

PROBLEMAS DE SATÉLITES

Exemplos de resolución coa folla de cálculo: «[SatelitesGal.ods](#)»

● Comezo

Ao abrir a folla de cálculo, mostrarase unha alerta de seguridade. Premer sobre o botón **Activar macros**.

Para ir ao enunciado, elixir unha destas opcións:

- Premer sobre a pestana **Enunciado** situada na parte inferior.
- Pulsar a tecla [Ctrl] mentres se preme sobre a cela **Enunciado**, situada na parte superior dereita.

Para ver a axuda, unha destas opcións:

- Premer sobre a pestana **Axuda** situada na parte inferior.
- Pulsar a tecla [Ctrl] mentres se preme sobre a cela **Axuda** situada na parte superior dereita.

● Teclado e rato

Teclas

Teclas		Abreviatura
Aceptar	[↵] ([Intro] ou [Enter] ou [Entrar])	[↵]
Borrar á dereita	[Supr] (ou [Del] ou [Delete])	[Supr]
Borrar á esquerda	[⌫] [←] ou [Backspace]	[⌫]
Espazador	[Esp]	[Esp]
Frecha abaixo	[↓]	[↓]
Maiúscula	[⇧] ou ([Shift] ou [Mayús])	[⇧]
Tabulador	[⇥] (ou [Tab] ou [tabulador])	[⇥]

Teclas simples

Aceptar	[↵]	[↵]
Cela seguinte	[⇥]	[⇥]

Combinación de teclas

Combinación de teclas	Premar ao mesmo tempo as teclas:	Abreviatura
Ir ao principio da páxina	[Ctrl] e [Inicio]	
Cela anterior	[⇧] e [⇥]	
Desfacer acción anterior	[Ctrl] e [Z]	([Ctrl]+[Z])
Copiar	[Ctrl] e [C]	([Ctrl]+[C])
Pegar (<i>Desaconsellado</i>)	[Ctrl] e [V]	([Ctrl]+[V])
Pegar sen formato (menú)	[Ctrl], [⇧] e [V]	([Ctrl]+[Alt]+[V])
Pegar sen formato (rápido)	[Ctrl], [Alt], [⇧] e [V]	([Ctrl]+[Alt]+[⇧]+[V])
Punto multiplicación	[⇧] e [3]	([⇧]+[3])
Subíndice	[⇧] e [_], {número ou signo} e {, [⇥] ou [↵]}	([_]+n.º+[↵])
Superíndice	[⇧] e [^], {número ou signo} e {[Esp], [⇥] ou [↵]}	([⇧]+[^]+n.º+[↵])
Ver opcións	[Alt] e [↓]	([Alt]+[↓])
Limpar formato	[Ctrl] e [M]	([Ctrl]+[M])

Rato

Seleccionar	Premar dúas veces (dobre clic)
-------------	--------------------------------

Teclado e rato

Seguir ligazón (na folla cálculo)[Ctrl] e premer na ligazón, ou facer dobre clic na ligazón.


● Datos

Para borrar os datos, elixir unha destas opcións:

- **Datos, instrucións e enunciado:**
 1. Premer sobre o menú: Editar → Seleccionar → Seleccionar celas desprotexidas
 2. Pulsar a tecla Supr.
- **Tódoos datos:**
 1. Premer sobre calquera cela de datos:
 2. Premer sobre o botón **Borrar datos**

3. No diálogo «Borrar os datos desta folla?», premer sobre o botón **Aceptar**.
- **Só algúns dos datos:**
 1. Seleccionar co rato unha área na que se atopen os datos que se desexan borrar.
 2. Premer sobre o botón **Borrar datos**.
 3. No diálogo «Borrar os datos no intervalo seleccionado?», premer sobre o botón **Aceptar**.

Para elixir unha opción seguir estes pasos:


1. Premer sobre a cela: .
2. Premer sobre a frecha , para ver a lista despregable.
3. Desprazarse pola lista e elixir unha opción.

Para anotar unha cantidade:






Premer sobre unha cela: , e escribir nela a cantidade.


Se o formato no que se mostra un valor non é o axeitado (por exemplo 1,00E-01), premer sobre a cela e pulsar ao mesmo tempo as teclas [Ctrl] e [M] para limpar o formato (verase 0,1).

