ$$

Con esto se obtiene que el punto en coordenadas rectangulares P(4,5) es equivalente al punto P (6.40, 51.34°) en coordenadas polares. *Recuerde que al trabajar con funciones trigonométricas, se debe configurar en grados su calculadora, para obtener la respuesta en grados sexagesimales.*

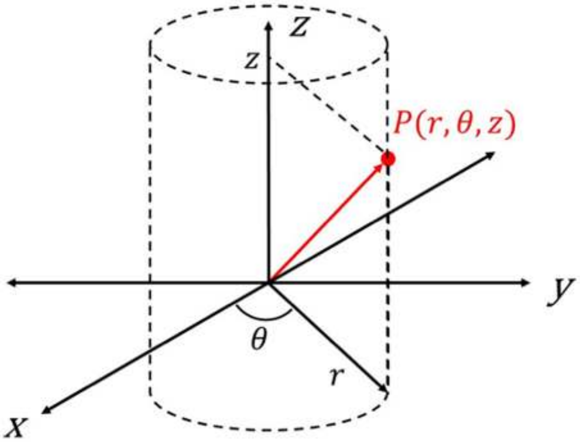
1.4.3. Sistemas de coordenadas cilíndricas

Por otro lado, el *sistema de coordenadas cilíndricas* combina elementos de las coordenadas rectangulares y polares, para representación tridimensional. Aquí, un punto se describe mediante una *distancia radial (r), un ángulo (θ) y una altura (z),* como se muestra en la figura 7. Este sistema es especialmente útil cuando se trabaja con objetos que tienen simetría cilíndrica, como tuberías o cables, ya que simplifica los cálculos al adaptarse a su forma(Sadiku & González, 2003).

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 7

Sistema de coordenadas cilíndricas



Nota. Tomado de *Definición de Coordenada/s* [Ilustración], por Zamora, A., 2023, SIGNIFICADO, CC BY 4.0.

De la misma manera, existe una equivalencia con el sistema de coordenadas rectangulares 3D, mediante las siguientes ecuaciones:

De coordenadas cilíndricas a rectangulares:

$$x = r\cos(\theta)$$
$$y = r\sin(\theta)$$
$$z = z$$

De coordenadas rectangulares a cilíndricas:

$$\mathrm{r} = \sqrt{x^2 + y^2}$$
$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{y}{x}\right)$$
$$\mathrm{z} = \mathrm{z}$$

Por ejemplo, si queremos convertir el punto en coordenadas cilíndricas, P(4, 40°,5), lo realizamos de la siguiente manera:

$$x = r\cos(\theta) = 4 \times \cos(40^\circ) = 3.06$$
$$y = r\sin(\theta) = 4 \times \sin(40^\circ) = 2.57$$
$$z = 5$$

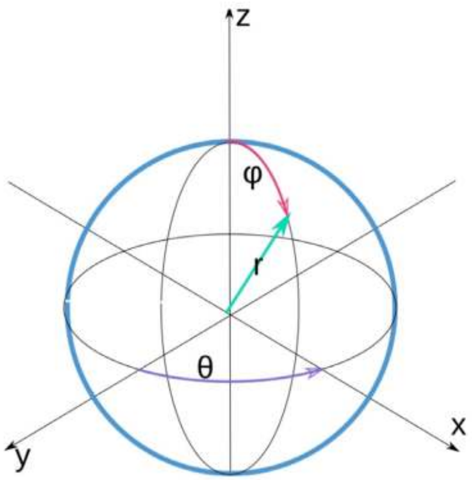
Por tanto, el punto P(4, 40°,5) en coordenadas cilíndricas al punto P(3.06, 2.57, 5)..

1.4.4. Sistemas de coordenadas esféricas

Finalmente, el *sistema de coordenadas esféricas* describe un punto en el espacio mediante una distancia radial (*r*), un ángulo polar (θ) y un ángulo azimutal (φ), como se puede apreciar en la figura 8. Este sistema es ideal para fenómenos con simetría esférica, como el movimiento de planetas o la distribución de cargas en una esfera (Sadiku & González, 2003).

Figura 8

Sistema de coordenadas esféricas



Nota. Tomado de *Sistema de Coordenadas* [Ilustración], por Hulatt, L., y Freitas, G., 2022, StudySmarter, CC BY 4.0.

De igual manera, este sistema tiene su equivalencia con los sistemas de coordenadas rectangulares, aplicando las siguientes ecuaciones:

Conversión de coordenadas esféricas (r, θ, ϕ) a rectangulares (x, y, z):

$$x = r\sin\theta\cos\varphi$$
$$y = r\sin\theta\sin\varphi$$
$$z = r\cos(\theta)$$

Conversión de coordenadas rectangulares (x, y, z) a esféricas (r, θ, ϕ):

$$\mathrm{r} = \sqrt{x^2+y^2+z^2}$$
$$\theta = \arccos\left(\frac{z}{\sqrt{x^2+y^2+z^2}}\right)$$
$$\phi = \arctan\left(\frac{y}{x}\right)$$

Para finalizar esta semana, le invito a participar en el siguiente quiz y así reforzar los conocimientos adquiridos

Quiz - Sistemas de Coordenadas en Física e Ingeniería

Actividades de aprendizaje recomendadas

A continuación, le propongo algunas actividades para repasar los contenidos de la semana 2.

1. **Explorando sistemas de coordenadas y conversiones**

   Esta actividad le permitirá repasar la conversión entre sistemas de coordenadas, para cada ejercicio, muestre el procedimiento completo paso a paso. Utilice las ecuaciones de conversión entre sistemas de coordenadas y, si tiene acceso a herramientas gráficas como GeoGebra, puede intentar visualizar los puntos y vectores para una mejor comprensión.

Ejercicios propuestos:

a. **Conversión de polares a rectangulares (2D):** un punto en coordenadas polares (r, θ) se describe por una distancia radial y un ángulo. Convierta el punto P con coordenadas polares (r = 10, θ = 45°) a sus coordenadas rectangulares (x, y). Las ecuaciones de conversión son: x = r cos θ, y = r sin θ.

b. **Conversión de rectangulares a polares (2D):** un vector de posición en un plano rectangular se representa por sus componentes (x, y). Encuentre las coordenadas polares (r, θ) del punto Q con coordenadas rectangulares (-3, 4). Recuerde que la magnitud del vector es $r = \sqrt{x^2 + y^2}$ y la dirección se puede encontrar con θ = arctan (y/x), prestando atención al cuadrante para determinar el ángulo correcto.

c. **Conversión de cilíndricas a rectangulares (3D):** las coordenadas cilíndricas son útiles para sistemas con simetría axial, como cables. Un punto se describe por (r,θ,z). Convierta el punto R con coordenadas cilíndricas $(r = 5, \theta = 90°, z = 3)$ a sus coordenadas rectangulares (x, y, z). Las ecuaciones de conversión son: $x = r\cos\theta, y = r\sin\theta, z = z$.

d. **Conversión de rectangulares a esféricas (3D):** las coordenadas esféricas son ideales para fenómenos con simetría esférica, como campos electromagnéticos o propagación de ondas radiales. Convierta el punto S con coordenadas rectangulares $(x = 2, y = -2, z = 1)$ a sus coordenadas esféricas (r, θ, ϕ). Las ecuaciones de conversión son: $r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$; $\theta = arccos\left(z/\sqrt{x^2+y^2+z^2}\right)$; $\varphi = arctan\ (y/x)$. Preste atención al cuadrante para ϕ.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

2. **Preguntas de reflexión:**

   a. ¿Qué tipo de problemas físicos o de ingeniería en redes de telecomunicaciones cree que se simplificarían al usar coordenadas polares o cilíndricas en lugar de rectangulares?

   b. ¿Cuáles fueron las principales dificultades al realizar las conversiones? ¿En qué casos el sistema rectangular fue más intuitivo, y en cuáles otros sistemas pareció más adecuado?

   c. ¿Puede imaginar una situación en la vida real (más allá de los ejemplos dados) donde sea útil pensar en términos de distancias radiales y ángulos en lugar de posiciones x, y, z?

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Ingrese al siguiente recurso interactivo en el que podrá poner en práctica los conocimientos adquiridos sobre Coordenadas en el espacio.

Espero que esta actividad le sea útil para consolidar su comprensión de los sistemas de coordenadas. Si tiene alguna duda, no dude en consultar a su tutor.

Semana 3

En esta semana nos adentraremos en el estudio de los vectores y sus operaciones fundamentales, herramientas matemáticas esenciales para representar magnitudes físicas que poseen dirección, sentido y módulo, como fuerzas, velocidades o campos electromagnéticos. Abordaremos tres métodos clave para la suma y resta de vectores: el método del polígono, ideal para sumar múltiples vectores gráficamente; el método del paralelogramo, particularmente útil para sumar dos vectores; y el método analítico, que mediante componentes rectangulares permite cálculos precisos y es fundamental en aplicaciones de ingeniería.

Estos conceptos son la base para analizar sistemas de fuerzas, movimiento de partículas y fenómenos electromagnéticos, todos relevantes en el diseño de sistemas de telecomunicaciones. Complementaremos la teoría con ejercicios prácticos que le permitirán desarrollar habilidades tanto gráficas como analíticas.

1.5. Vectores

¿Alguna vez se ha preguntado cómo podemos describir no solo la posición de un objeto, sino también su dirección y magnitud en el espacio?

Esto lo logramos utilizando vectores y herramientas matemáticas que nos permiten representar cantidades que tienen tanto magnitud como dirección. En física, los vectores son fundamentales para describir fuerzas, velocidades, aceleraciones y muchos otros fenómenos (Pérez, 2016).

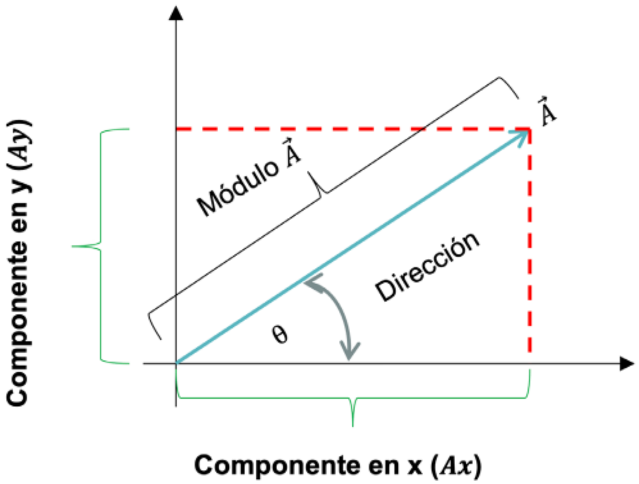
Para comprender de mejor manera lo que es un vector, le recomiendo revisar el siguiente video titulado Introducción

> a vectores y escalares, aquí encontrará los componentes principales de un vector y su explicación básica. Identifique la magnitud, dirección y sentido del vector.

Si no indicamos la dirección y solamente el valor de la magnitud, este valor se conoce como magnitudes escalares o escalar. Cuando expresamos, además del valor, la dirección y el sentido, tenemos las magnitudes vectoriales, que se representan mediante los vectores, una magnitud vectorial se ejemplifica en la figura 9.

Figura 9

Componentes de un vector



Nota. Martínez, J, 2025. CC BY 4.0

Un vector es una entidad matemática que representa una cantidad física que tiene tanto magnitud o módulo $|\vec{A}|$ (tamaño o longitud) como dirección θ. A diferencia de los escalares, que solo tienen magnitud (como la temperatura o la masa), los vectores describen cantidades que también implican una orientación en el espacio.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

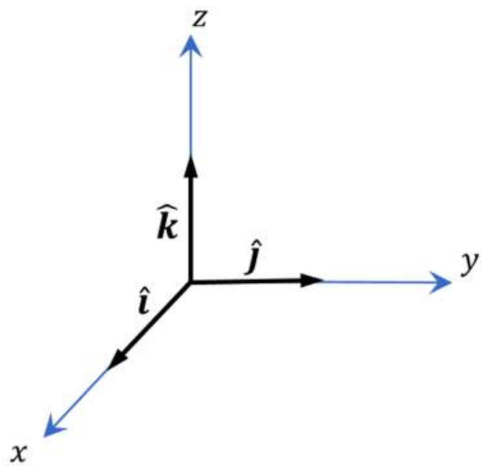
En la siguiente infografía se presentan las principales características que describen a un vector:

Características de un vector

Los vectores están definidos en sistemas de coordenadas donde se definen sus componentes en cada uno de los ejes mediante los vectores unitarios $\hat{\imath}$ en el eje X, $\hat{\jmath}$ para el eje Y y $\hat{k}$ para el eje Z, que permiten indicar la dirección, como se observa en la figura 10.

Figura 10

Vectores unitarios de sistema rectangular



Nota. Tomado de *Resultante de un sistema de fuerza en dos dimensiones* [Ilustración], por Reyes, R., Sánchez, Y. y Olvera, M., 2021, CUAIEED/SUAYED FESC-UNAM, CC BY 4.0.

En coordenadas rectangulares (o cartesianas), un vector se representa mediante sus componentes. Por ejemplo:

- En dos dimensiones, un vector $\vec{A}$ se expresa como:

$$\vec{A} = A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath}$$

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

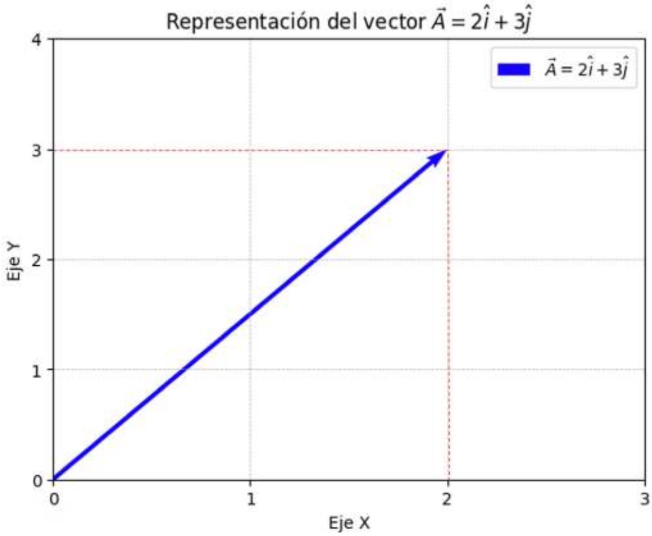
Donde:

- (A_x) y (A_y) son las componentes del vector en las direcciones x e *y*, respectivamente.
- $(\hat{\imath})$ y $(\hat{\jmath})$ son los **vectores unitarios** en las direcciones x e *y*.

Ejemplo de vector 2D: si se define al vector $\vec{A} = 2\hat{\imath} + 3\hat{\jmath}$, el mismo estaría representado en la figura .

Figura 11

Representación de un vector en 2D



Nota. Elaborado por OpenAi [Ilustración], por OpenAi, 2025, ChatGPT, CC BY 4.0.

Si desea comprender de mejor manera cómo varían las componentes de un vector 2D puede revisar el recurso Componentes de un vector – GeoGebra, aquí se puede revisar de manera interactiva cómo varían las componentes rectangulares, al variar la magnitud y dirección.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Ahora, si deseamos encontrar la magnitud o módulo del vector $|\vec{A}|$ debemos utilizar la siguiente ecuación:

$$|\vec{A}| = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2}$$

Y si deseamos hallar la dirección, debemos usar la ecuación.

$$\theta = \arctan\left(\frac{A_y}{A_x}\right)$$

Si aplicamos estas expresiones al vector de ejemplo, obtenemos que su módulo es:

$$|\vec{A}| = \sqrt{2^2 + 3^2} = 3.61$$

Y su dirección es:

$$\theta = \arctan\left(\frac{3}{2}\right) = 56.31^{\circ}$$

En **tres dimensiones**, un vector $\vec{B}$ se expresa como:

$$\vec{B} = B_x\hat{\imath} + B_y\hat{\jmath} + B_z\hat{k}$$

Donde:

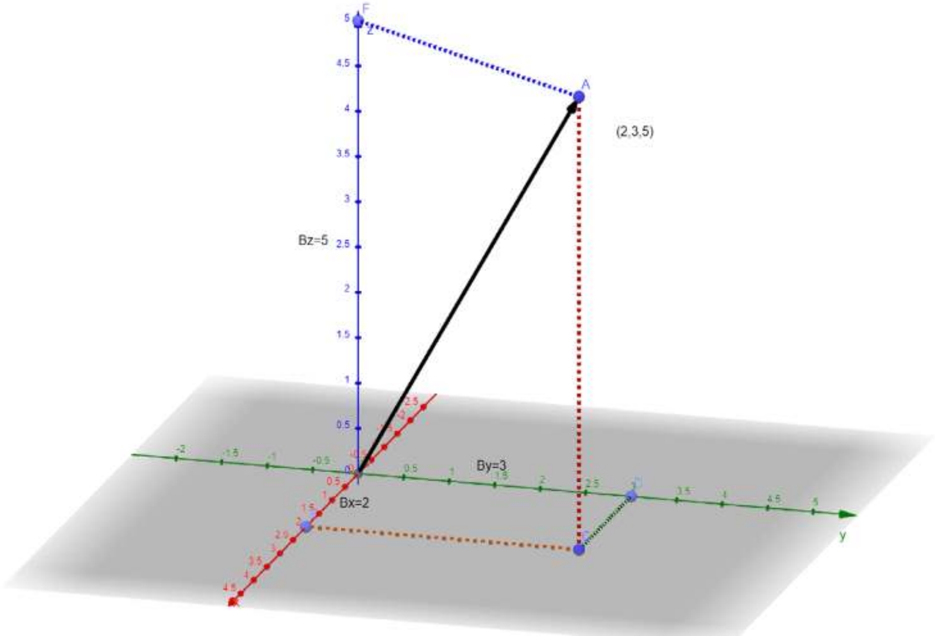
- (B_x), (B_y) y (B_z) son las componentes del vector en las direcciones *x*, *y* y *z*, respectivamente.
- $(\hat{k})$ es el **vector unitario** en la dirección *z*.

Ejemplo de vector 3D: si se define al vector, $\vec{A} = 2\hat{\imath} + 3\hat{\jmath} + 5\hat{k}$ estaría representado en la figura 12.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 12

Representación de vector 3D



Nota. Elaborado con *GeoGebra* [Ilustración], por GeoGebra, 2025, GeoGebra, CC BY 4.0.

Para calcular la magnitud o módulo del vector $|\vec{B}|$ debemos utilizar la ecuación,

$$|\vec{B}| = \sqrt{{B_x}^2 + {B_y}^2 + {B_z}^2}$$

Si aplicamos la ecuación con los datos del vector ejemplo de la figura 12, obtenemos lo siguiente:

$$|\vec{B}| = \sqrt{2^2 + 3^2 + 5^2} = \sqrt{38} = 6.16(x)$$

1.6. Suma y resta de vectores

¿Alguna vez ha intentado empujar un mueble pesado entre dos personas?

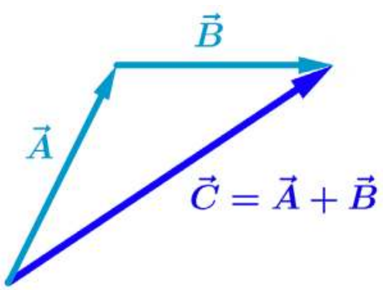
Si ambos empujan en la misma dirección, sus fuerzas se suman y el mueble se mueve fácilmente. Pero si uno empuja hacia la derecha y otro hacia la izquierda con igual fuerza, el mueble no se moverá y sus fuerzas se cancelan (Arenas, 2020). Esto es exactamente lo que ocurre con la suma y resta de vectores.

1.6.1. Método del polígono

Cuando trabajamos con vectores como fuerzas, velocidades o desplazamientos, no basta con sumar sus magnitudes. Debemos considerar también su dirección. Imagínese dos vectores en el plano: uno apuntando al noreste (A) y otro al este (B). Para sumarlos (A + B), colocamos el origen de B en la punta de A. El vector resultante va desde el origen de A hasta la punta de B. Este método se conoce como el *método del polígono*, según se ejemplifica en la figura 13.

Figura 13

Suma de vectores método del polígono



Nota. Tomado de *Métodos para sumar vectores – Fórmulas y ejemplos* [Ilustración], por NeuroChispas, s.f., NeuroChispas, CC BY 4.0.

Con este método podemos sumar vectores de manera gráfica, también se conoce como el método de triángulo. Ahora vamos a revisar otro método para sumar y restar vectores, como lo es el método del paralelogramo.

1.6.2. Método del paralelogramo

El **método del paralelogramo** es la herramienta geométrica que nos permite visualizar y calcular este fenómeno con precisión. Imagine que usted es un navegante y el viento empuja su velero hacia el norte, pero la corriente lo arrastra hacia el este (Pérez, 2016). ¿Cómo determinaría su rumbo real? Aquí es donde el paralelogramo se convierte en su brújula matemática.

El procedimiento es elegante en su simplicidad:

a. Dibuje ambos vectores **partiendo desde un mismo origen**.

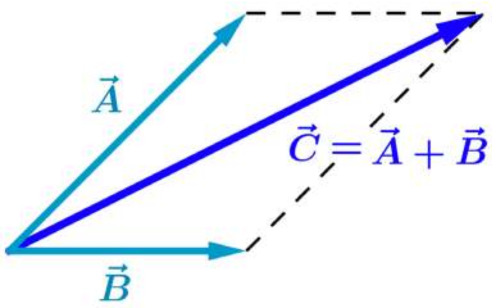
b. Traces líneas paralelas a cada vector desde la punta del otro.

c. El **vector resultante** será la diagonal que va desde el origen hasta el punto donde se cruzan esas líneas paralelas.

Este procedimiento se esquematiza en la figura 14.

Figura 14

Método del paralelogramo



Nota. Tomado de *Métodos para sumar vectores – Fórmulas y ejemplos* [Ilustración], por NeuroChispas, s.f., NeuroChispas, CC BY 4.0.

Si desea revisar una explicación y ejemplos de estos métodos, observe el siguiente video: Suma y resta de vectores geométricamente con ejemplos, es conveniente que realice anotaciones y practique con los ejercicios explicados en el video, de tal manera que se familiarice con este método.

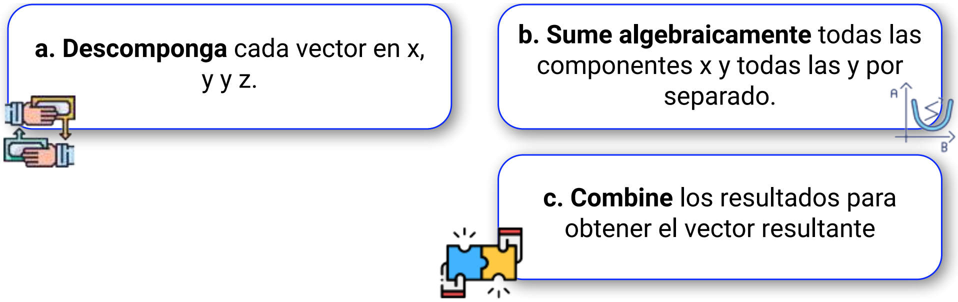
1.6.3. Método analítico

Existe un método preciso llamado **método de las componentes rectangulares** (o método analítico) que transforma problemas complejos de vectores en simples operaciones algebraicas.

El secreto yace en descomponer cada vector en sus componentes horizontales (x) y verticales (y) para el caso de vectores 2D (Pérez, 2016). Para sumar vectores mediante componente, si conocemos sus módulos y direcciones:

Figura 15

Método de las componentes rectangulares



Nota. Martínez, J., 2025.

Ejemplo: sumar los vectores $\vec{A} = 3\hat{\imath} + 5\hat{\jmath} + 5\hat{k}$ + $\vec{B} = 2\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} + 6\hat{k}$ + $\vec{C} = 3\hat{\imath} - \hat{\jmath} - 2\hat{k}$

Al sumar los vectores, obtendremos el vector resultante D, con las siguientes componentes:

$$\overrightarrow{D_x} = A_x + B_x + C_x = 3 + 2 + 3 = 8$$

$$\overrightarrow{D_y} = A_y + B_y + C_y = 5 + 2 - 1 = 6$$

$$\overrightarrow{D_z} = A_z + B_z + C_z = 5 + 6 - 2 = 9$$

De esta manera, el vector resultante es el siguiente: $\vec{D} = 8\hat{\imath} + 6\hat{\jmath} + 9\hat{k}$

Si desea revisar una explicación sobre la suma y resta con este método y su comparación con el método gráfico, revise el video: Sumando y restando vectores para familiarizarse con el método analítico y pueda practicar con ejercicios explicados la suma y resta de vectores.

Para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante esta semana, le invito a participar en el siguiente quiz.

Quiz -Vectores y operaciones fundamentales

Actividades de aprendizaje recomendadas

Es momento de aplicar su conocimiento a través de las actividades que se han planteado a continuación:

1. **Dibujar vectores con GeoGebra**

   Vamos a realizar una actividad práctica para repasar vectores. En este caso, vamos a usar la plataforma Geogebra, para dibujar y sumar vectores. Con esto se familiarizará con vectores 2D y la suma o resta de estos.

   Instrucciones

   Para resolver de forma correcta esta actividad, le invito a revisar la siguiente infografía donde se detalla paso a paso el uso de la plataforma Geogebra y el procedimiento a seguir.

   Práctica con Vectores en GeoGebra

2. **Retroalimentación y preguntas de reflexión:**

   a. ¿Qué diferencias observó entre el método gráfico y el analítico?
   b. ¿Cómo cambiaría la resultante si a $\vec{A}$ se le multiplica por −1 (es decir, $\vec{A} - \vec{B}$)?

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Lo invito a revisar la siguiente simulación en la que pondrá en práctica sus conocimientos sobre Suma y resta de vectores.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Semana 4

En esta semana vamos a revisar las operaciones vectoriales fundamentales y sus aplicaciones prácticas. Comenzaremos con el producto escalar, que permite calcular proyecciones y ángulos entre vectores, esencial para determinar trabajo mecánico o flujos de energía en sistemas físicos. Luego continuamos con el producto vectorial, clave para describir torques, campos magnéticos y fenómenos rotacionales, aquí aprenderá a calcular magnitudes perpendiculares y áreas vectoriales.

Finalmente, exploraremos aplicaciones prácticas de vectores, como el análisis de fuerzas, movimiento de partículas y sistemas electromagnéticos, directamente relacionados con el diseño de infraestructuras de telecomunicaciones, como, por ejemplo, la propagación de ondas. Estos conceptos le ofrecen herramientas matemáticas rigurosas para modelar problemas reales en ingeniería.

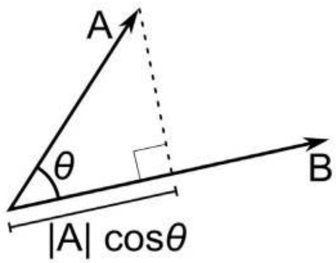
1.7. Producto escalar

> Imagine que está empujando un mueble pesado en una dirección, pero su amigo empuja en un ángulo diferente. *¿Cómo saber cuánta de su fuerza realmente contribuye al movimiento en la dirección deseada?*

Unos de los artificios matemáticos que nos podrían ayudar es el producto escalar o producto punto, que permite responder a esta pregunta. No se trata simplemente de multiplicar números. Es una operación que mide cuánto de un vector se proyecta sobre otro, revelando si dos fuerzas o direcciones trabajan en armonía o se oponen, según como se muestra en la figura 16.

Figura 16

Producto escalar de vectores



Nota. Tomado de *Producto escalar* [Ilustración], por Pérez, J. y Gardey, A., 2022, Definición.De, CC BY 4.0.

Para calcularlo, necesita dos vectores, sus magnitudes y el ángulo entre ellos, como se muestra la ecuación a continuación (Pérez, 2016):

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}| \cos(\theta)$$

Si el ángulo es cero, los vectores están perfectamente alineados y el resultado es máximo. Si el ángulo es de noventa grados, el producto escalar es cero porque no hay contribución en la misma dirección.

Si disponemos de las componentes de los vectores, el producto escalar se encuentra multiplicando directamente las componentes entre sí, de acuerdo con las ecuaciones siguientes:

$$\vec{A} = (A_x, A_y) \text{ y } \vec{B} = (B_x, B_y)$$

$$\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y$$

Este concepto es clave en muchas áreas de la física y la ingeniería. Se usa para calcular el trabajo realizado por una fuerza, determinar la alineación de señales en telecomunicaciones e incluso en gráficos por computadora para generar efectos de iluminación realista. Asimismo, nos permite entender cómo la orientación de una fuerza afecta el esfuerzo útil realizado sobre un objeto.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

1.8. Producto vectorial

¿Alguna vez ha tratado de abrir una puerta empujándola justo en la bisagra?

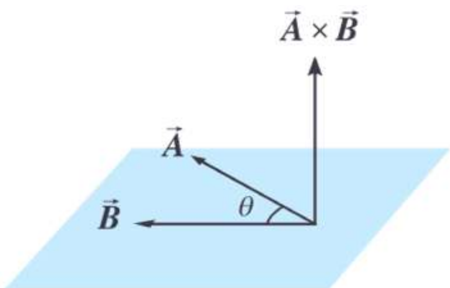
Si lo ha intentado, habrá notado que es casi imposible moverla. Pero si empuja cerca del borde opuesto a las bisagras, la puerta se abre con facilidad. ¿Por qué ocurre esto? La respuesta está en una operación matemática fundamental en física y en ingeniería, como lo es el producto vectorial (Sadiku & González, 2003).

El producto vectorial, también llamado producto cruz, es una operación entre dos vectores que da como resultado un tercer vector perpendicular a ambos puede revisar el video Producto vectorial o cruz de dos vectores donde se realiza una explicación visual y rápida sobre esta operación, identifique la dirección del vector resultante.

Es diferente del producto escalar, porque no solo nos dice cuánta influencia tiene un vector sobre otro, sino que nos proporciona un nuevo vector en el espacio, como se muestra en la figura 17.

Figura 17

Producto cruz o vectorial entre vectores



Nota. Tomado de *Producto vectorial (producto cruzado)* [Ilustración], por Dourmashkin, P., 2022, LibreTexts, CC BY 4.0.

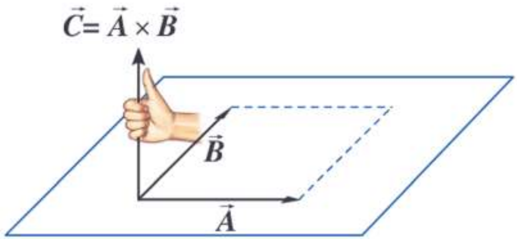
Para calcularlo, se toma la magnitud de los dos vectores, se multiplica por el seno del ángulo entre ellos y se orienta el nuevo vector siguiendo la *regla de la mano derecha*, como se indica en la ecuación a continuación:

$$|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}||\vec{B}| \sin\theta$$

Imagine que coloca la mano con los dedos apuntando en la dirección del primer vector y los cierra hacia el segundo. Su pulgar, apuntando perpendicularmente, indica la dirección del producto vectorial, como se puede observar en la figura 18.

Figura 18

Regla de la mano derecha



Nota. Tomado de *Producto vectorial (producto cruzado)* [Ilustración], por Dourmashkin, P., 2022, LibreTexts, CC BY 4.0.

Si se desea obtener las componentes del vector producto cruz, debemos formar una matriz con los vectores unitarios $\hat{\imath}, \hat{\jmath}$ y $\hat{k}$, y las componentes de los dos vectores, como se muestra en la ecuación a continuación:

$$\vec{A} \times \vec{B} = \begin{bmatrix} \hat{\imath} & \hat{\jmath} & \hat{k} \\ A_x & A_y & A_z \\ B_x & B_y & B_z \end{bmatrix}$$

A partir de esta matriz obtenemos las componentes del vector resultante $\vec{A} \times \vec{B}$, sumando las determinantes de las submatrices que determinan cada componente, obteniendo la siguiente ecuación:

$$\vec{A} \times \vec{B} = (A_y B_z - A_z B_y)\hat{\imath} - (A_x B_z - A_z B_x)\hat{\jmath} + (A_x B_y - A_y B_x)\hat{k}$$

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Donde:

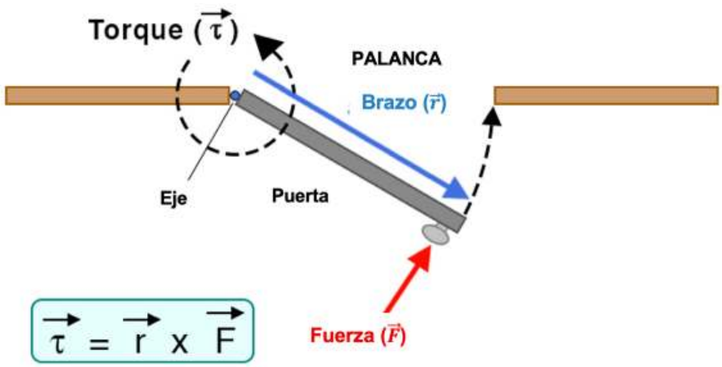
A_x, A_y, A_z= Componente en X,Y y Z del vector A

Bx, B_y, B_z= Componente en X,Y y Z de B

Este concepto es crucial en muchas áreas de la física. En el ejemplo de la puerta, la fuerza que aplica $(\vec{F})$ y la distancia $\vec{r}$ al eje de giro forman un producto vectorial que determina el torque $\vec{\tau}$ a lo largo del eje de rotación de la puerta, la medida de qué tan eficaz es la fuerza para generar rotación, como se observa en la figura 19.

Figura 19

Ejemplo de aplicación del producto vectorial



Nota. Tomado de *Torque* [Ilustración], por Sciencie Facts, 2024, SciencieFacts.net, CC BY 4.0.

Otro ejemplo es si toma un volante y aplica una fuerza con ambas manos, el torque que genera no está en la dirección de la fuerza que aplica, sino que está a lo largo del eje de rotación del volante, y lo podemos determinar con el producto vectorial. También aparece en el electromagnetismo, donde una carga en movimiento dentro de un campo magnético experimenta una fuerza perpendicular a ambas direcciones, haciendo que se mueva en espiral en ciertos casos (Sadiku & González, 2003).

