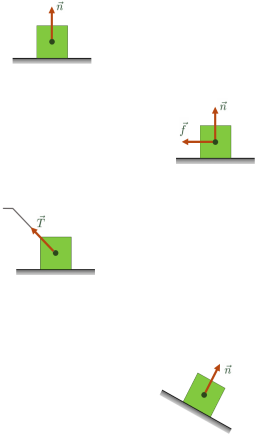


Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario UAEM Zumpango

Ingeniería en Computación

Física Básica

Unidad de Competencia I
Solución de problemas relacionados con la Mecánica para usar estos conocimientos como base para las unidades de competencias siguientes
Temas 2, 3 y 4. Fuerza. Sistemas en equilibrio estático. Dinámica.

M. en C. Rafael Rojas Hernández
rrojas.uaemex@gmail.com

Descripción del Material

El presente material de proyección visual presenta al alumno una perspectiva de la Unidad de Aprendizaje **Física Básica**, correspondiente al Segundo Periodo de la Licenciatura en Ingeniería en Computación.
Al presentar este material, se busca que el alumno comprenda los principios de la Física, a través del uso e interpretacii¿$\frac{1}{2}$n correcta de las definiciones de **vector**. Para que se esta manera se utilicen de manera mas sencilla en el uso de los temas de Fuerza, Sistemas en equilibrio estático y Dinámica.

Información general de la Unidad de Aprendizaje

Unidad de Aprendizaje

Física Básica

Propósito de la Unidad de Aprendizaje

Conocer y comprender los conceptos de mecánica, óptica y física moderna para aplicarlos durante su preparación profesional en materias como Electricidad y magnetismo y Circuitos eléctricos.

Estructura de la Unidad de Aprendizaje

1. Solución de problemas relacionados con la Mecánica para usar estos conocimientos como base para las unidades de competencias siguientes.
2. Conocer el movimiento ondulatorio, la teorá electromagnética y la luz para aplicarlos en Electricidad y Magnetismo.
3. Obtener el conocimiento de las toerías físicas modernas como una necesidad de estar actualizado y conocer la materia desde un punto de vista molecular, atómico y nuclear.

Unidad de Competencia I

Objetivo de la Unidad de Competencia

Solución de problemas relacionados con la Mecánica para usar estos conocimientos como base para las unidades de competencias siguientes.

Conocimientos

- Magnitudes, unidades.
- Fuerza.
- Sistemas en equilibrio estático.
- Dinámica.
- Masa.
- Trabajo.
- Energía.
- Potencia.
- Cinemática.
- Energía cinética y energía potencial.
- Conservación de la energía.
- Conservación de la cantidad de movimiento.
- Fuerza gravitacional.
- Leyes de newton.
- Ley de gravitación universal
- Campo gravitacional.

Habilidades

- Comprender los conceptos dados en clase.
- Aplicar los conocimientos adquiridos.
- Resolver problemas relacionados con lo aprendido en clase.
- Realizar prácticas de laboratorio.

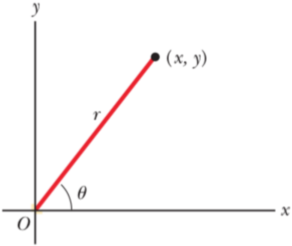
Actitudes y valores

- Asistir a clases.
- Puntualidad.
- Cumplir con las actividades asignadas.
- Mostrar interés en las actividades prácticas que se realicen en el laboratorio.
- Disposición para el trabajo en equipo.
- Tolerancia y participación activa.

1. Magnitudes, unidades.
2. **Fuerza.**
3. **Sistemas en equilibrio estático.**
4. **Dinámica.**
5. Masa.
6. Trabajo.
7. Energía.
8. Potencia.
9. Cinemática.
10. Energía cinética y energía potencial.
11. Conservación de la energía.
12. Conservación de la cantidad de movimiento.
13. Fuerza gravitacional.
14. Leyes de newton.
15. Ley de gravitación universal
16. Campo gravitacional.

Muchos aspectos de la física incluyen una descripción de una ubicación en el espacio. La descripción matemática del movimiento de un objeto requiere un método para describir la posición del objeto en varios tiempos. En dos dimensiones esta descripción se logra con el uso del sistema de coordenadas cartesianas.