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


- Escribir o número en formato científico 0,0E-0 da folla de cálculo.
- Escribir o número en formato habitual 0,0·10⁻⁰.
- Seleccionar o valor noutro documento, copialo ([Ctrl]+[C]) e pegalo ([Ctrl]+[Alt]+) + [V]).

Exemplos de escritura en formato científico:


	Escriba:	Na cela aparecerá:
Folla de cálculo:	3E-9	<input type="text" value="3,00E-09"/>
Formato habitual:	3,00  [3]10  ^-[Esp][][]^9 	<input type="text" value="3,00·10<sup>-9</sup>"/>

(Despois do signo – pulsar o espazador [Esp]. Pulsar a tecla [] para borrar o espazo).

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

1. Seleccionar: premer sobre o comezo do número e arrastrar o rato ata o final ou dobre clic
2. Copialo: menú Editar → Copiar ou [Ctrl]+[C]
3. Premer sobre a cela: .
4. Pegalo: menú Editar → Pegado especial → Pegar texto sen formato ou [Ctrl]+[Alt]++[V]

● Resultados

Na páxina  **Enunciado**, onde ten escrito os datos, xa aparecen os resultados. Se quere consultar as ecuacións coas que se teñen calculado, manteña pulsada a tecla Ctrl mentres fai clic co rato no **Tema** que contén a magnitude calculada, ou faga clic co rato na lapela inferior correspondente.


● Outros cálculos

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

Nela pódense escribir fórmulas para facer cálculos.

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

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

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

A cela mostrará agora o resultado da fórmula.

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

Cando a cela que contén o dato está en formato científico, como $6,67 \cdot 10^{-11}$, ten que empregar a función AVALOR, para que o transforme nun número. Por exemplo, a fórmula para calcular $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$, vendo que os datos atópanse nas celas do cadro (e que r é a suma: $R + h$), sería: =RAÍZC(AVALOR(J8)*J2/(J3+J6))

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

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

Na lapela «Introd» ten máis información das funcións exclusivas que pode empregar facendo clic en [funcións](#).

 Período	 Altura	 Peso	 Enerxía
---	--	--	---

Período: Raio de la órbita, masa do astro, velocidade lineal e angular, período, frecuencia do satélite.

Altura: Raio da órbita, altura.

Peso: Valor da gravidade no chan, á altura da órbita, relación entre elas, peso do satélite e momento angular.

Enerxía: Enerxía potencial, cinética e mecánica na órbita, enerxía potencial no chan, e a enerxía ou velocidade necesaria para alcanzar a altura ou poñelo en órbita, velocidade de escape no chan e na órbita.

◇ PROBLEMAS

1. O satélite SpainSat NG I, da empresa española Hisdesat, lanzouse con éxito dende Cabo Cañaveral ás 2:34 do 30 de xaneiro de 2025, a bordo dun foguete Falcon 9 da empresa SpaceX. Cun peso de 6,1 toneladas e unha altura de 7,2 metros, o novo satélite leva un equipo especial que o protexe das interferencias e garante que as comunicacións sigan sendo privadas e seguras. Tras o lanzamento, o satélite viaxará ata a súa posición final en órbita xeoestacionaria a 35 786 km sobre a Terra, case tres veces o diámetro da Terra mesma.
- a) Responda estes tres apartados.
- (a.1) Debuxe un esquema da órbita do satélite, indicando a dirección e o sentido da forza gravitacional que experimenta o satélite.
- (a.2) Calcule a aceleración gravitacional que experimenta o satélite.
- (a.3) Calcule a velocidade do satélite na súa órbita.
- b) Indique e xustifique a resposta correcta.
Se o satélite na órbita ao redor da Terra perde masa no seu percorrido, o seu período de rotación: A) redúcese na mesma proporción; B) aumenta nesa proporción; C) non varía.
- c) Responda estes dous apartados.
- (c.1) Calcule o traballo mínimo que é necesario realizar sobre o satélite para situalo na órbita circular xeoestacionaria.
- (c.2) Calcule a velocidade mínima que necesita o satélite para abandonar esa órbita e afastarse definitivamente da Terra.

DATOS: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $R(T) = 6,37 \times 10^6 \text{ m}$; $M(T) = 5,98 \times 10^{24} \text{ kg}$.

(P.A.U. ord. 25)

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Enunciado	Datos:	$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$
Un satélite de masa	$m =$	6100 kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$	$5,98 \times 10^{24}$ kg
e raio	$R =$	$6,37 \times 10^6$ m
O satélite xira cun	período	$T =$ 1 días

Respostas. (Lapela Enunciado)

- a.2) Elixir **Campo gravitacional** na órbita.

