

CONCEPTES
Acceleració.
Força.



CONEIXEMENTS PREVIS
Mesura d'acceleracions.



MATERIAL
Cronòmetre.



APPS & MÒBIL
Acceleròmetre de Vieyra.

Tens un moment?

Un cotxet tendeix a avançar en línia recta... fins que no xoqui amb algun altre cotxet. Aquesta seria la primera llei de Newton als crash cars. De fet, podem quantificar la inèrcia, a física l'anomenem moment o quantitat de moviment. Als crash cars, la diversió consisteix en xocar. Xocar i canviar de direcció. Canviar de direcció i per tant canviar el moment dels autos de xocs. 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 en un xoc aquest no canvia. Per entendre què és el moment imaginem un cotxet de massa m avançant a una velocitat v per la pista. Aquest cotxet té una certa inèrcia a mantenir la seva trajectòria inicial, i això dependrà de la seva massa i la seva velocitat. La quantitat que mesura aquesta inèrcia és el moment lineal.

Dit d'una forma gràfica: és molt més fàcil canviar la trajectòria d'un mosquit de massa petita, que d'un camió de massa gran degut a que el segon té més inèrcia a mantenir la seva trajectòria. El mateix passa si intentem aturar una pilota de futbol que rodola lentament per terra, o una que ens han xutat en un penal a tota velocitat. La primera és més fàcil d'aturar. O en altres paraules: com més gran és la velocitat, major serà la seva inèrcia, i major serà el seu moment. Per tant el moment o quantitat de moviment dependrà de la velocitat i de la massa de l'objecte que es mou:

$$P = m v$$

Pensem ara un altre cop en un xoc d'un cotxet contra un altre que està aturat. El primer quedarà aturat després del xoc, i el segon es començarà a moure. En termes físics el que succeeix és que el moment que porta el cotxet, de sobte, es fa zero. I on va a parar el moment? Al segon cotxe que es posa en moviment. Per tant un xoc el podem descriure com un procés durant el qual es transmet el moment d'un objecte a un altre quan aquests entren en contacte. La forma de quantificar com de violent és un xoc, té a veure, precisament, amb quant es tarda a fer aquest bescanvi de moment. Ara farem una mica d'àlgebra per poder calcular-ho...

L'acceleració és el canvi de velocitat:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

per tant la segona llei de Newton la podem escriure com:

$$F = m a = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

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

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

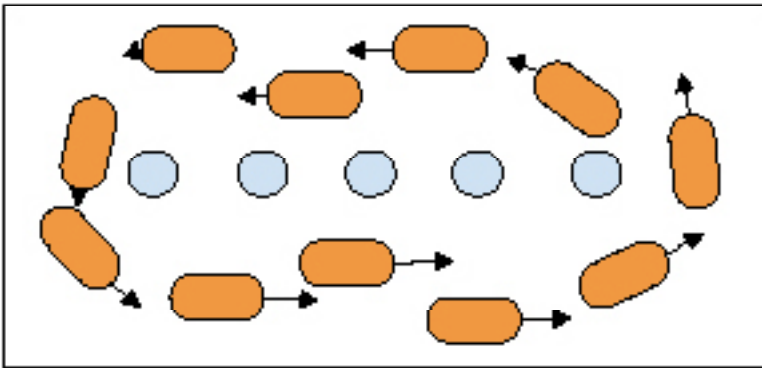
Segons aquesta forma de veure la segona llei de Newton, una força serveix per canviar el moment d'un objecte. I serà més gran com més ràpid vulguem fer aquest canvi (ja que Δt es farà petit)... i això és important als autos de xoc. Si els xocs fossin "secs", per exemple si els cotxes no tinguessin els enormes para-xocs de goma, els xocs tindrien lloc en molt poc temps. Dit d'una altra manera, el canvi de moment es faria molt bruscament (en molt poc temps). Llavors la força sobre el nostre cos seria perillosament gran. El què fan els para-xocs de goma és augmentar el temps que tarda a produir-se el xoc, per tal de disminuir la força aplicada sobre els nostres cossos.

