

GRAVITACIÓN

AUTOR: EDWIN GERARDO ACUÑA ACUÑA
ENERO: 2021



San Marcos

GRAVITACIÓN

Acuña Acuña, Edwin Gerardo. Gravitación

Editorial: Universidad San Marcos. San José, Costa Rica. 2021.

Total de páginas: 16

Tamaño de hoja: 8.5" x 11".



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica

2021003



El contenido de esta obra se ofrece bajo una licencia **Atribución no comercial sin derivados de cc**. El contenido de esta obra puede considerarse bajo esta licencia a menos que se notifique de manera diferente



TABLA DE CONTENIDOS

Introducción.....	1
La ley de gravitación de Newton.....	2
Energía potencial gravitacional.....	4
Cálculo simplificado.....	6
Las leyes de Kepler y el movimiento planetario.....	7
Órbitas satelitales.....	8
Energía de un satélite.....	8
Órbita de los satélites geoestacionarios.....	9
Conclusiones y recomendaciones.....	10
Referencias Bibliográficas.....	11



PREGUNTA DISPARADORA

¿El movimiento del universo es continuo? Galileo realizó estudios sistemáticos sobre la caída libre, los péndulos y el movimiento de los proyectiles los conoces.

RESUMEN

Los fenómenos de gravitación en la teoría de Newton tienen carácter lineal, es decir las fuerzas de gravitación son aditivas, es decir se suman como vectores. La teoría de gravitación Universal es también un primer paso en la construcción de teorías sobre la estructura del Universo y en particular permite estudiar la morfología de las galaxias.

PALABRAS CLAVE

Gravedad, fuerza, universo y fenómenos.



TRIGGER QUESTION

Is the movement of the universe continuous? Galileo carried out systematic studies on free fall, pendulums and the movement of projectiles. You know them.

ABSTRACT

The phenomena of gravitation in Newton's theory have a linear character, that is, the forces of gravitation are additive, that is, they add up as vectors. The theory of Universal gravitation is also a first step in the construction of theories about the structure of the Universe and in particular allows to study the morphology of galaxies.

