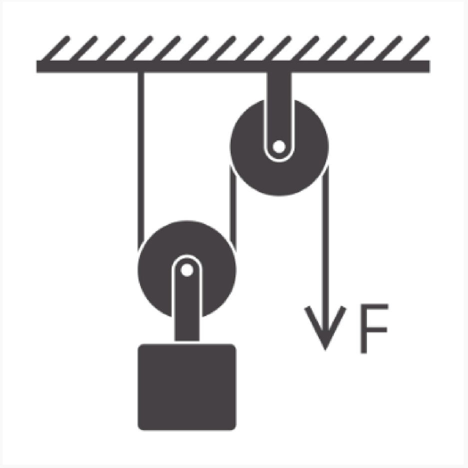
Tema 1. Sistemas de fuerza

Introducción

En esta experiencia de aprendizaje conocerás los problemas que involucran las leyes del equilibrio de los cuerpos. Antes de iniciar, debes considerar que la fuerza es el principal agente que modifica el estado de movimiento de un cuerpo o su estructura.

A lo largo del tema, aprenderás las formas de representar un vector y los elementos que lo componen. Asimismo, repasarás los conceptos y operaciones que existen entre las magnitudes escalares y vectoriales; estas últimas son las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.



Explicación

Concepto de fuerza

Una fuerza es una magnitud vectorial, se utiliza para representar la cantidad necesaria para mover o deformar un cuerpo. Las unidades de dicha magnitud son los Newtons (N), dinas (dyn), entre otras (Tippens, 2020).

A continuación, se presentan algunos ejemplos en los que se emplea una fuerza para alterar la posición o movimiento de los cuerpos.

Al mover una roca de un lugar a otro.	Cuando se tira de una cuerda.	Al mover un objeto del suelo a una posición elevada.
Al patear un balón.	Al detener un objeto en movimiento.	Al lanzar un balón para encestar una canasta.

Tabla 1. Ejemplos cotidianos de la aplicación de fuerzas.

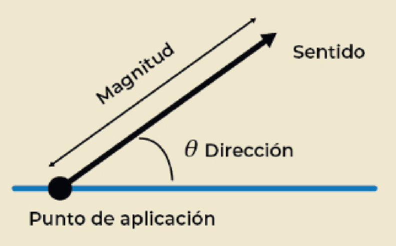
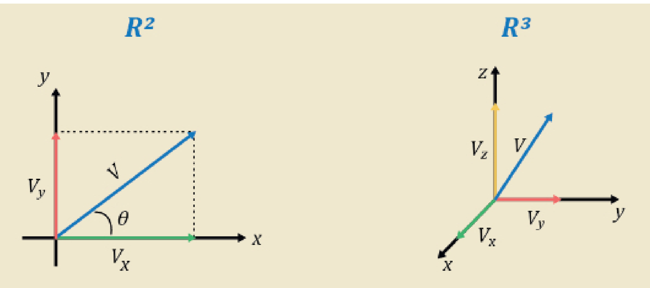
Magnitudes escalares	Magnitudes vectoriales
Se definen a partir de una cantidad numérica y su unidad de medida. **Ejemplos:** tiempo, masa, temperatura, densidad, entre otras similares.	Son magnitudes que poseen dirección y sentido; en ellas, el punto de aplicación se ubica en el inicio del vector formado por la magnitud. **Ejemplos:** fuerza, aceleración, velocidad, entre otras.
Representación: 12 h 56 días 45 m3 60 m 900 kg	Representación: 

Tabla 2. Tipos de vectores

Representación de un vector en 2 y 3 dimensiones (R^2, R^3)



Forma polar:	Forma rectangular o en el plano:	Definido en el espacio según sus componentes:
$\vec{V} = V\angle\theta$	$\vec{V} = (V_x, V_y)$ para R^2 $\vec{V} = (V_x, V_y, V_z)$ para R^3	$\vec{V} = V_x\hat{\imath} + V_y\hat{\jmath}$ para R^2 $\vec{V} = V_x\hat{\imath} + V_y\hat{\jmath} + V_z\hat{k}$ para R^3

Símbolo	Descripción	Fórmula
V	Magnitud del vector $\vec{V}$.	$V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2}$ para R^2 $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$ para R^3
V_x, V_y, V_z	Componentes en los ejes x, y, z.	$V_x = V\ Cos\theta;\ V_y = V\ Sen\theta$ para R^2
θ	Dirección.	$\theta = Tan^{-1}\left(\frac{V_y}{V_x}\right)$ para R^2

Donde $\hat{\imath}, \hat{\jmath}, \hat{k}$ representan vectores unitarios en dirección de los ejes x, y, z respectivamente; además, son perpendiculares u ortogonales entre sí.

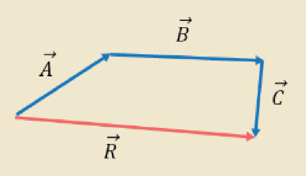
Tabla 3. Representación de vectores de 2 y 3 dimensiones.

