

## Tema 8: Leyes de movimiento de Newton

### Introducción:

La **mecánica** es una rama de la física que se divide en dos áreas, una de ellas es la **dinámica**, que estudia el movimiento de los objetos considerando las causas que originan dicho movimiento. Estas causas involucran fuerzas y diferentes tipos de energía. Otra de las ramas de la mecánica es la **estática**, que analiza las causas de porqué los objetos están en la condición de **reposo**, llamado también equilibrio.

**Isaac Newton (1642-1727)**: nacido en Inglaterra, además de físico, fue matemático, inventor, filósofo, por lo que fue uno de los científicos más brillantes que ha tenido el mundo, quien formuló las leyes fundamentales de la mecánica, así como la ley de la gravitación universal. Para sus formulaciones tuvo que inventar métodos matemáticos del cálculo, y entre otros más de sus trabajos científicos, fue el descubrimiento del espectro de colores de la luz blanca cuando pasa por un prisma.

### Explicación:

**¿Qué es fuerza?** Es una cantidad física vectorial que mide la **intensidad** de la **interacción** entre dos o más objetos. Esta interacción puede ser por contacto o a distancia. En el caso de una **fuerza de contacto** se produce cuando se presenta el contacto directo entre dos objetos, por ejemplo, la fuerza normal debido al contacto directo entre un objeto con una superficie (el otro objeto), por otro lado se tienen las **fuerzas de no contacto o a distancia**, que se producen por la interacción de un objeto con un campo físico vectorial como el campo gravitacional, el campo eléctrico, o el campo magnético. El peso, por ejemplo, es un caso de una fuerza a distancia debido a la interacción entre una masa con el campo gravitacional que produce la Tierra (el otro objeto).

Otro concepto fundamental es: **¿Qué es la masa?** Por un lado, es la cantidad de materia que posee un cuerpo, y también se puede definir como la cantidad física escalar que mide la resistencia que presenta un objeto para que, por un lado adquiera movimiento, o bien para modificar su condición de movimiento (cambio de velocidad). La masa es una medida de la **inercia** que posee un objeto y que a continuación se explica con más detalle en las **Leyes de Newton**, siendo éstas las que sientan las bases de la mecánica.

### 8.1 Primera ley de Newton: ¿qué hace que cambie el estado de movimiento de una masa?

**Primera Ley:** también conocida como **ley de la inercia**, establece que, en ausencia de fuerzas externas, todo cuerpo en reposo siempre permanecerá de esta manera, o si se encuentra en estado de movimiento a velocidad constante, también continuará en este estado.

En la siguiente figura se ilustra una aplicación de esta ley, en donde una persona va manejando su bicicleta, supongamos que el movimiento es a velocidad constante, repentinamente la bicicleta choca con una piedra, deteniéndose bruscamente, y por otro lado la persona se suelta de la bicicleta, esto producirá que la persona siga el movimiento, a esto se le llama **inercia**, y mientras no exista "la fuerza de algo" que detenga a la persona, seguirá en ese **estado de movimiento**.

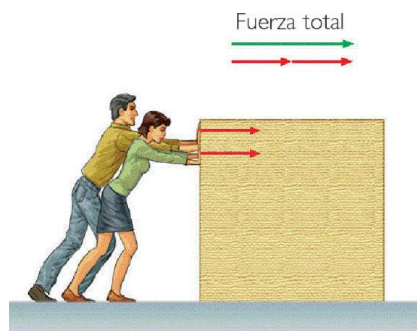


Otra de las afirmaciones que menciona la primera ley de Newton es con los objetos en reposo, indicando que mientras no exista una fuerza que los mueva, seguirá el objeto en esta condición de **estado de reposo** en forma permanente.

## 8.2 Segunda ley de Newton: ¿cuánto cambia el movimiento de una masa?

**Segunda Ley:** también conocida como **ley del movimiento**, establece que la **aceleración** que adquiere un cuerpo, es **directamente** proporcional a la **fuerza** resultante aplicada e **inversamente** proporcional a la **masa** de dicho cuerpo.

En la siguiente figura se ilustra la segunda ley de Newton, en donde dos personas aplican fuerzas a un bloque para moverlo, que en este caso, como existe una fuerza total o fuerza neta, el resultado es que el bloque de masa  $M$ , va a adquirir una aceleración que es proporcional a la fuerza total aplicada, pero de manera inversa al valor de la masa del bloque.

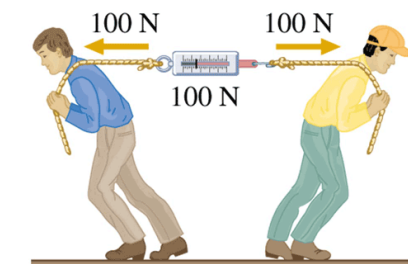


En esta ley se puede comprender el concepto de **masa** como una **resistencia** al movimiento, en donde si se quiere mantener la misma aceleración, pero la masa (resistencia) aumenta, se va a requerir de mayor fuerza, determinando cuantitativamente estas cantidades mediante esta ley del movimiento.

## 8.3 Tercera ley de Newton: par de fuerzas acción-reacción

**Tercera Ley:** también conocida como ley de acción y reacción, establece que para toda fuerza de acción, corresponde una fuerza de reacción, que es igual en magnitud pero en sentido contrario.

