1.2 Medición y Unidades:

Las conocimientos e interacciónes físicas son representadas por las dimensiones físicas:

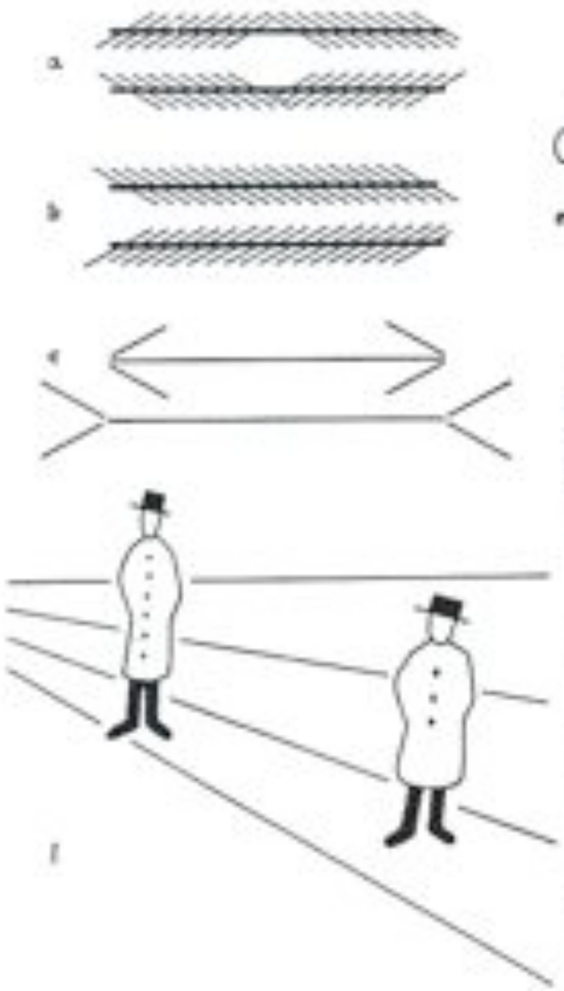
→ las propiedades que se pueden medir de los objetos físicos,
estados físicos,
o sucesos físicos.

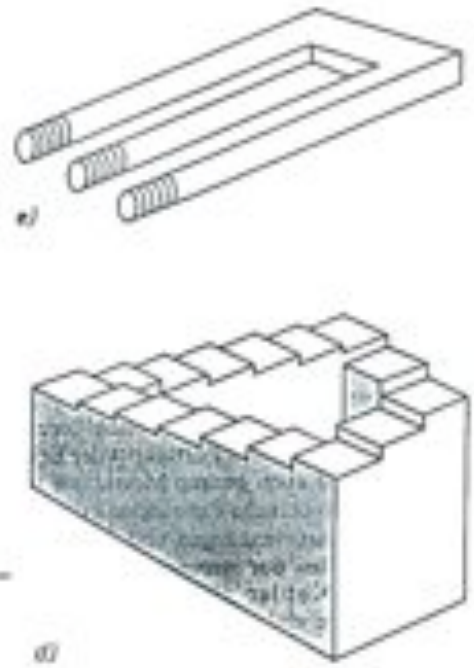
por ej.:

Longitud de una barra ⟺ objeto

Intensidad de un campo eléctrico ⟺ estado

Duración de una oscilación ⟺ suceso





Ejemplos para engaños opticos

Abb. I, 1. Optische Täuschungen
a) und b) Die beiden Geraden sind parallel, erscheinen aber durch die schrägen Striche geknickt bzw. nicht parallel
c) Die beiden Strecken sind gleich lang. Durch die Pfeile erscheinen sie verschieden lang
d) Man kann die Treppe entweder nur aufwärts oder nur abwärts gehen
e) Die drei runden Stäbe links vorn sind rechts hinten in zwei eckige verwandelt
f) Die beiden Personen sind gleich groß

→ percepción sensorial no es objetivo!

↳ temperatura
↳ masa ↳ voltaje,...

pie de metro

Abb. I, 6. Schieb- oder Schublehre

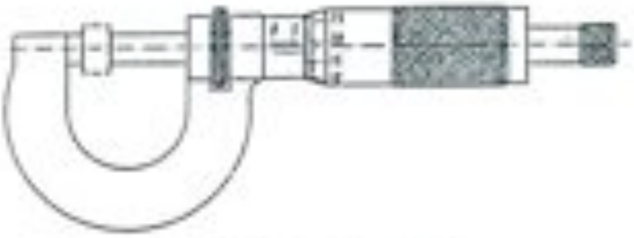


Abb. I, 7. Mikrometerschraube

Medidor del tipo tornillo de micrometro

Esferometro

Abb. I, 8. Sphärometer

Pipetas y cilindros de medicion de Volumen

Abb. I, 16. Meßpipetten
a) für ein bestimmtes Volumen
b) mit Unterteilung

Abb. I, 17. Büretten

Abb. I, 18. Überlaufgefäß und Meßzylinder

Abb. I, 19. Pyknometer
a) normale Ausführung
b) mit Thermometer

Medidor de angulo de conos de tipo Micrometro ("tornillo de micrometro)

Abb. I, 21. Winkelendmaße mit Mikrometerschraube für Messungen an einer Kegelgewindelehre (K. Frank)

Abb. I, 22. Moderne Waage. Maximale Belastung: 100 g; Empfindlichkeit: 10^{-4} g. Eine zweite Waagschale für die Gewichte fehlt. Im hinteren (verdeckten) Teil wird der Hebelarm durch eine mechanische Vorrichtung mit Gewichten belastet.

Pesa modena (hasta 100 g; resolución 1/10.000 g)

Abb. I, 23. Federwaagen

Medidor del tipo Resorte para medir peso y/o fuerza

UNIDADES

Entidades medidas en Física:

		Unidades:
largo, distancia	ℓ	[m] (Meter, Meter)
masa	m	[Kg] (Kilogramm, ...)
tiempo	t	[s] (Sekunde), min, h
temperatura	T	[K], [°C], grados Kelvin Celsius
corriente electr.	I	[A] (Ampère)
Intensidad de luz		[cd] (Candela)
frecuencia	$1/t$	[1/s], [Hz] (Hertz)
velocidad	ℓ/t	[m/s], [km/h]
area	ℓ^2	[m²], ...
volumen	ℓ^3	[m³], ...
densidad	m/ℓ^3	[Kg/m³], [g/cm³]
acceleración	ℓ/t^2	[m/s²]
Fuerza	$m\ell/t^2$	[Kg m/s²], Newton (dina)
Energía	$m\ell^2/t^2$	[Kg m²/s²], Joule (erg)

