

PROBLEMAS DE FÍSICA DE 2.º DE BACHILLERATO

Ejemplo de uso da hoja de cálculo: «[FisicaBachEs.ods](#)»

● Comienzo

Cuando se ejecute la hoja de cálculo, pulse sobre el botón **Activar macros**.




















Para ir al índice puede elegir una de estas opciones:

- Pulse sobre la pestaña **Índice** ubicada en la parte inferior.
- O presione la tecla Ctrl mientras pulsa sobre la celda **Índice** situada en la parte superior derecha.

Para ver la ayuda puede elegir una de estas opciones:

- Pulse sobre la pestaña **Ayuda** ubicada en la parte inferior.
- O pulse la tecla Ctrl mientras pulsa sobre la celda **Ayuda** ubicada en la parte superior derecha.

● Teclado y ratón



Teclado y ratón	Pulse a la vez las teclas:	Abreviatura
Copiar	Ctrl y C	(Ctrl+C)
Pegar sin formato (menú)	Ctrl,  y V	(Ctrl+Alt+  +V)
Pegar sin formato (rápido)	Ctrl, Alt,  y V	(Ctrl+Alt+  +V)
Pegar	Ctrl y V	(Ctrl+V)
Superíndice	 , ^, {número o signo} y {espaciador,  o  }	( +^+n.º+ )
Subíndice	_, {número o signo} y {espaciador,  o  }	(_+n.º+ )
Punto multiplicación	 y 3	( +3)
Ver opciones	Alt y 	(Alt+ )
Seleccionar	Doble clic	
Celda siguiente		
Seguir enlace (en hoja cálculo)	Ctrl y clic	
Borrar a la izquierda		
Borrar a la derecha	Supr o Del o Delete	
Aceptar	 o Intro o Enter	

● Datos

Para borrar todos los datos puede elegir una de estas opciones:

- Pulse sobre el botón **Borrar datos** y después sobre el botón **Aceptar**.
- O pulse en el menú: **Editar** → **Seleccionar** → **Seleccionar celdas desprotegidas**, y presione después la tecla Supr.


Para elegir una opción siga estos pasos:

1. Pulse sobre la celda: .
2. Pulse sobre la flecha: .
3. Elija una opción.


Para anotar una cantidad:


Pulse sobre la celda: , y escriba en ella el dato.

Para poner un valor en notación científica puede elegir una de estas opciones:

- Escriba el número en formato científico 0,0E-0 de la hoja de cálculo.
- O escriba el número en formato habitual 0,0·10⁻⁰.
- O seleccione el valor en otro documento, cópielo (Ctrl+C) y péguelo (Ctrl+Alt++V).

Ejemplos de escritura en formato científico:

	Escriba:	En la celda aparecerá:
Hoja de cálculo:	3E-9	
Formato habitual:	3,00  310  ^ -   ^9 	

(Después del signo – pulse el espaciador (). Pulse  para borrarlo)

Si ese número ya estaba en un documento, puede copiar y pegar siguiendo estos pasos:

1. Selecciónelo: pulse al principio del número y arrastre el ratón hasta el final o doble clic

2. Cópielo: menú: **Editar** → **Copiar** o Ctrl+C
3. Pulse sobre la celda: .
4. Péguelo: menú: **Editar** → **Pegado especial** → **Pegar texto sin formato** o Ctrl+Alt+⇧+V

● Como pegar el enunciado en la hoja de cálculo

Si el enunciado se copió de la pestaña de ejemplos de la misma hoja, solo necesita pegarlo, pulsado a la vez las teclas Ctrl y V. Para pegar de otro origen:

Haga doble clic en la hoja de cálculo en la celda situada debajo de la etiqueta «Problema». Selecciónela:

- Pulsado a la vez las teclas Ctrl y E.
- O bien, en el menú: **Editar** → **Seleccionar todo**

Péguelo, pulsado a la vez las teclas Ctrl, Alt, ⇧ y V.

En el caso que desapareciese el formato de la celda donde va el enunciado, copie cualquier otro enunciado de la hoja de cálculo y péguelo en ella.

● Tipos de problemas

En la página 🔒 Índice, aparecen los enlaces a las hojas con los tipos de problemas que puede resolver.

Para ir a alguno de ellos, mantenga pulsada la tecla Ctrl mientras hace clic con el ratón en el Tema que contiene el tipo de problemas deseado, o haga clic con el ratón en la pestaña inferior correspondiente.

El nombre de la pestaña de cada tipo de problemas está en la columna de **Pestaña** en la página 🔒 Índice.

● Otros cálculos

En algunas hojas aparece unas celdas bajo el epígrafe: OTROS RESULTADOS.

En ella se pueden escribir fórmulas para hacer cálculos.

Para poner una fórmula en una celda, hay que empezar escribiendo «=» y luego poner símbolos de operaciones («+», «-», «*» o «/») y hacer clic en las celdas con las que operar.

Por ejemplo, para que la celda A3 haga la suma entre los números que hay en las celdas A1 y B1:

1. **Seleccione la celda** en la que quiere introducir la fórmula.
2. **Escriba un signo igual (=)** en la celda. Esto indica a LibreOffice que lo que sigue es una fórmula.
3. Ahora puede seguir de cualquiera de estas maneras:
 - Haga clic en la celda A1. Escriba «+». Haga clic en la celda B1.
 - O, escriba fórmula. Para sumar las dos celdas, escriba “=A1+B1”, donde “A1” y “B1” son las coordenadas de las celdas que quiere sumar.
4. **Pulse la tecla Enter** (o Intro o ⇐) para completar la entrada.

La celda mostrará ahora el resultado de la fórmula.

Recuerde que puede usar una variedad de funciones matemáticas en su fórmula, como SUM para sumar, RAIZ para calcular la raíz cuadrada, y así sucesivamente. Consulte la ayuda de LibreOffice para obtener una lista completa de las funciones disponibles.

Cuando la celda que contiene el dato está en formato científico, como $6,67 \cdot 10^{-11}$, tiene que emplear la función AVALOR, para que lo transforme en un número. Por ejemplo, la fórmula para calcular $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$,

viendo que los datos se encuentran en las celdas del cuadro (y que r es la suma: $R + h$), sería:




=RAIZ(AVALOR(J8)*J2/(J3+J6))

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

La celda donde escribiera la fórmula, por ejemplo H22, presentaría el resultado: 7508,53966 609 457. Para obtener un aspecto mejor podría emplear la función: NUMFORMA. Si en otra celda, por ejemplo J22, escribe la función: =NUMFORMA(H22), lo que vería en J22 sería: $7,51 \cdot 10^3$.

En la pestaña «Introd» hay más información de las funciones exclusivas que puede emplear. Para verlas haga clic en funciones.

● Ejemplos

En la columna de la derecha de la página  Índice, aparecen los enlaces a las hojas que contienen copias de los datos de los problemas de los tipos que puede resolver. Si quiere consultarlos, mantenga pulsada la tecla Ctrl mientras hace clic con el ratón en el [Tema](#) que contiene el tipo de problemas deseado, o haga clic con el ratón en la pestaña inferior correspondiente. Note que las hojas con ejemplos comienzan todas por la letra D, desde  D_Satelites hasta  D_Desintegr.

Se pueden resolver ejercicios de los siguientes temas:

Gravitación	Satélites
	Masas puntuales
Electromagnetismo	Cargas puntuales
	Péndulo en campo eléctrico
	Esferas concéntricas
	Partícula cargada moviéndose en un campo magnético uniforme
	Campo y fuerza magnética entre conductores paralelos
Vibraciones y ondas	Movimiento armónico simple
	Péndulo
	Ondas
Óptica geométrica	Espejos y lentes
Física moderna	Efecto fotoeléctrico
	Energía nuclear
	Desintegración radiactiva

◊ Cálculo de coordenadas para figuras regulares

1. Calcula las coordenadas de un triángulo equilátero de 80 cm de lado con la base en el eje X y el vértice superior en el eje Y.

[Borre los datos.](#)

Figura:	Triángulo equilátero		
Lado			
	Longitud:		cm
Girar:		° alrededor del eje:	Z
:			
x (cm)	y (cm)	z (cm)	

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, [elija](#) la opción «Triángulo equilátero», en la celda situada a la derecha de «Figura», elija la opción «Lado», debajo de «Figura», escriba su valor (80) en la celda situada a la derecha de «Longitud», y elija la unidad (cm) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Figura:	Triángulo equilátero		
Lado			
	Longitud:	80	cm

Este será el diagrama, que sitúa el centro del triángulo en el punto (0, 0):

Para cumplir con la petición «con la base en el eje X y el vértice superior en el eje Y», se puede:

- Desplazar el triángulo hacia arriba hasta que la base quede en el eje X:

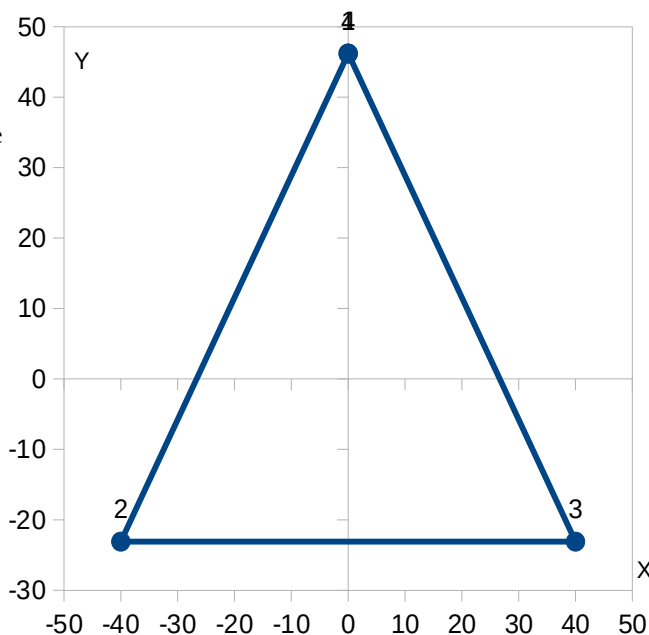
Desplazar :			
x (cm)	y (cm)	z (cm)	
	23,09		

- O bien situar el punto 3 en las coordenadas (40, 0)

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

Para emplear las coordenadas calculadas aquí en la pestaña «Campos» puede optar por uno de los siguientes métodos:

- Seleccionar con el ratón las coordenadas calculadas en la pestaña «Coords» y copiarlas (pulsando a la vez las teclas Ctrl y C), ir a la pestaña «Campo», presionar sobre la celda situada debajo de x en la zona de «Coordenadas» y:
 - Pegarlas pulsando a la vez las teclas Ctrl, \uparrow y V y presionando sobre «Valores solo».
 - O bien presionar sobre el menú: **Editar** → **Pegado especial** → **Pegar solo números**.
- Ir a la pestaña «Campo», presionar sobre la celda (I33) situada a la derecha de «copie esta celda →», haciendo clic en ella y pulsando a la vez las teclas Ctrl y C, seleccionar con el ratón las celdas debajo de las coordenadas x e y, y:
 - Presionar sobre el menú: **Editar** → **Pegado especial** → **Pegar solo fórmula**.
 - O bien pegarlas pulsando a la vez las teclas Ctrl, \uparrow y V, marcando «Fórmulas» en la columna en la celda situada debajo de «Pegar» y presionando sobre «Aceptar».



