

PROBLEMAS DE SATÉLITES

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

● Comezo

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

Pulse a tecla Ctrl mentres preme sobre a cela **Enunciado**, situada na parte superior dereita, ou preme, sen pulsar a tecla Ctrl, sobre a lapela **Enunciado** na parte inferior.


Se precisa axuda máis detallada, pulse a tecla Ctrl mentres preme sobre a cela **Axuda**, situada na parte superior dereita, ou preme, sen pulsar a tecla Ctrl, sobre a lapela **Axuda** na parte inferior.

● Datos

Preme sobre o botón **Borrar datos** e preme sobre o botón **Aceptar** do cadro de diálogo que aparecerá.

Ou preme no menú: **Editar** → **Seleccionar** → **Seleccionar as celas desprotexidas** e pulsar a tecla **Supr**. Borraranse todos os datos e aparecerán as opcións por defecto.


Elixa as magnitudes e unidades nas celas de color salmón e bordo vermello.

Preme sobre a cela de cor salmón e bordo vermello, , preme sobre a frecha cara abaixo que aparece á súa dereita, e elixa a opción correspondente.

Escriba os datos nas celas de cor branca e bordo azul.

Preme sobre a cela de cor branca e bordo azul, , e escriba nela o dato.


Pode poñer un valor en notación científica dunha destas maneiras:


- Escribindo en formato científico da folla de cálculo. P. ex.: 3E8 (que se verá como 3,00E+08).
- Escribindo en formato de texto. P. ex.: 3·10⁸.
- Seleccionando o valor noutro documento, copiándoo (Ctrl+C) e pegándoo (Ctrl+Alt++V).

Por exemplo, 3,00·10⁻⁹, supoñendo que ten 3 cifras significativas.


No primeiro caso escriba: 3E-9. Na cela aparecerá: .

No segundo caso escriba 3,00·10^{- 9}. Na cela aparecerá: . Borre o espazo entre ⁻ e ⁹ e o espazo final: .

Os superíndices pódense escribir, premendo á vez as teclas  e [^] antes de cada cifra ou signo, e escribindo un espazo detrás.

Para obter o punto de multiplicación «·» prema á vez as teclas  e 3.

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

1. Selecciona o número, premendo ao principio do número e arrastrando o rato ata o final.
2. Cópíeo, premendo á vez as teclas Ctrl e C, ou elixa no menú **Editar** → **Copiar**.
3. Preme sobre a cela de cor branca e bordo azul.
4. Péguo, premendo á vez as teclas Ctrl, Alt,  e V, ou elixa no menú: **Editar** → **Pegado especial** → **Pegar texto sen formato**.

● 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 (**Período**, **Altura**, **Peso** ou **Enerxía**) que contén a magnitude calculada, ou faga clic co rato na lapela inferior correspondente.

 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. 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)

Elixa Período e as súas unidades, e Forza gravitacional na órbita.

Órbita	clic ↓	Velocidade	clic ↓	Período
				04:58:20 h:m:s
	Forza gravitacional	na órbita		117 N

Cálculo do período. (Lapela 🔒 Período)

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

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

2. 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) A que altura sobre a superficie da Terra atopábase?
 b) Canto tempo tardaba en dar unha volta completa?
 c) 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	$m =$		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)

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

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

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

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

Cálculo do período e a frecuencia. (Lapela)

		$G \cdot M = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
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 da 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 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)

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	$g_0 =$	9,81 m/s ²
A órbita é circular de	altura	$h =$ 4,00E+03 km

Respostas. (Lapela)

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

	Raio	Velocidade	Período
Órbita	$1,04 \cdot 10^7 \text{ m}$	$6,20 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	02:55:16 h:m:s
Terra		$M =$	$5,96 \cdot 10^{24} \text{ kg}$
	no chan para		
	Campo gravitacional	na órbita	3,70 m/s²

