

PROBLEMAS DE SATÉLITES

Ejemplos de resolución con la hoja de cálculo: «[SatelitesEs.ods](#)»

● Comienzo

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

Presione la tecla Ctrl mientras pulsa sobre la celda **Enunciado**, situada en la parte superior derecha, o pulse, sin presionar la tecla Ctrl, sobre la pestaña **Enunciado** en la parte inferior.

Si necesita ayuda más detallada, presione la tecla Ctrl mientras pulsa sobre la celda **Ayuda**, situada en la parte superior derecha, o pulse, sin presionar la tecla Ctrl, sobre la pestaña **Ayuda** en la parte inferior.

● Datos

Pulse sobre el botón **Borrar datos** y pulse sobre el botón **Aceptar** del cuadro de diálogo que aparecerá.

O pulse en el menú: **Editar** → **Seleccionar** → **Seleccionar celdas desprotegidas**, y pulsar la tecla **Supr**. Se borrarán todos los datos y aparecerán las opciones por defecto.

Elija las magnitudes y unidades en las celdas de color salmón y borde rojo.

Pulse sobre la celda de color salmón y borde rojo, , pulse sobre la flecha hacia abajo que aparece a su derecha y elija la opción correspondiente.

Escriba los datos en las celdas de color blanco y borde azul.

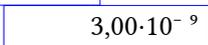
Pulse sobre la celda de color blanco y borde azul, , y escriba en ella el dato.

Puede poner un valor en notación científica de una de estas formas:

- Escribiendo en formato científico de la hoja de cálculo. P. ej.: 3E8 (que se verá como 3,00E+08).
- Escribiendo en formato de texto. P. ej.: 3·10⁸.
- Seleccionando el valor en otro documento, copiándolo (Ctrl+C) y pegándolo (Ctrl+Alt++V).

Por ejemplo, 3,00·10⁻⁹, suponiendo que tiene 3 cifras significativas.

En el primer caso escriba: 3E-9. En la celda aparecerá: .

En el segundo caso escriba 3,00 ·10^{- 9} . En la celda aparecerá: . Borre el espacio entre ⁻ y ⁹ y el espacio final: .

Los superíndices pueden escribirse presionando a la vez las teclas  y [^] antes de cada cifra o signo, y escribiendo un espacio detrás.

Para obtener el punto de multiplicación presione a la vez las teclas  y 3.

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

1. Seleccione el número, pulsando al principio del número y arrastrando el ratón hasta el final.
2. Cópielo, presionando a la vez las teclas Control y C (Ctrl+C), o elija en el menú **Editar** → **Copiar**.
3. Pulse sobre la celda de color blanco y borde azul.
4. Péguelo, presionando a la vez las teclas Ctrl, Alt,  y V, o elija en el menú: **Editar** → **Pegado especial** → **Pegar texto sin formato**.

● Resultados

En la página **Enunciado**, donde ha escrito los datos, ya aparecen los resultados. Si quiere consultar las ecuaciones con las que se han calculado, mantenga pulsada la tecla Ctrl mientras hace clic con el ratón en el tema (**Período**, **Altura**, **Peso** o **Energía**) que contiene la magnitud calculada, o haga clic con el ratón en la pestaña inferior correspondiente.

 Período	 Altura	 Peso	 Energía
----------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------

Período: Radio de la órbita, masa del astro, velocidad lineal y angular, período, frecuencia del satélite.

Altura: Radio de la órbita, altura.

Peso: Valor de la gravedad en el suelo, a la altura de la órbita, relación entre ellas, peso del satélite y momento angular.

Energía: Energía potencial, cinética y mecánica en la órbita, energía potencial en el suelo, y la energía o velocidad necesaria para alcanzar la altura o ponerlo en órbita, velocidad de escape en el suelo y en la órbita.

◇ **PROBLEMAS**

1. Un satélite artificial de 64,5 kg gira alrededor de la Tierra en una órbita circular de radio $r = 2,32 R$.
Calcula:

- a) El período de rotación del satélite.
- b) El peso del satélite en la órbita.

