



UNR Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas
UNIVERSIDAD NACIONAL DE ROSARIO

Área Física – Departamento de Química-Física

Material de Estudio

Física 1 - 2026

CONTENIDO

Teoría de Errores.....	1
Características del Instrumento de Medición.....	2
Definiciones	2
Expresión correcta de una medición	3
Mediciones Indirectas.....	4
Tablas Útiles.....	6
Alfabeto Griego	6
Prefijos utilizados con unidades del SI	6
Unidades Físicas.....	7
Relaciones entre unidades.....	7
Momentos de inercia de distintos objetos	8
Densidad, Tensión Superficial y Viscosidad del H_2O a distintas temperaturas:	8
Valores del coeficiente de Tensión Superficial de distintas sustancias	9
Densidad y Viscosidad de distintas sustancias.....	9
Cuadernillo de Tarea de Aula	10
Guía N°0: Introducción a la Física	11
Guía N°1: Propagación de Errores	15
Guía N°2: Cinemática de la Partícula en 1D.....	21
Guía N°3: Cinemática de la Partícula en 2 D.....	27
Guía N°4: Equilibrio y Dinámica de cuerpos puntuales.....	31
Dinámica de cuerpos puntuales	33
Equilibrio de cuerpos puntuales	38
Cuadernillo de Laboratorio.....	1
Como elaborar un Informe.....	2
Software de gráficas: SciDAVis	2
Materiales que debe traer el alumno	2
Trabajo Práctico N°1: Mediciones Directas e Indirectas	3
Trabajo Práctico N°2: Cinemática	7
Modelos de Informes.....	17
Informe Mediciones Directas e Indirectas	1
Informe Cinemática.....	1

Teoría de Errores

El trabajo de laboratorio en Física, tiene por objetivo la medición de diferentes magnitudes físicas de interés. Cuando se dice “medir una magnitud física”, se refiere a comparar una cantidad determinada de una magnitud con otra cantidad conocida de la misma magnitud a la que se le llama **unidad**.

Entonces, al medir se asocia un número y una dimensión (dependiente de una unidad arbitrariamente elegida) al objeto de medición. El resultado de la medición de una dada magnitud A , se obtiene como el número x que expresa cuantas veces está contenida la unidad U en A , es decir, $x = A/U$. Por ejemplo, medir una longitud es determinar el número de veces que la unidad elegida (como puede ser cm) está contenida en el objeto cuya longitud se quiere hallar. Así, el resultado final de toda medición en el laboratorio deberá ser un número y una dimensión, es decir, una unidad. Esta última es de gran importancia porque de ella depende el valor asociado a la magnitud en medición, por lo tanto nunca debe ser omitida.

Al realizar una medición se efectúa una operación experimental que tiene varios sistemas interactuantes por medio de una técnica que los relaciona. Estos sistemas son:

- - Sistema **objeto**: lo que se quiere medir.
- - Sistema de **medición**: instrumento empleado para medir.
- - Sistema de **comparación**: unidad de medida.
- - **Observador**: persona que realiza la medición.

Un instrumento permite obtener un número que tiene asociada una dimensión. Sin embargo, todo aparato de medición, como obra humana es imperfecto y está afectado de error, es decir, difiere siempre algo del valor verdadero de la magnitud que se mide, cualquiera sea el significado que quiera darse a ese “hipotético” valor verdadero. Entonces, es relevante indicar de alguna manera el “grado de confianza” que se tiene en el valor medido. La *teoría de errores* tiene como objeto el cálculo del grado de confianza.

Vale aclarar que la palabra “error” no debe interpretarse como una equivocación, aquí, error es sinónimo de *incerteza experimental*, la cual es consecuencia de que la medición de una magnitud sea el resultado de un proceso y no una propiedad o atributo absoluto del objeto.

Ahora bien, según la proveniencia, los errores pueden clasificarse en tres categorías:

- Errores Sistemáticos

Son los provenientes de imperfecciones del aparato, de un método de medición erróneo, el mal uso de alguno de estos dos o de acciones externas (como son cambio de temperatura, campo magnético terrestre, etc.). Se caracterizan porque para cada caso son prácticamente iguales, del mismo signo (es decir, son siempre por *exceso* o por *defecto*), y pueden ser evitados o determinados.

- Errores Casuales

Pueden ser causados por la fatiga del observador, o desajustes momentáneos del instrumento, entre otros. Su característica principal es que son al azar, por lo tanto se producen tanto en un sentido, por *exceso*, como en el otro, por *defecto*. Es posible minimizarlos realizando una estadística de gran cantidad de mediciones de una misma magnitud.

- Errores de apreciación

Son aquellos que se deben a la mínima división en la escala del instrumento empleado, y a la mayor o menor capacidad del observador de realizar la lectura. No pueden eliminarse, ni disminuirse, ni controlarse.

Características del Instrumento de Medición

Para poder realizar una medición el observador debe elegir un instrumento adecuado. Es entonces necesario tener en cuenta las características que éste posee:

- **magnitud** que mide,
- **unidad** en la que mide,
- **alcance** (valor máximo y mínimo que puede leerse directamente en la escala del instrumento)
- **apreciación** (menor división de la escala del instrumento)

Definiciones

Si X es el valor verdadero desconocido de la magnitud a medir y X' es el resultado experimental, se llama **error absoluto** a la diferencia de estos valores:

$$\Delta X = X - X' \quad (1)$$

Sin embargo, este error no basta por sí solo para caracterizar la precisión de una medición, dado que no es lo mismo equivocarse en un centímetro ($\Delta X = 1 \text{ cm}$) al medir 1 m que al medir 1 Km . Entonces, para caracterizar la precisión también es necesario medir el error que cometemos por cada unidad en que medimos la magnitud, este error se denomina **error relativo**, y se expresa como:

$$Er_x = \frac{\Delta X}{X} \quad (2)$$

Es imposible hallar el error absoluto con las fórmulas dadas, dado que para ello necesitamos X , el valor verdadero, que es siempre desconocido. En el cálculo de errores entonces se halla el error en forma aproximada, diciendo que el error en una medición es seguramente menor que cierto número, (error máximo), colocándose siempre en el caso más desfavorable, pero sin decir cuánto vale exactamente el error. Por ejemplo, se mide una varilla con una regla con divisiones a la mitad del cm (Figura 1), el extremo de la varilla puede caer entre dos divisiones:

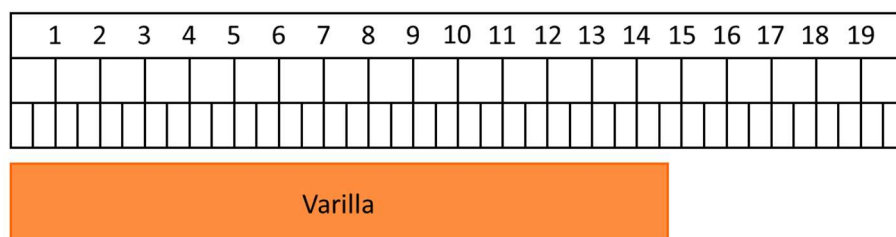


Figura 1. Ejemplo de medición de una varilla.