	Campo gravitacional	na órbita	0,223 m/s ²
--	----------------------------	-----------	------------------------

- a.3) Elixir as unidades de «Velocidade»

		Velocidade	
Órbita		$3,07 \cdot 10^3$ m/s	

- c.1) Elixir **Enerxía** no chan para **poñelo en órbita**.

	Enerxía no chan para	poñelo en órbita	$3,53 \cdot 10^{11} \text{ J}$
--	-----------------------------	-------------------------	--------------------------------

- c.2) Elixir **Velocidade de escape** na órbita.

	Velocidade de escape	na órbita	$4,35 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
--	-----------------------------	-----------	-------------------------------

Cálculo do período. (Lapela Período)

Período	$T = 1,00 \cdot 24 \cdot 3600 = 8,64 \cdot 10^4 \text{ s}$
---------	--

Cálculo do raio da órbita. (Lapela Altura)

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

Cálculo da aceleración gravitacional do satélite (Gravidade na altura). (Lapela **Peso**)

Gravidade na altura	$g = \frac{G \cdot M}{r^2}$	$g = \frac{3,99 \cdot 10^{14}}{(4,23 \cdot 10^7)^2} = 0,223 \text{ m/s}^2$
---------------------	-----------------------------	--

Cálculo da velocidade do satélite, do traballo mínimo (enerxía no chan para poñelo en órbita) e a velocidade mínima para afastarse da Terra (velocidade de escape na órbita). (Lapela **Enerxía**)

Velocidade na órbita	$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$	$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4,23 \cdot 10^7}{8,64 \cdot 10^4} = 4,35 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
Enerxía cinética na órbita	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$E_c = 6,10 \cdot 10^3 \cdot (8,64 \cdot 10^4)^2 / 2 = 2,88 \cdot 10^{10} \text{ J}$
Enerxía potencial na órbita	$E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$	$E_p = \frac{-3,99 \cdot 10^{14} \cdot 6,10 \cdot 10^3}{4,23 \cdot 10^7} = -5,76 \cdot 10^{10} \text{ J}$
Enerxía mecánica na órbita	$E = E_c + E_p$	$E = -5,76 \cdot 10^{10} + 2,88 \cdot 10^{10} = -2,88 \cdot 10^{10} \text{ J}$
Velocidade de escape na órbita	$v_e = \sqrt{\frac{2 G \cdot M}{r}}$	$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,99 \cdot 10^{14}}{4,23 \cdot 10^7}} = 4,35 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
Enerxía potencial no chan	$E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{R}$	$E_p = \frac{-3,99 \cdot 10^{14} \cdot 6,10 \cdot 10^3}{6,37 \cdot 10^6} = -3,82 \cdot 10^{11} \text{ J}$
Velocidade de escape no chan	$v_e = \sqrt{\frac{2 G \cdot M}{R}}$	$v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot 3,99 \cdot 10^{14}}{6,37 \cdot 10^6}} = 1,12 \cdot 10^4 \text{ m/s}$
Enerxía no chan para poñelo en órbita	$\Delta E_o = E(\text{órbita}) - E_p(\text{chan})$	$\Delta E_o = -2,88 \cdot 10^{10} - (-3,82 \cdot 10^{11}) = 3,53 \cdot 10^{11} \text{ J}$

2. Un satélite artificial de 64,5 kg xira arredor da Terra nunha órbita circular de raio $r = 2,32 R$. Calcula:

a) O período de rotación do satélite.

b) O peso do satélite na órbita.

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

(P.A.U. Xuño 05)

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

Introdución de datos. (Lapela **Enunciado**)

Un satélite de masa	$m =$	64,5 kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$	kg
e raio	$R =$	6370 km
no que a gravidade no chan é	$g_0 =$	9,8 m/s ²
A órbita é circular de	raio	$r =$ 2,32 R astro

Respostas. (Lapela **Enunciado**)

Elixir **Período** e as súas unidades, e **Forza gravitacional** na órbita.