Datos: Tierra: $g_0 = 9,80 \text{ m/s}^2$; $R = 6370 \text{ km}$

(P.A.U. Jun. 05)

Rta.: a) $T = 4 \text{ h } 58 \text{ min.}$; b) $P_h = 117 \text{ N}$

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	64,5	kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$		kg
y radio	$R =$	6370	km
en el que la gravedad en el suelo es	$g_0 =$	9,8	m/s ²
La órbita es circular de	radio	$r =$	2,32 R astro

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija **Período** y sus unidades, y **Fuerza gravitatoria** en la órbita.

Órbita	Período	04:58:20	h:m:s
	Fuerza gravitatoria	117	N

Cálculo del período. (Pestaña 🔒 Período)

Radio de la órbita	$r = 2,32 \cdot 6,37 \cdot 10^6 = 1,48 \cdot 10^7 \text{ m}$
	$G \cdot M = g_0 \cdot R^2 = 9,80 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2 = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Velocidad del satélite	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{1,48 \cdot 10^7}} = 5,19 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
Período del satélite	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,48 \cdot 10^7}{5,19 \cdot 10^3} = 1,79 \cdot 10^4 \text{ s}$

Cálculo del peso del satélite (fuerza gravitatoria). (Pestaña 🔒 Peso)

Gravedad en la altura	$g = \frac{G \cdot M}{r^2} = \frac{3,98 \cdot 10^{14}}{(1,48 \cdot 10^7)^2} = 1,82 \text{ m/s}^2$
Peso del satélite	$P = m \cdot g = 64,5 \cdot 1,82 = 117 \text{ N}$

2. La nave espacial Discovery, lanzada en octubre de 1998, describía alrededor de la Tierra una órbita circular con una velocidad de $7,62 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$:

- a) ¿A qué altura sobre la superficie de la Tierra se encontraba?
- b) ¿Cuánto tiempo tardaba en dar una vuelta completa?
- c) ¿Cuántos amaneceres veían cada 24 horas los astronautas que iban en el interior de la nave?

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $R_T = 6370 \text{ km}$; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

(P.A.U. Jun. 16)

Rta.: a) $h = 503 \text{ km}$; b) $T = 1 \text{ h } 34 \text{ min.}$; c) $n = 15$

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$		kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$	5,98E+024	kg
y radio	$R =$	6370	km
El satélite gira con una	velocidad	$v =$	7,62 km/s

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija Altura y sus unidades, y Período y sus unidades,

	Altura	Velocidad ↓ clic	Período
Órbita	503 km		01:34:27 h:m:s

Para el apartado c) cambie Período por Frecuencia y elija como unidades día⁻¹.

	Altura	Velocidad ↓ clic	Frecuencia
Órbita	503 km		15,2 día ⁻¹

Cálculo del período y la frecuencia. (Pestaña 🔒 Período)

		$G \cdot M = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Radio de la órbita	$r = \frac{G \cdot M}{v^2}$	$r = \frac{3,99 \cdot 10^{14}}{(7,62 \cdot 10^3)^2} = 6,87 \cdot 10^6 \text{ m}$
Período del satélite	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$	$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,87 \cdot 10^6}{7,62 \cdot 10^3} = 5,67 \cdot 10^3 \text{ s}$
Frecuencia del satélite	$f = \frac{1}{T}$	$f = \frac{86\,400 \text{ s} \cdot \text{día}^{-1}}{5,67 \cdot 10^3 \text{ s}} = 15,2 \text{ día}^{-1}$

Cálculo de la altura. (Pestaña 🔒 Altura)

Altura de la órbita	$h = r - R$	$h = 6,87 \cdot 10^6 - 6,37 \cdot 10^6 = 5,04 \cdot 10^5 \text{ m}$
---------------------	-------------	---------------------------------------------------------------------

3. Un satélite artificial de masa 10^2 kg gira en torno a la Tierra a una altura de $4 \cdot 10^3 \text{ km}$ sobre la superficie terrestre. Calcula:

- Su velocidad orbital, aceleración y período, supuesta la órbita circular.
- Halla el módulo del momento angular del satélite respecto del centro de la Tierra.
- Enuncia las leyes de Kepler.