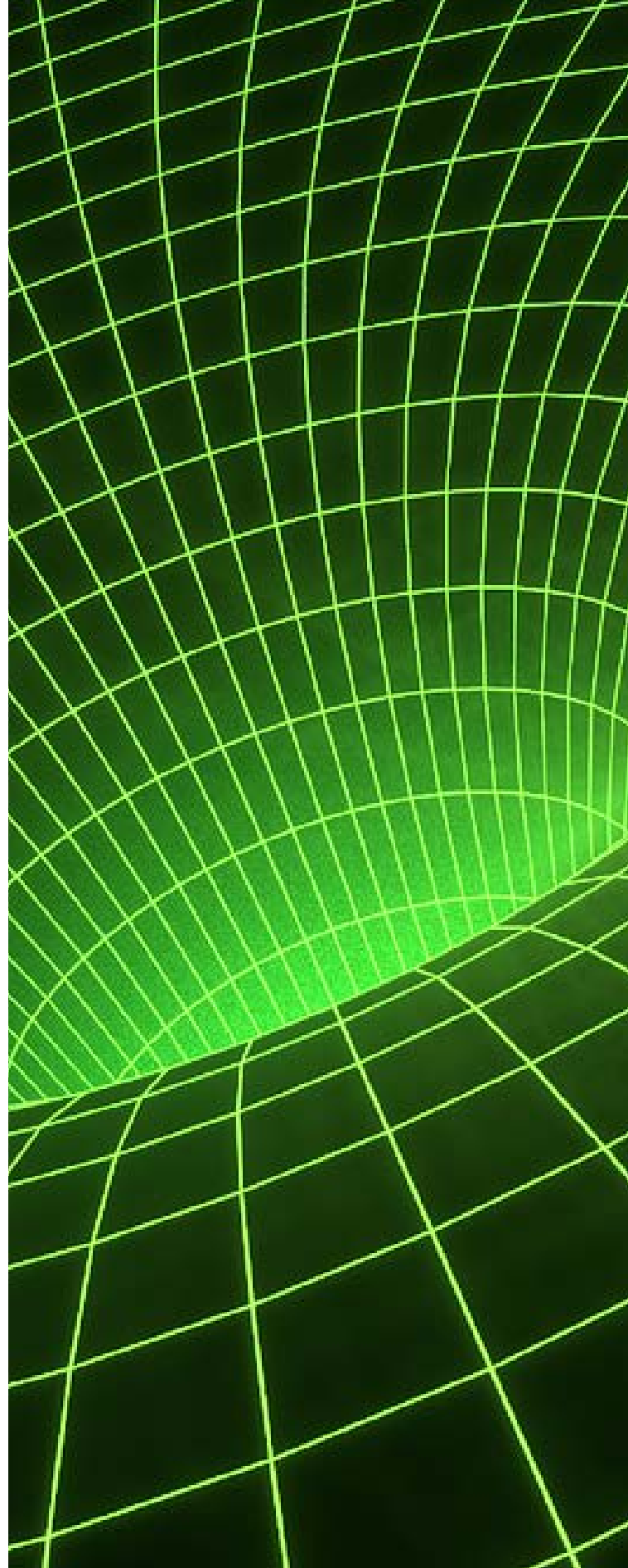
KEYWORDS

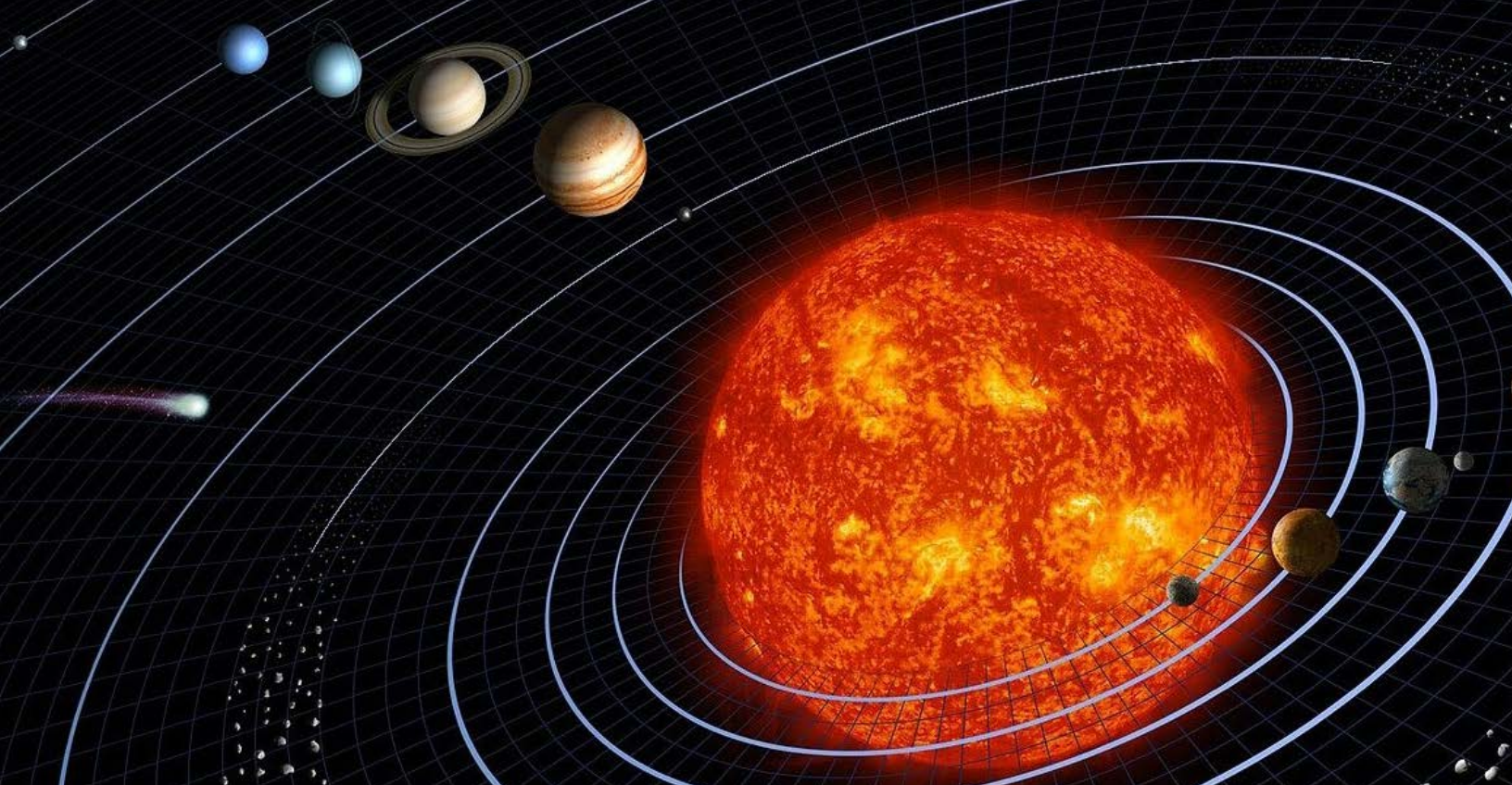
Gravity, force, universe and phenomena.