Órbita	Forza gravitacional	Velocidade	Período
	117 N	4,35 · 10³ m/s	04:58:20 h:m:s

Cálculo do período. (Lapela **Período**)

Raio da órbita	$r = 2,32 \cdot 6,37 \cdot 10^6 = 1,48 \cdot 10^7 \text{ m}$
	$G \cdot M = \frac{g_0 \cdot R^2}{1} = 9,80 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2 = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Velocidade do 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 do 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 do peso do satélite (forza gravitacional). (Lapela **Peso**)

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

3. A nave espacial Discovery, lanzada en outubro de 1998, describía arredor da Terra unha órbita circular cunha velocidade de $7,62 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$:

- A que altura sobre a superficie da Terra atopábase?
- Canto tempo tardaba en dar unha volta completa?
- Cantos amenceres vían cada 24 horas os astronautas que ían no interior da 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. Xuño 16)

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

Introdución de datos. (Lapela **Enunciado**)

Un satélite de masa	$m =$	<input type="text"/>	kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$	5,98E+024	kg
e raio	$R =$	6370	km
O satélite xira cunha	velocidade	$v =$	7,62 km/s

Respostas. (Lapela **Enunciado**)

Elixir **Altura** e as súas unidades, e **Período** e as súas unidades.

	Altura	Velocidade		Período	
Órbita	503 km			01:34:27	h:m:s

Para o apartado c), cambie **Período** por **Frecuencia** e escollo como unidades **día⁻¹**.

	Altura	Velocidade		Frecuencia	
Órbita	503 km			15,2	día ⁻¹

Cálculo do período e da frecuencia. (Lapela **Período**)

		$G \cdot M = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} =$	$3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Raio da 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 do 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 do 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 da altura. (Lapela **Altura**)

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

4. Un satélite artificial de masa 10^2 kg xira arredor da Terra a unha altura de $4 \cdot 10^3 \text{ km}$ sobre a superficie terrestre. Calcula:

- A súa velocidade orbital, aceleración e período, suposta a órbita circular.
- Acha o módulo do momento angular do satélite respecto do centro da Terra.
- Enuncia as leis 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) $L_0 = 6,42 \cdot 10^{12} \text{ kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	1,00E+02	kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$		kg
e raio	$R =$	6,37E+06	m
no que a gravidade no chan é	$g_o =$	9,81	m/s ²
A órbita é circular de	altura	$h =$	4,00E+03 km

Respostas. (Lapela Enunciado)

Elixir as unidades de **Velocidade**, **Período** e as súas unidades, e **Campo gravitacional** na órbita.

	Raio	Velocidade	Período
Órbita	1,04·10 ⁷ m	6,20·10 ³ m/s	02:55:16 h:m:s
Terra		$M =$	5,96·10 ²⁴ kg
	no chan para		
	Campo gravitacional	na órbita	3,70 m/s ²

Para o apartado b) cambie **Campo gravitacional** por **Momento angular**.

	Momento angular	ea órbita	6,42·10 ¹² kg·m ² /s
--	-----------------	-----------	--

Cálculo da velocidade orbital e o período. (Lapela Período)

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

Cálculo da aceleración e do momento angular. (Lapela Peso)

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

5. Un satélite artificial de 500 kg describe unha órbita circular arredor da Terra cun raio de 2·10⁴ km. Calcula:

- A velocidade orbital e o período.
- A enerxía mecánica e a potencial.
- Si por fricción pérdese algo de enerxía, que lle ocorre ao raio e á velocidade?

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

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

(P.A.U. Set. 10)

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	500	kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$		kg
e raio	$R =$	6370	km
no que a gravidade no chan é	$g_o =$	9,8	m/s ²
A órbita é circular de	raio	$r =$	2,00E+04 km

Respostas. (Lapela Enunciado)

Elixir as unidades de Velocidade, Período e as súas unidades, e Enerxía na órbita.

		clíc ↓	Velocidade	Período	
Órbita			4,46·10 ³ m/s	07:49:42 h:m:s	
	cinética		potencial	mecánica	GJ
Enerxía na órbita	4,97 GJ		-9,94 GJ	-4,97 GJ	

Cálculo da velocidade orbital e do período. (Lapela Período)

$$G \cdot M = g_o \cdot R^2 \quad G \cdot M = 9,80 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2 = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$$

$$\text{Velocidade do satélite } v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \quad v = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{2,00 \cdot 10^7}} = 4,46 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

$$\frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,00 \cdot 10^7}{4,46 \cdot 10^3}$$

