

FISIDABO



Dossiers 4rt ESO

Mapa Fisidabo



- Dossiers:**
1. Carrousel Normal Btx
 2. Carrousel Circular 4t ESO
 3. Giradabo Normal Btx
 4. Giradabo Circular 4t ESO
 5. Miramiralls Focals Btx
 6. Crash Cars Rectilini 4t ESO
 7. Crash Cars amb Força 4t ESO
 8. Crash Cars amb Moments Btx
 9. Tibidabo Express Rectilini 4t ESO
 10. Tibidabo Express Normal Btx
 11. Piratta Normal Btx
 12. Piratta Pèndol Btx
 13. Piratta Energia 4t ESO
 14. Piratta Circular Btx
 15. Diavolo Normal Btx
 16. Diavolo Pèndol Btx
 17. Viking Circular 4t ESO
 18. Viking Normal Btx
 19. Muntanya Russa Acceleració Btx
 20. Muntanya Russa Energia 4t ESO
 21. Mina d'Or Energia 4t ESO
 22. Mina d'Or Rectilini Btx
 23. Mina d'Or Força 4t ESO
 24. Hurakan Circular Btx

Instruccions:

1.- fes un experiment de la zona que et toca



2.- fes els càlculs del dossier

CÀLCULA:

1. Calcula l'energia potencial $E_p = m \cdot g \cdot h$ per $m = 2 \text{ ton}$ i $h = 20 \text{ m}$ (despreja que la gravetat per aquest Piratta és una tonja).
Resposta:

2. Calcula l'energia cinètica $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ per $m = 2 \text{ ton}$ i $v = 10 \text{ m/s}$ (despreja que la gravetat per aquest Piratta és una tonja).
E_c =

QUESTIONS?

1. L'energia potencial al punt més alt és la mateixa que l'energia cinètica al punt més baix de la resposta?

2. Quin percentatge d'energia s'ha perdut?

3. Si t'he penjat energia, calcula el treball de la força de fregament que ha fet que l'energia es dissipés.

4. Tria un exemple de treball anterior, calcula a quina altura arriba el carril en la següent caudal. Pots comparar el teu resultat de l'altura al Tibidabo.

3.- canvia de zona per fer el següent experiment



Demana ajuda als voluntaris

MÈTODE DE TREBALL DELS DOSSIERS AL FISIDABO

1. **LLEGIR** el dossier, abans d'arribar a l'atracció.
2. Fer les **MESURES** de fora de l'atracció, **ABANS DE FER LA CUA**.
3. **FER LA CUA**, i resoldre les **QÜESTIONS** del dossier i encendre les apps.
4. **SENTIR** la física a l'atracció, i si l'experiment ho requereix **FER MESURES** amb el mòbil.
5. Acabar el dossier per lliure o amb el suport del professorat disponible a l'**AULA OBERTA**.

En acabar un dossier, poden realitzar el següent experiment, sempre **CANVIANT DE ZONA**:

Índex

2.- Carrousel Circular.....	Pàg 1
4.- Giradabo Circular.....	Pàg 4
6.- Crash Cars Rectilini.....	Pàg 7
7.- Crash Cars Força.....	Pàg 11
9.- Tibidabo Express Rectilini.....	Pàg 15
13.- Piratta Energia.....	Pàg 19
17.- Viking Circular.....	Pàg 23
20.- Muntanya Russa Energia.....	Pàg 27
21.- Mina d'Or Energia.....	Pàg 30
23.- Mina d'Or Força.....	Pàg 33

02. Carrousel Circular. MOVIMENT CIRCULAR.

FISIDABO



CONCEPTES

Moviment circular uniforme.
Velocitat lineal i angular.
Període i freqüència.



CONEIXEMENTS PREVIS

Mesura de temps.
Mesura de distàncies amb foto.



MATERIAL

Cronòmetre
Cinta mètrica de
25 ó 50m.



APPS & MÒBIL

Aplicació ImageMeter.
Es pot fer servir el cronòmetre
del mòbil per comptar voltes.

En cercles

El moviment al Carrousel és especial: girem i girem per acabar, tard o d'hora, al mateix punt de sortida. Girem i girem i després d'un temps determinat el moviment es repeteix. Això fa que el moviment circular sigui una mica especial, i tingui les seves pròpies velocitats i acceleracions.... i tot això mentre seguim girant al Carrousel.

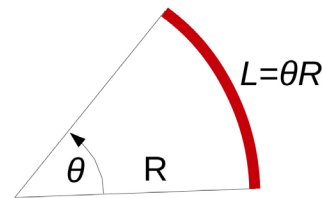
El carroussel gira, i en girar un punt qualsevol avança un cert angle θ . Però també és cert que ens hem desplaçat descrivint un arc de circumferència de longitud L . L'equació fonamental que ens relaciona la longitud L que avança en la trajectòria corba i l'angle θ que gira és:

$$L = \theta R$$

L és la longitud de la corba.

R és el radi de gir.

θ és l'angle que gira.



Cal tenir en compte que per tal que aquesta fórmula sigui correcta, cal escriure l'angle θ en radians. Com a exemple, fixeuvos que si un objecte dona una volta sencera, l'angle θ és igual a 2π i per tant, obtenim la relació que segur que coneixeu:

$$L = 2\pi R$$

La velocitat (lineal) es defineix com la distància recorreguda per unitat de temps. Com tots sabeu, però, en un moviment circular podem definir una altra velocitat: l'angle que recorre un objecte en un cert interval de temps. A aquesta velocitat l'anomenarem velocitat angular.

Si la velocitat (lineal) la definíem com: $v = \frac{L}{\Delta t}$; la velocitat angular la definirem com: $\omega = \frac{\theta}{\Delta t}$

Combinant les equacions anteriors obtenim **la fórmula que ens relaciona les velocitats angular i lineal:**

$$v = \omega R$$

Com hem dit, el moviment circular és especial: es repeteix després d'un cert temps. A aquest temps se l'anomena període i es representa amb la lletra T .

EXPERIMENTA!**Què farem?**

En aquest experiment mesurarem velocitats angulars i lineals. I el més important: mirarem com el món dels moviments circulars i el dels moviments lineals es relacionen entre ells. Determinarem el radi de gir de l'atracció del Carrousel a partir de la mesura directa del radi mitjançant una foto.

E1: CALCULEM EL RADI DEL CARROUSEL***Fora de l'atracció* (Ídem 01-E1)**

1. Per mesurar el radi a partir d'una fotografia, un alumne pujarà a l'atracció amb una barra d'un metre i la sostindrà en sentit horitzontal. Això ho fem per tenir una referència per poder fer mesures amb la foto del mòbil.
2. Des d'un determinat punt farem una foto on es vegi la barra, i l'amplada del Carrousel.
3. Ara podem utilitzar l'aplicació ImageMeter per tal de mesurar el radi de l'atracció. També ho podem fer sense mòbil tal i com es descriu al mètode "mesura de distàncies". A aquesta mesura l'anomenarem R_{foto} .

$$R_{\text{foto}} = \quad \text{m}$$

E2: CALCULEM EL PERÍODE I LA VELOCITAT ANGULAR I LINEAL***Fora de l'atracció***

1. Primer farem una mesura prèvia: comptarem quantes voltes fa el Carrousel en total, des que es posa en marxa fins que s'atura, i el temps que tarda a fer-ho. Anotem aquests valors:

$$N = \quad \text{voltes,} \quad t = \quad \text{s}$$

2. Per fer l'experiment prendrem un punt de referència que està instal·lat a l'atracció.
3. Esperem fins que l'atracció hagi donat la meitat de voltes aproximadament per tal d'assegurar-nos que tenim un moviment circular uniforme i que no està accelerat.
4. Mesurarem ara el temps que tarda en fer una volta amb el cronòmetre. Agafarem el punt de referència que hem determinat per poder afirmar que ha fet una volta completa. Repetiu aquesta mesura 5 vegades.

$$T_1 = \quad \text{s,} \quad T_2 = \quad \text{s,} \quad T_3 = \quad \text{s,} \quad T_4 = \quad \text{s,} \quad T_5 = \quad \text{s}$$

QÜESTIONS?

1. Fem ara la mitjana de totes les mesures, que anomenarem T :

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

2. Calculem les velocitats angular i lineal:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \quad \text{rad/s} \qquad v = \omega R_{\text{FOTO}} = \quad \text{m/s}$$

3. Comparem els temps T_1 , T_2 , T_3 , T_4 i T_5 que hem mesurat: creus que l'atracció està fent un moviment circular uniforme? Justifica la resposta.
4. Quina mesura creus que és més fiable, la mitjana o cadascuna de les mesures que hem fet per separat?
5. Calcula la velocitat lineal que has obtingut en km/h. Compara aquesta velocitat amb la d'una persona caminant (4 km/h).

$$v = \quad \text{km/h}$$

+A L'AULA!