En la siguiente figura se muestra el caso de aplicación de esta ley, en donde dos personas jalan respectivamente una cuerda en direcciones contrarias. Estas cuerdas a su vez están sujetas a un dispositivo mecánico conocido como dinamómetro, el cual mide la fuerza que se está ejerciendo.



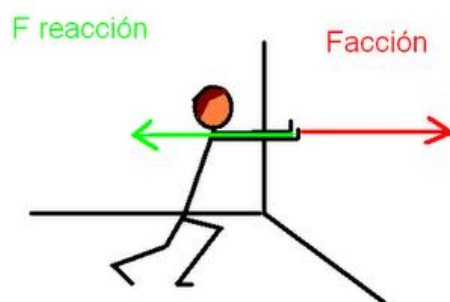
© 2003 Thomson - Brooks/Cole

En este caso, la tercera ley de Newton se aplica para las siguientes situaciones:

- La persona de la derecha (camisa amarilla y con gorra) ejerce una **fuerza de acción** de 100 N, hacia la derecha, entonces la correspondiente fuerza de reacción la está ejerciendo el dinamómetro y será hacia la izquierda y con el mismo valor de 100 N.

- b) La persona de la izquierda (camisa azul y sin gorra) ejerce una **fuerza de acción** de 100 N, hacia la izquierda, entonces la correspondiente fuerza de reacción la está ejerciendo el dinamómetro y será hacia la derecha y con el mismo valor de 100 N.
- c) Se puede analizar este sistema directamente como si las dos personas están tomadas de las manos ejerciendo la misma fuerza de 100 N en direcciones contrarias, de esta manera, si se establece como referencia que la persona de la izquierda (camisa azul y sin gorra) ejerce una **fuerza de acción** de 100 N, hacia la izquierda, entonces la correspondiente fuerza de reacción la está ejerciendo la persona de la izquierda (camisa azul y sin gorra) con el mismo valor de fuerza de 100 N.

Otro ejemplo de aplicación de esta ley puede observarse en la siguiente figura, en donde una persona se está apoyando (está en contacto) sobre una pared. En este caso la **fuerza de acción** la ejerce directamente las manos de la persona (**objeto 1**), y es hacia la derecha, en consecuencia la correspondiente **fuerza de reacción** la ejerce la pared (**objeto 2**) y es hacia la izquierda y con la **misma magnitud** que la fuerza de acción, pero en **dirección contraria**. Otro aspecto a señalar es que a estas **fuerzas de acción y reacción** se les llama **par de fuerzas**.



En los dos ejemplos anteriores se observa que la tercera ley de Newton tiene las siguientes características:

- a) Para toda fuerza de acción se produce una fuerza de reacción.
- b) Estas fuerzas son de la misma magnitud.
- c) Estas fuerzas tienen direcciones contrarias
- d) Estas fuerzas actúan en objetos diferentes
- e) A estas fuerzas se les llama fuerzas de la tercera ley de Newton.
- f) A estas fuerzas también se les llama par de fuerzas.

### Conclusión:

En este tema hemos visto los conceptos fundamentales que rigen la base de la dinámica: las leyes de Newton, en donde la **primera ley** explica los efectos de la **inercia**, estableciendo que: el estado de **reposo** o estado de **movimiento a velocidad constante** de una masa, solo pueden cambiar si se aplica una fuerza a dicha masa. Por otro lado, cuando ya existe una **fuerza** aplicándose a la masa, el movimiento de ésta va cambiar su velocidad, produciéndose una **aceleración**, que se establece en la **segunda ley**. Otro principio fundamental de la dinámica es que si una fuerza (**de acción**) actúa sobre un objeto, no se puede evitar que éste objeto produzca una fuerza de **reacción** en dirección contraria y de la misma magnitud, que se establece en la **tercera ley**. En los siguientes temas se describen los diferentes tipos de fuerzas que son comunes en la mecánica de Newton, así como sus aplicaciones.

## Tema 9 Descripción gráfica, cualitativa y cuantitativa de las fuerzas

### Introducción:

En el tema anterior se describieron las tres leyes de Newton, en donde las fuerzas juegan un papel importante en el análisis de estas leyes y en consecuencia en sus aplicaciones dentro de la mecánica de Newton. En este tema se describen los diferentes tipos de fuerzas que son más comunes y ayudará a un mejor entendimiento de las aplicaciones de estas leyes. Por otro lado, se analiza las características de cada fuerza en forma gráfica mediante el llamado diagrama de cuerpo libre, que también es analizado con detalle y su importancia en la solución de problemas dentro de las áreas que compone la mecánica, siendo la dinámica y la estática.

