

Caderno de atividades experimentais de Física

Mecânica e gravitação

Este caderno é de:

Actividade 1: Movemento circular uniforme.

Obxectivo: realizaremos o estudo dun movemento circular e uniforme. Ademais, estudaremos o erro absoluto e o erro relativo cometidos na experiencia recordando as súas definicións e sistemas de calculo, que aplicaremos despois ás seguintes determinacións.

Faremos uso dunha gravación de video que toparás en:

<https://www.youtube.com/watch?v=49NWlv7CzIQ>

O dispositivo basicamente é unha polea cónica que xira por medio dun motor alimentado por enerxía eléctrica e transmite o seu movemento por medio dunha correa de transmisión a un disco que xira realizando un movemento circular uniforme (M.C.U) Observa o dispositivo, e realiza un esquema descriptivo explicando o funcionamento.

Procedemento:

Realizamos dúas experiencias con dúas velocidades de xiro. A primeira coa correa conetada no nivel 2 da polea, e a segunda no nivel 3. Os pasos serán os mesmos nos dous casos.

Moi importante: anota a sensibilidade do cronómetro que uses.

Agora, ve o video e mide o tempo que tarda en realizar 10 revolucións completas (T_{10}) co nivel 2 e logo co nivel 3. Debes facer 10 medidas para cada determinación.

A partir dese dato medido, determinamos T ($T_{10}/10$). Tomaremos como valor verdadeiro o valor promedio, é dicir, a media aritmética dos T (na taboa identifícase como T_{medio} ou como \bar{T}). É moi importante que tabules ben os resultados e os datos. Deseguido tes un modelo de taboas de datos . Completa-as cos teus resultados :

A continuación tomaremos los valores absolutos de las desviaciones. La dispersión no es más que la media aritmética de dichos valores.

Puedes utilizar una tabla como la siguiente en la que las dos primeras columnas son las de la tabla anterior.

Posición 2			
T ₁₀ (s)	T (s)	T _i - \bar{T} (s)	T _i - \bar{T} (s)
T _{medio} =		D _m =	

Posición 3			
T ₁₀ (s)	T (s)	T _i - \bar{T} (s)	T _i - \bar{T} (s)
T _{medio} =		D _m =	

Ahora, comparas el valor de la desviación media con la sensibilidad del cronómetro.

Sensibilidad: s

Dispersión:

Tomaremos como error absoluto, el mayor valor.

Posición 2
Error absoluto = E_A =

Posición 3
Error absoluto = E_A =

Observación importante: el error absoluto tiene unidades. En este caso la unidad es el segundo.

3) Si fuéramos más de 10 medidas, calcularíamos el **error cuadrático medio** σ_m mediante la expresión:

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n(n-1)}}$$

E ahora, el error absoluto, E_A = máximo (s, σ_m). **Este no es el nuestro caso.**

A expresión correcta da medida: (valor medio \pm erro absoluto) s.

Posición 2
Medida correcta = () s

Posición 3
Medida correcta = () s

Determinación do erro relativo (E_R)

$$E_R = \frac{E_A}{\text{Valor medio}}$$

Observa que é un número. Non ten unidades, é a razón entre o erro absoluto e o valor medio. Un “tanto por un”.

Moitas veces expresa-se en porcentaxe:

$$\% = \frac{E_A}{\text{Valor medio}} \cdot 100$$

Determinación das magnitudes características do movemento circular uniforme

Como xa temos determinado o valor do período (T), determinar as outras magnitudes é ben sinxelo:

a) Frecuencia (f)

Esta magnitude é o recíproco do período, é decir:

Utiliza as unidades axeitadas

$$f = \frac{1}{T} =$$

b) Velocidade angular (ω)

Utiliza as unidades axeitadas

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

c) Velocidade linear dun punto do bordo do disco.

Para elo busca no video o diámetro do disco e calcula o raio:

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

Calcula agora a velocidade:

$$v = \quad \text{m/s}$$

Atividade 2: Determinación da constante elástica do resorte polo método estático (Lei de Hooke)

1.- Fundamento.

