

Física



Lecciones sugeridas de apoyo al proceso de enseñanza y aprendizaje

noviembre 2020



DE DEPARTAMENTO DE
EDUCACIÓN
GOBIERNO DE PUERTO RICO

CONTENIDO

LISTA DE COLABORADORES	3
LECCIONES	4
Unidad F.3 Fuerza y movimiento	
Lección 1. Ley de Gravitación Universal.....	4
Lección 2. Segunda Ley de Movimiento de Newton.....	15
Lección 3. Las leyes de Coulomb	20
Lección 4. Leyes de Movimiento Planetario de Kepler	27
Lección 5. Momentum.....	35
Lección 6. Movimiento circular....	42
Lección 7. Ideas Científicas en Física.....	51
REFERENCIA.....	59

Nota. Estas lecciones están diseñadas con propósitos exclusivamente educativos y no con intención de lucro. Los derechos de autor (*copyrights*) de los ejercicios o la información presentada han sido conservados visibles para referencia de los usuarios. Se prohíbe su uso para propósitos comerciales, sin la autorización de los autores de los textos utilizados o citados, según aplique, y del Departamento de Educación de Puerto Rico.

LISTA DE COLABORADORES

Prof.^a Danélix Cordero Rosario
Centro Residencial de Oportunidades
Educativas de Mayagüez (CROEM)
ORE - Mayagüez

Prof.^a Carmen B. Noble García
Escuela Especializada en Ciencias y
Matemáticas Dr. Pedro Albizu Campos
ORE - Ponce

Prof.^a Yahaira Méndez Chaparro
Escuela Vocacional Dr. Pedro Pera Fajardo
ORE - Mayagüez

Prof.^a Raquel Vázquez Lugo
Escuela Superior Luis Negrón López
ORE - Mayagüez

Prof.^a Tania A. Montalvo Rosa
Escuela Superior Benito Cerezo Vázquez
ORE - Mayagüez

Prof.^a Katerina Negrón Flores
Escuela Superior Leónides Morales
Rodríguez
ORE - Mayagüez

Prof.^a Jahaira D. Santiago Martínez
Escuela Juan Serrallés Superior
ORE - Ponce

Prof. Edison Ortiz Ortiz
Escuela Superior Luis Negrón López
ORE - Mayagüez

Prof.^a. María M. Alvarado Negrón
Facilitadora Docente – Programa de Ciencias
ORE - PONCE

LECCIONES

Unidad F.3: Fuerzas y Movimiento

Lección 1.

Tema de Estudio: Ley de Gravitación Universal

Estándares y expectativas: **ES.F.CT1.IE.1** Usa representaciones matemáticas o computacionales para predecir el movimiento de los objetos orbitales en el Sistema solar. El énfasis está en la ley de gravitación universal de Newton que describe los movimientos orbitales, y que se aplican a los satélites artificiales, así como a los planetas y a las lunas.

ES.F.CT1.IE.2 Describe y predice fenómenos naturales como el movimiento de los cuerpos celestes, el movimiento relativo y otros, apoyado en las leyes que describen el movimiento planetario y de los satélites. **ES.F.CF2.IE.3** Utiliza el conocimiento sobre las distintas leyes del movimiento para aplicarlas en la solución de problemas en la vida diaria. El énfasis está en las leyes de Newton, Coulomb, y Kepler. **ES.F.CF2.IE.5** Usa representaciones matemáticas de la ley de gravitación de Newton y la Ley de Coulomb para describir y predecir las fuerzas gravitacionales y electrostáticas entre los objetos

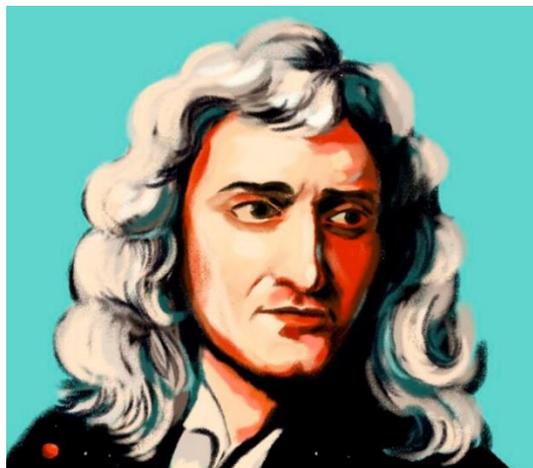
Objetivos de aprendizaje:

- Utilizarás la ley de gravitación universal para comprender el movimiento de la Tierra y otros planetas.

Ley de Gravitación Universal

Conoces y observamos cómo se mueven los objetos sobre la Tierra. Mencionamos, que todo lo que sube, tiene que bajar. Una frase muy conocida y basada en la segunda ley de movimiento y uno de los puntos de partida para el desarrollo o evolución de la Ley de Gravitación Universal de Newton.

Los científicos describen, predicen y calculan el movimiento de proyectiles; esto es posible gracias a los trabajos de Galileo, Kepler, Newton y a las aportaciones en el siglo XX de Einstein donde brindó una descripción más profunda y diferente de la atracción gravitacional.

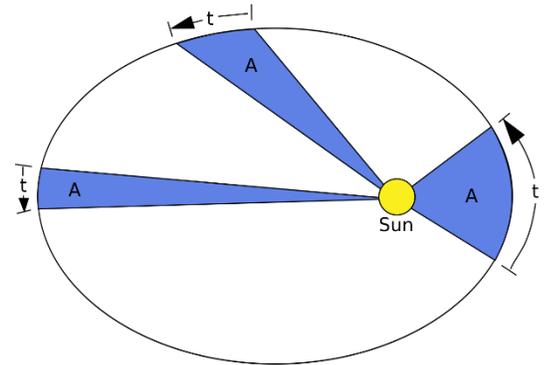


Recuperado de:
<https://www.history.com>

Al momento en que Newton, comenzó a desarrollar la Ley de Gravitación Universal, se pensaba que esta era una sola propiedad de la Tierra. Newton sospechaba que la Tierra no era el único cuerpo que tenía esta propiedad y establece que la fuerza gravitacional de la Tierra era solo un ejemplo de una fuerza que actúa entre cualesquiera dos cuerpos.

El razonó: “si la fuerza gravitacional se encuentra en todo el universo; tal vez, era la fuerza responsable de mantener a la Luna en órbita alrededor de la Tierra y a los planetas en órbita alrededor del Sol”. Newton propuso que:

- el movimiento de la Luna alrededor de la Tierra es el resultado de la fuerza gravitacional entre ambas.
- La fuerza que hace caer los objetos sobre la superficie de la Tierra existe entre todos los objetos incluyendo al Sol y los planetas.
- Utilizó la tercera ley de Kepler para relacionar el periodo de revolución con el radio de la órbita.



La teoría del movimiento planetario de Kepler sienta bases para la teoría de Gravitación Universal de Newton.

Recuperado de:
<https://www.kambry.es>

Desarrollo de la Ley de Gravitación Universal

Definimos la fuerza gravitacional como la fuerza de atracción que existe entre todos los cuerpos. Newton había empleado argumentos matemáticos para demostrar que, si la trayectoria de un planeta era una elipse, de acuerdo con la primera ley de Kepler, la magnitud de la fuerza resultante del Sol sobre el planeta debía variar inversamente con el cuadrado de la distancia entre el centro del planeta y el centro del sol. Demostró que la fuerza actúa en la dirección de la línea que une los centros de los dos cuerpos. Pero ¿Era la fuerza que actuaba entre el planeta y el Sol la misma que causaba que los objetos cayeran a la tierra?

Newton estaba tan seguro de que las leyes que rigen el movimiento sobre la Tierra funcionan en todas partes del universo, que asumió que la misma fuerza de atracción

actuaría entre dos masas cualesquiera m_A y m_B . Formuló su ley de gravitación universal. Basándose en las leyes de Kepler, Newton sugirió que la fuerza entre cualquier planeta y el Sol varía inversamente con el cuadrado de su distancia (radio) hasta el Sol.

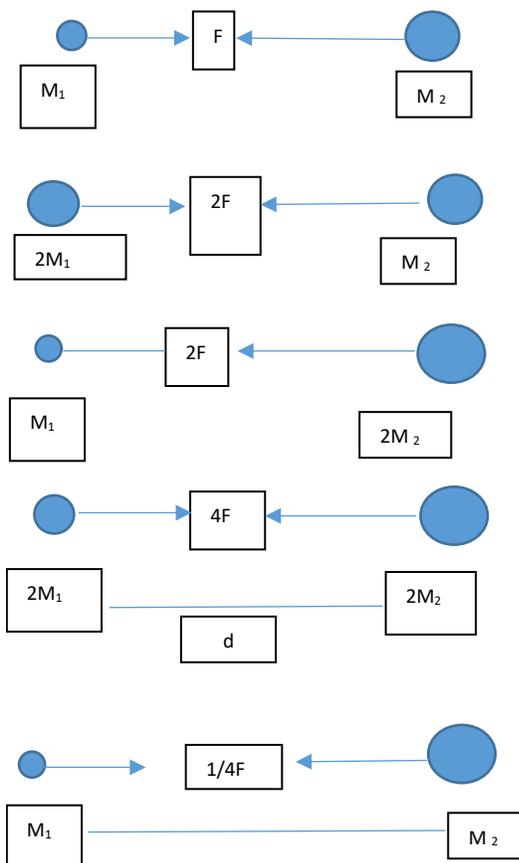


Recuperado de:
<https://www.datacenter.dinamics.com>

“Si la manzana cae directamente hacia abajo por que la Tierra la atrae, La gravedad también podía ser la fuerza que atrae a los planetas hacia el sol”.

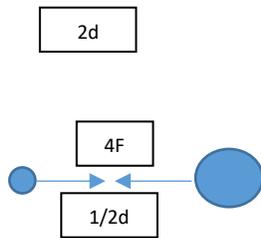
Newton enunció la hipótesis que la fuerza sobre la manzana debía ser proporcional a su masa.

De acuerdo con la tercera ley de movimiento la manzana también atraería la Tierra. Entonces la fuerza de atracción debía ser proporcional a la tierra. Y este se puede aplicar a cualquier interacción gravitacional.



La fuerza de gravitación universal entre dos cuerpos varía directamente como el producto de sus masas e inversamente con el cuadrado de sus distancias. Como el Sol ejerce una fuerza sobre el planeta, entonces el planeta ejerce una fuerza igual y opuesta sobre el Sol.

- Si la masa del planeta se duplicara, la fuerza gravitacional entre el planeta y el Sol se duplicará.
- Si por el contrario la masa del Sol se duplica la fuerza gravitacional entre el Sol y el planeta también se duplicaría.



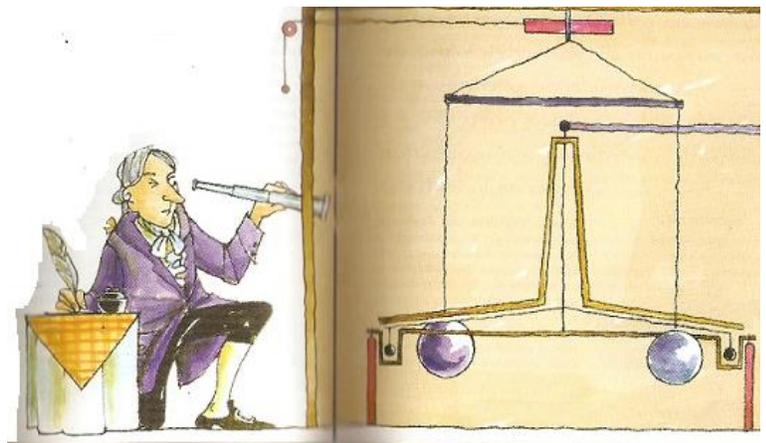
- Si se duplicara la masa de ambos, Sol y el planeta, la fuerza gravitacional entre ellos aumentaría por un factor de cuatro.
- Por lo tanto, la fuerza gravitacional entre dos objetos debe depender del producto de sus masas, m_1 y m_2 .

La fórmula implica que la fuerza gravitacional entre dos cuerpos varía directamente como el producto de sus masas e inversamente con el cuadrado de sus distancias. En esta ecuación m_1 y m_2 son las masas de los cuerpos y la letra d representa la distancia.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Recuperado de:
<https://ulum.es/historia-de-las-mediciones-ii-cavendish-y-la-densidad-de-la-tierra/>

Newton puso a prueba la Ley de Gravitación Universal aplicándola al movimiento de la Luna alrededor de la Tierra. Aplicó su ley para comprobar la aceleración centrípeta de la Luna. Esto sirvió como evidencia de que la Ley de Gravitación Universal estaba correcta. En la fórmula de La Ley de Gravitación Universal la constante gravitacional representada por el símbolo (G) no pudo ser calculada hasta casi un siglo después por Henry Cavendish en su experimento con esferas de plomo.



La ecuación para la fuerza gravitacional es:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

en la ecuación G es una constante y tiene un valor de $6.67 \times 10^{-11} \text{ N.m}^2 / \text{kg}^2$

Cavendish midió las masas de las esferas de plomo y las distancias entre sus centros. Sustituyendo valores de fuerza, masa y distancia en la ecuación de gravitación universal, determino el valor de la constante G en la Ley de Gravitación Universal.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2}, \quad G = 6.67 \times 10^{-11}$$

Cuando las dos esferas grandes estaban cerca de las pequeñas, estas eran atraídas y hacían que la barra girara, por lo que en ese punto se daba una situación de equilibrio donde la fuerza de torsión era igual a la fuerza gravitatoria entre los dos cuerpos. El ángulo producido se medía gracias a la desviación en un rayo de que se producía al situar un pequeño espejo al que le llegaba un haz luminoso. Cavendish tuvo todos los datos para calcular la masa de la Tierra.