### Explicación:

#### 9.1 Fuerzas comunes en los problemas de la mecánica de Newton

Una fuerza es una cantidad física vectorial que describe la interacción que existe entre dos objetos, los cuales pueden estar en contacto o separados, lo que respectivamente define al tipo de fuerza, si es de contacto o fuerza a distancia. A continuación se describen diferentes tipos de fuerzas que comúnmente se presentan en la mecánica y la comprensión adecuada de estas fuerzas ayuda a una mejor solución de los diferentes problemas y casos que se presentan:

- a) **Peso:** es una fuerza a distancia, debido a la interacción de una masa (objeto 1) con el campo gravitacional que produce la tierra (objeto 2), también es llamada fuerza gravitacional del objeto y tiene la dirección del campo gravitacional, es decir, siempre **verticalmente hacia abajo**, en la dirección del centro de la Tierra. La magnitud de esta fuerza se determina por la segunda ley de Newton, en donde la aceleración es la que adquieren los objetos en caída libre cuya magnitud es el valor de la gravedad "***g***", por lo tanto el peso "***w***", de un objeto de masa "***m***" se calcula como:

$$w = mg \quad , \quad \text{en donde } g = 9.81 \text{ m/s}^2$$

- b) **Normal:** es una fuerza de contacto, debido al contacto entre un objeto con un plano o una superficie (objeto 2), y esta fuerza tiene una dirección que es **perpendicular** a la superficie de contacto.
- c) **Tensión en una cuerda:** es una fuerza que se manifiesta en cada punto de una cuerda, debido a la aplicación de dos fuerzas iguales en cada uno de los extremos de la cuerda.
- d) **Fuerza en un resorte:** si un resorte de constante elástica  $k$ , se estira o se comprime una distancia  $x$ , se produce una fuerza que varía linealmente con este desplazamiento  $x$ . Esta fuerza está dada por la **ley de Hooke**:  $F = -kx$

##### **Cálculo de la constante del resorte:**

En este caso debe colocarse el resorte en forma vertical, sujetando el extremo superior de un punto fijo, y en el extremo inferior colocarle un objeto de masa  $m$ , y dejar que el sistema esté en equilibrio estático, entonces el balance de fuerzas es:

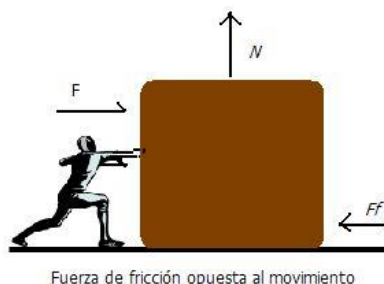
$$kx = mg \quad , \quad \text{por lo que la constante es: } k = \frac{mg}{x} \quad ,$$

en donde  $m$  es la masa,  $x$  es la distancia que se estiró el resorte y  $g=9.8 \text{ m/s}^2$  es el valor de la gravedad.

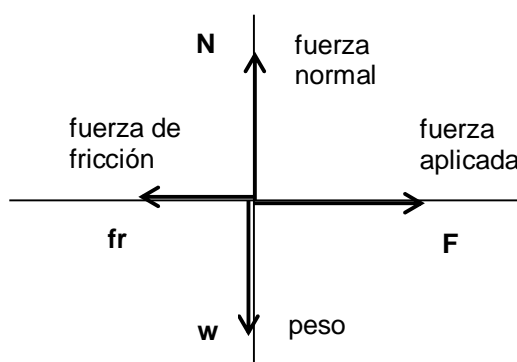
#### 9.2 Diagramas de cuerpo libre

Un diagrama de cuerpo libre, es un diagrama que muestra las fuerzas que actúan en un objeto, en donde la dirección de las fuerzas depende de las características del tipo de fuerza que se aplica. Por lo general existe una figura o al menos una redacción sobre un caso o problema de algún objeto en el que están actuando diferentes fuerzas sobre él, y en base a estas fuerzas, se

dibuja el diagrama de cuerpo libre indicando únicamente los vectores de fuerzas, que parten del origen del plano cartesiano, representando este origen al objeto o punto en cuestión. En la siguiente figura se muestra el caso de un objeto, colocado sobre un plano horizontal, y que está siendo empujado por una fuerza horizontal (paralela al plano):



Para la figura anterior, el correspondiente diagrama de fuerzas, se muestra a continuación:



en la figura anterior se puede notar que los vectores de las fuerzas Normal ( $N$ ) y del Peso ( $w$ ) están direcciones contrarias, pero son de la misma longitud, esto indica que la magnitud de estas dos fuerzas son iguales, además porque están en equilibrio, pero en el caso de los vectores fuerza aplicada ( $F$ ) y fricción ( $fr$ ), tienen longitudes diferentes, siendo mayor el de la fuerza aplicada, lo que indica que el objeto tendrá un movimiento hacia la derecha, de acuerdo a la segunda ley de Newton, por otro lado, las direcciones de estas fuerzas son contrarias. En el siguiente tema, se analizarán más casos de sistemas físicos con fuerzas aplicadas, analizando otros tipos de diagramas de cuerpo libre.

