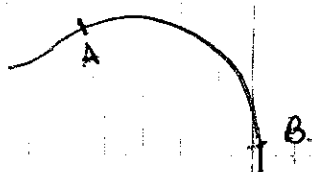


longitud de arco de una curva ( $s$ )



Se define por longitud de arco de una curva como la suma de sus longitudes infinitesimales. es decir:

$$s = \int_A^B ds$$

Pero  $ds$  es  $|d\mathbf{r}|$  cuando  $\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t}$  porque  $d\mathbf{r}$  sería un vector infinitesimal, entonces:

$$s = \int_A^B |d\mathbf{r}| = \int_A^B \sqrt{d\mathbf{r} \cdot d\mathbf{r}} = \int_A^B \sqrt{\frac{d\mathbf{r}}{dt} \cdot \frac{d\mathbf{r}}{dt}} dt = \int_A^B \sqrt{\mathbf{v} \cdot \mathbf{v}} dt \Rightarrow \boxed{s = \int_A^B v dt}$$

la fórmula nos permite definir  $\hat{\mathbf{T}}$  como  $\hat{\mathbf{T}} = \frac{d\mathbf{r}}{ds} \Rightarrow \hat{\mathbf{T}} = \frac{d\mathbf{r}}{ds}$  y afirmar que  $\mathbf{v}$  siempre es tangente a la curva. porque:

$$\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{d\mathbf{r}}{ds} \cdot \frac{ds}{dt} = \hat{\mathbf{T}} v$$

aceleración: 050891

$$\bar{\mathbf{a}} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{\mathbf{v}(t+\Delta t) - \mathbf{v}(t)}{\Delta t}$$

$$\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\mathbf{v}(t+\Delta t) - \mathbf{v}(t)}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = \frac{d^2 \mathbf{r}}{dt^2}$$

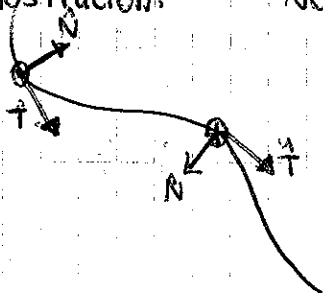
$$\mathbf{a} = \frac{d^2 x}{dt^2} \hat{\mathbf{i}} + \frac{d^2 y}{dt^2} \hat{\mathbf{j}} + \frac{d^2 z}{dt^2} \hat{\mathbf{k}}$$

Ahora podemos relacionar los caracteres  $\hat{\mathbf{B}}, \hat{\mathbf{T}}, \hat{\mathbf{N}}$  del desplazamiento como componentes de la aceleración; cuando una partícula describe una curva variando el módulo de la aceleración existe una componente a la aceleración tangente a la circunferencia denotada  $\hat{\mathbf{T}}$  y otra componente  $\hat{\mathbf{N}}$  normal a la trayectoria que es la aceleración centrípeta y está dirigida hacia el centro de la circunferencia que describe en un arco  $\Delta s$ .  $\hat{\mathbf{B}}$  es el producto cruz entre  $\hat{\mathbf{T}}$  y  $\hat{\mathbf{N}}$  y puede salir ( $\odot$ ) o entrar ( $\otimes$ ) del plano.

$$\hat{\mathbf{B}} = \hat{\mathbf{T}} \times \hat{\mathbf{N}}$$

Demostración:

Nota: ( $\hat{\mathbf{T}}, \hat{\mathbf{N}}$  y  $\hat{\mathbf{B}}$  son vectores unitarios)



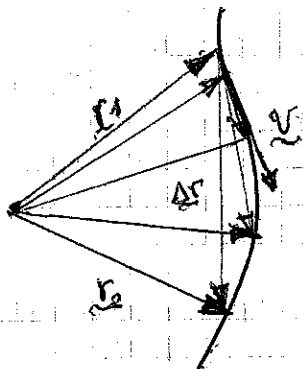
$$\mathbf{v} = v \hat{\mathbf{T}}$$

$$\Rightarrow \mathbf{a} = \frac{d}{dt}(v \hat{\mathbf{T}}) = \frac{d\hat{\mathbf{T}}}{dt} v + \frac{dv}{dt} \hat{\mathbf{T}}$$

donde  $\frac{dv}{dt} \hat{\mathbf{T}}$  es tangente a la curva.

