

Tema 5. Dinàmica.

Fins ara s'ha estudiat com es mouen de les partícules però sense importar-nos el motiu pel qual es mouen. Estudiar-ne la causa és molt útil per saber el tipus de moviment que descriuran.

5.1. Sistemes de referència inercials.

En el tema anterior havíem vist que les lleis físiques eren les mateixes per tots els sistemes de referència que es movien a velocitat constant. També havíem vist que era impossible determinar quin sistema era el que s'estava movent i quin estava fix. Aquests sistemes on passa això s'anomenen **sistemes inercials**.

5.2. La massa.

“Una partícula lliure es mourà en línia recta i a velocitat constant”. Aquest enunciat es coneix com *el principi d'inèrcia*. Tot cos observat des d'un sistema inercial tendeix a mantenir la seva velocitat sempre que no actuïn causes externes sobre ell. La inèrcia d'una partícula depèn de la quantitat de matèria que tingui. La quantitat de matèria es mesura en el sistema internacional d'unitats en **kg** i la seva magnitud és **m**. La quantitat de matèria s'anomena **massa inert**¹.

Exemple 1. És senzill aturar una pilota de cuir que es mogui a 20 km/h. En canvi una bala de canó amb dimensions semblants tendirà a conservar la mateixa velocitat, tindrà més inèrcia que la de cuir, ja que costaria més aturar-la.

Definim doncs una magnitud que permet quantificar el grau d'inèrcia d'un cos. Aquesta magnitud dependrà de la massa i de la velocitat.

5.3. Moment lineal o quantitat de moviment.

Per una partícula de massa **m** que es mou amb velocitat **v** en un sistema inercial definim la quantitat de moviment associat a la partícula com:

$$\vec{p} = m \cdot \vec{v}$$

Les unitats en el sistema internacional de la quantitat de moviment són: kg·m/s. Tingueu en compte que la quantitat de moviment és un vector paral·lel a la velocitat.

5.4. Les lleis de Newton.

• 1ª llei de Newton. Principi d'inèrcia.

“Una partícula manté constant la seva quantitat de moviment sempre que no actuïn causes externes sobre ella.”

Aquestes causes externes s'anomenen *forces*. Les forces són les responsables que les partícules es moguin.

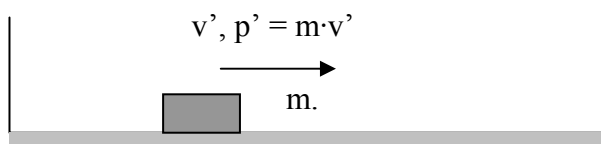
¹ La massa inert quantifica la quantitat de matèria dels cossos. En la física clàssica aquesta es manté constant en qualsevol sistema de referència, inercial o no inercial.

Una altre manera d'enunciar el principi d'inèrcia seria:

“ Si la suma de forces sobre una partícula és zero llavors la quantitat de moviment de la partícula és manté constant.”

$$\sum \vec{F} = 0 \Leftrightarrow \vec{p} = \text{cnt.}$$

Exemple 2. Un bloc llisca per una superfície perfectament polida. Al final de la superfície hi ha una membrana elàstica. La partícula patirà un canvi de la quantitat de moviment ja que apareix una força entre la partícula i la paret que provocarà aquest canvi.



- **2ª llei de Newton.**

El principi d'inèrcia ens indica que si la suma de forces sobre una partícula és zero, aquesta manté la seva quantitat de moviment constant.

$$\sum \vec{F} = 0 \Leftrightarrow \vec{p} = \text{cnt.}$$

Si una partícula varia la seva quantitat de moviment entre dos instants de temps:

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} \neq 0 \Rightarrow \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = \frac{\Delta(m \cdot \vec{v})}{\Delta t} = m \cdot \frac{(\vec{v} - \vec{v}_0)}{\Delta t} = m \cdot \vec{a}$$

Veiem que la variació en el temps de la quantitat de moviment és igual al producte massa per acceleració. Aquest producte és la força resultant sobre la partícula.

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

La força en el sistema internacional d'unitats es mesura en Newtons: $1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 1 \text{ N}$.