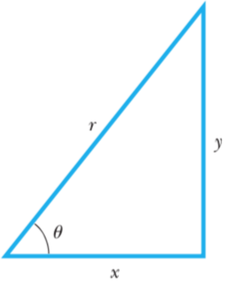
A veces es más conveniente representar un punto en un plano por sus coordenadas polares planas (r, θ), donde r es la distancia desde el origen hasta el punto que tiene coordenadas cartesianas (x, y) y es el ángulo entre un eje fijo y una lï¿$\frac{1}{2}$nea dibujada desde el origen hasta el punto.



$$\text{sen}\ \theta = \frac{y}{r}$$

$$\cos \theta = \frac{x}{r}$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x}$$



Haciendo uso del teorema de Pitágoras es posible obtener la relación entre coordenadas cartesianas-polares y viceversa.

$$\begin{aligned} x &= r\cos\theta \\ y &= r\,\mathrm{sen}\,\theta \\ \tan\theta &= \frac{y}{x} \\ r &= \sqrt{x^2+y^2} \end{aligned}$$

Ejemplo

Las coordenadas cartesianas de un punto en el plano xy son $(x, y) = (-3.5, -2.5)$ m. Encuentre las coordenadas polares de este punto.

$$r = \sqrt{x^2 + y^2} = \sqrt{(-3.5\ m)^2 + (-2.5\ m)^2} = 4.3\ m$$

$$\tan\theta = \frac{x}{y} = \frac{-2.5\ m}{-3.5\ m} = 0.714$$

$$\theta = 216^\circ$$

Escalar

Una cantidad *escalar* es cualquier cantidad que se puede describir por completo usando un solo valor numérico.

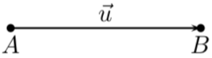
Vector

Un *vector* es una cantidad que tiene una dirección en adición a una magnitud numérica.
Un vector es representado, por lo general, como una letra con una flecha sobre ella $(\vec{u})$.

Desplazamiento

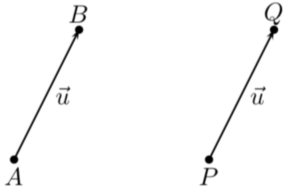
Un *desplazamiento* describe un cambio en la posición desde un punto en el espacio hacia otro.

Dado que se puede describir por completo tal cambio al especificar una magnitud (la distancia entre los puntos) y una direcciónn (la dirección que se va a tomar desde el primer punto hasta el segundo) un desplazamiento califica como una cantidad vectorial. La forma en como puede representar visualmente un desplazamiento es por medio del uso de una flecha.



Un desplazamiento representa sólo la magnitud y la dirección un cambio en la posición; no especifica dónde comienza ni dónde termina. Por ejemplo, si el punto b se encuentra a 2.0 m al noreste del punto A y el punto Q se encuentra 2.0 m al noreste del punto P, el mismo vector desplazamiento $(\vec{u})$ (cuya magnitud es 2.0 m y su dirección es al noreste) llega desde el punto A hasta B y desde P hasta Q.

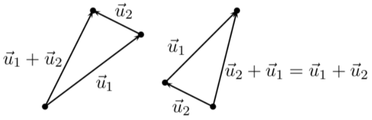
Se considera que cualesquiera dos vectores (no sólo desplazamientos), que tienen la misma magnitud y dirección, son equivalentes, incluso si originalmente fueron definidos en diferentes lugares y tiempos. Por lo tanto, se puede transportar libremente a los vectores de lugar a lugar y/o de tiempo a tiempo, pues, es tanto no hayan cambiado su magnitud o dirección, el vector transportado es equivalente al original.



Suma Vectorial

Si se alinean los vectores de modo que la base de $\vec{u}_2$ coincida con la punta de $\vec{u}_1$, entonces la suma $\vec{u}_1 + \vec{u}_2$ es el vector que se proyecta desde la base de $\vec{u}_1$ hasta la punta de $\vec{u}_2$.

La adición de vectores es conmutativa: si los vectores se alinean en el orden inverso, la suma todavía es la misma.



Vector cero

Sea el vector $\vec{u}$ que va desde el punto A hasta el punto B y el vector $\vec{u}$ que va desde el punto B hasta el punto A, la suma de ambos vectores da como resultado el *vector cero*.