♦ Satélites

1. El Sentinel-1 es un satélite artificial de órbita circular polar de la Agencia Espacial Europea dentro del Programa Copérnico destinado a la monitorización terrestre y de los océanos. Está situado a 693 km sobre la superficie terrestre.

a) ¿Cuántas vueltas da a la Tierra cada día?

b) ¿Qué velocidad hubo que proporcionarle en el lanzamiento para ponerlo 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 los datos.](#)

Astro	Masa	$M =$		kg
	Radio	$R =$		
	Gravedad en el suelo	$g_0 =$		m/s ²
Satélite	Masa	$m =$		kg

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⇧+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elijas](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Debajo de «Astro» puede elegir la opción «Tierra», y aparecerán los valores de su masa y su radio.

Puede cambiar estos datos, bien copiando (Ctrl+C) en el enunciado y pegando (Ctrl+Alt+⇧+V) o escribiendo, en formato científico «hoja de cálculo» o en el habitual:

- El valor, en kg, de la masa ($5,97\text{E}24$ o $5,97 \cdot 10^{24}$) en la celda situada a la derecha de « $M =$ ».
- El valor del radio ($6,37\text{E}6$ o $6,37 \cdot 10^6$) en la celda situada a la derecha de « $R =$ ».

Debajo de «Masa», elija la opción «Altura», escriba su valor (693) en la celda situada a la derecha de « $h =$ », y elija la unidad (km) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Elija el otro valor ($6,67 \cdot 10^{-11}$) para la constante de la gravitación en la celda situada a la derecha de « $G =$ ».

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

Si copió y pegó los valores de la masa y el radio, desde el enunciado tal como están escritos, debería ver $5,97 \times 10^{24}$ en vez de $5,97\text{E}+24$ y $6,37 \cdot 10^6$ en vez de $6,37\text{E}+06$.

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

a) Elija la opción «Frecuencia» debajo de «Cifras significativas» y la opción «día⁻¹» para las unidades.

b) Elija las opciones «Velocidad» y «ponerlo en órbita», en la línea donde se lee «en el suelo para».

		Radio	km	Velocidad	m/s	Frecuencia	
Órbita	$r =$	7060		7510		14,6	día ⁻¹
	Energía	cinética		potencial		mecánica	J
	en la órbita	2,82·10 ⁷ J/kg		-5,64·10 ⁷ J/kg		-2,82·10 ⁷ J/kg	
				Tierra	$g_0 =$	9,82	m/s ²
	Velocidad	en el suelo para	ponerlo en órbita		$v(\dot{\phi}) =$	8,29·10 ³	m/s

2. Un satélite artificial tiene una masa de 200 kg y una velocidad constante de $7,00 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Calcula la altura a la que orbita.
 - Si en ese momento si le suministra una energía igual a la energía cinética que ya tiene, calcula la que distancia de la Tierra podría llegar.

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 los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elija** las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Para el radio de la Tierra, copie (Ctrl+C) el valor en el enunciado y péguelo (Ctrl+Alt+⬆+V) o escríbalo, en formato científico «hoja de cálculo» ($6,37\text{E}6$) o en el habitual ($6,37\cdot 10^6$), en la celda situada a la derecha de «R».

Elija la opción «Velocidad», en la 2.ª celda situada debajo de «Masa», escriba su valor (7) y elija la unidad (km/s) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Astro	Masa	$M =$		kg
	Radio	$R =$	6,37E+06	m
	Gravedad en el suelo	$g_0 =$	9,81	m/s ²
Satélite	Masa	$m =$	200	kg
	Velocidad	$v =$	7	km/s

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

- a) Elija la opción «Altura», en lugar de «Radio».

	Altura	km
Órbita	$h =$	1750

- b) Esta hoja no calcula esta cuestión, pero da pistas para resolverla. Compruebe que la energía cinética es opuesta a la energía total.

Energía	cinética	potencial	mecánica	J
en la órbita	$4,90\cdot 10^9 \text{ J}$	$-9,80\cdot 10^9 \text{ J}$	$-4,90\cdot 10^9 \text{ J}$	

En este caso, una energía cinética sumada a su energía mecánica da como resultado 0. Pero 0 es la energía potencial del infinito, porque se toma el infinito como origen de energía potencial. El satélite deberá llegar al infinito.

3. El período de Júpiter en su órbita alrededor del Sol es aproximadamente 12 veces mayor que el de la Tierra en su correspondiente órbita. Considerando circulares las órbitas de los dos planetas, determine:

- La relación entre los radios de las dichas órbitas.
- La relación entre las aceleraciones de los dos planetas en sus respectivas órbitas.

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

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

Esta hoja no resuelve este problema.

Pero puede calcular los radios de las órbitas de Júpiter y la Tierra y las aceleraciones de los planetas en ellas.

Luego podrá dividir estos resultados parciales para calcular los resultados en OTROS CÁLCULOS.

Borre los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elija** las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Elija la opción «Sol» debajo de «Astro», y la opción «Período» en la 2.ª celda situada debajo de «Satélite», escriba su valor (12) y elija la unidad (años) en la celda de color naranja situada a su derecha.

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

a) En RESULTADOS, copie (Ctrl+C) el valor del «Radio» ($7,84 \cdot 10^8$) y péguelo (Ctrl+Alt+⇧+V) en OTROS CÁLCULOS, en la celda blanca situada a la derecha de «Fórmula:».

En DATOS, cambie el valor 12 del Período por 1. En otra celda blanca de OTROS CÁLCULOS, por ejemplo la última a la derecha de «Fórmula:» (de coordenadas L22):

1. Escriba: =avalor(
2. Pulse con el ratón en la celda donde copió el primer valor (de coordenadas H22).
3. Siga escribiendo:)/avalor(
4. Pulse en la celda donde está el valor del radio ($1,50 \cdot 10^8$ km) (de coordenadas H13).
5. Pulse Enter (o Intro o ↵) en el teclado.

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

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

En la celda donde aparece ese resultado con la relación entre los radios contiene la fórmula:

=AVALOR(H22)/AVALOR(H13) que puede verse en la barra de fórmulas de la hoja de cálculo:

L22 fx Σ ▼ = =AVALOR(H22)/AVALOR(H13)

Representa el cociente entre el valor del contenido de la celda H22 ($7,84 \cdot 10^8$) y el valor del contenido de la celda H13 ($1,50 \cdot 10^8$).

AVALOR es una función exclusiva de esta hoja de cálculo que devuelve el valor numérico de un número escrito con la notación científica «habitual», como $1,50 \cdot 10^8$.

b) En DATOS, vuelva a escribir 12 en la celda situada a la derecha de «T =».

En RESULTADOS, elija la opción «Campo gravitatorio» en la órbita y copie (Ctrl+C) el valor de «g» ($2,16 \cdot 10^{-4}$).

En OTROS CÁLCULOS, péguelo (Ctrl+Alt+⇧+V) en la celda blanca situada a la derecha de «Fórmula:».

En DATOS, vuelva a cambiar el valor 12 por 1.

En OTROS CÁLCULOS:

1. Pulse en la celda donde escribió la fórmula anterior (de coordenadas L22).
2. Pulse la tecla F2 del teclado.
3. Verá un rectángulo rojo rodeando el valor del radio (en la celda H13), Pulse en él y arrástrelo hasta que rodee el valor de g ($0,00593$ en la celda L18).
4. Pulse Enter (o Intro o ↵) en el teclado.

Deberá ver un número equivalente a 0,0364.

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

Ahora la fórmula es distinta. [=AVALOR(H22)/AVALOR(L18)].

L22 fx Σ ▼ = =AVALOR(H22)/AVALOR(L18)

(Como en este caso, los números no están en notación científica, la fórmula podría haber sido más sencilla: =H22/L18, y podía conseguirse escribiendo en la celda L22: =H22/L18).

4. La masa del planeta Marte es 0,107 veces la masa de la Tierra y su radio es 0,533 veces el radio de la Tierra. Calcule:

a) El tiempo que tarda un objeto en llegar a la superficie de Marte si se deja caer desde una altura de 50 m.

b) La velocidad de escape de ese objeto desde la superficie del 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 los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

Calcule primero la masa de la Tierra.

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elija** las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Para el radio de la Tierra, copie (Ctrl+C) el valor en el enunciado y péguelo (Ctrl+Alt+⬆+V) o escríbalo, en formato científico «hoja de cálculo» ($6,37\text{E}6$) o en el habitual ($6,37 \cdot 10^6$), en la celda situada a la derecha de «R».

Astro	Masa	$M =$		kg
	Radio	$R =$	6,37E6	m
	Gravedad en el suelo	$g_0 =$	9,81	m/s ²

Busque en RESULTADOS el valor de la masa de la Tierra y anótelo:

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

Para calcular la gravedad en el suelo de Marte y la velocidad de escape haga el siguiente:

Escriba en DATOS:

$=0,107 \cdot \text{AVALOR}("5,96 \cdot 10^{24}")$ o $=0,107 \cdot 5,96\text{E}24$ en la celda situada a la derecha de «M»

$=0,533 \cdot \text{AVALOR}("6,37 \cdot 10^6")$ o $=0,533 \cdot 6,37\text{E}6$ en la celda situada a la derecha de «R».

Debería ver:

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

Anote el valor de g_0 que aparece en RESULTADOS:

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

Esta hoja no calcula el tiempo que tarda en llegar al suelo. Debe hacerse con la ecuación del MRUA, $s = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$. Despejando el tiempo, queda: $t = \sqrt{(2s / a)}$.

En OTROS CÁLCULOS, escriba en la celda situada a la derecha de «Fórmula»:

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

Debería ver en OTROS CÁLCULOS un número semejante a 5,21:

Fórmula:	5,21
----------	------

b) En RESULTADOS, elija las opciones «Velocidad» y «alcanzar el infinito» a los dos lados de «en el suelo para».

Velocidad	en el suelo para	alcanzar el infinito	$v(\text{esc.}) = 5,01 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
-----------	------------------	----------------------	--

Puede ver más ejemplos en la pestaña «D_Satelites».

Puede emplear la hoja de cálculo [Satélites \(es\)](#), con la ayuda de [Satélites PAU \(es\)](#) o [Satélites ABAU \(es\)](#), para poder ver problemas resueltos de este tema.

♦ Masas o cargas puntuales: Masas

En esta hoja puede resolver ejercicios de sistemas de masas o cargas puntuales. Para los ejercicios de masas puntuales tiene que [elegir](#) la opción «Masa» en la celda de color naranja situada debajo de «Constante».

- Dos masas de 150 kg están situadas en A(0, 0) y B(12, 0) metros. Calcula:
 - El vector campo y el potencial gravitatorio en C(6, 0) y D(6, 8).
 - Si una masa de 2 kg posee en el punto D una velocidad de $-1 \cdot 10^{-4} \vec{j} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, calcula su velocidad en el punto C.

(P.A.U. jun. 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 los datos.](#)

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

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, en la celda situada debajo de «Constante», [elija](#) la opción «Masa».

En la celda de color naranja situada a la derecha de «G =» puede elegir el otro valor ($6,67 \cdot 10^{-11}$).

