

# 10. Tibidabo Express Normal. DINÀMICA.

FISIDABO



**CONCEPTES**  
Acceleració normal.



**CONEIXEMENTS PREVIS**  
Mesura de velocitats.  
Acceleròmetre mòbil.



**MATERIAL**  
Mòbil i funda.  
Cronòmetre.



**APPS & MÒBIL**  
Acceleròmetre.  
Cronòmetre.

## Qui m'està empenyent al Tibidabo Express?

Seiem a la vagoneta. La barra baixa i sortim de l'estació. El tren xiula i entrem al túnel fent una corba interminable cap a la dreta. Llavors, sentim una força imaginària, que ens empeny cap al nostre costat esquerre.

**La primera llei de Newton** (Llei d'inèrcia) explica perquè els viatgers tendim a seguir en línia recta quan el tren gira. Si no sortim disparats és gràcies al coeficient de fregament amb el seient, i al disseny tancat de la vagoneta. Però imaginem que estem a una pista de gel a sobre d'un camió (una andròmina ben curiosa) que va en línia recta. Suposem que el camió gira. Nosaltres lliscaríem i seguiríem rectes fins a caure fora.

Girar significa canviar la direcció. **En termes matemàtics**, vol dir que el vector velocitat canvia la direcció que descriu el nostre moviment. Però per aconseguir-ho necessitem una acceleració. D'això "se n'encarrega" l'acceleració normal, dita normal perquè és perpendicular a la trajectòria. En el cas d'una corba de radi  $R$ , aquesta acceleració té una fórmula ben senzilla (vegeu el quadre de la dreta).

$$a_n = \frac{v^2}{R}$$

**$a_n$** : Acceleració normal.

**$v$** : Mòdul de velocitat.

**$R$** : Radi de la corba.

**EXPERIMENTA!****Què farem?**

A l'expressió de l'acceleració normal apareix la velocitat i el radi de la corba. El radi de la corba és molt difícil, si no impossible, de mesurar. Per aquesta raó el primer que farem des de fora de l'atracció serà mesurar el temps i, així, trobar la velocitat. En un segon experiment mesurarem l'acceleració situats a dintre del tren.

**E1: MASUREM LA VELOCITAT.*****Fora de l'atracció***

1. La longitud del Tibidabo Express és:  $L = 1990$  cm.
2. Des de fora de l'atracció, esperem a la segona volta del tren per tenir una velocitat constant. Iniciem el cronòmetre quan la part frontal del tren surt de l'estació i el parem just quan la cua també surti de l'estació.

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

3. Calculem la velocitat que porta en tren en aquest punt:

$$v = \frac{L}{t} = \quad \text{m/s}$$

**E2: MASUREM L'ACCELERACIÓ NORMAL.*****Dins de l'atracció***

1. Pugem al tren i engegum l'aplicació de l'acceleròmetre. Cal tenir en compte (com està descrit a la part "tècniques de mesures") que cal saber quin eix representa cada direcció del nostre telèfon mòbil. L'eix que ens interessa és l' $x$ . Guardarem el mòbil a la funda porta-mòbils. Agafeu-vos, que marxem!



2. Un cop acabada l'atracció aturarem la mesura per poder analitzar el resultat.

Cal tenir en compte, a l'hora d'interpretar les dades, que el recorregut del tren de la mina comença de forma rectilínia accelerada, per després fer una primera corba molt pronunciada a la dreta. Per tant en un moment donat veurem que l'acceleració en l'eix de les  $x$  augmenta. Aquest augment pot estar "emascarat" per les vibracions pròpies de l'atracció. Intentarem determinar d'una forma aproximada quina és l'acceleració en aquesta volta fent a ull una mitjana dels valors obtinguts, i, donat que és l'acceleració normal, l'anomenarem  $a_n$ :

$$a_n = \quad \text{m/s}^2$$

## QÜESTIONS?

1. Calculem d'una forma aproximada el radi de curvatura  $R$  de l'atracció en la primera corba, a partir de la relació:

$$R = \frac{v^2}{a_n} = \quad \text{m}$$

2. Per tal d'obtenir l'acceleració en unitats de  $g$ , només cal dividir el valor de l'acceleració que has obtingut pel valor  $g=9,81\text{m/s}^2$ . Compara el valor obtingut amb la gravetat terrestre. És molt gran o molt petit

$$a = \quad g$$

## +A L'AULA!

- Calculem la força aplicada sobre el teu cos a partir de la teva massa, en Newtons. Comparem el resultat amb la força que fa el planeta terra sobre la teva massa.
- És possible, a partir de la gràfica  $a(t)$ , obtenir les gràfiques  $v(t)$  i  $x(t)$  tot integrant numèricament  $a(t)$ . Per fer-ho cal tenir en compte que el tren parteix del repòs i que per temps zero està al punt inicial. Podem fer aquest càlcul i discutir el resultat a classe.
- En aquest experiment hem mesurat l'acceleració normal relacionada amb canvis de direcció... però també tenim la tangencial associada amb canvis de celeritat (mòdul de la velocitat). De fet en el teu mòbil tens enregistrades les acceleracions en els tres eixos, i per tant tens enregistrades ambdues acceleracions... Quina acceleració (tangencial o normal) correspon a cada eix?
- Discuteix a classe, a partir dels resultats obtinguts en els tres eixos, el moviment del Tibidabo Express.