INTRODUCCIÓN

En nuestro mundo estamos inmersos en el estudio de una de las cuatro interacciones fundamentales que existen en el Universo, a saber, la interacción nuclear débil de los elementos, la interacción nuclear fuerte de los elementos, la interacción electromagnética de los neutrones y la interacción gravitatoria.

La interacción gravitatoria, la que posee una menor intensidad, y, sin embargo, es la que está regulando la evolución del Universo. Es la que da consistencia a las galaxias, hace que se produzcan supernovas, incluso es la responsable de la formación de los planetas.





LA LEY DE GRAVITACIÓN DE NEWTON.

En el texto de (Bueche, 2009, pág. 175) expresa la Ley de Gravitación Universal es una de las leyes físicas formuladas por Isaac Newton en su libro *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica* de 1687. Describe la interacción gravitatoria entre cuerpos masivos, y establece una relación de proporcionalidad de la fuerza gravitatoria con la masa de los cuerpos.

Para formular esta ley, Newton dedujo que la fuerza con que dos masas se atraen es proporcional al producto de sus masas dividido por la distancia que las separa al cuadrado. Estas deducciones son el resultado de la comprobación empírica mediante la observación.

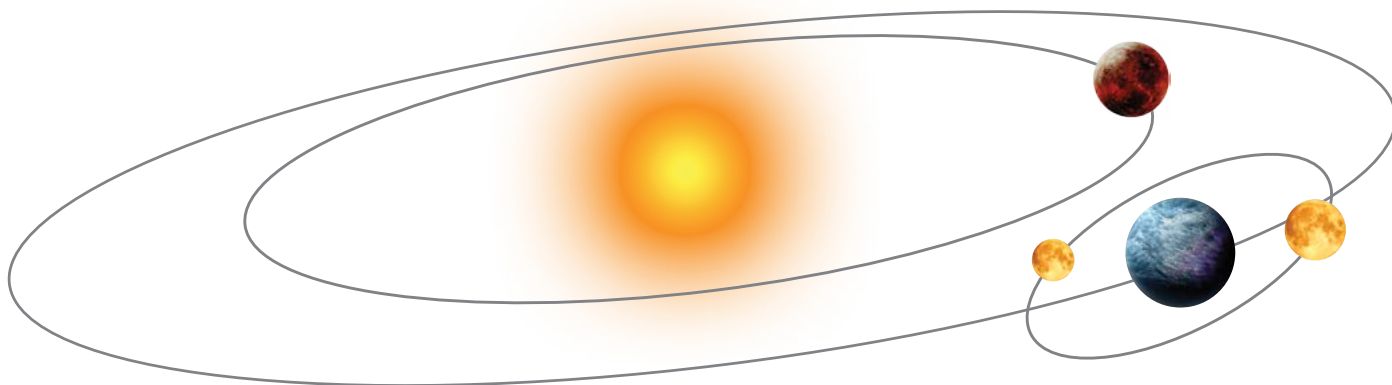


Figura 1. Gravitatoria. Fuente: propia.