Entonces, en lugar de adivinar la posición (como por ejemplo diciendo que mide $14,3 \text{ cm}$) se dice que mide:

$$X = (14,5 \pm 0,5) \text{ cm}$$

El X' es en nuestro ejemplo $14,5 \text{ cm}$, el valor verdadero no se sabe cuanto es exactamente, pero se conviene en decir que se encuentra entre los valores mínimo $X_{min} = 14,0 \text{ cm}$ y máximo $X_{max} = 15,0 \text{ cm}$. De modo que el valor observado X' , denominado **valor medio**, sirve para determinar el intervalo donde se encuentra el valor verdadero:

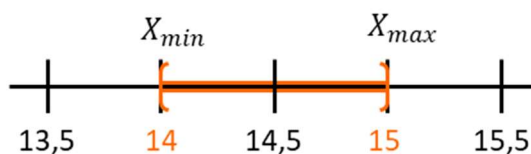


Figura 2. Intervalo que representa la medición realizada.

Entonces se puede reemplazar en la ecuación del error relativo el valor verdadero por el resultado de una observación que, según la primera ecuación, difiere muy poco de él.

Escribimos entonces el error relativo:

$$Er_x = \frac{\Delta X}{X'} \quad (3)$$

A partir de este, se puede multiplicar el error relativo por 100 y se obtendrá el error que cometemos cada 100 unidades, o sea, el **error relativo porcentual**:

$$Er_{\%} = 100 \cdot \frac{\Delta X}{X'} \quad (4)$$

Observación: Hay que tener en cuenta que el error relativo es una cantidad *positiva*, por lo que si se realiza la medición de una cantidad negativa, su error relativo se tiene que expresar utilizando el valor absoluto del valor medio, es decir $|X'|$, así resulta:

$$Er_x = \frac{\Delta X}{|X'|} \quad (5)$$

No hay que confundir sensibilidad con precisión, dado que ésta se define como la facultad de un método o de un aparato de repetir en mayor o menor grado los resultados de mediciones de una misma magnitud, realizadas en idénticas condiciones. No existe una relación entre la precisión y la sensibilidad, un instrumento muy sensible no tiene por qué ser muy preciso, en algunos casos, como en la balanza, una gran sensibilidad trae aparejada una disminución de la precisión.

Se define entonces **precisión** de una medida como:

$$k = \frac{1}{Er_x} \quad (6)$$

En los instrumentos digitales la precisión define la "clase del instrumento" y está indicada en error relativo porcentual referido al valor máximo de la **escala** y especificado para cada rango o escala. Éste es el denominado **error de clase** y se halla aplicando el error relativo al fondo de escala.

Por ejemplo: si para medir una magnitud A se usa un instrumento de clase 2 en la escala de rango 0 – 250 , significa que el fabricante asegura una precisión porcentual absoluta 2 %. Así, si se lee un valor de $A' = 110$ y se calcula el error absoluto en esa escala como $\Delta A = 2 \% \cdot 250 = 5$, obteniendo $A = (110 \pm 5)$.

Expresión correcta de una medición

Como se adelantó previamente en el ejemplo existe una forma **correcta** de expresar una medición. En el caso de realizar una serie de mediciones de una dada magnitud, por métodos estadísticos se obtiene un **valor más probable**, y este se toma como X' . Pero, si se realiza una única medición este es el que se obtiene de la lectura del instrumento.

Entonces, el valor de una medición se expresa como el valor leído junto con el correspondiente **intervalo de incerteza** y la **unidad** correspondiente.

$$X = (X' \pm \Delta X) \text{ unidad} \quad (7)$$

Cifras Significativas

De un proceso de medición, se tiene como resultado un valor del cual se debe establecer los “números correctos” (aquellos dígitos que se puede asegurar su valor) y el primer valor incierto. Como se presentó en el ejemplo previo la longitud de la varilla podía ser $X' = 14,5 \text{ cm}$, siendo incierto el último dígito, de modo que también sería válido escribir $X' = 14,4 \text{ cm}$ o $X' = 14,3 \text{ cm}$ como se pensó en un primer momento. Así, las **cifras significativas** son los dígitos con los que se expresa la medición, en este ejemplo 3, considerando que el último dígito es *incierto*. Nótese que el número de cifras significativas no se modifica si se cambian las unidades.

Es importante destacar que cuando se expresa el error absoluto de una medición ΔX este debe tener una **única** cifra significativa.

Por ejemplo¹:

- $X_1 = 38.549 \text{ cm} \rightarrow$ tiene **5** cifras significativas.
- $X_2 = 0,006581 \text{ m} \rightarrow$ tiene **4** cifras significativas.
- $X_3 = 4,2 \cdot 10^{-3} \text{ m} \rightarrow$ tiene **2** cifras significativas.
- $X_4 = 1,1 \cdot 10^2 \text{ mm} \rightarrow$ tiene **3** cifras significativas.
- $X_5 = 4,95511 \cdot 10^{-12} \text{ km} \rightarrow$ tiene **6** cifras significativas.

Redondeo

El redondeo es una forma de aproximar un valor ya sea porque es necesario expresarlo con una cantidad dada de cifras significativas o bien porque se debe truncar el resultado obtenido (de la calculadora, por ejemplo). Para esto se siguen ciertas reglas de redondeo:

- si el número ubicado a la derecha del lugar donde se quiere redondear es < 5 , el número a redondear se mantiene igual.
- si el número ubicado a la derecha del lugar donde se quiere redondear es ≥ 5 , entonces el número a redondear aumenta una unidad.

Por ejemplo:

- $x = 1458$ redondeado a la decena ($x = 14 \underbrace{5} 8$) resulta $x \cong 1460$
- $y = 10225,11$ redondeado a la centena ($y = 10 \underbrace{2} 25,11$) resulta $y \cong 10200$
- $z = 30,54$ con **3** cifras significativas ($z = \underbrace{30,5} 4$) resulta $z \cong 30,5$
- $w = 4,23189$ con **4** cifras significativas ($w = \underbrace{4,231} 89$) resulta $w \cong 4,232$

Mediciones Indirectas

Hasta el momento se trató el error en las mediciones directas, como en el caso de la determinación de la masa de un cuerpo con una balanza, de una temperatura con un termómetro, de una longitud con una regla, etc. Ahora se considerarán los errores de las **mediciones indirectas**, es decir que las mediciones que resultan de aplicar una ley física que vincula magnitudes directamente medibles con la magnitud a determinar. Ejemplos sencillos de mediciones indirectas son: el área de una mesa, el perímetro de una hoja de papel, el volumen de una habitación.

¹ En este link se encuentran ejercicios para practicar cantidad de cifras significativas en:
<http://www.educaplus.org/formularios/cifrasignificativas.html>

En estos casos es entonces necesario considerar cómo se puede estimar el error posible del resultado final a partir de los errores obtenidos en cada una de las mediciones directas que intervienen. Para esto existen reglas de **propagación de errores**:

- Si las cantidades que intervienen están sumadas o restadas, el error absoluto del resultado es la suma de los errores absolutos de cada una de dichas cantidades. Es decir, si dadas A y B , se busca $S = A + B$ ó $R = A - B$, entonces:

$$A = A' \pm \Delta A$$

$$B = B' \pm \Delta B$$

$$S' = A' + B' \quad y \quad \Delta S = \Delta A + \Delta B$$

$$R' = A' - B' \quad y \quad \Delta R = \Delta A + \Delta B$$

- Si las cantidades que intervienen están multiplicadas o divididas, el error relativo del resultado es la suma de los errores relativos de cada una de dichas cantidades, y de su expresión se puede obtener el valor del error absoluto del resultado. Es decir, si dadas A y B , se busca $M = A \cdot B$ ó $D = A/B$, entonces:

$$M' = A' \cdot B' \quad y \quad \frac{\Delta M}{|M'|} = \frac{\Delta A}{|A'|} + \frac{\Delta B}{|B'|} \Rightarrow \Delta M = |M'| \cdot \left(\frac{\Delta A}{|A'|} + \frac{\Delta B}{|B'|} \right) = |A' \cdot B'| \cdot \left(\frac{\Delta A}{|A'|} + \frac{\Delta B}{|B'|} \right)$$

$$D' = \frac{A'}{B'} \quad y \quad \frac{\Delta D}{|D'|} = \frac{\Delta A}{|A'|} + \frac{\Delta B}{|B'|} \Rightarrow \Delta D = |D'| \cdot \left(\frac{\Delta A}{|A'|} + \frac{\Delta B}{|B'|} \right) = \frac{|A'|}{|B'|} \cdot \left(\frac{\Delta A}{|A'|} + \frac{\Delta B}{|B'|} \right)$$

Observación: Estas reglas presentadas aquí para operaciones entre dos factores se pueden extender a operaciones con varios factores.