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Ahora le invito a revisar el siguiente módulo didáctico en el que se muestran ejemplos del cálculo del producto escalar y producto vectorial, donde comprenderá la metodología de cálculo de estas operaciones.

Ejemplos de Producto Escalar y vectorial

1.9. Aplicaciones de vectores

¿Alguna vez ha seguido un mapa para llegar a un lugar nuevo? Ese trazo recto que dibuja entre su casa y el destino no es solo una línea ¡Es un vector de desplazamiento! Así es, cada vez que planifica una ruta, está usando vectores sin saberlo.

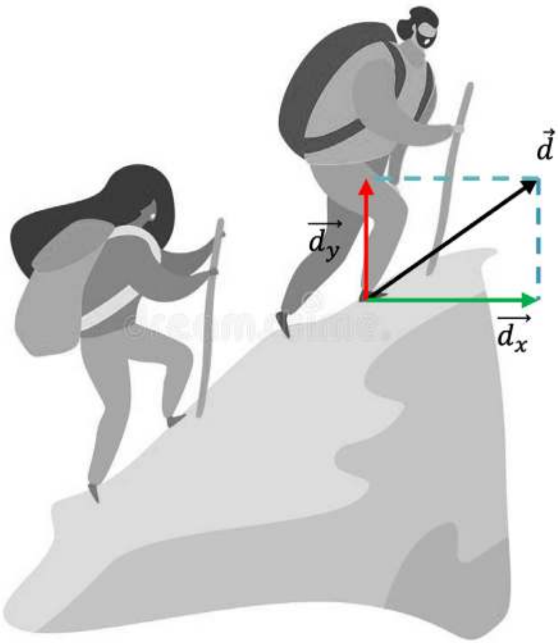
Ese es el mundo de los vectores en acción. Los vectores están en todas partes, aunque a veces no los notemos. Si representamos la fuerza que se aplica sobre un objeto hasta la velocidad con la que se mueve un auto en una carretera, los vectores ayudan a describir magnitudes físicas que tienen tanto magnitud como dirección(Arenas, 2020).

Imagine que está de excursión en la montaña; si camina directamente hacia la cima, el esfuerzo que necesita es diferente a si lo hace en un ángulo más suave. Su desplazamiento real no es solo la distancia que recorre, sino también la dirección en la que se mueve. En este caso, su movimiento puede descomponerse en dos direcciones, una horizontal y otra vertical, y cada una de ellas influye en el esfuerzo que debe hacer, como se esquematiza en la figura 20.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 20

Descomposición en componentes del desplazamiento



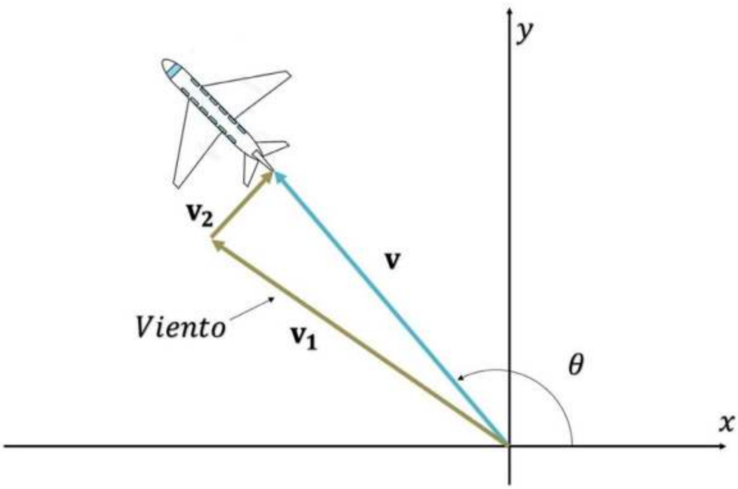
Nota. Adaptado de *Escalando una ilustración vectorial de montaña Hombre y mujer con mochila estilo caricaturista, aislados de fondo blanco* [Ilustración], por Rimma Rimma, s.f., Dreamstime, CC BY 4.0.

Ahora piense en la navegación aérea. Un avión rara vez se mueve en línea recta desde su punto de partida hasta su destino. Las corrientes de aire y el viento cambian su trayectoria, y aquí es donde entran los vectores. Los pilotos deben calcular el vector resultante entre la velocidad del avión y la velocidad del viento para determinar la verdadera dirección en la que deben volar, como se lo esquematiza en la figura 21.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Figura 21

Diagrama de fuerzas en el desplazamiento de un avión.



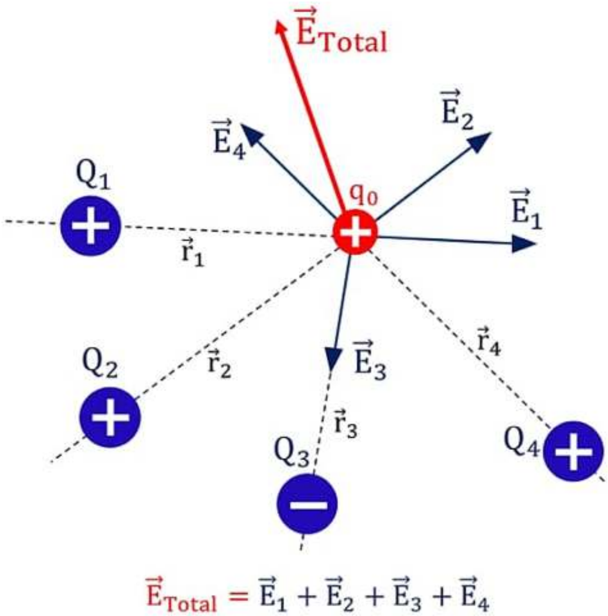
Nota. Tomado de *Aplicaciones de los vectores en el plano. Cálculo vectorial* [Ilustración], por Reyes, C., 2020, Herramientas de Cálculo, CC BY 4.0.

Los vectores también aparecen en la electricidad y el magnetismo. La fuerza que experimenta una carga eléctrica dentro de un campo magnético debido a la presencia de otras cargas se describe mediante la suma de vectores de fuerza de cada carga y la fuerza resultante es la suma vectorial de todas ellas, como se observa en la figura 22.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 22

Diagrama de fuerzas sobre una carga eléctrica



Nota. Tomado de *Campo eléctrico en física: fórmula, ejemplos, definición* [Ilustración], por Enfisica.com, 2018, enfisica.com, CC BY 4.0.

En la ingeniería, los vectores permiten calcular la estabilidad de estructuras, la resistencia de materiales y la forma en que las fuerzas actúan sobre los puentes o edificios. Sin ellos, sería imposible diseñar construcciones seguras y funcionales.

A continuación, en la siguiente presentación interactiva vamos a revisar algunos ejemplos de aplicación de los vectores:

Ejemplos de Aplicación de Vectores

Actividades de aprendizaje recomendadas

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en las actividades que se describen a continuación:

1. **Operaciones y aplicaciones vectoriales**

Objetivo: calcular el producto escalar y vectorial, entre pares de vectores y aplicar conceptos vectoriales para resolver un problema físico básico, demostrando la comprensión de cómo estas herramientas describen y analizan cantidades físicas con dirección y magnitud.

Instrucciones:

- Resuelva cada ejercicio mostrando el procedimiento completo paso a paso.
- Utilice las fórmulas y conceptos vistos en los materiales de la semana 4.
- Para el ejercicio de aplicación, descomponga las fuerzas en sus componentes rectangulares y realice la suma vectorial analíticamente.

Ejercicios propuestos:

a. **Producto escalar:** dados los vectores $\vec{A} = 3\hat{\imath} - 2\hat{\jmath} + \hat{k}$ y $\vec{B} = 4\hat{\imath} + 5\hat{\jmath} - 2\hat{k}$, calcule el producto escalar $\vec{A} \cdot \vec{B}$. ¿Qué le indica el resultado sobre la relación geométrica entre los dos vectores (son ortogonales, parcialmente alineados, etc.)?

b. **Producto vectorial:** dados los vectores $\vec{C} = \hat{\imath} - 3\hat{\jmath} + 2\hat{k}$ y $\vec{D} = 4\hat{\imath} + \hat{\jmath} - 5\hat{k}$, calcule el producto vectorial $\vec{C} \times \vec{D}$. Describa la

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

dirección del vector resultante en relación con los vectores originales $\vec{C} y \vec{D}$.

c. **Aplicación de vectores (suma de fuerzas):** considere una pequeña antena de telecomunicaciones montada en un poste. Dos cables tensores ejercen fuerzas sobre la antena. El primer cable aplica una fuerza $\vec{F_1}$ de 100 N a un ángulo de 45° por encima de la horizontal. El segundo cable aplica una fuerza $\vec{F_2}$ de 80 N a un ángulo de 30° por debajo de la horizontal (en el mismo plano vertical que $\vec{F_1}$, *pero hacia el lado opuesto). Encuentre el vector de fuerza neta total* $\vec{F}neta = \vec{F_1} + \vec{F_2}$ que actúa sobre la antena. (Ignore el peso de la antena por simplicidad). Este tipo de análisis vectorial es crucial para asegurar la estabilidad de estructuras como las antenas.

2. **Preguntas de reflexión:**

a. ¿Cómo el cálculo del **producto escalar** le proporciona información diferente sobre dos vectores en comparación con el cálculo del **producto vectorial**? (Piense en qué tipo de magnitud resulta de cada operación y su interpretación física).

b. El ejercicio de aplicación (ejercicio 3) requirió descomponer fuerzas en componentes rectangulares antes de sumarlas. ¿En qué otras situaciones de la ingeniería creen que podría ser necesario descomponer vectores (como el campo electromagnético o la propagación de ondas) para analizarlos mejor?

c. Reflexione sobre la importancia de los vectores para describir magnitudes como fuerzas, velocidades o campos electromagnéticos. ¿Sería posible analizar estos fenómenos solo con magnitudes escalares? ¿Por qué sí o por qué no?

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Lo invito a revisar el siguiente video con el que podrá poner en práctica los conceptos de producto escalar y vectorial.

Espero que estas actividades le ayuden a consolidar los conocimientos adquiridos en la semana 4. Si tiene alguna pregunta mientras la realiza, no dude en consultar a su tutor.

4. Le invito a reforzar sus conocimientos, participando en la siguiente autoevaluación:

Autoevaluación 1

1. ¿Cuál es la expresión correcta en notación científica de 0.0000075 metros?

   a. 7.5×10^{-5} m
   b. 75×10^{-7} m
   c. 7.5×10^{-6} m
   d. 0.75×10^{-5} m

2. ( ) Verdadero o Falso: el prefijo “micro μ” en el SI representa un factor de 10^{-9}.

3. Un vector $\vec{A} = 4\hat{\imath} + 3\hat{\jmath}$ tiene una magnitud de:

   a. 5.
   b. 7.
   c. 12.
   d. 25.

4. ¿Cuáles son las magnitudes fundamentales del SI? (Seleccione 3).

   a. Longitud.
   b. Voltaje.
   c. Tiempo.
   d. Energía.
   e. Masa.

5. Al convertir 4500 milímetros a metros, el resultado es:

   a. 45 m
   b. 4.5 m
   c. 0.45 m
   d. 450 m

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

6. ( ) Verdadero o Falso: el producto escalar entre dos vectores perpendiculares siempre es cero.

7. Si un vector en coordenadas polares es (6.40,51.34°), sus componentes rectangulares son aproximadamente:

   a. (4,5).
   b. (3.06,2.57).
   c. (5,4).
   d. (2.5,6.0).

8. ¿Qué sistemas de coordenadas son útiles para fenómenos con simetría cilíndrica?

   a. Cartesianas.
   b. Polares.
   c. Cilíndricas.
   d. Esféricas.

9. El producto vectorial de $\vec{A} = 2\hat{\imath} - \hat{\jmath} + 3\hat{k}$ y $\vec{B} = \hat{\imath} + 4\hat{\jmath} - 2\hat{k}$ da como resultado:

   a. $-10\hat{\imath} + 7\hat{\jmath} + 9\hat{k}$
   b. $10\hat{\imath} - 7\hat{\jmath} - 9\hat{k}$
   c. $-8\hat{\imath} + 5\hat{\jmath} + 7\hat{k}$
   d. $7\hat{\imath} + 9\hat{\jmath} - 10\hat{k}$

10. ( ) Verdadero o Falso: la velocidad de la luz en el vacío se expresa en notación científica como 2.99792458×10^8 m/s.

Ir al solucionario

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Resultado de aprendizaje 2

- Analiza el movimiento de ondas y cuerpos dentro de un sistema físico, permitiendo comprender su influencia en el diseño de redes de telecomunicaciones.

Usted alcanzará este resultado de aprendizaje a través de un estudio riguroso de la guía didáctica. En primer lugar, se abordan los principios de la mecánica básica (unidad 2), que incluye el movimiento en una y dos dimensiones (cinemática) para describir trayectorias y calcular velocidad y aceleración, y las Leyes de Newton, que explican cómo las fuerzas afectan el movimiento de objetos. Además, analizará el movimiento circular con sus componentes de velocidad angular y tangencial, y aceleración centrípeta, lo que permite comprender la optimización de dispositivos en movimiento y el diseño de sistemas de transporte, además de la estabilidad de infraestructuras como soportes de antenas.

En segundo lugar, se profundiza en el movimiento ondulatorio (unidad 3), en este caso revisaremos el Movimiento Armónico Simple (MAS) como base para las vibraciones. Identificará las características clave de las ondas (amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación), cruciales para entender la transmisión de señales.

Finalmente, se cubren fenómenos como la superposición y las ondas estacionarias, así como la reflexión y refracción de ondas, que son fundamentales para analizar la propagación y trayectoria de las señales, y para el diseño de sistemas de antenas y fibras ópticas en el ámbito de las telecomunicaciones.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

Semana 5

En esta semana comenzamos con la unidad 2, donde estudiaremos los fundamentos de la mecánica, comenzando con las propiedades de la materia, para luego adentrarnos en el análisis del movimiento, específicamente en la cinemática unidimensional. Aprenderá a describir trayectorias, diferenciar entre posición y desplazamiento, calcular velocidad y determinar aceleración, conceptos esenciales para comprender fenómenos como la caída libre o el movimiento de vehículos.

Estos conceptos no son la base de la física mecánica, sino que tienen aplicaciones directas en ingeniería, desde el diseño de sistemas de transporte hasta la optimización de redes de comunicación que involucran dispositivos en movimiento. Adicionalmente, combinaremos la teoría con ejercicios prácticos de cálculo y análisis de gráficos de posición y tiempo, velocidad y tiempo, que le permitirán resolver problemas reales. Para tener una idea general de esta unidad le invito a observar el siguiente video introductorio: unidad 2.

Unidad 2. Mecánica básica

2.1. Materia

Mire a su alrededor. Todo lo que ve el aire, su teléfono, incluso usted mismo, está hecho de materia, esa entidad tangible que ocupa espacio y tiene masa. Pero, *¿alguna vez se ha preguntado qué ocurre en el nivel más ínfimo de la materia?*

La materia se puede definir como todo aquello que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio y es capaz de interactuar con la gravedad. Toda la materia está compuesta por átomos y estos a su vez están compuestos por partículas subatómicas (Pérez, 2016). Los átomos, esas

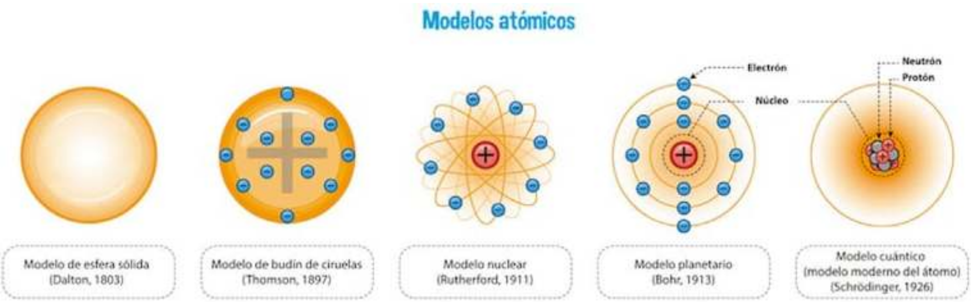
Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

partículas fundamentales que componen todo, no son esferas quietas, son un universo en miniatura. Electrones que orbitan como abejas frenéticas, núcleos donde protones y neutrones se abrazan bajo fuerzas colosales. Y entre ellos, el vacío, tanto espacio vacío que, si elimináramos los huecos atómicos, la humanidad cabría en un azúcar.

En la figura 23 se puede observar la evolución del modelo del átomo, donde se pueden apreciar los niveles de energía alrededor del núcleo y los protones y neutrones forman el núcleo.

Figura 23

Modelos atómicos a lo largo de la historia



Nota. Tomado de *El átomo y los números cuánticos* [Ilustración], por ABC COLOR, 2023, abc, CC BY 4.0.

Los modelos son una simplificación bastante gráfica que se aproxima a la realidad. Si desea conocer más sobre los átomos y sus modelos más modernos, le invito a revisar el video: Los átomos no son así, donde se plantea la visión moderna del átomo y se desmontan mitos sobre la forma y estructura de estos.

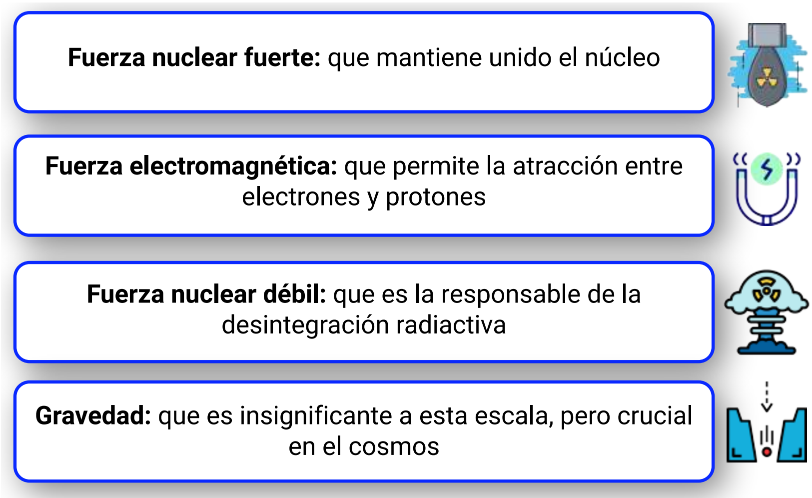
El átomo, la unidad fundamental de la materia, es un sistema complejo y elegante compuesto por un **núcleo denso** (con protones cargados positivamente y neutrones sin carga) rodeado por una **nube de electrones** en movimiento acelerado, organizados en orbitales cuánticos.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Estas partículas subatómicas interactúan mediante cuatro fuerzas fundamentales:

Figura 24

Fuerzas fundamentales de la naturaleza



Nota. Martínez, J., 2025.

Los electrones, distribuidos en niveles de energía cuantizados, determinan las propiedades químicas del elemento, mientras que el número atómico (protones) define su identidad única en la tabla periódica. Este delicado equilibrio entre fuerzas de repulsión y atracción permite desde la estabilidad de los sólidos hasta las reacciones que sustentan la vida (Pérez, 2016).

Pero la materia no solo existe, se transforma. Un cubo de hielo que se derrite, el hierro que se oxida, la fotosíntesis que convierte luz en vida; son testigos de su naturaleza dinámica. Los estados como el sólido, líquido y gaseoso no son más que distintos bailes de las mismas partículas, coreografiados por la energía.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Para adentrarse en este mundo fascinante de la composición de la materia, le invito a revisar el video: ¿Qué es la materia y de qué está hecha? Propiedades, estados y ejemplos, aquí deberá identificar las propiedades de su materia, estructura y los estados que puede tener.

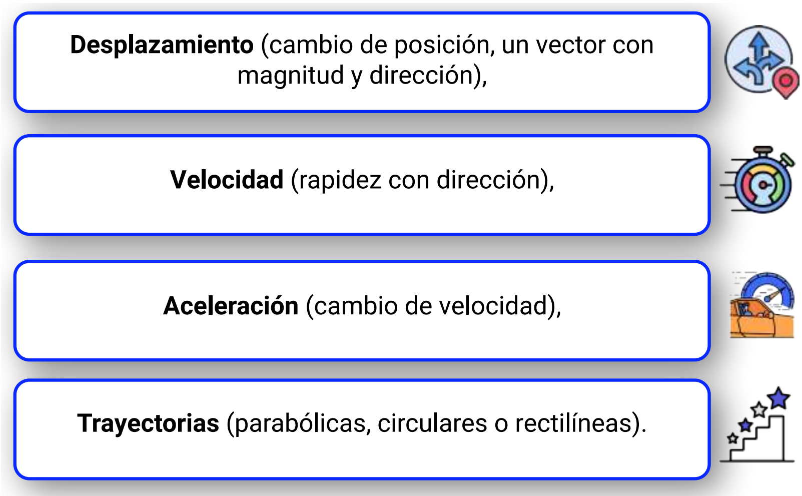
2.2. Movimiento

Desde el giro de los electrones alrededor del núcleo hasta la expansión acelerada de las galaxias, el movimiento es el lenguaje universal que describe cómo cambia la posición de los cuerpos en el espacio y el tiempo. En esencia, todo movimiento se rige por las leyes de Newton en el mundo macroscópico y por la mecánica cuántica en el ámbito subatómico (Gómez & Tejada, 2020).

En física clásica, el movimiento se analiza mediante:

Figura 25

Elementos para analizar el movimiento



Nota. Martínez, J., 2025.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Mientras que en la escala cuántica, partículas como los electrones exhiben un movimiento probabilístico, descrito por funciones de onda, donde su posición y velocidad no pueden determinarse simultáneamente con precisión, como lo establece el principio de incertidumbre de Heisenberg.

2.3. Movimiento en una dimensión: cinemática

Imagine que está parado en una carretera infinita. Da un paso adelante, ¡acaba de crear movimiento en una dimensión! Así de simple y así de profundo. La cinemática unidimensional es el ABC de la física que estudia cómo los objetos se desplazan a lo largo de una línea recta, sin preocuparse por qué los mueve, sino por cómo lo hacen.

Cuando su celular marca la velocidad del automóvil o cuando calcula cuánto tarda en caer una manzana, está usando estas herramientas. Hablamos de posición (¿dónde está?), velocidad (¿qué tan rápido va?) y aceleración (¿está frenando o apretando el acelerador?) (Pérez, 2016).

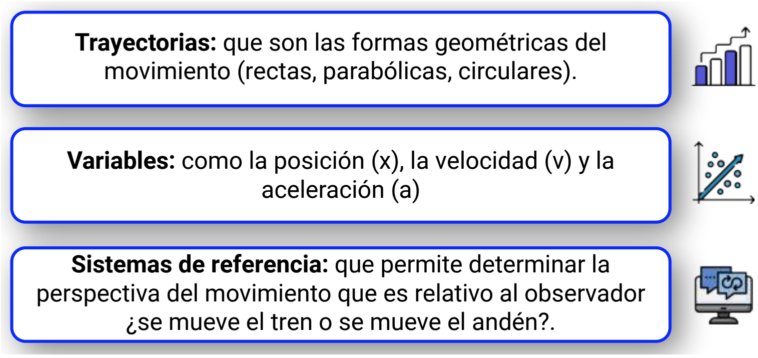
Las ecuaciones que aprenderemos hoy son las mismas que usó Galileo Galilei para describir la caída libre, y que Isaac Newton pulió para sentar las bases de la mecánica.

La cinemática es la rama de la física que describe matemáticamente el movimiento de los cuerpos **sin considerar las causas que lo producen** (fuerzas). Se enfoca en:

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 26

Elementos de la cinemática



Nota. Martínez, J., 2025.

2.3.1. Trayectorias

En cinemática, una *trayectoria* es el camino continuo que describe un cuerpo en movimiento respecto a un sistema de referencia. Estas son las principales categorías con sus características y ejemplos.

La trayectoria rectilínea es aquel movimiento que describe sobre una recta, como, por ejemplo, el movimiento de un vehículo en una recta o la caída libre de un objeto, como se observa en la figura 27.

Figura 27

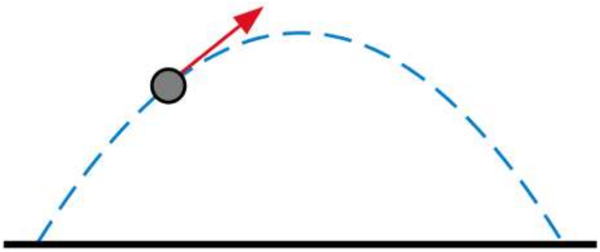
Diagrama de movimiento rectilíneo

Nota. Martinez,J., 2025

La trayectoria parabólica que es un movimiento que describe un arco simétrico descrito por polinomios cuadráticos. Como, por ejemplo, un balón de fútbol al ser pateado o el chorro de agua de una fuente, esta trayectoria la puede observar en la figura 28.

Figura 28

Movimiento con trayectoria parabólica

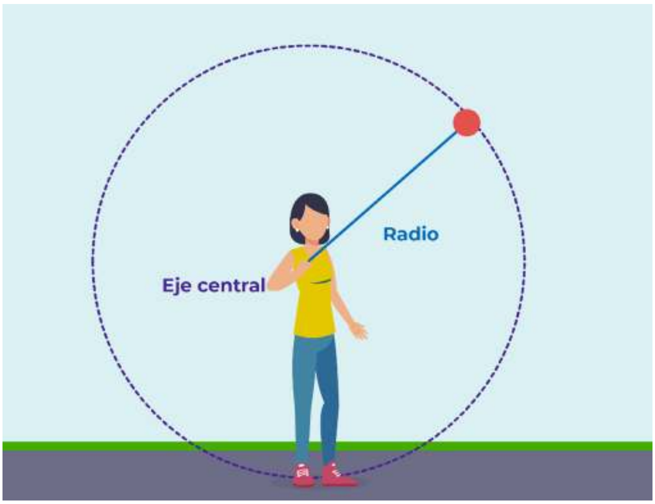


Nota. Tomado de *Illustration of a parabolic trajectory* [Ilustración], por Alexandrov, O., 2007, Wikipedia, CC BY 4.0.

La trayectoria circular en donde un objeto describe una circunferencia constante alrededor de un punto central, manteniendo siempre la misma distancia (radio) mientras avanza, como se puede observar en la figura 29.

Figura 29

Movimiento con trayectoria circular



Nota. Tomado de *Movimiento parabólico* [Ilustración], por GCFGlobal, s.f., GCFGlobal, CC BY 4.0.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Las trayectorias también nos hablan de los obstáculos y fuerzas invisibles. El vuelo errático de una mariposa no es caprichoso, sino la respuesta al viento y a los cambios de dirección en su búsqueda de alimento. Incluso en el mundo microscópico, partículas que parecen moverse al azar en realidad siguen trayectorias influenciadas por fuerzas que apenas comenzamos a comprender (Pérez, 2016).

Al estudiar estas rutas del movimiento, aprendemos a predecir desde el lugar donde caerá un balón hasta la llegada de una nave espacial a Marte. Las trayectorias son el lenguaje silencioso mediante el cual la materia nos cuenta cómo se mueve a través del espacio y el tiempo.

2.3.2. Posición y desplazamiento

En física, la posición es el lugar exacto que ocupa un objeto en el espacio, determinado respecto a un sistema de referencia. Es el dato fundamental que nos permite responder a la pregunta: *¿Dónde está el objeto?*

Imagine que está en un mapa, su posición podría definirse por coordenadas, como, por ejemplo, tres *metros al este y cinco metros al norte* en un plano bidimensional, o añadiendo altura en tres dimensiones. Lo crucial es que la posición siempre es relativa y depende del origen de coordenadas que elijamos, como, por ejemplo, la esquina de una habitación o el centro de la Tierra. Se representa matemáticamente con vectores.

En el movimiento unidimensional, como un auto en una carretera recta, la posición se reduce a un valor sobre una línea que permite determinar si e*l auto está a 50 km del punto de partida, como por ejemplo*. Pero en dos o tres dimensiones, la posición se vuelve un conjunto de coordenadas que trazan un punto único en el espacio.

¿Por qué es importante? Porque todos los conceptos cinemáticos, como la velocidad, aceleración, trayectoria; se construyen a partir de los cambios de posición. Sin ella, no podríamos predecir *hacia dónde* ni *qué tan rápido* se mueve algo.

Asociado a la posición, debemos hablar sobre el desplazamiento. El desplazamiento es una magnitud vectorial que describe el cambio de posición de un objeto, desde un punto inicial hasta un punto final, independientemente de la trayectoria seguida. A diferencia de la distancia recorrida (que es escalar y depende del camino), el desplazamiento solo considera el punto de partida y el de llegada.

En una dimensión, el desplazamiento ($\Delta\vec{r}$) es un vector que indica el cambio de posición de un objeto, la letra griega delta Δ se usa para indicar la variación de una variable. Se calcula como la diferencia entre el vector de la posición final menos el vector de la posición inicial.

En una dimensión, se define como:

$$\Delta x = x_f - x_i$$

Donde:

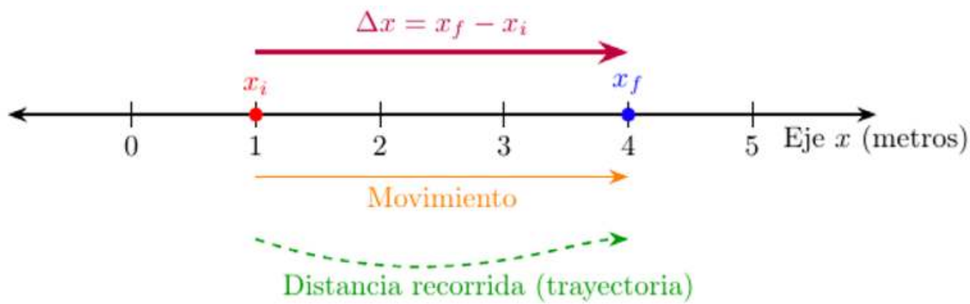
- Δx : total de desplazamiento en el eje x
- x_f : Posición final sobre el eje x
- x_i : Posición inicial sobre el eje x

Esto se esquematiza en la figura 30, donde se observa un ejemplo de desplazamiento sobre el eje Δx, donde x_f es la posición final y x_i la posición inicial.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 30

Diagrama de movimiento rectilíneo



Nota. Martínez, J.,2025.

En dos o tres dimensiones (movimiento en el plano o espacio):

$$\Delta\vec{r} = \vec{r_f} - \vec{r_i}$$

Donde:

- $\vec{r_i}$ *es el* vector posición inicial.
- $\vec{r_f}$ es el vector posición final.

En componentes cartesianas:

$$\Delta\vec{r} = (x_f - x_i)\hat{\imath} + (y_f - y_i)\hat{\jmath} + (z_f - z_i)\hat{k}$$

Magnitud del desplazamiento:

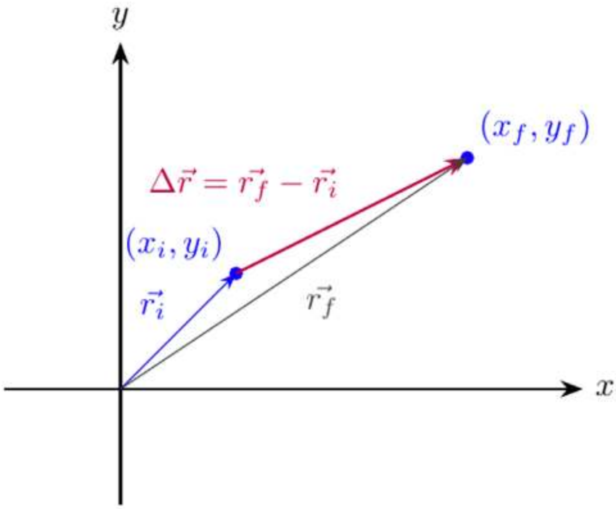
$$|\Delta\vec{r}| = \sqrt{(x_f - x_i)^2 + (y_f - y_i)^2 + (z_f - z_i)^2}$$

En la figura 3 se ejemplifica la obtención del vector desplazamiento $\Delta\vec{r}$, mediante la resta del vector posición final $\vec{r_f}$ del vector posición inicial $\vec{r_i}$.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 31

Vector desplazamiento total



Nota. Martínez, J, 2025.

A continuación, en la siguiente infografía vamos a revisar ejemplos de cálculo del desplazamiento en una y dos dimensiones.

Ejemplos de desplazamiento en 1D y 2D

2.3.3. Velocidad

Tal vez ha caminado por su casa buscando algo y ha recorrido varios metros sin realmente alejarse mucho del punto de partida. O tal vez ha corrido en una pista circular, terminando exactamente en el mismo lugar donde empezó. En ambos casos, se movió, sí, y lo hizo con cierta rapidez. Pero, ¿se desplazó? Aquí es donde aparece la diferencia clave entre **rapidez,** y **velocidad**.

La rapidez nos dice cuán ágilmente se recorre una distancia. Es una medida escalar: solo importa cuánto se mueve, sin importar hacia dónde.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Si alguien le dice que corre a 10 kilómetros por hora, tiene una idea de su energía, de su intensidad. Pero si esa persona no le dice hacia qué dirección corre, entonces no sabe su velocidad (Pérez, 2016).

La velocidad, en cambio, es más exigente. No solo quiere saber cuánto se ha movido, sino que también exige saber en qué dirección lo ha hecho. Es un vector, y eso la hace mucho más poderosa cuando se trata de describir el movimiento de forma completa. La velocidad no es solo un número en un velocímetro. Es una forma de describir qué tan rápido cambia su posición respecto al tiempo y, más importante aún, en qué dirección. En física, la velocidad es una magnitud vectorial. Esto significa que no basta con decir "voy a 60 kilómetros por hora", también se debe decir hacia dónde se va. No es lo mismo ir a esa velocidad hacia el norte que hacia el sur (Gómez & Tejada, 2020).

Imagine que usted y un amigo caminan a la misma rapidez, pero uno lo hace hacia delante y el otro hacia atrás. Aunque recorren distancias iguales en el mismo tiempo, sus velocidades no son iguales porque sus direcciones son opuestas. Esa diferencia puede parecer sutil, pero en el análisis del movimiento, lo cambia todo.