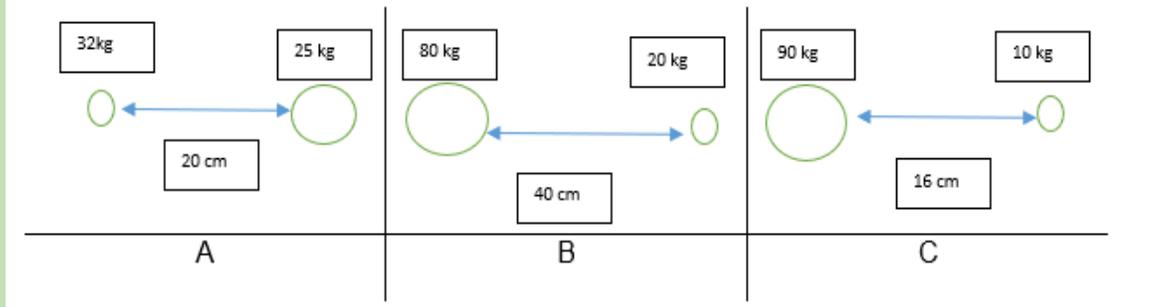
Ejercicios de Práctica Individual:

1. La masa de la Tierra es de aproximadamente 6.0×10^{24} kg mientras que la masa de la luna es de 7.3×10^{22} kg. La distancia entre ambos cuerpos es de 3.9×10^8 m. ¿Cuál es la fuerza gravitacional entre la Luna y la Tierra?
2. ¿Cuál es la magnitud de la fuerza gravitacional que actúa entre dos partículas respectivamente $M_1=12$ kg $M_2= 25$ kg $R=1.2$ m?
3. La masa de la Tierra es de 6.0×10^{24} kg. Cuando los centros de la Tierra y de la luna están separados por 3.9×10^8 m, la fuerza gravitacional entre ellas es cercana a 1.9×10^{20} N. Determina la masa de la Luna?
4. La masa de un electrón es de 9.1×10^{-31} kg. La masa de un protón es 1.7×10^{-27} kg. En un átomo de hidrógeno el electrón y el protón se encuentran a una radio de 1.0×10^{-10} m. ¿Cuál es la fuerza gravitacional entre ambos?
5. Supón que un satélite orbita la Tierra a 225 km de la superficie. Dado que la masa de la Tierra es de 5.97×10^{24} kg y el radio de la Tierra es 6.38×10^6 m. ¿Cuál es la velocidad y el periodo orbital del satélite?

Ejercicios de aplicación

I. Comprensión de conceptos. Resuelve cada problema aplicando lo aprendido sobre la ley de gravitación universal (Valor: 10 pts.)

1. ¿Cuál de los pares de masas que se muestran a continuación tendrá la fuerza de atracción más grande entre las esferas?

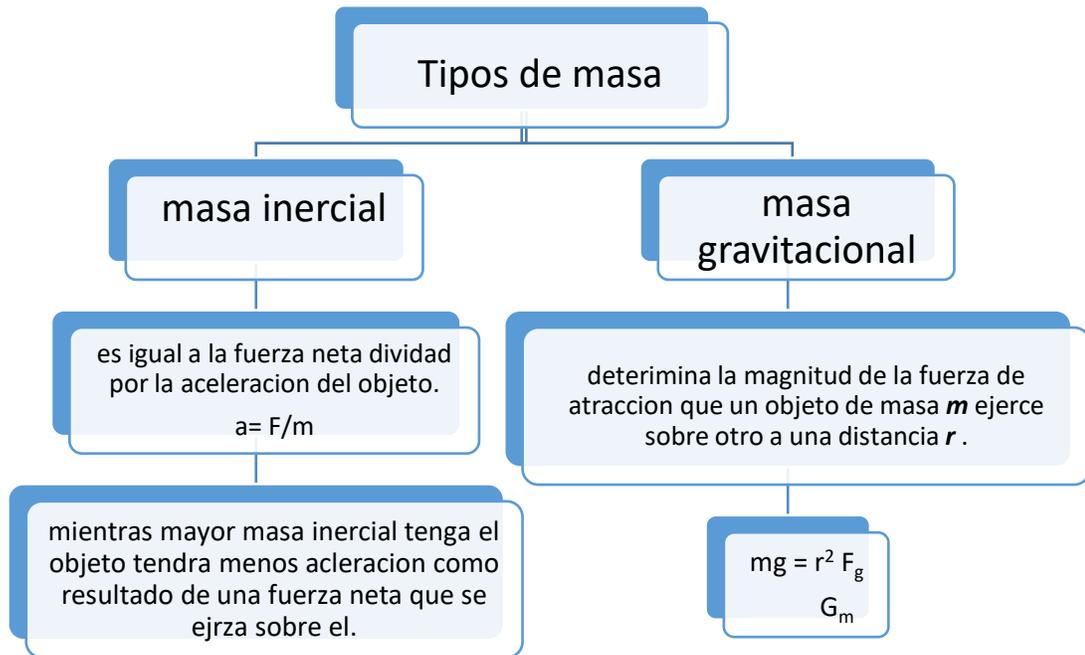


2. Dos esferas cada una con una masa de 20.0 kg se colocan de tal manera que sus centros están a 8.0 cm de separación. ¿Cuál es la fuerza gravitacional entre las esferas?
3. ¿Cuál será la fuerza si las esferas descritas en el problema 2 se colocan con sus centros a 4.00 m de separación?
4. Si la masa de una de las esferas descritas en el problema 2 se duplicara, ¿qué tan separados deben estar estas las esferas para mantener la misma fuerza entre ellas?
5. La fuerza gravitacional entre dos esferas es de 2.50×10^{-8} N. sus centros están a 105 cm de separación. La esfera más pequeña tiene una masa de 8.2 kg. Encuentra la masa de la segunda esfera.
6. Supón que el satélite del ejemplo # 5 de los ejercicios ya resueltos en el módulo se mueve a una órbita de 24 km más grande en radio que la órbita anterior. ¿Cuál es la velocidad, es mayor o menor que la anterior? Explica.

II. Resuelve cada enunciado. (Valor :10 pts.)

- Su trabajo fue la base para el desarrollo de la ley de gravitación de Newton:
 - Aristóteles
 - Roemer
 - Kepler
 - Einstein
- Los planetas se mueven alrededor del Sol en órbitas:
 - elípticas
 - parabólicas
 - circulares
 - hiperbólicas
- Según la segunda ley de Kepler, un planeta debe moverse más rápido cuando está _____ el sol.
 - más cerca de
 - más alejado de
 - a una distancia promedio de
- Pesas 526 N en la tierra. El planeta X tiene el doble de masa de la Tierra y el doble de radio de la Tierra. ¿Cuál es tu peso en newton en el planeta x? Realiza el proceso completo.
 - 53 N
 - 263 N
 - 526 N
 - 1040 N
- Si un satélite se mueve en una órbita circular alrededor de un planeta el satélite tiene una _____ constante.
 - momentum
 - velocidad
 - masa
 - aceleración
- Un objeto que pesa 40 N en la superficie de la tierra pesaría solo 10 N cuando su distancia desde el centro de la tierra es _____.
 - duplicada
 - reducida a la mitad
 - triplicada
 - cuadriplicada
- ¿Cuáles de las siguientes son las unidades correctas para G, la constante gravitacional?
 - $\text{N}\cdot\text{m}/\text{kg}^2$
 - $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}$
 - $\text{N}\cdot\text{kg}^2/\text{m}^2$
 - $\text{N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$
- Un experimento mostró que la atracción entre una masa de 5.00 kg y una masa de 5,770 kg es de $5.77 \text{ kg} \times 10^{-6} \text{ N}$. Los centros de la esfera están separados por 0.569 m. ¿Cuál es el valor experimental de G? Realiza el proceso completo.
- Si pesas 637N en la superficie del planeta ¿cuál será tu peso en el planeta Marte? Marte tiene una masa de $6.37 \times 10^{23} \text{ kg}$ y un radio de $3.43 \times 10^6 \text{ m}$? Realiza el proceso completo.
- La fuerza gravitacional entre dos electrones separados por 1.00m es de $5.42 \times 10^{-71} \text{ N}$. Calcula la masa del electrón si $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2 / \text{kg}^2$

Tipos de masa



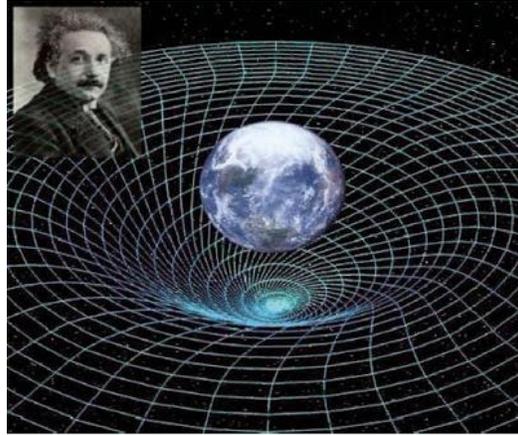
Realizado por Profa. K. Negrón

Newton concluyó que la masa inercial y la gravitacional son iguales en magnitud. Esta hipótesis se denomina **principio de equivalencia**. Todas las investigaciones hasta ahora han proporcionado datos que respaldan este principio. La mayor parte del tiempo nos referimos simplemente a la masa de un objeto. Albert Einstein también estaba intrigado por el principio de equivalencia y lo convirtió en un punto fundamental de su teoría de la gravedad.

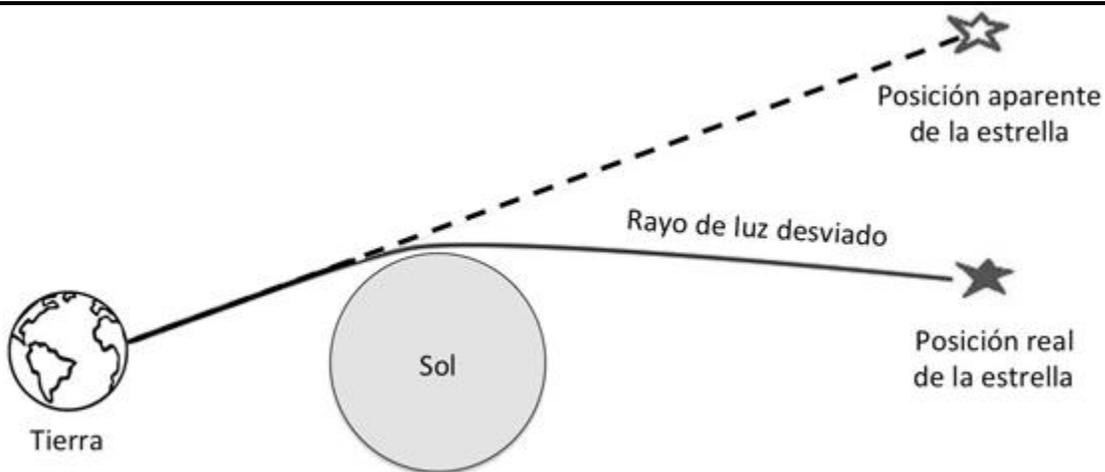
. Obtenido de: Física que inspira. Pag 176. (2020)

Teoría de la Gravedad de Einstein

La ley de gravitación universal de Newton nos permite calcular la fuerza de gravedad que existe entre dos objetos debido a sus masas. Albert Einstein propuso que la gravedad no es una fuerza, sino un **efecto del espacio**. Según la explicación de gravedad de Einstein, la masa cambia su espacio a su alrededor. La masa causa que el espacio se curve y que otros cuerpos se aceleren debido, a la forma en que siguen este espacio curvado. (Tomado de: Física que inspira 2020). Pag 178).



Recuperado de:
<https://www.astrofisicayfisica.com/2016/02/teoria-de-einstein-del-espacio-tiempo.html>



La luz se curva alrededor de objetos de gran tamaño. Esto altera la posición aparente de la fuente de luz.

Imagen tomada: <https://www.bbvaopenmind.com/ciencia/fisica/un-eclipse-para-confirmar-la-teoria-de-la-relatividad-general/>

Ejercicios de evaluación

Instrucciones. Llena los espacios en blanco. (Newton, ley de gravitación universal, Brahe, Cavendish, Kepler, peso, elipse, elíptica, radio, área, directamente, peso, inversamente, Einstein, aceleración, peso) (Valor: 15 pts.)

1. _____ fue conocido como un observador preciso de los cielos
2. _____ excelente matemático, formuló tres leyes del movimiento planetario.
3. El camino o la ruta del planeta alrededor del sol se le llama _____
4. Una línea imaginaria entre un planeta y el sol se desplaza en _____ iguales y períodos de tiempo iguales
5. El _____ promedio de la órbita de un planeta dividida al cubo entre el período de los planetas al cuadrado es igual a una constante.
6. _____ fue la primera persona en creer firmemente que el comportamiento de todos los cuerpos obedece a las Leyes Universales.
7. Todos en el universo atraen cuerpos con una fuerza que varía _____ con el producto de las masas.
8. La atracción gravitacional varía _____ con el cuadrado de la distancia entre las masas.
9. Newton pudo usar información concerniente a la luna para probar y verificar su _____.
10. _____ determinó el valor numérico para la constante gravitacional universal.
11. _____ es otro nombre para la atractiva fuerza gravitacional entre un objeto y la Tierra.
12. La _____ debida a la gravedad es el mismo para todos los objetos cerca de la superficie de la Tierra.
14. El _____ de un objeto varía inversamente con el cuadrado de su distancia desde el centro de la tierra.
15. _____ propuso por primera vez el concepto de gravedad como una peculiaridad del espacio en sí mismo.

