

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: [3,00E-09](#).

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

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 pestaña [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 pequeño satélite gira alrededor de la Luna orbitando en una circunferencia de 3 veces el radio de la Luna.
- Calcula el periodo del satélite y determina la energía mecánica total que posee el satélite en su órbita.
 - Deduces y calcula la velocidad de escape desde la Luna.
- DATOS: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$; $M(L) = 7,35 \cdot 10^{22} \text{ kg}$; $R(L) = 1740 \text{ km}$; $m(s) = 1500 \text{ kg}$. (A.B.A.U. ord. 23)
Rta.: a) $T = 3,38 \cdot 10^4 \text{ s} = 9 \text{ h } 24 \text{ min}$; $E = -7,0 \cdot 10^8 \text{ J}$; b) $v_e = 2,37 \text{ km/s}$. (suelo) o 969 m/s (desde la órbita).

Introducción de datos. (Pestaña Enunciado)

| | | | |
|------------------------------------|-------|----------------------|-----------|
| Un satélite de masa | $m =$ | 500 | kg |
| gira alrededor de un astro de masa | $M =$ | $7,35 \cdot 10^{22}$ | kg |
| y radio | $R =$ | 1740 | km |
| La órbita es circular de | radio | $r =$ | 3 R astro |

Respuestas. (Pestaña Enunciado)

Elija **Período** y unidades, **Energía en la órbita**, y **Velocidad** en el suelo para **mandarlo al infinito**.

| | | | |
|--------------------------------------------------------|----------------|----------------------------|-------|
| Órbita | Período | 09:23:53 | h:m:s |
| | cinética | 7,05 · 10 ⁸ J | J |
| | potencial | -1,41 · 10 ⁹ J | J |
| | mecánica | -7,05 · 10 ⁸ J | J |
| Energía en la órbita | | | |
| Velocidad en el suelo para mandarlo al infinito | | 2,37 · 10 ³ m/s | |

Cálculo del período. (Pestaña Período)

| | | | | |
|------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------|
| Radio de la órbita | $r =$ | $3,00 \cdot 1,74 \cdot 10^6$ | $=$ | $5,22 \cdot 10^6 \text{ m}$ |
| | $G \cdot M =$ | $6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,35 \cdot 10^{22}$ | $=$ | $4,91 \cdot 10^{12} \text{ m}^3/\text{s}^2$ |
| Velocidad del satélite | $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$ | $v = \sqrt{\frac{4,91 \cdot 10^{12}}{5,22 \cdot 10^6}}$ | $=$ | 969 m/s |
| Período del satélite | $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$ | $T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 5,22 \cdot 10^6}{969}$ | $=$ | $338 \cdot 10^4 \text{ s}$ |

Cálculo de la energía mecánica del satélite y de su velocidad de escape. (Pestaña Energía)

| En la órbita | Ecuaciones | Cálculos |
|----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Energía cinética en la órbita | $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ | $E_c = 1,50 \cdot 10^3 \cdot 969^2 / 2 = 7,05 \cdot 10^8 \text{ J}$ |
| Energía potencial en la órbita | $E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$ | $E_p = \frac{-4,91 \cdot 10^{12} \cdot 1,50 \cdot 10^3}{5,22 \cdot 10^6} = -1,41 \cdot 10^9 \text{ J}$ |
| Energía mecánica en la órbita | $E = E_c + E_p$ | $E = -1,41 \cdot 10^9 + 7,05 \cdot 10^8 = -7,05 \cdot 10^8 \text{ J}$ |
| Velocidad de escape en la órbita | $v_e = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$ | $v_e = \sqrt{\frac{4,91 \cdot 10^{12}}{5,22 \cdot 10^6}} = 969 \text{ m/s}$ |
| En el suelo | | |
| Energía potencial en el suelo | $E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{R}$ | $E_p = \frac{-4,91 \cdot 10^{12} \cdot 1,50 \cdot 10^3}{1,74 \cdot 10^6} = -4,23 \cdot 10^9 \text{ J}$ |
| Velocidad de escape en el suelo | $v_e = \sqrt{\frac{2 G \cdot M}{R}}$ | $v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot 4,91 \cdot 10^{12}}{1,74 \cdot 10^6}} = 2,37 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ |

2. Un satélite artificial tiene una masa de 200 kg y una velocidad constante de 7,00 km·s⁻¹.
 a) Calcula la altura a la que orbita.
 b) Si en ese momento se le suministra una energía igual a la energía cinética que ya tiene, calcula a qué distancia de la Tierra podría llegar.
 Datos: $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$; $R(T) = 6,37\cdot 10^6 \text{ m}$. (A.B.A.U. extr. 22)
Rta.: a) $h = 1750 \text{ km}$; b) $r = \infty$.

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

| | | | |
|--------------------------------------|-----------|------------------|------------------|
| Un satélite de masa | $m =$ | 200 | kg |
| gira alrededor de un astro de masa | $M =$ | | kg |
| y radio | $R =$ | $6,37\cdot 10^6$ | m |
| en el que la gravedad en el suelo es | $g_o =$ | 9,81 | m/s ² |
| El satélite gira con una | velocidad | $v =$ | 7 km/s |

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija **Altura** y sus unidades.

| | | | | | |
|--------|-----------------------------|-----------|---------------|--|--|
| | Altura | Velocidad | clíc ↓ | | |
| Órbita | $1,75\cdot 10^3 \text{ km}$ | | | | |

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

$$G \cdot M = g_o \cdot R^2 \qquad G \cdot M = \frac{9,81 \cdot (6,37\cdot 10^6)^2}{3,98\cdot 10^{14}} = 3,98\cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$$

$$\text{Radio de la órbita } r = \sqrt{\frac{G \cdot M}{v^2}} \qquad r = \sqrt{\frac{3,98\cdot 10^{14}}{(7,00\cdot 10^3)^2}} = 8,12\cdot 10^6 \text{ m}$$

Cálculo de la altura. (Pestaña 🔒 Altura)

$$\text{Altura de la órbita } h = r - R \qquad h = 8,12\cdot 10^6 - 6,37\cdot 10^6 = 1,75\cdot 10^6 \text{ m}$$

3. La aceleración de la gravedad en la superficie de un planeta esférico de 4100 km de radio es 7,2 m·s⁻².
 Calcula:
 a) La masa del planeta.
 b) La energía mínima necesaria que hay que comunicar a un minisatélite de 3 kg de masa para lanzarlo desde la superficie del planeta y situarlo a 1000 km de altura sobre la misma, en una órbita circular alrededor del planeta.
 Dato: $G = 6,67\cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2 \cdot\text{kg}^{-2}$. (A.B.A.U. extr. 20)
Rta.: a) $M = 1,8\cdot 10^{24} \text{ kg}$; b) $\Delta E = 5,30\cdot 10^7 \text{ J}$.

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

| | | | |
|--------------------------------------|---------|-------|------------------|
| Un satélite de masa | $m =$ | 3 | kg |
| gira alrededor de un astro de masa | $M =$ | | kg |
| y radio | $R =$ | 4100 | km |
| en el que la gravedad en el suelo es | $g_o =$ | 7,2 | m/s ² |
| La órbita es circular de | altura | $h =$ | 1000 km |

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija **Energía** en el suelo para **ponerlo en órbita**.

| | | |
|----------------------------------------------------------|-------|--------------------------------|
| Astro | $M =$ | $1,81\cdot 10^{24} \text{ kg}$ |
| Energía en el suelo para ponerlo en órbita | | $5,30\cdot 10^7 \text{ J}$ |