De la regla para multiplicación se pueden derivar diversas reglas. Entre ellas, la regla para potencias enteras, de manera que si dada A se busca $C = A^2$

$$C' = (A')^2 = A' \cdot A' \quad y \quad \frac{\Delta C}{|C'|} = \left(\frac{\Delta A}{|A'|} + \frac{\Delta A}{|A'|} \right) = 2 \cdot \frac{\Delta A}{|A'|}$$

Análogamente si $F = A^n$ resulta:

$$F' = (A')^n = \underbrace{A' \cdot \dots \cdot A'}_{n \text{ veces}} \quad y \quad \frac{\Delta F}{|F'|} = \left(\underbrace{\frac{\Delta A}{|A'|} + \dots + \frac{\Delta A}{|A'|}}_{n \text{ veces}} \right) = n \cdot \frac{\Delta A}{|A'|}$$

Si se tienen potencias fraccionarias, es decir dada A se buscan $G = \sqrt[n]{A}$ y $H = \sqrt[n]{A}$, se obtiene:

$$G' = \sqrt[n]{A'} \quad y \quad \frac{\Delta G}{|G'|} = \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta A}{|A'|}$$

$$H' = \sqrt[n]{A'} \quad y \quad \frac{\Delta H}{|H'|} = \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta A}{|A'|}$$

Y para el caso de multiplicación o división por un número constante N (que no posee error), dada A se busca se buscan $I = N \cdot A$ y $J = A/N$

$$I' = N \cdot A' \quad y \quad \frac{\Delta I}{|I'|} = \frac{\Delta A}{|A'|} \Rightarrow \Delta I = N \cdot \Delta A$$

$$J' = \frac{A'}{N} \quad y \quad \frac{\Delta J}{|J'|} = \frac{\Delta A}{|A'|} \Rightarrow \Delta J = \frac{\Delta A}{N}$$

Tablas Útiles

Alfabeto Griego

Minúscula	Mayúscula	Nombre
α	A	alfa
β	B	beta
γ	Γ	gamma
δ	Δ	delta
ε, ϵ	E	epsilon
ζ	Z	zeta
η	H	eta
θ	Θ	theta
ι	I	iota
κ	K	kapa
λ	Λ	lambda
μ	M	mu
ν	N	nu
ξ	Ξ	xi
$\omicron$	O	omicron
π, ϖ	Π	pi
ρ	P	rho
σ, ς	Σ	sigma
τ	T	tau
υ	Υ	ípsilon
φ, ϕ	Φ	phi
χ	X	chi
ψ	Ψ	psi
ω	Ω	omega

Prefijos utilizados con unidades del SI

Factor	Prefijo	Símbolo	Factor	Prefijo	Símbolo
10	deca-	da	10^{-1}	deci-	d
10^2	hecto-	h	10^{-2}	centi-	c
10^3	kilo-	K	10^{-3}	mili-	m
10^6	mega-	M	10^{-6}	micro-	μ
10^9	giga-	G	10^{-9}	nano-	n
10^{12}	tera-	T	10^{-12}	pico-	p
10^{15}	peta-	P	10^{-15}	femto-	f
10^{18}	exa-	E	10^{-18}	atto-	a

