

CAPITULO 1

LEYES DE NEWTON

1.0 . En este primer capítulo de Física II vamos a estudiar cuatro de las leyes de Sir Isaac Newton, Físico y Matemático Inglés nacido en 1642 y muerto 85 años después, la grandeza de este hombre, manifestada en valiosas aportaciones a la ciencia queda presente en una frase modestamente pronunciada en su lecho de muerte: "Si ví más alto que los demás fue porque estuve parado en los hombros de un gigante"

Si bien Newton enunció por primera vez de un modo preciso las leyes naturales del movimiento, cabe señalar que la Física, o específicamente, la mecánica no comenzó con Newton. Algunos le habían precedido en estos estudios, siendo el más destacado Galileo Galilei, quién, en sus trabajos de movimiento acelerado, había establecido los fundamentos para la formulación por Newton de sus leyes de movimiento.

Definiciones:

Peso: Medida de la fuerza con que son atraídos los cuerpos por la gravedad.

Masa: Cantidad de materia contenida en un cuerpo.

Velocidad: Rápidez del cambio de posición.

Aceleración: Rápidez del cambio de velocidad.

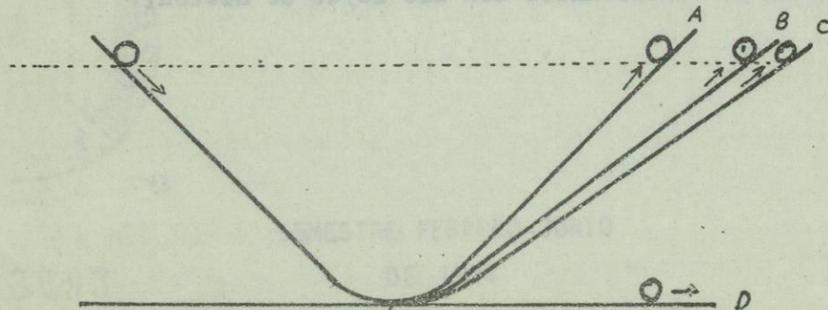
Línea de acción de una fuerza: Línea imaginaria en la que se especifica la dirección de una fuerza.

Inercia: Oposición que presentan los cuerpos a cambiar su estado, ya sea de reposo o movimiento.

1.1 . PRIMERA LEY DE NEWTON.

La primera ley de Newton del movimiento establece que: "Un cuerpo en reposo o en movimiento uniforme y rectilíneo permanecerá en reposo o en movimiento uniforme y rectilíneo a menos que se le aplique una fuerza exterior".

Esto fácilmente lo podemos imaginar con un experimento conocido como experimento de inercia de Galileo.



Galileo observó que una bola, rodando cuesta abajo en un plano inclinado, subirá hacia arriba por otro plano hasta aproximadamente la misma altura, sin que influya la inclinación del segundo plano y si al llegar al fondo del plano inclinado se dejara rodar la bola sobre un plano horizontal, nunca podría volver a su altura inicial, pero tendría que seguir rodando. Si esto no sucede así es porque se opone una fuerza llamada fuerza de Fricción".

1.2 . SEGUNDA LEY DE NEWTON.

En el capítulo de vectores, en Física I, ya habíamos tratado al Newton como unidad de fuerza del sistema MKS. Pero ¿Qué es el Newton?

Antes, enunciaremos la segunda Ley de Newton: "Cuando a un cuerpo se le aplica una fuerza constante, en él se produce una aceleración directamente proporcional a la fuerza aplicada e inversamente proporcional a la masa del cuerpo".

Ahora bien, el Newton se define como la fuerza que al aplicarse en forma constante a una masa de 1 Kg le produce una aceleración constante de 1 m/seg² (en ausencia de fricción). De ahí que las unidades del Newton en el sistema MKS son:

$$1 \text{ Nt} = 1 \text{ Kg} \times 1 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}$$

En el sistema CGS la unidad de fuerza es la dina. Una dina es la fuerza que aplicada en forma constante a una masa de 1 gramo le produce una aceleración constante de 1 cm/seg²

$$1 \text{ Dina} = 1 \text{ g} \times 1 \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2}$$

De ahí que:

$$1 \text{ Nt} = 1 \times 10^5 \text{ dinas}$$

La segunda ley de Newton puede escribirse en forma de ecuación:

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

Multiplicando ambos miembros de la ecuación por m obtenemos la llamada "ecuación de fuerzas" la cual es base de muchos principios de mecánica.

$$"F = ma"$$

Fuerza = masa x aceleración

Ejemplo No. 1.-

Despreciando la fricción, calcular la fuerza necesaria, para acelerar 3.5 m/seg², una masa de 8 Kg.