1. Calcula la freqüència amb què gira el Carrousel del Tibidabo en voltes/min.
2. Comparem el període obtingut experimentalment amb el resultat de dividir el nombre de voltes que fa l'atracció pel temps. Argumenta el resultat utilitzant evidències observables al Tibidabo.
3. En el moment de la construcció del Carrousel, quina característica creus que és més important? Justifica la teva resposta.

“A la vida no hi ha res a témer, només cal comprendre”. *Marie Curie.*

**CONCEPTES**

Velocitat lineal i angular.
Període i freqüència.

**CONEIXEMENTS PREVIS**

Mesura de distàncies amb foto.
Mesura de temps.

**MATERIAL**

Cronòmetre.
Inclinòmetre.

**APPS & MÒBIL**

Aplicació ImageMeter.
Cronòmetre.

Gaudim de la vista circularment!

Estem acostumats a emocions fortes... però el Giradabo ens permet fer una pausa. Seure. Gaudir de la vista... i deixar que un moviment circular uniforme ens passegi pel sostre de Barcelona. Però com de ràpid ens movem? Com podem mesurar aquesta velocitat?

El Giradabo és una roda de fira que gira amb un moviment circular aproximadament uniforme. Això vol dir que **una cistella**, quan l'atracció està girant sense aturar-se, **recorre el mateix angle en el mateix temps**. Per tant, definim la **velocitat angular** ω com: θ és l'angle que gira en un cert increment de temps Δt .

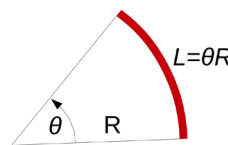
$$\omega = \frac{\theta}{\Delta t}$$

En el cas especial en què l'angle que gira sigui 2π , és a dir una volta sencera, el temps que triga en fer-ho s'anomena **període** i s'indica amb la lletra T , i per tant obtenim la següent relació (vegeu quadre de la dreta):

$$\omega = \frac{2\pi}{T}$$

També és possible relacionar l'angle que gira un objecte amb la longitud de l'arc de circumferència (distància lineal) que ha avançat mitjançant la relació:

$$L = \theta \cdot R$$



Cal tenir en compte que, per tal que aquesta fórmula sigui correcta, **cal escriure l'angle θ en radians!** Com a exemple, fixe'u-vos que **si un objecte dóna una volta sencera l'angle θ és igual a 2π** i per tant, obtenim la relació que segur coneixeu: $L = 2\pi R$

És possible també relacionar la velocitat angular i la velocitat lineal d'un punt del perímetre de la circumferència, i la velocitat angular de l'objecte. La velocitat lineal d'aquest punt està definida com:

$$v = \frac{L}{\Delta t}$$

Però, com hem vist, es pot relacionar l'angle i la longitud de l'arc que recorre a través de la relació $L = \theta R$ i per tant podem substituir-la a l'equació anterior, i obtenim:

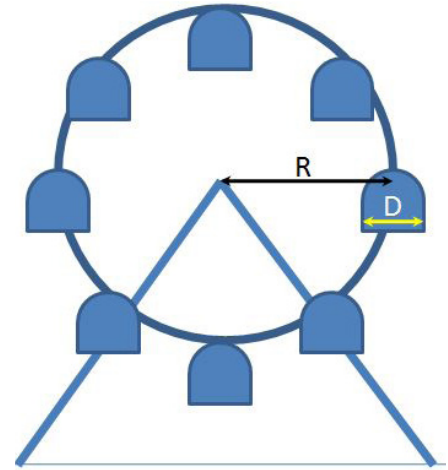
$$v = \frac{L}{\Delta t} = \frac{\theta R}{\Delta t} = \omega R$$

Resumint, **la relació entre les dues velocitats lineal i angular és:**

$$v = \omega R$$

EXPERIMENTA!**Què farem?**

Volem relacionar les velocitats angular i lineal. Per fer això, necessitarem mesurar el radi del Giradabo. Això és el que farem en el primer experiment. En el segon experiment mesurarem les velocitats angular i lineal de la roda de fira... va lenta o ràpida? Arrisca't i digues, abans de mesurar, quina velocitat creus que té una cistella en km/h!

**E1: CALCULEM EL RADI*****Fora de l'atracció*** (Ídem 03-E1)

1. Per mesurar el radi ens situarem lluny de l'atracció, de manera que puguem veure la roda sencera, i farem una fotografia amb el mòbil.
2. Obrirem l'aplicació ImageMeter.
3. Sabent que el diàmetre d'una cistella és de 166 cm podem utilitzar aquesta longitud com a referència i calcular amb l'aplicació el radi de la roda de fira sencera.

$$R = \quad \text{m}$$

E2: CALCULEM EL PERÍODE***Fora de l'atracció***

1. Amb el cronòmetre mesurem el temps que triga l'atracció a girar a velocitat constant. Iniciem la mesura quan estiguin totes les cabines plenes de manera que l'atracció comenci a girar sense parar-se.

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

2. Per fer l'experiment prendrem una cistella de referència fixant-nos amb el seu color.
3. Quan l'atracció ja estigui donant voltes a velocitat constant, mesurarem el temps que tarda a fer una volta amb el cronòmetre. Repetiu aquesta mesura dues vegades. Anomenarem a aquests temps T_1 i T_2 , i els anotarem.

$$T_1 = \quad \text{s}; \quad T_2 = \quad \text{s}$$

4. Fem ara la mitjana de les dues mesures, que anomenarem T .

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

QÜESTIONS?

1. Calculeu la velocitat angular del Giradabo:

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = \quad \text{rad/s}$$

2. Calculeu la velocitat lineal de les cabines del Giradabo:

$$v = \omega \cdot R = \quad \text{m/s}$$

3. Calculem la velocitat lineal en km/h per tal de fer-nos una idea de la rapidesa del moviment.

Una persona camina a uns 4 km/h, així que comparem aquesta velocitat amb la de la roda de fira.

$$v = \quad \text{km/h}$$

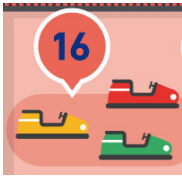
4. Podem fer també una estimació de l'acceleració angular amb la mesura de quant de temps triga la roda en girar de forma constant:

$$\alpha = \frac{\omega}{t} = \quad \text{rad/s}^2$$

+A L'AULA!

1. A partir dels valors de la velocitat i acceleració angulars, i tenint en compte el temps que tarda la roda de fira a girar a velocitat constant, podem fer tres gràfiques: l'angle que gira l'atracció en funció del temps, la velocitat angular i l'acceleració angular.

“Science and everyday life cannot and should not be separated”. Rosalind Franklin.



CONCEPTES
Posició.
Acceleració i velocitat.



CONEIXEMENTS PREVIS
Anàlisi de vídeos.



MATERIAL
Cronòmetre.



APPS & MÒBIL
VidAnalysis free.

Moviment rectilini... fins que xoques

Un auto de xoc va recte... fins que xoca amb un altre. Sembla una llei de la física, i ho és. En concret la primera llei de Newton, o d'inèrcia. De totes maneres, abans de xocar el cotxe ha tingut temps d'anar en línia recta, i en aquest experiment el que volem és, precisament, analitzar aquest moviment.

Un moviment en el qual la direcció del cotxe no canvia amb el temps s'anomena rectilini. Això implica que la posició del cotxe està totalment determinada si coneixem la seva velocitat inicial i la seva acceleració en un moment determinat. Suposem, per simplificar, que quan comencem a comptar el temps comencem a mesurar la distància que avança el nostre objecte, és a dir $x_0=0$. En aquest cas, l'equació que ens diu la posició del cotxe en un determinat instant de temps en funció de la seva velocitat inicial i la seva acceleració és la següent:

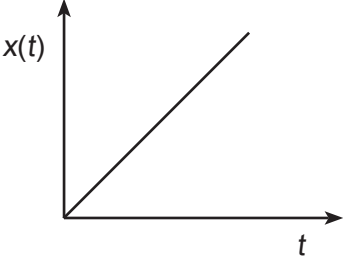
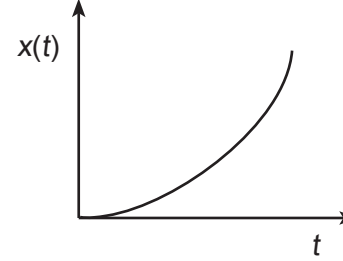
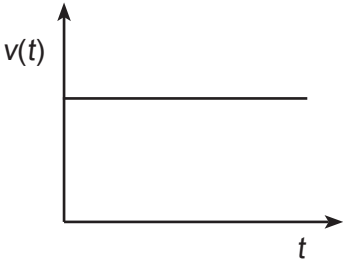
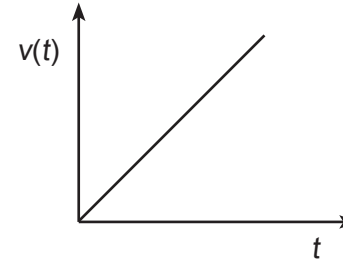
$$x(t) = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

x_0 i v_0 són les posicions i velocitats inicials de l'objecte.
 a és la seva acceleració.

