

Fuerza gravitatoria

- 1) El planeta Mercurio tiene una masa de $3,3 \cdot 10^{23}$ kg y un radio de 2440 km.
- a) ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en su superficie?
(Resultado: $g_{\text{Mercurio}} = 3,70 \text{ m/s}^2$)
- b) ¿Cuánto pesará en Mercurio una persona de 70 kg? ¿Y en la Tierra?
(Resultado: $P_{\text{Mercurio}} = 259 \text{ N}$, $P_{\text{Tierra}} = 700 \text{ N}$)
- Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$
- 2) El planeta Venus tiene una masa de $4,8 \cdot 10^{24}$ kg y un radio de 6052 km.
¿Notará un terrestre mucha diferencia de peso si camina por la superficie de Venus? Calcúlalo.
(Resultado: $g_{\text{Venus}} = 8,74 \text{ m/s}^2$)
- 3) Un astronauta que en la Tierra es capaz de levantar 100 kg,
- a) ¿Cuánta fuerza hace?
- b) Haciendo esa fuerza, ¿qué masa (en kilogramos) podrá levantar en la Luna con una $g=1,6 \text{ m/s}^2$?
- 4) Los satélites de televisión giran alrededor de la Tierra en una órbita de 42370 km de radio.
- a) ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en esa órbita? (Resultado: $g = 0,22 \text{ m/s}^2$)
- b) ¿Cuánto pesará allí un satélite de 1200 kg? (Resultado: $P = 264 \text{ N}$)
- Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$ masa de la Tierra: $6 \cdot 10^{24}$ kg
- 5) Calcula la aceleración de la gravedad sobre la superficie de Titán, que es la principal luna de Saturno, si su masa es $1,345 \cdot 10^{23}$ kg y tiene 2575 km de radio.
Dato: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
(Resultado: $g = 1,35 \text{ m/s}^2$)
- 6) El planeta enano Ceres recorre su órbita alrededor del Sol (con muy poca excentricidad) en el cinturón de asteroides, entre Marte y Júpiter y es especialmente interesante porque podría tener más agua que la Tierra. Ceres tiene una masa de $9,5 \cdot 10^{20}$ kg y un radio de 476 km. Calcula la aceleración de la gravedad en su superficie
(Resultado: $g = 0,28 \text{ m/s}^2$)
- 7) Calcula la aceleración de la gravedad en la superficie de la Luna
Datos: $M_{\text{Luna}} = 7,35 \cdot 10^{22}$ kg, $R_{\text{Luna}} = 1738$ km $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
(Resultado: $g = 1,62 \text{ m/s}^2$)

El planeta Mercurio tiene una masa de $3,3 \cdot 10^{23}$ kg y un radio de 2440 km.

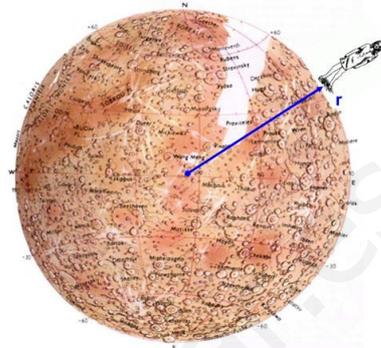
- a) ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en su superficie? (Resultado: $g_{\text{Mercurio}} = 3,70 \text{ m/s}^2$)
b) ¿Cuánto pesará en Mercurio una persona de 70 kg? ¿Y en la Tierra?
Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$ (Resultado: $P_{\text{Mercurio}} = 259 \text{ N}$, $P_{\text{Tierra}} = 700 \text{ N}$)
N)

Hipótesis y modelo

Suponemos que no influyen otras fuerzas gravitatorias.

Modelo de gravitación de Newton

Esquema



Funciones y parámetros

$$\vec{g} = G \frac{m_1}{(\vec{r})^2}$$

$$P = m g$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$$

$$m_{\text{Mercurio}} = 3,3 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

$$r_{\text{Mercurio}} = 2440 \text{ km} = 2,44 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Cuestiones

a) La distancia r en los cálculos con planetas se mide desde el centro del planeta, de forma que la distancia del centro del planeta al punto en el que estamos calculando la gravedad (la superficie) es igual al radio del planeta (ver esquema).