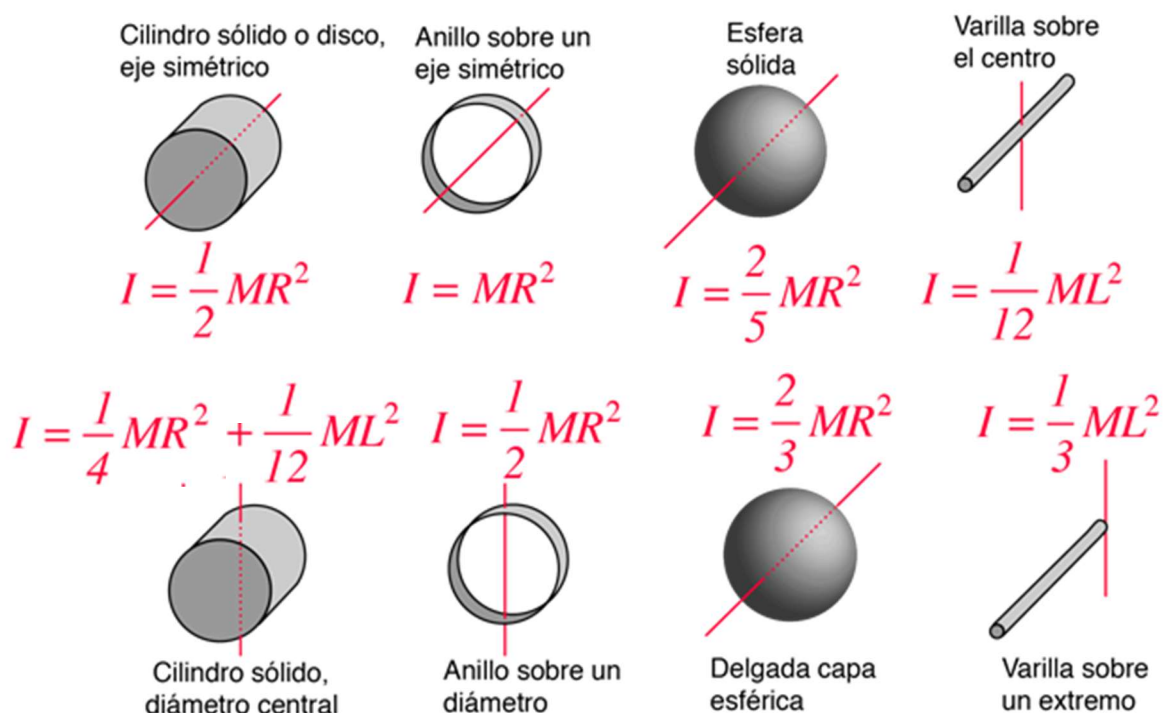
Unidades Físicas

Magnitud física	Sistema Internacional de Unidades (SI)	Sistema Cegesimal de Unidades (CGS)	Sistema Técnico de Unidades
Longitud	m (metro)	cm (centímetro)	m (metro)
Área	m^2 (metro cuadrado)	cm^2 (centímetro cuadrado)	m^2 (metro cuadrado)
Volumen	m^3 (metro cúbico)	cm^3 (centímetro cúbico)	m^3 (metro cúbico)
Masa	kg (kilogramo)	g (gramo)	$u. t. m.$ (unidad técnica de masa)
Densidad	kg/m^3	g/cm^3	-
Ángulo	rad (radián)	rad (radián)	rad (radián)
Tiempo	s (segundo)	s (segundo)	s (segundo)
Frecuencia	$Hz = 1/s$ (Hertz)	$Hz = 1/s$ (Hertz)	$Hz = 1/s$ (Hertz)
Velocidad	m/s	cm/s	-
Aceleración	m/s^2	cm/s^2	-
Fuerza	$N = kg \cdot m/s^2$ (Newton)	$dyn = g \cdot cm/s^2$ (dina)	kgf (kilogramo-fuerza)
Energía	$J = N \cdot m$ (Joule)	$erg = dyn \cdot cm$ (ergio)	$kgm = kgf \cdot m$ (kilográmetros)
Presión	$Pa = N/m^2$ (Pascal)	dyn/cm^2	kgf/m^2 o kgf/cm^2
Viscosidad	$Pa \cdot s = kg/m \cdot s$	$p = g/cm \cdot s$ (Poise)	-
Temperatura	$^{\circ}K$ (grados Kelvin)	$^{\circ}K$ (grados Kelvin)	$^{\circ}C$ (grados Celsius)
Cantidad de sustancia	mol (mol)	mol (mol)	-

Relaciones entre unidades

- Volumen: $1 L = 0,001 m^3 = 1000 cm^3$
 $1 mL = 1 cm^3 = 1 \cdot 10^{-6} m^3$
- Tiempo: $1 h = 60 min = 3600 s$
- Ángulos: $180^{\circ} = \pi rad$
- Presión: $1 torr = 1 mmHg$
 $1 atm = 76 cmHg = 760 mmHg$
 $1 atm = 1013 hPa = 101300 Pa$
- Viscosidad: $1 cp = 0,01 p = 0,001 Pa \cdot s$

Momentos de inercia de distintos objetos



Densidad, Tensión Superficial y Viscosidad del H_2O a distintas temperaturas:

T ±1 °C	ρ ±0,00001 g/cm ³	γ ±0,1 dyn/cm	η ±0,001 cp
0	0,99982 (hielo: 0,91700)	76,2	1,792
5	1,00000	75,4	1,520
10	0,99977	74,8	1,308
15	0,99919	74,1	1,139
20	0,99829	73,6	1,003
25	0,99713	72,6	0,891
30	0,99571	71,8	0,798
35	0,99408	71,0	0,720
40	0,99225	70,1	0,653
45	0,99022	69,2	0,596
50	0,98802	68,2	0,547
55	0,98565	67,4	0,504
60	0,98313	66,8	0,467
65	0,98045	65,8	0,434
70	0,97763	65,0	0,404
75	0,97468	64,0	0,378
80	0,97160	63,0	0,355
85	0,96839	62,0	0,334
90	0,96506	61,2	0,315
95	0,96162	60,2	0,298
100	0,95805	59,4	0,282

Valores del coeficiente de Tensión Superficial de distintas sustancias

Sustancia	T $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$	γ $\pm 0,1\text{ dyn/cm}$
Benceno	20	28,9
Disolución de jabón	20	25
Etanol (alcohol etílico)	20	22,3
Glicerina	20	63,1
Helio	-269	0,12
Mercurio	20	465
Neón	-247	5,15
Oxígeno	-194	15,7

Densidad y Viscosidad de distintas sustancias

Sustancia	T ($^{\circ}\text{C}$)	ρ (g/cm^3)	η (cp) (presión: 750 torr)
Acetona	25	0,795099131	0,306
Ácido sulfúrico	25	1,84	24,2
Aire	0	1,293	0,0174
Agua del mar	15	1,025	1,392997
Argón	27	0,001661	0,0229
Benceno	25	0,876	0,604
Etanol (alcohol etílico)	25	0,789	1,074
Etilenglicol	25	1,116	16,1
Glicerina (glicerol)	25	1,261	1500
Helio	27	0,1664	0,0199
Hidrógeno	0	0,09	0,0084
Mercurio	25	13,534	1,526
Metano	27	0,668	0,0112
Metanol	25	0,7918	0,544
Nitrógeno	27	1,165	0,018
Nitrógeno líquido	-196	0,807	0,158
Plasma sanguíneo	37	1,03	1,5
Sangre humana	37	1,05	3~4

Cuadernillo de Tarea de Aula

Guía N°0: Introducción a la Física

1. Expresar las siguientes mediciones de longitud en metros, centímetros y milímetros:

a. $2013 \text{ dm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$

b. $21,8 \text{ hm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$

c. $1,02 \text{ mm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$

d. $\frac{\pi}{4} \mu\text{m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}$

2. Dar todas las formas de expresión de las mediciones del ejercicio anterior en metros utilizando notación científica.

3. Expresar sin potencia de 10 las siguientes cantidades empleando múltiplos o submúltiplos de la unidad.

a. $2,4 \cdot 10^{-15} \text{ m}$

b. $8,6 \cdot 10^{-10} \text{ kg}$

c. $1 \cdot 10^2 \text{ mL}$

d. $9,14 \cdot 10^6 \text{ cm}^2$

4. Expresar las áreas en las unidades correspondientes:

a. $2 \text{ m}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}^2$

b. $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2 = 14,3 \text{ cm}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}^2$

c. $\underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^2 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^2 = 7000 \text{ mm}^2$

5. Expresar los volúmenes en las unidades correspondientes:

a. $0,25 \text{ L} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}^3$

b. $\underline{\hspace{2cm}} \text{ L} = 10 \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}^3$

c. $\underline{\hspace{2cm}} \text{ L} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3 = 5 \text{ cm}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ mm}^3$

d. $\underline{\hspace{2cm}} \text{ L} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m}^3 = \underline{\hspace{2cm}} \text{ cm}^3 = 200 \text{ mm}^3$

6. Hacer los siguientes cambios de unidades:

a. $0,303 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} = \underline{\hspace{2cm}} \frac{\text{g}}{\text{L}}$

b. $365 \text{ días} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ s}$

c. $20 \frac{\text{km}}{\text{h}} = \underline{\hspace{2cm}} \frac{\text{m}}{\text{s}}$

