

PROBLEMAS DE FÍSICA DE 2.º DE BACHARELATO

Exemplo de uso da folla de cálculo: «[FisicaBachGal.ods](#)»

● Comezo

Cando se execute a folla de cálculo, prema sobre o botón **Activar macros**.




















Para ir ao índice pode elixir unha destas opcións:

- Prema sobre a pestana **Índice** situada na parte inferior.
- Ou pulse a tecla Ctrl mentres preme sobre a cela **Índice** situada na parte superior dereita.

Para ver a axuda pode elixir unha destas opcións:

- Prema sobre a pestana **Axuda** situada na parte inferior.
- Ou pulse a tecla Ctrl mentres preme sobre a cela **Axuda** situada na parte superior dereita.

● Teclado e rato



Teclado e rato	Pulse á vez nas teclas:	Abreviatura
Copiar	Ctrl e C	(Ctrl+C)
Pegar sen formato (menú)	Ctrl,  e V	(Ctrl+  +V)
Pegar sen formato (rápido)	Ctrl, Alt,  e V	(Ctrl+Alt+  +V)
Pegar	Ctrl e V	(Ctrl+V)
Superíndice	 , ^, {número ou signo} e {espazador,  ou 	( +^+n.º+ )
Subíndice	_, {número ou signo} e {espazador,  ou 	(_+n.º+ )
Punto multiplicación	 e 3	( +3)
Ver opcións	Alt e 	(Alt+ )
Seleccionar	Dobre clic	
Cela seguinte		
Seguir ligazón (na folla cálculo)	Ctrl e clic	
Borrar á esquerda		
Borrar á dereita	Supr ou Del ou Delete	
Aceptar	 ou Intro ou Enter	

● Datos

Para borrar tódolos datos pode elixir unha destas opcións:

- Prema sobre o botón **Borrar datos** e despois sobre o botón **Aceptar**.
- Ou prema sobre o menú: **Editar** → **Seleccionar** → **Seleccionar celas desprotexidas**, e pulse despois a tecla Supr.


Para elixir unha opción siga estes pasos:

1. Prema sobre a cela: .
2. Prema sobre a frecha: .
3. Elix a unha opción.

Para anotar unha cantidade:


Prema sobre a cela: , e escriba nela o dato.

Para poñer un valor en notación científica pode elixir unha destas opcións:

- Escriba o número en formato científico 0,0E-0 da folla de cálculo.
- Ou escriba o número en formato habitual 0,0·10⁻⁰.
- Ou seleccione o valor noutro documento, cópieo (Ctrl+C) e péguelo (Ctrl+Alt++V).

Exemplos de escritura en formato científico:

	Escriba:	Na cela aparecerá:
Folla de cálculo:	3E-9	3,00E-09
Formato habitual:	3,00  310  ^ -   ^9 	3,00·10 ⁻⁹

(Despois do signo – pulse o espazador (). Pulse  para borrarlo)

Se ese número xa estaba nun documento, pode copiar e pegar seguindo estes pasos:

1. Selección: prema sobre o principio do número e arrastre o rato ata o final ou dobre clic


2. Cópíeo: menú **Editar** → **Copiar** ou Ctrl+C
3. Prema sobre a cela: .
4. Pégueo: menú **Editar** → **Pegado especial** → **Pegar texto sen formato** ou Ctrl+Alt+V

● Como pegar o enunciado na folla de cálculo

Se o enunciado foi copiado da pestana de exemplos da mesma folla, só necesita pegalo, premendo ao tempo nas teclas Ctrl e V. Para pegar doutra orixe:


Faga dobre clic na folla de cálculo na cela situada baixo a etiqueta «Problema». Selecciónlea:

- ou premendo ao tempo as teclas Ctrl, maiúsculas e espazador
- ou ben, no menú: **Editar** → **Seleccionar todo**


Pégueo, premendo ao tempo as teclas Ctrl, Alt,  e V.

No caso que desaparecese o formato da cela onde vai o enunciado, copie calquera outro enunciado da folla de cálculo e pégueo nela.

● Tipos de problemas

Na páxina  Índice, aparecen as ligazóns ás follas cos tipos de problemas que pode resolver.

Para ir a algún deles, manteña pulsada a tecla Ctrl mentres fai clic co rato no Tema que contén o tipo de problemas desexado, ou faga clic co rato na pestana inferior correspondente.

O nome da pestana de cada tipo de problemas está na columna de **Pestana** na páxina  Índice.

● Outros cálculos

Nalgunhas follas aparece unhas celas baixo o epígrafe: OUTROS RESULTADOS.

Nela pódense escribir fórmulas para facer cálculos.

Para poñer unha fórmula nunha cela, hai que empezar escribindo «=» e logo poñer símbolos de operacións («+», «-», «*» ou «/») e facer clic nas celas coas que operar.

Por exemplo, para que a cela A3 faga a suma entre os números que hai nas celas A1 e B1:

1. **Seleccione a cela** na que queres introducir a fórmula.
2. **Escriba un signo igual (=)** na cela. Isto indica a LibreOffice que o que segue é unha fórmula.
3. Agora pode seguir de calquera destas maneiras:
 - Faga clic na cela A1. Escriba «+». Faga clic na cela B1.
 - Ou, escriba fórmula. Para sumar as dúas celas, escriba “=A1+B1”, onde “A1” e “B1” son as coordenadas das celas que quere sumar.
4. **Prema a tecla Enter** (ou Intro ou ↵) para completar a entrada.

A cela mostrará agora o resultado da fórmula.

Lembre que pode usar unha variedade de funcións matemáticas na súa fórmula, como SUM para sumar, RAÍZC para calcular a raíz cadrada, e así sucesivamente. Consulte a axuda de LibreOffice para obter unha lista completa das funcións dispoñibles.

Cando a cela que contén o dato está en formato científico, como $6,67 \cdot 10^{-11}$, ten que empregar a función

AVALOR, para que o transforme nun número. Por exemplo, a fórmula para calcular $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$, vendo

que os datos atópanse nas celas do cadro (e que r é a suma: $R + h$), sería:




=RAÍZC(AVALOR(J8)*J2/(J3+J6))

	H	I	J	K
2	Masa	$M =$	5,97E+24	kg
3	Raio	$R =$	6,37E+06	m
4				
5	Masa	$m =$		kg
6	Altura	$h =$	693 000	m
7				
8	Constante da gravitación	$G =$	$6,67 \cdot 10^{-11}$	$\text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

A cela onde escribise a fórmula, por exemplo H22, presentaría o resultado: 7508,53966 609 457. Para obter un aspecto mellor podería empregar a función: NUMFORMA. Se noutra cela, por exemplo J22, escribe a función: =NUMFORMA(H22), o que vería en J22 sería: $7,51 \cdot 10^3$.

Na pestana «Introd» ten máis información das funcións exclusivas que pode empregar. Para velas faga clic en [funcións](#).

● Exemplos

Na columna da dereita da páxina  Índice, aparecen as ligazóns ás follas que conteñen copias dos datos dos problemas dos tipos que pode resolver. Se quere consultalos, manteña pulsada a tecla Ctrl mentres fai clic co rato no [Tema](#) que contén o tipo de problemas desexado, ou faga clic co rato na pestana inferior correspondente. Note que as follas con exemplos comezan todas pola letra D, dende  D_Satelites ata  D_Desintegr.

Pódense resolver exercicios dos seguintes temas:

Gravitación	Satélites Masas puntuais
Electromagnetismo	Cargas puntuais Péndulo en campo eléctrico Esferas concéntricas Partícula cargada movéndose nun campo magnético uniforme Campo e forza magnética entre condutores paralelos
Vibracións e ondas	Movemento harmónico simple Péndulo Ondas
Óptica xeométrica	Espellos e lentes
Física moderna	Efecto fotoeléctrico Enerxía nuclear Desintegración radioactiva

◇ Cálculo de coordenadas para figuras regulares

1. Calcula as coordenadas dun triángulo equilátero de 80 cm de lado coa base no eixe X e o vértice superior no eixe Y.

[Borre os datos.](#)

Figura:	Triángulo equilátero		
Lado			
	Lonxitude:		cm
Xirar:		° arredor do eixe:	Z
:			
x (cm)	y (cm)	z (cm)	

Para ver o enunciado na mesma folla, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folla de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, [elixa](#) a opción «Triángulo equilátero», na cela situada á dereita de «Figura», elixa a opción «Lado», debaixo de «Figura», escriba o seu valor (80) na cela situada á dereita de «Lonxitude», e elixa a unidade (cm) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Figura:	Triángulo equilátero		
Lado			
	Lonxitude:	80	cm

Este será o diagrama, que sitúa o centro do triángulo no punto (0, 0):

Para cumprir coa petición «coa base no eixe X e o vértice superior no eixe Y», o que se pode facer é:

- Desprazar o triángulo cara arriba ata que a base quede no eixe X:

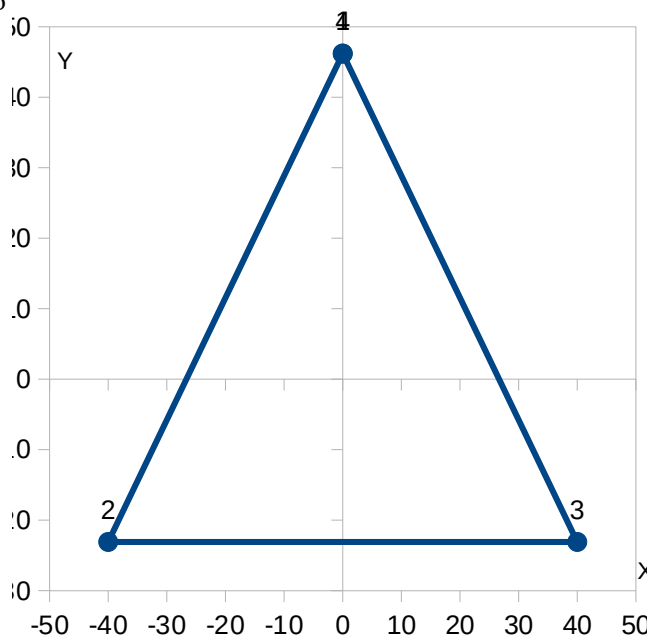
Desprazar :			
x (cm)	y (cm)	z (cm)	
	23,09		

- Ou ben situar o punto 3 nas coordenadas (40, 0)

Situación 3 en :			
x (cm)	y (cm)	z (cm)	
40			

Para empregar as coordenadas calculadas aquí na pestana «Campos» pode optar por un dos seguintes métodos:

- Seleccionar co rato as coordenadas calculadas na pestana «Coords» e copialas (pulsando ao tempo as teclas Ctrl e C), ir á pestana «Campo», premer sobre a cela situada debaixo de x na zona de «Coordenadas» e:
 - Pegalas pulsando ao tempo as teclas Ctrl, \uparrow e V e premendo sobre «Valores só».
 - Ou ben premer sobre o menú: **Editar** → **Pegado especial** → **Pegar só os números**.
- Ir á pestana «Campo», premer sobre a cela (I33) situada á dereita de «copie esta cela →», facendo clic nela e pulsando ao tempo as teclas Ctrl e C, seleccionar co rato as celas debaixo das coordenadas x e y, e:
 - Premer sobre o menú: **Editar** → **Pegado especial** → **Pegar só a fórmula**.
 - Ou ben pegalas pulsando ao tempo as teclas Ctrl, \uparrow e V, marcando «Fórmulas» na columna na cela situada debaixo de «Pegar» e premendo sobre «Aceptar».



♦ Satélites

1. O Sentinel-1 é un satélite artificial de órbita circular polar da Axencia Espacial Europea dentro do Programa Copérnico destinado á monitorización terrestre e dos océanos. Está situado a 693 km sobre a superficie terrestre.
- a) Cantas voltas dá á Terra cada día?
- b) Que velocidade houbo que proporcionarlle no lanzamento para poñelo en órbita?
- Datos: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M(T) = 5,97 \times 10^{24} \text{ kg}$; $R(T) = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$. (A.B.A.U. extr. 23)
- Rta.:** a) $f = 14,6 \text{ día}^{-1}$; b) $v = 8,29 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.

[Borre os datos.](#)

Astro	Masa	$M =$		kg
	Raio	$R =$		
	Gravidade no chan	$g_0 =$		m/s ²
Satélite	Masa	$m =$		kg

Para ver o enunciado na mesma folia, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folia de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+⇧+V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e [elixas](#) as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Debaixo de «Astro» pode elixir a opción «Terra», e aparecerán os valores da súa masa e o seu raio.

Pode cambiar estes datos, ben copiando (Ctrl+C) no enunciado e pegando (Ctrl+Alt+⇧+V) ou escribindo, en formato científico «folia de cálculo» ou no habitual:

- O valor, en kg, da masa ($5,97\text{E}24$ ou $5,97 \cdot 10^{24}$) na cela situada á dereita de « $M =$ ».
- O valor do raio ($6,37\text{E}6$ ou $6,37 \cdot 10^6$) na cela situada á dereita de « $R =$ ».