Vector inverso

Dado que dos escalares a y b que sumen cero son negativos uno con respecto al otro, de manera análoga se define a dos vectores que suman cero como mutuamente negativos, técnicamente *vectores inversos*.

$$Si \;\; \vec{u}_1 + \vec{u}_2 = 0 \;\; entonces \;\; \vec{u}_1 \equiv -\vec{u}_2 \; y \; \vec{u}_2 \equiv -\vec{u}_1$$

Diferencia vectorial

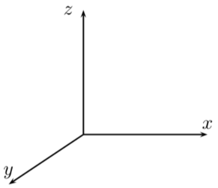
La diferencia vectorial $\vec{u}_2 - \vec{u}_1$ de dos vectores $\vec{u}_1$ y $\vec{u}_2$ como la suma de $\vec{u}_2$ y el inverso de $\vec{u}_1$:

$$\vec{u}_2 - \vec{u}_1 \equiv \vec{u}_2 \, (-\vec{u}_1)$$

De manera alternativa, se puede definir $\vec{u}_2 - \vec{u}_1$ como el vector, que cuando se suma a $\vec{u}_1$, produce $\vec{u}_2$.

$$\vec{u}_2 = (\vec{u}_2 - \vec{u}_1) + \vec{u}_1 \equiv \vec{u}_2 + (-\vec{u}_2)$$

Para realizar cálculos cuantitativos con los vectores, es necesario saber cómo expresar no sólo la magnitud de un vector sino también su dirección en términos de cantidades meramente escalares. Esto se puede hacer de manera más natural al transformar un vector en componentes. Suponga que se cubre el espacio en una región de interés con una cuadrícula cúbica imaginaria que consta de tres conjuntos mutuamente perpendiculares de líneas paralelas rectas con la misma separación. Al elegir de manera arbitraria una dirección "positiva" para cada uno de estos conjuntos de líneas se definen en el espacio tres ejes coordenados mutuamente perpendiculares a los cuales de manera convencional se les denominaría *eje* x, *eje* y y *eje* z.



Vectores componentes

En una cuadrícula o tres ejes coordenados definida, se puede escribir cualquier vector como una suma de tres *vectores componentes* de desplazamiento $\vec{u}_x$, $\vec{u}_y$, $\vec{u}_z$ mutuamente perpendiculares, paralelos a las líneas x, y y z de la rejilla, respectivamente.

Dado que el vector tiene una dirección con respecto a cada uno de los ejes en la rejilla, x, y y z las direccionales $\hat{x}$, $\hat{y}$ y $\hat{z}$ como abreviaturas para referirse a las frases "en la dirección $+x$", "en la dirección $+y$" y "en la dirección $+z$" para indicar el desplazamiento en cada una de dichas direcciones. Las direccionales $\hat{x}$, $\hat{y}$ y $\hat{z}$ con frecuencia son escritas **i**, **j** y **k**, respectivamente y son llamados vectores unitarios.

Componentes (escalares)

Cualquier vector $\vec{u}$ es descrito en términos de sus tres componentes escalares u_x, u_y y u_z de modo que:

$$\vec{u} = u_x\hat{x} + u_y\hat{y} + u_z\hat{z}$$

donde u_x, u_y y u_z se les llama **componente** x, **componente** y y **componente** z respectivamente.

Vector columna

Dado que cualquier vector se puede reconstruir a partir de sus componentes escalares $\vec{u}_x$, $\vec{u}_y$ y $\vec{u}_z$, simplemente mencionar estos componentes en orden es equivalente a especificar el vector, por lo es posible enlistar dichos componentes de manera vector columna como sigue:

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \end{bmatrix}$$

Magnitud

La magnitud de un vector arbitrario $\vec{u}$ es:

$$|\vec{u}| = \mathrm{mag}\left(\vec{u}\right) = \sqrt{u_x^2 + u_y^2 + u_z^2}$$

La notación convencional para la magnitud de un vector es simplemente $|u|$: el mismo símbolo sin la flecha.

