

### D3.- On és l'energia del tobogan?



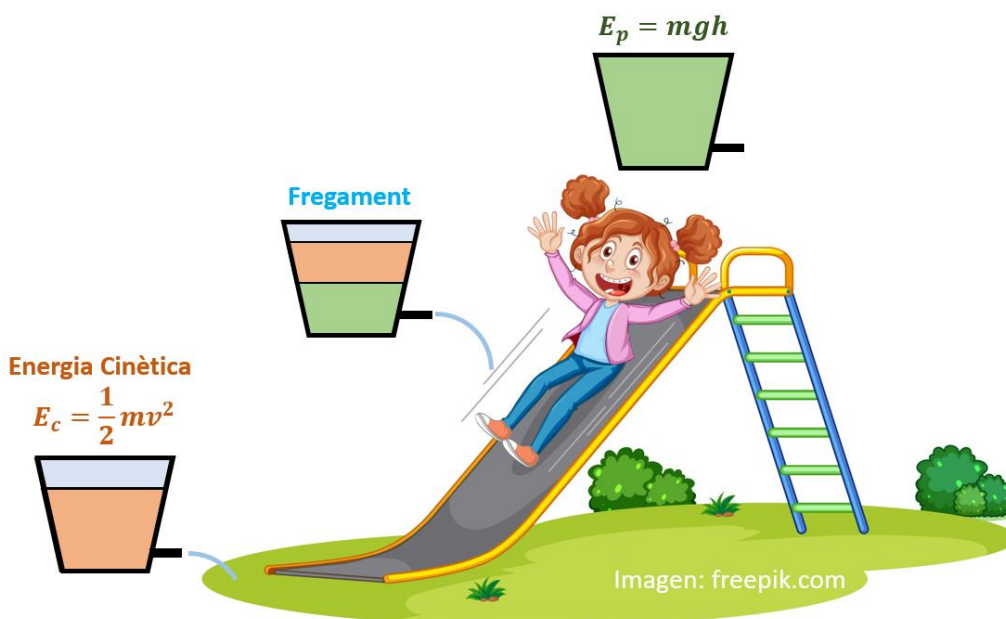
Émilie du Châtelet (1706-1749) es va posar els pantalons, la camisa, la casaca i la perruca que es posaven els homes de l'època. La setmana anterior no l'havien deixat entrar al café on es reunien els matemàtics i científics de l'època: era una dona! Aquest cop, vestida d'home, la van deixar entrar (-sic-). No sabem de què es discutia en aquells animats cafés, però podria haver estat sobre els seus darrers experiments sobre la conservació de l'energia...

## Investiguem!

La nostra científica i matemàtica, Émilie du Châtelet, va fer servir un mètode molt enginyós per tal de mesurar l'energia d'un cos que es deixa caure des d'una certa alçada. Llençava els objectes sobre una plataforma d'argila i mesurava la quantitat d'argila que es desplaçava en el xoc. A l'època encara no s'havia definit l'energia potencial i la cinètica... però la marquesa de Châtelet ja va demostrar una gran intuïció en adonar-se que la massa desplaçada d'argila era proporcional a l'alçada de la qual deixava caure els objectes i al quadrat de la seva velocitat. Ara sabem que aquestes energies són la potencial gravitatòria i la cinètica... però encara hi ha un tercer factor: el fregament. Avui ens proposem estudiar com es bescanvia l'energia entre aquests tres efectes... als tobogans del Parc de la Marina.

## Pensem!

L'energia es conserva... però a vegades va a parar a llocs on no la podem utilitzar. És el cas del fregament. Aquesta força disminueix l'energia del moviment d'un cos i la transforma bàsicament en calor. Una calor que **no podem recuperar** fàcilment per moure objectes... i això és el que passa quan ens llancem per un tobogan! L'energia potencial es transforma en cinètica... però una part es perd en forma de fregament.



