

**CONCEPTES**

Cinemàtica.
Velocitat i acceleració.
Conservació de l'energia.

**CONEIXEMENTS PREVIS**

Mesura de temps.

**MATERIAL**

Cronòmetre.

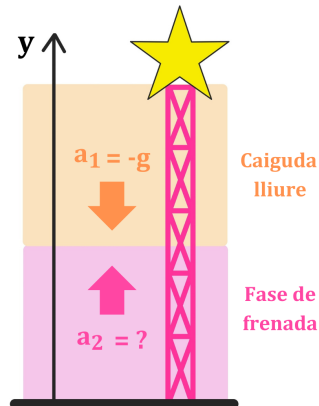
**APPS i MÒBIL**

Cronòmetre.

Quan pararà aquesta bogeria de cinemàtica?

Allà lluny, molt lluny, veiem com la cistella plena de gent amb un riure nerviós comença a pujar lentament. Puja... puja... i continua pujant. S'atura. De sobte, cau. Només la força de la gravetat la fa baixar, cada cop més ràpid... Però en algun moment s'haurà d'aturar, no? Dic jo. I aleshores ens preguntem: quanta estona hem estat en caiguda lliure? quina és la velocitat màxima que hem assolit?

L'atracció Merlí fa pujar una barqueta amb passatgers fins a una alçada $h = 48m$ respecte al terra. En un moment determinat, la barqueta és alliberada i inicia una caiguda lliure. Quan ha recorregut la meitat de l'alçada, s'activen els frens que la desaceleren fins a aturar-la completament. De manera que podem descriure aquest moviment en dues fases. Prendrem un sistema de referència amb origen a terra i eix vertical orientat cap amunt.



Primera part

Inicialment, la barqueta comença a caure cada vegada més ràpidament, accelerada per la força de la gravetat. Això implica que descendeix amb una acceleració $a_1 = -g$, ja que hem definit el sentit positiu cap amunt, fent que l'acceleració prengui un valor negatiu. Cal destacar que, en aquest cas, l'acceleració i la velocitat tenen el mateix sentit, ambdues apunten cap avall.

Segona part

Un cop finalitzada la caiguda lliure, comença la fase de frenada. La velocitat de la barqueta continua sent vertical i cap avall, però ara l'acceleració és provocada pel sistema de frenada i actua en sentit contrari, és a dir, cap amunt. Així doncs, si mantenim el sistema de referència amb sentit positiu cap amunt, l'acceleració en aquesta fase és positiva, $a_2 = a_f$.

En ambdós casos, utilitzarem les equacions que descriuen la posició de la barqueta en funció del temps, $x(t)$, per analitzar-ne el moviment.

$$x(t) = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

x_0 i v_0 són les posicions i velocitats inicials de l'objecte.
 a és la seva acceleració.

A més, també farem servir la que ens relaciona la velocitat amb el pas (inexorable) del temps:

$$v(t) = v_0 + at$$

En aquest experiment, pot ser molt útil eliminar el temps de les dues equacions anteriors. D'aquesta manera, obtenim una expressió que relaciona la velocitat inicial i final, la distància recorreguda i l'acceleració.

$$v^2 - v_0^2 = 2 a \Delta x$$

Suposarem que, durant la caiguda lliure, no hi ha fregament ni resistència de l'aire, per tal de simplificar l'anàlisi. Tanmateix, si voleu fer l'estudi més realista, podríeu fer un vídeo del funcionament de l'atracció i analitzar-lo!

EXPERIMENTA!

Què farem?

En aquest experiment, mesurarem el temps que triga en caure la barqueta des del punt més alt de la seva trajectòria. A partir d'aquest temps calcularem l'acceleració que imposen els frens a la barqueta i la seva velocitat màxima.

E1: MESURA DEL TEMPS DE L'ATRACCIÓ

1. D'entrada, ens desplaçem fins a un punt en què veiem sencera la torre de l'atracció Merlí.
2. Després, posem en marxa el cronòmetre quan la barqueta comença a caure i l'aturem quan la barqueta arriba al terra. Apuntem el temps de caiguda (feu tres experiments i apunteu la mitjana si teniu temps!)

$t =$ s

QÜESTIONS ?

Per a fer els càlculs, suposarem que la massa de la barqueta de Merlí és $m = 5000 \text{ kg}$.

1. Calcula la velocitat màxima a la qual ha arribat la barqueta si els frens han començat a actuar després de caure una distància $d = 24,6 \text{ m}$ (recorda que l'alçada màxima és $h_{max} = 48 \text{ m}$).

$$v_{max} = \frac{m}{s}$$

2. Ara que sabem la velocitat, podem calcular l'acceleració de frenada.

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

3. Calcula ara el temps total entre que la barqueta es deixa anar i arriba a terra. D'entrada, comença calculant el temps que està en caiguda lliure (primera part del moviment):

$$t_1 = s$$

Tot seguit, calcula el temps que triga en frenar (la segona part del moviment):

$$t_2 = s$$

Finalment, suma el dos temps. Aquest serà el temps total que la gent ha sentit que el cor se li sortia per la boca ;-)

$$t_{tot} = t_1 + t_2 \quad s$$

4. El temps que has calculat és el mateix que el temps que has mesurat directament?

+ A L'AULA!

1. Si el temps que has mesurat és diferent al calculat, quin és més gran? Per què són diferents?
2. Si suposem que la massa de la barca és $m = 5000 \text{ kg}$. Quina força han aplicat els frens sobre la barqueta?
3. Imagina que pugues a sobre d'una balança mentre ets a l'atracció, quina massa mesuraria al principi? (al tram de caiguda lliure) i quina massa mesuraria en el tram de frenada?

“The girls got sent to the domestic science room and the boys to the science lab. ... I protested — unsuccessfully.”. – Rosalind Franklin