Ejercicios de aplicación

Instrucciones. Escoge la alternativa correcta. (Valor:10 pts.)

- Postuló que el Sol era el centro del Sistema Solar.
 - Isaac Newton
 - Nicolás Copérnico
 - Charles Darwin
 - Louis Pasteur
- Instrumento movable para la observación de las estrellas y el Universo.
 - microscopio
 - telescopio
 - televisor
 - computadora
- El _____ les permiten a los científicos recoger datos de las profundidades del espacio.
 - radiotelescopio
 - radar Doppler
 - mapa geológico
 - dinanómetro
- La teoría del _____ es la más aceptada sobre el origen de universo y es la más aceptada hoy en día por la comunidad científica.
 - Big Bang
 - evolución
 - celular
 - atómica
- Las _____ son grupos de estrellas grandes con formas específicas.
 - satélites
 - constelaciones
 - galaxias
 - ráfagas
- Son esferas calientes y brillantes de gases formadas por nubes de polvo y gas.
 - estrellas
 - planetas
 - átomos
 - núcleos
- Todos los cuerpos celestes giran alrededor _____.
 - de la atmósfera
 - del núcleo
 - del sol
 - de los cometas
- Nuestro Sistema Solar se encuentra en _____.
 - La vía láctea
 - El universo pulsante
 - el exterior
 - en evolución
- Ciencia que estudia el universo.
 - astrología
 - cosmología
 - astronomía
 - evolución
- El científico _____ calculó y postuló sobre las órbitas de los cuerpos celestes.
 - Johannes Kepler
 - Isaac Newton
 - Galileo Galilei
 - Nicolás Copérnico

Lección 2.

Tema de Estudio: Segunda Ley de Movimiento de Newton

Estándares y expectativas: **ES.F.CF2.IE.4** Utiliza la segunda ley del movimiento de Newton al describir la relación matemática entre la fuerza neta sobre un objeto macroscópico, su masa y su aceleración. Ejemplos de datos pueden incluir tablas o gráficas de posición o velocidad como función de tiempo para objetos sujetos a una fuerza neta no balanceada, como un objeto en caída libre, un objeto rodando por una rampa o un objeto en movimiento halado por una fuerza constante. **ES.F.IT1.IT.1** Identifica una posible solución a un problema real y complejo, dividiéndolo en problemas más pequeños y manejables que se pueden resolver usando conocimientos de ingeniería.

Objetivos de aprendizaje:

- 1- Comprenderás y aplicarás la segunda ley de Newton en problemas de la vida real.
- 2- Describirás la relación matemática entre la fuerza neta sobre un objeto macroscópico, su masa y su aceleración
- 3- Describirás el movimiento a través de los conceptos: distancia, desplazamiento, rapidez, velocidad y aceleración.
- 4- Integrarás el Sistema internacional de Medidas, conversiones, cifras significativas, notación científica y despejar ecuaciones matemáticas.
- 5- Identificarás una posible solución a un problema real y complejo, dividiéndolo en problemas más pequeños y manejables que se pueden resolver usando conocimientos de ingeniería.

La segunda ley de movimiento de Newton

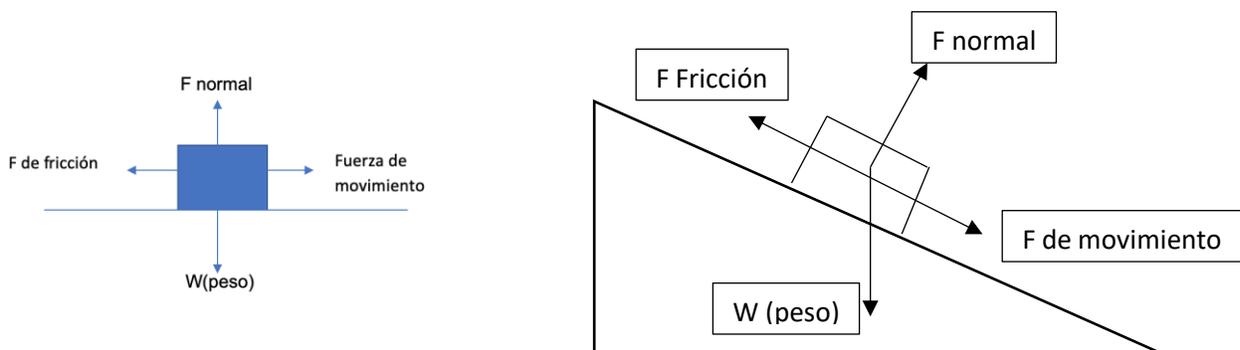
Isaac Newton, fue el científico que reconoció que los movimientos se producen por fuerzas no balanceadas. No solo eso, también formulo la segunda ley de movimiento donde indica que cuando una fuerza no balanceada actúa sobre un objeto, este se acelera. La aceleración varia directamente con la fuerza aplicada no balanceada y tendrá igual dirección que esta. La forma de representar esta ley es: **$F=ma$** . Donde **F** es fuerza, **m** es masa y **a** es aceleración. La unidad de fuerza se conoce como **N** (Newton). La unidad de N es equivalente a kgm/s^2 . La magnitud de las

fuerzas en el sistema ingles se expresa en libras, por tanto, 1 lb es equivalente a 4.45N.

Para la comprensión de la segunda ley de Newton es necesario definir, comprender y diferenciar las variables de masa y peso. La masa m depende de la cantidad de materia que tiene un objeto y el peso W se refiere a la fuerza gravitacional ejercida sobre un objeto por un cuerpo masivo. Por lo tanto, masa y peso no son lo mismo. Hay que considerar que la fuerza que actúa sobre una masa de 1.00kg que se deja caer libremente desde algún punto cercano a la Tierra, acelerará a $9.8m.s^2$, por lo que la fuerza que es ejercida sobre la masa es la fuerza de gravedad ($9.8m/s^2$). El Peso W se expresa como $W=mg$. W es el peso, m es la masa y g es la aceleración de la gravedad.

La fricción f también juega un rol muy importante en el movimiento de un cuerpo, esta es la Resistencia al movimiento entre dos objetos en contacto, por lo que actúa de forma paralela a las dos superficies en contacto y en una dirección opuesta al movimiento. La forma de representar la fuerza de fricción es $F_f=\mu F_N$. El coeficiente de fricción μ es la razón entre la fuerza de fricción y la fuerza normal F_N . La fuerza normal es la fuerza que empuja juntas dos superficies en contacto y es igual al peso. Ahora bien, la fuerza neta **es la suma vectorial de todas las fuerzas sobre un objeto**, $F_{neta} = \sum F$. Si la fuerza neta es cero el objeto se encuentra en equilibrio por lo que no hay movimiento.

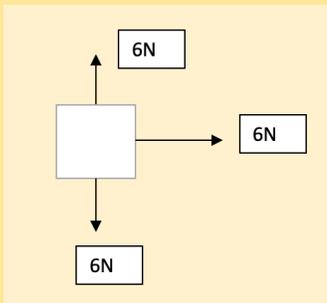
Diagramas de Fuerzas



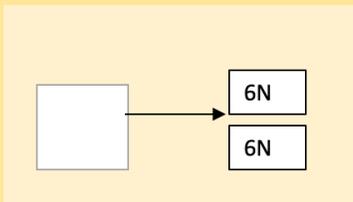
Ejercicios de práctica individual

Instrucciones. Resuelve los siguientes ejercicios relacionados al tema.

1. Un objeto con masa igual a 8 kg acelera a razón de 4 m/s^2 . ¿Cuánto es la fuerza neta que actúa en el objeto?
2. Si la fuerza no balanceada que actúa sobre una masa de 15 kg es de 21 N este, ¿cuál será su aceleración?
3. Determina el peso de una masa de 14 kg.
4. Determina la fuerza neta experimentada por un objeto sometido a fuerzas concurrentes.

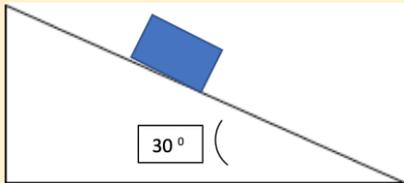


5. Determina la fuerza neta experimentada por un objeto sometido a fuerzas concurrentes.



Ejercicio de práctica individual

- Un bloque con un peso de 50N se coloca sobre el tope de una mesa. Se requiere una fuerza de 14N para mantener al bloque que se mueve a una velocidad constante. Determina el coeficiente de fricción entre las superficies del bloque y la mesa.
- Un baúl con un peso de 560N descansa sobre un plano con una inclinación de 30grados sobre la horizontal. Determina las magnitudes de los componentes perpendicular y paralelo del peso.



Ejercicio de evaluación

Instrucciones: Realiza las siguientes actividades relacionadas fuerza, masa, aceleración y movimiento. (Valor: 33 pts.)

- La segunda ley de Newton se describe como $F=ma$. Esto implica que a medida que la masa aumenta la fuerza producida es mayor. (2 pts.)
 - Cierto
 - Falso
- La fuerza de fricción es una (2 pts.)
 - Igual al movimiento
 - Perpendicular al movimiento
 - Opuesta al movimiento
 - No es una fuerza
- Tres fuerzas son aplicadas a una caja en reposo. La primera es de 5N este, la segunda es de 3N este y la tercera es de 8 N oeste. ¿Qué le sucede a la caja? (2 pts.)
 - Se mueve con una fuerza de 3N, Oeste
 - Se mueve con una fuerza de 8N, Oeste
 - No se mueve
 - Se mueve 8N, Este.

4. Un objeto con masa desconocida acelera a razón de 6 m/s^2 . La fuerza neta que actúa en el objeto es de 24N . ¿Cuál será su masa? Muestra procedimiento y resultado. (3 pts.)

5. Si la fuerza no balanceada que actúa sobre una masa de 10 kg es de 20 N este, ¿Cuál será su aceleración? Muestra procedimiento y resultado. (3 pts.)

6. Determina el peso de las siguientes masas. (6 pts)

a. 18 kg

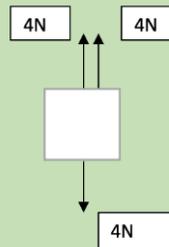
b. 0.56 kg

c. 13 kg

7. Determina la fuerza neta experimentada por un objeto sometido a fuerzas concurrentes. (2 pts.)



8. Determina la fuerza neta experimentada por un objeto sometido a fuerzas concurrentes. (2 pts.)



9. Un bloque con un peso de 30N se coloca sobre el tope de una mesa. Se requiere una fuerza de fricción desconocida para mantener al bloque que se mueve a una velocidad constante. El coeficiente de fricción entre las superficies del bloque y la mesa es de 0.350 . Determina la fuerza de fricción desconocida. (3 pts.)

10. Una caja con un peso de 480N descansa sobre un plano con una inclinación de 45 grados sobre la horizontal. Determina las magnitudes de los componentes perpendicular y paralelo del peso. (6 pts.)

Lección 3.

Tema de estudio: Las leyes de Coulomb

Estándares y expectativas: **ES.F.CF2.IE.3** Utiliza el conocimiento sobre las distintas leyes del movimiento para aplicarlas en la solución de problemas en la vida diaria. El énfasis está en las leyes de Newton, Coulomb, y Kepler. **ES.F.CF2.IE.5** Usa representaciones matemáticas de la ley de gravitación de Newton y la Ley de Coulomb para describir y predecir las fuerzas gravitacionales y electrostáticas entre los objetos.

Objetivos de aprendizaje:

1. Identificarás el comportamiento de las cargas eléctricas positivas y negativas.
2. Tendrás los conocimientos necesarios para así poder calcular la fuerza eléctrica entre dos cuerpos cargados eléctricamente.
3. Identificarás aplicaciones tecnológicas de la electrostática en la vida moderna.
4. Comprenderás las propiedades eléctricas de la materia.

Introducción:

En el módulo anterior, ya habíamos repasado algunos conceptos relacionados al tema de estudio. No obstante, repasaremos algunos de los conceptos que necesitas darle importancia y algunos detalles relacionados al tema.

I. Electrostática

La electrostática estudia los fenómenos relacionados con cargas eléctricas estacionarias.

1. Carga eléctrica

Existen dos tipos de carga eléctrica que han sido llamadas positiva (+) y negativa (-). Los objetos pueden tener carga eléctrica neta (total): Positiva (+) Negativa (-) Cero (neutros)

Algunos objetos se cargan eléctricamente al ser frotados contra otros.
(Ejemplos: barra de vidrio con seda, globo con el pelo)

Importante:

- *Objetos con cargas eléctricas del mismo signo se repelen.
- *Objetos con cargas eléctricas con signo opuesto se atraen.
- *La carga eléctrica está cuantizada (toda carga es un múltiplo de una carga fundamental llamada e , la cual es la magnitud de la carga eléctrica del electrón).