Las unidades de medida de la rapidez y la velocidad son las mismas, ya que ambas se definen como la razón entre una distancia recorrida y el tiempo que se tarda en recorrerla. La unidad establecida por el Sistema Internacional es el metro por cada segundo (m/s), pero también se suelen usar otras unidades que se presentan en la **tabla 3**.

Tabla 3

Otras unidades para medir la velocidad

Unidad	Abreviatura	Equivalencia aproximada
Kilómetro por hora.	km/h	1 m/s ≈ 3.6 km/h
Centímetro por segundo.	cm/s	1 m/s = 100 cm/s
Millas por hora.	mph	1 m/s ≈ 2.237 mph
Nudos (náutica).	knot	1 m/s ≈ 1.944 kn

Nota. Martínez, J., 2025.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

La velocidad se define como el desplazamiento dividido por el tiempo, e incluye dirección, como se define a continuación:

$$\vec{v} = \frac{\overrightarrow{\Delta r}}{\Delta t}$$

Donde:

- $\vec{v}$ es la **velocidad** (vector).
- $\overrightarrow{\Delta r}$ es el **desplazamiento** (vector).
- Δt es el **tiempo transcurrido o variación del tiempo.**

La rapidez se define como la distancia recorrida dividida por el tiempo, sin importar la dirección.

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

Donde:

- v es la rapidez (escalar) en m/s.
- d es la distancia total recorrida m.
- t es el tiempo transcurrido en s.

Cuando un objeto se mueve en línea recta sin cambiar de dirección, la rapidez y el módulo de la velocidad tienen el mismo valor numérico.

Si desea profundizar sobre la diferencia entre rapidez y velocidad, le recomiendo revisar el video Velocidad, rapidez y aceleración, donde debe enfocarse en la diferencia entre estos tres conceptos.

2.3.4. Aceleración

¿Ha sentido esa presión en el pecho cuando el ascensor comienza a subir o esa sensación de que el auto lo empuja hacia atrás al acelerar? Eso que experimenta es la aceleración, el cambio invisible, pero palpable, que transforma la velocidad de los objetos.

Imagine que está en un parque y ve un columpio. Cuando alguien lo empuja, no se mueve a velocidad constante, sino que va más rápido, luego más lento, y así sucesivamente. Ese "ir más rápido" es precisamente la aceleración, la cual nos dice cómo cambia la velocidad con el tiempo. No se trata solo de ganar rapidez, sino también de frenar, girar o incluso caer, porque hasta la gravedad es una forma de aceleración(Pérez, 2016).

> Piense en un autobús que dobla una esquina. Aunque su rapidez no aumente, está acelerando porque cambia de dirección. La aceleración siempre está presente, ya sea en el despegue de un avión, en la curva de una montaña rusa o en el simple hecho de lanzar una pelota al aire.

La aceleración media se define como la relación entre la variación de la velocidad y el tiempo transcurrido, según se muestra a continuación:

$$\overrightarrow{a_{med}} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{\overrightarrow{v_f} - \overrightarrow{v_i}}{t_f - t_i}$$

Donde:

- $\overrightarrow{v_i}$: Vector de velocidad inicial.
- $\overrightarrow{v_f}$: Vector de velocidad final.
- ΔT: Intervalo de tiempo en segundos.

Las unidades de la aceleración en el Sistema Internacional (SI) son el m/s^2 (metros por segundo al cuadrado), dado que la aceleración es el cambio

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

de velocidad por unidad de tiempo(Pérez, 2016). Como la velocidad se mide en metros por segundo (m/s) y el tiempo en segundos (s), sus unidades derivan de:

$$\frac{m/s}{s} = \frac{m}{s^2}$$

La aceleración más importante y que todos los días en todo momento es la aceleración de la gravedad, que tiene una magnitud de $g = 9.81\ m/s^2$.

Para acceder a una explicación detallada sobre la aceleración, le invito a revisar el video Aceleración media, donde deberá enfocarse en repasar los ejercicios de cálculo de la aceleración media y la importancia de esta en un movimiento.

A continuación, le invito a revisar la siguiente presentación interactiva en la que se explica con ejemplos los conceptos estudiados.

Ejemplos de Rapidez, Velocidad y aceleración

Para finalizar esta semana, le invito a participar en el siguiente quiz y así reforzar los conocimientos adquiridos.

Quiz - Fundamentos de la Mecánica y Cinemática Unidimensional

Actividad de aprendizaje recomendada

Continuemos con el aprendizaje mediante su participación en la actividad que se describe a continuación:

Lo invito a revisar la siguiente simulación en la que podrá observar de forma práctica el movimiento unidimensional.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Semana 6

En esta semana vamos a enfocarnos en dos tipos fundamentales de movimiento dentro de la cinemática unidimensional, como son el *Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA)*. En el MRU analizaremos objetos que se desplazan con velocidad constante, donde aprenderá a calcular distancias recorridas y representar gráficamente las relaciones posición vs. tiempo y velocidad vs. tiempo. Posteriormente, en el MRUA estudiaremos movimientos con aceleración constante, como la caída libre bajo la acción de la gravedad, desarrollando su capacidad para determinar velocidades finales, distancias recorridas y tiempos de movimiento mediante las ecuaciones fundamentales de la cinemática.

Estos conceptos son esenciales para comprender fenómenos físicos básicos y tienen aplicaciones directas en ingeniería, desde el diseño de sistemas de transporte hasta el análisis de movimientos de componentes en dispositivos tecnológicos. Complementaremos la teoría con ejercicios prácticos que le permitirán consolidar su comprensión de estos movimientos fundamentales.

2.3.5. Movimiento rectilíneo uniforme

Imagine un tren que avanza por una vía infinita, manteniendo siempre la misma velocidad, es decir, ni acelera ni frena. Eso es el MRU donde el tiempo y el espacio se relacionan de manera lineal, como las agujas de un reloj que nunca se adelantan ni atrasan. Desde la luz, viajando en el vacío hasta un metro que recorre sus rieles sin detenerse, el MRU nos enseña que la simplicidad es la máxima sofisticación (Gómez & Tejada, 2020).

El movimiento rectilíneo uniforme se define por una **velocidad constante** ($\vec{v}$) y una **aceleración nula** ($\vec{a} = 0$). Sus ecuaciones se derivan de la relación básica entre posición, velocidad y tiempo:

Índice | I Bimestre | II Bimestre | Solucionario | Referencias

La ecuación básica de la posición del objeto o partícula en función del tiempo se define a continuación:

$$x(t) = x_0 + v \cdot t$$

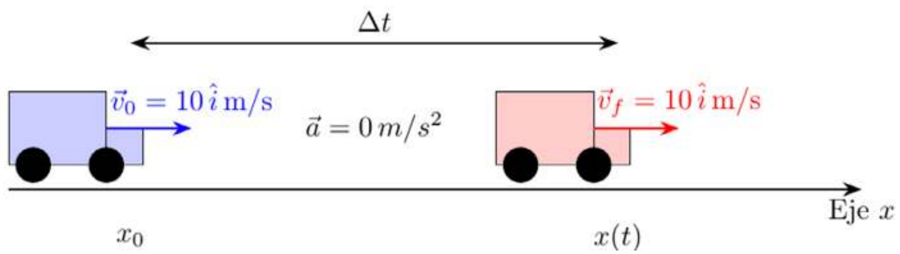
Donde:

- $x(t)$: Posición final (m).
- x_0: Posición inicial (m).
- v: Velocidad constante (m/s).
- t: Tiempo (s).

Esta ecuación permite determinar la ubicación en el eje x en un determinado instante de tiempo t, este escenario se esquematiza en la figura 32.

Figura 32

Movimiento rectilíneo uniforme



Nota. Martínez, J. 2025

Le recomiendo acceder a una explicación más visual y a fondo en el video: MRU Movimiento Rectilíneo Uniforme Explicación, fórmulas y ejercicios, debe repasar los conceptos y los ejercicios que se explican de manera didáctica. ¿Puede notar cómo varía la posición y la velocidad en función del tiempo?

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

2.3.6. Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado

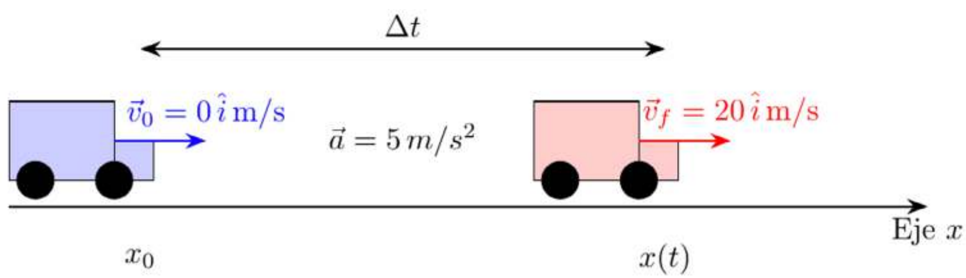
Imagine que está en un auto que acelera progresivamente en una carretera recta. Cada segundo que pasa, su velocidad aumenta exactamente la misma cantidad. Eso es el MRUA en acción.

Un movimiento donde la aceleración es constante, y el objeto, ya sea un tren o una pelota que cae o un cohete que despega, todos estos siguen una trayectoria recta mientras su velocidad cambia de manera homogénea. Lo fascinante es que este sencillo concepto, estudiado desde Galileo Galilei (acceda al artículo para ver una corta biografía de este gran científico), nos permite predecir exactamente dónde estará el objeto en cualquier instante, siempre que conozcamos su velocidad inicial, su aceleración y el tiempo transcurrido (Pérez, 2016).

El MRUA se caracteriza por una aceleración constante ($\vec{a}$) a lo largo de una trayectoria rectilínea, donde se tendrá una variación de la velocidad inicial y la final, lo que sucede en un intervalo del tiempo (Δt), como se puede observar en la figura 33.

Figura 33

Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado



Nota. Martínez, J. 2025

Hay que tomar en cuenta que el cuerpo puede estar aumentando su velocidad con respecto al tiempo cuando la aceleración es positiva, pero cuando está disminuyendo la velocidad, se tiene que la aceleración es negativa, por lo que está desacelerando.

Sus ecuaciones cinemáticas, derivadas del cálculo diferencial e integral, son:

Para determinar la velocidad en función del tiempo, se debe usar la ecuación:

$$v(t) = v_o + a \cdot t$$

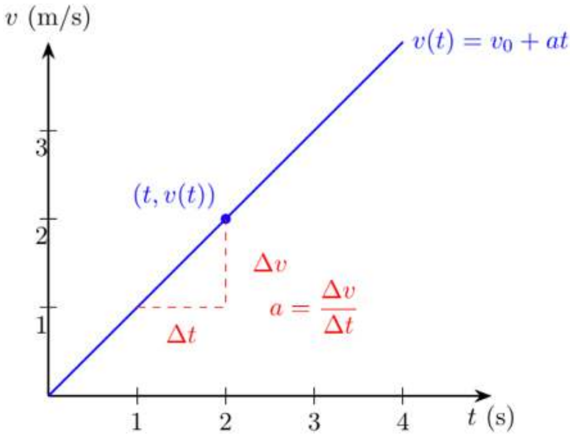
Donde:

- $v(t)$: Velocidad en el instante t (en m/s).
- v_0: Velocidad inicial (en m/s).
- a: Aceleración constante (en m/s^2).
- t: Tiempo transcurrido (en s).

La relación entre la velocidad y el tiempo es de tipo lineal, donde la pendiente de la recta es la aceleración, como se muestra en la figura 34. Si la pendiente de la recta es positiva, se está acelerando, si es negativa, se está desacelerando.

Figura 34

Diagrama de relación lineal entre la velocidad y el tiempo transcurrido en el MRUA



Nota. Martínez, J. 2025

Ahora, si deseamos encontrar la posición de un objeto en función del tiempo:

$$x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot a \cdot t^2$$

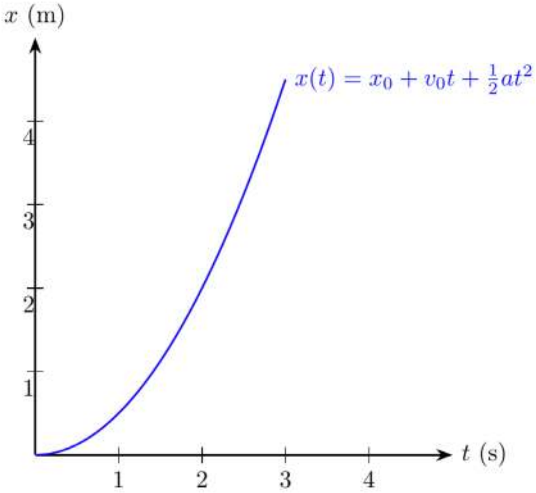
Donde:

- $x(t)$: Posición en el instante t en metros.
- x_0: Posición inicial en metros.

La relación entre la posición del objeto y el tiempo describe una parábola, ya que es de tipo cuadrática, como se observa en la figura 35.

Figura 35

Diagrama de la relación cuadrática entre el espacio recorrido y el tiempo transcurrido.



Nota. Martínez, J. , 2025.

En MRUA, la aceleración puede ser positiva (aumento de velocidad) o negativa (desaceleración). Por ejemplo, al frenar un auto, $a = -3\ m/s^2$, o cuando la lanzamos una pelota verticalmente hacia arriba, la gravedad frena, la aceleración sería $g = -9.81m/s^2$.

En la siguiente presentación interactiva, se exponen algunos ejemplos de aplicación de estos tipos de movimientos.

Ejemplos de MRUA y MRU

¡Muy bien, finalizamos la semana 6! Ahora le invito a participar en el siguiente quiz para poner en práctica los conocimientos adquiridos.

Quiz - Movimiento en una dimensión

Actividades de aprendizaje recomendadas

Es momento de aplicar su conocimiento a través de las actividades que se han planteado a continuación:

1. **Análisis de movimiento en una dimensión (MRU y MRUA)**

   En esta actividad vamos a aplicar las ecuaciones cinemáticas del MRU y el MRUA para calcular variables como posición, velocidad, aceleración, tiempo y distancia recorrida, demostrando la comprensión de estos modelos básicos de movimiento.

   Instrucciones:

   - Resuelva cada ejercicio mostrando el procedimiento completo paso a paso.
   - Utilice las ecuaciones cinemáticas apropiadas para MRU (velocidad constante) y MRUA (aceleración constante) vistas en los materiales de la semana 6.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

- Para el ejercicio que involucre caída libre, asuma que se desprecia la resistencia del aire y utilice un valor para la aceleración de la gravedad ($g \approx 9.81, m/s^2$).

Ejercicios propuestos:

a. **Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU).** Un dron de entrega vuela en línea recta horizontal a una velocidad constante de 20 m/s para llevar un paquete. Si necesita entregar el paquete en un punto situado a 4 km de distancia del punto de partida, determine:

  - El tiempo que tardará el dron en llegar a su destino en segundos.
  - La distancia que habrá recorrido el dron en 2 minutos de vuelo, expresada en kilómetros.

b. **Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA - Caída Libre).** Se deja caer un pequeño componente electrónico (simulando un objeto en caída libre) desde una altura de 45 metros sobre el suelo. Suponiendo que parte del reposo ($v_0 = 0$) y despreciando la resistencia del aire:

  - Calcule el tiempo que tarda el componente en llegar al suelo.
  - Determine la **velocidad** con la que el componente impacta el suelo justo antes de detenerse.

2. **Preguntas de reflexión:**

a. ¿Cuál es la diferencia clave entre el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA)? ¿Cómo se refleja esta diferencia en la forma de sus gráficas de velocidad vs. tiempo?

b. Considerando el movimiento parabólico, ¿cómo se aplican los conceptos de MRU y MRUA al análisis del movimiento en dos dimensiones? (Piense en cómo se descompone el movimiento parabólico).

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Lo invito a revisar el siguiente video en el que podrá profundizar y poner en práctica el MRUA Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado.

Espero que esta actividad le permita consolidar su comprensión de los movimientos en una dimensión y su relevancia. Si tiene alguna duda durante la resolución, no dude en consultar a su tutor.

Semana 7

En esta semana empezamos el estudio del movimiento en dos dimensiones, centrándonos específicamente en el movimiento parabólico. Este tipo de movimiento combina un MRU en la dirección horizontal con un MRUA en la vertical, siendo fundamental para comprender trayectorias como las de proyectiles o señales transmitidas en el aire. Aprenderá a descomponer el movimiento en sus componentes x e y, calcular alcances, alturas máximas y tiempos de vuelo, aplicando las ecuaciones cinemáticas en ambas direcciones, que suceden cuando pateamos un balón o lanzamos una piedra en cierta dirección.

2.4. Movimiento en dos dimensiones

> Imagine patear una pelota al aire, que no solo se eleva, sino que también avanza, describiendo una curva elegante antes de caer. Este movimiento, que parece tan natural, es en realidad un baile perfecto entre dos dimensiones, donde la física se divide en componentes para revelar su belleza oculta.

Cuando un objeto se mueve simultáneamente en horizontal y vertical, como un proyectil, un salto de delfín o incluso un cohete despegando, su trayectoria ya no es una simple línea recta, sino una combinación de movimientos independientes que se entrelazan. El secreto para entenderlo está en descomponerlo, mientras que la gravedad actúa hacia abajo, la inercia lo impulsa hacia delante, creando ese arco característico que llamamos movimiento parabólico (Pérez, 2016).

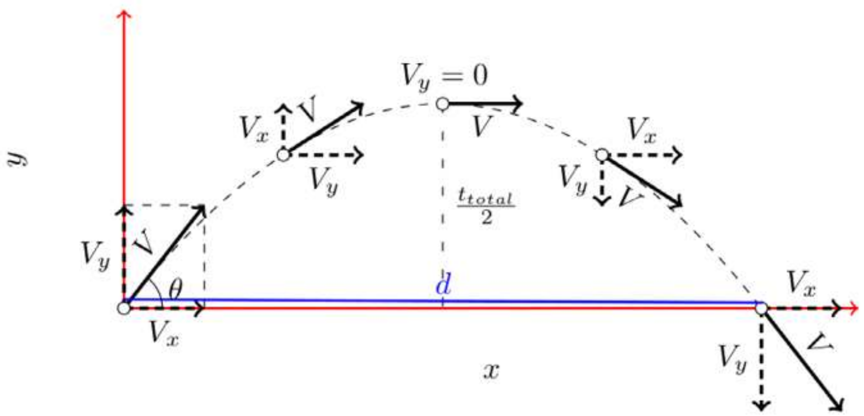
2.4.1. Movimiento parabólico

¿Alguna vez ha observado cómo una pelota de fútbol describe una curva perfecta al ser lanzada hacia la portería?

Mientras el balón avanza horizontalmente a velocidad constante, la gravedad lo atrae verticalmente, creando una trayectoria que la naturaleza repite en una cascada de agua, un salto de un delfín o el disparo de un proyectil por un cañón, según se esquematiza en la figura 36.

Figura 36

Variación de la velocidad en movimiento parabólico



Nota. Tomado de *The Motion of a Golf Ball* [Ilustración], por Celso Ricardo, 2021, Simstack, CC BY 4.0.

Lo asombroso es que esta parábola perfecta es el resultado de dos movimientos independientes, el uno horizontal que se niega a frenarse y otro vertical que sucumbe al tirón de la Tierra. Y todo ello descrito por ecuaciones que Galileo ya intuía cuando dejaba caer objetos desde la Torre de Pisa.

El movimiento parabólico es un caso particular de **movimiento en dos dimensiones** donde en el eje horizontal el objeto se mueve con movimiento rectilíneo uniforme, donde las componentes de la velocidad inicial (v_0) se calculan mediante las ecuaciones (Pérez, 2016):

$$v_{0x} = v_0 \cos\theta, \quad v_{0y} = v_0 \sin\theta$$

y cuya posición se determina mediante la ecuación:

$$x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t$$

Donde:

- x_0 = la posición inicial en el eje horizontal.
- v_{0x} = la componente en x de la velocidad inicial v_0 en m/s.
- t = es el tiempo transcurrido en segundos.

Mientras que en el eje vertical el movimiento es afectado por la gravedad que lo desacelera mientras sube y lo acelera mientras baja, por lo que la aceleración tiene un valor igual al de la gravedad $\overrightarrow{a_y} = -9.81 m/s^2$. De esta manera, la velocidad en el eje vertical se define como:

$$V_y(t) = v_{0y} - g \cdot t$$

Donde:

- V_{0y} = componente en el eje Y de la velocidad inicial v_0
- g = aceleración de la gravedad ($g = -9.81 m/s^2$)

De esta manera, al tratarse de un MRUA, la altura del objeto estaría definida por la siguiente ecuación:

$$y(t) = y_0 + v_{0y} \cdot t - \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

Donde:

- y_0 = altura inicial del objeto en metros.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

- V_{0y} = componente en el eje Y de la velocidad inicial v_0
- g = aceleración de la gravedad ($g = -9.81 m/s^2$)

La trayectoria resultante se puede obtener eliminando t de ambas ecuaciones, lo que da una ecuación cuadrática o ecuación de la parábola:

$$y(x) = y_0 + \left(\frac{v_{0y}}{v_{0x}}\right) \cdot (x - x_0) - \frac{g}{2v_{0x}^2}(x - x_0)^2$$

A partir de estas ecuaciones podemos determinar el alcance máximo del objeto sobre el eje horizontal:

$$d = \frac{v_0^2 \sin(2\theta)}{g}$$

La altura máxima que alcanza el objeto está determinada por la ecuación:

$$H = y_0 + \frac{v_0^2 \sin^2\theta}{2g}$$

En la siguiente infografía puede observar un ejemplo de aplicación de estas fórmulas:

Ejemplo de Movimiento Parabólico

Le recomiendo revisar el video: Movimiento parabólico para obtener una explicación más detallada sobre este tipo de movimiento, realice anotaciones sobre los aspectos y repase los ejercicios que se explican en el video.

Para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante esta semana, le invito a participar en el siguiente quiz.

Quiz -Movimiento en dos dimensiones

Actividades de aprendizaje recomendadas

A continuación, le planteo unas actividades para repasar los contenidos de la semana 7.

1. **Análisis de movimiento parabólico**

   Instrucciones:

   - Resuelva cada ejercicio mostrando el procedimiento completo paso a paso.
   - Utilice las ecuaciones cinemáticas para el MRU en la horizontal y el MRUA en la vertical (considerando la aceleración de la gravedad 'g') vistas en las semanas 6 y 7.
   - Descomponga la velocidad inicial en sus componentes rectangulares, horizontal (x) y vertical (y).
   - Asuma que se desprecia la resistencia del aire y que la aceleración debido a la gravedad es constante ($g \approx 9.81, m/s^2$).

   Ejercicios propuestos:

   a. **Lanzamiento de un proyectil desde el suelo:** un dispositivo lanza un pequeño paquete (simulando una señal) desde el nivel del suelo con una velocidad inicial de 40 m/s a un ángulo de 30° por encima de la horizontal.

      - Calcule el tiempo total de vuelo del paquete hasta que regresa al nivel del suelo.
      - Determine la altura máxima que alcanza el paquete durante su trayectoria.

- Encuentre el alcance horizontal, es decir, la distancia máxima que recorre en la dirección horizontal antes de caer al suelo.

b. **Lanzamiento horizontal desde una altura:** un objeto se lanza horizontalmente desde la azotea de un edificio de 25 metros de altura con una velocidad inicial de 15 m/s.

- Calcule el tiempo en que tarda el objeto en caer al suelo.
- Determine la distancia horizontal desde la base del edificio hasta el punto donde el objeto golpea el suelo.
- Calcule las componentes de la velocidad (velocidad en x y velocidad en y) justo antes de que el objeto impacte el suelo.

2. **Preguntas de reflexión:**

a. En el movimiento parabólico, ¿por qué la componente horizontal de la velocidad permanece constante (ignorando la resistencia del aire), mientras que la componente vertical cambia continuamente? Relacione esto con las fuerzas que actúan sobre el objeto.

b. Compare la dificultad de analizar el movimiento en una dimensión frente al movimiento en dos dimensiones. ¿Qué técnicas matemáticas adicionales son necesarias para el movimiento en 2D?

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Lo invito a revisar y practicar en el siguiente simulador sobre el movimiento de un proyectil.

Espero que estas actividades le sean muy útiles para afianzar su comprensión del movimiento parabólico y sus aplicaciones. Si tiene alguna duda durante la resolución, no dude en consultar a su tutor.

Semana 8

Actividades finales del bimestre

¡Felicidades, ha finalizado con éxito el estudio del primer bimestre!

Para consolidar los conocimientos adquiridos durante las semanas 1 a la 7, lo invito a revisar la siguiente presentación interactiva que resume los contenidos estudiados.

Repaso primer bimestre

Actividades de aprendizaje recomendadas

Es hora de reforzar los conocimientos adquiridos resolviendo las siguientes actividades:

1. Para prepararse eficazmente para el examen bimestral de la semana 8, que abarcará los contenidos de las semanas 1 a la 7, puede seguir las siguientes estrategias de estudio breve enfocadas en los temas clave de la unidad 1 y la primera parte de la unidad 2:

    a. **Repaso de fundamentos matemáticos y unidades (Semanas 1-2):**

    - Vuelva a revisar las potencias de base 10 y notación científica, así como las operaciones con ellas. Practique su uso para expresar cantidades muy grandes o pequeñas.

- Estudie las magnitudes físicas, prefijos y sufijos del SI, asegurándose de comprender su significado y cómo utilizarlos para realizar conversiones de unidades. El SI es un lenguaje universal en la ciencia.

- Repase los diferentes sistemas de coordenadas (rectangulares, polares, cilíndricas, esféricas) y las ecuaciones para convertir entre ellos. Comprenda cuándo es útil aplicar cada sistema.

b. **Dominio de vectores (Semanas 3-4):**

- Afiance el concepto de vector (magnitud, dirección, sentido) y su diferencia con las magnitudes escalares.

- Practique la suma y resta de vectores, dominando especialmente el método analítico por componentes, que es crucial para cálculos precisos. Los métodos gráficos (polígono, paralelogramo) ayudan a visualizar.

- Comprenda y practique el producto escalar (producto punto) y el producto vectorial (producto cruz). Recuerde que el producto escalar da como resultado un escalar y mide la proyección de un vector sobre otro, mientras que el producto vectorial da como resultado un vector perpendicular a ambos. Revise las aplicaciones de estos productos.

c. **Aplicación de cinemática (Semanas 5-7):**

- Repase los conceptos fundamentales de la cinemática unidimensional: posición, desplazamiento, velocidad y aceleración. Asegúrese de entender la diferencia entre magnitudes escalares y vectoriales en este contexto.

  - Domine las ecuaciones cinemáticas para el Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU) y el Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA). Practique la resolución de problemas típicos de MRU y MRUA. Considere la caída libre como un caso especial de MRUA.

- Estudie el movimiento parabólico como una combinación de MRU en el eje horizontal y MRUA en el eje vertical. Practique la descomposición de la velocidad inicial y la aplicación de las ecuaciones cinemáticas en ambas dimensiones para calcular tiempo de vuelo, altura máxima y alcance.

2. **Recomendaciones adicionales:**

- Utilice los recursos de la plataforma virtual indicados para cada semana, como cápsulas videográficas, presentaciones y lecturas.

- La metodología de la asignatura se basa en la resolución de problemas (ABP), por lo que la práctica constante de ejercicios es esencial para afianzar la comprensión de los conceptos y la aplicación de las fórmulas.

- Si realizó la autoevaluación 1, revísela para identificar temas que necesitan mayor atención.

Siguiendo estos pasos, usted podrá organizar su estudio de manera efectiva para el examen. ¡Mucho éxito en su preparación!

Segundo bimestre

Resultado de aprendizaje 2

- Analiza el movimiento de ondas y cuerpos dentro de un sistema físico, permitiendo comprender su influencia en el diseño de redes de telecomunicaciones.

Usted alcanzará este resultado de aprendizaje a través de un estudio riguroso de la guía didáctica. En primer lugar, se abordan los principios de la mecánica básica (unidad 2), que incluye el movimiento en una y dos dimensiones (cinemática) para describir trayectorias y calcular velocidad y aceleración, y las Leyes de Newton, que explican cómo las fuerzas afectan el movimiento de objetos. Además, analizará el movimiento circular con sus componentes de velocidad angular y tangencial, y aceleración centrípeta, lo que permite comprender la optimización de dispositivos en movimiento y el diseño de sistemas de transporte, además de la estabilidad de infraestructuras como soportes de antenas.

En segundo lugar, se profundiza en el movimiento ondulatorio (unidad 3), en este caso revisaremos el Movimiento Armónico Simple (MAS) como base para las vibraciones. Identificará las características clave de las ondas (amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación), cruciales para entender la transmisión de señales.

Finalmente, se cubren fenómenos como la superposición y las ondas estacionarias, así como la reflexión y refracción de ondas, que son fundamentales para analizar la propagación y trayectoria de las señales, y para el diseño de sistemas de antenas y fibras ópticas en el ámbito de las telecomunicaciones.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

Semana 9

Esta semana revisaremos las bases que rigen el movimiento, como son las Leyes de Newton. Comenzaremos con la primera ley o ley de inercia, que nos explica por qué los objetos mantienen su estado de reposo o movimiento a menos que una fuerza actúe sobre ellos. Luego, profundizaremos en la segunda ley, que relaciona fuerza, masa y aceleración, permitiéndonos calcular cómo se mueven los objetos cuando aplicamos fuerzas.

Finalmente, entenderemos la tercera ley o principio de acción-reacción, clave para analizar interacciones como el empuje de un cohete o las fuerzas en estructuras.

Estas leyes no solo son fundamentales para la física, sino que las aplicará en ingeniería, desde el diseño de redes hasta la optimización de dispositivos. Le reto a imaginar ejemplos cotidianos como es el: ¿por qué nos movemos hacia delante al frenar un bus?

2.5. Leyes de Newton

Imagine que está en el espacio, flotando tranquilamente, cuando de pronto. Un meteorito choca con su nave. ¿Por qué se movió? ¿Qué fuerzas actúan cuando patea un balón o cuando su teléfono se cae al suelo? ¡Las respuestas están en las Tres Leyes de Newton! Estas reglas, escritas hace más de 300 años, gobiernan todo movimiento en el universo, desde cómo caminas hasta cómo los satélites orbitan la Tierra. La primera ley nos habla de la pereza cósmica, los objetos odian cambiar; la segunda, de cómo el 'brute force' acelera las cosas; y la tercera, que en la física, como en la vida, cada acción tiene su reacción.

Índice | I Bimestre | II Bimestre | Solucionario | Referencias

Antes de continuar, es necesario hablar sobre Sir Isacc Newton (1643 - 1727), uno de los más grandes genios que ha concebido la humanidad. Inventor del cálculo diferencial e integral, la ley de la gravitación y las leyes del movimiento. Si desea conocer más sobre este gran personaje de la humanidad, le invito a acceder al video: Isaac Newton, un genio mezquino, donde podrá encontrar una pequeña biografía sobre la obra y vida de este gran científico y matemático.

Asociado a las leyes del movimiento, tenemos el concepto de fuerza en la física, que se define como una magnitud vectorial que mide la interacción entre cuerpos, capaz de modificar su estado de movimiento (aceleración) o deformarlos. Se caracteriza por su magnitud, dirección y sentido, y su unidad en el SI es el newton (N).

A continuación, vamos a detallar cada una de las leyes del movimiento de Newton:

2.5.1. Primera ley de Newton

¡Piense en la última vez que el autobús frenó de repente y usted siguió moviéndose hacia delante! Eso no es magia, es la inercia.

Los objetos tienen tendencia a permanecer en su estado actual, si están quietos, quieren quedarse quietos; si se mueven, insisten en seguir así. En telecomunicaciones, esta ley explica por qué las antenas necesitan bases estables para resistir vientos y terremotos.

Esta ley se denomina la ley de la inercia, cuyo enunciado, según Newton & García (2011) estableció en su *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*: *"Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento uniforme y rectilíneo, a no ser que sea obligado a cambiar su estado por fuerzas impresas sobre él"* (p. 83).

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Si la suma vectorial de fuerzas sobre un objeto es cero, su velocidad no cambia. Un objeto en reposo permanece en reposo, y uno en movimiento sigue moviéndose a velocidad constante. Esto se representa mediante la ecuación:

$$\sum \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{v} = constante$$

Por ejemplo, si analizamos el juego de la cuerda entre dos grupos de personas, como se muestra en la figura 37, podemos verificar esta ley, ya que, si las fuerzas que ejercen los dos grupos son iguales, el centro de la cuerda no se mueve debido a que su sumatoria vectorial es cero.

Figura 37

Ejemplo de aplicación de la primera ley de Newton

Nota. Tomado de *Primera Ley de Newton* [Ilustración], por Rhoton, S., 2024, EnciclopediaSignificados, CC BY 4.0.

En telecomunicaciones, los satélites geoestacionarios aproximan este comportamiento ideal; pues en el vacío espacial, donde la fricción es despreciable, su movimiento orbital solo es alterado por fuerzas gravitacionales.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

2.5.2. Segunda ley de Newton

¿Alguna vez ha empujado un carrito del supermercado vacío versus uno lleno? Notó que cuesta más acelerar el carrito lleno. Esto se conoce como la segunda ley de Isaac Newton, conocida como la Ley de la dinámica, cuyo enunciado, según Newton & García (2011), establece que: "*El cambio de movimiento es proporcional a la fuerza motriz impresa y ocurre según la línea recta a lo largo de la cual aquella fuerza se imprime" (p.83).*

La segunda ley de Newton se representa matemáticamente por la siguiente ecuación:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

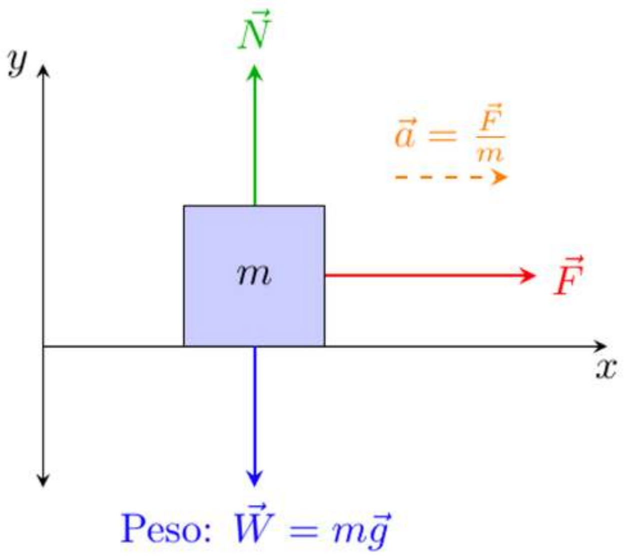
donde:

- F= fuerza neta (N)
- *m* = masa (kg)
- a = aceleración (m/s^2)

En la figura 38 vamos a analizar un diagrama de fuerzas para explicar la segunda ley de Newton.

