



# DIVISIÓN DE CIENCIAS EXACTAS INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

## INGENIERÍA EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

3ER. SEMESTRE

UNIDAD DIDÁCTICA:  
FÍSICA

UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

CLAVE  
13142313

UNIVERSIDAD ABIERTA Y A DISTANCIA DE MÉXICO





# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

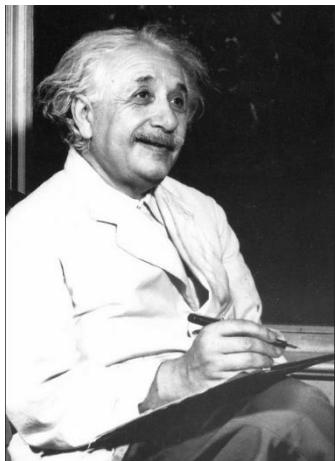
### ÍNDICE

PRESENTACIÓN.....	3
COMPETENCIA ESPECÍFICA.....	3
1.1 ¿QUÉ ES LA FÍSICA?.....	4
1.1.1 DEFINICIÓN DE FÍSICA .....	6
1.1.2 FÍSICA Y SU RELACIÓN CON OTRAS DISCIPLINAS .....	7
1.1.3 EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA FÍSICA EN INGENIERÍA .....	8
1.2 UNIDADES Y MAGNITUDES FÍSICAS .....	14
1.2.1 DEFINICIÓN DE UNIDADES Y MAGNITUDES FÍSICAS.....	16
1.2.2 SISTEMAS DE MEDICIÓN.....	17
1.2.3 CONVERSIÓN DE UNIDADES .....	20
1.3 HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS .....	21
1.3.1 VECTORES Y ESCALARES.....	23
1.3.2 PROPIEDADES Y OPERACIONES CON VECTORES .....	26
CIERRE DE LA UNIDAD .....	37
FUENTES DE CONSULTA.....	38

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

### PRESENTACIÓN



*"Aprende del pasado, vive el presente, sueña con el futuro.*

*Lo importante es no dejar de preguntar"*

*Albert Einstein (1879-1955)*

La presente unidad te permitirá dimensionar la importancia de la física y su relación con diversas áreas de conocimiento, en particular, el impacto que ejerce dentro de la ingeniería. Se abordarán conceptos básicos, así como las unidades, magnitudes físicas y herramientas matemáticas que son la base para poder resolver problemas (ya sea de la industria o bien de tu vida cotidiana) que te presentaremos en las siguientes unidades.

### COMPETENCIA ESPECÍFICA

Identifica la aplicación de la física, para comprender los fenómenos de este tipo, que se presentan en la vida cotidiana y laboral, retomando las herramientas matemáticas como un lenguaje.

#### Logros:

- Identificar el campo de acción de la física clásica dentro de la vida cotidiana y en el campo de logística y transporte.
- Establecer las relaciones de los fenómenos observables en la naturaleza con conceptos que los hagan comprensibles.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

### 1.1 ¿QUÉ ES LA FÍSICA?



Física  
Fuente: [Pixabay](#)

Te has preguntado **¿qué es la física?** o **¿para qué sirve?** Existen varios factores por los cuales puede o no atraernos la física, es importante considerar que se trata de una ciencia experimental relacionada con la naturaleza de los asuntos fundamentales, como movimiento, energía, calor o sonido.

En esta unidad se pretende mostrar que la física es la ciencia que podemos tocar, mover o escuchar, entre otras maneras de percibir. Al final, te darás cuenta de que descubrir la física es cuestión de observar nuestro alrededor e identificar los principios físicos que nos permiten construir explicaciones de nuestro mundo; al igual que otras disciplinas, se inició en Grecia y a lo largo de la historia ha tenido gran evolución. Su estudio se divide en dos grandes etapas o períodos históricos:

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA



Esquema 1. Etapas de la física

La clasificación de la física clásica puede variar dependiendo del autor que se consulte, cada una de las clasificaciones te proporcionará los conocimientos necesarios para tu formación integral como ingeniero. Podrás aplicar la física clásica en la optimización de la energía o analizar las diferentes trayectorias existentes para distribuir un producto en tiempo y forma, por mencionar algunos ejemplos.

La física moderna se encarga del estudio de la naturaleza y de la estructura de la materia. Sin embargo, en cuanto más avanzan los conocimientos, los límites entre estas partes resultan más y más complejos e incluso arbitrarios. Por el momento no ahondaremos en el estudio de la física moderna ya que, por su grado requiere de otro curso para detenernos en sus particularidades.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

### 1.1.1 DEFINICIÓN DE FÍSICA

De manera conceptual podemos decir que:

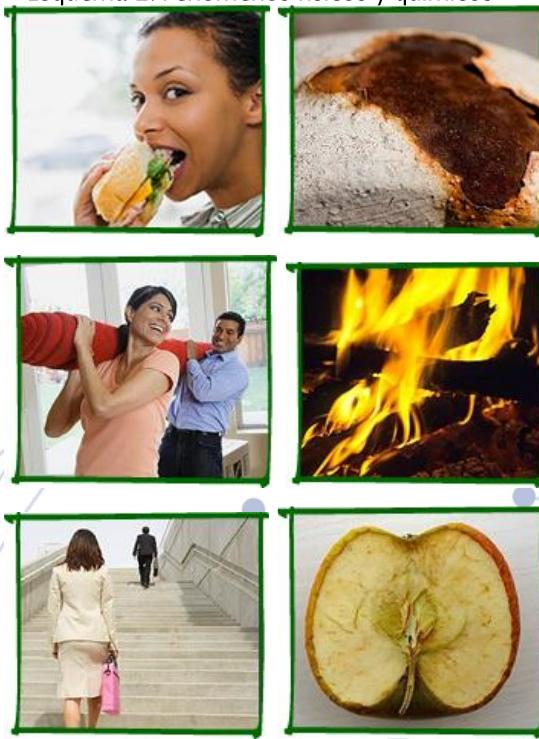
La física es la ciencia que estudia la naturaleza a través del análisis de la materia sin alterar o modificar su estructura molecular, así como su movimiento a través del espacio y tiempo con el fin de entender cómo se comporta el universo.

Antes de continuar, ¿recuerdas qué es un fenómeno?

