

## DINÁMICA I

En cinemática estudiamos los movimientos sin indagar cuáles son sus causas. En este capítulo vamos a iniciar el estudio de la Dinámica, procurando contestar preguntas como: ¿Qué es lo que produce el movimiento? ¿Es necesario algo específico para que se conserve? ¿Cuáles son las variaciones observadas en un movimiento?

Hace aproximadamente tres siglos, el famoso físico y matemático inglés Isaac Newton (1642- 1727) con base en sus observaciones y las de otros científicos, formuló tres principios que son fundamentales para contestar tales preguntas y para la resolución de otros problemas relacionados con los movimientos, y que reciben el nombre de "**leyes del movimiento**".

Estos principios constituyen los pilares de la Mecánica, y fueron enunciados en la famosa obra de Newton titulada *Principios Matemáticos de la Filosofía Natural*.

**Concepto de Fuerza**

Cuando realizamos un esfuerzo muscular para empujar o levantar un objeto estamos comunicando una *fuerza*; una locomotora ejerce una fuerza para arrastrar los vagones del tren; un chorro de agua ejerce una fuerza para hacer funcionar una turbina, etc. Así todos tenemos intuitivamente la idea de lo que es *fuerza*.

Analizando los ejemplos que acabamos de citar, es posible concluir que una fuerza queda bien definida cuando especificamos magnitud, dirección y sentido. En otras palabras una fuerza es una magnitud vectorial.

La unidad de medida de fuerza en el SI es el **newton (N)**

$$1N = 1Kg \cdot \frac{m}{s^2}$$

**Tipos de Fuerzas**

**i) Fuerza Peso ( $\vec{P}$ )**: es la fuerza con la cual un cuerpo es atraído verticalmente hacia abajo por la gravedad (en nuestro caso es ejercida por la Tierra).

La fuerza Peso (o de atracción de la Tierra), así como las fuerzas eléctricas o fuerzas magnéticas (por ejemplo, fuerza de un imán sobre un clavo) son ejercidas sin que haya necesidad de contacto entre los cuerpos, a esto se le denomina acción a distancia. Con esto se confirma, que todo cuerpo en presencia de gravedad, está sometido a una fuerza Peso.

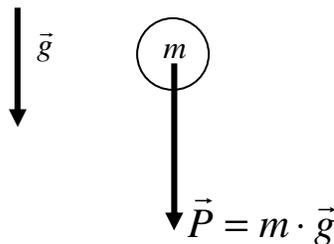


Fig. 1

**ii) Fuerza Normal ( $\vec{N}$ ):** es la fuerza que ejerce una superficie cualquiera sobre un cuerpo. Siempre actúa perpendicular a la superficie.

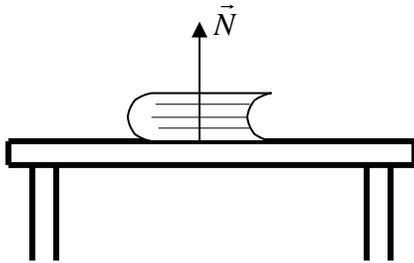


Fig.2

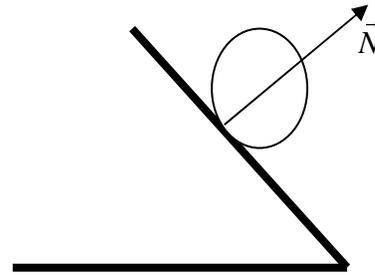


Fig.3

**iii) Tensión ( $\vec{T}$ ):** es la fuerza que ejerce una cuerda sobre un cuerpo.

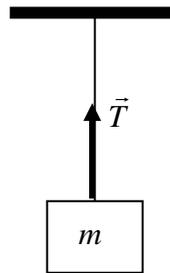


Fig. 4

**Nota:** las cuerdas en el análisis de problemas son *ideales*, o sea, se desprecia su masa y son inextensibles.

**Ejemplo:**

1. Suponga que un tenista golpea con la raqueta una pelota de tenis, la cual sale directamente hacia delante y paralela al suelo. Si no se toma en cuenta la resistencia del aire, ¿cuál será la dirección aproximada de la fuerza neta que actúa sobre la pelota después que deja la raqueta?  
A) Directamente hacia delante.  
B) Directamente hacia abajo.  
C) Cero.  
D) Hacia delante y un poco hacía abajo.  
E) Hacia abajo y un poco hacia atrás.

