

4 de junio de 2020

## 5°(quinta) GUIA PEDAGÓGICA

**Establecimiento: C.E.N.S. La Majadita**

**Área curricular: Física**

**Curso: 3er Año**

**Turno: Vespertino**

**Docente: Fernández Sergio**

**Tema: La Fuerza Gravitatoria**

- Introducción
- Las leyes de Kepler
- Newton y la Fuerza de Gravedad
- Practica

### **A- Introducción**

#### **Contexto histórico**

Desde la Antigüedad clásica los filósofos, matemáticos y astrónomos griegos trataron de explicar el movimiento de los planetas y las estrellas tal y como los vemos desde la Tierra. Existían dos modelos para describir dicho movimiento:

- Sistema geocéntrico: La Tierra se encontraba en el centro del Universo y, alrededor, el resto de astros. La mayoría de los filósofos griegos como Platón, Aristóteles o Ptolomeo defendían este modelo
- Sistema heliocéntrico: El Sol se encontraba en el centro del Universo y, alrededor, la Tierra y el resto de astros. Galileo fue, en el S. XVII, el principal difusor de esta teoría, basándose en trabajos realizados por Nicolás Copérnico

Ambos sistemas se basaban en la idea de que los cuerpos celestes siempre se movían según el movimiento circular uniforme. Pero tenían que recurrir a complicadas sumas de trayectorias circulares (*epiciclos y deferentes*) para explicar las observaciones desde la Tierra.

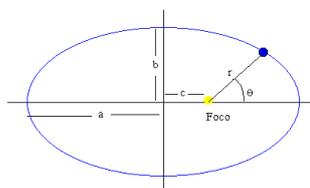
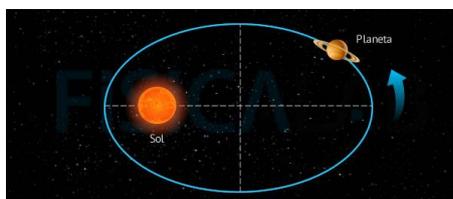
En el año 1600 un joven Johannes Kepler (1571 - 1630) fue a trabajar como ayudante matemático de Tycho Brahe (1546 - 1601), quién había estado recopilando exhaustivamente datos astronómicos sobre la posición de los planetas en el cielo. A la muerte de Brahe, y a

partir de los datos recopilados, Kepler intentó obtener la órbita circular de Marte. Sin embargo ningún círculo se ajustaba a las medidas de Tycho. En lugar de círculos, Kepler encontró que utilizando elipses el ajuste con las observaciones era perfecto. Así surgieron las *leyes de Kepler*.

Ley de Kepler:

## Primera ley de Kepler: ley de las órbitas

Los planetas giran alrededor del Sol siguiendo una trayectoria elíptica. El Sol se sitúa en uno de los focos de la elipse.



La excentricidad  $e$  de una elipse es una medida de lo alejado que se encuentran los focos del centro. Su valor viene dado por:

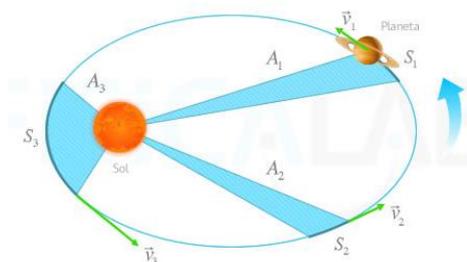
$$e = \sqrt{1 - \frac{b^2}{a^2}}$$

## Segunda ley de Kepler: Ley de las áreas

La segunda ley, conocida como ley de las áreas, nos da información sobre la **velocidad** a la que se desplaza el planeta.

**La recta que une el planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.**

Para que esto se cumpla, la velocidad del planeta debe aumentar a medida que se acerque al Sol. Esto sugiere la presencia de una fuerza que permite al Sol atraer los planetas, tal y como descubrió Newton años más tarde.