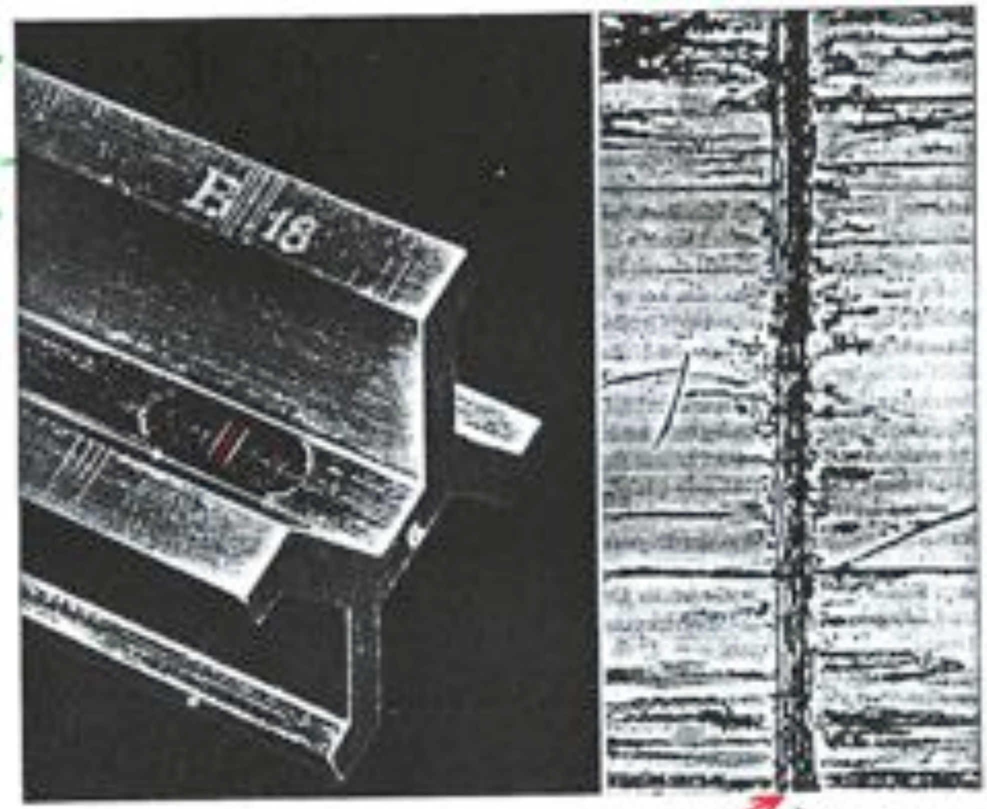
Dos sistemas de unidades:

C G S — cm, g, segundo

M K S — m, Kg, segundo $\Big\}$ SI Système International

Patron del "metro" (Ur-meter)
Paris 1875

Foto del "Bergmann-Schäfer" Band 1



a b

Abb. 1, 2. a) Das Ende eines der 30 gleichen Urmeterstäbe. Man erkennt in der Mitte des Bildes drei feine Strichmarken, von denen die mittlere das eine Ende des Meters im
b) Eine der beiden entscheidenden Strichmarken, also das Ende eines Meters, auf einem Urmeterstab. Die stark vergrößerte Aufnahme zeigt die Ungenauigkeit der Ablesung durch die Breite der Strichmarke und durch die unscharfen Ränder

Material: 90% Pt, 10% Ir

A temperatura $T = 0°C$:

$$l = 1m \pm \underbrace{0{,}001mm}_{\text{Error: } \pm 10^{-6} m}$$

Nuevo Patron desde 1960:
1m ≙ 1.650.763,73 veces la longitud de onda de la linea spectral de ^{86}Kr-gas.

Nuevo patrón desde 1983:
"1 m = distancia que recorre la luz en el vacio en 1/299792458 segundos".

importante:
precisa medición de la velocidad de la luz y del tiempo (factible desde los años '80). ¡Patrón reproducible con alta precision en toda la tierra, sistema solar y universo!

Ordenes de Magnitud:

Distancias [m]

10^{25} — galaxia /materia mas distante fotografiada

10^{20} — diametro pqeño de la via láctea

10^{16} — 1 año luz

10^{10} — sistema solar
Radio de la tierra

10^{5} —
Aconcagua Mts.

10^{0} — hombre

10^{-5} — tamaño de un caballo

10^{-10} — longitud de onda de la luz
diametro del átomo de hidrogeno

10^{-15} — particulas elementales

Tiempos [s]

10^{15} — vida media de U^{238} /edad del universo

10^{10} — raza humana ("Neandertaler")

10^{5} — vida humana
1 año
1 dia

10^{0} — 1 s, latidos

10^{-5} — cuerda vibrante
vida media de un muon

10^{-10} — un atomo excitado antes de emitir luz

10^{-15} — electron da una vuelta al átomo

10^{-20} — una vuelta de proton o neutron al rededor de eje propio

Masas: [kg]

10^{50} → universo
10^{42} → via láctea
10^{30} → sol
10^{2} → hombre
10^{-30} → electron

Escala de reducción:

factor	nombre	
10^{-1}	d	deci-
10^{-2}	c	centi-
10^{-3}	m	mili-
10^{-6}	μ	micro-
10^{-9}	n	nano-
10^{-12}	p	pico-
10^{-15}	f	femto-
10^{-18}	a	atto

Escala de ampliación:

factor	nombre	
10^{1}	da	deca-
10^{2}	h	hecto-
10^{3}	K	Kilo-
10^{6}	M	Mega-
10^{9}	G	Giga-
10^{12}	T	Tera-
10^{15}	P	Peta-
10^{18}	E	Exa-

por ejemplo:

$$1\,cm \text{ (centimetro)} = 10^{-2}\,m \text{ (metro)}$$

$$1\,MW \text{ (Megawatt)} = 10^{6}\,W \text{ (Watt)}$$

Nombres comunes para Unidades en la Física:
(pero no son Unidades del SI)

$1\,\text{Fermi} = 10^{-15}\,m$ ($\approx \varnothing$ de los nucleos atomicos)

$1\,\text{Ångström} = 10^{-10}\,m$ ($\approx$ tamaño de los atomos)

$1\,\text{año Luz} = 9{,}51 \times 10^{15}\,m$ (camino recorido por la Luz en un año)

2. Cinematica de Particulas Puntuales (= Cinematica de "Puntos de Masa"):

Cinemática es la teoría de los movimientos de los cuerpos. (Griego: Kinema = movimiento).

¡Los causas de los movimientos, es decir los Fuerzas involucrados y los efectos a otros cuerpos NO son tema de la cinematica!

La cinematica es una disciplina de pura matematica y calcula solamente Trayectorias, Velocidades y Aceleraciones.

Reposo y movimiento son conceptos relativos:

→ Si Ud. ("observador") viaja en el tren, la persona a lado de Ud. esta en reposo.

→ Para un observador fuera del tren, en el andén, esta persona esta en movimiento.

⇒ "Reposo" y "Movimiento" tienen un sentido claro/inequívoca solamente, si se definen el <u>sistema de referenzia.</u>

→ Si no hay otro acuerdo, en la Física y Tecnología tomamos el sistema de referencia fijo con la tierra.

2.1 Idealización:

Para el calculo de movimientos muchas veces es posible y razonable <u>no</u> tomar en cuenta la extensión de un cuerpo.
Se idealizan el cuerpo como un "punto de masa" o una "particula puntual".
Los ventajas son:

- El cuerpo no se puede girar,
- Todos los fuerzas actuan en un punto (del cuerpo)
- El cuerpo no se puede deformar.

Estas idealizaciones, las cuales no describen la realidad (porque se descuiden concientemente ciertas propiedades del cuerpo), se usan frecuentemente con mucho éxito en la Física.
La negligencia de efectos secundarios y la concentración a el efecto esencial son las típicas formas de trabajo del Físico.
En este contexto podemos pensar sobre la admisibilidad y los beneficios de las idealizaciones o negligencias:

- Lo admisible depende del objeto y de la tarea.

