

MOVIMIENTO HARMÓNICO SIMPLE

Proxecto Newton

1. Representación dun corpo que describe un movemento armónico simple(supoñemos, nun principio, que $\phi=0$)

| | |
|--|--|
| Observa que o corpo (punto móbil) que describe o mhs se despraza entre dous puntos extremos, pasando por un punto medio de equilibrio. Trata de identificar as magnitudes anteriormente citadas que caracterizan o movemento. Paréceche que ten velocidade constante? | |
| Modifica o valor da amplitude A e fíxate no resultado | |
| Varía o valor do período T e observa os cambios que se producen no movemento | |
| ¿Como varían os valores da frecuencia cando variamos T? | |
| ¿E os valores da pulsación ω ? | |
| Para A=4 m e T=5 s, determina coa simulación os valores de y nos instantes (en s) $t=2,5$ / $t=8$ / $t=12$ e $t=20$. Presentaos nunha táboa e comproba se coinciden cos valores determinados coa ecuación do movemento | |
| Toma A=10 m e T=7 s. Tarda o mesmo tempo en ir de 0 a 5 m que de 5 a 10 m.? Especifica os tempos obtidos, xustifícao e compróbo analiticamente | |

2. Na páxina que che indicamos de seguido podes observar un movemento similar. Anota as túas observacións. Saberías dicir (calcular) en que instante de tempo a elongación x vale 3 m [Toma A=5 m e T=4 s]?Determina os instantes nos que $x = -3,54$ e $x= 4$ m
3. Nesta mesma páxina e na introducción hai un resorte que realiza un mas. Coa axuda dun cronómetro, determina o seu período de oscilación. Pensas que tarda o mesmo tempo en ir de O a M (A/2) e de M a P(x=A)?

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/mas/index.htm>

2. Cinemática do mhs

a) A posición no mhs

Na escena obsérvase como, a medida que transcorre o tempo (eixo horizontal), a posición (eixo vertical) segue unha gráfica de tipo senoidal.

| | |
|---|--|
| Modifica o valor da amplitude do movemente e observa os cambios que se producen na gráfica | |
| Cambia o período do movemente e analiza os cambios na gráfica, na pulsación e na frecuencia | |
| ¿Poderías identificar e deducir da gráfica o valor do período se non o coñeceras? | |
| Obtén a gráfica da posición en función do tempo para o caso particular no que $\varphi=0$, $\omega=1$ rad/s e $A=5$ m [Toma para valores de t os seguintes: 0, T/4, T/2, 3T/4 e T] | |

b) A velocidade no mhs

Na escena aparece representado o vector velocidade do corpo que realiza o mhs. Na gráfica, de tipo cosenoidal, represéntanse valores de velocidade fronte a valores de tempo.

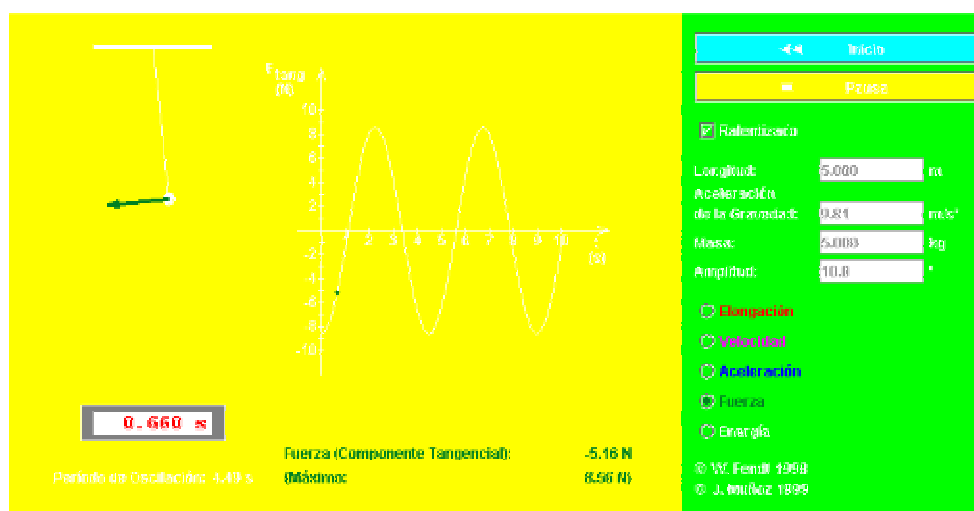
| | |
|--|--|
| <p>Cambiando os valores de amplitude e de frecuencia poderás comprobar a súa influencia no vector velocidade do corpo e na gráfica que o representa</p> | |
| <p>O vector velocidade é sempre tanxente á traxectoria e do mesmo sentido do movemento. ¿En que condicións toma a velocidade signo positivo na gráfica?¿E negativo?</p> | |
| <p>Investiga, observando o movemento do corpo e a gráfica, en que posicións se atopa o corpo cando a velocidade toma os seus valores absolutos máximos e mínimos</p> | |
| <p>Obtén a gráfica da velocidade en función do tempo para o caso particular no que $\varphi=0$, $w=1$ rad/s e $A=5$ m[Toma para valores de t os seguintes: 0, T/4, T/2, 3T/4 e T]</p> | |