Sustituyendo la masa y el radio de Mercurio en la función de la gravedad:

$$g = 6.67 \cdot 10^{-11} (\text{Nm}^2/\text{kg}) \cdot 3,3 \cdot 10^{23} (\text{kg}) / (2,44 \cdot 10^6 \text{ m})^2 = 3,70 \text{ m/s}^2$$

b) Aplicando la definición de peso con las aceleraciones de la gravedad de Mercurio y de la Tierra:

El peso en Mercurio será : $P = m g = 70 (\text{kg}) 3,70 (\text{ m/s}^2) = 259 \text{ N}$

El peso en la Tierra será: $P = m g = 70 (\text{kg}) 10 (\text{ m/s}^2) = 700 \text{ N}$

Resultado: la aceleración de la gravedad en Mercurio será de $3,70 \text{ m/s}^2$.

Una persona de 70 kg pesará en Mercurio 259 N y en la Tierra 700 N.

Por tanto en Mercurio pesará únicamente algo más de la tercera parte (el 37%) de lo que pesaría en la Tierra.

El planeta Venus tiene una masa de $4,8 \cdot 10^{24}$ kg y un radio de 6052 km.

¿Notará un terrestre mucha diferencia de peso si camina por la superficie de Venus? Cálculo.

Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg

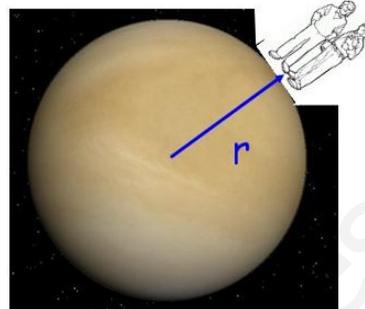
(Resultado: $g_{\text{Venus}} = 8,74$ m/s²)

Hipótesis y modelo

Suponemos que no influyen otras fuerzas gravitatorias.

Modelo de gravitación de Newton

Esquema



Funciones y parámetros

$$\vec{g} = G \frac{m_1}{(\vec{r})^2}$$

$$P = m g$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$$

$$m_{\text{Venus}} = 4,8 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$r_{\text{Venus}} = 6052 \text{ km} = 6,052 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Cuestiones

a) La diferencia de peso entre los dos planetas vendrá dada por el valor de la aceleración de la gravedad en cada uno de ellos. Por tanto, calcularemos la aceleración de la gravedad en la superficie de Venus.

La distancia r en los cálculos con planetas se mide desde el centro del planeta, de forma que la distancia del centro del planeta al punto en el que estamos calculando la gravedad (la superficie) es igual al radio del planeta (ver esquema).

Sustituyendo la masa y el radio de Venus en la función de la gravedad:

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} (\text{Nm}^2/\text{kg}) \cdot 4,8 \cdot 10^{24} (\text{kg}) / (6,052 \cdot 10^6 \text{ m})^2 = 8,74 \text{ m/s}^2$$

Resultado: la aceleración de la gravedad en Venus será de $8,74$ m/s².

Por tanto un terrestre que camine sobre Venus pesará el 89% de lo que pesaría en la Tierra. Suficiente como para sentir una pequeña diferencia que seguramente quedaría oculta por el peso del equipo de astronauta que debería cargar para sobrevivir.

Un astronauta que en la Tierra es capaz de levantar 100 kg,

a) ¿Cuánta fuerza hace?

(Resultado: $F = 980 \text{ N}$)

b) Haciendo esa fuerza, ¿qué masa (en kilogramos) podrá levantar en la Luna con una $g=1,6 \text{ m/s}^2$?

(Resultado: $m = 612,5 \text{ kg}$)

Hipótesis y modelo

Suponemos que no influyen otras fuerzas gravitatorias.

Modelo de gravitación de Newton

Esquema



Funciones y parámetros

$$P = m g$$

$$g_{\text{Tierra}} = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$g_{\text{Luna}} = 1,6 \text{ m/s}^2$$

$$m = 100 \text{ kg}$$



Cuestiones

a) La fuerza que tiene que hacer para levantar cualquier masa será igual al peso de esa masa en cada sitio.