#### iv) Fuerza de fricción:

Consideremos un bloque apoyado en una superficie horizontal. Como el cuerpo está en reposo, las fuerzas que actúan sobre él tienen resultante nula, o sea, su peso es igual en magnitud con la fuerza normal de la superficie (figura 5). Supongamos ahora que una persona empuja o tira del bloque con una fuerza  $\vec{F}$  (figura 6) y que el cuerpo continúa en reposo. Entonces la resultante de las fuerzas que actúan sobre el bloque sigue siendo nula. Debe existir una fuerza que equilibre a  $\vec{F}$ . Este equilibrio se debe a la acción ejercida por la superficie sobre el bloque, que se denomina **fuerza de fricción (o rozamiento)**  $\vec{f}_r$ .

La fuerza de roce *siempre* se opone a la tendencia al movimiento de los cuerpos sobre una superficie, y se debe, entre otras causas, a la existencia de pequeñas irregularidades en la superficie de contacto.

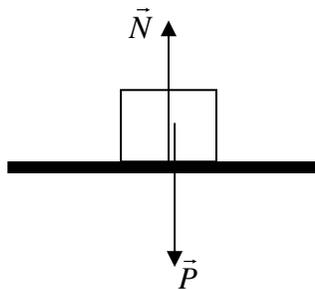


Fig. 5

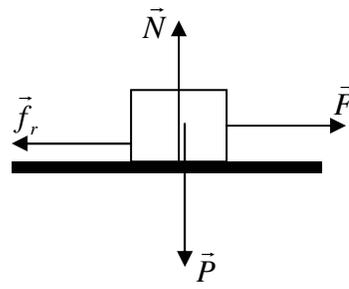


Fig. 6

Si aumentamos el valor de  $\vec{F}$  y vemos que el bloque sigue en reposo, podemos concluir que la fuerza de fricción también se vuelve mayor al aumentar la intensidad de  $\vec{F}$ . Esta fuerza de roce que actúa sobre el bloque en reposo, se denomina **fuerza de fricción estática**, la cual es variable y siempre equilibra las fuerzas que tienden a poner en movimiento al cuerpo.

Al aumentar continuamente el valor de  $\vec{F}$ , llegará un límite para la fuerza de roce, después de la cual dejará de equilibrar al cuerpo. Esta fuerza recibe el nombre de **fuerza de fricción estática máxima** ( $\vec{f}_{eM}$ ).

$$|\vec{f}_{eM}| = \mu_e \cdot |\vec{N}|$$

$\mu_e$  = coeficiente de roce estático.

Cuando el valor de  $\vec{F}$  es superior a la fuerza de roce estático máxima, estamos en presencia de una **fuerza de fricción cinética** ( $\vec{f}_c$ ), lo que implica que el bloque está en movimiento en una superficie rugosa.

$$|\vec{f}_c| = \mu_c \cdot |\vec{N}|$$

$\mu_c$  = coeficiente de roce cinético.

Nota:  $|\vec{f}_c| < |\vec{f}_{eM}|$ , lo que implica que la intensidad de la fuerza de roce disminuye cuando se inicia el movimiento.

## LEYES DE NEWTON

### I) Ley de Inercia:

En 1685; Isaac Newton formuló correctamente el principio de inercia:

Un cuerpo permanecerá en **reposo** o en **movimiento rectilíneo uniforme (MRU)**, a menos que una fuerza externa actúe sobre él.