EXPERIMENTA!**Què farem?**

Quant dura un xoc? Ho podem mesurar sense una càmera d'alta velocitat? Aquest experiment ens permetrà mesurar un temps de xoc molt curt. Per fer això dividirem l'experiment en dues parts: a la primera cal no xocar amb els altres, ja que l'objectiu és mesurar la velocitat aproximada dels cotxets en circular per la pista. A la segona podreu xocar tot el que vulgueu, ja que el que voldrem és precisament saber com de violent és el bescanvi de moment entre els cotxets. Alerta, donat que aquest bescanvi pot ser molt violent si el xoc es fa frontalment, cal evitar aquesta mena de xocs.

E1: MESUREM LA FORÇA QUE PATEIX EL COS***Dins de l'atracció* (Ídem 07-E1)**

1. Ens penjarem el telèfon mòbil tal com indica la fotografia inferior.
2. Donat que seria molt complicat iniciar l'aplicació quan l'atracció és en marxa, iniciarem l'acceleròmetre de Vieyra en sonar el clàxon, tot i que les mesures de la primera part no les utilitzarem.
3. A la primera part de l'atracció els cotxes han de donar voltes en sentit contrari a les agulles del rellotge. Si us plau, intenteu no xocar els uns amb els altres (tindreu temps a la segona part de l'experiment). En passar pel costat llarg de la pista intenteu, si us plau, mantenir una trajectòria el més rectilínia possible.



4. Quan soni el xiulet, podem xocar els uns amb els altres, però mai frontalment.
5. Quan soni el clàxon haurem d'abandonar l'atracció.
6. Obrim l'aplicació de l'acceleròmetre i mirem la gràfica que hem obtingut. Donat que el mòbil el tenim penjat com s'indica en la fotografia anterior, els eixos que ens interessin són únicament l'*x* i el *z*. Prenem l'acceleració màxima en un d'aquests dos eixos:

$$a_{max} = \quad \text{m/s}^2$$

EXPERIMENTA!**E2: DETERMINEM LA VELOCITAT****Fora de l'atracció (Ídem 07-E2)**

1. A la primera part, quan els cotxes avancen sense xocar, preneu un cotxe qualsevol (no cal que sigui el del vostre company!) i compteu el temps que tarda a avançar entre dues marques qualsevol del terra. Les marques estan separades 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:

$$T_1 = \quad \text{s}, \quad T_2 = \quad \text{s}, \quad T_3 = \quad \text{s}$$

3. Calculem les velocitats per cada un dels temps diferents:

$$v = \frac{D}{T} \Rightarrow v_1 = \quad \text{m/s}; \quad v_2 = \quad \text{m/s}; \quad v_3 = \quad \text{m/s};$$

4. Escollim la velocitat màxima de les obtingudes anteriorment, és la velocitat que utilitzarem per resoldre les qüestions:

$$v_{\max} = \quad \text{m/s}$$

QÜESTIONS?

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

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

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

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

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

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

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 $v_{ini} = v_{max}$, i la velocitat final serà $v_{fin} = -v_{max}$, per tant l'increment del moment serà:

$$\Delta P = \Delta (m v) = m v_{fin} - m v_{ini} = -2m v_{max} = \quad \frac{m}{s} \text{ kg}$$

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

$$\Delta t = \frac{\Delta p}{F} = \quad \text{s}$$

+A L'AULA!

1. Per tal de poder estimar el temps que ha durat la col·lisió hem fet moltes aproximacions, més o menys raonables. En primer lloc, per fer els càlculs fàcils hem agafat només l'acceleració en una direcció, però de fet en el xoc participen dues direccions, x i z (segons el nostre telèfon mòbil). Calcula ara l'acceleració en una direcció paral·lela a terra, utilitzant totes dues components x i z.

2. Una altra 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. Això no és cert, però ens ha permès fer una primera aproximació. Si el xoc no fos elàstic, ens sortiria un temps més gran o més petit?

*"All sorts of things can happen when you're open to new ideas and playing around with things".
Stephanie Kwolek.*