Ley de conservación de carga eléctrica

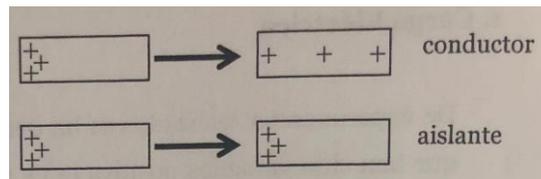
La carga neta producida en un proceso físico es cero. La carga eléctrica no se crea ni se destruye, solo se puede transferir.

2. Conductores y Aislantes

Los materiales se pueden clasificar usando dos grupos dependiendo de sus propiedades eléctricas:

- **conductor:** material en el cual las cargas eléctricas se mueven libremente. (metales)
- **aislante:** material en el que las cargas eléctricas NO se mueven libremente. (vidrio, goma)

Si colocamos una cantidad de carga eléctrica en la superficie de un conductor neutro, esta se distribuye uniformemente en su superficie. Si hacemos lo mismo con un aislante, las cargas permanecerán en el lugar donde se colocaron originalmente.

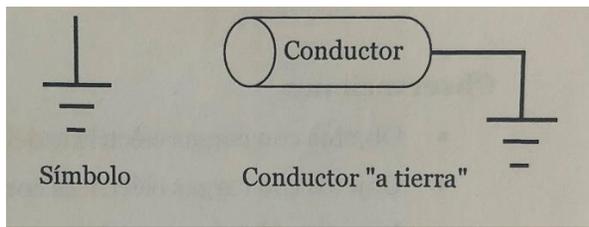


Recuperado de:

Hojas sueltas Laboratorio de Física – 2 (2012). UPR Aguadilla

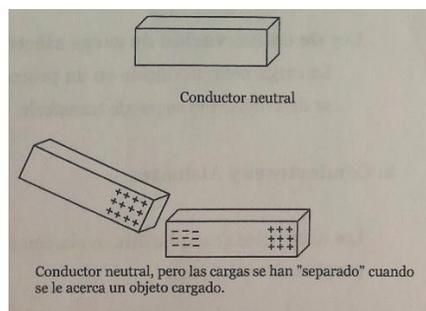
Cuando un conductor está conectado a la Tierra por medio de un material conductor decimos que el conductor este “**a tierra**” (ground). La Tierra funciona como

una reserva ilimitada de carga eléctrica. El símbolo usado para “conductor a Tierra.”



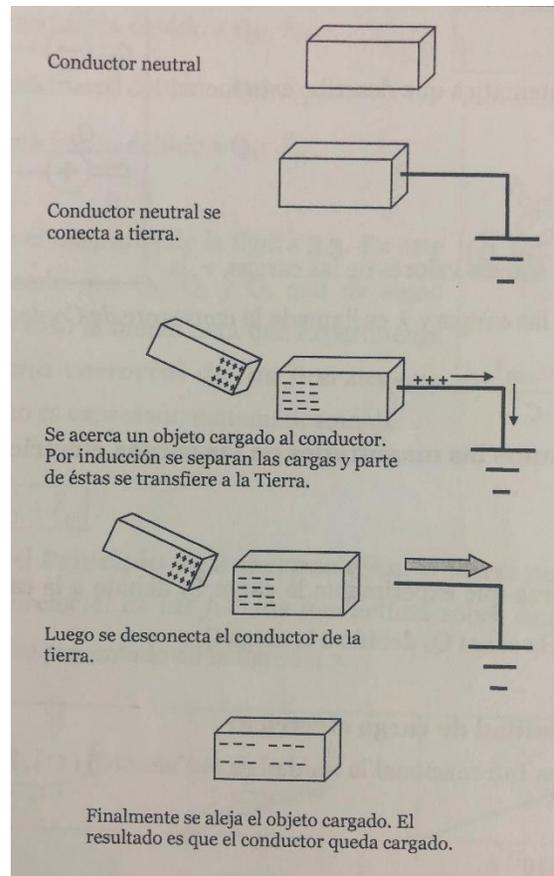
Recuperado de:
Hojas sueltas Laboratorio de Física – 2 (2012). UPR Aguadilla

Un conductor se puede cargar eléctricamente mediante el fenómeno de **inducción**. Este fenómeno ocurre debido a que en un conductor las cargas pueden moverse libremente. Si acercamos un objeto cargado a un conductor, las cargas eléctricas se separan parcialmente: las que son de signo opuesto a las del objeto cargado se mueven más cerca del objeto y las de signo igual se mueven en el sentido opuesto. Decimos que el objeto cargado indujo carga eléctrica en los extremos del conductor.



Recuperado de:
Hojas sueltas Laboratorio de Física – 2 (2012). UPR Aguadilla

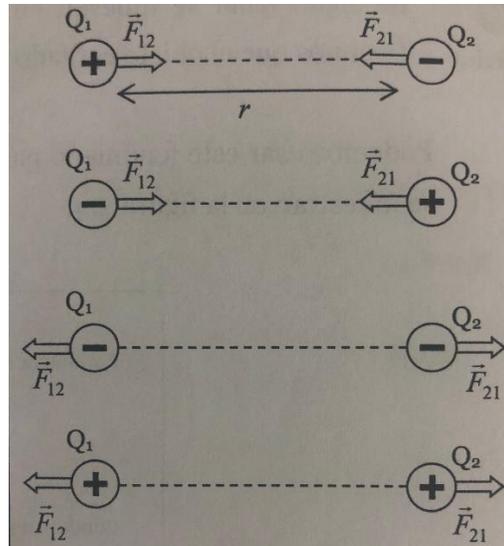
Podemos usar este fenómeno para cargar eléctricamente un conductor. Los pasos para seguir se muestran a continuación.



Recuperado de:
Hojas sueltas Laboratorio de Física – 2 (2012). UPR Aguadilla

3. La Ley de Coulomb

Anteriormente mencionamos que los objetos con cargas eléctricas del mismo signo se repelen y los objetos con signo opuesto se atraen. Estas observaciones se resumen en la siguiente figura.



Recuperado de:
Hojas sueltas Laboratorio de Física – 2 (2012). UPR Aguadilla



Recuperado de:
<https://www.history.com>

Charles Coulomb encontró experimentalmente que la magnitud de la fuerza que experimentan las cargas es directamente proporcional a las magnitudes de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre las cargas. La fuerza actúa a lo largo de la línea que une a las cargas eléctricas.

La ecuación matemática que describe esta fuerza es:

$$F = k \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

Donde:

F = fuerza eléctrica de atracción o repulsión en Newtons (N).

k = es la **constante de Coulomb o constante eléctrica de proporcionalidad**. La fuerza varía según la permitividad eléctrica (ϵ) del medio, bien sea agua, aire, aceite, vacío. (**$K=9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$**)

q = valor de las cargas eléctricas medidas en Coulomb (C).

r = distancia que separa a las cargas. Se mide en metros (m).

*En el Sistema Internacional la unidad de carga eléctrica es el Culombio (C). Este se define de la siguiente manera: $1\text{ C} = 6.25 \times 10^{18} e$, donde e es la magnitud de la carga del electrón, la cual tiene el valor: $e=1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$.

Ejercicio de práctica individual:

1. Tenemos dos cargas positivas $q_1 = 2\text{ C}$, $q_2 = 10\text{ C}$; ambas están separadas a una distancia de 10 cm en el vacío. Calcula la fuerza que actúa entre las dos cargas.

Ejercicios de evaluación (valor: 10 puntos)

Instrucciones: Selecciona la mejor alternativa para cada uno de los siguientes enunciados (Valor: 10 pts.)

_____ 1. La carga neta producida en un proceso físico es cero. La carga eléctrica no se crea ni se destruye, solo se puede transferir.

- | | |
|-------------------------|-------------------------------------------|
| a. carga por conducción | c. Ley de conservación de carga eléctrica |
| b. carga por inducción | d. Ley de Coulomb |

_____ 2. _____ es la unidad de carga eléctrica en el S.I.

- | | |
|----------------|---------------|
| a. Amperio (A) | c. N/C |
| b. Coulomb (C) | d. Newton (N) |

_____ 3. La fuerza entre dos cargas es igual al producto de las dos cargas multiplicadas un número constante de veces, dividido por el cuadrado de la distancia entre ellas:

- | | |
|-------------------|--------------------|
| a. Ley de Ohm | c. Ley de Kepler |
| b. Ley de Coulomb | d. Leyes de Newton |

_____ 4. Los objetos pueden tener las siguientes cargas eléctricas neta:

- | | |
|-----------------|------------------------|
| a. Positiva (+) | c. cero |
| b. Negativa (-) | d. todas son correctas |

_____ 5. _____ es un fenómeno que ocurre debido a que en un conductor las cargas pueden moverse libremente.

- | | |
|---------------|--------------|
| a. Inducción | c. aislante |
| b. Conducción | d. conductor |

_____ 6. Un material en el cual las cargas eléctricas se mueven libremente es un:

- a. aislante
- b. neutro
- c. conductor
- d. semiconductor

_____ 7. Los objetos con cargas eléctricas del mismo signo se _____.

- a. repelen
- b. atraen
- c. transfieren
- d. ninguna de las anteriores

_____ 8. _____ es un material en el que las cargas eléctricas NO se mueven libremente.

- a. conductor
- b. semiconductor
- c. aislante
- d. todas las anteriores

_____ 9. La _____ estudia los fenómenos relacionados con cargas eléctricas estacionarias.

- a. termodinámica
- b. electrostática
- c. física de partículas
- d. hidrodinámica

_____ 10. Cuando las cargas se miden en _____, la distancia en _____ y la fuerza en _____, la constante es $K=9.0 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$

- a. coulombs, Kilómetros, Newton
- b. Amperio, metros, Newton
- c. coulombs, micrómetros, Newton
- d. coulombs, metros, Newton

II. Resuelve el siguiente ejercicio: (5 pts.)

1. Dos cargas están separadas por 3.0 cm. El objeto A tiene una carga de $+6.0 \mu\text{C}$, y el objeto B tiene una carga de $+3.0 \mu\text{C}$. ¿Cuál es la fuerza sobre el objeto A?

Lección 4

Tema de Estudio: Las Leyes del movimiento planetario de Kepler

Estándares y expectativas: **ES.F.CF2.IE.3** Utiliza el conocimiento sobre las distintas leyes del movimiento para aplicarlas en la solución de problemas en la vida diaria. El énfasis está en las leyes de Newton, Coulomb, y Kepler.

Objetivos de aprendizaje:

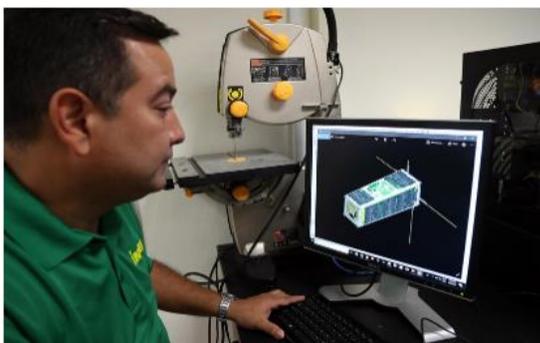
Después de completar el estudio de las leyes del movimiento planetario de Kepler:

- Analizarás correctamente el periodo y el radio orbital de los planetas y los satélites naturales y artificiales.
- Te interesarás en interpretar matemáticamente la trayectoria de los objetos que orbitan alrededor de otro.
- Aplicarás correctamente las destrezas matemáticas en las fórmulas presentadas.

Introducción:

Muy pronto Puerto Rico tendrá su primer satélite orbitando nuestro planeta Tierra.

Lea la noticia publicada el 31 de marzo de 2018 por Gerardo E. Alvarado León en el periódico el Nuevo Día. Oprima el siguiente enlace: <https://www.elnuevodia.com/ciencia-ambiente/otros/notas/un-satelite-boricua-surcara-el-espacio/>



Nota: Imagen tomada por David Villafañe/Reportero: Gerardo Alvarado León/Periódico El Nuevo Día (31 de marzo de 2018).

El 7 de septiembre de 2020, a través de los medios de noticias y redes sociales se anunció la fecha para el lanzamiento del cohete Dragon de la empresa SpaceX. Este cohete transportará al primer satélite diseñado, construido y programado totalmente en Puerto Rico. El evento del lanzamiento está programado para el 12 de marzo de 2021 desde el Centro Espacial de la NASA John F.

Kennedy, en Cabo Cañaveral, Florida.

Pues ahora, imagine por un momento que a usted se le asigne la tarea de diseñar un satélite. Una consideración importante sería su órbita. Por lo tanto, usted necesitará saber cómo se movería su satélite en el espacio cuando esté orbitando alrededor de la Tierra. Para hacerlo, debe comprender las leyes de Kepler. Las leyes de Kepler contienen las reglas básicas que ayudarán a comprender el movimiento de un planeta, o de un cometa alrededor del Sol, pero también de un satélite natural o artificial alrededor de un planeta.

Johannes Kepler (1571-1630)

Johannes Kepler, trabajó con los datos minuciosamente recopilados por Tycho Brahe, y sin la ayuda de un telescopio (en aquella época todavía no existían los telescopios), desarrolló tres leyes que describen el movimiento de los planetas (Nave, 2017).

