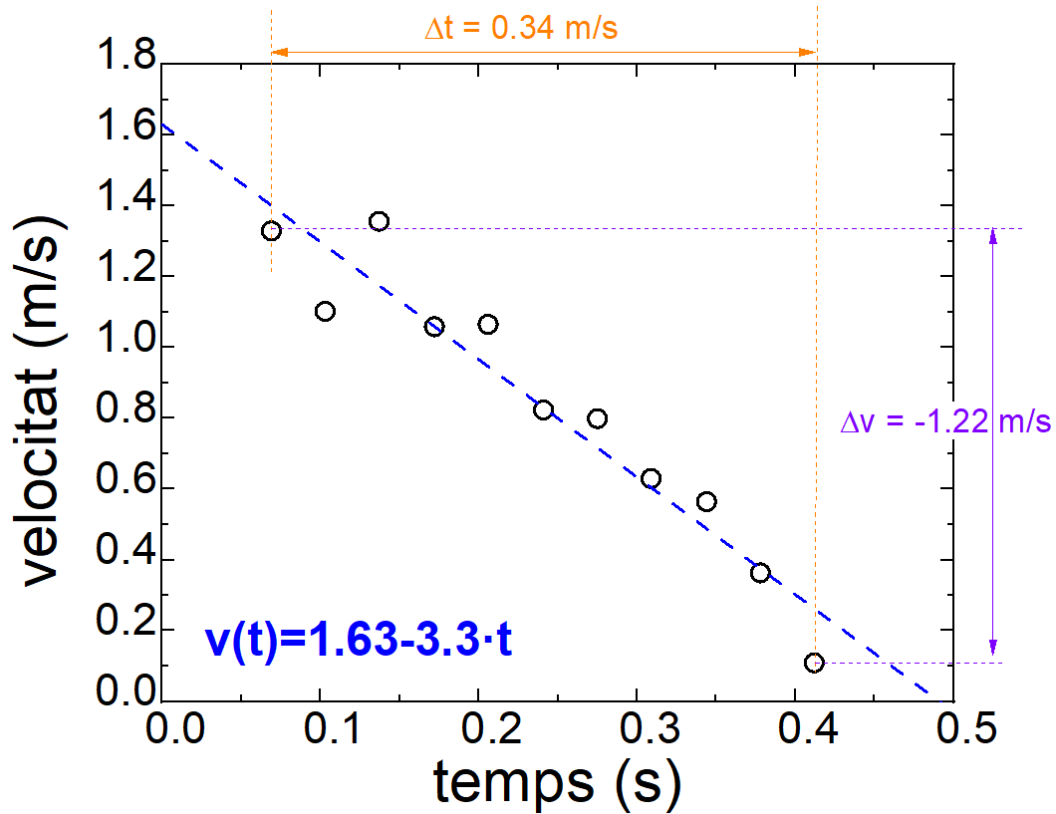


Fricció en moviment

El nostre llibre frena molt ràpidament: en mig segon ja s'ha aturat. La gràfica de la velocitat en funció del temps que hem obtingut és la següent:



Analitzant les dades que hem obtingut, observem que la velocitat disminueix fins a fer-se zero després de mig segon més o menys. D'aquesta gràfica hem eliminat els punts del principi quan el llibre estava aturat, i els del final quan es torna a aturar. Fixeu-vos que quan el temps és zero (és a dir a l'inici del moviment) el vostre llibre es movia a una velocitat aproximada de 1.63 m/s... és a dir uns 6 km/h¹.

El més interessant és que ara podem calcular l'acceleració aproximada. Ho podíeu fer de dues formes:

- Podeu jugar a dibuixar una recta amb l'opció d'afegir funció de l'app, canviant els valors de la velocitat inicial i l'acceleració a ull (vegeu instruccions al nostre web). Jugant una mica nosaltres hem obtingut una velocitat inicial de $v_0 = 1.63 \text{ m/s}$, i una acceleració $a = -3.3 \text{ m/s}^2$
- O podeu prendre dues velocitats, i els temps associats. En aquest cas l'acceleració agafant el nostre primer i darrer punt és: $a = -3.6 \text{ m/s}^2$

¹ Alerta! Si heu eliminat molts punts, la velocitat inicial s'ha de calcular en el punt en que la velocitat deixa de ser zero: el vostre origen de temps no coincidirà amb el començament del moviment!