També podem escriure una segona equació que ens permet calcular la velocitat en funció del temps, si sabem l'acceleració a la qual està sotmès l'objecte:

$$v(t) = v_0 + at$$

Si ara fem una representació gràfica de la posició i la velocitat d'un cotxe de l'atracció que va en línia recta, en els casos que no accelera i es mou amb velocitat constant (MRU) i en el cas en què accelera (MRUA) obtenim les següents gràfiques (de forma qualitativa):

	Moviment Rectilini Uniforme (MRU)	Moviment Rectilini Uniformement Accelerat (MRUA)
Posició		
Velocitat		

EXPERIMENTA!**Què farem?**

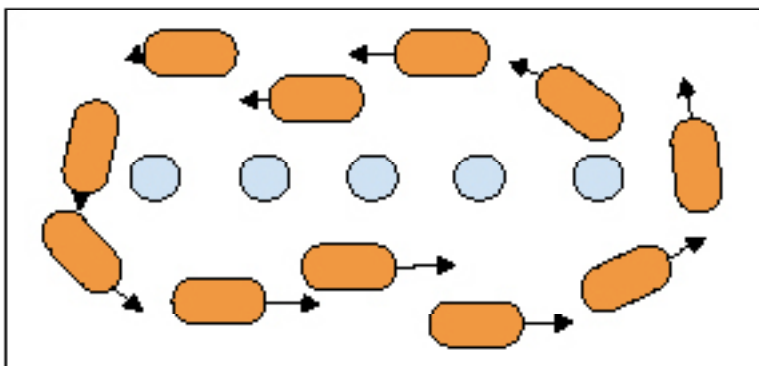
En la primera part d'aquest experiment tots els cotxes donaran voltes en el mateix sentit. I serà llavors quan determinarem com és el moviment dels cotxets. Durant aquesta primera part, si us plau, no xoqueu els uns amb els altres: espatllaríeu l'experiment. Tindreu temps a la segona part, després que soni el xiulet!

E1: DETERMINEM $x(t)$

L'experiment es fa entre dos estudiants: un/a a fora de l'atracció que filmarà la trajectòria dels autos, i un/a a dins que conduirà el cotxet (podeu repetir l'experiment canviant els rols).

El/la conductor/a del Crash Car:

1. Quan soni el clàxon l'estudiant a dintre de l'auto de xoc el posarà en marxa i començarà a girar per la pista **en sentit contrari a les agulles del rellotge**. Al principi serà difícil, ja que els cotxes queden desordenats a la segona part de l'experiment. En aquesta primera part **no xoqueu els uns amb els altres**.



2. Quan passeu pel costat llarg de la pista intenteu anar el més recte possible per tal que el moviment sigui rectilini. En aquest moment serà quan el/la vostre/a company/a us filmarà des de fora de l'atracció.
3. Quan tots els cotxes circulin sense xocar un parell de voltes sonarà un xiulet. Ara sí! Podeu xocar tot el que vulgueu, però mai frontalment.

El/la company/a a fora de l'atracció

1. Poseu-vos en el costat més llarg de la pista dels crash cars, a una certa distància.
2. Obriu la càmera del vostre mòbil per fer vídeos, i espereu que els cotxes circulin d'una forma uniforme i sense xocar.
3. Filmeu una estona deixant que els cotxes passin davant vostre. No cal filmar el del vostre company! Això cal fer-ho deixant la càmera quieta, és a dir, al vídeo els cotxets han de passar d'esquerra a dreta. Una opció és utilitzar un trípode flexible per tal que la càmera no es mogui.
4. Quan soni el xiulet els cotxes començaran a xocar per fer un altre experiment. Ara ja no caldrà fer res, a part d'esperar que acabi l'atracció.

EXPERIMENTA!**En sortir de l'atracció**

1. Per obtenir la gràfica $x(t)$ del cotxet obriu l'app VidAnalysis i procediu tal i com es descriu a la tècnica "mesura de trajectòries". La distància de referència serà la longitud del cotxet: $L = 180$ cm.
2. analitzar les dades a classe, no oblideu guardar les dades com a fitxer en format .CSV que podem carregar en la majoria de programes de càlcul com l'Excel. Per fer això, un cop acabat l'anàlisi amb VidAnalysis, a l'extrem superior dret cliqueu la icona \vdots i graveu les dades. L'app també us donarà l'opció de compartir les dades, i per tant us les podeu enviar per correu electrònic.

E2: DETERMINEM LA VELOCITAT**Fora de l'atracció**

1. A la primera part, quan els cotxes avancen sense xocar, preneu un cotxe qualsevol (no cal que sigui el del vostre company!) i compteu el temps que tarda a avançar entre dues marques qualsevol del terra. Les marques estan separades una distància $D = 3$ m.
2. Inicieu el cronòmetre quan la part de darrere passa per la primera marca, i atureu-lo quan aquesta mateixa part de darrere passi per la segona marca. Farem tres mesures diferents:

$$T_1 = \quad \text{s}, \quad T_2 = \quad \text{s}, \quad T_3 = \quad \text{s}$$

3. Calculem les velocitats per cada un dels temps diferents:

$$v = \frac{D}{T} \Rightarrow v_1 = \quad \text{m/s}; \quad v_2 = \quad \text{m/s}; \quad v_3 = \quad \text{m/s};$$

4. Escollim la velocitat màxima de les obtingudes anteriorment, és la velocitat que utilitzarem per resoldre les qüestions:

$$v_{\max} = \quad \text{m/s}$$

QÜESTIONS?

1. Observeu la gràfica $x(t)$ que ens dibuixa la app VidAnalysisi, creieu que el moviment és rectilini uniforme?

2. Quant de temps tarda el cotxe a avançar un metre?

$t =$ s

3. Calculem la velocitat a partir de la gràfica que hem obtingut. Per calcular la velocitat agafem dos punts de la gràfica suficientment separats i calculem la pendent de la recta, és a dir, la velocitat:

$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} =$ m/s

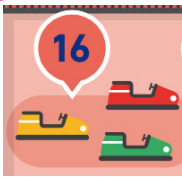
4. Compara aquesta velocitat amb l'obtinguda a l'experiment E2, són els resultats similars? Per què?

5. Observeu ara la gràfica $v(t)$ que ens dibuixa la app VidAnalysis, creieu que el moviment és uniforme? És possible que no observeu una gràfica ben definida, a què creus que es deu aquest fet?

+A L'AULA!

1. Podeu baixar les dades de l'aplicació connectant el mòbil a un ordinador, o bé us les podeu enviar per correu electrònic. Un cop al vostre ordinador podeu obrir les dades amb algun full de càlcul com l'Excel i fer les gràfiques amb el programa.
2. Amb la gràfica $x(t)$ podeu calcular la velocitat utilitzant una recta de regressió (el que anomena l'Excel com a línia de tendència). Calculeu la velocitat utilitzant aquest mètode i compareu-la amb les velocitats obtingudes per l'aplicació.
3. Representeu també amb l'excel la gràfica $v(t)$, és veu una recta ben definida? Feu la mitjana dels valors de la velocitat obtinguts. Es correspon aquest valor amb les velocitats obtingudes anteriorment?

*"It is invaluable to have a friend who shares your interests and helps you stay motivated".
Maryam Mirzakhani.*



CONCEPTES
Acceleració.
Força.



CONEIXEMENTS PREVIS
Mesura d'acceleracions.



MATERIAL
Cronòmetre.



APPS & MÒBIL
Acceleròmetre de Vieyra.

Xocs amb força

Agafem el volant amb les dues mans. Sona el clàxon. I comencem a girar el volant, pitjar l'accelerador, mirar a dreta, esquerra, davant, i llavors: crash! No havíem mirat al darrere i de sobte patim una acceleració. I com que patim una acceleració, sentim una força. I la segona llei de Newton ens ajuda a calcular-la.

Imaginem que estem conduint un cotxe dels crash cars amb una certa velocitat. Quan xoquem amb un altre cotxe, el que patim és un canvi de la velocitat molt gran, durant un temps molt breu. Dit d'una altra forma, patim una acceleració que serà més gran com més ràpid anem, i com més breu sigui el xoc. Suposarem, per fer-ho més fàcil, que anem en línia recta. De fet, si anàvem amb una velocitat $v_{ini} = v$, i després del xoc quedem quietes, $v_{fin} = 0$, podem calcular l'acceleració a partir de la relació:

$$a = \frac{V_{fin} - V_{ini}}{\Delta t} = - \frac{V}{\Delta t}$$

a és l'acceleració.

v_{fin} és la velocitat després del xoc, que en el nostre cas és 0.

v_{ini} és la velocitat abans del xoc, que en el nostre cas és v .

Δt és el temps que dura el xoc.