d. $7,15 \cdot 10^{23} \frac{pm}{h} = \frac{m}{min}$

e. $110 \frac{kg}{m^2} = \frac{g}{cm^2}$

f. $499 \frac{kg \ m^2}{s^2} = \frac{g \ cm^2}{s^2}$

g. $8,4 \frac{ng}{\text{\AA}^3} = \frac{g}{L}$

h. $6,62607015 \cdot 10^{-34} \frac{kg \ m^2}{s} = \frac{g \ cm^2}{s}$

i. $42 \ rpm = \text{Hz}$

7. Operar convenientemente para obtener el resultado dimensionalmente correcto:

a. $5 \cdot 10^{-5} \ m + 2,64 \ \mu m + 0,00000000217 \ hm =$

b. $0,7 \ h + 5 \ min + 3 \ s =$

c. $10 \ rpm + 2 \cdot 10^{-2} \ Hz =$

d. $8 \cdot 10^{-5} \ kg + 0,72 \ g - 5 \ dg =$

8. Expresar en unidades del SI las siguientes cantidades:

a. $28 \cdot 10^5 \ erg =$

b. $3,3 \cdot 10^3 \ \frac{m}{min^2} =$

c. $1980 \ \frac{dyn}{cm^3} =$

d. $0,44 \ \frac{kgf}{m^3} =$

e. $900 \ dyn =$

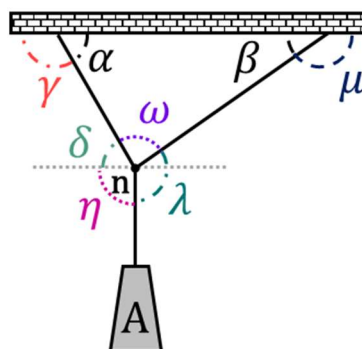
f. $20,5 \ \frac{cm}{s} =$

g. $11 \ \frac{g}{mm^3} =$

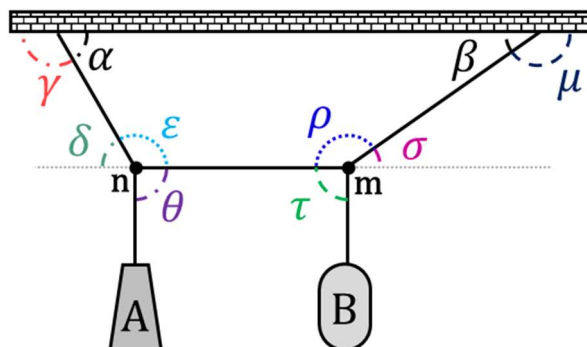
h. $3,7 \ \frac{g \ km}{h^2} =$

9. El análisis dimensional consiste en la descomposición de una magnitud física en las magnitudes fundamentales que la componen según su expresión algebraica, sin tener en cuenta los coeficientes numéricos. Con esto en mente,

- a. Considerando la expresión del módulo de la fuerza de atracción gravitatoria, dada por $F_{12} = |\vec{F}_{12}| = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{r_{12}^2}$, donde $G = 6,674 \cdot 10^{-11} \frac{N \cdot m^2}{kg^2}$, m_1 y m_2 son masas y r es longitud. Determinar las unidades fundamentales que componen dicha fuerza tanto en el SI como en el cgs.
- b. Si $k = 12 \cdot m \cdot g \cdot \log 5$, hallar unidades de k en el SI y en el cgs, sabiendo que m es masa y g es la aceleración de la gravedad.
- c. En la siguiente fórmula física $x(t) = A \cdot \cos(\omega t + \theta)$, encontrar las unidades de ω , A y θ en el SI y en el cgs, sabiendo que x representa distancia y que t representa al tiempo.
10. Representar en ejes cartesianos los siguientes puntos
 $A(2; 1)$ $B(1; 2)$ $C(-3; 2)$ $D(3; -1)$ $E(-2; -4)$ $F(0; -5)$
11. Expresar en forma cartesiana los vectores de módulo $|\vec{a}| = 4$, $|\vec{b}| = 2$, $|\vec{c}| = 3$, $|\vec{d}| = 5$ y $|\vec{e}| = 4$, siendo $\vec{a}$ en el mismo sentido del versor $\vec{i}$, $\vec{c}$ opuesto a $\vec{a}$, $\vec{b}$ en el mismo sentido del versor $\vec{j}$, $\vec{d}$ opuesto a $\vec{b}$, y $\vec{e}$ forma un ángulo orientado con el eje horizontal de 30° .
12. Una escalera de 2 m se encuentra apoyada sobre la pared con la base a una distancia de 2 baldosas. Sabiendo que cada baldosa mide 30 cm :
- a. ¿A qué altura está apoyada la escalera?
- b. ¿Qué ángulo agudo forma la escalera con el piso?
13. Utilizando un tobogán se suben $1,7 \text{ m}$ verticalmente para deslizarse 3 m .
- a. ¿Cuál es el ángulo agudo que forma el tobogán con la vertical?
- b. ¿A qué distancia del punto de partida se llega?
14. Una lámpara A cuelga del techo utilizando cables inextensibles como muestra la figura. Sabiendo que sobre el nudo n se trazó una recta horizontal y que $\alpha = 60^\circ$ y $\beta = 35^\circ$ dar los valores de todos los ángulos nombrados.



15. A la lámpara del ejercicio anterior se le agrega otra lámpara B. Sabiendo que desde el nudo **n** hasta el nudo **m** el cable está horizontal, y que α y β conservan sus valores del ejercicio anterior, calcular todos los ángulos nombrados.



16. Del siguiente sistema de ecuaciones despejar el ángulo α en función de la fuerza F , la normal N y el peso P :

$$\begin{cases} F - P \sin \alpha = 0 \\ N - P \cos \alpha = 0 \end{cases}$$

17. A partir del siguiente sistema de ecuaciones escribir el vector fuerza $\vec{F} = (F_x, F_y)$ el ángulo α en función de las fuerzas peso P y las tensiones T :

$$\begin{cases} -R \cdot T_1 + R \cdot T_2 = 0 \\ F_x - T_2 = 0 \\ F_y - T_1 - P = 0 \end{cases}$$

18. Dado el siguiente sistema de ecuaciones, expresar la aceleración a y la tensión T en función de las masas m_1 y m_2 y la aceleración de la gravedad g

$$\begin{cases} T - m_2 \cdot g = -m_1 \cdot a \\ T - m_1 \cdot g = m_2 \cdot a \end{cases}$$

19. En base a los datos $|\vec{u}| = \sqrt{3}$, $|\vec{v}| = 2$, $\alpha = (\widehat{\vec{u}, \vec{v}}) = \pi/3$. Calcular:

- $\vec{u} \cdot \vec{u}$
- $\vec{n} = \vec{u} + \frac{1}{2} \vec{v}$ gráficamente.
- $\vec{u} \cdot \vec{v}$
- $\vec{m} = 3\vec{u} - 2\vec{v}$ gráficamente.

20. Dibujar los vectores $\vec{u} = (0; 1; 2)$, $\vec{v} = (1; 0; 2)$ y $\vec{w} = (1; 3; 2)$, y calcular:

- sus módulos
- las componentes de $\vec{a} = 2\vec{u} + \frac{1}{3}\vec{v} - \frac{\vec{w}}{|\vec{w}|}$
- el valor de $b = \vec{u} \cdot \vec{v} + \vec{w} \cdot \vec{w}$

21. Calcular $|\vec{a} \wedge \vec{b}|$ sabiendo que $|\vec{a}| = 10$, $|\vec{b}| = 2$ y $\vec{a} \cdot \vec{b} = 12$.

Guía N°1: Propagación de Errores

1. Indicar cuál de las siguientes maneras de expresar el resultado de la medición es la correcta:

- a. ☐ $L = (33 \pm 3) \text{ mm}$ ☐ $L = (33,115 \pm 3) \text{ mm}$ ☐ $L = (33,12 \pm 3,14) \text{ mm}$
- b. ☐ $A = (123,01 \pm 0,916) \text{ m}^2$ ☐ $A = (123,0 \pm 0,9) \text{ m}^2$ ☐ $A = (123 \pm 0,9) \text{ m}^2$
- c. ☐ $V = (8439,5 \pm 10,9) \text{ L}$ ☐ $V = (8439,5 \pm 10) \text{ L}$ ☐ $V = (8440 \pm 10) \text{ L}$
- d. ☐ $E = (932543,1 \pm 405) \text{ J}$ ☐ $E = (932500 \pm 400) \text{ J}$ ☐ $E = (932543 \pm 410) \text{ J}$

2. Expresar correctamente en caso de no estarlo, calcular luego el error relativo y error relativo porcentual

- a. $a = (23,1 \pm 0,91) \text{ cm}$
- b. $b = (804 \pm 13) \text{ g}$
- c. $c = (3257,95 \pm 1) \text{ m}$
- d. $d = (83,56 \pm 2,01) \text{ km/h}$
- e. $e = (0,14699 \pm 0,00009) \text{ kg}$
- f. $f = (0,15 \pm 0,003) \text{ cm}$
- g. $g = (9,8732 \pm 0,057) \text{ m/s}^2$
- h. $h = (29,7 \pm 0,8) \text{ s}$

3. La figura a la derecha se representan dos termómetros distintos (A y B) que se utilizan para medir la temperatura del mismo objeto al mismo tiempo.

