

DETERMINACIÓ DE L'ACCELERACIÓ EN UN MRUA

Autors: i

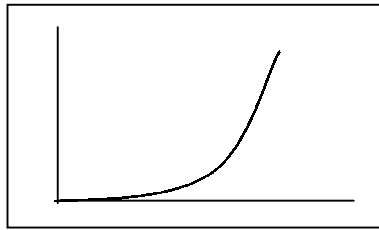
RESUM

Hem dissenyat un experiment per poder determinar l'acceleració d'un moviment uniformement accelerat. Per això hem mesurat els temps de caiguda d'un objecte per un pla inclinat en funció de la posició, amb l'ajut de cronòmetres manuals. Els resultats han permès calcular una acceleració bastant aproximada a la teòrica.

INTRODUCCIÓ

L'objectiu de la pràctica és la determinació de l'acceleració d'un moviment uniformement accelerat. Sabem que en els moviments uniformement accelerats, la dependència de la posició amb el temps

obeeix a una llei quadràtica, $x = \frac{1}{2} a t^2$, si el mòbil parteix sense velocitat inicial. Si podem obtenir experimentalment dades de posició –temps, podem determinar l'acceleració del moviment. El fet que la gràfica sigui parabòlica, ens pot complicar la seva quantificació.



Una manera de facilitar aquesta tasca consisteix en fer una substitució de variables i representar la posició en funció del quadrat del temps. Això fa que s'obtingui una recta, molt més fàcil de quantificar.

L'estudi dels moviments uniformement accelerats també planteja problemes pràctics a l'hora de fer les mesures de temps, sobre tot si les acceleracions són elevades. Si es disposa de portes òptiques i rellotges digitals connectats a elles, es pot aconseguir una precisió notable. Si no és el cas, podem recórrer a disminuir al màxim l'acceleració per permetre unes mesures manuals acceptables.

DISSENY EXPERIMENTAL

Per poder reproduir fàcilment un MRUA i amb una acceleració reduïda, recórrerem a estudiar la caiguda d'un objecte per un pla inclinat. Per experiència, sabem que, a causa del fregament, l'objecte probablement s'acabarà aturant, i no es tractarà d'un MUA. Si som capaços de reduir la fricció al màxim, podem fer la hipòtesi que es tractarà d'un MUA.

Després d'algunes proves, veim que no som capaços de reduir prou la fricció del cos que llisca. Per això, provarem amb una boleta que caigui rodant que, previsiblement no tindrà fricció. (No sabem si tindrà altres efectes secundaris).

Efectivament, té un problema secundari i és la dificultat per dirigir el moviment: si alçam una taula per fer de pla inclinat i deixam caure la boleta, aquesta cada vegada segueix una trajectòria diferent. Després de consultar amb el professor, veim que als laboratoris hi ha uns perfils d'alumini en U bastant llargs, que poden servir per al pla inclinat i per controlar la direcció del moviment de la boleta.

Farem el muntatge de la figura 1 amb el perfil d'alumini i un suport.

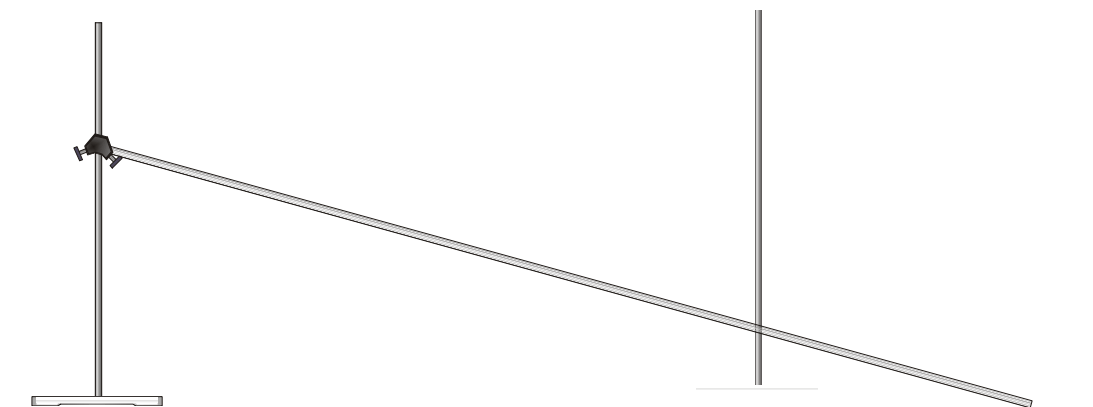


Figura 1: el perfil d'alumini d'un extrem està sobre la nou d'un suport i de l'altre, sobre la taula

Per a poder fer mesures de posició i temps, farem unes marques en el rail, per exemple cada 20 cm, i mesurarem el temps que tarda la boleta en passar per cada marca, comptat sempre des del moment de la partida a alt de tot.

Per tal de reduir al màxim els errors sistemàtics, repetirem les mesures diverses vegades canviant també l'observador.

PROCEDIMENT

Preparam el muntatge amb un perfil de 2,5 m. Tot d'una se'ns presenta un problema i és que el perfil es flexiona pel seu mateix pes. Per això li afegim pel mig un suport més.

Feim un primer assaig i tornam a tenir problemes:

- és molt difícil sincronitzar el moment de deixar caure la boleta i la posada en marxa del cronòmetre
- les marques estan massa pròximes i no permeten gairebé obtenir temps diferents
- el moment en què la boleta arriba a la marca és difícil de detectar.

