

Conservació de la quantitat de moviment

La **conservació de la quantitat** de moviment permet un estudi més senzills de molts fenòmens físics que, des del punt de vista dinàmic, són més complicats de tractar.

La **quantitat de moviment** és una magnitud dinàmica que ens permet enunciar la primera i la segona llei de Newton de forma més general. La definirem com el producte de la massa d'un cos per la velocitat a la qual es desplaça :

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

És una magnitud vectorial (amb la mateixa direcció i el mateix sentit que la velocitat) i la seva unitat al Sistema Internacional és el **kg · m/s** o, el que fem més sovint, **N · s**.

Amb això que hem introduït, podem elaborar un enunciat alternatiu de la primera i la segona llei de Newton:

A. Primera llei de Newton o principi d'inèrcia: si la força neta que actua sobre un cos és nul·la, la quantitat de moviment del cos es manté constant:

$$\sum \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{p} = \text{constant}$$

B. Segona llei de Newton o principi fonamental de la dinàmica: un cos experimenta una variació en la seva quantitat de moviment quan sobre aquest actua una força resultant que no és nul·la. En cas que la força resultant que hi actua sigui constant, podem establir l'expressió següent:

$$\sum \vec{F} = m \cdot \vec{a} = m \cdot \frac{\Delta \vec{v}}{\Delta t} = m \cdot \frac{\vec{v}_f - \vec{v}_o}{\Delta t} = \frac{m \cdot \vec{v}_f - m \cdot \vec{v}_o}{\Delta t} = \frac{\vec{p}_f - \vec{p}_o}{\Delta t} = \frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t}$$

Si escrivim l'expressió anterior de la forma $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p} = \vec{I}$, podem definir una nova magnitud: l'**impuls mecànic** (\vec{I}). Definirem el terme d'impuls, el valor del qual coincideix amb el de $\Delta \vec{p}$, com el producte de la força exercida sobre un cos pel temps durant el qual hi actua, en el cas que aquesta força sigui constant.

L'expressió anterior constitueix la forma matemàtica del **teorema de l'impuls mecànic** per a una força constant: *la variació de la quantitat de moviment que experimenta un cos, sobre el qual actua una força resultant determinada, coincideix amb l'impuls mecànic que rep.*

D'acord amb aquest teorema, podem interpretar l'impuls mecànic com la capacitat d'alterar la quantitat de moviment d'un cos.

Per a una força constant, l'expressió de l'impuls ja definida coincideix amb l'ària definida pel gràfic $F - t$ entre els instants de t_0 i t . Si no tenim les dades suficients com per trobar-la a través de l'expressió matemàtica, sempre podem calcular l'ària que queda comprimida entre els dos intervals de temps anteriors (entre el temps inicial i un que marquem nosaltres mateixos) mitjançant regles geomètriques ja sabudes.

CÀLCUL D'ÀRIES DE LES FIGURES
GEOMÈTRIQUES PRINCIPALS

$$A_{\text{Triangle}} = \text{base} \cdot \text{altura} / 2$$

$$A_{\text{Rectangle}} = \text{base} \cdot \text{altura}$$

$$A_{\text{Quadrat}} = \text{costat}^2$$

C. La tercera llei de Newton (o principi fonamental de la conservació de la quantitat de moviment): podem establir que la quantitat de moviment de dos cossos sotmesos únicament a la interacció mútua es manté constant en el transcurs del temps:

$$\vec{p}_T = \vec{p}_1(t) + \vec{p}_2(t) = \text{constant}$$

Estudiant una situació inicial i una de final, obtenim què:

$$p_T = p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

$$m_1 \cdot v_1 + m_2 \cdot v_2 = m_1 \cdot v_1' + m_2 \cdot v_2'$$

O bé podem interpretar la fórmula d'aquesta manera:

$$p_T = p_1 + p_2 = p_1' + p_2'$$

$$p_1' - p_1 = p_2 - p_2'$$

$$p_1' - p_1 = -(p_2 - p_2')$$

$$\Delta p_1 = -\Delta p_2 ; -\Delta p_1 = \Delta p_2$$

El que sabem i hem de tenir en compte és que, *si la quantitat de moviment d'un cos augmenta, la de l'altre disminueix en la mateixa quantitat* i que, per tant, els cossos únicament sotmesos a la seva interacció mútua compensen els increments de moviment lineal i fan que la quantitat de moviment no variï:

$$\Delta p_1 + \Delta p_2 = 0$$

En el cas que es considerin més de dues partícules, parlarem de **sistema de partícules** i analitzarem les interaccions mútues en parells d'acció - reacció que s'exerceixen les partícules de dues en dues. La força total sobre el sistema conjunt continuarà sent nul·la. Resulta que podem establir un enunciat més general del principi de conservació del moviment tot dient que *la quantitat de moviment d'un sistema de partícules, sotmeses únicament a les seves interaccions mútues, es manté constant en el transcurs del temps*.