Cálculo da enerxía mecánica e da enerxía potencial. (Lapela Enerxía)

$$\text{Enerxía cinética na órbita } E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2 \quad E_c = 500 \cdot (4,46 \cdot 10^3)^2 / 2 = 4,97 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$\text{Enerxía potencial na órbita } E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r} \quad E_p = \frac{-3,98 \cdot 10^{14} \cdot 500}{2,00 \cdot 10^7} = -9,94 \cdot 10^9 \text{ J}$$

$$\text{Enerxía mecánica na órbita } E = E_c + E_p \quad E = -9,94 \cdot 10^9 + 4,97 \cdot 10^9 = -4,97 \cdot 10^9 \text{ J}$$

6. Un satélite artificial de 500 kg de masa xira nunha órbita circular a 5000 km de altura sobre a superficie da Terra. Calcula:
- A súa velocidade orbital.
 - A súa enerxía mecánica na órbita.
 - A enerxía que hai que comunicarlle para que, partindo da órbita, chegue ao infinito.
- Datos: $R = 6370 \text{ km}$; $g_o = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ (P.A.U. Set. 15)
- Rta.:** a) $v = 5,91 \text{ km/s}$; b) $E = -8,74 \cdot 10^9 \text{ J}$; c) $\Delta E = 8,74 \cdot 10^9 \text{ J}$

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	500 kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$	kg
e raio	$R =$	6370 km
no que a gravidade no chan é	$g_o =$	9,8 m/s ²
A órbita é circular de	altura $h =$	5000 km

Respostas. (Lapela Enunciado)

Elixir as unidades de Velocidade, e Enerxía na órbita.

		clíc ↓	Velocidade		
Órbita			5,91·10 ³ m/s		
	cinética		potencial	mecánica	GJ
Enerxía na órbita	8,74 GJ		-17,5 GJ	-8,74 GJ	

Cálculo da velocidade orbital. (Lapela Período)

$$\text{Raio de la órbita } r = R + h \quad r = 6,37 \cdot 10^6 + 5,00 \cdot 10^6 = 1,14 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$G \cdot M = g_o \cdot R^2 \quad G \cdot M = 9,80 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2 = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$$

$$\text{Velocidade do satélite } v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \quad v = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{1,14 \cdot 10^7}} = 5,91 \cdot 10^3 \text{ m/s}$$

Cálculo da enerxía mecánica. (Lapela Enerxía)

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

A enerxía que hai que comunicarlle para que, partindo da órbita, chegue ao infinito, é a diferenza entre a enerxía no infinito, que é nula, e a que ten na órbita.

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

7. Deséxase pór en órbita un satélite de 1800 kg que vire a razón de 12,5 voltas por día. Calcula:

- O período do satélite.
- A distancia do satélite á superficie terrestre.
- A enerxía cinética do satélite nesa 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) $E_c = 4,58 \cdot 10^{10} \text{ J}$

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	1800 kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$	5,98E+024 kg
e raio	$R =$	6378 km
O satélite xira cunha	frecuencia	$f =$ 12,5 día ⁻¹

Respostas. (Lapela Enunciado)

Elixir **Período** e as súas unidades, **Altura** e as súas unidades, e **Enerxía na órbita**.

	Altura	Velocidade	Período	
Órbita	1,47·10 ³ km	7,13 km/s	01:55:12	h:m:s
	cinética	potencial	mecánica	GJ
Enerxía na órbita	45,8 GJ	-91,6 GJ	-45,8 GJ	

Cálculo do período. (Lapela Período)

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

Cálculo da distancia do satélite á superficie terrestre. (Lapela Altura)

	$G \cdot M =$	$6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Raio da 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 da órbita	$h = r - R$	$h = 7,85 \cdot 10^6 - 6,38 \cdot 10^6 = 1,47 \cdot 10^6 \text{ m}$

Cálculo da enerxía cinética. (Lapela Enerxía)

Na órbita	$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$	$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,85 \cdot 10^6}{6,91 \cdot 10^3} = 7,13 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
Velocidade na órbita		
Enerxía cinética na órbita	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$E_c = 1800 \cdot (7,13 \cdot 10^3)^2 / 2 = 4,58 \cdot 10^{10} \text{ J}$
Enerxía potencial na 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 na órbita $E = E_c + E_p$ $E = -9,16 \cdot 10^{10} + 4,58 \cdot 10^{10} = -4,58 \cdot 10^{10} \text{ J}$

8. A luz do Sol tarda $5 \cdot 10^2 \text{ s}$ en chegar á Terra e $2,6 \cdot 10^3 \text{ s}$ en chegar a Xúpiter. Calcula:

- O período de Xúpiter orbitando arredor do Sol.
- A velocidade orbital de Xúpiter.
- A masa do Sol.

