

5

5ta Unidad

Gravitación Universal

La atracción es una fuerza poderosa que, bien empleada, resulta en valiosos procesos evolutivos.

Descripción

Gravitación Universal

Definición

Visión de la Gravitación Antes de Isaac Newton

Es la tendencia de los cuerpos a ocupar su "lugar natural", que es el centro de la Tierra.

La Tierra. Es el centro del Universo, alrededor del cual giran los cuerpos celestes, según a las leyes mundanas y movidos sólo por la voluntad divina.

La frontera entre la región terrestre y el cielo empírico es la órbita de la Luna, donde las leyes de la física conocidas por el hombre dejaban de aplicarse.

Por absurdo que nos pueda parecer hoy, debemos considerar que hablamos de la visión de personas que existieron unos 500 años atrás, y en todos los siglos que le precedieron en aquellos tiempos no se contaba con satélites, computadores ni los telescopios sofisticados que hoy día permiten observar el espacio con más certeza.

Todos los cuerpos celestes ejercen una atracción o poder gravitacional hacia sus centros, por lo que atraen, no sólo sus propias partes evitando que se escapen de ellas, como vemos que lo hace la Tierra, sino también atraen todos los cuerpos celestes que se encuentran dentro de sus esferas de actividad.

Isaac Newton

Ley de Gravitación Universal. Toda partícula material del universo atrae a cualquier otra partícula con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.

La proporcionalidad se convierte en igualdad considerando el factor G , que es el coeficiente de Gravitación Universal, cuyo valor es, $6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$.

Importante:

- La constante universal G no se debe confundir con el vector g , que ni es universal ni es constante.
- La ley de gravitación universal no es ecuación de definición de ninguna de las variables físicas contenidas en ella.
- La ley de gravitación universal expresa la fuerza entre partículas. Si se quiere determinar la fuerza gravitacional entre cuerpos reales, se los debe considerar formado por un conjunto de partículas y usar cálculo integral.
- Las fuerzas de gravitación entre partículas son pares de acción y reacción.

Ejercicio 2

Expresa en función del radio de la Tierra, a qué distancia de la misma un objeto que tiene una masa de 1 kg pesará 1N.

Datos

$r = R$
 $m = 1 \text{ Kg}$
 $P = 1 \text{ N}$

El peso del objeto en la Tierra, tiene dos maneras de calcularse. Una es por definición de peso, $P = mg$ otra por ley de Gravitación Universal.

Igualamos las ecuaciones. La masa de la densidad es un factor común a ambas lados de la igualdad, lo simplificamos. Ahora tenemos despejada la gravedad de la Tierra, que es un valor conocido, despejamos esta igualdad despejada para cuando la necesitamos.

Nota: La fuerza gravitacional que actúa sobre el objeto, es el peso en newton indicado en el enunciado m_1 es masa de la tierra y m_2 es masa del objeto.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \quad F = 1 \text{ N} \quad m_1 = m_T \quad m_2 = 1 \text{ Kg}$$

Sustituimos estas igualdades en la fórmula

$$1 \text{ N} = G \frac{m_T \cdot 1 \text{ Kg}}{r^2}$$

Ajustamos la expresión para aislar los factores G y masa de la tierra

$$1 \text{ N} = G \frac{m_T}{r^2}$$

De la ecuación que dejamos preparada antes:

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

Pasamos el denominador multiplicando al otro lado.

$$g r^2 = G \cdot m_T$$

Ahora tenemos el producto $G \cdot m_T$ presente en dos igualdades. Sustituimos:

$$g r^2 = G \cdot m_T \quad 1 \text{ N} = G \cdot m_T \frac{1 \text{ Kg}}{r^2}$$

El primer paso concreto a la comprensión de los fenómenos que rigen la atracción entre las masas de cuerpos en el espacio es conocida como Ley de Gravitación Universal, Conozcamos acerca de esta ley y su forma matemática.

Conocimientos Previos Requeridos

Movimiento, Elementos del movimiento, Movimiento rectilíneo, Movimiento uniforme.

Contenido

Gravitación Universal, Definición y ejercicios.

Videos Disponibles

[GRAVITACIÓN UNIVERSAL. Definición](#)

[GRAVITACIÓN UNIVERSAL. Caso 1](#)

[GRAVITACIÓN UNIVERSAL. Caso 2](#)

Se sugiere la visualización de los videos por parte de los estudiantes previo al encuentro, de tal manera que sean el punto de partida para desarrollar una dinámica participativa, en la que se use eficientemente el tiempo para familiarizarse con los conceptos nuevos y fortalecer el lenguaje operativo.

