

# Pràctica 1

## Determinació de l'acceleració de la gravetat

### 1. Objectius

Els objectius d'aquesta primera pràctica són prendre contacte amb els conceptes de magnitud i mesura físiques, aprendre com treballar en un laboratori científic o tecnològic, i iniciar-se en el tractament de dades i en la presentació de resultats experimentals.

Com a objectiu específic, es determinarà per diferents procediments, tot i que amb un únic muntatge, el valor de l'acceleració de la gravetat en la superfície de la Terra,  $g$ .

### 2. Introducció

#### 2.1. Introducció a l'experimentació en Física

En aquesta primera pràctica revisarem:

- el concepte de magnitud física.
- les unitats bàsiques del Sistema Internacional i les unitats derivades.
- algunes idees sobre els errors de mesura: per què els considerem, què s'ha d'incloure si hem de donar un resultat complet, la diferència entre error absolut i error relatiu, i les fonts d'error.
- com expresseu un resultat (valor i error) amb el nombre adequat de xifres significatives.
- com representem de manera correcta dades en una taula o les representem en una gràfica (amb un títol de gràfica, amb títols per a cada eix que han d'incloure la magnitud representada i les seues unitats, i amb un àrea gràfica ben aprofitada).
- què és una representació lineal, com es poden ajustar punts experimentals a una corba per mínims quadrats, i com es realitza un d'estos ajustos amb un full de càlcul.
- com s'elaboren els informes de laboratori d'aquesta i les següents pràctiques, que es realitzaran al vostre quadern, seguint l'estructura explicada a l'apartat 5 d'aquest guió.

## 2.2. Moviment uniformement accelerat: caiguda lliure

A més a més, en la part experimental d'aquesta sessió estudiarem la caiguda d'un cos, en un moviment uniformement accelerat, és a dir amb una acceleració constant, que en aquest cas és l'acceleració de la gravetat,  $g$ . Aquesta acceleració és deguda a la força pes,  $F = m \cdot g$ , que experimenta una massa  $m$  per la seua interacció gravitatòria amb la Terra, a prop de la seua superfície. Si la massa parteix del repòs, l'equació que descriurà la seua trajectòria vertical serà la del moviment uniformement accelerat, amb una acceleració  $a = g$ :

$$\Delta y = y - y_0 = \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}gt^2. \quad (1)$$

Si coneixem les diferents posicions,  $y$ , o desplaçaments,  $\Delta y$ , per a temps  $t$  corresponents, podem tractar les dades per determinar de manera experimental l'acceleració de la gravetat.

## 3. Procediment experimental

Emprem un sistema que permet la caiguda controlada d'una bola metàl·lica gràcies a un dispositiu magnètic, i a més a més és capaç de detectar el temps de caiguda.

La figura 1 mostra, a diferent escala, la torre de caiguda, i el mòdul de control. Si aquest està engegat i l'indicador lluminós START/STOP actiu, es pot apropar la bola metàl·lica a la part superior de la torre per a que s'hi fixe.



Fig. 1. Vista de la torre amb el dispositiu magnètic de llançament, esquerra, i del mòdul de control, dreta (a diferent escala).

En aquestes condicions, cal prémer el botó START per alliberar la bola i iniciar la caiguda. El mòdul de control mostrarà el temps, en segons, que ha durat la caiguda fins el sensor de la part inferior. Per esborrar la lectura, podeu prémer el botó RESET. Una escala graduada sobre un lateral de la torre permet conèixer la distància entre el punt superior, que és regulable, i el sensor de la base. Quan la part superior es troba a menys de 20 cm de la base, el sistema no mesura correctament. Per tant, cal llançar la bola des d'altures superiors, si es desitja considerar el temps mesurat pel sistema.

Heu de realitzar, successivament, les dues experiències següents.

#### Experiència 1:

Heu de mesurar el temps de caiguda de la bola per a 8 posicions diferents del llançador, i realitzar 3 mesures, és a dir, tres llançaments per cada posició. Creeu una taula on figuren les parelles de dades formades per (a) i (b): (a) distància entre les posicions inicial i final, i (b) temps mitjà calculat (mitjana dels 3 temps mesurats). Heu de reflexionar sobre com considerar aquesta distància i quin criteri triar en ambdues posicions (el punt mitjà de la bola?, el punt inferior?). Després, representeu gràficament la distància entre les posicions inicial i final en funció del temps mesurat al quadrat. Realitzeu un ajust per mínims quadrats. Segons l'equació 1, el pendent de l'ajust és igual a la meitat del valor de l'acceleració de la gravetat.