**Un fenómeno es cualquier cambio que se genera en la naturaleza y existen dos tipos de fenómenos: los físicos y los químicos.**

Observa con atención las siguientes imágenes y reflexiona ¿por qué las que se encuentran a la izquierda son acciones consideradas como un fenómeno físico y las de la derecha son consideradas como un fenómeno químico?

Esquema 2. Fenómenos físicos y químicos



# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

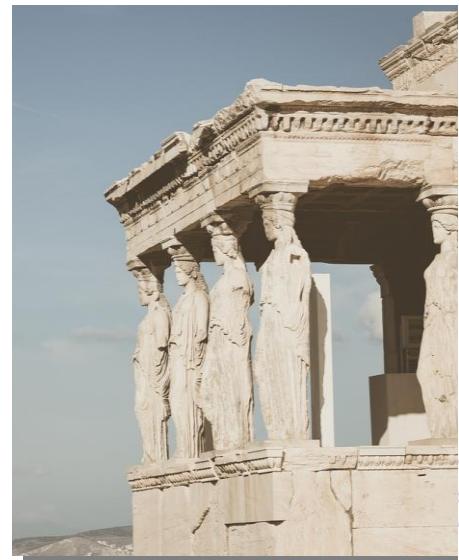
Los fenómenos físicos son aquellos que se producen sin alterar la estructura molecular de la materia, por ejemplo, en las imágenes anteriores pudiste observar un par de personas levantando un objeto, este acto no modifica la estructura del objeto. Por otra parte, los **fenómenos químicos** sí provocan un cambio en la estructura molecular; por ejemplo, la manzana mordida de la imagen, está oxidada, esta reacción altera la estructura de la manzana.

Hay ocasiones en las que es difícil distinguir dichos fenómenos ya que suelen mezclarse, por tales motivos es necesario que observes y recuerdes los principios y las leyes de la física que se presentarán a lo largo del curso.

### 1.1.2 FÍSICA Y SU RELACIÓN CON OTRAS DISCIPLINAS

La física, al igual que otras disciplinas, se inició en Grecia. En esta época no se distinguía entre las actividades científicas y filosóficas, mucho menos entre diferentes tipos de ciencias o distintas ramas de la filosofía tal como se hace en la actualidad, sino que todo el conocimiento se engloba en el término genérico de “filosofía natural”.

¿Alguna vez has estudiado o leído sobre el tema? Gracias al origen de las disciplinas, nos



Grecia  
Fuente: Pixabay

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

percatamos que están intrínsecamente relacionadas y es lo que nos permite comprender nuestro entorno.

Las principales disciplinas con las que tiene una relación directa la física son las siguientes:

Esquema 3. Disciplinas asociadas con la física



- A lo largo de tu formación te percatarás de la importancia de la relación de la física con otras disciplinas. Dicha relación es la base para la ingeniería que se encarga de generar tecnología, que por lo regular es para el uso cotidiano, por ejemplo, la computadora que estas utilizando en este momento.

### 1.1.3 EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LA FÍSICA EN INGENIERÍA

Alguna vez has visto en un taller mecánico que los autos son levantados mediante un artefacto llamado **presa hidráulica**. ¿Cómo es posible que se puedan levantar objetos pesados con cierta facilidad?

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA



Sistema hidráulico  
Fuente: [Public](#)

La respuesta, sin duda alguna, se encuentra en la física y para ser más específicos, en la hidrostática. El principio físico del que se obtiene la prensa hidráulica se llama **Principio de Pascal** y enuncia lo siguiente:

"La presión aplicada a un fluido encerrado se transmite de forma íntegra a todas las partes de él y a las paredes del recipiente donde se encuentra."

El concepto fundamental del Principio de Pascal es el de presión. Para que tengas una idea más clara de lo que significa, lee el siguiente ejemplo:

A todos nos han pisado alguna vez, sin embargo, algunos pisotones duelen más que otros. Estas diferencias pueden ser establecidas por dos factores:



Pisada  
Fuente: [Pixabay](#)

- El peso de la persona

No es lo mismo que nos pise una persona que pesa 50 kg, usando un tenis de cierta medida, a que nos pise otra que pesa 100 kg, usando los mismos tenis y calzando lo mismo, en efecto duele más que nos pise el que pesa 100 kg.

- La clase de zapato utilizado

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Duele más que nos pise una mujer que usa un tacón de aguja, que nos pise la misma mujer con tenis para correr.

En el ejemplo del pisotón existen factores que marcan la diferencia en el dolor que sientes:

Esquema 4. Factores asociados con la fuerza

**Fuerza**

**Área sobre la que se ejerce la fuerza**

**Entre mayor es la fuerza y menor es el área en la que se ejerce la fuerza mayor es el dolor.**

A continuación, se presenta un ejemplo del Principio de Pascal para que estudies la aplicación de la física.

Esquema 5. Ejemplo 1



Una primera aproximación a la idea de presión podría ser, donde  $p$  es la presión ejercida por la fuerza  $F$  sobre el área  $S$ .

Ahora imaginemos un dispositivo como se muestra en la figura.

Esquema 6. Ejemplo 2



$P_A$ : Presión que ejerce el líquido sobre la superficie de todo el contenedor.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Supongamos ahora que aplicamos una fuerza  $F_A$  sobre el líquido del lado izquierdo del contenedor de agua. Si la misma fuerza es aplicada del lado derecho de la presión  $p_A$  será menor. Esto se debe a que el lado izquierdo del contenedor es más angosto que el lado derecho.

Al aplicar una fuerza  $F_A$  del lado izquierdo del contenedor, la presión  $p_A$  según el principio de Pascal, se transmite íntegramente (sólo en caso de imprimírsela a un líquido) a todo el fluido que se quiere levantar (en particular el lado derecho que sostiene el peso del automóvil).

Esquema 7. Ejemplo 3



Por el principio de Pascal, la presión del lado derecho  $p_B$  es igual a la presión del lado izquierdo  $p_A$ , es decir:

$$p_A = \frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B} = p_B$$

Despejando la fuerza que se ejerce sobre el fluido del lado derecho se obtiene:

$$F_B = F_A \frac{S_B}{S_A}$$

La fuerza resultante  $F_B$  es mayor que la fuerza que se aplique del lado izquierdo  $F_A$  debido a que la razón de las áreas  $\frac{S_B}{S_A}$  es mayor a uno.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA



Grua hidráulica  
Fuente: [Pixabay](#)

De esta forma se podría levantar una masa  $M$  que tenga como máximo un peso  $W = F_B$ . Entre mayor sea la masa de lo que queremos levantar, más grande debe ser el cociente  $\frac{S_B}{S_A}$ .

