

Ingreso 2020

# Física



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
UNIVERSITARIO



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

**itu** INSTITUTO TECNOLÓGICO  
UNIVERSITARIO

## **Autoridades de la UNCuyo**

*Rector*

Ing. Agr. Daniel Ricardo Pizzi

*Vicerrector*

Dr. Prof. Jorge Horacio Barón

*Secretaria Académica*

Dra. Ing. Agr. María Dolores Lettelier

## **Autoridades del ITU**

*Director General*

Mgtr. Jorge García Guibout

*Vicedirectora*

Lic. Prof. Fabiana Molina

*Secretario de Administración y Finanzas*

Cdor. Pedro Suso

*Secretaria de Extensión y Relaciones Institucionales*

Lic. Adriana Defacci

*Responsable del Área de Gestión Pedagógico-Didáctica*

Lic. Prof. Eleonora Valdivieso

## **Directores y coordinadores**

### ***Mendoza***

Ing. Gloria Tuterá

Mgter. Lic. Rubén Batalla

Ing. Alejandro Fernández

Lic. Rosa Villegas

Ing. Fernando Castro

Ing. Fabián Martín

### ***Luján de Cuyo***

Lic. Gabriela Biondolillo

### ***Rivadavia***

Lic. Guillermo Barta

### ***San Martín***

Lic. Eduardo Ferrer

### ***General Alvear***

Pspg. Susana Semenzato

### ***San Rafael***

Lic. Romina Pietrelli

### ***Tunuyán***

Cdor. Oscar Niemetz

## **Coordinación de ingreso 2020**

Esp. Marianela Aveni Metz

## **Equipo de producción de materiales de Física**

*Coordinadora:* Prof. Cecilia Faccendini

Prof. Leonardo Tornello Nasisi

## **Diseño versión impresa**

D.G. Noelia Díaz Puppato

Física



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO

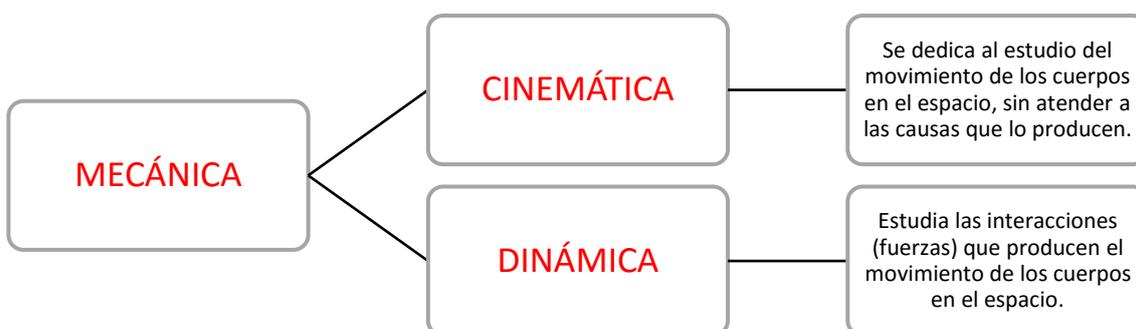
**itu** INSTITUTO TECNOLÓGICO  
UNIVERSITARIO

## GUÍA DE TRABAJO N°0

# INTRODUCCIÓN A LA FÍSICA

La **Física** es la ciencia que estudia las propiedades de la materia y de la energía y establece las leyes que explican los fenómenos naturales, excluyendo los que modifican la estructura molecular de los cuerpos (de ellos se encarga la Química). Esta ciencia utiliza como herramienta para su estudio a la Matemática.

En este curso te explicaremos de qué se trata una rama de la Física llamada **Mecánica**. La Mecánica estudia y analiza el movimiento y reposo de los cuerpos, y su evolución en el tiempo, bajo la acción de fuerzas. A su vez esta ciencia se divide en dos áreas:



Al igual que hicimos en el curso de Matemática, te mencionamos a continuación los materiales con los que debes contar siempre para resolver los problemas que te surjan, ya sea en tu estudio diario o en situaciones cotidianas, por ejemplo, controlar tus gastos personales, aplicar una fuerza para cambiar una rueda y muchas más.

He aquí la lista:

- Lápiz.
- Hoja (lisa, a cuadros, a rayas, etc.).
- Goma para borrar lápiz.
- Regla.
- Lapicera (azul, negra, roja, etc.).
- Colores (dos distintos o más).
- Calculadora científica.
- Compás (ese mismo que te sirve para hacer círculos o arcos de circunferencias).
- Transportador (¡sí!, ese para medir ángulos).

## GUÍA DE TRABAJO N°1

# CINEMÁTICA

## INTRODUCCIÓN

La Cinemática es la parte de la Mecánica dedicada al estudio de los movimientos de los cuerpos, independientemente de sus características intrínsecas y de las causas que los producen.

Los conceptos y relaciones que la Cinemática enseña, deben comprenderse bien antes de intentar estudiar el movimiento de los cuerpos por la acción de fuerzas, puede considerarse a esta rama como una “introducción a la Dinámica”.

Pero en otras áreas, como por ejemplo el estudio de la transmisión de movimientos en los diversos mecanismos, los métodos de la Cinemática tienen, por sí mismos, extraordinaria importancia práctica.

Ello explica el auge de la Cinemática en la primera mitad del siglo XIX, como eficaz ayuda para la naciente industria de fabricación de maquinaria.

## ESTUDIO DEL MOVIMIENTO

Tal como entendés en el lenguaje corriente, un cuerpo **está en movimiento** cuando en parte, o su totalidad, **cambia de posición** a medida que transcurre el tiempo.

Ese “cambio de posición” es el que efectúa con respecto a otro cuerpo o conjunto de cuerpos que, consciente o inconscientemente, tomás como “**cuerpos o sistemas de referencia**”.

En tu vida diaria tal función las cumplen las construcciones, los árboles y demás objetos afirmados en la Tierra, o bien las paredes de un vehículo en el que te desplazás.

Formalmente y para su utilización en Mecánica, el cuerpo o sistema de referencia se idealiza en la forma de “un sistema de coordenadas”: cartesianas ortogonales, polares, esféricas, etc. Respecto del primer sistema, que es el más utilizado, un punto **P** de un cuerpo se ubica como lo indica la Figura 1:

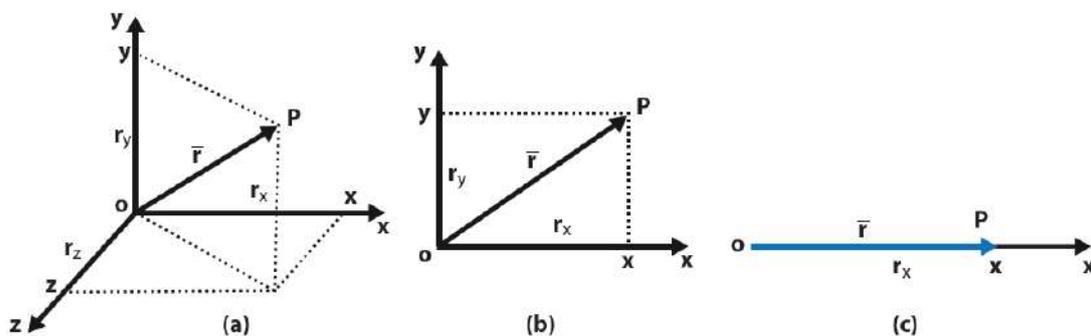


Figura 1: a) en el espacio; b) en el plano; c) sobre la línea recta.

Siempre mediante el vector posición, con proyecciones:

$$\left. \begin{array}{l} r_x = x \\ r_y = y \\ r_z = z \end{array} \right\} \text{ en a) ; } \quad \left. \begin{array}{l} r_x = x \\ r_y = y \end{array} \right\} \text{ en b) ; } \quad \left. \begin{array}{l} r_x = x \end{array} \right\} \text{ en c) }$$

Para ubicar al cuerpo en su totalidad debés dar la posición de cada uno de sus puntos. Por eso y, para simplificar su estudio, en el desarrollo de este tema te limitamos a analizar el movimiento de una **PARTÍCULA**.

Ahora bien, esa partícula es un “cuerpo” cuyas dimensiones propias **pueden ser despreciadas** con relación a la distancia desde la que lo observamos.

Así, la cabeza de un alfiler actúa como partícula si la examinas desde algunas decenas de centímetros y, pese a su enorme tamaño, cualquier estrella del cielo nocturno se comporta como una partícula cuando la observas desde la Tierra.

En consecuencia:

La posición de una **PARTÍCULA** queda determinada por un único vector posición.

**Vector posición:** es el vector que se traza desde el origen de coordenadas, de un sistema de ejes, hasta la coordenada que marca la posición del cuerpo.

Un vector es un segmento orientado. Posee:

- **Intensidad:** representa las veces que incluye a la unidad. Está indicado por la extensión del vector.
- **Dirección:** está indicada por la recta que sostiene al vector.
- **Sentido:** es hacia dónde se dirige. Representado por el extremo de la flecha.



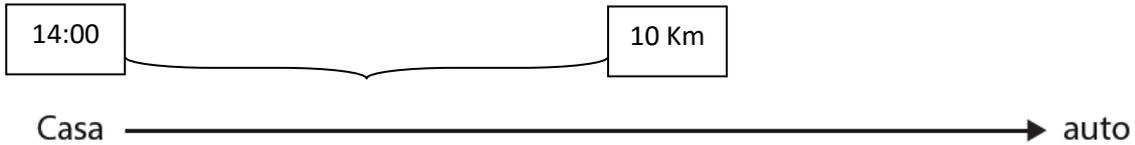
Si una partícula se mueve, su vector posición  $\vec{r}$  cambiará a medida que transcurra el tiempo  $t$ , de manera que:

$$\vec{r} = \vec{r}(t) \quad \text{o bien} \quad r_x = x = x(t)$$

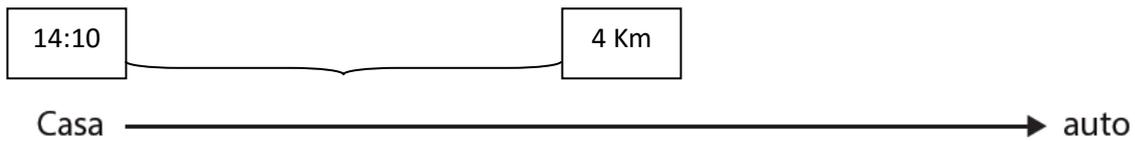
Es decir: el vector o sus proyecciones, **¡serán funciones del tiempo!**

Ejemplo:

Un auto se encuentra a 10 km a la derecha de su casa a las 14:00 hs.



Si a las 14:10 hs. se encuentra a 4Km de su casa, podemos decir que transcurrieron 10 minutos desde que el automóvil estaba en su posición inicial, 10Km, hasta su posición final, 4Km.



$$\begin{aligned}
 t_1 &= 14:00 \text{ hs; } X(t_1) = 10 \text{ Km} \\
 t_2 &= 14:10 \text{ hs; } X(t_2) = 4 \text{ Km}
 \end{aligned}$$

Al tiempo transcurrido entre dos instantes se simboliza con  $\Delta t$ , donde  $\Delta$  es la letra griega delta y simboliza "la variación de la magnitud que acompaña".

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 10 \text{ min}$$

La curva continua, lugar geométrico de las sucesivas posiciones ocupadas por la partícula con el transcurso del tiempo, se denomina **TRAYECTORIA** y la más sencilla es la línea recta.

Considerá una trayectoria espacial cualquiera como muestra la Figura 2:

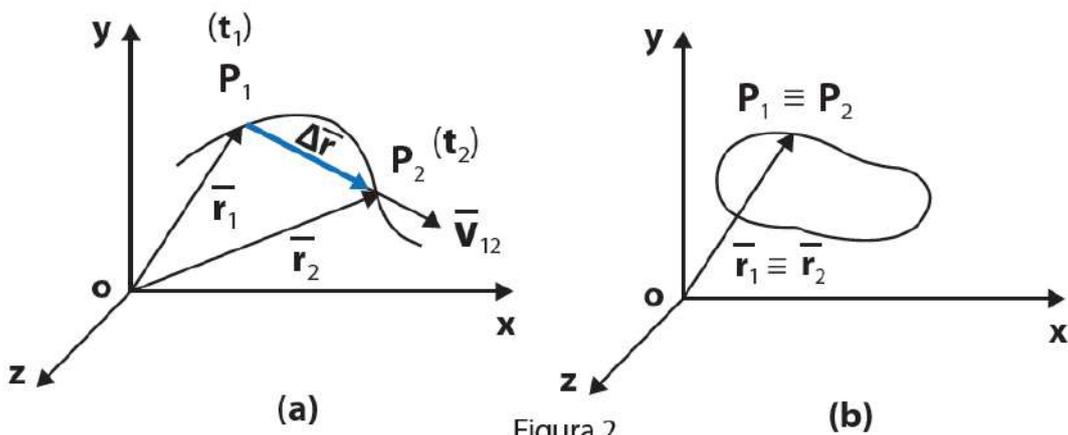


Figura 2

Observá la Figura 2 (a). Si en un instante,  $t_1$ , la partícula ocupa la posición  $P_1$ , dada por el vector  $\vec{r}_1$  y en otro instante posterior,  $t_2$ , ocupa la posición  $P_2$ , dada por el vector  $\vec{r}_2$ , decimos que la partícula ha experimentado un **DESPLAZAMIENTO**.