A acción dunha forza sobre un resorte, provoca o seu alongamento ou acurtamento. Esta variación da lonxitude do resorte, está relacionada:

- coa forza aplicada
- coa natureza do resorte

Estes elementos, combínan-se na **Lei de Hooke**, na que para un resorte de lonxitude inicial en repouso L_0 , ao aplicar unha forza F prodúcese unha elongación do resorte ate a acadar a lonxitude L .

Chamamos **elongación** á variación da lonxitude producida pola acción da forza:

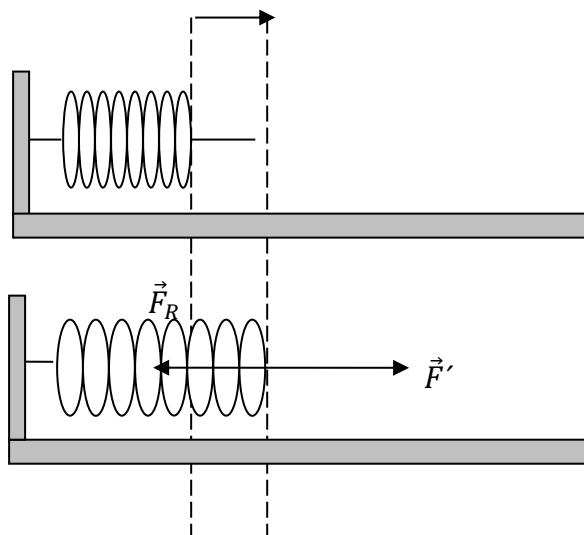
$$\Delta L = L - L_0$$

Nese caso, o resorte realiza unha forza recuperadora F_R relacionada coa elongación por medio dunha constante característica do resorte K segundo a expresión:

$$\vec{F}_R = -k \cdot \Delta L \vec{u}_L = -k \cdot (L - L_0)$$

Nesta expresión, \vec{u}_L é un vector unitario no sentido da elongación.

A forza recuperadora, ten sentido contrario á elongación, velai a razón do signo menos.

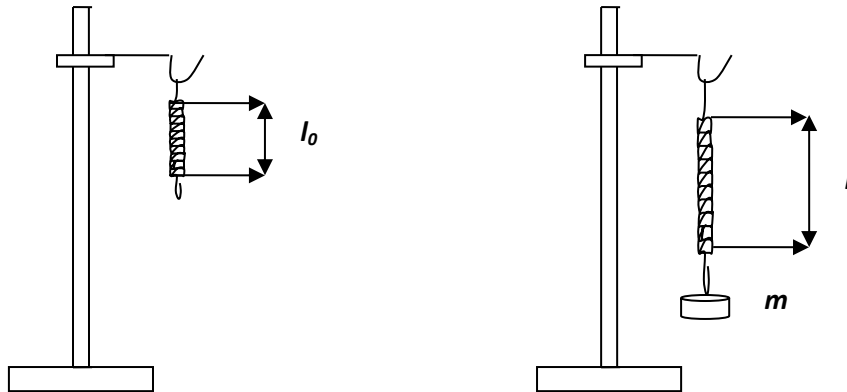


Por suposto, no equilibrio, acontece que: $\vec{F}_R = -\vec{F}'$ e polo tanto as dúas forzas son iguais.

O noso obxectivo vai ser determinar a constante elástica dun resorte, facendo uso da Lei de Hooke.

2.- Procedemento.

Para asegurar unha boa determinación da forza recuperadora, iremos pendurando masas distintas do resorte. Nesas condicións, a forza recuperadora do resorte será igual ao peso da masa.



Nesas condicións :

$$\vec{F}_R = k \cdot (l - l_0) \vec{j}$$

$$\vec{P} = -m \cdot g \vec{j}$$

E como estan en equilibrio: $k \cdot (l - l_0) = m \cdot g$

Desta expresión podemos obter: $(l - l_0) = \frac{1}{k} \cdot m \cdot g$

$$\text{E tamén: } K = \frac{m \cdot g}{(l - l_0)}$$

Esta expresión, establece unha relación de proporcionalidade entre a elongación e o peso

Agora constrúe unha taboa de valores, na que podas anotar as medidas. Tes un modelo deseguido,

Comeza por medir a lonxitude da mola en repouso. Será L_0 a lonxitude inicial:

$L_0 =$	cm =	m
---------	------	---

Agora imos tabular resultados. Observa que terás que ter en conta a masa do soporte das pesas pois a masa total é a suma da masa do soporte a que comece sumar a masa das pesas que utilices.