Según (Días-Solorzano, 2020, pág. 89) establece que la ley implica que mientras más cerca y más masivos sean dos cuerpos, más intensamente se atraerán. Como otras leyes newtonianas, representó un salto adelante en el conocimiento científico de la época.

Sin embargo, hoy en día sabemos que, a partir de cierta cantidad de masa, esta ley pierde su validez (en caso de objetos supermasivos), y se hace necesario trabajar con la Ley de Relatividad General formulada en 1915 por Albert Einstein, como lo redactó en su obra (Hibbeler, 2010, pág. 121).

La Ley de Gravitación Universal es entonces una aproximación a la ley de Einstein, pero aun así es útil para comprender la mayor parte de los fenómenos gravitatorios del Sistema Solar.

Enunciado de la Ley de Gravitación Universal

El enunciado formal de esta ley newtoniana sostiene que:

“La fuerza con que se atraen dos objetos es proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa” tomado de (Rex, 2011, pág. 122).

Esto significa que dos cuerpos cualquiera se atraen con una fuerza mayor o menor según su masa sea mayor o menor, y según la distancia entre ellos.

Fórmula de la Ley de Gravitación Universal

La fórmula fundamental de la Ley de Gravitación Universal es la siguiente:

$$\mathbf{F} = \left| \left(G * m_1 * m_2 \right) / r^2 \right| * \mathbf{r}^*$$

En donde:

- ✓ F es la fuerza de atracción entre dos masas
- ✓ G es la constante de gravitación universal (6,673484.10-11 N.m2/kg2)
- ✓ m1 es la masa de uno de los cuerpos
- ✓ m2 es la masa de otro de los cuerpos
- ✓ r la distancia que los separa.
- ✓ \mathbf{r}^* es el vector unidad que indica la dirección de la fuerza.



Como lo establece (Hellingman, 1992, pág. 78) establece en sus estudios que si se calculan las fuerzas atractivas de cada cuerpo (la fuerza que la masa 1 le hace a la 2 y viceversa), se tendrán dos fuerzas iguales en módulo y de sentido opuesto. Para obtener esta diferencia de signos, es necesario escribir la ecuación de la siguiente manera:

$$F_{12} = |(G * m_1 * m_2) / (r_1 - r_2)^3| * (r_1 - r_2)$$

Donde cambiando 1 por 2 obtenemos la fuerza para cada caso. Escrita de esta forma, el vector $(r_1 - r_2)$ da la dirección (el signo) correcto para cada fuerza.

ENERGÍA POTENCIAL GRAVITACIONAL.

Como lo expresa en su texto (Hibbeler, 2010, pág. 185) que la energía potencial gravitatoria de una masa en un punto del espacio es el trabajo que realiza en un campo gravitatorio para trasladar la masa desde dicho punto hasta el infinito. Según la definición, la energía potencial es siempre negativa y su máximo es siempre cero.

En términos generales sobre el proceso de gravitacional, la energía potencial es un tipo de energía mecánica, igual que la energía cinética, que pueden poseer los cuerpos. Como lo indica (Hellingman, 1992, pág. 28) que indica que sin embargo, de manera diferente a lo que sucede con la energía cinética, cuando se habla de la energía potencial, se está asociando esta energía al lugar que ocupan los diferentes cuerpos en el espacio, y no directamente a su movimiento. Así mismo, dentro de la energía potencial, la energía potencial gravitatoria es un tipo de energía potencial concreta.

La energía potencial es la capacidad que tienen los cuerpos para realizar un trabajo, dependiendo de la configuración que tengan en un sistema de cuerpos que ejercen fuerzas entre sí.