c) A aceleración no mhs

A frecha representa o vector aceleración e a gráfica é o resultado de representar os valores de aceleración fronte ao tempo.

| | |
|---|--|
| <p>O vector aceleración é sempre tanxente a traxectoria e o seu sentido depende da elongación. . ¿En que condicións toma a aceleración signo positivo na gráfica?¿E negativo?</p> | |
| <p>Investiga, observando tanto a frecha como a gráfica, en que posicións se atopa o corpo cando a aceleración toma os seus valores absolutos máximos e mínimos</p> | |
| <p>Obtén a gráfica da aceleración en función do tempo para o caso particular no que $\varphi=0$, $w=1$ rad/s e $A=5$[Toma para valores de t os seguintes: 0, T/4, T/2, 3T/4 e T]</p> | |

d) Posición, velocidade e aceleración no MHS

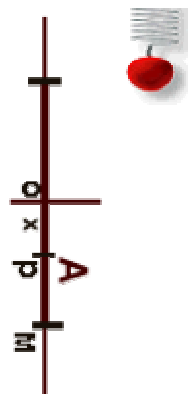


| | |
|--|--|
| <p>1) Observa a variación das distintas magnitudes do M.H.S: elongación, velocidade, aceleración, forza (recuperadora) e enerxía, seleccionando o cadro correspondente no applet</p> <p>Comproba que a forza recuperadora é contraria á elongación e indica en que puntos alcánzanse os valores máximos e mínimos de cada magnitude.</p> | |
| <p>Observa o valor de cada magnitude vectorial (lembra que a enerxía non é unha magnitude vectorial). Podes ver os valores destes vectores aplicados sobre a masa que oscila, e a representación dos seus módulos fronte ao tempo no gráfico da dereita</p> | |
| <p>Comproba, mirando o reloxo do applet ou no eixo x (de tempos na gráfica) que, mentres o resorte realiza unha oscilación completa, transcorre o tempo que se indica no "Período de oscilación".</p> | |
| <p>O valor do período varía ao cambiar a masa do resorte (é un resorte distinto, ten distinta k) ou a masa. O valor máximo do período que permite o applet, dáse ao oscilar unha masa de valor 10 para cada k elixida. Compróbo!</p> | |

2.- Na animación o resorte empeza a oscilar desde a posición comprimida. A elongación, polo tanto, para $t = 0$ é $x = A$. O desfase inicial é de 90° . Comproba que, para describir a variación da elongación co tempo, son correctas as dúas fórmulas seguintes :

$$x = A \text{ sen}(wt + p/2) ; t = 0 \Rightarrow x = A$$

$$x = A \text{ cos}(wt) ; t = 0 \Rightarrow x = A$$



Usando o applet e a fórmula comproba que non emprega o mesmo tempo en percorrer a primeira metade da amplitude ca segunda (distancias OP e PM).