Ejemplo:

1) En la caida libre de una bola de acero se puede ser negligente con el roce del aire.
¡Para una pluma NO!

2) Para el calculo de las trayectorias de los planetas, ellos se pueden tomar como puntos de masa / partículas puntuales.
¡En la Meteorología NO!

3) En el Laboratorio las "Fuerzas Coriolis" de la rotación de la tierra se pueden normalmente ser negligente.
¡En la Meteorologia ellos son de gran importancia!

El científico tiene en cada caso singular decidir, si una idealización resulta en pequeños errores tolerables o no.

- Una descripción <u>exacta</u> de los sucesos de la naturaleza y tecnología es casi siempre imposible.

⇒ En efectos secundarios hay que ser negligente y tolerar pequeños (o negligentes) inexactitudes.
→ Muchos negligencias son muy comunes:
A ningun Ingeniero Mecánico se lo ocurre tomar en cuenta los cambios relativisticas de la masa o las Fuerzas Coriolis de la rotación de la tierra.

Muchas veces también se es negligente con las fuerzas del roce.

→ El permitir las idealizaciones es importante para reducir el volumen de calculos y trabajo para concentrarse en el tema central.

→ No importa, si las idealizaciones se puedan realizar en la realidad, o no!

La ciencia trabaja muchas veces con modelos ficticios, los cuales tienen poco que ver con la realidad.

Pero estos modelos son faciles de aplicar y permiten una concentración a las preguntas centrales.

En el proximo capitulo nosotros consideramos el cuerpo como "particula puntual".

Las particulas puntuales no se pueden girar/rotar.

La posición depende del tiempo y se describe completamente con el vector de posicion

$\vec{r}(t) = (x(t), y(t), z(t))$.

2.2 Velocidad:

Primero el caso más facil, del movimiento uniforme.

→ Movimiento lineal, donde el cuerpo en intervalos iguales de tiempo Δt recorre siempre los mismos caminos / intervalos Δx.

El cuociente constante $\frac{\Delta x}{\Delta t}$ se llama "Velocidad" v del movimiento uniforme:

$$v := \frac{\Delta x}{\Delta t} \quad \text{para movimientos uniformes} \qquad (2.2\text{-}1)$$

⇒ La unidad de la velocidad entonces es $\left[\frac{m}{s}\right]$; muchas veces se usan tambien $\left[\frac{km}{h}\right]$.

$$3{,}6\left[\frac{km}{h}\right] = 1\left[\frac{m}{s}\right]. \qquad (2.2\text{-}2)$$

Si un movimiento uniforme se inicia al tiempo $t=0$ en el punto $x(t=0):=x_0$, vale

$$V=\frac{x(t)-x(0)}{t-0}=\frac{x(t)-x_0}{t}$$

$\Rightarrow$ $\boxed{x(t)=x_0+V\cdot t \quad \text{para movimiento uniforme}}$ (2.2-3)

FIG(2.2-1):

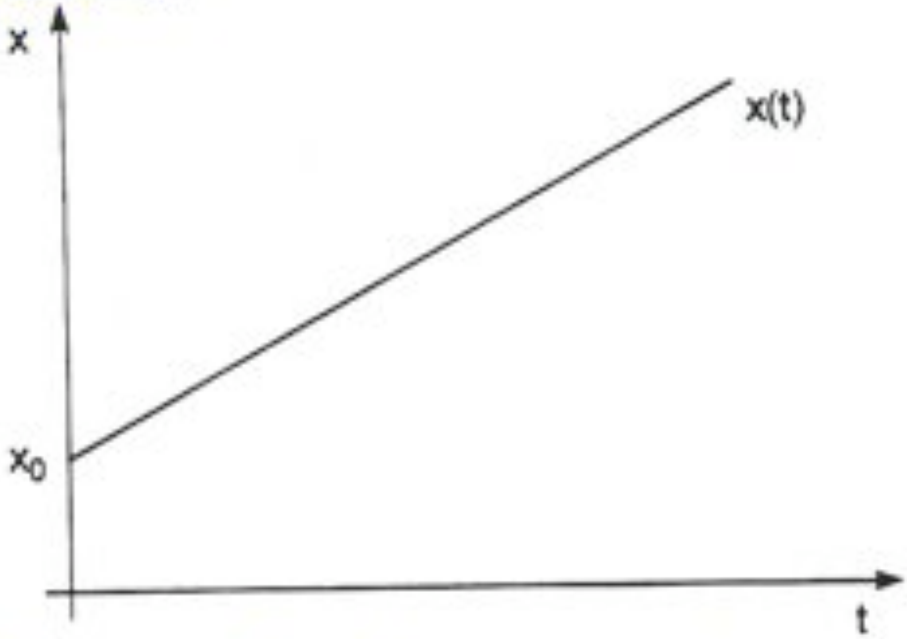


Diagrama desplazamiento – tiempo de un movim. uniforme

$\Rightarrow$ Es lineal con una pendiente V

$\Rightarrow$ Para caminos recorridos $\Delta x_1, \Delta x_2, \ldots$ durante distintos intervalos de tiempo $\Delta t_1, \Delta t_2, \ldots$, los cuocientes

$$V=\frac{\Delta x_1}{\Delta t_1}=\frac{\Delta x_2}{\Delta t_2}=\ldots \quad \text{siempre son iguales.}$$

Estudiamos ahora el caso poco más difícil del movimiento no uniforme:

→ Ahora en los mismos intervalos de tiempo NO se recorren los mismos caminos. El diagrama ahora No es una recta, sino una curva:

Fig.(2.2-2):

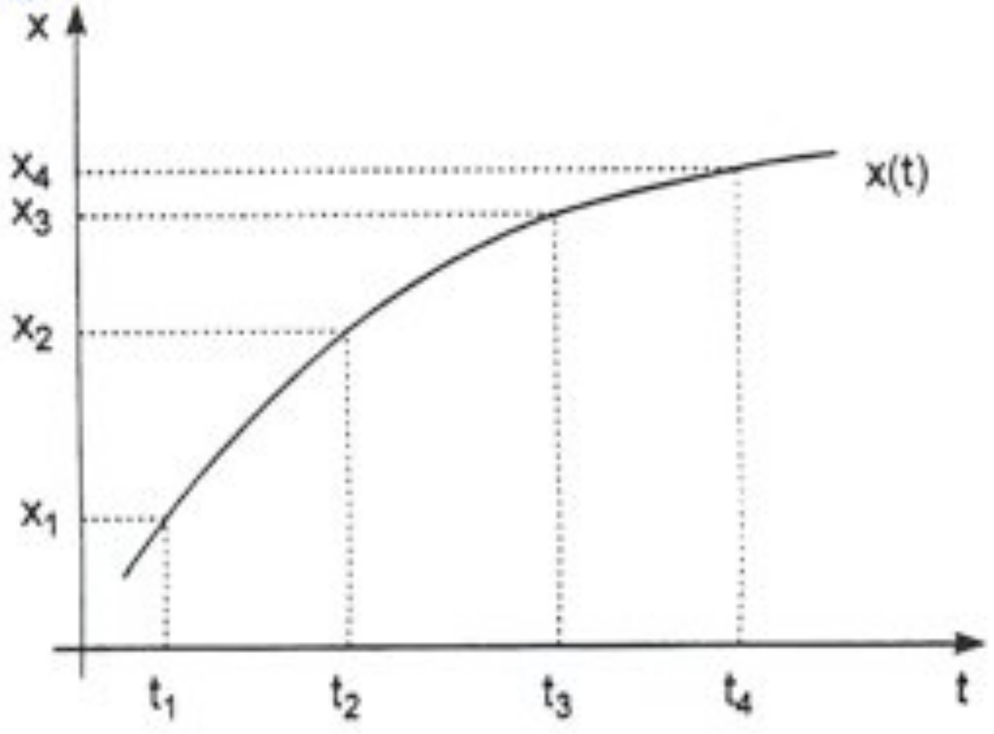


Diagrama camino-tiempo de un movimiento no uniforme.

