



CONCEPTES

Acceleració.
Força.



CONEIXEMENTS PREVIS

Mesura d'acceleracions.



MATERIAL

Cronòmetre.



APPS i MÒBIL

Acceleròmetre.

Tens un moment?

Un cotxet tendeix a avançar en línia recta... fins que xoca amb un altre cotxet; aquesta seria la primera llei de Newton en l'atracció crash cars. De fet, podem quantificar la inèrcia, que en física anomenem moment o quantitat de moviment. En els crash cars, la diversió consisteix en xocar: xocar i canviar de direcció, canviar de direcció i, per tant, modificar el moment dels autos de xoc. Amb aquest experiment mesurarem aquest canvi de moment... i, fins i tot, estimarem quant dura un xoc entre dos cotxets.

Per estudiar els xocs, un dels conceptes més importants és el de moment lineal, ja que aquest es conserva durant la col·lisió. Per entendre què és el moment lineal, imaginem un cotxet de massa m que avança a una velocitat v per la pista. Aquest cotxet té una certa tendència a mantenir la seva trajectòria inicial, i aquesta dependrà de la seva massa i velocitat. La magnitud que quantifica aquesta inèrcia és el **moment lineal**.

Dit d'una manera gràfica, és molt més fàcil canviar la trajectòria d'un mosquit, que té una massa petita, que la d'un camió, que té una massa gran, ja que aquest últim té més inèrcia a mantenir el seu moviment. El mateix passa si intentem aturar una pilota de futbol que roda lentament per terra o una que ha estat xutada amb força en un penal. La primera és més fàcil d'aturar. En altres paraules, com més gran sigui la velocitat, més gran serà la inèrcia i, per tant, el seu moment. Així doncs, el moment o quantitat de moviment depèn tant de la velocitat com de la massa de l'objecte en moviment i es pot expressar de la següent forma:

$$p = mv$$

Pensem de nou en un xoc entre un cotxet en moviment i un altre que està aturat. Després de la col·lisió, el primer cotxet s'atura, mentre que el segon comença a moure's. En termes físics, això significa que el moment del primer cotxet es redueix a zero de cop. I on va a parar aquest moment? Es transfereix al segon cotxet, que inicia el moviment. Així doncs, podem descriure un xoc com un procés en què el moment es transmet d'un objecte a un altre quan entren en contacte. La intensitat d'un xoc depèn, precisament, del temps que es triga a fer aquest bescanvi de moment. Ara farem una mica d'àlgebra per calcular-ho...

Sabem que l'acceleració és el canvi de velocitat $\left(a = \frac{\Delta v}{\Delta t}\right)$ i que la segona llei de Newton ens diu que $F = ma$.

Per tant, com la massa d'un cos es manté constant encara que canviï el seu moment, podem introduir-la a l'increment, obtenint així:

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = \frac{\Delta P}{\Delta t}$$

Segons aquesta interpretació de la segona llei de Newton, una força serveix per canviar el moment d'un objecte. Com més ràpid vulguem fer aquest canvi (és a dir, com més petit sigui Δt), més gran serà la força... i això és especialment important en els autos de xoc. Si els impactes fossin "secs", per exemple, si els cotxes no tinguessin els grans para-xocs de goma, els xocs es produirien en un temps molt curt. Dit d'una altra manera, el canvi de moment es faria de manera molt brusca, en un interval de temps molt reduït. Això provocaria forces perillosament grans sobre el nostre cos. La funció dels para-xocs de goma és, precisament, augmentar el temps durant el qual té lloc el xoc, per tal de reduir la força que s'exerceix sobre els nostres cossos.

EXPERIMENTA!

Què farem?

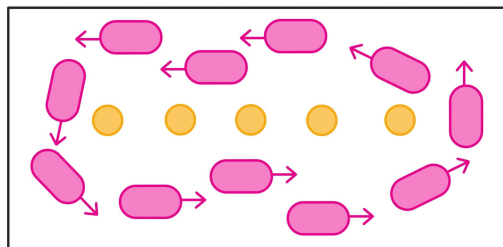
Quant dura un xoc? Podem mesurar-ho sense una càmera d'alta velocitat? Aquest experiment ens permetrà calcular un temps de col·lisió molt curt. Per fer-ho, dividirem l'experiment en dues parts. A la primera, caldrà evitar xocar amb els altres, ja que l'objectiu és mesurar la velocitat aproximada dels cotxets mentre circulen per la pista. A la segona, podreu xocar tant com vulgueu, perquè el que ens interessa és determinar com de violent és el bescanvi de moment entre els cotxets.

Cal anar amb compte, aquest bescanvi pot ser molt intens en un xoc frontal, de manera que és important evitar aquest tipus de col·lisions.