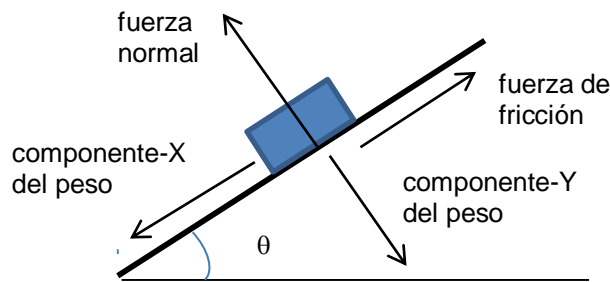
### 9.3 Fricción

**Fricción:** es una fuerza de contacto debido al rozamiento producido entre un objeto con una superficie en contacto, las cuales tienen imperfecciones que producen cierto “agarre” del objeto con la superficie. Por lo general la fricción se opone al movimiento del objeto y su dirección es **paralela** a la superficie de contacto. Esta fuerza “ $fr$ ” se calcula por la siguiente ecuación:

$$fr = \mu N$$

en donde  $N$  es la fuerza normal y por otro lado  $\mu$  es llamado coeficiente de fricción que mide el grado de oposición al deslizamiento entre las superficies de contacto, y es un valor que generalmente varía desde cero hasta 1, siendo  $\mu=0$  cuando no hay esta oposición y las superficies de contacto son completamente lisas, por ejemplo dos bloques de hielo en contacto y deslizándose uno con respecto al otro, y cuando el valor es  $\mu=1$ , representa una alta oposición, debido a un alto grado de rugosidad entre las superficies de contacto. Nótese que es un caso particular en donde la fuerza de fricción tiene una dirección perpendicular a la fuerza normal.

A continuación se presenta un objeto que está en reposo sobre un plano inclinado, como se muestra en la siguiente figura, así como las fuerzas que están presentes y las cuales se relacionan directamente tanto con la fuerza normal, como con la fuerza de fricción.



en el caso en que el objeto esté en reposo, la fuerza de fricción, se convierte en fricción estática, y el coeficiente que actúa es el coeficiente de fricción estático  $\mu_s$ , y para el caso en que el objeto se está deslizando, la fuerza de fricción, se convierte en fricción cinética, y el coeficiente que actúa es el coeficiente de fricción cinético  $\mu_k$ , por otro lado se cumple siempre que  $\mu_s > \mu_k$ . Para este caso de un plano inclinado, la magnitud de esta fuerza de fricción depende directamente de la componente-X del peso, y de la misma manera, la magnitud de la fuerza normal depende de la componente-Y del peso, como se indica en la figura anterior.

### Conclusión:

En este tema se analizó con detalle los tipos de fuerzas que se presentan en diferentes sistemas físicos que son más comunes dentro de la mecánica de Newton, los cuales deben ser analizados mediante diagramas de cuerpo libre, que muestran las fuerzas actuando sobre los objetos, para que de esta manera se tenga una herramienta de apoyo que facilita la solución de problemas de dinámica básica, los cuales serán analizados en el siguiente tema.

## Tema 10 Aplicaciones de las leyes de Newton

### Introducción:

A continuación se presentan diversas aplicaciones de la segunda Ley de Newton:

Esta ley establece que la aceleración de un cuerpo varía de manera inversa con su masa y en forma directa con la fuerza resultante aplicada a dicho cuerpo, y sobre esto último es muy útil que se dibuje el diagrama de cuerpo libre del objeto. En este diagrama se muestran todas las fuerzas que actúan en el cuerpo. La ecuación de la segunda Ley se escribe como:

$$\text{aceleración} = \frac{\text{fuerza neta}}{\text{masa}}, \quad a = \frac{F_{\text{neto}}}{m}$$

Si el movimiento es en el eje X, mientras que en el eje Y no hay movimiento, las ecuaciones correspondientes para esta ley de Newton son:

$$\sum F_x = ma_x, \quad \sum F_y = ma_y = 0$$

En el eje X, la fuerza neta corresponde a la suma algebraica de las fuerzas o componentes de fuerzas que actúan sobre el objeto en ese eje, y se iguala a masa por aceleración, pero nótese que en el eje Y, la suma algebraica de las fuerzas que actúan en ese eje se iguala a cero, ya que no se presenta movimiento.

### Explicación:

#### 10.1 Del diagrama de cuerpo libre a las ecuaciones de movimiento: Dinámica traslacional

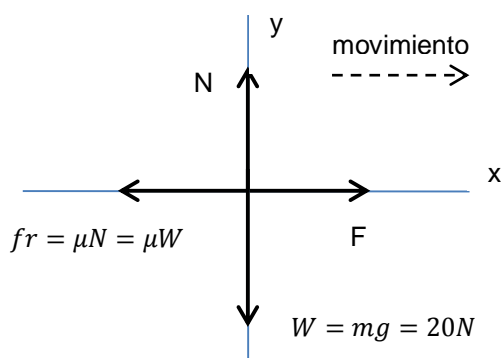
A continuación, se analizan diferentes casos de aplicación de la segunda ley de Newton con ejemplos ilustrativos, en donde se dibuja primeramente el diagrama de cuerpo libre y posteriormente se escriben las ecuaciones que describen, ya sea el movimiento del objeto, o su estado de reposo.