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1$$

En una trayectoria cerrada Figura 2 (b), donde la posición final P2 coincide con la posición inicial P1, y el vector **DESPLAZAMIENTO** es **NULO**.

$$\Delta \vec{r} = \vec{r}_2 - \vec{r}_1 = 0$$

Por más que la **longitud** de la **trayectoria recorrida** tenga un valor finito no nulo.

**¡Atención!**  
**DESPLAZAMIENTO y LONGITUD DE TRAYECTORIA o**  
**“camino recorrido” son conceptos diferentes.**

- **Trayectoria:** es el camino recorrido por un cuerpo al moverse, es decir, es el conjunto de puntos del espacio que va ocupando sucesivamente a medida que transcurre el tiempo.
- **Desplazamiento:** cuando un objeto cambia de posición desde un punto x1 al punto x2. Se lo designa como “vector desplazamiento” que tiene origen en x1 y extremo en x2. El desplazamiento lo calculamos a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta x = \vec{x}_2 - \vec{x}_1$$

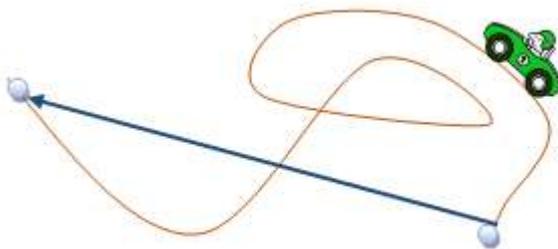
X1 = posición inicial del objeto

X2 = posición final del objeto

Se lee: el vector desplazamiento es igual a la diferencia entre la posición final y la posición inicial del objeto.

Esta definición evidencia que el desplazamiento es positivo si la posición final es mayor que la posición inicial. Cuando trabajamos con movimientos en una dimensión, un cuerpo se puede desplazar solamente en dos sentidos y se diferencian por los signos + (más) y - (menos).

Es de destacar que el **desplazamiento es una magnitud vectorial** cuyo origen es la posición inicial y el extremo es la posición final.



**Desplazamiento**  
**Trayectoria**

Resumiendo conceptos que viste hasta ahora:

- **Sistema de referencia:** se construye estableciendo un origen y ejes rectos o curvos que pueden ser uno, dos o tres según sea necesario. Cada una de las longitudes utilizadas para dar la posición de un punto del cuerpo se denomina “**coordenada de posición**”.
- **Posición de un cuerpo:** al punto donde está ubicado el cuerpo que se mueve en un determinado instante respecto de un “sistema de referencia”.

- **Coordenada de posición** de un cuerpo sobre una línea recta, en la cual se ha elegido “el cero” como punto de referencia, está determinada por la coordenada “x” del punto donde se encuentra.

La coordenada de posición puede ser positiva o negativa, dependiendo si está a la derecha o a la izquierda del cero, respectivamente.

En esta introducción solo considerarás los **movimientos unidimensionales** y sólo para aclarar algunos conceptos te mencionaremos a los bidimensionales.

**Para los movimientos horizontales tomá siempre de referencia el eje X y para los verticales el eje Y.**

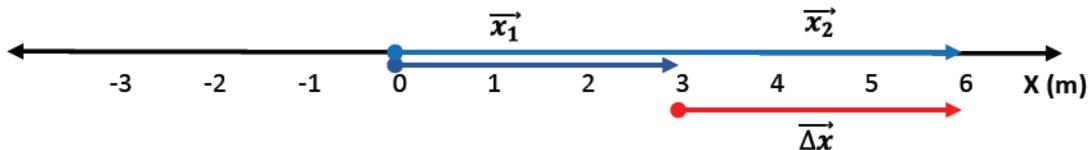
Mirá los siguientes ejemplos:

- a) Calculá el desplazamiento de un cuerpo que pasa de la posición  $x_1 = 3\text{ m}$  a la posición  $x_2 = 6\text{ m}$ .

$$\vec{x}_1 = 3\text{ m}$$

$$\vec{x}_2 = 6\text{ m}$$

Gráficamente:



Analíticamente

$$\vec{\Delta x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1 = 6\text{ m} - 3\text{ m} = 3\text{ m}$$

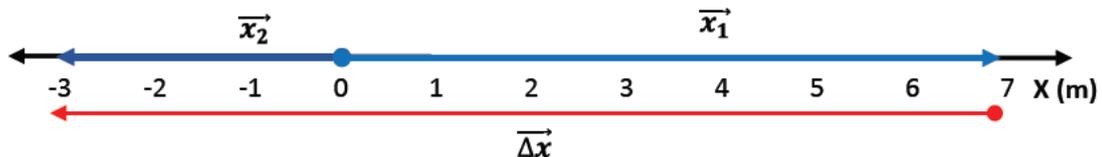
**El cuerpo se desplaza 3 m de izquierda a derecha.**

- b) Calculá el desplazamiento cuando el cuerpo pasa de la posición  $x_1 = 7\text{ cm}$  a la posición  $x_2 = -3\text{ cm}$ .

$$\vec{x}_1 = 7\text{ cm}$$

$$\vec{x}_2 = -3\text{ cm}$$

Gráficamente:



Analíticamente

$$\vec{\Delta x} = \vec{x}_2 - \vec{x}_1 = -3\text{ cm} - 7\text{ cm} = -10\text{ cm}$$

**El cuerpo se desplaza 10 cm de derecha a izquierda.**

Este video será útil para aclarar los conceptos explicados

<https://www.youtube.com/watch?v=uMigAcSIERI>

## EJERCITACIÓN

### GUÍA DE TRABAJO Nº1

Duración: 1 hora 20 minutos.

1. Dadas las siguientes posiciones:

a) $x_1 = 3\text{ cm}$ ; $x_2 = 7\text{ cm}$	e) $x_1 = 2\text{ m}$ ; $x_2 = -5\text{ m}$ ; $x_3 = -7\text{ m}$
b) $x_1 = 6\text{ cm}$ ; $x_2 = -2\text{ cm}$	f) $x_1 = -3\text{ m}$ ; $x_2 = -1\text{ m}$ ; $x_3 = 4\text{ m}$
c) $x_1 = -8\text{ cm}$ ; $x_2 = -4\text{ cm}$	g) $x_1 = 5\text{ m}$ ; $x_2 = -3\text{ m}$ ; $x_3 = 2\text{ m}$
d) $x_1 = -3\text{ cm}$ ; $x_2 = 5\text{ cm}$	h) $x_1 = -4\text{ m}$ ; $x_2 = 2\text{ m}$ ; $x_3 = -5\text{ m}$

- Calculá gráfica y analíticamente el desplazamiento y la longitud recorrida, en cada caso.
- Marcá con diferentes colores los vectores posición sobre el eje x.

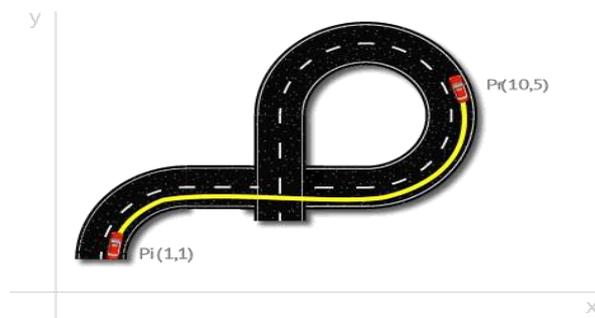
2. Leé y analizá la siguiente situación:

Susana y Martín viven en la misma calle, pero la casa de Susana es al 150 y la de Martín es al 620. La numeración de la calle se realizó de sur a norte por lo tanto consideraremos este sentido como positivo. Un día quedaron en juntarse en un café que queda en la misma calle al 480, pero Martín pasó a buscar a Susana por su casa antes de ir al café. De acuerdo a esto contesta:

- ¿Cuál de los dos realizó un desplazamiento total mayor?
- ¿Qué signo tienen los desplazamientos de cada uno?
- ¿Se puede afirmar que el desplazamiento de Susana es igual a la longitud de la trayectoria? Justifique.
- ¿Cuál de los dos tiene una longitud de la trayectoria mayor? Determina sus valores.

Representa gráficamente la situación planteada.

3. Sea un automóvil que se desplaza desde el punto (1,1) hasta el (10,5) siguiendo la trayectoria de la figura.



Calcula el módulo del vector desplazamiento y la distancia que separa los puntos inicial y final. ¿Podrías calcular el espacio recorrido con los datos de la gráfica? ¿Y si la trayectoria fuese una línea recta?

## GUÍA DE TRABAJO N°2

### CINEMÁTICA

#### CONCEPTOS DE VELOCIDAD MEDIA Y RAPIDEZ MEDIA

En la vida diaria utilizamos constantemente las palabras velocidad y rapidez como sinónimos, pero ¿qué significado le damos en física?

##### VELOCIDAD MEDIA

Definimos como velocidad media de la partícula en el intervalo  $\Delta t = t_2 - t_1$ , al cociente entre el vector desplazamiento y el intervalo de tiempo:

$$V = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

$$[V] = \frac{[L]}{[T]}$$

En forma dimensional expresamos:

Es evidente que al ser  $\Delta t$  un escalar positivo (siempre  $t_2$  es mayor a  $t_1$ ), la velocidad media se representa mediante un vector con igual dirección y sentido que el desplazamiento  $\Delta \vec{x}$ .

En el caso particular de una trayectoria cerrada y cuando la partícula vuelve a pasar por el punto de partida, la velocidad media (vector) resulta  $\rightarrow \vec{V}_m = 0$

La velocidad media es una magnitud vectorial cuya dirección y sentido coincide con la dirección y sentido del desplazamiento.

##### RAPIDEZ MEDIA

Cuando consideramos la longitud recorrida ( $long_t$ ) por el móvil en lugar del desplazamiento respecto del intervalo de tiempo transcurrido, lo que obtenemos es la rapidez media. Esta es una magnitud escalar.

$$r_m = \frac{long_t}{tiempo}$$

Y sus unidades:

$$\left[ \vec{v}_m \right]_{SI} = \frac{m}{s}$$

$$\left[ \vec{v}_m \right]_{cgs} = \frac{cm}{s}$$

Otras muy frecuentes:

$$\left[ \vec{v}_m \right] = \frac{km}{h}$$

### VELOCIDAD INSTANTÁNEA

Si consideramos el intervalo de tiempo cada vez más pequeño de tal forma que tienda a cero, estamos hablando de la velocidad que posee un cuerpo en un instante determinado de tiempo.

$$\vec{v}_{inst.} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t}$$

**Ejemplo:** la que mide el velocímetro del auto.

**El siguiente video te ayudará a entender mejor los conceptos:**

[https://www.youtube.com/watch?v=Hed\\_JAqmPO8](https://www.youtube.com/watch?v=Hed_JAqmPO8)

### REDUCCIÓN DE UN SISTEMA DE UNIDADES A OTRO.

**Te dejamos este video para que recuerdes conversión de unidades:**

(FACTOR DE CONVERSIÓN): <https://www.youtube.com/watch?v=CNQrcqLwRvo>

A) Expresá:  $40 \frac{km}{h}$  en  $\frac{m}{s}$

Recordá que: 1 km= 1000m      1 h=3600 seg

$$40 \frac{km}{h} \times \frac{1000m}{1km} \times \frac{1h}{3600s} = 11,11 \frac{m}{s}$$

B) Expresá:  $50 \frac{m}{min}$  en  $\frac{m}{s}$

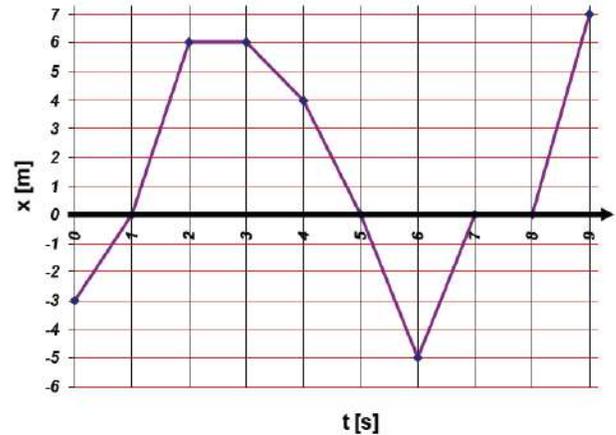
Recordá que: 1 min= 60 s

$$50 \frac{m}{min} \times \frac{1min}{60s} = 0,8333 \dots \frac{m}{s}$$

Ejemplo:

El siguiente gráfico ilustra la trayectoria de un móvil:

- Calculá la velocidad media y la rapidez media de cada intervalo de 1 s.
- Calculá la velocidad media y la rapidez media de todo el movimiento.