Figura 38

Diagrama de fuerzas para un objeto de masa m, con una fuerza horizontal aplicada.



Nota. Martínez, J., 2025.

En la figura 38 se observa que la caja se acelera de manera horizontal debido a la aplicación de una fuerza F, pero no se mueve verticalmente, ya que la sumatoria de la fuerza que ejerce la tierra sobre la misma denominada peso $\vec{P}$ y la fuerza con que empuja el piso a la caja hacia arriba conocida como normal $\vec{N}$, son iguales y se anulan entre sí.

Si analizamos las unidades, se puede determinar que:

$$1\,Newton[N] = 1\left[\frac{kg \cdot m}{s^2}\right]$$

En telecomunicaciones, usamos esta ley para calcular cuánta fuerza necesitan los soportes de las antenas para resistir tormentas. ¡Más masa o más aceleración requieren más fuerza!

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Ejemplo:

Un objeto de masa $m = 10\,kg$ se encuentra sobre una superficie horizontal sin fricción. Se le aplica una fuerza constante de $\vec{F} = 50\,N\,\hat{\imath}$ en la dirección horizontal. Determinar la aceleración que adquiere el objeto.

La Segunda Ley de Newton se expresa como:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

Si despejamos la aceleración, obtenemos lo siguiente:

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

Sustituyendo los valores:

$$\vec{a} = \frac{50\,N}{10\,kg} = \frac{50\,\frac{kg \cdot m}{s^2}}{10\,kg} = 5\,m/s^2$$

Con lo que la aceleración del objeto es de: $\vec{a} = 5\,m/s^2$

2.5.3. Tercera ley de Newton

¿Ha sentido alguna vez cómo su cuerpo se impulsa hacia atrás al empujar una puerta o al lanzar una pelota?

Pues esto es explicado por la Tercera Ley de Newton. Esta ley nos dice que toda acción genera una reacción de igual magnitud y en sentido opuesto. Es decir, cuando usted empuja algo, ese algo también lo empuja a usted.

Desde el impulso que nos da al nadar hasta la manera en que un cohete despega, esta ley está presente en todos los momentos donde hay interacción física. Esta ley se ejemplifica en la figura 39.

Figura 39

Ejemplo de aplicación de la tercera ley de Newton

Nota. Tomado de *Tercera Ley de Newton* [Ilustración], por Rhoton, S., 2024, EnciclopediaSignificados, CC BY 4.0.

En la figura 39, se observa cómo al golpear ejercemos una fuerza sobre la pelota, pero al estar el bate sujetado por la persona, y al golpear la pelota, esta también ejerce una fuerza opuesta al bate, debido a que esta fijo.

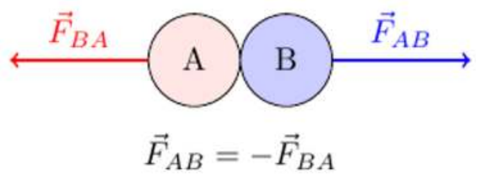
La tercera ley de Newton, según Newton & García (2011), tiene el enunciado: *"A toda acción se opone siempre una reacción igual, las acciones mutuas de dos cuerpos siempre son iguales y dirigidas en sentidos opuestos" (p.84).* Esta ley, que también es conocida como principio de acción y reacción, establece que:

$$\overrightarrow{F_{AB}} = -\overrightarrow{F_{BA}}$$

Esto significa que si un objeto A ejerce una fuerza $\overrightarrow{F_{AB}}$ sobre un objeto B, entonces el objeto B ejercerá una fuerza $\overrightarrow{F_{BA}}$ de igual magnitud, pero en dirección opuesta sobre el objeto A, como se observa en la figura. Estas *fuerzas no se anulan entre sí*, ya que actúan sobre cuerpos diferentes. Son siempre simultáneas, opuestas, y forman parte de una interacción mutua.

Figura 40

Diagrama de fuerzas de la tercera ley de Newton con dos cuerpos



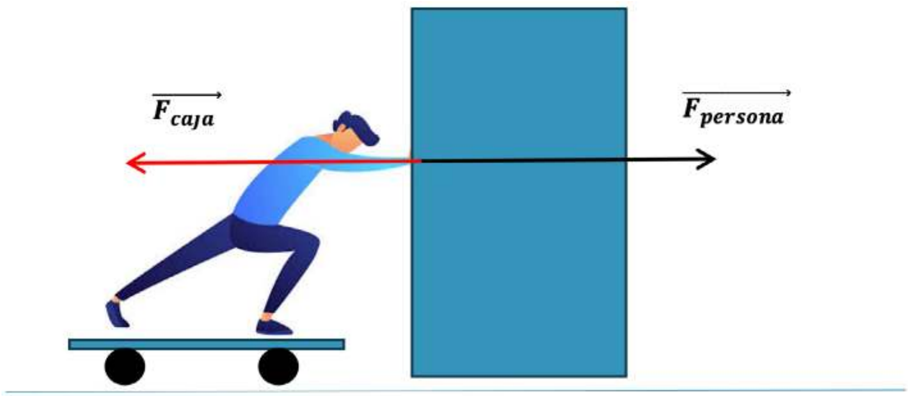
Nota. Martínez, J., 2025.

Ejemplo:

Imagine que una persona de 60 kg está de pie sobre una patineta en una superficie lisa y empuja con sus manos una caja de 30 kg, según se observa en la figura 41. Al hacerlo, la caja se mueve hacia delante y la persona también comienza a deslizarse hacia atrás.

Figura 41

Ejemplo de la tercera ley de Newton



Nota. Martínez, J., 2025.

Si la fuerza que ejerce la persona sobre la caja es de $90\ N$, entonces, por la Tercera Ley

$$\overline{F_{caja}} = -\overline{F_{persona}}$$

$$\overline{F_{caja}} = -90N\ \hat{\imath}$$

Ambas fuerzas tienen igual magnitud, pero causan efectos distintos porque actúan sobre cuerpos con masas distintas. Esta es la razón por la que ambos se mueven, pero la persona se acelera menos que la caja si su masa es mayor.

Esta ley es esencial para comprender la dinámica de sistemas en contacto, colisiones, desplazamientos por impulsos o incluso la propulsión de vehículos. Aunque las fuerzas son iguales en magnitud, los efectos pueden ser diferentes dependiendo de las masas involucradas.

A continuación, en la siguiente infografía revisaremos un ejemplo aplicando las leyes del movimiento de Newton:

Ejemplo de Fuerzas en un Plano Inclinado

¡Muy bien, finalizamos la semana 9! Ahora le invito a participar en el siguiente quiz para poner en práctica los conocimientos adquiridos.

Quiz - Leyes de Newton

Actividades de aprendizaje recomendadas

Reforcemos el aprendizaje resolviendo las siguientes actividades.

1. **Análisis de fuerzas y movimiento utilizando las Leyes de Newton**

   Estimado estudiante.

Para reforzar su comprensión de los contenidos de la semana 9, centrados en las Leyes de Newton, le propongo la siguiente actividad de repaso. Esta actividad busca que apliquen los principios de la Primera, Segunda y Tercera Ley de Newton a un escenario físico sencillo, consolidando así su entendimiento sobre cómo las fuerzas afectan el movimiento.

Considere un bloque de masa m sobre una superficie horizontal.

Ejercicios:

a. Basándose en la segunda Ley de Newton, que establece la relación entre fuerza, masa y aceleración ($\vec{F} = m \cdot \vec{a}$), utilice los datos del ejemplo presentado en el material: Si se le aplica una fuerza neta horizontal de 50 N a un objeto con masa de 10 kg que se encuentra sobre una superficie sin fricción, calcule la magnitud de la aceleración, que adquiere el objeto. Muestre el procedimiento para despejar la aceleración y grafique el diagrama de fuerzas.

b. De acuerdo con la tercera Ley de Newton, o principio de acción-reacción, que indica que a toda acción se opone siempre una reacción igual: si una persona empuja con sus manos una caja (como en el ejemplo de la figura 41) aplicando una fuerza sobre ella, identifique cuál es la fuerza de "reacción" que la caja ejerce sobre la persona. Describa la magnitud y dirección de esta fuerza de reacción en relación con la fuerza aplicada por la persona.

c. Según la primera Ley de Newton (Ley de Inercia), que postula que un cuerpo permanece en su estado de reposo o movimiento uniforme a menos que una fuerza actúe sobre él; si la suma vectorial de todas las fuerzas que actúan sobre el bloque fuera cero ($\Sigma\vec{F} = 0$), ¿qué podría concluir sobre el estado de movimiento del bloque?

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Le sugiero revisar las secciones correspondientes a las Leyes de Newton en el material de la semana 9 para refrescar los conceptos y las ecuaciones necesarias.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

2. Lo invito a revisar el siguiente video en el que constan conceptos y diferentes ejercicios sobre las Leyes de Newton.

Semana 10

En esta semana exploraremos el movimiento circular, este movimiento está caracterizado por parámetros como velocidad angular, tangencial, aceleración centrípeta. Además, revisaremos cómo se aplican las leyes de Newton en este tipo de movimiento.

2.6. Movimiento circular

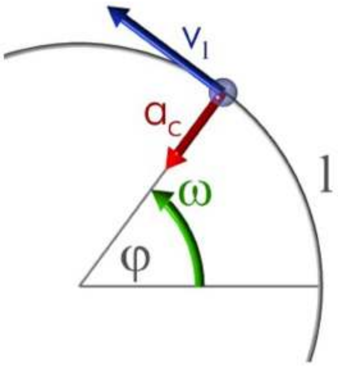
¿Se ha preguntado alguna vez por qué una piedra atada a una cuerda gira sin salirse, o cómo es posible que un auto mantenga su trayectoria en una curva?

El movimiento circular está en todas partes: en los ventiladores, en los planetas, en los electrones. Aunque a veces parezca que todo está en reposo, el movimiento circular nos recuerda que un cuerpo puede estar en equilibrio en velocidad, pero no en dirección. Porque en este tipo de movimiento, la velocidad cambia constantemente de dirección, y por eso, siempre hay una aceleración actuando.

El movimiento Circular Uniforme (MCU) se caracteriza porque un objeto se desplaza a lo largo de una trayectoria circular con velocidad angular constante ω, y velocidad tangencial V. Aunque la magnitud de la velocidad angular permanece constante, su dirección cambia continuamente, por lo que el objeto experimenta una aceleración centrípeta a_c. En la figura 42 podemos observar estos componentes del movimiento circular (Pérez, 2016).

Figura 42

Componentes del movimiento circular uniforme



Nota. Tomado de *Moviment circular* [Ilustración], por Reina, A., 2005, Wikipedia, CC BY 4.0.

A continuación, vamos a describir cada uno de los componentes del movimiento circular.

2.6.1. Velocidad angular

La velocidad angular ω es una magnitud física que describe cuán rápido gira un objeto alrededor de un eje. A diferencia de la velocidad lineal, que indica el cambio de posición en línea recta, la velocidad angular se refiere al cambio de ángulo por unidad de tiempo durante un movimiento circular o rotacional (Pérez, 2016).

Esta velocidad se define matemáticamente como:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Donde:

- ω es la velocidad angular (en radianes por segundo, rad/s).
- $\Delta\varphi$ es el ángulo barrido (en radianes).
- Δt es el tiempo en el que se produce ese giro.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Es un vector que apunta en la dirección del eje de rotación, según la regla de la mano derecha. Si el objeto gira más rápido, su velocidad angular es mayor y, en un movimiento circular uniforme, la velocidad angular es constante.

Ejemplo:

Si una rueda da una vuelta completa ($\varphi = 2\pi\ rad$), en 0.1 segundos, la velocidad angular ω sería:

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t} = \frac{2\pi\ rad}{0.1\ s} = 62.83\ rad/s$$

Asociado a la velocidad angular, tenemos dos conceptos muy importantes, como lo son el periodo T y la frecuencia f.

El periodo T es el tiempo en que un objeto o partícula da una vuelta completa, es decir, recorre 2π radianes (360 grados), y define con respecto a la velocidad angular con la siguiente ecuación:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

Por otro, la frecuencia se define como el número de vueltas completas que se da en un periodo de un segundo, y se define en función de la velocidad angular en la ecuación:

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

La frecuencia se mide en vueltas por cada segundo que se denominan hertzios (Hz) en honor al científico Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894), quien descubrió las ondas de radio y demostró la existencia de las ondas electromagnéticas, en el enlace podrá encontrar una biografía sobre la obra y descubrimientos de este gran científico.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Si relacionamos entre la frecuencia y el periodo, podemos determinar que la frecuencia es el inverso del periodo, como lo indica la ecuación siguiente:

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

Ejemplo:

Si una rueda gira 10 veces en 5 segundos, la frecuencia sería:

$$f = \frac{10\ vueltas}{5\ segundos} = 2\ Hz$$

Y el periodo T en que se realiza una vuelta es:

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2}\ s$$

Es decir, se realiza una vuelta cada 0.5 segundos.

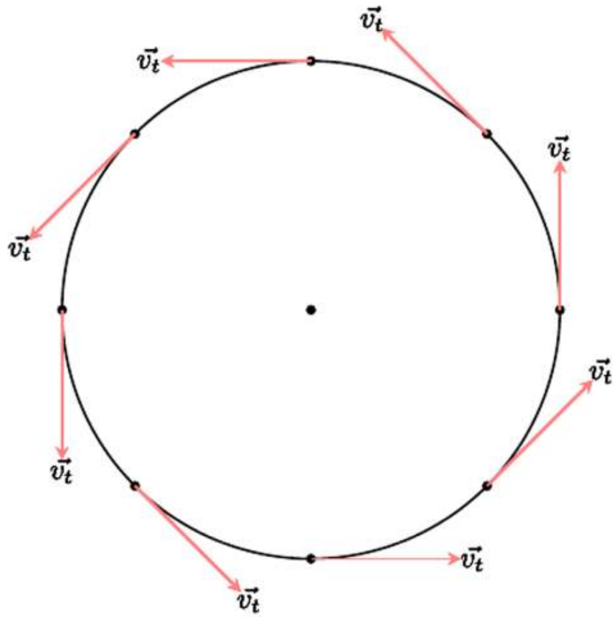
2.6.2. Velocidad tangencial

Otro de los componentes del MCU es la velocidad tangencial v, que es la magnitud que indica qué tan rápido se mueve un objeto a lo largo de una trayectoria circular. Se llama tangencial porque su dirección es siempre tangente al círculo en cada punto del movimiento, es decir, forma un ángulo de 90° con el radio que une el objeto al centro de la trayectoria, como se puede observar en la figura 43 (Pérez, 2016).

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Figura 43

Velocidad tangencial en el MCU



Nota. Martínez, J., 2025.

Aunque un objeto se mantenga a la misma distancia del centro (radio constante), si se está desplazando a lo largo del borde del círculo, está cambiando de posición. Ese cambio de posición por unidad de tiempo es lo que se mide con la velocidad tangencial.

Para la representación matemática de la velocidad se usa la ecuación:

$$v_t = r\omega$$

Donde:

- v_t: velocidad tangencial en m/s.
- r: radio de la trayectoria en metros (m).
- ω : es la velocidad angular en radianes/segundo (rad/s).

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

2.6.3. Aceleración centrípeta

Otra magnitud derivada del MCU es la aceleración centrípeta, que es la que experimenta un objeto en movimiento circular debido al cambio constante en la dirección de su velocidad. Aunque la rapidez del objeto sea constante, su vector de velocidad está cambiando porque su dirección cambia a cada instante; ese cambio de dirección implica aceleración, y esa aceleración siempre apunta hacia el centro del círculo, como se observa en la figura 44.

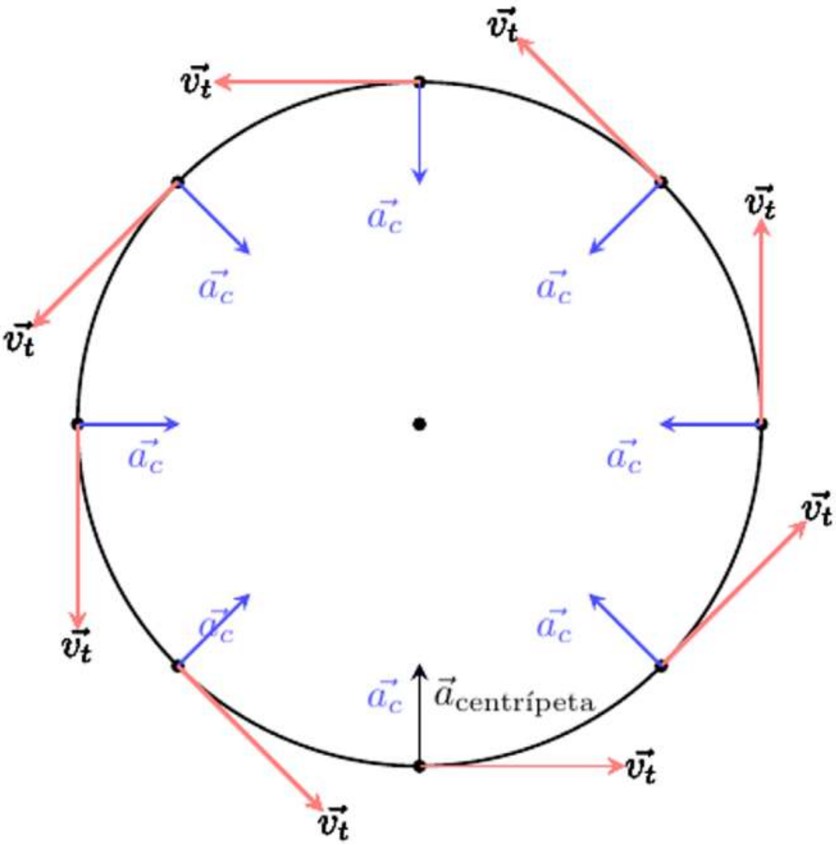
Algunas de sus características claves son:

- Es **perpendicular** a la trayectoria del objeto (no cambia la rapidez, solo la dirección).
- Siempre apunta **hacia el centro** del círculo o trayectoria curva, como se puede observar en la figura 44.
- Es responsable de "mantener" al objeto en la trayectoria circular.
- Si la aceleración desapareciera, el objeto seguiría en línea recta tangente al círculo (por la inercia).

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 44

Aceleración centrípeta



Nota. Martínez, J., 2025.

Para su representación matemática utilizamos la ecuación siguiente:

$$a_c = r\omega^2$$

O en función de la velocidad tangencial:

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

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Donde:

- a_c: aceleración centrípeta (m/s^2).
- v: velocidad tangencial (m/s).
- r: radio de la trayectoria (m).
- ω: velocidad angular (rad/s).

2.6.4. Fuerza centrípeta y centrífuga

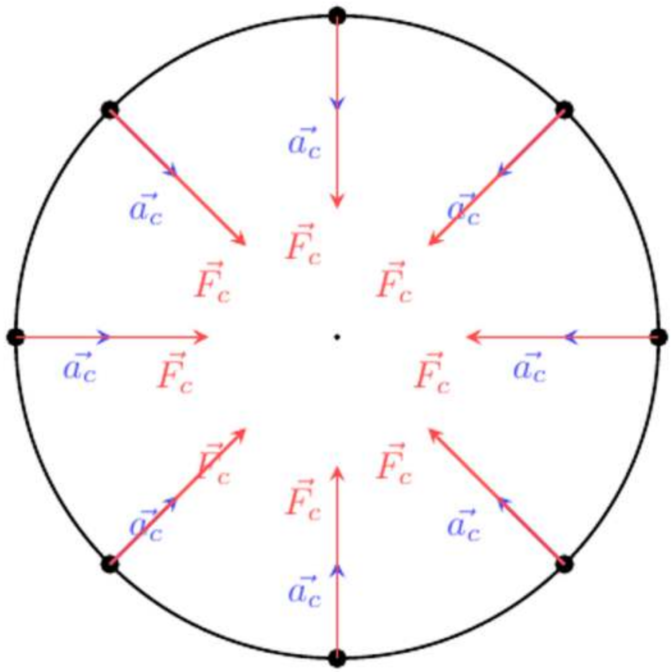
Debido a la presencia de la aceleración centrípeta, se produce la fuerza centrípeta F_c, que es la fuerza neta que mantiene a un objeto en una trayectoria circular, obligándolo a cambiar constantemente de dirección. Aunque un objeto en movimiento circular pueda tener velocidad constante en magnitud, su vector de velocidad está cambiando debido al giro. Esta variación direccional requiere una aceleración, conocida como aceleración centrípeta, y por la segunda Ley de Newton, toda aceleración implica una fuerza (Pérez, 2016).

Algunas de sus principales características son:

- Apunta siempre hacia el centro del círculo, como se observa en la figura 45.
- No cambia la rapidez del objeto, solo su dirección.
- Es indispensable para que ocurra el movimiento circular.
- Si deja de actuar, el objeto se moverá en línea recta tangente a la trayectoria (por inercia).

Figura 45

Fuerza centrípeta en el MCU



Nota. Martínez, J., 2025.

Aplicando la segunda ley de Newton, la fuerza centrípeta se calcula usando la ecuación:

$$\overrightarrow{F_c} = m \cdot \overrightarrow{a_c}$$

Donde:

- m: es la masa del cuerpo en kg.
- $\overrightarrow{a_c}$: es la aceleración centrípeta en m/s^2.

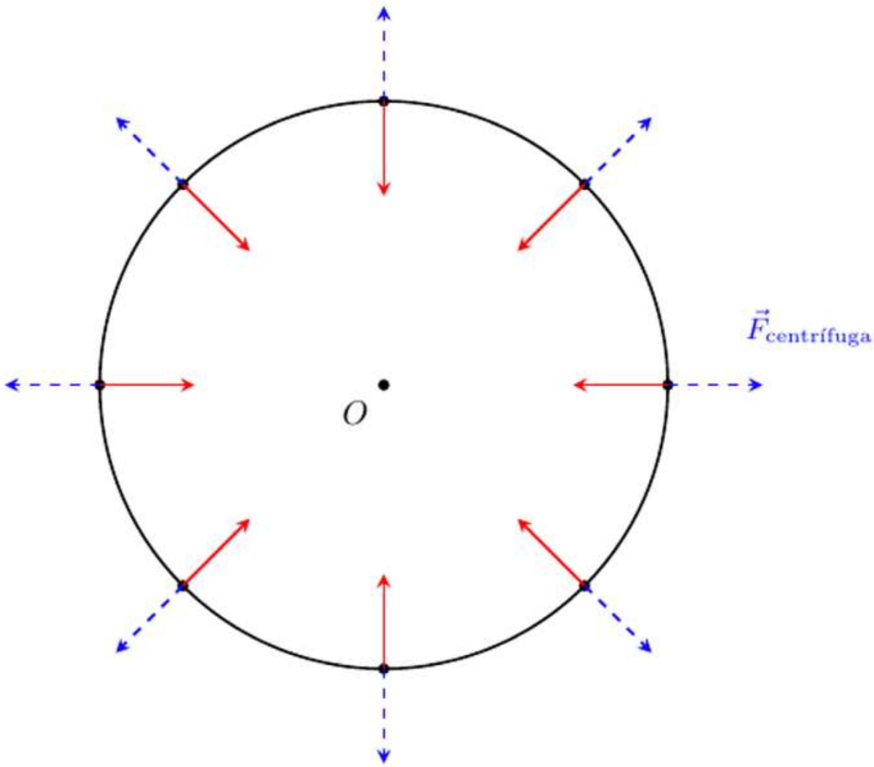
Si aplicamos la tercera ley de Newton o principio de acción y reacción y debido a la presencia de la fuerza centrípeta sobre el objeto, debe aplicarse otra fuerza de igual magnitud, pero opuesta como se puede

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

apreciar en la figura, esta fuerza se la denomina **fuerza centrífuga** (Gómez & Tejada, 2020).

Figura 46

Fuerza centrífuga en el MCU



Nota. Martínez, J., 2025.

Matemáticamente se expresa como:

$$\vec{F}_{centrifuga} = -\overrightarrow{F_c}$$

A continuación, en la siguiente presentación interactiva se muestran dos ejercicios de aplicación:

Ejemplo de Movimiento Circular y Fuerza Centrípeta

Para finalizar esta semana, le invito a participar en el siguiente quiz y así reforzar los conocimientos adquiridos

Quiz - Movimiento Circular

Actividades de aprendizaje recomendadas

Para repasar los contenidos de la semana 10, enfocados en el Movimiento circular y la aplicación de las Leyes de Newton a este tipo de movimiento, le propongo las siguientes actividades prácticas.

1. La siguiente actividad le permitirá aplicar los conceptos de velocidad angular, velocidad tangencial, aceleración y fuerza centrípetas en un escenario clásico.

   Ejercicio:

   Considere una pequeña piedra de masa m atada al extremo de una cuerda de longitud r. La piedra se hace girar en un círculo horizontal sobre una superficie lisa (sin fricción) a una velocidad constante v. Asuma que el círculo se encuentra en un plano horizontal, por lo que la gravedad y la fuerza normal se equilibran verticalmente y la tensión de la cuerda proporciona la fuerza horizontal necesaria.

   a. Calcule la velocidad angular (ω) de la piedra en términos de su velocidad tangencial v y el radio r del círculo. La relación entre la velocidad tangencial y la velocidad angular es fundamental en el movimiento circular. Utilice la siguiente relación: $v = \omega \cdot r$ Despeje ω de esta ecuación.

   b. Determine la magnitud de la aceleración centrípeta (a_c) de la piedra. Esta aceleración siempre apunta hacia el centro del círculo y es característica del movimiento circular uniforme.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

La magnitud de la aceleración centrípeta se calcula como: $a_c = \frac{v^2}{r}$ También puede expresarse en términos de la velocidad angular: $a_c = \omega^2 \cdot r$

c. Utilice la segunda Ley de Newton ($\vec{F} = m \cdot \vec{a}$) para calcular la magnitud de la fuerza centrípeta (F_c) que actúa sobre la piedra. Recuerde que la fuerza centrípeta es la fuerza neta que causa la aceleración centrípeta. En este escenario, ¿qué fuerza física es la que proporciona esta fuerza centrípeta necesaria para mantener a la piedra en movimiento circular? La magnitud de la fuerza centrípeta se calcula como $F_c = m \cdot a_c$

d. Suponga que la masa de la piedra es $m = 0.2\ kg$, la longitud de la cuerda (radio del círculo) es $r = 0.5\ m$, y la velocidad tangencial constante es $v = 3m/s$. Calcule los valores numéricos para:
   - La velocidad angular (ω) en rad/s.
   - La aceleración centrípeta (a_c) en m/s^2.
   - La fuerza centrípeta (F_c) en Newtons (N).

2. Le sugiero revisar las secciones de la semana 10 sobre Movimiento circular y Leyes de Newton para afianzar los conceptos y aplicar correctamente las fórmulas. La práctica con estos ejercicios le ayudará a comprender cómo las fuerzas causan el movimiento circular, un concepto importante en física.

Espero que estas actividades le sean productivas para su estudio.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Semana 11

En esta semana vamos a revisar los conceptos más fundamentales y fascinantes de la física, como son la energía y su conservación. Comenzaremos con las leyes de la termodinámica, que rigen cómo la energía se transforma y se conserva en los sistemas físicos. Exploraremos la energía cinética, asociada al movimiento de los objetos, y la energía potencial, relacionada con su posición o configuración, como un resorte comprimido o un objeto a cierta altura. Finalmente, analizaremos los conceptos de trabajo y potencia, que nos permiten entender cómo se transfiere y utiliza la energía en procesos cotidianos y tecnológicos.

Estos principios no solo son esenciales para comprender fenómenos naturales, sino que también tienen aplicaciones directas en ingeniería, desde el diseño de máquinas eficientes hasta la optimización de sistemas de telecomunicaciones.

A través de ejemplos prácticos y ejercicios, fortalecerá su capacidad para analizar y resolver problemas relacionados con la energía.

2.7. Energía y conservación

¿Alguna vez se ha preguntado adónde va la energía cuando algo se detiene? Imagine que lanza una pelota al aire, esta sube, se detiene un instante y luego cae. Parece magia, pero es ciencia pura. La energía no desaparece, solo se transforma. En el momento del lanzamiento, todo es energía cinética; al alcanzar la cima, se ha convertido en energía potencial. Y al caer, vuelve a transformarse.

Este intercambio constante nos habla del principio de conservación de la energía, una ley fundamental que dice que la energía no se crea ni se destruye, simplemente cambia de forma. Desde el latido de nuestro corazón hasta la luz del sol, todo obedece a esta maravillosa simetría de la naturaleza. Entenderla es como ver el mundo con otros ojos, todo se mueve, cambia, gira; pero nada se pierde realmente (Pérez, 2016).

2.7.1. Leyes de la termodinámica

¿Puede imaginarse un universo sin calor, sin intercambio de energía, donde nada fluye ni cambia?

Las **leyes de la termodinámica** nos enseñan que todo lo que ocurre en el mundo, desde el funcionamiento de una célula hasta el motor de un automóvil, está regido por reglas simples, pero profundas; estas reglas se explican en la siguiente infografía:

Leyes de la Termodinámica

Estas leyes no solo son ecuaciones, son verdades que nos conectan con la vida cotidiana, con lo que sentimos cuando calentamos una taza de café o encendemos una lámpara. Nos invitan a reflexionar sobre el equilibrio, el cambio y los límites de lo posible en nuestro universo.

Si desea conocer más, le invito a acceder al siguiente video: Las leyes de la termodinámica en 5 minutos, aquí deberá identificar los enunciados de cada ley, su aplicación y los aspectos más importantes de estas leyes.

2.7.2. Energía cinética

¿Ha sentido alguna vez cómo su cuerpo se activa cuando corre, salta o pedalea?

Esa sensación de movimiento tiene un nombre como lo es la energía cinética. Es la forma en que la naturaleza recompensa el movimiento, la que hace posible que un tren se desplace, que una pelota ruede o que un ave vuele. A simple vista no se ve, pero está presente cada vez que algo se mueve. Es como si los objetos cobran vida al desplazarse,

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

acumulando energía solo por tener velocidad. Entenderla es comprender que moverse no solo es cambiar de lugar, sino también transformar energía en acción, en trabajo, en posibilidad.

La energía cinética es la energía asociada al movimiento de un cuerpo. Depende directamente de su masa y de la velocidad al cuadrado, lo que significa que un pequeño aumento en la velocidad puede generar un gran aumento en su energía. Esta energía es una forma de energía mecánica y se puede transformar o transferir, por ejemplo, en choques, frenadas o aceleraciones. Cuando un objeto se mueve, su energía cinética puede convertirse en otra forma, como calor (por fricción), sonido o energía potencial (Pérez, 2016).

La unidad de la energía en el Sistema Internacional (SI) es el joule, cuyo símbolo es J. Un joule se define como el trabajo realizado cuando una fuerza de 1 newton desplaza un objeto 1 metro en la dirección de la fuerza, por lo que:

$$1\ J = 1\,\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

Matemáticamente, la energía cinética de un cuerpo en movimiento se define por la ecuación:

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

- E_k: energía cinética (en julios, J).
- m: masa del objeto (en kg).
- v: velocidad del objeto (en m/s).

Si el objeto cambia de velocidad, se puede calcular la energía cinética usando la ecuación:

$$\Delta E_k = \frac{1}{2} m\left(v_f^2 - v_i^2\right)$$

Donde:

- v_i: velocidad inicial.
- v_f: velocidad final.

Ejemplo de cálculo:

Supongamos un objeto con masa de $3\ kg$ que se mueve a una velocidad de $4\ m/s$. Su energía cinética será:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot (4)^2 = \frac{1}{2} \cdot 3 \cdot 16 = 24\ J$$

Es decir, ese objeto posee **24 joules de energía cinética**. Mientras más masa y mientras más velocidad tenga un cuerpo, más energía cinética, por lo que se requerirá de mayor energía para, por ejemplo, detenerlo.

> Le recomiendo revisar una explicación más detallada en el video: Energía cinética, identifique las características, fórmula y el cálculo de la energía cinética.

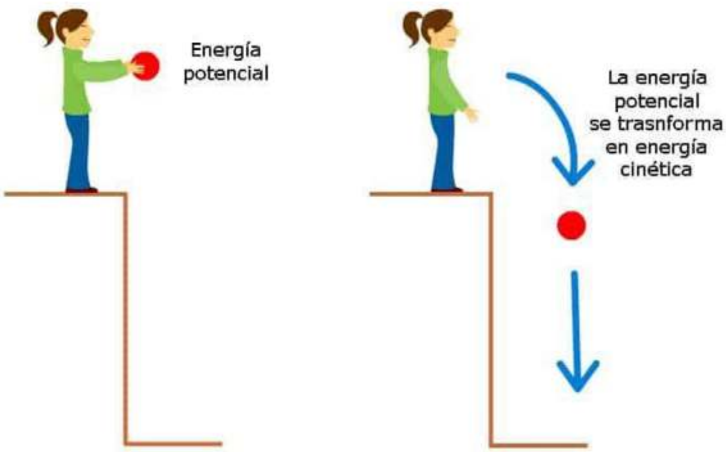
2.7.3. Energía potencial

¿Alguna vez ha sostenido una pelota en alto antes de soltarla? En ese instante en que parece que no ocurre nada, en realidad está sucediendo mucho. Esa pelota, aunque quieta, guarda una energía silenciosa, lista para convertirse en movimiento, como se puede observar en la figura 47 al soltarla, se convierte en energía cinética. Es la **energía potencial**, una reserva que la naturaleza ha colocado ahí, esperando el momento para liberarse (Pérez, 2016).