### Caso 1: Objeto en un plano horizontal con fricción, y fuerzas paralelas a los ejes

Considera que un bloque de 2 kg de masa está siendo empujado por una fuerza de 16 N, a lo largo de una mesa horizontal, en donde el coeficiente de fricción cinético entre la mesa y el bloque es de 0.2, para fines prácticos se considera  $g = 10 \text{ m/s}^2$



Lo primero que tenemos que hacer es elaborar un diagrama de cuerpo libre (DCL), en el cual se deben de mostrar todas las fuerzas actuando sobre el objeto. Para el caso 1 el DCL queda:



Observa como la dirección de la fuerza aplicada y la fuerza de fricción son contrarias, al igual que la fuerza normal y el peso del bloque, resolviendo primero para el eje Y se tiene que:

Análisis en el eje X

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ F - fr &= ma \\ 16 - 4 &= 2a \\ a &= 6 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

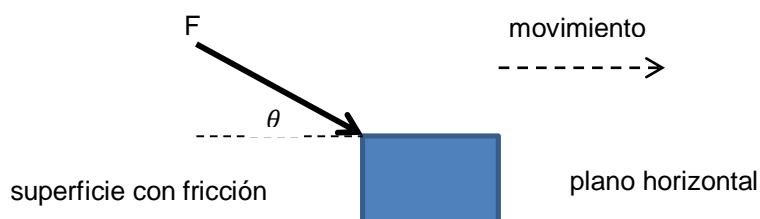
Análisis en el eje Y

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N - W &= 0 \\ N &= W = 20 \text{ N} \\ fr &= \mu N = 4 \text{ N}\end{aligned}$$

### Caso 2: Objeto en un plano horizontal con fricción, y fuerza empujando a $\theta = 37^\circ$

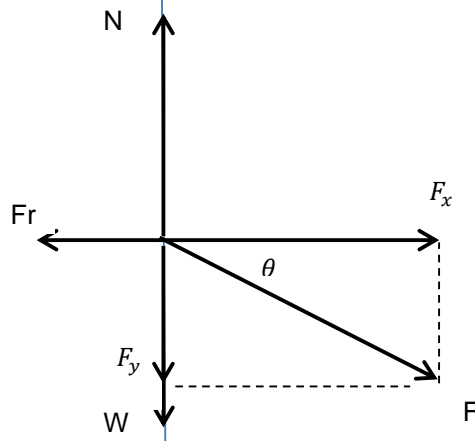
Considera ahora que el bloque de 2 kg de masa está siendo empujado por una fuerza de 16 N a lo largo de una mesa horizontal, en donde el coeficiente de fricción cinético entre la mesa y el bloque sigue siendo de 0.2, para fines prácticos se considera  $g = 10 \text{ m/s}^2$

A continuación se muestra un esquema del objeto empujado por la fuerza y su correspondiente diagrama de cuerpo libre:



Se debe dibujar primero el diagrama de cuerpo libre (DCL), en el que se muestre todas las fuerzas actuando sobre el objeto. Para este caso 2 el DCL queda:

### DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE



Observa cómo la componente en X de la fuerza aplicada y la fuerza de fricción son contrarias, al igual que la fuerza normal es contraria al peso del bloque y a la componente en Y de la fuerza aplicada, resolviendo primero para el eje Y, se tiene que:

Análisis en el eje x

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ F_x - fr &= ma_x \\ F_x &= F \cos 37^\circ = 12.8 \text{ N} \\ 12.8 - 5.9 &= 2a \\ a &= 3.45 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

Análisis en el eje y

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N - F_y - W &= 0 \\ F_y &= F \sin 37^\circ = 9.6 \text{ N} \\ N &= F_y + W = 29.6 \text{ N} \\ fr &= \mu N = 5.9 \text{ N}\end{aligned}$$

Caso 3: Objeto en un plano horizontal con fricción, y fuerza jalando a  $\theta=37^\circ$

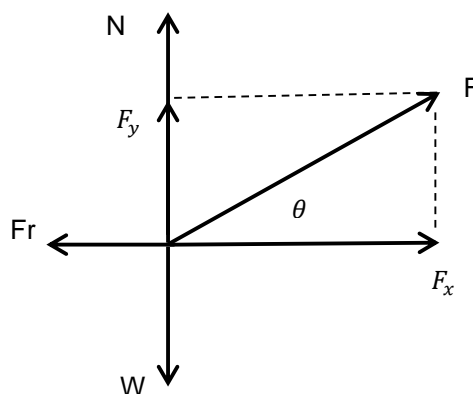
Considera ahora que el bloque de 2 kg de masa está siendo jalado por una fuerza de 16 N, a lo largo de una mesa horizontal, en donde el coeficiente de fricción cinético entre la mesa y el bloque sigue siendo de 0.2, para fines prácticos se considera  $g=10 \text{ m/s}^2$ .