Una consecuencia importante de esta formulación es que el MRU y el reposo son equivalentes. Ambos estados son posibles, si la suma de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es nula ( $\vec{F}_{NETA} = \vec{0}$ ), y lo que es más importante, el reposo y el movimiento son relativos, ya que ningún experimento mecánico puede poner en evidencia un MRU. Los sistemas de referencia que se muevan unos con respecto a otros a velocidad constante serán equivalentes para la física. Esos sistemas se denominan Sistemas de Referencia Inerciales. Con el principio de Inercia, se acaba con la noción de movimiento o un reposo absoluto.

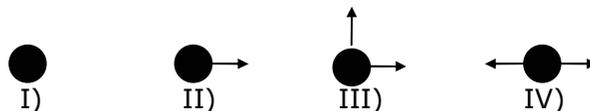


Fig. 7

Los movimientos de la figura 7 son equivalentes, ya que se encuentran en estado inercial ( $\vec{F}_{NETA} = \vec{0}$ ).

### Ejemplo:

2. En cada una de las figuras está representada una partícula con todas las fuerzas que actúan sobre ella. Estas fuerzas, constantes, están representadas por vectores de igual módulo.



¿En cuáles de los siguientes casos la partícula puede tener velocidad constante?

- A) En I, III y IV
- B) En II, III y IV
- C) En I y III
- D) En I y IV
- E) En ningún caso.

## II) Ley de movimiento:

Siempre que una fuerza no equilibrada actúa sobre un cuerpo, *en la dirección y sentido de la fuerza se produce una aceleración*, que es directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

Matemáticamente la ley se expresa de la siguiente forma:

$$\vec{F}_{NETA} = m \cdot \vec{a}$$

La ecuación anterior, indica que la sumatoria de todas las fuerzas en la dirección del movimiento equivale al producto de la masa con la aceleración del sistema.

Es importante observar que, la segunda ley de Newton la  $\vec{F}_{NETA}$  representa una resultante o fuerza no equilibrada. Si sobre un cuerpo actúa más de una fuerza, será necesario determinar la fuerza resultante *a lo largo de la dirección del movimiento*. La fuerza neta siempre estará en la dirección del movimiento, cuando la trayectoria sea rectilínea. Todas las componentes de las fuerzas que son perpendiculares a la aceleración estarán equilibradas (la suma de ellas es igual a cero). Si se elige el eje x en la dirección del movimiento, podemos determinar la componente X de cada fuerza y escribir

$$\vec{F}_{NETA(X)} = m \cdot \vec{a}_X$$

Se puede escribir una ecuación similar para las componentes en y, si elegimos este eje como la dirección del movimiento.

Resumiendo, si la fuerza que actúa es constante, lo será también la aceleración, y podemos afirmar que el cuerpo tendrá un **movimiento uniformemente variado**.

Si la fuerza resultante es cero, implica que la aceleración es nula y obtenemos las condiciones de estado inercial, en el cuál el cuerpo puede estar en **reposo o con MUR**.

¿Qué es un diagrama de cuerpo libre?

Es un diagrama vectorial que describe todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo. Por lo tanto es una herramienta utilizada para el planteamiento de ecuaciones, de un problema en particular.

### Ejemplo:

3. Una fuerza horizontal de 40N arrastra un bloque de 4 Kg a través del piso. Si el coeficiente de roce cinético es 0,5. ¿Cuál es la aceleración del bloque? Use

$$|\vec{g}| = 10 \text{ m/s}^2$$

- A)  $20 \text{ m/s}^2$
- B)  $40 \text{ m/s}^2$
- C)  $5 \text{ m/s}^2$
- D)  $10 \text{ m/s}^2$
- E)  $8 \text{ m/s}^2$

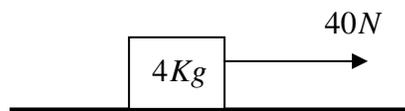


Fig. 8

### III) Ley de acción y reacción:

Cuando un cuerpo A ejerce una fuerza sobre un cuerpo B, éste reacciona sobre A con una fuerza de igual magnitud, igual dirección y de sentido contrario.