Cálculo de la masa. (Pestaña 🔒 Período)

| | | |
|------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Radio de la órbita | $r = R + h$ | $r = 4,10 \cdot 10^6 + 1,00 \cdot 10^6 = 5,10 \cdot 10^6 \text{ m}$ |
| Masa del astro | $G \cdot M = g_o \cdot R^2$ | $G \cdot M = 7,20 \cdot (4,10 \cdot 10^6)^2 = 1,21 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ $M = 1,21 \cdot 10^{14} / 6,67 \cdot 10^{-11} = \mathbf{1,81 \cdot 10^{24} \text{ kg}}$ |
| Velocidad del satélite | $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$ | $v = \sqrt{\frac{1,21 \cdot 10^{14}}{5,10 \cdot 10^6}} = 4,87 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ |

Cálculo de las energías. (Pestaña 🔒 Energía)

| En la órbita | Ecuaciones | Cálculos |
|-----------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Energía cinética en la órbita | $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ | $E_c = 3,00 \cdot (4,87 \cdot 10^3)^2 / 2 = 3,56 \cdot 10^7 \text{ J}$ |
| Energía potencial en la órbita | $E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$ | $E_p = \frac{-1,21 \cdot 10^{14} \cdot 3,00}{5,10 \cdot 10^6} = -7,12 \cdot 10^7 \text{ J}$ |
| Energía mecánica en la órbita | $E = E_c + E_p$ | $E = -7,12 \cdot 10^7 + 3,56 \cdot 10^7 = -3,56 \cdot 10^7 \text{ J}$ |
| Velocidad de escape en la órbita | $v_e = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$ | $v_e = \sqrt{\frac{1,21 \cdot 10^{14}}{5,10 \cdot 10^6}} = 4,87 \cdot 10^3 \text{ J}$ |
| En el suelo | | |
| Energía potencial en el suelo | $E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{R}$ | $E_p = \frac{-1,21 \cdot 10^{14} \cdot 3,00}{1,74 \cdot 10^6} = -7,12 \cdot 10^7 \text{ J}$ |
| Velocidad de escape en el suelo | $v_e = \sqrt{\frac{2 G \cdot M}{R}}$ | $v_e = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,21 \cdot 10^{14}}{4,10 \cdot 10^6}} = 7,68 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ |
| Energía en el suelo para alcanzar la altura | $\Delta E_h = E_p(\text{órb}) - E_p(s)$ | $\Delta E_h = -7,12 \cdot 10^7 - (-7,12 \cdot 10^7) = 1,74 \cdot 10^7 \text{ J}$ |
| Velocidad en el suelo para alcanzar la altura | $v_h = \sqrt{\frac{2 \Delta E_h}{m}}$ | $v_h = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,74 \cdot 10^7}{3,00}} = 3,40 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ |
| Energía en el suelo para ponerlo en órbita | $\Delta E_o = E(\text{órb}) - E_p(s)$ | $\Delta E_o = -3,56 \cdot 10^7 - (-7,12 \cdot 10^7) = 5,30 \cdot 10^7 \text{ J}$ |
| Velocidad en el suelo para ponerlo en órbita | $v_o = \sqrt{\frac{2 \Delta E_o}{m}}$ | $v_o = \sqrt{\frac{2 \cdot 5,30 \cdot 10^7}{3,00}} = 5,94 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ |

La energía que hay que comunicarle al satélite en la superficie del planeta es la diferencia entre la que tendrá en órbita y la que tiene en el suelo:

$$\Delta E = E(\text{órbita}) - E(\text{suelo}) = -3,56 \cdot 10^7 \text{ [J]} - (-8,86 \cdot 10^7 \text{ [J]}) = \mathbf{5,30 \cdot 10^7 \text{ J}}$$

4. Un satélite artificial describe órbitas circulares alrededor de la Tierra a una altura de 350 km respecto a la superficie terrestre. Calcula:
- La velocidad orbital del satélite.
 - Su período de revolución.
 - Compara el valor de su aceleración centrípeta con el valor de la intensidad del campo gravitatorio g a esa distancia de la Tierra. ¿Qué consecuencias se pueden extraer de este resultado?
- Datos: $R(T) = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$; $g_o = 9,81 \text{ m/s}^2$. (A.B.A.U. ord. 19)
- Rta.:** a) $v = 7,70 \text{ km/s}$ m; b) $T = 1 \text{ h } 31 \text{ min.}$; c) $g = 8,81 \text{ m/s}^2$.

Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

| | | | | |
|--------------------------------------|---------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|----|
| Un satélite de masa | $m =$ | <input type="text"/> | kg | |
| gira alrededor de un astro de masa | $M =$ | <input type="text"/> | kg | |
| y radio | $R =$ | <input type="text" value="6,37·10<sup>6</sup>"/> | km | |
| en el que la gravedad en el suelo es | $g_o =$ | <input type="text" value="9,81"/> | m/s ² | |
| La órbita es circular de | altura | $r =$ | <input type="text" value="350"/> | km |

Respuestas. (Pestaña Enunciado)

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

| | | | |
|--------|------------------|----------------|---------------------------|
| Órbita | Velocidad | Período | Campo gravitatorio |
| | 7,70 km/s | 01:31:26 h:m:s | 8,81 m/s ² |

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

| | | |
|------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Radio de la órbita | $r = R + h$ | $r = 6,37 \cdot 10^6 + 3,50 \cdot 10^5 = 6,72 \cdot 10^6 \text{ m}$ |
| | $G \cdot M = g_o \cdot R^2$ | $G \cdot M = 9,81 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2 = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ |
| Velocidad del satélite | $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$ | $v = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{6,72 \cdot 10^6}} = 7,70 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ |
| Período del satélite | $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$ | $T = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,72 \cdot 10^6}{7,70 \cdot 10^3} = 5,49 \cdot 10^3 \text{ s}$ |

Cálculo de la aceleración centrípeta. (Pestaña Peso)

| | | |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Gravedad en la altura | $g = \frac{G \cdot M}{r^2}$ | $g = \frac{3,98 \cdot 10^{14}}{(6,72 \cdot 10^6)^2} = 8,81 \text{ m/s}^2$ |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|

5. Un satélite GPS describe órbitas circulares alrededor de la Tierra, dando dos vueltas a la Tierra cada 24 h. Calcula:
- La altura de su órbita sobre la superficie terrestre.
 - La energía mecánica.
 - El tiempo que tardaría en dar una vuelta a la Tierra si lo hacemos orbitar a una altura doble.
- Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$; $M_T = 5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; $R_T = 6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$; masa del satélite = 150 kg.

(A.B.A.U. extr. 17)

Rta.: a) $h = 2,02 \cdot 10^7 \text{ m}$; b) $E = -1,12 \cdot 10^9 \text{ J}$; c) $T_c = 28 \text{ h}$.

Introducción de datos. (Pestaña Enunciado)

| | | |
|------------------------------------|------------|---------------------------------|
| Un satélite de masa | $m =$ | 150 kg |
| gira alrededor de un astro de masa | $M =$ | $5,98 \cdot 10^{24} \text{ kg}$ |
| y radio | $R =$ | $6,37 \cdot 10^6 \text{ m}$ |
| El satélite gira con una | frecuencia | 2 día ⁻¹ |

Respuestas. (Pestaña Enunciado)

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

| | | | |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Órbita | Altura | | |
| | $2,03 \cdot 10^4 \text{ km}$ | | |
| | cinética | potencial | mecánica J |
| Energía en la órbita | $1,12 \cdot 10^9 \text{ J}$ | $-2,25 \cdot 10^9 \text{ J}$ | $-1,12 \cdot 10^9 \text{ J}$ |

Cálculo de la altura. (Pestaña Altura)

| | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | $G \cdot M = g_o \cdot R^2$ | $G \cdot M = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{4 \cdot 3,14^2} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ |
| Radio de la órbita | $r = \sqrt[3]{\frac{G \cdot M \cdot T^2}{4 \pi^2}}$ | $r = \sqrt[3]{\frac{3,99 \cdot 10^{14} \cdot (4,32 \cdot 10^4)^2}{4 \cdot 3,14^2}} = 2,66 \cdot 10^7 \text{ m}$ |
| Altura de la órbita | $h = r - R$ | $h = 2,66 \cdot 10^7 - 6,37 \cdot 10^6 = 2,03 \cdot 10^7 \text{ m}$ |