En la celda de color naranja situada a la derecha de «Coordenadas», elija las unidades (m).

En la celda de color naranja situada debajo de «Masa» elija la unidad (kg).

En las celdas situadas debajo de «kg», escriba los valores de las masas (150), y, en las celdas situadas a su derecha, los valores correspondientes de las coordenadas «x» e «y».

En la celda de color naranja situada a la derecha de «móvil», elija la opción «C», y en la celda de abajo, elija la opción «D».

En la celda de color naranja situada a la derecha de «Punto de partida:», elija la opción «D», para indicar que la masa móvil sale del punto A. Para «Punto de llegada:» elija la opción «C».

Escriba el valor de la masa móvil (2), en la celda situada a la derecha de la etiqueta «móvil», y los valores correspondientes de las coordenadas «x» e «y» para los puntos C y D. (Cuando escriba 6, aparecerá $6,67 \cdot 10^{-11}$. Pulse la tecla Supr (o Del o Delete), para que quede solo el 6).

En la celda (I15) situada a la derecha de «Velocidad inicial $v_0 =$ » escriba $-1\text{E-}4$, o copie el dato en el enunciado del problema (seleccione -10^{-4} y pulse a la vez las teclas Ctrl y C) y péguelo en esa celda (clic en la celda I15 y pulse a la vez las teclas Ctrl, Alt, \uparrow y V).

Constante		$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$			1
Masa		Coordenadas			
kg	Pto.	x (m)	y (m)	z (m)	

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

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6. Elija la opción «Campo» en la celda de color naranja situada a la izquierda de «resultante», y la opción «Potencial» en la celda de color naranja situada más abajo.

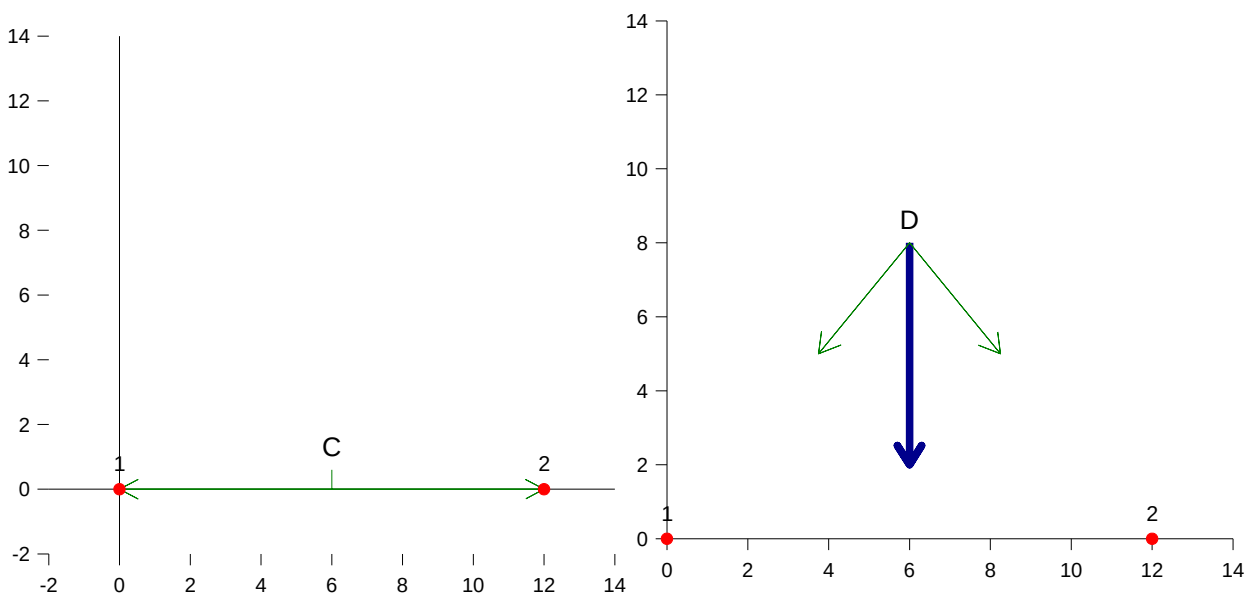
	Campo	resultante	Cifras significativas: 3		
		$ g $	g_x	g_y	
C		0 N/kg	0	0	N/kg
D		$1,60 \cdot 10^{-10}$ N/kg	0	$-1,60 \cdot 10^{-10}$	N/kg
	Potencial				
C		$-3,34 \cdot 10^{-9}$ J/kg	Velocidad final: $1,13 \cdot 10^{-4}$ m/s		
D		0 J/kg			

Los vectores campo gravitatorio pueden verse en la zona de GRÁFICAS, eligiendo la opción «C» en el primero caso y la opción «D» en el segundo.

Los vectores campo, creados por cada una de las masas situadas en los puntos rojos 1 y 2, aparecen en color verde.

En el punto D puede verse además el vector campo resultante, en color azul más grueso.

El campo resultante en el punto C es nulo y no aparece en la gráfica.



♦ Masas o cargas puntuales: Cargas

En esta hoja puede resolver ejercicios de sistemas de masas o cargas puntuales. Para los ejercicios de cargas puntuales tiene que [elegir](#) la opción «Carga» en la celda de color naranja situada debajo de «Constante».

- Dos cargas eléctricas positivas de 3 nC cada una están fijas en las posiciones (2, 0) y (-2, 0) y una carga negativa de -6 nC está fija en la posición (0, -1).
 - Calcule el vector campo eléctrico en el punto (0, 1).
 - Se coloca otra carga positiva de 1 μC en el punto (0,1), inicialmente en reposo y de suerte que es libre de moverse. Razone se llegará hasta el origen de coordenadas y, en caso afirmativo, calcule la energía cinética que tendrá en ese punto. Las posiciones 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 los 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				
móvil	A				
	B				
Punto de partida:	S				
Punto de llegada:	T				
Velocidad inicial	$v_0 =$	m/s	m =		kg
↑ Masa					

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, en la celda situada debajo de «Constante», [elija](#) la opción «Carga».

En la celda de color naranja situada a la derecha de «K =» elija el otro valor ($9,0 \cdot 10^9$).

En la celda de color naranja situada a la derecha de «Coordenadas», elija las unidades (m).

En la celda de color naranja situada debajo de «Carga», elija la unidad (nC).

En las celdas situadas debajo de «nC», escriba los valores de las cargas (3, 3, y -6), y, a su derecha, los valores correspondientes de sus coordenadas «x» e «y».

En la celda situada a la derecha de la etiqueta «móvil», escriba el valor de la carga móvil (1000), ¡en las mismas unidades que el resto de las cargas!, y, a su derecha, los valores correspondientes de las coordenadas (0 y 1).

En la celda de color naranja situada a la derecha de la etiqueta «Punto de partida:», elija la opción «A», para indicar que la carga móvil sale del punto A.

Para el punto de llegada, puede dejar el nombre del punto como se le propone (T) o cambiarlo, pero debe escribir los valores de las coordenadas (0 y 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		

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

↑ Masa

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6. Elija la opción «Campo» en la celda de color naranja situada a la izquierda de «resultante», y la opción «Potencial» en la celda de color naranja situada más abajo.

	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				
	Trabajo del campo desde A hasta T:			$2,41 \cdot 10^{-5} \text{ J}$
	Energía potencial de las cargas fijas:			$-1,25 \cdot 10^{-7} \text{ J}$

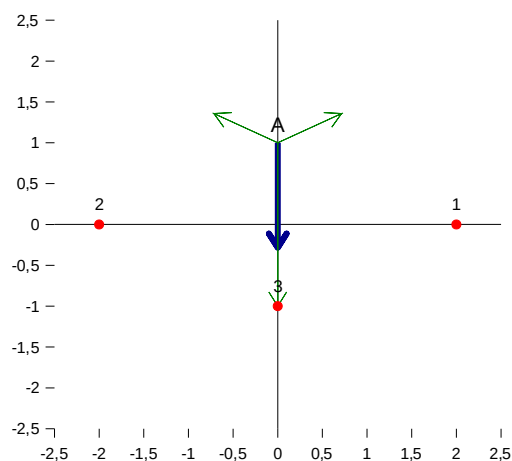
En GRÁFICAS aparece un diagrama con los vectores campo eléctrico, en color verde, creados por cada una de las cargas situadas en los puntos rojos 1, 2 y 3, y el vector campo resultante en el punto A, en color azul más grueso.

A la vista de la dirección y sentido del campo eléctrico y, teniendo en cuenta que la carga móvil es positiva, parece lógico pensar que pasará por el origen de coordenadas. Deduciendo que en todos los puntos de la parte positiva del eje Y, la dirección y sentido del vector campo no varían, se puede asegurar que la carga pasará por el origen.

Puesto que cuando la carga se desplaza desde A hasta el origen, el trabajo de la fuerza del campo es positivo, la carga adquiere una energía cinética igual a ese trabajo:

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

Si partió del reposo, esa será la energía cinética que tendrá.



2. Tres cargas de -2 , 1 y $1 \mu\text{C}$ están situadas en los vértices de un triángulo equilátero y distan 1 m del centro del mismo.
 - a) Calcula el trabajo necesario para llevar otra carga de $1 \mu\text{C}$ desde el infinito al centro del triángulo.
 - b) ¿Qué fuerza sufrirá la carga una vez que esté situada en el centro del triángulo?
 - c) Razona si en alguno punto de los lados del triángulo puede existir un campo electrostático nulo.

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

(P.A.U. jun. 16)

Rta.: a) $W = 0$; b) $F = 0,0270$ hacia la carga negativa.**Borre los datos.** Copie (Ctrl+C) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

Puede calcular las coordenadas en la pestaña «Coords» atendiendo las instrucciones siguientes:

Pulse en la pestaña «Coords» y [elija](#) la opción «Triángulo equilátero» y «Radio», escriba el valor del radio (1) y elija a la unidad (m) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Figura:	Triángulo equilátero
Radio	
Longitud:	1 m

Si en RESULTADOS mantiene «Redondear a 8 cifras decimales», verá:

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

Vuelva a la pestaña «Campos» y copie la celda situada a la derecha de «copie esta celda →», haciendo clic en ella y pulsando a la vez las teclas Ctrl y C. Seleccione con el ratón las celdas debajo de las coordenadas «x» e «y» para los tres puntos. Elija en el menú: **Editar → Pegado especial → Pegar solo fórmula.**

Escriba los valores de las cargas fijas (-2, 1, y 1) en las celdas situadas debajo de « μC ».

Escriba el valor de la carga móvil (1) en la celda situada a la derecha de etiqueta «móvil». Escriba, en las celdas a su derecha, los valores de las coordenadas de la carga móvil, que son las del centro del triángulo (0 y 0).

Elija la opción « ∞ » en la celda de color naranja a la derecha de «Punto de partida:», y la opción «A» en la celda de color naranja a la derecha de «Punto de llegada:»

Constante		$K =$	9,0·10 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					
móvil	1	A	0	0		
		B				
Punto de partida:	∞				∞	
Punto de llegada:	A				A	

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

Elija la opción «Fuerza»:

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

3. Una carga q de 2 mC está fija en el punto A (0, 0), que es el centro de un triángulo equilátero de lado $3\sqrt{3}$ m. Tres cargas iguales Q están en los vértices y la distancia de cada carga Q al punto A es 3 m. El conjunto está en equilibrio electrostático. Calcula:

- El valor de Q .
- La energía potencial de cada carga Q .
- La energía puesta en juego para que el triángulo rote 45° alrededor de un eje que pasa por A y es perpendicular al plano del papel.

