

4. Tir horitzontal

Objectius

- Comprovar experimentalment, per al cas d'un tir horitzontal, que la hipòtesi de Galileu de considerar el moviment d'un projectil com la suma vectorial d'un moviment horitzontal uniforme i d'un moviment vertical uniformement accelerat és correcta.

Introducció

Galileu va resoldre el moviment dels projectils considerant que era el resultat de sumar vectorialment un moviment horitzontal uniforme i un moviment vertical uniformement accelerat. D'acord amb aquesta hipòtesi, les equacions del moviment d'un projectil llançat horitzontalment (prenent l'origen en el punt de llançament, l'eix x positiu cap a la dreta i l'eix y positiu cap avall) són:

$$\begin{array}{llll} \text{Eix } x: & a_x = 0 & v_x = v_o & x = v_o t \\ \text{Eix } y: & a_y = g & v_y = gt & y = \frac{1}{2} gt^2 \end{array}$$

Podem eliminar el temps entre les dues equacions que donen la posició del projectil, aïllant-lo a la primera i substituint-lo a la segona:

$$t = \frac{x}{v_o} \rightarrow y = \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_o} \right)^2 = \frac{g}{2v_o^2} x^2$$

El resultat és l'equació de la trajectòria del projectil que és de la forma:

$y = A x^2$, sent $A = \frac{g}{2v_o^2}$, que correspon a una paràbola. Si provem que els punts de la

trajectòria del projectil satisfan aquesta equació haurem provat, de manera indirecta, la correcció de la hipòtesi emprada per deduir-la. Això és el que pretenem fer en aquest experiment.

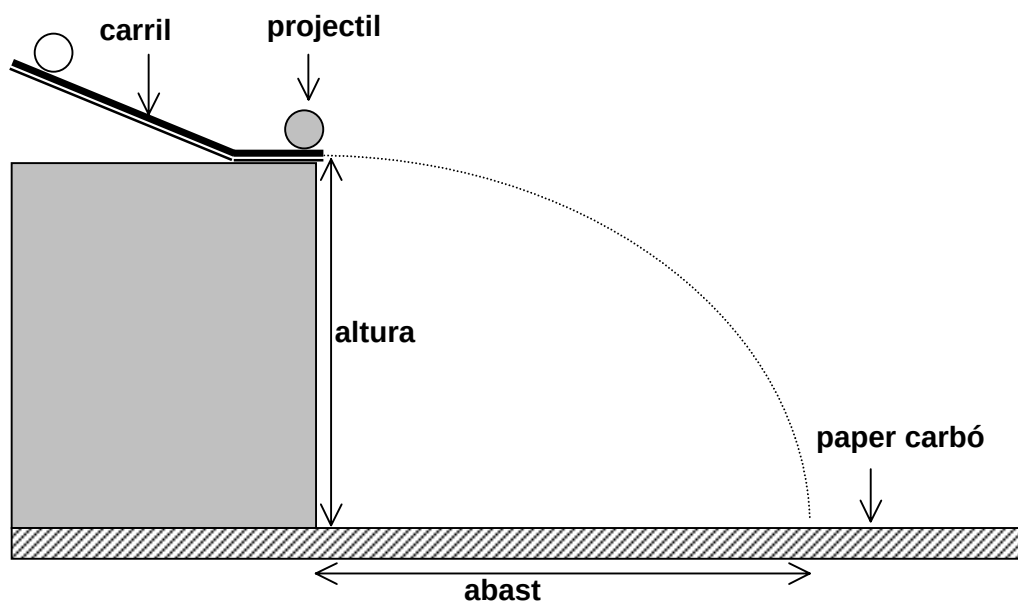
Material

– 2 trossos de guia d'alumini en forma d'U d'uns 30 cm	– Cinta mètrica
– Bola d'acer	– Pesos
– Suport	– Paper blanc
– Doble nou	– Paper carbó
	– 2 calaixos o capsas grans

Procediment

Muntatge de l'experiència

Fes el muntatge de la figura, amb les guies, el suport i la doble nou. La guia inclinada servirà per accelerar la bola i la guia horitzontal perquè la velocitat de sortida sigui horitzontal. Mantén la inclinació de la guia constant en tota l'experiència i assenyala l'altura, que també mantindràs fixa, d'on deixaràs caure la bola d'acer, així el valor de la velocitat de sortida serà sempre igual.



Per registrar l'impacte, posa a terra un full de paper blanc amb un de paper carbó a sobre, subjectes tots dos amb ajut de les peses per tal que no es moguin. Per variar l'alçada dels impactes a terra fes ús dels calaixos o caixes.