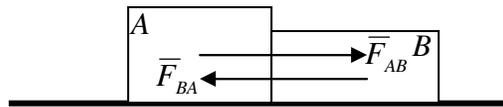


Fig. 9

$$\vec{F}_{AB} = -\vec{F}_{BA}$$
$$|\vec{F}_{AB}| = |\vec{F}_{BA}|$$

Las dos fuerzas mencionadas por la tercera ley de Newton, y que aparecen en la interacción de dos cuerpos, se denominan acción y reacción. Cualquiera de ellas podrá indistintamente, ser considerada como acción o como reacción.

Observemos que la acción es aplicada a uno de los cuerpos y la reacción actúa en el cuerpo que ejerce la acción, es decir, están aplicadas sobre cuerpos diferentes. Por consiguiente, la acción y la reacción **no se pueden anular mutuamente**, porque para ello sería necesario que estuviesen aplicadas sobre un mismo cuerpo, lo cual nunca sucede.

#### Ejemplo:

4. Si dos automóviles A y B chocan frontalmente, entonces
- A) la fuerza de acción que ejerce A sobre B es igual en magnitud, a la que ejerce B sobre A.
  - B) el automóvil de mayor tamaño ejercerá más acción que el menor.
  - C) el automóvil que se desplace con mayor rapidez ejerce más acción.
  - D) el que más se destroce ha recibido más acción.
  - E) el automóvil de menor masa ejercerá menos acción.

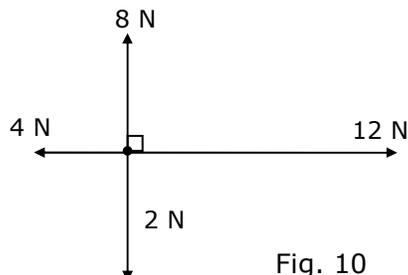
## PROBLEMAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE

1. Si la resultante de todas las fuerzas que actúan sobre una partícula es constantemente nula, podemos afirmar que
  - A) la partícula está en reposo.
  - B) la partícula está en movimiento.
  - C) la partícula está en movimiento con velocidad constante.
  - D) la partícula está en movimiento con velocidad variable.
  - E) la partícula está en reposo o con movimiento rectilíneo uniforme.
  
2. Un cohete interplanetario se encuentra en movimiento bajo la acción de sus turbinas, en una región del espacio donde reina el vacío y no existen otros cuerpos actuando sobre el cohete.  
En un determinado instante se acaba el combustible. A partir de ese instante es correcto afirmar que
  - A) el cohete sigue con movimiento rectilíneo y uniforme.
  - B) el cohete sigue en movimiento pero su velocidad disminuye hasta parar.
  - C) el cohete cae al planeta del que fue lanzado.
  - D) el cohete para cuando se le termina el combustible.
  - E) Ninguna de las anteriores
  
3. Si sobre una partícula no actúan fuerzas externas, entonces de las siguientes afirmaciones:
  - I) No cambia la dirección del movimiento de la partícula.
  - II) La partícula está necesariamente en reposo.
  - III) La partícula se mueve con rapidez decreciente hasta detenerse.