Ejemplo

¿Cuál es la magnitud del desplazamiento del vector $\vec{u} = 1.0u_x - 1.5u_y - 0.5u_z$*?*

$$
\begin{aligned}
|\vec{u}| &= \sqrt{u_x^2 + u_y^2 + u_z^2} \\
&= \sqrt{(.10)^2 + (-1.5)^2 + (-0,5)^2} \\
&= \sqrt{1.0 + 2.25 + 0.25} \\
&= \sqrt{3.5} \\
&= 1.87
\end{aligned}
$$

Vectores en una dimensión.

En algunas ocasiones todos los vectores de interés son paralelos a una dirección dada en el espacio, con lo que es posible alinear la rejilla de modo que corresponda con uno de los ejes coordenados, por ejemplo, la dirección x. Cualquier vector de interés, entonces, es completamente equivalente a un solo vector nuúmero con signo u_x.

$$\vec{u} = u_x\hat{x} + 0\hat{y} + 0\hat{z}$$

Vectores en dos dimensiones.

Cuando todos los vectores de interés están confinados en un cierto plano, por lo general se puede orientar la rejilla de modo que un eje coordenado sea *perpendicular* al plano. Todos los vectores de interés entonces tienen componentes cero en esta dirección y por lo tanto están completamente descritos por sus dos componentes en el plano. En tales casos, con frecuencia es útil describir la dirección de un vector en términos de un ángulo medido en el plano desde cierta dirección en referencia.

$$\vec{u} = u_x\hat{x} + u_y\hat{y} + 0\hat{z}$$

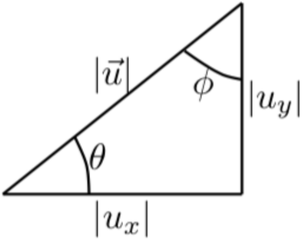
Ejemplo

Sean $\vec{u} = (7.0m)\hat{x}$ *y* $\vec{w} = (3.0m)(-\hat{x})$, *la suma de ambos vectores es:*

$$\begin{aligned} \vec{u} + \vec{w} &= (7.0m)\hat{x} + (3.0m)(-\hat{x}) \\ &= (4.0m)\hat{x} \\ u_x + w_x &= 7.0m + (-3.0m) \\ &= 4.0m \end{aligned}$$

Cálculo de la magnitud y la dirección de un vector bidimensional a partir de sus componentes.

Consire un vector arbitrario $\vec{u}$ en el plano y sus vectores componentes $\vec{u}_x$ y $\vec{u}_y$ forman un tríangulo recto cuya hipotenusa tiene longitud $|\vec{u}| = u$ y cuyos catetos tienen longitudes $|\vec{u}_x| = |u_x|$ y $|\vec{u}_y| = |u_y|$. Las definiciones de seno y coseno implican entonces que:



$$\operatorname{sen}\theta \equiv \frac{op}{hip} = \frac{|u_y|}{|\vec{u}|}$$
$$\cos\theta \equiv \frac{ady}{hip} = \frac{|u_x|}{|\vec{u}|}$$
$$\operatorname{sen}\phi \equiv \frac{op}{hip} = \frac{|u_x|}{|\vec{u}|}$$
$$\cos\phi \equiv \frac{ady}{hip} = \frac{|u_y|}{|\vec{u}|}$$

De manera que si es conocido $\vec{u}$ la *magnitud* $u = |\vec{u}|$ y el ángulo θ o el ángulo ϕ, se puede calcular los valores absolutos de sus componentes como sigue:

$$|u_x| = u\cos\theta \quad \text{o} \quad |u_y| = \operatorname{sen}\phi$$
$$|u_y| = u\operatorname{sen}\theta \quad \text{o} \quad |u_x| = \cos\phi$$

Si se conocen los componentes u_x y u_y, se puede calcular su magnitud y cualquiera de sus ángulos de dirección θ y ϕ del modo siguiente:

$$
\begin{aligned}
u = |\vec{u}| &= \sqrt{u_x^2 + u_y^2} \\
\tan\theta = \frac{|u_y|}{u_x} &\Rightarrow \theta = \tan^{-1}\frac{|u_y|}{|u_x|} \\
\tan\phi = \frac{|u_x|}{u_y} &\Rightarrow \phi = \tan^{-1}\frac{|u_x|}{|u_y|}
\end{aligned}
$$

donde $\tan^{-1}$ es la función tangente inversa o arcotangente.