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

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

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

Raio da órbita	$r = R + h$	$r = 6,37 \cdot 10^6 + 4,00 \cdot 10^6 = 1,04 \cdot 10^7 \text{ m}$
	$G \cdot M = g_0 \cdot R^2$	$G \cdot M = \frac{9,81 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2}{1} = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Velocidade do satélite	$v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$	$v = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{1,04 \cdot 10^7}} = 6,20 \cdot 10^3 \text{ m/s}$
Período do satélite	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$	$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1,04 \cdot 10^7}{6,20 \cdot 10^3} = 1,05 \cdot 10^4 \text{ s}$

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

Gravidade ea altura	$g = \frac{G \cdot M}{r^2}$	$g = \frac{3,98 \cdot 10^{14}}{(1,04 \cdot 10^7)^2} = 3,70 \text{ m/s}^2$
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 unha órbita circular arredor da Terra cun raio de $2 \cdot 10^4 \text{ km}$.
Calcula:

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

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

(P.A.U. Set. 10)

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

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	$g_0 =$	9,8 m/s ²
A órbita é circular de	raio	$r = 2,00\text{E}+04 \text{ km}$

Respostas. (Lapela Enunciado)

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

		Velocidade	Período
Órbita		4,46 · 10³ m/s	07:49:42 h:m:s
	cinética	potencial	mecánica
Enerxía na órbita	4,97 GJ	-9,94 GJ	-4,97 GJ

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

	$G \cdot M = g_0 \cdot R^2$	$G \cdot M = \frac{9,80 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2}{1} = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Velocidade do 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 do 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 da enerxía mecánica e da enerxía potencial. (Lapela Enerxía)

Enerxía cinética na órbita	$E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$	$E_c = 500 \cdot (4,46 \cdot 10^3)^2 / 2 = 4,97 \cdot 10^9 \text{ J}$
Enerxía potencial na órbita	$E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$	$E_p = \frac{-3,98 \cdot 10^{14} \cdot 500}{2,00 \cdot 10^7} = -9,94 \cdot 10^9 \text{ J}$
Enerxía mecánica na 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 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: $R = 6370 \text{ km}$; $g_0 = 9,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ (P.A.U. Set. 15)
- Rta.:** a) $v = 5,91 \text{ km/s}$; b) $E = -8,74\cdot 10^9 \text{ J}$; c) $\Delta E = 8,74\cdot 10^9 \text{ J}$

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	$g_0 =$	9,8	m/s ²
A órbita é circular de	altura	$h =$	5000 km

Respostas. (Lapela 🔒 Enunciado)

Elixa as unidades de Velocidade, e Enerxía na órbita.

Órbita		click ↓	Velocidade	
			$5,91\cdot 10^3 \text{ m/s}$	
	cinética		potencial	mecánica GJ
Enerxía na órbita	8,74 GJ		-17,5 GJ	-8,74 GJ

Cálculo da velocidade orbital. (Lapela 🔒 Período)

Raio de la órbita	$r = R + h$	$r = 6,37\cdot 10^6 + 5,00\cdot 10^6 = 1,14\cdot 10^7 \text{ m}$
	$G \cdot M = g_0 \cdot R^2$	$G \cdot M = \frac{9,80 \cdot (6,37\cdot 10^6)^2}{1} = 3,98\cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$
Velocidade do 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 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.

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

6. 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)

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

	Altura	Velocidade	Período
Órbita	1,47·10³ 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 do satélite $T = \frac{1}{f} \quad T = \frac{86400}{12,5} = \mathbf{6,91 \cdot 10^3 \text{ s}}$

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

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

Cálculo da enerxía cinética. (Lapela)

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

7. 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) $M = 2,01 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

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

Introdución de datos. (Lapela)

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

Respostas. (Lapela)

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

Cálculo da masa do Sol. (Lapela)

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

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)

Elixa **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		$r = 2,60 \cdot 10^3 \cdot 3,00 \cdot 10^8 = 7,79 \cdot 10^{11} \text{ m}$
		$G \cdot M = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 2,01 \cdot 10^{30} = 1,34 \cdot 10^{20} \text{ m}^3/\text{s}^2$
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	$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$	$T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 7,79 \cdot 10^{11}}{1,31 \cdot 10^4} = 3,73 \cdot 10^8 \text{ s}$