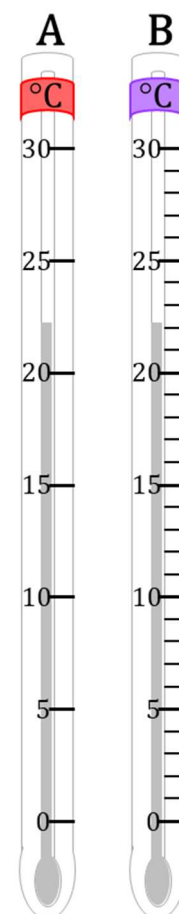
- a. ¿Cuál es más preciso? Justificar adecuadamente.
- b. Expresar correctamente el resultado de cada medición.
- c. Calcular en cada caso el error relativo porcentual de cada medición.

4. Un calibre tiene un vernier de 20 divisiones. Se quiere medir el diámetro de una esfera. En la escala fija se miden $2,3 \text{ cm}$ y el vernier indica coincidencia en la novena división. Determinar:

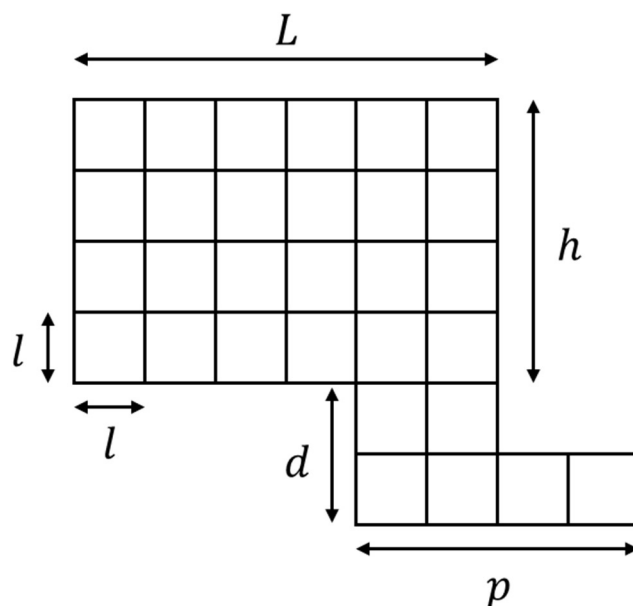
- a. el valor del diámetro con su correspondiente incerteza.
- b. el error relativo porcentual que se comete.

5. Se tiene un calibre que cuando sus mandíbulas están cerradas presenta coincidencia en la segunda división del vernier.

- a. ¿Qué tipo de error presenta este aparato de medición?



- b. ¿Es posible utilizar este calibre a pesar de este defecto?
- c. ¿Qué cuidado hay que tener al utilizarlo? - Fundamentar las respuestas.
6. Se quiere medir el espesor de una moneda con un error de apreciación que no supere las décimas de milímetro, pero sólo se dispone de una regla dividida en medios centímetros. Para resolver esta dificultad se mide la altura de una pila de monedas (de igual espesor) con la regla, y el valor leído se divide por la cantidad de monedas en la pila. ¿Cuántas monedas son necesarias como mínimo para no superar el error que se quiere tener?
7. Se quiere hallar el período T de un péndulo, para lo cual se dispone de un cronómetro con el que se puede apreciar $\frac{1}{5}$ de segundo. Se midió el tiempo t de 7 períodos consecutivos y el cronómetro marcó 15,59 s.
- a. Hallar el valor de T y expresarlo correctamente. Justificar.
- b. Se quiere determinar el valor de T con un error no mayor al 1%. ¿Cuántos períodos consecutivos será necesario medir? Fundamentar.
8. Se determinó la masa de un cuerpo con una balanza analítica, obteniéndose un valor de 4,2386 g.
- a. Si el error de apreciación de dicha balanza es de 10^{-4} g, expresar el resultado de la medición y determinar el error relativo cometido en la misma.
- b. Repetir el ítem a) para el caso en que la masa del mismo cuerpo se mide con una balanza analítica cuyo error de apreciación es 10^{-2} g.
- c. Ídem con una balanza digital cuyo error de apreciación es 10^{-1} g.
9. Una tabla tiene una longitud aproximada de 50 cm. Se quiere medir su largo con un error no mayor al 5 %. ¿Cuál deberá ser la mínima división de la regla?
10. Calcular el área de un cuadrado cuyo lado mide $(3,5 \pm 0,2)$ m, expresando correctamente el resultado.
11. Calcular las dimensiones (L , h , d y p) y el área de la habitación de la figura a continuación a partir de la medida de las baldosas $l = (30,2 \pm 0,1)$ cm.



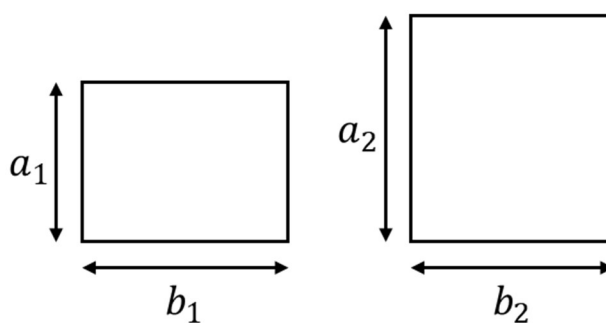
12. Al medir directamente con un calibre los lados de dos rectángulos, se encuentran los siguientes valores para sus alturas y bases respectivamente:

$$a_1 = (31,05 \pm 0,05) \text{ mm}$$

$$b_1 = (40,15 \pm 0,05) \text{ mm}$$

$$a_2 = (43,90 \pm 0,05) \text{ mm}$$

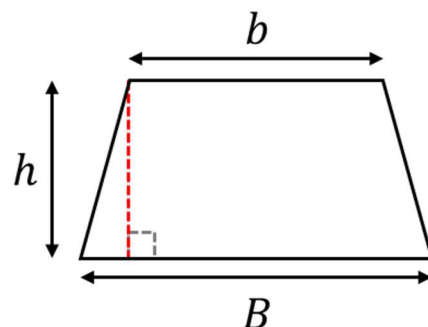
$$b_2 = (39,45 \pm 0,05) \text{ mm}$$



- Encontrar el perímetro de cada rectángulo e informar correctamente el resultado con su incerteza.
- Encontrar el área total de los dos rectángulos combinados e informar correctamente el resultado con su incerteza.

13. Se miden los lados y la altura del trapecio de la figura obteniendo: $B = (5,45 \pm 0,05) \text{ cm}$, $b = (3,20 \pm 0,05) \text{ cm}$, y $h = (2,75 \pm 0,05) \text{ cm}$. Su área se puede calcular de $A = h \cdot (B + b)/2$.

