

TRABAJO PRÁCTICO: DINAMICA

- Realizar una breve reseña sobre la vida y obra de Isaac Newton.
- ¿Qué es la inercia? Explica brevemente el principio de inercia enunciado por Newton.
- Dar ejemplos en los que se ponga de manifiesto dicho principio.
- a) ¿Qué es el peso de un cuerpo?

b) ¿Qué es la masa?

c) ¿Cuál es la diferencia entre ambos?

d) ¿Cuáles son las unidades en las que se miden cada una de estas magnitudes?

- Dar una explicación del principio de masa. (2º principio de Newton)
- Ejemplifica el principio de masa.
- Realizar una breve explicación del principio de acción y reacción de Newton.
- Dar ejemplos del principio de acción y reacción.
- ¿Qué es el impulso?
- ¿A qué se llama cantidad de movimiento?
- Enunciar el principio de la conservación de la cantidad de movimiento.
- a) ¿Qué dice la ley de gravitación universal?

b) ¿A quién se debe?

- Realizar una reseña sobre la obra de Kepler.
- Enunciar las leyes de Kepler.

RESPUESTAS:



1. Isaac Newton (1642–1727), matemático y físico británico, considerado uno de los más grandes científicos de la historia, que hizo importantes aportaciones en muchos campos de la ciencia. Sus descubrimientos y teorías sirvieron de base a la mayor parte de los avances científicos desarrollados desde su época. Newton fue junto al matemático alemán Gottfried Wilhelm Leibniz uno de los inventores de la rama de las matemáticas denominada cálculo. También resolvió cuestiones relativas a la luz y la óptica, formuló las leyes del movimiento y dedujo a partir de ellas la ley de la gravitación universal.

Newton nació el 25 de diciembre de 1642 (según el calendario juliano vigente entonces; el 4 de enero de 1643, según el calendario gregoriano vigente en la actualidad), en Woolsthorpe, Lincolnshire. Cuando tenía tres años, su madre viuda se volvió a casar y lo dejó al cuidado de su abuela. Con el tiempo, su madre, que se quedó viuda por segunda vez, decidió enviarle a una escuela primaria en Grantham. Más tarde, en el verano de 1661, ingresó en el Trinity College de la Universidad de Cambridge.

Newton recibió su título de bachiller en 1665. Después de una interrupción de casi dos años provocada por una epidemia de peste, volvió al Trinity College, donde le nombraron becario en 1667. Recibió el título de profesor en 1668. Durante esta época se dedicó al estudio e investigación de los últimos avances en matemáticas y a la filosofía natural que consideraba la naturaleza como un organismo cuyo mecanismo era bastante complejo. Casi inmediatamente realizó descubrimientos fundamentales que le fueron de gran utilidad en su carrera científica.

El método de las fluxiones

Newton obtuvo en el campo de la matemáticas sus mayores logros. Generalizó los métodos que se habían utilizado para trazar líneas tangentes a curvas y para calcular el área encerrada bajo una curva, y descubrió que los dos procedimientos eran operaciones inversas. Uniéndolos en lo que él llamó el método de las fluxiones, Newton desarrolló en el otoño de 1666 lo que se conoce hoy como cálculo, un método nuevo y poderoso que situó a las matemáticas modernas por encima del nivel de la geometría griega.

Aunque Newton fue su inventor, no introdujo el cálculo en las matemáticas europeas. En 1675 Leibniz llegó de forma independiente al mismo método, al que llamó cálculo diferencial; su publicación hizo que Leibniz recibiera en exclusividad los elogios por el desarrollo de ese método, hasta 1704, año en que Newton publicó una exposición detallada del método de fluxiones, superando sus reticencias a divulgar sus investigaciones y descubrimientos por temor a ser criticado. Sin embargo, sus conocimientos trascendieron de manera que en 1669 obtuvo la cátedra Lucasiana de matemáticas en la Universidad de Cambridge.

Óptica

La óptica fue otro área por la que Newton demostró interés muy pronto. Al tratar de explicar la forma en que surgen los colores llegó a la idea de que la luz del Sol es una mezcla heterogénea de rayos diferentes representando cada uno de ellos un color distinto y que las reflexiones y refracciones hacen que los colores aparezcan al separar la mezcla en sus componentes. Newton demostró su teoría de los colores haciendo pasar un rayo de luz solar a través de un prisma, el cual dividió el rayo de luz en colores independientes.

En 1672 Newton envió una breve exposición de su teoría de los colores a la Sociedad Real de Londres. Su publicación provocó tantas críticas que confirmaron su recelo a las publicaciones por lo que se retiró a la soledad de su estudio en Cambridge. En 1704, sin embargo, publicó su obra Óptica, en donde explicaba detalladamente su teoría.