En los mismos intervalos de tiempo $\Delta t = t_2 - t_1 = t_4 - t_3$ los caminos recorridos $\Delta x = x_2 - x_1$ y $\hat{\Delta} x = x_4 - x_3$ son diferentes.

El cuociente

$$V_m := \frac{\Delta x}{\Delta t} \qquad (2.2-4)$$

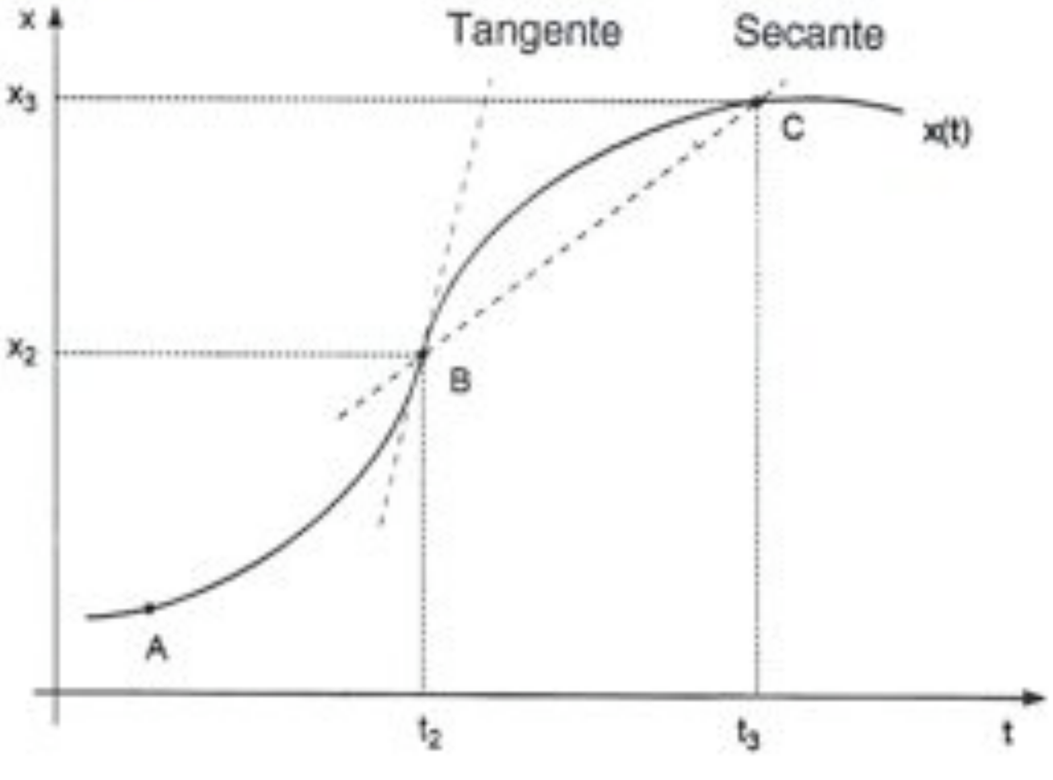
se llama <u>velocidad promedio</u> en el intervalo correspondiente.

→ V_m depende del intervalo Δt elegido:

1) del "largo" de intervalo Δt y
2) de la posición en el eje de tiempo t.

En la Física y Tecnología - y también manejando un auto - interesa normalmente la <u>velocidad instantánea</u>, y no la velocidad promedio.

Fig.(2.2-3):



para $t_3 \to t_2$ la pendiente de la secante traspasa a la pendiente de la tangente. La pendiante de la tangente es según definición la velocidad instantanea $v(t_2)$.

Si analysamos la Figura (2.2-3), la velocidad instantánea en el punto B en el momento t_2 se calcula según nuestra definición a través de la velocidad promedio en el intervalo $[t_2, t_3]$, si se acercan el punto C en la curva $x(t)$ cada vez más cerca al punto B, para que el intervalo de tiempo $\Delta t = t_3 - t_2$ se disminuya más y más.

Durante de este acercamiento cambia la velocidad promedio

$$V_m = \frac{X_3 - X_2}{t_3 - t_2} \quad ,$$

la cual es igual a la pendiente de la secante, en el primer momento notablemente.

Si el intervalo $\Delta t = t_1 - t_2$ es suficientemente pequeño, entonces V_m cambia con una progresiva disminución de los intervalos solamente en forma negligente, y se acerca a un valor Límite, el cual está definido como velocidad instantanea $v(t_2)$ en el momento t_2

Durante este acercamiento la secante esta cambiando / transformando a una tangente en el punto B.

La pendiante de la Tangente en el diagrama "camino - tiempo" es la velocidad instantanea.

por supuesto la velocidad momentánea en el punto B se puede determinar también considerando en intervalo en la izquierda $[t_1, t_2]$.

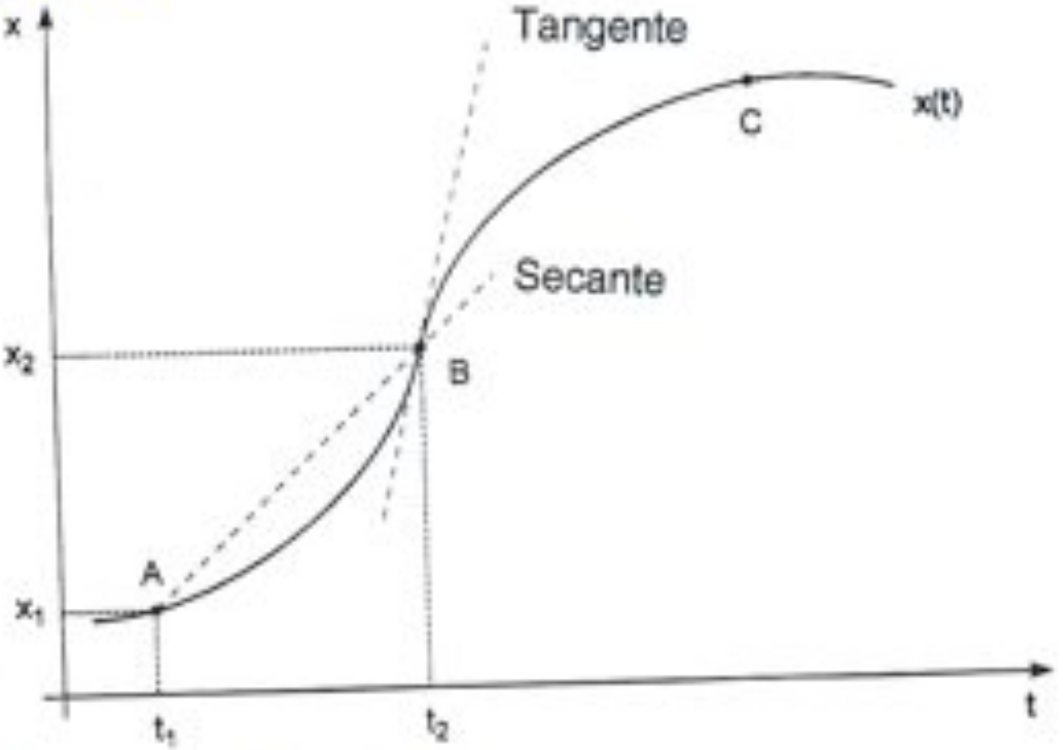
Según la Figura (2.2.-4) la velocidad promedio en este intervalo es

$$V_m = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1},$$

tambien igual a la pendiante de la secante.