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

- a) A altura á que se atopan, respecto da superficie terrestre.
- b) A forza exercida sobre o satélite.
- c) A enerxía 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) $E_c = 3,78 \cdot 10^9 \text{ J}$; $E_p = -7,56 \cdot 10^9 \text{ J}$; $E = -3,78 \cdot 10^9 \text{ J}$

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)

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

Respostas			Cifras significativas:	3
	Altura	Velocidade click ↓		s
Órbita	$3,59 \cdot 10^4$ km			
	cinética	potencial	mecánica	J
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)

	$G \cdot M = g_0 \cdot R^2$	$G \cdot M = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{1} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$	
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			
Velocidade na órbita	$v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$	$v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 4,23 \cdot 10^7}{8,64 \cdot 10^4} = 3,07 \cdot 10^3 \text{ m/s}$	
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	$E = E_c + E_p$	$E = -7,56 \cdot 10^9 + 3,78 \cdot 10^9 = -3,78 \cdot 10^9 \text{ J}$	

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

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

Datos: $M = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$; $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

(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) $g_h/g_0 = 0,824$

Introdución de datos. (Lapela 🔒 Enunciado)

Un satélite de masa		$m =$	200	kg
xira arredor dun astro de masa		$M =$	5,98E+24	kg
e raio		$R =$	6378	km
A órbita é circular de	altura	$h =$	650	km

Respostas. (Lapela 🔒 Enunciado)

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

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

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

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

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

Cálculo da enerxía mecánica. (Lapela Enerxía)

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

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

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

10. 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:
- 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 $1,50 \cdot 10^{11} \text{ m}$ 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)

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

Astro	$g_o =$	0,277	m/s ²
Enerxía no chan para mandalo ao infinito		1,32	10 ⁸ 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	$M =$	2,00·10 ³⁰	kg
-----	-------	-----------------------	----

Cálculo da masa do Sol. (Lapela Período)

Período	$T =$	1,00 · 365,25 · 24 · 3600	=	3,16·10 ⁷	s
Masa do astro	$M = \frac{4 \cdot \pi^2 \cdot r^3}{G \cdot T^2}$	$M = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot (1,50 \cdot 10^{11})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (3,16 \cdot 10^7)^2}$	=	2,00·10 ³⁰	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)

Elixa **Raio** e as súas unidades.

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

Cálculo do raio da órbita. (Lapela Altura)

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

Cálculo do período. (Lapela Período)

Período	$T =$	4,60 · 365,25 · 24 · 3600	=	1,45·10 ⁸	s
---------	-------	---------------------------	---	----------------------	---

Sumario

PROBLEMAS DE SATÉLITES.....	1
● <i>Comezo</i>	1
● <i>Datos</i>	1
● <i>Resultados</i>	1
◇ PROBLEMAS	2
1. Un satélite artificial de 64,5 kg xira arredor da Terra nunha órbita circular de raio $r = 2,32 R$. Calcula:	2
2. A nave espacial Discovery, lanzada en outubro de 1998, describía arredor da Terra unha órbita circular cunha velocidade de $7,62 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$:	2
3. 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:	3
4. Un satélite artificial de 500 kg describe unha órbita circular arredor da Terra cun raio de $2\cdot 10^4 \text{ km}$. Calcula:	4
5. Un satélite artificial de 500 kg de masa xira nunha órbita circular a 5000 km de altura sobre a superficie da Terra. Calcula:	5
6. Deséxase pór en órbita un satélite de 1800 kg que vire a razón de 12,5 voltas por día. Calcula:	5
7. 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:	6
8. Os satélites Meteosat son satélites xeostacionarios (situados sobre o ecuador terrestre e con período orbital dun día). Calcula:	7
9. Un satélite artificial de 200 kg describe unha órbita circular a unha altura de 650 km sobre a Terra. Calcula:	8
10. 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:	9