Calculem ara la força que produeix el xoc en l'impacte. La força que patirem serà, de fet, més o menys intensa dependent de la massa que tinguem. Si sabem l'acceleració, podem calcular la força a partir de la segona llei de Newton:

$$F = m a$$

EXPERIMENTA!**Què farem?**

Aquest experiment té dues parts:

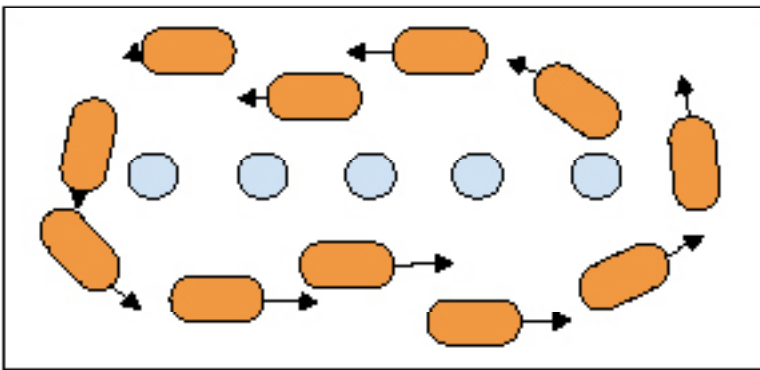
En la primera part d'aquest experiment tots els cotxes donaran voltes en el mateix sentit. Durant aquesta primera part, si us plau, no xoqueu els uns amb els altres, ja que volem mesurar la velocitat dels cotxets quan avancen lliurement.

A la segona part podreu xocar tot el que vulgueu, perquè el que volem és mesurar la força del xoc entre els autos.

No ho feu mai frontalment. L'intercanvi de moment es produiria massa ràpid, i la força que notariem seria massa intensa.

E1: MASUREM LA FORÇA QUE PATEIX EL COS***Fora de l'atracció* (Ídem 08-E1)**

1. Ens penjarem el telèfon mòbil tal com indica la fotografia inferior.
2. Donat que seria molt complicat iniciar l'aplicació quan l'atracció està en marxa, iniciarem l'acceleròmetre en sonar el clàxon, tot i que les mesures de la primera part no les utilitzarem.
3. A la primera part de l'atracció els cotxes han de donar voltes en sentit contrari a les agulles del rellotge. Si us plau, intenteu no xocar els uns amb els altres (tindreu temps a la segona part de l'experiment). En passar pel costat llarg de la pista intenteu, si us plau, mantenir una trajectòria el més rectilínia possible.



4. Quan soni el xiulet, podem xocar els uns amb els altres, però mai frontalment.
5. Quan soni el clàxon haurem d'abandonar l'atracció.
6. Obrim l'aplicació de l'acceleròmetre i mirem la gràfica que hem obtingut. Donat que el mòbil el tenim penjat com s'indica en la fotografia anterior, els eixos que ens interessin són únicament l'*x* i el *z*. Prenem l'acceleració màxima en un d'aquests dos eixos:

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

EXPERIMENTA!**E2: DETERMINEM LA VELOCITAT****Fora de l'atracció (Ídem 08-E2)**

1. A la primera part, quan els cotxes avancen sense xocar, preneu un cotxe qualsevol (no cal que sigui el del vostre company!) i compteu el temps que tarda a avançar entre dues marques qualsevols del terra. Les marques estan separades una distància $D = 3$ m.
2. Inicieu el cronòmetre quan la part de darrere passa per la primera marca, i atureu-lo quan aquesta mateixa part de darrere passi per la segona marca. Farem tres mesures diferents:

$$T_1 = \quad \text{s}, \quad T_2 = \quad \text{s}, \quad T_3 = \quad \text{s}$$

3. Calculem les velocitats per cada un dels temps diferents:

$$v = \frac{D}{T} \Rightarrow v_1 = \quad \text{m/s}; \quad v_2 = \quad \text{m/s}; \quad v_3 = \quad \text{m/s};$$

4. Escollim la velocitat màxima de les obtingudes anteriorment, és la velocitat que utilitzarem per resoldre les qüestions:

$$v_{max} = \quad \text{m/s}$$

QÜESTIONS?

1. Obteniu l'acceleració en unitats de g . Compareu aquest valor de l'acceleració amb el de la gravetat: és gran o petit?

$$a = \quad g$$

2. Donat que hem mesurat la velocitat a l'experiment E2 podem estimar quant de temps ha durat el xoc. Prenem els valors de l'acceleració i de la velocitat calculats als experiments i calculem el temps en què hem perdut la velocitat que portàvem, és a dir, el temps que ha durat el xoc:

$$\Delta t = \frac{v}{a} = \quad \text{s}$$

3. Podem calcular la força a la qual heu estat sotmesos durant el xoc multiplicant l'acceleració per la massa del teu cos:

$$F = m \cdot a = \quad \text{N}$$

4. Comparem la força anterior amb la que es necessita per aixecar un quilogram de pes (9,81 N).

+A L'AULA!

1. Hem obtingut l'acceleració en tots els eixos amb l'aplicació de l'acceleròmetre. Fixem-nos ara en les acceleracions en els eixos x i z que són paral·lels al terra. Intentem esbrinar en quin moment hem xocat, en quin moment hem girat i en quin moment anàvem amb velocitat constant.

2. Podem també calcular les acceleracions totals paral·lels al terra (és a dir les que ens fan canviar de direcció) gràcies a la fórmula:

$$a_{\text{horitzontal}} = \sqrt{a_x^2 + a_z^2}$$

3. Descarreguem les dades i utilitzem un full de càlcul com l'excel per tal de determinar l'acceleració horitzontal total. Amb aquestes dades podem fer un càlcul més acurat del temps mitjà que dura un xoc.

“If you know you are on the right track, if you have this inner knowledge, then nobody can turn you off... no matter what they say”. Barbara McClintock.



CONCEPTES
Posició.
Acceleració i velocitat.



CONEIXEMENTS PREVIS
Mesura de velocitats.



MATERIAL
Cronòmetre.
Cinta mètrica.



APPS & MÒBIL
Cronòmetre.

A tota velocitat...

Un cop estem asseguts al Tibidabo Express només cal esperar. Esperar que el tren acceleri. I en accelerar ens preguntem: podem descriure el moviment com a rectilini accelerat? Podem mesurar la velocitat final? Podem fer una gràfica $x(t)$ per representar el moviment del tren de la Mina? Tranquils, ha arribat el dia! Avui donarem resposta a totes aquestes preguntes!

Un moviment rectilini és aquell en què la direcció de l'objecte no canvia amb el temps. Això implica que la posició de l'objecte està totalment determinat si coneixem la seva velocitat inicial i la seva acceleració en un moment determinat. Suposem, per simplificar, que quan comencem a comptar el temps comencem a mesurar la distància que avança el nostre objecte. En aquest cas, l'equació que ens relaciona la posició de l'objecte amb la seva velocitat inicial i la seva acceleració la podem escriure com:

$$x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

v_0 és la velocitat inicial de l'objecte.
 a és la seva acceleració.

També podem escriure una segona equació que ens relaciona la velocitat amb l'acceleració:

$$v = v_0 + at$$

Suposem ara que un tren inicialment en repòs i d'una longitud coneguda L inicia el seu moviment davant nostre. Si estava inicialment quiet ($v_0 = 0$) podem relacionar el temps que tarda a sortir de l'estació amb la seva longitud L :

$$L = \frac{1}{2} a t^2$$

i per tant és possible calcular l'acceleració del tren a partir del temps que tarda a sortir de l'estació. També és possible calcular la velocitat que té en sortir de l'estació utilitzant la segona equació anterior.

EXPERIMENTA!**Què farem?**

Volem saber l'acceleració del tren en sortir de l'estació i la velocitat amb què circula en passar per l'estació. Per això farem dos experiments situats a fora de l'atracció. Per últim farem un tercer experiment en el qual mesurarem l'acceleració tot pujant a l'atracció. Cal adonar-se que el tren fa dues voltes. En sortir el trenet accelera fins a assolir la velocitat final, i després torna a passar per l'estació a velocitat aproximadament constant.