A continuación se muestra un esquema del objeto empujado por la fuerza y su correspondiente diagrama de cuerpo libre:



Lo primero que se debe hacer es dibujar el diagrama de cuerpo libre (DCL), en el cual se deben de mostrar todas las fuerzas actuando sobre el objeto. Para el caso 3 el DCL queda:

### DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE





Observa cómo la componente en X de la fuerza aplicada y la fuerza de fricción son contrarias, y en este caso, la fuerza normal está siendo “ayudada” por la componente en Y de la fuerza aplicada, y ambas son contrarias al peso del bloque, resolviendo primero para el eje Y, se tiene que:

Análisis en el eje x

$$\begin{aligned}\sum F_x &= ma_x \\ F_x - fr &= ma \\ F_x &= F \cos 37^\circ = 12.8 \text{ N} \\ 12.8 - 2.1 &= 2a \\ a &= 5.35 \text{ m/s}^2\end{aligned}$$

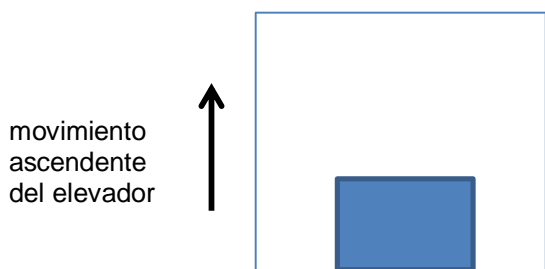
Análisis en el eje y

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N + F_y - W &= 0 \\ F_y &= F \sin 37^\circ = 9.6 \text{ N} \\ N &= W - F_y = 10.4 \text{ N} \\ fr &= \mu N = 2.1 \text{ N}\end{aligned}$$

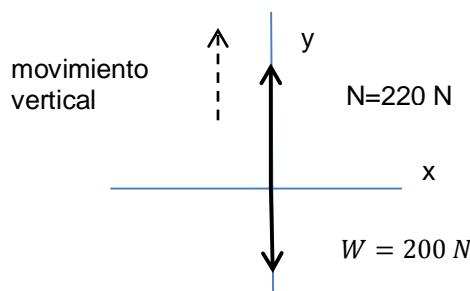
De los resultados anteriores se concluye que: cuando la fuerza está inclinada, el caso 3, donde el bloque es jalado, se facilita el movimiento ya que disminuye la fricción.

Caso 4: Objeto en un plano vertical dentro de un elevador con aceleración vertical

Considera que un bloque de 200 N de peso, y está colocado dentro de un elevador que se mueve verticalmente hacia arriba, como se observa en la siguiente figura, si el valor de la fuerza normal es de 220 N, determinar la aceleración del elevador.



Cabe mencionar, que la fuerza normal del bloque dentro del elevador, es la fuerza de contacto entre el bloque y el piso del elevador, también a esta fuerza se le conoce como “peso aparente”. En la siguiente figura se muestra el diagrama de cuerpo libre (DCL), en donde se observan las fuerzas actuando sobre el objeto, por lo que para esta caso 4, el DCL queda:



Observa como la dirección de la fuerza normal es contraria al peso del bloque, al realizar un análisis del movimiento en el eje “Y” se obtiene que:

$$\begin{aligned}\sum F_Y &= ma \\ N - W &= ma\end{aligned}$$

Despejando para la aceleración se obtiene:

$$a = \frac{N - W}{m}$$

Considerando  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , y sustituyendo los valores de

$$N = 220 \text{ N} \quad \text{y} \quad W = 200 \text{ N}, \quad \text{se obtiene:}$$

$$a = 2 \text{ m/s}^2$$

## 10.2 Equilibrio traslacional

En los casos anteriores, los objetos presentaban una aceleración, pero cuando la aceleración es cero, entonces la fuerza neta o resultante sobre el objeto es cero, a esta condición se le llama **equilibrio traslacional**, que puede ser de dos tipos: el equilibrio **dinámico**, el cual se presenta cuando el objeto se mueve a **velocidad constante**, el otro tipo de equilibrio es el **estático**, que es cuando el objeto está en **reposo**. De acuerdo a la segunda ley de Newton, para este caso de equilibrio se tiene:

$$F_{\text{net}} = ma, \text{ pero en equilibrio: } a = 0, \quad \text{entonces } F_{\text{net}} = 0$$

Al descomponer la fuerza neta en los ejes X, Y, se obtienen las ecuaciones correspondientes, que también son conocidas como ecuaciones de la **primera condición de equilibrio**:

$$\sum F_x = 0, \quad \sum F_y = 0$$

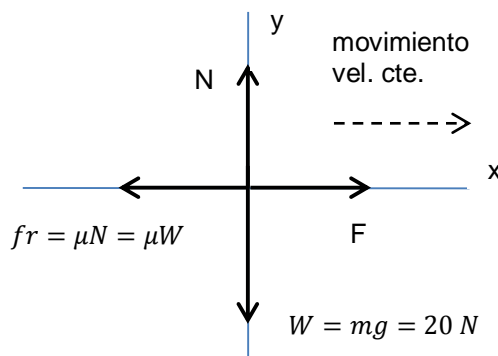
Por lo tanto, en el eje X, así como en el eje Y, la suma algebraica de las fuerzas o componentes de fuerzas que actúan sobre el objeto en cada uno de esos ejes se iguala a cero, ya que no se presenta aceleración. A continuación se muestran dos de los casos de la sección anterior, pero en este caso el objeto se mueve a velocidad constante, por lo que corresponde al **equilibrio traslacional** de tipo **dinámico**:

Caso 1: Objeto en un plano horizontal con fricción, y fuerzas paralelas a los ejes

Considera que un bloque de 2kg de masa está siendo empujado por una fuerza F a lo largo de una mesa horizontal, en donde el coeficiente de fricción cinético entre la mesa y el bloque es de 0.2, para fines prácticos se considera  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determinar el valor de la fuerza que produce el movimiento del bloque a velocidad constante.