Cálculo de la energía mecánica. (Pestaña 🔒 Energía)

| | | |
|--------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| En la órbita | $v = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{T}$ | $v = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,66 \cdot 10^7}{4,32 \cdot 10^4} = 3,87 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ |
| Velocidad en la órbita | | |
| Energía cinética en la órbita | $E_c = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ | $E_c = 150 \cdot (3,87 \cdot 10^3)^2 / 2 = 1,12 \cdot 10^9 \text{ J}$ |
| Energía potencial en la órbita | $E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$ | $E_p = \frac{-3,99 \cdot 10^{14} \cdot 150}{2,66 \cdot 10^7} = -2,25 \cdot 10^9 \text{ J}$ |
| Energía mecánica en la órbita | $E = E_c + E_p$ | $E = -2,25 \cdot 10^9 + 1,12 \cdot 10^9 = \mathbf{1,12 \cdot 10^9 \text{ J}}$ |

Nuevos datos para el apartado c. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Borre la opción, el dato y la unidad de frecuencia y elija altura, escriba el dato y elija la unidad:

| | | | |
|--------------------------|--------|-----------------------|---|
| La órbita es circular de | altura | $h = 4,06 \cdot 10^7$ | m |
|--------------------------|--------|-----------------------|---|

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

Elija Período y la unidad h (horas).

| | | | |
|--------|------------------------------|---------------------------------------------------|------------------|
| | Altura | Velocidad clic ↓ | Período |
| Órbita | $4,06 \cdot 10^4 \text{ km}$ | | $28,1 \text{ h}$ |

Cálculo del período. (Pestaña 🔒 Período)

| | | |
|------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Radio de la órbita | $r = R + h$ | $r = 6,37 \cdot 10^9 + 4,06 \cdot 10^7 = 6,41 \cdot 10^9 \text{ m}$ |
| | | $G \cdot M = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,98 \cdot 10^{24}}{6,41 \cdot 10^9} = 3,99 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ |
| Velocidad del satélite | $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$ | $v = \sqrt{\frac{3,99 \cdot 10^{14}}{6,41 \cdot 10^9}} = 250 \text{ m/s}$ |
| Período del satélite | $T = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{v}$ | $T = \frac{86\,400}{250} = 1,61 \cdot 10^8 \text{ s}$ |

6. Un astronauta está en el interior de una nave espacial que describe una órbita circular de radio $2 R_T$.
 Calcula:
 a) La velocidad orbital de la nave.
 b) La aceleración de la gravedad en la órbita de la nave.
 c) Si en un instante dado, pasa al lado de la nave espacial un objeto de 60 kg en dirección a la Tierra con una velocidad de $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, halla la velocidad del objeto al llegar a la superficie terrestre.
 Datos: $R_T = 6370 \text{ km}$; $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. (A.B.A.U. ord. 17)
Rta.: a) $v = 5,59 \text{ km/s}$; b) $g_h = 2,45 \text{ m/s}^2$; c) $v_2 = 7,91 \cdot 10^3 \text{ m/s}$.


Introducción de datos. (Pestaña 🔒 Enunciado)

| | | | |
|--------------------------------------|---------|----------------------|------------------|
| Un satélite de masa | $m =$ | 60 | kg |
| gira alrededor de un astro de masa | $M =$ | | kg |
| y radio | $R =$ | 6370 | km |
| en el que la gravedad en el suelo es | $g_0 =$ | 9,81 | m/s ² |
| La órbita es circular de | radio | $2 R_{\text{astro}}$ | |

Respuestas. (Pestaña 🔒 Enunciado)

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

| | | | |
|--------|--------------------|-------------------------------|----------------------|
| | | Velocidad | |
| Órbita | | $5,59 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ | |
| | Campo gravitatorio | en la órbita | $2,45 \text{ m/s}^2$ |