**RESOLUCIÓN:**

$$\vec{V}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \quad r_m = \frac{\text{long}_t}{\text{tiempo}}$$

Intervalo: [0-1]s

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{0m - (-3m)}{1s} = 3 \frac{m}{s} \quad r_m = \frac{\text{lon}_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X|}{1s} = 3 \frac{m}{s}$$

Intervalo: [1-2]s

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{6m - 0m}{1s} = 6 \frac{m}{s} \quad r_m = \frac{\text{lon}_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X|}{1s} = 6 \frac{m}{s}$$

Intervalo: [2-3]s

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{6m - 6m}{1s} = 0 \frac{m}{s} \quad r_m = \frac{\text{lon}_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X|}{1s} = 0 \frac{m}{s}$$

Intervalo: [3-4]s

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{4m - 6m}{1s} = -2 \frac{m}{s} \quad r_m = \frac{\text{lon}_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X|}{1s} = 2 \frac{m}{s}$$

Intervalo: [4-5]s

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{0m - 4m}{1s} = -4 \frac{m}{s} \quad r_m = \frac{\text{lon}_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X|}{1s} = 4 \frac{m}{s}$$

Intervalo: [5-6]s

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{-5m - 0m}{1s} = -5 \frac{m}{s}$$

$$r_m = \frac{lon_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X|}{1s} = 5 \frac{m}{s}$$

Intervalo: [6-7]s

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{0m - (-5m)}{1s} = 5 \frac{m}{s}$$

$$r_m = \frac{lon_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X|}{1s} = 5 \frac{m}{s}$$

Intervalo: [7-8]s

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{0m - 0m}{1s} = 0 \frac{m}{s}$$

$$r_m = \frac{lon_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X|}{1s} = 0 \frac{m}{s}$$

Intervalo: [8-9]s

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_2 - \vec{x}_1}{\Delta t} = \frac{7m - 0m}{1s} = 7 \frac{m}{s}$$

$$r_m = \frac{lon_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X|}{1s} = 7 \frac{m}{s}$$

Para todo el intervalo total:

$$\vec{V}_m = \frac{\vec{x}_f - \vec{x}_i}{\Delta t} = \frac{7m - (-3m)}{9s} = 1,1 \frac{m}{s}$$

$$r_m = \frac{lon_t}{\Delta t} = \frac{|\Delta X_{total}|}{9s} = \frac{|\Delta x_1| + |\Delta x_2| + |\Delta x_3| + |\Delta x_4| + |\Delta x_5| + |\Delta x_6| + |\Delta x_7| + |\Delta x_8| + |\Delta x_9|}{9s}$$

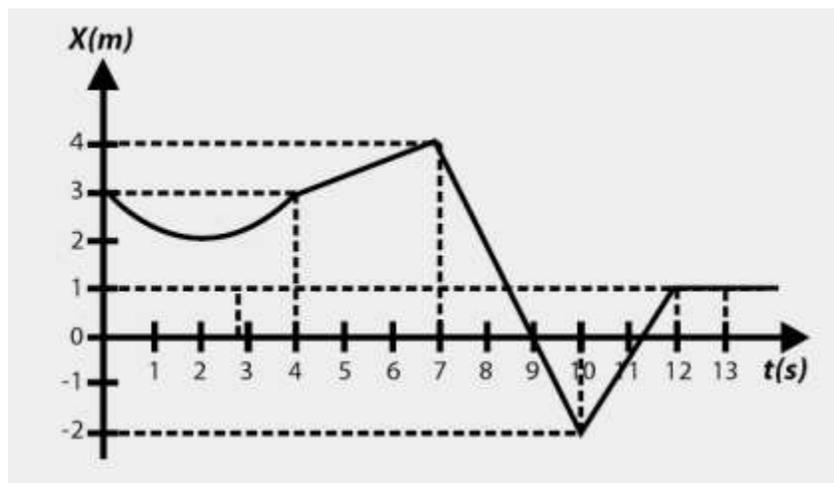
$$r_m = \frac{3m + 6m + 0m + 2m + 4m + 5m + 5m + 0m + 7m}{9s} = \frac{32m}{9s} = 3,5 \frac{m}{s}$$

## EJERCITACIÓN

### GUÍA DE TRABAJO N°2

**Duración: 1 hora 30 minutos.**

- 1- Un móvil sobre una carretera recta inicia su recorrido en la posición  $x_1=0$  km en un tiempo  $t_1=0$ h, alcanza la posición  $x_2=200$ km y luego regresa a  $x_3=150$ km, empleando para todo el recorrido un tiempo de 4h. Calcula la velocidad y la rapidez media de todo el intervalo.
- 2- Un atleta recorre la mitad de su trayectoria en 20 minutos y la segunda mitad en 30 minutos. Si el recorrido total es de 38 km. ¿Cuál es la rapidez media del atleta?
- 3- Un auto viaja de la ciudad A a la ciudad B separado 120 km, en 3 h y regresa en 4h. Calcula la velocidad y la rapidez media en todo el intervalo.
- 4- La figura muestra la posición de una partícula que se mueve a lo largo del eje x en función del tiempo. Encuentre la velocidad media durante los siguientes intervalos de tiempo:
  - a)  $0 \text{ s} < t < 4 \text{ s}$
  - b)  $7 \text{ s} < t < 10 \text{ s}$
  - c)  $0 \text{ s} < t < 13 \text{ s}$
  - d)  $10 \text{ s} < t < 13 \text{ s}$



## GUÍA DE TRABAJO N°3

### CINEMÁTICA

#### MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORME (M.R.U.)

Es el movimiento más simple que estudia la cinemática y se define como aquel movimiento que se efectúa sobre una trayectoria rectilínea con vector velocidad constante.

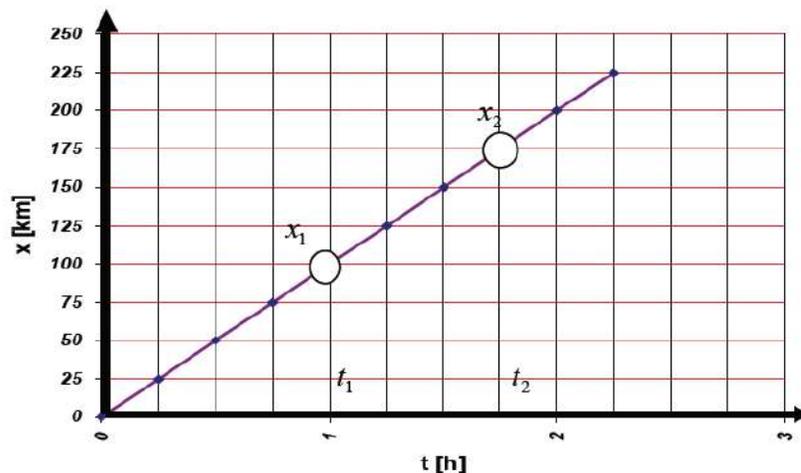
Afirmar que la velocidad es constante es afirmar que el módulo, la dirección y el sentido de la velocidad del móvil no cambian. Por lo tanto, también su rapidez será constante.

Cuando señalamos que la rapidez de un móvil es constante, afirmamos que recorre longitudes iguales en tiempos iguales.

***Si decimos, por ejemplo, que mantiene una velocidad constante de 100 km/h, sabemos que recorre 100 km en 1 hora, 50 kilómetros en media hora, 25 kilómetros en 15 minutos, 200 kilómetros en 2 horas. . .***

El tiempo transcurrido y la longitud recorrida son directamente proporcionales: si pasó la mitad de tiempo, la longitud recorrida será la mitad; si el intervalo de tiempo se duplica, la longitud recorrida será el doble, etc.

Podemos graficar cómo varía la posición del móvil en función del tiempo transcurrido, suponiendo que parte del origen de coordenadas, y observamos que los puntos se ubican sobre una recta como la representada en el siguiente gráfico:



***Gráfica posición respecto tiempo***

***Si se observa la gráfica se concluye que: los movimientos que se realizan a velocidad constante determinan una recta en el gráfico posición respecto del Tiempo.***

En este tipo de movimiento la velocidad media es siempre igual a la instantánea y su módulo es siempre igual a la rapidez.

### LEYES DEL M.R.U.

**1° Ley (de la rapidez)** Surge directamente de la definición de M.R.U donde  $V = \text{cte}$

Pudiendo ser: 
$$\begin{cases} v > 0 \\ v < 0 \end{cases}$$

**2° Ley (de la posición)**

Según la expresión: 
$$\vec{V}_{inst.} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

Pero ahora esta rapidez es constante, por lo cual da igual evaluarla en un intervalo  $\Delta t = t_2 - t_1$  que tiende a cero, como en cualquier intervalo finito ( $t_2 - t_1$ ).

**En el M.R.U, la rapidez instantánea coincide con la media.**

$$\Rightarrow v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Si consideras a  $t_1$  como instante inicial y lo simbolizas con  $t_0$ , a la posición inicial  $x_1$  será conveniente simbolizarla con  $x_0$ .

Del mismo modo, si  $t_2$  es un **instante genérico** y, por ello, lo designamos **t**, a la posición genérica  $x_2$  la designamos **x**.

O sea:

Si  $t_1 = t_0 \longrightarrow x_1 = x_0$   
 $t_2 = t \longrightarrow x_2 = x$

con lo cual:

$$\Rightarrow v = \frac{x - x_0}{t - t_0} \longrightarrow x - x_0 = v \cdot (t - t_0)$$

Pero desde que lo usual es tomar como **instante inicial  $t_0$**  a aquel en el que “se pone en marcha un cronómetro”, la expresión anterior se simplifica haciendo  **$t_0 = 0$**

Resulta entonces:  $x - x_0 = v \cdot t$

Y la 2° ley se expresa

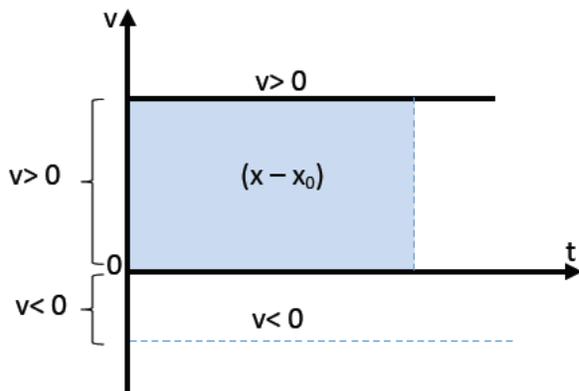
$$x = x_0 + v \cdot t \quad (2)$$

### Representaciones gráficas

Para la 1° Ley:

$$v = \text{cte}$$

Como puede ser  $v < 0$  ó  $v > 0$ , en un sistema de ejes  $v=f(t)$ , podríamos tener:



### IMPORTANTE

Se puede ver que, de acuerdo con el área del rectángulo sombreado, bajo la gráfica de  $v=f(t)$  y el intervalo de tiempo comprendido entre 0 y  $t$ , representa el cambio de posición  $(x - x_0)$ .

Para la 2° Ley

$$x = x_0 + v \cdot t \quad (3)$$

Escrita en la forma

Se puede comparar con la ecuación de la recta

$$\begin{cases} x = v \cdot t + x_0 \\ y = mx + b \end{cases}$$

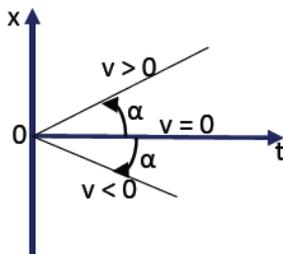
De esa manera se advierte que la representación de  $x=f(t)$  en un sistema de ejes cartesianos es una línea recta con:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Ordenada al origen: } b = x_0 \\ \text{Pendiente: } m = \operatorname{tg}\alpha = v \end{array} \right.$$

Observaciones:

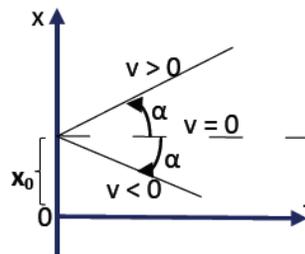
Como la velocidad puede ser:  $v > 0$ ;  $v < 0$  ó  $v = 0$ . La inclinación de la recta es hacia arriba, hacia abajo o coincide con el eje del tiempo.

Igualmente con la posición inicial  $x_0 < 0$ ;  $x_0 > 0$  ó  $x_0 = 0$ .



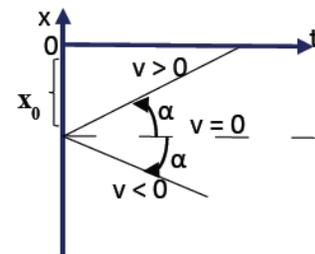
(a)

Posición Inicial  $x_0 = 0$



(b)

Posición Inicial  $x_0 > 0$



(c)

Posición Inicial  $x_0 < 0$

## PROBLEMAS DE ENCUENTRO

Dos trenes parten de dos ciudades "A" y "B", distanciadas entre sí 600 km, con velocidades de 80 km/h y 100 km/h respectivamente, pero el tren que sale de la estación "A" **sale dos horas antes**.

¿Qué tiempo después de haber salido de "B" y a qué distancia de "A" se encuentran?