## D3.- On és l'energia del tobogan?

Les nostres energies protagonistes són les següents:

**Energia Potencial** és la forma com tenim l'energia emmagatzemada al punt més alt del tobogan. La calculem com:

$$E_p = mgh$$

**Energia cinètica** és l'energia associada al moviment que tenim al punt més baix del tobogan. La calculem com:

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

... però durant el camí perdem una part de l'energia. És com si tinguéssim un recipient "ple d'energia útil" en començar el moviment, però per un petit forat s'anés escolant una part d'aquesta barreja d'energia potencial i cinètica. Aquesta pèrdua és deguda al fregament i fa que l'energia cinètica al final del moviment sigui més petita que l'energia potencial que teníem inicialment.

## Mesurem!



**L'energia potencial** l'hem de calcular sabent l'alçada  $h$  del tobogan. Això ho podeu fer de tres formes, utilitzant una APP per mesurar distàncies, amb una corda que mesurareu després... i per les més valentes, utilitzant trigonometria<sup>1</sup>

**L'energia cinètica** la podem mesurar a partir del temps que triga la persona a desplaçar-se pel tobogan. Això ho podem fer a partir de les equacions de la cinemàtica. Si

mesurem la longitud del tobogan  $L$  (ho podeu fer amb l'app imagemeter, o amb una corda) i el temps que triga la persona en arribar al final és  $t$ , podem escriure les equacions del Moviment Rectilini Uniformement Accelerat:

- $L = \frac{1}{2}at^2$  de la que podem deduir que l'acceleració és  $a = \frac{2L}{t^2}$
- Ara podem calcular la velocitat al final del trajecte:  $v = at = \frac{2L}{t^2}t = \frac{2L}{t}$

És important saber la vostra massa si voleu calcular l'energia total, si no la sabeu podeu fer una aproximació.

<sup>1</sup> Podeu trobar informació de com mesurar distàncies a: <https://fisidabo.upc.edu/ca/a-classe>

### D3.- On és l'energia del tobogan?

Atenció: La mesura del temps (i, per tant, del fregament) depèn molt de la roba que porteu i de com us tireu pel tobogan: intenteu fer-ho sempre igual!! De totes maneres, farem l'experiment cinc cops per tal de reduir al màxim l'error.

Temps	$t_1$	$t_2$	$t_3$	$t_4$	$t_5$	Mitjana $\bar{t}$

## Analitzem!

Ara ja podeu calcular l'energia cinètica, la potencial, i l'energia que s'ha perdut:

Energia inicial	Energia final	Pèrdues	Pèrdues en percentatge
$E_p = mgh$	$E_c = \frac{1}{2}mv^2$	$E_c - E_p$	$\frac{E_c - E_p}{E_p}$

Quin tant per cent d'energia s'ha perdut en el vostre experiment? Compara el teu resultat amb el màxim nombre de companyes i companys. Si teniu resultats molt diferents, intenteu comparar els "estils de tirar-se per un tobogan" que teniu. Intenteu trobar la causa de les diferències!!

Amb quina velocitat hauries d'haver arribat sense fregament?

Des de quina alçada t'hauries de llençar per tal d'arribar al punt més baix amb la velocitat que has mesurat? És a dir: tenint en compte el fregament.

**... i per si vols aprofundir més encara**

No sabem si has fet l'equació de transvasament de la calor a química. Si no ho has fet o no la tens al cap, te la recordem. La calor que donem a un cos la podem relacionar amb l'increment de la seva temperatura utilitzant la relació:

$$Q = c_e m \Delta T$$

On  $c_e$  és la calor específica (la de l'aigua és  $c_e = 1 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ ),  $m$  és la massa de l'objecte i  $\Delta T$  és l'increment de temperatura. I perquè us expliquem això ara? Doncs perquè l'energia perduda per culpa del fregament va a parar bàsicament a escalfar l'objecte. Farem ara una aproximació molt grollera, però que pot ser molt interessant...

### **D3.- On és l'energia del tobogan?**

Assumeix que el teu cos està fet d'aigua, i que l'energia perduda pel fregament s'ha utilitzat íntegrament en escalfar el teu cos. Calcula en aquest cas quin hauria d'haver estat l'increment de temperatura del teu cos.