Guiones Didácticos

▶ GRAVITACIÓN UNIVERSAL. Definición

Visión de la Gravitación Antes de Isaac Newton

Es la tendencia de los cuerpos a ocupar su "lugar natural", que es el centro de la Tierra.

La Tierra. Es el centro del Universo, alrededor del cual giran los cuerpos celestes, ajenos a las leyes mundanas y movidos sólo por la voluntad divina.

La frontera entre la región terrestre y el cielo empíreo es la órbita de la Luna, donde las leyes de la física conocidas por el hombre dejaban de aplicarse.



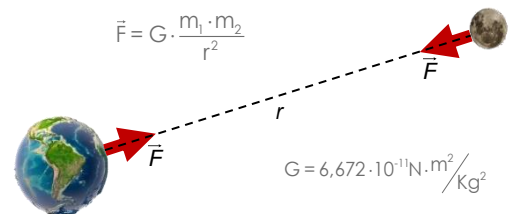
Por absurdo que nos pueda parecer hoy, debemos considerar que hablamos de la visión de personas que existieron unos 500 años atrás, y en todos los siglos que le precedieron en aquellos tiempos no se contaba con satélites, computadoras ni los telescopios sofisticados que hoy día permiten observar el espacio con más certeza.



Isaac Newton

Todos los cuerpos celestes ejercen una atracción o poder gravitacional hacia sus centros, por lo que atraen, no sólo, sus propias partes evitando que se escapen de ellos, como vemos que lo hace la Tierra, sino también atraen todos los cuerpos celestes que se encuentran dentro de sus esferas de actividad.

Ley de Gravitación Universal. Toda partícula material del universo atrae a cualquier otra partícula con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.



La proporcionalidad se convierte en igualdad considerando el factor G , que es el coeficiente de Gravitación Universal, cuyo valor es, $6,672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$.

Importante:

- La constante universal G no se debe confundir con el vector g , que ni es universal ni es constante.
- La ley de gravitación universal no es ecuación de definición de ninguna de las variables físicas contenidas en ella.
- La ley de gravitación universal expresa la fuerza entre partículas. Si se quiere determinar la fuerza gravitacional entre cuerpos reales, se los debe considerar formado por un conjunto de partículas y usar cálculo integral.
- Las fuerzas de gravitación entre partículas son parejas de acción y reacción.

▶ GRAVITACIÓN UNIVERSAL. Caso 1

La masa de la Luna es $1/81$ de la masa de la Tierra y su radio es $1/4$ del radio de la Tierra. Calcula lo que pesará en la superficie de la Luna una persona que tiene una masa de 70 kg.

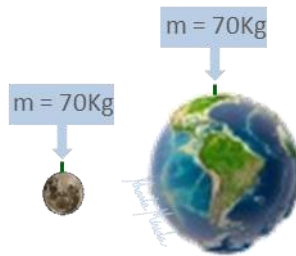
Datos

$$m_L = \frac{1}{81}m_T$$

$$r_L = \frac{1}{4}r_T$$

$$P_L = ?$$

$$m_p = 70\text{Kg}$$



Tenemos dos formas de hallar el peso del hombre en la Tierra, una es por definición de peso, $P = mg$, otra es por **Ley de Gravitación Universal** vamos a aplicar ambas y obtendremos una relación de gran utilidad para calcular el peso de la persona en la luna.

$$P_T = m \cdot g$$

$$P_T = G \cdot \frac{m_T \cdot m}{r_T^2}$$

Igualamos las ecuaciones. La masa de la persona es un factor común a ambos lados de la igualdad, la simplificamos. Ahora tenemos despejada la gravedad de la Tierra, que es un valor conocido, dejaremos esta igualdad preparada para cuando la necesitemos.

$$m \cdot g = G \cdot \frac{m_T \cdot m}{r_T^2}$$

$$g = G \cdot \frac{m_T}{r_T^2}$$

Ahora hallaremos el peso de la persona en la Luna utilizando ley de gravitación universal.

Sustituimos la masa de la Luna, m_L , la masa de la persona queda indicada, m , el radio de la luna, r_L , considerando de forma ideal que es la distancia del cuerpo al centro de ésta.

$$P_L = G \cdot \frac{m_L \cdot m}{r_L^2}$$

Sustituimos el valor de la masa de la luna, y del radio de la luna.

$$P_L = G \cdot \frac{\frac{1}{81}m_T \cdot m}{\left(\frac{1}{4}r_T\right)^2}$$

Distribuimos la potencia del denominador.

$$P_L = G \cdot \frac{\frac{1}{81}m_T \cdot m}{\frac{1}{16} \cdot r_T^2}$$

Separamos los factores numéricos

$$P_L = \frac{\frac{1}{81}}{\frac{1}{16}} G \cdot \frac{m_T \cdot m}{r_T^2}$$

Aplicamos doble c.

$$P_L = \frac{16}{81} G \cdot \frac{m_T \cdot m}{r_T^2}$$

Si separamos el factor masa de la persona, queda una expresión que debe resultarnos familiar.

$$P_L = \frac{16}{81} G \cdot \frac{m_T}{r_T^2} \cdot m$$

El producto de G por masa de la tierra sobre radio de la tierra al cuadrado es la gravedad de la tierra.