Datos: T (Terra) arredor do Sol: $3,15 \cdot 10^7 \text{ s}$; $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$. (Suponse as órbitas circulares) (P.A.U. Set. 12)

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

Calcúlase primeiro a masa do Sol escribindo os datos da Terra.

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

A órbita é circular de	raio	$r =$	5,00E+02 s luz
O satélite xira cun	período	$T =$	3,15E+07 s

Respostas. (Lapela Enunciado)

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

Cálculo da masa do Sol. (Lapela Período)

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

Introdución de novos datos. (Lapela Enunciado)

Borre a opción, o dato e as unidades de período.

Escriba a masa do Sol e o raio da órbita de Xúpiter:

Un satélite de masa	$m =$	kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$	2,01E+30 kg
e raio	$R =$	
A órbita é circular de	raio	$r =$ 2,60E+03 s luz

Respostas. (Lapela Enunciado)

Elixir Período e as súas unidades, e as unidades de Velocidade.

		click ↓	Velocidade	Período
Órbita			13,1 km/s	11,8 anos

Cálculo do período e da velocidade. (Lapela Período)

Raio de la órbita	$r =$	$2,60 \cdot 10^3 \cdot 3,00 \cdot 10^8 = 7,79 \cdot 10^{11} \text{ m}$
Velocidade do satélite	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$	$v = \sqrt{\frac{1,34 \cdot 10^{20}}{7,79 \cdot 10^{11}}} = 1,31 \cdot 10^4 \text{ m/s}$
Período do satélite	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$	$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,79 \cdot 10^{11}}{1,31 \cdot 10^4} = 3,73 \cdot 10^8 \text{ s}$

9. Os satélites Meteosat son satélites xeostacionarios (situados sobre o ecuador terrestre e con período orbital dun día). Calcula:

- A altura á que se atopan, respecto da superficie terrestre.
- A forza exercida sobre o satélite.
- A enerxía mecánica.

Datos: $R = 6,38 \cdot 10^6$ m; $M = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg; $m = 8 \cdot 10^2$ kg; $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²·kg⁻² (P.A.U. set. 08)
Rta.: a) $h = 3,60 \cdot 10^7$ m; b) $F = 179$ N; c) $E_c = 3,78 \cdot 10^9$ J; $E_p = -7,56 \cdot 10^9$ J; $E = -3,78 \cdot 10^9$ J

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	8,00E+02	kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$	5,98E+24	kg
e raio	$R =$	6,38E+06	m
O satélite xira cun período	$T =$	24	h

Respostas. (Lapela Enunciado)

Elixir as unidades de Velocidade, Período e as súas unidades, e Enerxía na órbita.

Respostas		Cifras significativas:	3
Órbita	Altura	Velocidade	clíc ↓
	$3,59 \cdot 10^4$ km		
	cinética	potencial	mecánica
Enerxía na órbita	$3,78 \cdot 10^9$ J	$-7,56 \cdot 10^9$ J	$-3,78 \cdot 10^9$ J
	Forza gravitacional	na órbita	179 N

Cálculo da altura. (Lapela Altura)

	$\frac{G \cdot M = g_0 \cdot R^2}{G \cdot M \cdot T^2}$	$G \cdot M = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2}$
Raio da 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 da órbita	$h = r - R$	$h = 4,23 \cdot 10^7 - 6,38 \cdot 10^6 = 3,59 \cdot 10^7 \text{ m}$

Cálculo da forza exercida sobre o satélite. (Lapela Peso)

Gravidade 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 da enerxía cinética. (Lapela Enerxía)

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

10. Un satélite artificial de 200 kg describe unha órbita circular a unha altura de 650 km sobre a Terra. Calcula:

- O período e a velocidade do satélite na órbita.
- A enerxía mecánica do satélite.
- O cociente entre os valores da intensidade de campo gravitacional terrestre no satélite e na superficie da Terra.