Puede pensarse como la energía almacenada en un sistema, o como una medida del trabajo que un sistema puede entregar. Más fácilmente, la energía potencial es una magnitud escalar asociada a un campo de fuerzas (o como en elasticidad a un campo tensorial de tensiones).

Cuando la energía potencial está asociada a un campo de fuerzas, la diferencia entre los valores del campo en dos puntos **A** y **B** es igual al trabajo realizado por la fuerza para trasladar la masa m desde el punto **B** al punto **A** por cualquier camino.

La relación entre la energía potencial gravitatoria, el peso y la altura, puede expresarse con la siguiente fórmula:

$$E = \text{peso} \cdot \text{altura} = \text{masa} \cdot \text{aceleración de la gravedad} \cdot \text{altura}$$

Según esta fórmula, cuanto mayor es el peso, mayor es la energía potencial gravitatoria. Cuanto mayor es la altura sobre una superficie, mayor es la energía potencial gravitacional.

Ejemplo:

Una meseta de 2 kg de mesa esta situada a 4 metros de altura.



$$E_p = 9,8 \cdot 2 \cdot 3$$

$$E_p = 58,8 \text{ julius}$$

Figura 2. Meseta. Fuente: propia.



Este tipo de energía está asociada con la separación entre dos cuerpos, los cuales se atraen mediante la fuerza gravitacional.



La energía potencial gravitatoria U_G de una partícula material de masa m situada dentro del campo gravitatorio terrestre viene dada por:

$$U_G(r) = - \frac{GMm}{r}$$

Esta fórmula sirve para estudiar el movimiento de satélites y misiles balísticos

Donde:

- ✓ r entre la partícula material del centro de la Tierra (es decir, su altura).
- ✓ G : constante de gravitación universal.
- ✓ M masa de la Tierra.

En los casos en los que la variación de la gravedad es insignificante, se aplica la fórmula: **$U(r) = mgh$**

Donde U es la energía potencial gravitacional, m la masa, g la aceleración de la gravedad, y h la altura.

CÁLCULO SIMPLIFICADO

Como lo indica (Hibbeler, 2010, pág. 98) establece en su libro de física que cuando la distancia recorrida por un móvil h es pequeña, lo que sucede en la mayoría de las aplicaciones usuales (tiro parabólico, saltos de agua, etc.), podemos usar el desarrollo de Taylor de la anterior ecuación.

Así si llamamos M a la masa de la Tierra, m a la masa del cuerpo, R al radio de la Tierra y h a la altura sobre la superficie de la Tierra tenemos:

$$U_G(r) = - \frac{GMm}{(R+h)} \approx \frac{GMm}{R} + \frac{GM}{R^2} mh = - \frac{GMm}{R} + mgh$$

LAS LEYES DE KEPLER Y EL MOVIMIENTO PLANETARIO.

Las leyes de Kepler fueron enunciadas por Johannes Kepler para describir matemáticamente el movimiento de los planetas en sus órbitas alrededor del Sol. Aunque él no las describió así, en la actualidad se enuncian como sigue:

Primera ley:

Todos los planetas se desplazan alrededor del Sol describiendo órbitas elípticas. El Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse.

Segunda ley:

El radio vector que une un planeta y el Sol recorre áreas iguales en tiempos iguales.