2.2.-4

Fig.(2.2.-4):



En el lim (limite) izquierdo resulta la misma Tangente como en el lim derecho de la Figura (2.2-3).

Acercando el punto A en la curva $x(t)$ al punto B, la pendiente de la Secante esta cambiando notablemente en el primer paso.

Disminuyendo la distancia entre A y B más y más, la pendiente de la secante cambia poco y traspasa finalmente a la Velocidad instantanea $V_2(t_2)$ en el momento t_2.

La Secante traspasó a una Tangente.

A través de las Figuras (2.2.-3 y 4) verificamos, que el extremo/limite (lim) derecho $C \to B$ tiene el mismo valor limite como el (lim) izquierdo $A \to B$.

La razon matemática para esta coincidencia es la diferenziabilidad de la función continuada $x(t)$.

Ejemplo (2.2-1):

Calcule la velocidad momentánea $v(t=1s)$ para la caída libre

$$x(t) = x_0 + \frac{g}{2} t^2$$ con velocidad inicial $v_0 = 0$

Solución: La velocidad momentánea en el momento $t_1 = 1s$ se calcula a través de la velocidad promedio v_m para varios intervalos, los cuales cada vez son más pequeños.

1) $[t_1, t_2] = [1s, 2s]$

$$\Rightarrow v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(2s) - x(1s)}{2s - 1s} = \frac{g}{2}(4-1)s =$$

$$= 1{,}5 g \cdot 1s$$

2) $[t_1, t_2] = [1s, 1{,}1s]$

$$\Rightarrow v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(1{,}1s) - x(1s)}{1{,}1s - 1s} = \frac{g}{2}\frac{(1{,}21-1)}{0{,}1}s =$$

$$= 1{,}05 g \cdot 1s$$

3) $[t_1, t_2] = [1s, 1{,}01s]$

$$\Rightarrow v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x(1{,}01s) - x(1s)}{1{,}01s - 1s} = \frac{g}{2}\frac{(1{,}0201-1)}{0{,}01} =$$

$$= 1{,}005 g \cdot 1s$$

Sin duda vale: Pasa $t_2 \to t_1$ traspasa $V_m \to 1g \cdot 1s$.
La velocidad momentánea en el momento $t = 1s$ es entonces $v(1) = 1g \cdot 1s = 9{,}81 \frac{m}{s}$.

La velocidad momentánea

$$V = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{\Delta x}{\Delta t} \qquad (2.2\text{-}5)$$

o, más exactamente, incl. el tiempo más claramente:

$$\boxed{v(t) := \lim_{\Delta t \to 0} \frac{x(t + \Delta t) - x(t)}{\Delta t}} \qquad (2.2\text{-}6)$$

es - en el lenguaje de la matemática - la derivación del camino recorrido $x(t)$ a través o con respeto al tiempo t.
Es una costumbre, marcar la derivación a través del tiempo con un punto(•), y no con una prima('):

$$\boxed{v(t) := \frac{dx(t)}{dt} = \dot{x}(t)} \qquad (2.2\text{-}7)$$

Los conocimientos del calculo diferencial Uds. tienen através de los cursos de matemática.

Calculamos entonces el Ejemplo (2.2.-1) nuevamente, ahora con la ecuación (2.2.-6):

$$v(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{x(t+\Delta t) - x(t)}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{g}{2} \frac{(t+\Delta t)^2 - t^2}{\Delta t} =$$

$$= \lim_{\Delta t \to 0} \frac{g}{2} \frac{2t\Delta t + \Delta t^2}{\Delta t} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{g}{2} (2t + \Delta t) = g t$$

$$\Longrightarrow v(t = 1s) = g \cdot 1s \quad \text{q.e.d}$$

<u>Ejemplo (2.2.-2):</u> "Viaje en coche / carreta"

El coche viaja con una velocidad constante V_k. El conductor sale de su asiento durante el viaje y se dirige 8 pasos hacia atrás, para controlar algo. En seguida el vuelve a su asiento, para lo que necesita caminar 12 pasos. Cada paso tiene un largo de 1m.

¿Cuál es el largo l_k y la velocidad V_k del coche?

Solución: Sean t_1, t_2 los tiempos para caminar ida y vuelta. El problema contiene 4 incognitos l_K, v_K, t_1 y t_2. Lamentablemente tenemos solamente 3 ecuaciones:

$$l_K = v_K \cdot t_1 + 8m \qquad (2.2\text{-}8)$$

$$l_K + v_K \cdot t_2 = 12m \qquad (2.2\text{-}9)$$

$$t_2 / t_1 = 1{,}5 \qquad (2.2\text{-}10)$$

ponemos t_2 de (2.2-10) en (2.2-9),

$$l_K + 1{,}5\, v_K \cdot t_1 = 12m \qquad (2.2\text{-}11)$$

y sumamos los (con 1,5 multiplicados) ecuac. (2.2-8) y (2.2-11):

$$\underline{l_K = 9{,}6m}$$

La velocidad del coche no se puede calcular, porque los ecuc. (2.2-8) y (2.2-11) contienen los tres incognitos l_K, v_K, t_1 o solamente el producto $v_K \cdot t_1$.

Hasta ahora hemos considerado solamente movimientos en línea recta.

En seguida presentamos el caso general:

Movimientos en trayectorias curvadas.

