

Dinámica - Leyes de Newton

La dinámica describe la relación entre el movimiento y sus causas (fuerzas, vínculos, etc.)

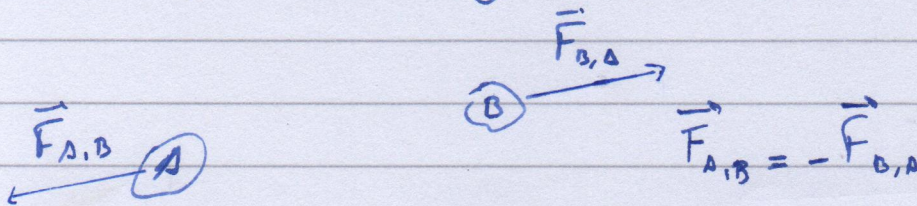
Conceptos: Fuerza: es una medida de la interacción $\vec{F}$ entre dos cuerpos materiales. es una magnitud vectorial.

Masa: la masa de un cuerpo material es una característica inherente al cuerpo, expresa la "cantidad de materia" que lo constituye. es una magnitud escalar.

Unidades S.I.: $[F] = N$ (Newton)
 $[m] = kg$ (kilogramo)

Tercera Ley de Newton

Las fuerzas en la Naturaleza ocurren de 2 en 2, manifestando la interacción entre dos cuerpos materiales. Cada cuerpo ejerce fuerza sobre el otro, con igual módulo y dirección y sentidos opuestos.



Primera Ley de Newton

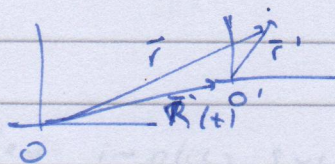
Existen sistemas de referencia desde los cuales se observa que: si sobre un cuerpo no actúan fuerzas, el cuerpo mantiene su velocidad constante ($\vec{a}=0$)

Estos sistemas de referencia se llaman inerciales.

Para la experiencia cotidiana, el suelo es un sistema inercial (con aproximación aceptable) $\ddot{}$

Propiedad: el grupo de Galileo transforma sistemas inerciales en sistemas inerciales.

Demostración:



$$\vec{R}(t) = \vec{R}_0 + \vec{V} \cdot t$$

$$\vec{r}'(t) = \vec{r}(t) - \vec{R}(t)$$

Aceptando que ambos sistemas observen los mismos valores de t ,

$$\vec{v}'(t) = \vec{v}(t) - \vec{V}, \quad \vec{a}'(t) = \vec{a}(t)$$

$$\therefore \vec{a}=0 \Leftrightarrow \vec{a}'=0.$$

Segunda Ley de Newton

Para un observador inercial, cuando sobre un cuerpo de masa m actúa un conjunto de fuerzas $\vec{F}_i$ ($i=1, \dots, N$) el cuerpo sufre una aceleración dada por

$$\vec{a} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^N \vec{F}_i$$

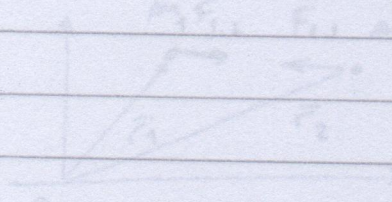
Ley de gravitación universal (Newton, 1687)

Observación: esta relación es instantánea, vale en cada tiempo t según el valor de las fuerzas en ese momento.

- la suma de fuerzas es una suma vectorial.
- la misma relación es válida en cualquier sistema inercial.

Unidades: la 2ª ley implica que las unidades de masa y fuerza no son independientes:

$$[\vec{a}] \cdot [m] = [\vec{F}] \rightarrow N = \text{kg} \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \quad \text{en el S.I.}$$



Observación: las relaciones expresadas en esta ley son válidas en cualquier sistema de coordenadas.

Fuerzas fundamentales de la Naturaleza

- atracción gravitatoria
 - interacción electromagnética
 - interacción nuclear fuerte
 - " " débil
- "Unificadas" en el
Modelo Standard
del Universo.