Lo primero que tenemos que hacer es elaborar un diagrama de cuerpo libre (DCL), en el cual se deben de mostrar todas las fuerzas actuando sobre el objeto. Para el caso 1 el DCL queda:



Observa como la dirección de la fuerza aplicada y la fuerza de fricción son contrarias, al igual que la fuerza normal y el peso del bloque. Por otro lado, el movimiento es a velocidad constante, en consecuencia, se aplica la primera condición de equilibrio, resolviendo primero para el eje Y, esto es:

Análisis en el eje X

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ F - fr &= 0 \\ F - 4 &= 0 \\ F &= 4 \text{ N}\end{aligned}$$

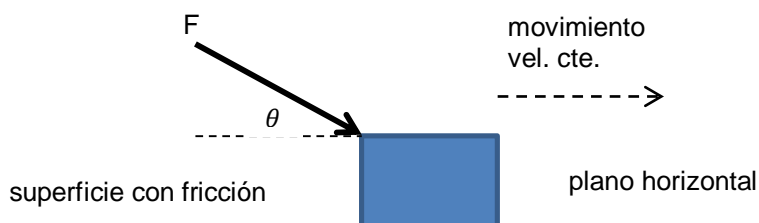
Análisis en el eje Y

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N - W &= 0 \\ N &= W = 20 \text{ N} \\ fr &= \mu N = 4 \text{ N}\end{aligned}$$

Caso 2: Objeto en un plano horizontal con fricción, y fuerza empujando a  $\theta = 37^\circ$

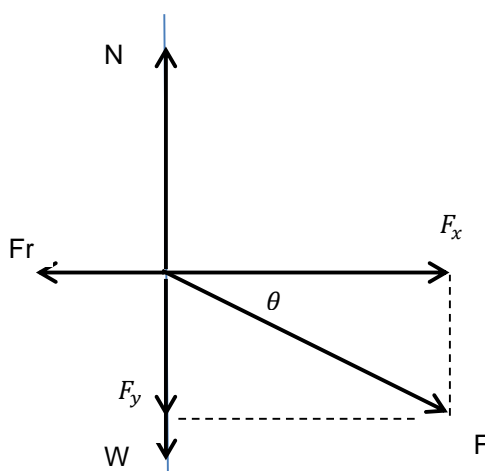
Considera ahora que el bloque de 2 kg de masa está siendo empujado por una fuerza  $F=16 \text{ N}$  a lo largo de una mesa horizontal. Considerar para fines prácticos  $g = 10 \text{ m/s}^2$ , determinar el valor del coeficiente de fricción cinético entre la mesa y el bloque, sabiendo que el movimiento del bloque es a velocidad constante.

A continuación se muestra un esquema del objeto empujado por la fuerza y su correspondiente diagrama de cuerpo libre:



Primeramente se debe elaborar un diagrama de cuerpo libre (DCL), en el cual se deben de mostrar todas las fuerzas actuando sobre el objeto. Para el caso 2 el DCL queda:

DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE



Observa cómo la dirección de la fuerza aplicada y la fuerza de fricción son contrarias, al igual que la fuerza normal y el peso del bloque. Por otro lado, el movimiento es a velocidad constante, en consecuencia, se aplica la primera condición de equilibrio, resolviendo primero para el eje Y, esto es:

Análisis en el eje x

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ F_x - fr &= 0 \\ F_x &= F \cos 37^\circ = 12.8 \text{ N} \\ 12.8 - fr &= 0 \\ fr &= 12.8 \text{ N}\end{aligned}$$

$$fr = \mu N = 12.8 \rightarrow \mu = \frac{fr}{N} = \frac{12.8}{29.6} = 0.43$$

Análisis en el eje y

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ N - F_y - W &= 0 \\ F_y &= F \sin 37^\circ = 9.6 \text{ N} \\ N &= F_y + W = 29.6 \text{ N}\end{aligned}$$

Otro ejemplo del **equilibrio traslacional** es el de tipo **estático**, a continuación se muestra el caso de un bloque de 8 kg de masa que está sostenido por dos cuerdas de tensiones  $T_1$  y  $T_2$ , como se muestra en la figura, determinar el valor de estas tensiones:

FIGURA

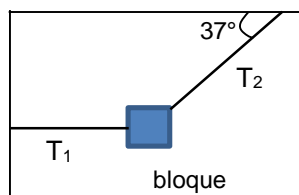
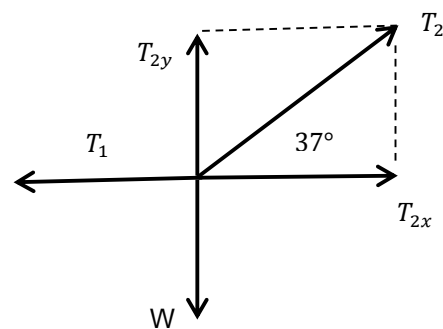


DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE



En el diagrama de cuerpo libre, nuevamente se tiene un equilibrio de fuerzas, en donde la tensión de la cuerda 2, se descompone en sus componentes en X, Y, por lo que se observa que la componente  $T_{2x}$  queda equilibrada con la tensión de la cuerda 1, mientras que la componente  $T_{2y}$  estará en equilibrio con el peso del objeto. Debido a que el sistema está en reposo (equilibrio estático), se aplica la primera condición de equilibrio, resolviendo primero para el eje Y, se tiene que:

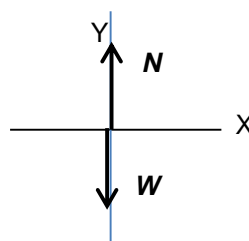
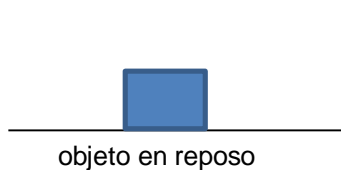
Análisis en el eje X

$$\begin{aligned}\sum F_x &= 0 \\ T_{2x} - T_1 &= 0 \\ T_2 \cos(37^\circ) &= T_1 \\ T_1 &= 133.3 \text{ (0.8)} \\ T_1 &= 106.4 \text{ N}\end{aligned}$$

Análisis en el eje Y

$$\begin{aligned}\sum F_y &= 0 \\ T_{2y} - W &= 0 \\ W &= mg = 80 \text{ N} \\ T_2 \sin(37^\circ) &= 80 \\ T_2 &= 133.3 \text{ N}\end{aligned}$$

Un ejemplo más de **equilibrio traslacional estático**, es el simple caso de un objeto de 8 kg, colocado en reposo sobre una superficie horizontal, en donde su diagrama de cuerpo libre tendrá solamente dos fuerzas opuestas una a la otra, que es la Normal y el Peso:



Para este caso, solo se aplica:

$$\sum F_x = 0, \quad \text{por lo que} \quad N - W = 0$$

entonces  $N = W = mg = 8(10) = 80 \text{ N}$

en donde se consideró el valor de la gravedad como  $10 \text{ m/s}^2$  para fines prácticos.

### Conclusión:

En este tema se analizó con detalle las aplicaciones de las leyes de Newton, lo cual es fundamental en la rama de la física conocida como mecánica, en particular la dinámica, que estudia y analiza el caso de los objetos en movimiento. Vivimos en un mundo en movimiento, en nuestro hogar, en la escuela, en el trabajo, en el deporte, en las diferentes actividades que realizamos, y definitivamente en la industria en general, la comprensión y entendimiento de las leyes de Newton y sus aplicaciones es fundamental para el buen funcionamiento de los sistemas en movimiento que hay en líneas de producción.

### Recursos de apoyo:

<b>Videos educativos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para conocer sobre el peso aparente dentro de un elevador, revisa el siguiente video: Lara, D. (2011, 13 de junio). <i>Peso Aparente en un Elevador</i> [Archivo de video]. Recuperado de <a href="http://www.youtube.com/watch?v=UEIN0tRc2JY">http://www.youtube.com/watch?v=UEIN0tRc2JY</a></li> <li>• Para conocer más acerca de la tercera ley de Newton, revisa el siguiente video: Lupita de Cortez. (2012, 18 de mayo). <i>Tercera ley de Newton</i> [Archivo de video]. Recuperado de <a href="http://www.youtube.com/watch?v=t2pxG1zL0q0">http://www.youtube.com/watch?v=t2pxG1zL0q0</a></li> </ul>
<b>Lecturas: artículos, recursos educativos abiertos</b>	<p>Ingresa al siguiente recurso en el que podrás conocer un simulador sobre tipos de fuerzas. <b>Tipos de fuerzas</b> <a href="http://www.educaplanet.org/play-343-Tipos-de-fuerzas.html">http://www.educaplanet.org/play-343-Tipos-de-fuerzas.html</a></p> <p>Ingresa al siguiente recurso en el que podrás conocer un simulador que muestra las componentes del peso en un plano inclinado. <b>Descomposición del peso en un plano inclinado</b> <a href="http://www.educaplanet.org/play-256-Descomposici%C3%B3n-del-peso-en-un-plano-inclinado.html?PHPSESSID=15f4065c539e54bb341f2e90319bf924">http://www.educaplanet.org/play-256-Descomposici%C3%B3n-del-peso-en-un-plano-inclinado.html?PHPSESSID=15f4065c539e54bb341f2e90319bf924</a></p>
<b>Podcast</b>	<p>Alfonso Serrano (2013, 11 de junio). <i>Problemas sobre segunda ley de Newton</i>. Recuperado de: <a href="http://www.educaplanet.com/lesson/view/2a-ley-de-newton-ejm/8834040/?s=ZAFby7&amp;ref=appemail">http://www.educaplanet.com/lesson/view/2a-ley-de-newton-ejm/8834040/?s=ZAFby7&amp;ref=appemail</a></p> <p>Alfonso Serrano (2013, 22 de junio). <i>Problemas sobre plano inclinado con fricción</i>. Recuperado de: <a href="http://www.educaplanet.com/lesson/view/objeto-en-plano-inclinado-con-friccion/9034321/?s=jWDWsJ&amp;ref=appemail">http://www.educaplanet.com/lesson/view/objeto-en-plano-inclinado-con-friccion/9034321/?s=jWDWsJ&amp;ref=appemail</a></p>