Las leyes de Kepler describen cómo se comporta un cuerpo celeste cuando orbita algo masivo, explican cómo los planetas, asteroides y cometas orbitan alrededor del sol, y se pueden utilizar para describir cómo orbitan las lunas alrededor de un planeta (Kelly, 2015).

ero, no solo se aplican a nuestro sistema solar, se pueden usar para describir las órbitas de cualquier exoplaneta alrededor de cualquier estrella. Con algunas modificaciones, se pueden usar para describir cómo las estrellas binarias orbitan entre sí, cómo las estrellas orbitan un agujero negro o cómo una estrella enana blanca órbita alrededor de una estrella de neutrones. También, las Leyes del Movimiento Planetario de Kepler se pueden usar para describir cómo (algunos)



Nota: Imagen de Johannes Kepler:
Recuperada de: chandra.harvard.edu/edu/formal/icecore/The_Astronomers_Tycho_Brahe_and_Johannes_Kepler.pdf

discos de gas orbitan alrededor de una estrella o un agujero negro (Kelly. 2015). El



Nota: Imagen de la Misión DART- Agencia Espacial Europea. Recuperado de <https://earthsky.org/space/aida-didymoon-plan-to-deflect-asteroid>

hallazgo de Kepler, de hace aproximadamente 400 años, también ayuda a los científicos a comprender las fechas correctas para lanzar cohetes y naves en las misiones espaciales. Por ejemplo: Según explican Hautaluoma, Handal y Surowiec (2020), la primera misión de defensa planetaria de la NASA, conocida actualmente como la Misión DART (“Double Asteroid Redirection Test”, en español “Prueba para la Redirección de un Asteroide Doble”), se creó cuando hace

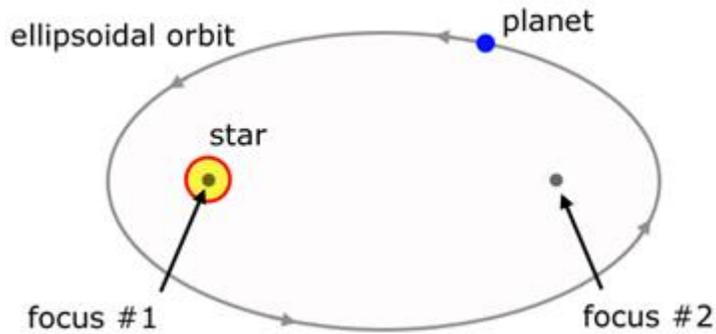
casi dos décadas, se descubrió que un asteroide cercano a la Tierra tenía una luna. Al sistema binario se le dio el nombre de "Didymos", que en griego significa "gemelo". La misión DART consiste en un proyecto espacial que lanzará un cohete desde la Tierra. Este cohete pondrá en trayectoria a una sonda que impactará a la luna del asteroide Didymos. Según explica Atchison (2019), la primera ley del movimiento planetario de Kepler permitirá a los científicos realizar los cálculos para fijar la trayectoria de la sonda DART desde la Tierra hasta colisionar con la luna del asteroide Didymos, y así poder estudiar cómo responde este cuerpo a la fuerza del impacto de la sonda. Visite el siguiente enlace para más detalles: <https://earthsky.org/space/aida-didymoon-plan-to-deflect-asteroid>

Las Tres Leyes del Movimiento Planetario de Kepler

El astrónomo alemán Johannes Kepler (1571-1630) publicó sus dos primeras leyes del movimiento orbital planetario en 1609 (TUFTS University, 2020).

- **Primera Ley del Movimiento Planetario de Kepler (La Ley de las Órbitas)**

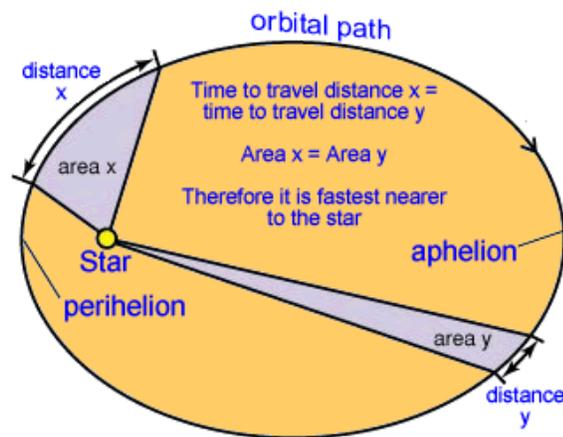
Todos los planetas se mueven en órbitas elípticas, con el sol en un foco.



Nota: Imagen recuperada de: <https://www.a-levelphysicstutor.com/field-gravit-3.php>

- **Segunda Ley del Movimiento Planetario de Kepler (La ley de las áreas)**

Una línea imaginaria que conecta un planeta con el sol barre áreas iguales en intervalos de tiempos iguales.



Nota: Compare el área x con el área y. Note que cuando el planeta está más cerca del sol, se mueve más rápido, recorriendo un camino más largo en un tiempo determinado. Imagen recuperada de: https://www.cyberphysics.co.uk/topics/forces/orbital_motion.htm

- **Tercera Ley del Movimiento Planetario de Kepler (La Ley de los Periodos)**

El cuadrado de la razón de los períodos de cualesquiera dos planetas girando alrededor del Sol es igual al cubo de la razón de sus distancias medias del sol.

(En otras palabras, la razón del cuadrado del tiempo que tarda cualesquiera dos planetas en completar una vuelta alrededor del Sol es proporcional al cubo de la distancia promedio entre esos dos planetas y el Sol).

La tercera ley del movimiento planetario de Kepler se puede expresar matemáticamente de la siguiente manera:

$$\left(\frac{T_A}{T_B}\right)^2 = \left(\frac{r_A}{r_B}\right)^3$$

¿Cómo se relacionan la del Movimiento Planetario de Kepler y la Ley de Gravitación Universal de Newton?

Las leyes de Kepler son consecuentes con la Ley de Gravitación Universal de Newton. Newton demostró que las leyes de Kepler concurren con la fuerza gravitacional que existe entre cualquiera dos objetos. La Ley de Gravitación Universal de Newton, junto a las Leyes del Movimiento Planetario de Kepler, proveen las bases para la descripción matemática completa del movimiento de los planetas y los satélites.

Esta relación puede expresarse matemáticamente como la versión de Newton de la Tercera Ley del Movimiento Planetario de Kepler de la siguiente manera:

$$T^2 = \left(\frac{4\pi^2}{GM_S}\right)r^3$$

(Serway y Faughn, 2003)

Ejercicios de práctica individual

Instrucciones: Utilice la fórmula de la tercera ley del movimiento planetario de Kepler y la fórmula combinada de Newton con la tercera ley de Kepler para resolver los siguientes problemas

- (1) Júpiter está 5.2 veces más lejos del Sol que la Tierra. Encuentra el periodo orbital de Júpiter en años de la Tierra.
- (2) El planeta Urano requiere 84 años en completar su órbita alrededor del Sol. Encuentre el radio orbital de Urano como múltiplo del radio orbital de la Tierra.
- (3) Mimas, una de las lunas de Saturno, tiene un radio orbital de 1.87×10^8 m y un periodo orbital de aproximadamente 23.0 horas. Use la versión de Newton de la tercera ley de Kepler para encontrar la masa de Saturno.

(Nota: Ejercicios recuperados del libro Physics: Principles and Problems de Zitzewitz et al., (2009), págs. 191-192)

Ejercicio de evaluación

Instrucciones: Utilice la fórmula de la tercera ley del movimiento planetario de Kepler y la fórmula combinada de Newton con la tercera ley de Kepler para resolver los siguientes problemas. (Valor total de la evaluación = 40 pts).

- (1) El planeta Venus tiene un periodo orbital de 225 días de la Tierra. Encuentra la distancia entre el Sol y Venus como múltiplo del radio orbital de la Tierra.
- (2) Cada 74 años el cometa Halley es visible desde la Tierra. Encuentra la distancia promedio entre el cometa y el Sol en Unidades Astronómicas (UA). (Para la Tierra, $r = 1.0$ UA)
- (3) La Luna está a 3.9×10^8 m de la Tierra y tiene un periodo orbital alrededor de la Tierra de 27.33 días. Use la fórmula versión de Newton de las Leyes de Kepler para calcular la masa de la Tierra.
- (4) Calcule la masa del Sol. Utilice la fórmula versión de Newton de las Leyes de Kepler. ($r_E = 1.50 \times 10^{11}$ m; $T_E = 3.156 \times 10^7$ s)

(Nota: Ejercicios recuperados del libro Physics: Principles and Problems de Zitzewitz et al., (2009), págs. 192-193)

Rúbrica para evaluar cada uno de los ejercicios	
Criterios	Valor
Despeja correctamente la fórmula para encontrar el valor de la variable desconocida	3
Realiza los cálculos incluyendo las unidades de las dimensiones correspondientes	2
Realiza los cálculos respetando el orden de operaciones matemáticas	3
Calcula correctamente el resultado final respetando las reglas de redondeo y cifras significativas.	2
Cada ejercicio tiene un Valor Total de:	10 pts.

Tema: Actividad de aprendizaje de diseño para ingeniería:

Indicador: ES.F.IT1.IT.1 Identifica una posible solución a un problema real y complejo, dividiéndolo en problemas más pequeños y manejables que se pueden resolver usando conocimientos de ingeniería.

Objetivo de aprendizaje:

Mediante la actividad de aprendizaje para diseño de ingeniería, el estudiante:

- Investigará con interés acerca de los tipos de satélites de comunicación que están orbitando alrededor de la Tierra.
- Explicará satisfactoriamente cómo aplicará la Tercera Ley del Movimiento Planetario de Kepler al calcular la órbita sincrónica de un satélite sincrónico.
- Diseñará con originalidad un satélite para mejorar las comunicaciones en Puerto Rico.

Descripción

Como se había mencionado anteriormente, el primer satélite puertorriqueño estará prontamente orbitando alrededor de la Tierra. En este se estarán realizando unos experimentos para investigar acerca de la formación de los planetas y las estrellas. Sin embargo, luego de completar los experimentos, Se necesita probar cómo este satélite puede funcionar como un satélite de comunicación. Por consiguiente, debe

tener una órbita sincrónica, es decir, que su periodo orbital sea igual al periodo de rotación de la Tierra:

Actividad:

- 1) Explica paso a paso cómo aplicarías la tercera ley del movimiento Planetario de Kepler para proponer una posible solución al problema que se presenta a continuación, obtenido de: Stern (2014), <https://pwg.gsfc.nasa.gov/stargaze/Kep3laws.htm> :

¿A qué distancia (del centro de la Tierra) orbitan los satélites síncronos? Estos son (en su mayoría) satélites de comunicación y tienen un período de 24 horas, lo que ayuda a hacer coincidir la longitud con la misma estación, manteniéndola a la vista en cualquier momento. La Luna está a 60 RE (radios terrestres) de distancia y tiene un período de $T = 27,3217$ días (consulte la sección 20 sobre gravitación). La órbita sincrónica es circular, por lo que A también es su radio R .

- 2) Presenta un diseño propio y original de un satélite.

Rúbrica para evaluar problema Actividad 1 y 2 Diseño para Ingeniería	
Criterios	Valor
Redacta una explicación detallada de los pasos que se deben aplicar con la tercera ley del Movimiento Planetario de Kepler para resolver el problema	5
Despeja correctamente la fórmula para encontrar el valor de la variable desconocida	3
Realiza los cálculos incluyendo las unidades de las dimensiones correspondientes	2
Realiza los cálculos respetando el orden de operaciones matemáticas	3
Calcula correctamente el resultado final respetando las reglas de redondeo y cifras significativas.	2
Presenta un diseño original de un satélite de comunicación con detalles como el tipo de energía que lo hará funcionar, el o los instrumentos para recibir y retransmitir la señal de comunicación, el tamaño, el material de construcción, etc.	10
Cada ejercicio tiene un Valor Total de:	25 pts.

Lección 5

Tema de Estudio: Momentum

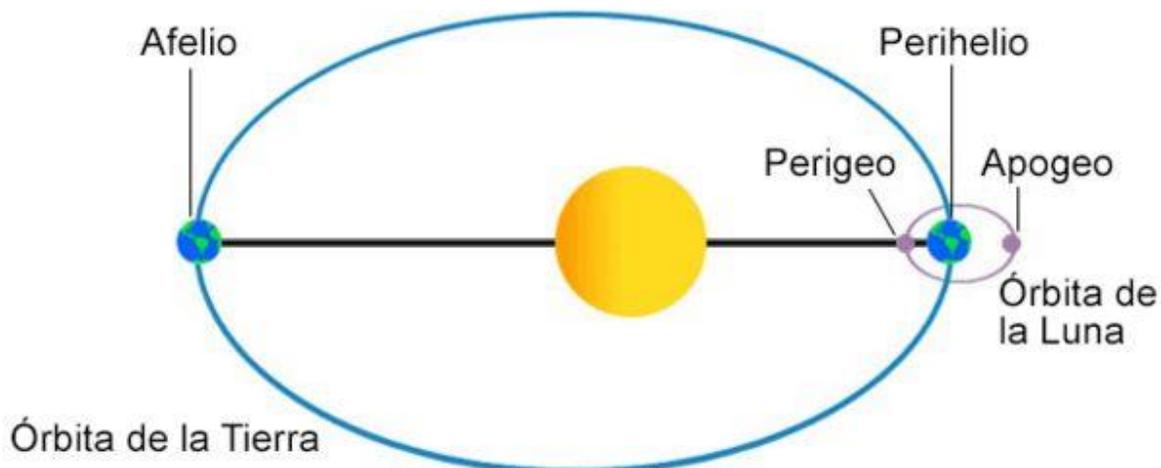
Estándares y expectativas: **ES.F.CT1.IE.2** Describe y predice fenómenos naturales como el movimiento de los cuerpos celestes, el movimiento relativo y otros, apoyado en las leyes que describen el movimiento planetario y de los satélites.