Solución: Ambos móviles se desplazan con  $v=cte$ (M.R.U), por lo tanto, planteamos la ecuación horaria de la posición a ambos móviles:  $x = x_0 + v \cdot t$

Móvil "A"

Móvil "B"

$V_A = 80$  km/h

$V_B = 100$  km/h

$X_{0A} = 0$  km

$X_{0B} = 600$  km

- La ecuación horaria para cada móvil es:

$$X_A = x_{0A} + v_A \cdot t \quad (1)$$

$$X_B = x_{0B} + v_B \cdot t \quad (2)$$

$$X_A = 0\text{km} + 80\text{km/h} \cdot (t + 2\text{h})$$

$$X_B = 600\text{km} - 100\text{km/h} \cdot t$$

( el signo negativo de la velocidad del móvil B, es porque se mueve en sentido contrario, va desde B hacia A. El móvil A sale 2 h antes de la estación)

- Igualamos ambas expresiones porque se van a encontrar en un punto de la trayectoria

$$X_A = X_B$$

$$0\text{km} + 80\text{km/h} \cdot (t + 2\text{h}) = 600\text{km} - 100\text{km/h} \cdot t$$

$$80\text{km/h} \cdot t + 160\text{ km} = 600\text{km} - 100\text{ km/h} \cdot t$$

$$80\text{ km/h} \cdot t + 100\text{ km/h} \cdot t = 600\text{ km} - 160\text{ km}$$

$$180\text{ km/h} \cdot t = 440\text{ km}$$

$$t = \frac{440\text{km}}{180\text{km/h}} = 2,44\text{h}$$

T=2,44 h
----------

Se encontrarán ambos móviles 2,44h después de haber salido de "B"

- Reemplazamos este valor de t en ambas expresiones (1) y (2), para encontrar el valor de la posición.

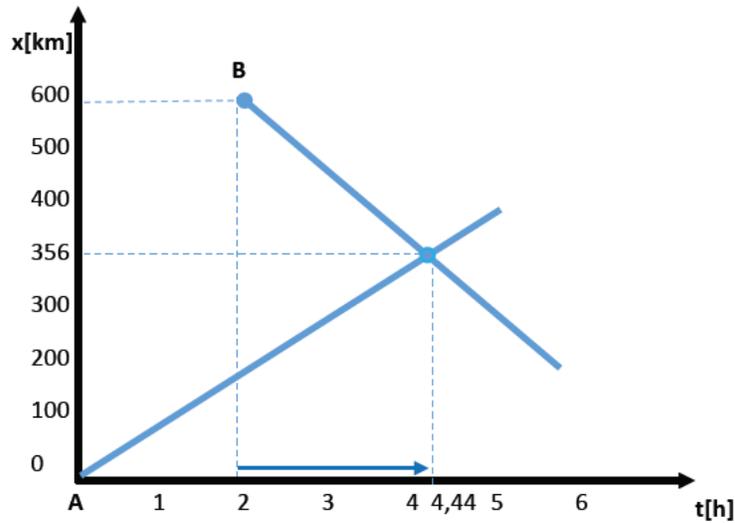
$$X_A = 80\text{km/h} \cdot (t + 2\text{h}) = 80\text{ km/h} \cdot (2,44\text{ h} + 2\text{h}) = 356\text{ km}$$

$$X_B = 600\text{km/h} - 100\text{km/h} \cdot 2,44\text{ h} = 356\text{ km}$$

X= 356 km
-----------

Se encontrarán a 356 km de la estación "A".

A continuación mostramos la gráfica:



### RESUMEN DE FÓRMULAS

$$\Delta \vec{x} = \vec{x}_f - \vec{x}_i \text{ (DESPLAZAMIENTO)}$$

$$\text{Long}_{\text{total}} = |\Delta X_{\text{total}}|$$

### M.R.U

$$\vec{V}_m = \frac{\Delta \vec{x}}{\Delta t} \text{ (VELOCIDAD MEDIA)}$$

$$r_m = \frac{\text{long}_t}{\text{tiempo}}$$

$$v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} \text{ (VELOCIDAD INSTANTÁNEA)}$$

$$x = x_0 + v \cdot t \text{ (POSICIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO)}$$

## EJERCITACIÓN

### GUÍA DE TRABAJO N°3

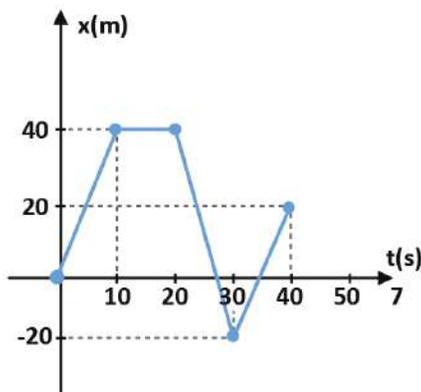
**Duración: 1 hora 30 minutos.**

1. Realizá las gráficas de posición y velocidad respecto del tiempo ( $x=f(t)$  y  $v=f(t)$ ), para los siguientes datos:  $V= 5 \text{ km/h}$  ;  $x_0 = 4 \text{ km}$  y  $\Delta t= 5 \text{ h}$
2. Graficá  $x(t)$  y  $v(t)$  para los siguientes casos:
  - a)  $v= -2 \text{ m/s}$  ;  $x_0 = 6 \text{ m}$  ;  $\Delta t = 10 \text{ s}$ .
  - b)  $v= -4 \text{ km/h}$  ;  $x_0 = 0 \text{ km}$  ;  $\Delta t = 6 \text{ h}$ .
3. Dos estaciones A y B están separadas 430 km. De A sale un tren hacia B con velocidad de 40 km/h y 2h más tarde sale un tren de B hacia A con velocidad de 30 km/h. Calculá a qué distancia de A se cruzan y qué tiempo después de haber partido el segundo tren.
4. Dos trenes parten de dos ciudades A y B distantes entre sí 500 km, con velocidades de 90 y 60 km/h respectivamente. Pero el de B sale una hora antes. ¿Cuándo se encontrarán y a qué distancia?
  - a) Si viajan en sentido contrario, desde A hacia B.
  - b) Si viajan en el mismo sentido, desde A hacia B.
5. Andrés va en su bicicleta, con velocidad constante de 14 km/h, en una calle rectilínea, siguiendo a Karina, que va corriendo en el mismo sentido, a 5 km/h, también con velocidad constante. Si inicialmente estaban distanciados 100 m, hallar cuánto tiempo después la alcanzará, y qué distancia avanzó cada uno. Trazar gráficos posición – tiempo y velocidad – tiempo.

6. El siguiente gráfico muestra las sucesivas posiciones que ocupa un móvil en un intervalo de tiempo ( $\Delta t = 40$  s).

Calculá:

- La velocidad media en cada intervalo.
- La velocidad media total.
- El distancia total recorrida.
- La rapidez media total



- ¿Cuál es la velocidad de un móvil que con movimiento uniforme, ha demorado 5 s para recorrer una distancia de 120 cm? Expresá el resultado en m/s.
- La velocidad de un avión es de 980km/h y la de otro es de 300m/s. ¿Cuál de los dos tiene mayor módulo de la velocidad?
- ¿Cuánto tarda un vehículo en recorrer 600 km con velocidad constante de 12 m/s?
- El sonido se propaga en el aire a una velocidad de 340m/s. ¿Qué tiempo tarda en escucharse el estampido de un cañón situado a 15 km?

## GUÍA DE TRABAJO Nº4

### CINEMÁTICA

#### MOVIMIENTO RECTILÍNEO UNIFORMEMENTE VARIADO (M.R.U.V.)

Decimos que un cuerpo está acelerado cuando su velocidad cambia con el tiempo: puede cambiar su rapidez (aumentar o disminuir el módulo de la velocidad), su dirección y sentido, o ambas cosas a la vez.

Consideremos, entre todos los movimientos variados que podamos imaginar, el más sencillo: es el que llamamos ***movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, es decir, que tiene una trayectoria recta y una aceleración constante. Para este movimiento, el módulo de la velocidad cambia una magnitud fija en intervalos de tiempo fijos, pero su dirección y sentido permanecen constantes.*** A partir de ahora cuando hablamos de cambios en la velocidad solo nos referiremos a su módulo.

**Recordá:**

La aceleración es una magnitud vectorial

*Por ejemplo:* si un cuerpo marcha con una aceleración constante y su velocidad aumenta 20 m/s en 10 segundos, podemos conocer cuánto aumentará la velocidad en cualquier lapso: 10 m/s en 5 segundos, 40 m/s en 20 segundos. Es decir, el tiempo transcurrido y el cambio en la velocidad son directamente proporcionales.

Esa variación de la velocidad por cada unidad de tiempo se denomina ***“aceleración”***.

**LEYES DEL M.R.U.V.**

**1° Ley (de la aceleración)**

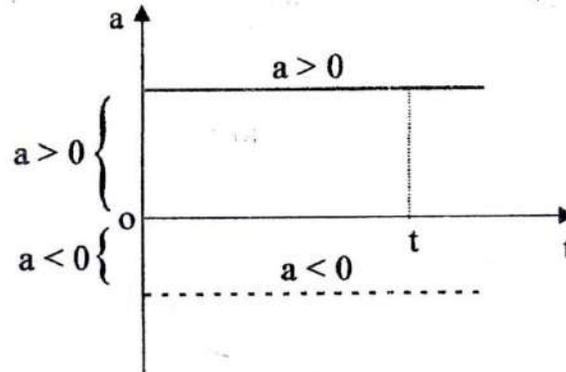
Surge directamente de la definición de M.R.U.V.

$$a = \text{cte}$$

Pudiendo ser:

- $a > 0$  Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado
- $a < 0$  Movimiento rectilíneo uniformemente desacelerado

Veamos cómo es esto gráficamente:



Y sus unidades:

$$[\vec{a}]_{SI} = \left[ \frac{m}{s^2} \right]$$

$$[\vec{a}]_{cgs} = \left[ \frac{cm}{s^2} \right]$$

Otras :

$$[\vec{a}] = \left[ \frac{km}{h^2} \right]$$

**2° Ley (de la rapidez)**

Al ser  $a = \text{cte}$ , su valor instantáneo coincide con su valor medio, por lo cual:

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \quad (4)$$

Haciendo nuevamente:

$$t_1 = t_0 \Rightarrow v_1 = v_0$$

$$t_2 = t \Rightarrow v_2 = v$$

Resulta:

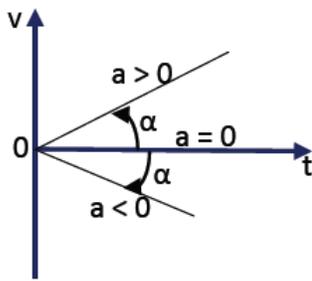
$$a = \frac{v - v_0}{t - t_0} \Rightarrow v - v_0 = a.(t - t_0)$$

Y considerando, como es usual,  $t_0 = 0$

$$v = v_0 \pm a.t$$

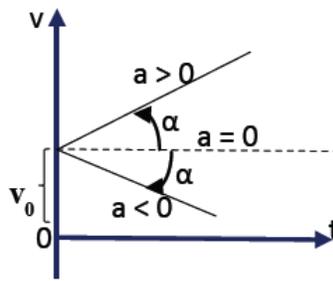
(5)

Desde que tanto  $v_0$  como  $a$  pueden ser positivas, negativas o nulas, las representaciones posibles son las que muestra la siguiente gráfica:



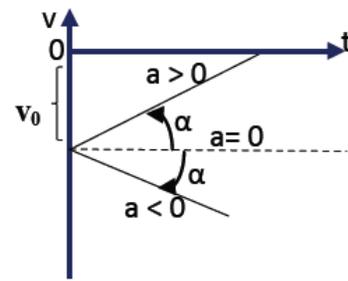
(a)

Posición Inicial  $v_0 = 0$



(b)

Posición Inicial  $v_0 > 0$



(c)

Posición Inicial  $v_0 < 0$

### 3° Ley (de la posición)

La fórmula de posición en función del tiempo en el M.R.U.V. es:

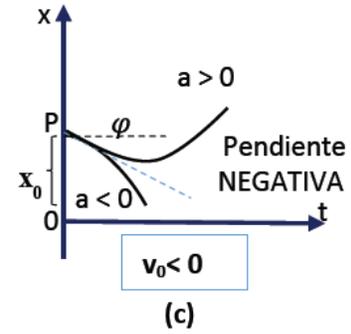
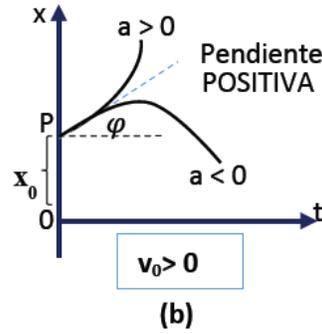
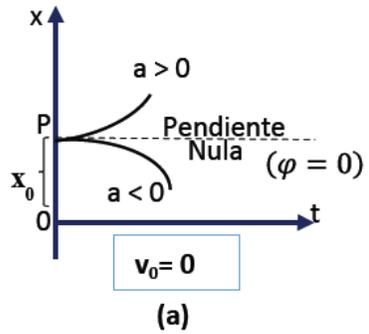
(6)

$$x = x_0 \pm v_0.t \pm \frac{1}{2}.a.t^2$$

La representación gráfica de esta ecuación es una parábola de eje vertical y con características

distintivas dadas por los coeficientes:  $\frac{1}{2}a; v_0; x_0$

Veamos las gráficas siguientes considerando  $x_0 > 0$



### Rapidez en función de la posición

Otra fórmula sumamente útil, que nos dará la rapidez en función de la posición:

$$v^2 = v_0^2 + 2.a.(x - x_0) \quad (7)$$

En el siguiente video podrás ver la relación y explicación entre M.R.U. y M.R.U.V.:

<https://www.youtube.com/watch?v=PSElrQYQTHM>

**RESUMEN DE FÓRMULAS****M.R.U.V.**

$$a = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} \quad (\text{ACELERACIÓN INSTANTÁNEA})$$

$$v = v_0 + a.t \quad (\text{RAPIDEZ EN FUNCIÓN DEL TIEMPO})$$

Si  $v_0 = 0 \rightarrow v = a.t$

$$X = x_0 \pm v_0.t \pm \frac{1}{2}.a.t^2 \quad (\text{POSICIÓN EN FUNCIÓN DEL TIEMPO})$$

Si  $v_0 = 0$  y  $x_0 = 0 \rightarrow X = \pm \frac{1}{2}.a.t^2$

despejando de la ecuación "a" queda:

$$a = \frac{2.x}{t^2}$$

También podemos despejar "t" :

$$a = \frac{2.x}{t^2} \rightarrow t = \sqrt{\frac{2.x}{a}}$$

$$v^2 = v_0^2 \pm 2.a.(x - x_0) \quad (\text{RAPIDEZ EN FUNCIÓN DE LA POSICIÓN})$$

Si  $v_0 = 0$  ,  $x_0 = 0$  la ecuación queda:

$$v^2 = \pm 2.a..x$$

Despejando "x" de la ecuación:

$$x = \frac{v^2}{2.a}$$

Despejando "a" de la ecuación:

$$a = \frac{v^2}{2.x}$$

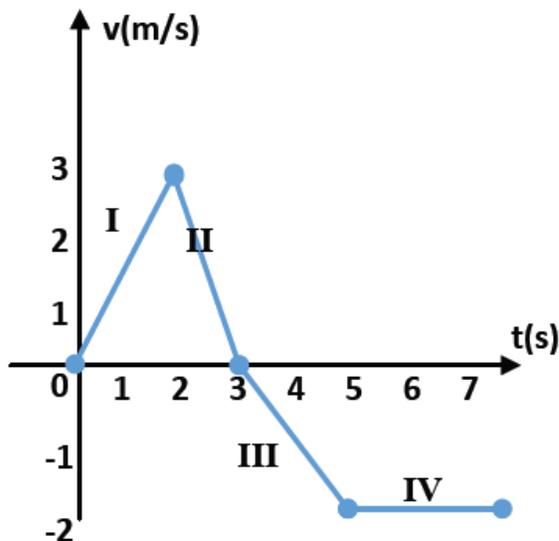
## EJERCITACIÓN

### GUÍA DE TRABAJO Nº4

**Duración: 1 hora 30 minutos.**

1. Realizá las gráficas de:  $a(t)$ ;  $v(t)$  y  $x(t)$ . Conociendo las condiciones iniciales, identifica si es un movimiento acelerado o desacelerado.
  - a)  $x_0 = -5\text{ m}$  ;  $v_0 = 8\text{ m/s}$ ;  $a = 3\text{ m/s}^2$ ;  $\Delta t = 6\text{ s}$
  - b)  $x_0 = 6\text{ m}$  ;  $v_0 = -10\text{ m/s}$ ;  $a = 5\text{ m/s}^2$ ;  $\Delta t = 5\text{ s}$
  - c)  $x_0 = 3\text{ m}$  ;  $v_0 = 4\text{ m/s}$ ;  $a = -3\text{ m/s}^2$ ;  $\Delta t = 5\text{ s}$

2. En el siguiente gráfico, identificá los tramos en que el móvil acelera, desacelera o mantiene su velocidad constante. En todos los tramos calculá su aceleración.



3. ¿Qué velocidad inicial debe tener un móvil cuya aceleración es de  $2\text{ m/s}^2$ , para alcanzar una velocidad de  $90\text{ km/h}$  a los  $4\text{ s}$  de su partida?
4. Un tren lleva una velocidad de  $16\text{ m/s}$ , frena y se detiene en  $12\text{ s}$ . Calcula su aceleración y la distancia recorrida desde que comienza a frenar.

5. Un móvil parte del reposo y a los 30 m tiene una velocidad de 6m/s. Calculá su aceleración y el tiempo transcurrido en alcanzar dicha velocidad.
6. Un móvil se desplaza con velocidad de 72 km/h frena con una desaceleración constante y se para en 9 s. ¿Qué distancia recorre durante ese intervalo de tiempo?
7. Un móvil parte del reposo y con una aceleración de  $3\text{m/s}^2$ , recorre 150 m. ¿En cuánto tiempo realizó el recorrido y con qué velocidad final llegó?

## GUÍA DE TRABAJO N°5

### DINÁMICA

#### INTRODUCCIÓN

**Dinámica** es la parte de la mecánica que estudia las leyes del movimiento de los cuerpos teniendo en cuenta **las causas** que lo producen.

Como tales “**causas**” entendemos:

- a) las **fuerzas** que actúan
- b) una magnitud intrínseca de cada cuerpo, que denominamos **masa inercial**.

En este tema usaremos las cantidades de cinemática: desplazamiento, velocidad y aceleración junto con dos conceptos nuevos, **fuerza y masa**, para analizar los principios de la dinámica, los cuales se resumen en las **leyes del movimiento de Newton**.

- La primera ley dice que si la *fuerza neta* sobre un cuerpo es cero, su movimiento no cambia.
- La segunda ley relaciona la fuerza con la aceleración cuando *la fuerza neta no es cero*.
- La tercera ley es una relación entre las fuerzas que ejercen dos cuerpos que interactúan uno con el otro.

En el siguiente video vas a poder ver una explicación de las leyes anteriormente mencionadas:

<https://www.youtube.com/watch?v=S3QlbbUmszE>

Las leyes de Newton no son producto de deducciones matemáticas, sino una síntesis obtenida por los físicos que han descubierto al realizar un sin número de *experimentos* con cuerpos en movimiento. Dichas leyes son fundamentales porque no pueden deducirse ni demostrarse a partir de otros principios. La gran importancia de las leyes de Newton radica en que permiten entender la mayor parte de los movimientos comunes; son la base de la **mecánica clásica (o mecánica newtoniana)**. Sin embargo, las leyes de Newton no son universales requieren modificación a velocidades muy altas (cercanas a la de la luz) y para tamaños muy pequeños (dentro del átomo).

#### FUERZA E INTERACCIONES.

El concepto de fuerza nos da una descripción cualitativa de la interacción entre dos cuerpos y su entorno. Cuando empujamos un auto, ejercemos una fuerza sobre él. Una locomotora ejerce una fuerza sobre el tren que arrastra.

Cuando una fuerza implica contacto directo entre dos cuerpos, la llamamos **fuerza de contacto**. Esto incluye un tirón o empujón que se ejerce con la mano, la fuerza de una cuerda sobre un bloque al que está atada y fricción que el suelo ejerce sobre el cuerpo.

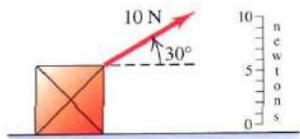
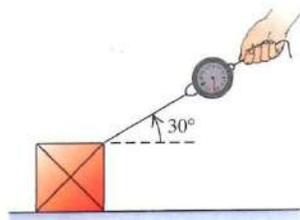
También hay fuerzas, llamadas **de largo alcance**, que actúan aunque los cuerpos estén separados. Por ejemplo la fuerza entre imanes, así también la gravedad es una fuerza de gran alcance; el sol ejerce una atracción gravitacional sobre la tierra, aún a una distancia de 150 millones de kilómetros, que la mantiene en su órbita. La fuerza de atracción gravitacional que la tierra ejerce sobre un cuerpo es el **peso** del cuerpo.

La fuerza es una cantidad vectorial; podemos empujar o tirar de un cuerpo en diferentes direcciones. Por tanto, para describir una fuerza debemos indicar su *dirección* de acción y su *magnitud*. La unidad de la magnitud en el SI es el **newton(N)**.

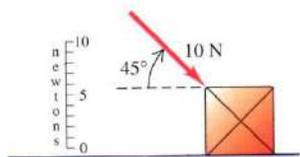
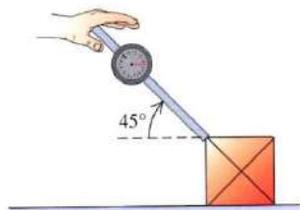
Un instrumento para medir la fuerza es la balanza de resorte, también llamado dinamómetro.

Suponé que deslizas una caja sobre el piso tirando de ella con una cuerda o empujándola. En ambos casos dibujamos un vector que representa la fuerza aplicada.

**Figura 1 y 2.**



(a)



(b)

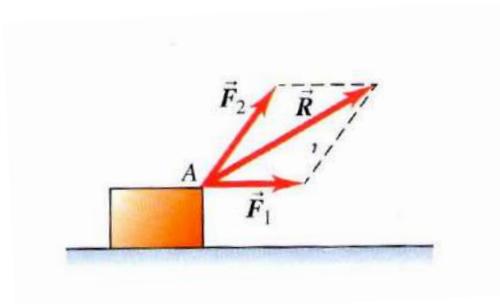
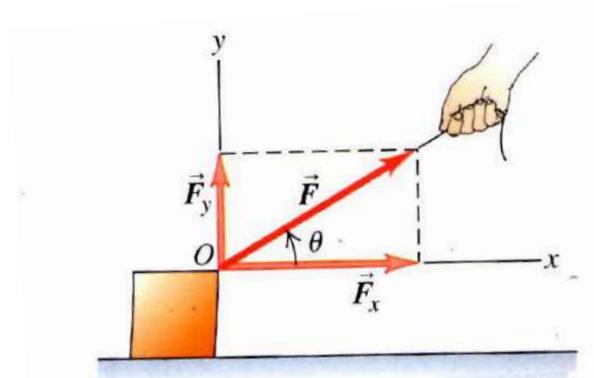
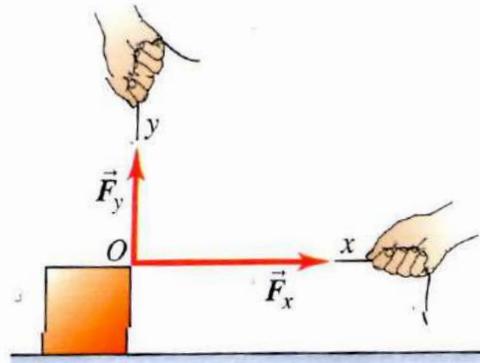


Figura 3



Vectores componentes:  $\vec{F}_x$  y  $\vec{F}_y$   
 Componentes:  $F_x = F \cos \theta$  y  $F_y = F \sin \theta$   
 (a)



Los vectores componentes  $\vec{F}_x$  y  $\vec{F}_y$   
 juntos tienen el mismo efecto que la  
 fuerza original  $\vec{F}$ .  
 (b)

Si dos fuerzas  $\vec{F}_1$  y  $\vec{F}_2$  actúan al mismo tiempo en un punto **A** de un cuerpo, los experimentos muestran que el efecto sobre el movimiento del cuerpo es igual al de una sola fuerza  $\vec{R}$  igual a la *suma vectorial* de las fuerzas originales:  $\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$ .

En general, el efecto de cualquier cantidad de fuerzas aplicadas a un punto de un cuerpo es el de una sola fuerza igual a la suma vectorial de las fuerzas. Éste es el importante principio de **superposición de fuerzas**. **Figura 2.**

El descubrimiento experimental de que las fuerzas se combinan por suma vectorial es de enorme importancia. Usaremos este hecho muchas veces en nuestro estudio, pues nos permite sustituir una fuerza por sus vectores componentes.

En la **Figura 3**, la fuerza  $\vec{F}$  actúa sobre un cuerpo en el punto **O**. Los vectores componentes en las direcciones Ox y Oy son  $\vec{F}_x$  y  $\vec{F}_y$ . Si estos se aplican simultáneamente, como en la figura 3b, el efecto es idéntico al de la fuerza original  $\vec{F}$ . Cualquier *fuerza puede ser* sustituida por sus vectores componentes, actuando en el mismo punto.

Suele ser más conveniente describir una fuerza  $\vec{F}$  en términos de sus componentes x y y,  $\vec{F}_x$  y  $\vec{F}_y$ , en lugar de sus vectores componentes (recuerde: los *vectores componentes* son vectores, pero los *componentes* sólo son números).

A menudo necesitamos obtener la suma vectorial (resultante) de todas las fuerzas que actúan sobre un cuerpo. Llamamos a esto **fuerza neta** que actúa sobre el cuerpo. Usaremos la letra griega  $\Sigma$  (sigma mayúscula equivalente a la S romana) para denotar sumatoria. Si las fuerzas son  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, etc...$ , abreviamos la sumatoria así:

$$\vec{R} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots = \Sigma \vec{F} \quad (1)$$

Donde  $\Sigma \vec{F}$  se lee "suma vectorial de las fuerzas" o "fuerza neta". La versión con componentes de la ecuación (1) es el par de ecuaciones:

$$\begin{aligned} R_x &= \Sigma F_x \\ R_y &= \Sigma F_y \end{aligned} \quad (2)$$

Donde  $\Sigma F_x$  es la suma de las componentes en x y  $\Sigma F_y$  es la suma de las componentes en y. cada componente puede ser positiva o negativa.