Esta relación fue obtenida al igualar las ecuaciones del Peso de la Tierra.

$$g = G \cdot \frac{m_T}{r_T^2} \quad P_L = \frac{16}{81} G \cdot \frac{m_T}{r_T^2} \cdot m$$

Sustituimos toda esa expresión por $9,8\text{m/s}^2$, la masa de la persona es 70Kg .

$$P_L = \frac{16}{81} \cdot 9,8\text{m/s}^2 \cdot 70\text{Kg}$$

Ahora efectuamos las operaciones

$$P_L = 135,5\text{N}$$

▶ GRAVITACIÓN UNIVERSAL. Caso 2

Expresa en función del radio de la Tierra, a qué distancia de la misma un objeto que tiene una masa de 1 kg pesará 1N .

Datos

$$r = ?$$

$$m = 1\text{Kg}$$

$$P = 1\text{N}$$

El peso del objeto en la Tierra, tiene dos maneras de calcularse. Una es por **definición de peso**, $P = mg$, otra por **Ley de Gravitación Universal**.



$$P_T = m \cdot g$$

$$P_T = G \cdot \frac{m_T \cdot m}{r_T^2}$$

$$m \cdot g = G \cdot \frac{m_T \cdot m}{r_T^2}$$

$$g = G \cdot \frac{m_T}{r_T^2}$$

Igualamos las ecuaciones. La masa de la persona es un factor común a ambos lados de la igualdad, la simplificamos.

Ahora tenemos despejada la gravedad de la Tierra, que es un valor conocido, dejaremos esta igualdad preparada para cuando la necesitemos.

Nota: La fuerza gravitacional que actúa sobre el objeto, es el peso en newton indicado en el enunciado, $m_1 =$ masa de la tierra y $m_2 =$ masa del objeto.

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r_T^2} \quad F = 1\text{N} \quad m_1 = m_T \quad m_2 = 1\text{Kg}$$

Sustituimos estas igualdades en las formulas

$$1\text{N} = G \cdot \frac{m_T \cdot 1\text{Kg}}{r^2}$$

Ajustamos la expresión para asociar los factores G y masa de la tierra

$$1\text{N} = G \cdot m_T \cdot \frac{1\text{Kg}}{r^2}$$

De la ecuación que dejamos preparada antes,

$$g = G \cdot \frac{m_T}{r_T^2}$$

Pasamos el denominador multiplicando al otro lado.

$$g \cdot r_T^2 = G \cdot m_T$$

Ahora tenemos el producto $G \cdot m_T$ presente en dos igualdades, sustituimos.

$$g \cdot r_T^2 = G \cdot m_T \quad 1\text{N} = G \cdot m_T \cdot \frac{1\text{Kg}}{r^2}$$

$$1\text{N} = g \cdot r_T^2 \cdot \frac{1\text{Kg}}{r^2}$$

La expresión que hemos obtenido es una ecuación con dos variables, radio de la tierra, r_T , y radio o distancia solicitada en el enunciado, r .

$$1\text{N} = g \cdot r_T^2 \cdot \frac{1\text{kg}}{r^2}$$

Como el enunciado pide hallar esta distancia en función del radio de la tierra, no es necesario sustituir este valor. Despejamos r .

$$r^2 = g \cdot r_T^2 \cdot \frac{1\text{kg}}{1\text{N}}$$

$$r = \sqrt{g \cdot r_T^2 \cdot \frac{1\text{kg}}{1\text{N}}}$$

Sabemos que la gravedad de la tierra es $9,8 \text{ m/s}^2$, los sustituimos

$$r = \sqrt{9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot r_T^2 \cdot \frac{1\text{kg}}{1\text{N}}}$$

Simplificamos unidades, efectuamos las operaciones y cálculos

$$r = 3,13r_T$$

Emparejando el Lenguaje

Gravitación Universal. Es la tendencia de los cuerpos a ocupar su "lugar natural", que es el centro de la Tierra.

La Tierra. Es el centro del Universo, alrededor del cual giran los cuerpos celestes, ajenos a las leyes mundanas y movidos sólo por la voluntad divina.