De esta forma es como se levantan grandes masas ( $M$ ) con fuerzas no tan grandes ( $F_A$ ).

### Refrigerador

Uno de los ejemplos más contundentes que muestran que la física está en todas partes, es el refrigerador doméstico. La idea del refrigerador surge de lo que se conoce como máquinas térmicas, que son dispositivos capaces de convertir calor en trabajo, con ayuda de un fluido que trabaja en ciclos termodinámicos.



Refrigerador  
Fuente: [Pixabay](#)

Un ciclo termodinámico de un fluido es la consecución de un cierto número de procesos termodinámicos –es decir, alteraciones físicas realizadas a la sustancia, como aumentar su presión, disminuir su temperatura, cambiar su estado de agregación, etcétera– que tienen como resultado final, el estado en que se encontraba nuestro fluido inicialmente, de ahí la palabra ciclo.

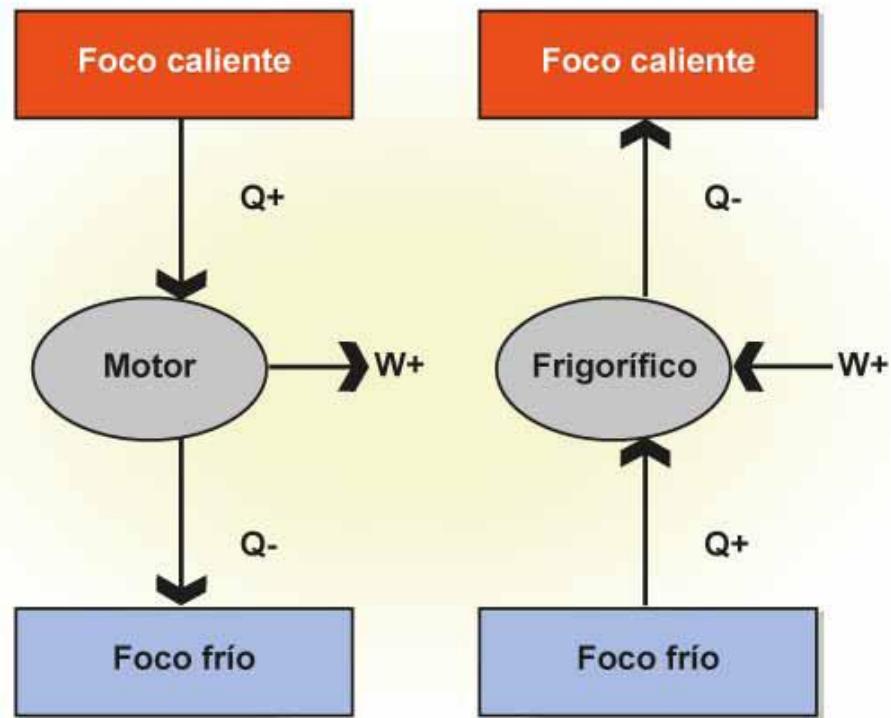
- Gracias a la Segunda ley de la termodinámica, se sabe que no se puede convertir todo el calor suministrado a una máquina térmica en trabajo, sino que

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

siempre habrá un “desperdicio” o residuo que se manifiesta, por lo general, en forma de calor.

Esquema 8. Ejemplo de la Segunda ley de la termodinámica



El diagrama representa cómo el calor de entrada se divide en calor de salida (“desperdicio”) y trabajo (“ganancia” para realizar alguna tarea).

Un refrigerador de uso doméstico funciona como una máquina térmica que invierte la dirección del flujo de calor y el trabajo. Consiste en sacar calor de un reservorio a temperatura menor para introducirlo en el que tiene una temperatura más alta, con ayuda de trabajo externo aplicado al sistema.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

### 1.2 UNIDADES Y MAGNITUDES FÍSICAS

La medición surge de comparar objetos y, específicamente, propiedades que poseen esos objetos.

El gran paso en la historia de la humanidad fue dado al notar que, para comparar cierta propiedad en dos objetos, se podía utilizar un tercero, objeto de referencia, al que ahora se llama medida estándar o unidad de medida. Una característica importante de la medida estándar es que debe tener un valor bien definido y no debe cambiar bajo ninguna circunstancia.



Medición

Fuente: [Pixabay](#)

**Unidad de medida es el valor patrón o de referencia de alguna propiedad física utilizada para medir o comparar objetos o substancias.**

¿Por qué es importante la precisión de las medidas? Pensemos qué pasaría si un doctor prescribe una dosis de medicamento de 5mg y en la receta se escribiera una dosis de 5g, el resultado es que existiría una sobredosis puesto que  $5 \text{ mg} = 0.005 \text{ g}$  y  $5 \text{ g} = 5000 \text{ mg}$ .

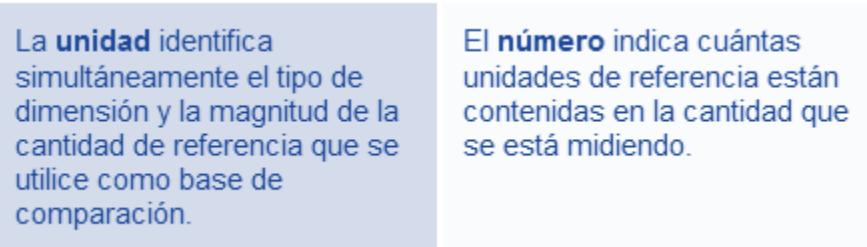
Por lo tanto, las medidas, los instrumentos de medición y los sistemas métricos son muy importantes, ya que nos permiten tener mayor precisión en las determinaciones.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

La mayoría de los cálculos y mediciones en física se refieren a diferentes clases de cantidades, por ejemplo, longitud, masa, densidad, velocidad, etcétera, cada medida incluye tanto un número y una unidad.

Esquema 9. Unidad y número



Atletismo  
Fuente: [Pixabay](#)

Por ejemplo, si una medición de longitud se expresa como 4.3 metros, significa que la longitud medida es 4.3 veces el valor aceptado de la longitud estándar definida como “metro”. Sería muy complicado definir una unidad de medida cada vez que encontramos una propiedad nueva del objeto en cuestión, es por ello que se han definido ciertas propiedades físicas como combinación de otras más simples.