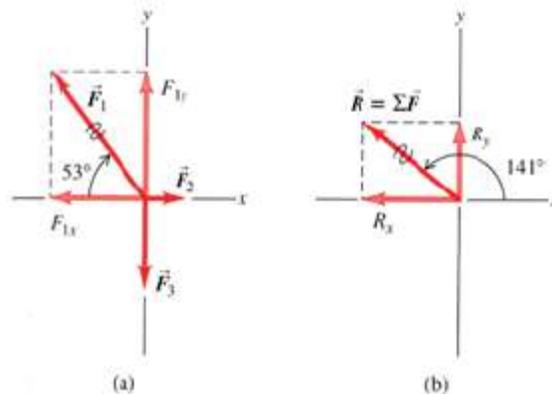
Una vez que se tienen  $R_x$  y  $R_y$ , puede obtenerse la magnitud y la dirección de la **fuerza neta**  $\vec{R} = \Sigma \vec{F}$  **que actúa sobre el cuerpo**. La magnitud es:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2}$$

Y el ángulo  $\theta$  entre  $\vec{R}$  y el eje +x puede obtenerse de la relación:  $tg \theta = \frac{R_y}{R_x}$ . Las componentes  $R_x$  y  $R_y$  pueden ser positivas, negativas o cero, y  $\theta$  puede estar en cualquiera de los cuatro cuadrantes.

## APLICACIÓN

Tres luchadores profesionales jalan del mismo cinturón . Vistos desde arriba, aplican al cinturón las tres fuerzas horizontales de la figura 4, donde el cinturón está en el origen. Las magnitudes de las tres fuerzas son  $F_1= 250$  N,  $F_2= 50$  N y  $F_3= 120$  N. Obtenga las componentes x y y de la fuerza neta sobre el cinturón, y la magnitud y dirección de la fuerza neta.



**Figura 4**

**Nota:** la línea ondulada sobre el vector de fuerza  $\vec{F}_1$  es para indicar que lo hemos sustituido por sus componentes x y y. De lo contrario el diagrama incluiría la misma fuerza dos veces.

Este ejemplo no es más que un problema de suma vectorial. Nos piden las componentes de la **fuerza neta** así que planteamos este problema con el método de las componentes.

Las incógnitas son: la magnitud y dirección de la **fuerza neta**,  $\vec{R}$  así como sus componentes x y y, que obtendremos usando la ecuación (2).

## RESOLUCIÓN

En la figura 4a podemos observar los ángulos entre  $\vec{F}_1, \vec{F}_2$  y  $\vec{F}_3$  y el eje +x son  $\theta_1 = 180^\circ - 53^\circ = 127^\circ$ ,  $\theta_2 = 0^\circ$  y  $\theta_3 = 270^\circ$

Las componentes x y y de las fuerzas son:

$$F_{1x} = 250 N \cdot \cos 127^\circ = -150 N$$

$$F_{1y} = 250 N \cdot \sin 127^\circ = 200 N$$

$$F_{2x} = 50 N \cdot \cos 0^\circ = 50 N$$

$$F_{2y} = 50 N \cdot \sin 0^\circ = 0 N$$

$$F_{3x} = 120 N \cdot \cos 270^\circ = 0 N$$

$$F_{3y} = 120 N \cdot \sin 270^\circ = -120 N$$

Por la ecuación (2), la **fuerza neta**  $\vec{R} = \sum \vec{F}$  tiene componentes:

$$R_x = F_{1x} + F_{2x} + F_{3x} = (-150 N) + 50 N + 0 N = -100 N$$

$$R_y = F_{1y} + F_{2y} + F_{3y} = 200 N + 0 N + (-120 N) = 80 N$$

La **fuerza neta** tiene componente x negativa y componente y positiva, así que apunta a la izquierda y hacia arriba en la figura 4b (es decir en el segundo cuadrante).

La magnitud de la **fuerza neta**  $\vec{R} = \sum \vec{F}$  es:

$$R = \sqrt{R_x^2 + R_y^2} = \sqrt{(-100 N)^2 + (80 N)^2} = 128 N$$

Para obtener el ángulo entre la **fuerza neta** y el eje +x, usamos la relación  $tg \theta = \frac{R_y}{R_x}$ , o sea:

$$\theta = \arctan \frac{R_y}{R_x} = \arctan \left( \frac{80 N}{-100 N} \right) = \arctan(-0.80)$$

Las dos posibles soluciones son  $\Theta = -39^\circ$  y  $\Theta = -39^\circ + 180^\circ = 141^\circ$

Puesto que la **fuerza neta** está en el segundo cuadrante, como indicamos, la respuesta correcta es  $141^\circ$ .

### CONCLUSIÓN:

En esta situación, la **fuerza neta** no es cero y vemos que el luchador 1 es el que ejerce la mayor fuerza, probablemente es el ganador.

## PRIMERA LEY DE NEWTON

*“Toda partícula en reposo seguirá en reposo y toda partícula en movimiento continuará animada de movimiento rectilíneo y uniforme, a menos que actúen sobre ella una **fuerza neta** de fuerzas exteriores que le obliguen a modificar dichos estados.”*

A continuación vas a poder ver la relación entre cinemática y dinámica aplicada a la primera ley:

[https://www.youtube.com/watch?v=0T\\_t8srKHA8](https://www.youtube.com/watch?v=0T_t8srKHA8)

Esto significa:

a) Que para iniciar el movimiento de una partícula o para detenerlo, hace falta la acción de un sistema de fuerzas que admita una fuerza neta (o resultante).

b) Que si una partícula se mueve de cualquier manera por acción de un sistema de fuerzas, si este **deja de actuar** la partícula continuará moviéndose indefinidamente con la velocidad (vector) que tenía en el preciso instante del cese de aquella acción: de ahí la trayectoria **rectilínea** y la **rapidez** constante.

Técnicas más elaboradas permiten hoy acercarnos a la validez de esta ley al considerar trayectos e intervalos de tiempo cortos.

Es importante señalar que lo que importa en la primera ley de Newton es la **fuerza neta**. Por ejemplo, dos fuerzas actúan sobre un libro en reposo en una mesa horizontal: la fuerza hacia abajo de la atracción gravitacional terrestre (una fuerza de largo alcance que actúa aun si la mesa está más arriba del suelo) y una fuerza de apoyo hacia arriba ejercida por la mesa (una fuerza de contacto). El empuje hacia arriba de la superficie es tan grande como la atracción gravitatoria, así que la **fuerza neta** sobre el libro (la suma vectorial de las dos fuerzas) es cero.

En concordancia con la primera ley de Newton, si el libro está en reposo en la mesa, sigue en reposo.

El mismo principio se aplica a un disco de hockey que resbala sobre una superficie horizontal sin fricción: la resultante del empuje hacia arriba de la superficie y la atracción gravitatoria es 0. Si el disco está en movimiento, sigue moviéndose con velocidad constante porque la **fuerza neta** que actúa sobre él es 0.

En consecuencia, si sobre un cuerpo no actúan fuerzas, o actúan varias fuerzas cuya resultante es cero, decimos que el cuerpo está en **equilibrio**. Un cuerpo está en reposo o se mueve en línea recta con velocidad constante. Para que un cuerpo esté en equilibrio, la **fuerza neta es cero**:

$$\sum \vec{F} = 0 \text{ (cuerpo en equilibrio)}$$

Para que esto se cumpla, cada componente de la fuerza neta debe ser cero, así que:

$$\sum \vec{F}_x = 0$$

$$\sum \vec{F}_y = 0$$

## EJERCITACIÓN

### GUÍA DE TRABAJO N°5

**Duración: 1 hora 20 minutos.**

En el siguiente video vas a ver una explicación práctica de como descomponer vectores en sus componentes:

<https://www.youtube.com/watch?v=yFcRiZyGYec>

1. Hallá las componentes rectangulares del vector  $a = 5u$ , en la dirección 30 grados respecto al semieje positivo de las  $x$ . Realizar la Gráfica correspondiente del vector.
2. Dada las siguientes componentes de un vector:  $B_x = 8u$   $B_y = 6u$ . Calculá
  - a) La magnitud del vector B.
  - b) La dirección del vector B
3. Tres personas halan un objeto al mismo tiempo, así:  
 $F_1 = 5u$ , al sur  
 $F_2 = 10u$ , con una inclinación de  $30^\circ$  al sur este  
 $F_3 = 7u$ , con una inclinación de  $45^\circ$  al nor este

Calculá por medio de componentes rectangulares como la fuerza resultante y la dirección a donde se mueve.

4. Un jinete y su caballo cabalgan 3 km al norte y después 4 km al oeste. Calcular: ¿Cuál fue su desplazamiento (magnitud y dirección)?

# GUÍA DE TRABAJO N°6

## DINÁMICA

### SEGUNDA LEY DE NEWTON

Al tratar la primera ley de Newton, vimos que cuando ninguna fuerza, o una fuerza neta cero, actúa sobre un cuerpo, este se mueve con velocidad constante y aceleración cero.

Sin embargo, ¿qué sucede si la fuerza neta **no** es cero?

La conclusión es que la presencia de una **fuerza neta** que actúa sobre un cuerpo hace que este se acelere. La dirección de la aceleración es la de la fuerza neta. Si la magnitud de esta es constante, también lo será la magnitud de la aceleración.

Estas conclusiones también son válidas para un cuerpo que se mueve con trayectoria curva, como lo es el movimiento circular uniforme, en el cual la rapidez es constante y la aceleración es de magnitud constante dirigida al centro del círculo.

Los experimentos demuestran la relación que existe entre la aceleración y la **fuerza neta** que actúa sobre un cuerpo. Al duplicar la fuerza neta, se duplica la aceleración; reducir a la mitad la fuerza hace lo propio la aceleración. Esto quiere decir que la magnitud de la aceleración  $a = |\vec{a}|$  es directamente proporcional a la **fuerza neta**.

$$\frac{|\sum \vec{F}|}{a} = m \quad (3)$$

### MASA Y FUERZA

**La masa es una medida cuantitativa de la inercia.** Cuanto mayor es su masa, más se resiste un cuerpo a ser acelerado. Esto es fácil relacionar el concepto con experiencias de la vida cotidiana. Si golpeamos una pelota de ping-pong y una pelota de fútbol con la misma fuerza, el fútbol tendrá una aceleración mucho menor que la pelota de ping-pong. Si una fuerza causa una aceleración grande, la masa del cuerpo es pequeña; si la misma fuerza causa una aceleración pequeña, la masa es grande.

La unidad de masa en el SI es el **kilogramo** y la unidad de fuerza es el **Newton**:

Un newton es la cantidad de fuerza neta que proporciona una aceleración de un metro por segundo al cuadrado a un cuerpo con masa de un kilogramo.

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

Los experimentos muestran que si se aplica a un cuerpo una combinación de fuerzas  $\vec{F}_1, \vec{F}_2, \vec{F}_3, \dots$  El cuerpo tendrá la misma aceleración (magnitud y dirección) que si se aplicara una sola fuerza igual a la suma vectorial  $\vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \dots$ .

La ecuación  $|\sum \vec{F}| = m \cdot a$  relaciona la magnitud de la fuerza neta sobre un cuerpo con la magnitud de la aceleración que produce.

También vimos que la dirección de la **fuerza neta** es igual a la dirección de la aceleración, sea la trayectoria del cuerpo recta o curva.

Newton juntó todas estas relaciones y resultados experimentales en un solo enunciado que llamamos **segunda ley de Newton**:

Si una fuerza neta externa actúa sobre un cuerpo, este se acelera. La dirección de la aceleración es la misma que la de la fuerza neta. El vector de fuerza neta es igual a la masa del cuerpo multiplicada por su aceleración.

$$|\sum \vec{F}| = m \cdot \vec{a} \quad (4)$$

De esta se desprende

$$\frac{|\sum \vec{F}|}{m} = \vec{a} \quad (5)$$

La aceleración tiene la misma dirección que la fuerza neta.

Los aspectos que merecen atención al aplicar esta ley son:

a) La ecuación (4) es **vectorial**. Normalmente la usaremos en términos de componentes, con una ecuación para cada componente de fuerza y la aceleración correspondiente:

$$\sum F_x = m \cdot a_x \quad \sum F_y = m \cdot a_y \quad (6)$$

Cada componente de la fuerza total es igual a la masa multiplicada por la componente correspondiente de la aceleración.

b) El enunciado de la segunda ley se refiere a **fuerzas externas**, es decir, fuerzas ejercidas por otros cuerpos de su entorno.

c) Las ecuaciones 5 y 6 son válidas si la masa es constante.

d) La segunda ley es válida dentro de marcos de referencias inerciales. Normalmente supondremos que la Tierra es una aproximación adecuada a un marco inercial, aunque estrictamente no lo es por su rotación y movimiento orbital.

### **IMPORTANTE**

Observar que la cantidad  $m \cdot \vec{a}$  no es una fuerza. Las ecuaciones (4) y (6) sólo dicen que el vector  $m \cdot \vec{a}$  es igual en magnitud y dirección a la resultante  $\sum \vec{F}$  de todas las fuerzas que actúan sobre el cuerpo. Es incorrecto ver la aceleración como una fuerza; más bien, la aceleración es un resultado de una fuerza neta distinta de cero.

### MASA Y PESO

El *peso* de un cuerpo es una fuerza con la que la Tierra atrae al cuerpo.

La *masa* caracteriza las propiedades inerciales de un cuerpo. A mayor masa, más fuerza se necesita para causar una aceleración dada.

¿Qué relación existe entre la masa y el peso?