- a) En Newton
- b) En dinas

Solución:

Datos:

F = ?
 a = 3.5 m/seg²
 m = 8 Kg.

Substituyendo valores en la ecuación

a) F = ma
 queda:
 F = 8 Kg x 3.5 m/seg²
 F = 28 Nt

b) como 1 Nt = 1 x 10⁵ dinas ($\frac{1 \times 10^5 \text{ dinas}}{1 \text{ Nt}}$)
 $28 \text{ Nt} \times \left(\frac{1 \times 10^5 \text{ dinas}}{1 \text{ Nt}} \right) = 28 \times 10^5 \text{ dinas} = 2.8 \times 10^6$
 F = 2.8 x 10⁶ dinas

1.3 . DIFERENCIA ENTRE PESO Y MASA.

Cuando se deja que caiga libremente una masa "m", es la fuerza de gravedad constante hacia abajo la que origina su aceleración constante . Si la segunda ley de Newton se aplica a este movimiento, la fuerza F no es otra que el peso, "Fg", del cuerpo y la aceleración "a" es debida a la aceleración de la gravedad "g". Para los cuerpos que caen, la ecuación de la fuerza, F = ma se escribe con símbolos diferentes:

Fg = mg

Peso = masa x aceleración de la gravedad

Importa notar que el peso de un cuerpo viene dado por mg, tanto si cae libremente como si está en reposo (a = 0) Peso y fuerza tienen ambos magnitud y dirección y, por tanto, son cantidades vectoriales. La masa, por otra parte, es una cantidad escalar puesto que solo tiene magnitud. La diferencia entre peso y masa está ilustrada al imaginarnos un cuerpo dado en el espacio libre, aislado de sus demás cuerpos y de su atracción gravitacional. Allí, el cuerpo en reposo tendría masa, pero no tendría peso

En la ecuación Fg = mg podemos definir "g" como el peso por unidad de masa, de ahí que "Fg" es igual a la masa multiplicada por el peso por unidad de masa.

Ejemplo No. 2.-

Calcular el peso de un cuerpo que tiene una masa de 1 Kg

Solución:

Fg = mg

Datos:

Fg = 1 Kg x 9.8 m/seg²

Fg = ?

Fg = 9.8 $\frac{\text{Kg m}}{\text{seg}^2}$

m = 1 Kg.

Fg = 9.8 Nt

g = 9.8 m/seg²

Este resultado demuestra que para levantar una masa de un kilogramo, se requiere de una fuerza hacia arriba de 9.8 Newton y que peso y masa difieren entre sí numericamente, por un coeficiente - - igual a la aceleración debida a la gravedad

1.4 . CANTIDAD DE MOVIMIENTO.

El concepto de cantidad de movimiento "CM" relaciona la masa y la velocidad de un cuerpo definiéndose como el producto de estos dos valores:

Cantidad de movimiento = masa x velocidad

CM = mv

De acuerdo con esta definición, todos los cuerpos en movimiento tienen cantidad de movimiento, así por ejemplo una masa pequeña, moviéndose a una elevada velocidad puede tener la misma cantidad de movimiento que una gran masa moviéndose a baja velocidad.

Ejemplo No. 3.-

Una masa de 30 Kg se mueve a una velocidad constante de 8 m/seg.

- a) Encontrar su cantidad de movimiento.
- b) ¿Con qué velocidad igualará esa cantidad de movimiento una masa de 12 kg?

Solución:

Datos:

a) CM = mv

a) m = 30 Kg

CM = 30 Kg x 8 m/seg

v = 8 m/seg

CM = 240 Kg m/seg

CM = ?

b) Despejando V de CM=mv queda:

b) v = ?

