

3.1.6 Ley de Gravitación Universal (Cendejas D. et al.; 2012: 149-153)

Estudia la teoría en este documento iniciando en el apartado 3.1.6

Leyes de Newton Trabajo, Potencia y Energía

Otro fenómeno donde se manifiesta la tercera Ley es cuando se dispara algún arma de fuego. En el momento de la detonación sale disparado el proyectil del cañón, mientras que el arma retrocede en sentido contrario. La aceleración con que se mueve la bala y el arma son distintas debido a que ambas poseen diferentes masas.

Si te encontraras sobre una superficie totalmente lisa no podrías caminar debido a que no existen fuerzas de fricción entre el piso y tus zapatos, te resbalarías. ¿Qué harías entonces para poder desplazarte?



Fig. 22. Un arma de fuego, es otro ejemplo de la tercera ley de Newton, al salir la bala (acción), empuja al arma hacia atrás (reacción)

3.1.6 Ley de la Gravitación Universal

Esta ley fue deducida por el físico británico Isaac Newton en 1684 a partir de sus leyes del movimiento. Establece que la atracción gravitatoria entre dos cuerpos en el espacio es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa.

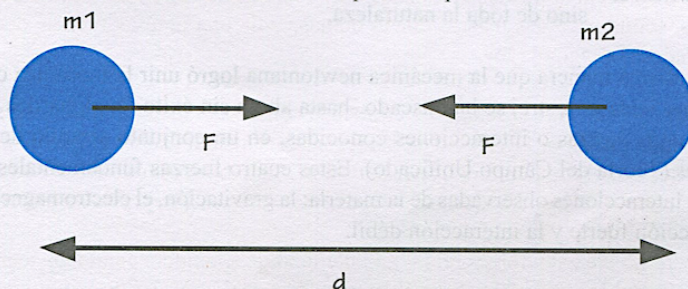


Fig. 23. Los dos cuerpos ejercen una fuerza de atracción entre sí.

Utilizando herramientas matemáticas que él mismo había inventado, expresó esta ley en la siguiente forma:

Donde F es la fuerza gravitatoria, m_1 y m_2 son las masas de los dos cuerpos, d es la distancia que los separa y G es la constante gravitatoria.

Newton no llegó a conocer el valor de la constante G , fue hasta 1798 que su compatriota Henry Cavendish la midió, utilizando una balanza o péndulo de torsión. A partir de esas medidas, también se pudo deducir la masa y la densidad de la Tierra.

El valor más preciso obtenido hasta la fecha para la constante es de $6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2$.

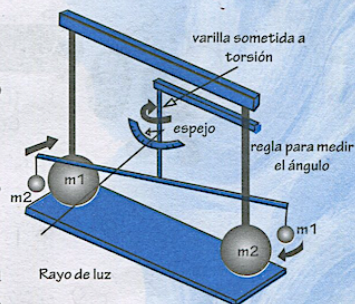


Fig. 24. La balanza de torsión es un dispositivo que mide pequeñas fuerzas a partir del giro de un brazo equilibrado y suspendido de una cuerda.

La Ley de la Gravitación se dedujo a partir de observaciones astronómicas, antes de que pudiera comprobarse experimentalmente en un laboratorio.

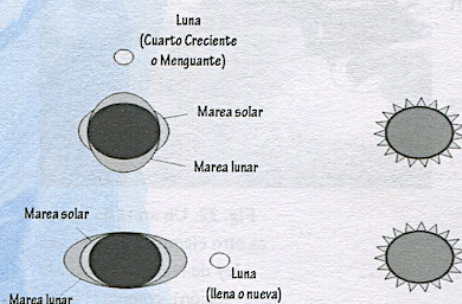


Fig. 25. La Ley de la Gravitación se pudo extender después más allá del sistema solar, a los movimientos de las estrellas y hasta al de las galaxias. Se confirmaba cada vez más el carácter universal de esta ley.

Con el descubrimiento de esta ley, se pudieron establecer las causas que provocaban la caída libre de los cuerpos, el movimiento de las mareas oceánicas, el movimiento elíptico de los planetas, y muchos otros fenómenos más.

La Ley de la Gravitación se pudo extender después más allá del sistema solar, a los movimientos de las estrellas y hasta al de las galaxias. Se confirmaba cada vez más el carácter universal de esta ley.

Durante los XVIII y XIX, diferentes científicos, entre ellos Euler, Bernoulli, Lagrange y Hamilton, ampliaron el estudio de la mecánica, desarrollando formulaciones más complejas para aplicarlas a otras ramas de la física. Actualmente se le reconoce a esta ley como una de las más importantes no solo de la Física, sino de toda la naturaleza.

De la misma manera que la mecánica newtoniana logró unir la mecánica celeste con la mecánica terrestre, se ha buscado, -hasta ahora sin éxito- englobarlos o más de las cuatro fuerzas o interacciones conocidas, en un conjunto sencillo de leyes generales (Teoría del Campo Unificado). Estas cuatro fuerzas fundamentales rigen todas las interacciones observadas de la materia: la gravitación, el electromagnetismo, la interacción fuerte y la interacción débil.



ACTIVIDAD 6

(CDBCE 6, 20, 32)

Contesta las siguientes preguntas.