Objetivos de aprendizaje:

- Compararás los sistemas antes y después de un choque con momentum.
- Definirás el momentum de un objeto.
- Determinarás el impulso dado a un objeto.
- Reconocerás que el impulso es igual al cambio en el momentum de un objeto.

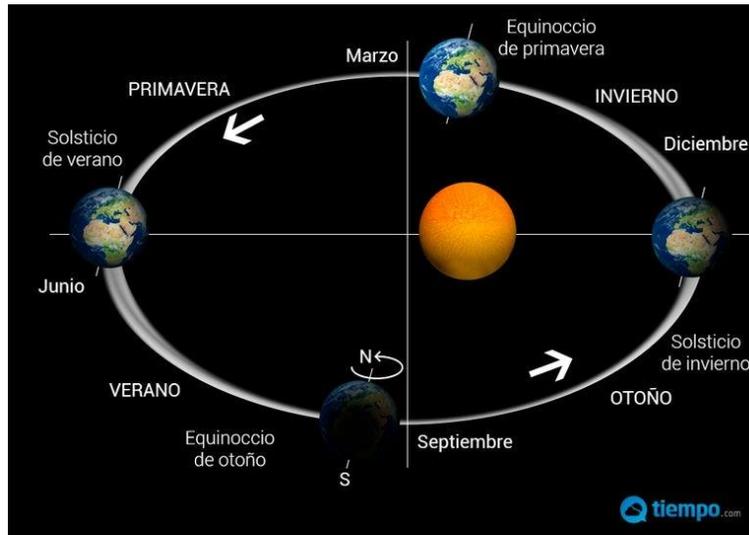
Introducción

Los planetas se mueven en órbitas elípticas donde el Sol se encuentra en uno de los focos de la elipse. La elipse trazada por un planeta tiene forma simétrica pero su movimiento no es simétrico, esto explica por qué las estaciones del año son distribuidas desigualmente. Cuando un planeta se encuentra en su punto más cerca del sol se le llama **perihelio** (**perigeo** para un satélite de la Tierra) y para el punto más lejano o de máxima distancia **afelio** o **apogeo**.



Recuperado de: <https://www.nasa.com>

Los puntos de referencia del año son los dos solsticios y los dos equinoccios. Las posiciones del equinoccio están en los lados opuestos de la órbita de la Tierra, a 180° de distancia; aún así para llegar al invierno le toma unos cuantos días más que para llegar al verano.



Recuperado de: <https://www.tiempo.com>

En el invierno del hemisferio norte de la Tierra, la velocidad de esta será más rápida. La segunda Ley de Kepler describe la manera en que la velocidad v de un objeto orbitando un solo centro varía alrededor de su órbita. Esto significa que la velocidad v incrementa cuando su distancia r se reduce y viceversa. Este efecto se denomina momentum angular y se define como el producto del momentum de inercia de un objeto y su velocidad angular. ¿Pero, qué es momentum y qué es una velocidad angular? Comencemos por explicar el concepto momentum.



Recuperado de: <https://www.experimentoscientificos.com>

Momentum lineal

Definimos momentum como la medida de la masa en movimiento: cuanta masa está en movimiento. Generalmente se utiliza el símbolo p para identificarlo.

$$p = m \cdot v$$

Donde m es la masa y v si velocidad, en el sistema métrico internacional sus unidades son Kg.m/s y siempre es una cantidad vectorial. Ósea a medida que aumenta su masa o su velocidad significa que el momentum aumentará también. Pero lo que resulta muy útil e interesante es la relación que este concepto posee con la segunda ley de movimiento de Newton $F = ma$.

La segunda ley de movimiento de Newton puede reescribirse en términos de cambios en velocidad dividida entre un intervalo de tiempo.

$$F = ma = m \left(\frac{\Delta v}{\Delta t} \right)$$

Cuando multiplicamos ambos lados por el intervalo (Δt) da como resultado la siguiente ecuación:

$$F\Delta t = m\Delta v = m(v_f - v_i)$$

Ejercicios de práctica individual

Instrucciones: Resuelve el siguiente ejercicio relacionado al tema de momentum

Un automóvil deportivo de 2,200 kg de peso (SUV) que viaja a 94 km/h puede detenerse en 21 segundos, aplicando los frenos suavemente, en 5.5 segundos en una parada de emergencia, o en 0.22 segundos si se estrella contra un muro de concreto. ¿Qué fuerza promedio se ejerce sobre el SUV en cada una de estas detenciones?

Aprendiendo un poco más: ¿Cómo funcionan las bolsas de aire para seguridad en los autos?



https://www.youtube.com/watch?time_continue=1&v=cyKa6TMzFt4&feature=emb_logo

Impulso

El lado izquierdo de la ecuación $F = m\Delta t$ se define como el impulso, término que cuantifica el efecto de la fuerza a través del tiempo y equivale exactamente a un cambio en momentum Δp , lo que se llama teorema del impulso y el momentum. Al impulso de un sistema se le reconoce con la letra I y en el sistema internacional de medidas su unidad es el N.s

$$\text{Teorema del impulso- momentum} \quad F\Delta t = p_f - p_i$$

Si la fuerza cambia con el tiempo la magnitud del impulso es equivalente al área bajo la curva de la gráfica fuerza vs tiempo

Ley de conservación de momentum

En física el término conservación se refiere algo que no cambia ósea tiene el mismo valor antes y después de un evento. Existen tres cantidades fundamentales que no cambian, momentum lineal, la energía y el momentum angular. La ley de conservación de momentum establece que la fuerza neta que actúa sobre un objeto es

ceros, el momentum lineal total del objeto permanece constante. La ley de conservación de momentum no es otra cosa que la consecuencia de la tercera ley de Newton.

$$F_{B \text{ sobre } A} = -F_{A \text{ sobre } B}$$

La cantidad neta de movimiento se conserva en los choques

$$\text{Para la bola A: } p_{fA} = F_{B \text{ sobre } A} \Delta t + p_{iA}$$

$$\text{Para la bola B: } p_{fB} = F_{A \text{ sobre } B} \Delta t + p_{iB}$$

Utilizando el resultado de la tercera ley de Newton

$$F_{B \text{ sobre } A} = -F_{A \text{ sobre } B}$$

Se suman los dos momentum de las bolas

$$\text{Conservación de momentum } p_{ia} + p_{ib} = p_{fa} + p_{fb}$$

Ejercicio de práctica individual

Instrucciones. Resuelve el siguiente ejercicio relacionado al tema.

Durante una reparación en la estación espacial internacional, un astronauta de masa 90kg reemplaza una bomba dañada del sistema de refrigeración de 360kg. Inicialmente, el astronauta y la bomba están en reposo en relación con la estación. Cuando empuja la bomba al espacio, se empuja en dirección opuesta. En este proceso, la bomba adquiere una velocidad de 0.2 m/s desde la estación. ¿Cuál es el valor de la velocidad escalar adquirida por el astronauta en relación con la estación después del empuje?

Momentum angular

El teorema del impulso y momentum es útil si el momentum de un objeto es lineal. ¿Cómo puedes describir un momentum angular en el caso de un objeto que se encuentre girando? La velocidad de un objeto que se encuentra en rotación solo cambia cuando se le aplica un torque. El **torque** es la fuerza que se aplica a algo para que gire. Cuanto mayor sea el torque mayor será el cambio en el movimiento rotacional. La cantidad de movimiento angular que se emplea en objetos rotantes se denomina momentum angular. Así como el momentum lineal cambia cuando una fuerza actúa sobre él, el momentum angular cambia cuando un torque se aplica al mismo. El momentum angular se representa con la letra L y sus unidades en el sistema métrico son $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{s}$.

El momentum angular de un objeto se define como el producto entre el momentum de inercia y su velocidad angular $L = I\omega$

Momentum de inercia, I :

El momento de inercia se define como la resistencia a la rotación y se representa con la letra I . Este es igual a la masa del objeto por el cuadrado de la distancia del objeto respecto del eje de rotación. Cuando una masa se aleja de su eje de rotación más difícil le es cambiar la velocidad de rotación.

Velocidad angular, ω : La velocidad angular es la tasa de variación del desplazamiento angular por unidad de tiempo.

Ejercicio de práctica individual

Instrucciones. Resuelve el ejercicio relacionado al tema.

Al final de una rutina de competencia, un patinador gira sobre un punto a velocidad de 2.5 rotaciones por segundo. Si supones que su momentum de inercia es $0.50 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ ¿Cuál es su momentum angular?

Ejercicios de evaluación

Instrucciones. A continuación, se presenta cuatro ejercicios de práctica. Cada ejercicio tiene valor de 5 puntos, en donde se indique deberás mostrar los pasos completos. (20 pts.)

1. ¿Qué tiene mayor momentum, un camión estacionado o una gota de lluvia?
2. La velocidad de una pelota de basquetbol es la misma justo antes y después de golpear el suelo. ¿El impulso y el cambio de momentum son iguales cuando golpea el suelo? Si no lo son, ¿en qué dirección ocurre el cambio en momentum?
3. Una defensa de 120kg viaja a 20m/s y choca con otro jugador que se encontraba en reposo durante 1.5s. ¿Cuál es la fuerza de impacto? Muestra todos tus pasos.
4. Un objeto de 4.0kg viaja en dirección oeste a 25 m/s y golpea un objeto en reposo de 15kg. El objeto de 4.0 kg rebota hacia el este a 8.0m/s. ¿Cuál es la velocidad y dirección del objeto de 15kg?

Lección 6

Tema de Estudio: Movimiento circular

Estándares y expectativas: **ES.F.CF2.IE.8** Diseña un experimento para explicar los principios y aplicaciones del movimiento circular uniforme y el movimiento armónico simple.

Objetivos de aprendizaje:

- Explicarás la aceleración de un objeto que se mueve en un círculo con una rapidez constante.
- Describirás como la aceleración centrípeta depende de la rapidez del objeto y del radio del círculo.
- Describirás el movimiento armónico simple y explicarás como la aceleración debida a la gravedad influye sobre el movimiento

Movimiento circular uniforme

Una patinadora que ejecuta volteretas gira alrededor del eje formado por su pie en línea recta alrededor de la cual realiza la rotación. La rapidez será determinada por la posición de sus brazos con relación al centro de su cuerpo.

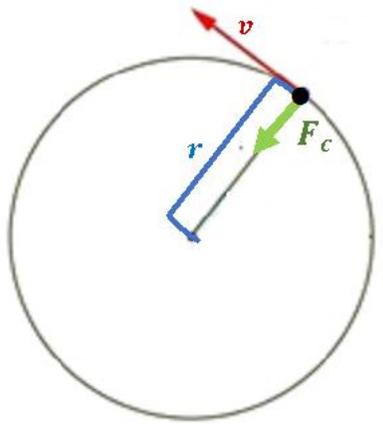


Recuperada de: <https://www.istockphoto.com/photo/female-skater-performing-jump-during-figure-skating-competition-gm467876989-34199886>



Recuperada de: <https://unsplash.com/s/photos/emjoin-the-carousel>

Contrario a la velocidad experimentada por un niño en un carrusel este se mueve a velocidad constante. Ese niño está en un **movimiento circular uniforme**. De igual forma la ropa en el interior de una lavadora. El **Movimiento Circular Uniforme (MCU)** es el movimiento que describe una partícula u objeto que se mueve en una trayectoria circular derredor de un eje estando siempre a la misma distancia (r) del mismo, desplazándose a una velocidad constante pero cuya dirección cambia continuamente.



Recuperado de; <https://www.fisica.com>

Para encontrar la **velocidad** del objeto debemos de tomar en cuenta que la partícula o el objeto recorre una distancia igual a la circunferencia del círculo ($2\pi r$) formado al rotar, durante el tiempo que ocurre una vuelta o revolución lo cual es el periodo (T). La velocidad del objeto será representada por:

$$v = \frac{2\pi r}{T}$$

A diferencia del movimiento rectilíneo uniforme, una partícula en un movimiento circular uniforme (MCU) si tiene **aceleración**. Esto se debe a que, aunque el modo de la velocidad se mantiene constante, el vector cambia constantemente de dirección. La aceleración de un objeto o partícula en un movimiento circular uniforme siempre apunta hacia el centro del círculo y por esta razón se le llama **aceleración centrípeta (a_c)**. Centrípeta significa “que busca el centro” o “dirigida hacia el centro”. La cual se expresa en la siguiente formula:

$$a_c = \frac{4\pi^2 r}{T^2}$$

Lo que hace que el objeto tenga esta aceleración centrípeta es la fuerza neta que actúa sobre el objeto en dirección de la aceleración. Del mismo modo las fuerzas gravitacionales y las fuerzas eléctricas actúan a través del espacio como fuerzas centrípetas. La fuerza gravitacional dirigida hacia el centro de la Tierra mantiene a la Luna en una órbita casi circular. Los electrones que rotan alrededor del núcleo del átomo están sujetos a una fuerza eléctrica dirigida hacia el núcleo. Cuando un automóvil gira en una curva, la fuerza hacia adentro es la fuerza de la fricción de la carretera actuando sobre las gomas. A veces la fuerza neta que causa la aceleración centrípeta es llamada

fuerza centrípeta (F_c). La Fuerza centrípeta no se trata de una fuerza en sí misma, sino que, dependiendo del sistema, la fuerza centrípeta puede ser el **peso**, la **tensión** de una cuerda, etc. o generalmente la **fuerza resultante** de algunas de estas fuerzas.