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Figura 47

Ejemplo de energía potencial a energía cinética



Nota. Tomado de *Potential and kinetic energy* [Ilustración], por The University of Waikato, 2010, Sciencelearn, CC BY 4.0.

Y no solo está en la altura, sino también en un resorte comprimido o en una carga eléctrica esperando moverse. Entender la energía potencial es aprender a ver el poder escondido detrás de la quietud.

La energía potencial es una forma de energía asociada a la posición o configuración de un cuerpo dentro de un campo de fuerzas. En el caso más común, el campo gravitatorio, esta energía depende de la altura del objeto respecto a un nivel de referencia, su masa y la intensidad del campo gravitatorio.

Algunos ejemplos donde se usa la energía potencial tenemos:

Figura 48

Ejemplos de energía potencial

Nota. Martínez, J., 2025.

Para el caso de la energía potencial gravitatoria, esta energía está expresada por la ecuación:

$$E_p = mgh$$

Donde:

- E_p: energía potencial gravitatoria (J).
- m: masa del objeto (kg).
- g: aceleración debida a la gravedad ($9.81\ m/s^2$).
- h: altura respecto al nivel de referencia (m).

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

A continuación, revisaremos un ejemplo básico de cálculo:

Una caja de $10\ kg$ se encuentra a $5\ m$ del suelo. ¿Cuál es su energía potencial respecto al nivel del suelo?

Aplicamos la ecuación de la energía potencial y reemplazamos valores:

$$E_p = 10 \cdot 9.8 \cdot 5 = 490\ J$$

Es decir, la caja tiene $490\ joules$ de energía potencial debido a su posición. A mayor altura o masa, mayor será la energía potencial que tenga cualquier objeto.

Le recomiendo revisar una explicación más detallada en el siguiente video titulado: Energía potencial gravitatoria, enfóquese en reconocer la diferencia con respecto a la energía cinética, sus características y la resolución de problemas.

2.7.4. Trabajo y potencia

¿Alguna vez ha sentido que empuja una puerta, levanta una caja o sube corriendo una escalera y termina agotado?

Aunque sean acciones cotidianas, en todas ellas está haciendo trabajo en el sentido físico. No se trata solo de esfuerzo, sino de aplicar una fuerza que provoca un desplazamiento.

Y si además lo hace rápido, ahí entra en juego la potencia, que mide con qué velocidad transforma su energía en acción. El trabajo y la potencia nos muestran cómo se mueve el mundo, cómo convertimos energía en movimiento, y cómo se mide el impacto de nuestro esfuerzo. Permiten entender desde el rendimiento de una máquina hasta el gasto de energía del cuerpo humano (Pérez, 2016).

En física, **el trabajo W** es una *forma de transferencia de energía* que se produce cuando una fuerza aplicada sobre un objeto provoca un

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

desplazamiento. El trabajo es escalar y puede ser positivo o negativo dependiendo de si la fuerza favorece o se opone al movimiento. Al igual que la energía, su unidad es el Joule, pero aquí se define al joule como el trabajo realizado cuando una fuerza de un newton desplaza un objeto, un metro en la dirección de la fuerza (Arenas, 2020).

$$1\,J = 1\,N \cdot m = 1\,\frac{kg \cdot m^2}{s^2}$$

El trabajo mecánico se puede calcular utilizando la ecuación:

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

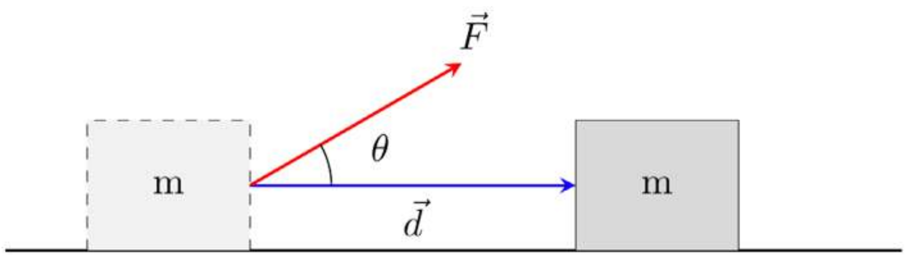
Donde:

- F: es la magnitud de la fuerza ejercida en newtons (N).
- d: distancia de desplazamiento en metros (m).
- θ : es la dirección o ángulo de aplicación de la fuerza en grados o radianes.

Estos elementos de cálculo para determinar el trabajo lo pueden observar en la figura 49.

Figura 49

Trabajo mecánico



Nota. Martínez, J,2025.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

La **potencia**, por otro lado, *mide la rapidez con la que se realiza el trabajo*, es decir, cuánta energía se transfiere por unidad de tiempo. Es muy útil en el análisis de sistemas mecánicos, eléctricos y humanos. Según el sistema internacional SI la unidad de medida de la potencia en el watt o vatio, cuyo símbolo es W (no confundir con el símbolo del trabajo), en honor al científico James Watt (1736 – 1819), acceda al artículo para revisar una pequeña biografía sobre la vida y logros de este gran científico.

Un watt (W) equivale a realizar un joule de trabajo cada segundo.

$$1\,W = 1\,J/s$$

Por lo que la potencia se puede calcular usando la ecuación:

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

Donde:

W: es el trabajo realizado por la fuerza en Joules o julios (J).

t: es el tiempo de aplicación del trabajo en segundos (s).

Además del watt (W), que es la unidad de medida de la potencia en el Sistema Internacional, existen otras unidades utilizadas en distintos contextos técnicos e históricos que se pueden revisar en la **tabla 4**.

Tabla 4

Otras unidades de la potencia

Unidad	Equivalencia en watts	Uso común
Kilowatt (kW).	$1\,kW = 1000\,W$	Motores y electrodomésticos grandes.
Megawatt (MW).	$1\,MW = 1000\,000\,W$	Plantas eléctricas, industria pesada.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Unidad	Equivalencia en watts	Uso común
Caballo de fuerza (HP).	$1\ HP \approx 745.7\ W$	Vehículos, motores (uso anglosajón).
Caballo de vapor (CV).	$1\ CV \approx 735.5\ W$	Motores en países europeos (métrica).
BTU/hora	$1\ BTU/h \approx 0.293\ W$	Sistemas de climatización (EE. UU.)

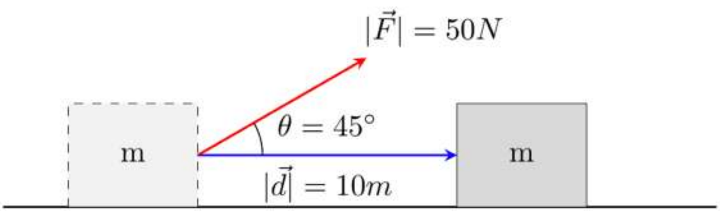
Nota. Martínez, J., 2025.

Ahora vamos a realizar un **ejemplo de cálculo** sencillo:

Una persona aplica una fuerza de $50\ N$, que forma un ángulo de 45 grados con la horizontal para mover una caja a una distancia de $10\ m$ en un tiempo de 5 segundos, como se observa en la figura 50.

Figura 50

Ejemplo de cálculo de trabajo y potencia



Nota. Martínez, J., 2025.

Calcule el trabajo y la potencia realizados para el desplazamiento.

Solución:

Primeramente, calculamos el trabajo realizado de la siguiente manera:

$$W = F \cdot d \cdot \cos(\theta) = 50\ \mathrm{N} \cdot 10\ \mathrm{m} \cdot \cos(45) = 353.55\ \mathrm{J}$$

Luego calculamos la potencia realizada, donde obtenemos:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{353.55\ J}{5\ s} = 70.71\ W$$

Para una explicación más detallada, revise el video Trabajo sin rozamiento.

¡Felicidades, concluimos la unidad 2! Para poner en práctica los conceptos estudiados esta semana, le invito a resolver el siguiente juego de unir con líneas.

Energía, trabajo y potencia

Actividades de aprendizaje recomendadas

Para consolidar los conceptos de la semana 11, que abordan la **energía, su conservación, el trabajo y la potencia**, le propongo las siguientes actividades prácticas.

1. La actividad a continuación, busca que aplique las definiciones y ecuaciones fundamentales en un escenario físico sencillo, similar a los ejemplos revisados en el material de estudio.

   Considere una caja con una masa de $m = 10\ kg$ que se encuentra inicialmente en reposo en el suelo. Un trabajador la levanta verticalmente hasta una altura de $h = 5\ m$ del suelo, manteniendo una velocidad constante. Luego, la caja es soltada desde esa altura y cae libremente. Considere la aceleración debido a la gravedad como $g = 9.81\ m/s^2$

   a. Calcule el trabajo (W) realizado por el trabajador sobre la caja para levantarla hasta la altura h a velocidad constante. Para levantar a velocidad constante, la fuerza aplicada por el trabajador debe ser igual en magnitud al peso de la caja ($F = mg$). El trabajo se calcula como $W = F \cdot d \cdot \cos(\theta)$.

   b. Calcule la energía potencial gravitatoria (E_p) de la caja cuando se encuentra a la altura h respecto al suelo. Recuerde que la energía potencial gravitatoria está asociada a la posición del objeto dentro de un campo gravitatorio y se calcula como $E_p = mgh$. ¿Cómo se relaciona el valor obtenido con el trabajo calculado en el paso 1?

c. Cuando la caja es soltada desde la altura h, su energía potencial se transforma en energía cinética. Utilizando el principio de conservación de la energía, determine la velocidad (v) de la caja justo antes de que toque el suelo. En el punto más alto, la caja tiene energía potencial y energía cinética cero (ya que parte del reposo $v_0 = 0$); justo antes de tocar el suelo (considerando h=0 en ese punto), tiene energía cinética y energía potencial cero. Igualando la energía total inicial a la energía total final ($E_{p,inicial} + E_{k,inicial} = E_{p,final} + E_{k,final}$), puede despejar la velocidad final.

d. Calcule la energía cinética (E_k) de la caja justo antes de que toque el suelo, utilizando la velocidad que encontró en el paso 3. La energía cinética está asociada al movimiento de un cuerpo y se define por la ecuación $E_k = \frac{1}{2}mv^2$. ¿Cómo se compara este valor con la energía potencial calculada en el paso 2?

e. Si el trabajador tardó un tiempo de t = 4 s en levantar la caja hasta la altura h, calcule la potencia promedio P ejercida por el trabajador durante ese tiempo. La potencia mide la rapidez con la que se realiza el trabajo, y se calcula como P = W/t.

Le animo a realizar estos cálculos paso a paso y a reflexionar sobre las relaciones entre el trabajo, la energía potencial, la energía cinética y la potencia, tal como se describe en el material de la semana 11. Estos conceptos son pilares de la física y tienen amplia aplicación en diversas áreas de la ingeniería.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

Espero que esta actividad le sea de gran ayuda para afianzar su comprensión.

2. Una vez terminada la unidad 2, le invito a realizar la autoevaluación para comprobar sus conocimientos.

Autoevaluación 2

1. ¿Cuál de las siguientes opciones describe correctamente la **primera ley de Newton**?

    a. La aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza aplicada.
    b. Todo cuerpo permanece en reposo o en movimiento rectilíneo uniforme a menos que una fuerza externa actúe sobre él.
    c. La fuerza neta sobre un objeto es igual a su masa multiplicada por su aceleración.
    d. La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma.

2. (   ) Verdadero o Falso: en el **Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)**, la aceleración es siempre cero.

3. Si un automóvil frena con una aceleración constante de **-4 m/s^2**, ¿qué significa el signo negativo?

    a. El auto aumenta su velocidad.
    b. El auto disminuye su velocidad.
    c. El auto se mueve en dirección opuesta.
    d. El auto no se mueve.

4. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas sobre el **movimiento parabólico**? (Seleccione 2).

    a. La velocidad horizontal es constante.
    b. La velocidad vertical aumenta linealmente debido a la gravedad.
    c. La trayectoria es siempre circular.
    d. No hay aceleración en ningún eje.

5. En el **Movimiento Circular Uniforme (MCU)**, ¿qué fuerza es responsable de mantener la trayectoria curva?

   a. Fuerza centrífuga.
   b. Fuerza centrípeta.
   c. Fuerza gravitacional.
   d. Fuerza de fricción.

6. (   ) Verdadero o Falso: la **energía cinética** depende únicamente de la masa del objeto.

7. Un objeto se lanza verticalmente hacia arriba. En el punto más alto de su trayectoria:

   a. Su velocidad y aceleración son cero.
   b. Su velocidad es cero, pero su aceleración es $-9.81\,m/s^2$
   c. Su velocidad es máxima y su aceleración es cero.
   d. Su velocidad y aceleración son máximas.

8. ¿Cuáles son las **unidades correctas** de las siguientes magnitudes? (Relacione):

1. Fuerza	a. Newton(N)
2. Trabajo	b. Joule(J)
3. Potencia	c. Watt (W)

9. ¿Qué ley de la termodinámica establece que **la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma**?

   a. Primera ley.
   b. Segunda ley.
   c. Tercera ley.
   d. Ley de gravitación.

10. (   ) Verdadero o Falso: en un **plano inclinado sin fricción**, un objeto se desliza con una aceleración menor que la gravedad.

Ir al solucionario

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Semana 12

En esta semana revisaremos el movimiento oscilatorio, centrándonos en el Movimiento Armónico Simple (MAS), un modelo fundamental para entender fenómenos periódicos como el péndulo o los sistemas masa resorte. El MAS permite analizar cómo ciertos sistemas físicos oscilan alrededor de una posición de equilibrio con una frecuencia característica, siendo la base para comprender vibraciones mecánicas y, posteriormente, las ondas.

A través de este análisis, podrá identificar las variables clave como la amplitud, frecuencia y período y sus relaciones matemáticas, herramientas esenciales para aplicaciones en ingeniería, como el diseño de amortiguadores o el estudio de señales en telecomunicaciones. Ahora le invito a observar el siguiente video introductorio con el que tendrá una idea general de lo que estudiarnos en la unidad 3.

Unidad 3. Movimiento ondulatorio

3.1. Movimiento oscilatorio

¿Se ha detenido a observar cómo se mece una rama con el viento, cómo vibra una cuerda después de pulsarla, o cómo oscila un péndulo en un reloj antiguo?

Esos movimientos que se repiten una y otra vez con ritmo casi hipnótico son ejemplos del movimiento oscilatorio. No importa si son diminutos como las moléculas o enormes como un edificio en un terremoto, que, en la naturaleza, como muchos sistemas, tienden a balancearse alrededor de un punto de equilibrio.

Comprender este tipo de movimiento es abrir una puerta a los patrones repetitivos que rigen desde la música y la medicina hasta la ingeniería y la astronomía.

3.1.1. Movimiento Armónico Simple MAS

¿Alguna vez ha visto cómo se mueve un columpio, cómo vibra una cuerda de guitarra o cómo oscila un péndulo?

> La oscilación rítmica y predecible que se observa es una manifestación del Movimiento Armónico Simple MAS. Se puede considerar que la naturaleza posee una forma elegante de equilibrarse entre los extremos, siendo guiada por una fuerza invisible que continuamente busca restablecer el orden original de las cosas.

El MAS está presente en relojes, en ondas, en los latidos de un corazón y aprender a reconocerlo es como descubrir una melodía matemática escondida en los movimientos más simples y armoniosos del mundo físico (Gómez & Tejada, 2020).

El MAS es un tipo de movimiento periódico que ocurre cuando la fuerza que actúa sobre un cuerpo es proporcional a su desplazamiento desde una posición de equilibrio y está dirigida hacia esa posición. Esta fuerza se describe por la Ley de Hooke, y es característica de sistemas oscilatorios como resortes y péndulos pequeños, y cuya ecuación se define a continuación:

$$F = -k \cdot \Delta x$$

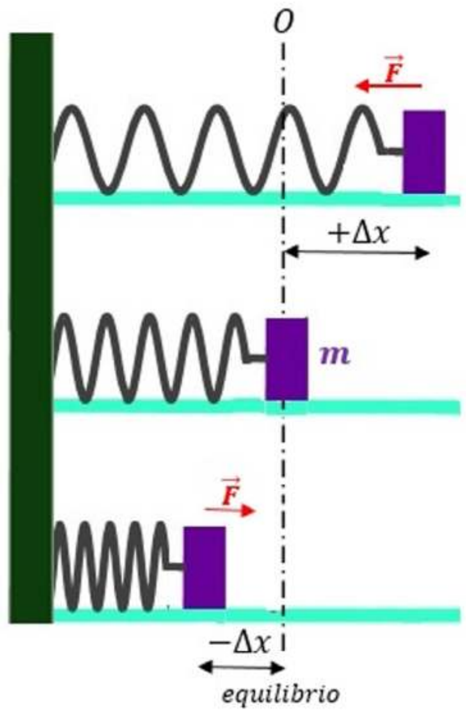
Donde:

- F = Fuerza restauradora (N).
- k = Constante elástica del resorte (N/m).
- x = Desplazamiento desde la posición de equilibrio (m).

En la figura 51 se puede apreciar que la fuerza restauradora es aquella que empuja o contrae el objeto atado al resorte hasta que este se coloca en el punto de equilibrio, cuando $x = 0$, provocando que el resorte oscile entre posiciones positivas y negativas con respecto a la de equilibrio.

Figura 51

Movimiento armónico simple MAS en un resorte



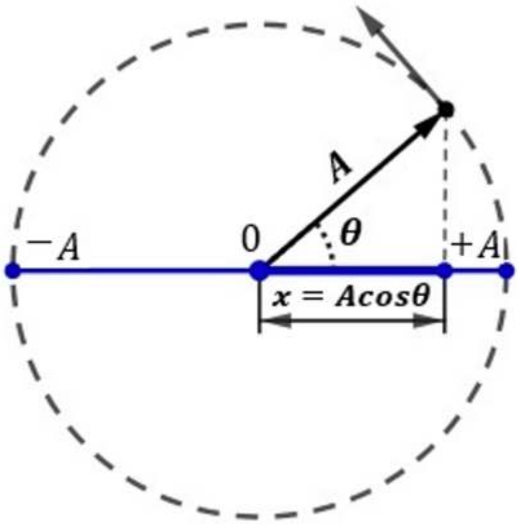
Nota. Tomado de *Movimiento armónico simple* [Ilustración], por Universo Fórmulas, s.f., universoformulas, CC BY 4.0.

Si comparamos con el movimiento circular uniforme, la proyección de un punto que se mueve con MCU, sobre el eje x describe un MAS, como se puede observar en la figura 52.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 52

Relación entre el MCU y el MAS



Nota. Tomado de *Movimiento armónico simple* [Ilustración], por Universo Fórmulas, s.f., universoformulas, CC BY 4.0.

Si la trayectoria tiene radio A que sería el máximo de desplazamiento de la proyección, la proyección sobre el eje X conforme varía el ángulo de la posición se define en la siguiente ecuación:

$$x = A.cos(\theta)$$

A partir de esta ecuación podemos determinar la ecuación de la posición del punto u objeto en el MAS:

$$x(t) = A\cos(\omega t + \varphi)$$

donde:

- A = Amplitud máxima (m).
- ϕ = Fase inicial (rad).
- ω = Velocidad angular en rad/s

La velocidad y aceleración se derivan de $x(t)$:

$$v(t) = -A\omega \sin(\omega t + \varphi)]$$
$$a(t) = -A\omega^2 \cos(\omega t + \varphi)$$

La velocidad angular se define en la ecuación:

$$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

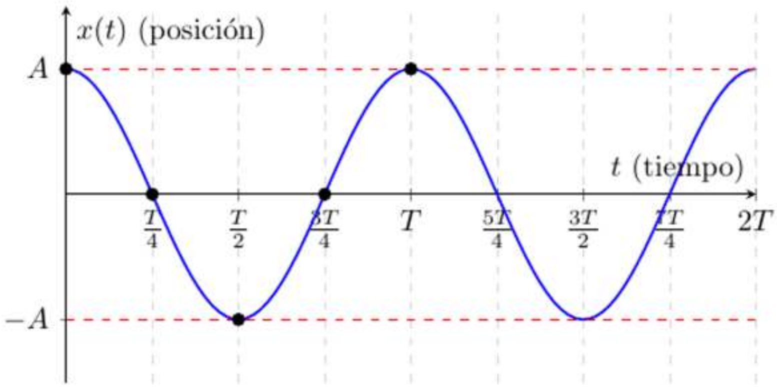
Donde:

- k = Constante elástica del resorte (N/m)
- m = masa del objeto en kg

Si graficamos la ecuación de la posición x(t) obtendremos la siguiente figura, donde se observa cómo la posición varía entre A y $-A$, de manera repetitiva o periódica, siguiendo la forma de la función trigonométrica coseno.

Figura 53

Gráfica de la posición del objeto con MAS con respecto al tiempo



Nota. Martínez, J., 2025.

Algunos elementos adicionales que podemos observar en la figura 53, tenemos el periodo T que es el tiempo en que se demora el cuerpo en partir de una posición inicial y luego regresar a esta, como, por ejemplo, partir de +A y volver a +A, a esto se le denomina una oscilación completa.

Asociada al periodo se tiene la frecuencia, f que es el número de oscilaciones completas en un intervalo de tiempo en 1 segundo, que se mide en Hertz (Hz). Recordemos que la velocidad o frecuencia angular ω se calcula con la siguiente ecuación:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = \sqrt{\frac{k}{m}}$$

Donde:

- T= periodo de la oscilación completa en segundos
- F = frecuencia en Hertz (Hz)

También sabemos que la frecuencia es el inverso del periodo, con lo que obtenemos:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$$

A continuación, vamos a realizar un ejemplo:

Una esfera de masa de 0.5 kg está atada a un resorte con una constante elástica de 200 N/m. Calcular el periodo, la frecuencia y la frecuencia angular al soltar la esfera desde la posición de equilibrio. Si la amplitud máxima A es de 0.1 m, determine la ecuación de la posición.

Datos del problema:

- $m = 0.5\ kg$
- $k = 200\ N/m$

- $A = 0.1\,m$
- $\phi = 0\,rad$

Dado que tenemos como datos la constante elástica y la masa, podemos calcular la frecuencia angular:

$$\omega = \sqrt{\frac{200}{0.5}} = 20\,rad/s$$

Ahora podemos calcular la frecuencia y el periodo de las oscilaciones:

$$f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{20}{2\pi} = 3.18\,Hz$$

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{3.18} = 0.314\,s$$

Ahora, como tenemos de dato de la amplitud máxima A y la frecuencia angular, la ecuación de la posición sería:

$$x(t) = A\cos(\omega t + \phi) = 0.1\cos(20t + 0) = 0.1\cos(20t)$$

Le recomiendo revisar el video: Intuición sobre movimiento armónico simple para obtener una explicación más detallada sobre el MAS, deberá revisar las características de este tipo de movimiento y sus principales parámetros.

¡Muy bien, finalizamos la semana 12! Ahora le invito a participar en el siguiente quiz para poner en práctica los conocimientos adquiridos.

Quiz - Movimiento oscilatorio: MAS

Actividades de aprendizaje recomendadas

Es momento de aplicar su conocimiento a través de las actividades que se han planteado a continuación:

1. Como revisamos en la semana 12, el movimiento armónico simple es un tipo de movimiento oscilatorio que ocurre en sistemas como el masa-resorte. Para repasar los conceptos de amplitud, frecuencia angular, periodo, frecuencia y la ecuación de posición, le propongo el siguiente ejercicio:

   Problema:

   Un bloque de masa (m) de 2 kg está conectado a un resorte horizontal con una constante elástica (k) de 50 N/m. El bloque se desliza sobre una superficie sin fricción. Se desplaza el bloque 0.15 m desde su posición de equilibrio y se suelta desde el reposo en el tiempo t=0.

   Utilizando los principios y ecuaciones del Movimiento Armónico Simple vistos en la semana 12, resuelva lo siguiente:

   a. Calcule la frecuencia angular (ω) del sistema. La frecuencia angular en un sistema masa-resorte se relaciona con la constante elástica (k) y la masa (m). La fórmula es: $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

   b. Determine el periodo (T) y la frecuencia (f) de la oscilación.

   c. Escriba la ecuación que describe la posición del objeto en función del tiempo ($x(t)$). Como revisamos, la posición en el MAS sigue una función sinusoidal o cosinusoidal.

Nota. Por favor, complete la actividad en un cuaderno o documento Word.

Esta actividad le permitirá practicar el cálculo de los parámetros clave que definen el Movimiento Armónico Simple y comprender cómo la ecuación de posición describe el comportamiento del sistema a lo largo del tiempo.

2. Lo invito a revisar el siguiente simulador en el que podrá poner en práctica la Ley de Hooke.

Semana 13

En esta semana exploraremos el fascinante mundo del movimiento ondulatorio, comenzando con los conceptos fundamentales de las ondas y sus características principales, como amplitud, frecuencia, longitud de onda y velocidad de propagación. Estos principios son esenciales para entender cómo se transmiten las señales en distintos medios, desde las ondas sonoras hasta las electromagnéticas.

Además, estudiaremos el principio de superposición, que explica cómo las ondas pueden combinarse al encontrarse, y las ondas estacionarias, fenómeno crucial en aplicaciones como los instrumentos musicales, las antenas y las fibras ópticas. Estos conocimientos le permitirán analizar y diseñar sistemas de telecomunicaciones con mayor precisión.

3.2. Movimiento ondulatorio

Imagine por un momento una piedra cayendo en un lago tranquilo. A su alrededor, comienzan a expandirse círculos que viajan cada vez más lejos, llevando consigo la energía del impacto sin que el agua misma se traslade, como lo puede observar en la figura 54.

Figura 54

Propagación de ondas en el agua debido a una perturbación

Nota. Tomado de *Fondo Ondas Arremolinadas En El Agua* [Fotografía], por tree, 2017, pngTree, CC BY 4.0.

Ese fenómeno tan simple y hermoso es la esencia del movimiento ondulatorio. Una forma de transmisión de energía a través del espacio, en la que las partículas vibran, pero no se trasladan con la onda. Está en todos lados, como por ejemplo, en el sonido que escuchamos, en la luz que nos permite ver, en las vibraciones de un instrumento musical. Entender el movimiento ondulatorio es entender cómo se comunican la energía y la información en la naturaleza (Pérez, 2016).

El movimiento ondulatorio es aquel en el que una perturbación se propaga en un medio (o en el vacío, si es una onda electromagnética) transportando energía, pero no materia. Las partículas del medio vibran alrededor de su posición de equilibrio, siguiendo un patrón periódico.

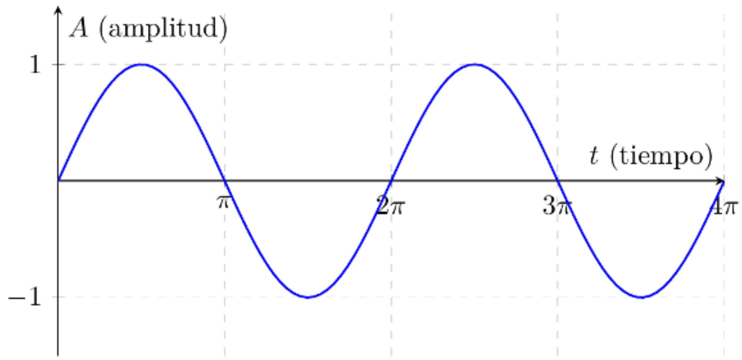
3.2.1. Ondas

Ahora hay que definir qué es una onda; una onda es una perturbación que se propaga a través del espacio o un medio transportando energía, pero sin transportar materia de forma permanente. Las partículas del medio vibran alrededor de sus posiciones de equilibrio, pero no se trasladan con la onda (Pérez, 2016).

Las ondas se presentan en muchas formas como el sonido que oímos, la luz que vemos, las olas del mar o incluso las vibraciones dentro de un átomo. Son fundamentales en física porque permiten la transmisión de energía e información. En la figura 55 podemos observar la forma de una onda.

Figura 55

Forma de una onda periódica



Nota. Martínez, J. 2025.

Las ondas pueden clasificarse de acuerdo con varios criterios, según se puede observar en la siguiente imagen interactiva:

Clasificación de las ondas

3.2.2. Características de las ondas

Cada onda tiene su amplitud A, que nos dice cuánta energía lleva; su longitud de onda λ, que mide la distancia entre crestas; su frecuencia f, que nos habla de cuántas veces vibra por segundo; y su velocidad v, que nos muestra qué tan rápido viaja. Incluso tienen una fase ϕ, que establece el ángulo en el tiempo t=0 (Arenas, 2020).

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

La ecuación de una onda armónica en una dimensión es:

$$y(x,t) = A\sin(\omega t + kx + \phi)$$

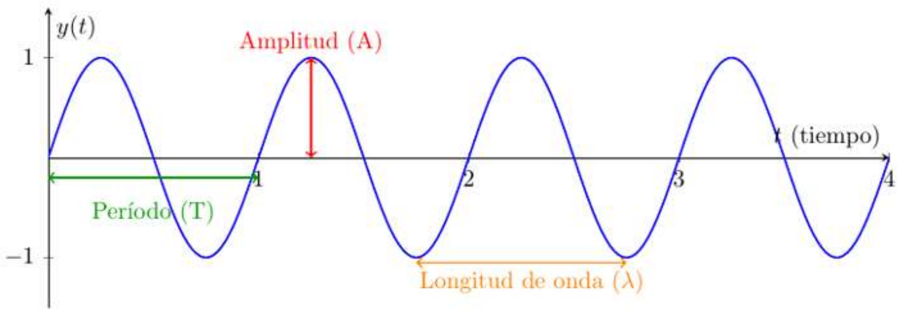
Donde:

- $y(x,t)$: desplazamiento de la partícula en posición x y tiempo t
- A: amplitud
- k: número de onda en rad/m ($k = \frac{2\pi}{\lambda}$)
- ω: frecuencia angular en rad/s ($\omega = 2\pi f$)
- ϕ: fase inicial

Si graficamos la ecuación de la onda, obtenemos la figura 56, donde la fase es cero o no tiene desfase, ya que el seno empieza en 0 en el tiempo 0.

Figura 56

Gráfica de la ecuación de una onda armónica



Nota. Martínez, J., 2025.

Para un mejor entendimiento de los componentes de una onda, le recomiendo revisar el siguiente video: Lo que necesitas saber sobre ondas, aquí deberá identificar las principales características de una onda.

A continuación, en la siguiente infografía revisaremos los principales componentes de una onda:

Componentes de una Onda

Estas características nos permiten leer la música del sonido, la luz del sol y hasta las señales que viajan por nuestros teléfonos. Porque en realidad, vivimos en un mundo lleno de ondas, aunque muchas no podamos verlas. Comprenderlas es comenzar a entender cómo se mueve la energía a nuestro alrededor.

Ejemplo:

A continuación, vamos a obtener la ecuación de una onda, sabiendo sus características:

Si la onda tiene una amplitud de 3.5, una frecuencia de 100 Hz y un desfase de $\pi/4$. Supongamos que la onda se propaga en el vacío. Escribir la ecuación de onda correspondiente.

Solución:

Recordemos que la ecuación de onda es:

$$y(x,t) = A\sin(\omega t + kx + \phi)$$

Donde la frecuencia angular es:

$$\omega = 2\pi f = 2\pi(100) = 200\,\pi$$

Para calcular el número de onda K primero debemos averiguar la longitud de onda λ:

$$\lambda_1 = \frac{3\times 10^8\ m/s}{100\ Hz} = 3\times 10^6\ m$$

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Y el número de onda es:

$$k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{2\pi}{3 \times 10^6} = \frac{2}{3}\pi \times 10^6$$

Por lo que, si reemplazamos los valores en la ecuación general de la onda, obtenemos:

$$y(x,t) = A \sin\left(200\pi t + \left(\frac{2}{3}\pi \times 10^6\right)x + \frac{\pi}{4}\right)$$

3.3. Superposición y ondas estacionarias

¿Alguna vez ha observado cómo se combinan las ondas cuando dos piedras caen al mismo tiempo en un estanque? El agua parece bailar al ritmo de una nueva forma, nacida del encuentro entre ambas perturbaciones. Eso es la superposición de ondas, una de las maravillas más fascinantes de la física. Dos o más ondas pueden cruzarse, mezclarse, potenciarse o incluso anularse sin perder su identidad.

Y si estas ondas se encuentran en el lugar y el momento justos, pueden formar una figura sorprendente, como lo es una onda estacionaria, que no parece avanzar, sino vibrar en su lugar. Como las cuerdas de una guitarra o el aire dentro de una flauta, las ondas estacionarias revelan que el sonido, el ritmo y la forma pueden nacer del equilibrio entre movimiento y simetría. Comprender este fenómeno es como escuchar cómo la física compone su propia música.

3.3.1. Principio de superposición

¿Se ha detenido a escuchar una orquesta?

Cada instrumento emite su propia nota, su propia vibración, pero al llegar a sus oídos, no escucha un caos, sino una melodía coherente y armoniosa. Eso es lo que ocurre cuando las ondas se encuentran, no se destruyen ni se confunden, sino que se combinan.

El principio de superposición nos dice que el resultado de esa combinación es la *suma de los efectos individuales*. Es como si la naturaleza nos recordara que muchos movimientos pueden coexistir y crear algo más grande. En las ondas, como en la música, la colaboración crea belleza, y entender cómo se suman es descubrir cómo el universo genera patrones, ritmos y formas complejas a partir de lo simple (Pérez, 2016).

En la superposición pueden darse algunos casos, entre los cuales tenemos los que se muestran en el siguiente módulo didáctico:

Superposición de Ondas

Para una explicación más gráfica, le recomiendo revisar el video: ¿Qué es la superposición de ondas?, interferencia constructiva y destructiva de ondas, enfóquese en comprender los conceptos de interferencia constructiva y destructiva que permiten tener varios casos de superposición.

3.3.2. Ondas estacionarias

¿Ha tocado alguna vez una cuerda de guitarra y ha visto cómo vibra sin que la onda se desplace a lo largo de la cuerda?

Es como si la onda latiera en el mismo sitio, con puntos que nunca se mueven y otros que alcanzan el máximo de oscilación. Eso es una onda estacionaria, una danza simétrica y armónica que surge cuando dos ondas viajeras se encuentran de forma precisa, una en sentido contrario a la otra. El resultado no es una simple suma, sino una forma fija en el espacio, como si la energía decidiera quedarse quieta.

