

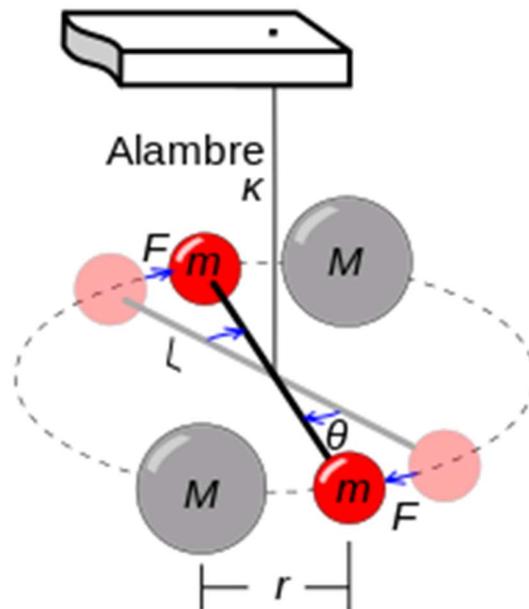
## LEY DE LA GRAVITACIÓN UNIVERSAL

Ley de la gravitación:

La interacción gravitatoria entre dos cuerpos puede expresarse mediante una fuerza directamente proporcional al producto de las masas de los cuerpos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

$$F=GMm/r^2$$

Donde G se conoce como constante de gravitación universal y determina la intensidad de la atracción gravitatoria entre dos cuerpos. Su valor fue en parte calculado gracias al experimento de Henry Cavendish en 1798 (Balanza de torsión).



$$G=6.674 \times 10^{-11} \text{Nm}^2/\text{Kg}^2$$

Por otro lado, G es distinta de g, pues ésta última se refiere a la intensidad del campo gravitatorio de la Tierra, es decir la intensidad con la que la Tierra atrae a cualquier otro objeto sobre su superficie hacia su centro. El valor de g, conocida también como “gravedad”, o también “aceleración gravitacional” cambia en función de la distancia entre el objeto y el centro de la Tierra (altitud).

En la ubicación estándar (45° Latitud, 1atm),  $g=9.81\text{m/s}^2$  (S.I.) =32.2 ft/s<sup>2</sup> (FPS)

### Ejemplos

**1.-** Calcule la masa de la Tierra suponiendo que es una esfera con radio de 6370Km.

#### Solución.

Sea “m” la masa de un objeto prueba próximo a la Tierra y “M” la masa de la Tierra, entonces planteamos:

(a)  $F=GmM/r^2$  donde

F es el peso del objeto es decir,  $F=mg$  y al lado derecho de la igualdad se tiene la atracción gravitatoria entre el objeto y la Tierra.

Entonces

(b)  $mg= GmM/r^2$  de donde se observa que “m” se anula

(c)  $g= GM/r^2$  sustituyendo  $g=9.81\text{m/s}^2$  y  $G=6.674\times 10^{-11}\text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$

(d)  $M=5.94\times 10^{24}\text{Kg}$

**2.-** Considerando el radio de la Tierra como en el ejercicio 1, imagine que un objeto de  $m=20\text{Kg}$  se lleva a una altura de 160Km por arriba de la superficie terrestre. ¿Cuál es la masa del objeto a esa altura? ¿Cuál es la fuerza gravitacional que experimenta ese objeto a esa altura?

Nuevamente se parte de que:

$F=GmM/r^2$  con F el peso del objeto a 160Km de altura,  $m=20\text{Kg}$ ,  $M=5.94\times 10^{24}\text{Kg}$  y  $r=r_{\text{Tierra}}+160\text{Km}$ .

Se sustituyen los valores y se obtiene que  $F=187.71\text{N}$

**3.-** Usando el mismo radio terrestre que en los ejercicios previos y el radio de Marte como de 3440Km, suponga que el peso de un objeto en la Tierra es de 200N ¿Cuál será su peso y aceleración gravitacional en Marte? Nota. La masa de Marte es 0.11 la masa de la Tierra.

#### Solución

- a) Podemos calcular la masa del objeto como  $\text{Peso} = mg$  de donde  $m = \text{Peso}/g$ , con  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$  por lo que,  $m = 20.39 \text{ Kg}$ .
- b) Peso del objeto en Marte,  $P_{\text{Marte}} = GmM_{\text{Marte}}/(r_{\text{Marte}})^2$
- c)  $P_{\text{Marte}} = 75.84 \text{ N}$
- d) Luego como  $P_{\text{Marte}} = mg_{\text{Marte}}$ , sustituimos valores y despejamos  $g_{\text{Marte}}$
- e)  $g_{\text{Marte}} = 3.72 \text{ m/s}^2$

**4.-**El Sr. Spock de 80Kg se eleva en una nave espacial a una altura de 150Km sobre la superficie de Vulcano. Si  $M_{\text{Vulcano}} = 2M_{\text{Tierra}}$  y  $r_{\text{Vulcano}} = 3r_{\text{Tierra}}$ . Obtenga la aceleración sobre la superficie de Vulcano y el peso del Sr. Spock a la altura mencionada.

Solución

$P_{\text{vulcano}} = Gm_{\text{spock}}M_{\text{vulcano}}/(r_{\text{vulcano}})^2$ , al resolver se obtiene que  $g_{\text{vulcano}} = 2.18 \text{ m/s}^2$   
y por lo tanto,  $P_{\text{vulcano}} = 171.69 \text{ N}$

### Tarea de Gravitación

**1.-**Considerando que la masa de la Tierra es de  $5.98 \times 10^{24} \text{ Kg}$  y que la masa de Júpiter es de  $1.97 \times 10^{27} \text{ Kg}$ , determine la magnitud de la fuerza de atracción entre ambos planetas, teniendo en cuenta que la distancia promedio entre los centros de dichos planetas es de  $628.7 \times 10^6 \text{ Km}$ .

**2.-**Raga, un nuevo planeta descubierto, tiene una densidad igual al triple de la densidad terrestre, pero la intensidad media del campo gravitacional en la superficie de este planeta es exactamente la misma que en la Tierra; para tales condiciones, calcule el radio de Raga en términos del radio terrestre y considere esféricos a los planetas.

**3.-**El peso  $W$  de un cuerpo que se encuentra sobre la superficie terrestre es de 750N. Si se aleja de ella hasta un punto en el que la aceleración gravitacional es de  $2 \text{ m/s}^2$  y sabiendo que el radio terrestre es de 6370Km. Calcule a) la altitud  $H$  a la que se aleja el objeto respecto de la superficie terrestre, b) la magnitud de la fuerza de atracción terrestre a la altura  $H$  que calculó en a).