Debaixo de «Masa», elixa a opción «Altura», escriba o seu valor (693) na cela situada á dereita de « $h =$ », e elixa a unidade (km) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Elixa o outro valor ($6,67 \cdot 10^{-11}$) para a constante da gravitación na cela situada á dereita de « $G =$ ».

Astro	Masa	$M =$	5,97E+24	kg
Terra	Raio	$R =$	6,37E+06	m
Satélite	Masa	$m =$		kg
	Altura	$h =$	693	km
	Constante da gravitación	$G =$	6,67·10 ⁻¹¹	N·m ² /kg ²

Pero se copiou e pegou os valores da masa e o raio, dende o enunciado tal como están escritos, debería ver $5,97 \times 10^{24}$ en vez de $5,97\text{E}+24$ e $6,37 \cdot 10^6$ en vez de $6,37\text{E}+06$.

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

a) Elixa a opción «Frecuencia» debaixo de «Cifras significativas» e a opción «día⁻¹» para as unidades.

b) Elixa as opcións «Velocidade» e «poñelo en órbita», na liña onde se le «no chan para».

		Raio	km	Velocidade	m/s	Frecuencia	
Órbita	$r =$	7060		7510		14,6	día ⁻¹
	Energía	cinética		potencial		mecánica	J
	na órbita	2,82·10 ⁷ J/kg		-5,64·10 ⁷ J/kg		-2,82·10 ⁷ J/kg	
				Terra	$g_0 =$	9,82	m/s ²
	Velocidade	no chan para	poñelo en órbita	$v(\dot{\theta}) =$		8,29·10 ³	m/s

2. Un satélite artificial ten unha masa de 200 kg e unha velocidade constante de $7,00 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Calcula a altura á que orbita.
 - Se nese momento se lle fornece unha enerxía igual á enerxía cinética que xa ten, calcula a que distancia da Terra podería chegar.

Datos: $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $R(T) = 6,37\cdot 10^6 \text{ m}$.

(A.B.A.U. extr. 22)

Rta.: a) $h = 1750 \text{ km}$; b) $r = \infty$.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e **elixax** as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Para o raio da Terra, copie (Ctrl+C) o valor no enunciado e **pégueo** (Ctrl+Alt+⬆+V) ou escribalo, en formato científico «folla de cálculo» ($6,37\text{E}6$) ou no habitual ($6,37\cdot 10^6$), na cela situada á dereita de « $R =$ ».

Elixa a opción «Velocidade», na 2.ª cela situada debaixo de «Masa», escriba o seu valor (7) e elixa a unidade (km/s) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Astro	Masa	$M =$		kg
	Raio	$R =$	6,37E+06	m
	Gravidade no chan	$g_0 =$	9,81	m/s ²
Satélite	Masa	$m =$	200	kg
	Velocidade	$v =$	7	km/s

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

- a) Elixa a opción «Altura», en lugar de «Raio».

		Altura	km
Órbita	$h =$	1750	

- b) Esta folla non calcula esta cuestión, pero dá pistas para resolvela. Comprobe que a enerxía cinética é oposta á enerxía total.

Enerxía	cinética	potencial	mecánica	J
na órbita	$4,90\cdot 10^9 \text{ J}$	$-9,80\cdot 10^9 \text{ J}$	$-4,90\cdot 10^9 \text{ J}$	

Neste caso, unha enerxía cinética sumada a súa enerxía mecánica dá como resultado 0. Pero 0 é a enerxía potencial do infinito, porque se toma o infinito como orixe de enerxía potencial. O satélite deberá chegar ao infinito.

3. O período de Xúpiter na súa órbita arredor do Sol é aproximadamente 12 veces maior que o da Terra na súa correspondente órbita. Considerando circulares as órbitas dos dous planetas, determine:

- A relación entre os raios das devanditas órbitas.
- A relación entre as aceleracións dos dous planetas nas súas respectivas órbitas.

(A.B.A.U. ord. 22)

Rta.: a) $r_2 / r_1 = 5,2$; b) $a_2 / a_1 = 0,036$.

Esta folla non resolve este problema.

Pero pode calcular os raios das órbitas de Xúpiter e a Terra e as aceleracións dos planetas nelas.

Logo poderá dividir estes resultados parciais para calcular os resultados en OUTROS CÁLCULOS.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e **elixax** as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Elixa a opción «Sol» debaixo de «Astro», e a opción «Período» na 2.ª cela situada debaixo de «Satélite», escriba o seu valor (12) e elixa a unidade (anos) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Astro	Masa	$M =$	$1,9891 \cdot 10^{30}$ kg
Sol	Raio	$R =$	$6,95508 \cdot 10^8$ m
Satélite	Masa	$m =$	
	Período	$T =$	12 anos

a) En RESULTADOS, copie (Ctrl+C) o valor do «Raio» ($7,84 \cdot 10^8$) e pégueo (Ctrl+Alt+⇧+V) en OUTROS CÁLCULOS, na cela branca situada á dereita de «Fórmula:».

En DATOS, cambie o valor 12 do Período por 1. Noutra cela branca de OUTROS CÁLCULOS, por exemplo a última á dereita de «Fórmula:» (de coordenadas L22):

1. Escriba: =avalor(
2. Faga clic co rato na cela onde copiou o primeiro valor (de coordenadas H22).
3. Siga escribindo:)/avalor(
4. Prema sobre a cela onde está o valor do raio ($1,50 \cdot 10^8$ km) (de coordenadas H13).
5. Pulse Enter (ou Intro ou ⇐) no teclado.

En OUTROS CÁLCULOS deberá ver un número equivalente a 5,23:

Etiqueta:			
Fórmula:	$7,84 \cdot 10^8$		5,22666 667

Na cela onde aparece ese resultado coa relación entre os raios contén a fórmula:

=AVALOR(H22)/AVALOR(H13) que pode verse na barra de fórmulas da folia de cálculo:

L22	\sum	=	=AVALOR(H22)/AVALOR(H13)
-----	--------	---	--------------------------

Representa o cociente entre o valor do contido da cela H22 ($7,84 \cdot 10^8$) e o valor do contido da cela H13 ($1,50 \cdot 10^8$).

AVALOR é unha función exclusiva desta folia de cálculo que devolve o valor numérico dun número escrito coa notación científica «habitual», como $1,50 \cdot 10^8$.

b) En DATOS, volva a escribir 12 na cela situada á dereita de «T =».

En RESULTADOS, elixa a opción «Campo gravitacional» na órbita e copie (Ctrl+C) o valor de «g» ($2,16 \cdot 10^{-4}$).

En OUTROS CÁLCULOS, pégueo (Ctrl+Alt+⇧+V) na cela branca situada á dereita de «Fórmula:».

En DATOS, volva a cambiar o valor 12 por 1.

En OUTROS CÁLCULOS:

1. Prema sobre a cela onde escribiu a fórmula anterior (de coordenadas L22).
2. Pulse a tecla F2 do teclado.
3. Verá un rectángulo vermello rodeando o valor do raio (na cela H13), Prema sobre el e arrástreo ata que rodee o valor de g ($0,00593$ na cela L18).
4. Pulse Enter (ou Intro ou ⇐) no teclado.

Deberá ver un número equivalente a 0,0364.

Fórmula:	$2,16 \cdot 10^{-4}$		0,0364
----------	----------------------	--	--------

Agora a fórmula é distinta. [=AVALOR(H22)/AVALOR(L18)].

L22	\sum	=	=AVALOR(H22)/AVALOR(L18)
-----	--------	---	--------------------------

(Como neste caso, os números non están en notación científica, a fórmula podería ter sido máis sinxela: =H22/L18, e podía conseguirse escribindo na cela L22: =H22/L18).

4. A masa do planeta Marte é 0,107 veces a masa da Terra e o seu raio é 0,533 veces o raio da Terra. Calcule:

a) O tempo que tarda un obxecto en chegar á superficie de Marte se se deixa caer desde unha altura de 50 m.

b) A velocidade de escape dese obxecto desde a superficie do planeta.

Datos: $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $R(T) = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$.

(A.B.A.U. ord. 21)

Rta.: a) $t = 5,21 \text{ s}$; b) $v = 5,01 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

Calcule primeiro a masa da Terra.

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e **elixe** as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Para o raio da Terra, copie (Ctrl+C) o valor no enunciado e pégueo (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) ou escribalo, en formato científico «folla de cálculo» ($6,37\text{E}6$) ou no habitual ($6,37 \cdot 10^6$), na cela situada á dereita de « $R =$ ».

Astro	Masa	$M =$		kg
	Raio	$R =$	6,37E6	m
	Gravidade no chan	$g_0 =$	9,81	m/s ²

Busque en RESULTADOS o valor da masa da Terra e anóteo:

Terra	$M =$	$5,96 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
-------	-------	---------------------------------

Para calcular a gravidade no chan de Marte e a velocidade de escape faga o seguinte:

Escriba en DATOS:

$=0,107 \cdot \text{AVALOR}("5,96 \cdot 10^{24}")$ ou $=0,107 \cdot 5,96\text{E}24$ na cela situada á dereita de « $M =$ »

$=0,533 \cdot \text{AVALOR}("6,37 \cdot 10^6")$ ou $=0,533 \cdot 6,37\text{E}6$ na cela situada á dereita de « $R =$ ».

Debería ver:

Astro	Masa	$M =$	6,38E+23	kg
	Radio	$R =$	3 395 210	m

Anote o valor de g_0 que aparece en RESULTADOS:

Astro	$g_0 =$	3,69 m/s ²
-------	---------	-----------------------

Esta folla non calcula o tempo que tarda en chegar ao chan. Debe facerse coa ecuación do MRUA, $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$. Despexando o tempo, queda: $t = \sqrt{2 s / a}$.

En OUTROS CÁLCULOS, escriba na cela situada á dereita de «Fórmula»:

$=\text{RAÍZC}(2 \cdot 50 / \text{AVALOR}(L16))$ ou $=\text{RAÍZC}(2 \cdot 50 / 3,69)$

Debería ver en OUTROS CÁLCULOS un número semellante a 5,21:

Fórmula:	5,21
----------	------

b) En RESULTADOS elixa as opcións «Velocidade» e «alcanzar o infinito» aos dous lados de «no chan para».

Velocidade	no chan para	alcanzar o infinito	$v(\text{esc.}) = 5,01 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
------------	--------------	---------------------	--

Pode ver máis exemplos na pestana «D_Satelites».

Pode empregar a folla de cálculo [Satélites \(gal\)](#), coa axuda de [Satélites PAU \(gal\)](#) ou [Satélites ABAU \(gal\)](#), para poder ver problemas resoltos deste tema.

♦ Masas ou cargas puntuais: Masas

Nesta folla pode resolver exercicios de sistemas de masas ou cargas puntuais. Para os exercicios de masas puntuais ten que [elixir](#) a opción «Masa» na cela de cor laranxa situada debaixo de «Constante».

- Dúas masas de 150 kg están situadas en A(0, 0) e B(12, 0) metros. Calcula:
 - O vector campo e o potencial gravitacional en C(6, 0) e D(6, 8).
 - Se unha masa de 2 kg posúe no punto D unha velocidade de $-1 \cdot 10^{-4} \hat{j} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, calcula a súa velocidade no punto C.

(P.A.U. xuño 14)

Rta.: a) $g_c = 0$; $g_d = -1,6 \times 10^{-10} \text{ j m/s}^2$; $V_c = -3,34 \times 10^{-9} \text{ J/kg}$; $V_d = -2,00 \times 10^{-9} \text{ J/kg}$; b) $v = -1,13 \times 10^{-4} \text{ j m/s}$.

[Borre os datos.](#)

Constante	$K =$	8,9875500·10 ⁹ N·m ² ·C ⁻²			$\epsilon' =$	1
Carga	Coordenadas				m	
μC	Pto.	x (m)	y (m)	z (m)		
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
móbil	A					
	B					
Punto de partida:	S					
Punto de chegada:	T					
Velocidade inicial	$v_0 =$	m/s	m =		kg	
↑ Masa						

Para ver o enunciado na mesma folla, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folla de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, na cela situada debaixo de «Constante», [elixa](#) a opción «Masa».

Na cela de cor laranxa situada á dereita de «G =» pode elixir o outro valor ($6,67 \cdot 10^{-11}$).

Na cela de cor laranxa situada á dereita de «Coordenadas», elixa as unidades (m).

Na cela de cor laranxa situada debaixo de «Masa» elixa a unidade (kg).

Nas celas situadas debaixo de «kg», escriba os valores das masas (150), e, nas celas situadas a súa dereita, os valores correspondentes das coordenadas «x» e «y».

Na cela de cor laranxa situada á dereita de «móbil», elixa a opción «C», e na cela de abaixo, elixa a opción «D».

Na cela de cor laranxa situada á dereita de «Punto de partida:», elixa a opción «D», para indicar que a masa móbil sae do punto A. Para «Punto de chegada:» elixa a opción «C».

Escriba o valor da masa móbil (2), na cela situada á dereita da etiqueta «móbil», e os valores correspondentes das coordenadas «x» e «y» para os puntos C e D. (Cando escriba 6, aparecerá $6,67 \cdot 10^{-11}$. Pulse a tecla Supr (ou Del ou Delete), para que quede só o 6).