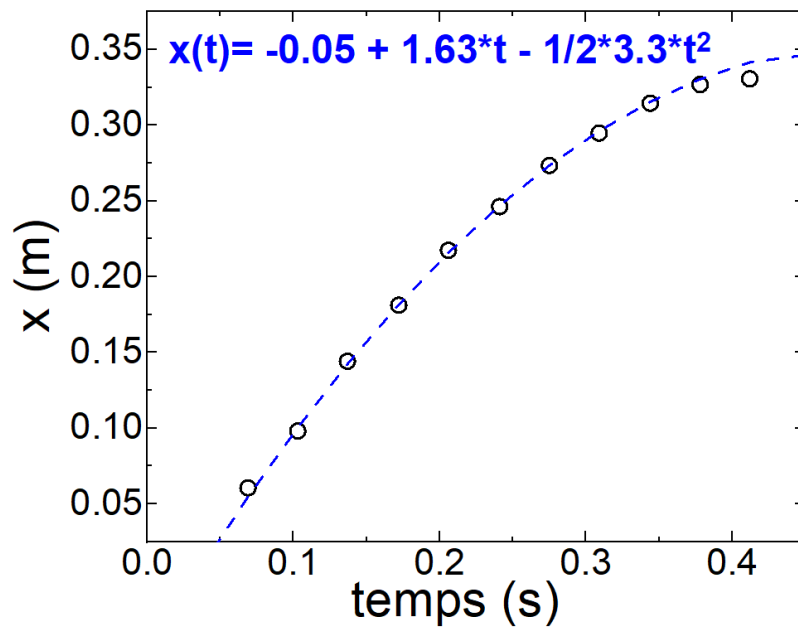
Amb aquestes dades, ara podem dibuixar la gràfica de la posició en funció del temps. Tenint en compte l'equació del Moviment Rectilini Uniformement Accelerat:

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Obtenim

$$x(t) = x_0 + 1.63 - \frac{1}{2} 3.63 \cdot t^2$$

Si ara dibuixem la gràfica de la posició en funció del temps... i juguem amb x_0 fins que reproduïm les dades, obtenim la següent gràfica:

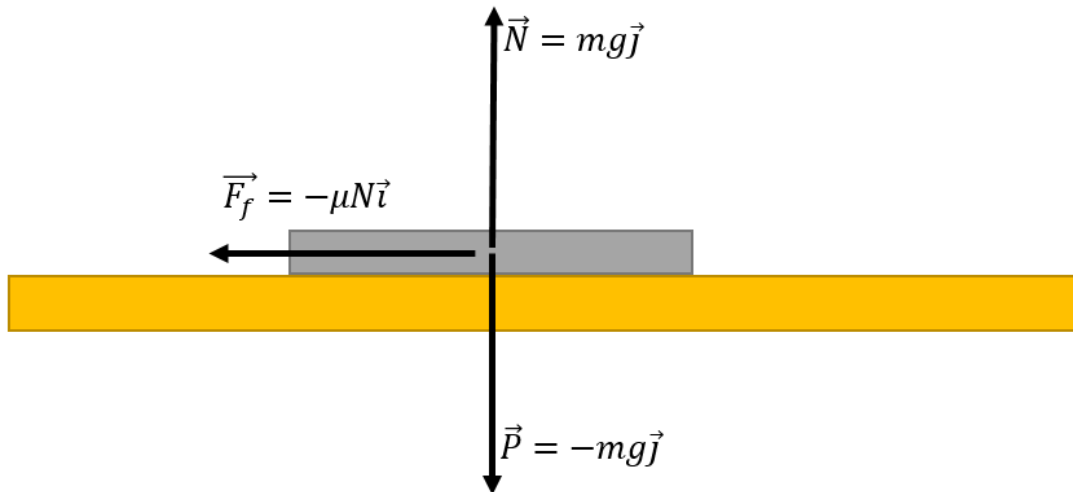


Fixeu-vos que la línia passa per gairebé tots els punts... tot i els mètodes casolans que hem utilitzat per fer l'experiment: això és un èxit rotund!

Si heu fet el tema de fricció, continueu llegint les següents pàgines: ens esperen noves sorpreses!