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

| | | |
|------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Radio de la órbita | $r = R + h$ | $r = 2,00 \cdot 6,37 \cdot 10^6 = 1,27 \cdot 10^7 \text{ m}$ |
| | | $G \cdot M = \frac{9,81 \cdot (6,37 \cdot 10^6)^2}{1,27 \cdot 10^7} = 3,98 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$ |
| Velocidad del satélite | $v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$ | $v = \sqrt{\frac{3,98 \cdot 10^{14}}{1,27 \cdot 10^7}} = 5,59 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ |

Cálculo de la aceleración de la gravedad en la órbita. (Pestaña  Peso)


| | | |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| Gravedad en la altura | $g = \frac{G \cdot M}{r^2}$ | $g = \frac{3,98 \cdot 10^{14}}{(1,27 \cdot 10^7)^2} = 2,45 \text{ m/s}^2$ |
|-----------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------|

Para el apartado c) Si en un instante dado, pasa al lado de la nave espacial un objeto de 60 kg en dirección a la Tierra con una velocidad de $40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, halla la velocidad del objeto al llegar a la superficie terrestre. Si se considera despreciable la energía cinética del objeto, su velocidad al llegar al suelo será la misma que la necesaria para lanzarla desde el suelo para ponerlo a esa altura.

Respuestas. (Pestaña  Enunciado)

Elija **Velocidad** en el suelo para **alcanzar la altura**.

Velocidad en el suelo para **alcanzar la altura** **$7,91 \cdot 10^3 \text{ m/s}$**

Cálculo de la velocidad necesaria para alcanzar esa altura. (Pestaña  Energía)

| En la órbita | Ecuaciones | Cálculos |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| Energía potencial en la órbita | $E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{r}$ | $E_p = \frac{-3,98 \cdot 10^{14} \cdot 60,0}{1,27 \cdot 10^7} = -1,87 \cdot 10^9 \text{ J}$ |
| En el suelo | | |
| Energía potencial en el suelo | $E_p = \frac{-G \cdot M \cdot m}{R}$ | $E_p = \frac{-3,98 \cdot 10^{14} \cdot 60,0}{6,37 \cdot 10^6} = -3,75 \cdot 10^9 \text{ J}$ |
| Energía en el suelo para alcanzar la altura | $\Delta E_h = E_p (\text{órb}) - E_p (s)$ | $\Delta E_h = -1,87 \cdot 10^9 - (-3,75 \cdot 10^9) = 1,87 \cdot 10^9 \text{ J}$ |
| Velocidad en el suelo para alcanzar la altura | $v_h = \sqrt{\frac{2 \Delta E_h}{m}}$ | $v_h = \sqrt{\frac{2 \cdot 1,87 \cdot 10^9}{60,0}} = 7,91 \cdot 10^3 \text{ m/s}$ |

Sumario

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| PROBLEMAS DE SATÉLITES..... | 1 |
| ● <i>Comienzo</i> | 1 |
| ● <i>Datos</i> | 1 |
| ● <i>Resultados</i> | 1 |
| ◇ PROBLEMAS | 2 |
| 1. Un pequeño satélite gira alrededor de la Luna orbitando en una circunferencia de 3 veces el radio de la Luna..... | 2 |
| 2. Un satélite artificial tiene una masa de 200 kg y una velocidad constante de $7,00 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$ | 3 |
| 3. La aceleración de la gravedad en la superficie de un planeta esférico de 4100 km de radio es $7,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$. Calcula:..... | 3 |
| 4. Un satélite artificial describe órbitas circulares alrededor de la Tierra a una altura de 350 km respecto a la superficie terrestre. Calcula:..... | 4 |
| 5. Un satélite GPS describe órbitas circulares alrededor de la Tierra, dando dos vueltas a la Tierra cada 24 h. Calcula:..... | 5 |
| 6. Un astronauta está en el interior de una nave espacial que describe una órbita circular de radio $2 R_T$. Calcula:..... | 6 |