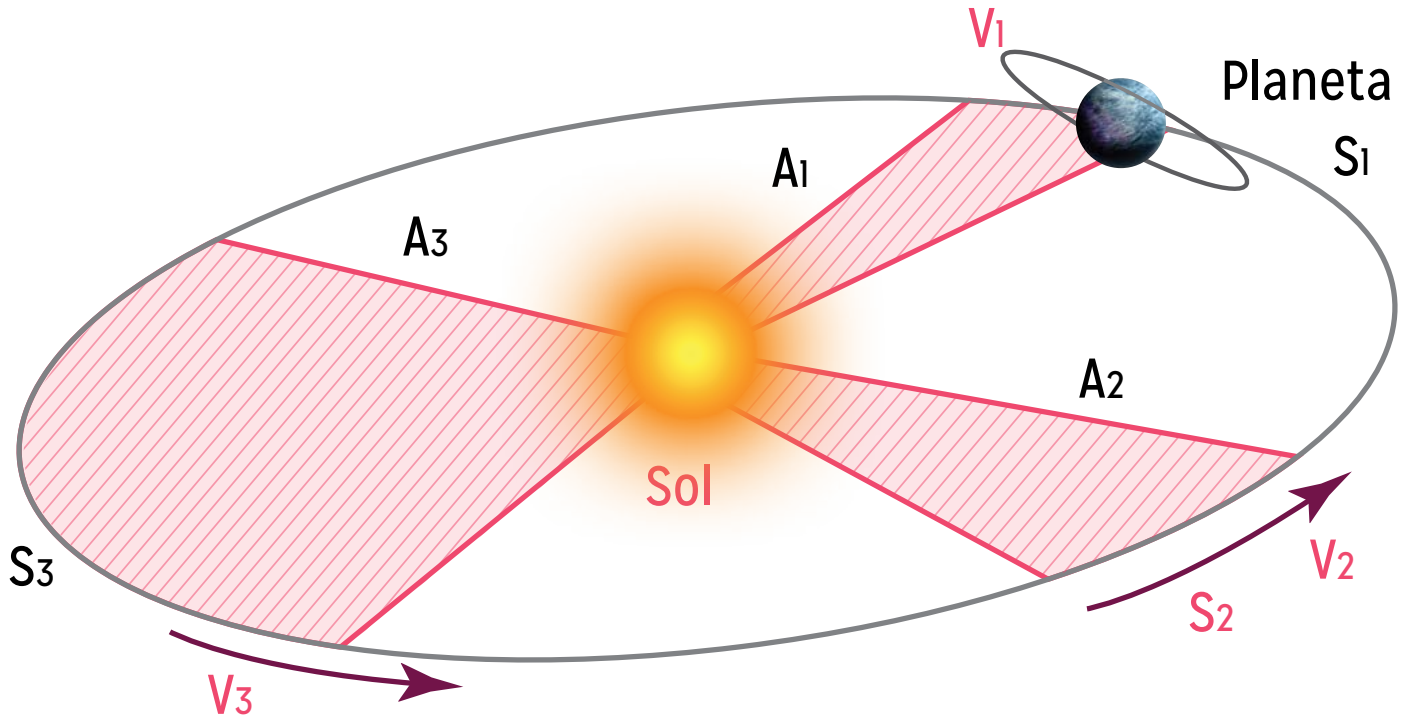


Figura 3. Segunda ley de Kepler. Fuente: propia.

Tercera ley:

Para cualquier planeta, el cuadrado de su período orbital es directamente proporcional al cubo de la longitud del semieje mayor de su órbita elíptica.

ÓRBITAS SATELITALES

El término órbitas de satélites artificiales se refiere a un número limitado de tipos de órbitas en las que se encuentran concentrados la mayoría de los satélites artificiales alrededor de la Tierra. Esto es así, ya que cada uno de estos tipos de órbita presenta un conjunto de características particulares que lo hace útil para cumplir un cierto tipo de misión. En general, no suele referirse a la órbita de un satélite artificial con los elementos orbitales que la definen precisamente, sino sólo con el tipo de órbita, ya que esto es suficiente para dar una idea de los problemas y ventajas que la órbita impone y ofrece al satélite.

ENERGÍA DE UN SATÉLITE

Una vez que has estudiado las constantes del movimiento de los planetas y satélites, como lo indica (Rex, 2011, pág. 78) que al estudio desde el punto de vista energético. Para responder a la pregunta ¿cuál es la energía mecánica de un satélite en órbita sobre la tierra? es necesario conocer tanto la energía cinética como potencial de este, ya que, como bien sabes:

$$\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_p$$

La energía potencial es la debida al campo gravitatorio terrestre, cuyo valor ya estudiaste:

$$\mathcal{E}_p = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$$

Para calcular la energía cinética basta con recuperar el valor de la velocidad que se obtuvo en el apartado anterior ($v = \sqrt{\frac{G \cdot M}{r}}$) de modo que:

$$\mathcal{E}_c = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\sqrt{\frac{G \cdot M}{r}} \right)^2 = \frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$$

