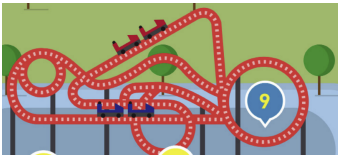


|                                                                                   |                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                       |                                                                                                                    |                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  <b>CONCEPTES</b><br>Energia cinètica.<br>Energia potencial.<br>Conservació de l'energia. |  <b>CONEIXEMENTS PREVIS</b><br>Mesura de velocitats. |  <b>MATERIAL</b><br>Cronòmetre. |  <b>APPS i MÒBIL</b><br>Cronòmetre. |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Quan l'energia potencial fa por...

Ens asseiem a la vagoneta de la muntanya russa, emocionats. La barra de seguretat es tanca amb fermesa. Comencem a moure'ns i a ascendir. *Clec, clec, clec, clec*, ressona el mecanisme mentre pugem. Quan assolim el punt més alt, miro avall i em pregunto quina deu ser la meua energia potencial en aquest moment, i una veu em respon: depèn del punt de referènciaaaaaaaaah!

No hi ha millor lloc per a veure actuar la conservació de l'energia que a la muntanya russa. En aquesta atracció, una vagoneta va guanyant alçada mitjançant un sistema de remolc, per a després perdre-la en forma d'energia cinètica. L'energia emmagatzemada pel carretó de la muntanya russa en el punt més alt s'anomena **energia potencial**, la qual podem expressar com es mostra al quadre de sota. Tanmateix, la  $h$  no significa res si no fixem des de quin punt la mesurem, és a dir, si no establim un sistema de referència. Nosaltres la mesurarem des del punt més baix de la trajectòria de la muntanya russa.

$$E_p = mgh$$

$m$  és la massa del tren.  
 $g$  és l'acceleració de la gravetat.  
 $h$  és l'alçada entre el terra i el punt més alt.

D'altra banda, en el punt més baix pel qual passa la vagoneta l'energia potencial serà nul·la, mentre que l'**energia cinètica** serà màxima. Aquesta es pot expressar de la següent forma:

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

$m$  és la massa del tren.  
 $v$  és la velocitat del tren en el punt més baix.

Malauradament, és possible que alguna **força de fricció** acabi aturant la vagoneta. Aquesta força pot tenir dues causes principals: el fregament amb el vent o el fregament amb els rails. Mesurar amb precisió l'efecte d'aquestes dues forces de fricció en la muntanya russa és una tasca molt complexa. No obstant això, el que sí que sabem és que aquest efecte farà que una part de l'energia potencial inicial es dissipï i es perdi definitivament. Per tant, podem determinar l'energia perduda a partir de l'energia potencial inicial i l'energia cinètica final, com es mostra al quadre que hi ha a continuació. Convé destacar que aquest treball és negatiu, fet que indica que l'energia s'ha perdut.

$$W_{\text{F fricció}} = E_c - E_p$$

**EXPERIMENTA!****Què farem?**

Sabem que la diferència d'alçada entre el punt més alt i el punt més baix de la muntanya russa és  $H = 31$  m. Per tant, per a calcular l'energia que es perd durant el recorregut, només hem de trobar la velocitat al punt més baix.

**E1: MESURA DE LA VELOCITAT EN EL PUNT MÉS BAIX****FORA DE L'ATRACCIÓ**

1. En primer lloc, tindrem en compte que la longitud sencera d'un dels trens formats per les quatre vagones és de 1015 cm. A aquesta distància l'anomenarem  $D$ .
2. Per a mesurar la velocitat, el sistema de referència ho és tot, és per això que ens quedarem fora de l'atracció, just a l'entrada, abans d'entrar al túnel; aquest és el punt més baix del recorregut.
3. Tot seguit, escollirem un punt característic, que serà el nostre sistema de referència. Pot ser l'entrada del túnel, una planta, un arbre o algun element arquitectònic.
4. Ara, quan sentim els crits de la gent de l'atracció és el moment d'estar preparats. Amb el cronòmetre, mesurarem el temps que tarda en passar tot el tren per davant del sistema de referència escollit. A aquest temps l'anomenarem  $t$ .

$$t = \quad \text{s}$$

5. Amb les dades que tenim també podem calcular la velocitat.

$$v = \frac{D}{t} = \quad \frac{m}{s}$$

**obs.** També podeu fer servir l'aplicació *VidAnalysis* per tal d'obtenir la velocitat d'una forma més exacta.

## QÜESTIONS ?

Per a fer els càlculs suposarem que la massa del tren més la dels passatgers és  $m = 1000 \text{ kg}$ .

1. Calcula l'energia potencial en el punt més alt de la trajectòria.

$$E_p = mgh = \quad \text{J}$$

2. Calcula l'energia cinètica en el punt més baix.

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2 = \quad \text{J}$$

3. Calcula l'energia que ha perdut el tren fins arribar al punt més baix per l'acció del fregament.

$$W_{\text{F fricció}} = E_c - E_p = \quad \text{J}$$

## + A L'AULA!

1. No hem tingut en compte que, de fet, en el punt més alt el tren no està totalment quiet. Com afecta això al nostre resultat?
2. Calcula quin percentatge de l'energia es perd. Compara el resultat amb el d'algun company que hagi fet l'experiment Energia d'Or. A què creus que es deu aquesta diferència?
3. Tenint en compte les pèrdues que hem calculat, des de quina alçada cal deixar anar la vagoneta per tal que arribi al punt més baix amb velocitat zero (suposarem que la longitud del recorregut és la mateixa).
4. Amb quina velocitat mínima hauríem de llençar el tren de la muntanya russa perquè arribi al punt més alt tenint en compte les pèrdues energètiques?
5. Una forma de confirmar si l'energia es conserva a la muntanya russa és fer una maqueta... Tanmateix, això pot ser força complicat. Per tant, us proposem fer un model simplificat, fent dos raïls per a poder llençar bales de vidre. Podem filmar el moviment de les bales, després reconstruir la seva gràfica  $x(t)$  i finalment comprovar si l'energia es conserva.

*“Every individual matters. Every individual has a role to play.  
Every individual makes a difference”. – Jane Goodall*