Operaciones vectoriales en término de los componentes

Escribir vectores en términos de sus *componentes* permite calcular los vectores suma, simétrico y diferencia de manera precisa y cuantitativa sin realizar dibujos. Por ejemplo, se desea la suma de dos vectores arbitarios $\vec{u}$ y $\vec{w}$.

$$\begin{aligned}
\vec{s} = \vec{u} + \vec{w} &= u_x\hat{x} + u_y\hat{y} + u_z\hat{z} + w_x\hat{x} + w_y\hat{y} + w_z\hat{z} \\
&= u_x\hat{x} + w_x\hat{x} + u_y\hat{y} + w_y\hat{y} + u_z\hat{z} + w_z\hat{z} \\
&= (u_x + w_x)\,\hat{x} + (u_y + w_y)\,\hat{y} + (u_z + w_z)\,\hat{z}
\end{aligned}$$

También es posible resolver la suma haciendo uso del formato de vector columna:

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} s_x \\ s_y \\ s_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} w_x \\ w_y \\ w_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_x + w_x \\ u_y + w_y \\ u_z + w_z \end{bmatrix}$$

Para $\vec{u}+\vec{r} = 0$ significa que $\vec{r}$ es el mismo que el vector simétrico $-\vec{u}$ de $\vec{u}$. Por lo tanto implica que los componentes de este vector simétrico $\vec{r} = -\vec{u}$ son simplemente los componentes de $\vec{u}$ multiplicados por -1.

$$\vec{u} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_x + r_x \\ u_y + r_y \\ u_z + r_z \end{bmatrix} \Rightarrow -\vec{u} = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \end{bmatrix}$$

dado que u_x y r_x sumados dan cero si y sólo si (y de manera análoga para los otros componentes).

Esto a su vez significa que los componentes del vector diferencia $\vec{q} = \vec{u} - \vec{w} = \vec{u} + (-\vec{w})$ simplemente son los componentes correspondientes de $\vec{u}$ y $\vec{w}$.

$$\begin{bmatrix} q_x \\ q_y \\ q_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} w_x \\ w_y \\ w_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -w_x \\ -w_y \\ -w_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_x - w_x \\ u_y - w_y \\ u_z - w_z \end{bmatrix}$$

Múltiplo escalar de un vector

El producto $b\vec{u}$ de un escalar arbitrario b y un vector arbitrario $\vec{u}$ es el vector cuyos componentes son el producto de b con los correspondientes componentes de $\vec{u}$.

$$b\vec{u} = \begin{bmatrix} bu_x \\ bu_y \\ bu_z \end{bmatrix}$$

La magnitud de $b\vec{u}$ es:

$$|b\vec{u}| = \sqrt{(b\vec{u}_x)^2 + (b\vec{u}_y)^2 + (b\vec{u}_z)^2}$$

$$= \sqrt{b^2(u_x^2 + u_y^2 + u_z^2)} = |b|\sqrt{u_x^2 + u_y^2 + u_z^2} = |b||\vec{u}|$$

lo cual significa que la multiplicación por b alarga al vector $\vec{u}$ por un factor de $|b|$(o lo escoge si $|b| < 1$).

Multiplicación de dos vectores para dar por resultado un escalar

El *producto escalar* de dos vectores arbitrarios $\vec{u}$ y $\vec{w}$ escrito como $\vec{u} \cdot \vec{w}$, se define como:

$$\vec{u} \cdot \vec{w} = |u||w| \cos \phi$$

donde ϕ es el ángulo entre dos vectores.

En términos de sus componentes:

$$\vec{u} \cdot \vec{w} = u_x w_x + u_y w_y + u_z w_z$$

Multiplicación de dos vectores para dar por resultado otro vector

El *producto vectorial* de dos vectores arbitrarios $\vec{u}$ y $\vec{w}$ se escribe como $\vec{u} \times \vec{w}$ y es otro vector $\vec{v}$.