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

(P.A.U. jun. 11)

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

a) El problema no se resuelve directamente. Se puede calcular el valor de una carga central que equilibraría tres cargas de 1 mC en los vértices.

Borre los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

Puede calcular las coordenadas en la pestaña «Coords» atendiendo a las instrucciones siguientes:

Pulse en la pestaña «Coords» y **elija** las opciones «Triángulo equilátero» y «Lado», escriba $=3*\text{RAIZ}(3)$ en la celda situada a la derecha de «Longitud» y elija a la unidad (m) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Figura:	Triángulo equilátero
Lado	
Longitud:	5,1961524227 m

Si en RESULTADOS mantiene «Redondear a 8 cifras decimales», verá:

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

Vuelva a la pestaña «Campos» y copie la celda situada a la derecha de «copie esta celda →», haciendo clic en ella y pulsando a la vez las teclas Ctrl y C. Seleccione con el ratón las celdas debajo de las coordenadas «x» e «y» para los tres puntos. Elija en el menú: **Editar → Pegado especial → Pegar solo fórmula**.

Escriba «1» para cada uno de los valores de las cargas fijas, en las celdas situadas debajo 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 en la celda situada a la derecha de «Cifras significativas», para tener mayor precisión.

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

Busque el valor de la carga que equilibra las cargas fijas.

Carga que equilibra las cargas fijas:	-0,577350 mC
---------------------------------------	--------------

La carga en el centro que equilibra tres cargas de 1 mC, situadas en los vértices, vale $q = -0,57735 \text{ mC}$.

Este equilibrio se mantendrá si se multiplican todas las cargas por el mismo número. Para que la carga en el centro sea de 2 mC, habrá que multiplicar su valor actual (-0,57735) por el factor $2/(-0,57735)$.

Este será el factor por el que habría que multiplicar las cargas en los vértices, que son de 1 mC.

Por lo tanto, las cargas en los vértices que equilibrarían una carga de 2 mC del centro valdrían:

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

En DATOS, escriba la fórmula: $=-2/0,57735$ en vez del valor de la carga, en la celda situada debajo de «mC».

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

Puede copiar esta celda (G5) en las dos de abajo o escribir en cada una de ellas = y hacer clic en esta celda (G5).

En RESULTADOS verá ahora:

Carga que equilibra las cargas fijas: 2,00000 mC

b) Para este apartado, escriba 2, en el valor de la carga del punto 4, y 0, en las coordenadas x e y. Escriba el valor de la carga 1 (o 2 o 3) en la celda situada a la derecha de «móvil», y el valor de sus coordenadas en las celdas de la derecha.

	Carga	Coordenadas		
	mC	Pto.	x (m)	y (m)
	-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		
móvil	-3,464103	A	0	3

En RESULTADOS elija la opción «E. potencial»:

	E. potencial
A	2,07846·10 ⁴ J

c) En RESULTADOS, fíjese en el valor de la «Energía potencial de las cargas fijas:». Vale 0 J. Vaya ahora a la pestaña «Coords.» y haga girar el triángulo 45° alrededor del eje Z.

Girar: 45° alrededor del eje: Z

Las coordenadas cambiaron. Vuelva la pestaña «Campo», compruebe que las coordenadas son las nuevas, y compruebe que la energía es a misma: 0 J.

♦ Péndulo en un campo eléctrico

1. En una región del espacio en la que hay un campo eléctrico de intensidad $\vec{E} = 6 \cdot 10^3 \vec{i} \text{ N C}^{-1}$ cuelga, de un hilo de 20 cm de longitud, una esfera metálica que posee una carga eléctrica de $8 \mu\text{C}$ y tiene una masa de 4 g. Calcula:
- El ángulo que forma el hilo con la vertical.
 - La velocidad de la esfera cuando pasa por la vertical al desaparecer el campo eléctrico.
- Dato: $\vec{g} = -9,8 \vec{j} \text{ m s}^{-2}$. (A.B.A.U. extr. 23)
- Rta.:** a) $\alpha = 50,8^\circ$; b) $v = 1,20 \text{ m/s}$.

[Borre los datos.](#)

Sentido del campo eléctrico	→	
Distancia entre placas	$d =$	
Masa oscilante	$m =$	
Carga	$q =$	
Longitud del hilo		
Aceleración de la gravedad	$g =$	9,81 m/s ²

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

En la celda de color naranja situada a la derecha de «Sentido del campo eléctrico», elija la opción «→», y en la que se encuentra debajo de ella, elija la opción «Intensidad de campo eléctrico».

Copie (Ctrl+C) el valor en el enunciado y péguelo (Ctrl+Alt+⬆+V) o escríbalo, en formato científico «hoja de cálculo» ($6\text{E}3$) o en el habitual ($6 \cdot 10^3$), en la celda situada a la derecha de « $E =$ ».

Elija el valor de la aceleración de la gravedad (9,8) en la celda de color naranja situada a la derecha de « $g =$ ».

Sentido del campo eléctrico	→	
Intensidad de campo eléctrico	$E = 6 \cdot 10^3$	N/C
Distancia entre placas	$d =$	
Masa oscilante	$m =$	4 g
Carga	$q =$	8 μC
Longitud del hilo	$L =$	20 cm
Aceleración de la gravedad	$g =$	9,8 m/s ²

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

Elija la opción «Velocidad máxima» en la celda de color naranja.

Ángulo con la vertical	$\varphi =$	50,8 °
Tensión del hilo	$T =$	0,0620 N
Velocidad máxima	$v =$	1,20 m/s

2. Un péndulo está constituido por una pequeña esfera metálica de masa $m = 1 \text{ g}$ y dimensiones despreciables, y un hilo inextensible de 150 cm de ancho y sin peso apreciable. Si la esfera tiene una carga positiva q y el péndulo se sitúa en una región donde existe un campo eléctrico uniforme de intensidad $E = 10^5 \text{ N/C}$. Calcula:

- El valor de la carga q de la esfera sabiendo que cuando el campo es paralelo al eje X se alcanza la posición de equilibrio para un ángulo de 30° del hilo con la vertical.
- El período de oscilación del péndulo cuando el campo eléctrico es perpendicular al eje X y está dirigido de abajo arriba.

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

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

Borre los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elija** las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

En la celda de color naranja situada a la derecha de «Sentido del campo eléctrico», elija la opción «→», y en la que se encuentra debajo de ella, elija la opción «Intensidad de campo eléctrico». Copie (Ctrl+C) el valor en el enunciado y péguelo (Ctrl+Alt+⬆+V) o escríbalo, en formato científico «hoja de cálculo» ($1\text{E}5$) o en el habitual ($1\cdot 10^5$), en la celda situada a la derecha de « $E =$ ».

Elija el valor de la aceleración de la gravedad (10) en la celda de color naranja situada a la derecha de « $g =$ ».

Sentido del campo eléctrico	→		
Intensidad de campo eléctrico	$E =$	$1\cdot 10^5$	N/C
Distancia entre placas	$d =$		
Masa oscilante	$m =$		1 g
Carga	$q =$		
Longitud del hilo	$L =$	150	cm
Ángulo	$\varphi =$	30	°
Aceleración de la gravedad	$g =$	10	m/s ²

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

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

b) Copie (Ctrl+C) el resultado, seleccionándolo con el ratón y presionando al tiempo las teclas Ctrl y C. En DATOS cambie el «Sentido del campo eléctrico» a «⬆». Pulse en la celda situada a la derecha de « $q =$ » y pulse a la vez las teclas Ctrl, Alt, ⬆ y V. Elija las unidades (C) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Carga	$q =$	$5,77\cdot 10^{-8}$	C
Longitud del hilo	$L =$	150	cm

En RESULTADOS verá un aviso de que el ángulo (30°) es demasiado grande para suponer M.A.S.

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

La hoja da la un resultado aproximado multiplicando el período de un M.A.S. ($T = 2\pi\sqrt{L/g}$) por el factor: $-\ln(\cos(\varphi/2))/(1-\cos(\varphi/2))^{1/2}$.

Borre «Ángulo», su valor y sus unidades.

Longitud del hilo	$L =$	150	cm

Ahora el resultado es:

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

♦ Esferas concéntricas

1. Una esfera conductora de radio 4 cm tiene una carga de $+8 \mu\text{C}$ en equilibrio eléctrico. Calcula cuánto valen en puntos que distan 0, 2 y 6 cm del centro de la esfera:
- El módulo de la intensidad del campo eléctrico.
 - El potencial eléctrico.
 - Representa las magnitudes anteriores en función de la distancia al centro de la 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 los datos.

Constante	$K =$	8,9875500·10 ⁹	N·m ² /C ²	$\epsilon' =$	1
Esfera		Interior	Exterior		
Carga de la esfera	$Q =$				
Radio de la esfera	$R =$				
Distancia al centro del punto	$r =$				cm
		A	B		C

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En la celda situada a la derecha de « $K =$ » [elija](#) el otro valor ($9,0 \cdot 10^9$).

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

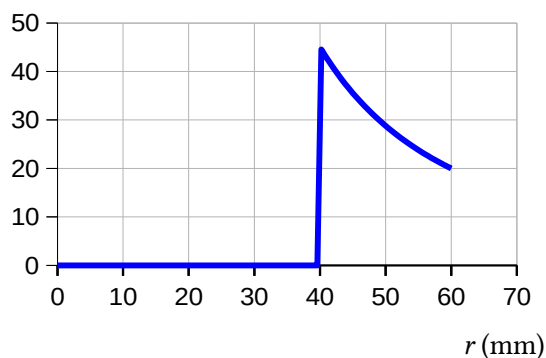
Constante	$K =$	9,0·10 ⁹	N·m ² /C ²	$\epsilon' =$	
Esfera		Interior	Exterior		
Carga de la esfera	$Q =$		8		μC
Radio de la esfera	$R =$		4		cm
Distancia al centro del punto	$r =$	0	2	6	cm
		A	B		C

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

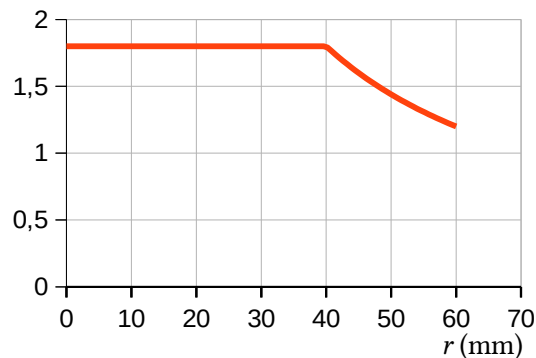
Punto	A	B	C
Distancia	0	2	6 cm
Campo	0	0	$2,00 \cdot 10^7 \text{ N/C}$
Potencial	$1,80 \cdot 10^6$	$1,80 \cdot 10^6$	$1,20 \cdot 10^6 \text{ V}$

GRÁFICAS

Valor del campo eléctrico con la distancia
 E (MN/C)



Potencial electrostático con la distancia
 V (MV)



2. Dos conductores esféricos concéntricos, huecos, tienen de radios 4 y 8 cm, respectivamente. La esfera interior tiene una carga de 24 nC y la exterior 40 nC. Determina:

- Los campos eléctricos en los puntos que distan del centro de las esferas 1, 5 y 10 cm.
- Los potenciales eléctricos en los puntos que distan del centro de las esferas 1, 5 y 10 cm.
- La diferencia de potencial entre los conductores

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 los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situada a la derecha.