Por tanto, para levantar 100 kg en la Tierra la fuerza será:

$$F = P = m g = 100 \text{ (kg)} \cdot 9,8 \text{ (m/s}^2\text{)} = 980 \text{ N}$$

b) Haciendo una fuerza de 980 N en la Luna, la masa que levantará será:

$$F = 980 \text{ (N)} = P = m \cdot 1,6 \text{ (m/s}^2\text{)}$$

$$m = 980 \text{ (N)} / 1,6 \text{ (m/s}^2\text{)} = 612,5 \text{ kg}$$

Resultado: Para levantar 100 kg en la Tierra hay que hacer una fuerza de 980 N.
Con una fuerza de 980 N se pueden levantar en la Luna 612,5 kg

Los satélites de televisión giran alrededor de la Tierra en una órbita de 42370 km de radio.
a) ¿Cuánto vale la aceleración de la gravedad en esa órbita? (Resultado: $g = 0,22 \text{ m/s}^2$)
b) ¿Cuánto pesará allí un satélite de 1200 kg? (Resultado: $P = 264 \text{ N}$)
Datos: $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$ masa de la Tierra: $6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Hipótesis y modelo

Suponemos que no influyen otras fuerzas gravitatorias.

Modelo de gravitación de Newton

Esquema



Funciones y parámetros

$$\vec{g} = G \frac{m_1}{(\vec{r})^2}$$

$$P = m g$$

$$|\vec{r}| = 42370 \text{ km} = 4,237 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$m_{\text{Tierra}} = 6 \cdot 10^{24} \text{ kg}$$

$$m_{\text{sat}} = 1200 \text{ kg}$$

Cuestiones

a) Calculamos la aceleración de la gravedad mediante su función usando la masa del planeta y la distancia desde el centro del planeta hasta la nave:

$$g = 6.67 \cdot 10^{-11} (\text{Nm}^2/\text{kg}) \cdot 6 \cdot 10^{24} (\text{kg}) / (4,237 \cdot 10^7 \text{ m})^2 = 0,22 \text{ m/s}^2$$

b) El peso del satélite bajo esa aceleración de la gravedad será:

$$P = m g = 1200 (\text{kg}) \cdot 0,22 (\text{m/s}^2) = 264 \text{ N}$$

Resultado: En esa órbita la aceleración de la gravedad es de $0,22 \text{ m/s}^2$ y el peso del satélite será de 264 N .

5) Calcula la aceleración de la gravedad sobre la superficie de Titán, que es la principal luna de Saturno, si su masa es $1,345 \times 10^{23}$ kg y tiene 2575 km de radio.
Dato: $G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$

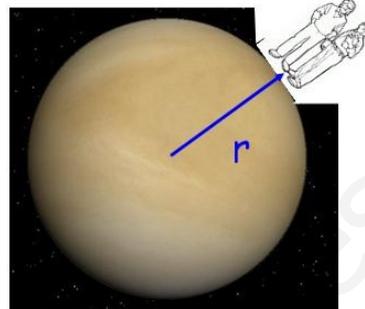
(Resultado: $g = 1,35 \text{ m/s}^2$)

Hipótesis y modelo

Suponemos que no influyen otras fuerzas gravitatorias.

Modelo de gravitación de Newton

Esquema



Funciones y parámetros

$$\vec{g} = G \frac{m_1}{(\vec{r})^2}$$

$$P = m g$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$$

$$m_{\text{Titán}} = 1,345 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

$$r_{\text{Titán}} = 2575 \text{ km} = 2,575 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Por la ley de Gravitación Universal,

$$\vec{F}_g = \vec{P}$$

$$-G \frac{Mm}{r^2} \vec{u}_r = -mg \vec{u}_r$$

$$G \frac{M}{r^2} = g$$

$$g = 6,67 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \right) \cdot \frac{1,345 \cdot 10^{23} (\text{kg})}{(2,575 \cdot 10^6)^2 (\text{m}^2)} = 1,35 \text{ m/s}^2$$