De la misma forma se han definido unidades de medida en función de otras más simples.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

### 1.2.1 DEFINICIÓN DE UNIDADES Y MAGNITUDES FÍSICAS

#### Unidad

Esquema 10. Unidades y magnitudes



Es el valor del patrón o valor de referencia de una cantidad física. Se utiliza para expresar otros valores de la misma cantidad, así como para medir o comparar objetos y substancias.

#### Unidad básica o fundamental

Es la base de los sistemas racionales de medidas. Reúne las características de invariabilidad y reproducción con exactitud.

#### Unidad compuesta

Se obtiene a partir de las unidades básicas o fundamentales que se combinan mediante definiciones, relaciones, fórmulas o ecuaciones para obtener dicha unidad.

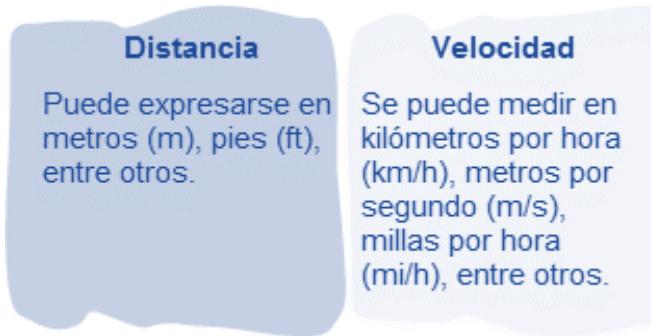
#### Magnitud física

Se compone de un número y una unidad de medida. Ambos son necesarios porque por sí solos, tanto el número como la unidad, no tienen sentido. Se pueden utilizar distintas unidades de medida para referirse a la misma propiedad o cantidad física, cada parámetro físico queda definido indicando cómo se mide. Dependiendo del dispositivo de medición y del sistema de unidades utilizado, cada parámetro o cantidad puede expresarse en unidades diferentes. Por ejemplo:

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Esquema 11. Distancia y velocidad



Sin embargo, siempre que se trate de la misma propiedad física, debe existir alguna relación o fórmula para poder pasar de una unidad de medida a otra.

### 1.2.2 SISTEMAS DE MEDICIÓN

Un sistema de unidades o sistema de medición es el conjunto de unidades básicas establecidas como unidades patrón más las unidades derivadas formadas a partir de las anteriores. En la actualidad se utilizan básicamente los sistemas de unidades siguientes: sistema métrico decimal, sistema internacional, sistema inglés.

Los sistemas de unidades permiten trabajar con unidades coherentes y establecer un lenguaje universal. A continuación, se explican los sistemas de medición más utilizados.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA



Medidas  
Fuente: [Flickr](#)

Sistema métrico decimal, fue implantado durante la Primera Conferencia de Pesos y Medidas realizada en París en 1889, con el propósito de establecer un sistema de unidades único para todo el mundo. Se compone de tres magnitudes básicas: longitud, capacidad y masa.

Sistema Internacional (SI) o MKS. Se compone fundamentalmente de tres unidades: el metro (m) para longitud, el kilogramo (kg) para masa y peso y el segundo (s) para tiempo.



Váscula  
Fuente: [Pixabay](#)

El sistema MKS (metro, kilogramo, segundo) es una extensión del Sistema métrico decimal, se utiliza más en las ciencias. Es utilizado en la mayoría de los países del mundo a excepción de algunos países anglosajones que utilizan el sistema británico (FPS, por sus siglas en inglés).

### Sistema inglés F (foot) P (pound) S (second) o FPS

Se compone de tres unidades básicas: el pie (ft) para longitud, la libra (lb) para masa y peso y el segundo (s) para el tiempo.

Comparación entre dos de los sistemas de medición más utilizados:

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Esquema 12. Unidades básicas

Unidades básicas de los sistemas SI (MKS) e inglés		
Magnitud	SI. Nombre (símbolo)	Inglés FPS Nombre (símbolo)
Longitud	Metro (m)	Pie (ft)
Masa	Kilogramo (kg)	Libra (lb)
Tiempo	Segundo (s)	Segundo (s)
Temperatura	Kelvin (K)	Grado Fahrenheit (°F)
Cantidad de substancia	Mol (mol)	Mol (mol)
Intensidad de corriente eléctrica	Ampere (A)	Ampere (A)

Comparación entre las unidades compuestas del Sistema métrico decimal y del Sistema inglés.

Esquema 13. Unidades compuestas

Unidades compuestas de los sistemas SI (MKS) e inglés		
Magnitud	SI (MKS) Nombre (símbolo)	Inglés Nombre (símbolo)
Superficie	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )	Pie cuadrado (ft <sup>2</sup> )
Volumen	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )	Galón (Gal)
Velocidad	Metro por segundo (m/s)	Pie por segundo (ft/s)

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Aceleración	Metro por segundo al cuadrado (m/s <sup>2</sup> )	Pie por segundo al cuadrado (ft/s <sup>2</sup> )
Densidad	Kilogramo por metro cúbico (kg/m <sup>3</sup> )	Libra por galón (lb/gal)
Peso	Kilogramo por aceleración de la gravedad (kgx9.81m/s <sup>2</sup> )	Slug por aceleración de la gravedad en pies/s <sup>2</sup> (slug x 32.2ft/s <sup>2</sup> )

### 1.2.3 CONVERSIÓN DE UNIDADES

Observa con atención las siguientes imágenes y reflexiona qué representan.

Esquema 14. Conversión de unidades



Las imágenes que viste antes, son ejemplos frecuentes de cómo se utiliza la conversión de unidades en la vida cotidiana. La conversión de unidades es una



# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

expresión matemática para hacer cambios de unidades de la misma magnitud o cantidad física.

La conversión de unidades nos permite igualar dos unidades diferentes para llegar a una expresión que las engloba. Los siguientes ejemplos te ayudarán a recordar el procedimiento para la conversión de unidades.

### Pulgadas

1. Convertir 15 pulgadas a centímetros
2. Obtener el factor de conversión: 1 pulgada = 2.54 cm
3. Por tanto,  $15 \text{ pulgadas} * (2.54 \text{ cm} / 1 \text{ pulgada}) = 15 * 2.54 = 38.1 \text{ cm}$

Se ha empleado la misma medida en unidades distintas, de forma que al final sólo queda la unidad que se pedía.