Datos: $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$; $g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$

(P.A.U. Set. 16)

Rta.: a) $v = 6,20 \text{ km/s}$; $T = 2 \text{ h } 55 \text{ min}$; $a = 3,70 \text{ m/s}^2$; b) $L_0 = 6,42 \cdot 10^{12} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Un satélite de masa	$m = 1,00\text{E}+02 \text{ kg}$
gira alrededor de un astro de masa	$M = \text{ kg}$
y radio	$R = 6,37\text{E}+06 \text{ m}$
en el que la gravedad en el suelo es	$g_0 = 9,81 \text{ m/s}^2$
La órbita es circular de altura	$h = 4,00\text{E}+03 \text{ km}$

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija las unidades de Velocidad, Período y sus unidades, y Campo gravitatorio en la órbita.

	Radio	Velocidad	Período
Órbita	$1,04 \cdot 10^7 \text{ m}$	$6,20 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	02:55:16 h:m:s
Tierra	$M =$		$5,96 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
 en el suelo para 			
 Campo gravitatorio en la órbita	$3,70 \text{ m/s}^2$		

Para el apartado b) cambie Campo gravitatorio por Momento angular.

 Momento angular en la órbita	$6,42 \cdot 10^{12} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------

Cálculo de la velocidad orbital y el período. (Pestaña 🔒 Período)

Radio de la órbita	$r = R + h$	$r = 6,37 \cdot 10^6 + 4,00 \cdot 10^6 = 1,04 \cdot 10^7 \text{ m}$	
	$G \cdot M = g_o \cdot R^2$	$G \cdot M = \frac{9,81 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2}{1} = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$	
Velocidad del satélite	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$	$v = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{1,04 \cdot 10^7}} = 6,20 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	
Período del satélite	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$	$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,04 \cdot 10^7}{6,20 \cdot 10^3} = 1,05 \cdot 10^4 \text{ s}$	

Cálculo de la aceleración y del momento angular.. (Pestaña 🔒 Peso)

Gravedad en la altura	$g = \frac{G \cdot M}{r^2}$	$g = \frac{3,98 \cdot 10^{14}}{(1,04 \cdot 10^7)^2} = 3,70 \text{ m/s}^2$	
Momento angular	$L_o = r \cdot m \cdot v$	$L_o = 1,04 \cdot 10^7 \cdot 100 \cdot 6,20 \cdot 10^3 = 6,42 \cdot 10^{12} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$	

4. Un satélite artificial de 500 kg describe una órbita circular alrededor de la Tierra con un radio de $2 \cdot 10^4 \text{ km}$. Calcula:

- a) La velocidad orbital y el período.
- b) La energía mecánica y la potencial.
- c) Si por fricción se pierde algo de energía, ¿qué le ocurre al radio y a la velocidad?

Datos $g_o = 9,8 \text{ m/s}^2$; $R = 6370 \text{ km}$

(P.A.U. Set. 10)

Rta.: a) $v = 4,46 \text{ km/s}$; $T = 7 \text{ h } 50 \text{ min}$; b) $E = -4,97 \cdot 10^9 \text{ J}$; $E_p = -9,94 \cdot 10^9 \text{ J}$

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	<input type="text" value="500"/>	kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$	<input type="text" value="6370"/>	km
y radio	$R =$	<input type="text" value="6370"/>	km
en el que la gravedad en el suelo es	$g_o =$	<input type="text" value="9,8"/>	m/s²
La órbita es circular de radio	$r =$	<input type="text" value="2,00E+04"/>	km

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija las unidades de Velocidad, Período y sus unidades, y Energía en la órbita.

	<input type="button" value="click ↓"/>	Velocidad	Período
Órbita	<input type="button" value="cinética"/>	<input type="text" value="4,46 · 10<sup>3</sup> m/s"/>	<input type="text" value="07:49:42 h:m:s"/>
	<input type="button" value="potencial"/>	<input type="text" value="potencial"/>	<input type="text" value="mecánica GJ"/>
Energía en la órbita	<input type="text" value="4,97 GJ"/>	<input type="text" value="-9,94 GJ"/>	<input type="text" value="-4,97 GJ"/>

Cálculo de la velocidad orbital y del período. (Pestaña 🔒 Período)

	$G \cdot M = g_o \cdot R^2$	$G \cdot M = \frac{9,80 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2}{1} = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$	
Velocidad del satélite	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$	$v = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{2,00 \cdot 10^7}} = 4,46 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	
Período del satélite	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$	$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,00 \cdot 10^7}{4,46 \cdot 10^3} = 2,82 \cdot 10^4 \text{ s}$	