É conveniente que o peses dende xa e anotes o resultado:

$M_{\text{soporte}} =$	$g =$	kg
------------------------	-------	----

m (g)	$(m+m_s)$ (g)	$(m+m_s)$ (kg)	$(m+m_s) \cdot g$ (N)	L (m)	$L-L_0$ (m)	K (N/m)

Podes calcular o valor medio de K e logo determinar as desviacións e logo o erro absoluto e relativo. Xa sabes como.

Representación gráfica e cálculo da pendente

Imos facer unha representación gráfica por medio da folla de cálculo da elongación fronte ao peso de acordo coa ecuación:

$$l - l_0 = \frac{1}{K} \cdot mg$$

Se representamos esta ecuación, debemos obter unha gráfica en liña reta, que pasa polo punto (0, 0) e que ten de pendente o valor $\frac{1}{k}$.

A propia folla de cálculo permite obter de forma moi sinxela, a gráfica e a pendente xunto co parámetro R^2 que vai indicar a fiabilidade da representación.

En primeiro lugar imos seleccionar os datos e construír unha taboa.

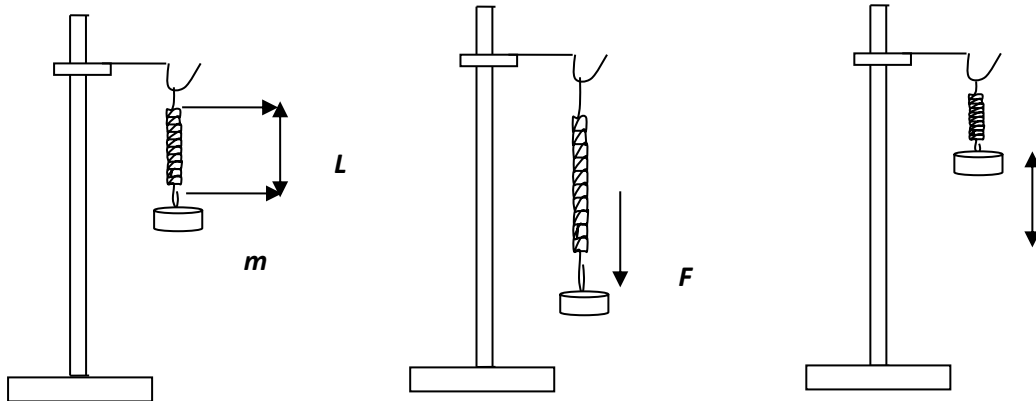
$(m + m_p) \cdot g$ (N)	$L - L_0$ (m)
0	0

Atividade 3: Determinación da constante elástica do resorte polo método dinámico.

1.- Fundamento.

Imos determinar a constante elástica dun resorte polo **método dinámico**, é dicir, determinando o período de oscilación dunha masa pendurada do resorte.

Si penduramos unha certa masa dun resorte de lonxitude L_0 , este estíra-se ata unha lonxitude L , permanecendo en equilibrio ao igualarse o peso coa forza recuperadora do resorte.



Si agora tiramos do conxunto hacia abaixo e logo soltamos, inicia-se un movemento de oscilación, un **movemento harmónico simple**.