Velocidad Instantánea: podemos tomar  $\Delta t$  mas pequeño para llegar a

$$\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{r}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \mathbf{v} \text{ velocidad instantánea.}$$



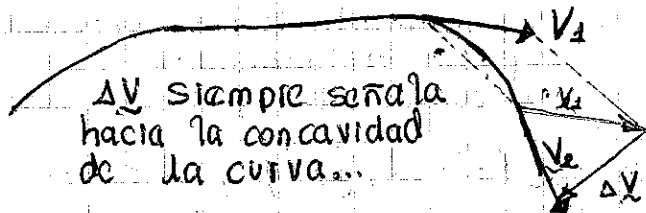
la velocidad instantánea es tangente a la trayectoria.

En la rotación se tiene que la rapidez instantánea es  $v = |\mathbf{v}|$

Ahora  $\mathbf{v} = \frac{d\mathbf{r}}{dt} = \frac{d(x\hat{i} + y\hat{j} + z\hat{k})}{dt} = \frac{dx}{dt}\hat{i} + \frac{dy}{dt}\hat{j} + \frac{dz}{dt}\hat{k}$

donde  $\frac{dx}{dt} = v_x$ ;  $\frac{dy}{dt} = v_y$  y  $\frac{dz}{dt} = v_z$

## - Aceleración



$\Delta \mathbf{v}$  siempre señala hacia la concavidad de la curva...

...teniendo en cuenta el tiempo que transcurre:

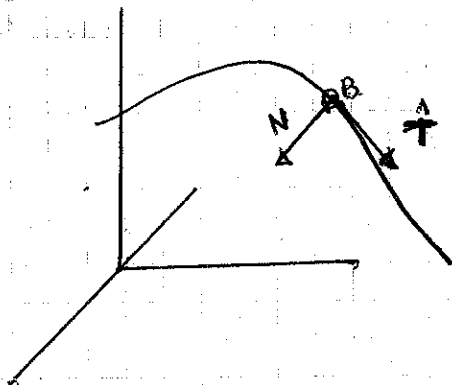
$$\vec{a} = \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t}$$

- aceleración instantánea  $\mathbf{a} = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta \mathbf{v}}{\Delta t} = \frac{d\mathbf{v}}{dt} = (\mathbf{a} \text{ instantánea})$

$$\bar{v} = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt = \frac{1}{t_2 - t_1} (x_2 - x_1) \text{ de lo anterior deducimos que.}$$

$\int_{t_1}^{t_2} v(t) dt = \Delta x$  que es el área bajo la curva  $v(t)$  que es  $x(t)$  evaluado entre  $t_2$  y  $t_1$  que es  $\Delta x$

además,  $\frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \bar{v}$  velocidad media.



El desplazamiento se puede describir por dos vectores unitarios:  $\hat{T}$  que es un vector unitario tangente al y  $\hat{N} \perp \hat{T}$  que va hacia el interior de la concavidad. también tenemos  $\hat{B} = \hat{T} \times \hat{N}$ .

Para hallar  $\hat{T}$ , dividimos el vector velocidad por su norma (rapidez):

$$\hat{T} = \frac{\mathbf{v}}{v}$$

# Conceptos básicos de la física.

Concepto.

Matemático

Físico.

ESPACIO

(Punto, Posición, desplazamiento)

EUCLIDIANO.

(Plano, continuo, infinito...)

• homogeneidad

• isotropía: tiene las mismas propiedades en todas las direcciones.

PARTÍCULA

PUNTO

GEOMÉTRICO

Cuerpo cuyas dimensiones son irrelevantes y despreciables.