Cálculo de la energía mecánica y de la energía potencial. (Pestaña 🔒 Energía)

Energía cinética en la órbita	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$E_c = 500 \cdot (4,46 \cdot 10^3)^2 / 2 = 4,97 \cdot 10^9 \text{ J}$	
Energía potencial en la órbita	$E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$	$E_p = \frac{-3,98 \cdot 10^{14} \cdot 500}{2,00 \cdot 10^7} = -9,94 \cdot 10^9 \text{ J}$	
Energía mecánica en la órbita	$E = E_c + E_p$	$E = -9,94 \cdot 10^9 + 4,97 \cdot 10^9 = -4,97 \cdot 10^9 \text{ J}$	

5. Un satélite artificial de 500 kg de masa gira en una órbita circular a 5000 km de altura sobre la superficie de la Tierra. Calcula:
- Su velocidad orbital.
 - Su energía mecánica en la órbita.
 - La energía que hay que comunicarle para que, partiendo de la órbita, llegue al infinito.

Datos: $R = 6370 \text{ km}$; $g_0 = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

(P.A.U. Set. 15)

Rta.: a) $v = 5,91 \text{ km/s}$; b) $E = -8,74\cdot 10^9 \text{ J}$; c) $\Delta E = 8,74\cdot 10^9 \text{ J}$

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	500	kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$		kg
y radio	$R =$	6370	km
en el que la gravedad en el suelo es	$g_0 =$	9,8	m/s ²
La órbita es circular de	altura	$h =$	5000 km

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija las unidades de Velocidad y Energía en la órbita.

Órbita	cinética	Velocidad	
		5,91·10 ³ m/s	
Energía en la órbita	8,74 GJ	potencial	mecánica GJ
		-17,5 GJ	-8,74 GJ

Cálculo de la velocidad orbital. (Pestaña 🔒 Período)

Radio de la órbita	$r = R + h$	$r = 6,37\cdot 10^6 + 5,00\cdot 10^6 = 1,14\cdot 10^7 \text{ m}$
	$G \cdot M = g_0 \cdot R^2$	$G \cdot M = \frac{9,80 \cdot (6,37\cdot 10^6)^2}{1} = 3,98\cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Velocidad del satélite	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$	$v = \sqrt{\frac{3,98\cdot 10^{14}}{1,14\cdot 10^7}} = 5,91\cdot 10^3 \text{ m/s}$

Cálculo de la energía mecánica. (Pestaña 🔒 Energía)

Energía cinética en la órbita	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$E_c = 500 \cdot (5,91\cdot 10^3)^2 / 2 = 8,74\cdot 10^9 \text{ J}$
Energía potencial en la órbita	$E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$	$E_p = \frac{-3,98\cdot 10^{14} \cdot 500}{1,14\cdot 10^7} = -1,75\cdot 10^{10} \text{ J}$
Energía mecánica en la órbita	$E = E_c + E_p$	$E = -1,75\cdot 10^{10} + 8,74\cdot 10^9 = -8,74\cdot 10^9 \text{ J}$

La energía que hay que comunicarle para que, partiendo de la órbita, llegue al infinito, es la diferencia entre la energía en el infinito, que es nula, y la que tiene en la órbita.

$$\Delta E = 0 - E = 8,74\cdot 10^9 \text{ J}$$

6. Se desea poner en órbita un satélite de 1800 kg que gire a razón de 12,5 vueltas por día. Calcula:
- El período del satélite.
 - La distancia del satélite a la superficie terrestre.
 - La energía cinética del satélite en esa órbita.

Datos: $G = 6,67\cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$; $R = 6378 \text{ km}$; $M = 5,98\cdot 10^{24} \text{ kg}$

(P.A.U. Set. 09)

Rta.: a) $T = 1 \text{ h } 55 \text{ min}$; b) $h = 1470 \text{ km}$; c) $E_c = 4,58\cdot 10^{10} \text{ J}$

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	1800	kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$	5,98E+024	kg
y radio	$R =$	6378	km

El satélite gira con una	frecuencia	$f =$	12,5 día ⁻¹

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija **Período** y sus unidades, **Altura** y sus unidades, y **Energía en la órbita**.