Apliquemos o que sabemos aos dous momentos:

- Estática: en función da lei de Hooke acontece que: $\vec{F} = -\mathbf{k} \cdot \Delta\mathbf{y} \vec{\mathbf{j}}$ (1)
- Dinámica: o movemento harmónico simple, caracterízase por unha aceleración que ven dada por : $\vec{\mathbf{a}} = -\omega^2 \cdot \Delta\mathbf{y} \vec{\mathbf{j}}$
- aplicando o 2º Principio da dinámica: $\vec{F} = \mathbf{m} \cdot \vec{\mathbf{a}} = -\mathbf{m} \cdot \omega^2 \cdot \Delta\mathbf{y} \vec{\mathbf{j}}$ (2)

E si igualamos as ecuacións (1) e (2) obtemos a expresión: $\mathbf{k} = \mathbf{m} \cdot \omega^2$ (3)

Nesta ecuación imos a introducir o período:

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi}{T} \rightarrow \omega^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{T^2}$$

e si substituímos na ecuación (3) obtemos:

$$\mathbf{k} = \mathbf{m} \cdot \frac{4 \cdot \pi^2}{T^2}$$

que si agora reordenamos: $T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{k} \cdot m$ (4)

Esta expresión, permite o calculo do período como lembrarás do curso pasado. Efectivamente:

$$T = 2 \cdot \pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Evidentemente, nos utilizaremos a expresión (4) por canto que indica que o cadrado do período, é proporcional á masa:

$$T^2 = \frac{4 \cdot \pi^2}{k} \cdot m$$

Polo tanto, se representamos o cadrado dos períodos fronte ás masas empregadas, podemos obter unha gráfica en liña reta, da que a pendente coincidirá co termo $\frac{4 \cdot \pi^2}{k}$ permitíndonos o calculo da constante do resorte.

2.- Procedemento.

Para elo, imos pendurar distintas masas; con cada unha delas, provocamos un movemento harmónico simple e determinamos o período de cada un.

Como sempre, determinaremos en principio o tempo que tarda en realizar 10 oscilacións, e con cada masa faremos cinco medicións. Tomaremos como valor representativo, o valor medio e logo, dividindo por 10, teremos o período para cada caso.

A taboa a cubrir sería do tipo seguinte:

Masa (g)	Masa (kg)	1ª medida	2ª medida	3ª medida	4ª medida	5ª medida	T ₁₀ (s)	T (s)	T ² (s ²)

3.- Realiza a determinación, utilizando unha folla de calculo.

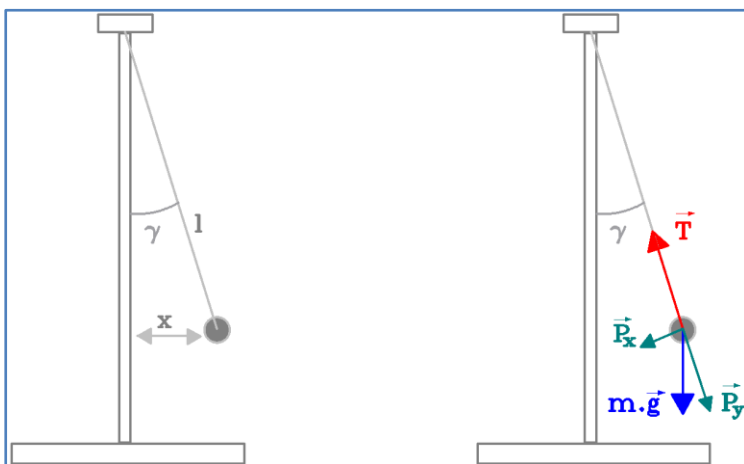
Atividade 4 : Determinación da intensidade do campo gravitatorio terrestre por medio dun péndulo.

1.- Fundamento.

Un péndulo simple, consiste básicamente, nunha esfera (unha masa puntual) pendurada dun punto fixo, por medio dun fío inextensibel de masa desprezabel.

Cando desprazamos a masa da posición de equilibrio, esta oscila entre dous puntos extremos, pasando pola posición central.

Este movemento de vaiven, sempre que o ángulo que forma o fío coa dirección perpendicular, sexa inferior a 10° , pode ser tratado como un movemento harmónico simple.



Como ves na figura , sobre a esfera atúan dúas forzas, a **tensión** e o **peso**.

