

Tema 1. Estática de la partícula

1. Divisiones de la Física
2. Partículas o puntos materiales
3. Estática de la partícula
4. Aislamiento de un sistema mecánico

1. DIVISIONES DE LA FÍSICA

La **Física** establece las leyes que rigen los fenómenos que se producen en el Universo y se divide en las siguientes ramas:

- **Física Clásica o de Newton:** Para cuerpos grandes (macroscópicos) y que se mueven a velocidad mucho menor que la de la luz.
- **Física Relativista:** Para cuerpos que se mueven a velocidades comparables con la velocidad de la luz.
- **Física Cuántica:** Para cuerpos de dimensiones atómicas y subatómicas.

La formación en Física que requieren *ingenieros* y *arquitectos* es principalmente Física Clásica; por tanto, en Tecnología Industrial estudiaremos Física Clásica, ya que es la que se utiliza en la construcción de estructuras, mecanismos, máquinas térmicas, máquinas hidráulicas, máquinas neumáticas, máquinas eléctricas, etc.

2. PARTÍCULAS O PUNTOS MATERIALES

Idea. Realidad simplificada. El estudio de las leyes de la naturaleza es cosa complicada. Por eso, intentamos simplificar la realidad, para que sea más fácil su estudio y, por eso, en Física hemos estudiado una *realidad simplificada*. Por supuesto, a mayor simplificación mayor facilidad para obtener resultados, pero dichos resultados menos fiables serán.

Como sabemos, todos los cuerpos ocupan un volumen. Hasta un átomo ocupa un volumen; por tanto, todos los cuerpos tienen tres dimensiones. El cuerpo más sencillo de estudiar sería aquel cuerpo que no tuviera dimensiones; es decir, que fuera simplemente un punto. Dicho cuerpo, por supuesto, no existe. Si existiera, no estaría formado por átomos, pues los átomos ocupan un volumen. Considerar a un cuerpo como un punto es, por tanto, una simplificación de la realidad. ¿Podemos realizar esta simplificación? Y si es así, ¿cuándo podemos hacerlo? La respuesta, por suerte para nosotros, es que sí podemos.

Def. Punto material o partícula. Decimos que un *punto material* o *partícula* es una idealización de la realidad consistente en considerar un cuerpo sin dimensiones.

Podemos considerar que un cuerpo es una partícula cuando las dimensiones del cuerpo no intervengan en el análisis de sus movimientos y, en consecuencia, no con-

sideraremos ni su geometría ni la rotación del mismo alrededor de un eje.

Simplificación. En este tema todos los cuerpos serán considerados puntos materiales; es decir, serán cuerpos con masa pero sus dimensiones no van a intervenir en la resolución del problema. Habrá veces que no podamos considerar el cuerpo como punto material, pues será necesario considerar sus dimensiones o el giro alrededor de un eje que pase por él. Pero como se ha dicho, no será en este tema.

3. ESTÁTICA DE LA PARTÍCULA

Def. Mecánica. La *Mecánica* es la rama de la Física que estudia el estado de reposo o movimiento de los cuerpos bajo la acción de las fuerzas. En los estudios de ingeniería y arquitectura no existe ninguna materia que juegue un papel más importante que la Mecánica. La Mecánica se divide en tres partes:

-La *Estática*, que trata del equilibrio de los cuerpos bajo la acción de fuerzas.

-La *Cinemática*, que estudia el movimiento de los cuerpos independientemente de las fuerzas que lo origine.

-La *Dinámica*, que relaciona las fuerzas con los movimientos resultantes.

Def. Fuerza. Las *fuerzas* son las causantes de modificar la velocidad o la forma de los cuerpos.

Recuerda que en este tema los cuerpos sobre los que se aplicarán las fuerzas serán considerados como puntos materiales. Recuerda que las fuerzas son magnitudes vectoriales; esto es, elegida una base vienen determinadas por dos números. Sin embargo, con saber las componentes de una fuerza NO habremos determinado dicha fuerza por completo, sino que necesitamos conocer, además, el cuerpo sobre el que se aplica la fuerza.

Determinación de una fuerza. Dada una base, decimos que una fuerza aplicada sobre una partícula está totalmente determinada cuando conocemos sus componentes y el cuerpo sobre el que se aplica dicha fuerza.