Toda cantidad medida o calculada tiene una dimensión. Por ejemplo, en el caso anterior podemos pensar que las 15 pulgadas representan la longitud de una puerta. Las unidades en que se expresen las magnitudes no afectan su dimensión. Volviendo al caso anterior, representar la longitud en cm de la puerta no afecta a la dimensión.

En física, las ecuaciones deben ser consistentes desde el punto de vista dimensional, es decir, las dimensiones en ambos lados de la ecuación deben ser las mismas.

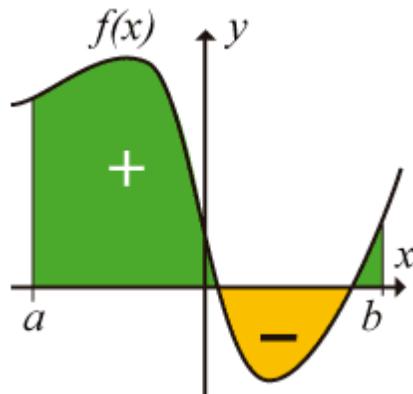
### 1.3 HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS

Las herramientas matemáticas que se utilizan en la física son, principalmente, el cálculo diferencial e integral y el cálculo vectorial.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Esquema 15. Gráfica



Este curso abarca la aplicación de las herramientas mencionadas. Sin embargo, en este apartado nos centraremos en el cálculo vectorial, herramienta elemental para el estudio de la física. En esta unidad se describirán las operaciones más importantes entre vectores.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

### 1.3.1 VECTORES Y ESCALARES



Futbol  
Fuente: [Wikipedia](#)

En física hay dos clases principales de cantidades físicas, las cuales se explicarán con el siguiente ejemplo:

- Un futbolista que va a ejecutar un tiro penal, necesita tomar en cuenta dos aspectos:
  1. La “potencia” con que va a ejecutar el tiro; sin embargo, esto no le asegurará meter el gol.
  2. Debe también tomar en cuenta que, si su tiro es lo suficientemente “angulado”, el portero no tiene tiempo para reaccionar y detenerlo.

La cantidad física asociada a este ejemplo se llama, **fuerza**. La fuerza es una de las cantidades físicas que, para ser determinadas, necesitan una magnitud: la “potencia” con la que el futbolista golpea al balón, y una dirección, para definir qué tan “angulado” resulta el tiro.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Las cantidades físicas pueden ser:

Esquema 16. Vectoriales y escalares

### Vectoriales

A las cantidades físicas que se determinan por una magnitud y una dirección se les define como **cantidades vectoriales** o simplemente **vectores**.



### Escalares

A las cantidades que se especifican sólo con la magnitud se les llama **cantidades escalares**.

1 Kg

Ten en cuenta que está implícita una **unidad**, medida tanto para vectores como para escalares al tratarse de cantidades físicas. Por otro lado, es importante observar que la dirección de un vector está dada por algún **sistema de referencia**, de tal forma que, en el ejemplo de tiro penal, desde la perspectiva del cobrador, si su tiro tuvo como dirección el ángulo superior derecho, para el portero, tuvo una dirección al ángulo superior izquierdo.

Una **magnitud vectorial** está constituida por un **número**, una **unidad** y una **dirección**.

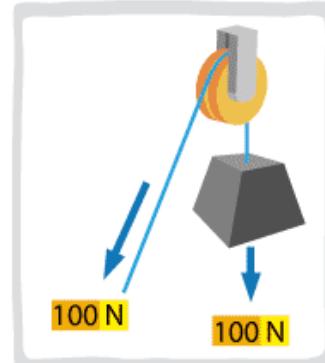
Esquema 17. Ejemplo de vectores

Magnitud vectorial	Representación
1) 50 kilómetros por segundo en dirección hacia el norte	<p>(50 km/s → N)</p> <p>vector velocidad</p>

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

2) Un peso de 5kg que cuelga de una cuerda.



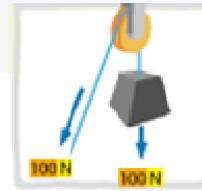
Al retomar los ejemplos de las imágenes anteriores, se tiene que:

Esquema 18. Interpretación de ejemplo de vectores

En la imagen del avión y el automóvil, puede considerarse como un móvil que se desplaza en la **dirección** indicada. Es muy importante señalar la dirección, ya que sería muy diferente si queriendo dirigirse al norte lo hiciera hacia el sur o viceversa.



En la imagen de la polea, la fuerza es la resultante de la atracción que ejerce nuestro planeta hacia su centro, que de manera convencional se considera como la **aceleración de la gravedad** y tiene un valor igual a  $9.81 \text{ m/s}^2$ .



Para distinguir a un vector utilizaremos la siguiente notación:  $A$ ,  $\vec{A}$ ,  $\overline{A}$

Gráficamente se representa con una flecha que apunta en la dirección deseada y cuyo tamaño es proporcional a su magnitud. La magnitud o el tamaño de un vector es un número positivo que se representa geométricamente como longitud de la flecha y se denota  $|A|$ .

# FÍSICA

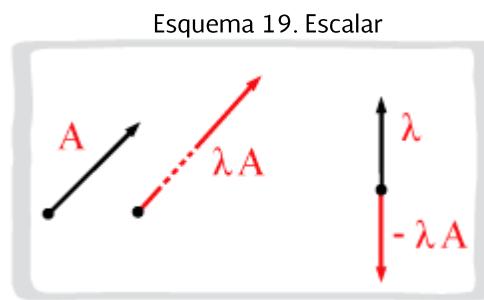
## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Ahora piensa en ejemplos de magnitudes vectoriales, tal vez se te ocurran aquellas magnitudes que implican un punto de partida y otro de llegada, así como una flecha que indica la dirección.

### 1.3.2 PROPIEDADES Y OPERACIONES CON VECTORES

#### Multiplicación por un escalar

Esta operación se denota  $\lambda \mathbf{A}$ , en donde  $\lambda$  es un escalar y  $\mathbf{A}$  es un vector. Bajo esta operación el vector puede modificar su tamaño y/o invertir su dirección.



Si el valor de  $\lambda$  es positivo, el vector sólo modificará su magnitud (o tamaño) por un factor  $\lambda$ , es decir, si el vector tenía una magnitud  $|\mathbf{A}|$ , ahora tendrá una magnitud  $|\lambda\mathbf{A}|$ . Si el valor de  $\lambda$  es negativo, entonces no sólo se modifica la magnitud como se mostró sino también la dirección del vector se invierte.