. Decidim disminuir la inclinació del pla, canviar les marques cada 50 cm i posar algun tope a la marca per sentir el xoc

Començam l'experiment amb una altura a l'extrem del pla de 40 cm. Cada vegada mesuram només el temps que tarda la boleta a arribar a una de les marques. Ho mesuren dues persones i dues vegades cadascuna d'elles. Si en alguna mesura veim clarament que és molt errònia, la rebutjam directament i la tornam a repetir.

Amb totes les mesures obtingudes confeccionam l'apartat següent

RECOLLIDA DE DADES

A la taula 1 hi figuren els temps mesurats per a cadascuna de les posicions de l'objecte durant la caiguda, així com el temps promig, l'error absolut promig i el relatiu.

x (m)	t ₁ (s)	t ₂ (s)	t ₃ (s)	t ₄ (s)	t _m (s)	Ea _m	Er
0	0	0	0	0	0	0	0
0,5	0,72	0,85	0,84	0,82	0,81	0,044	0,054
1	1,30	1,15	1,23	1,10	1,20	0,070	0,059
1,5	1,45	1,34	1,52	1,28	1,40	0,088	0,063
2	1,70	1,63	1,62	1,55	1,63	0,040	0,025
2,5	1,83	1,82	1,90	1,80	1,84	0,031	0,017

Taula 1: t_i representa cadascun dels temps mesurats, t_m el temps promig. També s'ha calculat l'error absolut promig i l'error relatiu per a cada posició.

A partir de les dades de posició i de temps (promig), representem el gràfic posició en funció del temps. El resultat es mostra a la figura 2

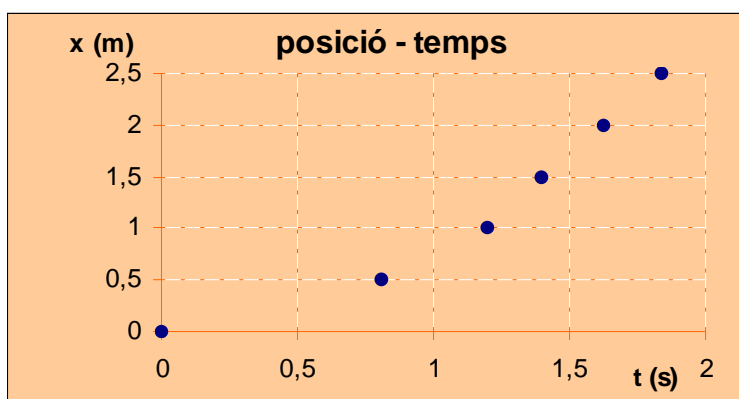


Figura 2 Gràfic posició – temps. S'observa la forma característica d'una paràbola.

El fet d'haver obtingut una gràfica corba, gairebé parabol·lica, ens dificulta la seva interpretació. Per això, farem un canvi de variable i representarem la posició en funció del quadrat dels temps. D'aquesta manera, si l'anterior gràfica és realment parabol·lica, la que obtindrem amb el canvi de variable serà lineal.

A la taula 2 hi figura la posició i el temps elevat al quadrat. A la figura 3, podem veure el gràfic que resulta de representar x en funció de t².

x (m)	t ² (s ²)
0	0
0,5	0,652
1	1,428
1,5	1,953
2	2,641
2,5	3,376

Taula 2 A la segona columna hi figuren el temps elevats al quadrat

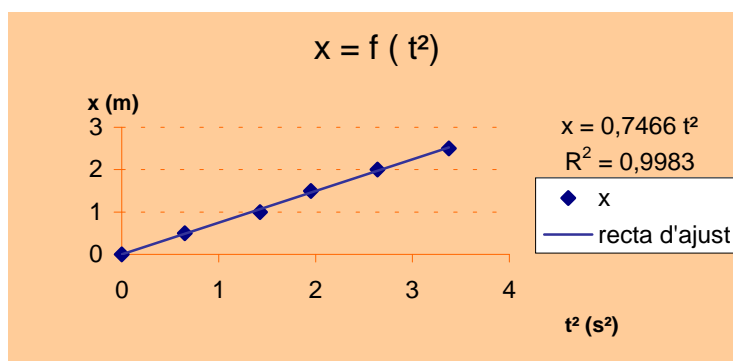


Figura 3 Gràfic de la posició en funció del temps al quadrat. Hi figuren els punts i també la recta d'ajust, així com l'equació de la recta i el coeficient de regressió

A partir de la gràfica de la figura 3, podem dibuixar la recta que millor s'ajusti als punts representats, i calcular la seva equació. En aquest cas, aquests càlculs s'han fet amb un programa de full de càlcul.

De l'equació de la recta, podem calcular l'acceleració del moviment. Efectivament, de l'equació dels MRUA,

$x = \frac{1}{2} a t^2$, veim que el pendent de la gràfica $x-t^2$, ha de ser $\frac{1}{2} \cdot a$. Per això, en el nostre cas $\frac{1}{2} \cdot a = 0,747$; d'aquí deduïm que $a = 2 \cdot 0,747 = 1,494 \text{ m/s}^2$

CONCLUSIONS

De la realització d'aquesta experiència, hem pogut comprovar que el moviment de caiguda per un pla inclinat, sense fricció és efectivament uniformement accelerat. Hem pogut calcular el valor de la seva acceleració. Per comprovar la fiabilitat del nostre resultat, el comparem amb l'acceleració teòrica que hauria de tenir un objecte en caiguda per un pla inclinat sense fricció:

$$a = g \cdot \sin \alpha = 9,8 \cdot \frac{0,4}{2,5} = 1,57 \text{ m/s}^2$$

Podem concloure que el nostre disseny experimental ha estat prou bo, perquè la desviació és petita.

BIBLIOGRAFIA

Llibre de text de Física de 1r de Batxillerat.