E1: MESUREM L'ACCELERACIÓ***Fora de l'atracció***

1. La longitud del Tibidabo Express és $L = 1990$ cm. La necessitem per calcular l'acceleració.
2. En el moment en què es posi en marxa el tren posarem en marxa el cronòmetre.
3. Aturarem el cronòmetre quan la cua del tren surti de dintre l'estació. Anomenem aquest temps t_{MRUA} .
4. Els valors de la longitud i el temps mesurats són:

$$t_{MRUA} = \quad \text{s}$$

5. L'acceleració del tren a la sortida es pot calcular de la següent manera:

$$a = \frac{2L}{t_{MRUA}^2} = \quad \text{m/s}^2$$

6. La velocitat que assolix el tren és:

$$v_{MRUA} = a \cdot t_{MRUA} = \quad \text{m/s}^2$$

E2: MESUREM LA VELOCITAT.***Fora de l'atracció***

1. La longitud del Tibidabo Express és $L = 1990$ cm.
2. Posem el cronòmetre en marxa quan vegis passar la part frontal del tren de la mina sortint de l'estació.
3. Aturarem el cronòmetre quan la cua del tren surti de dintre de l'estació. Anomenem aquest temps t_{MRU} .
4. Els valors de la longitud i el temps mesurats són:

$$t_{MRU} = \quad \text{s}$$

5. Per tant la velocitat del tren de la mina obtinguda és:

$$v_{MRU} = \frac{L}{t_{MRU}} = \quad \text{m/s}$$

EXPERIMENTA!**E3: MESUREM L'ACCELERACIÓ.***Fora de l'atracció*

1. Pujarem al tren i engegarem l'aplicació de l'acceleròmetre.
2. Cal tenir en compte (com està descrit a la tècnica "mesures d'acceleracions") que cal saber quin eix representa cada direcció del nostre telèfon mòbil. Si utilitzeu l'app de Vieyra i tenim el telèfon com s'indica a la fotografia inferior, l'eix que ens interessa és el z.
3. Guardarem el mòbil en la nostra funda portamòbils tot tenint cura de no apagar el telèfon.
4. Un cop acabada l'atracció aturarem la mesura per poder analitzar el resultat.
5. Observa la gràfica que has obtingut en l'eix z que és el que ens indica l'acceleració en el sentit d'avançament del tren. Quina acceleració mesures quan l'atracció es posa en marxa?



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

QÜESTIONS?

1. Compara el valor de l'acceleració que has mesurat amb el valor de l'acceleració de la gravetat $g=9,81 \text{ m/s}^2$. És més gran o més petit?

2. Per tal d'obtenir l'acceleració en unitats de g , només cal dividir el valor de l'acceleració que has obtingut pel valor $g=9,81\text{m/s}^2$. Calcula aquest valor:

$$a = \quad g$$

3. Calculem les velocitats obtingudes als experiments E1 i E2 en km/h

$$v_{MRUA} = \quad \text{km/h} ; \quad v_{MRU} = \quad \text{km/h}$$

4. Són iguals les velocitats obtingudes als experiments E1 i E2?

5. Són compatibles les acceleracions mesurades als experiments E1 i E3?

+A L'AULA!

1. Els fabricants de cotxes acostumen a donar l'acceleració calculant el temps que triga un cotxe en assolir 100km/h. El rècord mundial el té un cotxe que accelera de 0 a 100km/h en 1,53 segons. Un cotxe normal accelera de 0 a 100 km/h en uns 10 segons. Calcula quant de temps tardaria el tren de la mina a accelerar de 0 a 100 km/h i compara el resultat amb els cotxes comercials
2. A partir dels resultats del vostre experiment, feu una gràfica $x(t)$ del moviment del tren en el tram recte (al principi).
3. Tenint en compte que sabem que la velocitat inicial és zero podem dibuixar les gràfiques $v(t)$ i $a(t)$ a partir de les dades de E1 i E2. Fes el dibuix amb un programa de tractament de dades com l'Excel.
4. Compara el resultat de la teva gràfica amb el que has obtingut amb el teu mòbil (recorda que l'acceleració ha d'estar en unitats de g). (No et preocupis si surt molt diferent. Les dades del telèfon no només tenen en compte el moviment del tren, també el del teu cos, i per tant és normal que la diferència sigui gran).

“As always in life, people want a simple answer . . . and it's always wrong”. Susan Greenfield.

13. Piratta Energia. ENERGIA.

FISIDABO



CONCEPTES

Energia cinètica.
Energia potencial.
Conservació de l'energia.



CONEIXEMENTS PREVIS

Mesura d'alçades.
Mesura de temps.
Mesura de velocitats.



MATERIAL

Cronòmetre.
Inclinòmetre.



APPS & MÒBIL

Es pot fer servir l'analitzador de fotos ImageMeter, inclinòmetre i cronòmetre.

Nota: recordeu que una oscil·lació completa es produeix quan un pèndol surt d'una posició, arriba a l'altre extrem de la trajectòria i torna al mateix punt d'on ha sortit.

L'energia es conserva, la sang freda no

Pugem al vaixell Piratta. La barra ens encasta contra el seient: això es mourà! I el motor comença a donar energia al vaixell. I aquest la utilitza per guanyar altura. En guanyar energia potencial... i un cop assolit el punt més alt baixem. I guanyem energia cinètica mentre cridem amb les mans aixecades.

El vaixell Piratta guanya altura gràcies a un motor que l'impulsa, de forma que cada cop assoleix una altura més gran. Però quan el vaixell oscil·la amb l'amplitud més gran, es deixa que les energies potencial gravitatòria i cinètica facin la seva feina. Al punt d'altura màxima, el vaixell està quiet durant uns instants: la seva energia cinètica és nul·la, però la seva energia potencial és màxima. Al punt més baix, en canvi, tota l'energia potencial acumulada es transforma en energia cinètica associada a la seva velocitat (suposem que no hi ha fregament de cap mena!). Per tant si comencem a comptar l'altura des del terra, l'**energia potencial** del vaixell al punt més alt serà tal com veiem a la dreta:

$$E_p = m g h$$

m , massa de l'objecte.
 g , acceleració de la gravetat.
 h , altura respecte al terra.

Per altra banda, com que hem escollit que l'altura la comptem des del terra, al punt més baix de la trajectòria l'energia potencial serà zero. En canvi tota l'**energia** serà **cinètica**, i la podem escriure com s'indica al quadre de la dreta:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

m , massa de l'objecte.
 v , celeritat de l'objecte.

En el cas que tinguem fregament d'alguna mena, l'energia cinètica al punt més baix serà més petita que l'energia potencial al punt més alt, ja que una part s'haurà perdut en forma de treball de la força de fregament:

$$W_{Ff} = E_c - E_p$$

Aquest treball és negatiu, i això indica que l'energia s'ha perdut.

EXPERIMENTA!**Què farem?**

En aquest experiment comprovarem si l'energia es conserva al vaixell Piratta. Si això no és cert, mirarem d'esbrinar quanta energia s'ha perdut en el moviment descendent. Pels més agosarats mirarem de calcular el guany d'energia al principi de l'atracció deguda al motor, i la pèrdua al final, degut al sistema que frenada el vaixell Piratta.

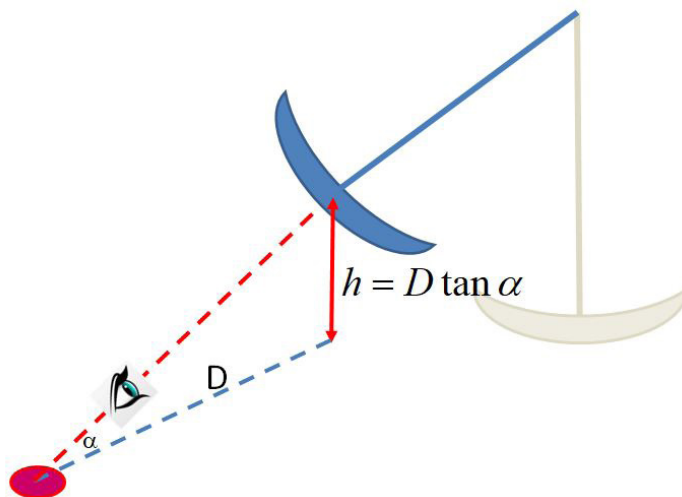
E1: MESUREM L'ALTURA MÀXIMA.***Fora de l'atracció***

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

$n =$

2.A. Un cop sabem per a quina oscil·lació l'amplitud és màxima, mesurarem amb l'inclinòmetre l'angle α que forma el centre del vaixell Piratta al punt més alt (vegeu dibuix inferior). Això ho farem des d'un dels punts magenta marcats al terra de l'àrea al voltant de l'atracció. La distància D del punt a la base del vaixell Piratta està marcada en cadascun dels punts. D'aquesta forma podrem determinar l'altura màxima h utilitzant la relació trigonomètrica:

$\alpha =$ ° ; $h = D \cdot \text{tg}(\alpha) =$ m



2.B. Aquesta mesura també la podem fer amb el mòbil: prenem una fotografia del vaixell Piratta quan està al punt de màxima altura. Sabent que la distància de l'eix d'on penja el vaixell fins a la base és de 8,7 m, calculem amb l'aplicació ImageMeter

$h =$ m

EXPERIMENTA!**E2: MASUREM LA VELOCITAT AL PUNT MÉS BAIX.*****Fora de l'atracció*** (Ídem 11A-E1 i 14-E2)

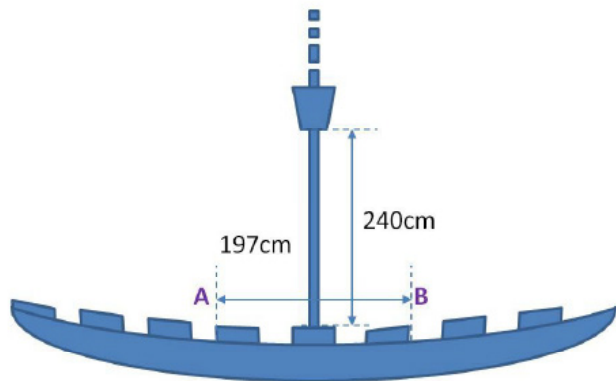
1. A terra, just al costat del vaixell Piratta veureu un punt groc que ens servirà de referència. Quan el vaixell baixi a tota velocitat un cop assolida la màxima altura, els punts A i B del vaixell Piratta passaran per davant del punt groc (vegeu figura inferior). La distància entre aquests dos punts és de 197 cm.