$v = \frac{\text{CM}}{m}$

m = 12 kg

y como CM = 240 kg m/seg

CM = 240 Kg m/seg

$v = \frac{240 \text{ seg}}{12 \text{ kg}}$

v = 20 m/seg

La segunda Ley de Newton queda mejor establecida en términos de la cantidad de movimiento: "La variación de la cantidad de movimiento de un cuerpo respecto al tiempo, es proporcional a la fuerza aplicada y tiene lugar sobre su línea de acción"
 La ecuación con palabras es:

$$\text{Fuerza} = \frac{\text{variación en la cantidad de movimiento}}{\text{tiempo transcurrido}}$$

$$F = \frac{VCM}{t}$$

La cantidad de movimiento en un punto inicial se puede expresar como el producto de su masa y la velocidad inicial.

$$mV_0$$

y para una posición final sería:

$$mV$$

de ahí que la variación de la cantidad de movimiento "VCM" será:

$$VCM = mV - mV_0$$

$$VCM = m(V - V_0)$$

que sustituida en $F = \frac{VCM}{t}$ resulta

$$F = \frac{m(V - V_0)}{t} \quad (\text{Esta ecuación se puede usar en los problemas en que se involucre velocidad inicial "V}_0\text{" y velocidad final "V"})$$

y como la aceleración es: $a = \frac{V - V_0}{t}$ entonces:

$$F = ma$$

Ejemplo No. 4.-

Un automóvil de 2500 Kg se mueve a una velocidad de 10 m/seg ¿Qué fuerza aplicada durante 5 segundos aumentará su velocidad hasta 50 m/seg?

Solución:

Datos:

$$m = 2500 \text{ Kg}$$

$$V_0 = 10 \text{ m/seg}$$

$$t = 5 \text{ seg}$$

$$V = 50 \text{ m/seg}$$

Para resolver este problema aplicaremos la fórmula:

$$F = \frac{m(V - V_0)}{t}$$

Substituyendo:

$$F = \frac{2500 \text{ Kg} (50\text{m/seg} - 10\text{m/seg})}{5 \text{ seg}}$$

$$F = 20,000 \text{ Kg m/seg}^2$$

$$F = 20,000 \text{ Nt}$$

1.5 . IMPULSO.

Si en la ecuación: $F = \frac{m(V - V_0)}{t}$

multiplicamos ambos miembros por t obtenemos:

$$Ft = m(V - V_0)$$

$$Ft = mV - mV_0$$

Esta ecuación es llamada ecuación de impulso en la cual Ft es el impulso y mV - mV₀, como lo mencionamos, es la variación de la cantidad de movimiento. Cuando un cuerpo parte del reposo, la velocidad inicial "V₀" es cero convirtiéndose la ecuación del impulso a:

$$Ft = mV$$

Esto significa que como resultado de un impulso "Ft", un cuerpo inicialmente en reposo adquiere una cantidad de movimiento "mV". Contrariamente, un cuerpo moviéndose con una cantidad de movimiento "mV" puede ser llevado al reposo por un impulso "Ft" aplicado en contra de la dirección de su movimiento.

En conclusión el impulso (Ft) esta dado por el producto de la fuerza aplicada durante un tiempo (t) de ahí que sus unidades sean en el sistema MKS:

$$Nt \text{ seg} = \frac{\text{Kg m}}{\text{seg}^2} \text{ seg} = \frac{\text{Kg m}}{\text{seg}}$$

que son las mismas unidades de la cantidad de movimiento CM. Análogamente, para el sistema CGS, las unidades del impulso (Ft) como las de la cantidad de movimiento (CM) son:

$$\frac{\text{g cm}}{\text{seg}}$$

* Ejemplo No. 5.-

(Despreciar la fricción)

Durante 12 segundos se aplica una fuerza de 35 Newton, a una masa inicialmente en reposo de 3 Kg.

Calcular:

- a) El impulso.- Encontrar también la cantidad de movimiento,
- b) A los 12 seg.
- c) A los 15 seg.
- d) A los 20 segundos, de iniciada la aplicación de la fuerza.

Solución:

Datos:

t = 12 seg
F = 35 Nt
m = 3 Kg

- a) Ft = ?
- b) CM_{12 seg}
- c) CM_{8 seg}
- d) CM_{20seg}

a) Calculo del impulso "Ft"

$$Ft = 35 \text{ N} \times 12 \text{ seg} = 35 \frac{\text{Kg m}}{\text{seg}^2} \times 12 \text{seg}$$

$$Ft = 420 \text{ Kg m/seg}$$

b) Al calcular el impulso "Ft" hemos calculado también la cantidad de movimiento a los 12 segundos, ya que:

$$Ft = mV = CM$$

y Ft se obtuvo con t = 12 segundos

$$CM_{12\text{seg}} = 420 \text{ Kg m/seg}$$

c) La cantidad de movimiento a los 8 segundos, obviamente es menor a 420 Kg m/seg puesto que estos se producen hasta los 12 segundos. El impulso "Ft" efectuado en los primeros 8 segundos, que equivale a la cantidad de movimiento en dicho tiempo, es:

$$Ft = 35 \frac{\text{Kg m}}{\text{seg}^2} \times 8 \text{ seg} = mV = CM$$

$$CM_{8\text{seg}} = 280 \text{ Kg m/seg}$$

d) La cantidad de movimiento, 20 segundos después de iniciada la aplicación de la fuerza, más que usando una fórmula, se resuelve razonando lo que envuelve el concepto de impulso y cantidad de movimiento