Clasificación de fuerzas. Los cuerpos interactúan entre sí, esto es, los cuerpos se ven sometidos a fuerzas provocadas por otros cuerpos. Veamos algunos ejemplos: si yo empujo una silla, la silla se ve sometida a una fuerza debida a mí. Si yo suelto una piedra a cierta altura, compruebo que la piedra se ve sometida a una fuerza debida a la Tierra. Si yo acerco limaduras de hierro a un imán, las limaduras se ven sometidas a una fuerza debida al imán. Así, si un cuerpo se ve sometido a una fuerza debida a otro cuerpo, pueden pasar dos cosas:

-*Primera.* Que dicha fuerza se deba a que los cuerpos están en contacto (que se toquen). En este caso diremos que la fuerza es una *fuerza de contacto*.

-*Segunda.* Que dicha fuerza exista aunque dichos cuerpos no estén en contacto. En este caso diremos que

la fuerza es una *fuerza a distancia*. Son fuerzas a distancia: la fuerza de la gravedad o peso, la fuerza eléctrica y la fuerza magnética.

En este tema, la única fuerza a distancia que actuará sobre los cuerpos es su propio *peso*; por tanto, el resto de fuerzas serán de contacto.

Def. Peso. Decimos que el peso de un cuerpo es la fuerza gravitatoria que ejerce la Tierra sobre dicho cuerpo. El peso \mathbf{P} de un cuerpo de masa m es: $\mathbf{P} = m\mathbf{g}$, donde m es la masa del cuerpo y \mathbf{g} es la aceleración de la gravedad $|\mathbf{g}|=9,81\text{m/s}^2$, su dirección es vertical y su sentido hacia abajo.

Def. Cuerpo de masa despreciable. Cuando nos digan que un cuerpo tiene *masa despreciable*, nos quieren decir que el módulo del peso es mucho más pequeño que el resto de fuerzas aplicadas en el cuerpo, por lo que podemos suponer que el peso es nulo.

Vamos a definir resultante de las fuerzas aplicadas en una partícula; pero antes habrá que definir sistema de fuerzas.

Def. Sistema de fuerzas. Decimos que el *sistema de fuerzas* aplicado sobre una partícula es el conjunto de todas las fuerzas aplicadas sobre dicha partícula.

Def. Resultante de un sistema de fuerzas. Decimos que la *resultante de un sistema de fuerzas* es la fuerza obtenida al sumar (vectorialmente) todas las fuerzas que forman dicho sistema de fuerzas.

Vamos a ver ahora un principio físico sobre las fuerzas, llamado principio de superposición. Este axioma nos enseña que las fuerzas no solo son vectores, sino que el efecto de un sistema de fuerzas es el mismo que el de su resultante.

Principio de superposición. El efecto que sufre una partícula debido al sistema de fuerzas aplicado sobre ella es el mismo efecto que sufriría dicha partícula si solo se aplicara sobre ella la resultante de dicho sistema de fuerzas.

Vamos ahora con las leyes más fundamentales de la mecánica, las tres leyes de Newton.

Primera ley de Newton o de la inercia. La resultante del sistema de fuerzas aplicado sobre una partícula es nulo si y solo si dicha partícula permanece en reposo o se mueve de forma rectilínea y uniforme, es decir, a velocidad constante (como vector).

Segunda ley de Newton o de la aceleración. La aceleración de una partícula es proporcional a la resultante que actúa sobre ella y tiene la dirección y el sentido de dicha fuerza. A la razón entre el módulo de la resultante y el módulo de la aceleración lo denominamos *masa inercial* de la partícula.

Tercera ley de Newton o de acción-reacción. Cuando un cuerpo ejerce una fuerza, que llamaremos

acción, sobre otro, éste a su vez, ejerce sobre el primero otra fuerza, que llamaremos *reacción*, de igual módulo, dirección, pero de sentido contrario.

Dijimos antes que la Estática es la parte de la Física, más concretamente de la Mecánica, que estudia las condiciones para que un cuerpo permanezca en equilibrio. Lo siguiente que nos preguntamos es qué es eso de equilibrio. Pues bien, definámoslo.