Na cela (I15) situada á dereita de «Velocidade inicial $v_0 =$ » escriba -1E-4 , ou copie o dato no enunciado do problema (seleccione -10^{-4} e prema ao tempo as teclas Ctrl e C) e pégueno nesa cela (clic na cela I15 e prema ao tempo as teclas Ctrl, Alt, \uparrow e V).

Constante	$G =$	6,67·10 ⁻¹¹ N·m ² ·kg ⁻²				1
Masa	Coordenadas				m	
kg	Pto.	x (m)	y (m)	z (m)		

móbil	150	1	0	0		
	150	2	12	0		
		3				
		4				
		5				
		6				
	2	C	6	0		C
		D	6	8		D
		D				D
		C				C
Punto de partida:		D				
Punto de chegada:		C				
Velocidade inicial	$v_0 = -1 \cdot 10^{-4}$		m/s			kg

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6. Elix a opción «Campo» na cela de cor laranxa situada á esquerda de «resultante», e a opción «Potencial» na cela de cor laranxa situada máis abaixo.

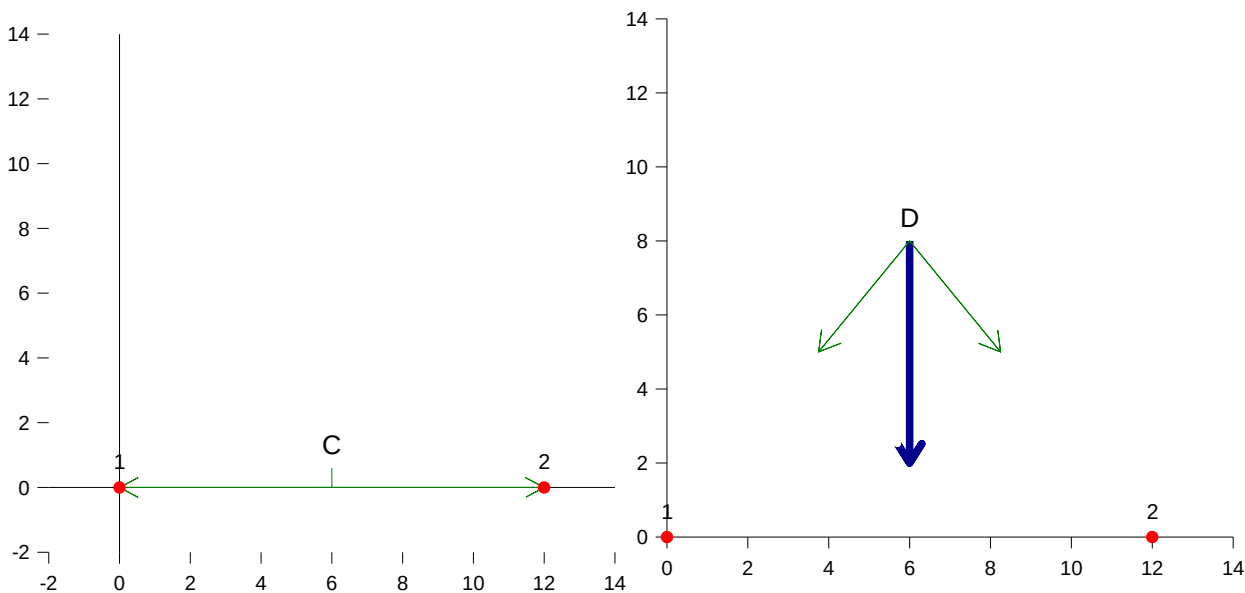
	Campo	resultante		Cifras significativas:	3
	g		g_x	g_y	
C	0 N/kg		0	0	N/kg
D	$1,60 \cdot 10^{-10}$ N/kg		0	$-1,60 \cdot 10^{-10}$	N/kg
	Potencial				
C	$-3,34 \cdot 10^{-9}$ J/kg		Velocidade final:	$1,13 \cdot 10^{-4}$ m/s	
D	0 J/kg				

Os vectores campo gravitacional poden verse na zona de GRÁFICAS, elixindo a opción «C» no primeiro caso e a opción «D» no segundo.

Os vectores campo, creados por cada unha das masas situadas nos puntos vermellos 1 e 2, aparecen en cor verde.

No punto D pode verse ademais o vector campo resultante, en cor azul máis grosso.

O campo resultante no punto C é nulo e non aparece na gráfica.



♦ Masas ou cargas puntuais: Cargas

Nesta folla pode resolver exercicios de sistemas de masas ou cargas puntuais. Para os exercicios de cargas puntuais ten que [elixir](#) a opción «Carga» na cela de cor laranxa situada debaixo de «Constante».

- Dúas cargas eléctricas positivas de 3 nC cada unha están fixas nas posicións (2, 0) e (-2, 0) e unha carga negativa de -6 nC está fixa na posición (0,-1).
 - Calcule o vector campo eléctrico no punto (0, 1).
 - Colócase outra carga positiva de 1 μC no punto (0,1), inicialmente en repouso e de xeito que é libre de moverse. Razoe se chegará ata a orixe de coordenadas e, en caso afirmativo, calcule a enerxía cinética que terá nese punto. As posicións están en metros.

Datos: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.

(A.B.A.U. ord. 21)

Rta.: a) $E = -8,67 \text{ J/N/C}$; b) $E_c = 2,41 \cdot 10^{-5} \text{ J}$.

[Borre os datos.](#)

Constante	$K =$	8,9875500·10 ⁹	$\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$	$\epsilon' =$	1
Carga	Coordenadas				m
μC	Pto.	x (m)	y (m)	z (m)	
	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
móbil	A				
	B				
Punto de partida:	S				
Punto de chegada:	T				
Velocidade inicial	$v_0 =$	m/s	m =		kg
					↑ Masa

Para ver o enunciado na mesma folla, seleccióneo na páxina de orixe e cópíeo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folla de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, na cela situada debaixo de «Constante», [elixa](#) a opción «Carga».

Na cela de cor laranxa situada á dereita de « K » elixa o outro valor ($9,0 \cdot 10^9$).

Na cela de cor laranxa situada á dereita de «Coordenadas», elixa as unidades (m).

Na cela de cor laranxa situada debaixo de «Carga», elixa a unidade (nC).

Nas celas situadas debaixo de «nC», escriba os valores das cargas (3, 3, e -6), e, a súa dereita, os valores correspondentes das súas coordenadas «x» e «y».

Na cela situada á dereita da etiqueta «móbil», escriba o valor da carga móbil (1000), nas mesmas unidades que o resto das cargas!, e, á súa dereita, os valores correspondentes das coordenadas (0 e 1).

Na cela de cor laranxa situada á dereita da etiqueta «Punto de partida:», elixa a opción «A», para indicar que a carga móbil sae do punto A.

Para o punto de chegada, pode deixar o nome do punto como se lle propón (T) ou cambialo, pero debe escribir os valores das coordenadas (0 e 0).

Constante	$K =$	9,0·10 ⁹	$\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$	$\epsilon' =$	1
Carga	Coordenadas				m
nC	Pto.	x (m)	y (m)	z (m)	
3	1	2	0		

móbil	3	2	-2	0		
	-6	3	0	-1		
		4				
		5				
		6				
	1000	A	0	1		
	B					
Punto de partida:	A				A	
Punto de chegada:	T	0	0			
Velocidade inicial	$v_0 =$		m/s	$m =$		kg

↑ Masa

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6. Elix a opción «Campo» na cela de cor laranxa situada á esquerda de «resultante», e a opción «Potencial» na cela de cor laranxa situada máis abaixo.

	Campo resultante		Cifras significativas:	3
	E	E_x	E_y	
A	8,67 N/C	0	-8,67	N/C
T				
	Potencial			
A	-2,85 V			
T				
	Traballo do campo desde A ata T:		$2,41 \cdot 10^{-5} \text{ J}$	
	Enerxía potencial das cargas fixas:		$-1,25 \cdot 10^{-7} \text{ J}$	

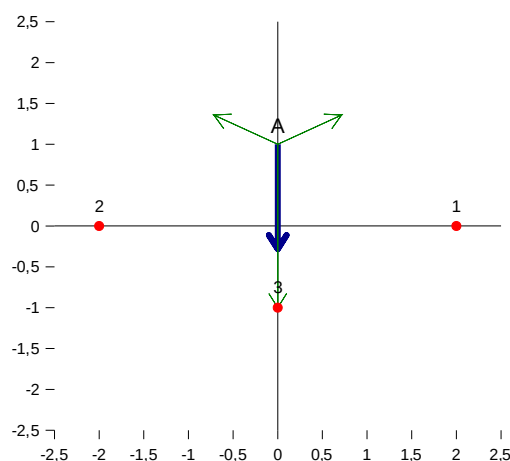
En GRÁFICAS aparece un diagrama cos vectores campo eléctrico, en cor verde, creados por cada unha das cargas situadas nos puntos vermellos 1, 2 e 3, e o vector campo resultante no punto A, en cor azul máis grosso.

Á vista da dirección e sentido do campo eléctrico e, tendo en conta que a carga móbil é positiva, parece lóxico pensar que pasará pola orixe de coordenadas. Deducindo que en tódolos puntos da parte positiva do eixe Y, a dirección e sentido do vector campo non varían, pódese asegurar que a carga pasará pola orixe.

Posto que cando a carga se despraza desde A ata a orixe, o traballo da forza do campo é positivo, a carga adquire unha enerxía cinética igual a ese traballo:

$$\Delta E_c = W = 2,41 \cdot 10^{-5} \text{ J}$$

Se partiu do repouso, esa será a enerxía cinética que terá.



2. Tres cargas de -2 , 1 e $1 \mu\text{C}$ están situadas nos vértices dun triángulo equilátero e distan 1 m do centro do mesmo.

- Calcula o traballo necesario para levar outra carga de $1 \mu\text{C}$ desde o infinito ao centro do triángulo.
- Que forza sufrirá a carga unha vez que estea situada no centro do triángulo?
- Razoa se nalgún punto dos lados do triángulo pode existir un campo electrostático nulo.

Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

(P.A.U. xuño 16)

Rta.: a) $W = 0$; b) $F = 0,0270$ cara á carga negativa.

[Borre os datos](#). Copie (Ctrl+C) o enunciado e [pégueo](#) na cela situada debaixo de «Problema».

Pode calcular as coordenadas na pestana «Coords» atendendo ás instrucións seguintes:

Prema sobre a pestana «Coords» e [elixe](#) a opción «Triángulo equilátero» e «Raio», escriba o valor do raio (1) e elixa á unidade (m) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Figura:	Triángulo equilátero
Raio	
Lonxitude:	1 m

Se en RESULTADOS mantén «Redondear a 8 cifras decimais», verá:

Redondear a: 8 cifras decimais			
Coordenadas			
Pto.	x (m)	y (m)	z (m)
1	0	1	0
2	-0,86602540	-0,5	0
3	0,86602540	-0,5	0

Volva á pestana «Campos» e copie a cela situada á dereita de «copie esta cela →», facendo clic nela e pulsando ao tempo as teclas Ctrl e C. Selecciona co rato as celas debaixo das coordenadas «x» e «y» para os tres puntos. Elixo no menú: **Editar → Pegado especial → Pegar só a fórmula**.

Escriba os valores das cargas fixas (-2, 1, e 1) nas celas situadas debaixo de « μC ».

Escriba o valor da carga móbil (1) na cela situada á dereita de etiqueta «móbil». Escriba, nas celas a súa dereita, os valores das coordenadas da carga móbil, que son as do centro do triángulo (0 e 0).

Elixo a opción « ∞ » na cela de cor laranxa á dereita de «Punto de partida:», e a opción «A» na cela de cor laranxa á dereita de «Punto de chegada:»

Constante		$K = 9,0 \cdot 10^9$	$\text{N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$		$\epsilon' = 1$
Carga	Coordenadas				
μC	Pto.	x (m)	y (m)	z (m)	
-2	1	0	1		
1	2	-0,86602540	-0,5		
1	3	0,86602540	-0,5		
	4				
	5				
	6				
móbil	1	A	0	0	
		B			
Punto de partida:	∞				∞
Punto de chegada:	A				A

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

Elixo a opción «Forza»:

Forza resultante		Cifras significativas: 3		
	F	F_x	F_y	F_z
A	0,0270 N	0	0,0270	0 N

3. Unha carga q de 2 mC está fixa no punto A (0, 0), que é o centro dun triángulo equilátero de lado $3\sqrt{3}$ m. Tres cargas iguais Q están nos vértices e a distancia de cada carga Q ao punto A é 3 m. O conxunto está en equilibrio electrostático. Calcula:

- O valor de Q .
- A enerxía potencial de cada carga Q .
- A enerxía posta en xogo para que o triángulo rote 45° arredor dun eixe que pasa por A e é perpendicular ao plano do papel.