| | |
|---|--|
| 3)Selecciona o cadro da velocidade, deixando como valores da constante do resorte a masa e a amplitude que salguen no applet por defecto | |
| Lanza o applet pulsando en "Comezar" e anota o valor da velocidade máxima que verás na parte de abaixo cando pasa polo centro | |
| Calcula, con lapis e papel, a w a partir do dato "T" do applet, e comproba que se cumpre a fórmula da velocidade máxima. En que posición ten velocidade máxima? | |

| | |
|---|--|
| Trata de calcular a velocidade media dunha oscilación completa. Será igual á inicial ($V=0$) máis a final dun extremo dividida por dous? Ou se calcula dividindo a distancia percorrida ($4A$) polo tempo empregado (T)?. | |
| Indica os signos da velocidade sobre o diagrama. Na fórmula da velocidade en función da posición, para un mesmo punto (x) obtéñense dous valores da velocidade ($\pm v$), que corresponden ao paso do corpo oscilante por ese punto, cando avanza nun ou outro sentido. | |

4.- Selecciona o botón da aceleración e observa en que puntos o seu vector é máximo (vector azul). Escribe no teu caderno as ecuacións da aceleración (son dúas: unha en función da posición e outra do tempo). .

5.- Representa a aceleración fronte á distancia. A que será igual a pendente da recta?.

6.- Fixa unha masa de 5 kg. Deixa invariables os valores da constante do resorte e da amplitude (isto supón estirar sempre a mesma lonxitude do resorte antes de soltalo). Cobre todos os datos da táboa para as masas que se indican. Variou a velocidade máxima?. Trata de atopar a relación entre a velocidade máxima e a masa. Podes ver esta relación ao final desta páxina.

| Masa m (kg) | Velocidade máxima(m/s) |
|-------------|------------------------|
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 10 | |

7.- Selecciona o botón para ver o comportamento da aceleración no applet. Coloca un valor de masa de 5 kg e non varíes os valores da constante nin da amplitude (debe ser 0.05 m). Lanza o applet e anota a aceleración máxima.

Varía a amplitude (distancia que estiras o resorte antes de soltalo) e apunta os valores da aceleración máxima na táboa seguinte.

Podes atopar unha expresión que relacione a aceleración máxima coa amplitude?. Ao final desta páxina podes ver a resposta.

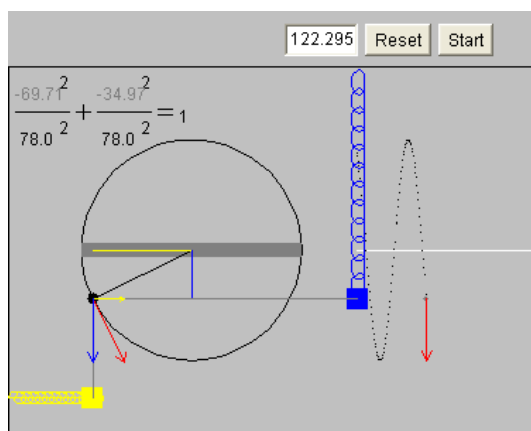
| Amplitude A (m) | Aceleración máxima (m/s ²) |
|-----------------|--|
| 0,05 | |
| 0,07 | |
| 0,09 | |
| 0,1 | |

3. Relación entre o mhs e o mcu: un corpo real e un auxiliar

O movemento harmónico simple dun corpo real se pode considerar como o movemento da proxección dun corpo auxiliar que describise un movemento circular uniforme de radio igual á amplitude A e velocidade angular w , sobre o diámetro vertical da circunferencia que percorre.

| | |
|---|--|
| Selecciona valores para A e T e observa como a posición do corpo real coincide coa sombra que o corpo auxiliar proxectaría sobre o diámetro vertical da circunferencia se a escena estivese iluminada dende os lados esquerdo e dereito | |
| Cambia os valores de amplitude e período e observa as modificacións producidas | |
| Observa na pantalla como o produto $w t$ coincide co ángulo que describiu en cada momento o corpo auxiliar | |