Principios elementales

En agosto de 1684 la soledad de Newton se vio interrumpida por la visita de Edmund Halley, un astrónomo y matemático con el que discutió el problema del movimiento orbital. Newton había estudiado la ciencia de la mecánica como estudiante universitario y en esa época ya tenía ciertas nociones básicas sobre la gravitación universal. Como resultado de la visita de Halley, volvió a interesarse por estos temas.

Durante los dos años y medio siguientes, Newton estableció la ciencia moderna de la dinámica formulando las tres leyes del movimiento. Aplicó estas leyes a las leyes de Kepler sobre movimiento orbital formuladas por el astrónomo alemán Johannes Kepler y dedujo la ley de la gravitación universal. Probablemente, Newton es conocido sobre todo por su descubrimiento de la gravitación universal, que muestra como a todos los cuerpos en el espacio y en la Tierra les afecta la fuerza llamada gravedad. Publicó su teoría en Principios matemáticos de la filosofía natural (1687), obra que marcó un punto de inflexión en la historia de la ciencia, y además consiguió que su autor perdiera su temor a la publicación de sus teorías.

La aparición de Principios también implicó a Newton en un desagradable episodio con el filósofo y físico Robert Hooke. En 1687 Hooke afirmó que Newton le había robado la idea central del libro: que los cuerpos se

atraen recíprocamente con una fuerza que varía inversamente al cuadrado de su distancia. Sin embargo, la mayor parte de los historiadores no aceptan los cargos de plagio de Hooke.

En el mismo año de 1687, Newton apoyó la resistencia de Cambridge contra los esfuerzos del rey Jacobo II de Inglaterra para convertir la universidad en una institución católica. Después de la Gloriosa Revolución de 1688, que expulsó a Jacobo de Inglaterra, la universidad eligió a Newton como uno de sus representantes en una convocatoria especial del Parlamento británico. Los cuatro años siguientes fueron de gran actividad para Newton, que animado por el éxito de Principios, trató de compendiar todos sus primeros logros en una obra escrita. En el verano de 1693 Newton mostró síntomas de una severa enfermedad emocional. Aunque recuperó la salud, su periodo creativo había llegado a su fin.

Las conexiones de Newton con los dirigentes del nuevo régimen de Inglaterra le llevaron a su nombramiento como inspector y más tarde director de la Casa de la Moneda en Londres, donde vivió hasta 1696. En 1703 fue elegido presidente de la Sociedad Real, un cargo que ocupó hasta el final de su vida. Como presidente, ordenó la inmediata publicación de las observaciones astronómicas del primer astrónomo real de Inglaterra John Flamsteed. Newton necesitaba estas observaciones para perfeccionar su teoría lunar; este tema le proporcionó ciertos conflictos con Flamsteed.

Newton también se implicó en una violenta discusión con Leibniz acerca de la prioridad de la invención del cálculo. Utilizó su cargo de presidente en la Sociedad Real para que se formara una comisión que investigara el tema y él, en secreto, escribió el informe de la comisión que hacía a Leibniz responsable del plagio. Newton incluso recopiló la relación de acusaciones que la sociedad había publicado. Los efectos de la disputa se alargaron casi hasta su muerte.

Además de su interés por la ciencia, Newton también se sintió atraído por el estudio de la alquimia, el misticismo y la teología. Muchas páginas de sus notas y escritos especialmente en los últimos años de su carrera están dedicadas a estos temas. Sin embargo, los historiadores han encontrado poca relación entre estas inquietudes y sus trabajos científicos.

2. La inercia es la propiedad de la materia que hace que ésta se resista a cualquier cambio en su movimiento, ya sea de dirección o de velocidad. Esta propiedad se describe con precisión en la primera ley del movimiento del científico británico Isaac Newton: un objeto en reposo tiende a permanecer en reposo, y un objeto en movimiento tiende a continuar moviéndose en línea recta, a no ser que actúe sobre ellos una fuerza externa.

3. Por ejemplo, los pasajeros de un automóvil que acelera sienten contra la espalda la fuerza del asiento, que vence su inercia y aumenta su velocidad. Cuando éste frena, los pasajeros tienden a seguir moviéndose y salen despedidos hacia delante. Si realiza un giro, un paquete situado sobre el asiento se desplazará lateralmente, porque la inercia del paquete hace que tienda a seguir moviéndose en línea recta.