Dato: $K = 9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$

(P.A.U. xuño 11)

Rta.: a) $Q = -3,46 \text{ mC}$; b) $E_p = 2,08 \times 10^4 \text{ J}$; c) $\Delta E = 0$.

a) O problema non se resolve directamente. Pódese calcular o valor dunha carga central que equilibraría tres cargas de 1 mC nos vértices.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

Pode calcular as coordenadas na pestana «Coords» atendendo ás instrucións seguintes:

Prema sobre a pestana «Coords» e **elixa** as opcións «Triángulo equilátero» e «Lado», escriba $=3*RAÍZC(3)$ na cela situada á dereita de «Lonxitude» e elixa á unidade (m) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Figura:	Triángulo equilátero
Lado	
Lonxitude:	5,1961524227 m

Se en RESULTADOS mantén «Redondear a 8 cifras decimais», verá:

Pto.	x (cm)	y (cm)
1	0	3
2	-2,59807621	-1,5
3	2,59807621	-1,5

Volva a pestana «Campos» e copie a cela situada á dereita de «copie esta cela →», facendo clic nela e pulsando ao tempo as teclas Ctrl e C. Selecciona co rato as celas debaixo das coordenadas «x» e «y» para os tres puntos. Elix a no menú: **Editar → Pegado especial → Pegar só a fórmula.**

Escriba «1» para cada un dos valores das cargas fixas, nas celas situadas debaixo de «mC».

Carga	Coordenadas		
mC	Pto.	x (m)	y (m)
1	1	0	3
1	2	-2,59807621	-1,5
1	3	2,59807621	-1,5

En RESULTADOS, escriba 6 na cela situada á dereita de «Cifras significativas», para ter maior precisión.

Campo resultante	Cifras significativas: 6
------------------	--------------------------

Busque o valor da carga que equilibra as cargas fixas.

Carga que equilibra as cargas fixas:	-0,577350 mC
--------------------------------------	--------------

A carga no centro que equilibra tres cargas de 1 mC, situadas nos vértices, vale $q = -0,57735 \text{ mC}$.

Este equilibrio mantérase se se multiplican tódalas cargas polo mesmo número. Para que a carga no centro sexa de 2 mC, haberá que multiplicar o seu valor actual (-0,57735) polo factor $2/(-0,57735)$.

Este será o factor polo que habería que multiplicar as cargas nos vértices, que son de 1 mC.

Polo tanto, as cargas nos vértices que equilibrarían unha carga de 2 mC do centro valerían:

$$Q = 2/(-0,57735) = -2/0,57735 \text{ mC}.$$

En DATOS, escriba a fórmula: $=-2/0,57735$ en vez do valor da carga, na cela situada debaixo de «mC».

mC	Pto.	x (m)	y (m)
$=-2/0,57735$	1	0	3

Pode copiar esta cela (G5) nas dúas de abaixo ou escribir en cada unha delas = e facer clic nesta cela (G5).

En RESULTADOS verá agora:

Carga que equilibra as cargas fixas:

2,00000 mC

b) Para este apartado, escriba 2, no valor da carga do punto 4, e 0, nas coordenadas x e y.

Escriba o valor da carga 1 (ou 2 ou 3) na cela situada á dereita de «móbil», e o valor das súas coordenadas nas celas da dereita.

	Carga	Coordenadas		
	mC	Pto.	x (m)	y (m)
móbil	-3,464103	1	0	3
	-3,464103	2	-2,59807 621	-1,5
	-3,464103	3	2,59807 621	-1,5
	2	4	0	0
		5		
		6		
	-3,464103	A	0	3

En RESULTADOS elixa a opción «E. potencial»:

E. potencial

A 2,07846·10⁴ J

c) En RESULTADOS, fíxese no valor da «Enerxía potencial das cargas fixas:». Vale 0 J.

Vaia agora á pestana «Coords.» e faga xirar o triángulo 45° arredor do eixe Z.

Xirar: 45° arredor do eixe:

Z

As coordenadas cambiaron. Volva a pestana «Campo», comprobe que as coordenadas son as novas, e comprobe que a enerxía é a mesma: 0 J.

♦ Péndulo nun campo eléctrico

1. Nunha rexión do espazo na que hai un campo eléctrico de intensidade $\vec{E} = 6 \cdot 10^3 \hat{i} \text{ N C}^{-1}$ colga, dun fío de 20 cm de lonxitude, unha esfera metálica que posúe unha carga eléctrica de $8 \mu\text{C}$ e ten unha masa de 4 g. Calcula:
- O ángulo que forma o fío coa vertical.
 - A velocidade da esfera cando pasa pola vertical ao desaparecer o campo eléctrico.
- Dato: $\vec{g} = -9,8 \hat{j} \text{ m s}^{-2}$. (A.B.A.U. extr. 23)
- Rta.:** a) $\alpha = 50,8^\circ$; b) $v = 1,20 \text{ m/s}$.

[Borre os datos.](#)

Sentido do campo eléctrico	→	
Distancia entre placas	$d =$	
Masa oscilante	$m =$	
Carga	$q =$	
Lonxitude do fío		
Aceleración da gravidade	$g =$	9,81 m/s ²

Para ver o enunciado na mesma folia, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folia de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e [elixe](#) as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Na cela de cor laranxa situada á dereita de «Sentido do campo eléctrico», elixa a opción «→», e na que se atopa debaixo dela, elixa a opción «Intensidade de campo eléctrico».

Copie (Ctrl+C) o valor no enunciado e péguelo (Ctrl+Alt+⬆+V) ou escribalo, en formato científico «folia de cálculo» (6E3) ou no habitual ($6 \cdot 10^3$), na cela situada á dereita de « $E =$ ».

Elixa o valor da aceleración da gravidade (9,8) na cela de cor laranxa situada á dereita de « $g =$ ».

Sentido do campo eléctrico	→	
Intensidade de campo eléctrico	$E = 6 \cdot 10^3$	N/C
Distancia entre placas	$d =$	
Masa oscilante	$m =$	4 g
Carga	$q =$	8 μC
Lonxitude do fío	$L =$	20 cm
Aceleración da gravidade	$g =$	9,8 m/s ²

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

Elixa a opción «Velocidade máxima» na cela de cor laranxa.

Ángulo coa vertical	$\varphi =$	50,8 °
Tensión do fío	$T =$	0,0620 N
Velocidade máxima	$v =$	1,20 m/s

2. Un péndulo está constituído por unha pequena esfera metálica de masa $m = 1 \text{ g}$ e dimensións desprezables, e un fío inextensible de 150 cm de longo e sen peso apreciable. Se a esfera ten unha carga positiva q e o péndulo se sitúa en una rexión onde existe un campo eléctrico uniforme de intensidade $E = 10^5 \text{ N/C}$. Calcula:

- a) O valor da carga q da esfera sabendo que cando o campo é paralelo ao eixe X alcázase a posición de equilibrio para un ángulo de 30° do fío coa vertical.
 b) O período de oscilación do péndulo cando o campo eléctrico é perpendicular ao eixe X e está dirixido de abaixo arriba.

Toma $g = 10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Rta.: a) $q = 57,7 \text{ nC}$; b) $T = 3,74 \text{ s}$.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+↕+V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e **elixas** as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Na cela de cor laranxa situada á dereita de «Sentido do campo eléctrico», elixa a opción «→», e na que se atopa debaixo dela, elixa a opción «Intensidade de campo eléctrico». Copie (Ctrl+C) o valor no enunciado e **pégueo** (Ctrl+Alt+↕+V) ou escriba, en formato científico «folla de cálculo» ($1\text{E}5$) ou no habitual ($1\cdot 10^5$), na cela situada á dereita de « $E =$ ».

Elixa o valor da aceleración da gravidade (10) na cela de cor laranxa situada á dereita de « $g =$ ».

Sentido do campo eléctrico	→	
Intensidade de campo eléctrico	$E =$	$1\cdot 10^5$ N/C
Distancia entre placas	$d =$	
Masa oscilante	$m =$	1 g
Carga	$q =$	
Lonxitude do fío	$L =$	150 cm
Ángulo	$\varphi =$	30 °
Aceleración da gravidade	$g =$	10 m/s ²

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

Carga eléctrica	$q =$	$5,77\cdot 10^{-8} \text{ C}$
-----------------	-------	-------------------------------

b) Copie (Ctrl+C) o resultado, seleccionándoo co rato e premendo ao tempo as teclas Ctrl e C. En DATOS cambie o «Sentido do campo eléctrico» a «↑». Prema sobre a cela situada á dereita de « $q =$ » e prema ao tempo as teclas Ctrl, Alt, ↕ e V. Elixa as unidades (C) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Carga	$q =$	$5,77\cdot 10^{-8}$ C
Lonxitude do fío	$L =$	150 cm

En RESULTADOS verá un aviso de que o ángulo (30°) é demasiado grande para supoñer M.H.S.

$\varphi = 30^\circ > 15^\circ!$		
Período	$T =$	3,81 s

A folla dá un resultado aproximado multiplicando o período dun M.H.S. ($T = 2 \pi \sqrt{L/g}$) polo factor: $-\ln(\cos(\varphi/2))/(1-\cos(\varphi/2))^1$.

Borre «Ángulo», o seu valor e as súas unidades.

Lonxitude do fío	$L =$	150 cm

Agora o resultado é:

Período	$T =$	3,74 s
---------	-------	--------

♦ Esferas concéntricas

1. Unha esfera condutora de raio 4 cm ten unha carga de +8 μC en equilibrio eléctrico. Calcula canto valen en puntos que distan 0, 2 e 6 cm do centro da esfera:

- a) O módulo da intensidade do campo eléctrico.
 b) O potencial eléctrico.
 c) Representa as magnitudes anteriores en función da distancia ao centro da esfera.

Dato: $K = 9 \cdot 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{C}^{-2}$.

(A.B.A.U. ord. 18)

Rta.: a) $|\vec{E}_1| = |\vec{E}_2| = 0$; $|\vec{E}_3| = 2,00 \cdot 10^7 \text{ N/C}$; b) $V_1 = V_2 = 1,80 \cdot 10^6 \text{ V}$; $V_3 = 1,20 \cdot 10^6 \text{ V}$.

[Borre os datos.](#)

Constante	$K =$	8,9875500·10 ⁹	N·m ² /C ²	$\epsilon' =$	1
Esfera		Interior	Exterior		
Carga da esfera	$Q =$				
Raio da esfera	$R =$				
Distancia	$r =$				cm
ao centro do punto		A	B		C

Para ver o enunciado na mesma folla, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folla de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

Na cela situada á dereita de « $K =$ » [elixa](#) o outro valor ($9,0 \cdot 10^9$).

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e [elixa](#) as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

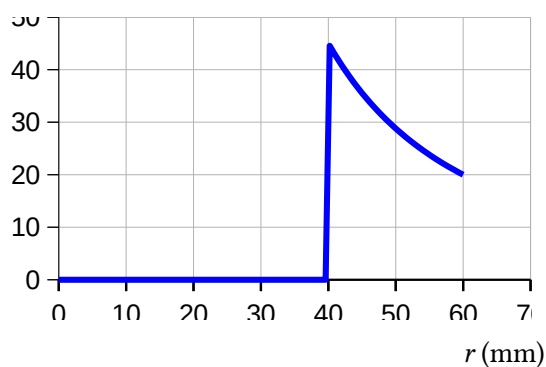
Constante	$K =$	9,0·10 ⁹	N·m ² /C ²	$\epsilon' =$	
Esfera		Interior	Exterior		
Carga da esfera	$Q =$		8		μC
Raio da esfera	$R =$		4		cm
Distancia	$r =$	0	2		6 cm
ao centro do punto		A	B		C

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

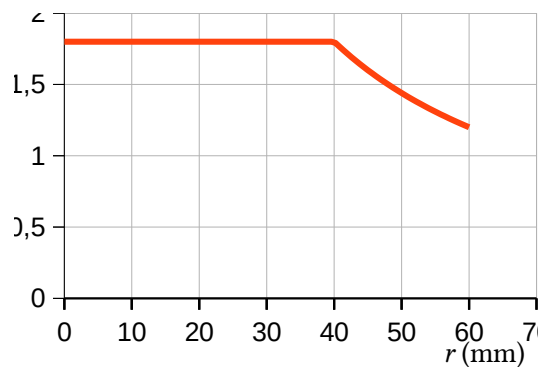
Punto	A	B	C
Distancia	0	2	6 cm
Campo	0	0	$2,00 \cdot 10^7 \text{ N/C}$
Potencial	$1,80 \cdot 10^6$	$1,80 \cdot 10^6$	$1,20 \cdot 10^6 \text{ V}$

GRÁFICAS

Valor do campo eléctrico coa distancia
 $E \text{ (MN/C)}$



Potencial electrostático coa distancia
 $V \text{ (MV)}$



2. Dous condutores esféricos concéntricos, ocos, teñen de raios 4 e 8 cm, respectivamente. A esfera interior ten unha carga de 24 nC e a exterior 40 nC. Determina:

- Os campos eléctricos nos puntos que distan do centro das esferas 1, 5 e 10 cm.
- Os potenciais eléctricos nos puntos que distan do centro das esferas 1, 5 e 10 cm.
- A diferenza de potencial entre os condutores

Rta.: a) $E_1 = 0$; $E_5 = 86,4 \text{ kN/C}$; $E_{10} = 57,6 \text{ kN/C}$; b) $V_1 = 9,90 \text{ kV}$; $V_5 = 8,82 \text{ kV}$; $V_{10} = 5,76 \text{ kV}$;

c) $\Delta V = 2,7 \text{ kV}$.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e **elixe** as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Elixa o outro valor ($9,0 \cdot 10^9$) da constante na cela de cor laranxa situada á dereita de « $K =$ ».