2. Mesurem el temps que tarda entre el moment en el qual el punt A està alineat amb la marca groga a terra, i el moment en el qual el punt B passa pel davant de la mateixa marca groga. Aquest temps l'anomenarem Δt (vegeu mètode "mesura de velocitats").

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

3. La velocitat es pot obtenir fàcilment a partir de

$$v = \frac{D_{AB}}{\Delta t} = \quad \text{m/s}$$

**QÜESTIONS?**

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

1. Calcula l'energia potencial al punt més alt:

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

2. Calcula l'energia cinètica al punt més baix.

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

3. Calcula l'energia que ha perdut el vaixell pirata per acció del fregament:

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

+A L'AULA!

1. Quin percentatge d'energia s'ha perdut?
2. Tenint en compte el resultat anterior, calculem a quina altura arribarà el vaixell en la següent oscil·lació.
3. Sabent el tant per cent d'energia que es perd en una oscil·lació, podem calcular quantes oscil·lacions fa el vaixell fins que s'atura. Això succeirà quan s'hagi perdut aproximadament un 90% de l'energia inicial. Calculeu aquest nombre i compareu-lo amb el nombre d'oscil·lacions real que necessita el vaixell per aturar-se ($n/2$).
4. Pots fer "el teu vaixell Piratta" a classe... per fer això només necessites un pèndol.
Pots repetir l'experiment penjant masses de formes diferents i mirar quina tarda més a aturar-se.

*"Let us choose for ourselves our path in life,
and let us try to strew that path with flowers".* *Emilie du Chatelet.*

17. Viking Circular. MOVIMENT CIRCULAR.

FISIDABO



CONCEPTES

Moviment circular uniforme.
Moviment circular uniformement accelerat.



CONEIXEMENTS PREVIS

Mesura de velocitats.



MATERIAL

Cronòmetre.
Cinta mètrica de 25 a 50m.



APPS & MÒBIL

ImageMeter.

Avançar per tornar al mateix lloc

Certament, als vaixells Vikings no patirem una pujada d'adrenalina. Però que el seu gir sigui tan lent té alguns avantatges, des del punt de vista de la física. Podem estudiar còmodament el seu moviment circular... i saber si és uniforme o accelerat.

Quan un cos dóna voltes no té molt sentit parlar del que avança donat que després d'un cert temps torna a la mateixa posició. El seu moviment es pot descriure millor tenint en compte l'angle que avança després que passi un cert temps t : $\theta(t)$.

Com passa al moviment rectilini, uniforme i accelerat, aquest angle pot canviar d'una forma uniforme o d'una forma accelerada. En el nostre cas el que ens interessa és saber **com canvia l'angle amb el temps**. Aquest ve determinat per la velocitat, en el nostre cas angular ω . Aquesta magnitud la definirem com l'angle θ que avança un cos donant voltes en un cert interval de temps Δt i per tant:

$$\omega = \frac{\theta}{\Delta t}$$

També podem definir, d'una forma similar, l'**acceleració angular** com:

$$\alpha = \frac{\omega}{\Delta t}$$

Fixeu-vos que per tal de distingir-les de les velocitats lineals, la **notació per a la velocitat i acceleració angulars la farem amb les lletres gregues ω i α** . Escrivim ara les següents equacions relacionades amb el moviment circular uniformement accelerat (és a dir, amb acceleració constant):

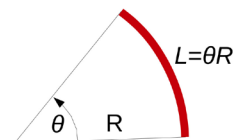
$$\theta(t) = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{1}{2} \alpha t^2$$

$$\omega(t) = \omega_0 + \alpha t$$

La primera ens diu l'angle que ha girat un objecte que dóna voltes sabent quin és l'angle inicial θ_0 , la velocitat angular inicial ω_0 i la seva acceleració angular α . La segona ens permet calcular la velocitat angular $\omega(t)$ si sabem l'acceleració angular α .

També podem trobar la longitud L que avança en la trajectòria corba i l'angle θ que gira a partir de la relació:

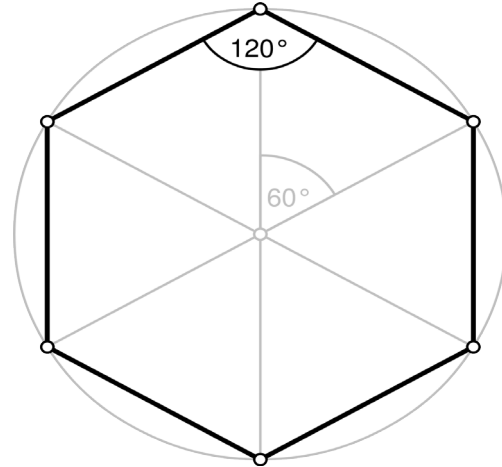
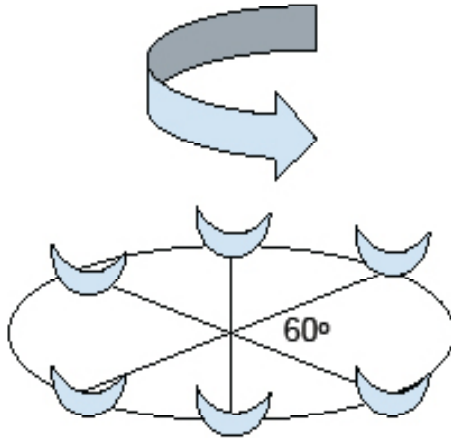
$$L = \theta R$$



Cal tenir en compte que per tal que aquesta fórmula sigui correcta, cal escriure l'angle θ en radians! Com a exemple, fixeu-vos que si un objecte dóna una volta sencera l'angle θ és igual a 2π radians (360°) i per tant, obtenim la relació per la longitud total del cercle que de ben segur coneixeu: $L = 2\pi R$

EXPERIMENTA!**Què farem?**

Aquest experiment ens permetrà obtenir la gràfica que ens diu com varia l'angle que descriu un vaixell Viking amb el temps. Com que voldrem calcular també la velocitat lineal d'un vaixell, ens caldrà prèviament mesurar el radi de l'atracció.

**E1: CALCULEM EL RADI*****Fora de l'atracció (Ídem 18-E1)***

1. Abans de res fixem-nos que l'atracció està formada per sis vaixells, tots a la mateixa distància els uns dels altres. Això vol dir que entre vaixell i vaixell tenim un angle de 60° . Cada un dels vaixells és un dels vèrtex que formen un hexàgon. Els hexàgons tenen la particularitat que estan formats per 6 triangles equilàters el que vol dir que el costat té la mateixa longitud que el radi. En el cas de la nostra atracció això voldrà dir que la distància entre els màstils de dos vaixells contigus serà igual a la distància entre el màstil i el centre de l'atracció.


2. Mesureu la distància entre el màstil de dos vaixells. Aquesta distància serà igual al radi de l'atracció:

$R =$ m


EXPERIMENTA!**Què farem?**

Determinarem la gràfica de l'angle d'un vaixell en funció del temps.

! Material: cronòmetre, si pot ser d'aturada múltiple.

Per defecte, els dispositius Android tenen un cronòmetre a l'aplicació "rellotge". Aquest té la particularitat que pitjant la tecla  ens mostra el temps però sense parar el cronòmetre. Això ho podem fer fins a 9 cops. La llista dels temps parcials apareix al final de l'aplicació i la podem recuperar en el moment que vulguem (vegeu "mètode de mesures").