$\vec{v} = \vec{u} \times \vec{w} = (u_x w_z - u_z w_y)\hat{x} - (u_x w_z - u_z w_x)\hat{y} + (u_x w_y - u_y w_x)\hat{z}$

Magnitud de $\vec{u} \times \vec{w}$

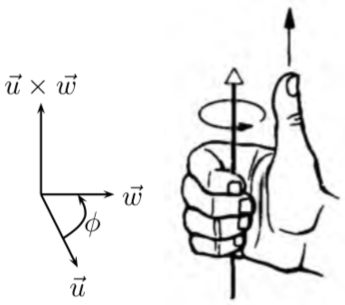
La *magnitud* del producto escalar se define como:

$$|\vec{u} \times \vec{w}| = |u||w| \operatorname{sen} \phi$$

donde ϕ es el ángulo entre dos vectores.

Regla de la mano derecha (Producto vectorial)

La dirección del vector obtenido por el producto vectorial puede visualizarse por medio de la *regla de la mano derecha*:
Curve los dedos de la mano derecha de tal forma que señalen el sentido de rotación del vector $\vec{u}$ hacia el vector $\vec{w}$, por el camino más corto, entonces el dedo pulgar extendido marcará la dirección del vector del producto vectorial.



División escalar de un vector

La división de un vector $\vec{u}$ por un escalar b es lo mismo que multiplicarlo por $1/b$:

$$\frac{\vec{u}}{b} = \frac{1}{b}\vec{u}$$

Fuerza

Es una interacción entre dos cuerpos o entre un cuerpo y su ambiente.
Se refiere a una interacción con un objeto mediante actividad muscular y algún cambio en la velocidad del objeto.

Fuerza de contacto

Implica el contacto entre dos objetos.
Cuando un resorte se jala, éste se estira, al patear un balón.

Fuerza de campo

No involucra contacto física.
La gravedad sobre un objeto.

Fuerzas de contacto

Fuerza normal $\vec{n}$

Es ejercida sobre un objeto por cualquier superficie con la que esté en contacto. Se dice *normal* ya que la fuerza actúa perpendicular a la superifice de contacto.

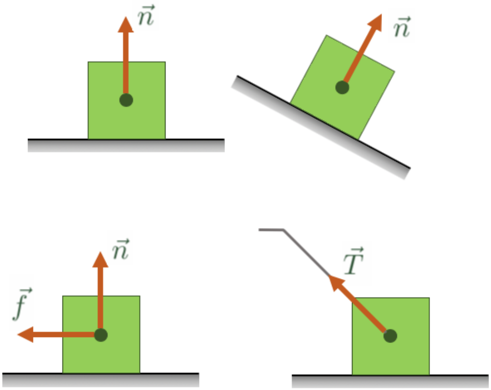
Fuerza de fricción $\vec{f}$

Es la ejercida sobre un objeto por una superficie, en la dirección opuesta al deslizamiento.

Fuerza de tensión $\vec{T}$

Es ejercida por una cuerda sobre un objeto al cual se ata.

Fuerzas de contacto



Magnitudes de fuerzas comunes $\vec{w}$

	Fuerza
Fuerza gravitacional del Sol sobre la Tierra	3.5×10^{22} N
Empuje de un trasbordador espacial durante el lanzamiento	3.1×10^{7} N
Peso de una ballena azul grande	1.9×10^{6} N
Fuerza de tracción máxima de una locomotora	8.9×10^{5} N
Peso de un jugador de fútbol americano de 250 lb	1.1×10^{3}N
Peso de una manzana mediana	1 N
Peso de los huevos de insecto más pequeños	2×10^{-6} N
Atraccïï¿ $\frac{1}{2}$n eléctrica entre el protón y el electrón de un átomo de hidrógeno	8.2×10^{-8} N
Peso de una bacteria muy pequeña	1×10^{-18} N
Peso de un átomo de hidrógeno	1.6×10^{-26} N
Peso de un electrón	$8.9 \times^{-30}$ N
Atracción gravitacional entre el protón y el electrón de un átomo de hidrógeno	3.6×10^{-47} N

Fuerza gravitacional

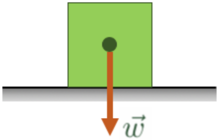
La fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre un objeto.

Peso $\vec{w}$

La magnitud de la fuerza gravitacional sobre un objeto.

Masa

Es la propiedad de un objeto que especifica cuánta resistencia muestra un objeto para cambiar su velocidad.