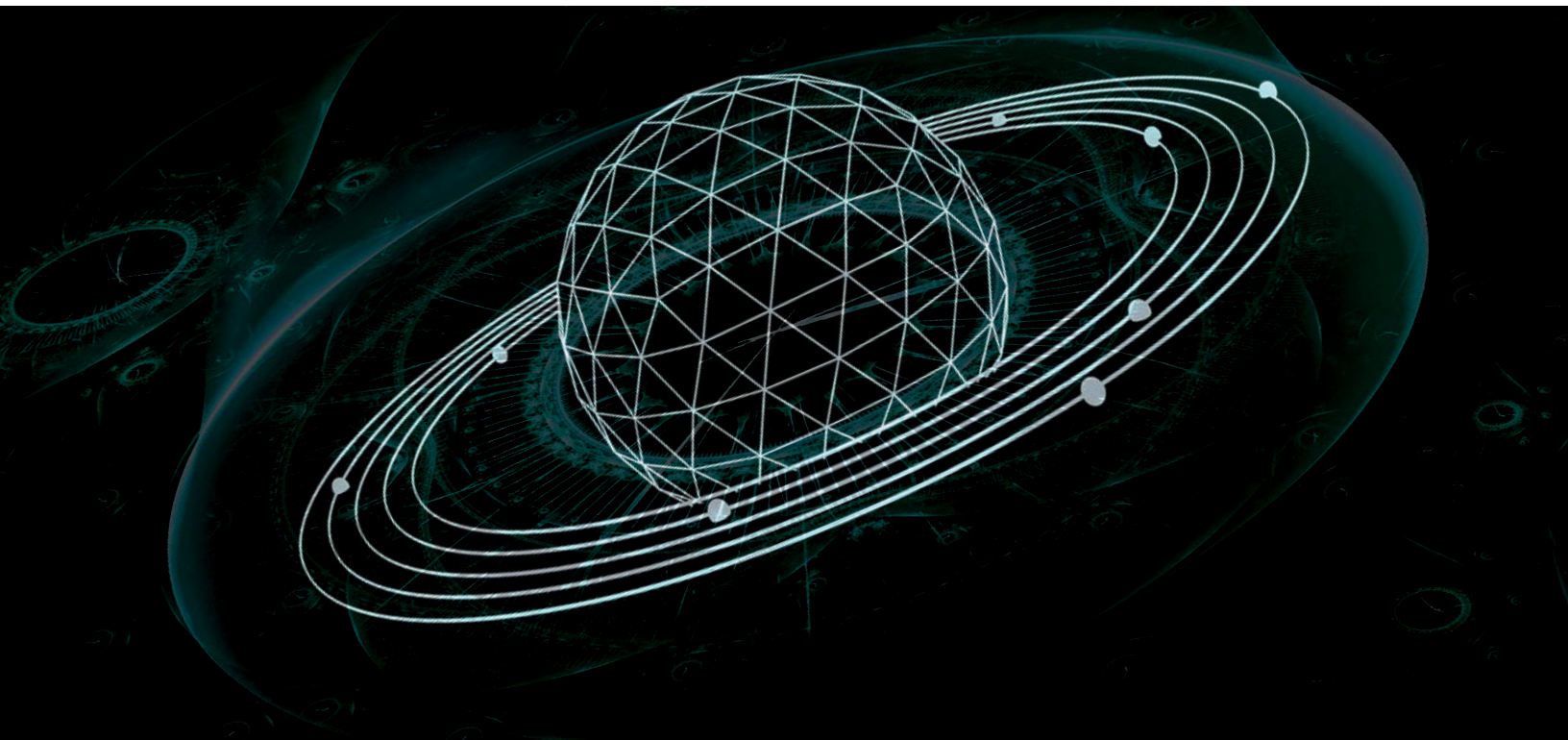
La energía mecánica se obtiene a partir de estas dos expresiones:

$$\mathcal{E}_m = \mathcal{E}_c + \mathcal{E}_p = \frac{1}{2} \cdot G \cdot \frac{M \cdot m}{r} - G \cdot \frac{M \cdot m}{r} = -G \cdot \frac{M \cdot m}{r}$$

ÓRBITA DE LOS SATÉLITES GEOESTACIONARIOS.