Escriba os valores (4 e 8) dos raios nas celas situadas á dereita de « $R =$ ». Elixa a unidade (cm) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Escriba os valores (24 e 40) das cargas nas celas situadas á dereita de « $Q =$ ». Elixa a unidade (nC) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Escriba os valores (1, 5 e 10) das distancias dos puntos ao centro das esferas, nas celas situadas á dereita de « $r =$ ».

As distancias deben escribirse en orde crecente.

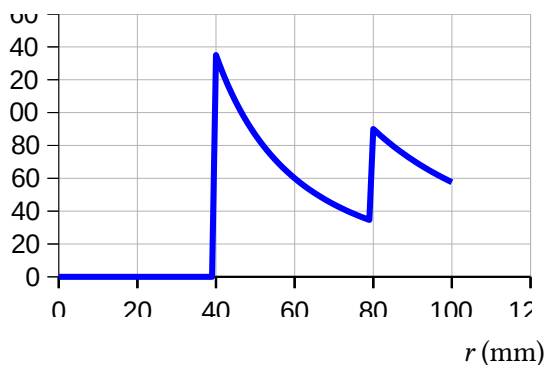
Constante	$K =$	9,0·10 ⁹	N·m ² /C ²	$\epsilon' =$	1
Esfera		Interior	Exterior		
Carga da esfera	$Q =$	24	40		nC
Raio da esfera	$R =$	4	8		cm
Distancia	$r =$	1	5	10	cm
ao centro do punto		A	B	C	

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

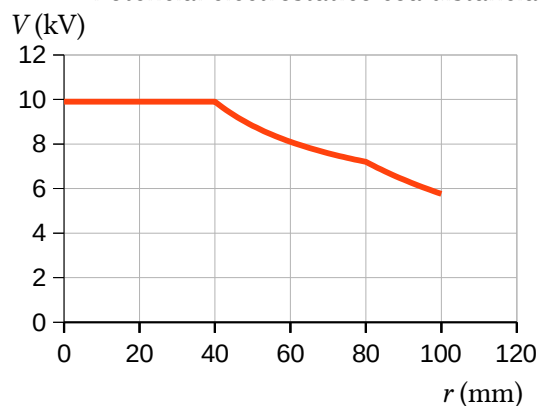
Punto	A	B	C
Distancia	1	5	10 cm
Campo	0	$8,64 \cdot 10^4$	$5,76 \cdot 10^4 \text{ N/C}$
Potencial	$9,90 \cdot 10^3$	$8,82 \cdot 10^3$	$5,76 \cdot 10^3 \text{ V}$
Diferenza de potencial ($V_{\text{int}} - V_{\text{ext}} =$			$2,70 \cdot 10^3 \text{ V}$

GRÁFICAS:

Valor do campo eléctrico coa distancia
 $E \text{ (kN/C)}$



Potencial electrostático coa distancia



♦ Partículas cargadas nun campo magnético

1. Un protón cunha enerxía cinética de $4,0 \cdot 10^{-15}$ J penetra perpendicularmente nun campo magnético uniforme de 40 mT. Calcula:

a) O módulo da forza á que está sometido o protón dentro do campo.

b) O tipo de movemento realizado polo protón, a traxectoria que describe e o raio desta.

Datos: $q_p = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_p = 1,67 \cdot 10^{-27}$ kg.

(A.B.A.U. extr. 22)

Rta.: a) $F = 1,40 \cdot 10^{-14}$ N; b) $R = 0,571$ m.

[Borre os datos.](#)

Partícula	Carga	$q =$		
	Masa	$m =$		
				clic
	Ángulo entre v e B	$\varphi =$	90 °	
	Raio da circunferencia	$R =$		
	Campo magnético	$B =$		T
	Tempo	$t =$		1 s
(para calcular o número de voltas)				

Para ver o enunciado na mesma folla, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folla de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, na cela de cor laranxa situada debaixo de «Partícula» pode [elixir](#) a opción «Protón». Se o fai, aparecerán os valores da súa carga e masa. Pode cambialos, ben copiando (Ctrl+C) no enunciado e pegando (Ctrl+Alt+↕+V) ou escribilos en formato científico «folla de cálculo» ou no habitual:

- O valor da carga ($1,6\text{E-}19$ ou $1,6 \cdot 10^{-19}$), na cela situada á dereita de « $q =$ ».
- O valor da masa ($1,67\text{E-}27$ ou $1,67 \cdot 10^{-27}$), na cela situada á dereita de « $m =$ ».

Elixa as unidades (C e kg) nas celas de cor laranxa situadas á súa dereita.

Debaixo de «kg», onde se ve «[clic](#)», elixa a opción «J». Aparecerá a etiqueta «Enerxía cinética». Copie (Ctrl+C) o valor da enerxía cinética no enunciado e péguelo (Ctrl+Alt+↕+V) ou escribalo, en formato científico «folla de cálculo» ($4\text{E-}15$) ou no habitual ($4 \cdot 10^{-15}$), na cela situada á dereita de « $E =$ ».

Escriba o valor do campo magnético (0,04) na cela situada á dereita de « $B =$ ».

Partícula	Carga	$q =$	1,6E-19	C
	Masa	$m =$	1,67E-27	kg
	Enerxía cinética	$E =$	4E-15	J
	Ángulo entre v e B	$\varphi =$	90 °	
	Raio da circunferencia	$R =$		
	Campo magnético	$B =$	0,04	T
	Tempo	$t =$		
(para calcular o número de voltas)				

Pero se copiou e pegou os valores de carga e masa, dende o enunciado tal como están escritos, debería ver:

	Carga	$q =$	$1,6 \cdot 10^{-19}$	C
	Masa	$m =$	$1,67 \times 10^{-27}$	kg

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

Elixa a opción «Forza magnética» na cela de cor laranxa situada debaixo de «Raio da traxectoria circular».

Raio da traxectoria circular	$R =$	0,571	m
Forza magnética	$F =$	$1,40 \cdot 10^{-14}$	N

2. Unha partícula de masa 8 ng e carga eléctrica $-2 \mu\text{C}$ entra nunha rexión do espazo na que hai un campo magnético $\vec{B} = 3 \vec{j} \text{ T}$, cunha velocidade, $\vec{v} = 6 \vec{i} \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. Calcula:
- A velocidade angular con que se move.
 - A intensidade de campo eléctrico (vector) que se debe aplicar para que a partícula siga unha traxectoria rectilínea.

(A.B.A.U. ord. 22)

Rta.: a) $\omega = 7,5 \cdot 10^5 \text{ rad/s}$; b) $\vec{E} = -1,8 \cdot 10^4 \vec{k} \text{ N/C}$.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

Partícula	Carga	$q =$		
	Masa	$m =$		
	Ángulo entre v e B	$\varphi =$	90 °	
	Raio da circunferencia	$R =$		
	Campo magnético	$B =$		T
	Tempo	$t =$		
(para calcular o número de voltas)				

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e **elixa** as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Debaixo de «ng», onde se ve «**clíc**», elixa a opción «m/s». Aparecerá a etiqueta «Velocidade». Copie (Ctrl+C) o valor no enunciado e pégueo (Ctrl+Alt+⬆+V) ou escribalo, en formato científico «folla de cálculo» (6E3) ou no habitual (6000 ou $6 \cdot 10^3$) na cela situada á dereita de «v».

Partícula	Carga	$q =$	-2 μC	
	Masa	$m =$	8 ng	
	Velocidade	$v =$	6000 m/s	
	Ángulo entre v e B	$\varphi =$	90 °	
	Raio da circunferencia	$R =$		
	Campo magnético	$B =$	3 T	
	Tempo	$t =$		
(para calcular o número de voltas)				

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

- a) Elix a opción «Velocidade angular» na cela de cor laranxa situada debaixo de «Raio da traxectoria circular».

	Velocidade angular	$\omega =$	7,50·10 ⁵ rad/s	
--	--------------------	------------	----------------------------	--

- b) Elix a opción «Intensidade de campo eléctrico» en lugar de «Velocidade angular».

	Intensidade de campo eléctrico	$E =$	1,80·10 ⁴ N/C	
que anula a desviación				

◊ Campo e forza magnética entre condutores paralelos

1. Dous condutores rectilíneos, paralelos e infinitos, están situados no plano yz , na dirección do eixo z , separados unha distancia de 80 cm. Se por cada un deles circula unha corrente de 12 A en sentidos contrarios, calcula:

a) A forza por unidade de lonxitude que se exercen mutuamente, indicando a dirección e o sentido desta.

b) O vector campo magnético no punto medio da distancia que separa os condutores.

DATO: $\mu_0 = 4 \pi 10^{-7} \text{ T m A}^{-1}$.

(A.B.A.U. ord. 23)

Rta.: a) $F/l = 3,6 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$; b) $\vec{B} = -1,20 \cdot 10^{-5} \hat{j} \text{ T}$.

[Borre os datos.](#)

Intensidade no condutor 1	$I_1 =$	<input type="text"/>	A	Sentido <input type="text"/>
Intensidade no condutor 2	$I_2 =$	<input type="text"/>	A	
Separación entre condutores	$d =$	<input type="text"/>	m	
Distancia do punto P ao condutor 1	$d_1 =$	<input type="text"/>	m	
Distancia do punto P ao condutor 2	$d_2 =$	<input type="text"/>	m	
Intensidade no condutor 3	$I_3 =$	<input type="text"/>	A	
Lonxitude do condutor 3	$L_3 =$	<input type="text"/>	1 m	

Para ver o enunciado na mesma folia, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folia de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+⇧+V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e [elixe](#) as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

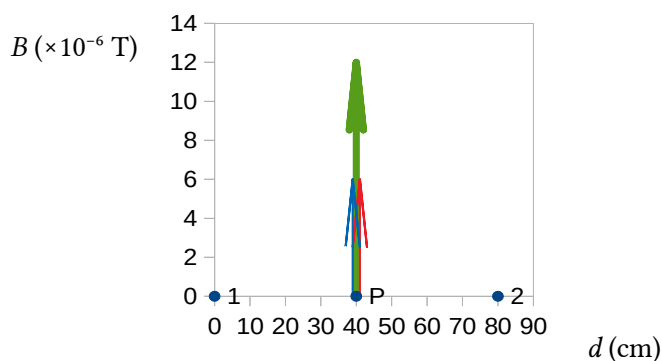
Na cela situada á dereita de «Sentido» elixa a opción «-», que indica sentido contrario.

Intensidade no condutor 1	$I_1 =$	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="A"/>	Sentido <input type="text" value=""/>
Intensidade no condutor 2	$I_2 =$	<input type="text" value="12"/>	<input type="text" value="A"/>	
Separación entre condutores	$d =$	<input type="text" value="80"/>	<input type="text" value="cm"/>	
Distancia do punto P ao condutor 1	$d_1 =$	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="cm"/>	
Distancia do punto P ao condutor 2	$d_2 =$	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="cm"/>	
Intensidade no condutor 3	$I_3 =$	<input type="text" value=""/>	<input type="text" value="A"/>	
Lonxitude do condutor 3	$L_3 =$	<input type="text" value="1"/>	<input type="text" value="m"/>	

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

Campo magnético no punto P		Cifras significativas: <input type="text"/>
debido ao condutor 1	$B_1 =$	$6,00 \cdot 10^{-6} \text{ T}$
debido ao condutor 2	$B_2 =$	$+6,00 \cdot 10^{-6} \text{ T}$
resultante	$B_p =$	$1,20 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
Forza entre os condutores 1 e 2	$F_{12} =$	$3,60 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$

GRÁFICAS:



♦ Movimento harmónico simple

1. A enerxía total dun corpo de masa 0,5 kg que realiza un movemento harmónico simple é $6,0 \cdot 10^{-3}$ J e a forza máxima que actúa sobre el é 0,3 N.
 - a) Escriba a ecuación da elongación en función do tempo, se no instante inicial atópase no punto de máxima elongación positiva.
 - b) Calcule no instante $T/4$ a enerxía cinética e a enerxía potencial.
 - c) Acha a frecuencia coa que oscilaría se se duplica a súa masa.

(P.A.U. Set. 16)

Rta.: a) $x = 0,0400 \cos(3,87 t)$ (m); b) $E_p = 0$; $E_c = 6,0 \cdot 10^{-3}$ J; c) $f' = 0,436$ Hz.