Execució de l'experiència

1. Deixa caure la bola.
2. Mesura l'abast.
3. Repeteix la mesura 3 o 4 vegades per tal de minimitzar els error accidentals.
4. Amb l'ajut de calaixos (o capsas) modifica l'altura diverses vegades i torna a mesurar l'abast (d'acord amb els punts 4, 5 i 6).

Adquisició i enregistrament de les dades

Enregistra els resultats obtinguts amb el nombre correcte de xifres significatives en una taula com la següent:

x / cm	y / cm	x^2 / cm^2	$x^2 y^{-1} / \text{cm}$

Conclusions

Anàlisi de les dades

1. D'acord amb la hipòtesi de la independència dels moviments, com haurien de ser els valors $x^2 y^{-1}$? Són realment així?
2. Representa en paper mil·limetrat y en funció d' x . Quina corba surt? Quina corba hauria de sortir d'acord amb la hipòtesi de la independència dels moviments?
3. Representa en paper mil·limetrat y en funció d' x^2 . Quina corba surt? Quina corba hauria de sortir d'acord amb la hipòtesi de la independència dels moviments?
4. Els resultats de l'experiment estan d'acord amb el que preveu la hipòtesi de la independència dels moviments?

5. Escriu l'equació de la trajectòria del moviment observat.
6. Calcula la velocitat inicial de la bola.
7. Considera les possibles fonts d'error i fes una estimació d'aquest.

Tir horitzontal

Material per al professorat

Orientacions didàctiques

Temporització

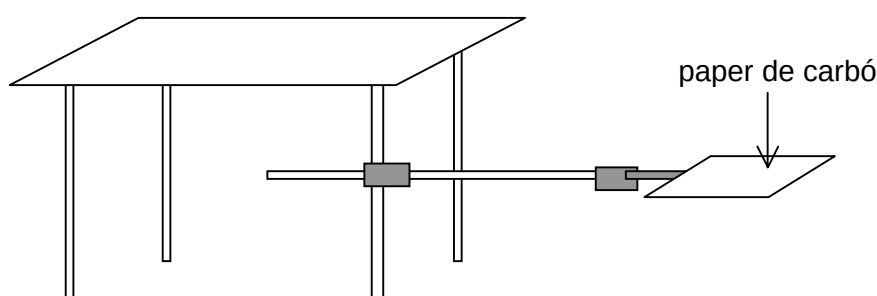
- 1 hora per a l'experimentació i les conclusions

Alumnes als quals s'adreça l'experiència

Alumnes de batxillerat

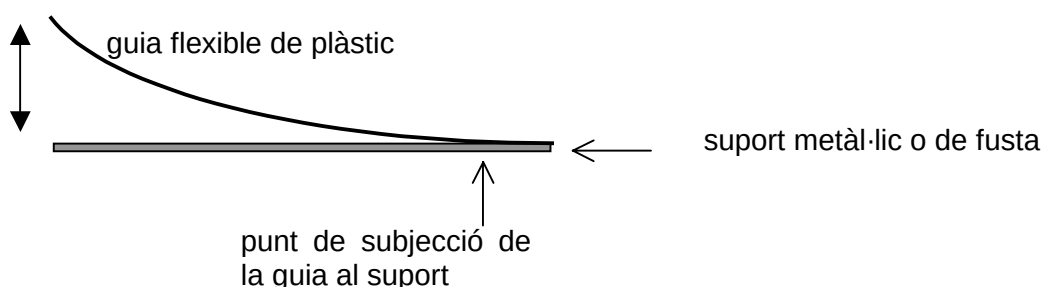
Orientacions metodològiques

Segons la taula en què es treballi pot ser millor modificar l'altura del llançament posant un suport horitzontal fixat a la pota de la taula. En l'extrem s'hi col·loca, amb una pinça, una placa horitzontal sobre la qual es posa el paper carbó on es marcarà l'impacte de la bola. Variant l'altura del suport es poden aconseguir fàcilment les diferents altures del llançament.



Orientacions tècniques

Es pot substituir les dues guies metàl·liques per una de sola. Aquesta ha de fer flexible i s'ha de fixar a un extrem d'un suport horitzontal (metàl·lic o de fusta). Les guies dels calaixos dels armaris poden servir, o bé les regletes per tapar cables elèctrics. Aquest muntatge és millor ja que la bola no troba cap discontinuïtat en el seu moviment de baixada. La guia es pot aixecar a més o menys altura.



Conclusions

D'acord amb la hipòtesi de la independència dels moviments, els valors $x^2 y^{-1}$ han de ser proporcionals. En representar gràficament y en funció d' x ha de sortir una paràbola i en representar y en funció d' x^2 una recta.

Si les gràfiques es fan amb un programa d'ordinador com l'Excel i s'ajusta la corba corresponent el mateix programa ens dona les equacions. A partir d'elles es pot calcular la velocitat inicial de la bola.