Operaciones con vectores

Suma de vectores

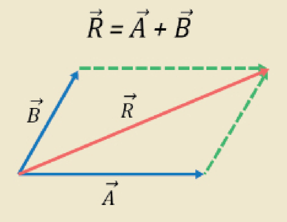
Método del polígono
La suma de dos o más vectores se realiza colocándolos en orden, de tal manera que cada punto de aplicación de uno coincida con el punto final del que le precede. Al final, se traza un vector $\vec{R}$ que se encarga de unir el punto de inicio del vector uno con el punto de término del elemento final.

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C}$$



Método del paralelogramo
En este método, todos los vectores tienen el mismo punto de aplicación y se trazan segmentos paralelos entre ellos, así que se plasma la forma de un paralelogramo. El vector resultante se obtiene al trazar una flecha del punto de aplicación inicial de los vectores hacia el vértice formado por los segmentos trazados.

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}$$



Método analítico
En este método se descomponen los vectores en sus componentes y se realiza la suma a partir de ellos.

$$\vec{R} = \vec{A} + \vec{B}\ ;\ \vec{R} = R_x\hat{\imath} + R_y\hat{\jmath}$$
$$\vec{A} = A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath}\ ;\ \vec{B} = B_x\hat{\imath} + B_y\hat{\jmath}$$
$$R_x = A_x\hat{\imath} + B_x\hat{\imath}\ ;\ R_y = A_y\hat{\jmath} + B_y\hat{\jmath}$$

Tabla 4. Operaciones básicas con vectores.

Producto entre vectores

Producto por un escalar
A partir de un vector $\vec{A}$ y un escalar $n \in \mathbb{R}$, se puede obtener el producto entre ellos:

$$n\,\vec{A} = n\,A_x\,\hat{\imath} + n\,A_y\,\hat{\jmath} + n\,A_z\,\hat{k}$$

Producto escalar o producto punto
A partir de dos vectores $\vec{A}$, $\vec{B}$, su producto $\vec{A} * \vec{B}$ se define mediante sus componentes o mediante sus magnitudes y el ángulo α entre ellos:

$$\vec{A} * \vec{B} = A_x\,B_x + A_y\,B_y + A_z\,B_z$$
$$\vec{A} * \vec{B} = A\ B\ Cos\alpha$$

Producto vectorial o producto cruz
El resultado del producto forma un vector perpendicular a los vectores originales de la multiplicación y genera un espacio tridimensional. Esta operación se define mediante sus magnitudes y el ángulo α entre ellas:

$$\vec{A}\ X\ \vec{B} = A\ B\ Sen\ \alpha$$

Tabla 5. Operaciones básicas con vectores.

Equilibrio estático

Descripción	Fórmula	Datos
Primera condición de equilibrio Un cuerpo se encuentra en estado de equilibrio cuando la suma de las fuerzas que se ejercen sobre él es igual a cero.	$\vec{F_1} + \vec{F_2} + \vec{F_3} + \cdots + \vec{F_n} = 0$ $\sum F_x = 0$ y $\sum F_y = 0$	Donde $\vec{F_1}$, $\vec{F_2}$, $\vec{F_3}$ representan a las fuerzas que actúan sobre el cuerpo hasta $\vec{F_n}$. Por su parte, F_x y F_y suponen los componentes en los ejes x y y de cada fuerza aplicada.
Segunda condición de equilibrio Esta condición explica el equilibrio en la rotación de un cuerpo para que permanezca en estado de balance. Esto resulta cuando la suma de los torques o momentos que actúan sobre él equivalen a cero.	$\sum\tau = 0$ $\tau = F\ d\ Sen\theta$	Donde τ es el momento generado; F, la fuerza aplicada; d, la distancia del punto de rotación a la fuerza aplicada; y θ, el ángulo entre la fuerza aplicada y el brazo de palanca.

Tabla 6. Ecuaciones de equilibrio.

Ejemplo:

A un cuerpo con peso de 65 N (W), se le aplica una fuerza desde su izquierda de 34 N (F_i), qué fuerzas opuestas deben existir para que el cuerpo no tenga movimiento (permanezca en equilibrio).

$$\sum F_x = 0\ \ \sum F_x = W +\ F = 65\ N + F = 0 \text{ Por lo tanto } F = -65\ N$$

$$\sum F_y = 0\ \ \sum F_y = F_i +\ F_d = 34\ N +\ F_d = 0 \text{ Por lo tanto } F_d = -34\ N$$

Cierre

El equilibrio estático en los cuerpos es el resultado de la suma vectorial de fuerzas que se aplican sobre ellos. Recuerda que, en este caso, dicha suma debe ser igual a cero.

Para comprobar el equilibrio es importante revisar y conocer sus condiciones, así como sus procedimientos y fórmulas. Esto con el propósito de entender por qué existe o no en un sistema dado.

Checkpoint

Asegúrate de:

- Comprender qué son las magnitudes vectoriales para saber cómo representarlas.
- Entender los procedimientos y operaciones existentes para la solución de vectores.
- Entender las condiciones de equilibrio estático para poder argumentar bajo qué criterios se cumple el equilibrio.

Bibliografía

- Tippens, P. (2020). *Física conceptos y aplicaciones* (8ª ed.). México: McGraw Hill.