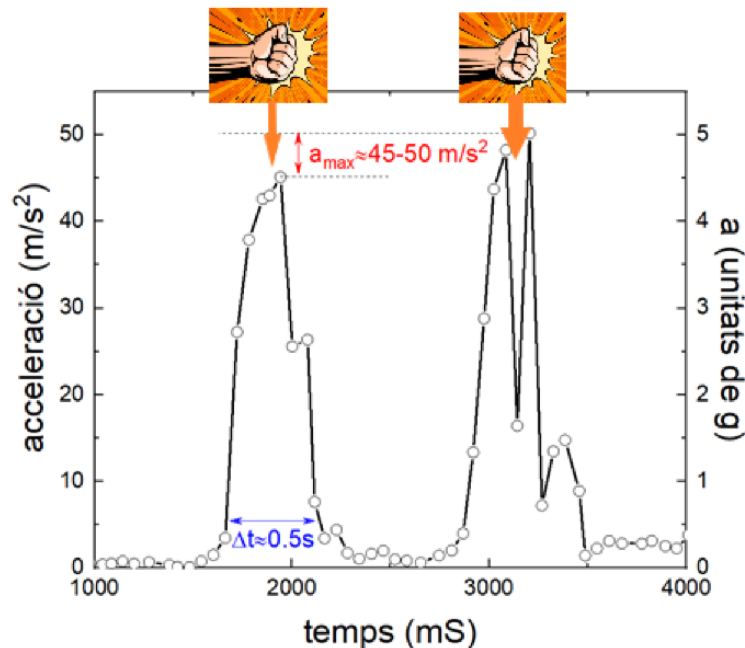


# Acceleració màxima del nostre puny

L'experiment ja està fet... ara és hora d'analitzar els nostres resultats! Per tal de tenir dos exemples, nosaltres hem fet dos cops de puny a l'aire. A la gràfica us ensenyem el resultat de la mesura de l'acceleració lineal de dos cops de puny:



Fixeu-vos que a l'esquerra hem dibuixat l'eix amb l'acceleració en  $\frac{m}{s^2}$  i a la dreta en unitats de g. L'acceleració màxima que hem obtingut és d'uns  $50 \frac{m}{s^2}$ , que en unitats de g és aproximadament 5g. Podem ara comparar amb les acceleracions que us proposàvem:

- El nostre puny ha arribat a una acceleració màxima de 5g!!!! Bastant més que l'acceleració d'un coet. Podeu estar tranquil·les i tranquils. Aquesta acceleració es dona durant molt i molt poc temps i per tant no cal patir per la salut del vostre puny!
- Per calcular l'acceleració d'un cotxe que passa de zero a  $100 \frac{km}{h}$  en 3s el primer que farem serà calcular la velocitat màxima del cotxe en sistema internacional:  $v = 27,7 \frac{m}{s}$ . Podem llavors calcular que l'acceleració  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{27,7 \frac{m}{s}}{3s} = 9,26 \frac{m}{s^2}$ . Per tant aquesta acceleració no arriba ni a 1g. El nostre puny accelera molt més ràpid!
- Per últim, fixeu-vos que el temps aproximat entre tenir el braç quiet (és a dir amb acceleració nul·la), donar el cop de puny (acceleració màxima) i recollir-lo per tenir-lo quiet un altre cop (acceleració zero) és de mig segon.

## ... i si voleu encara més (4t ESO i BTX)



Enrico Fermi mirava fixament a través de la finestra de la sala de control esperant l'explosió d'una de les primeres bombes atòmiques. Quan l'ona expansiva va arribar, va deixar caure uns papers, que van sortir volant. Enrico Fermi va calcular a ull el seu desplaçament i va dir: La bomba ha explotat amb 10 megatons... i es va equivocar de poc (20 megatons va ser el resultat després d'una anàlisi acurada).

Els càlculs aproximats són molt importants a la física, i Enrico Fermi era un mestre en aquest tema. Tant, que als càlculs aproximats a vegades se'ls anomena "problemes de Fermi".

Fem nosaltres el nostre primer "problema de Fermi": estimar quina és la velocitat màxima del puny. Hi ha moltes formes de fer-ho. Nosaltres prendrem l'acceleració del puny com la mitjana de l'acceleració en tot el recorregut del puny, que és aproximadament  $a = 25 \frac{m}{s^2}$

Per altra banda, ens cal ara fer una estimació del temps que el puny ha necessitat per accelerar-se fins al màxim. El cop de puny dura aproximadament mig segon. Per tant el temps aproximat per accelerar-se fins al seu punt màxim serà  $t = 0,25s$

Per tant la velocitat màxima del puny serà:

$$v = at = 25 \frac{m}{s^2} \cdot 0,25 s = 6,25 \frac{m}{s} = 22,5 \frac{km}{h}$$

És molt convenient en fer una estimació, mirar que amb els valors que hem obtingut, obtenim resultats raonables per altres quantitats. Calculem amb les nostres dades la longitud del nostre braç, per exemple. Si suposem que en donar el cop de puny, inicialment teníem la mà totalment encongida, i al final totalment estirada, la longitud que ha recorregut el puny és la longitud del braç L.

Per tant, aplicant les equacions de la cinemàtica:

$$L = \frac{1}{2} at^2 = 25 \cdot 0,25^2 = 0,7m$$

Que és un resultat excel·lent, tenint en compte totes les aproximacions que estem fent!!!!

... i si encara voleu anar més lluny, repetiu l'experiment, però ara utilitzant els acceleròmetres del mòbil en les tres direccions. Feu després una anàlisi de com comencem a accelerar el puny al principi, per frenar-lo a l'aire, i tornar-lo a encongir de nou. L'anàlisi no és fàcil. De fet alguns investigadors en bio-mecànica han escrit fins i tot articles científics sobre el tema com aquest:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815014897>