Suponiendo que el tiempo que se tarda en recorrer un espacio  $S_1$ ,  $S_2$  y  $S_3$  es el mismo, las áreas  $A_1$ ,  $A_2$  y  $A_3$  también serán iguales. Esto se debe a que a medida que disminuye la distancia al Sol, la velocidad aumenta ( $v_1 < v_2 < v_3$ )

### Perihelio y afelio

- Perihelio: Es el punto de la órbita del planeta más próximo al Sol. La velocidad en las proximidades del perihelio es la máxima.
- Afelio: Es el punto de la órbita del planeta más lejano al Sol. La velocidad en las proximidades del afelio es la mínima.

## Tercera ley de Kepler: Ley de los periodos

La tercera ley, también conocida como armónica o de los periodos, relaciona los periodos de los planetas, es decir, lo que tardan en completar una vuelta alrededor del Sol, con sus radios medios.

Para un planeta dado, el cuadrado de su periodo orbital es proporcional al cubo de su distancia media al Sol. Esto es,

$$T^2 = k \cdot r^3$$

Donde:

- $T$ : Periodo del planeta. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el segundo ( $s$ )
- $k$ : Constante de proporcionalidad. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el segundo al cuadrado partido metro cúbico ( $s^2/m^3$ )
- $r$ : Distancia media al Sol. Por las propiedades de la elipse se cumple que su valor coincide con el del semieje mayor de la elipse,  $a$ . Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el metro ( $m$ )

## ¿Cuándo se pueden usar las leyes de Kepler?

Kepler dedujo estas tres leyes a partir de la observación del movimiento de los planetas alrededor del Sol, y por ello, a lo largo de este apartado hemos enunciado las leyes en relación al Sol y a los planetas. Sin embargo, gracias a ellas podemos estudiar también:

- El movimiento de *cualquier* cuerpo que *orbite* alrededor del Sol:
  - planetas
  - asteroides
  - cometas
- Satélites orbitando alrededor de planetas
  - Naturales ( por ejemplo, la Luna )
  - Artificiales

Kepler no comprendió el origen de sus leyes. Fue Newton, años más tarde, quien describió con precisión las magnitudes que permitían explicarlas, enunciando así la ley de la gravitación universal.

## ¿Quién descubrió la fuerza de gravedad?



la **Ley de gravitación universal** que la explica y permite calcularla fue propuesta por **Isaac Newton** en 1687, supuestamente tras recibir el impacto de una manzana en la cabeza, mientras reposaba en la campiña inglesa.

Este episodio le habría revelado al científico inglés que la misma fuerza que hace caer las cosas al suelo, mantiene a los planetas en su órbita respecto al Sol y a sus satélites respecto a ellos. Este fue un punto de inflexión en la historia de la física moderna.

La fuerza con que la Tierra atrae a cualquier cuerpo con masa, incluidos nosotros mismos, es exactamente igual y de sentido contrario a la fuerza con que los cuerpos atraemos a la Tierra.

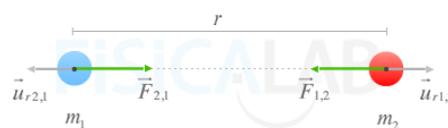
¿Entonces por qué la Tierra no nos persigue cuando nos alejamos del suelo? Nuestra masa es muy inferior a la de la Tierra, por lo que cuando la fuerza gravitacional actúa sobre la Tierra y sobre nosotros, ella se mueve extremadamente poco hacia nosotros (despreciable) y nosotros mucho hacia ella. No es lo mismo aplicar la misma fuerza a un carro vacío que un lleno y que posee más masa. Obviamente el vacío se moverá más rápido.

## Fuerza de la gravedad

La expresión de la ley de gravitación universal se plasma en la expresión de la fuerza gravitatoria o fuerza de la gravedad.