Na mesma páxina web anterior (páxina de J. Villasuso) tamén podes estudar a relación entre estes movementos
(<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/mas/>)



| | |
|--|--|
| Á dereita do resorte azul oscilante con M.H.S, tes a representación da posición da masa oscilante fronte ao tempo | |
| Comproba que a ecuación situada non bordo superior esquerdo do applet (no que cambian os valores) é unha circunferencia. Nela podes ler o valor da amplitude, que coincide co radio ($A = 78$), e os valores (x,e) que coinciden cos das coordenadas do punto que xira | |
| Coa axuda de "Reset" e "Start" calcula o valor do período Obtés $T = 4s = ?$ Tarda o mesmo tempo en percorrer a metade da amplitude cara ao centro que cara os extremos? | |
| Recordas a fórmula da velocidade dun M.A.S en función do tempo? Correspóndese a súa representación coa curva de puntos da dereita do applet? | |
| Comproba que a ecuación da posición para o resorte amarelo é: $x = A \cos(\omega t)$ xa que para $t = 0 \rightarrow x = A$ | |
| Comproba que cando o punto negro xira un ángulo de 30° a súa proxección xa está na metade da amplitude. Recorda que o punto negro para chegar á metade do arco ten que percorrer 45° | |

Na páxina podes acceder a un video de Youtube onde podes ver a relación entre o MCU e o MAS

<http://iesfgcza.educa.aragon.es/depart/fisicaquimica/fisicasegundo/videosmas.html>

Estudio da fase inicial (Páxina Villasuso e applet de Angel Franco)

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/mas/index.htm>

| | |
|---|--|
| <p>Observa o punto onde empeza a moverse o móbil na circunferencia. Cando o desfasamento é cero, coinciden a orixe de espazos coa orixe de tempos. Na gráfica da posición fronte ao tempo, observa que o M.H.S empeza no punto medio ou de equilibrio</p> | |
| <p>Cambia o valor do desfasamento. Podes elixir un valor entre 0 e 360°. Para facelo, feixe un click no cadro adecuado, borra o seu contido, coloca o ángulo que queiras (empeza cun desfasamento de ángulo pequeno, por exemplo 45°) e pulsa "Empezar". Observa onde empeza agora o móbil. Notas algunha diferenza na gráfica? Que conclusión sacas?</p> | |
| <p>Para dous desfasamentos suplementarios (ex. 30° e 150°) o movemento empeza no mesmo punto cos mesmos valores das velocidades (en módulo), pero con sentidos opostos, é dicir, arrinca do mesmo punto, pero avanza en sentido contrario. Compróbo. É cero a velocidade inicial?</p> | |
| <p>Modifica agora libremente a amplitude, mantendo constantes as outras dúas variables. Podes elixir valores entre 0.5 e 2 . Que variación observas?</p> | |
| <p>Por último, modifica libremente a frecuencia. Admite valores entre 1 e 2. Que deduces do cambio de frecuencia, mantendo fixas as outras dúas variables?</p> | |

Relación entre o mhs e o mcu: un corpo real e dous auxiliares

Move o corpo real a posición inicial que desexes. Observa os corpos auxiliares que teñen a súa proxección sobre o corpo real. Nembargantes, só a proxección dun deles vai seguir ao corpo real cando este inicie o seu movemento.

| | |
|--|--|
| <p>Escolle no menú o sentido inicial do movemento do corpo. Escolle cos pulsadores do botón “corpo auxiliar” cal deles cre que é o correcto Pulsa o botón “animar” para comprobar se a túa elección foi a correcta</p> | |
| <p>Repite varias veces a experiencia cambiando a posición inicial do corpo real e o sentido no que parte</p> | |
| <p>Fíxate no caso particular no que o corpo real se atope inicialmente nun dos extremos da súa traxectoria.¿Que sucede neste caso concreto?</p> | |

4. Dinámica do mhs

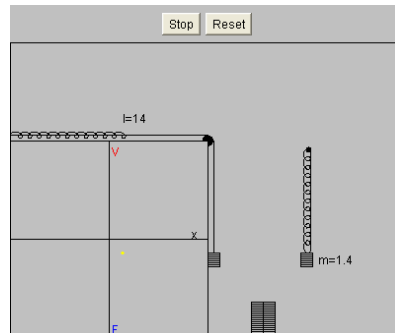
Cando comences a animación podes ver o vector aceleración (branco) e o vector forza elástica (vermello). Cos pulsadores podes variar os valores de amplitude, período e masa (utiliza o zoom si é necesario)

| | |
|--|--|
| Detén a animación en distintas posicións e relaciona o sentido da aceleración e da forza co signo da elongación | |
| Varía o valor da amplitude (A) e escribe os correspondentes valores de F. ¿Que relación hai entre eses valores? | |
| Varía o valor do periodo e comproba se tamén varía o valor da forza | |
| Finalmente, varía o valor da masa (m) do corpo e comproba como varían os valores da forza (F) | |
| Fai unha táboa onde indiques como varían os valores de F para distintos valores de t para uns valores determinados de amplitude (A), período (T) e masa(m) | |