MASA

ESCALAR

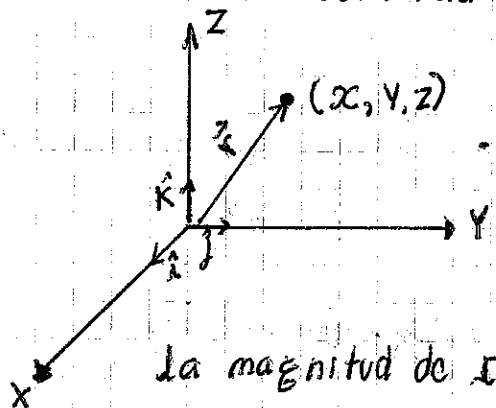
POSITIVO.

• Resistencia de un cuerpo a cambiar su velocidad (inercia).

• Capacidad que tiene un cuerpo para atraer a otro gravitacionalmente.

020891.

## Sistemas de coordenadas



La mecánica newtoniana utiliza principalmente la base ortogonal del espacio tridimensional.

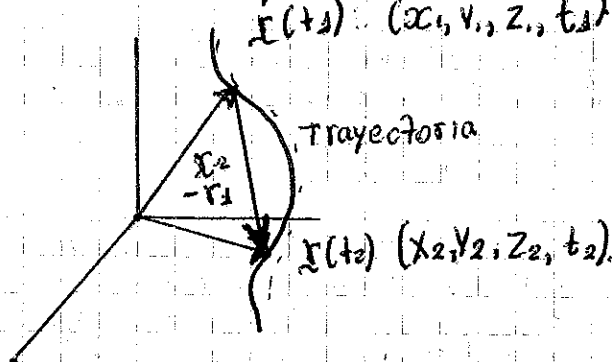
con coordenadas para el vector posición:

$\underline{r}(t) = (x, y, z)$  y el tiempo

ó  $\underline{r}(t) = x(t)\hat{i} + y(t)\hat{j} + z(t)\hat{k}$ .

La magnitud de  $\underline{r}$  se representa:  $r$  ó  $|\underline{r}|$

## Desplazamiento y velocidad media.



$\underline{r}(t_1) = (x_1, y_1, z_1, t_1)$

donde  $t_2 - t_1 = \Delta t$  variación del tiempo.

y  $\underline{r}_2 - \underline{r}_1 = \Delta \underline{r}$  desplazamiento.

$\Rightarrow \underline{v} = \frac{\Delta \underline{r}}{\Delta t}$  velocidad promedio (no toma en cuenta la trayectoria).

## Cantidades Físicas Fundamentales en el Sistema Internacional.

Cantidad	Nombre	Símbolo	Cantidades Auxiliares	nombre	Símbolo
longitud.	metro	m			
tiempo	segundo	s			
masa	kilogramo	kg	ángulo Plano	radian	rad.
corriente eléc.	Ampere	A	ángulo sólido	esteradian	sr.
temperatura	Kelvin	K			
Cantidad de Materia	mol	mol.			
Intens. Luminosa	Candela	cd			

## Múltiplos y Submúltiplos de las cantidades Físicas Fundamentales.

Múltiplo	Nombre	Símbolo	Submúltiplo	Nombre	Símbolo
$10^{18}$	Hexa	H	$10^{-1}$	deci.	d
$10^{15}$	Peta	P	$10^{-2}$	centi	c
$10^{12}$	Tera	T	$10^{-3}$	mil	m
$10^9$	Giga	G	$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^6$	Mega	M	$10^{-9}$	nano	n
$10^3$	Kilo	K	$10^{-12}$	pico	p
$10^2$	Hecto	h	$10^{-15}$	fento	f
$10^1$	Deca	d	$10^{-18}$	atto	a

ampliacion del tema: APENDICE 4. Pag 80.

## Ramas de la mecánica.

Cinemática: geometría del movimiento

Dinámica: causas del movimiento

Estática: condiciones bajo las cuales no hay movimiento.

## Tipos de Sistemas y Campo de acción de la Mec. de Newton.

Segun tamaño

Segun Velocidad.

Astronómicos: (Galaxias, estelares).