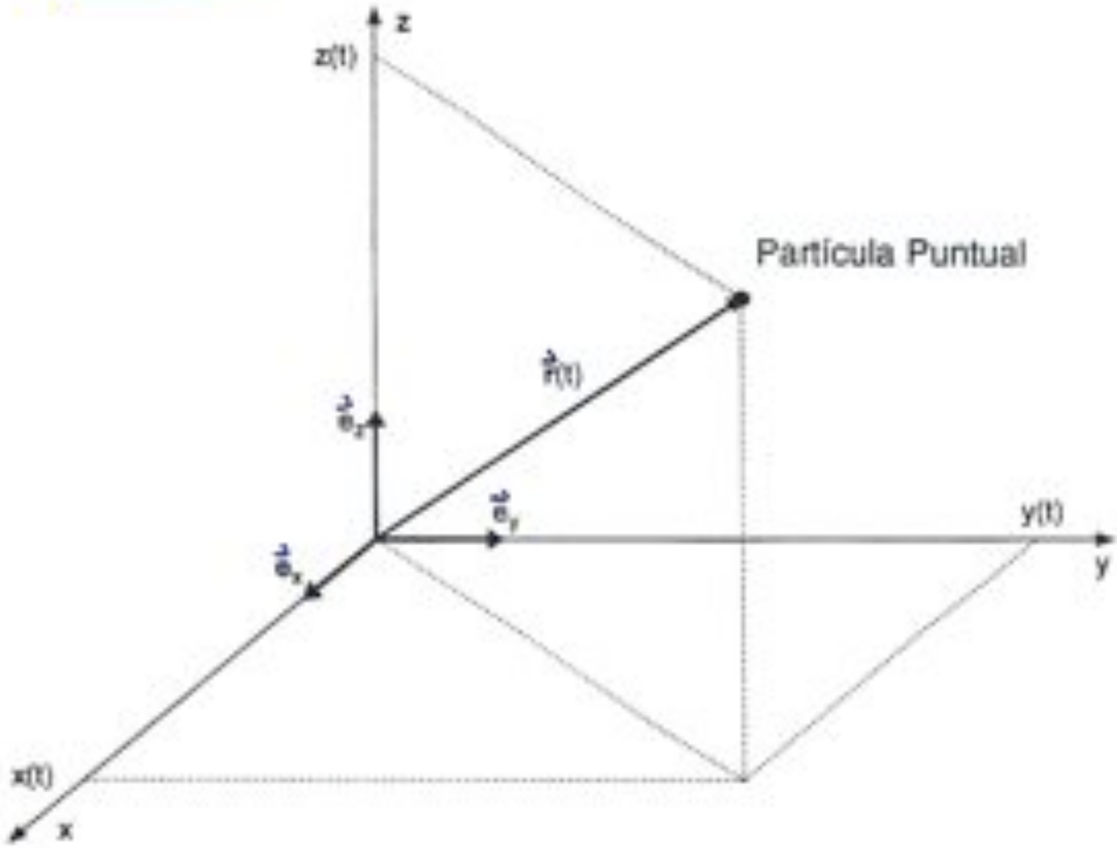
La posición de la partícula puntual se describe a través de las coordenadas cartesianas $x(t), y(t), z(t)$; o en otras palabras a través del vector de posición $\vec{r}(t)$, el cual se dirige desde el origen del sistema de coordenadas hacia la posición de la partícula puntual:

2.2-5

$$\vec{r}(t) = x(t)\vec{e}_1 + y(t)\vec{e}_2 + z(t)\vec{e}_3 = \begin{pmatrix} x(t) \\ y(t) \\ z(t) \end{pmatrix} \quad (2.2\text{-}1)$$

Vector de posición

Fig. (2.2-5):



Sistema de coordinadas cartetico con los vectores básicas/de unidad $\vec{e}_1, \vec{e}_2, \vec{e}_3$. El vector de posición $\vec{r}(t)$ de la partícula puntual tiene los componentes $x(t), y(t), z(t)$.

Nota: Los vectores de posición no se pueden, contrariamente a los vectores en la matemática, desplazar paralelamente.
Los vectores de posición son fijos en su posición: Su inicio se encuentra siempre en el origen del sistema de coordenadas.

El vector de la velocidad en tres dimensiones $\vec{V}(t)$ resulta simplemente a través de la derivación de las coordenadas respecto al tiempo:

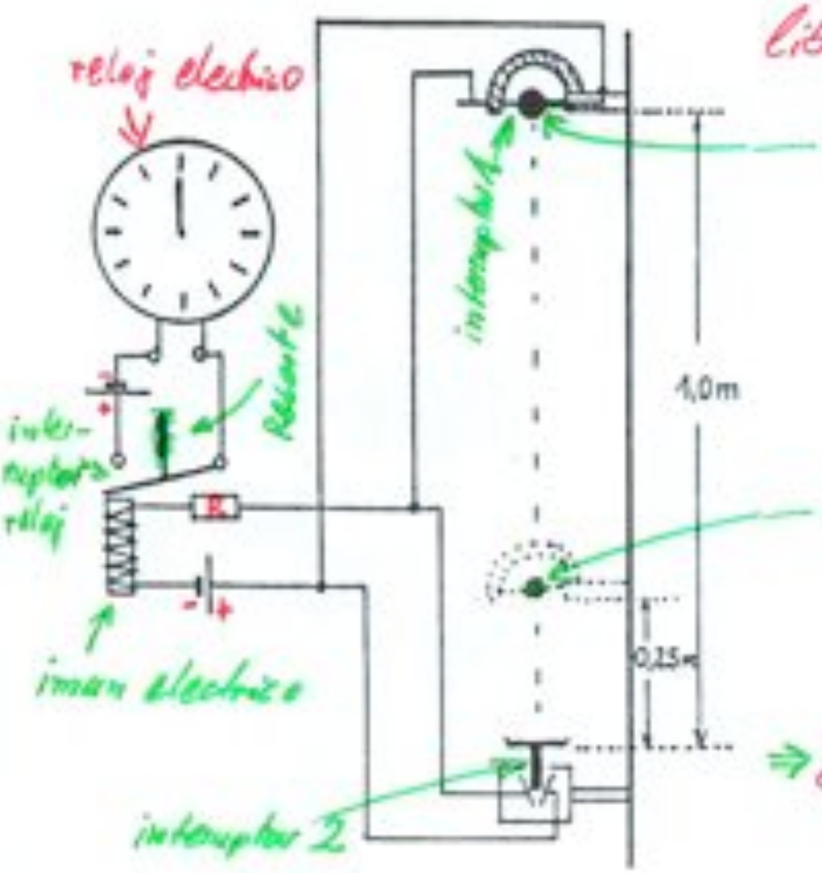
$$\boxed{\vec{V}(t) = \begin{pmatrix} V_x(t) \\ V_y(t) \\ V_z(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \dot{x}(t) \\ \dot{y}(t) \\ \dot{z}(t) \end{pmatrix} = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{1}{\Delta t} \begin{pmatrix} x(t+\Delta t) - x(t) \\ y(t+\Delta t) - y(t) \\ z(t+\Delta t) - z(t) \end{pmatrix}}$$

(2.2.-13)

Ejemplo: Caida libre:

Dejamos caer un cuerpo en forma libre cerca de la superficie de la tierra. El cuerpo al descender realiza un movimiento acelerado uniforme. Segun nuestra formula $s(t) = \frac{1}{2}a \cdot t^2$, s tiene que crecer cuadraticamente con el tiempo $(s \sim t^2)$.

Experimento: Medición del tiempo de la caida libre de una bola de acero.



$h_1 : h_2 = 1 : 4$

$\Rightarrow$ ¿tiempo $t_1 : t_2 = 1 : 2$?

Medicion con reloj electrico: $t_1 = 0{,}23$ s
$t_2 = 0{,}45$ s ✓✓ o.k.

¡o.k. en el marco de la resolución del instrumento!

→ calculo de la acceleración a con estos datos:

$h = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow a \approx 9{,}9 \frac{m}{s^2}$ } constante de gravitación "g".

Resultados de mediciones precisas de g:

(por ejemplo mediciones con un pendulo 

)

Periodo $T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}$

En el ecuador (altura del nivel del mar): $g = 9{,}78\ \frac{m}{s^2}$

45° Latitud (altura del nivel del mar): $\boxed{g = 9{,}81\ \frac{m}{s^2}}$

45° Latitud (altura de 10 Km) : $g = 9{,}78\ \frac{m}{s^2}$

Polo norte : $g = 9{,}83\ \frac{m}{s^2}$

⇒ g depende de la latitud geografica y la altura!