4.1 MHS de corpos unidos a un resorte

| | |
|--|--|
| <p>Inicia o movemente cunha amplitude determinada e utiliza o mesmo valor para as constantes dos resortes e masas diferentes para os corpos. Anota as túas conclusións</p> | |
| <p>Utiliza agora dúas masas iguais nos resortes que teñen diferente constante elástica</p> | |
| <p>Mantendo as masas iguais busca valores de k_1 e k_2 que fagan que un resorte teña o dobre de frecuencia que o outro. ¿Cal é a relación entre as constantes? Usa agora valores iguais para as constantes e busca valores de masas que fagan dobre unha das frecuencias</p> | |

4.2 Dinámica (<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/mas/index.htm>)



| | |
|--|--|
| <p>Na gráfica que aparece baixo a mesa do applet mira a representación da forza fronte á elongación. Que sinala o punto verde? Quizais a posición de equilibrio? A suma da forza peso e a forza recuperadora é cero nese punto? É cero a velocidade nese punto? E a aceleración?</p> | |
| <p>Coñecendo a masa e a constante acha a pulsación utilizando lapis e papel. A partir dela acha o período da oscilación e comproba o seu valor no applet. Podes variar o período alargando máis o resorte cando o lanzas? A maior elongación, maior período?</p> | |
| <p>Comproba que, para unha masa dada, ao alcanzar a elongación máxima ao lanzala, a forza recuperadora será máxima, e por tanto maiores aceleración máxima e velocidade máxima, pero sempre o mesmo período. Inflúe a masa no período de oscilación?</p> | |
| <p>A representación da velocidade fronte ao tempo é unha curva senoidal. Comproba que a representación da velocidade fronte á distancia é unha elipse (curva vermella da figura) Para que valores de "x" a velocidade ten valor cero?.</p> | |

5. Estudio enerxético do mhs

| | |
|--|--|
| Observa, en primeiro lugar, que aínda que as enerxías cinética e potencial varíen, a enerxía total do movemento permanece constante. Anota os valores destas enerxías en tres instantes diferentes, para valores fixos de A, T e m | |
| Para valores de T e m fixos, varía os valores de A e anota os valores correspondentes de E_c , E_p e E_T . ¿Que conclusións deduces? | |
| Fai o mesmo que no apartado anterior, variando sucesivamente os valores de T e m e mantendo as outras dúas magnitudes fixas. Anota as túas conclusións. | |
| As enerxías cinética e potencial varían cando o fai a posición do corpo. ¿En que posicións do corpo toman os seus valores máximos e mínimos as enerxías cinética e potencial elástica? | |

5.1 Estudio gráfico das enerxías implicadas

| | |
|---|--|
| Anota as enerxías cinética, potencial e total para oito posicións diferentes. En cada instante, a diferenza entre a enerxía total e a enerxía cinética representa a enerxía potencial elástica | |
| Comproba de novo que aínda que as enerxías cinética e potencial elástica varían continuamente, a enerxía total permanece constante. Observa tamen as posicións do corpo que fan máximos e mínimos ámbolos dous tipos de enerxía | |
| | |

5.2 Forza e Enerxía [applet de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>]

| | |
|--|--|
| <p>Introduce o valor de $m\omega^2$, actuando en la barra de desprazamento titulada Constante e tamén a enerxía total da partícula E, actuando na barra de desprazamento titulada Enerxía.</p> | |
| <p>Pulsa no botón titulado Empieza</p> <p>Observa os valores da enerxía cinética, potencial e a forza sobre a partícula, en particular, cando a partícula pasa pola orixe e polas posicións de máximo desprazamento. Anota estes valores.</p> | |