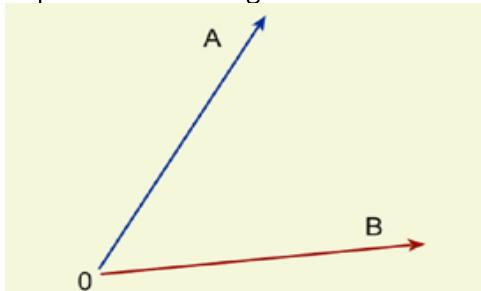
#### Suma de vectores

Los siguientes métodos funcionan cuando se trata de dos vectores que no son paralelos.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

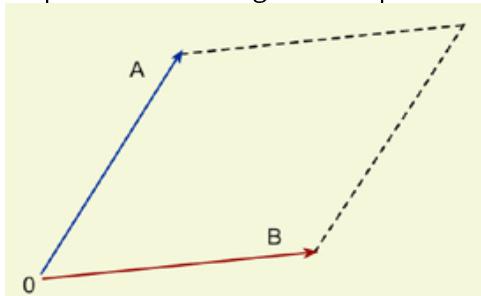
Esquema 20. Paralelogramo



Método del paralelogramo

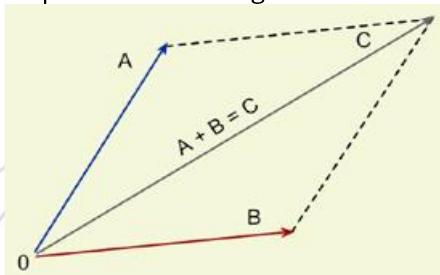
Dados los vectores  $A$  y  $B$ , ver figura. Hacemos coincidir sus orígenes en el punto  $O$ .

Esquema 21. Paralelogramo con paralelas



A partir de los extremos de los vectores  $A$  y  $B$ , se trazan líneas punteadas paralelas a los vectores  $A$  y  $B$  formando un paralelogramo.

Esquema 22. Paralelogramo con vector



Por tanto, la suma de los vectores  $A$  y  $B$  es el vector resultante  $C$ , y es la diagonal mayor del paralelogramo.

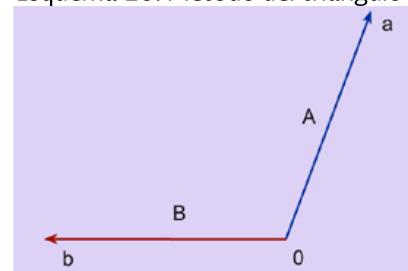
# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

### Método del triángulo

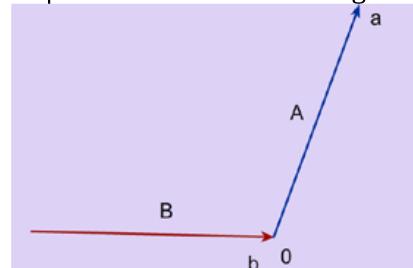
Dados los vectores A y B hacemos coincidir sus puntos de origen en el punto 0.

Esquema 23. Método del triángulo 1

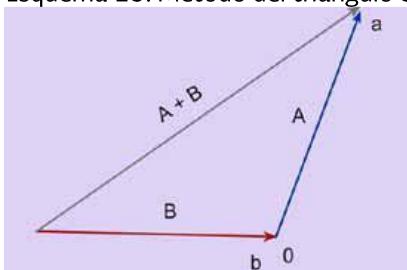


Se cambia la dirección del vector B hasta que el extremo b coincida con el origen del vector A.

Esquema 24. Método del triángulo 2

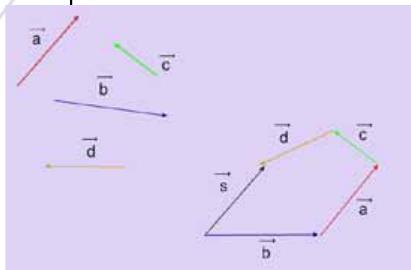


Esquema 25. Método del triángulo 3



La suma de A y B es el vector resultante C que va del origen del vector B al extremo a del vector A.

Esquema 26. Suma de vectores



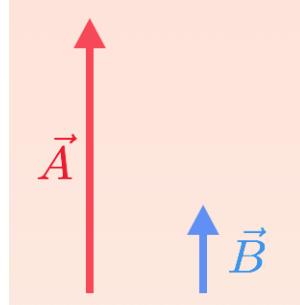
Si se tienen más de dos vectores, estos se van colocando uno detrás otro. La suma de dichos vectores será el vector que va del origen del primero a la punta de flecha del último.

# FÍSICA

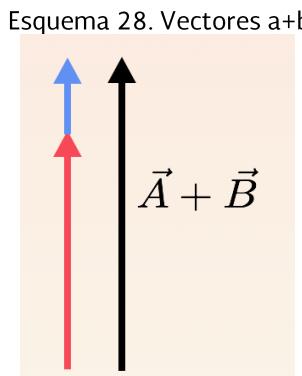
## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Cuando se deseé sumar vectores paralelos o colineales se podrá aplicar el mismo método sin problemas. Por ejemplo, dado los siguientes vectores paralelos tal como se muestra en la siguiente figura:

Esquema 27. Vectores ab



Por lo tanto, el paso que debemos realizar es hacer coincidir el origen del vector  $A$  en el origen y el origen del vector  $B$  en el extremo del vector  $A$ , tal como se muestra en la siguiente figura:



El vector suma también llamado resultante se muestra en negro. En este caso la suma es aún más sencilla porque los vectores están en línea.

### Resta de vectores

Dados dos vectores  $A$  y  $B$ :

La resta  $A - B$  es equivalente a hacer la suma  $A + (-B)$ , de tal forma que lo único que se debe hacer, es encontrar el vector  $-B$ . Recuerda que la multiplicación por un escalar es simplemente cambiar el tamaño del vector y/o invertir su

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

dirección, de tal forma que si multiplicamos  $\mathbf{B}$  por -1, obtienes el vector  $-\mathbf{B}$ , que tiene la misma magnitud pero dirección inversa.

Ahora, para obtener  $\mathbf{A} - \mathbf{B}$  sólo necesitamos sumar  $\mathbf{A} + (-\mathbf{B})$  por el método del paralelogramo o del triángulo.

