La gravedad universal newtoniana

2DNL-ESP

22 de marzo de 2020

Índice

I. ¿ Quién era Isaac Newton ?

Toma un cuarto de hora para buscar elementos biográficos enlazados con la vida de Isaac Newton, sus inventos y todo lo que piensas importante. Apúntalo en las lineas siguientes.

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

. . . .

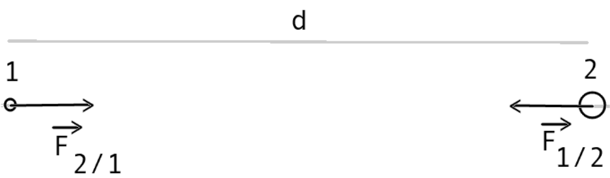
II. La Ley de la gravedad newtoniana.

II.1. Expresión matemática.

Considerando dos cuerpos diferentes, el número 1 cuya masa llamada « m_1 » y el número 2 con la masa « m_2 ». Supondremos que los dos cuerpos 1 y 2 están a una distancia de « d » entre si. Los dos cuerpos se atraen mutuamente con una fuerza de gravedad « F » cuya expresión matemática es :

$$F = \mathbb{G} \times \frac{m_1 \times m_2}{d^2} \tag{1}$$

donde $\mathbb{G}$ es la constante de gravedad universal cuya valor digital es $\mathbb{G} = 6,57 \times 10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$, m_1 y m_2 en kg y d en m y F es la intensidad de la fuerza en N.



II.2. Consecuencias.

La fórmula matemática de la ley de la gravedad y la tercera ley de Newton sobre los movimientos impone :

- la fuerza del cuerpo $1 \rightarrow 2$ tiene la misma intensidad que la fuerza del cuerpo $2 \rightarrow 1$,
- como siempre es una fuerza de atracción entonces los vectores de las fuerzas de $1 \rightarrow 2$ y de $2 \rightarrow 1$ son opuestos : $\overrightarrow{F}_{1\rightarrow 2} = -\overrightarrow{F}_{2\rightarrow 1}$ como se ve en el esquema precedente,
- CUIDADO : La fuerza de gravedad **no es** la fuerza llamada « peso » cuya expresión matemática es $P = m \times g$ donde « P » es la fuerza en Newton, « m » la masa en kilogramos y « g » es la intensidad de gravedad en N/kg.

III. Ejercicios.

III.1. Calculo de la fuerza gravitacional del Sol.

Saturno es un planeta gaseoso principalmente constituido de hidrógeno y helio. Su masa vale $M_{sat} = 5,69 \times 10^{26}$ kg. Su trayectoria al rededor del Sol, cuya masa vale $M_{Sol} = 3,00 \times 10^{30}$ kg, no es un circulo perfecto sino un elipse donde la distancia entre el Sol y Saturno cambia desde $d_{min} = 1,35 \times 10^{9}$ km hasta $d_{max} = 1,51 \times 10^{9}$.

Calcula la fuerza de gravedad del Sol sobre Saturno cuando el planeta está a lo más cerca la estrella.

Se utilizará la fórmula de gravedad universal : $F = \mathbb{G} \times \dfrac{m_1 \times m_2}{(d)^2}$ con la masa del Sol M_{sol}, la de Saturno M_{sat}, y la distancia la más corta entre estos dos cuerpos celestes.

Pero hay que tener cuidado con las unidades de los datos, efectivamente las distancias no están en metros sino kilómetros y tienen que ser convertidas :

$$\Rightarrow d_{min} = 1,35 \times 10^{9} \text{ km} \ = \ 1,35 \times 10^{12} \text{ m}$$

$$\Rightarrow d_{max} = 1,51 \times 10^{9} \text{ km} \ = \ 1,51 \times 10^{12} \text{ m}$$

Ahora podemos continuar y calcular :

$$F = \mathbb{G} \times \frac{m_1 \times m_2}{(d)^2} = \mathbb{G} \times \frac{m_{sol} \times m_{sat}}{(d_{min})^2} = 6,67408 \times 10^{-11} \times \frac{3,00 \times 10^{30} \times 5,69 \times 10^{26}}{(1,35 \times 10^{12})^2}$$
$$F = 6,67408 \times 10^{-11} \times \frac{1,707 \times 10^{57}}{1,8225 \times 10^{24}} = 6,67408 \times 10^{-11} \times 9,366255144 \times 10^{32}$$
$$F = 6,25111361317 \times 10^{22} \approx 6,25 \times 10^{22}$$

La fuerza de atracción entre el Sol y Saturno es de $6,25 \times 10^{22}$N.