[Borre os datos.](#)

Ecuación	$x = A$	sen	$(\omega \cdot t + \varphi_0)$			
Masa oscilante	$m =$					
Amplitude	$A =$					
				Tempo	Posición	Velocidade
Fase inicial	$\varphi_0 =$			(s)	(m)	(m/s)
Aceleración da gravidade	$g =$	9,81	m/s ²			

Para ver o enunciado na mesma folia, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folia de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e [elixe](#) as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Elixa a opción «cos» na cela de cor laranxa situada á dereita de «Ecuación», e as opcións «Enerxía mecánica» e «Forza máxima» nas celas de cor laranxa situadas debaixo de «Fase inicial».

Copie (Ctrl+C) o valor no enunciado e péguelo (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) ou escribalo, en formato científico «folia de cálculo» (6E-3) ou no habitual ($6,0 \cdot 10^{-3}$), na cela situada á dereita de « $E =$ ».

Escriba 0,3 na cela situada á dereita de « $F =$ ».

Na cela de cor laranxa situada á dereita de « $g =$ » pode elixir outro valor.

Escriba o valor (0,5) da masa na cela situada á dereita de « $m =$ » e elixa á unidade (kg) na cela de cor laranxa situada á súa dereita.

Ecuación	$x = A$	cos	$(\omega \cdot t + \varphi_0)$			
Masa oscilante	$m =$	0,5	kg			
Amplitude	$A =$					
Constante elástica	$k =$		N/m	Tempo	Posición	Velocidade
Fase inicial	$\varphi_0 =$			(s)	(m)	(m/s)
Enerxía mecánica	$E =$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	J			
Forza máxima	$F =$	0,3	N			
Aceleración da gravidade	$g =$	9,81	m/s ²			

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

Elixa a opción «Elongación» na cela situada debaixo de «Ecuación».

Ecuación					Cifras significativas
Elongación	$x = 0,0400 \cos(3,87 t)$	(m)			
Frecuencia	$f =$	0,616	Hz		
		Posición	Velocidade		E. potencial

Máxima	0,0400	0,110	0,00600
--------	--------	-------	---------

Se non está seguro de cal debe ser a fase inicial, fíxese no valor (0,04) da amplitude (posición máxima) elixindo «Máxima» na última fila de resultados.

Escriba o seu valor na posición inicial.

b) Mire en RESULTADOS o valor do período:

Tempo (s)	Posición (m)	Velocidade (m/s)	
0	0,04		inicial

Período	$T =$	1,62 s
---------	-------	--------

Escriba na segunda fila dos DATOS a fórmula: $=H14/4$ ou

1. Escriba $=$
2. Prema sobre a cela que contén o valor do Período.
3. Siga escribindo $/4$
4. Prema a tecla \leftarrow (ou Intro ou Enter)

H14 é a cela que contén o valor do período.

Esta fórmula fai a división: $1,62 / 4 = 0,405$

c) Cambie nos DATOS o valor da masa:

Masa oscilante	$m =$	1 kg
----------------	-------	------

En RESULTADOS elixa a opción «Frecuencia» en lugar de «Período».

Frecuencia	$f =$	0,436 Hz
------------	-------	----------

Tempo (s)	Posición (m)	Velocidade (m/s)	
0	0,04		inicial
0,41			

2. Cólgase un corpo de 10 kg de masa dun resorte e alárgase 2,0 cm. Despois engádenselle outros 10 kg e dáselle un tirón cara abaixo, de modo que o sistema comeza a oscilar cunha amplitude de 3,0 cm.

- a) Calcula a constante elástica do resorte e a frecuencia do movemento.
- b) Escribe, en función do tempo, as ecuacións da elongación, velocidade, aceleración e forza.
- c) Calcula a enerxía cinética e a enerxía potencial elástica aos 2 s de empezar a oscilar.

Dato: $g = 9,8 \text{ m/s}^2$.

(P.A.U. set. 14)

Rta.: a) $k = 4,90 \cdot 10^3 \text{ N/m}$; $f = 2,49 \text{ Hz}$; b) $x = 0,0300 \cos(15,7 t) \text{ [m]}$; $v = -0,470 \sin(15,7 t) \text{ m/s}$;
 $a = -7,35 \cos(15,7 t) \text{ [m/s}^2\text{]}$; $F = -147 \cos(15,7 t) \text{ [N]}$; c) $E_c = 0,0270 \text{ J}$; $E_p = 2,18 \text{ J}$.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e **elixa** as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Fíxese que os datos da masa oscilante e a amplitude son diferentes dos do alongamento ao colgar unha masa de 10 kg.

Debe poñer 3 na cela situada debaixo de Posición na liña correspondente a «inicial».

Se na expresión de «Ecuación» elixe a opción «cos», as ecuacións teñen fase inicial nula.

Ecuación	$x = A$	cos	$(\omega \cdot t + \varphi_0)$			
Masa oscilante	$m =$	20	kg			
Amplitude	$A =$	3	cm			
				Tempo	Posición	Velocidade
				(s)	(cm)	(m/s)
Fase inicial	$\varphi_0 =$					
Alongamento producido	$\Delta x =$	2	cm	0	3	
ao colgar unha masa	$m =$	10	kg	2		
Aceleración da gravidade	$g =$	9,8	m/s ²			

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

a) Elix a opción «Constante elástica» na cela de cor laranxa situada debaixo de «Elongación».

Constante elástica	$k =$	$4,90 \cdot 10^3 \text{ N/m}$
--------------------	-------	-------------------------------

Cambie a opción «Constante elástica» por «Frecuencia».

Frecuencia	$f =$	2,49 Hz
------------	-------	---------

b) Elix a opción «Elongación» na cela de cor laranxa situada debaixo de «Ecuación».

Ecuación		Cifras significativas:	3
Elongación	$x = 0,0300 \cos(15,7 t) \text{ (m)}$		

Cambie a opción «Elongación» por «Velocidade».

Velocidade	$v = -0,470 \sin(15,7 t) \text{ (m/s)}$	
------------	---	--

Cambie a opción «Velocidade» por «Aceleración».

Aceleración	$a = -7,35 \cos(15,7 t) \text{ (m/s}^2\text{)}$	
-------------	---	--

Cambie a opción «Aceleración» por «Forza».

Forza	$F = -147 \cos(15,7 t) \text{ N}$	
-------	-----------------------------------	--

Se elixe « π » debaixo do número de cifras significativas, as expresións móstranse en función de π .

Elongación	$x = 0,0300 \cos(5 \pi t) \text{ (m)}$	π
------------	--	-------

c) En DATOS, escriba 2 na cela situada debaixo de 0, correspondente a «Tempo»

En RESULTADOS, elixa a opción «E. cinética» na cela de cor laranxa situada debaixo de «Enerxía».

	Posición	Velocidade	E. cinética
	cm	m/s	J
En t=2 s	2,98	0,0520	0,0270
Máxima	3,00	0,470	2,21

O exercicio estaba pensado para que $E_c = 0$, se a frecuencia fose exactamente 2,5 Hz.

Nese caso $T = 0,4 \text{ s}$ e $x = 3 \text{ cm}$, pero non é así.

Cambie a opción «E. cinética» por «E. potencial».

O valor que se obtén é $E_p = 2,18 \text{ J}$, é lixeiramente inferior ao valor máximo.

◇ Péndulo

1. Un péndulo simple de lonxitude $l = 2,5$ m, desvíase do equilibrio até un punto a $0,03$ m de altura e sóltase. Calcula:

- A velocidade máxima.
- O período.
- A amplitude do movemento harmónico simple descrito polo péndulo.

Dato $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$.

(P.A.U. xuño 11)

Rta.: a) $v_m = 0,77 \text{ m/s}$; b) $T = 3,2 \text{ s}$; c) $A = 0,39 \text{ m}$.

[Borre os datos.](#)

Lonxitude do fío	$L =$	
Fase inicial	$\theta_o =$	$\pi/2 \text{ rad}$
Aceleración da gravidade	$g =$	$9,81 \text{ m/s}^2$

Para ver o enunciado na mesma folia, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folia de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e [elixa](#) as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

En DATOS, escriba o valor (2,5) da lonxitude do fío na cela situada á dereita de « $L =$ » e elixa á unidade (m) en la celda de color naranxa situada a su derecha.

Debaixo dela elixa a opción «Altura máx.», escriba o seu valor (0,03) na cela situada á dereita de « $h_m =$ » e elixa á unidade (m) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Na cela de cor laranxa situada á dereita de « $g =$ » elixa o valor 9,8.

Lonxitude do fío	$L =$	2,5 m
Altura máx.	$h_m =$	0,03 m
Fase inicial	$\theta_o =$	$\pi/2 \text{ rad}$
Aceleración da gravidade	$g =$	9,8 m/s ²

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

Elixa a opción «Período» debaixo da ecuación, e «Velocidade máxima» na última fila.

A ecuación exprésase nas mesmas unidades que elixa para a «Amplitude». Se elixe a opción «m» verá:

Ecuación		
$s = 0,388 \sin(1,98 t + 1,57) \text{ (m)}$		
Período	$T =$	3,17 s
Amplitude	$A =$	0,388 m
Velocidade máxima	$v_m =$	0,767 m/s

♦ Ondas

1. Unha onda propágase no sentido positivo do eixo X cunha velocidade de 20 m s^{-1} , unha amplitude de $0,02 \text{ m}$ e unha frecuencia de 10 Hz . Determina:
- O período e a lonxitude de onda.
 - A expresión matemática da onda se en $t = 0 \text{ s}$ a partícula situada na orixe está na posición de máxima elongación positiva.

(A.B.A.U. extr. 23)

Rta.: a) $T = 0,100 \text{ s}$; $\lambda = 2,00 \text{ m}$; b) $y = 0,0200 \sin(20 \pi t - \pi x + \pi/2) \text{ (m)}$.

[Borre os datos.](#)

Ecuación	$y = A$	sen	$(\omega t \pm kx + \phi_0)$
Amplitude	$A =$		
no instante	$t =$		s
Elongación inicial	$y_0 =$		m
Diferenza de fase	$\Delta\phi =$		rad

Para ver o enunciado na mesma folia, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folia de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, na cela situada á dereita de «Ecuación» pode elixir entre «sen» e «cos». Por defecto é «sen».

Escriba o valor (0,02) da amplitude na cela situada á dereita de « $A =$ » e [elixe](#) á unidade (m).

Debaixo de «Amplitude» elixa a opción «Frecuencia», e escriba o seu valor (10) na cela situada á dereita de « $f =$ ».

Debaixo dela, elixa a opción «Velocidade de propagación» e escriba o seu valor (20) na cela situada á dereita de « $v =$ ».

Para o apartado b) escriba 0 na cela situada á dereita de «no instante $t =$ », e 0,02 na cela situada á dereita de «Elongación inicial $y_0 =$ ».

Ecuación	$y = A$	sen	$(\omega t \pm kx + \phi_0)$
Amplitude	$A =$	0,02 m	
Frecuencia	$f =$	10 Hz	
Velocidade de propagación	$v =$	20 m/s	
no instante	$t =$	0 s	
Elongación inicial	$y_0 =$	0,02 m	
Diferenza de fase	$\Delta\phi =$		rad

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

Elixa as opcións «Período» e «Lonxitude de onda» nas celas de cor laranxa debaixo de «Atributos».

b) Elixa «xeral», na cela situada á dereita de «Ecuación» e «Elongación» debaixo dela. Para que apareza π na expresión da elongación, elixa a opción « π » na cela de cor laranxa situada debaixo de o número de cifras significativas.

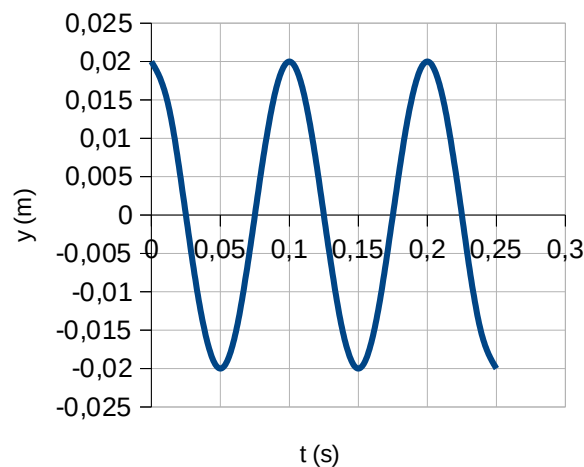
		Cifras significativas: 3
Ecuación	xeral	π
Elongación	$y = 0,0200 \sin(20 \pi t - \pi x + \pi/2) \text{ (m)}$	
Valor		

Atributos			
Período	$T =$	0,100 s	
Lonxitude de onda	$\lambda =$	2,00 m	

GRÁFICAS

Tamén pode ver unha gráfica da elongación dun punto en $x = 0$, entre 0 e 0,25 s:

Posición (cm)		mín.	máx.
0	Tempo (s)	0	0,25



2. A expresión matemática dunha onda harmónica transversal que se propaga por unha corda tensa orientada segundo o eixe x é: $y = 0,5 \sin [2\pi (3t - x)]$ (unidades no SI). Determina:
- Os valores da lonxitude de onda, velocidade de propagación, velocidade e aceleración máximas de vibración dos puntos da corda.
 - A distancia mínima que separa dous puntos da corda que nun mesmo instante vibran desfasados 2π radiáns.