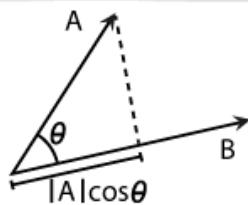
### Producto punto o producto escalar

Dados dos vectores  $\mathbf{A}$  y  $\mathbf{B}$ , el **producto punto** es una multiplicación entre vectores que da como resultado un **escalar**, que se denota  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B}$ .

Para encontrar el producto:

- Se unen los orígenes de ambos vectores y se mide el ángulo ( $\theta$ ) que existe entre ellos.
- El producto punto es el producto de la magnitud de  $\mathbf{A}$ , la magnitud de  $\mathbf{B}$  y el  $\cos \theta$ , es decir,  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{B} = |\mathbf{A}||\mathbf{B}| \cos \theta$ .

Esquema 29. Producto escalar



Se puede notar, usando trigonometría, que el producto punto es la proyección del primer vector sobre el segundo por la magnitud del segundo. Un ejemplo muy particular, es el producto punto entre vectores perpendiculares. Dados los vectores,  $\mathbf{A} = (1,0)$  y  $\mathbf{B} = (0,1)$  en dos dimensiones, el producto punto entre ambos es cero. Debido a que el ángulo entre ambos vectores forman es de  $90^\circ$ , entonces dado que  $\cos 90^\circ = 0$  el producto  $|\mathbf{A}||\mathbf{B}|\cos\theta$  será nulo.

### Producto punto o producto escalar

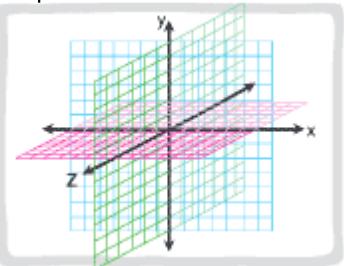
En el curso se verá y se caracterizará a los vectores según algún sistema de referencia, es decir, de acuerdo con cierto **sistema coordenado**. De manera

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

general, en este curso vamos a utilizar el sistema cartesiano en dos y tres dimensiones.

Esquema 30. Plano cartesiano

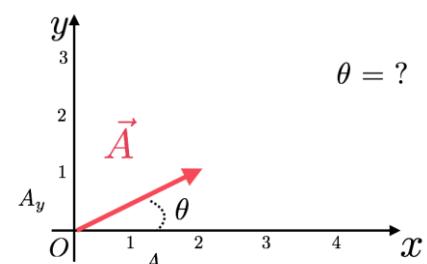


En un sistema de referencia (plano cartesiano) de dos dimensiones, se observa a cualquier vector  $\mathbf{A}$  como la suma de un vector  $\mathbf{A}_x$  (colineal al eje coordenado  $x$ ) con otro  $\mathbf{A}_y$  (colineal al eje coordenado  $y$ ), que forman un rectángulo (es decir, un paralelogramo) cuya diagonal es el vector original  $\mathbf{A}$ .

Hasta ahora has trabajado con magnitudes y direcciones de vectores: **Las magnitudes son una cantidad positiva siempre, debido a que representan gráficamente la longitud del vector.** Sin embargo, al introducir un sistema de coordenadas, un vector (en dos dimensiones) se puede ver como un par ordenado que se denota  $(A_x, A_y)$ .

Donde la primera entrada se refiere al valor de la coordenada  $x$ , y la segunda, al valor de la coordenada  $y$ . Nota que estas coordenadas pueden tomar valores negativos, ya que se pueden expresar como la proyección del vector  $\mathbf{A}$  sobre el eje  $x$  y el eje  $y$  respectivamente, por lo que es necesario conocer el ángulo que este vector forma con el eje  $x$ .

Esquema 31. Vector A



# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

$A_x = |\mathbf{A}| \cos \theta$  La figura anterior muestra el vector  $\mathbf{A}$  en el plano  $xy$ , y el ángulo que forma el vector con el eje  $x$ . Para poder obtener el ángulo se utilizan las siguientes fórmulas trigonométricas:

$$A_y = |\mathbf{A}| \sin \theta$$

$|A_x|^2 + |A_y|^2 = |\mathbf{A}|^2$  Notarás que las coordenadas así escritas, pueden tomar valores negativos, ya que las funciones trigonométricas pueden ser negativas dependiendo del valor de  $\theta$ . Mediante el teorema de Pitágoras puedes verificar la siguiente relación que te permite calcular la magnitud de  $\mathbf{A}$ :

Dada las componentes  $(A_x, A_y)$  y usando las fórmulas trigonométricas anteriormente dadas podemos obtener el ángulo a través de la siguiente expresión:

$$\tan \theta = A_y / A_x$$

Por otra parte, en los sistemas cartesianos se definen vectores especiales llamados “**vectores unitarios**”, uno por cada eje coordenada y se denotan  $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$ , etcétera. Estos vectores tienen la característica de que su magnitud vale 1; que cada uno es colineal a uno y sólo un eje coordenado, así como su dirección es positiva respecto al eje coordenado que representan. De esta forma a las componentes de un vector  $\mathbf{A}$  en dos dimensiones se les puede ver como sigue:

$$A_x = A_x \mathbf{i}$$

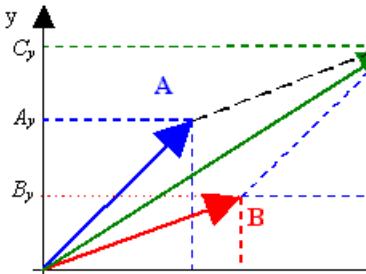
$$A_y = A_y \mathbf{j}$$

Donde  $A_x$  y  $A_y$  son las coordenadas del vector, respectivamente. Puedes observar que la suma de dos vectores es posible reescribirla en función de los vectores unitarios:

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Esquema 32. Vectores unitarios



$$\mathbf{A} + \mathbf{B} = (A_x + B_x)\mathbf{i} + (A_y + B_y)\mathbf{j}$$

Un ejemplo en concreto de la suma de vectores se muestra haciendo uso de la figura anterior, donde se tiene que el vector  $\mathbf{A} = (1.5, 2)$  y  $\mathbf{B} = (2, 1)$ .

Para calcular el vector  $\mathbf{C}$  primero debemos expresar el vector  $\mathbf{A}$  y  $\mathbf{B}$  en términos de los vectores unitarios, es decir,  $\mathbf{A} = 1.5 \mathbf{i} + 2 \mathbf{j}$  y  $\mathbf{B} = 2 \mathbf{i} + 1 \mathbf{j}$ .