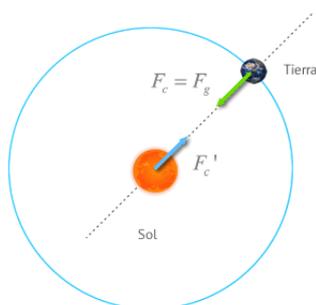
Dos cuerpos se atraen con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa, y está dirigida según la recta que une los cuerpos. Dicha fuerza se conoce como **fuerza de la gravedad** o fuerza gravitacional y se expresa de la forma:

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



donde:

- $F \rightarrow g$ : Es el vector fuerza gravitatoria. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el newton (N)
- $G$  es la constante de gravitación universal, que no depende de los cuerpos que interaccionan y cuyo valor es  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$ ,
- $M$  y  $m$  son las masas de los cuerpos que interaccionan. Su unidad de medida en el Sistema Internacional (S.I.) es el kilogramo (kg)
- $r$  es la distancia que los separa. Es el módulo del vector  $r \rightarrow$ , que une la masa que genera la fuerza con la masa sobre la que actúa.
- $u \rightarrow r$  es un [vector unitario](#) que posee la misma dirección de actuación de la fuerza aunque de sentido contrario.



#### Deducción de la ley de la gravedad

Para deducir la ley de la gravedad podemos considerar una órbita circular de la Tierra alrededor del Sol. Para que se produzca dicho movimiento circular será necesario una fuerza centrípeta que será precisamente la fuerza de la gravedad. Por otro lado, dado que las fuerzas actúan a pares por el principio de acción y reacción, podemos considerar que  $F_c'$  como la fuerza de reacción a  $F_c$ .

### Ejercicio:

1) Calcular la fuerza con que se atraen dos masas de 10 y 300 kg. situadas a una distancia de 50m.

Un ejercicio simple de aplicación de la ley de la fuerza de la gravedad. Lo único que hay que recordar es la fórmula:

$$F = G (M \cdot m) / d^2$$

El valor de  $G$  es  $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{Kg}^2$  (este valor, en principio, te lo darían siempre).

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (10 \cdot 300) / 50^2$$

$$F = 8 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

Como puedes ver, es una fuerza prácticamente despreciable cuando las masas no son a escala planetaria.

2) Calcular la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo de 50 Kg situado en su superficie. Masa de la Tierra =  $5,95 \cdot 10^{24} \text{ Kg}$  Radio ecuatorial =  $6,378 \cdot 10^6 \text{ m}$

Igual que el anterior, aunque con la masa y el radio de la Tierra

$$F = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot (5,95 \cdot 10^{24} \cdot 50) / (6,378 \cdot 10^6)^2$$

$$F = 487,80 \text{ N}$$

**Actividades:**

1) Calcular la fuerza con que se atraen dos masas de 50kg y 700 kg. situadas a una distancia de 60m.

2) Indicar falso o verdadero las siguientes definiciones:

La segunda ley: La recta que une el planeta con el Sol barre áreas iguales en tiempos iguales.	
Según Kepler, los planetas giran alrededor del Sol siguiendo una trayectoria circular perfecta.	
La fórmula de la Fuerza de Gravedad es igual a $T^2=K.r^3$	
Afelio: Es el punto de la órbita del planeta más lejano al Sol..	
La velocidad en las proximidades del afelio es la máxima.	
Gravedad: Dos cuerpos se atraen con una fuerza directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa	
Sistema geocéntrico: El Sol se encontraba en el centro del Universo y, alrededor, el resto de astros. La mayoría de los filósofos griegos como Platón, Aristóteles o Ptolomeo defendían este modelo	
Gracias a las Leyes de Kepler, podemos estudiar también: <ul style="list-style-type: none"> <li>• El movimiento de cualquier cuerpo que orbite alrededor de la Terra; ejemplo, los satélites artificiales.</li> </ul>	

3) Explique con sus palabras que entendió por fuerza gravitacional.

-----

**Evaluación:**

Realizar la guía de Actividades. Tomar fotos digitales de lo realizado y enviar al profesor (a través de whatsapp, mail etc.) para el correspondiente control.

**Directora de C.E.N.S. La Majadita**

**Sra. Lic. Elizabeth Lima**