

Energia dissipada en el bot d'una pilota

Objectiu

- Determinar el percentatge d'energia dissipada en el bot d'una pilota.

Introducció

Quan una pilota es deixa anar, a partir del repòs, des d'una certa altura h , arriba a terra amb una velocitat v i una energia cinètica:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

La pilota rebot amb una velocitat v' i una energia cinètica:

$$E'_c = \frac{mv'^2}{2}$$

Com que, en general, el xoc amb el terra no és perfectament elàstic, v' i E'_c són, respectivament, menors que v i E_c i l'energia cinètica dissipada en el xoc és:

$$\Delta E_c = E'_c - E_c = \frac{mv'^2}{2} - \frac{mv^2}{2} .$$

Per tant, la fracció d'energia cinètica dissipada en el rebot serà:

$$\frac{\Delta E_c}{E_c}$$

D'una altra banda, mentre cau, la pilota guanya energia cinètica i perd energia potencial gravitatòria. Suposant negligible el fregament amb l'aire, el guany d'energia cinètica en la caiguda és igual a la pèrdua d'energia potencial i, per tant, podem escriure:

$$\Delta E'_c = -\Delta E_p \rightarrow \frac{mv^2}{2} = mgh \rightarrow E_c \propto h$$

És a dir, l'energia cinètica de la pilota quan arriba a terra és directament proporcional a l'altura des de la qual s'ha deixat anar. Per un raonament similar, l'altura del rebot serà proporcional a l'energia cinètica de la pilota quan deixa el terra. D'això es desprèn que la fracció d'energia cinètica dissipada en el primer rebot ha de ser:

$$\frac{\Delta E_c}{E_c} = \frac{(h_0 - h_1)}{h_0}$$

on h_0 és l'altura inicial i h_1 l'altura del primer rebot. amb numeració

En general, per a qualsevol rebot, la fracció d'energia cinètica dissipada serà:

$$\Delta E_c / E_c = (h_n - h_{n+1}) / h_n$$

on $n = 0, 1, 2, 3 \dots$

En aquest experiment, fareu les mesures adients per determinar la fracció d'energia dissipada en els successius diferents bots d'una pilota, emprant les dues expressions trobades.

Equipament

Material de laboratori <ul style="list-style-type: none">- Pilota grossa (de bàsquet, per exemple)- Mordassa de taula- Barreta llarga amb pinça i nou- Cinta mètrica	Elements de l'equip Multilog <ul style="list-style-type: none">- Interfície amb cable USB i Adaptador AC-DC (el sensor de distància no funciona amb la pila de la consola)- Sensor de distància (rang: 0,40 m -2 m; resolució: 9,4 mm; exactitud: 1 % del rang total; angle de recepció: $\pm 15^\circ$ a $\pm 20^\circ$)
Ordinador	

Procediment

Muntatge de l'experiència

1. Amb l'ajut de la barreta, la pinça i la nou munteu el sensor de distància a una altura d'1,4 m de terra i enfocat cap avall tal com mostra la figura 1.

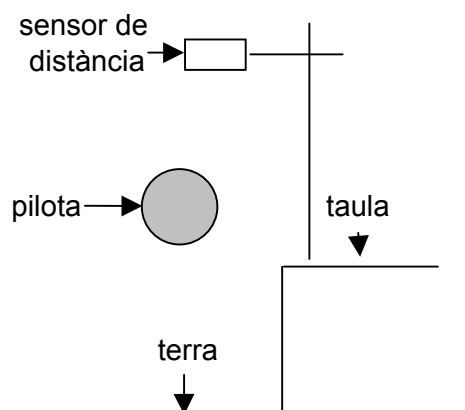



Figura 1


2. Connecteu el sensor de distància a l'entrada 1 del **Multilog**.
3. Engueu el **Multilog** i l'ordinador.
4. Connecteu el **Multilog** a l'ordinador.
5. Obriu el programa, l'arxiu **Batxillerat científic** i cliqueu la icona  per obrir el programa

Multilab.

Configuració del sistema

Configureu el programa Multilab seguint les següents instruccions:

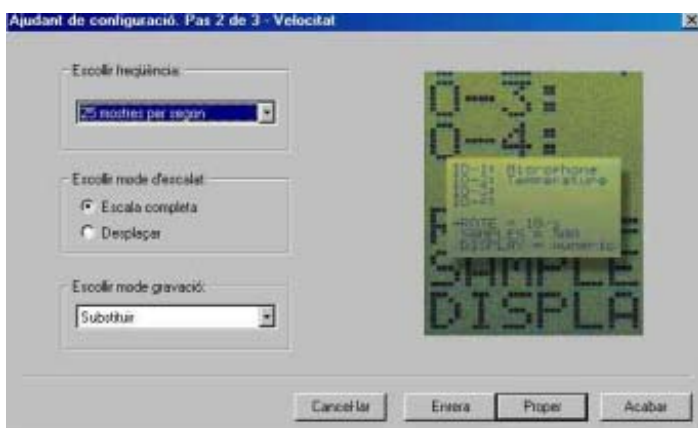


1. Cliqueu el  botó **Ajudant de configuració**.

S'obrirà una finestra on apareixerà el sensor connectat i l'escala:

Distància 2-10 m

2. Cliqueu **Propri** per obrir la finestra següent



3. Seleccioneu:

Freqüència: **25 mostres per segon**

Mode d'escalat: **Escala completa**

Mode de gravació: **Substituir**

4. Passeu a la finestra següent clicant **Propri**:



5. Seleccioneu



Per temps: **4 s**

I cliqueu **Acabar**



Predicció

El sensor de distància permet visualitzar a la pantalla de l'ordinador el gràfic de la posició de la pilota en funció del temps. Abans d'obtenir-lo, intenteu dibuixar, de manera aproximada, la forma que al vostre parer tindrà el gràfic. Tingueu en compte el tipus de moviment, que les posicions es mesuren respecte del sensor i que el sentit positiu per a les posicions és cap avall. Dibuixeu, també, el gràfic *velocitat-temps*.

