

# Pràctica 3

## Col·lisions inelàstiques

### 1. Introducció.

En aquesta pràctica estudiarem una col·lisió totalment inelàstica entre dos objectes i comprovarem la relació entre la velocitat d'entrada i la velocitat d'eixida de les masses implicades. A més a més, analitzarem el grau de compliment de la conservació del moment lineal en la col·lisió.

En una col·lisió poden intervenir dues lleis de conservació fonamentals. La primera és la llei de conservació de la quantitat de moviment. La quantitat de moviment o moment lineal  $\vec{p}$  és el producte de la massa per la velocitat d'un cos. La segona llei de Newton pot expressar-se en funció de la variació temporal de la quantitat de moviment:

$$\sum_i F_i = m\vec{a} = \frac{d\vec{p}}{dt} \quad (1)$$

Si les forces externes són negligibles, la quantitat de moviment total del sistema és constant:

$$\vec{p}_{inicial} = \vec{p}_{final} \quad (2)$$

En aquesta pràctica, treballarem amb una massa inicialment en moviment,  $m_A$ , i una altra en repòs,  $m_B$ , que xoquen, i com a conseqüència de la col·lisió es mouen solidàriament. La llei de conservació de la quantitat de moviment pot expressar-se segons:

$$m_A v_{inicial} = (m_A + m_B) v_{final} \quad (3)$$

on  $v_{inicial}$  i  $v_{final}$  són les velocitats instantànies abans i després de la col·lisió. L'equació anterior és pot reescriure com

$$v_{final} = \frac{m_A}{m_A + m_B} v_{inicial} = Q_m v_{inicial} \quad (4)$$

on  $Q_m$  és el quocient entre la massa inicial i final en moviment en la col·lisió.

La segona llei de conservació d'interès en l'estudi de les col·lisions és la llei de conservació de l'energia, que és vàlida únicament en col·lisions elàstiques. En el nostre

experiment, estudiem una col·lisió totalment inelàstica (aquella en què els mòbils queden units després de la col·lisió) i l'energia no es conserva.

## 2. Mètode experimental.

Emprarem un carril sense fricció, un cotxe  $A$  que posarem en moviment gràcies a un llançament amb la mà, i un cotxe  $B$  que està inicialment en repòs. Sobre el cotxe  $A$  col·locarem una bandera per a mesurar velocitats amb l'ajuda de dues cèl·lules fotoelèctriques. La primera serà situada després del punt de llançament del cotxe  $A$  i mesurarem el temps  $t_{inicial}$  que la bandera talla la fotocèl·lula, per a determinar la velocitat inicial. La segona cèl·lula fotoelèctrica es situarà després del punt de col·lisió, i mesurarà el temps  $t_{final}$  del sistema conjunt dels dos cotxes, en moviment solidari des del moment del xoc. La Fig. 1 il·lustra el muntatge experimental.

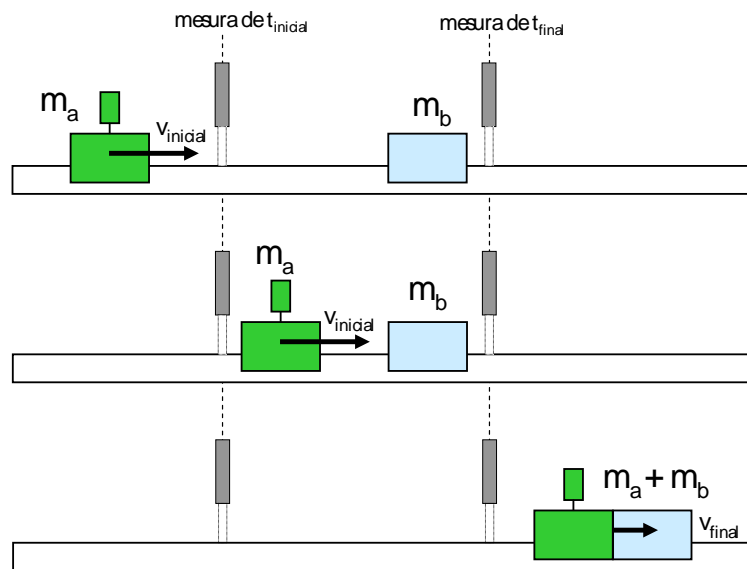


Fig. 1. Muntatge experimental: llançament i mesura dels temps.

En la preparació del dispositiu experimental, seguiu els passos següents:

- El carril ha de col·locar-se en posició completament horitzontal. Un cotxe deixat en repòs no ha d'accelerar en cap direcció.
- Col·loqueu la bandera i assegureu-se que tant el cotxe  $A$  com el  $B$  tenen vetes adherents (velcro), de manera que queden enganxats quan entren en contacte

- Situeu les cèl·lules fotoelèctriques sobre el carril. La distància entre elles no hauria de ser important, ja que en principi les velocitats dels cotxes són constants. Però és convenient situar les cèl·lules el més a prop possible del punt de col·lisió per evitar errors per fregament dels cotxes amb el carril.

- Llanceu el cotxe  $A$  amb la mà, i comproveu que els dos temps poden mesurar-se correctament. La col·lisió no ha de ser violenta, i els cotxes no han de moure's massa lentament per evitar efectes apreciables del fregament.

- Feu 20 llançaments amb velocitats variables, per a dues experiències amb masses diferents. En la primera experiència, no s'afegirà cap massa als cotxes. En la segona, s'augmentarà la massa del cotxe  $B$  amb una pesa de 250 g. Recordeu que heu de mesurar la massa dels cotxes amb la balança del laboratori.

- Cal omplir una taula amb el conjunt de les 20 mesures de  $t_{inicial}$  i  $t_{final}$  de cada experiència, intentant que els diferents temps puguin cobrir un ampli rang de valors.

- La velocitat del mòbil està relacionada amb el temps mesurat en cada posició en què la bandera bloqueja el feix lluminós de la cèl·lula a través de l'expressió:

$$v = \frac{d_{ef}}{\bar{t}} \quad (5)$$

on  $d_{ef}$  és la longitud efectiva de la bandera, que heu de mesurar. A partir de les equacions anteriors, obtenim la següent expressió teòrica:

$$t_{inicial} = Q_m t_{final} \quad (6)$$

que relaciona els temps mesurats per les dues cèl·lules i el valor  $Q_m$ , que es pot determinar a partir de les masses segons la seua definició en l'equació (4).

Si comparem l'equació  $t_{inicial} = Q_m t_{final}$  amb l'equació d'una recta  $y = m x + n$ , comprovem que podem identificar com a variable independent ( $x$ ) el temps  $t_{final}$ , com a variable dependent ( $y$ ) el temps  $t_{inicial}$ , i com a pendent ( $m$ ) el factor  $Q_m$ . L'ordenada en l'origen ( $n$ ) seria en aquest cas igual a zero.

**Ordeneu les vostres mesures seguint una tendència creixent de temps.** Representeu-les gràficament i calculeu la recta que millor defineix el seu comportament mitjançant un ajust per mínims quadrats. Compareu el pendent de l'ajust amb els valor de

$Q_m$  calculat a partir de les masses dels mòbils, i valoreu com es compleix la conservació del moment lineal en les dues experiències realitzades.

### 3. Qüestions addicionals.

1. Explica els mètodes que s'empren en la indústria del motor per minimitzar el desgast de les rodes dels vehicles.

2. A més del fregament entre els cotxes i el terra, quin altre tipus d'interacció podria ocasionar pèrdues d'energia per fregament a velocitats altes (per exemple un cotxe de carreres a 200 km/h)? Com es podrien minimitzar?