



UNIDAD 5:

LAS LEYES DEL MOVIMIENTO PLANETARIO

Autor: Oswaldo González

Revisión y actualización de contenidos: Nayra Rodríguez

Asesor Científico: Alfred Rosenberg

Ilustraciones: Inés Bonet

ACTIVIDAD 1

CÁLCULO DE LA MASA DEL SOL.

OBJETIVOS

La siguiente actividad pretende que el alumnado aplique las leyes del movimiento planetario y compruebe, con los datos suministrados para cada planeta, la tercera ley de Kepler. Calcularemos también la masa que posee la estrella alrededor de la cual giran todos los planetas de nuestro Sistema Solar.

INSTRUMENTAL Y MATERIAL

Para la realización de esta práctica vamos a utilizar una tabla de datos orbitales de los planetas pertenecientes al Sistema Solar. Necesitaremos una calculadora para la realización de los cálculos.

METODOLOGÍA

Inicialmente se comprobará que la 3ª ley de Kepler se cumple para cada planeta, con los datos de periodo orbital y radio de sus órbitas. Posteriormente, se calculará la masa del Sol con los mismos datos suministrados, utilizando la fórmula que se aporta para ello.

PROCEDIMIENTO

Lo primero que haremos será comprobar la 3ª ley de Kepler con los datos de los elementos orbitales que tenemos en la tabla siguiente. Es decir, comprobaremos que se cumple:

$$\frac{P^2}{a^3} = \text{Constante}$$

donde **P** es el periodo de revolución y **a** es el semieje mayor de la elipse.

2

| Planeta | Periodo (años) | Semieje mayor (U.A) | P^2/a^3 |
|----------|----------------|---------------------|-----------|
| Mercurio | 0,24 | 0,387 | |
| Venus | 0,62 | 0,723 | |
| Tierra | 1,00 | 1,000 | |
| Marte | 1,88 | 1,524 | |
| Júpiter | 11,86 | 5,203 | |
| Saturno | 29,46 | 9,539 | |
| Urano | 84,01 | 19,182 | |
| Neptuno | 164,80 | 30,058 | |

Una vez comprobada la veracidad de la 3ª ley de Kepler, vamos a intentar hacer una estimación de la masa que posee el Sol.

Haciendo uso de la 3ª ley de Kepler y la ley de gravitación universal de Newton podemos obtener una fórmula que nos permita calcular la masa del Sol con unos sencillos cálculos, aunque tediosos, pues tratamos con números muy grandes. En primer lugar, debemos hacer algunas suposiciones. Una de ellas es que las órbitas de los planetas son circulares, algo que sabemos que no es cierto, pues son elípticas, pero realmente se aproximan mucho a un círculo. De esta manera, el recorrido que hace cada planeta alrededor del Sol será el de la longitud de una circunferencia, es decir, $2\pi a$, siendo **a** la distancia media que separa el planeta del Sol.



$$M = \frac{4\pi^2}{G} \frac{a^3}{P^2}$$

Si tienes curiosidad, puedes pedirle a tu profesor que te explique cómo se deduce esta fórmula con las leyes anteriormente mencionadas.

Para obtener la masa del Sol en kg debemos expresar el periodo **P** (tiempo que tarda un planeta determinado en orbitar alrededor del Sol) en segundos, y la distancia **a** (distantancia media de dicho planeta al Sol) en metros. **G** es la constante de gravitación universal y vale $6,67^{-11}$ Nw m² kg⁻².

3

Sirven los datos de cualquier planeta, pero para empezar, vamos a intentarlo con los datos de nuestro planeta. Sabemos que la Tierra tarda 1 año en completar una vuelta en torno al Sol. Como tenemos que expresar esta cantidad en segundos, entonces:

1 año = 365,25 días = 365,25 x 24 horas = 365,25 x 24 x 60 minutos = 365,25 x 24 x 60 x 60 segundos. Haz este último cálculo y tendrás el periodo **P** de la Tierra en segundos.

Ahora tendremos que expresar la distancia **a** en metros. Sabemos que la Tierra está a 1 U.A. (Unidad Astronómica) del Sol, lo que equivale a 149,6 millones de kilómetros, entonces:

a = 1 U.A. = 149 600 000 km = 149 600 000 x 1000 m. Haz este sencillo cálculo.

Ahora, simplemente sustituye todos estos valores en la ecuación y, utilizando una calculadora (ten cuidado con los exponentes), obtén la masa del Sol en kg. ¿Cuánto te sale? Intenta escribir la cantidad con todos sus ceros y verás qué grande es.

Puedes repetir el cálculo con los datos de **P** y **a** de cualquier otro planeta (que encontrarás en la tabla anterior) y verás que obtienes prácticamente el mismo resultado. Acuérdate de expresar **P** en segundos y **a** en metros. ¿No te parece asombroso que podamos medir la masa de un cuerpo sin ni siquiera tocarlo?



Para más información, visite nuestra página web: www.iac.es/peter

Contacto: **Nayra Rodríguez Eugenio** (peter@iac.es)
Unidad de Comunicación y Cultura Científica
Instituto de Astrofísica de Canarias
Calle Vía Láctea s/n
38205 La Laguna
Santa Cruz de Tenerife
España

4

Esta unidad didáctica ha sido financiada por:



Proyecto
Educativo con
Telescopios
Robóticos

LAS LEYES DEL MOVIMIENTO