	Altura	Velocidad	Período
Órbita	1,47·10³ km	7,13 km/s	01:55:12 h:m:s
	cinética	potencial	mecánica
Energía en la órbita	45,8 GJ	-91,6 GJ	-45,8 GJ

Cálculo del período. (Pestaña 🔒 Período)

Período del satélite $T = \frac{1}{f} = \frac{86\,400}{12,5} = 6,91 \cdot 10^3 \text{ s}$

Cálculo de la distancia del satélite a la superficie terrestre. (Pestaña 🔒 Altura)

		$G \cdot M = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Radio de la órbita	$r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \pi^2}}$	$r = \sqrt[3]{\frac{3,99 \cdot 10^{14} \cdot (6,91 \cdot 10^3)^2}{4 \cdot 3,14^2}} = 7,85 \cdot 10^6 \text{ m}$
Altura de la órbita	$h = r - R$	$h = 7,85 \cdot 10^6 - 6,38 \cdot 10^6 = 1,47 \cdot 10^6 \text{ m}$

Cálculo de la energía cinética. (Pestaña 🔒 Energía)

En la órbita	$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$	$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,85 \cdot 10^6}{6,91 \cdot 10^3} = 7,13 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
Velocidad en la órbita		
Energía cinética en la órbita	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$E_c = 1800 \cdot (7,13 \cdot 10^3)^2 / 2 = 4,58 \cdot 10^{10} \text{ J}$
Energía potencial en la órbita	$E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$	$E_p = \frac{-3,99 \cdot 10^{14} \cdot 1800}{7,85 \cdot 10^6} = -9,16 \cdot 10^{10} \text{ J}$
Energía mecánica en la órbita	$E = E_c + E_p$	$E = -9,16 \cdot 10^{10} + 4,58 \cdot 10^{10} = -4,58 \cdot 10^{10} \text{ J}$

7. La luz del Sol tarda $5 \cdot 10^2 \text{ s}$ en llegar a la Tierra y $2,6 \cdot 10^3 \text{ s}$ en llegar a Júpiter. Calcula:

- El período de Júpiter orbitando alrededor del Sol.
- La velocidad orbital de Júpiter.
- La masa del Sol.

Datos: T (Tierra) alrededor del Sol: $3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$. (Se suponen las órbitas circulares)

Rta.: a) $T = 3,73 \cdot 10^8 \text{ s}$; $v = 1,31 \cdot 10^4 \text{ m/s}$; b) $M = 2,01 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Se calcula primero la masa del Sol escribiendo los datos de la Tierra.

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

La órbita es circular de	radio	$r =$	5,00E+02 s luz
El satélite gira con un	período	$T =$	3,15E+07 s

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Sol $M = 2,01 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Cálculo de la masa del Sol. (Pestaña 🔒 Período)

Masa del astro $M = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (1,50 \cdot 10^{11})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (3,15 \cdot 10^7)^2} = 2,01 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Introducción de nuevos datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Borre la opción, el dato y las unidades de período.

Escriba la masa del Sol y el radio de la órbita de Júpiter:

Un satélite de masa	$m =$		kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$	2,01E+30	kg
y radio	$R =$		
La órbita es circular de radio	$r =$	2,60E+03	s luz

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija Período y sus unidades, y las unidades de Velocidad.

	clic ↓	Velocidad	Período
Órbita		13,1 km/s	11,8 años

Cálculo del período y de la velocidad. (Pestaña 🔒 Período)

Radio de la órbita	$r = 2,60 \cdot 10^3 \cdot 3,00 \cdot 10^8 = 7,79 \cdot 10^{11} \text{ m}$
	$G \cdot M = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,01 \cdot 10^{30} = 1,34 \cdot 10^{20} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Velocidad del satélite	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} = \sqrt{\frac{1,34 \cdot 10^{20}}{7,79 \cdot 10^{11}}} = 1,31 \cdot 10^4 \text{ m/s}$
Período del satélite	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,79 \cdot 10^{11}}{1,31 \cdot 10^4} = 3,73 \cdot 10^8 \text{ s}$

8. Los satélites Meteosat son satélites geostacionarios (situados sobre el ecuador terrestre y con período orbital de un día). Calcula:

- a) La altura a la que se encuentran, respecto a la superficie terrestre.
- b) La fuerza ejercida sobre el satélite.
- c) La energía mecánica.