E1: MESURA DE L'ACCELERACIÓ

DINS DE L'ATRACCIÓ

1. Primer, col·loquem el telèfon de manera que quedi penjat al voltant del coll i fermament subjectat al costat del cos, assegurant-nos que no es mogui gaire durant l'atracció.
2. Seguidament, com que seria molt complicat iniciar l'aplicació mentre l'atracció està en marxa, activarem l'acceleròmetre en el moment en què soni el clàxon, tot i que les mesures de la primera part no les farem servir.
3. A la primera part de l'atracció, els cotxes han de circular en sentit contrari a les agulles del rellotge. Si us plau, intenteu no xocar entre vosaltres (tindreu temps per fer-ho a la segona part de l'experiment). Quan passeu pel costat llarg de la pista, procureu mantenir una trajectòria tan recta com sigui possible.



EXPERIMENTA!

4. Quan soni el xiulet, podeu xocar els uns amb els altres, però mai frontalment.
5. Quan soni el clàxon, l'atracció haurà de ser abandonada.
6. Finalment, obrim l'aplicació de l'acceleròmetre i observem la gràfica que hem obtingut. Si hem utilitzat l'aplicació *Science Journal*, ens interessa la mesura de l'acceleració lineal; en canvi, si hem fet servir *Phyphox*, hem de fixar-nos en l'acceleració (sense la contribució de la gravetat), en valor absolut. En ambdós casos, prenem el valor màxim que haguem obtingut.

$$a_{\text{màx}} = \quad m/s^2$$

E2: MESURA DE LA VELOCITAT

FORA DE L'ATRACCIÓ

1. A la primera part, quan els cotxes avancen sense xocar, seleccioneu un cotxe qualsevol (no cal que sigui el del vostre company!) i mesureu el temps que triga en avançar entre dues marques qualsevol del terra. Les marques estan separades per una distància $D = 3 \text{ m}$.
2. Inicieu el cronòmetre quan la part de darrere passa per la primera marca, i atureu-lo quan aquesta mateixa part de darrere passi per la segona marca. Farem tres mesures diferents:

$$T_1 = \quad s \quad , \quad T_2 = \quad s \quad , \quad T_3 = \quad s$$

3. Calculem les velocitats per a cadascun dels diferents temps, utilitzant que $v = D/T$:

$$v_1 = \quad m/s \quad , \quad v_2 = \quad m/s \quad , \quad v_3 = \quad m/s$$

4. Escollim la velocitat màxima de les obtingudes anteriorment. Aquesta serà la velocitat que utilitzarem per a resoldre les qüestions.

$$v_{\text{màx}} = \quad m/s$$

QÜESTIONS ?

1. A partir de la velocitat que hem mesurat, podem calcular el moment del vostre cos mentre gaudiu de l'atracció dels crash cars. Si no coneixeu la vostra massa, podeu mesurar-la en una de les balances que es troben a prop de l'atracció.

$$p_e = m_e v = \quad \text{kg m/s}$$

2. Tenint en compte la vostra massa i sabent que els cotxets tenen una massa d'uns 200 kg, també podem calcular el moment total del conjunt, és a dir, de vosaltres més el cotxet.

$$p_t = (m_e + m_c) v = \quad \text{kg m/s}$$

3. Calculem ara la força que ha patit el vostre cos en un xoc, utilitzem l'acceleració obtinguda a l'experiment E1.

$$F = m_e a = \quad \text{N}$$

4. Suposem ara que, molt probablement, en el xoc més fort (aquell amb acceleració en els eixos x o z màxima), anàvem el més ràpid possible i després del xoc hem sortit rebotats en direcció contrària. Per tant, suposarem que la velocitat inicial serà $v_{\text{inici}} = v_{\text{màx}}$, mentre que la final serà $v_{\text{final}} = -v_{\text{màx}}$. De manera que podem calcular l'increment del moment:

$$\Delta P = \Delta(mv) = mv_{\text{final}} - mv_{\text{inici}} = -2mv_{\text{màx}} = \quad \text{kg m/s}$$

5. De fet, només ens interessa el valor absolut. Calcula ara, utilitzant la força de l'apartat anterior i el canvi del moment, el temps que ha durat el xoc més violent entre dos cotxets.

$$\Delta t = \Delta P / F = \quad \text{s}$$

+ A L'AULA!

1. Una suposició que hem fet és que el cotxe surt en direcció contrària, sense perdre energia. És a dir, hem suposat que el xoc és elàstic. Tanmateix, això no és cert, tot i que ens ha permès fer una primera aproximació. Si el xoc no fos elàstic, ens sortiria un temps més gran o més petit?