Es (son) correcta(s)

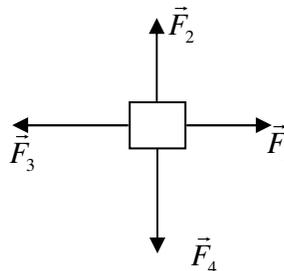
- A) Sólo I
  - B) Sólo II
  - C) Sólo I y II
  - D) Sólo I y III
  - E) I, II y III
4. Sobre un cuerpo actúan las cuatro fuerzas representadas en la figura 10. El módulo de la fuerza neta sobre el cuerpo es

- A) 0
- B) 6 N
- C) 10 N
- D) 14 N
- E) 26 N

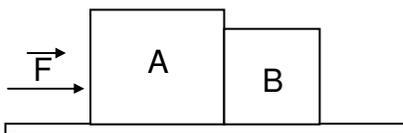


5. Un cuerpo se encuentra en reposo sobre una mesa horizontal. Con respecto a la fuerza que la mesa ejerce sobre el cuerpo se puede decir que
- es igual, en magnitud, al peso del cuerpo.
  - su magnitud es mayor que el peso del cuerpo.
  - su magnitud es menor que el peso del cuerpo.
  - es nula.
  - Nada se puede asegurar.
6. Pedro está parado en el interior de un ascensor que está subiendo con velocidad constante. La reacción a la fuerza ejercida por Pedro sobre el ascensor es
- la fuerza ejercida por la Tierra sobre Pedro.
  - la fuerza ejercida por la Tierra sobre el ascensor.
  - la fuerza ejercida por el ascensor sobre Pedro.
  - la fuerza ejercida por Pedro sobre el ascensor.
  - la fuerza ejercida por el ascensor sobre la Tierra.
7. Un cuerpo de masa  $m_1$  ejerce sobre otro de masa  $m_2$  una fuerza de igual módulo y dirección pero de sentido opuesto a la que ejerce el cuerpo de masa  $m_2$  sobre el de masa  $m_1$ . El enunciado anterior se cumple
- siempre.
  - nunca.
  - sólo si  $m_1 = m_2$
  - sólo en ausencia de roce.
  - Ninguna de las anteriores.
8. Una niña sostiene un collar en su mano. La fuerza de reacción al peso del collar es la fuerza
- de la tierra sobre el collar.
  - del collar sobre la tierra.
  - de la mano sobre el collar.
  - del collar sobre la mano.
  - de la tierra sobre la mano.
9. La figura 11 muestra un objeto sobre el cual actúan 4 fuerzas. Si  $\vec{F}_1 = 40N$ ,  $\vec{F}_2 = 50N$ ,  $\vec{F}_3 = 70N$  y  $\vec{F}_4 = 90N$ , entonces la magnitud de la fuerza resultante sobre el objeto es igual a

- 40 N
- 50 N
- 131 N
- 170 N
- 250 N



10. Una fuerza aplicada  $\vec{F}$  actúa sobre el cuerpo A, como se muestra en la figura 12. Ambos cuerpos A y B están en contacto y se mueven juntos bajo la misma aceleración.



Si se desprecia el roce, entonces

- A) la fuerza de reacción ejercida por el cuerpo B sobre A es igual a  $\vec{F}$   
B) la fuerza de reacción que ejerce el cuerpo B sobre A es igual y opuesta a  $\vec{F}$   
C) la fuerza que ejerce A sobre B es mayor que la ejercida por B sobre A.  
D) la fuerza ejercida sobre B por el cuerpo A es menor que la ejercida por B sobre A  
E) la fuerza que ejerce A sobre B es igual y opuesta a la fuerza ejercida por B sobre A.
11. Si la fuerza resultante que actúa sobre un cuerpo de masa constante aumenta en un 50%, entonces la aceleración del cuerpo
- A) aumenta en un 50%  
B) disminuye en un 50%  
C) aumenta en un 100%  
D) disminuye en un 25%  
E) aumenta en un  $33,3\%$
12. Si la masa de un cuerpo se reduce en un 50% , al actuar la misma fuerza, la aceleración
- A) aumenta en un 50%  
B) aumenta en un 100%  
C) disminuye en un 50%  
D) disminuye en un 25%  
E) aumenta en un  $33,3\%$

13. Cuando una misma fuerza se aplica a tres cuerpos diferentes adquieren aceleraciones de 2, 3 y 4 m/s<sup>2</sup> respectivamente. Si los tres cuerpos se colocan juntos y se aplica la fuerza anterior, su aceleración será igual a

A)  $\frac{12}{13} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$

B)  $\frac{1}{9} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$

C)  $\frac{13}{12} \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$

D)  $3 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$

E)  $2 \left[ \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$

14. Si una fuerza acelera un cuerpo de masa M en 3 m/s<sup>2</sup>, ¿que aceleración en m/s<sup>2</sup> producirá la misma fuerza en un cuerpo de masa  $\frac{M}{6}$ ?

