

**CONCEPTES**

Conservació de l'energia.

**CONEXIEMENTS PREVIS**

Mesura d'alçades.
Mesura de temps.
Mesura de velocitats.

**MATERIAL**

Cronòmetre.
Inclinòmetre

**APPS i MÒBIL**

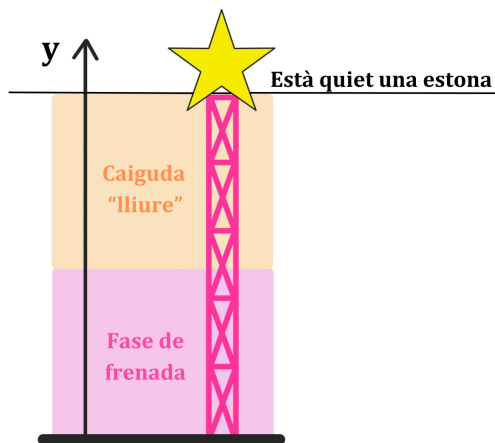
No cal.

NOTA: Aquest experiment requereix mesurar alçades, això està explicat a l'experiment Merlí trigonomètric!

Om ha anat a parar l'energia?

Guanyar energia potencial gravitatòria pot ser un procés esfereïdor... si ho fas amb els peus penjant, assegut a la cistella de Merlí que puja, i puja, i puja, i puja....

L'atracció Merlí fa pujar una barqueta amb persones fins a una alçada h respecte a terra. En un moment determinat, la barqueta es deixa caure i, aproximadament a la meitat del trajecte, entren en acció els frens que l'aturen. En la primera part del moviment, la barqueta cau en una caiguda "aproximadament" lliure... i això és precisament el que volem investigar: tota l'energia potencial inicial s'ha transformat en energia cinètica? O bé el fregament ha tingut algun efecte, fent que es perdi energia pel camí? Encara hi ha una tercera possibilitat: potser les dades no són prou clares per treure'n una conclusió definitiva. I això també és un resultat vàlid! Voldria dir que caldria fer un experiment més precís per esbrinar si el fregament ha tingut un paper important durant la primera part de la caiguda. Però abans de tot, fem un petit repàs.



Si no hi ha fregament, tota l'energia potencial inicial $E_p = mgh$ (on h és la distància del moviment de caiguda lliure) es converteix en energia cinètica $E_c = 1/2 m v^2$, això vol dir que podem calcular la velocitat *abans que comenci a frenar* igualant l'energia inicial amb l'energia final, obtenint així la següent expressió.

$$v = \sqrt{2gh}$$

h es l'alçada respecte al punt on comença a frenar.
 v és la velocitat a la qual arriba just abans de frenar.

Perfecte! Ja ho tenim!... Ai, no! El que realment volíem era comprovar si hi havia pèrdues d'energia. I el càlcul que acabem de fer parteix de la suposició que no n'hi ha! Bé, doncs anem pel bon camí, però... què fem ara? Doncs el següent pas és tornar a calcular la velocitat, però aquest cop sense fer servir l'energia. En comptes d'això, farem servir les equacions de la cinemàtica.

En primer lloc, calculem l'acceleració a partir de l'equació del Moviment Rectilini Uniformement Accelerat (MRUA). Si podem mesurar l'alçada inicial i l'alçada a la qual actuen els frens, tenim una mesura de la distància en què es produeix la caiguda lliure. Esperem al següent cicle de l'atracció i ara mesurem el temps d'aquesta caiguda Δt (és a dir, fins que veieu que actuen els frens). A partir de l'alçada h de la caiguda lliure i el temps Δt , podem calcular l'acceleració utilitzant l'equació de la posició en funció del temps:

$$h = \frac{1}{2}at^2$$

Ara, calculem la velocitat amb l'equació:

$$v = at$$

Hem calculat, per tant, la velocitat final de dues maneres diferents. Per tal de distingir-les, els afegirem un subíndex ¹ :

- A la velocitat que hem calculat a partir de l'equació de l'energia l'anomenarem v_E .
- A la velocitat que hem calculat utilitzant cinemàtica l'anomenarem v_c .

¹Algú s'haurà adonat que hauríem pogut arribar a l'equació de la velocitat a partir de l'equació de la cinemàtica $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x...$ però ho fem per energies per donar peu a la discussió dels resultats més endavant!

EXPERIMENTA!**Què farem?**

Amb l'ajuda de l'inclinòmetre, volem mesurar dues alçades de la barqueta durant la primera part del moviment (la caiguda "lliure"): l'alçada màxima, $h_{\text{màx}}$, i l'alçada a la que comencen a actuar els frens, $h_{\text{mín}}$, a més del temps que triga en fer aquesta caiguda... D'aquesta manera podrem calcular la velocitat màxima de la barqueta teòrica (si no actua fregament) i la velocitat experimental real.

E1: MESURA DE LES ALÇADES

1. Ens desplacem fins a un punt en què veiem sencera la torre de l'atracció Merlí.
2. Mesurem amb la cinta mètrica que posem a la vostra disposició la distància a la base de la torre de Merlí.
3. Mesurem amb l'inclinòmetre l'angle quan la barqueta és al punt més alt: això ens permetrà calcular l'alçada màxima a la qual arriba.
4. En un altre cicle de l'atracció, mirem el punt aproximat en el qual la barqueta comença a frenar.
5. Mesurem ara l'angle del punt en el qual la barqueta comença a frenar, per a poder calcular l'alçada $h_{\text{mín}}$.

$$h_{\text{màx}} = \quad m \quad , \quad h_{\text{mín}} = \quad m \quad , \quad h = h_{\text{màx}} - h_{\text{mín}} = \quad m$$

6. Per últim, mesurem amb el cronòmetre el temps que triga la barqueta en fer la caiguda lliure, és a dir, abans de començar a frenar. A aquest temps l'anomenarem t .

$$t = \quad s$$

QÜESTIONS ?

1. Calcula la velocitat (teòrica) a la que ha arribat la barqueta després de caure una distància h a partir de la conservació de l'energia .

$$v_E = \frac{m}{s}$$

2. Calcula ara la velocitat a la que ha arribat la barqueta a partir de la distància que ha caigut, i el temps que heu mesurat utilitzant les equacions de la cinemàtica.

$$v_c = \frac{m}{s}$$

3. Ja que hi som, escriu també l'acceleració que has obtingut per tal de calcular la velocitat màxima de la barqueta.

$$a = \frac{m}{s^2}$$

4. Quina velocitat és més gran?

+ A L'AULA!

1. Si la velocitat experimental (calculada a partir de la cinemàtica, v_c) és més petita que la teòrica, v_E , calculeu el tant per cent d'energia que s'ha perdut en la caiguda.

2. Suposem que us heu adonat que el mètode de mesura deixa molt que desitjar... És l'únic que podem fer amb un inclinòmetre i un cronòmetre. Per a tenir una idea de la qualitat de la mesura, podeu calcular les dues velocitats tenint en compte que us podeu haver equivocat en 1 metre o en una dècima de segon. La velocitat màxima, $v_{\max}$, si heu fet les dues errades, la obteniu de calcular $h + 1\text{ m}$ amb el temps $t - 0.1\text{ s}$, i la mínima amb $h - 1\text{ m}$ i $t + 0.1\text{ s}$. Ara, analitzeu d'una forma crítica la velocitat que heu mesurat.

3. De fet, és molt millor calcular l'acceleració real de caiguda lliure a partir de l'anàlisi del vídeo de l'activitat "Merlí $y(t)$ ". Si heu fet l'activitat: quanta energia (en tant per cent) s'ha perdut en forma de fregament?