6) El planeta enano Ceres recorre su órbita alrededor del Sol (con muy poca excentricidad) en el cinturón de asteroides, entre Marte y Júpiter y es especialmente interesante porque podría tener más agua que la Tierra. Ceres tiene una masa de $9,5 \cdot 10^{20}$ kg y un radio de 476 km. Calcula la aceleración de la gravedad en su superficie

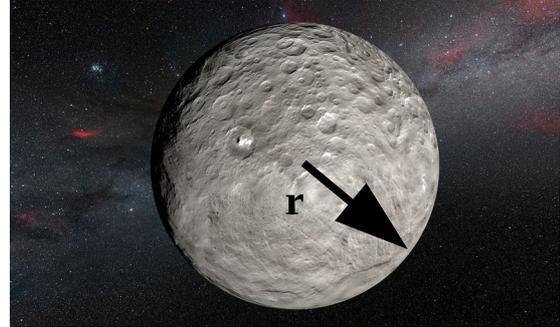
(Resultado: $g = 0,28 \text{ m/s}^2$)

Hipótesis y modelo

Suponemos que no influyen otras fuerzas gravitatorias.

Modelo de gravitación de Newton

Esquema



Funciones y parámetros

$$\vec{g} = G \frac{m_1}{(\vec{r})^2}$$

$$P = m g$$

$$G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$$

$$m_{\text{Ceres}} = 9,5 \cdot 10^{20} \text{ kg}$$

$$r_{\text{Ceres}} = 475 \text{ km} = 4,76 \cdot 10^5 \text{ m}$$

Aplicando la ley de gravitación de Newton

$$P = \vec{F}_g = -G \frac{M m}{r^2} \vec{u}_r = -m g \vec{u}_r$$

$$g \frac{M}{r^2} = |\vec{g}|$$

$$|\vec{g}| = 6,67 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{N kg}^2}{\text{m}^2} \right) \cdot \frac{9,5 \cdot 10^{20} (\text{kg})}{(4,76 \cdot 10^5)^2 (\text{m}^2)} = 0,28 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{g} = -0,28 \vec{u}_r \text{ m/s}^2$$

7) Calcula la aceleración de la gravedad en la superficie de la Luna
Datos: $M_{Luna} = 7.35 \cdot 10^{22}$ kg, $R_{Luna} = 1738$ km $G = 6.67 \cdot 10^{-11}$ Nm²/kg²

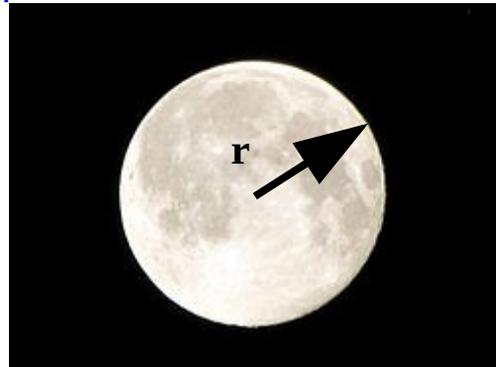
(Resultado: $g = 1,62$ m/s²)

Hipótesis y modelo

Suponemos que no influyen otras fuerzas gravitatorias.

Modelo de gravitación de Newton

Esquema



Funciones y parámetros

$$\vec{g} = G \frac{m_1}{(\vec{r})^2}$$

$$P = m g$$

$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}$$

$$m_{Luna} = 7,35 \cdot 10^{27} \text{ kg}$$

$$r_{Luna} = 1738 \text{ km} = 1,738 \cdot 10^6 \text{ m}$$

Aplicando la ley de gravitación de Newton:

$$\vec{P} = \vec{F}_g = -G \frac{Mm}{r^2} \vec{u}_r = -mg \vec{u}_r$$

$$G \frac{Mm}{r^2} = mg$$

$$g = G \frac{M}{r^2}$$

$$|\vec{g}| = 6,67 \cdot 10^{-11} \left(\frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2} \right) \cdot \frac{7,35 \cdot 10^{22} (\text{kg})}{(1,738 \cdot 10^6)^2 (\text{m})^2} = 1,62 \text{ m/s}^2$$

$$\vec{g} = -1,62 \vec{u}_r \left(\text{m/s}^2 \right)$$