¿Porque? a) La tierra es achatada en los polos (no es una esfera exacta)

b) Fuerza centrifuga por la rotación de la tierra.

¡ Tambien existen diferencias locales en el mismo grado de Latitud y altura!

⇒ Consistencia de la corteza terrestre (densidad local)

⇒ Aumento en el valor de g significa la posible presencia de una vena/veta metálica en el area de medición.

Tambien la exacta medición de los trayectorias de Satélites permite conclusiónes sobre las variaciones de la densidad de la corteza terrestre.

Otro punto de interés:

La formula para la caída libre o accelerasión uniforme $s = \frac{1}{2} a t^2$ <u>no</u> contiene la masa m de los objetos.

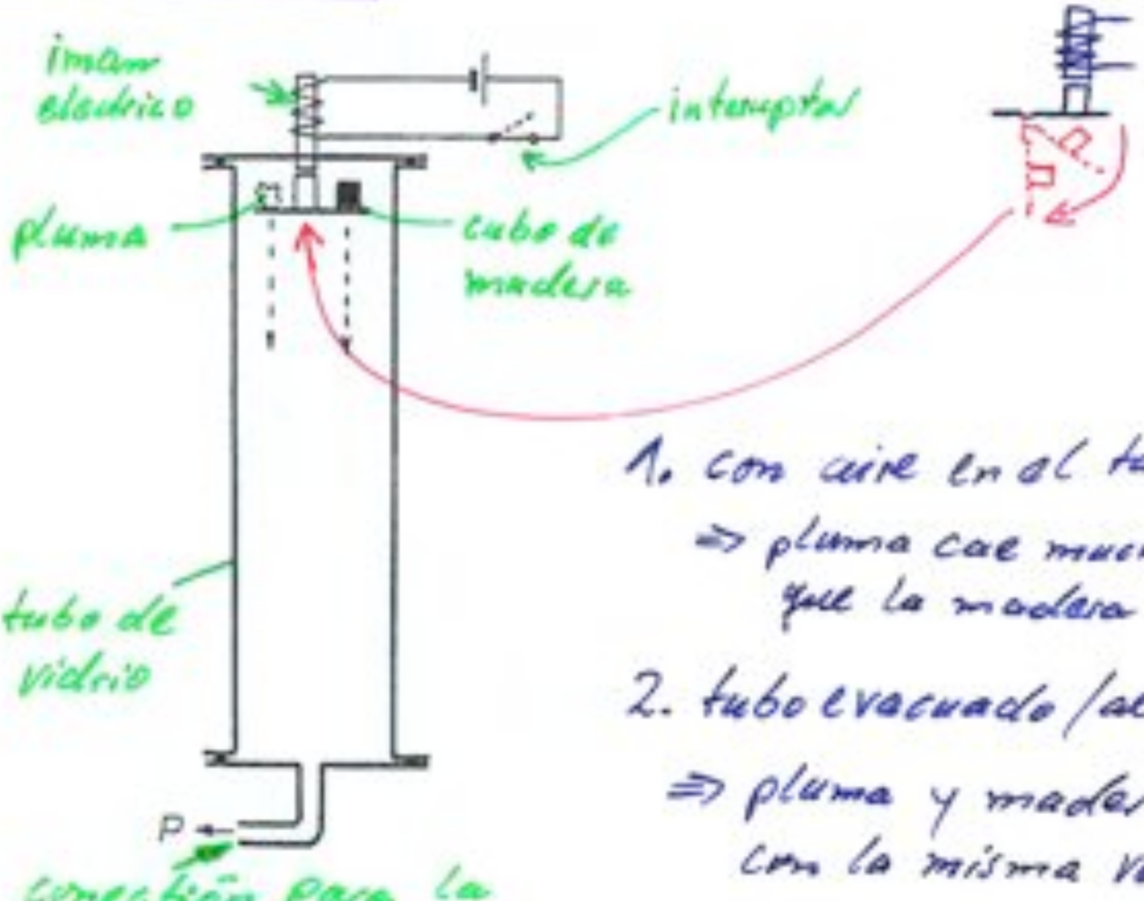
¡En consecuencia todos los cuerpos tienen que caer con la misma velocidad!

¿Es eso una contradicción con nuestra experiencia?

⟹ La caída libre de una pluma es más lenta que la caída libre de un pedazo de madera.

<u>pero:</u> este experiencia resulta del diferente roce del aire y de la fuerza ascensional.

<u>Experimento:</u>



1. con aire en el tubo:
   ⟹ pluma cae mucho más lenta que la madera

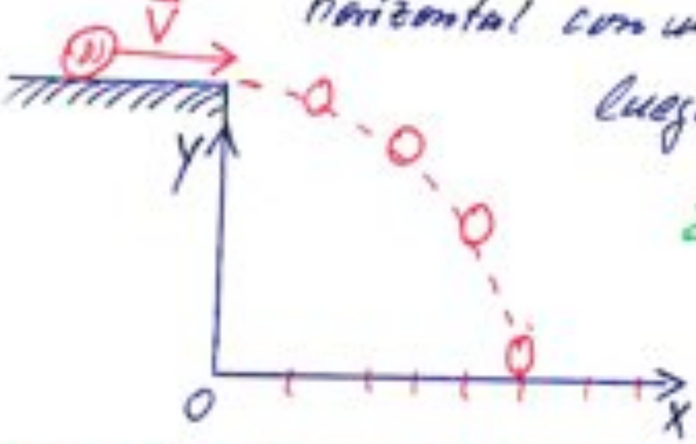
2. tubo evacuado/al vacio:
   ⟹ pluma y madera caen con la misma velocidad / en el mismo tiempo.

Movimiento en dos Dimensiones:

Composición de movimientos:

→ Velocidad y aceleración son vectores.

Ejemplo: Una pelota se desplaza en la dirección horizontal con una velocidad V_x^0 y cae luego de la altura.



¿ Como cae la pelota?

"El desplazamiento de la pelota en la dirección x es independiente de la dirección y."

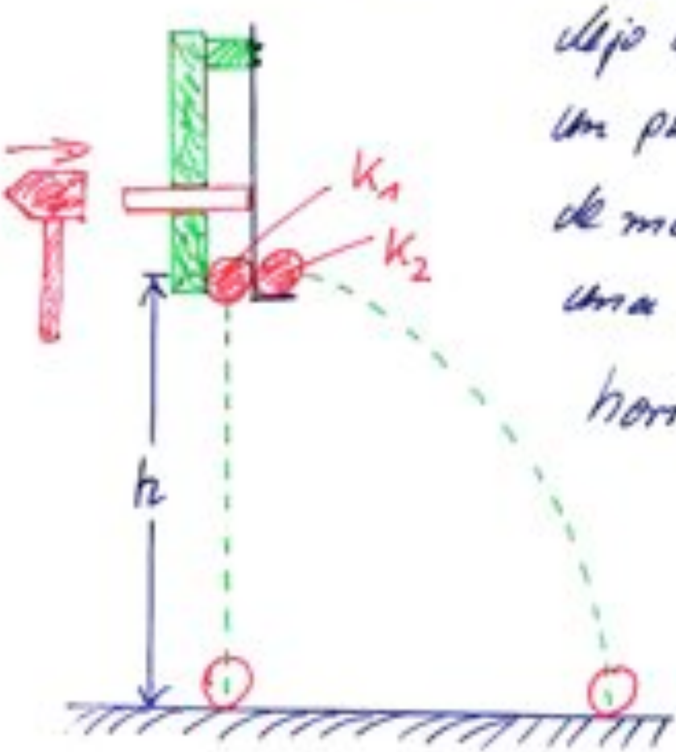
Horizontal: $S_x = V_x^0 \cdot t$

Vertical: $S_y = h - \frac{1}{2} g t^2$

$$= h - \frac{1}{2} g \left(\frac{S_x}{V_x^0}\right)^2 = h - \frac{g}{2V_x^{0\,2}} S_x^2$$