Def. Sistema mecánico en equilibrio. Decimos que un sistema mecánico está en equilibrio cuando todos los cuerpos que lo forman están en equilibrio.

Def. Cuerpo en equilibrio. Decimos que un cuerpo *está en equilibrio* cuando su velocidad (como vector) es constante. Es decir, un cuerpo en reposo permanece en equilibrio mientras siga en reposo. Un cuerpo en movimiento permanece en equilibrio si se mueve con movimiento rectilíneo y uniforme.

Recuerda que la velocidad es un vector; por tanto, para que no cambie la velocidad de un cuerpo es necesario que no cambie ni el módulo, ni la dirección, ni el sentido de la velocidad; lo que significa que el cuerpo posee un movimiento rectilíneo uniforme. Por todo lo anterior, y según la primera ley de Newton:

Teorema. Una partícula estará en equilibrio si y sólo si la resultante de las fuerzas que actúan sobre ella es nula.

$$\text{Equilibrio}_{\text{partícula}} \Leftrightarrow \sum_{\text{partícula}} \vec{F} = \vec{0}$$

En resumen:

- Las **fuerzas** son las causantes de modificar la velocidad o la forma de los cuerpos. Para *determinar* una fuerza aplicada a una partícula debemos conocer: módulo, dirección, sentido y cuerpo sobre el que se aplica; también, dada una base, vale: componentes y cuerpo sobre el que se aplica.
- **Estática** es la parte de la Física que estudia las condiciones para que un cuerpo permanezca en equilibrio. Decimos que un cuerpo está en *equilibrio* si permanece en reposo o posee un movimiento rectilíneo uniforme.
- **Condición** de equilibrio de una partícula. Una partícula está en equilibrio si y sólo si la resultante de las fuerzas aplicadas sobre ella es nula.
- En este tema **todas** las fuerzas aplicadas sobre un cuerpo serán de *contacto* salvo su propio *peso*. El peso de una partícula de masa m es: $\mathbf{P} = m\mathbf{g}$, donde \mathbf{g} es $9,81\text{m/s}^2$, vertical y hacia abajo.
- **Ley de acción y reacción.** Cuando un cuerpo ejerce una fuerza, llamada *acción*, sobre otro, éste a su vez, ejerce sobre el primero otra fuerza, llamada *reacción*, de igual módulo, dirección, pero de sentido contrario.

4. AISLAMIENTO DE UN SISTEMA MECÁNICO

Ya hemos visto la parte más “teórica” del tema; vamos ahora a explicar cómo proceder para resolver los problemas del mismo. Tendremos que aislar los cuerpos del sistema mecánico en cuestión mediante el diagrama del sólido libre. Hecho esto aplicaremos la condición de equilibrio para resolver el problema. Definamos aislar un cuerpo y diagrama del sólido libre.

Def. Aislar un cuerpo. *Aislar un cuerpo* es dibujar dicho cuerpo (solo) junto con el sistema de fuerzas en él aplicado. Dicho dibujo se conoce como *diagrama del sólido libre* de ese cuerpo.

Este aislamiento se logra mediante una representación esquemática del cuerpo aislado en el que figuren todas las fuerzas aplicadas en él debidas al resto de cuerpos que hemos suprimido. Recuerda que, salvo el peso, todas las fuerzas aplicadas sobre un cuerpo se deben al contacto con otros cuerpos. Por tanto, es de esperar que haya una fuerza de contacto aplicada sobre el cuerpo que se aísla por cada cuerpo que suprimamos al aislarlo.

Solamente después de haber trazado con cuidado dicho diagrama se podrá llevar a cabo la condición de equilibrio. Para que una partícula esté en equilibrio se deberá cumplir que la resultante de las fuerzas aplicadas sobre ella sea nula. Por tanto, por cada sistema mecánico que aislemos tendremos una ecuación vectorial que, por tratarse de problemas planos, serán dos ecuaciones escalares.

$$\sum_{\text{sist. mec.}} \vec{F} = \vec{0} \Leftrightarrow \left(\sum_{\text{sist. mec.}} \vec{F} \right)_x = 0 \quad \text{y} \quad \left(\sum_{\text{sist. mec.}} \vec{F} \right)_y = 0$$