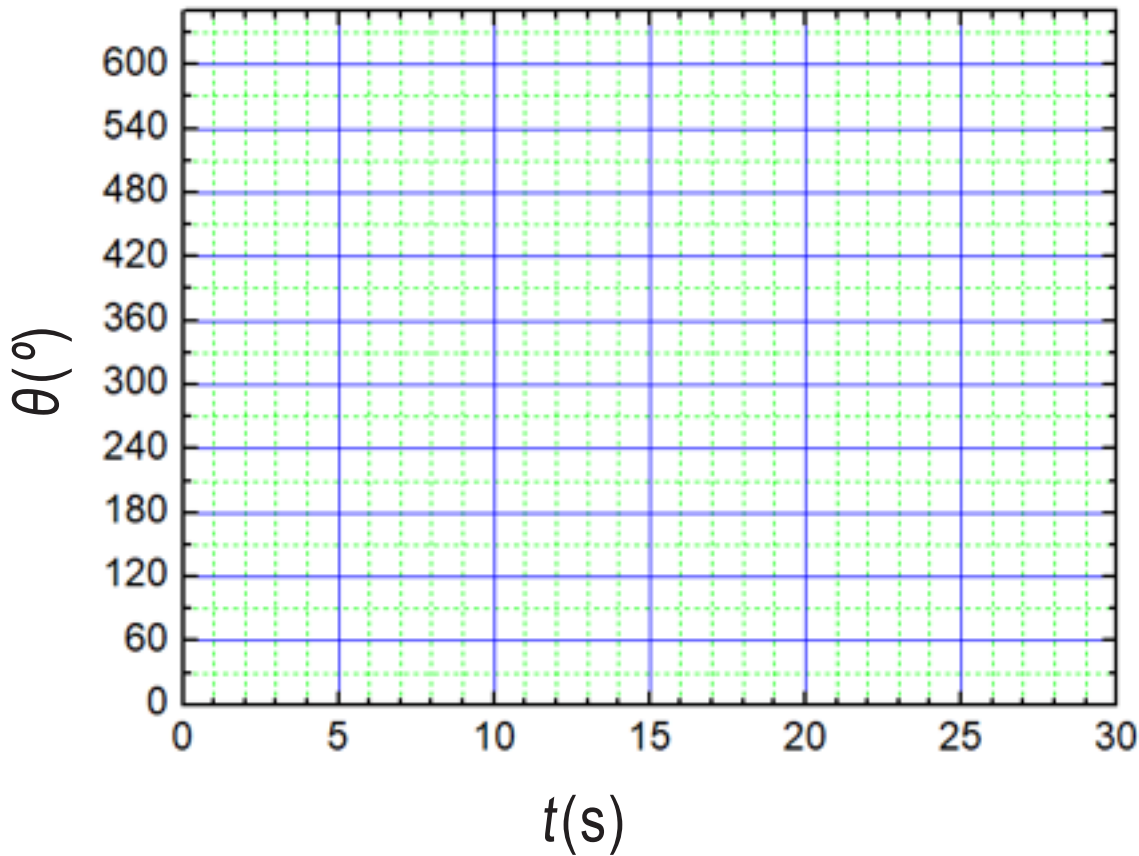
E2: OBTENIM LA GRÀFICA $\theta(t)$

1. Ens situarem al costat d'un dels vaixells Vikings, i quan aquest es posi en marxa, posarem en marxa el cronòmetre.
2. Cada cop que passi per davant nostre un vaixell Viking polsarem el  per tal d'enregistrar el temps.
3. Si tenim un cronòmetre clàssic, li direm a un company el temps cada cop que passi per davant nostre un vaixell Viking.
4. No cal mesurar el temps durant tota l'atracció. Un cop porta una estona movent-se amb velocitat uniforme no cal seguir enregistrant els temps.
5. **Mesures.** Donat que sabem que l'angle que formen dos vaixells és de 60° podem omplir la següent taula amb els temps mesurats:

Angle (graus)	60	120	180	240	300	360	420	480	540
Angle (rad)	$\pi/3$	$2\pi/3$	π	$4\pi/3$	$5\pi/3$	2π	$7\pi/3$	$8\pi/3$	$9\pi/3$
t (s)									

QÜESTIONS?

1. Fem una gràfica de l'angle que recorre l'atracció en funció del temps $\theta(t)$:



2. Observem els temps que hem mesurat: quan creus que comença el moviment circular uniforme?

$t =$ s

3. Quina és la velocitat angular dels vaixells Vikings quan donen voltes uniformement?

$\omega = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} =$ rad/s

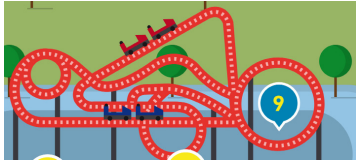
+A L'AULA!

1. Quina és l'acceleració angular al principi de l'atracció?
2. A partir de la velocitat angular, calculem la velocitat lineal d'una persona asseguda en un dels vaixells Vikings.
3. Quantes voltes hauríem de donar perquè una persona asseguda a un vaixell arribi a la velocitat de la llum?

"I hadn't been aware that there were doors closed to me until I started knocking on them." Gertrude B. Elion.

20. Muntanya Russa Energia. ENERGIA.

FISIDABO



CONCEPTES
Energia cinètica.
Energia potencial.
Conservació de l'energia.



CONEIXEMENTS PREVIS
Mesura de velocitats.



MATERIAL
Cronòmetre.



APPS & MÒBIL
Cronòmetre.

Quan l'energia potencial fa por...

Pugem a la vagoneta de la muntanya russa. La barra baixa. Ens posem en marxa i comencem a pujar. Clec, clec, clec, clec va sonant. Arribem al punt de màxima altura i em pregunto quina energia potencial dec tenir. I una veu em respon: depèn del punt de referènciaaaaaaaaah!

No hi ha millor lloc per veure actuar la conservació de l'energia que la muntanya russa. En aquesta atracció, una vagoneta va guanyant alçada mitjançant un sistema de remolc, per 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 podem expressar com s'indica en el quadre de l'esquerra. Però la h no significa res si no fixem des de quin punt la mesuram. Nosaltres la mesurarem des del punt més baix de la trajectòria de la muntanya russa.

$$E_p = mgh$$

m : massa del trenet
 g : acceleració de la gravetat
 h : altura

Per altra banda, **en el punt més baix** pel que passa la vagoneta, l'energia potencial serà zero. Però en canvi **l'energia cinètica serà màxima** i igual a:

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

m : massa del trenet
 v : velocitat del trenet al punt més baix de la muntanya russa

Malauradament, és possible que actuï alguna **força de fricció que aturi la vagoneta**. Aquesta força pot ser deguda a dues causes: el fregament amb el vent, o el fregament amb els rails. És molt difícil mesurar acuradament l'efecte d'aquestes dues forces de fricció en la muntanya russa. El que sí que sabem és que aquest efecte farà que una part de l'energia potencial inicial es perdi per sempre. Per tant, podem calcular l'energia perduda a partir de les energies potencial inicial i cinètica final com veiem al quadre de la dreta. Fixem-nos que aquest treball és negatiu, i això indica que l'energia s'ha perdut.

$$W_{Ff} = E_c - E_p$$

En aquest experiment comprovarem si l'energia es conserva a la muntanya russa, però ja us advertim que el principal problema no serà el fregament, sinó l'exactitud de la mesura de l'alçada.

EXPERIMENTA!**Què farem?**

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

E1: MESURA DE LA VELOCITAT AL PUNT MÉS BAIX***Fora de l'atracció (Ídem 19-E1)***

1. En primer lloc tindrem en compte que la longitud sencera d'un dels cucs formats per les quatre vagonetes és de 1015 cm. Anomenarem a aquesta distància D .
2. Per mesurar la velocitat, el sistema de referència ho és tot. Per això ens quedarem fora de l'atracció, just a l'entrada, abans d'entrar al túnel: és el punt més baix del recorregut.
3. 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. Quan sentim els crits de la gent de l'atracció és el moment d'estar preparats. Amb el cronòmetre, mesurarem el temps que tarda a passar tot el cuc per davant del sistema de referència escollit. A aquest temps l'anomenarem t .

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

5. Calculem la velocitat:

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

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

QÜESTIONS?

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

1. Calcula l'energia potencial al punt més alt de la trajectòria:

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

2. Calcula l'energia cinètica al punt més baix.

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

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

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

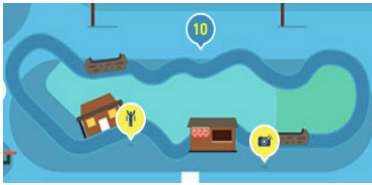
+A L'AULA!

1. No hem tingut en compte que, de fet, al punt més alt el cuc 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 el mateix).
4. Amb quina velocitat mínima hauríem de llençar el cuc de la muntanya russa per tal que 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... però això pot ser força complicat. Us proposem que fem un model simplificat i fem dos rails per tal de poder llençar bales de vidre. Podem filmar el moviment de les bales, i després reconstruir la seva gràfica $x(t)$... i comprovar si l'energia es conserva.

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

21. Mina d'Or Energia. ENERGIA.

FISIDABO



CONCEPTES
Energia cinètica
Energia potencial
Conservació de l'energia



CONEIXEMENTS PREVIS
Mesura d'altura.
Mesura de velocitats.