Alta Velocidad ( $\sim c$ ).

Macroscópicos (Intermedio).

Baja Velocidad ( $\ll c$ )

Microscópicas (moléculas y átomos)

## PRIMERA PARTE

### Mecánica de una Partícula

"Existe un mundo real que es independiente del acto de conocer."

"El mundo puede ser conocido, no necesariamente en forma directa."

"El Objeto de la ciencia... el Conocimiento y el Control del mundo."

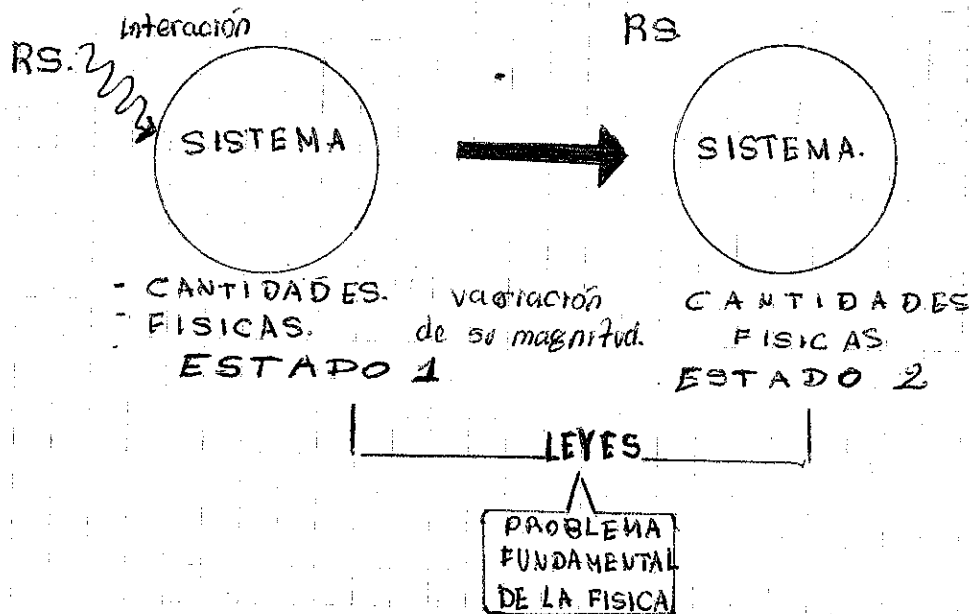
### CONCEPTOS BASICOS.

#### Etapas de Conocimiento

1. Observacional. → leyes empíricas (Ej: leyes de Kepler.)
2. Experimentación → Obser. exp. Controladas (Ej: Galileo.)
3. Teórica Generalización en concept. def y postul. (Ej: NEWTON) →

MODELO  
DE LA  
NATURALEZA

Interacción con la materia.



Las cosas que están fuera del sistema y actúan en forma relevante con él es el RESTO DEL UNIVERSO (RS).

Existe un mínimo de cantidades físicas para determinar el estado de un sistema. Ellas son las cantidades físicas fundamentales, las demás son las cantidades físicas auxiliares.

# MECANICA NEWTONIANA

## PROGRAMA

Primera Parte: Mecánica de una partícula.

Conceptos Básicos: Espacio, tiempo, posición, velocidad, aceleración, SR.  
Dinámica

Postulados de Newton.

Energía y Trabajo.

Segunda Parte: Mecánica de muchas Partículas.  
Dinámica de cuerpos rígidos.

Tercera Parte: Relatividad especial.

## Bibliografía.

Sears Zemansky Young.

Holliday - Resnick

Eisner - Lerner.

Tipler

Mc. Kelvev - Crotch.

Conferencias de Feynman.

Shawn - Mecánica teórica, Libros de Problemas.

Aventura del Pensamiento, Einstein.

La teoría de Einstein de la Relatividad. Max Born.

HARLOW-HORNYAR.

Symon.

PSSC.

\*Alonso - Finn

Berkeley

\*KLEPPNER KOLANKOW

Fernando Alonso-Marroquín