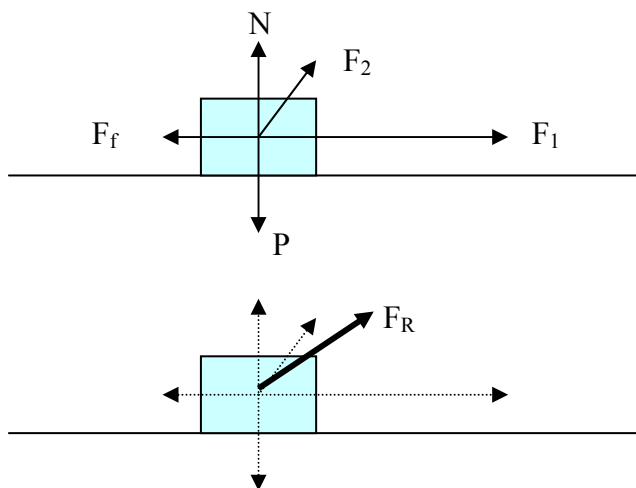
Exemple 3. Una partícula de massa $m = 2 \text{ kg}$ té en el punt A una velocitat $v = 1 \text{ m/s}$. En el B $v = 5 \text{ m/s}$. Per anar de A a B triga 3 s.
a) Calcula la variació de la quantitat de moviment.

b) Calcula la força resultant sobre la partícula..

- **Representació gràfica de les forces.**

Quan fem una força sobre un objecte fixem-nos que aquesta té una direcció i un sentit d'aplicació. És per això que ens cal saber com es representen les forces.

- 1) Sempre les representarem com vectors amb origen al centre geomètric del cos.
- 2) Al ser vectors, aquestes forces es poden sumar com a tal i el vector suma se l'anomena força resultant².

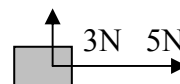


Exemple 4. Calculeu la força resultant de les forces aplicades en cada un dels apartats.

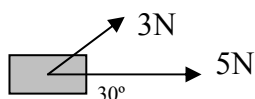
a)



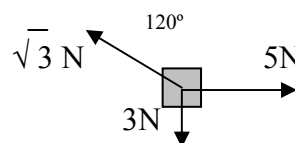
b)



c)



d)



- **3ª Llei de Newton. Llei d'acció reacció.**

Sempre que apliquem les dues primeres lleis de Newton només cal que ens preocupem de l'existència de la massa sobre la que actuen forces, però per aplicar la 3ª llei de Newton cal tenir en compte 1) la massa sobre la que apliquem les forces i 2) la massa que causa les forces anteriors.

La Tercera llei de Newton, cal esmentar-ho, és difícil d'entendre i per tant requereix molta atenció per part de l'alumne per arribar a agafar el concepte que hi ha al darrere.

Quan ens referim a que cal tenir en compte la massa sobre la que apliquem les forces i la massa que les provoca, el millor és que ho il·lustrem amb exemples.

Exemples: El martell i el llançador de martell.

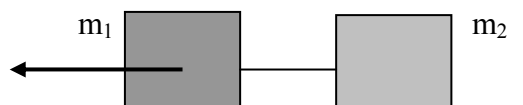
El futbolista i la pilota.

² Repasseu la suma de vectors amb els apunts dels cursos anteriors de Matemàtiques.

La raqueta de tennis i la bola.

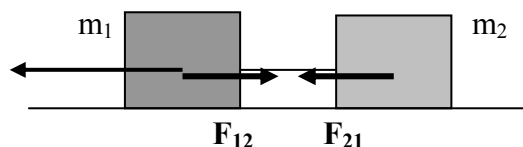
El tac de billar i la bola blanca.

Considerem dues masses lligades amb un cordill perfecte, tal com mostra el dibuix.



Si estirem el conjunt per la massa 1 veiem que la massa 2 també es posa en moviment. Com que estirem per la massa 1 observem que cal fer un esforç considerable per arrossegar el conjunt.

Observeu només la massa 1: La força necessària per moure m_1 és més gran que la força necessària per moure-la a ella sola ja que amés ha de vèncer una força en contra provocada pel fil que està tens. La massa 2 es posa simultàniament en moviment ja que el fil estira la massa 2 endavant. Així doncs veiem que apareixen dues forces idèntiques que apunten en sentit contrari de manera que al mirar el conjunt m_1 i m_2 es cancel·len. Aquestes dues forces s'anomenen acció-reacció. Veieu-ne una representació gràfica.



Així la 3^a llei de Newton es pot enunciar de la següent manera:

“Sempre que un cos (1) exerceix una força (acció), F_{12} , sobre un altre cos (2), aquest altre cos (2) exercirà una força sobre el primer (reacció), F_{21} , d'igual intensitat i en la mateixa direcció, però en sentit contrari.”

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

Exemple 5. Un cotxe de 1000 kg de massa arrossega un remolc de 500 kg de massa. Calculeu la força que ha de fer el motor si el conjunt accelera a 5 m/s^2 . Quina és la força que ha de fer el punt d'unió entre cotxe i remolc?