- Expresar correctamente el resultado de la medición del área, indicando su incerteza y su error relativo porcentual.
- Si se buscara reducir, en el área, el error relativo porcentual a la mitad del apartado anterior, ¿cuál será la incerteza con el nuevo instrumento de medición, considerando que es la misma para cada una de las magnitudes B , b y h ?



14. Un estudiante realiza mediciones directas de un prisma rectangular, obteniendo:

Masa del objeto: $m = (65,2 \pm 0,1) \text{ g}$

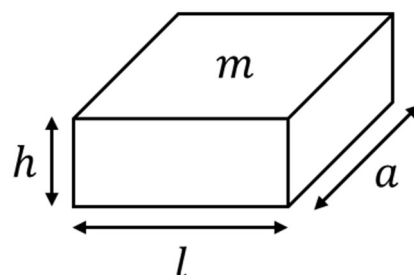
Longitud del objeto: $l = (12,4 \pm 0,2) \text{ cm}$

Ancho del objeto: $a = (8,6 \pm 0,1) \text{ cm}$

Altura del objeto: $h = (5,2 \pm 0,3) \text{ cm}$

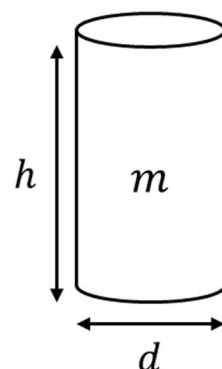
Con estos determinar las siguientes mediciones indirectas expresándolas correctamente e informando sus errores relativos:

- Área total del prisma.
- Volumen del prisma.
- Densidad del prisma.



15. Dado un cilindro macizo de altura $h = (4,0 \pm 0,1) \text{ cm}$, de diámetro $d = (2,3 \pm 0,1) \text{ cm}$ y de masa $m = (132,95 \pm 0,01) \text{ g}$, expresar correctamente e informar los errores relativos de su:

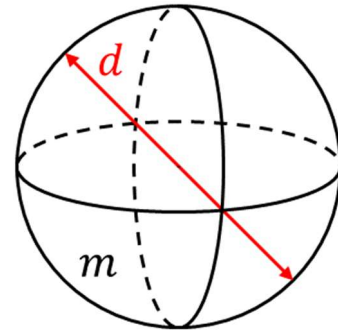
- Volumen.
- Densidad.



16. Sabiendo que la densidad del acero es $(7850 \pm 10) \text{ kg/m}^3$, ¿cuál es el volumen y la masa de un cilindro hecho de ese material, si se sabe que su radio es $(12,28 \pm 0,02) \text{ mm}$ y su altura $(33,100 \pm 0,005) \text{ cm}$?

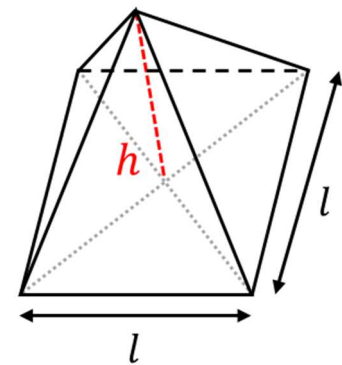
17. Sabiendo que el diámetro de una esfera maciza mide $d = (7,50 \pm 0,05) \text{ cm}$ y su masa es $m = (220,81 \pm 0,01) \text{ g}$.

- Si se quiere obtener el valor del radio de la misma, ¿ésta sería una medición directa o indirecta? Justificar.
- Calcular el volumen y la densidad, expresándolos correctamente.



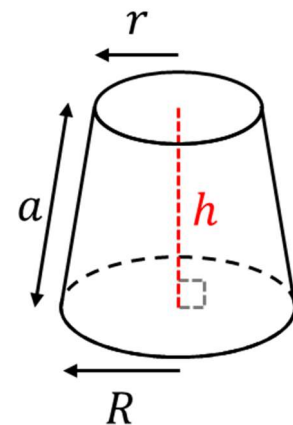
18. Una pirámide tiene una altura de $h = (146 \pm 2) \text{ m}$ y el perímetro de su base cuadrada es de $p = (917 \pm 1) \text{ m}$. Su volumen está dado por la expresión $V = \frac{1}{3} \cdot B \cdot h$, donde B es el área de la base y h es la altura.

- Encuentre el volumen de esta pirámide en metros cúbicos, expresando correctamente el resultado.
- Calcular además el error relativo del volumen.



19. Con una regla milimetrada se han realizado mediciones sobre el cono truncado de la figura, obteniendo: $R = (3,5 \pm 0,5) \text{ cm}$, $r = (2,5 \pm 0,5) \text{ cm}$ y $a = (6,0 \pm 0,5) \text{ cm}$.

- Calcular el área de cada superficie circular, informando el resultado correctamente con su incerteza.
- Sabiendo que el área total del cono truncado está dada por $A = \pi[R^2 + r^2 + a(R + r)]$, calcularla informando el resultado correctamente con su incerteza.



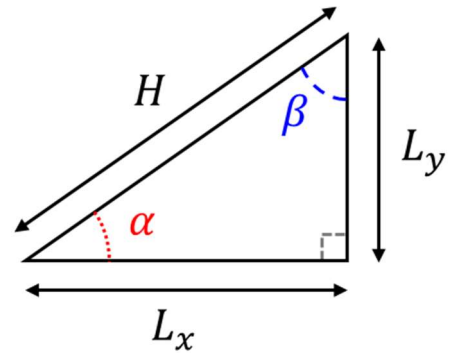
20. En una experiencia de laboratorio se determinaron los valores de $m_1 = (2,61 \pm 0,01) \text{ kg}$, $m_2 = (3,12 \pm 0,01) \text{ kg}$ y $a = (0,86 \pm 0,05) \text{ m/s}^2$; con ellos se puede obtener el valor de la aceleración de la gravedad g mediante la expresión:

$$g = \left(\frac{m_1 + m_2}{m_2 - m_1} \right) a$$

- Expresar el valor de g con su correspondiente incerteza.
- ¿Cuál de las magnitudes medidas presenta el mayor error relativo?

21. Se midieron las longitudes de los dos catetos de un triángulo rectángulo obteniéndose los siguientes valores: $L_x = (22,5 \pm 0,2) \text{ cm}$ y $L_y = (15,8 \pm 0,1) \text{ cm}$. Expresar correctamente el valor de:

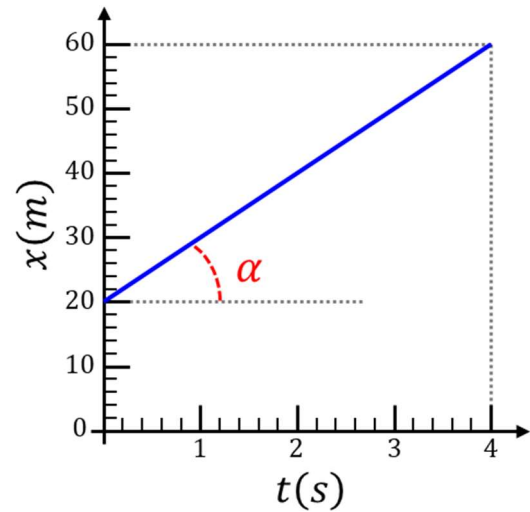
- Las tangentes de los otros ángulos del triángulo.
- La longitud de la hipotenusa del triángulo.