#### Experiència 2:

Heu de gravar un vídeo de la caiguda de la bola metàl·lica, amb el dispositiu de llançament superior en una única posició, en l'altura més alta que es puga mesurar. Emprareu el vostre telèfon mòbil per gravar el vídeo i el transferireu via cable o wifi (empreu la xarxa UJI) als ordinadors de laboratori. El vídeo serà analitzat amb el programa lliure d'anàlisi de trajectòries *Tracker*, ja instal·lat en els equips del laboratori. (<http://physlets.org/tracker/>)

*Tracker* pot obrir vídeos mp4 i alguns altres formats. Seguiu els següents passos per analitzar el moviment:

1. Calibratge de distàncies. Abans de res, cal que calibreu les distàncies en el vídeo. En el primer fotograma que considereu (immediatament abans de començar el moviment), si empreu per exemple una vara de calibratge que estengueu al llarg de l'escala graduada sobre la torre (escala d'un metre de longitud), heu d'introduir la seua llargària en cm. Aquesta eina es selecciona clicant sobre l'icona blava que representa

- un segment de longitud "10". També podeu col·locar un eix de coordenades sobre el primer fotograma considerat, sobre tot si el vídeo mostra una imatge torta.
2. Marcatge del moviment: Després, premeu el botó de "Crear" per definir un nou objecte, una massa puntual. Avanceu fotograma a fotograma, i amb la tecla "Majúscules" (SHIFT) i el botó esquerre del ratolí, seleccioneu el punt central de la bola. S'anirà creant una taula de dades de posició en funció del temps. A mesura que avanceu els fotogrames, comprovareu que la traça de la bola s'allarga. Seleccioneu el punt central amb precisió. Repetiu el procediment fins el fotograma amb la bola en la darrera posició, ja en la base.
  3. Anàlisi de les dades amb un full de càlcul: Copieu les dades de posició vertical i temps al full de càlcul i representeu la gràfica de distància entre les posicions inicial i final en funció del temps al quadrat. Penseu com calcular la distància recorreguda a partir de les dades exportades al full de càlcul. També, fixe-u-vos que el temps que heu de considerar, i després elevar al quadrat, té com a origen el moment en què la bola comença a caure. Per tant, heu de tractar les dades abans de representar-les. Una vegada preparada la gràfica, realitzeu, de nou, un ajust per mínims quadrats, per determinar l'acceleració de la gravetat.

#### 4. Anàlisi

Compareu els valors obtinguts experimentalment amb el valor conegut de  $g$ , i compareu també els valors experimentals entre si.

Quin valor experimental és més exacte? El de quin mètode? Quin dels dos valors experimentals considereu que és més precís?

Com valoreu els dos mètodes de mesura? Quins factors o circumstàncies que introdueixen errors experimentals intervenen en cada procés?

Quines possibilitats teniu per mesurar la posició de la bola metàl·lica en el programa *Tracker*? Amb quins mitjans tècnics es podria millorar aquest procediment?

## 5. Resultats

Prepareu, en el quadern que emprareu com a llibreta de laboratori, les notes que expliquen el treball de la sessió, que han de seguir aquesta estructura:

1. Objectius
2. Breu introducció al tema de la pràctica: explicacions, equacions,...
3. Procediment experimental: Material emprat, esquemes del muntatge experimental, descripció del procediment.
4. Resultats experimentals i tractament de dades: taules i gràfiques.
5. Anàlisi i discussió dels resultats.
6. Conclusions. Breu resum de què s'ha estudiat i què heu après, i valoracions sobre el treball de la pràctica.

En l'apartat de resultats, per a aquesta pràctica, han d'aparèixer les taules de dades de cada mètode, i les representacions gràfiques del desplaçament front al temps al quadrat corresponents, amb els ajustos lineals associats. Recordeu que les taules i gràfiques han de realitzar-se seguint els criteris tractats en la sessió. Els resultats experimentals finals, els valors de  $g$ , han de mostrar-se de manera clara i correcta.