A) 1

B) 3

C) 9

D) 12

E) 18

15. Un cuerpo de 20 kg de masa se mueve durante 5s en una trayectoria rectilínea y su rapidez aparece representada en el siguiente gráfico de la figura 13. Con respecto al módulo de la fuerza neta que actuó sobre el cuerpo en el intervalo indicado, ¿cuál de las siguientes alternativas es correcta?

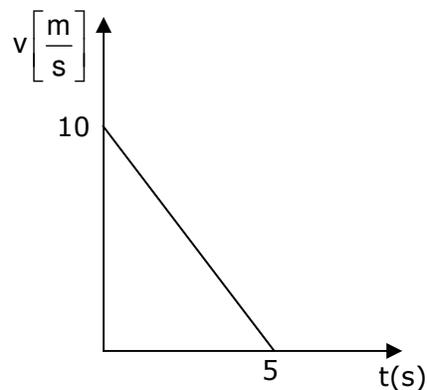


Fig. 13

A) Fue nula.

B) Fue constante e igual a 200 N.

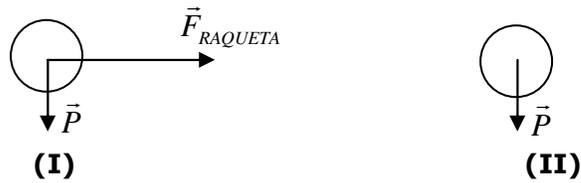
C) Fue constante e igual a 40 N:

D) Fue variable y su valor máximo fue de 40 N.

E) Sólo actuó al principio, deteniéndose el cuerpo por inercia.

### Solución ejemplo 1

La situación se divide en dos partes. El momento que esta en contacto con la raqueta (I) y el momento que deja de interactuar con la raqueta (II)



La alternativa correcta es B

### Solución ejemplo 2

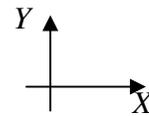
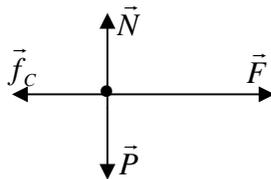
Pueden tener velocidad constante, aquellos cuerpos que se encuentran en estado inercial, lo que implica que la fuerza neta es nula.

Lo anterior se cumple en I y IV

La alternativa correcta es D

### Solución ejemplo 3

Lo primero a construir es un diagrama de cuerpo libre



como el movimiento se produce en la dirección de X

$$\vec{F}_{NETA(X)} = m \cdot \vec{a} \qquad \vec{F}_{NETA(Y)} = \vec{0}$$

con la cual obtenemos dos ecuaciones

$$(I) F - f_c = m \cdot a$$

$$(II) N - P = 0$$

La segunda ecuación nos entrega  $N = m \cdot g = 40(N)$ , con el cual podemos obtener el valor de la fuerza de roce cinética:

$$f_c = \mu_c \cdot N = 20(N)$$

Finalmente reemplazando en (I) la aceleración es  $5 \frac{m}{s^2}$

La alternativa correcta es C

### **Solución ejemplo 4**

Basta conocer la tercera ley de newton, siempre las fuerzas son iguales en magnitud y de sentido contrario, **no** importando las masas de los cuerpos en interacción

**La alternativa correcta es A**

**DSIFC05**

**Puedes complementar los contenidos de esta guía visitando nuestra web.**  
<http://clases.e-pedrovaldivia.cl/>