Según la leyenda, se le ocurrió a Newton estaba debajo del árbol de manzanas viendo caer una fruta. Un cuerpo en caída libre tiene una aceleración igual a  $g$  y, por la segunda ley de Newton, una fuerza debe producir una aceleración. Si un cuerpo de 1 kg cae con una aceleración de  $9,8 \text{ m/s}^2$ , la fuerza requerida tiene una magnitud:

$$F = m \cdot a = 1 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ m/s}^2 = 9,8 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2 = 9,8 \text{ N}$$

La fuerza que hace que el cuerpo se acelere hacia abajo es la atracción gravitacional de la Tierra, o sea, el *peso* del cuerpo. Cualquier cuerpo de 1 kg de masa cercano a la tierra, debe tener un peso de 9,8N para sufrir la aceleración que observamos en caída libre. En términos generales:

$P = m \cdot g$
-----------------

(7) (magnitud del peso de un cuerpo de masa  $m$ )

Por lo tanto, la magnitud peso es directamente proporcional a su masa  $m$ . El peso de un cuerpo es una fuerza, una cantidad vectorial y podemos escribir la ecuación como ecuación vectorial:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g} \quad (8)$$

Recordar que  $g$  es la magnitud de  $\vec{g}$ , la aceleración debida a la gravedad, así que  $g$  siempre es positiva, por definición. Así,  $P$  dada por la ecuación es la magnitud del peso y también es positiva.

### IMPORTANTE

El peso de un cuerpo actúa sobre el cuerpo *todo el tiempo*, esté en caída libre o no. Si una maceta de 10 kg pende de una cadena, está en equilibrio y su aceleración es cero, pero su peso, dado por la ecuación (8) sigue actuando sobre él. En este caso, la cadena tira de la maceta hacia arriba con una fuerza ascendente. La *suma vectorial* de las fuerzas es cero, y la maceta está en equilibrio.

#### VALOR DE "g"

Usaremos  $g = 9,80 \text{ m/s}^2$ , para problemas en la tierra. En realidad el valor de  $g$  varía un poco en diferentes puntos de la tierra, porque la tierra no es perfectamente esférica y por los efectos de su rotación y movimiento orbital.

**Conclusión: el peso de un cuerpo varía de un lugar a otro; la masa no.**

### UNIDADES DE MASA Y PESO

Sistema	Unidad			
	Peso o fuerza	Masa	Longitud	Tiempo
Gravitatorio ó Técnico	$k\vec{g}$ ó kgf	$\frac{k\vec{g}}{\text{u.t.m} = m/s^2}$	m	s
M.K.S.	$\frac{kg \cdot m}{s^2}$ N=	kg	m	s
C.G.S	$\frac{g \cdot cm}{s^2}$ Dina=	g	m	s

Equivalencias:

$$1k\vec{g} = 9,8N$$

$$1k\vec{g} = 9,8 \cdot 10^5 \text{ dinas}$$

$$1N = 10^5 \text{ dinas}$$

Ejercicios para afianzar conceptos y sacar conclusiones.

Ejercicio 1)

La masa de un cuerpo es de

5,40kg

. Calcular su peso en

kgf

a) En el polo sur terrestre, donde  $g=9,83 \text{ m/s}^2$

b) En el ecuador terrestre, donde  $g= 9,78 \text{ m/s}^2$

c) En un lugar de la tierra, donde  $g=9,80 \text{ m/s}^2$

d) En marte, donde  $g=3,60 \text{ m/s}^2$

de (8)  $\vec{P} = m \cdot \vec{g}$  por lo que, en módulo  $P=m \cdot g$

a)  $P_a = 5,40 \text{ kg} \cdot 9,83 \text{ m/s}^2$        $P_a \cong 53,1N$

$$P_a = \frac{53,1N \times 1kgf}{9,8N} = 5,42kgf$$

$P_a = 5,42kgf$

b)  $P_b = 5,40 \text{ kg} \cdot 9,78 \text{ m/s}^2$        $P_b = 52,8N$

$$P_b = \frac{52,8N \times 1kgf}{9,8N} = 5,39kgf$$

$P_b = 5,39kgf$

c)  $P_c = 5,40 \text{ kg} \cdot 9,80 \text{ m/s}^2$        $P_c = 52,9N$

$$P_c = \frac{52,9N \times 1kgf}{9,8N} = 5,40kgf$$

$P_c = 5,40kgf$

d)  $P_d = 5,40 \text{ kg} \cdot 3,60 \text{ m/s}^2$        $P_d = 19,4N$

$$P_d = \frac{19,4N \times 1kgf}{9,8N} = 1,98kgf$$

$P_d = 1,98kgf$

Conclusión:

**Sobre la tierra y muy aproximadamente, el peso de un cuerpo en kgf es numéricamente igual a su masa en kg.**

Así:

$m=0,481\text{kg}$  pesarán, aproximadamente  $0,481\text{ kgf}$

$m=729\text{ g}$  pesarán, aproximadamente,  $729\text{ gf}$

**Ejercicio 2)**

El peso de un cuerpo es de 2,75kgf . Calcular su masa en kg

a) En el polo sur terrestre, donde  $g=9,83\text{ m/s}^2$

b) En el ecuador terrestre, donde  $g=9,78\text{ m/s}^2$

c) En un lugar de la tierra, donde  $g=9,80\text{ m/s}^2$

d) En la luna, donde  $g=1,94\text{ m/s}^2$

de  $P=m \cdot g$   $\Rightarrow m = \frac{P}{g}$

$$a) m_a = \frac{2,75\text{kgf}}{9,83\text{m/s}^2} \cdot \frac{9,80 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kgf}} \Rightarrow m_a = 2,74\text{kg}$$

$M_a=2,74\text{kg}$

$$b) m_b = \frac{2,75\text{kgf}}{9,78\text{m/s}^2} \cdot \frac{9,80 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kgf}} \Rightarrow m_b = 2,76\text{kg}$$

$M_b=2,76\text{kg}$

$$c) m_c = \frac{2,75\text{kgf}}{9,80\text{m/s}^2} \cdot \frac{9,80 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kgf}} \Rightarrow m_c = 2,75\text{kg}$$

$M_c=2,75\text{kg}$

$$d) m_d = \frac{2,75\text{kgf}}{1,94\text{m/s}^2} \cdot \frac{9,80 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}}{\text{kgf}} \Rightarrow m_d = 13,9\text{kg}$$

$M_d=13,9\text{kg}$

Conclusión:

***Sobre la tierra y muy aproximadamente, la masa de un cuerpo en kg es numéricamente igual a su peso en kgf.***

Así, un cuerpo que pese:

P=13,8 kgf tendrá, aproximadamente, una masa de 13,8 kg

P=907 gf tendrá, aproximadamente, una masa de 907 g

### TERCERA LEY DE NEWTON

Una fuerza que actúa sobre un cuerpo siempre es el resultado de su interacción con otro cuerpo, así que las fuerzas siempre vienen en pares. Al patear un balón, la fuerza hacia adelante que el pie ejerce sobre él lo lanza en su trayectoria, pero sentimos la fuerza que el balón ejerce sobre el pie.

En todos los casos, la fuerza que ejercemos sobre el otro cuerpo tiene dirección opuesta a la que el cuerpo ejerce sobre nosotros. Los experimentos muestran que, al interactuar dos cuerpos, las fuerzas que ejercen mutuamente *son iguales en magnitud y opuestas en dirección*. Esta es la tercera ley de Newton.

$$\vec{F}_{\text{A sobre B}} = -\vec{F}_{\text{B sobre A}}$$

Expresado en palabras:

**Si el cuerpo A ejerce una fuerza sobre el cuerpo B (una acción), entonces B ejerce una fuerza sobre A (una reacción). Estas fuerzas tienen la misma magnitud pero en dirección opuesta y actúan sobre diferentes cuerpos.**

En este enunciado, “acción” y “reacción” son las dos fuerzas opuestas y podemos llamarlas **par acción-reacción**. Esto no implica una relación causa y efecto; podemos considerar cualquiera de las fuerzas como la “acción” y la otra la “reacción”. Con frecuencia decimos solo que las fuerzas son “iguales y opuestas” para indicar que tienen igual magnitud y dirección opuesta. Las fuerzas descritas en esta ley actúan sobre cuerpos *distintos*.

También esta ley es válida para las fuerzas de *largo alcance* que no requieren contacto físico, como la de atracción gravitacional.

**Mirá el video para entender mejor:**

[https://www.youtube.com/watch?v=payV\\_CHjkO4](https://www.youtube.com/watch?v=payV_CHjkO4)

# EJERCITACIÓN

## GUÍA DE TRABAJO N°6

**Duración: 1 hora 30 minutos.**

**Segunda Ley de Newton.**

1. En cierto lugar del Universo, una fuerza de 41,3N imprime una aceleración de  $120 \text{ cm/s}^2$  a un cuerpo que pesa 25 kgf. ¿Cuál será el valor de la aceleración de la gravedad en ese lugar?
2. Calculá la fuerza que el motor de un automóvil de 1500 kg debe ejercer para que, partiendo del reposo, el vehículo alcance una rapidez de 108 km/h luego de recorrer 125m.
3. Si se aplica una fuerza neta horizontal de 132N a una persona de 60 kg que se halla en reposo. ¿Qué aceleración horizontal le produce?
4. Una fuerza horizontal neta de 140 N actúa sobre una caja de 32,5 kg que inicialmente está en reposo en el piso de una bodega. Calcular:
  - a) la aceleración que le produce dicha fuerza.
  - b) la distancia que recorre la caja en 10s.
  - c) la rapidez a los 10s.
5. Superman lanza una roca de 2400N a un adversario. ¿Qué fuerza horizontal debe aplicar a la roca para darle una aceleración horizontal de  $12 \text{ m/s}^2$ ?

**Tercera Ley de Newton.**

6. Una velocista olímpica puede arrancar con una aceleración casi horizontal de magnitud de  $15 \text{ m/s}^2$ . ¿Qué fuerza horizontal debe aplicar una corredora de 55 kg a los bloques de salida para producir esta aceleración? ¿Qué cuerpo ejerce la fuerza que impulsa a la corredora: los bloques o ella misma?

## GUÍA DE TRABAJO N°7

### DINÁMICA

#### TRABAJO

Seguramente estarás de acuerdo en que cuesta trabajo mover un sofá pesado, levantar una pila de libros desde el piso hasta colocarla en un estante alto, o empujar un auto.

Todos estos ejemplos concuerdan con el significado cotidiano de *trabajo*: Cualquier actividad que requiera un esfuerzo muscular o mental.

En física, el trabajo tiene una definición mucho más precisa. Al utilizar esta definición, descubriremos que, en cualquier movimiento, por complicado que sea, el trabajo total realizado sobre una partícula por todas las fuerzas que actúan sobre ella es igual al cambio de su energía cinética: una cantidad relacionada con la rapidez de la partícula.

Deduciremos la relación entre trabajo y energía cinética. Los tres ejemplos mencionados anteriormente (mover el sofá, levantar la pila de libros, empujar el auto) tienen algo en común: realizamos trabajo ejerciendo una **fuerza** sobre un cuerpo mientras éste se mueve de un lugar a otro, es decir, sufre un **desplazamiento**. Efectuamos más trabajo si la fuerza es mayor (tiramos más fuerte del sofá) o si el desplazamiento es mayor (lo arrastramos una mayor distancia).

El físico define el trabajo con base a estas observaciones. Considere un cuerpo que sufre un desplazamiento de magnitud  $x$  en línea recta. Por ahora, supondremos que todo cuerpo puede tratarse como partícula y haremos caso omiso a cualquier rotación o cambio en la forma del cuerpo. Mientras el cuerpo se mueve, una fuerza constante  $\vec{F}$  actúa sobre él en la dirección del desplazamiento  $\vec{x}$ .

Definimos el **trabajo T** realizado por esta fuerza constante en estas condiciones como el producto de la magnitud  $F$  de la fuerza y la magnitud  $x$  del desplazamiento:

$$\mathbf{T=F.x}$$

(1)

El trabajo efectuado sobre el cuerpo es mayor si la fuerza  $F$  o el desplazamiento  $x$  es mayor, lo que coincide con nuestras observaciones.

La unidad de trabajo es el Joule:

$$\begin{aligned} [T] &= [F][x] \quad \text{En el M.K.S} \\ [J] &= [N][m] \end{aligned}$$

En el sistema técnico:

$$\begin{aligned} [T] &= [F][x] && \text{equivalencia: } 1\text{kgm} = 9,8 \text{ J} \\ [kgm] &= [kgf][m] \\ [T] &= [F][x] && 1\text{J} = 10^7 \text{ erg} \\ [erg] &= [dyn][cm] \end{aligned}$$

También puede suceder que el empuje se efectúe con un ángulo  $\varphi$  respecto del desplazamiento, en este caso solo la fuerza en la dirección del movimiento del auto sería útil para moverlo (otras fuerzas deben actuar en el auto para que se mueva en la dirección del desplazamiento de  $\vec{x}$ , no en la dirección de  $\vec{F}$ , pero sólo nos interesa el trabajo realizado por la persona, así que solo consideraremos la fuerza que ella ejerce). Si la fuerza  $\vec{F}$  y el desplazamiento  $\vec{x}$  tienen diferente dirección, tomamos la componente de  $\vec{F}$  en la dirección de  $\vec{x}$  y definimos el trabajo como el producto de esta componente y la magnitud del desplazamiento. La componente de  $\vec{F}$  en la dirección de  $\vec{x}$  es  $F \cos \varphi$ , así que:

$$T = F \cdot x \cdot \cos \alpha$$

(2) (fuerza constante, desplazamiento rectilíneo)

Estamos suponiendo que  $F$  y  $\varphi$  son constantes durante el desplazamiento.

