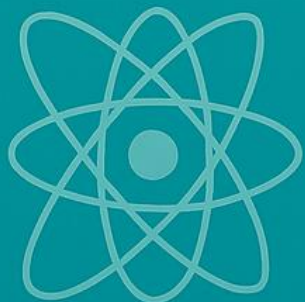
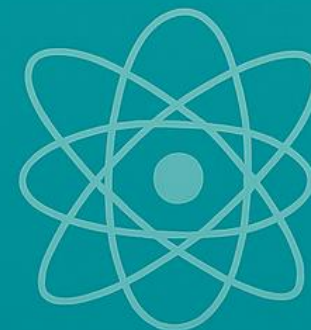




PAU COMUNIDAD VALENCIANA



$$F = h$$
$$l = v$$



$$l = v$$

$$E = mc - h$$

FÍSICA

Campo gravitatorio

Junio 2025 (RESERVA)

Problema 1 B

Interacción gravitatoria

OPCIÓN B

En septiembre de 2023, la NASA y otras agencias espaciales celebraron el éxito de la misión OSIRIS-REx, que trajo muestras del asteroide Bennu a la Tierra. Se sabe que Bennu tiene un diámetro de aproximadamente 493 m y una masa estimada de $6 \cdot 10^{10}$ kg.

- Se envió de vuelta a la Tierra un contenedor de 46 kg con muestras del asteroide. Este llegó a la atmósfera superior (133 km de altura) con una velocidad de 44500 km/h e inició las maniobras de frenado. Finalmente aterrizó en un campo de pruebas en Utah ¿Cuánta energía mecánica perdió en el descenso, hasta aterrizar? (1 punto)
- Calcula cuántas veces menos pesará este contenedor situado en la superficie de Bennu en comparación con su peso en la superficie de la Tierra. Supón que Bennu tiene forma esférica y es homogéneo. (1 punto)

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²; radio de la Tierra, $R_T = 6370$ km; masa de la Tierra, $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg

Interacción gravitatoria

En septiembre de 2023, la NASA y otras agencias espaciales celebraron el éxito de la misión OSIRIS-REx, que trajo muestras del asteroide Bennu a la Tierra. Se sabe que Bennu tiene un diámetro de aproximadamente 493 m y una masa estimada de $6 \cdot 10^{10}$ kg.

a) Se envió de vuelta a la Tierra un contenedor de 46 kg con muestras del asteroide. Este llegó a la atmósfera superior (133 km de altura) con una velocidad de 44500 km/h e inició las maniobras de frenado. Finalmente aterrizó en un campo de pruebas en Utah ¿Cuánta energía mecánica perdió en el descenso, hasta aterrizar?

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$, radio de la Tierra, $R_T = 6370 \text{ km}$, masa de la Tierra, $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Solución: Calculo el incremento de la energía mecánica.

$$\Delta E_m = \Delta E_c + \Delta E_p = (\cancel{E_c(\text{abajo})} - E_c(\text{arriba})) + (E_p(\text{abajo}) - E_p(\text{arriba}))$$

$$\Delta E_m = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 + \frac{-G \cdot M_T \cdot m}{R_T} - \frac{-G \cdot M_T \cdot m}{R_T + h} = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - G \cdot M_T \cdot m \cdot \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{R_T + h} \right)$$

Se expresan los datos en las unidades adecuadas.

$$R_T = 6370 \text{ km} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 6,370 \cdot 10^6 \text{ m} \quad h = 133 \text{ km} \cdot \frac{10^3 \text{ m}}{1 \text{ km}} = 1,33 \cdot 10^5 \text{ m}$$

$$v = 44500 \frac{\text{km}}{\text{h}} \cdot \frac{1000 \text{ m}}{1 \text{ km}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}} = 1,236 \cdot 10^4 \text{ m/s} \quad \text{©Angel Cuesta Arza}$$

Interacción gravitatoria

En septiembre de 2023, la NASA y otras agencias espaciales celebraron el éxito de la misión OSIRIS-REx, que trajo muestras del asteroide Bennu a la Tierra. Se sabe que Bennu tiene un diámetro de aproximadamente 493 m y una masa estimada de $6 \cdot 10^{10}$ kg.

a) Se envió de vuelta a la Tierra un contenedor de 46 kg con muestras del asteroide. Este llegó a la atmósfera superior (133 km de altura) con una velocidad de 44500 km/h e inició las maniobras de frenado. Finalmente aterrizó en un campo de pruebas en Utah ¿Cuánta energía mecánica perdió en el descenso, hasta aterrizar?

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N m}^2 / \text{kg}^2$, radio de la Tierra, $R_T = 6370 \text{ km}$, masa de la Tierra, $M_T = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Se sustituyen los datos en la fórmula deducida anteriormente.
$$\Delta E_m = -\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 - G \cdot M_T \cdot m \cdot \left(\frac{1}{R_T} - \frac{1}{R_T + h} \right)$$

$$\Delta E_m = -\frac{1}{2} \cdot 46 \cdot (1,236 \cdot 10^4)^2 - 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 6 \cdot 10^{24} \cdot 46 \cdot \left(\frac{1}{6,370 \cdot 10^6} - \frac{1}{6,370 \cdot 10^6 + 1,33 \cdot 10^5} \right)$$

$$\Delta E_m = -3,57 \cdot 10^9 \text{ J}$$

El contenedor perdió en el descenso $3,57 \cdot 10^9 \text{ J}$ de energía mecánica. Esta energía se pierde, fundamentalmente, por el rozamiento del objeto con la atmósfera terrestre.

Interacción gravitatoria

En septiembre de 2023, la NASA y otras agencias espaciales celebraron el éxito de la misión OSIRIS-REx, que trajo muestras del asteroide Bennu a la Tierra. Se sabe que Bennu tiene un diámetro de aproximadamente 493 m y una masa estimada de $6 \cdot 10^{10}$ kg.

b) **Calcula cuántas veces menos pesará este contenedor situado en la superficie de Bennu en comparación con su peso en la superficie de la Tierra. Supón que Bennu tiene forma esférica y es homogéneo.**

Datos: constante de gravitación universal, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N m² /kg², radio de la Tierra, $R_T = 6370$ km , masa de la Tierra, $M_T = 6 \cdot 10^{24}$ kg

Se calcula la relación entre los pesos. El peso es la fuerza con la que el objeto es atraído por el campo gravitatorio.

$$\frac{P_T}{P_B} = \frac{m \cdot g_T}{m \cdot g_B} = \frac{g_T}{g_B} = \frac{\frac{G \cdot M_T}{(R_T)^2}}{\frac{G \cdot M_B}{(R_B)^2}} = \frac{M_T \cdot (R_B)^2}{M_B \cdot (R_T)^2} = \frac{M_T \cdot \left(\frac{D_B}{2}\right)^2}{M_B \cdot (R_T)^2} = \frac{6 \cdot 10^{24} \cdot \left(\frac{493}{2}\right)^2}{6 \cdot 10^{10} \cdot (6,370 \cdot 10^6)^2} \approx 1,50 \cdot 10^5$$

El contenedor pesa unas **150000 veces menos** en la superficie de Bennu en comparación con su peso en la superficie de la Tierra. Para que os hagáis una idea, el contenedor en Bennu pesaría unos **0,003 N**.