Datos: $R = 6,38 \cdot 10^6 \text{ m}$; $M = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $m = 8 \cdot 10^2 \text{ kg}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ (P.A.U. Set. 08)

Rta.: a) $h = 3,60 \cdot 10^7 \text{ m}$; b) $F = 179 \text{ N}$; c) $E_c = 3,78 \cdot 10^9 \text{ J}$; $E_p = -7,56 \cdot 10^9 \text{ J}$; $E = -3,78 \cdot 10^9 \text{ J}$

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	8,00E+02	kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$	5,98E+24	kg
y radio	$R =$	6,38E+06	m
El satélite gira con un período	$T =$	24	h

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija Período y sus unidades, Altura y sus unidades, y Energía en la órbita.

Respuestas		Cifras significativas:	3
	Altura	Velocidad clic ↓	s
Órbita	3,59 · 10⁴ km		
	cinética	potencial	mecánica J
Energía en la órbita	3,78 · 10⁹ J	-7,56 · 10⁹ J	-3,78 · 10⁹ J
	Fuerza gravitatoria	en la órbita	179 N

Cálculo de la altura. (Pestaña 🔒 Altura)

	$G \cdot M = g_o \cdot R^2$	$G \cdot M = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{6,37 \cdot 10^6^2} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$	
Radio de la órbita	$r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \pi^2}}$	$r = \sqrt[3]{\frac{3,99 \cdot 10^{14} \cdot (8,64 \cdot 10^4)^2}{4 \cdot 3,14^2}} = 4,23 \cdot 10^7 \text{ m}$	
Altura de la órbita	$h = r - R$	$h = 4,23 \cdot 10^7 - 6,38 \cdot 10^6 = 3,59 \cdot 10^7 \text{ m}$	

Cálculo de la fuerza ejercida sobre el satélite. (Pestaña 🔒 Peso)

Gravedad en la altura	$g = \frac{G \cdot M}{r^2}$	$g = \frac{3,99 \cdot 10^{14}}{(4,23 \cdot 10^7)^2} = 0,223 \text{ m/s}^2$	
Peso del satélite	$P = m \cdot g$	$P = 800 \cdot 0,223 = 179 \text{ N}$	

Cálculo de la energía mecánica. (Pestaña 🔒 Energía)

En la órbita			
Velocidad en la órbita	$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$	$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4,23 \cdot 10^7}{8,64 \cdot 10^4} = 3,07 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	
Energía cinética en la órbita	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$E_c = 800 \cdot (3,07 \cdot 10^3)^2 / 2 = 3,78 \cdot 10^9 \text{ J}$	
Energía potencial en la órbita	$E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$	$E_p = \frac{-3,99 \cdot 10^{14} \cdot 800}{4,23 \cdot 10^7} = -7,56 \cdot 10^9 \text{ J}$	
Energía mecánica en la órbita	$E = E_c + E_p$	$E = -7,56 \cdot 10^9 + 3,78 \cdot 10^9 = -3,78 \cdot 10^9 \text{ J}$	

9. Un satélite artificial de 200 kg describe una órbita circular a una altura de 650 km sobre la Tierra. Calcula:
- El período y la velocidad del satélite en la órbita.
 - La energía mecánica del satélite.
 - El cociente entre los valores de la intensidad de campo gravitatorio terrestre en el satélite y en la superficie de la Tierra.
- Datos: $M = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ (P.A.U. Set. 11)
- Rta.:** a) $v = 7,54 \text{ km/s}$; $T = 1 \text{ h } 38 \text{ min}$; b) $E = -5,68 \cdot 10^9 \text{ J}$; c) $g_h/g_o = 0,824$

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	200 kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$	5,98E+24 kg
y radio	$R =$	6378 km
La órbita es circular de	$h =$	650 km

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija las unidades de Velocidad, Período y sus unidades, Energía en la órbita y Gravedad relativa en la órbita.