Elija el otro valor ($9,0 \cdot 10^9$) de la constante en la celda de color naranja situada a su derecha de « $K =$ ».

Escriba los valores (4 y 8) de los radios en las celdas situadas a la derecha de « $R =$ ». Elija la unidad (cm) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Escriba los valores (24 y 40) de las cargas en las celdas situadas a la derecha de « $Q =$ ». Elija la unidad (nC) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Escriba los valores (1, 5 y 10) de las distancias de los puntos al centro de las esferas, en las celdas situadas a la derecha de « $r =$ ».

Las distancias deben escribirse en orden creciente.

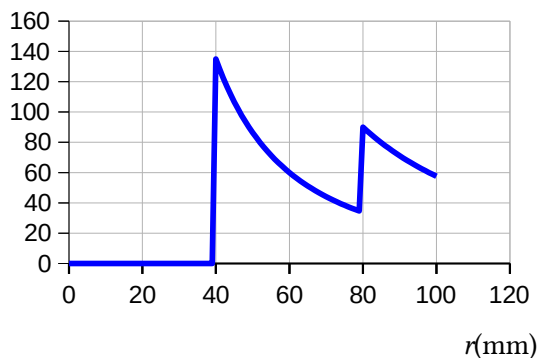
Constante	$K =$	9,0·10 ⁹	N·m ² /C ²	$\epsilon' =$	1
Esfera		Interior	Exterior		
Carga de la esfera	$Q =$	24	40		nC
Radio de la esfera	$R =$	4	8		cm
Distancia al centro del punto	$r =$	1	5	10	cm
		A	B	C	

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

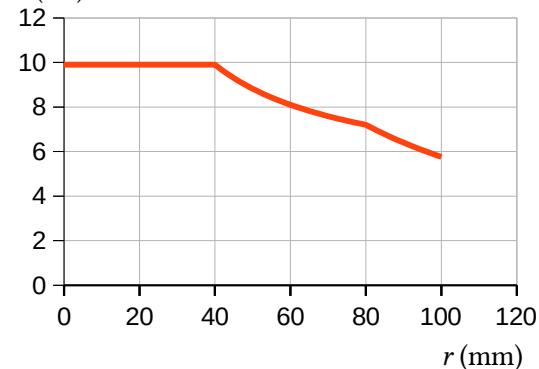
Punto	A	B	C
Distancia	1	5	10 cm
Campo	0	$8,64 \cdot 10^4$	$5,76 \cdot 10^4 \text{ N/C}$
Potencial	$9,90 \cdot 10^3$	$8,82 \cdot 10^3$	$5,76 \cdot 10^3 \text{ V}$
Diferencia de potencial ($V_{\text{int}} - V_{\text{ext}} =$			$2,70 \cdot 10^3 \text{ V}$

GRÁFICAS:

Valor del campo eléctrico con la distancia
 $E \text{ (kN/C)}$



Potencial electrostático con la distancia
 $V \text{ (kV)}$



♦ Partículas cargadas en un campo magnético

1. Uno protón con una energía cinética de $4,0 \cdot 10^{-15}$ J penetra perpendicularmente en un campo magnético uniforme de 40 mT. Calcula:

- a) El módulo de la fuerza a la que está sometido el protón dentro del campo.
b) El tipo de movimiento realizado por protón, la trayectoria que describe y el radio de esta.

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 los datos.](#)

Partícula	Carga	$q =$		
	Masa	$m =$		
				clic
	Ángulo entre v y B	$\varphi =$	90 °	
	Radio de la circunferencia	$R =$		
	Campo magnético	$B =$		T
	Tiempo	$t =$		1 s
(para calcular el número de vueltas)				

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, en la celda de color naranja situada debajo de «Partícula» puede [elegir](#) la opción «Protón». Si lo hace, aparecerán los valores de su carga y masa. Puede cambiarlos, bien copiando (Ctrl+C) en el enunciado y pegando (Ctrl+Alt+⬆+V) o escribiéndolos en formato científico «hoja de cálculo» o en el habitual:

- El valor de la carga ($1,6\text{E-}19$ o $1,6 \cdot 10^{-19}$), en la celda situada a la derecha de « $q =$ ».
- El valor de la masa ($1,67\text{E-}27$ o $1,67 \cdot 10^{-27}$), en la celda situada a la derecha de « $m =$ ».

Elija las unidades (C y kg) en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Debajo de «kg», donde se ve «[clic](#)», elija la opción «J». Aparecerá la etiqueta «Energía cinética». Copie (Ctrl+C) el valor de la energía cinética en el enunciado y péguelo (Ctrl+Alt+⬆+V) o escríbalo, en formato científico «hoja de cálculo» ($4\text{E-}15$) o en el habitual ($4 \cdot 10^{-15}$), en la celda situada a la derecha de « $E =$ ».

Escriba el valor del campo magnético (0,04) en la celda situada a la derecha de « $B =$ ».

Partícula	Carga	$q =$	1,6E-19	C
	Masa	$m =$	1,67E-27	kg
	Energía cinética	$E =$	4E-15	J
	Ángulo entre v y B	$\varphi =$	90 °	
	Radio de la circunferencia	$R =$		
	Campo magnético	$B =$	0,04	T
	Tiempo	$t =$		
(para calcular el número de vueltas)				

Si copió y pegó los valores de carga y masa, desde el 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, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6. Elija la opción «Fuerza magnética» en la celda de color naranja situada debajo de «Radio de la trayectoria circular».

Radio de la trayectoria circular	$R =$	0,571	m
Fuerza magnética	$F =$	$1,40 \cdot 10^{-14}$	N

2. Una partícula de masa 8 ng y carga eléctrica $-2\text{ }\mu\text{C}$ entra en una región del espacio en la que hay un campo magnético $\vec{B} = 3\text{ }\hat{j}\text{ T}$, con una velocidad $\vec{v} = 6\text{ }\hat{i}\text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$. Calcula:
- La velocidad angular con que se mueve.
 - La intensidad de campo eléctrico (vector) que se debe aplicar para que la partícula siga una trayectoria rectilínea.

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

Rta.: a) $\omega = 7,5\cdot 10^5\text{ rad/s}$; b) $\vec{E} = -1,80\cdot 10^4\text{ }\hat{k}\text{ N/C}$.

Borre los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

Partícula	Carga	$q =$		
	Masa	$m =$		
	Ángulo entre v y B	$\varphi =$	90 °	
	Radio de la circunferencia	$R =$		
	Campo magnético	$B =$		T
	Tiempo	$t =$		
(para calcular el número de vueltas)				

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elija** las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Debajo de «ng», donde se ve «**clie**», elija la opción «m/s». Aparecerá la etiqueta «Velocidad». Copie (Ctrl+C) el valor en el enunciado y péguelo (Ctrl+Alt+⬆+V) o escríbalo, en formato científico «hoja de cálculo» (6E3) o en el habitual (6000 o $6\cdot 10^3$) en la celda situada a la derecha de « $v =$ ».

Partícula	Carga	$q =$	-2 μC	
	Masa	$m =$	8 ng	
	Velocidad	$v =$	6000 m/s	
	Ángulo entre v y B	$\varphi =$	90 °	
	Radio de la circunferencia	$R =$		
	Campo magnético	$B =$	3 T	
	Tiempo	$t =$		
(para calcular el número de vueltas)				

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

- a) Elija la opción «Velocidad angular» en la celda de color naranja situada debajo de «Radio de la trayectoria circular».

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

- b) Elija la opción «Intensidad de campo eléctrico» en lugar de «Velocidad angular».

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

◊ Campo y fuerza magnética entre conductores paralelos

1. Dos conductores rectilíneos, paralelos e infinitos, están situados en el plano yz , en la dirección del eje z , separados una distancia de 80 cm. Si por cada uno de ellos circula una corriente de 12 A en sentidos contrarios, calcula:

a) La fuerza por unidad de longitud que se ejercen mutuamente, indicando la dirección y el sentido de esta.

b) El vector campo magnético en el punto medio de la distancia que separa los conductores.

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 los datos.](#)

Intensidad en el conductor 1	$I_1 =$	<input type="text"/>	A		+
Intensidad en el conductor 2	$I_2 =$	<input type="text"/>	A	Sentido	<input type="text"/>
Separación entre conductores	$d =$	<input type="text"/>	m		
Distancia del punto P al conductor 1	$d_1 =$	<input type="text"/>	m		
Distancia del punto P al conductor 2	$d_2 =$	<input type="text"/>	m		
Intensidad en el conductor 3	$I_3 =$	<input type="text"/>	A		
Longitud del conductor 3	$L_3 =$	<input type="text"/>	m		

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⇧+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

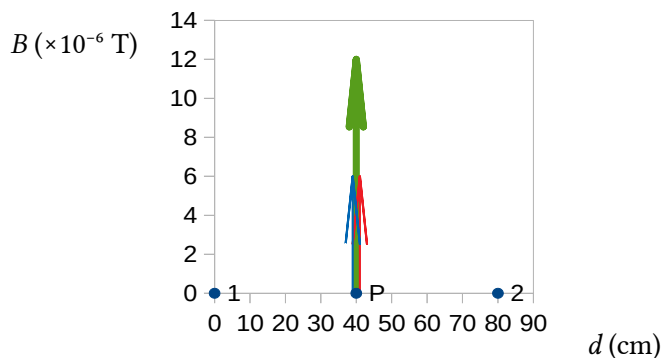
En la celda situada a la derecha de «Sentido» elija la opción «-», que indica sentido contrario.