Si  $\varphi = 0^\circ$  y  $\vec{F}$  y  $\vec{x}$  tienen la misma dirección, entonces  $\cos \varphi = 1$  y volvemos a la ecuación (1).

La ecuación (2) tiene la forma del *producto escalar* de dos vectores:  $\vec{A} \bullet \vec{B} = A \cdot B \cdot \cos \varphi$

Esto nos permite escribir la ecuación (2) en forma más compacta:

$$T = \vec{F} \cdot \vec{x}$$

(3)

**IMPORTANTE** El trabajo es una cantidad escalar, aunque se calcule usando dos cantidades vectoriales (fuerza y desplazamiento).

## CONCLUSIONES

1) Trabajo positivo o potente, cuando  $\varphi$  es agudo

$$\cos \varphi < 0$$

2) Negativo o resistente cuando  $\varphi > 90^\circ$  es obtuso

$$\cos \varphi < 0$$

3) Nulo cuando  $\varphi = 90^\circ$  porque  $\cos \varphi = 0$

## ENERGÍA CINÉTICA

Consideremos una partícula de masa  $m$  que se mueve en el eje  $x$  bajo la acción de una fuerza neta constante de magnitud  $F$  dirigida hacia el eje  $+x$ . La aceleración de la partícula es constante y está dada por la segunda ley de Newton,  $F = m \cdot a_x$ . Suponemos que la rapidez cambia de  $v_1$  a  $v_2$  mientras la partícula sufre un desplazamiento  $x = x_2 - x_1$  del punto  $x_1$  a  $x_2$ . Usando una ecuación de aceleración constante, y sustituyendo  $v_i$  por  $v_1$ ,  $v_x$  por  $v_2$  y  $(x - x_0)$  por  $x$ , tenemos:

$$v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a_x \cdot x$$
$$a_x = \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot x}$$

Al multiplicar esto por  $m$  y sustituir  $m \cdot a_x$  por la fuerza neta  $F$ , obtenemos:

$$F = m \cdot a_x = m \cdot \frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot x}$$
$$F \cdot x = \frac{1}{2} \cdot m v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m v_1^2$$

El producto  $F \cdot x$  es el trabajo efectuado por la fuerza neta  $F$  y por tanto es igual al trabajo total efectuado por todas las fuerzas que actúan sobre la partícula. Llamamos a la cantidad:

### ENERGÍA CINÉTICA

$$E_c = \frac{1}{2} \cdot m v^2$$

Igual que el trabajo, la energía cinética de una partícula es un escalar; solo depende de la masa y la rapidez de la partícula, no de su dirección de movimiento.

Un auto (visto como partícula) tiene la misma energía cinética yendo al norte a 10 m/s que yendo al este a 10 m/s. La energía cinética nunca puede ser negativa y es cero solo si la partícula está en reposo.

Unidad de medida de la energía en S.I. es:

$$[J] = [kg] \left[ \frac{m}{s} \right]^2$$

$$[J] = \left[ kg \cdot \frac{m}{s^2} \right] \cdot [m] = [N] \cdot [m]$$

### ENERGÍA POTENCIAL GRAVITACIONAL.

Está asociada a la *posición* de los cuerpos en el sistema. Este tipo de energía es una medida del *potencial o posibilidad* de efectuar trabajo. Al levantar un objeto, existe potencial de que la fuerza de gravitación realice trabajo sobre él, pero solo si el cuerpo se deja caer al suelo.

Por ello la, la energía asociada con la posición se llama **energía potencial**. Lo dicho sugiere que hay energía potencial asociada al peso de un cuerpo y a su altura sobre el suelo: **energía potencial gravitacional**. Se denomina así porque es una propiedad compartida del cuerpo y la tierra.

$$E_p = m \cdot g \cdot h \quad (5)$$

La unidad de medida en S.I. es el Joule, J.

## EJERCITACIÓN

### GUÍA DE TRABAJO N°7

**Duración: 1 hora 45 minutos.**

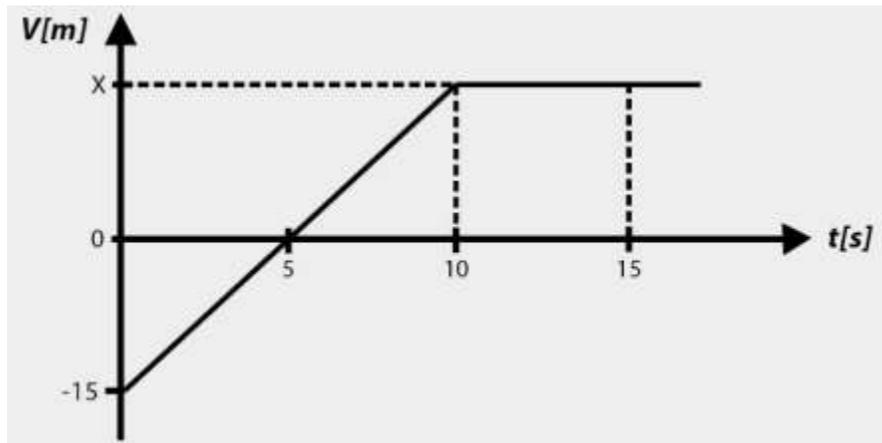
1. Imaginá que empujás un libro de física 1,50 m sobre una mesa horizontal con fuerza horizontal de 2,40N. La fuerza de fricción opuesta al movimiento es de 0,600 N. Calculá el trabajo realizado por la fuerza neta sobre el libro.
2. Calculá el trabajo necesario para elevar un cuerpo de 15 kgf hasta una altura de 15 m.
3. Dos remolcadores tiran de un buque tanque averiado. Cada uno ejerce una fuerza constante de  $1,80 \cdot 10^6$  N, uno  $14^\circ$  al oeste del norte y el otro a  $14^\circ$  al este del norte, tirando del buque tanque 0,75 km al norte. ¿Qué trabajo total efectúan sobre el buque tanque las fuerzas?
4. Calculá la energía cinética, en Joules, de un auto de 1600 kg que viaja a 50 km/h.  
¿En qué factor cambia la energía cinética si se duplica la rapidez?
5. Se cree que la masa de un *Tyrannosaurus rex* era del orden de los 7000 kg.
  - a) Tratando al dinosaurio como una partícula estimá su energía cinética al caminar con rapidez de 4 km/h.
  - b) ¿Con qué rapidez tendría que moverse una persona de 70 kg para tener la misma energía cinética que el *T. rex* al caminar?
6. Para subir un tonel hasta 3 m de altura ha sido necesario realizar un trabajo de 240 kgf.m.  
¿Cuánto pesa el tonel?

## REPASO

### GUÍA DE TRABAJO N°8

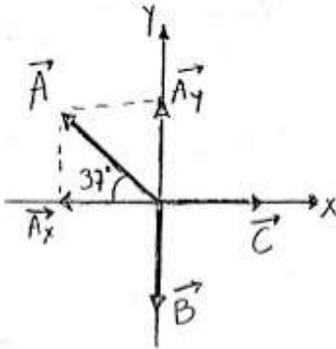
**Duración: 1 hora 45 minutos.**

1. El gráfico muestra la variación de la posición de una partícula en el tiempo que se mueve sobre el eje x:



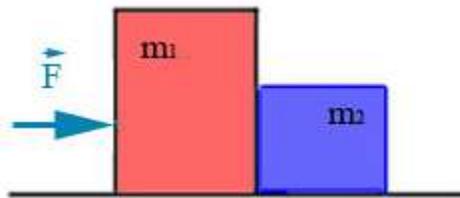
- a) Describí cualitativamente el movimiento de la partícula
  - b) Obtené una expresión para la posición de la partícula, en función del tiempo, indicando su rango de validez
  - c) Determiná la posición de la partícula en  $t=14[s]$
  - d) Fundamentá la siguiente aseveración: "Entre  $t=0$  y  $t=7[s]$ , la partícula avanzó sin devolverse".
2. Una lancha de motor efectúa los siguientes desplazamientos: 300 metros al oeste, 200 m al norte, 350 m en dirección 45 grados Noreste y 150 metros al sur. Calculá analíticamente (componentes rectangulares) Cuál es su desplazamiento resultante, en qué dirección actúa y Cuál es el valor de su ángulo medido con respecto al oeste.
  3. En la superficie de una luna de Júpiter, la aceleración debida a la gravedad es de  $g=1,81$   $m/s^2$ . Una sandía pesa 44N en la superficie terrestre.
    - a) ¿Qué masa tiene en la superficie terrestre?
    - b) ¿Qué masa y peso tiene en la superficie de la luna de júpiter?

4. ¿Cuáles deben ser las magnitudes de los vectores A y B de la figura para que  $A + B + C = 0$ ?



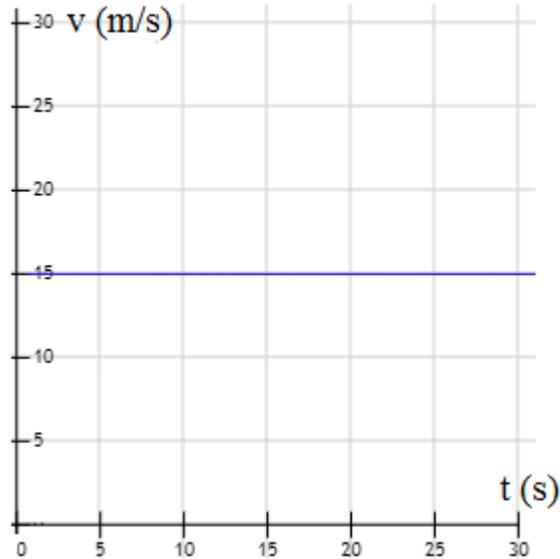
5. Un bloque que empuja a otro bloque:

Dos cajas de 20 y 30 kg de masa respectivamente, se encuentran apoyadas sobre una superficie horizontal sin rozamiento, una apoyada en la otra. Se empuja el conjunto con una fuerza de 100 N. ¿Cuál es la aceleración de cada masa? ¿Qué fuerza ejercerá cada caja sobre la otra?

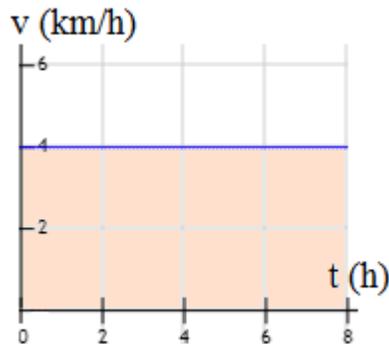


6. Hallá el trabajo realizado para arrastrar un trineo, sobre una pista horizontal, una distancia de 8 m. La fuerza ejercida en la cuerda es de 75 N formando un ángulo de  $28^\circ$  con la horizontal.
7. La velocidad del sonido, 340 m/s, se toma como unidad de velocidad de los aviones y se llama "MACH". Un avión es supersónico cuando su velocidad es superior a un MACH. Si un avión vuela a 700 km/h, ¿es supersónico?
8. Un móvil se desplaza en una trayectoria rectilínea de manera que si la asociamos con un eje X de coordenadas su posición en el instante en que un reloj marca 20 s es 50 m., cuando el reloj indica 30 s la posición es 70 m, cuando el reloj indica 40 la posición es 60 m y cuando marca 50 s es 10 m. Calcular la velocidad media entre los instantes: 20 y 30 s; 20 y 40 s; 20 y 50 s; 30 y 40 s y 40 y 50 s.

9. ¿A qué velocidad circula el móvil cuya gráfica de velocidad en función del tiempo es la siguiente? ¿Qué distancia recorre el móvil si el movimiento dura 1 minuto?



10. Un objeto del espacio se mueve en línea recta con velocidad constante y la gráfica de su movimiento es la siguiente:



Respondé:

- ¿cuál es su velocidad?
  - ¿qué distancia recorre en 8 horas?
  - ¿cuál es el área del rectángulo coloreado en naranja?
  - ¿sabrías decir cuál es la relación del área coloreada con el movimiento?
11. Un tren parte del reposo desde un punto **A** con una aceleración de **0,25 m/s<sup>2</sup>** hasta llegar a la velocidad de **90 km/h**. se mantiene un trecho a esa velocidad, y luego frena

- uniformemente hasta detenerse con una aceleración de **0,5 m/s<sup>2</sup>**. Si el desplazamiento total es de **10 km**, calcule la duración del viaje.
12. Un carrito de 5 N es desplazado 3 m a lo largo de un plano horizontal mediante una fuerza de 22 N. Luego esa fuerza se transforma en otra de 35 N a través de 2 m. Determinar:
    - a) El trabajo efectuado sobre el carrito.
    - b) La energía cinética total.
    - c) La velocidad que alcanzó el carrito.
  
  13. Un proyectil de 0,03 N de peso atraviesa una pared de 20 cm de espesor, si llega a ella con una velocidad de 600 m/s y reaparece por el otro lado con una velocidad de 400 m/s, ¿cuál es la resistencia que ofreció el muro?



# Física

Ingreso 2020



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



INSTITUTO TECNOLÓGICO  
UNIVERSITARIO