Comprender las ondas estacionarias es entrar en el corazón de los instrumentos musicales, de las cavidades resonantes, y de toda una serie de fenómenos donde el movimiento rítmico no implica desplazamiento, sino resonancia.

Una onda estacionaria es el resultado de la superposición de dos ondas viajeras de igual frecuencia, igual amplitud y sentido opuesto. Estas ondas se combinan para formar un patrón que no se desplaza, con nodos (puntos donde no hay desplazamiento) y antinodos (puntos de máxima oscilación).

Este fenómeno ocurre en medios con reflexión como cuerdas fijas en los extremos, columnas de aire cerradas, o cavidades resonantes. Las condiciones de frontera imponen que ciertos puntos deben permanecer fijos, lo que solo ocurre para frecuencias específicas (modos normales de vibración).

Antes de continuar, le recomiendo revisar el video: ondas estacionarias, donde encontrará una explicación gráfica de cómo funcionan este tipo de ondas, su concepción visual y sus fórmulas.

La superposición de dos ondas viajeras:

$$y_1(x,t) = A\sin(kx - \omega t) \quad \text{y} \quad y_2(x,t) = A\sin(kx + \omega t)$$

da como resultado:

$$y(x,t) = y_1 + y_2 = 2A\sin(kx)\cos(\omega t)$$

Esta expresión representa una onda estacionaria, donde la forma espacial $sin\,sin\,(kx)$ no cambia con el tiempo, y toda la oscilación está en el factor $cos\,cos\,(\omega t)$.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

- **Nodos:** se producen en los puntos donde $sin\,(kx) = 0$, es decir:

$$x_n = n\frac{\lambda}{2}, \quad n = 0,1,2,$$

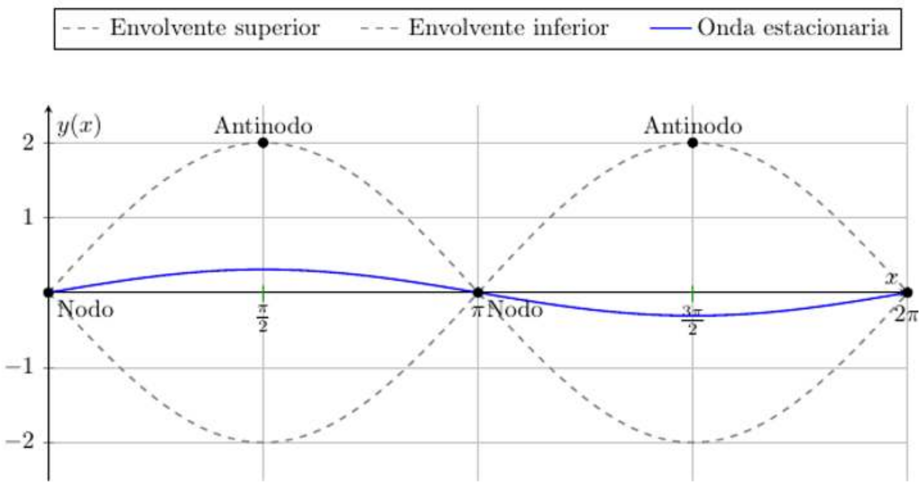
- **Antinodos:** donde $sin\,(kx) = \pm 1$, es decir:

$$x_a = \left(n + \frac{1}{2}\right)\frac{\lambda}{2}, \quad n = 0,1,2,$$

Estos elementos de una onda estacionaria están representados en la figura 57 a continuación:

Figura 57

Onda estacionaria originada por superposición de ondas viajeras



Nota. Martínez, J., 2025.

Las ondas estacionarias tienen muchas aplicaciones en muchos campos como la música, sonido, medicina, electromagnetismo, óptica y telecomunicaciones.

3.4. Reflexión de ondas

Imagínese gritando frente a una montaña y escuchando su voz devuelta como un eco.

¡Esa es la reflexión de las ondas! No solo ocurre con el sonido, la luz que le permite ver su rostro en un espejo, las señales de radio que rebotan en la atmósfera, e incluso las ondas sísmicas que viajan a través de la Tierra, todas obedecen este fenómeno. Como ingenieros, dominar la reflexión nos permite diseñar desde telescopios hasta redes de fibra óptica.

La reflexión es el fenómeno en el que una onda incidente sobre una superficie cambia de dirección, manteniendo su frecuencia y velocidad, pero invirtiendo el sentido de su propagación. Para analizar, se asume que el frente de ondas es un rayo que sigue la dirección de propagación.

Se rige por dos principios:

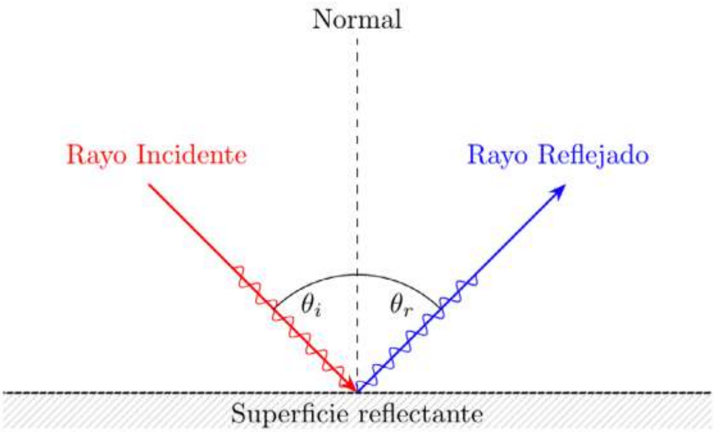
a. **Primer principio:** *el ángulo de incidencia (θi) es igual al ángulo de reflexión (θr).*

b. **Segundo principio:** *los rayos tanto el incidente, reflejado y la normal a la superficie están en el mismo plano, como se puede observar en la* figura 58.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 58

Diagrama para la reflexión de ondas



Nota. Martínez, J., 2025.

Por lo tanto, podemos establecer la ecuación matemática que define la reflexión de ondas:

$$\theta_i = \theta_r$$

Donde:

- θi: Ángulo entre el rayo incidente y la normal.
- θr: Ángulo entre el rayo reflejado y la normal.

3.5. Refracción de ondas

Imagine que las ondas son como corredores que cambian de terreno: al pasar del asfalto a la arena, reducen su velocidad y cambian de dirección. Así funciona la refracción, ese fascinante fenómeno donde la luz, el sonido o incluso las olas del mar doblan su trayectoria al cruzar de un medio a otro. Es el secreto detrás de los arcoíris, los lentes de sus gafas y hasta por qué un lápiz parece quebrarse en un vaso de agua, como se observa en la figura 59.

Figura 59

Ejemplo real de la refracción de la luz al entrar al agua

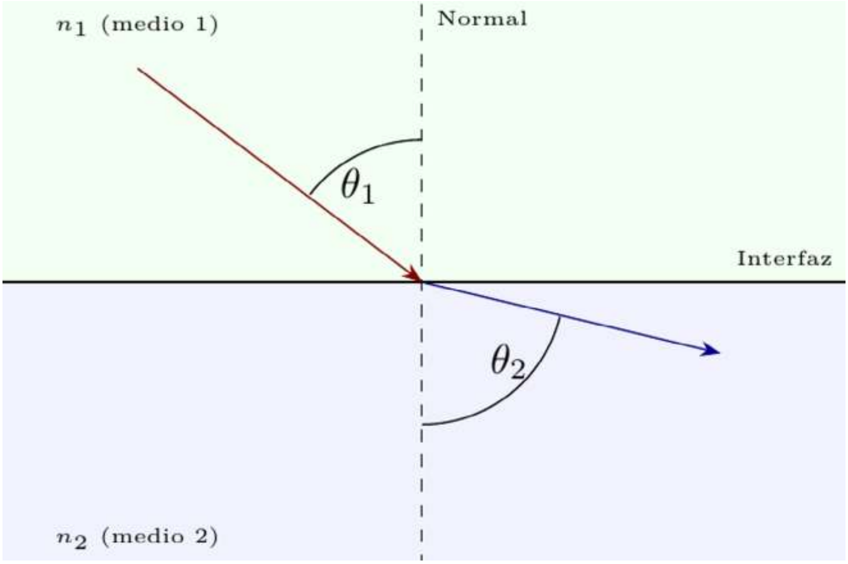
Nota. Tomado de *What Is the Refractive Index of Water? Uses, Factors, & FAQ* [Fotografía], por Weishaupt. J., 2024, OpticsMag, CC BY 4.0.

La naturaleza sigue reglas matemáticas precisas para estos cambios, como si llevara un GPS invisible que ajusta su ruta según la densidad del medio.

La refracción se rige por un principio fundamental conocido como la ley de Snell que nos dice que cuando una onda (luminosa, sonora, etc.) atraviesa la interfaz entre dos medios con índices de refracción distintos, el producto del índice de refracción del primer medio (n_1) y el seno del ángulo de incidencia (θ_1) es igual al producto del índice de refracción del segundo medio (n_2) y el seno del ángulo de refracción (θ_2). Una representación de este escenario se puede revisar en la figura 60.

Figura 60

Diagrama de rayos para la refracción de ondas



Nota. Martínez, J., 2025.

Su ecuación se define a continuación:

$$n_1 \cdot sin(\theta_1) = n_2 \cdot sin(\theta_2)$$

Donde:

- n_1, n_2: Índices de refracción de los medios (adimensionales).
- θ_1: Ángulo de incidencia (entre el rayo incidente y la normal a la superficie).
- θ_2: Ángulo de refracción (entre el rayo refractado y la normal).

El índice de refracción de un medio cualquiera se refiere a la relación entre la velocidad de la onda en ese medio con respecto a la velocidad de la luz, lo que matemáticamente se puede expresar como:

$$n = \frac{v}{c}$$

Donde

- n: Índices de refracción del medio (adimensional).
- v: Velocidad de propagación de la onda en el medio (m/s)
- c: es la velocidad de la luz en el vacío ($c = 3 \times 10^8 m/s$)

Ahora es momento de realizar un ejemplo, para lo cual le invito a revisar la siguiente presentación interactiva:

Ejemplo de Refracción de la Luz

Actividades de aprendizaje recomendadas

Es hora de reforzar los conocimientos adquiridos resolviendo las siguientes actividades.

1. Análisis de la refracción de la luz

Problema:

Considere un rayo láser (una onda electromagnética) que se propaga en el aire con una longitud de onda (λ_1) de 632.8 nm. El rayo incide sobre la superficie plana de un bloque de vidrio con un ángulo de incidencia (θ_1) de 30°.

Suponga que el índice de refracción del aire es $n_1 \approx 1.00$ y el del vidrio es $n_2 \approx 1.50$. Considere la velocidad de la luz en el vacío (c) como $3 \times 10^8\ m/s$.

Resuelva los siguientes puntos aplicando los principios de la refracción:

a. Calcula el ángulo de refracción (θ_2) del rayo de luz al pasar del aire al vidrio.

b. Determina la velocidad de propagación (v_2) de la luz en el vidrio.

c. Calcula la longitud de onda (λ_2) de la luz dentro del vidrio.

2. Preguntas de reflexión:

Una vez completada la actividad, reflexione sobre los siguientes puntos:

a. Compare sus resultados para λ_1 y λ_2, y para v_1 (velocidad en el aire, asuma $v_1 \approx c/n_1$ y v_2. ¿Qué relación observa entre el índice de refracción (n) de un medio y la velocidad (v) y la longitud de onda (λ) de una onda al propagarse en él?

b. Según su entendimiento del movimiento ondulatorio, ¿por qué la frecuencia (f) de la onda luminosa no cambia al pasar del aire al vidrio, a pesar de que su velocidad y longitud de onda sí lo hacen?

c. Considerando su campo de estudio (redes y analítica de datos), describa cómo el principio de refracción es esencial para el funcionamiento de las redes de fibra óptica.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Lo invito a revisar el siguiente simulador en el que podrá poner en práctica sus conocimientos sobre la reflexión y refracción de la luz.

4. Una vez culminado el estudio de la unidad 3 le invito a probar sus conocimientos adquiridos en la autoevaluación:

Autoevaluación 3

1. ¿Cuál de las siguientes es la fuerza restauradora en un sistema masa-resorte que sigue el MAS?

   a. $F = m \cdot a$
   b. $F = -k \cdot x$
   c. $F = 0.5\ kx2$
   d. $F = \mu \cdot N$

2. **Verdadero o falso:** la frecuencia angular ω en el MAS se calcula como $\omega = \sqrt{m/k}$.

3. En una onda estacionaria, los nodos son puntos donde:

   a. La amplitud es máxima.
   b. La energía se concentra.
   c. No hay desplazamiento.
   d. La velocidad es constante.

4. ¿Cuáles de las siguientes afirmaciones son correctas sobre la refracción de ondas?

   1. La frecuencia cambia al cambiar de medio.
   2. La velocidad de propagación depende del índice de refracción.
   3. El ángulo de incidencia siempre es igual al de refracción.
   4. La longitud de onda varía si la velocidad cambia.

   a. 1 y 3
   b. 2 y 4
   c. 1 y 4
   d. 2 y 3

5. ¿Qué tipo de onda requiere un medio material para propagarse?

   a. Electromagnética.
   b. Mecánica.
   c. Transversal.
   d. Longitudinal.

6. ( ) **Verdadero o Falso:** en la interferencia destructiva total, dos ondas con la misma amplitud y fase $\varphi=\pi$ se anulan completamente.

7. Si una onda en el agua tiene una longitud de onda de 3 m y una frecuencia de 2 Hz, ¿cuál es su velocidad?

   a. 1.5 m/s
   b. 6 m/s
   c. 0.67 m/s
   d. 5 m/s

8. ¿Qué características definen una onda longitudinal?

   1. Partículas vibran perpendicular a la dirección de propagación.
   2. Partículas vibran paralelas a la dirección de propagación.
   3. Ejemplo: sonido en el aire.
   4. Ejemplo: luz visible.

   a. 1 y 3
   b. 2 y 3
   c. 2 y 4
   d. 1 y 4

9. Un resorte con $k=100\,N/m$ y masa $0.25\,kg$ oscila en MAS. ¿Cuál es su frecuencia angular ω?

   a. 20 rad/s
   b. 10 rad/s
   c. 25 rad/s
   d. 15 rad/s

10. (   ) **Verdadero o Falso:** en la reflexión de ondas, el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión respecto a la normal.

Ir al solucionario

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Resultado de aprendizaje 3

- Diseña soluciones basadas en los principios de electricidad y magnetismo que optimicen la conectividad y eficiencia en redes de telecomunicaciones.

El presente resultado de aprendizaje se enfoca en el diseño de soluciones fundamentadas en los principios de electricidad y magnetismo, buscando optimizar la conectividad y eficiencia en redes de telecomunicaciones. Para lograrlo, se estudia la Unidad 4 de la guía de Física Universitaria, que comienza con la comprensión de las cargas eléctricas y su interacción a través de la Ley de Coulomb, esencial para analizar las fuerzas entre componentes de señal.

Se profundiza en el concepto de campo eléctrico y su incidencia en la propagación de señales. Asimismo, se exploran el potencial eléctrico, y la diferencia de potencial, crucial para el funcionamiento de circuitos y dispositivos electrónicos. La distinción entre conductores y dieléctricos es vital para la selección de materiales en el diseño de cables y aislamiento. Finalmente, el análisis de magnitudes eléctricas, como la intensidad de corriente, el voltaje y la resistencia, interconectadas por la Ley de Ohm, establece las bases para el flujo de información. Adicionalmente, se revisa el magnetismo y los campos magnéticos generados por corrientes e imanes, facilitando la comprensión de la propagación de ondas electromagnéticas, fundamentales en el diseño y evaluación de infraestructuras de telecomunicaciones.

Contenidos, recursos y actividades de aprendizaje recomendadas

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Semana 14

En esta unidad 4 empezaremos nuestro estudio de los fenómenos electromagnéticos, fundamentales para las telecomunicaciones modernas. Analizamos las cargas eléctricas y sus propiedades, para luego aplicar la Ley de Coulomb que cuantifica la fuerza entre cargas. Luego estudiaremos el concepto de campo eléctrico, esencial para entender cómo las cargas influyen en su entorno, y culminaremos con el potencial eléctrico y diferencia de potencial, clave para comprender el funcionamiento de circuitos y dispositivos electrónicos. Para iniciar con el estudio de esta unidad, le invito a observar el siguiente video introductorio: unidad 4.

Unidad 4. Electricidad y magnetismo

4.1. Antecedentes históricos

Descubra algunos datos fundamentales sobre los orígenes de la electricidad y el magnetismo explorando el siguiente video:

Orígenes de la Electricidad y el Magnetismo

Para averiguar sobre otros hitos importantes en la evolución del concepto de electricidad y magnetismo, le invito a revisar el artículo: Historia de la electricidad, aquí podrá revisar los hitos más importantes en la evolución del concepto de electricidad y los principales personajes que ayudaron a crear máquinas eléctricas.

4.2. Cargas eléctricas y su interacción

Imagine que el universo tiene un código secreto escrito en algo tan pequeño que no podemos ver, pero cuyos efectos sentimos a cada instante como son las cargas eléctricas. Son como los personajes de una obra de teatro cósmica, donde protones y electrones se atraen y repelen con una fuerza invisible pero implacable.

Cuando frota un globo en su cabello y lo pega a la pared, está presenciando el mismo fenómeno que fascinó a los griegos con el ámbar. Estas cargas, silenciosas pero omnipresentes, gobiernan desde el latido de su corazón hasta la luz de su teléfono. ¿No es asombroso que algo tan diminuto pueda mover el mundo?

Las **cargas eléctricas** son una propiedad intrínseca de la materia, cuantizadas en múltiplos de la carga elemental. La carga eléctrica se cuantifica mediante la unidad fundamental llamada coulomb (C), definida en el Sistema Internacional de Unidades (SI) , de tal manera que un electrón tiene una carga $1e^{-} \approx 1.602 \times 10^{-19}\ C(Catala, 2016)$.

Por lo tanto:

$$1C \approx 6.242 \times 10^{18}\ electrones$$

Las cargas eléctricas se clasifican según se muestra en la figura 61.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 61

Tipos de carga eléctrica

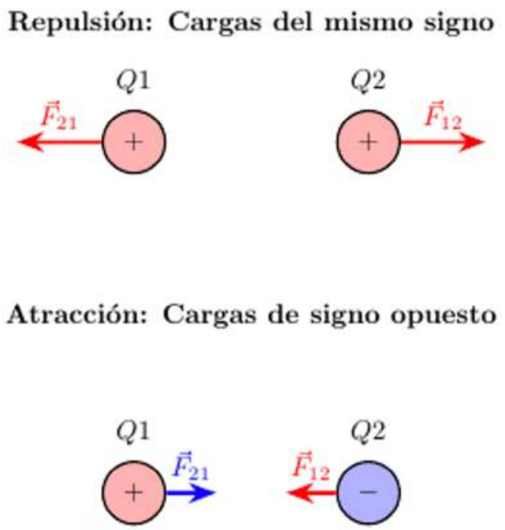
Nota. Martínez, J., 2025.

Cuando dos cargas del mismo signo se encuentran a cierta distancia, estas se repelen, en cambio, cuando se encuentran dos cargas de signo opuesto, estas se van a atraer, con una fuerza establecida por la ley de Coulomb, los vectores de fuerza se pueden observar en la figura 62.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 62

Interacción de cargas de igual signo y distinto signo



Nota. Martínez, J., 2025.

Estas interacciones permiten, por ejemplo, la atracción protón-electrón mantiene la estructura atómica y permite la generación de corriente eléctrica.

4.3. Ley de Coulomb

Piensa que el universo tiene un código secreto para explicar cómo se atraen o repelen los objetos cargados, escrito en el siglo XVIII por un ingenioso físico francés llamado Charles-Augustin de Coulomb, en el artículo encontrará una biografía sobre la vida y obra de este importante físico. Con su delicada balanza de torsión, descubrió que la fuerza entre cargas eléctricas actúa como dos imanes invisibles, si son del mismo signo, se rechazan con terquedad; si son opuestas, se atraen con una fuerza que disminuye con el cuadrado de la distancia. Esta ley, tan

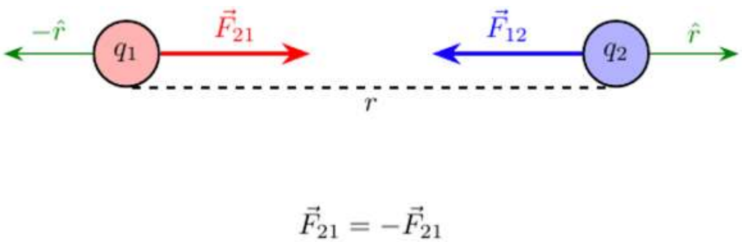
Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

elegante como universal, gobierna desde los electrones en un átomo hasta las descargas de un rayo (Pérez, 2016).

Para establecer la Ley de Coulomb, planteamos un escenario con dos cargas que se están atrayendo o repeliendo con una fuerza $\vec{F}$, y que están separadas por una distancia r en la dirección $\hat{r}$, según se muestra en la figura 63.

Figura 63

Diagrama para la Ley de Coulomb



Nota. Martínez, J., 2025.

La fuerza electrostática $\vec{F}$ entre dos cargas puntuales q_1 y q_2, separadas por una distancia *r*, se expresa como:

$$\vec{F} = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$$

Donde:

- $\vec{F}$= Fuerza electrostática en newtons (N)
- K_e = Constante electrostática de Coulomb ($k_e = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)
- q_1, q_2 = Magnitud de la carga en Coulomb (C)
- r = la distancia que separa las cargas en metros (m)
- $\hat{r}$ = vector unitario de la dirección de la fuerza

Si la fuerza electrostática es positiva, es una fuerza de repulsión, si es negativa es una fuerza de atracción. La fuerza disminuye de manera proporcional al cuadrado de la distancia que separa las cargas.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Ejemplo:

Vamos a realizar un ejemplo de cálculo, si se tiene dos cargas puntuales con magnitudes $q_1 = +5\,nC$ y $q_2 = -3\,nC$, que están separadas por una distancia de 4 cm. Calcular la fuerza electrostática entre las dos cargas.

$$|\vec{F}| = \left(9 \times 10^9\, \frac{N.m^2}{C^2}\right)\left(\frac{(5 \times 10^{-9} C) \times (-3 \times 10^{-9} C)}{(0.04\, m)^2}\right) = -8.43 \times 10^{-5} N$$

Al ser negativa, esta fuerza es de atracción, pues las cargas son de distinto signo.

4.4. Campo eléctrico

Imagine que cada carga eléctrica en el universo extiende sus 'tentáculos invisibles' por el espacio, creando lo que llamamos campo eléctrico. Este campo es como un mapa de fuerzas que nos dice cómo una carga de prueba sentiría una fuerza si la colocamos en cualquier punto. No lo vemos, pero sus efectos son innegables: desde el pelo que se eriza al peinar un globo hasta los rayos que cruzan el cielo. Faraday lo visualizó como líneas que llenan el espacio, y Maxwell lo encerró en ecuaciones elegantes. Hoy, usted y yo usamos este concepto cada vez que cargamos un teléfono o encendemos una luz.

El campo eléctrico $\vec{E}$ en un punto del espacio se define como la fuerza $\vec{F}$ por unidad de carga q que experimentaría una carga de prueba positiva colocada en ese punto:

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$$

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

El campo eléctrico generado por una carga puntual Q a una distancia r, como se observa en la figura 64.

Figura 64

Campo eléctrico de una carga puntual

Nota. Martínez, J., 2025.

Se define por la ecuación:

$$\vec{E} = k_e \frac{Q}{r^2} \hat{r}$$

Donde:

- $\vec{E}$= Campo eléctrico en newtons/coulombs (N/C)
- K_e = Constante electrostática de Coulomb ($k_e = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)
- r = distancia entre la carga y el punto de prueba.

Ejemplo:

Ahora vamos a realizar un ejemplo, si se tiene una carga puntual de $Q = +5\ nC$. Calcule el campo eléctrico en un punto del espacio ubicado a $2\ cm$.

Reemplazamos dato en la ecuación del campo eléctrico y se obtiene:

$$E = k_e \frac{Q}{r^2} \hat{r} = (9 \times 10^9) \frac{5 \times 10^{-9}}{0.02^2} \hat{r} = 1.12 \times 10^5\ \ N/C\, \hat{r}$$

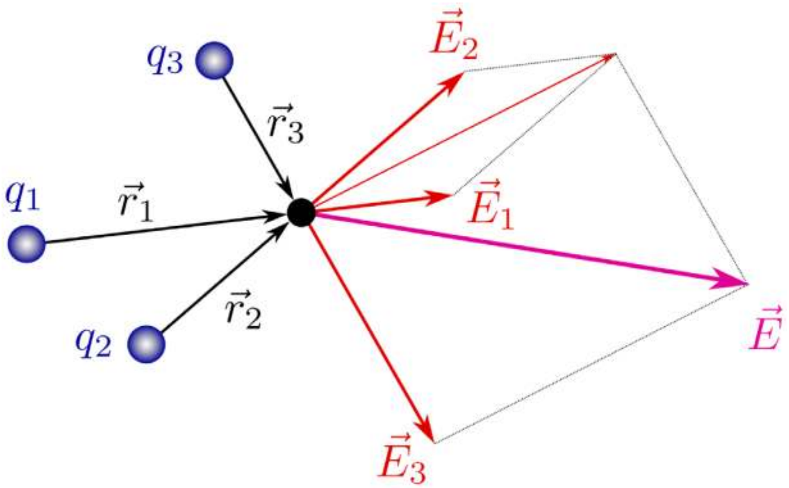
Es decir, el campo eléctrico en un punto ubicado a 2 cm de la carga tiene una magnitud de $1.12 \times 10^5\ \ N/C$ en la dirección de la línea que los separa.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Ahora también puede darse el caso en el que varias cargas inciden sobre un punto, en este caso, el campo total debido a las cargas será igual a la suma vectorial de los campos generados por cada carga, como se observa en la figura 65.

Figura 65

Campo eléctrico debido a varias cargas puntuales



Nota. Tomado de *Campo electrico producido por tres cargas* [Ilustración], por Lalo49, 2011, Wikipedia, CC BY 4.0.

Para analizar de forma práctica los campos eléctricos, le invito a revisar la siguiente infografía:

Ejemplo de campo eléctrico

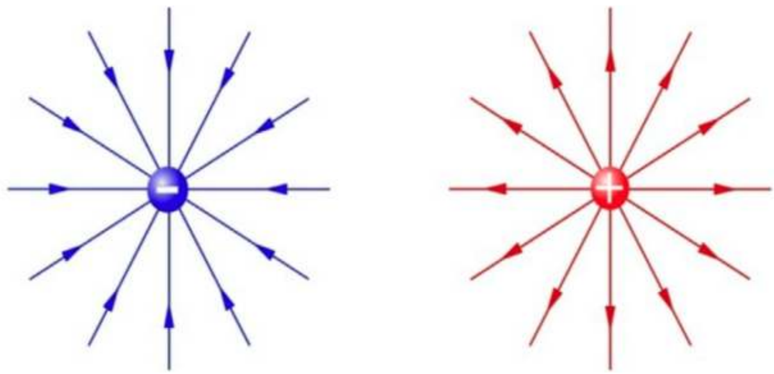
Ahora también, el campo eléctrico puede ser representado gráficamente mediante las líneas de campo eléctrico, que muestran visualmente la dirección y la intensidad relativa de la fuerza que experimentaría una carga de prueba positiva en presencia de otras cargas. Son curvas imaginarias tangentes en cada punto al vector campo eléctrico $\vec{E}$ en ese punto, para el caso de cargas positivas, estas líneas salen de la carga,

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

y en el caso de las cargas negativas, estas van hacia la carga, como se observa en la figura 66 (Pérez, 2016).

Figura 66

Líneas del campo eléctrico de una carga positiva y negativa

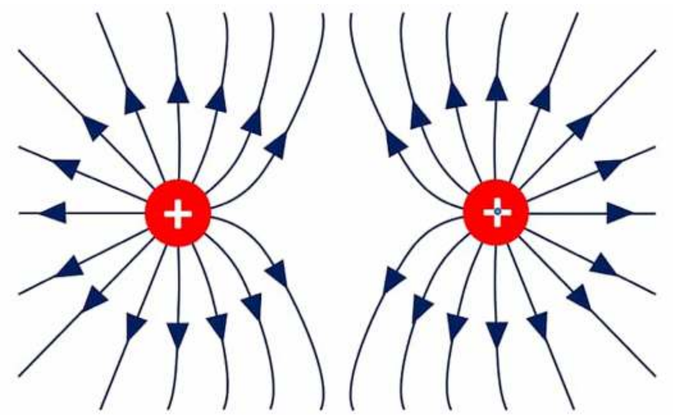


Nota. Tomado de *Clase digital 3. Líneas de fuerza e intensidad del campo eléctrico* [Ilustración], por Universidad de Guanajuato, 2023, NODO Universitario, CC BY 4.0.

Si colocamos cargas, sus líneas de campo van a interactuar entre ellas, por ejemplo, si colocamos dos cargas del mismo signo, sus líneas de campo se repelen, como se muestra en la figura 67.

Figura 67

Líneas de campo entre dos cargas de igual signo

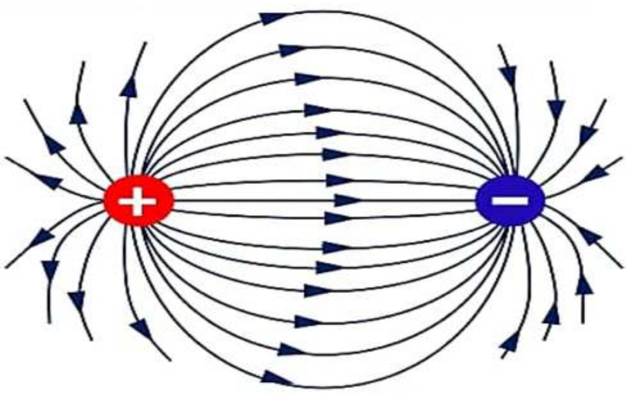


Nota. Tomado de *Campo eléctrico en física: fórmula, ejemplos, definición* [Ilustración], por Enfisica.com, 2019, enfisica.com, CC BY 4.0.

Y cuando se tiene el caso de dos cargas de distinto signo, las líneas de campo salen de la positiva y se dirigen a la negativa, como se puede ver en la figura 68, formando el denominado dipolo eléctrico.

Figura 68

Líneas de campo en un dipolo eléctrico



Nota. Tomado de *Campo eléctrico en física: fórmula, ejemplos, definición* [Ilustración], por Enfisica.com, 2019, enfisica.com, CC BY 4.0.

Es recomendable que revise una explicación detallada en el video: Campo eléctrico, una fuerza invisible, aquí encontrará las principales características del campo eléctrico y su concepción física, así como las fórmulas que lo definen.

4.5. Potencial eléctrico

Imagine que las cargas eléctricas crean un paisaje invisible de colinas y valles en el espacio que las rodea. El potencial eléctrico es como la altura en ese paisaje que nos dice cuánta energía tendría una carga si la colocáramos en ese punto, igual que una pelota en lo alto de una colina tiene energía potencial gravitacional. Cuando conectamos un cable entre dos puntos con diferente potencial, las cargas fluyen como agua cuesta abajo, generando corriente. Este concepto, medido en voltios, en honor al inventor de la pila eléctrica Alessandro Volta, es el corazón de baterías, circuitos y hasta de los latidos de nuestro corazón (Catala, 2016).

El potencial eléctrico (V) en un punto es el trabajo por unidad de carga necesario para traer una carga de prueba q desde el infinito hasta ese punto, y se define con la ecuación:

$$V = \frac{W}{q}$$

Donde:

- V = es el potencial eléctrico en el punto considerado en Voltios (V).
- W = trabajo realizado en Joules (J).
- q = carga transportada en Coulombs (C).

El potencial eléctrico puede ser positivo o negativo, si al transportar una carga q a un punto se realiza un trabajo, el potencial es positivo, si, por el contrario, se está cediendo energía en ese punto, el potencial es negativo.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Para el caso de una carga puntual, el potencial eléctrico se puede calcular usando la ecuación:

$$V = k_e \frac{Q}{r}$$

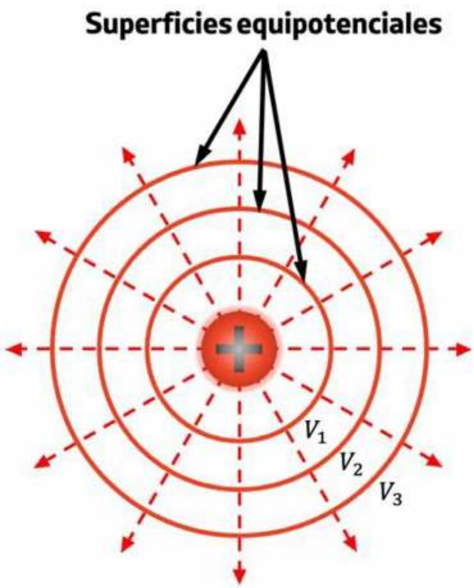
Donde:

- K_e = Constante electrostática de Coulomb ($k_e = 9 \times 10^9 \frac{N.m^2}{C^2}$)
- Q = es la magnitud de la carga en Coulombs (C)
- r = es la distancia entre la carga y el punto

Si tenemos la presencia de varias cargas, el potencial total en ese punto será la sumatoria de la influencia de cada carga. Así Asimismo, el punto en todos los puntos ubicados a la misma distancia es el mismo, lo que forma alrededor de una carga una superficie equipotencial, que se representan con círculos concéntricos alrededor de una carga, como se observa en la figura 69 (Catala, 2016).

Figura 69

Superficies equipotencial alrededor de una carga



Nota. Tomado de *Superficie equipotencial* [Ilustración], por Juárez, M., s.f., ingenierizando, CC BY 4.0.

Es decir, que cualquier punto ubicado en esa superficie equipotencial, tendrá el mismo potencial eléctrico.