5.3 Máis Enerxía:

(<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/fisicaInteractiva/mas/index.htm>)

| | |
|--|--|
| <p>Observa a liña vertical que sale do punto vermello. Esta liña vermella representa os valores da enerxía cinética e a liña azul a enerxía potencial elástica. Comproba en que puntos da traxectoria alcánzanse os valores máximos para cada tipo de enerxía. Podes visualizar os valores numéricos de ambas as enerxías na parte superior esquerda do applet. Para velo mellor, pulsa o botón "Pausa".</p> | |
| <p>Comproba que a suma da enerxía cinética máis a potencial é a enerxía total. A enerxía total sempre é a mesma. A parábola azul é a representación de $\frac{1}{2} K x^2$ fronte a x?</p> | |
| <p>Cambia o valor da constante do resorte a 5 unidades sen cambiar a enerxía total. Observa que sucede. Sabes explicar a razón?</p> | |
| <p>Que representa o vector de cor morada que aparece na gráfica? Está sempre dirixido cara ao centro? Podes achar a forza recuperadora máxima do resorte? Podes interpretar esta expresión: $-dE_p/dx = F$? Que dirección ten a forza dada pola expresión anterior? Comproba a dirección do vector morado</p> | |

6. Exemplos de mas

- a. **Péndulo simple** [applet de <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>]

Determinación do valor de g

| | |
|--|--|
| <p>Selecciónase un corpo celeste da lista de corpos celestes, no control selección titulado Planeta</p> <p>Establécese a lonxitude l do péndulo en cm, actuando na barra de desprazamento</p> <p>Púlsase o botón titulado En marcha, para pór en marcha o cronómetro, púlsase o mesma botón titulado Parar, para medir o intervalo de tempo. Nesta "experiencia" mídese o tempo de cinco oscilacións</p> | |
| <p>Cámbiase a lonxitude do péndulo e realízase unha nova medida e así sucesivamente</p> | |
| <p>No control área de texto, situado á esquerda do applet recóllese os datos "experimentais", lonxitude do péndulo (en m) período (dunha oscilación en s). Cando se teñen suficientes datos púlsase o botón titulado Gráfica. Anota na folla de actividades, nunha táboa, os datos xerados</p> | |
| <p>O programa interactivo traza a recta cuxa pendente é a inversa da aceleración da gravidade g e os datos "experimentais" en forma de puntos de cor vermella; Que representamos nos eixos X e Y? Xustifica por que a pendente da recta é a inversa de g</p> | |

b. Resorte elástico

Medida da constante elástica dun resorte (método estático)

| | |
|---|--|
| <p>Cada vez que se pulsa o botón titulado Nuevo, o programa interactivo xera un número ao azar que representa o valor da constante elástica dun resorte, cuxo valor imos determinar realizando a "experiencia".</p> <p>Colgamos do extremo libre do resorte pesas de 50 g cada unha e medimos na regra a deformación x do resorte</p> | |
| <p>Transformamos o peso F expresado en gramos en newtons (N) multiplicando polo factor 0.0098, e a deformación x en centímetros expresámola en metros. Os pares de datos (x, F) recóllense no control área de texto situado á esquerda do applet.</p> <p>Cando teñamos suficientes datos púlsase o botón titulado Gráfica</p> | |
| <p>Anota na túa folla de actividades os datos obtidos e determina o valor de k</p> | |

c. Medida da constante elástica dun resorte (método dinámico)

| | |
|--|--|
| <p>Cada vez que se pulsa o botón titulado Nuevo, o programa interactivo xera de forma aleatoria o valor da constante elástica dun resorte, cuxo valor imos determinar realizando esta "experiencia".</p> <p>Colgamos do extremo libre do resorte unha pesa de 50 g, arrastrándoa co punteiro do rato. Pulsamos o botón titulado Empieza. O sistema formado pola masa e o resorte comeza a oscilar.</p> | |
| <p>Mídese o tempo de cinco oscilacións completas, cun cronómetro. Ponse en marcha o cronómetro pulsando o botón titulado En marcha, e párase pulsando o mesmo botón titulado agora Parar</p> | |
| <p>Colgamos unha ou máis pesas de 50 g e repetimos o procedemento de medida do tempo de cinco oscilacións</p> | |
| <p>Os datos da "experiencia" masa m (en kg) das pesas que colgan do resorte, período T (de 5 oscilacións en s) recóllense no control área de texto, situado á esquerda do applet.</p> | |

A determinación de g cun péndulo simple e a determinación da constante elástica dun resorte polos métodos estático e dinámico tamén se fan no laboratorio