**CONCEPTES**

Posició.
Acceleració i velocitat.

**CONEIXEMENTS PREVIS**

Mesura de velocitats.

**MATERIAL**

Cronòmetre.
Cinta mètrica.

**APPS i MÒBIL**

Cronòmetre.

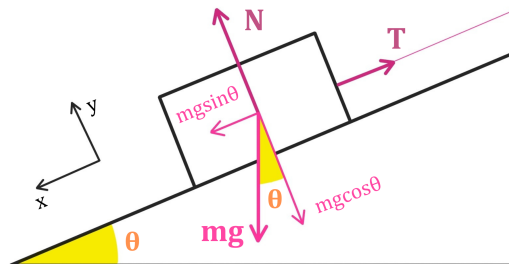
Pla inclinat!

Els plans inclinats ajuden, i si a sobre el combinem amb una politja, encara millor! El funicular del Tibidabo és capaç de pujar fins a 250 passatgers en un temps rècord. I, mentre pugem, veiem com la ciutat de Barcelona va apareixent als nostres peus.

El pla inclinat és un problema clàssic de física. Per tal que descrigui el que passa a la cuca de llum quan està pujant a velocitat constant, cal que fem un parell de modificacions a aquest plantejament clàssic:

- La cuca de llum està enganxada per un cable i, per tant, hem d'afegir aquesta força al diagrama de forces del pla inclinat.
- Com que la cuca de llum puja a velocitat constant, la seva acceleració serà nul·la (això no és cert quan arrenca ni quan frena, és clar!)
- Per fer l'anàlisi més fàcil, suposarem que no hi ha fregament.

Tenint en compte aquests punts, podem dibuixar el següent diagrama de forces aplicades sobre el vehicle:



Aplicant la **segona llei de Newton** a l'eix x, obtenim: $mg \sin \theta - T = 0$. Per tant, quan es desplaça a velocitat constant, la **tensió és senzillament la component tangencial del pes**, és a dir:

$$T = mg \sin \theta$$

El que ens permet ascendir i descendir amb el funicular és un motor molt potent situat al cim de la muntanya màgica. La força que fa, la transmet utilitzant el cable que està estirant amb la tensió que acabem de calcular. També podem calcular la **potència necessària per moure el vehicle a velocitat constant**, utilitzant la relació:

$$P = F \cdot v$$

EXPERIMENTA!**Què farem?**

Imaginem que som enginyeres i enginyers i volem valorar les característiques reals del funicular un cop s'ha construït. El que farem és, a partir de la cinemàtica i les equacions del pla inclinat, obtindrem la tensió que aguanten els cables i la potència mínima que ha de tenir el motor per a pujar un dels vehicles quan està ple, i l'altre buit.

E1: MESURA DE LA VELOCITAT

1. Per tal de mesurar la velocitat mitjana de tot el trajecte, l'únic que ens caldrà és mesurar quant temps triga la cuca de llum en fer el seu trajecte amb un cronòmetre.

$$t = \quad s$$

E2: MESUREM EL PLA INCLINAT

1. Per tal de mesurar el pendent del pla inclinat que ha de pujar la cuca de llum, podem utilitzar un inclinòmetre o una app (com *Multiclinometer*). I sí, aquesta mesura serà aproximada i considerarem que l'angle roman constant durant tot el trajecte ascendent.

$$\theta = \quad ^\circ$$

QÜESTIONS ?

1. A partir de la mesura del temps que triga la cuca de llum en realitzar tot el trajecte de longitud $L = 1250$ m, calcula la velocitat mitjana en el seu recorregut.

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

2. Utilitzant factors de conversió troba la velocitat en km/h .

$$v = \quad \frac{km}{h}$$

3. Calcula ara el valor de la tensió de la corda quan el funicular està pujant amb velocitat constant. Per fer el càlcul tingueu en compte que cada vehicle pesa trenta tones i que pot portar 250 persones (Sí! Heu de fer una estimació d'un pes raonable d'una persona!).

$$T = \quad N$$

QÜESTIONS ?

4. Finalment, calculem aproximadament quina és la potència mínima que necessita el motor per tal de pujar les 250 persones pel pla inclinat. Fixeu-vos que ara no ens cal tenir en compte la massa del vehicle que puja perquè està equilibrada amb la massa del vehicle que baixa.

Per fer això primer calcularem la força tangencial que fan les 250 persones dins del vehicle.

$$mg \sin \theta = m$$

I ara podem calcular la potència mínima del motor per a pujar aquestes persones.

$$P = F \cdot v = W$$

+ A L'AULA!

1. És possible fer una aproximació de l'acceleració que pateixen els vehicles si estimem el temps que han trigat a accelerar. Ho podem fer cronometrant el temps que tenim “la sensació que ens empenyen” al funicular. Quant val aquesta acceleració aproximada?
2. Quan els vehicles estan accelerant podem calcular novament la tensió. Ara, però, l'acceleració ja no serà igual a zero. Calcula la tensió del cable del vehicle que puja i del vehicle que baixa quan estan accelerant. (Recorda: un va cada cop més ràpid i un altre cada cop més lent fins que frena).