1. Cuando vas a un supermercado y compras un kilogramo de manzanas, ¿están midiendo la masa o el peso? _____
2. ¿Al encontrarte cerca de una montaña muy grande sientes alguna fuerza de atracción gravitacional que te atraiga hacia ella? _____

3. ¿Crees que el movimiento de las mareas se manifieste solamente en los océanos y no en los lagos? _____

4. ¿Por qué la aceleración de la gravedad en los polos ^{es} mayor que en el ecuador? _____

5. ¿El hecho de que en la Luna no exista atmósfera está relacionado con el escaso valor de la aceleración de la gravedad en su superficie? _____

6. Investiga ¿cuáles son las leyes del movimiento planetario de Kepler? y anótalas. _____

7. ¿Por qué en algunas fuentes bibliográficas se cita la fecha de nacimiento de Newton el 25 de diciembre de 1642 y en otras, igualmente confiables aparece el 4 de enero de 1643, ¿Podrías explicar la razón de esta discrepancia? _____

Problemas resueltos de la Ley de la Gravitación

1. Calcula la fuerza con que se atraen gravitacionalmente dos estudiantes de bachillerato. La distancia que los separa es de un metro y sus masas son de 50 kg. y 60 kg, respectivamente.

Datos	Fórmula	Sustitución	Resultado
$m_1 = 50 \text{ kg}$ $m_2 = 60 \text{ kg}$ $d = 1 \text{ m.}$	$F = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$	$F = \frac{(6.67 \times 10^{-11} \frac{\text{Nm}^2}{\text{kg}^2})(50\text{kg})(60\text{kg})}{(1\text{m})^2}$	$F = 2 \times 10^{-7} \text{ N}$

2. Calcula la aceleración de la gravedad sobre la superficie de la Tierra si su masa es de 5.98×10^{24} kg. y el radio promedio es de 6,378 km.

Solución

Datos

$$m_1 = 5.98 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$d = 6,378 \text{ km.} = 6.378 \times 10^6 \text{ m.}$$

Considérese la 2ª. Ley de Newton y la Ley de la Gravitación Universal:

$$F = m_2 a, \text{ ó } w = m_2 g, \text{ y } F = \frac{G m_1 m_2}{d^2}$$

Igualando la Fuerza (F), se obtiene la expresión: $m_2 g = \frac{G m_1 m_2}{d^2}$

La masa m_2 se anula en ambos miembros de la ecuación mediante una elemental operación algebraica

Esto tiene muchísima trascendencia física, pues con esto se está demostrando que la gravedad es la misma para cualquier objeto que se encuentre sobre la superficie de la Tierra, independientemente de su peso. Con esto se confirma lo que ya había sido establecido antes por Galileo, refutando la teoría aristotélica.

Finalmente, se tiene la ecuación: $g = \frac{G m_1}{d^2}$
en donde se sustituyen los datos y se obtiene:

$$g = (6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2/\text{kg}^2)(5.98 \times 10^{24} \text{ kg}) / (6.378 \times 10^6 \text{ m})^2 = \mathbf{9.805 \text{ m/s}^2}$$

Que es un valor muy cercano a los resultados reportados experimentalmente.

Problemas propuestos de la Ley de Gravitación Universal

1. ¿Con qué fuerza gravitacional se atraen dos rinocerontes de 900 kg cada uno si están separados una distancia de 5 m?

Respuesta: $F = 2.16 \times 10^{-6} \text{ N}$

2. Calcula tu peso utilizando la Ley de la Gravitación Universal. Compara tu resultado con el que registra una báscula.

3. ¿A qué altura sobre el nivel del mar tendrá una persona la mitad de su peso?

Respuesta: 2 644 km

4. Calcula el valor de la Aceleración de la Gravedad a una altitud de 5 000 km.

Respuesta: 3.08 m/s²

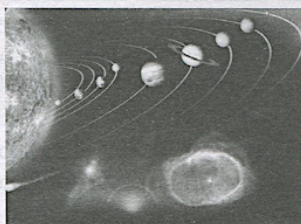
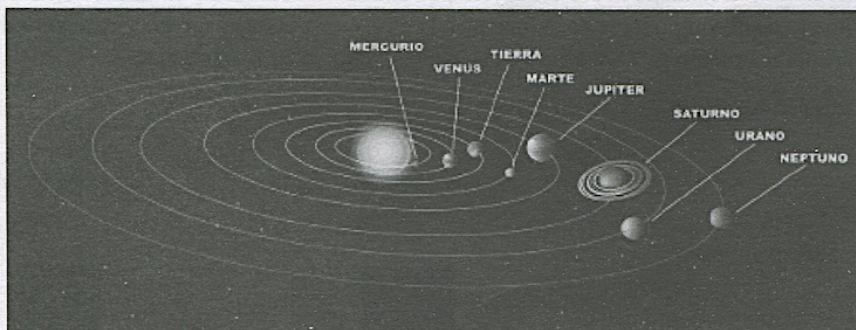
ACTIVIDAD 7

(CDBCE 3, 13)

A partir de la siguiente tabla calcula la aceleración de la gravedad en cada uno de los cuerpos celestes, sabiendo que la masa de la Tierra es de 5.98×10^{24} kg. y su radio es de 6,378 km.



ALGUNAS CONSTANTES FÍSICAS DEL SISTEMA SOLAR			
Cuerpo Celeste	Masa Relativa a la de la Tierra	Diámetro Ecuatorial Relativo al de la Tierra	Aceleración de la Gravedad en m/s^2
Sol	332,950	109	274.78 m/s^2
Mercurio	0.0553	0.385	3.66 m/s^2
Venus	0.815	0.949	8.87 m/s^2
Tierra	1	1	9.805 m/s^2
Luna	0.0123	0.272	1.63 m/s^2
Marte	0.1074	0.53	3.75 m/s^2
Jupiter	317.9	11.2	24.85 m/s^2
Saturno	95.18	9.41	10.54 m/s^2
Urano	14.54	3.98	9.0 m/s^2
Neptuno	17.3	3.81	11.69 m/s^2



Ver simulación del Movimiento Planetario
Curso interactivo de Física en Internet.
http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/celeste/solar/sistema_solar.htm