MATERIAL
Cronòmetre
Inclinòmetre



APPS & MÒBIL
Aplicació ImageMeter.
Cronòmetre

Perdent l'energia... de sobte

El tronc es balanceja mentre avança pel canal d'aigua. L'energia potencial ja la tenim guanyada d'abans, amb una cinta transportadora... i dintre de poc la perdrem. De sobte el tronc de la mina d'or començarà una baixada i guanyarà energia cinètica mentre va perdent energia potencial. Encara ens falta, però, la pèrdua més gran d'energia: arribarem a la part més baixa i frenarem de cop, i tota l'energia anirà a parar a l'aigua que surt disparada en totes direccions. I la pregunta que tots ens fem és: quanta energia haurem perdut?

La mina d'or és una muntanya russa aquàtica. Igual que amb la muntanya russa de tota la vida, a la mina d'or guanyem energia potencial a mesura que guanyem alçada. Aquesta energia potencial es pot quantificar amb la següent equació:

$$E_p = mgh$$

Aquesta energia potencial la perdrem més tard en una baixada. A mesura que agafem velocitat perdrem energia potencial que es va transformant en energia cinètica. Aquesta energia cinètica que guanyem es quantifica amb la següent equació:

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

La diferència més important entre les dues és el fregament: és molt més petit entre les rodes i els rails que entre els tronquets i l'aigua. Podem quantificar l'energia perduda a causa del fregament amb l'aigua si ens observem l'energia abans de la caiguda i l'energia després. En el moment inicial tindrem energia potencial deguda a l'altura i en el moment final tindrem energia cinètica deguda a la velocitat. En aquest cas, per calcular l'energia perduda només ens caldrà fer el següent càlcul:

$$W_{Ff} = E_c - E_p$$

En aquesta fórmula W_{Ff} és el treball fet per la força de fregament. Donat que l'energia al final és més petita que al principi, el treball ens sortirà negatiu. De fet, el treball fet per una força de fregament sempre serà negatiu perquè sempre s'oposarà al moviment dels cossos.

EXPERIMENTA!**Què farem?**

Buscarem els punts marcats a prop de la darrera baixada de la mina d'or i des d'allà mesurarem l'alçada utilitzant un inclinòmetre. No oblideu tenir en compte la vostra alçada en mesurar el punt més alt de la caiguda. Al punt més baix mesurarem la velocitat. D'aquesta manera podem mesurar les energies potencial al punt més alt i cinètica al punt més baix, per determinar així quanta energia hem perdut pel camí.

E1: MESURA DE L'ALÇADA A LA DARRERA BAIXADA DE L'ATRACCIÓ*Fora de l'atracció*

1. Busqueu els punts marcats a prop de la darrera baixada de l'atracció. En aquests punts està marcada la distància D des del mateix punt fins a la base del punt més alt de l'atracció.

2. Mesureu l'angle que us marca l'inclinòmetre si, des del punt, observeu el punt més alt de l'atracció:

$$\alpha = \quad \circ$$

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

$$h = \quad \text{m}$$

4. L'alçada del punt més alt serà, per tant:

$$H = h + D \cdot \text{tg}(\alpha) = \quad \text{m}$$

E2: MASUREM LA VELOCITAT AL PUNT MÉS BAIX*Fora de l'atracció*

1. La longitud dels tronquets de l'atracció és $L = 285$ cm. Aquesta distància serà important per determinar la seva velocitat

2. Un cop el tronquet ha caigut al punt més baix i ha xocat contra l'aigua es mourà pel canal. És en aquest punt on mesurarem la seva velocitat. Per fer això preneu una referència i cronometreu el temps que triga el tronquet en passar per davant vostre.

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

3. Finalment calculem la velocitat com:

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

QÜESTIONS?

Per fer els càlculs suposarem que la massa del tronquet més la dels passatgers és $m = 500 \text{ kg}$.

1. Calcula l'energia potencial al punt més alt de la trajectòria:

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

2. Calcula l'energia cinètica al punt més baix.

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

3. Calcula l'energia que ha perdut el tronquet amb els seus passatgers:

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

4. Creus que es conserva l'energia mecànica? Per què?:

+A L'AULA!

- No hem tingut en compte que, de fet, al punt més alt el cuc no està totalment quiet. Com afecta això al nostre resultat?
- Molts cops els que ens interessa no és tant la pèrdua d'energia com el percentatge que hem perdut. Aquest resultat té l'avantatge adicional que no cal conèixer la massa del tronquet i els seus ocupants. Calculeu el percentatge d'energia perduda:
- Compara el resultat anterior amb l'obtingut a la muntanya russa, si no l'has fet busca un company que sí que hi hagi anat. Quin fregament és més gran, el de les rodes amb el raíl de la muntanya russa o el del tronquet amb l'aigua de la mina d'Or? A què creus que es deu això?
- Tenint en compte el resultat anterior, reflexiona sobre per què la majoria de vehicles terrestres utilitzen rodes.

“Els meus mètodes [algebraics] són, de fet, mètodes de treball i de pensar; per aquest motiu han penetrat a totes bandes anònimament”. Emmy Noether.



CONCEPTES
Força i acceleració



CONEIXEMENTS PREVIS
Mesura de temps



MATERIAL
Mòbil i funda



APPS & MÒBIL
Acceleròmetre

Parada i força

El tronc baixa, baixa, baixa i baixa, i de sobte s'atura quan arriba al punt més baix, tot fent una enorme esquitxada a dreta i esquerra del canal. Parem un moment. Retrocedim. Resulta doncs que anàvem amb una certa velocitat i en un cert temps hem disminuït aquesta velocitat, per tant el que hem patit és un canvi de velocitat: una acceleració!... i si poguéssim pujar amb Newton als tronquets? Després d'eixugar la seva perruca al sol i descansar tranquil·lament sota un arbre, obriria els ulls endormiscat i ens diria:

Si has patit una acceleració és perquè has patit una força, per obtenir-la només cal multiplicar la primera per la teva massa. Ah! i per cert! no hi ha algun pòmer per aquí a prop?

La segona llei de Newton estableix que si volem canviar la velocitat d'un objecte, l'única forma és aplicant una força. En el cas d'un moviment rectilini l'únic canvi que podem fer en la velocitat és fer-lo anar més ràpid o més lent fins que s'aturi. Per tant la segona equació de Newton la podem escriure com:

$$F = m \cdot a$$

Per tant, una forma de determinar la força aplicada sobre un objecte és mesurar la seva acceleració i multiplicar per la seva massa.

EXPERIMENTA!**Què farem?**

L'objectiu d'aquest experiment és mesurar les acceleracions que pateix el nostre cos durant l'atracció de la mina d'or, sobretot l'associada a la darrera caiguda, on els canvis en la velocitat són més intensos. Per això pujarem a l'atracció amb el telèfon mòbil amb l'app acceleròmetre engegada.

E1: MESURA DE LA FORÇA*Dins de l'atracció*

1. Pujarem a l'embarcació i engegarem l'aplicació de l'acceleròmetre. Si utilitzeu l'aplicació "science journal" escolliu enregistrar l'acceleració en l'eix z.
2. Cal tenir en compte (com està descrit a la part de tècniques) que cal saber quin eix representa cada direcció del nostre telèfon mòbil. Si utilitzeu l'app de vieyra i teniu el telèfon com s'indica a la figura, l'eix que ens interessa és el z (en blau)
3. Guardarem el mòbil en la nostra funda portamòbils i tingueu cura que el mòbil estigui en contacte amb el vostre cos que no pengi
4. Un cop acabada l'atracció aturarem la mesura per poder analitzar el resultat.
5. El nostre objectiu principal és mesurar la força quan l'embarcació frena violentament en la darrera baixada. Per tant el que farem es detectar quan es produeix el darrer canvi sobtat de l'acceleració. Anoteu el valor de l'acceleració màxima que heu enreg-
istrat:

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

QÜESTIONS?

1. Calcula la força a la quak haurà estat sotmés el teu cos en el moment del xoc amb l'aigua. Has d'utilitzar la teva massa per fer aquest càlcul:

$$F_{max} = m \cdot a_{max} = \quad \text{N}$$

2. Quina és l'acceleració màxima que has patit a l'atracció en unitats de g? Compara aquest valor amb el màxim que pateix Lewis Hamilton a una corba a la pista d'Alber Park $a = 6,5 \text{ g}$

$$a_{max} = \quad \text{g}$$

+A L'AULA!

1. Si pensem una mica l'acceleració que hem patit no és directament la de l'aturada, doncs inicialment estàvem baixant, i, per tant, una part de l'acceleració terrestre estava actuant sobre el nostre acceleròmetre. Una forma senzilla (tot i que no exacta del tot) per obtenir l'acceleració és restar del màxim l'acceleració que teníem just abans d'aquest màxim. En aquest cas quina és l'acceleració que obtenim?
2. Donat que tenim l'acceleració de tot el trajecte podem discutir a classe en quins llocs la velocitat en cadascun dels eixos és constant.
3. Mirant la gràfica podries determinar en quin punt es produeixen les dues baixades?

“Winning the [Nobel] prize wasn't half as exciting as doing the work itself.” Maria Goepfert-Mayer