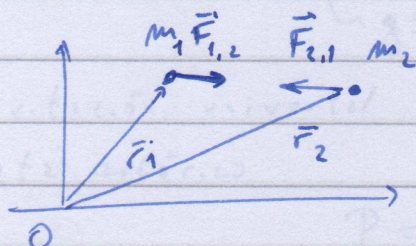
Ley de gravitación universal (Newton, 1687)

Dos cuerpos puntuales, de masas m_1 y m_2 , separados por una distancia d , se atraen con una fuerza dada por

$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

$G = 6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2}$ se conoce como constante de gravitación universal

• en términos de vectores:



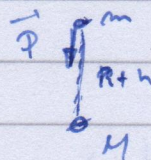
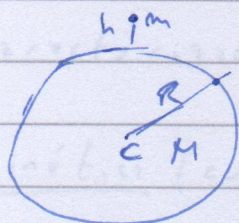
$$\vec{F}_{2,1} = - G \frac{m_1 m_2}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|^2} \cdot \underbrace{\frac{\vec{r}_2 - \vec{r}_1}{|\vec{r}_2 - \vec{r}_1|}}_{\vec{r}_{21}}$$

Observación: las relaciones expresadas como igualdad entre vectores mantienen su forma en cualquier sistema de coordenadas.

Fuerzas cotidianas

Fuerza peso ($\vec{P}$): es la fuerza con que la Tierra (cuerpo con masa M) atrae a cualquier cuerpo de masa m .

Obrviamente la Tierra no es un objeto puntual; considerado como una colección de partículas con simetría esférica se puede probar que atrae como una partícula de masa M ubicada en su centro.



$$\therefore P = \frac{GM}{(R+h)^2} \cdot m \quad (\text{en módulo})$$

para $h \ll R$, $P = \left(\frac{GM}{R^2} \right) m$

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$ (por datos del planeta Tierra)

La Ley de gravitación universal implica que en cualquier planeta esférico

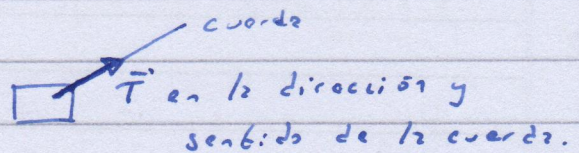
$$P = mg \quad \text{con} \quad g = \frac{GM}{R^2}$$

Observación: la masa en la 2ª Ley tiene un rol (masa inercial) muy distinto al de la Ley de Gravitación (masa gravitatoria)

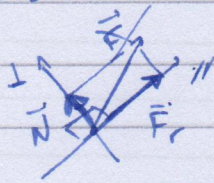
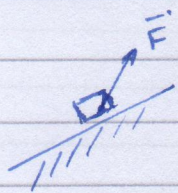
Se conoce como Principio de Equivalencia a su igualdad $m_i = m_g$

Fuerzas de contacto (descripción empírica)

• Cuerdas tensas (Tensión)



• Contacto con superficies



Se descompone en
Fuerza de roce, ($\parallel$)
Fuerza Normal ($\perp$)

Caracterización de $\vec{F}_r$:

cinética (cuando hay deslizamiento) $\vec{F}_r^c = \mu_c N$

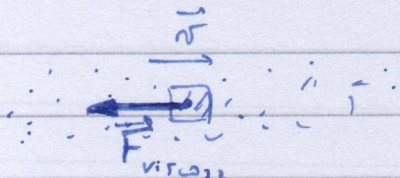
con μ_c : coeficiente de roce "cinético". se opone al deslizamiento

estática (cuando no hay deslizamiento). se acomoda a la situación

con μ_e : coeficiente de roce "estático". tiene un valor cota:

$$|\vec{F}_r^e| \leq \mu_e N$$

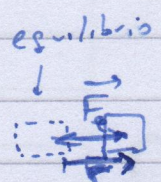
• roce por viscosidad (movimiento de un cuerpo en un fluido)



$$\vec{F}_{\text{viscoso}} = -\gamma \vec{v}_{\text{relative}}$$

• Fuerzas elásticas, resortes:

$$\vec{F}_e = -k \vec{r}$$



con $\vec{r}$: desplazamiento respecto de la posición de equilibrio

k : constante elástica (del resorte, etc)