	Radio	Velocidad	Período
Órbita	7,03·10 ³ km	7,54 km/s	01:37:39 h:m:s
	cinética	potencial	mecánica
Energía en la órbita	5,68 GJ	-11,4 GJ	-5,68 GJ
	Gravedad relativa	en la órbita	0,824 g _o

Cálculo del período y de la velocidad orbital. (Pestaña 🔒 Período)

Radio de la órbita	$r = R + h$	$r = 6,38 \cdot 10^6 + 6,50 \cdot 10^5 = 7,03 \cdot 10^6 \text{ m}$
		$G \cdot M = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$

Velocidad del satélite	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$	$v = \sqrt{\frac{3,99 \cdot 10^{14}}{7,03 \cdot 10^6}} = 7,54 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
Período del satélite	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$	$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,03 \cdot 10^6}{7,54 \cdot 10^3} = 5,86 \cdot 10^3 \text{ s}$

Cálculo de la energía mecánica. (Pestaña Energía)

Energía cinética en la órbita	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$E_c = 200 \cdot (7,54 \cdot 10^3)^2 / 2 = 5,68 \cdot 10^9 \text{ J}$
Energía potencial en la órbita	$E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$	$E_p = \frac{-3,99 \cdot 10^{14} \cdot 200}{7,03 \cdot 10^6} = -1,14 \cdot 10^{10} \text{ J}$
Energía mecánica en la órbita	$E = E_c + E_p$	$E = -1,14 \cdot 10^{10} + 5,68 \cdot 10^9 = -5,68 \cdot 10^9 \text{ J}$

Cálculo del cociente de las intensidades de campo gravitatorio. (Pestaña Peso)

Gravedad en el suelo	$g_o = \frac{G \cdot M}{R^2}$	$g_o = \frac{3,99 \cdot 10^{14}}{(6,38 \cdot 10^6)^2} = 9,81 \text{ m/s}^2$
Gravedad en la altura	$g = \frac{G \cdot M}{r^2}$	$g = \frac{3,99 \cdot 10^{14}}{(7,03 \cdot 10^6)^2} = 8,08 \text{ m/s}^2$
Gravedad relativa	$\frac{g}{g_o} = \frac{8,08}{9,81} = 0,824$	

10. Ceres es el planeta enano más pequeño del sistema solar y tiene un período orbital alrededor del Sol de 4,60 años, una masa de $9,43 \cdot 10^{20} \text{ kg}$ y un radio de 477 km. Calcula:
- El valor de la intensidad del campo gravitatorio que Ceres crea en su superficie.
 - La energía mínima que ha de tener una nave espacial de 1000 kg de masa para que, saliendo de la superficie, pueda escapar totalmente de la atracción gravitatoria del planeta.
 - La distancia media entre Ceres y el Sol, teniendo en cuenta que la distancia media entre la Tierra y el Sol es de $1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$ y que el período orbital de la Tierra alrededor del Sol es de un año.
- Dato: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ (P.A.U. Set. 14)
- Rta.: a) $g = 0,277 \text{ m/s}^2$; b) $E = 1,32 \cdot 10^8 \text{ J}$; c) $r = 4,15 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Introducción de datos. (Pestaña Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	1000 kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$	9,43E+20 kg
y radio	$R =$	477 km

Respuestas. (Pestaña Enunciado)

Elija **Energía** en el suelo para **mandarlo al infinito**.

Astro	$g_o =$	0,277 m/s ²
Energía en el suelo para mandarlo al infinito		1,32 · 10⁸ J

Cálculo de la intensidad de campo gravitatorio en el suelo. (Pestaña Peso)

Gravedad en el suelo	$g_o = \frac{G \cdot M}{R^2}$	$g_o = \frac{6,29 \cdot 10^{10}}{(4,77 \cdot 10^5)^2} = 0,277 \text{ m/s}^2$
----------------------	-------------------------------	------------------------------------------------------------------------------

Cálculo de $G \cdot M$. (Pestaña Período)

$$G \cdot M = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 9,43 \cdot 10^{20} = 6,29 \cdot 10^{10} \text{ m}^3/\text{s}^2$$

Cálculo de la energía en el suelo. (Pestaña Energía)

Energía potencial en el suelo	$E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{R}$	$E_p = \frac{-6,29 \cdot 10^{10} \cdot 1,00 \cdot 10^3}{4,77 \cdot 10^5} = -1,32 \cdot 10^8 \text{ J}$
-------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------

La energía para mandarlo al infinito es la diferencia entre la energía en el infinito, que es nula, y la energía potencial que tiene en el suelo, ya que la energía cinética debida a la rotación del asteroide es despreciable.

$$\Delta E = 0 - E = 1,32 \cdot 10^8 \text{ J}$$

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Para el apartado c) hay que plantear un problema distinto, ya que ahora el astro central es el Sol. Se calcula primero la masa del Sol escribiendo los datos de la Tierra.