La cantidad de movimiento "Ft" (ya que Ft = mV) máxima, que es la que se produce justo en el instante en que se deja de aplicar la fuerza, es precisamente lo anteriormente calculada en el inciso a):

$$CM = Ft = 420 \text{ Kg m /seg}$$

Después de retirada la fuerza no existirá impulso alguno que cause en los siguientes segundos un aumento en la cantidad de movimiento. De tal forma que pasados los 12 segundos, la cantidad de movimiento de la bola permanecerá constante y equivalente a 420 Kg m/seg.

Si en seguida calculamos la velocidad en t = 12 seg despejando "v" de la fórmula:

$$Ft = mV$$

$$V = \frac{ft}{m}$$

y sustituyendo valores

$$V = \frac{420 \text{ Kg m/seg}}{3 \text{ Kg}}$$

$$V = 140 \text{ m/seg}$$

Podremos ahora encontrar la aceleración durante el impulso con la fórmula:

$$a = \frac{V-V_0}{t}$$

Sustituyendo

$$a = \frac{140-0}{12}$$

$$a = 11.67 \text{ m/seg}^2$$

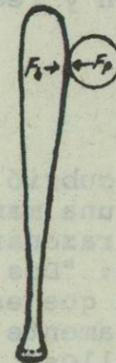
todo esto para finalmente describir lo ocurrido un tanto "idealizado" ya que no se toma en cuenta la fricción.

Al aplicar una fuerza de 35 Nt a una masa de 3 Kg, según la segunda ley de Newton, se produce una aceleración constante de 11.67m/seg² que se reduce a cero, 12 segundos después, cuando la masa alcanza una velocidad de 140 m/seg, o sea; cuando se retira la fuerza aplicada, a partir de ese momento la masa se desplazará infinitamente, puesto que no hay fuerza que se oponga, a velocidad constante, (los 140 m/seg) según la primera ley de Newton, llevando así una cantidad de movimiento de 420 Kg m/seg que le suministro el impulso del mismo valor durante esos 12 primeros segundos.

1.6 . TERCERA LEY DE NEWTON

La tercera ley de Newton afirma: "a toda fuerza de acción le corresponde una de reacción igual y opuesta"

De las tres leyes del movimiento de Newton, es esta quizá, la menos comprendida, esto probablemente se deba a que se usa poco para resolver problemas, sin embargo se presenta en nuestra vida cotidiana sin darnos cuenta, por ejemplo ahora, tu en este momento estas ejerciendo una fuerza sobre este folleto, tanto como él la ejerce sobre ti, con la misma magnitud y en sentido contrario (suponiendo que la cargas en tus manos), o bien durante el impacto de un bate con una pelota.



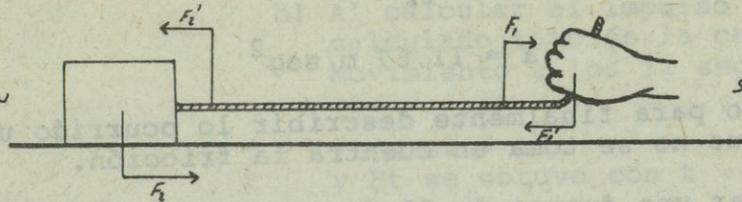
Como un último ejemplo que nos hará comprender mejor esta ley es: supongamos que un hombre tira de uno de los extremos de una cuerda atado a un bloque:

NO SON ACCION NI REACCION

F₂' y F₁

NO SON ACCION NI REACCION

F₂ y F₁'



SON ACCION Y REACCION

F₂ y F₂'

SON ACCION Y REACCION

F₁ y F₁'

No están representados ni el peso del bloque ni la fuerza ejercida sobre él por la superficie. Imaginemos primero el bloque en reposo. Las parejas de fuerzas de acción y reacción resultantes están indicadas en la figura (Realmente las líneas de acción de todas las fuerzas se encuentran a lo largo de la cuerda. Los vectores fuerza han sido desplazados fuera de sus líneas de acción para representarlos con más claridad). El vector F₁ representa la fuerza ejercida por el hombre, sobre la cuerda. Su reacción es la fuerza F₁' igual y opuesta, ejercida sobre el hombre por la cuerda. El vector F₂.