Para poder entender la aceleración centrípeta, debes identificar el agente de contacto o la fuerza de largo alcance que causa esta aceleración. Las cuales se relacionan de la siguiente manera:

$$F_c = ma_c = m \left(\frac{4\pi^2 r}{T^2} \right)$$

donde m es masa [kg]
r es el radio [m]
T es el periodo [s]

Ejemplos

1. Un tapón de corcho de 24g está atado a una de 1.8m. El tapón gira en un círculo horizontal haciendo una revolución en 2.36s Encuentra la fuerza de tensión por la cuerda sobre el tapón.

Datos Dados	Datos Pedidos
m=24g	F_t
r=1.8m	
T =2.36s	

Cálculos: m=24g

$$\frac{24g}{10^3 g} = \frac{24}{10^3} \text{kg} = 24 \times 10^{-3} \text{kg} = .023 \text{kg}$$

$$F_c = m \left(\frac{4\pi^2 r}{T^2} \right) = .023 \text{kg} \left(\frac{4\pi^2 (1.8\text{m})}{(2.36\text{s})^2} \right)$$

$$= .023 \text{kg} \left(\frac{71.06\text{m}}{5.57\text{s}^2} \right)$$

$$= .023 \text{kg} (12.76) \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$= .293 \text{kg} \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = .293 \text{N}$$

Ejercicio de práctica individual

1. Un grupo de estudiantes de física diseñaron un experimento para explicar los principios y aplicaciones del movimiento circular uniforme. Utilizando una pelota de foam a una cuerda. La cual hicieron girar con variando la longitud de la cuerda y cronometrando el tiempo de revolución. Obteniendo los siguientes datos. Culmina su análisis calculando la velocidad, aceleración centrípeta y la fuerza centrípeta:

Masa de la Pelota (Kg)	Radio (m)	Periodo (s)	Velocidad ($\frac{m}{s}$)	Aceleración centrípeta ($\frac{m}{s^2}$)	Fuerza centrípeta (N)
.022	.10	2.27			
.022	.20	3.09			
.022	.30	3.60			

Al aumentar el radio ¿Qué sucede con la velocidad, aceleración centrípeta y la fuerza centrípeta? y si disminuye el radio?

Ejercicio de evaluación

Instrucciones:

1. Diseña un experimento donde puedas buscar la velocidad, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta pero utilizando carrito Hot wheels teniendo en cuenta que su peso promedio es de .59 g o cualquier carrito de juguete.
2. Realiza un diseño grafico (dibujo) de tu idea.
3. Expón la lista de materiales necesarios
4. Redacta el procedimiento que utilizarías para determinar la velocidad, aceleración centrípeta y fuerza centrípeta pero utilizando carrito Hot wheels.

Datos Importantes

Si analizamos el movimiento circular observamos que cada vez que el objeto en movimiento ha dado un giro completo se repite el valor de tres variables:

- el radio (r^{\rightarrow})
- velocidad (v^{\rightarrow})
- aceleración normal o aceleración centrípeta (ac^{\rightarrow})

Estas tres variables son vectores. Si nos fijamos detalladamente veremos que lo que va variando de r^{\rightarrow} , v^{\rightarrow} y ac^{\rightarrow} es su dirección y sentido, pero su sistema no cambia. Por tanto, en otro punto cualquiera de la trayectoria circular del sistema de estas variables no ha cambiado, pero sí su dirección y su sentido.

Por tanto, un objeto o una partícula describen un **movimiento periódico** cuando las variables posición, velocidad y aceleración de su movimiento toman los mismos valores después de un tiempo constante denominado **periodo**.

El **movimiento periódico**, es aquel que se repite a intervalos iguales de tiempo.

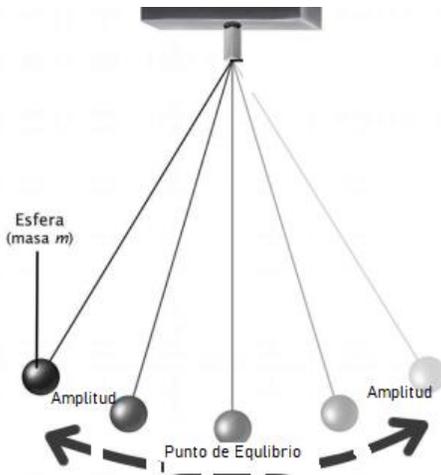
Ejemplos:

- Movimientos circulares uniformes
- Movimiento de un péndulo.
- Movimiento de vibración de una cuerda de guitarra

Estos movimientos periódicos se suelen denominar vibratorios u oscilatorios. Existen diferencias entre movimientos oscilatorios y movimientos vibratorios: los movimientos oscilatorios son relativamente lentos (péndulo, muelle, etc.). Cuando las oscilaciones son muy rápidas se denominan vibraciones y el movimiento correspondiente es un movimiento vibratorio (alambre).

Movimiento armónico simple

En cada ejemplo el objeto o partícula en movimiento tiene una posición en la cual la fuerza neta sobre él es igual a cero. En esa posición, el objeto está en equilibrio. Si la fuerza neta que devuelve al objeto a su posición de equilibrio es directamente proporcional al desplazamiento del objeto, el movimiento que resulta se denomina **movimiento armónico simple**. O sea, un objeto experimenta **movimiento armónico simple** si la fuerza neta de recuperación o restauración sobre él es directamente proporcional al desplazamiento del objeto.



Recuperado de; <https://www.fisica.com>

Tenemos que las dos cantidades que describen el movimiento armónico simple son: el **periodo** y la **amplitud**. El **periodo (T)** es el tiempo requerido para repetir un ciclo de movimiento. La **amplitud** es la cantidad máxima que recorre el objeto desde el equilibrio.

Galileo descubrió que el tiempo que tarda un péndulo en moverse de un lado a otro en ángulos pequeños no dependen de su masa ni de la distancia recorrida. Esa duración de su recorrido de ida y vuelta llamada **periodo**, solo depende de la longitud del péndulo y de la aceleración de la gravedad.

Al andar, nuestras piernas, se mecen con la ayuda de la gravedad como un péndulo. Del mismo modo en que un péndulo largo tiene un periodo mayor que un péndulo corto, una persona de piernas largas tiene a dar pasos más lentos que una persona con las piernas cortas. Esto es aún más notable en el caso de los animales de patas largas, como, por ejemplo, las jirafas, los caballos y los avestruces, que corren dando pasos más lentos que los animales de patas cortas, como los chitas y los ratones. El **periodo (T)** de un péndulo de longitud l esta dado por la siguiente ecuación:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

donde l es longitud del péndulo

g es la aceleración de la gravedad

La **Frecuencia (f)**: Se trata del número de veces que se repite una oscilación en un segundo. Su unidad de medida en el Sistema Internacional es el hertzio (Hz). El periodo y la frecuencia son magnitudes inversas:

$$f=1/T$$

Con esto tenemos que $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$

Ejemplos 1

1) ¿Cuál es la longitud de un péndulo con un periodo de 1.50s? Y se Frecuencia

Datos Dados	Datos Pedidos
$T = 1.00\text{s}$	l
	f

Despejamos para l $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$

$$\frac{T}{2\pi} = \left(\cancel{2\pi} \sqrt{\frac{l}{g}} \right) / \cancel{2\pi}$$

$$\left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 = \left(\sqrt{\frac{l}{g}} \right)^2$$

$$g \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 = \frac{l}{g} (g)$$

$$\begin{aligned} l &= g \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 = 9.81 \text{ m/s}^2 \left(\frac{1.50\text{s}}{2\pi} \right)^2 \\ &= 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (0.2387\text{s})^2 \\ &= 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} (.0569\text{s}^2) \\ &= .558\text{m} \end{aligned}$$

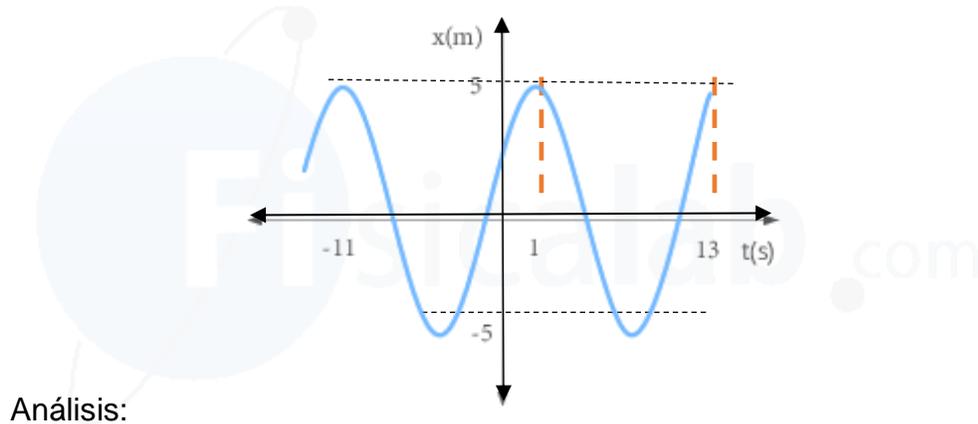
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1.50\text{s}} = .667\text{Hz}$$

Ejercicio de práctica individual

- ¿Sería practico hacer un péndulo con un periodo de 11s? Determina su longitud y frecuencia.
- En un planeta con un valor desconocido de g , el periodo de un péndulo de longitud .65m es 2.8s ¿Cuál es el valor de g para este planeta?

Ejemplo 2

La siguiente gráfica representa la elongación en función del tiempo de un cuerpo que se comporta según un movimiento armónico simple. Determina la amplitud máxima, el periodo y la frecuencia,

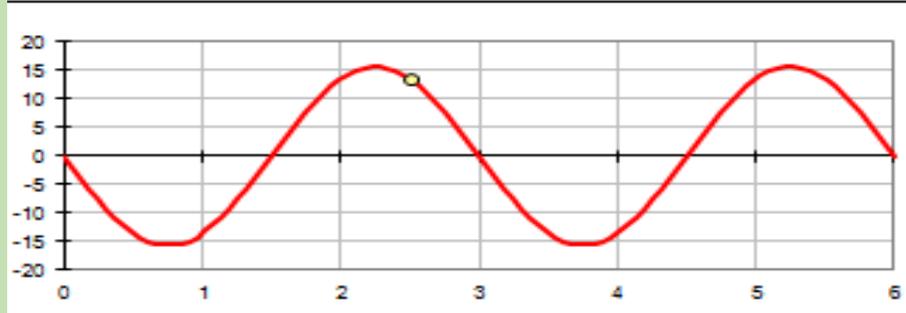


- Amplitud máxima A : Viene determinado por el valor máximo (y mínimo) entre los que oscila la gráfica. De acuerdo con la gráfica observamos que entre $-A$ y A . Por tanto: $A = 5$ m
- El periodo T : Viene determinado por el tiempo transcurrido entre dos puntos en los que el cuerpo se encuentra en idéntico estado de vibración. En la gráfica, podemos determinarlo a partir de los dos máximos consecutivos dos en el eje x $T = t_{max2} - t_{max1} = 13 - 1 = 12$ s
- La frecuencia f : Podemos calcularla como la inversa del periodo
 - : $f = 1 / T = 1/12 = 0.083$ Hz

Ejercicio de evaluación

Instrucciones. Resuelve los siguientes ejercicios relacionados al tema (20 pts.)

- 1) ¿Cuál será la gravedad en un planeta en el que un péndulo de longitud 10 cm tarda 634s en realizar una oscilación completa?
- 2) La siguiente gráfica representa la elongación en función del tiempo de un cuerpo que se comporta según un movimiento armónico simple. Determina la amplitud máxima, el periodo y la frecuencia



Lección 7

Tema de Estudio: Ideas Científicas en Física

Estándares y expectativas: **ES.F.CF2.IE.9** Aplica ideas científicas y de ingeniería para diseñar y evaluar un aparato que minimice la fuerza sobre un objeto macroscópico durante un choque. Los ejemplos pueden incluir un casco o un paracaídas.

Objetivos de aprendizaje:

Luego de completar las lecciones:

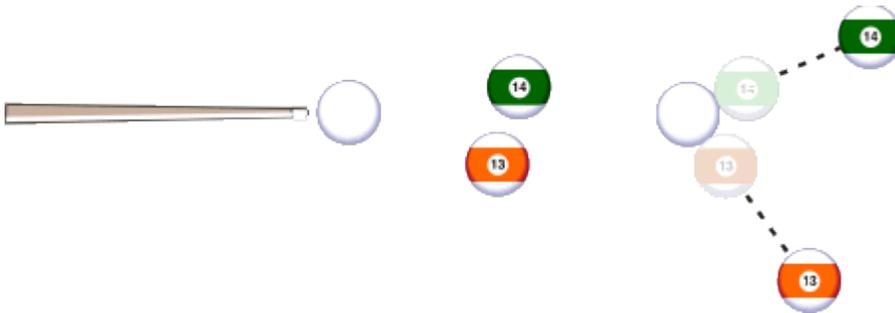
- utilizarás los conocimientos adquiridos sobre la física para la comprensión de conceptos relacionados el movimiento.
- Identificarás y aplica los conceptos de impulso y momento
- Identificarás los tipos de choque (elástico e inelástico).
- Comprenderás que los choques son fuerzas que al estar en contacto ejercen una energía cinética

Choques elásticos e inelásticos

A continuación, encontraras la información necesaria para comprender los diversos conceptos presentados en este indicador. Para comenzar tenemos que definir que es un choque en Física. Un **choque** es el impacto percibido repentinamente por una aceleración o desaceleración, aunque también puede ser causado por una explosión. Se caracteriza por la duración del contacto que generalmente es muy corta y es entonces donde se transmite la mayor cantidad de energía. Por otra parte; las **colisiones** se refieren cuando intervienen dos cuerpos y ejercen una fuerza mutua o cuando los objetos están muy cercanos o entran en contacto, interaccionan fuertemente durante un breve intervalo de tiempo. Lo que conocemos como **fuerzas impulsivas** se caracteriza por su acción muy intensa y breve.