Finalmente la suma vectorial resultante, es decir, el vector  $\mathbf{C}$  es la siguiente:

$$\mathbf{C} = (1.5 + 2) \mathbf{i} + (2 + 1) \mathbf{j} = 3.5 \mathbf{i} + 3 \mathbf{j} = (3.5, 3)$$

### Producto vectorial o producto cruz

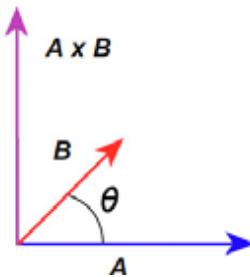
El producto cruz es una operación que sólo está definida en 3D, estudiemos su procedimiento.

Dados dos vectores  $\mathbf{A}$  y  $\mathbf{B}$ , el producto cruz es una multiplicación entre vectores que se denota  $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$ . Esto da como resultado un vector (a diferencia del producto punto que daba como resultado un escalar).

# FÍSICA

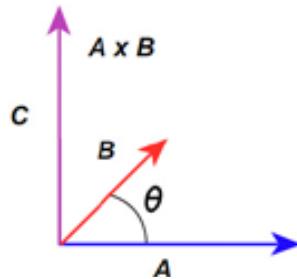
## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

Esquema 33.  $A \times B$



El vector que resulta es un vector  $C$ , que apunta en dirección perpendicular a  $A$  y  $B$  a la vez y cuya magnitud está dada por el producto  $|C| = ||A||B|\sin\theta|$ . Esta definición tiene un gran problema porque el vector  $C$ , al ser perpendicular a los vectores  $A$  y  $B$ , puede apuntar en dos direcciones: “arriba” o “abajo”.

Esquema 34. Vector 1



Para resolver este problema se utiliza la siguiente regla:

1. Si se quiere hacer el producto  $A \times B$ , imagínese que se gira el vector  $A$  hacia  $B$  por el ángulo más corto.
2. La dirección del producto cruz será la dirección que un tornillo tiene al girar en el mismo sentido de  $A$ .

Nótese que, en el producto  $B \times A$ , es  $B$  quien gira hacia  $A$ , por lo que el sentido del giro se invierte con respecto al sentido del giro de  $A \times B$ , y por lo tanto también se invierte su dirección.

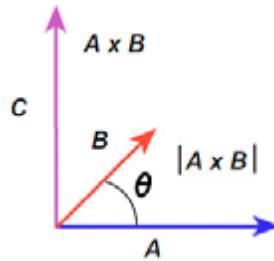
# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

De esta forma tenemos que se obtienen resultados distintos al hacer los productos  $\mathbf{A} \times \mathbf{B}$  y  $\mathbf{B} \times \mathbf{A}$ , pero se tiene que:

Esquema 35. Vector 2

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = -(\mathbf{B} \times \mathbf{A})$$



Si dos vectores son paralelos, entonces su producto cruz es cero ya que el ángulo que hay entre ellos es  $\theta = 0$ , de donde se obtiene que la magnitud del vector resultante es cero porque  $\sin(\theta = 0) = 0$ .

En un sistema cartesiano se puede demostrar que los productos vectoriales de los vectores unitarios tomados por pares, dan como resultado:

$$\mathbf{i} \times \mathbf{j} = \mathbf{k}$$

$$\mathbf{j} \times \mathbf{k} = \mathbf{i}$$

$$\mathbf{i} \times \mathbf{k} = -\mathbf{j}$$

El siguiente ejemplo es el producto cruz de los vectores  $\mathbf{A}$  y  $\mathbf{B}$  escritos en forma cartesiana en un espacio tridimensional:

$$\mathbf{A} = A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k}$$

$$\mathbf{B} = B_x \mathbf{i} + B_y \mathbf{j} + B_z \mathbf{k}$$

$$\begin{aligned} \mathbf{A} \times \mathbf{B} &= (A_x \mathbf{i} + A_y \mathbf{j} + A_z \mathbf{k}) \times (B_x \mathbf{i} + B_y \mathbf{j} + B_z \mathbf{k}) \\ &= (A_y B_z - A_z B_y) \mathbf{i} + (A_z B_x - A_x B_z) \mathbf{j} + (A_x B_y - A_y B_x) \mathbf{k} \end{aligned}$$

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

El siguiente ejemplo muestra como aplicar la fórmula anterior en concreto.

Dados los siguientes vectores  $\mathbf{A} = (3, 4, 1)$  y  $\mathbf{B} = (1, 8, 3)$ , el producto cruz aplicando la fórmula anterior es el siguiente:

Primero expresamos tanto el vector A como al vector B en función de los vectores unitarios. Así tenemos  $\mathbf{A} = 3 \mathbf{i} + 4 \mathbf{j} + 1 \mathbf{k}$  y  $\mathbf{B} = 1 \mathbf{i} + 8 \mathbf{j} + 3 \mathbf{k}$ .

Después aplicamos la fórmula anterior para el producto cruz:

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = (4*3 - 1*8) \mathbf{i} + (1*1 - 3*3) \mathbf{j} + (3*8 - 4*1) \mathbf{k}$$

$$\mathbf{A} \times \mathbf{B} = 4 \mathbf{i} - 8 \mathbf{j} + 20 \mathbf{k}$$

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

### CIERRE DE LA UNIDAD

Has concluido la unidad. Recapitulemos lo que has estudiado:

- Estudio de la física.
- Aplicación de la física en la ingeniería.
- Diferentes sistemas de unidades.
- Importancia de la precisión de las medidas.
- Propiedades y operaciones de magnitudes escalares y vectoriales.

Esta unidad fue un repaso para activar tus conocimientos previos sobre los fundamentos de la física y es la base para las siguientes unidades, en las que realizarás problemas de ingeniería relacionados con tu área de estudio.

# FÍSICA

## UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

### FUENTES DE CONSULTA

- Bennett, C. (2009). *Física sin matemáticas*. México: Patria.
- Bueche I. F. & Hetch E. (1997). *Física general* (serie Schaum). McGraw-Hill Interamericana.
- Giancoli D. C. (2009). *Física, principios con aplicaciones*. Pearson Educación.
- Susan M. L. & Burke J. R. (1999), *Física* (vol. I, La naturaleza de las cosas). México: International Thomson Editores.
- Tippens P. E. /2007). *Física, conceptos y aplicaciones I*. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Resnick, R., Halliday, D. & Krane, K. S. (2002). *Física*. México: CECSA