Como lo indica (Hibbeler, 2010, pág. 132)(Hibbeler, 2010, pág. 132) (Hellingman, 1992, pág. 113) que un satélite puede permanecer en la misma órbita durante un largo periodo de tiempo ya que la tracción gravitatoria de la Tierra contrarresta a la fuerza centrífuga. Como los satélites tienen su órbita fuera de la atmósfera, no les afecta la resistencia del aire, por lo que, de acuerdo con la ley de la inercia, la velocidad del satélite es constante. De esta manera pueden girar alrededor de la Tierra durante muchos años. Las órbitas geoestacionarias a 36 000 km del ecuador de la Tierra son las que mejor se conocen por muchos satélites empleados en diversos tipos de telecomunicaciones, incluida la televisión. Las señales de estos satélites pueden enviarse a todo el mundo. Las señales de telecomunicaciones se desplazan en línea recta, por lo que es necesario que los satélites queden estacionarios en las mismas posiciones relativas a la superficie de la Tierra.

Por otra parte, su excentricidad orbital es cero, lo que significa que es perfectamente circular. Este caso particular de órbita geosíncrona permite un satélite artificial de “quedarse inmóvil” a la vertical en el ecuador, en una posición fija con respecto a cualquier punto de la superficie del planeta.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En todos estos procesos a pesar de ser tan obvio en este momento el concepto de gravedad se debe tener en cuenta que pasaron muchos años para que Newton, se hiciera la gran pregunta, ¿porqué se caen las cosa y que significado tiene esto en el universo?

la Ley de Gravitación Universal sirve para describir la fuerza que existe entre varios cuerpos que son estudiados por la ciencia hoy en día y el gran aporte que dio Isaac Newton en su publicación Principios matemáticos de filosofía natural, también se aprendió que incluso esta Ley de Gravitación Universal puede producir ciertas irregularidades que otras teorías le denotan, como lo es la discrepancia que puede sufrir la luz por otros cuerpos de gran masa que causa que la misma luz se distorsione. También es importante recalcar como Newton estableció una relación cuantitativa por medio de la observación de dos masas, y como se puede producir una fuerza entre estos dos cuerpos. Pero para Newton se encargo de definir a partir de teorías y ecuaciones cual era realmente la respuesta, adecuada.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bueche, F. J. (2009). **Física General**. Décima edición. México D.F: McGraw-Hill Companies.

Días-Solorzano. (08 de 11 de 2020). <http://www.scielo.org.mx>. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v56n2/v56n2a5.pdf>

Hellingman. (1992). “**Newton’s third law revisited**”. USA: Phys. Educ. .

Hibbeler, R. C. (2010). **Engineering Mechanics. USA**: Pearson Prentice Hall.

Newton, I. (1999). **The Principia Mathematical Principles of Natural Philosophy**. University of California Press.: Berkeley: .

Paves, F. J. (2009). **Física 3º año medio**. . Santiago de Chile: McGraw-Hill.

Pérez, H. .. (03 de 11 de 2015). Ebookcentral. Obtenido de <https://ebookcentral-proquest-com.proxy.bidig.areandina.edu.co/lib/bibliotecafuaasp/reader.action?docID=4569671&query=F%C3%ADsica>

Rex, A. F. (2011). **Fundamento de Física**. Madrid. España: PEARSON.

Slisko, J. (03 de 11 de 2016). **Física I**. Obtenido de <http://www.ebooks7-24.com.proxy.bidig.areandina.edu.co:2048/onlinepdfjs/view.aspx>

Imágenes tomadas de www.pixabay.com, www.freepik.com



www.usanmarcos.ac.cr

San José, Costa Rica