Primera ley de Newton

Un cuerpo sobre el cual no actúa una fuerza neta se mueve con velocidad constante (que puede ser cero) y aceleración cero.

Si un objeto no interactúa con otros objetos, es posible identificar un marco de referencia en el que el objeto tiene aceleracón cero.

Si la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo es cero, entonces es posible hallar un conjunto de marcos de referencia en los cuales ese cuerpo no tenga aceleración.

Primera ley de Newton

En ausencia de fuerzas externa, y cuando se ve desde un marco de referencia inercial, un objeto en reposo se mantiene en reposo y un objeto en movimiento continúa en movimiento con una velocidad constante.

Cualquier onjeto aislado (uno que no interactúa con su entorno) está en reposo o en movimiento con velocidad constante.

Inercia

La tendencia de un objeto a resistir cualquier intento por cambiar su velocidad.

Superposición de fuerzas

Efecto de cualquier cantidad de fuerzas aplicadas a un punto de un cuerpo es el mismo de una sola fuerza igual a la suma vectorial de las fuerzas.

Fuerza neta

Suma vectorial (resultante) de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo.

$$\vec{R} = \sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \cdots$$

$$R_x = \sum F_x \qquad R_y = \sum F_y$$

Magnitud de fuerza neta.

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Equilibrio

Cuando un cuerpo está en reposo o se mueve con velocidad constante (en línea recta con velocidad constante), se dice que el cuerpo está en *equilibrio*.

Para que un objeto este en equilibrio, no deben actuar fuerzas sobre el, o deben actuar varias fuerzas cuya resultantes (fuerza neta) sea cero.

$$\sum \vec{F} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \qquad \sum F_y = 0$$

Segunda ley de Newton

Si una fuerza externa neta actúa sobre un cuerpo, éste se acelera. La dirección de la aceleración es la misma que la dirección de la fuerza neta. El vector de fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicado por su aceleración.

Cuando se ve desde un marco de referencia inercial, la aceleración de un objeto es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa:

$$\vec{a} \propto \frac{\sum \vec{F}}{m} \Rightarrow \sum \vec{F} = m\vec{a}$$

$$\sum F_x = ma_x \qquad \sum F_y = ma_y$$

La unidad en el Sistema Internacional de la *fuerza* es el Newton, que se define como:

Newton

La cantidad de fuerza neta que proporciona una aceleración de 1 metro por segundo al cuadrado a un cuerpo con masa de 1 kilogramo.

$$1\mathsf{N} \equiv 1\mathsf{kg} \cdot \mathsf{m}/\mathsf{s}^2$$

Para el Sistema Inglés la unidad de fuerza es la libra (lb), definida como:

Libra

Una fuerza de 1 libra es la fuerza que, cuando actúa sonre una masa de 1 slug produce una aceleración de 1 ft/s.

$$1\mathsf{lb} \equiv 1slug \cdot \mathsf{ft}/\mathsf{s}^2$$

*El *slug* es la unidad de masa en el sistema usual estadounidense.

Unidades de la fuerza.

$$1\text{dina} = 1g \cdot \text{cm}/\text{s}^2 = 10^{-5}\text{N}$$
$$1\text{libra} = 4.448221615260\text{N}$$

NOTA: $m\vec{a}$ no es una fuerza.

Fuerza gravitacional $\vec{F}_g$

La fuerza de atracción que ejerce la Tierra sobre un objeto. Dicha fuerza se dirige hacia el centro de la Tierra y su magnitud se llama *peso* del objeto.

$$\vec{F}_g = m\vec{g}$$

Por lo que el pseo de un objeto se define como

$$F_g = mg$$
$$w = mg$$

Donde $g = 9.81\text{m/s}^2$, en la Tierra.

Tercera ley de Newton

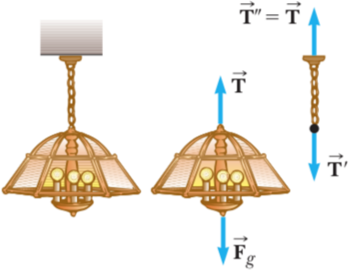
Si dos objetos interactúan, la fuerza $\vec{F}_{12}$ que ejerce el objeto 1 sobre el objeto 2 es igual en magnitud y opuesta en dirección a la fuerza $\vec{F}_{21}$ que ejerce el objeto 2 sobre el objeto 1:

$$\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$$

Si el cuerpo A ejerce una fuerza sobre el cuerpo B (una "acción"), entonces, B ejerce una fuerza sobre A (una "reacción"). Estas dos fuerzas tienen la misma magnitud pero dirección opuesta, y actúan sobre diferentes cuerpos.