Execució de l'experiència


1. Abans d'iniciar la captació assageu deixar anar la pilota des de sota del sensor per aconseguir que boti verticalment per la qual cosa cal que el terra sigui ben pla i horitzontal.
2. Cliqueu el botó **Executar**  per iniciar la captació de dades i, quan el sensor comenci a emetre un petit soroll, deixeu anar la pilota des de 0,5 m per sota del sensor.
3. Cliqueu **Editar gràfic** , doneu nom a la finestra de captació, incorporeu-la al projecte clicant el botó **Afegir gràfic a projecte** i, finalment, emmagatzemeu-la en un disquet amb l'opció **Guardar com** del menú **Arxiu**.

Anàlisi i tractament de les dades

1. Amb els botons **Commutar primer cursor**  i **Commutar segon cursor** , aneu assenyalant en el gràfic *posició-temps* obtingut les altures assolides per la pilota en els successius rebots i anoteu-les en la primera fila d'una taula com la següent:

Taula 1

h_n (cm)					
$h_n - h_{n+1}$ (cm)					
$(h_n - h_{n+1}) / h_n$					

2. Feu els càlculs pertinents per emplenar la resta de caselles de la taula.
3. Seleccioneu amb els cursors la part més regular del gràfic *posició-temps* obtingut i cliqueu el botó **Derivada**  per obtenir el corresponent gràfic *velocitat-temps*.
4. Amb el botó **Commutar primer cursor** determineu, a partir del gràfic *velocitat-temps*, les successives velocitats de la pilota en arribar i en sortir de terra. Anoteu-les en la primera fila d'una taula com la següent:

Taula 2

v (m/s)											
E_c (J)											
ΔE_c (J)											
$\Delta E_c / E_c$											

5. Feu els càlculs pertinents per emplenar la resta de caselles de la taula. Com que la velocitat de la pilota quan surt de terra és, pràcticament igual a la que té quan hi torna, podeu escollir-ne una de les dues per calcular la variació d'energia cinètica en el xoc. D'altra banda, per obtenir el percentatge d'energia no cal substituir el valor de la massa, podeu fer

$$\frac{m}{2} = A .$$

Qüestionari

1. Compareu el gràfic *posició-temps* de la vostra predicció amb l'obtingut experimentalment i comenteu les similituds i les diferències. Fixeu-vos en el sistema de referència de les posicions, és a dir, l'origen i el sentit positiu.

2. Compareu el gràfic *velocitat-temps* de la vostra predicció amb l'obtingut per derivació a partir del gràfic *posició-temps* experimental i comenteu les similituds i les diferències. Coincideix el sentit pres com a positiu per a la velocitat?
3. Calculeu els percentatges de l'energia dissipada en els successius bots de la pilota a partir de les dades de la taula 1. Es manté constant el percentatge d'energia dissipada en cada bot?
4. Calculeu els percentatges de l'energia dissipada en els successius bots de la pilota a partir de les dades de la taula 2. Es manté constant el percentatge d'energia dissipada en cada bot?
5. Calculeu la mitjana dels percentatges obtinguts a partir de les dades de la taula 1 i compareu-la amb la mitjana del percentatges obtinguts a partir de les dades de la taula 2. Coincideixen? Quin valor us sembla més exacte?
6. Els xocs de la pilota amb el terra han estat perfectament elàstics?
7. La elasticitat d'un xoc frontal entre dos cossos 1 i 2, ve donat per l'anomenat **coeficient de restitució**:

$$e = - \frac{v'_1 - v'_2}{v_1 - v_2}$$

on v_1 i v_2 són les velocitats abans del xoc i v'_1 i v'_2 són les velocitats després del xoc. Quina és l'expressió per al coeficient de restitució quan un objecte de massa petita (com per exemple, la pilota) xoca frontalment amb un altre de massa molt gran (com per exemple, la Terra) inicialment en repòs?

8. Calculeu els coeficients de restitució per als diferent bots de la pilota. Es mantenen constants?
9. Calculeu la mitjana dels coeficients de restitució obtinguts.
10. Quan el xoc frontal entre un objecte de massa petita amb un altre de massa molt gran, inicialment en repòs, és perfectament elàstic, es pot demostrar que la seva velocitat s'inverteix, és a dir que $v'_1 = -v_1$, mentre que $v'_2 = v_2 = 0$. Quant val, per tant, el coeficient de restitució en un xoc frontal perfectament elàstic?
11. Els valors calculats per donar resposta a la qüestió 9, avalen la resposta donada a la qüestió 6?

Informe

Redacteu un informe de l'experiment. En aquest informe s'han de distingir clarament tres parts: *introducció*, *realització* i *conclusió*. En l'informe haureu d'incloure les respostes al qüestionari.