Intensidad en el conductor 1	$I_1 =$	<input type="text"/>	12 A		+
Intensidad en el conductor 2	$I_2 =$	<input type="text"/>	12 A	Sentido	-
Separación entre conductores	$d =$	<input type="text"/>	80 cm		
Distancia del punto P al conductor 1	$d_1 =$	<input type="text"/>	40 cm		
Distancia del punto P al conductor 2	$d_2 =$	<input type="text"/>	40 cm		
Intensidad en el conductor 3	$I_3 =$	<input type="text"/>	A		
Longitud del conductor 3	$L_3 =$	<input type="text"/>	1 m		

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

Campo magnético en el punto P		Cifras significativas:	<input type="text"/>
debido al conductor 1	$B_1 =$	<input type="text"/>	$6,00 \cdot 10^{-6} \text{ T}$
debido al conductor 2	$B_2 =$	<input type="text"/>	$+6,00 \cdot 10^{-6} \text{ T}$
resultante	$B_p =$	<input type="text"/>	$1,20 \cdot 10^{-5} \text{ T}$
Fuerza entre los conductores 1 y 2	$F_{12} =$	<input type="text"/>	$3,60 \cdot 10^{-5} \text{ N/m}$

GRÁFICAS:



♦ Movimiento armónico simple

- La energía total de un cuerpo de masa 0,5 kg que realiza un movimiento armónico simple es $6,0 \cdot 10^{-3}$ J y la fuerza máxima que actúa sobre él es 0,3 N.
 - Escribe la ecuación de la elongación en función del tiempo, si en el instante inicial se encuentra en el punto de máxima elongación positiva.
 - Calcula en el instante $T/4$ la energía cinética y la energía potencial.
 - Halla la frecuencia con la que oscilaría si se duplica su 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 los datos.](#)

Ecuación	$x = A$		sen	$(\omega \cdot t + \varphi_0)$		
Masa oscilante	$m =$					
Amplitud	$A =$					
				Tiempo	Posición	Velocidad
Fase inicial	$\varphi_0 =$			(s)	(m)	(m/s)
Aceleración de la gravedad	$g =$	9,81	m/s ²			

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Elija la opción «cos» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Ecuación», y las opciones «Energía mecánica» y «Fuerza máxima» en las celdas de color naranja situadas debajo de «Fase inicial».

Copie (Ctrl+C) el valor en el enunciado y péguelo (Ctrl+Alt+⬆+V) o escríbalo, en formato científico «hoja de cálculo» ($6E-3$) o en el habitual ($6,0 \cdot 10^{-3}$), en la celda situada a la derecha de « $E =$ ».

Escriba 0,3 en la celda situada a la derecha de « $F =$ ».

En la celda de color naranja situada a la derecha de « $g =$ » puede elegir otro valor.

Escriba el valor (0,5) de la masa en la celda situada a la derecha de « $m =$ » y elija a la unidad (kg) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Ecuación	$x = A$		cos	$(\omega \cdot t + \varphi_0)$		
Masa oscilante	$m =$	0,5	kg			
Amplitud	$A =$					
Constante elástica	$k =$		N/m	Tiempo	Posición	Velocidad
Fase inicial	$\varphi_0 =$			(s)	(m)	(m/s)
Energía mecánica	$E =$	$6,0 \cdot 10^{-3}$	J			
Fuerza máxima	$F =$	0,3	N			
Aceleración de la gravedad	$g =$	9,81	m/s ²			

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

Elija la opción «Elongación» en la celda situada debajo de «Ecuación».

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

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

Si no está seguro de cuál debe ser la fase inicial, fíjese en el valor (0,04) de la amplitud (posición máxima) eligiendo «Máxima» en la última fila de resultados.

Escriba su valor en la posición inicial.

b) Mire en RESULTADOS el valor del período:

Tiempo (s)	Posición (m)	Velocidad (m/s)	
0	0,04		inicial

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

Escriba en la segunda fila de los DATOS la fórmula:

=H14/4 o.

1. Escriba =
2. Pulse en la celda que contiene el valor del Período.
3. Siga escribiendo /4
4. Premura a tecla \leftarrow (o Intro o Enter)

H14 es la celda que contiene el valor del período.

Esta fórmula hace la división: $1,62 / 4 = 0,405$

c) Cambie en los DATOS el valor de la masa:

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

En RESULTADOS elija la opción «Frecuencia» en lugar de «Período».

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

Tiempo (s)	Posición (m)	Velocidad (m/s)	
0	0,04		inicial
0,41			

2. Se cuelga un cuerpo de 10 kg de masa de un resorte y se alarga 2,0 cm. Después se le añaden otros 10 kg y se le da un tirón hacia abajo, de modo que el sistema comienza a oscilar con una amplitud de 3,0 cm.

- a) Calcule la constante elástica del resorte y la frecuencia del movimiento.
- b) Escriba, en función del tiempo, las ecuaciones de la elongación, velocidad, aceleración y fuerza.
- c) Calcule la energía cinética y la energía potencial elástica a los 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 los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+ \uparrow +V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y **elija** las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Fíjese que los datos de la masa oscilante y la amplitud son diferentes de los del alargamiento al colgar una masa de 10 kg.

Debe poner 3 en la celda situada debajo de Posición en la línea correspondiente a «inicial».

Si en la expresión de «Ecuación» elige la opción «cos», las ecuaciones tienen fase inicial nula.

Ecuación	$x = A$	cos	$(\omega \cdot t + \varphi_0)$			
Masa oscilante	$m =$	20 kg				
Amplitud	$A =$	3 cm				
				Tiempo	Posición	Velocidad
Fase inicial	$\varphi_0 =$			(s)	(cm)	(m/s)
Alargamiento producido	$\Delta x =$	2 cm		0	3	
al colgar una masa	$m =$	10 kg		2		
Aceleración de la gravedad	$g =$	9,8	m/s^2			

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

a) Elija la opción «Constante elástica» en la celda de color naranja situada debajo de «Elongación».

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

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

Frecuencia	$f =$	$2,49 \text{ Hz}$
------------	-------	-------------------

b) Elija la opción «Elongación» en la celda de color naranja situada debajo de «Ecuación».

Ecuación		Cifras significativas:	3
----------	--	------------------------	---

Elongación	$x = 0,0300 \cos(15,7 t) \text{ (m)}$
------------	---------------------------------------

Cambie la opción «Elongación» por «Velocidad».

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

Cambie la opción «Velocidad» por «Aceleración».

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

Cambie la opción «Aceleración» por «Fuerza».

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

Si elige « π » debajo del número de cifras significativas, las expresiones se muestran en función de π .

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

c) En DATOS, escriba 2 en la celda situada debajo de 0, correspondiente a «Tiempo»

En RESULTADOS, elija la opción «E. cinética» en la celda de color naranja situada debajo de «Energía».

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

El ejercicio estaba pensado para que $E_c = 0$, si la frecuencia fuera exactamente 2,5 Hz.

En cuyo caso $T = 0,4 \text{ s}$ y $x = 3 \text{ cm}$, pero no es así.

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

El valor que se obtiene es $E_p = 2,18 \text{ J}$, es ligeramente inferior al valor máximo.

◇ Péndulo

1. Uno péndulo simple de longitud $l = 2,5$ m, se desvía del equilibrio hasta un punto a 0,03 m de altura y se suelta. Calcula:
- La velocidad máxima.
 - El período.
 - La amplitud del movimiento armónico simple descrito por péndulo.
- Dato $g = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. (P.A.U. jun. 11)
- Rta.:** a) $v_m = 0,77 \text{ m/s}$; b) $T = 3,2 \text{ s}$; c) $A = 0,39 \text{ m}$.

[Borre los datos.](#)

Longitud del hilo	$L =$	
Fase inicial	$\theta_o =$	$\pi/2 \text{ rad}$
Aceleración de la gravedad	$g =$	$9,81 \text{ m/s}^2$

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⇧+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

En DATOS, escriba el valor (2,5) de la longitud del hilo en la celda situada a la derecha de « $L =$ » y elija la unidad (m) en la celda de color naranja situada a su derecha.

Debajo de ella elija la opción «Altura máx.», escriba su valor (0,03) en la celda situada a la derecha de « $h_m =$ » y elija a la unidad (m) en la celda de color naranja situada a su derecha.

En la celda de color naranja situada a la derecha de « $g =$ » elija el valor 9,8.

Longitud del hilo	$L =$	2,5 m
Altura máx.	$h_m =$	0,03 m
Fase inicial	$\theta_o =$	$\pi/2 \text{ rad}$
Aceleración de la gravedad	$g =$	9,8 m/s ²

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

Elija la opción «Período» debajo de la ecuación, y «Velocidad máxima» en la última fila.

La ecuación se expresa en las mismas unidades que elija para la «Amplitud». Si elige la opción «m» verá:

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

♦ Ondas

1. Una onda se propaga en el sentido positivo del eje X con una velocidad de 20 m s^{-1} , una amplitud de $0,02 \text{ m}$ y una frecuencia de 10 Hz . Determina:
- El período y la longitud de onda.
 - La expresión matemática de la onda si en $t = 0 \text{ s}$ la partícula situada en el origen está en la 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 los datos.](#)

Ecuación	$y = A$	sen	$(\omega t \pm kx + \phi_0)$
Amplitud $A =$			
en el instante $t =$		s	
Elongación inicial $y_0 =$		m	
Diferencia de fase $\Delta\phi =$		rad	

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, en la celda situada a la derecha de «Ecuación» puede elegir entre «sen» y «cos». Por defecto es «sen».

Escriba el valor (0,02) de la amplitud en la celda situada a la derecha de « $A =$ » y [elija](#) a la unidad (m).

Debajo de «Amplitud» elija la opción «Frecuencia», y escriba su valor (10) en la celda situada a la derecha de « $f =$ ».

Debajo de ella, elija la opción «Velocidad de propagación» y escriba su valor (20) en la celda situada a la derecha de « $v =$ ».

Para el apartado b) escriba 0 en la celda situada a la derecha de «en el instante $t =$ », y 0,02 en la celda situada a la derecha de «Elongación inicial $y_0 =$ ».

Ecuación	$y = A$	sen	$(\omega t \pm kx + \phi_0)$
Amplitud $A =$	0,02 m		
Frecuencia $f =$	10 Hz		
Velocidad de propagación $v =$	20 m/s		
en el instante $t =$	0 s		
Elongación inicial $y_0 =$	0,02 m		
Diferencia de fase $\Delta\phi =$		rad	

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6. Elija las opciones «Período» y «Longitud de onda» en las celdas de color naranja debajo de «Atributos».

b) Elija «general», en la celda situada a la derecha de «Ecuación» y «Elongación» debajo de ella. Para que aparezca π en la expresión de la elongación, elija la opción « π » en la celda de color naranja situada debajo del número de cifras significativas.

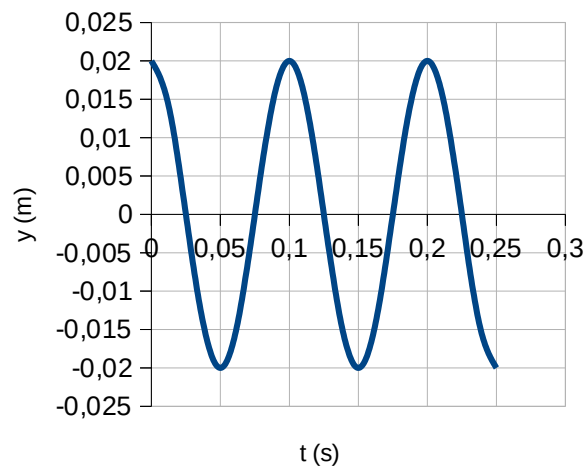
Ecuación	general	Cifras significativas: 3
Elongación	$y = 0,0200 \sin(20 \pi t - \pi x + \pi/2) \text{ (m)}$	π
Valor		

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

GRÁFICAS

También puede ver una gráfica de la elongación de un punto en $x = 0$, entre 0 y 0,25 s:

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



2. La expresión matemática de una onda armónico transversal que se propaga por una cuerda tensa orientada según el eje x es: $y = 0,5 \sin [2\pi (3t - x)]$ (unidades en el SI). Determina:
- Los valores de la longitud de onda, velocidad de propagación, velocidad y aceleración máximas de vibración de los puntos de la cuerda.
 - La distancia mínima que separa dos puntos de la cuerda que en un mismo instante vibran desfasados 2π radianes.