Podemos descompór o peso en dúas componentes segundo eixes definidos tendo en conta a dirección da tensión. Nesas condicións cumpre-se:

- No eixe **Y**: $\mathbf{P}_y - \mathbf{T} = \mathbf{m} \cdot \frac{v^2}{R}$ posto que no eixe **Y** non hai equilibrio, senon que existe unha aceleración normal que define o movemento en arco da esfera.
- No eixe **X**, nas condicións definidas podemos aceptar que a esfera realiza un movemento harmónico simple e polo tanto:

$$\mathbf{P}_x = -\mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \cdot \mathbf{sen} \theta = -\mathbf{m} \cdot \omega^2 \cdot \mathbf{x}$$

Sempre que o ángulo θ sexa inferior a 10° , podemos asegurar ademais que:

$$\mathbf{sen} \theta \cong \frac{\mathbf{x}}{\mathbf{l}}$$

Polo tanto, a ecuación anterior toma a forma: $\mathbf{m} \cdot \mathbf{g} \cdot \frac{\mathbf{x}}{\mathbf{l}} = \mathbf{m} \cdot \omega^2 \cdot \mathbf{x}$

Desta taboa podes extraer un valor medio para a gravidade que será o que tomaremos como valor verdadeiro:

g =

Para calcular o erro absoluto e o relativo, mide a desviación dos valores da táboa en relación co valor que tomaremos como canónico para a gravidade, 9,8 N/kg

Completa a táboa e calcula a desviación media, que neste caso será o erro absoluto.

g_i	$g_i - 9,8$	$ g_i - 9,8 $

E_A = **E_R =**

Agora, na folla de calculo, imos obter a representación gráfica da ecuación **(1)**, é dicir:

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

Se representamos o cadrado dos períodos fronte ás lonxitudes, debemos obter unha liña reta que debe pasar pola orixe (0, 0) e de pendente:

$$a = \frac{4\pi^2}{g}$$

E sabendo a pendente, poderemos calcular a gravidade.

Abre pois unha folla de calculo e comeza por preparar unha táboa que pode asemellarse á seguinte:

L (m)	T ² (s ²)
0	0

E agora repasa os pasos para obter a gráfica, a liña de tendencia, a pendente e o parámetro de axuste R².

Cando remates, imprime o documento e pega-o a continuación.

Recorda calcular o valor da gravidade por medio da pendente.

Atividade 5 : Satélites terrestres e as súas órbitas

Obxectivos

1. Aplicar as ecuacións básicas para determinar os parámetros orbitais dun satélite.
2. Coñecer os diferentes tipos de satélites terrestres en función da súa órbita.
3. Utilizar fontes de información para atopar os datos sobre algún dos satélites que orbitan a Terra
4. Coñecer a utilización dos diferentes tipos de satélites

Fundamentos teóricos

Hai 5 tipos de satélites terrestres que son os máis usados.

1.-LEO: Low Earth Orbit

Coñecida como *órbita baixa*, que é unha ampla rexión que se sitúa entre os 160 km e os 2000 km de altura. Como a velocidade é maior canto mais baixa sexa a órbita, os obxectos móvense a gran velocidade respecto da superficie terrestre. Como están “rozando” as capas exteriores da atmosfera terrestre, teñen un rápido decaemento orbital e precisan ser reposicionados con frecuencia para retornar á órbita correcta.

Neste grupo atópase a Estación Espacial Internacional, a maioría dos satélites meteorolóxicos ou de observación, e moitos satélites de comunicacións.

2.- MEO: Medium Earth Orbit

Os chamados de *órbita intermedia*, entre 2.000 e 36.000 Km de distancia da superficie terrestre, cun período orbital medio de varias horas. Usada por satélites de observación, defensa e posicionamento, como as redes de satélites de GPS e os satélites Glonass rusos ou os Galileo europeos.

Un tipo especial de órbita intermedia é a **órbita Molnya**, especialmente usada polos países próximos ao círculo polar ártico. Esta órbita é moi elíptica e moi inclinada, para ter alta visibilidade desde as zonas polares, permitindo aos países nórdicos establecer satélites de comunicacións en zonas onde os xeoestacionarios non poden chegar.