I. Tipos de choques

- a. Un **choque elástico** es un choque en el cual no hay pérdida de energía cinética en el sistema como resultado del choque. Tanto el momento (ímpetu o cantidad de movimiento) como la energía cinética, son cantidades que se conservan en los choques elásticos. Lo que significa que se conservan tanto el momento lineal como la energía cinética, y no hay intercambio de masa entre los cuerpos, que se separan después del choque. Imagina que hay dos objetos parecidos viajan en direcciones opuestas con la misma rapidez. Chocan y rebotan sin ninguna pérdida en la rapidez. Este choque es *perfectamente elástico* porque no se pierde energía. Ejemplos de este tipo de choque se pueden considerar como *elásticos*, aunque en realidad no son perfectamente elásticos. Los choques de bolas de billar o las bolas en un péndulo de Newton.



<http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/dinamsist/colisiones.html>



<https://www.pinterest.com/pin/332844228687301908/>

b. Un **choque inelástico** es en el que hay una pérdida de energía cinética. Mientras que en este tipo de choques se conserva el momento del sistema, la energía cinética no. Esto es porque una parte de la energía cinética se le transfiere a algo más. Ocurre por la energía térmica, sonora y deformaciones de los materiales. Es decir; que la energía cinética no se conserva. Como consecuencia, los cuerpos que colisionan pueden sufrir deformaciones y aumento de su temperatura. Imagínate dos trenes parecidos que viajan uno hacia el otro. Chocan, pero como los trenes están equipados con acopladores magnéticos, se juntan en el choque y quedan como una sola masa conectada. Este tipo de choque es *perfectamente inelástico* porque se pierde la *mayor cantidad posible* de energía cinética. Esto no significa que la energía cinética final sea necesariamente cero: el momento debe seguir conservándose.

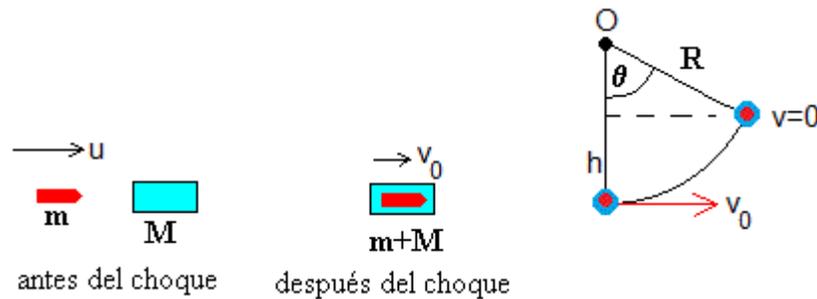


https://www.google.com/search?q=imagen+del+tren+de+puerto+rico&tbm=isch&ved=2ahUKEwjos7Hkv8_rAhWwazABHZuOA9wQ2CegQIABAA&oq=imagen+del+tren+de+puerto+rico&gs_lcp=CgNpbWcQAzoECCMQJzoFCAAQsQM6CAgAELEDEIMBOglIADoECAAQZoHCAAQsQMQQzoECAAQGFDO4wVYnI4GYOCTBmgAcAB4AIAB2AGIAYIckgEHMTEuMTcuMpgBAKABAaoBC2d3cy13aXotaW1nwAEB&sclient=img&ei=mDJSX-iHMrDXwbkPm52O4A0&bih=633&biw=1367#imgrc=5PfyiXsqhdLphM

La mayoría de los choques en el mundo real están en algún punto entre ser perfectamente elásticos e inelásticos. Una pelota que se deja caer desde una altura (h) sobre una superficie suele rebotar de regreso hasta una cierta altura menor que (h), dependiendo de qué tan rígida sea la pelota. Tales choques son simplemente llamados choques inelásticos.



<http://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/dinamsist/colisiones.html>



https://www.google.com/search?q=pendulo+balistico&sxsrf=ALeKk00ZF_yxA_KoD9lZrJVgh_nhfCU0Hw:1599223028222&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjYzY2Ews_rAhUjp1kKH W44DXYQ_AUoAXoECBMQAw&biw=1367&bih=633#imgrc=Pki3HGpiGFiXm

Por otro lado; la segunda Ley de Newton (Ley fundamental de la dinámica) nos indica que la fuerza es igual a la variación del momento lineal con respecto al tiempo. Si la fuerza resultante es cero, el momento lineal es constante. Esta ley general de la Física se cumplirá ya sea en el choque elástico o inelástico.

II. Momento e impulso

El momento o momentum (P) es igual a masa (m) multiplicada por la velocidad (v). También hay otras formas de pensar acerca del momento; como la fuerza (F) es igual al cambio en el momento (ΔP) entre el cambio en el tiempo (Δt). Y el cambio en el momento (ΔP) también es igual al impulso (J). El impulso tiene las mismas unidades que el momento ($\text{kg}\cdot\text{m/s}$ o $\text{N}\cdot\text{s}$). El **momento** es una medición de la masa en movimiento: cuánta masa está en cuánto movimiento. Su símbolo es **p**

$$\text{Ecuación: } \mathbf{p} = m \cdot v$$

Donde **m** es la masa y **v** es la velocidad. Las unidades estándares para el momento son $\text{kg}\cdot\text{m/s}$, y el momento siempre es una **cantidad vectorial**. Esta relación sencilla significa que al duplicar la masa o la velocidad de un objeto simplemente se duplicará el momento.

Entonces podemos ver que cualquier cambio en el momento después de una aceleración se puede escribir como:

$$\begin{aligned}\Delta \mathbf{p} &= m \cdot \Delta v \\ &= m \cdot \mathbf{a} \cdot \Delta t \\ &= \mathbf{F} \cdot \Delta t\end{aligned}$$

El **impulso** es un término que cuantifica el efecto general de una fuerza que actúa con el tiempo. De manera convencional se le da el símbolo **J** y se expresa en newton por segundos ($\text{N}\cdot\text{s}$).

$$\text{Para una fuerza constante: } \mathbf{J} = \mathbf{F} \cdot \Delta t$$

Para resolver para impulso, se utiliza la ecuación de la segunda ley de Newton (Ley fundamental de la Dinámica).

$$\mathbf{F} = m \mathbf{a}$$

La aceleración **a** se sustituye por velocidad y tiempo $\mathbf{F} = m \frac{\Delta v}{\Delta t}$

Luego se despeja para tiempo **t**

$$(\Delta t)F = m \frac{\Delta v}{\Delta t} (\Delta t)$$

Resultado:

$$F\Delta t = m\Delta v$$

El producto de una fuerza no balanceada y el intervalo de tiempo es lo que se conoce como impulso. Como vimos antes, esto es exactamente equivalente a un cambio en el momento Δp . Esta equivalencia se conoce como el **teorema impulso-momento**. Gracias a este teorema, podemos hacer una conexión directa entre cómo actúa una fuerza sobre un objeto en el tiempo y el movimiento del objeto. Una de las razones por las que el impulso es importante y útil, es que en el mundo real las fuerzas a menudo no son constantes. Las fuerzas debidas a cosas como las personas o los motores tienden a aumentar desde cero a lo largo del tiempo y pueden variar dependiendo de muchos factores. El concepto del impulso, que es tanto externo como interno a un sistema, también es fundamental para comprender la conservación del momento.

Ejercicios de práctica individual

Instrucciones. Resuelve los ejercicios relacionados con el tema discutido.

1. ¿Cuál es el momento de un auto que se mueve a una velocidad 55 m/s hacia el sur con una masa constante de 4,000 Kg?
2. Un auto SUV de 2,200 kg que viaja a 26 m/s, Norte. Puede ser detenido en 21s al aplicar suavemente los frenos. ¿Cuál es la fuerza promedio aplicada al auto SUV?

Ejercicio de evaluación

Laboratorio: Caída de un huevo

A continuación, las instrucciones para que puedas realizar este emocionante laboratorio con materiales reciclables.

Procedimiento:

1. Diseñarás y crearas una nave con materiales reciclables que soporte la caída de un huevo crudo que impida que este se rompa.
2. Busca en tu hogar materiales útiles para que puedan soportar ese lanzamiento.
3. Busca los siguientes materiales: un huevo crudo y un cronómetro. Algunos de estos materiales son sugeridos para la creación de tu nave: foam, algodón, botellas de plástico, hilo, cinta adhesiva, papel de burbujas, rollo de papel, sorbetos, bolsas plásticas, etc.
4. Ejemplos de como puede quedar tu nave:



5. El diseño debe tener una puerta para poder ubicar el huevo crudo fácilmente.
6. Una vez creada la nave; ubicas el huevo crudo y lo proteges para que no sufra ningún daño a la hora del lanzamiento.
7. Tenga a la mano un cronómetro (reloj), para que pueda obtener el tiempo que tarda el lanzamiento.
8. Finalmente lance la nave hacia arriba y espere hasta que llegue al piso para verificar su resultado. Si vive en un segundo piso lance la nave hacia abajo y espero que llegue al piso para verificar su resultado.

Analiza y contesta

1. Explica cuál fue el resultado de tu lanzamiento. Una vez abriste la puerta de la nave, el huevo crudo no sufrió daños, se craqueo o se rompió.
2. Menciona el tipo de choque (Elástico o Inelástico)
3. ¿Cuál fue la parte más difícil al momento de crear la nave?
4. Si el huevo crudo se rompió; explica cuál fue la parte más débil.
5. Si el huevo crudo no sufrió daños; ¿Cuál fue la parte más efectiva de su diseño?
6. ¿Cómo tendrá que rediseñarse la nave para que pudiera llevar dos huevos crudos sin romperse?
Explica.

Tabla de datos

*Para poder realizar la tabla de datos, tendrás números hipotéticos para que te guíen en la elaboración de tu tabla.

Desconocida: Unidad:	Masa del recipiente (kg)	Tiempo (s)	Altura aproximada (m)	Rapidez (m/s)	Velocidad (m/s)
Ecuación:		t=		V=d/t	$V = \frac{d}{t}$
Solución:	0.18kg		d=5 m, hacia abajo		

Desconocida: Unidad:	Aceleración (m/s ²)	Fuerza N=kg·m/s ²	<u>Momento</u> p=kg·m/s	Impulso N
Ecuación:	$a = \frac{v_f - v_i}{t}$	$F = m \cdot a$	$p = m \cdot v$	$F \Delta t = m \Delta v$
Solución:				

REFERENCIAS

- Díaz, C. (2015, mayo, 28). Título del Video: Experimento de Choques Elásticos e Inelásticos. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=sTsoDIOca8Q>
- Doyle J. (1989) Physics Principles & Problems. Charles E. Merrill Publishing Company.
- Haase, D. Haase, K & Zitzewitz, P. (2020) Física que inspira. United State, OH.
McGraw-Education
- <https://www.fisicalab.com/tema/movimiento-vibratorio/ejercicios>
- Khan, S. (2020). Khan Academy: Colisiones elásticas e inelásticas. Recuperado de:
<https://es.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/elastic-and-inelastic-collisions/a/what-are-elastic-and-inelastic-collisions>
- Khan, S. (2020). Khan Academy: Introducción al momento. Recuperado de:
<https://es.khanacademy.org/science/physics/linear-momentum/momentum-tutorial/a/what-are-momentum-and-impulse>
- Khan Academy (2020) Conservacion de momentum.
<https://www.khanacademy.org/science/high-school-physics/linear-momentum-and-collisions/introduction-to-linear-momentum-and-impulse/v/introduction-to-momentum>
- HyperPhysics. (2017). Fundamental Forces. <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/Forces/funfor.html#c1>
- Murphy, J. Zitzewitz, P. & Hollon James (1989). Física: Una ciencia para todos. Merrill Publishing Company.

NASA. (June, 2020). Dark energy, Dark matter.

<https://science.nasa.gov/astrophysics/focus-areas/what-is-dark-energy>

NobelPrize. (2020) Richard P. Feynman.

<https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1965/feynman/facts/>

Nucleovisual. (2020) Principio de conservación. <https://nucleovisual.com/>

Padilla, A y Ramirez, L. (2011). Choques elásticos e inelásticos. Recuperado de:

<https://es.slideshare.net/McQueenOfGaga/choques-elasticos-e-inelasticos-2>

Particle Adventure. (2014). The Standard Model. <https://particleadventure.org/eternal-questions.html>

Rehm, J. (October,2019). The Four Fundamental Forces of Nature. Space.

<https://www.space.com/four-fundamental-forces.html>

Walter, F. (2017). Choques elásticos e inelásticos. Recuperado de:

https://www.walter-fendt.de/html5/phes/collision_es.htm

Zitzewitz, P. (2003). Física Principios y Problemas. (J. L. Alonso, & R. Martínez Ríos, Trans.) Colombia: McGraw-Hill Interamericana.

Zizewitz, P.W. (2004) *Física principios y problemas* (1^{era} Ed) México, D.F: McGraw-Hill, Inc. Páginas: 12, 200 – 204