Datos: $M = 5,98 \cdot 10^{24}$ kg; $R = 6,37 \cdot 10^6$ m; $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²·kg⁻² (P.A.U. Set. 11)

Rta.: a) $v = 7,54$ km/s; $T = 1$ h 38 min; b) $E = -5,68 \cdot 10^9$ J; c) $g_h/g_0 = 0,824$

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	200 kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$	$5,98 \cdot 10^{24}$ kg
e raio	$R =$	6378 km
A órbita é circular de	altura $h =$	650 km

Respostas. (Lapela Enunciado)

Elixir as unidades de **Velocidade**, **Período** e as súas unidades, **Enerxía na órbita** e **Gravidade relativa** na órbita.

	Raio	Velocidade	Período
Órbita	$7,03 \cdot 10^3$ km	$7,54$ km/s	01:37:39 h:m:s
	cinética	potencial	mecánica
Enerxía na órbita	$5,68 \cdot 10^9$ J	$-1,14 \cdot 10^{10}$ J	$-5,68 \cdot 10^9$ J
	Gravidade relativa	na órbita	0,824 g_0

Cálculo do período e da velocidade orbital. (Lapela Período)

Raio da órbita	$r = R + h$	$r = 6,38 \cdot 10^6 + 6,50 \cdot 10^5 = 7,03 \cdot 10^6$ m
		$G \cdot M = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Velocidade do satélite	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$	$v = \sqrt{\frac{3,99 \cdot 10^{14}}{7,03 \cdot 10^6}} = 7,54 \cdot 10^3$ m/s
Período do satélite	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$	$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,03 \cdot 10^6}{7,54 \cdot 10^3} = 5,86 \cdot 10^3$ s

Cálculo da enerxía mecánica. (Lapela Enerxía)

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

Cálculo do cociente das intensidades de campo gravitacional. (Lapela Peso)

Gravidade no chan	$g_0 = \frac{G \cdot M}{R^2}$	$g_0 = \frac{3,99 \cdot 10^{14}}{(6,38 \cdot 10^6)^2} = 9,81$ m/s ²
Gravidade na altura	$g = \frac{G \cdot M}{r^2}$	$g = \frac{3,99 \cdot 10^{14}}{(7,03 \cdot 10^6)^2} = 8,08$ m/s ²
Gravidade relativa	$\frac{g}{g_0}$	$= \frac{8,08}{9,81} = 0,824$

11. Ceres é o planeta anano máis pequeno do sistema solar e ten un período orbital arredor do Sol de 4,60 anos, unha masa de $9,43 \cdot 10^{20}$ kg e un raio de 477 km. Calcula:
- O valor da intensidade do campo gravitacional que Ceres crea na súa superficie.
 - A enerxía mínima que ha de ter unha nave espacial de 1000 kg de masa para que, saíndo da superficie, poida escapar totalmente da atracción gravitacional do planeta.
 - A distancia media entre Ceres e o Sol, tendo en conta que a distancia media entre a Terra e o Sol é de $1,50 \cdot 10^{11}$ m e que o período orbital da Terra arredor do Sol é dun ano.
- 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) $r = 4,15 \cdot 10^{11} \text{ m}$

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Un satélite de masa	$m =$	1000	kg
xira arredor dun astro de masa	$M =$	9,43E+20	kg
e raio	$R =$	477	km

Respostas. (Lapela Enunciado)

Elixir **Enerxía** no chan para **mandalo ao infinito**.

Astro	$g_o =$	0,277 m/s ²
Enerxía no chan para mandalo ao infinito		1,32·10⁸ J

Cálculo da intensidade de campo gravitacional no chan. (Lapela Peso)

Gravidade no chan $g_o = \frac{G \cdot M}{R^2}$ $g_o = \frac{6,29 \cdot 10^{10}}{(4,77 \cdot 10^5)^2} = 0,277 \text{ m/s}^2$

Cálculo de $G \cdot M$. (Lapela 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 da enerxía no chan. (Lapela Enerxía)

Enerxía potencial no chan $E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{R}$ $E_p = \frac{-6,29 \cdot 10^{10} \cdot 1,00 \cdot 10^3}{4,77 \cdot 10^5} = -1,32 \cdot 10^8 \text{ J}$

A enerxía para mandalo ao infinito é a diferenca entre a enerxía no infinito, que é nula, e a enerxía potencial que ten no chan, porque a enerxía cinética debida á rotación do asteroide é desprezable.

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

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Para o apartado c) hai que comezar un problema distinto, porque agora o astro central é o Sol. Cálculase primeiro a masa do Sol escribindo os datos da Terra.