Partícula en equilibrio
Si la aceleración de un objeto representado como partícula es cero, el objeto se considera con el modelo de *partícula en equilibrio*. En este modelo, la fuerza neta sobre el objeto es cero:

$$\sum \vec{F} = 0$$



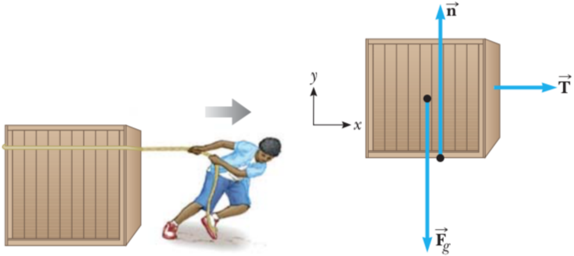
[Freedman. Young, Física universitaria, Addison Wesley]

Partícula bajo una fuerza neta

Si un objeto experimenta una aceleración, su movimiento se puede analizar con el modelo de *partícula bajo una fuerza neta*, segunda ley de Newton:

$$\sum F_x = T = ma_x \quad \text{o} \quad a_x = \frac{T}{m}$$

$$\sum F_y = n + (-F_g) = 0 \quad \text{o} \quad n = F_g$$



[Freedman. Young, Física universitaria, Addison Wesley]

Fuerzas de fricción

Resistencia de un objeto cuando está en movimiento ya sea sobre una superficie o en un medio viscoso (aire o agua) al interactuar con su entorno.

Fricción estática

Fuerzas de fricción que actúan entre superficies en reposo una respecto a la otra.

$$f_s \leq \mu_s n$$

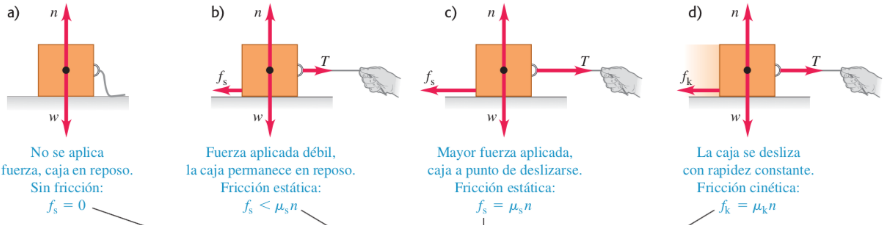
μ_s: coeficiente de fricción estática

Fricción cinética

Fuerzas que actúan entre superficies en movimiento relativo.

$$f_k = \mu_k n$$

μ_k: coeficiente de fricción cinética.



Jewwett, Física para ciencias e ingeniería, Volumen 1, 7ma edición, Cengage Learning]

Ejemplos de coeficientes de fricción

Coeficiente	μ_s	μ_k
Hule sobre concreto	1.0	0.8
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.4
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Madera encerada sobre nieve seca	–	0.04
Metal sobre metal (lubricado)	0.15	0.06
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Hielo sobre hielo	0.1	0.03
Articulación sinovial en humanos	0.01	0.03

Bibliografía

1. Serway, Jewwett, Física para ciencias e ingeniería, Volumen 1, 7ma edición, Cengage.
2. Resnick Robert, Halliday David, Física I y II , CECSA.
3. Serway, Física I y II Interamericana.
4. Giancolli Douglas G., Física General I y II, Prentice Hall.
5. Tipler A. Paul, Física I y II, Reverté.
6. Lea M. Susan, Burke John Robert, Física I y II, International Thomson Editores.
7. Sears, Zemansky, Física universitaria con física moderna, Pearson.
8. Freedman. Young, Física universitaria, Addison Wesley.
9. White-Harvey, Física Moderna, Harla.
10. Acosta-Cowan-Graham, Física Moderna, Harla.
11. Serway, Moses y Moyer, Física Moderna, Thomson.