⟹ Un cuerpo, tirado horizontalmente, necesito el mismo tiempo para caer como en el caso de la caida libre:

Experimento:



Un golpe con un martillo deja libre la esfera K_1 y transfiere un pulso/momento a la esfera K_2, de modo que la K_2 contiene una componente de velocidad horizontal $\vec{v}^o$.

¡Los dos esferas caen a la superficie en el mismo momento!

Problema: Un avion de carga de la Fuerza Aerea Alemana (Luftwaffe de la Bundeswehr) por encargo de una mision humanitaria de las Naciones Unidas UN transportando alimentos para los habitantes en una zona de crisis vuela con una velocidad de 250 km/h a una altura de 1000 m.

¿ A qué distancia del objetivo el avion tiene que tirar hacia afuera la carga con los alimentos?

dirección -x- distancia: $X = V_x \cdot t \quad (1)$

direccion -y- distancia desde el avion a la tierra: $h = \frac{1}{2} g t^2$

$$\Rightarrow t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2)$$

$\rightarrow$ (1) y (2) :

$$\boxed{X = V_x \sqrt{\frac{2h}{g}}} = \frac{250 \cdot 1000}{60 \cdot 60} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1000}{9{,}81}}$$

$$= 991{,}5 \text{ m}$$

$$\underline{\underline{= 0{,}99 \text{ Km}}}$$

El piloto debe liberar la carga a una distancia x = 991,5 metros antes del objetivo / lugar.

(Sin consideración del roce con el aire!)

2.3 Aceleración:

En la Física y Tecnología:

1) Movimientos con $|\vec{v}|$ ↗ (aumentando) y movimientos con $|\vec{v}|$ ↘ (disminuyendo) } "Acelerado"

2) Movimientos con $|\vec{v}|$ = constante, pero con la dirección de $\vec{v}$ variando: "Acelerado"

↳ Ejemplo: Movimiento Circular uniforme:

2° Axioma de Newton: $\vec{F} = m \cdot \vec{a}$

$\Rightarrow$ Aceleración $\vec{a} = \frac{\vec{F}}{m} = \frac{\text{Fuerza Centrífuga}}{\text{masa}}$

Caso más facil:

movimiento lineal (permite calcular en forma escalar)

Nota: Los ideas siguientes son casi las mismas como el caso de la definición de velocidad (capitulo 2.2).

Diferencia esencial: Antes trabajamos en el diagrama "distancia - tiempo". Ahora usamos el diagrama "velocidad - tiempo".

Sabemos (p.e. del auto):

* Aceleración = Cambio de velocidad por unidad de tiempo.

Fig. (2.3-1)

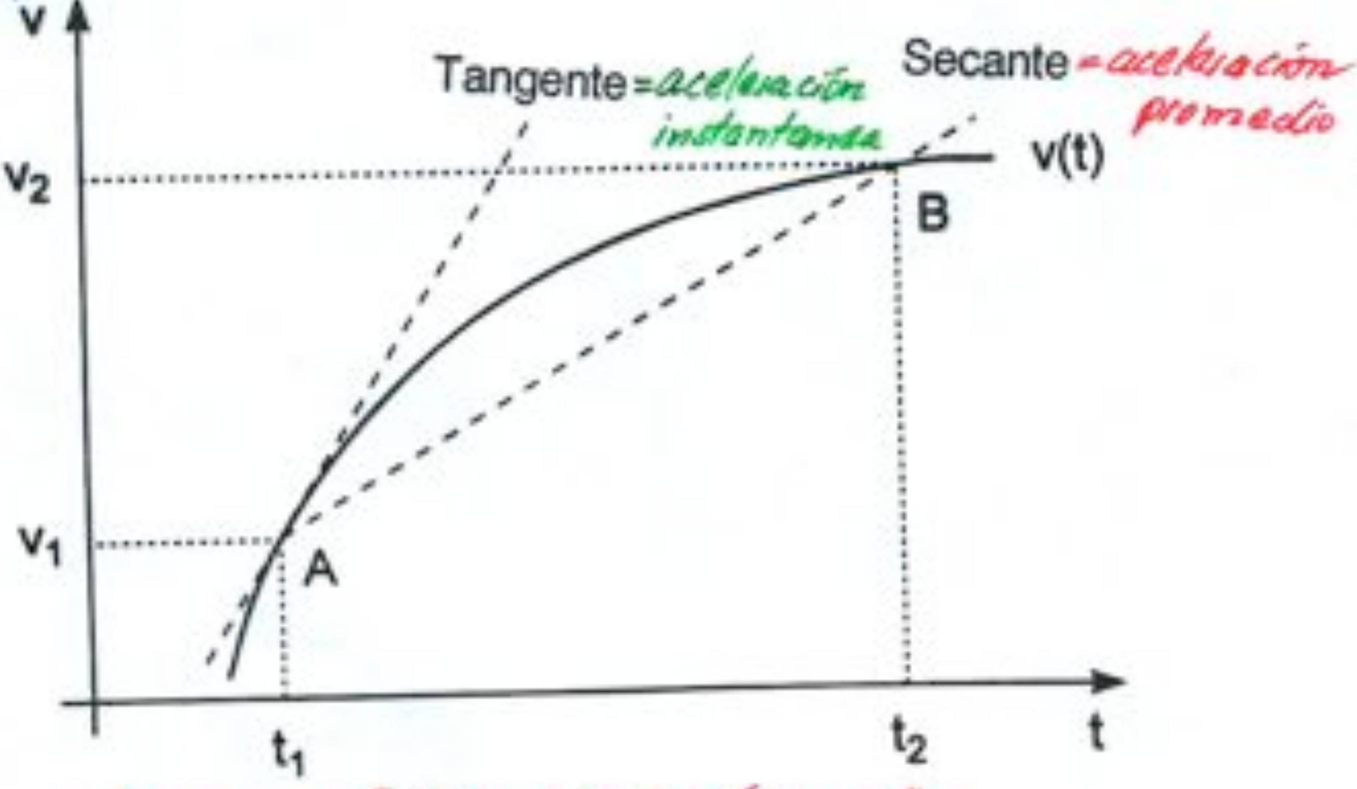


Diagrama "velocidad - tiempo"

⇒ La Secante de Fig. (2.3-1) esta definida como

$$a_m := \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

≡ "Aceleración promedio" en el intervalo $[t_1, t_2]$.

⇒ Unidad de aceleración = $\left[\frac{m}{s^2}\right]$.