

**CONCEPTES**

Pèndol simple.
Relació entre T i longitud.
Equació del moviment.

**CONEIXEMENTS PREVIS**

Mesura d'alçades.
Mesura de temps.

**MATERIAL**

Cronòmetre.
Inclinòmetre.

**APPS i MÒBIL**

ImageMeter.
Cronòmetre.
Inclinòmetre.

Gegantí, però al cap i a la fi, un pèndol

Mans enlaire! Sentim com ens elevem lleugerament del seient. Passem a tota velocitat pel punt més baix. I de nou, cap amunt: en assolir el punt més alt, esclatem en crits d'emoció. I un altre cop, balancejant-nos d'un extrem a l'altre. Un cop a baix, mirem el moviment del vaixell i veiem que, de fet, és només un pèndol; gegant, però només un pèndol.

Un pèndol es mou de manera oscil·latòria perquè està subjecte a una força restauradora: la gravetat. Aquesta força tendeix a portar el pèndol cap a la seva posició d'equilibri, és a dir, suspès verticalment de la corda. No obstant això, en arribar-hi, la inèrcia impedeix que s'aturi, fent que sobrepassi aquesta posició i torni a guanyar alçada. Aquest moviment es pot analitzar mitjançant la segona llei de Newton. Un dels resultats més rellevants de l'equació del moviment és que el període d'oscil·lació del pèndol depèn únicament de la seva longitud i es descriu amb l'equació mostrada a continuació.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

L és la longitud del pèndol.
 g és l'acceleració de la gravetat.

Cal destacar que, en aquesta fórmula, no hi apareixen ni l'amplitud de l'oscil·lació ni la massa situada a l'extrem del pèndol. Un dels objectius principals d'aquest experiment és verificar empíricament que aquesta relació es compleix.

També podem aïllar el valor de la gravetat, obtenint així la següent expressió:

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$$

Així doncs, es pot determinar el valor de la gravetat en un punt concret d'un planeta simplement amb una corda i una pedra, construint un pèndol senzill.

EXPERIMENTA!**Què farem?**

Pretenem verificar si el moviment del vaixell Piratta es pot descriure mitjançant les equacions del pèndol simple. Per a fer això, mesurarem la longitud de la barra de la qual penja el vaixell i el temps que triga en completar una oscil·lació.

E1: MESURA DEL PERÍODE**FORA DE L'ATRACCIÓ**

1. Abans de començar l'experiment, farem una mesura preliminar. Espera que el vaixell Piratta es posi en marxa i compta quantes oscil·lacions fa a banda i banda durant tot el temps que dura el seu moviment. Apunta quina oscil·lació (n) correspon a l'alçada màxima del vaixell.

$$n =$$

2. Utilitzarem un cronòmetre per mesurar el temps que triga el vaixell Piratta a completar una oscil·lació. Per a fer-ho, iniciarem el cronòmetre quan el vaixell es trobi en un extrem i l'aturarem quan torni al mateix punt, registrant així el temps corresponent a un cicle complet d'anada i tornada.

$$T = \quad s$$

3. Ara, prenem tres mesures del període d'oscil·lació: una al començament, quan les oscil·lacions són petites però encara perceptibles; una altra a la meitat, quan l'amplitud és més gran; i una última al final de l'atracció. Els valors obtinguts per al període en aquests tres moments són:

$$t_1 = \quad s \quad , \quad t_2 = \quad s \quad , \quad t_3 = \quad s$$

EXPERIMENTA!

E2: COMPROVAR QUE LA FÓRMULA QUE RELACIONA T I L FUNCIONA FORA DE L'ATRACCIÓ

1. Busqueu els punts marcats a prop de la darrera baixada de l'atracció. En aquests, està marcada la distància D , que correspon a la separació entre aquest punt i la base del punt més alt de l'atracció.
2. Mesureu l'angle que indica l'inclinòmetre quan, des del punt marcat, observeu l'eix sobre el qual oscil·la el vaixell Piratta.

$$\alpha = \quad \circ$$

3. Mesureu, amb una cinta mètrica, la vostra alçada. Si no podeu, feu una estimació d'aquesta.

$$h = \quad m$$

4. Per tant, ja podem calcular l'alçada del punt més alt.

$$H = h + D \tan \alpha = \quad m$$

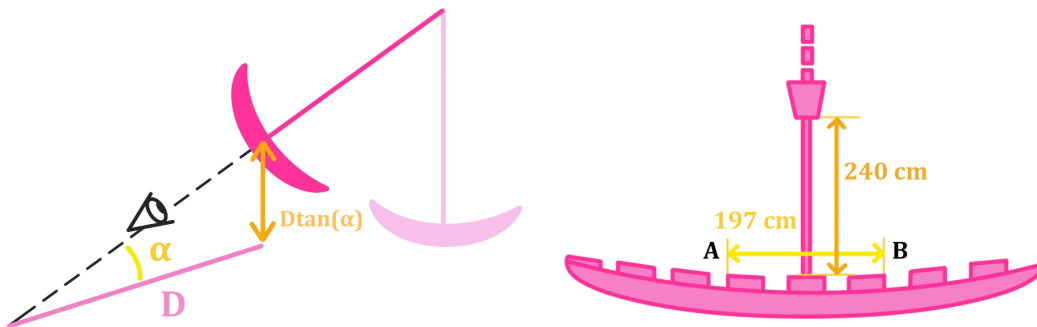
5. També podem realitzar la mesura utilitzant l'aplicació *ImageMeter* del mòbil. Per fer-ho, necessitem una referència. Pots demanar a un company que agafi una barra d'un metre que tindrem a l'atracció i la col·loqui en vertical, o bé utilitzar com a referència les longituds que es mostren a la figura inferior.

6. Comptem quant de temps triga el vaixell Piratta a completar cinc oscil·lacions. Aquest temps el denominarem t .

$$t = \quad s$$

7. Finalment, podem trobar el període dividint el temps t entre 5.

$$T = \frac{t}{5} = \quad s$$



QÜESTIONS ?

1. Calcula el període del pèndol a partir de l'equació. Coincideix aquest valor amb el període experimental que hem mesurat?

$$T_{\text{teòric}} = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} = \quad s$$

2. Hem suposat que el valor de $g = 9,8 \text{ m/s}^2$, però qui ens diu que aquest valor és correcte? El calcularem aïllant g de l'expressió anterior.

$$g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2} = \quad \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

+ A L'AULA!

1. El vaixell Piratta és al Tibidabo, però imaginem que volem muntar un parc d'atraccions semblant a la lluna. Quin seria el període del pèndol del vaixell Piratta en aquest planeta? (sabem que $g_{\text{lluna}} = 1,622 \text{ m/s}^2$).
2. Suposem ara que volem dissenyar la mateixa atracció, però amb un període del vaixell Piratta de 10 s. Quina distància hi hauria d'haver entre l'eix de rotació i el centre del vaixell Piratta?
3. Els rellotges de pèndol estan fets per comptar segons. Calculem quina ha de ser la longitud del pèndol d'un rellotge.
4. Totes les equacions que hem vist són vàlides només quan un pèndol realitza oscil·lacions petites. Quan les oscil·lacions són grans, la situació es complica considerablement. Si sou prou valents, podeu consultar aquest treball realitzat per uns estudiants de la Universitat d'Alacant... (<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/0143-0807/30/2/L03>) i calcular quina és la desviació en els resultats del nostre experiment. Si ho feu, creieu que amb els nostres aparells de mesura podríem detectar aquesta diferència?