4. a) Peso, medida de la fuerza gravitatoria ejercida sobre un objeto.

b) Masa (física), propiedad intrínseca de un cuerpo, que mide su inercia, es decir, la resistencia del cuerpo a cambiar su movimiento.

c) La diferencia es que el peso varía según la gravedad, pero la masa siempre es la misma.

d) La masa se mide en kilogramos (kg) y el peso en newtons (N). $1\text{kg} = 9,8\text{ N}$

5. La segunda ley de Newton relaciona la fuerza total y la aceleración. Una fuerza neta ejercida sobre un objeto lo acelerará, es decir, cambiará su velocidad. La aceleración será proporcional a la magnitud de la fuerza total y tendrá la misma dirección y sentido que ésta. La constante de proporcionalidad es la masa m del objeto $F = ma$

6. El rozamiento, generalmente, actúa como una fuerza aplicada en sentido opuesto a la velocidad de un objeto. En el caso de deslizamiento en seco, cuando no existe lubricación, la fuerza de rozamiento es casi independiente de la velocidad. La fuerza de rozamiento tampoco depende del área aparente de contacto entre un objeto y la superficie sobre la cual se desliza. El área real de contacto esto es, la superficie en la que las rugosidades microscópicas del objeto y de la superficie de deslizamiento se tocan realmente es relativamente pequeña. Cuando un objeto se mueve por encima de la superficie de deslizamiento, las minúsculas rugosidades del objeto y la superficie chocan entre sí, y se necesita fuerza para hacer que se sigan moviendo. El área real de contacto depende de la fuerza perpendicular entre el objeto y la superficie de deslizamiento. Frecuentemente, esta fuerza no es sino el peso del objeto que se desliza. Si se empuja el objeto formando un ángulo con la horizontal, la componente vertical de la fuerza dirigida hacia abajo se sumará al peso del objeto. La fuerza de rozamiento es proporcional a la fuerza perpendicular total.

Cuando hay rozamiento, la segunda ley de Newton puede ampliarse a:

$$F_{\text{efectiva}} = F - F_{\text{rozamiento}} = ma$$

Sin embargo, cuando un objeto se desplaza a través de un fluido, el valor del rozamiento depende de la velocidad. En la mayoría de los objetos de tamaño humano que se mueven en agua o aire (a velocidades menores que la del sonido), la fricción es proporcional al cuadrado de la velocidad. En ese caso, la segunda ley de Newton se convierte en:

$$F_{\text{efectiva}} = F - kv^2 = ma$$

La constante de proporcionalidad k es característica de los dos materiales en cuestión y depende del área de contacto entre ambas superficies, y de la forma más o menos aerodinámica del objeto en movimiento.

7. La tercera ley de Newton afirma que cuando un objeto ejerce una fuerza sobre otro, este otro objeto ejerce también una fuerza sobre el primero. La fuerza que ejerce el primer objeto sobre el segundo debe tener la misma magnitud que la fuerza que el segundo objeto ejerce sobre el primero, pero con sentido opuesto.

8. Por ejemplo, en una pista de patinaje sobre hielo, si un adulto empuja suavemente a un niño, no sólo existe la fuerza que el adulto ejerce sobre el niño, sino que el niño ejerce una fuerza igual pero de sentido opuesto sobre el adulto. Sin embargo, como la masa del adulto es mayor, su aceleración será menor.

9.

10.

11. EL principio de la conservación de la cantidad de movimiento enunciado por Newton afirma que si la suma vectorial de las fuerzas que actúan sobre un objeto es cero, el objeto permanecerá en reposo o seguirá moviéndose a velocidad constante. El que la fuerza ejercida sobre un objeto sea cero no significa necesariamente que su velocidad sea cero. Si no está sometido a ninguna fuerza (incluido el rozamiento), un objeto en movimiento seguirá desplazándose a velocidad constante.

12. a) La ley de la gravitación, formulada por vez primera por el físico británico Isaac Newton en 1684, afirma que la atracción gravitatoria entre dos cuerpos es directamente proporcional al producto de las masas de ambos cuerpos e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellos. En forma algebraica, la ley se expresa como:

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

donde F es la fuerza gravitatoria, m_1 y m_2 son las masas de los dos cuerpos, d es la distancia entre los mismos y G es la constante gravitatoria. El físico británico Henry Cavendish fue el primero en medir el valor de esta constante en 1798, mediante una balanza de torsión. El valor más preciso obtenido hasta la fecha para la constante es de $0,0000000000667$ newtons-metro cuadrado por kilogramo cuadrado ($6,67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$). La fuerza gravitatoria entre dos cuerpos esféricos de un kilogramo de masa cada uno y separados por una distancia de un metro es, por tanto, de $0,0000000000667$ newtons. Esta fuerza es extremadamente pequeña: es igual al peso en la superficie de la Tierra de un objeto de aproximadamente $1/150.000.000.000$ kilogramos.

b) Se debe a Isaac Newton.



13. Kepler, Johannes (1571–1630), astrónomo y filósofo alemán, famoso por formular y verificar las tres leyes del movimiento planetario conocidas como leyes de Kepler.