(A.B.A.U. ord. 22)

Rta.: a) $\lambda = 1$ m; $v_p = 3,00$ m·s⁻¹; $v_m = 9,42$ m/s; $a_m = 177$ m/s²; b) $\Delta x = \lambda = 1$ m.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e **elixia** as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Como a ecuación é $y = 0,5 \sin [2\pi (3t - x)]$, comparada con $y = \sin[2\pi(t/T - x/\lambda)]$, pódese deducir que: $1/T = f = 3$ Hz e $1/\lambda = 1$ m⁻¹.

Na cela correspondente a «Diferenza de fase», situada á dereita de « $\Delta\varphi =$ » pode escribir 2π , ou $=2\pi$.

Ecuación	$y = A$	sen	$(\omega t \pm kx + \varphi_0)$
Amplitude	$A =$	0,5 m	
Frecuencia	$f =$	3 Hz	
Número de onda $1/\lambda$	$n =$	1 m ⁻¹	
no instante	$t =$	s	
Elongación inicial	$y_0 =$	m	
Diferenza de fase	$\Delta\varphi = 2\pi$	rad	

Pode comprobar que a elección dos atributos é a correcta en RESULTADOS, elixindo a opción «Elongación» na cela situada debaixo de «Ecuación» e a opción « π » na cela situada debaixo do número de cifras significativas, e escribindo 2 na cela situada á súa esquerda.

		Cifras significativas:	3
Ecuación		xeral	2π
Elongación	$y = 0,500 \sin 2\pi(3t - x)$ (m)		

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

a) Elix a opción «Velocidade» na cela situada debaixo de «Valor», e a opción «Lonxitude de onda» na segunda cela debaixo de «Atributos».

Valor	Máximo
Velocidade	$v_m = 9,42 \text{ m/s}$
Atributos	
Lonxitude de onda	$\lambda = 1,00 \text{ m}$
Velocidade de propagación	$v = 3,00 \text{ m/s}$

Cambie a opción «Velocidade» por «Aceleración», par ver a aceleración máxima.

Aceleración	$a_m = 178 \text{ m/s}^2$
-------------	---------------------------

b) Fíxese na última liña de RESULTADOS.

Distancia entre puntos	$\Delta x = 1,00 \text{ m se}$	$\Delta \varphi = 6,28 \text{ rad}$	
------------------------	--------------------------------	-------------------------------------	--

Pode elixir a opción « π » na cela de cor laranxa da dereita.

Distancia entre puntos	$\Delta x = 1,00 \text{ m se}$	$\Delta \varphi = 2 \pi \text{ rad}$	π
------------------------	--------------------------------	--------------------------------------	-------

◊ Espellos e lentes

- Un obxecto de 4 cm de altura está situado 20 cm diante dunha lente delgada diverxente de distancia focal 12 cm.
 - Determina a posición e o tamaño da imaxe.
 - Debuxa un esquema (marcha de raios) coa posición do obxecto, a lente e a imaxe.

(A.B.A.U. extr. 23)

Rta.: a) $s' = -7,5$ cm; $y' = 1,5$ cm.

Borre os datos.

Lente	converxente	Unidades	cm
	Posición (cm)	Altura (cm)	
Foco			
Obxecto			
Imaxe			

Para ver o enunciado na mesma folia, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folia de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, [elixe](#) a opción «Lente» na primeira cela de cor laranxa.

Elixa a opción «Foco» na cela de cor laranxa debaixo dela.

Escriba o valor da posición do foco, con signo «-» (-20), na cela situada á dereita de «Foco». A etiqueta da lente cambia a «diverxente».

Escriba na cela situada á dereita de «Obxecto» o valor da posición do obxecto (4), pero daralle unha men-saxe de que ten que ser negativa. Poña o signo «-» (-4).

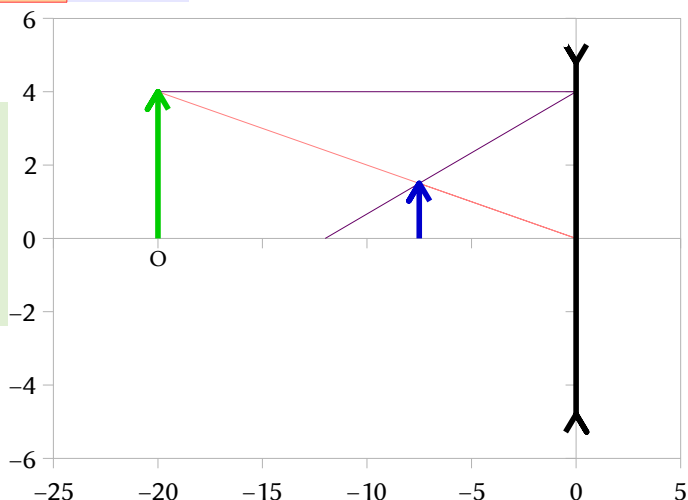
Escriba a altura do obxecto na cela da dereita.

Lente	diverxente	Unidades	cm
	Posición (cm)	Altura (cm)	
Foco	-12		
Obxecto	-20	4	
Imaxe			

En RESULTADOS, pode cambiar o número prees-tablecido (3) de cifras significativas por outro en-tre 1 e 6.

	Posición (cm)	Altura (cm)	
Obxecto	-20,0	4,00	Aumento
Imaxe	-7,50	1,50	0,375
Imaxe	Virtual	Dereita	Menor

Tamén poderá ver un diagrama de raios como o da dereita.



2. Quérese formar unha imaxe real e de dobre tamaño dun obxecto de 1,5 cm de altura. Determina:
- A posición do obxecto se se usa un espello cóncavo de $R = 15$ cm.
 - A posición do obxecto se se usa unha lente converxente coa mesma distancia focal que o espello.
- Debuxa a marcha dos raios para os dous apartados anteriores.

(P.A.U. xuño 11)

Rta.: a) $s_e = -11$ cm; b) $s_l = -11$ cm.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e pégueo na cela situada debaixo de «Problema».

Elixa a opción «cm» na cela de cor laranxa situada á dereita de «Unidades».

a) Cambie a opción «Lente» por «Espello».

Na cela de cor laranxa máis abaixo elixa a opción «Centro (raio)» e escriba 15 na cela situada á súa dereita. Verá que aparece a etiqueta «convexo» á dereita de «espello». Para que o espello sexa cóncavo, o raio ten que ser negativo. Escriba -15 en lugar de 15. Para empregar o dato «dobre tamaño», elixa a opción «Aumento ↑» na cela de cor laranxa situada debaixo de «Altura (cm)». Escriba 2 na cela de cor branca situada encima dela. Verá en RESULTADOS que a imaxe é virtual. Para que sexa real, deberá cambiar o signo do aumento e escribir -2.

Espello cóncavo		Unidades
	Posición (cm)	Altura (cm)
Centro (raio)	-15	
Obxecto		1,5
		-2
		Aumento ↑

RESULTADOS e GRÁFICAS

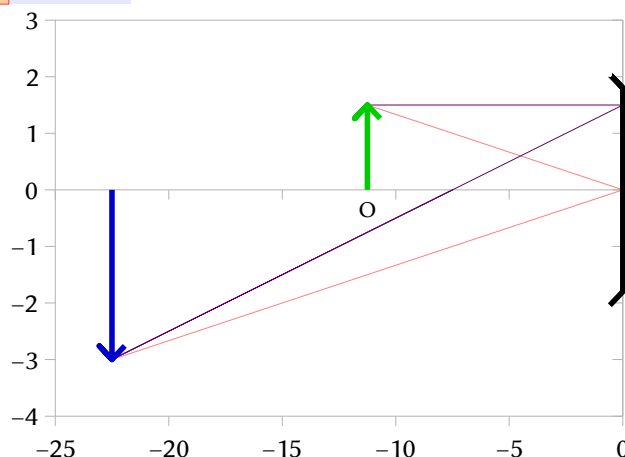
Posición do foco		-7,50 cm
	Posición (cm)	Altura (cm)
Obxecto	-11,3	1,50 Aumento
Imaxe	-22,5	-3,00 -2,00
Imaxe	Real	Invertida Maior

Anote a posición do foco para o apartado b).

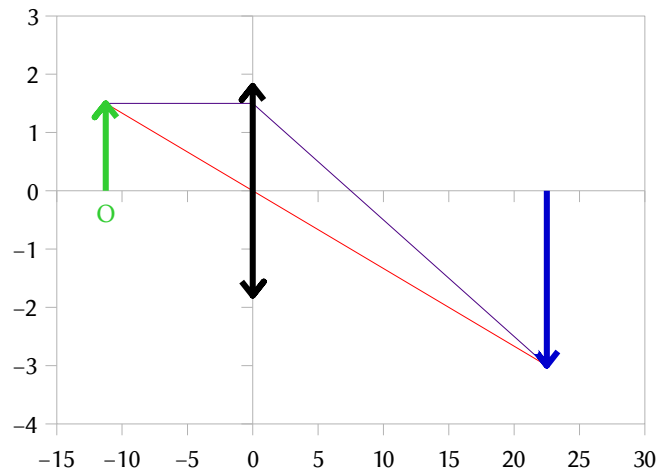
- b) Cambie a opción «Espello» por «Lente», e a opción «Centro (raio)» por «Foco». Escriba 7,5 na cela situada á súa dereita e comprobe que a lente é converxente. (Se escribise -7,5, a lente sería diverxente).

Lente converxente		Unidades
	Posición (cm)	Altura (cm)
Foco	7,5	
Obxecto		1,5
		-2
		Aumento ↑

RESULTADOS e GRÁFICAS



	Posición (cm)		Altura (cm)	
Objeto	-11,3		1,50	Aumento
Imaxe	22,5		-3,00	-2,00
Imaxe	Real	Invertida	Mayor	



♦ Efecto fotoeléctrico

1. Ilumínase un metal con luz monocromática dunha certa lonxitude de onda. Se o traballo de extracción é de $4,8 \cdot 10^{-19}$ J e o potencial de freado é de 2,0 V, calcula:

- A velocidade máxima dos electróns emitidos.
- A lonxitude de onda da radiación incidente.
- Representa graficamente a enerxía cinética máxima dos electróns emitidos en función da frecuencia da luz incidente.

Datos: $|q_e| = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31}$ kg; $h = 6,63 \cdot 10^{-34}$ J·s⁻¹; $c = 3 \cdot 10^8$ m·s⁻¹.

(A.B.A.U. extr. 19)

Rta.: a) $v = 8,4 \cdot 10^5$ m/s; b) $\lambda = 250$ nm.

[Borre os datos.](#)

Cátodo (Elixa unha unidade →)		
Fotóns (Elixa unha unidade →)		
Electróns (↑ Elixa a magnitude)		

Para ver o enunciado na mesma folia, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folia de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS [elixa](#) a opción «J» na cela de cor laranxa situada á dereita de «Cátodo». A etiqueta cambiará a «Traballo de extracción». Copie (Ctrl+C) o valor no enunciado e péguelo (Ctrl+Alt+↵+V) ou escriba, en formato científico «folia de cálculo» (7E14) ou no habitual ($7,0 \cdot 10^{14}$), na cela situada á dereita de « $W_0 =$ ».

Elixa a opción «Potencial de freado» na cela situada encima de «Electróns (↑ Elixa a magnitude)». Escriba o seu valor (2) na cela situada á dereita de « $V =$ ».

Traballo de extracción	$W_0 =$	$4,8 \cdot 10^{-19}$	J
Potencial de freado	$V =$	2	V
dos electróns			

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

- a) Elixa a opción «Velocidade máxima», na cela situada encima de «Electróns (↑ Elixa a magnitude)»

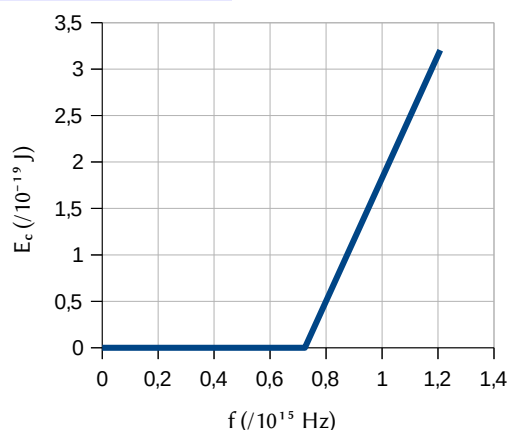
- b) Elixa a opción «nm» ou «m» na fila de «Fotóns (Elixa unha unidade →)». A etiqueta cambia:

Lonxitude de onda dos fotóns	$\lambda =$	248	nm
Velocidade máxima	$v =$	$8,39 \cdot 10^5$	m/s
dos electróns			

En GRÁFICAS elixa a opción «electróns» na cela de cor laranxa situada á dereita de «dos», «Enerxía cinética» á esquerda de «fronte a», e «Frecuencia» a súa dereita.

Enerxía cinética	fronte a	Frecuencia
dos electróns		dos fotóns

Se o desexa, escriba o valor da frecuencia máxima á dereita de « $f =$ ». O valor máximo preestablecido é o dobre da frecuencia limiar.