Representa la fuerza ejercida por la cuerda sobre el bloque. Su reacción es la fuerza igual y opuesta F₂' ejercida sobre la cuerda por el bloque.

Es muy importante comprobar que las fuerzas F₁ y F₂, aunque son de sentido opuesto, tienen la misma magnitud (por estar el bloque en reposo), no constituyen la pareja de acción y reacción por la sencilla razón de que ambas actúan sobre el mismo cuerpo (la cuerda), mientras que una acción y su reacción actúan necesariamente sobre cuerpos diferentes. El hecho de que el bloque se ponga en movimiento, no cambia en nada las parejas de fuerzas de acción y reacción, o sea F₁ y F₁' son acción y reacción, al igual que F₂ y F₂' lo son también del otro lado.

1.7 . LEY DE LA GRAVITACION UNIVERSAL.

Comunmente se cree que Newton descubrió la gravedad cuando estando debajo de un manzano, le cayó una manzana en la cabeza. Lo que Newton descubrió después de razonar este hecho fue la ley de la gravitación universal que dice: "Dos cuerpos cualesquiera se atraen uno al otro con una fuerza que es directamente proporcional al producto de sus masas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que existe entre ellos"

Escrito en símbolos algebraicos:

$$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

donde "F" es la fuerza de atracción ejercida entre un cuerpo y otro m₁ y m₂ es la masa de cada uno de los 2 cuerpos y "d" es la separación entre ellos (alfa "α" es una letra griega que representa proporcionalidad).

Pudiéndose escribir como ecuación cambiando la letra α por el -- signo de igual y una constante "G" llamada constante newtonina -- de la gravitación, que según experimentos hechos equivale a:

$$G = 6.673231 \times 10^{-11} \frac{m^3}{Kg \text{ seg}^2}$$

Cuando "F" se mide en newtons, "m₁" y m₂ en "kilogramos" y d en metros.

Si se utiliza en sistemas CGS la constante G es:

$$G = 6.673231 \times 10^{-8} \frac{cm^3}{g \text{ seg}^2}$$

Así:

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

Calcular el peso de una masa de 60kg.

a) En la tierra

b) En un lugar cuya aceleración de la gravedad es 21m/seg².

Calcular la fuerza requerida para que una masa de 6.5kg pueda

aumentar su velocidad de 12 a 18m/seg en un período de 3 seg.

13new.

Ejemplo No. 6.-

$$m_1 \text{ --- } .3m \text{ --- } m_2$$

Encontrar la fuerza de atracción mutua entre una masa de 60 Kg y otra de 80 Kg separados .3m

Solución:

Datos:

$$F = ?$$

$$m_1 = 60 \text{ Kg}$$

$$m_2 = 80 \text{ Kg}$$

$$d = .3m$$

Sustituyendo directamente en la ecuación:

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

Encontraremos el resultado

$$F = 6.67 \times 10^{-11} \frac{m^3}{Kg \text{ s}^2} \left[\frac{60Kg \times 80 \text{ Kg}}{.3m^2} \right]$$

$$F = 3.56 \times 10^{-6} \text{ Kg m/seg}^2$$

$$F = 3.56 \times 10^{-6} \text{ Nt}$$

O sea:

$$F = .356 \text{ dinas}$$

CAPITULO I

Autoevaluación y Ejercicios

- 1.- Despreciando la fricción, calcular la fuerza necesaria para producirle a una masa de 13kg, una aceleración de $4m/seg^2$.
R. = 52new.
- 2.- Una masa de 15kg descansa sobre un plano horizontal liso (sin fricción) y se hace actuar sobre el una fuerza horizontal de 30new.
a) ¿Qué aceleración le produce?
b) ¿Qué distancia recorrerá en 10 segundos?
- 3.- ¿Qué carga debe ser capaz de soportar una cuerda si va ha ser empleada en remolcar un automóvil de 1470kg de manera tal que se acelere a $.15m/seg^2$?
R. = 220.5new.
- 4.- Calcular el peso de una masa de 60kg.
a) En la tierra
b) En un lugar cuya aceleración de la gravedad es $21m/seg^2$.
- 5.- Calcular la fuerza requerida para que una masa de 6.5kg pueda aumentar su velocidad de 12 a 18m/seg en un período de 3 seg.
R. = 13new.