La órbita es circular de	radio	$r =$	1,50E+11	m
El satélite gira con un	período	$T =$	1	años

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Sol	$M =$	2,00 · 10³⁰ kg
-----	-------	----------------------------------

Cálculo de la masa del Sol. (Pestaña 🔒 Período)

Período	$T =$	$1,00 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 =$	$3,16 \cdot 10^7 \text{ s}$
Masa del astro	$M = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2}$	$M = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (1,50 \cdot 10^{11})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (3,16 \cdot 10^7)^2} =$	2,00 · 10³⁰ kg

Introducción de nuevos datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Para el apartado c) borre la opción, el valor y las unidades del radio de la órbita de la Tierra y escriba la masa del Sol y el período de Ceres:

Un satélite de masa	$m =$		kg
gira alrededor de un astro de masa	$M =$	2,00E+30	kg
y radio	$R =$		
El satélite gira con un	período	$T =$	4,6 años

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija Radio y sus unidades.

	Radio	Velocidad	clic ↓	
Órbita	4,15 · 10¹¹ m			

Cálculo del radio de la órbita. (Pestaña 🔒 Altura)

	$G \cdot M = g_0 \cdot R^2$	$G \cdot M =$	$\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,00 \cdot 10^{30}}{4 \cdot 3,14^2} =$	$1,33 \cdot 10^{20} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Radio de la órbita	$r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \pi^2}}$	$r =$	$\sqrt[3]{\frac{1,33 \cdot 10^{20} \cdot (1,45 \cdot 10^8)^2}{4 \cdot 3,14^2}} =$	4,15 · 10¹¹ m

Cálculo del período. (Pestaña 🔒 Período)

Período	$T =$	$4,60 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 =$	1,45 · 10⁸ s
---------	-------	-------------------------------------------	--------------------------------

Sumario

PROBLEMAS DE SATÉLITES.....	1
● <i>Comienzo</i>	1
● <i>Datos</i>	1
● <i>Resultados</i>	1
◇ PROBLEMAS	2
1. Un satélite artificial de 64,5 kg gira alrededor de la Tierra en una órbita circular de radio $r = 2,32 R$. Calcula:.....	2
2. La nave espacial Discovery, lanzada en octubre de 1998, describía alrededor de la Tierra una órbita circular con una velocidad de $7,62 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$:.....	2
3. Un satélite artificial de masa 10^2 kg gira en torno a la Tierra a una altura de $4\cdot 10^3 \text{ km}$ sobre la superficie terrestre. Calcula:.....	3
4. Un satélite artificial de 500 kg describe una órbita circular alrededor de la Tierra con un radio de $2\cdot 10^4 \text{ km}$. Calcula:.....	4
5. Un satélite artificial de 500 kg de masa gira en una órbita circular a 5000 km de altura sobre la superficie de la Tierra. Calcula:.....	5
6. Se desea poner en órbita un satélite de 1800 kg que gire a razón de 12,5 vueltas por día. Calcula:.....	5
7. La luz del Sol tarda $5\cdot 10^2 \text{ s}$ en llegar a la Tierra y $2,6\cdot 10^3 \text{ s}$ en llegar a Júpiter. Calcula:.....	6
8. Los satélites Meteosat son satélites geoestacionarios (situados sobre el ecuador terrestre y con período orbital de un día). Calcula:.....	7
9. Un satélite artificial de 200 kg describe una órbita circular a una altura de 650 km sobre la Tierra. Calcula:.....	8
10. Ceres es el planeta enano más pequeño del sistema solar y tiene un período orbital alrededor del Sol de 4,60 años, una masa de $9,43\cdot 10^{20} \text{ kg}$ y un radio de 477 km. Calcula:.....	9