Kepler nació el 27 de diciembre de 1571, en Weil der Stadt, en Württemberg, y estudió teología y clásicas en la Universidad de Tübingen. Allí le influenció un profesor de matemáticas, Michael Maestlin, partidario de la teoría heliocéntrica del movimiento planetario desarrollada en principio por el astrónomo polaco Nicolás Copérnico. Kepler aceptó inmediatamente la teoría copernicana al creer que la simplicidad de su ordenamiento planetario tenía que haber sido el plan de Dios. En 1594, cuando Kepler dejó Tübingen y marchó a Graz (Austria), elaboró una hipótesis geométrica compleja para explicar las distancias entre las órbitas planetarias órbitas que se consideraban circulares erróneamente. (Posteriormente, Kepler dedujo que las órbitas de los planetas son elípticas; sin embargo, estos primeros cálculos sólo coinciden en un 5% con la realidad.) Kepler planteó que el Sol ejerce una fuerza que disminuye de forma inversamente proporcional a la distancia e impulsa a los planetas alrededor de sus órbitas. Publicó sus teorías en un tratado titulado *Mysterium Cosmographicum* en 1596. Esta obra es importante porque presentaba la primera demostración amplia y convincente de las ventajas geométricas de la teoría copernicana.

Kepler fue profesor de astronomía y matemáticas en la Universidad de Graz desde 1594 hasta 1600, cuando se convirtió en ayudante del astrónomo danés Tycho Brahe en su observatorio de Praga. A la muerte de Brahe en 1601, Kepler asumió su cargo como matemático imperial y astrónomo de la corte del emperador Rodolfo II. Una de sus obras más importantes durante este periodo fue *Astronomía nova* (1609), la gran culminación de sus cuidadosos esfuerzos para calcular la órbita de Marte. Este tratado contiene la exposición de dos de las llamadas leyes de Kepler sobre el movimiento planetario. Según la primera ley, los planetas giran en órbitas elípticas con el Sol en un foco. La segunda, o regla del área, afirma que una línea imaginaria desde el Sol a un planeta recorre áreas iguales de una elipse durante intervalos iguales de tiempo. En otras palabras, un planeta girará con mayor velocidad cuanto más cerca se encuentre del Sol.

En 1612 Kepler se hizo matemático de los estados de la Alta Austria. Mientras vivía en Linz, publicó su *Harmonices mundi, Libri* (1619), cuya sección final contiene otro descubrimiento sobre el movimiento planetario (tercera ley): la relación del cubo de la distancia media (o promedio) de un planeta al Sol y el cuadrado del periodo de revolución del planeta es una constante y es la misma para todos los planetas.

Hacia la misma época publicó un libro, *Epitome astronomiae copernicanae* (1618–1621), que reúne todos los descubrimientos de Kepler en un solo tomo. Igualmente importante fue el primer libro de texto de astronomía basado en los principios copernicanos, y durante las tres décadas siguientes tuvo una influencia capital convirtiendo a muchos astrónomos al copernicanismo kepleriano.

La última obra importante aparecida en vida de Kepler fueron las *Tablas rudolfinas* (1625). Basándose en los datos de Brahe, las nuevas tablas del movimiento planetario reducen los errores medios de la posición real de un planeta de 5 ° a 10'. El matemático y físico inglés Isaac Newton se basó en las teorías y observaciones de Kepler para formular su ley de la gravitación universal.

Kepler también realizó aportaciones en el campo de la óptica y desarrolló un sistema infinitesimal en matemáticas, que fue un antecesor del cálculo.

Murió el 15 de noviembre de 1630 en Regensburg.

14. Kepler basó sus leyes en los datos planetarios reunidos por el astrónomo danés Tycho Brahe, de quien fue ayudante. Las propuestas rompieron con una vieja creencia de siglos de que los planetas se movían en órbitas circulares. Ésta era una característica del sistema de Tolomeo, desarrollado por el astrónomo de Alejandría Tolomeo en el siglo II d.C., y del sistema de Copérnico, propuesto por el astrónomo polaco Nicolás Copérnico, en el siglo XVI. De acuerdo con la primera ley de Kepler los planetas giran alrededor del Sol en órbitas elípticas en las que el Sol ocupa uno de los focos de la elipse. La segunda ley formula que las áreas barridas por el radio vector que une el centro del planeta con el centro del Sol son iguales en lapsos iguales; como consecuencia, cuanto más cerca está el planeta del Sol con más rapidez se mueve. La tercera ley establece que la relación de la distancia media, d , de un planeta al Sol, elevada al cubo, dividida por el cuadrado de su periodo orbital, t , es una constante, es decir, d^3/t^2 es igual para todos los planetas.

Estas leyes desempeñaron un papel importante en el trabajo del astrónomo, matemático y físico inglés del siglo XVII Isaac Newton, y son fundamentales para comprender las trayectorias orbitales de la Luna y de los satélites artificiales.