A continuación, en el siguiente módulo didáctico vamos a revisar unos ejemplos de cálculo:

Ejemplos de Potencial Eléctrico

Le recomiendo revisar una explicación en el video: Configuración del potencial eléctrico de la carga, donde se explica el concepto físico del potencial eléctrico y las ecuaciones que lo definen.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Para finalizar esta semana, le invito a participar en el siguiente quiz y así reforzar los conocimientos adquiridos

Quiz - Cargas, Campo y Potencial eléctrico

Actividades de aprendizaje recomendadas

Para repasar estos conceptos fundamentales, le propongo las siguientes actividades.

1. **Cálculo de campo eléctrico neto**

   Problema:

   Considere dos **cargas puntuales** ubicadas en el eje x. La carga $q_1 = +4.0 \times 10^{-9} C$ se encuentra en $x_1 = 0$ m. La carga $q_2 = -6.0 \times 10^{-9}$ C se encuentra en $x_2 = 3.0$ m. Calcule el **campo eléctrico neto** ($\vec{E}$) en el punto P ubicado en $x_p = 5.0$ m, debido a la presencia de estas dos cargas. Considere la constante de Coulomb $k \approx 9.0 \times 10^9$ N m^2/C^2.

   Para resolver este problema, deberá calcular el campo eléctrico generado por cada carga en el punto P y luego aplicar el principio de superposición vectorial.

2. **Preguntas de reflexión:**

   Una vez completada la actividad, reflexione sobre los siguientes puntos:

   a. ¿Cómo cambiaría el resultado del campo eléctrico neto en el punto P si la carga q_2 fuera positiva en lugar de negativa? Explique brevemente por qué.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

b. Si colocara una pequeña carga de prueba positiva en el punto P, ¿en qué dirección experimentaría una fuerza eléctrica? ¿Cómo se relaciona esto con la dirección del campo eléctrico neto que calculó?

c. ¿Cómo cree que los principios del **campo eléctrico** podrían ser relevantes en el diseño o funcionamiento de componentes electrónicos en telecomunicaciones, como transistores o sensores?

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Lo invito a revisar el siguiente simulador en el que podrá revisar y practicar sobre Cargas y campos.

Espero que estos ejercicios le sean útiles para afianzar su comprensión de los conceptos de la semana 14.

Semana 15

Esta semana exploraremos cómo la electricidad hace posible las telecomunicaciones que usamos cada día. Comenzaremos entendiendo por qué algunos materiales conducen la electricidad como conductores y otros no como lo son los dieléctricos, como la diferencia entre un cable de cobre y el plástico que lo recubre. Luego nos sumergiremos en las tres magnitudes clave que hacen funcionar todos los dispositivos donde tenemos a la intensidad de corriente ese "flujo" de electrones que lleva información, el voltaje esa "presión" que los empuja y la resistencia que se opone al paso de la corriente, como cuando un cable se calienta.

Veremos cómo estas tres actúan juntas en la ley de Ohm, fundamento de todos los circuitos electrónicos. Trabajaremos ejemplos prácticos con componentes reales para que vea la teoría en acción.

4.6. Conductores y dieléctricos

Imagine un universo microscópico donde los átomos deciden cómo relacionarse con la electricidad, en el caso de los conductores, los electrones más externos se liberan de sus átomos y forman una especie de mar de cargas libres, como invitados que bailan sin parar en una fiesta; en los dieléctricos, en cambio, los electrones se aferran a sus núcleos, como niños tímidos que no se sueltan de la mano de sus padres.

Esta diferencia atómica define nuestro mundo eléctrico, los metales nos dan cables que transmiten energía, mientras que los aislantes nos protegen de descargas peligrosas. Son dos caras de una misma moneda cuántica, donde la libertad o el cautiverio de los electrones determinan si un material será el camino o la barrera para la electricidad.

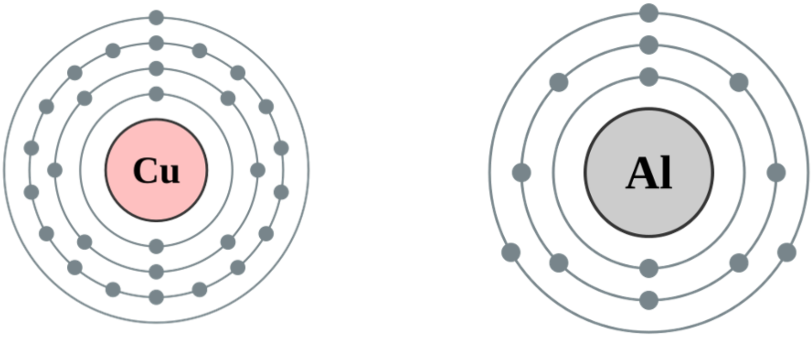
Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

4.6.1. Conductores

Los conductores se definen como materiales con electrones débilmente ligados que permiten el flujo de carga eléctrica. Los electrones se mueven libremente, incluso con campos eléctricos débiles. Estos tipos de materiales tienen muy pocos electrones en su último nivel de energía, que están muy poco ligados al núcleo, ya que están más alejados, como por ejemplo, el cobre y el aluminio, cuya estructura atómica se puede observar en la figura 70.

Figura 70

Estructura atómica del cobre y aluminio



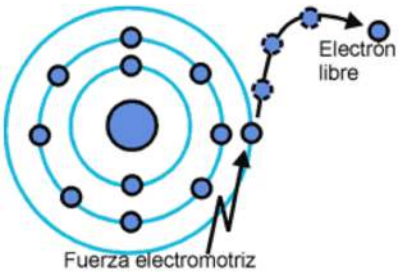
Nota. Tomado de *Capa electrónica 029 Cobre* [Ilustración], por Kizar, 2012, Wikipedia, CC BY 4.0.

Esto produce que al momento de actuar una fuerza externa estos pueden ser expulsados o incorporados a otro átomo, como se puede apreciar en la Figura 71. Estos tipos de electrones se denominan ***electrones libres***.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Figura 71

Electrones libres y fuerza electromotriz

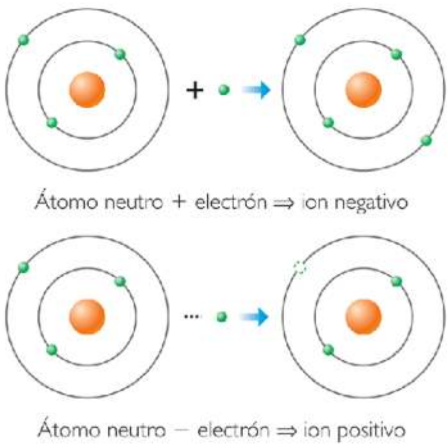


Nota. Tomado de *ELECTRICIDAD* [Ilustración], por Natureduca, s.f., Natureduca, CC BY 4.0.

Los átomos son eléctricamente neutros, eso quiere decir que tienen igual número de protones y de electrones. El momento en que un átomo pierde o gana un electrón, se convierte en un ion positivo si pierde electrones y un ion negativo si gana un electrón, como se puede observar en la figura 72.

Figura 72

Formación de iones positivos o negativos



Nota. Tomado de *Iones negativos y positivos: definición y ejemplos* [Ilustración], por Balada, F., 2024, Unprofesor, CC BY 4.0.

Los electrones pueden ir "saltando" entre iones para producir un fenómeno denominado electricidad que revisaremos más adelante.

4.6.2. Aislantes o dieléctricos

En los dieléctricos, los electrones de valencia están fuertemente ligados a sus átomos o moléculas. Entre la banda de valencia y la banda de conducción existe un "hueco de energía" (band gap) significativo, que impide el flujo libre de electrones. Cuando se aplica un campo eléctrico externo, los electrones no se liberan, pero las nubes electrónicas pueden distorsionarse ligeramente, creando dipolos eléctricos microscópicos (polarización). En este tipo de materiales no hay electrones libres.

Entre algunos de los materiales tenemos el papel, plásticos, madera seca, porcelana o vidrio, entre otros más. Que son usados para crear, por ejemplo, el aislante de los cables, y dispositivos eléctricos que permiten brindar una mayor seguridad en el momento de trabajar con estos elementos. También permiten crear dispositivos como los capacitores que permiten almacenar energía eléctrica debido a la polarización que produce un campo eléctrico.

Para una explicación más detallada, puede revisar el video: Los materiales dieléctricos, trate de identificar las características de este tipo de materiales y sus propiedades físicas.

4.7. Electricidad

¿Se ha detenido a pensar cómo algo tan intangible como la electricidad puede ser la fuerza que mueve al mundo moderno?

Aunque no la veamos, está presente en cada aspecto de nuestra vida, desde la luz que ilumina nuestras habitaciones hasta los dispositivos que nos mantienen conectados. La electricidad, en su esencia más fundamental, es un fenómeno físico originado por el movimiento y la interacción de cargas eléctricas. Estas cargas, positivas o negativas, generan campos electromagnéticos que permiten la transmisión de energía a través de conductores, creando lo que conocemos como corriente eléctrica.

> Desde el punto de vista físico, la electricidad es el fenómeno resultante de la existencia, el movimiento y la interacción de cargas eléctricas, ya sean electrones, protones o iones. Se manifiesta a través de fuerzas de atracción o repulsión (electrostática), corrientes de electrones (electrodinámica) y campos electromagnéticos. Su comportamiento se rige por leyes fundamentales, como la Ley de Coulomb, que describe la fuerza entre cargas, y las Ecuaciones de Maxwell, que unifican la electricidad, el magnetismo y la luz.

Un breve contexto histórico nos remonta a la Antigua Grecia, donde Tales de Mileto observó que el ámbar (en griego, *ēlektron*) al frotarse atraía pequeños objetos. Sin embargo, fue en los siglos XVIII y XIX cuando científicos como Benjamín Franklin (con su famoso experimento de la cometa), Alessandro Volta (inventor de la pila) y Michael Faraday (descubridor de la inducción electromagnética) sentaron las bases de la teoría eléctrica. Más tarde, James Clerk Maxwell formuló las ecuaciones que describen su comportamiento, y Nikola Tesla y Thomas Edison impulsaron su aplicación práctica, dando paso a la era eléctrica que hoy conocemos.

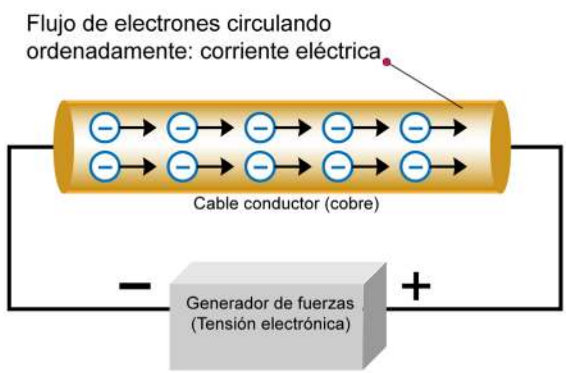
Cuando usted enciende un interruptor, lo que está haciendo es cerrar un circuito, permitiendo que los electrones fluyan de manera ordenada, impulsados por una diferencia de potencial. Este flujo es la base del funcionamiento de todos los aparatos eléctricos, demostrando que la electricidad no es solo un concepto abstracto, sino una fuerza medible y controlable que sustenta la tecnología actual.

El transporte de carga eléctrica en los materiales conductores es un fenómeno que ocurre a nivel atómico, gobernado por las propiedades cuánticas de los electrones y la estructura de bandas de energía en los sólidos. En los metales, los conductores por excelencia, los electrones de valencia se encuentran débilmente ligados a sus átomos parentales, formando un "gas electrónico" colectivo que ocupa la banda de conducción.

Cuando se establece una diferencia de potencial (voltaje) a través del conductor, se genera un campo eléctrico que ejerce una fuerza neta sobre estos electrones libres, como se observa en la figura 73.

Figura 73

Producción de la electricidad



Nota. Tomado de *Recurso didáctico 4: La energía eléctrica* [Ilustración], por Compañía Nacional de Fuerza y Luz, s.f., luzydiversion, CC BY 4.0.

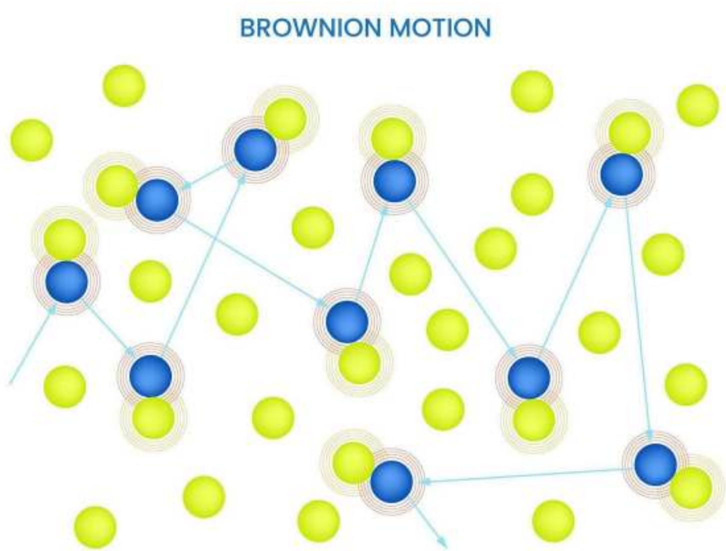
La carga positiva de la batería atrae a los electrones libres, mientras que la carga del borne negativo los repele, esto hace que los electrones circulen entre los átomos, produciendo la denominada *corriente eléctrica.*

Sin embargo, contrario a la intuición clásica, los electrones no se mueven en trayectorias rectilíneas a alta velocidad. En ausencia de campo eléctrico, los electrones exhiben un movimiento browniano ($v \approx 10^6\ m/s$

) debido a la energía térmica, con colisiones frecuentes contra los iones de la red cristalina, como se observa en la figura 74.

Figura 74

Movimiento Browniano

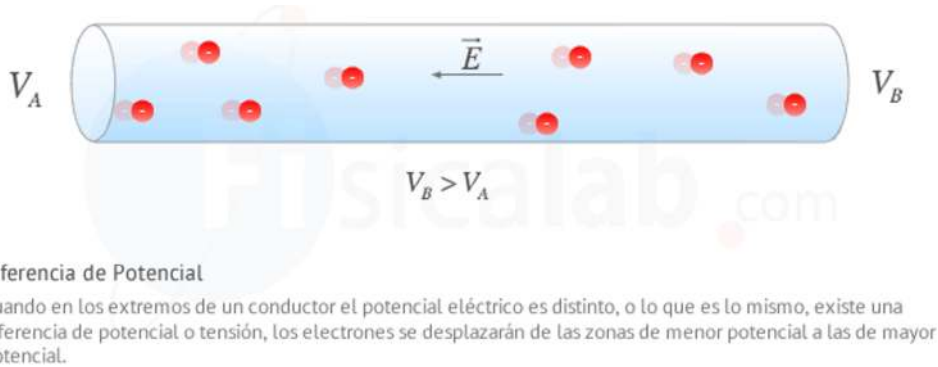


Nota. Tomado de *browniano movimiento, aleatorio movimiento de partículas debido a molecular colisiones* [Ilustración], por Nandalal Sarkar, s.f., Vecteezy, CC BY 4.0.

Al aplicar el campo eléctrico, se superpone un movimiento neto en dirección opuesta al campo (para electrones) con velocidad de deriva extremadamente lenta ($v \approx 10^{-4} m/s$ en cobre), como se observa en la figura 75 donde se observa como los electrones se desplazan en sentido contrario al campo desde un punto de mayor potencial eléctrico a otra de menor potencial eléctrico.

Figura 75

Movimiento de los electrones al aplicar campo eléctrico



Nota. Tomado de *Corriente Eléctrica* [Ilustración], por Fernández, J., s.f., FiSiCALAB, CC BY 4.0.

Este flujo de electrones produce un campo magnético alrededor del conductor que permite transportar la energía para ser utilizada en alguna aplicación.

Para una explicación moderna sobre la electricidad, le recomiendo revisar el video: Así funciona la electricidad , donde se desmontan algunos mitos sobre el movimiento de los electrones y el transporte de energía sobre un conductor.

4.8. Magnitudes básicas de la electricidad

Imagine que la electricidad es como un río de energía; el voltaje sería la pendiente que hace fluir el agua, la corriente sería la cantidad de agua que pasa por segundo, y la resistencia serían las rocas en el cauce que dificultan su paso. Estas tres magnitudes - voltaje, corriente y resistencia - están tan íntimamente relacionadas que basta conocer dos para calcular la tercera, gracias a la poderosa pero sencilla Ley de Ohm.

Dominar estos conceptos es como aprender el alfabeto del lenguaje eléctrico que mueve al mundo moderno. A continuación, vamos a describir cada uno de ellos.

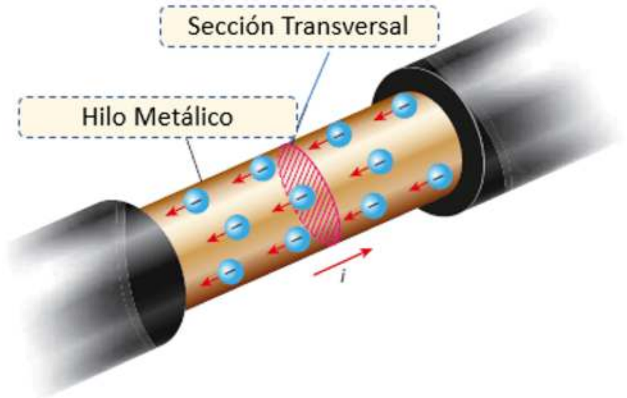
4.8.1. Intensidad de corriente eléctrica

¿Alguna vez ha pensado en la electricidad como un río de electrones? Pues la intensidad de corriente es precisamente la cantidad de esos pequeñísimos 'peces eléctricos' que pasan por un cable cada segundo. Cuando enciende una bombilla, no ves cómo millones de electrones corren por el filamento, pero ahí están, trabajando sin parar. Es como medir cuánta agua fluye por una tubería, más corriente significa más electrones viajando, y eso es lo que hace brillar su lámpara o poner en marcha su teléfono. ¡La magia de la física en acción!

La intensidad de corriente eléctrica (I) es una magnitud física que cuantifica la tasa de flujo neto de carga eléctrica (generalmente electrones) a través de una sección transversal de un conductor por unidad de tiempo, como se representa en la figura 76. Representa el movimiento ordenado de portadores de carga bajo la influencia de un campo eléctrico.

Figura 76

Corriente eléctrica por un conductor



Nota. Tomado de *Intensidad de Corriente Eléctrica* [Ilustración], por Carlos Julián, 2019, fisimat, CC BY 4.0.

Su unidad de medida en el Sistema Internacional (SI) es el Amperio (A), en honor al científico André-Marie Ampère(acceda al artículo para revisar una pequeña biografía), equivalente a 1 culombio (C) de carga que pasa por un punto en 1 segundo (s). Los submúltiplos más comunes de esta unidad son miliamperios ($1mA = 10^{-3}A$) y microamperio ($1\mu A = 10^{-6}A$).

Para calcular la intensidad se usa la ecuación:

$$I = \frac{Q}{t}$$

Donde:

- Q = carga eléctrica total que ha circulado en Coulombs (C)
- t= tiempo total de observación en segundos (s)
- I= intensidad de corriente eléctrica en amperios (A)

Debemos recordar que la carga eléctrica de 1 coulomb equivale a $6.24x10^{18}$ electrones. A continuación, vamos a realizar un ejemplo:

Ejemplo: cálculo de la intensidad de corriente eléctrica

Si por un conductor de un cable circulan 12 culombios de carga en 3 segundos. Calcule la intensidad de corriente.

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{12\,C}{3\,s} = 4\,A$$

Es decir, que la intensidad de corriente eléctrica que circula por el conductor es de 4 amperios.

4.8.2. Voltaje o diferencia de potencial

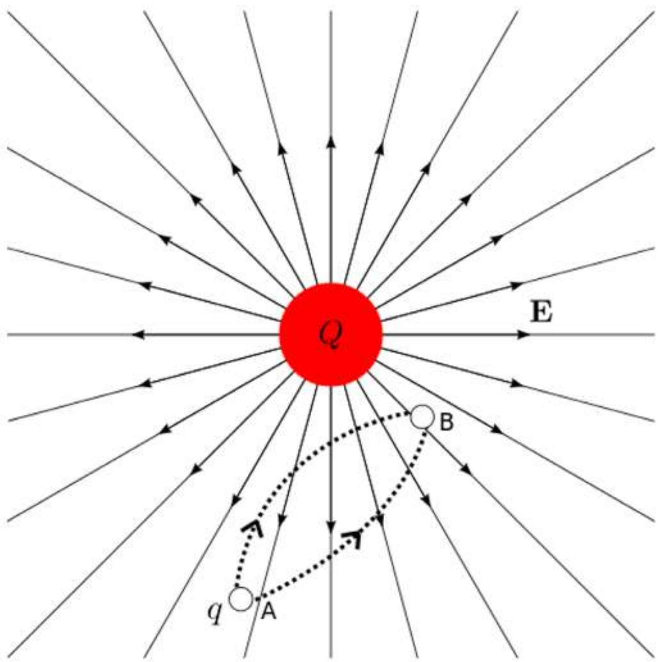
Imagine que el voltaje es como la pendiente de una montaña por la que ruedan canicas. Cuanto más empinada sea la pendiente, más rápido caerán esas canicas. En la electricidad, el voltaje es esa pendiente invisible que empuja a los electrones a través de los cables. Es la fuerza que hace que la corriente fluya, como cuando una batería de 9 V hace brillar una pequeña bombilla con más intensidad que una de 1.5 V.
Sin diferencia de potencial, los electrones simplemente se quedarían quietos, sin energía para mover nuestros dispositivos. ¡Es el 'empujón' que pone en marcha todo el mundo eléctrico que nos rodea!

El voltaje o diferencia de potencial (V) es una magnitud física que mide el trabajo necesario para mover una carga eléctrica entre dos puntos en un campo eléctrico. Representa la energía potencial por unidad de carga que se transforma al mover cargas entre esos puntos. Físicamente, corresponde a la energía necesaria para vencer la fuerza del campo eléctrico al transportar una carga de un punto a otro, como se puede observar en la figura 77, donde mueve una carga desde el punto A al punto B.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

Figura 77

Movimiento de una carga a través de un campo eléctrico



Nota. Tomado de *La diferencia de potencial eléctrico* [Ilustración], por Experientia docet, 2016, Cuaderno de Cultura Científica, CC BY 4.0.

La unidad de medida del voltaje en el SI es el Voltio (V), en honor al físico Alessandro Volta (acceda al artículo para revisar una pequeña biografía sobre este gran físico), que representa 1 joule por cada coulomb de carga, es decir $1\,V = 1\ J/C$.

El voltaje se puede definir mediante la ecuación:

$$V = \frac{W}{q}$$

Donde:

- W: trabajo realizado en Joules (J) para mover la carga.

- q: Carga eléctrica desplazada entre los puntos en coulombs (C).
- V: voltaje entre los dos puntos en voltios (V).

Si se tiene un campo eléctrico uniforme, el voltaje se puede utilizar la ecuación:

$$V = E \cdot d$$

Donde:

- E es la magnitud del campo eléctrico en voltios sobre metro (V/m)
- D es la distancia de desplazamiento de la carga en metro (m)

A continuación, vamos a realizar un ejemplo de cálculo:

Ejemplo: cálculo del voltaje o diferencia de potencial

Una lámpara LED consume 18 julios de energía cuando circula una carga de 3 culombios a través de ella.

Calculamos el voltaje aplicando su ecuación y reemplazando valores:

$$V = \frac{W}{q} = \frac{18\,J}{3\,C} = 6\,V$$

En este caso, la lámpara requiere **6 voltios** para funcionar, lo que significa que cada coulomb de carga pierde 6 julios de energía al atravesarla (convertidos en luz y calor).

4.8.3. Resistencia eléctrica

¿Sabe por qué algunos materiales se calientan cuando pasa la corriente, mientras otros la dejan fluir sin esfuerzo? Es la resistencia eléctrica, el atasco que encuentran los electrones en su camino. Imagine un grupo de personas intentando pasar por un pasillo, si está vacío, como es el caso de un buen conductor, avanzan rápido; pero si hay obstáculos como en un material resistivo, chocan, se frenan y generan calor. ¡Es por eso que su tostadora brilla al usarse!

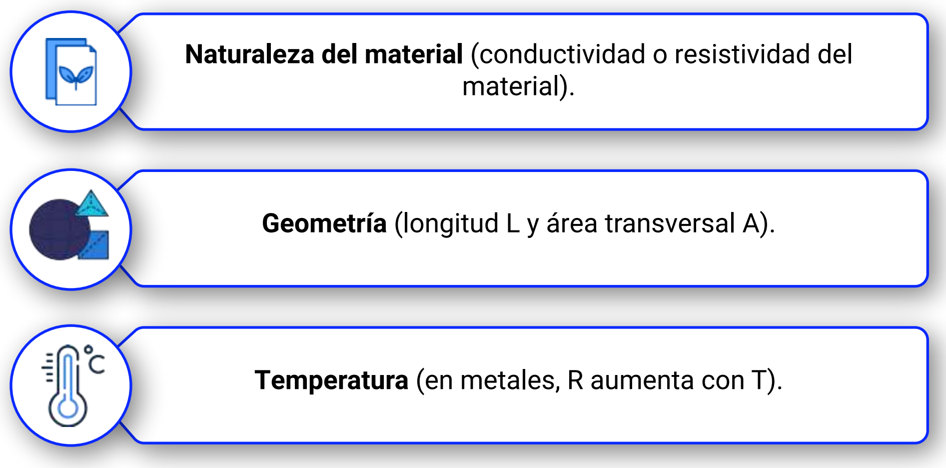
La resistencia no es mala, ya que sin ella, no tendríamos lámparas que iluminan ni calefacciones que abrigan.

La **resistencia eléctrica (R)** es la oposición que presenta un material al flujo de corriente eléctrica, debida a colisiones entre los electrones libres y la estructura atómica del material. Su unidad de medida es el ohmio (Ω), en honor al físico Georg Simon Ohm (acceda al artículo para revisar una pequeña biografía sobre este gran físico), que se define como voltio por cada amperio de corriente eléctrica, es decir que ($1\,\Omega = 1\,V/A$).

Depende de factores como:

Figura 78

Factores que afectan la resistencia



Nota. Martínez, J., 2025.

Por ejemplo, la resistividad de varios materiales se presenta a continuación en la tabla 5. Los materiales con mayor resistividad son malos conductores, mientras que los que tienen menor resistividad son mejores conductores.

Tabla 5

Resistividad de varios materiales

Material	Tipo	Resistividad ($\Omega \cdot m$)	Aplicación típica
Plata (Ag).	Buen conductor.	1.59×10^{-8}	Contactos eléctricos de alta precisión.
Cobre (Cu).	Buen conductor.	1.68×10^{-8}	Cables eléctricos y electrónicos.
Oro (Au).	Buen conductor.	2.44×10^{-8}	Conexiones en dispositivos electrónicos.
Aluminio (Al).	Buen conductor.	2.82×10^{-8}	Líneas de transmisión eléctrica.
Vidrio.	Mal conductor.	10^{10} a 10^{14}	Aislante en torres eléctricas.
Caucho (natural).	Mal conductor.	10^{13} a 10^{14}	Recubrimiento de cables.
PVC.	Mal conductor.	10^{14} a 10^{16}	Tubos y aislantes eléctricos.
Diamante.	Mal conductor.	10^{12} a 10^{14}	Aplicaciones de alta temperatura.
Aire (seco).	Mal conductor.	$> 10^{16}$	Aislante natural en interruptores.

Nota. Martínez, J., 2025.

Para el cálculo de la resistencia de un material se debe aplicar la ecuación:

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Donde:

- ρ es la resistividad del material en ohmios x metro $(\Omega \cdot m)$
- L es la longitud del material en metros (m)
- A es la sección transversal del material por donde circula la corriente eléctrica en metros cuadrados m^2.

Si relacionamos las tres magnitudes fundamentales de la electricidad, surge la conocida como Ley de Ohm, donde se establece que la intensidad de corriente eléctrica es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia, y se define en la siguiente ecuación:

$$I = V/R$$

Donde:

- I es la intensidad de corriente eléctrica en amperios (A)
- V es el voltaje aplicado en voltios (V)
- R es la resistencia eléctrica en ohmios (Ω)

A continuación, vamos a realizar unos ejemplos de cálculo:

Ejemplo 1. Un alambre de cobre de 100 m de longitud y 0.5 mm^2 de área transversal tiene una resistividad de 1.68×10−8 Ω·m. Calcule su resistencia.

$$R = \rho\frac{L}{A} = 1.68 \times 10^{-8}\Omega \cdot m \cdot \frac{100 \text{ m}}{0.5 \text{ mm}^2 \times \frac{1 \text{ m}^2}{1000000 \text{ mm}^2}} = 3.36\Omega$$

Es decir, el alambre de cobre tiene una resistencia de 3.36 ohmios. La baja resistencia confirma que el cobre es un excelente conductor, ideal para cables eléctricos.

Ejemplo 2. Un circuito eléctrico simple está compuesto por una batería de **9 V** conectado a una resistencia desconocida. Al medir la corriente que circula por el circuito, se obtiene un valor de **0.3 A**. Calcule la resistencia conectada.

Para encontrar la resistencia debemos aplicar la ley de Ohm, y despejar la resistencia R:

$$R = V/I = 9\,V/0.3\,A = 30\,\Omega$$

En este caso, la resistencia es de 30 ohmios.

Para una explicación más detallada, le recomiendo acceder al video: ¿Qué es la Resistencia Eléctrica? Deberá identificar las características físicas de la resistencia y su efecto en la transmisión de la electricidad.

4.9. Magnetismo

¿Alguna vez se ha preguntado qué fuerza invisible hace que un imán se pegue a su refrigerador o cómo una brújula sabe siempre apuntar al norte? El magnetismo es como un lenguaje secreto de la naturaleza, donde los materiales se atraen o repelen sin siquiera tocarse. Desde los antiguos griegos que jugaban con piedras magnéticas hasta los modernos trenes que levitan, esta misteriosa fuerza ha fascinado a la humanidad. No solo mantiene sus notas en la nevera, sino que también hace posible que funcionen sus audífonos, su teléfono y hasta los enormes generadores de electricidad. ¡El magnetismo es el superpoder silencioso del universo!

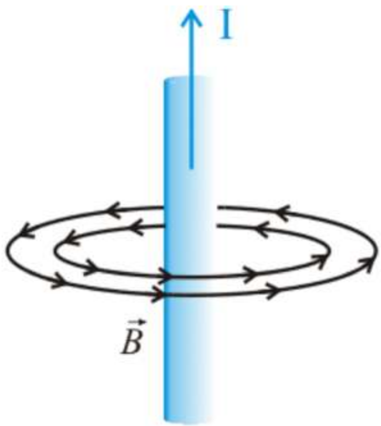
El magnetismo es un fenómeno físico por el cual ciertos materiales ejercen fuerzas de atracción o repulsión sobre otros, generadas por el movimiento de cargas eléctricas (electrones). Se manifiesta a través de campos magnéticos, regiones del espacio donde estas fuerzas actúan, originadas por:

- Imanes permanentes (*dominios magnéticos alineados*).
- Corrientes eléctricas (*Ley de Ampère*).
- Partículas subatómicas (*espín electrónico*).

Cuando por un cable circula una corriente eléctrica a su alrededor, se produce un campo magnético (B) variable en el tiempo, como se puede observar en la figura a 79.

Figura 79

Campo magnético alrededor de un conductor con corriente eléctrica



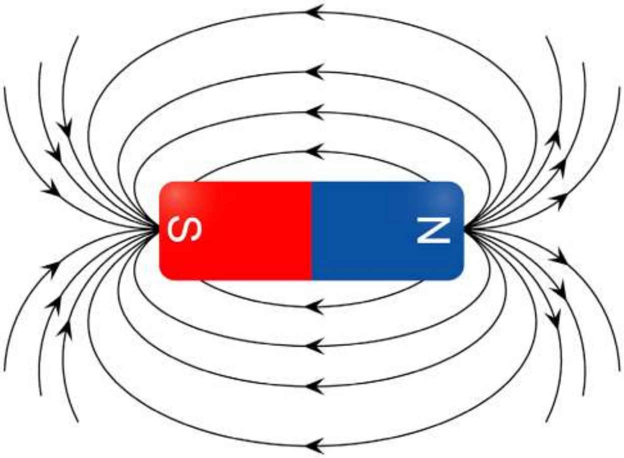
Nota. Tomado de *Campo Magnético Alrededor De Un Conductor: Conceptos Básicos Y Usos* [Ilustración], por Electropreguntas, s.f., Electropreguntas.com, CC BY 4.0.

También existen magnetos o imanes permanentes como los que usamos para pegar adornos en el refrigerador, estos generan un campo magnético entre su polo norte y polo sur, a diferencia de las cargas eléctricas, estos no pueden existir de manera aislada. Al igual que en el campo eléctrico, se generan líneas de campo magnéticos entre estos polos, como lo puede observar en la figura 80.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Figura 80

Líneas de campo magnético de un magneto permanente



Nota. Tomado de *Magnetic Effects of Electric Current Class 10th Notes* [Ilustración], por Vishal kumar, 2025, Carreers360, CC BY 4.0.

Para medir el campo magnético se usan algunas magnitudes, como, por ejemplo:

- **Intensidad de Campo Magnético (H):** describe la capacidad de un campo magnético para magnetizar un material, independientemente del medio. Representa la "fuerza magnetizante" generada por corrientes eléctricas o imanes. Su unidad de medida es el A/m en el sistema internacional SI.