Determinem el coeficient de fricció dinàmic (Exp. 1)

Per tal de determinar el coeficient de fricció ens cal treballar una mica amb les lleis de Newton. Les forces aplicades sobre el llibre són les següents:



El pes que empeny el llibre cap a baix. La normal que fa la taula sobre el llibre i impedeix que s'enfonsi al seu interior... i la nostra amiga: la força de fregament.

I una pregunta que es fa l'alumnat sovint: llavors que empeny el llibre cap endavant?? La resposta és clara: res. El llibre intenta continuar cap endavant a causa de la primera llei de Newton. De fet, sense fregament el llibre avançaria indefinidament en línia recta! El fregament és qui fa que s'aturi i canviï el seu estat de moviment rectilini uniforme a "estar quiet"!

Per tant la segona llei en l'eix horitzontal és extremadament senzilla en aquest cas:

$$F_f = ma$$

Tenint en compte que la força de fregament la calculem com $F_f = \mu_d \cdot N$, obtenim

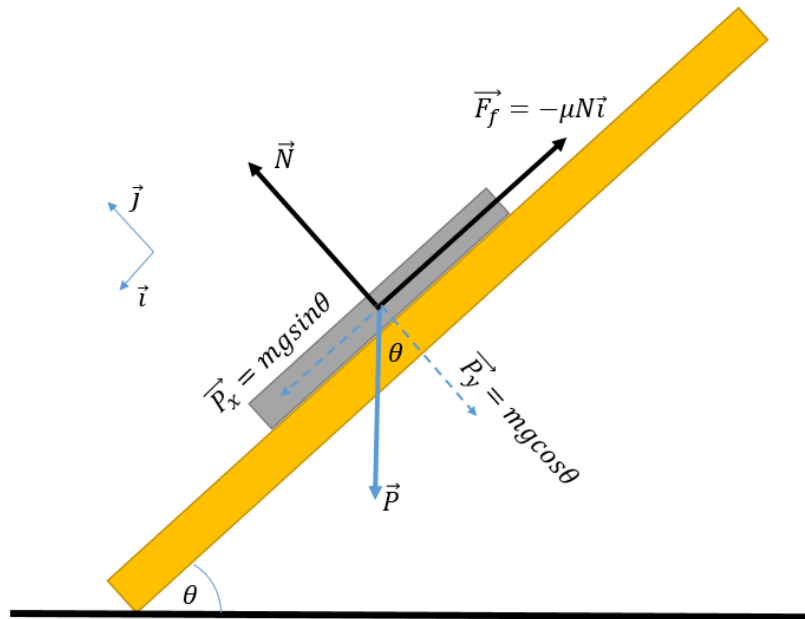
$$\mu_d mg = ma$$

Simplificant les masses obtenim, per fi, el coeficient de fregament dinàmic μ_d , és a dir el coeficient de fregament d'un cos en moviment amb una superfície:

$$\mu_d = \frac{a}{g} = \frac{3.3 \text{ m/s}^2}{9.81 \text{ m/s}^2} = 0.34$$

Determinem el coeficient de fricció estàtic (Exp. 2)

Per tal de determinar el coeficient de fregament estàtic μ_e imaginem el llibre just abans de moure's, quan encara estava quiet... de fet, quan estava aguantat per la força de fricció màxima que pot fer la superfície sobre el llibre per evitar que caigui. En aquest cas, les forces que actuen sobre el llibre són les mateixes que abans: pes, fregament i normal... però ara no són perpendiculars totes elles: el pes ja no ho és!



Per tant el que hem fet és descompondre'l en dos eixos: un paral·lel al pla inclinat, i l'altre perpendicular a aquest pla. Per tant, ara podem escriure la segona llei de Newton en aquests dos eixos... tenint en compte que el llibre encara està en equilibri i no es mou (però per poc temps ;-):

$$\text{Eix } x: mg \sin \theta - F_f = 0$$

$$\text{Eix } y: N - mg \cos \theta = 0$$

Tenint en compte que la força de fregament estàtica la podem escriure com $F_f = \mu_e N$ obtenim la següent expressió senzilla pel coeficient de fregament:

$$\mu_e = \tan \theta$$

En el nostre cas, el llibre s'ha començat a moure per un angle $\theta = 22^\circ$ i per tant el coeficient de fregament estàtic que obtenim és

$$\mu_e = 0.4$$

Que, tal com ha de passar, és més gran que el coeficient de fregament dinàmic! Segon èxit rotund del nostre experiment!!!