3.- GEO: Geostationery Orbit

Probablemente sexa a órbita mais coñecida de todas: a *órbita xeoestacionaria*. Esta órbita ecuatorial ubícase a 35 786 km da superficie terrestre, cun período orbital de 23,93446 horas (coincidindo coa duración do día sideral) o que fai que os satélites situados nesta órbita parezan “inmóbiles” no espazo, ao rotar coa mesma velocidade angular que a terra. Esta órbita é aquela na que se sitúan todos os satélites que transmiten os sinais de internet, televisión, telefonía e datos ás distintas rexións do planeta.

4.- HEO: High Earth Orbit

Básicamente, son todas as *órbitas altas*, que se ubican mais aló das órbitas xeoestacionarias, a mais de 36.000 Km e con períodos orbitais maiores a 24 horas. Moitos deles son de uso militar.

5.- SSO: Sun Synchronous Orbit

A *órbita sincrónica solar*, é un caso particular de órbita polar, que permite que un obxecto situado nela, pase todos os días, sobre un determinado lugar, á mesma hora. É unha órbita empregada en observación e meteoroloxía.

Podes facer seguimento destes distintos tipos de órbitas coa simulación:

<https://sky.rogue.space/>

1.- As columnas en fondo branco, enchense cos datos que obteñas da simulación

<https://sky.rogue.space/>

2.- Para o calculo do raio medio:

$$R_M = \frac{(\text{apoxeo} + \text{raio da Terra}) + (\text{perixeo} + \text{raio da Terra})}{2}$$

3.- Para o calculo da distancia ao centro:

Distancia ao centro = Altitude + raio da Terra

4.- Para o calculo da velocidade no perixeo e no apoxeo, temos en conta a conservación do momento angular que conduce a:

$$V_{\text{Apoxeo}} = \frac{\text{Velocidade} \cdot \text{Distancia ao centro}}{(\text{Apoxeo} + \text{raio da Terra})}$$

$$V_{\text{Perixeo}} = \frac{\text{Velocidade} \cdot \text{Distancia ao centro}}{(\text{Perixeo} + \text{raio da Terra})}$$

Igoalmente, para a Velocidade media na órbita:

$$V_{\text{Media}} = \frac{\text{Velocidade} \cdot \text{Distancia ao centro}}{\text{Raio medio}}$$

5.- Para a velocidade areolar no apoxeo e no perixeo, teremos en conta que, a partir da conservación do momento angular, podemos obter para a velocidade areolar a expresión:

$$V_{\text{areolar}} = \frac{dA}{dt} = \frac{v \cdot r}{2}$$

Polo tanto:

$$V_{\text{areolar apoxeo}} = \frac{V_{\text{apoxeo}} \cdot R_{\text{apoxeo}}}{2}$$

$$V_{\text{areolar perixeo}} = \frac{V_{\text{perixeo}} \cdot R_{\text{perixeo}}}{2}$$

6.- Para o calculo do período teremos en conta que para un satélite arredor da Terra, obtemos:

$$\frac{R_0^3}{T_0^2} = \frac{G \cdot M_{\text{Terra}}}{4 \cdot \pi^2}$$

Esta mesma expresión podemos aplica-la para o valor do raio medio, obtendo un valor aproximado para o período do satélite.

7.- Combinando os datos dos cinco satélites propostos, imos comprobar o cumprimento da 3ª Lei de Kepler e ademais calcular a masa da terra.

Satélite	Raio medio (a) (km)	Período dato (min)	R ³ (m ³)	T ² (s ²)
O3B PFM				
GOES 2				
CLUSTER II-FM 7				
NOAA 16 DEB				
VANGUARD 1				

Agora representas graficamente R³ fronte a T² e , de acordo coa expresión:

$$R^3 = \frac{G \cdot M_{\text{Terra}}}{4 \cdot \pi^2} \cdot T^2$$

Debemos obter unha liña recta coa pendente indicada :

$$K = \frac{G \cdot M_{\text{Terra}}}{4 \cdot \pi^2}$$

Da que podes obter o valor da masa da Terra.

8.- Calcula o erro absoluto e relativo cometido na determinación da masa da Terra, tomando como valor de referencia 5,98.10²⁴.