2. O traballo de extracción para o sodio é de 2,50 eV. Calcula:

- A lonxitude de onda da radiación que debemos usar para que a velocidade máxima dos electróns emitidos sexa de $1,00 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- O potencial de freado.
- A lonxitude de onda de De Broglie asociada aos electróns emitidos polo metal con velocidade máxima.

Datos: $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $|q(e)| = 1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$; $m(e) = 9,1 \times 10^{-31}$.

(A.B.A.U. extr. 18)

Rta.: a) $\lambda = 4,32 \text{ nm}$; b) $V = 284 \text{ V}$; c) $\lambda_d = 72,7 \text{ pm}$.

Borre os datos. Copie (Ctrl+C) o enunciado e **pégueo** na cela situada debaixo de «Problema».

En DATOS **elix**a a opción «eV» na cela de cor laranxa situada á dereita de «Cátodo». A etiqueta cambiará a «Traballo de extracción». Escriba o valor (2,5) na cela situada á dereita de « $W_0 =$ ».

Elixa a opción «Velocidade máxima» na cela de cor laranxa situada encima de «Electróns». Copie (Ctrl+C) o seu valor no enunciado e **pégueo** (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) ou escribalo, en formato científico «folia de cálculo» (1E7) ou no habitual ($1 \cdot 10^7$), na cela situada á dereita de « $v =$ ».

Traballo de extracción	$W_0 =$	2,5 eV
Velocidade máxima	$v =$	$1,00 \cdot 10^7$ m/s
dos electróns		

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6. Elixa a opción «Potencial de freado», na cela de cor laranxa situada encima de «Electróns (↑ Elixa a magnitude)»

Lonxitude de onda dos fotóns	$\lambda =$	4,32 nm
Potencial de freado	$V =$	284 V
dos electróns		

c) Cambie a opción «Potencial de freado» por «Lonxitude de onda de De Broglie».

Lonxitude de onda de De Broglie	$\lambda_d =$	$7,27 \cdot 10^{-11} \text{ m}$
---------------------------------	---------------	---------------------------------

♦ Enerxía nuclear

1. Para o núcleo de uranio, ${}^{238}_{92}\text{U}$, calcula:

- O defecto de masa.
- A enerxía de enlace nuclear.
- A enerxía de enlace por nucleón.

Datos: $m({}^{238}_{92}\text{U}) = 238,051 \text{ u}$; $1 \text{ g} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ u}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$; $m(\text{p}) = 1,007277 \text{ u}$; $m(\text{n}) = 1,008665 \text{ u}$

(A.B.A.U. extr. 18)

Rta.: a) $\Delta m = 1,883 \text{ u} = 3,128 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; b) $E_e = 2,81 \cdot 10^{-10} \text{ J/átomo}$; c) $E_n = 1,18 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$.

[Borre os datos.](#)

	N.º atómico	Z	N.º másico A
Partícula proxectil			
Núclido diana			
Núclido formado			
2º núclido/partícula			
Masa da mostra			

Para ver o enunciado na mesma folia, seleccióneo na páxina de orixe e cópieo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folia de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, escriba ou pegue (Ctrl+Alt+⇧+V) os valores das magnitudes nas celas de cor branca correspondentes a elas, e [elixe](#) as unidades nas celas de cor laranxa situadas a súa dereita.

Escriba o valor da carga (92) na cela situada á dereita de «Núclido formado», e da súa masa na cela da dereita (238,051). Elix a unidade (u) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

	Carga	(e ⁺)	Masa
Partícula proxectil			
Núclido diana			
Núclido formado	92		238,05 u
2º núclido/partícula			
Masa da mostra			

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

a) Elix a opción «u» ou «kg», na cela de cor laranxa situada á esquerda de «/átomo».

$92 {}^1_1\text{H} + 146 {}^1_0\text{n} \rightarrow {}^{238}_{92}\text{U}$			
Defecto de masa	$\Delta m =$	-1,88	u /átomo

b) Elix agora «J» ou «MeV» na mesma cela.

Enerxía de enlace	$E_e =$	$-2,81 \cdot 10^{-10}$	J /átomo
-------------------	---------	------------------------	----------

c) Elix a opción «/nucleón» en vez de «/átomo» na cela de cor laranxa situada á súa dereita.

Enerxía de enlace	$E_e =$	$-1,18 \cdot 10^{-12}$	J /nucleón
-------------------	---------	------------------------	------------

♦ Desintegración radioactiva

1. O $^{210}_{82}\text{Pb}$ transfórmasse en polonio ao emitir dúas partículas beta e posteriormente, por emisión dunha partícula alfa, obtense chumbo.

a) Escribe as reaccións nucleares descritas.

- b) O período de semidesintegración do $^{210}_{82}\text{Pb}$ é de 22,3 anos. Si tiñamos inicialmente 3 moles de átomos dese elemento e transcorreron 100 anos, calcula o número de núcleos radioactivos que quedan sen desintegrar e a actividade inicial da mostra.

Dato: $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$.

(A.B.A.U. ord. 23)

Rta: a) $^{210}_{82}\text{Pb} \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^{210}_{83}\text{Bi} \rightarrow {}^0_{-1}\text{e} + {}^{210}_{84}\text{Po} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^{206}_{82}\text{Pb}$; b) $N = 8,07 \cdot 10^{22}$ núcleos; $A_0 = 1,78 \cdot 10^{15} \text{ Bq}$.

[Borre os datos.](#)

	Cantidade inicial		
	Despois de...	$\Delta t =$	
	Masa atómica	$M =$	g/mol
	Tempo	$t =$	

Para ver o enunciado na mesma folla, seleccióneo na páxina de orixe e cópíeo (Ctrl+C).

Prema sobre a cela da folla de cálculo situada debaixo da etiqueta «Problema», e [pegue o enunciado](#).

En DATOS, [elixa](#) a opción «Período de semidesintegración» na primeira cela da esquerda de cor laranxa.

Escriba o seu valor (22,3) na cela situada á dereita de « $T =$ », e elixa a unidade (anos) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Escriba 3 na cela situada á dereita de «Cantidade inicial» e escolla a unidade (mol) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Escriba 100 na cela da última fila situada á dereita de «Tempo $t =$ » e elixa a unidade (anos) na cela de cor laranxa situada a súa dereita.

Período de semidesintegración	$T =$	22,3	anos
Cantidade inicial	$N_0 =$	3	mol
Despois de...	$\Delta t =$		
Masa atómica	$M =$		g/mol
Tempo	$t =$	100	anos

En RESULTADOS, pode cambiar o número preestablecido (3) de cifras significativas por outro entre 1 e 6.

Elixa a opción «átomos» na cela de cor laranxa situada á dereita de «clic →».

	Cantidade	átomos
Inicial	$1,81 \cdot 10^{24}$	
En 100 anos	$8,07 \cdot 10^{22}$	

Para a actividade inicial elixa a opción «Bq» en lugar de «átomos».

	Actividade	Bq
Inicial	$1,78 \cdot 10^{15}$	

Sumario

PROBLEMAS DE FÍSICA DE 2.º DE BACHARELATO

<i>Comezo</i>	1
<i>Teclado e rato</i>	1
<i>Datos</i>	1
<i>Como pegar o enunciado na folla de cálculo</i>	2
<i>Tipos de problemas</i>	2
<i>Outros cálculos</i>	2
<i>Exemplos</i>	3
Cálculo de coordenadas para figuras regulares	4
1. Calcula as coordenadas dun triángulo equilátero de 80 cm de lado coa base no eixe X e o vértice superior no eixe Y.....	4
Satélites	5
1. O Sentinel-1 é un satélite artificial de órbita circular polar da Axencia Espacial Europea dentro do Programa Copérnico destinado á monitorización terrestre e dos océanos. Está situado a 693 km sobre a superficie terrestre.....	5
2. Un satélite artificial ten unha masa de 200 kg e unha velocidade constante de $7,00 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$	6
3. O período de Xúpiter na súa órbita arredor do Sol é aproximadamente 12 veces maior que o da Terra na súa correspondente órbita. Considerando circulares as órbitas dos dous planetas, determine:.....	6
4. A masa do planeta Marte é 0,107 veces a masa da Terra e o seu raio é 0,533 veces o raio da Terra. Calcule:.....	8
Masas ou cargas puntuais: Masas	9
1. Dúas masas de 150 kg están situadas en A(0, 0) e B(12, 0) metros. Calcula:.....	9
Masas ou cargas puntuais: Cargas	11
1. Dúas cargas eléctricas positivas de 3 nC cada unha están fixas nas posicións (2, 0) e (-2, 0) e unha carga negativa de -6 nC está fixa na posición (0,-1).....	11
2. Tres cargas de -2, 1 e 1 μC están situadas nos vértices dun triángulo equilátero e distan 1 m do centro do mesmo.....	12
3. Unha carga q de 2 mC está fixa no punto A (0, 0), que é o centro dun triángulo equilátero de lado $3\sqrt{3}$ m. Tres cargas iguais Q están nos vértices e a distancia de cada carga Q ao punto A é 3 m. O conxunto está en equilibrio electrostático. Calcula:.....	14
Péndulo nun campo eléctrico	16
1. Nunha rexión do espazo na que hai un campo eléctrico de intensidade $E = 6\cdot 10^3 \text{ i N C}^{-1}$ colga, dun fío de 20 cm de lonxitude, unha esfera metálica que posúe unha carga eléctrica de 8 μC e ten unha masa de 4 g. Calcula:.....	16
2. Un péndulo está constituído por unha pequena esfera metálica de masa $m = 1 \text{ g}$ e dimensións desprezables, e un fío inextensible de 150 cm de largo e sen peso apreciable. Se a esfera ten unha carga positiva q e o péndulo se sitúa en una rexión onde existe un campo eléctrico uniforme de intensidade $E = 10^5 \text{ N/C}$. Calcula:.....	17
Esferas concéntricas	18
1. Unha esfera condutora de raio 4 cm ten unha carga de +8 μC en equilibrio eléctrico. Calcula canto valen en puntos que distan 0, 2 e 6 cm do centro da esfera:.....	18
2. Dous condutores esféricos concéntricos, ocos, teñen de raios 4 e 8 cm, respectivamente. A esfera interior ten unha carga de 24 nC e a exterior 40 nC. Determina:.....	19
Partículas cargadas nun campo magnético	20
1. Un protón cunha enerxía cinética de $4,0\cdot 10^{-15} \text{ J}$ penetra perpendicularmente nun campo magnético uniforme de 40 mT. Calcula:.....	20
2. Unha partícula de masa 8 ng e carga eléctrica -2 μC entra nunha rexión do espazo na que hai un campo magnético $B = 3 \text{ j T}$, cunha velocidade, $v = 6 \text{ i km}\cdot\text{s}^{-1}$. Calcula:.....	21
Campo e forza magnética entre condutores paralelos	22
1. Dous condutores rectilíneos, paralelos e infinitos, están situados no plano yz, na dirección do eixo z, separados unha distancia de 80 cm. Se por cada un deles circula unha corrente de 12 A en sentidos contrarios, calcula:.....	22
Movemento harmónico simple	23
1. A enerxía total dun corpo de masa 0,5 kg que realiza un movemento harmónico simple é $6,0\cdot 10^{-3} \text{ J}$ e a forza máxima que actúa sobre el é 0,3 N.....	23

2. Cólgame un corpo de 10 kg de masa dun resorte e alárgase 2,0 cm. Despois engádenselle outros 10 kg e dáselle un tirón cara abaixo, de modo que o sistema comeza a oscilar cunha amplitude de 3,0 cm.....24

Péndulo..... 26

1. Un péndulo simple de lonxitude $l = 2,5$ m, desvíase do equilibrio até un punto a 0,03 m de altura e sóltase. Calcula:.....26

Ondas..... 27

1. Unha onda propágase no sentido positivo do eixo X cunha velocidade de 20 m s^{-1} , unha amplitude de 0,02 m e unha frecuencia de 10 Hz. Determina:.....27
2. A expresión matemática dunha onda harmónica transversal que se propaga por unha corda tensa orientada segundo o eixe x é: $y = 0,5 \sin [2\pi (3t - x)]$ (unidades no SI). Determina:.....28

Espellos e lentes..... 30

1. Un obxecto de 4 cm de altura está situado 20 cm diante dunha lente delgada diverxente de distancia focal 12 cm.....30
2. Quérese formar unha imaxe real e de dobre tamaño dun obxecto de 1,5 cm de altura. Determina:....31

Efecto fotoeléctrico..... 33

1. Ilumínase un metal con luz monocromática dunha certa lonxitude de onda. Se o traballo de extracción é de $4,8 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ e o potencial de freado é de 2,0 V, calcula:.....33
2. O traballo de extracción para o sodio é de 2,50 eV. Calcula:.....34

Energía nuclear..... 35

1. Para o núcleo de uranio, $^{238}_{92}\text{U}$, calcula:.....35

Desintegración radioactiva..... 36

1. O $^{210}_{82}\text{Pb}$ transfórmase en polonio ao emitir dúas partículas beta e posteriormente, por emisión dunha partícula alfa, obtense chumbo.....36