A órbita é circular de	raio	$r =$	1,50E+11	m
O satélite xira cun	período	$T =$	1	anos

Respostas. (Lapela Enunciado)

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

Cálculo da masa do Sol. (Lapela Período)

Período $T = 1,00 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 = 3,16 \cdot 10^7 \text{ s}$

Masa do astro $M = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2}$ $M = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (1,50 \cdot 10^{11})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (3,16 \cdot 10^7)^2} = 2,00 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

Introdución de datos. (Lapela Enunciado)

Para o apartado c) borre a opción, o valor e as unidades do raio da órbita da Terra e escriba a masa do Sol e o período de Ceres:

Un satélite de masa	$m =$		kg
xira arredor de un astro de masa	$M =$	2,00E+30	kg
e raio	$R =$		
O satélite xira con un	período	$T =$	4,6 anos

Respostas. (Lapela Enunciado)


Elixir **Raio** e as súas unidades.

	Raio	Velocidade	clac ↓		
Órbita	4,15·10 ¹¹ m				

Cálculo do raio da órbita. (Lapela  Altura)

$$G \cdot M = g_o \cdot R^2 \quad G \cdot M = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,00 \cdot 10^{30}}{1} = 1,33 \cdot 10^{20} \text{ m}^3/\text{s}^2$$

$$\text{Raio da órbita} \quad r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \pi^2}} \quad r = \sqrt[3]{\frac{1,33 \cdot 10^{20} \cdot (1,45 \cdot 10^8)^2}{4 \cdot 3,14^2}} = 4,15 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Cálculo do período. (Lapela  Período)

$$\text{Período} \quad T = 4,60 \cdot 365,25 \cdot 24 \cdot 3600 = 1,45 \cdot 10^8 \text{ s}$$

Actualizado: 23/06/25

Sumario

PROBLEMAS DE SATÉLITES.....	1
• <i>Comezo</i>	1
• <i>Teclado e rato</i>	1
• <i>Datos</i>	1
• <i>Resultados</i>	2
• <i>Outros cálculos</i>	2
◇ PROBLEMAS	4
1. O satélite SpainSat NG I, da empresa española Hisdesat, lanzouse con éxito dende Cabo Cañaveral ás 2:34 do 30 de xaneiro de 2025, a bordo dun foguete Falcon 9 da empresa SpaceX. Cun peso de 6,1 toneladas e unha altura de 7,2 metros, o novo satélite leva un equipo especial que o protexe das interferencias e garante que as comunicacións sigan sendo privadas e seguras. Tras o lanzamento, o satélite viaxará ata a súa posición final en órbita xeoestacionaria a 35 786 km sobre a Terra, case tres veces o diámetro da Terra mesma.....	4
2. Un satélite artificial de 64,5 kg xira arredor da Terra nunha órbita circular de raio $r = 2,32 R$. Calcula:.....	5
3. A nave espacial Discovery, lanzada en outubro de 1998, describía arredor da Terra unha órbita circular cunha velocidade de $7,62 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$:.....	6
4. Un satélite artificial de masa 10^2 kg xira arredor da Terra a unha altura de $4\cdot 10^3 \text{ km}$ sobre a superficie terrestre. Calcula:.....	6
5. Un satélite artificial de 500 kg describe unha órbita circular arredor da Terra cun raio de $2\cdot 10^4 \text{ km}$. Calcula:.....	7
6. Un satélite artificial de 500 kg de masa xira nunha órbita circular a 5000 km de altura sobre a superficie da Terra. Calcula:.....	8
7. Deséxase pór en órbita un satélite de 1800 kg que vire a razón de 12,5 voltas por día. Calcula:.....	9
8. A luz do Sol tarda $5\cdot 10^2 \text{ s}$ en chegar á Terra e $2,6\cdot 10^3 \text{ s}$ en chegar a Xúpiter. Calcula:.....	10
9. Os satélites Meteosat son satélites xeoestacionarios (situados sobre o ecuador terrestre e con período orbital dun día). Calcula:.....	10
10. Un satélite artificial de 200 kg describe unha órbita circular a unha altura de 650 km sobre a Terra. Calcula:.....	11
11. Ceres é o planeta anano máis pequeno do sistema solar e ten un período orbital arredor do Sol de 4,60 anos, unha masa de $9,43\cdot 10^{20} \text{ kg}$ e un raio de 477 km. Calcula:.....	12