(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 los datos](#). Copie (Ctrl+C) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⬆+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elijas](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

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

En la celda correspondiente a «Diferencia de fase», situada a la derecha de « $\Delta\varphi =$ » puede escribir 2π , o $=2\pi$.

Ecuación		$y = A$	sen	$(\omega t \pm kx + \varphi_0)$
Amplitud	$A =$	0,5	m	
Frecuencia	$f =$	3	Hz	
Número de onda $1/\lambda$	$n =$	1	m ⁻¹	
en el instante	$t =$		s	
Elongación inicial	$y_0 =$		m	
Diferencia de fase	$\Delta\varphi = 2\pi$		rad	

Puede comprobar que la elección de los atributos es la correcta en RESULTADOS, eligiendo la opción «Elongación» en la celda situada debajo de «Ecuación» y la opción « π » en la celda situada debajo del número de cifras significativas, y escribiendo 2 en la celda situada a su izquierda.

		Cifras significativas:		3
Ecuación		general		2 π

Elongación

$$y = 0,500 \text{ sen } 2\pi(3t - x) \text{ (m)}$$

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

a) Elija la opción «Velocidad» en la celda situada debajo de «Valor», y la opción «Longitud de onda» en la segunda celda debajo de «Atributos».

Valor

Máximo

Velocidad

 $v_m =$

9,42 m/s

Atributos

Longitud de onda

 $\lambda =$

1,00 m

Velocidad de propagación

 $v =$

3,00 m/s

Cambie la opción «Velocidad» por «Aceleración», par ver la aceleración máxima.

Aceleración

 $la_m =$ 178 m/s²

b) Fíjese en la última línea de RESULTADOS.

Distancia entre puntos

 $\Delta x =$

1,00 m si

 $\Delta\varphi = 6,28 \text{ rad}$

Puede elegir la opción « π » en la celda de color naranja de la derecha.

Distancia entre puntos

 $\Delta x =$

1,00 m si

 $\Delta\varphi = 2 \pi \text{ rad}$ π

◊ Espejos y lentes

1. Un objeto de 4 cm de altura está situado 20 cm delante de una lente delgada divergente de distancia focal 12 cm.

- a) Determina la posición y el tamaño de la imagen.
b) Dibuja un esquema (marcha de rayos) con la posición del objeto, la lente y la imagen.

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

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

Borre los datos.

Lente	convergente	Unidades	cm
	Posición (cm)	Altura (cm)	
Foco			
Objeto			
Imagen			

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, [elija](#) la opción «Lente» en la primera celda de color naranja.

Elija la opción «Foco» en la celda de color naranja debajo de ella.

Escriba el valor de la posición del foco, con signo «-» (-20), en la celda situada a la derecha de «Foco». A etiqueta de la lente cambia la «divergente».

Escriba en la celda situada a la derecha de «Objeto» el valor de la posición del objeto (4), pero le dará un mensaje de que tiene que ser negativa. Ponga el signo «-» (-4).

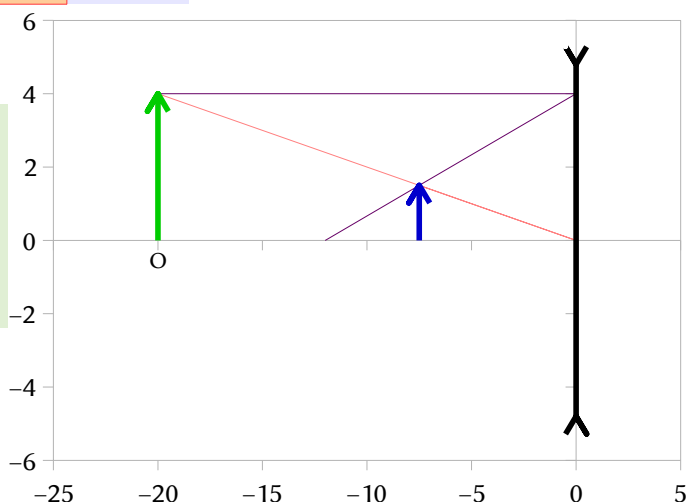
Escriba la altura del objeto en la celda de la derecha.

Lente	divergente	Unidades	cm
	Posición (cm)	Altura (cm)	
Foco	-12		
Objeto	-20	4	
Imagen			

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

	Posición (cm)	Altura (cm)	
Objeto	-20,0	4,00	Aumento
Imagen	-7,50	1,50	0,375
Imagen	Virtual	Derecha	Menor

También podrá ver un diagrama de rayos como el de la derecha.



2. Se quiere formar una imagen real y de doble tamaño de un objeto de 1,5 cm de altura. Determina:
- La posición del objeto si se usa un espejo cóncavo de $R = 15$ cm.
 - La posición del objeto si se usa una lente convergente con la misma distancia focal que el espejo.
- Dibuja la marcha de los rayos para los dos apartados anteriores.

(P.A.U. jun. 11)

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

Borre los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y [péguelo](#) en la celda situada debajo de «Problema».

Elija la opción «cm» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Unidades».

a) Cambie la opción «Lente» por «Espejo».

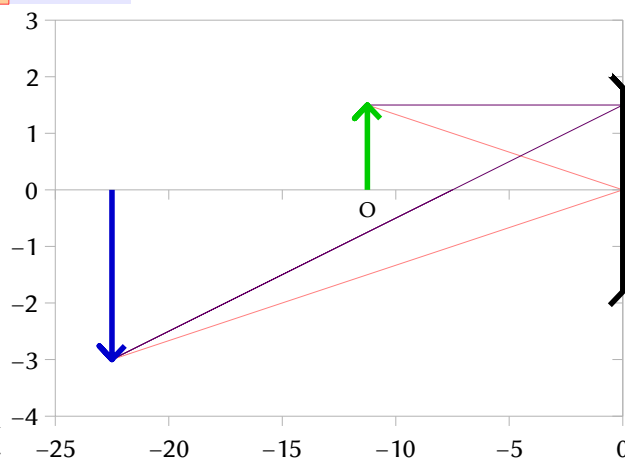
En la celda de color naranja más abajo elija la opción «Centro (radio)» y escriba 15 en la celda situada a su derecha. Verá que aparece la etiqueta «convexo» a la derecha de «espejo». Para que el espejo sea cóncavo, el radio tiene que ser negativo. Escriba -15 en lugar de 15. Para emplear el dato «doble tamaño», elija la opción «Aumento ↑» en la celda de color naranja situada debajo de «Altura (cm)». Escriba 2 en la celda de color blanco situada encima de ella. Verá en RESULTADOS que la imagen es virtual. Para que sea real, deberá cambiar el signo del aumento y escribir -2.

Espejo cóncavo	Unidades	cm
Posición (cm)	Altura (cm)	
Centro (radio)	-15	
Objeto		1,5
		-2
	Aumento ↑	

RESULTADOS y GRÁFICAS

Posición del foco				-7,50 cm
Posición (cm)		Altura (cm)		
Objeto	-11,3	1,50	Aumento	
Imagen	-22,5	-3,00	-2,00	
Imagen	Real	Invertida	Mayor	

Anote la posición del foco para el apartado b).

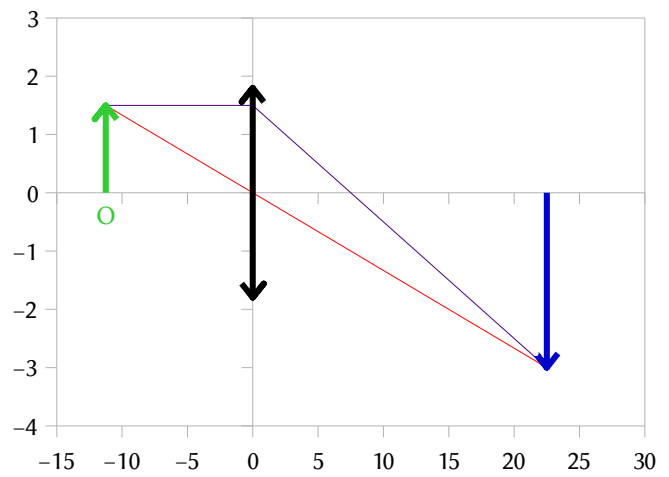


- b) Cambie la opción «Espejo» por «Lente», y la opción «Centro (radio)» por «Foco». Escriba 7,5 en la celda situada a su derecha y compruebe que la lente es convergente. (Si escribiera -7,5, la lente sería divergente).

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

RESULTADOS y GRÁFICAS

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



♦ Efecto fotoeléctrico

1. Se ilumina un metal con luz monocromática de una cierta longitud de onda. Si el trabajo de extracción es de $4,8 \cdot 10^{-19}$ J y el potencial de frenado es de 2,0 V, calcula:

- La velocidad máxima de los electrones emitidos.
- La longitud de onda de la radiación incidente.
- Representa gráficamente la energía cinética máxima de los electrones emitidos en función de la frecuencia de la 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 los datos.](#)

Cátodo (Elija una unidad →)		
Fotones (Elija una unidad →)		
Electrones (↑ Elija la magnitud)		

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS [elija](#) la opción «J» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Cátodo». La etiqueta cambiará a «Trabajo de extracción». Copie (Ctrl+C) el valor en el enunciado y péguelo (Ctrl+Alt+↵+V) o escríbalo, en formato científico «hoja de cálculo» (7E14) o en el habitual ($7,0 \cdot 10^{14}$), en la celda situada a la derecha de « $W_0 =$ ».

Elija la opción «Potencial de frenado» en la celda situada encima de «Electrones (↑ Elija la magnitud)». Escriba su valor (2) en la celda situada a la derecha de « $V =$ ».

Trabajo de extracción	$W_0 =$	$4,8 \cdot 10^{-19}$	J
Potencial de frenado	$V =$	2	V
de los electrones			

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

a) Elija la opción «Velocidad máxima», en la celda situada encima de «Electrones (↑ Elija la magnitud)»

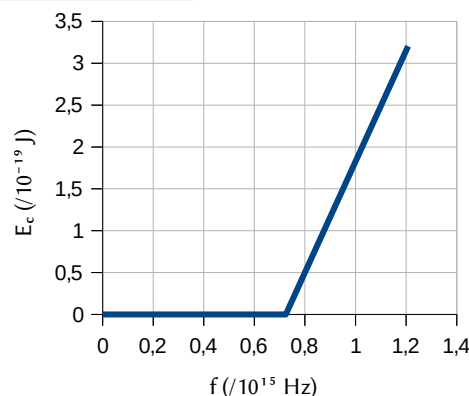
b) Elija la opción «nm» o «m» en la fila de «Fotones (Elija una unidad →)». La etiqueta cambia:

Longitud de onda de los fotones	$\lambda =$	248	nm
Velocidad máxima	$v =$	$8,39 \cdot 10^5$	m/s
de los electrones			

En GRÁFICAS elija la opción «electrones» en la celda de color naranja situada a la derecha de «de los», «Energía cinética» a la izquierda de «frente a», y «Frecuencia» su derecha.