Calcula la fuerza de gravedad del Sol sobre Saturno cuando el planeta está a lo más alejado la estrella.

Esta vez la distancia cambia un poco, lo que también cambia la fuerza de atracción entre este planeta y su estrella. Volvemos a utilizar la misma fórmula pero esta vez cambiamos la distancia d_{min} por la distancia d_{max} :

$$F = \mathbb{G} \times \frac{m_1 \times m_2}{(d)^2} = \mathbb{G} \times \frac{m_{sol} \times m_{sat}}{(d_{max})^2} = 6,67408 \times 10^{-11} \times \frac{3,00 \times 10^{30} \times 5,69 \times 10^{26}}{(1,51 \times 10^{12})^2}$$
$$F = 6,67408 \times 10^{-11} \times \frac{1,707 \times 10^{57}}{2,2801 \times 10^{24}} = 6,67408 \times 10^{-11} \times 7,4865137494 \times 10^{32}$$
$$F = 4,99655916846 \times 10^{22} \approx 5,00 \times 10^{22}$$

El nuevo valor de la fuerza de gravedad entre Saturno y el Sol cuando los dos cuerpos celestes están alejados al máximo es de $5,00 \times 10^{22}$N. Este valor es más flojo que el de antes lo que es lógico : cuando dos cuerpos se alejan la distancia aumenta, el cuadrado de la distancia también y como se divide por esta distancia al cuadrado el resultado obtenido es más pequeño.

III.2. Fuerza gravitacional de la Tierra sobre un satélite artificial.

El satélite meteorológico europeo METOP-A lanzado hacia el espacio en 2006 está en órbita desde entonces. Su masa es $M_S = 4,1\ t$ y está situado a una altitud $h = 820\ km$. La tierra (asimilada a una esfera) tiene un radio $R = 6400\ km$ y pesa $m_T = 5,972 \times 10^{24}$ kg.

III.2.1. ¿ Qué es la intensidad de la fuerza de gravedad ejercida por la Tierra sobre el satélite ?

Utilizaremos la ley de la gravedad cuya fórmula es $F = \mathbb{G} \times \frac{m_T \times M_S}{(h+R)^2}$ con los datos del ejercicio, pero cuidado: la masa del satélite no está expresada en kilogramos sino en toneladas y las distancias están en kilómetros en vez de metros,, entonces tenemos que convertirlo todo :
4,1 t = 4.100 kg, 6.400 km = 6.400.000 m y 832 km = 832.000 m.

$$F = \mathbb{G} \times \frac{m_T \times M_S}{(h+R)^2} = 6,67408 \times 10^{-11} \times \frac{5,972 \times 10^{24} \times 4{,}100}{(6{,}400 + 820)^2}$$
$$F = 6,67408 \times 10^{-11} \times \frac{5,972 \times 10^{24} \times 4{,}100}{(7{,}220)^2} = 6,67408 \times 10^{-11} \times \frac{2,44852 \times 10^{28}}{52128400}$$
$$F = 6,67408 \times 10^{-11} \times 4,69709409842 \times 10^{20} = 31{,}348{,}781{,}780 \approx 3,13 \times 10^{10}$$

El valor de la fuerza de atracción entre la Tierra y el satélite METOP-A vale $3,13 \times 10^{10}$ N

III.2.2. ¿ Qué es la intensidad de la fuerza de gravedad ejercida por el satélite sobre la Tierra ?

La fórmula de la gravedad universal utiliza la distancia entre el satélite y el planeta pero también la multiplicación de las masas de los dos cuerpos celestes, por lo tanto, en matemáticas con valores reales, $A \times B = B \times A$.

Además como el satélite está a una distancia estable de la superficie terrestre, entonces significa que la fuerza que ejerce la Tierra sobre el satélite es la misma que la fuerza ejercida por el satélite sobre la Tierra.

La próxima actividad os fue dada el jueves antes del confinamiento, os daré la próxima jueves por internet yendo allí : http://gonzalez.red/Cours/index.html