Aislaremos tantas partículas como sea necesario, sabiendo que por cada partícula aislada obtendremos dos ecuaciones escalares. La *tercera* ley de Newton, que establece la existencia de una reacción igual y opuesta a toda acción, deberá cumplirse y nos será de ayuda.

$$\vec{F}_{\text{acción}} = -\vec{F}_{\text{reacción}}$$

Simplificaciones sobre cables y poleas. Consideraremos los *cables*, *correas*, *cuerdas*, *cadena flexibles* y *poleas* como ideales. Por tanto, despreciamos el peso de estos cuerpos y consideraremos que no hay rozamiento entre ellos. Independientemente de que el cable pase o no por poleas, esto se traduce en que cuando el cable solo esté cargado en sus extremos, las tensiones en dichos extremos tienen el mismo módulo, son tangenciales al cable y están dirigidas hacia afuera del mismo; es decir, que el cable siempre está sometido a tracción.

Simplificaciones sobre superficies. En este tema consideraremos las superficies de los cuerpos como perfectamente lisas, lo que se traduce en que *no habrá fuerzas de rozamiento* entre cuerpos. Así, cuando estén en contacto las superficies lisas de dos cuerpos, la fuerza que ejerce una superficie sobre la otra es normal al plano

tangente a ambas superficies y de compresión; es decir, estas fuerzas, llamadas **fuerzas normales**, siempre se oponen a que los cuerpos penetren entre sí.

IDEAS FUNDAMENTALES DEL TEMA

- **Partícula.** Cuerpo con masa pero sin dimensiones. Cuando un cuerpo se considere como partícula, sus dimensiones no influirán en la resolución del problema. Todos los cuerpos de este tema se consideran partículas.
- **Estática** es la parte de la Física que estudia las condiciones para que un cuerpo permanezca en equilibrio. Decimos que un cuerpo está en *equilibrio* si permanece en reposo o posee un movimiento rectilíneo uniforme.
- **Fuerzas (F).** Magnitudes vectoriales; se miden en Newtons (N) o kilopondios (kp). $1 \text{ kp} = 9,81 \text{ N}$. Son las causantes de modificar la velocidad o la forma de los cuerpos. Para *determinar* una fuerza aplicada a una partícula debemos conocer: módulo, dirección, sentido y cuerpo sobre el que se aplica; también vale: componentes cartesianas o polares y cuerpo sobre el que se aplica.
- Salvo el **peso**, el resto de fuerzas serán de contacto. El peso (**P**) de un cuerpo está aplicado sobre dicho cuerpo y es igual al producto de su masa por la aceleración de la *gravedad* (**g**): $|\mathbf{g}| = 9,8 \text{ m/s}^2$, dirección vertical, sentido hacia abajo.
- **Principio de acción-reacción.** A toda fuerza (*acción*), de un cuerpo sobre otro, le corresponde otra fuerza (*reacción*), del otro sobre el uno, de igual módulo y dirección pero de sentido contrario.
- **Equilibrio.** Una partícula está en *equilibrio* cuando no se mueve o se mueve de forma recta y uniforme. La *condición* de equilibrio de una partícula es que la resultante de las fuerzas aplicadas sobre dicha partícula sea nula.
- **Aislar un cuerpo.** Para hallar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo tenemos que aislar el cuerpo y representar dichas fuerzas. La primera fuerza que ponemos es el peso del cuerpo (fuerza a distancia). Después habrá que poner una fuerza por cada cuerpo que esté en contacto con nuestro cuerpo (fuerzas de contacto).
- **Cables y poleas.** Se considerarán *ideales*: masa despreciable y ausencia de rozamientos. Por tanto, un cable, pase o no por poleas, que sólo esté cargado en sus extremos tiene el mismo módulo de tensión en dichos extremos; la dirección será tangencial al cable y el sentido hacia afuera (tracción).
- **Superficies de contacto.** Cuando dos cuerpos están en contacto, cada uno ejerce sobre el otro una fuerza (*normal*) que impide que dichos cuerpos penetren entre sí. Por tanto, dicha normal es perpendicular a la superficie de contacto. En este tema las superficies de los cuerpos se considerarán perfectamente *lisas*: ausencia de rozamientos entre superficies.