Energía cinética	frente a	Frecuencia
de los electrones		de los fotones

Si lo desea, escriba el valor de la frecuencia máxima a la derecha de « $f =$ ». El valor máximo preestablecido es el doble de la frecuencia umbral.



2. El trabajo de extracción para el sodio es de 2,50 eV. Calcula:

- La longitud de onda de la radiación que debemos usar para que la velocidad máxima de los electrones emitidos sea de $1,00 \cdot 10^7 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.
- El potencial de frenado.
- La longitud de onda de De Broglie asociada a los electrones emitidos por metal con velocidad máxima.

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

(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 los datos. Copie (Ctrl+C) el enunciado y **péguelo** en la celda situada debajo de «Problema».

En DATOS **elija** la opción «eV» en la celda de color naranja situada a la derecha de «Cátodo». La etiqueta cambiará a «Trabajo de extracción». Escriba el valor (2,5) en la celda situada a la derecha de « $W_0 =$ ».

Elija la opción «Velocidad máxima» en la celda de color naranja situada encima de «Electrones». Copie (Ctrl+C) su valor en el enunciado y péguelo (Ctrl+Alt+⬆+V) o escríbalo, en formato científico «hoja de cálculo» (1E7) o en el habitual ($1 \cdot 10^7$), en la celda situada a la derecha de « $v =$ ».

Trabajo de extracción	$W_0 =$	2,5 eV
Velocidad máxima	$v =$	$1,00 \cdot 10^7$ m/s
de los electrones		

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

Elija la opción «Potencial de frenado», en la celda de color naranja situada encima de «Electrones (↑ Elija la magnitud)»

Longitud de onda de los fotones	$\lambda =$	4,32 nm
Potencial de frenado	$V =$	284 V
de los electrones		

c) Cambie la opción «Potencial de frenado» por «Longitud de onda de De Broglie».

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

♦ Energía nuclear

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

- El defecto de masa.
- La energía de enlace nuclear.
- La energía 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) $E_{en} = 1,18 \cdot 10^{-12} \text{ J/nucleón}$.

[Borre los datos.](#)

	N.º atómico	Z	N.º másico A
Partícula proyectil			
Núclido diana			
Núclido formado			
2º núclido/partícula			
Masa de la muestra			

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, escriba o pegue (Ctrl+Alt+⇧+V) los valores de las magnitudes en las celdas de color blanco correspondientes a ellas, y [elija](#) las unidades en las celdas de color naranja situadas a su derecha.

Escriba el valor de la carga (92) en la celda situada a la derecha de «Núclido formado», y de su masa en la celda de la derecha (238,051). Elija la unidad (u) en la celda de color naranja situada a su derecha.

	Carga	(e ⁺)	Masa
Partícula proyectil			
Núclido diana			
Núclido formado	92		238,05 u
2º núclido/partícula			
Masa de la muestra			

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

a) Elija la opción «u» o «kg», en la celda de color naranja situada a la izquierda 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) Elija ahora «J» o «MeV» en la misma celda.

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

c) Elija la opción «/nucleón» en vez de «/átomo» en la celda de color naranja situada a su derecha.

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

♦ Desintegración radioactiva

1. El $^{210}_{82}\text{Pb}$ se transforma en polonio al emitir dos partículas beta y posteriormente, por emisión de una partícula alfa, se obtiene chumbo.

a) Escribe las reacciones nucleares descritas.

- b) El período de semidesintegración del $^{210}_{82}\text{Pb}$ es de 22,3 años. Si teníamos inicialmente 3 moles de átomos diera elemento y transcurrieron 100 años, calcula el número de núcleos radioactivos que quedan sin desintegrar y la actividad inicial de la muestra.

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

(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 los datos.](#)

	Cantidad inicial		
	Después de...	$\Delta t =$	
	Masa atómica	$M =$	g/mol
	Tiempo	$t =$	

Para ver el enunciado en la misma hoja, selecciónelo en la página de origen y cópielo (Ctrl+C).

Pulse en la celda de la hoja de cálculo situada debajo de la etiqueta «Problema», y [pegue el enunciado](#).

En DATOS, [elija](#) la opción «Período de semidesintegración» en la primera celda de la izquierda de color naranja.

Escriba su valor (22,3) en la celda situada a la derecha de « $T =$ », y elija la unidad (años) En la celda de color naranja situada a su derecha.

Escriba 3 en la celda situada a la derecha de «Cantidad inicial» y elección a unidad (mol) En la celda de color naranja situada a su derecha.

Escriba 100 en la celda de la última fila situada a la derecha de «Tiempo $t =$ » y elija la unidad (años) En la celda de color naranja situada a su derecha.

	Período de semidesintegración	$T =$	22,3 años
	Cantidad inicial	$N_0 =$	3 mol
	Después de...	$\Delta t =$	
	Masa atómica	$M =$	g/mol
	Tiempo	$t =$	100 años

En RESULTADOS, puede cambiar el número preestablecido (3) de cifras significativas por otro entre 1 y 6.

Elija la opción «átomos» en la celda de color naranja situada a la derecha de «clic \rightarrow ».

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

Para la actividad inicial elija la opción «Bq» en lugar de «átomos».

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

Sumario

PROBLEMAS DE FÍSICA DE 2.º DE BACHILLERATO

Comienzo.....	1
Teclado y ratón.....	1
Datos.....	1
Como pegar el enunciado en la hoja de cálculo.....	2
Tipos de problemas.....	2
Otros cálculos.....	2
Ejemplos.....	3
Cálculo de coordenadas para figuras regulares.....	4
1. Calcula las coordenadas de un triángulo equilátero de 80 cm de lado con la base en el eje X y el vértice superior en el eje Y.....	4
Satélites.....	5
1. El Sentinel-1 es un satélite artificial de órbita circular polar de la Agencia Espacial Europea dentro del Programa Copérnico destinado a la monitorización terrestre y de los océanos. Está situado a 693 km sobre la superficie terrestre.....	5
2. Un satélite artificial tiene una masa de 200 kg y una velocidad constante de $7,00 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$	6
3. El período de Júpiter en su órbita alrededor del Sol es aproximadamente 12 veces mayor que el de la Tierra en su correspondiente órbita. Considerando circulares las órbitas de los dos planetas, determine:.....	6
4. La masa del planeta Marte es 0,107 veces la masa de la Tierra y su radio es 0,533 veces el radio de la Tierra. Calcule:.....	8
Masas o cargas puntuales: Masas.....	9
1. Dos masas de 150 kg están situadas en A(0, 0) y B(12, 0) metros. Calcula:.....	9
Masas o cargas puntuales: Cargas.....	11
1. Dos cargas eléctricas positivas de 3 nC cada una están fijas en las posiciones (2, 0) y (-2, 0) y una carga negativa de -6 nC está fija en la posición (0, -1).....	11
2. Tres cargas de -2, 1 y 1 μC están situadas en los vértices de un triángulo equilátero y distan 1 m del centro del mismo.....	12
3. Una carga q de 2 mC está fija en el punto A (0, 0), que es el centro de un triángulo equilátero de lado $3\sqrt{3}$ m. Tres cargas iguales Q están en los vértices y la distancia de cada carga Q al punto A es 3 m. El conjunto está en equilibrio electrostático. Calcula:.....	14
Péndulo en un campo eléctrico.....	16
1. En una región del espacio en la que hay un campo eléctrico de intensidad $E = 6\cdot 10^3 \text{ i N C}^{-1}$ cuelga, de un hilo de 20 cm de longitud, una esfera metálica que posee una carga eléctrica de 8 μC y tiene una masa de 4 g. Calcula:.....	16
2. Un péndulo está constituido por una pequeña esfera metálica de masa $m = 1 \text{ g}$ y dimensiones despreciables, y un hilo inextensible de 150 cm de ancho y sin peso apreciable. Si la esfera tiene una carga positiva q y el péndulo se sitúa en una región donde existe un campo eléctrico uniforme de intensidad $E = 10^5 \text{ N/C}$. Calcula:.....	17
Esferas concéntricas.....	18
1. Una esfera conductora de radio 4 cm tiene una carga de +8 μC en equilibrio eléctrico. Calcula cuánto valen en puntos que distan 0, 2 y 6 cm del centro de la esfera:.....	18
2. Dos conductores esféricos concéntricos, huecos, tienen de radios 4 y 8 cm, respectivamente. La esfera interior tiene una carga de 24 nC y la exterior 40 nC. Determina:.....	19
Partículas cargadas en un campo magnético.....	20
1. Uno protón con una energía cinética de $4,0\cdot 10^{-15} \text{ J}$ penetra perpendicularmente en un campo magnético uniforme de 40 mT. Calcula:.....	20
2. Una partícula de masa 8 ng y carga eléctrica -2 μC entra en una región del espacio en la que hay un campo magnético $B = 3 \text{ j T}$, con una velocidad $v = 6 \text{ i km}\cdot\text{s}^{-1}$. Calcula:.....	21
Campo y fuerza magnética entre conductores paralelos.....	22
1. Dos conductores rectilíneos, paralelos e infinitos, están situados en el plano yz, en la dirección del eje z, separados una distancia de 80 cm. Si por cada uno de ellos circula una corriente de 12 A en sentidos contrarios, calcula:.....	22
Movimiento armónico simple.....	23

1. La energía total de un cuerpo de masa 0,5 kg que realiza un movimiento armónico simple es $6,0 \cdot 10^{-3}$ J y la fuerza máxima que actúa sobre él es 0,3 N.....	23
2. Se cuelga un cuerpo de 10 kg de masa de un resorte y se alarga 2,0 cm. Después se le añaden otros 10 kg y se le da un tirón hacia abajo, de modo que el sistema comienza a oscilar con una amplitud de 3,0 cm.....	24
Péndulo.....	26
1. Uno péndulo simple de longitud $l = 2,5$ m, se desvía del equilibrio hasta un punto a 0,03 m de altura y se suelta. Calcula:.....	26
Ondas.....	27
1. Una onda se propaga en el sentido positivo del eje X con una velocidad de 20 m s^{-1} , una amplitud de 0,02 m y una frecuencia de 10 Hz. Determina:.....	27
2. La expresión matemática de una onda armónico transversal que se propaga por una cuerda tensa orientada según el eje x es: $y = 0,5 \sin [2\pi (3t - x)]$ (unidades en el SI). Determina:.....	28
Espejos y lentes.....	30
1. Un objeto de 4 cm de altura está situado 20 cm delante de una lente delgada divergente de distancia focal 12 cm.....	30
2. Se quiere formar una imagen real y de doble tamaño de un objeto de 1,5 cm de altura. Determina:.....	31
Efecto fotoeléctrico.....	33
1. Se ilumina un metal con luz monocromática de una cierta longitud de onda. Si el trabajo de extracción es de $4,8 \cdot 10^{-19}$ J y el potencial de frenado es de 2,0 V, calcula:.....	33
2. El trabajo de extracción para el sodio es de 2,50 eV. Calcula:.....	34
Energía nuclear.....	35
1. Para el núcleo de uranio, $^{238}_{92}\text{U}$, calcula:.....	35
Desintegración radioactiva.....	36
1. El $^{210}_{82}\text{Pb}$ se transforma en polonio al emitir dos partículas beta y posteriormente, por emisión de una partícula alfa, se obtiene chumbo.....	36