- **Densidad de Flujo Magnético (B):** también llamada "inducción magnética", mide la concentración de líneas de campo magnético por unidad de área en un material. Depende del medio (permeabilidad magnética, μ). Su unidad es el Tesla (T). La densidad de flujo magnético se puede calcular utilizando la ecuación:

$$B = \mu \cdot H$$

Índice | I Bimestre | II Bimestre | Solucionario | Referencias

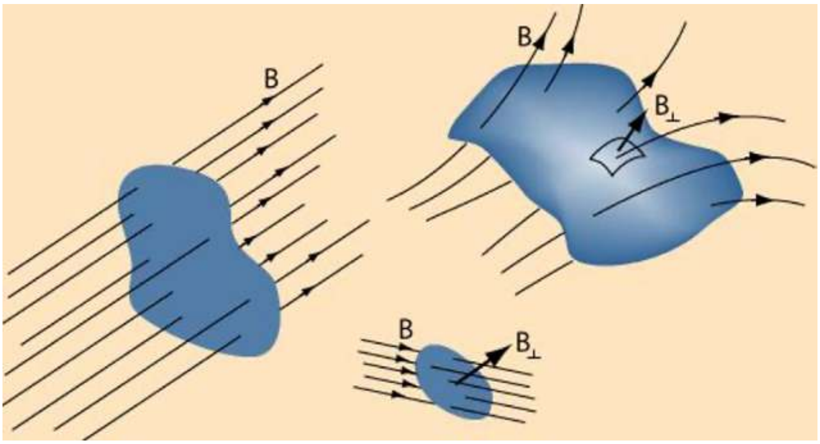
Donde:

- μ es la permeabilidad magnética del material $(\mu = \mu_r \cdot \mu_0)$, donde μ_r es la permeabilidad relativa del medio y $\mu_0 = 4 \cdot \pi \times 10^{-7}\, T.m/A$ que es la permeabilidad magnética del vacío.
- H es la intensidad del campo magnético en A.m

- **Flujo Magnético (Φ):** cuantifica el total de líneas de campo magnético que atraviesan una superficie, como se observa en la figura 81. Es análogo al caudal en un fluido. Su unidad de medida es el Webber (Wb), que se define como: $1\, Wb = 1\, T.m^2$.

Figura 81

Visualización del flujo magnético a través de una superficie



Nota. Tomado de *Flujo magnético* [Ilustración], por Gabriel jc.hlg, 2014, EcuRed, CC BY 4.0.

Matemáticamente, se define como:

$$\Phi = \vec{B} \cdot \vec{A} = |B| \cdot |A| \cdot cos\theta$$

Donde:

- **|B|**: Densidad de flujo magnético (en teslas, T).
- **|A|**: Área de la superficie (en metros cuadrados, m^2).
- θ: Ángulo entre el vector campo magnético (*B*) y la **normal** (perpendicular) a la superficie.

A continuación, vamos a realizar un ejemplo:

Ejemplo: cálculo de magnitudes magnéticas

En una ubicación, donde el campo magnético terrestre tiene una intensidad de campo $H = 40\,A/m$ y una densidad de flujo $B = 50\,\mu T$, una ventana de vidrio de 1 m^2 está orientada perpendicularmente a las líneas del campo.

1. Calcule la permeabilidad magnética (μ) del aire en esa región.
2. Determine el flujo magnético (Φ) a través de la ventana.

1. Permeabilidad magnética (μ)

$$\mu = \frac{B}{H} = \frac{50 \times 10^{-6}\,T}{40\,A/m} = 1.25 \times 10^{-}6\,T.m/A$$

La permeabilidad del aire es muy cercana a la del vacío.

2. Flujo magnético (Φ)

$$\Phi = B \cdot A \cdot \cos\theta = \left(50 \times 10^{-6}\ \mathrm{T}\right) \cdot \left(1\ \mathrm{m}^2\right) \cdot \cos 0^\circ = 50\mu\ \mathrm{Wb}$$

Interpretación: como la ventana está **perpendicular** al campo (θ=0°), el flujo es máximo.

¡Felicidades, concluimos la unidad 4! Para poner en práctica los conceptos estudiados esta semana, le invito a resolver el siguiente juego de relacionar.

Quiz - Electricidad, Ley de Ohm y Magnetismo

Actividades de aprendizaje recomendadas

Para repasar los contenidos de la semana 15, centrados en cargas eléctricas, corriente, voltaje, resistencia y la Ley de Ohm, le propongo las siguientes actividades:

1. **Análisis de un cable conductor**

   Problema:

   Considere un cable de cobre de 20 m de longitud (L) y 1.5 mm^2 de área transversal (A) conectado a una fuente de voltaje de 12 V. La resistividad del cobre es aproximadamente $\rho = 1.68 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$.

   Resuelva lo siguiente aplicando los principios estudiados en la semana 15:

   a. Calcula la resistencia eléctrica (R) del cable de cobre. Recuerde convertir el área transversal a metros cuadrados.
   b. Determina la intensidad de corriente (I) que circula por el cable, utilizando la Ley de Ohm.

2. **Preguntas de reflexión:**

   Una vez completada la actividad, reflexione sobre los siguientes puntos:

   a. Basado en la fórmula de resistencia, ¿cómo esperaría que cambiara la resistencia (R) si utilizara un cable de cobre del doble de longitud? ¿Y si utilizara un cable de cobre con el doble de área transversal?

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

b. Según la Ley de Ohm, si la resistencia (R) del cable se mantuviera constante, pero la fuente de voltaje (V) se redujera a la mitad (6 V), ¿qué le ocurriría a la intensidad de corriente (I) que circula por el cable?

c. ¿Dónde son relevantes los conceptos de resistencia, voltaje e intensidad de corriente en el contexto del diseño o mantenimiento de infraestructuras de red física (por ejemplo, cables de red, equipos de alimentación)? Describa brevemente una situación.

Nota. Por favor, complete las actividades en un cuaderno o documento Word.

3. Lo invito a revisar el siguiente simulador en el que podrá practicar en un Laboratorio electromagnético de Faraday.

Espero que estas actividades le sean útiles para consolidar su comprensión de los conceptos electromagnéticos de la semana 15.

4. Una vez culminado el estudio de la unidad 4, le invito a probar sus conocimientos adquiridos en la autoevaluación:

Autoevaluación 4

1. ¿Quién formuló las ecuaciones que unifican la electricidad, el magnetismo y la luz?

    a. Charles Coulomb.
    b. Michael Faraday.
    c. James Clerk Maxwell.
    d. Alessandro Volta.

2. La fuerza electrostática entre dos cargas del mismo signo es de atracción.

    a. Verdadero.
    b. Falso.

3. Si dos cargas de +4 nC y -6 nC están separadas por 3 cm, ¿cuál es la magnitud de la fuerza entre ellas?

    a. 7.2×10^{-4} N
    b. 2.4×10^{-4} N
    c. 1.2×10^{-3} N
    d. 4.8×10^{-5} N

4. ¿Cuál de las siguientes magnitudes es escalar?

    a. Campo eléctrico.
    b. Potencial eléctrico.
    c. Fuerza electrostática.
    d. Densidad de flujo magnético.

5. ¿Qué científico demostró experimentalmente la relación entre electricidad y magnetismo al observar una brújula cerca de un cable electrizado?

   a. Benjamin Franklin.) Hans Christian Ørsted.
   b. Georg Simon Ohm.
   c. Nikola Tesla.

6. En un material dieléctrico, los electrones de valencia se mueven libremente al aplicar un campo eléctrico.

   a. Verdadero.
   b. Falso.

7. Un cable de cobre de 50 m de longitud y 2 mm^2 de área transversal tiene una resistividad de $1.68 \times 10^{-8}\,\Omega\cdot m$ ¿Cuál es su resistencia?

   a. $0.42\,\Omega$
   b. $4.2\,\Omega$
   c. $0.042\,\Omega$
   d. $42\,\Omega$

8. ¿Qué tipo de materiales tienen un "hueco de energía" (band gap) significativo entre la banda de valencia y conducción?

   a. Conductores.
   b. Semiconductores.
   c. Dieléctricos.
   d. Superconductores.

9. ¿Qué unidad se utiliza para medir el flujo magnético?

   a. Tesla.
   b. Weber.
   c. Amperio.
   d. Ohm.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

10. En un circuito, si el voltaje se duplica y la resistencia se mantiene constante, la corriente también se duplica.

    a. Verdadero.
    b. Falso.

Ir al solucionario

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Semana 16

Actividades finales del bimestre

¡Felicidades, ha finalizado con éxito el estudio del segundo bimestre!

Para consolidar los conocimientos adquiridos durante las semanas 9 a la 15, lo invito a revisar la siguiente presentación interactiva que resume los contenidos estudiados.

Repaso segundo bimestre

Actividad de aprendizaje recomendada

Es hora de reforzar los conocimientos adquiridos resolviendo la siguiente actividad:

Hemos llegado al final de la materia, y es hora de demostrar lo aprendido y prepararse para la evaluación bimestral. Para repasar eficazmente los contenidos cubiertos desde la semana 9 hasta la semana 15 de la asignatura Física Universitaria, que abarcan temas de mecánica, movimiento Ondulatorio y los inicios de electricidad y magnetismo, le propongo la siguiente estrategia de estudio concisa:

Estrategia de estudio (semanas 9 a 15)

1. Para cada semana (9 a 15), repase los títulos y subtítulos de los contenidos indicados en la guía didáctica. Identifique los conceptos centrales (ej. Leyes de Newton, Energía Cinética, Movimiento Armónico Simple, Refracción de Ondas, Ley de Coulomb, Ley de Ohm) y las ecuaciones fundamentales asociadas.

Índice I Bimestre II Bimestre Solucionario Referencias

2. Vuelva a consultar los recursos de aprendizaje proporcionados para cada semana, como las cápsulas videográficas y lecturas seleccionadas. Concéntrese en la explicación conceptual y en los ejemplos resueltos.

3. Resuelva las actividades y ejercicios recomendados que se plantean semanalmente (ej. ejercicios de conversión de unidades, problemas de vectores, análisis de circuitos simples).

4. Revise las preguntas de reflexión planteadas al final de las actividades. Piense en la relevancia de estos conceptos en su campo de estudio, como se sugiere en las problemáticas abordadas por la asignatura.

Esta estrategia le permitirá consolidar tanto la base teórica como la aplicación práctica de los principios físicos estudiados en este periodo. ¡Mucha suerte!

4. Solucionario

Autoevaluación 1		
Pregunta	**Respuesta**	**Retroalimentación**
1	c	La notación científica requiere un coeficiente entre 1 y 10. 0.0000075=7.5×10^{-6}.
2	F	El prefijo "micro" corresponde a 10^{-6}. "nano" es 10^{-9}.
3	a	La magnitud se calcula como $\sqrt{4^2+3^2}=5$
4	a, c, e	Las magnitudes fundamentales del SI son longitud (m), masa (kg), tiempo (s), temperatura (K), corriente (A), cantidad de sustancia (mol) e intensidad luminosa (cd).
5	b	4500 mm=4500×10−3 m=4.5 m.
6	V	Si θ=90, cos(90°)=0, por lo que $\vec{A}\cdot\vec{B}=0$.
7	a	$x=6.40cos(51.34°)\approx 4,\ y=6.40sin(51.34°)\approx 5$.
8	c	Las coordenadas cilíndricas (r,θ,z) son ideales para simetría axial, como tuberías.
9	a	Se debe usar la ecuación del producto vectorial para encontrar la solución $\vec{A}\times\vec{B}=(A_yB_z-A_zB_y)\hat{\imath}-(A_xB_z-A_zB_x)\hat{\jmath}+(A_xB_y-A_yB_x)\hat{k}$
10	V	La velocidad de la luz en el vacío es $2.99792458\times10^8\ m/s$.

Ir a la autoevaluación

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Autoevaluación 2		
Pregunta	**Respuesta**	**Retroalimentación**
1	b	La primera ley de Newton establece que un objeto mantiene su estado de movimiento (reposo o velocidad constante) a menos que una fuerza externa actúe sobre él.
2	V	En el MRU, la velocidad es constante, por lo que la aceleración es cero.
3	b	Una aceleración negativa indica desaceleración (disminución de la velocidad).
4	a y b	En el movimiento parabólico, la velocidad horizontal es constante (MRU), y la vertical cambia por la gravedad (MRUA).
5	b	La fuerza centrípeta dirige el objeto hacia el centro de la trayectoria circular.
6	F	La energía cinética depende de la masa y la velocidad al cuadrado.
7	b	En el punto más alto, la velocidad es cero, pero la aceleración gravitacional ($-9.81\,m/s^2$) sigue actuando.
8	1-a, 2-b, 3-c	▪ Fuerza: Newton (N). ▪ Trabajo: Joule (J). ▪ Potencia: Watt (W).
9	a	La primera ley de la termodinámica enuncia la conservación de la energía.
10	V	la aceleración en un plano inclinado ($a=g \cdot \sin\theta$) siempre es menor que g.

Ir a la autoevaluación

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Autoevaluación 3		
Pregunta	**Respuesta**	**Retroalimentación**
1	b	La fuerza restauradora en el MAS sigue la Ley de Hooke, donde F es proporcional al desplazamiento x y opuesta en dirección (signo negativo).
2	F	la fórmula correcta es $\omega = \sqrt{k/m}$. El error está en la inversión de masa y constante elástica.
3	c	Los nodos son posiciones fijas donde la interferencia destructiva anula el movimiento (sin(kx)=0).
4	b	La frecuencia permanece constante, pero la velocidad y longitud de onda cambian según el medio ($v=\lambda \cdot f$).
5	b	Las ondas mecánicas (sonido, olas) necesitan un medio, mientras que las electromagnéticas no.
6	V	Cuando $\varphi=\pi$, las crestas coinciden con valles, resultando en amplitud cero.
7	b	$v = \lambda \cdot f = 3\,m \cdot 2\,Hz = 6\,m/s$.
8	b	Las ondas longitudinales tienen vibración paralela a la dirección de propagación (ej. sonido).
9	a	$\omega = \sqrt{k/m} = \sqrt{100/0.25} = 20\,rad/s$
10	V	Es el primer principio de la reflexión ($\theta i = \theta r$).

Ir a la autoevaluación

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

Autoevaluación 4		
Pregunta	**Respuesta**	**Retroalimentación**
1	c	Maxwell formuló las ecuaciones que unificaron la electricidad y el magnetismo, fundamentales para la teoría electromagnética.
2	b	Las cargas del mismo signo se repelen, según la Ley de Coulomb.
3	a	Aplicando la Ley de Coulomb, la fuerza es atractiva (signos opuestos) y su magnitud se calcula con la ecuación de la ley de Coulomb.
4	b	El potencial es escalar, mientras que el campo eléctrico, fuerza y densidad de flujo son vectoriales.
5	b	Ørsted demostró la conexión entre electricidad y magnetismo al observar la desviación de una brújula cerca de un cable con corriente.
6	b	En dieléctricos, los electrones no son libres; solo se polarizan bajo un campo eléctrico.
7	a	La resistencia se calcula con $R=\rho L/A$, donde ρ es la resistividad.
8	c	Los dieléctricos tienen un “band gap” grande, lo que evita el flujo de electrones libres.
9	b	El flujo magnético (Φ) se mide en Weber (Wb), mientras que la densidad (B) usa Tesla (T).
10	a	Según la Ley de Ohm ($I=V/R$), si V se duplica y R es constante, I también se duplica.

Ir a la autoevaluación

5. Glosario

- **Aceleración:** cambio de velocidad. En cinemática unidimensional, es el cambio de velocidad por unidad de tiempo. Las unidades de aceleración en el Sistema Internacional (SI) son el m/s^2. La aceleración media vectorial se define como el cambio en el vector velocidad dividido por el intervalo de tiempo.

- **Aceleración centrípeta:** una aceleración que experimenta un objeto en movimiento circular, incluso si la magnitud de la velocidad angular permanece constante, debido a que su dirección cambia continuamente. Se define como $a_c = r\omega^2$ o $a_c = \frac{v_t^2}{r}$

- **Amplitud (en MAS):** la máxima distancia que alcanza la proyección de un punto en Movimiento Armónico Simple desde su posición de equilibrio. En una onda armónica, es la máxima distancia que alcanza una partícula del medio desde su posición de equilibrio y está relacionada con la energía transportada.

- **Átomos:** partículas fundamentales que componen toda la materia. Son sistemas complejos compuestos por un núcleo denso (protones y neutrones) rodeado por una nube de electrones en movimiento, organizados en orbitales cuánticos.

- **Campo eléctrico:** un paisaje invisible de colinas y valles que las cargas eléctricas crean en el espacio que las rodea. Se define como la fuerza por unidad de carga que experimentaría una carga de prueba positiva colocada en un punto. Es esencial para entender cómo las cargas influyen en su entorno. Se define por la ecuación $\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q}$ y para una carga puntual Q a distancia r, $\vec{E} = k_e \frac{Q}{r^2}\hat{r}$.

- **Cargas eléctricas:** una propiedad intrínseca de la materia, cuantizada en múltiplos de la carga elemental. Son como los personajes de una obra de teatro cósmica donde protones y electrones se atraen y repelen. La unidad fundamental de carga en el SI es el coulomb (C).
- **Cinemática:** la rama de la física que describe matemáticamente el movimiento de los cuerpos sin considerar las causas que lo producen (fuerzas). Se enfoca en trayectorias, variables clave (posición, velocidad, aceleración) y sistemas de referencia. La cinemática unidimensional estudia cómo los objetos se desplazan a lo largo de una línea recta.
- **Conductores:** materiales que permiten el paso de la electricidad.
- **Conservación de la energía:** un principio fundamental que dice que la energía no se crea ni se destruye, simplemente cambia de forma. Es la base para entender que nada se pierde realmente, aunque el mundo se mueva, cambie y gire.
- **Coordenadas cilíndricas:** un sistema de coordenadas utilizado para analizar estructuras axialmente simétricas. Permite ubicar puntos en el espacio con (r, θ, z). Tienen equivalencia con las coordenadas rectangulares.
- **Coordenadas esféricas:** un sistema de coordenadas ideal para modelar fenómenos radiales como campos electromagnéticos o propagación de ondas. Permite ubicar puntos en el espacio con (r, θ, ϕ). Tienen equivalencia con las coordenadas rectangulares.
- **Coordenadas polares:** un sistema de coordenadas que simplifica problemas circulares. Permite representar puntos en 2D con una distancia radial (r) y un ángulo polar (θ). Tienen equivalencia con las coordenadas rectangulares.

Índice
I Bimestre
II Bimestre
Solucionario
Referencias

- **Coordenadas rectangulares (cartesianas):** el sistema de coordenadas más familiar, ideal para vectores y cálculos básicos. Permite representar puntos en 2D y 3D con ejes perpendiculares (x, y, z).
- **Densidad de Flujo Magnético (B):** también llamada inducción magnética, mide la concentración de líneas de campo magnético por unidad de área en un material. Su unidad es el Tesla (T). Se puede calcular con $B = \mu \cdot H$.
- **Desplazamiento:** un cambio de posición. En una dimensión, es un vector que indica el cambio de posición de un objeto, calculado como la diferencia entre la posición final e inicial ($\Delta x = x_f - x_i$).
- **Dieléctricos (aislantes):** materiales que no conducen la electricidad.
- **Dirección (de un vector):** la orientación del vector en el espacio.
- **Electricidad:** un fenómeno físico originado por el movimiento y la interacción de cargas eléctricas.
- **Energía:** un concepto fundamental y fascinante de la física. No desaparece, solo se transforma. La unidad de energía en el SI es el joule (J).
- **Energía cinética:** la energía asociada al movimiento de un cuerpo. Depende de su masa y de la velocidad al cuadrado. Se define por la ecuación $E_k = \frac{1}{2}mv^2$.
- **Energía potencial:** energía relacionada con la posición o configuración de un objeto. Es la energía almacenada en un objeto debido a su posición o estado.
- **Fase (de una onda):** una medida del estado de oscilación en el que se encuentra una partícula en un instante determinado. Es

esencial para describir la superposición de ondas y el fenómeno de interferencia.

- **Frecuencia (en MCU/MAS/Ondas):** en MCU, se define como el número de vueltas completas que se dan en un periodo de un segundo. En MAS, es el número de oscilaciones completas en un intervalo de tiempo de 1 segundo. En ondas, es el número de ciclos completos que pasan por un punto fijo por unidad de tiempo. Se mide en hertzios (Hz). Es el inverso del periodo ($f = 1/T$).

- **Frecuencia angular (ω):** una magnitud física que describe cuán rápido gira un objeto alrededor de un eje, refiriéndose al cambio de ángulo por unidad de tiempo. Se mide en radianes por segundo (rad/s). En MAS, se relaciona con la constante elástica y la masa por $\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$. Se relaciona con la frecuencia y el periodo por $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$.

- **Fuerza ($\vec{F}$):** una magnitud vectorial que mide la interacción entre cuerpos, capaz de modificar su estado de movimiento (aceleración) o deformarlos. Se caracteriza por su magnitud, dirección y sentido. Su unidad en el SI es el newton (N).

- **Fuerza centrípeta:** una fuerza que actúa sobre un objeto en movimiento circular, definida por $\vec{F_c} = m \cdot \vec{a_c}$.

- **Índice de refracción (n):** se refiere a la relación entre la velocidad de la onda en un medio con respecto a la velocidad de la luz en el vacío. Se define como $n = c/v$. Es adimensional.

- **Intensidad de Campo Magnético (H):** describe la capacidad de un campo magnético para magnetizar un material, independientemente del medio. Representa la "fuerza magnetizante". Su unidad de medida es el A/m en el SI.

- **Intensidad de corriente eléctrica (I):** la cantidad de carga que pasa por un conductor en un determinado tiempo. Es el movimiento ordenado de portadores de carga bajo la influencia de un campo eléctrico. Su unidad de medida en el SI es el Amperio (A). Se calcula con $I = \frac{Q}{t}$.
- **Leyes de la termodinámica:** reglas simples pero profundas que rigen cómo la energía se transforma y se conserva en los sistemas físicos. La primera ley dice que la energía no se crea ni se destruye, solo se transforma. La tercera ley enuncia que al alcanzar el cero absoluto, la entropía de un sistema puro tiende a cero.
- **Leyes de Newton:** tres reglas fundamentales que gobiernan todo movimiento en el universo. Son la base que rige el movimiento.
    - **Primera Ley (Ley de Inercia):** explica por qué los objetos mantienen su estado de reposo o movimiento a menos que una fuerza actúe sobre ellos. Los objetos odian cambiar su estado.
    - **Segunda Ley:** relaciona fuerza, masa y aceleración. Permite calcular cómo se mueven los objetos cuando se aplican fuerzas. Se define por $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$.
    - **Tercera Ley (principio de Acción-Reacción):** clave para analizar interacciones. En física, cada acción tiene su reacción. La magnitud de las fuerzas de acción y reacción es igual, y la dirección opuesta.
- **Ley de Coulomb:** cuantifica la fuerza entre cargas. Establece que la fuerza entre dos cargas puntuales es directamente proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa. La magnitud de la fuerza electrostática se define como $|\vec{F}| = k_e \frac{|q_1 q_2|}{r^2}$.

- **Ley de Ohm:** relaciona la intensidad de corriente eléctrica, el voltaje y la resistencia. Establece que la intensidad de corriente eléctrica es directamente proporcional al voltaje e inversamente proporcional a la resistencia. Se define como $I = \frac{V}{R}$.

- **Ley de Reflexión:** la ley que rige la reflexión de ondas, donde el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión ($\theta_i = \theta_r$)

- **Ley de Snell (Refracción):** rige la refracción de ondas cuando atraviesan la interfaz entre dos medios con índices de refracción distintos. Se define por $n_1 \sin(\theta_1) = n_2 \sin(\theta_2)$.

- **Longitud de onda (λ):** la distancia mínima entre dos puntos en fase dentro de la onda. Representa la extensión espacial de un ciclo completo. Se mide en metros (m). Se relaciona con la velocidad de propagación y la frecuencia por $\lambda = \frac{v}{f}$.

- **Magnitud (módulo) (de un vector):** el tamaño o longitud del vector. Se calcula como $|\vec{A}| = \sqrt{A_x^2 + A_y^2}$ para 2D y $|\vec{B}| = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$ para 3D.

- **Magnitudes básicas de la electricidad:** los tres conceptos principales que hacen funcionar los dispositivos eléctricos: intensidad de corriente, voltaje y resistencia.

- **Magnitudes del SI:** el Sistema Internacional de Unidades (SI) define siete magnitudes fundamentales (longitud, masa, tiempo, temperatura, intensidad de corriente, cantidad de sustancia e intensidad luminosa) a partir de las cuales se derivan muchas otras.

- **Magnitudes escalares (escalar):** cantidades físicas que solo tienen magnitud, sin dirección (como la temperatura o la masa).

- **Magnitudes vectoriales:** cantidades físicas que poseen dirección, sentido y módulo. Se representan mediante vectores. Ejemplos incluyen fuerzas, velocidades o campos electromagnéticos.

- **Magnetismo:** un fenómeno donde los materiales se atraen o repelen sin siquiera tocarse.
- **Materia:** todo aquello que tiene masa y ocupa un lugar en el espacio y es capaz de interactuar con la gravedad. Está compuesta por átomos.
- **Método analítico (Componentes rectangulares):** un método preciso para sumar vectores que descompone cada vector en sus componentes horizontales y verticales (o en x, y, z) para realizar operaciones algebraicas.
- **Método del paralelogramo:** un método gráfico para sumar dos vectores, trazando líneas paralelas a cada vector desde la punta del otro; el vector resultante es la diagonal desde el origen.
- **Método del polígono:** un método gráfico para sumar múltiples vectores, conectando el origen de un vector a la punta del anterior; el vector resultante va desde el origen del primero hasta la punta del último. También conocido como método del triángulo.
- **Movimiento:** cómo cambia la posición de los cuerpos en el espacio y el tiempo. Se rige por las leyes de Newton en el mundo macroscópico.
- **Movimiento circular:** movimiento caracterizado por parámetros como velocidad angular, tangencial y aceleración centrípeta, donde se aplican las leyes de Newton.
- **Movimiento en dos dimensiones:** movimiento que combina componentes en dos direcciones, como en el movimiento parabólico.
- **Movimiento oscilatorio:** movimientos que van y vienen, repitiéndose con ritmo, donde los sistemas tienden a balancearse alrededor de un punto de equilibrio.

- **Movimiento parabólico:** un tipo de movimiento en dos dimensiones que combina un MRU en la dirección horizontal con un MRUA en la vertical. Es fundamental para comprender las trayectorias como las de proyectiles.

- **Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU):** movimiento de objetos que se desplazan con velocidad constante a lo largo de una línea recta. Ni acelera ni frena.

- **Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado (MRUA) (o variado):** Movimiento con aceleración constante a lo largo de una trayectoria rectilínea. Se describe mediante ecuaciones fundamentales de la cinemática. La velocidad en función del tiempo se define como $v(t) = v_0 + a \cdot t$.

- **Notación científica:** una forma elegante y compacta de expresar números muy grandes o pequeños. Utiliza potencias de base 10. Permite manejar números grandes o pequeños sin perderse en una maraña de ceros.

- **Número de onda (k):** describe cuántas ondas caben en una unidad de longitud, midiendo la densidad espacial de ciclos de una onda. Se relaciona con la longitud de onda por $k = \frac{2\pi}{\lambda}$.

- **Ondas:** una perturbación que se propaga a través del espacio o un medio transportando energía, pero sin transportar materia. Las partículas del medio vibran alrededor de sus posiciones de equilibrio.

    - **Ondas estacionarias:** parecen “fijas” en el espacio; resultado de la superposición de dos ondas que se propagan en sentidos opuestos. Tienen puntos que nunca se mueven (nodos) y otros con máxima amplitud (antinodos).

- **Ondas longitudinales:** las partículas del medio vibran en la misma dirección en que se propaga la onda. Ejemplo: ondas sonoras en el aire.

- **Ondas mecánicas:** requieren un medio material para propagarse. Ejemplo: sonido.

- **Ondas transversales:** las partículas del medio vibran perpendicularmente a la dirección de propagación de la onda. Ejemplo: ondas en una cuerda, ondas electromagnéticas.

- **Ondas viajeras:** se propagan continuamente en una dirección.

- **Periodo (T):** el tiempo en que un objeto o partícula da una vuelta completa en movimiento circular (recorre 2π radianes). En MAS, es el tiempo en que se demora el cuerpo en partir de una posición inicial y regresar a esta (una oscilación completa). En ondas, es el tiempo en segundos que tarda una partícula del medio en realizar una oscilación completa. Es el inverso de la frecuencia ($T = 1/f$).

- **Posición:** dónde está un objeto. Es la ubicación de un objeto en el espacio en un instante de tiempo determinado, respecto a un punto de referencia. Se representa matemáticamente con vectores. En MAS, la posición en función del tiempo se define como $x(t) = A\cos(\omega t + \phi)$.

- **Potencia (P):** mide la rapidez con la que se realiza el trabajo. Es cuánta energía se transfiere por unidad de tiempo. Su unidad de medida en el SI es el watt o vatio (W). Se puede calcular con $P = \frac{W}{t}$.

- **Potencial eléctrico (V):** como la altura en un paisaje creado por las cargas. Mide el trabajo necesario para mover una carga eléctrica entre dos puntos en un campo eléctrico. Representa la energía potencial por unidad de carga. Su unidad de medida en el SI es el

Voltio (V). Se define con la ecuación $V = \frac{W}{q}$ y para una carga puntual Q a distancia r, $V = k_e \frac{Q}{r}$.

- **Prefijos y sufijos del SI:** elementos que ayudan a expresar cantidades muy grandes o pequeñas de manera compacta dentro del Sistema Internacional de Unidades (SI), como "kilo" para "mil" o "micro" para una millonésima.

- **Principio de superposición:** explica cómo las ondas pueden combinarse al encontrarse. Permite entender la interferencia constructiva y destructiva. En el caso de ondas estacionarias, es el resultado de la superposición de dos ondas viajeras.

- **Producto escalar (Producto punto):** una operación vectorial que mide cuánto de un vector se proyecta sobre otro. Permite calcular proyecciones y ángulos entre vectores. Para vectores 2D $\vec{A} = (A_x, A_y)$ y $\vec{B} = (B_x, B_y)$, se define como $\vec{A} \cdot \vec{B} = A_x B_x + A_y B_y$. También se define como $\vec{A} \cdot \vec{B} = |\vec{A}||\vec{B}| \cos(\theta)$. Se usa para calcular el trabajo realizado por una fuerza.

- **Producto vectorial:** una operación vectorial clave para describir torques, campos magnéticos y fenómenos rotacionales. Permite calcular magnitudes perpendiculares y áreas vectoriales. Para vectores $\vec{A}$ y $\vec{B}$, la magnitud se define como $|\vec{A} \times \vec{B}| = |\vec{A}||\vec{B}| \sin\theta$. Las componentes se pueden calcular mediante la forma matricial o expandida

- **Refracción de ondas:** el fenómeno que ocurre cuando una onda cambia de dirección y velocidad al pasar de un medio a otro con diferentes propiedades. Se rige por la Ley de Snell.

- **Resistencia eléctrica (R):** la oposición que presenta un material al paso de la corriente eléctrica, debida a colisiones entre los electrones libres y la estructura atómica del material. Su unidad de medida es el ohmio (Ω). Depende de la naturaleza del material (resistividad), la geometría (longitud y área transversal) y la temperatura. Para un material, se calcula con $R = \rho \frac{L}{A}$.

- **Sentido (de un vector):** la forma en que el vector apunta a lo largo de su dirección. Viene dado por el signo (+ o –).
- **Sistemas de coordenadas:** mapas matemáticos que nos permiten ubicar puntos en diferentes dimensiones. Son esenciales para describir la posición de un objeto en el espacio.
- **Trabajo (W):** aplicar una fuerza que provoca un desplazamiento. No es solo esfuerzo, sino aplicar una fuerza que provoca un desplazamiento. Se define matemáticamente para una fuerza constante como $W = |\vec{F}| \cdot |\vec{d}| \cos(\theta)$. La unidad en el SI es el joule (J).
- **Trayectorias:** el camino continuo que describe un cuerpo en movimiento respecto a un sistema de referencia. Pueden ser rectilíneas, parabólicas, circulares.
- **Unidades del SI:** el lenguaje universal que permite comunicar magnitudes de manera precisa y sin ambigüedades. Define unidades base para magnitudes fundamentales.
- **Vectores:** herramientas matemáticas esenciales para representar magnitudes físicas que poseen dirección, sentido y módulo. Son entidades matemáticas que representan una cantidad física que tiene tanto magnitud como dirección. Fundamentales para describir fuerzas, velocidades, aceleraciones.
- **Velocidad ($\vec{v}$):** rapidez con dirección. Una forma de describir qué tan rápido cambia su posición respecto al tiempo y en qué dirección. Es una magnitud vectorial. La velocidad media vectorial se define como el desplazamiento dividido por el tiempo ($\overrightarrow{v_{avg}} = \frac{\Delta\vec{r}}{\Delta t}$).

- **Velocidad de propagación (v):** la velocidad con la que la perturbación (onda) avanza a lo largo del medio. Se expresa en metros por segundo (m/s). Se relaciona con la frecuencia y la longitud de onda por $v = \lambda f$.

- **Velocidad tangencial (v_t):** la magnitud que indica qué tan rápido se mueve un objeto a lo largo de una trayectoria circular. Su dirección es siempre tangente al círculo en cada punto del movimiento.

6. Referencias bibliográficas

Arenas, F. C. (2020). *Física universitaria*. Jorge Sarmiento Editor - Universitas. https://elibro.net/es/lc/bibliotecautpl/titulos/174517

Catala, J. D. (2016). *Electrostática*. Editorial Tebar Flores. https://elibro.net/es/lc/bibliotecautpl/titulos/100543

Gómez, N., & Tejada, L. (2020). *Física general*. Universidad Abierta para Adultos (UAPA). https://elibro.net/es/lc/bibliotecautpl/titulos/175894

Jiménez, J. A., & Gutiérrez, C. del C. (2015). *Termodinámica*. Grupo Editorial Patria. https://elibro.net/es/lc/bibliotecautpl/titulos/39466

Newton, I., & García, E. R. (2011). *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Alianza. https://books.google.com.ec/books?id=5LDpSgAACAAJ

Pérez, H. (2016). *Física general*. Grupo Editorial Patria. https://elibro.net/es/lc/bibliotecautpl/titulos/40438

Sadiku, M. N. O., & González, E. C. M. (2003). *Elementos Del Electromagnetismo*. Reverté. https://books.google.com.ec/books?id=BaX1PAAACAAJ