Guía N°2: Cinemática de la Partícula en 1D

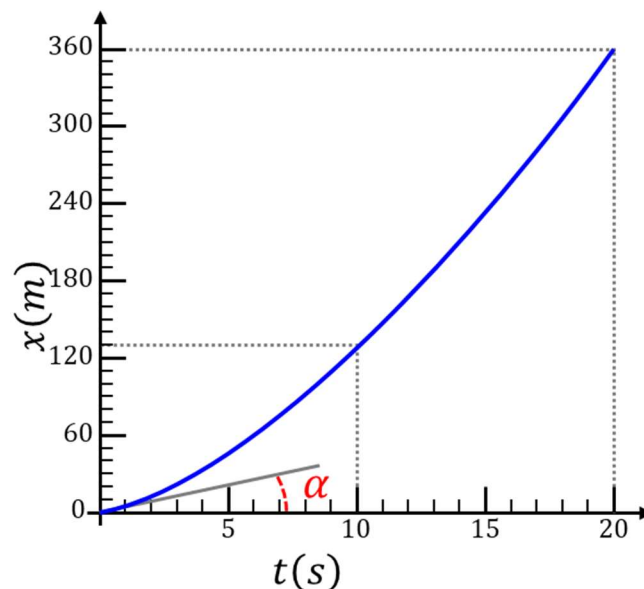
1. La siguiente es la representación gráfica de la posición respecto al tiempo de una partícula en un movimiento unidimensional. Relacionar los valores de representación gráfica con los reconocimientos revisados en teoría y determinar con la fundamentación correspondiente:

- a. La función $x(t)$.
- b. En qué dirección se mueve la partícula.
- c. La posición inicial.
- d. La velocidad de la partícula.
- e. ¿Qué representa la pendiente de la recta?
- f. El tipo de movimiento que lleva la partícula.



2. A partir del gráfico de la curva mostrado $x(t)$:

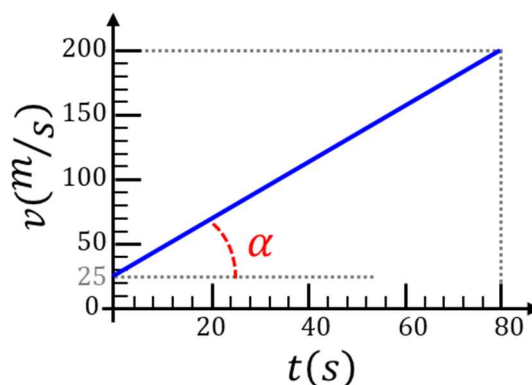
- a. Escribir las ecuaciones correspondientes al movimiento, indicando los valores de posición y velocidad iniciales, así como de la aceleración si hubiera (en el origen de la gráfica, la curva parabólica forma un ángulo de salida α no nulo respecto de la horizontal).
- b. Confeccionar las gráficas cinemáticas restantes: $v(t)$ y $a(t)$, indicando en ellas los valores que asumen las magnitudes para los tiempos de 10 s y 20 s.



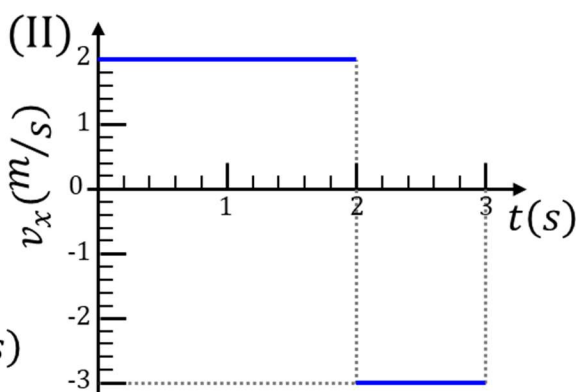
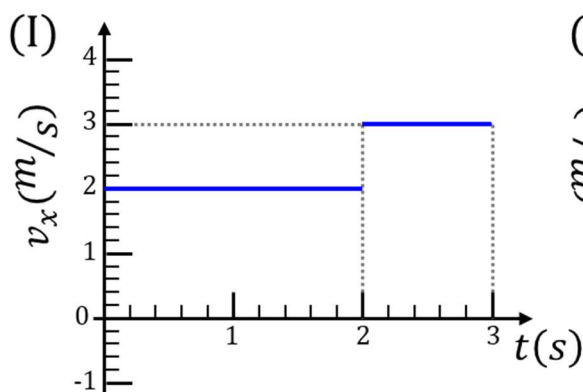
3. La siguiente es la representación gráfica de la velocidad respecto al tiempo de una partícula en un movimiento unidimensional.

- a. ¿Qué movimiento lleva la partícula?

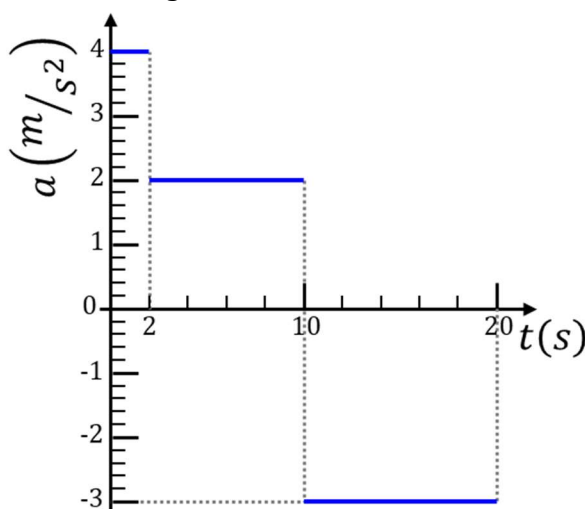
- ¿Qué representan la ordenada al origen y la pendiente de la gráfica?
- ¿Cuál es la velocidad inicial y la aceleración inicial?
- Graficar posición en función del tiempo y escribir su representación funcional
- ¿Cuál será la posición luego de 40 s?
- ¿El movimiento es acelerado o desacelerado?



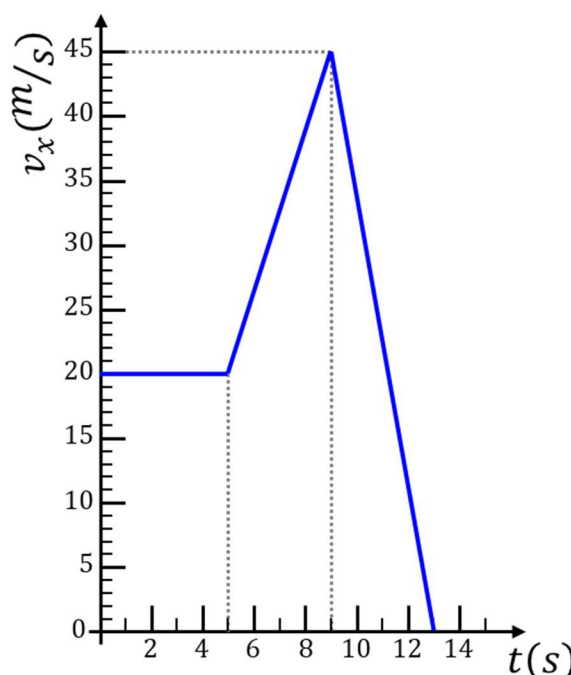
- Una pelota se mueve en línea recta en el eje x . La gráfica muestra la velocidad de esta pelota en función del tiempo, gráfica (I).
 - ¿Cuál es la velocidad media de la pelota durante los primeros 3 s?
 - Suponga que la pelota se mueve de tal manera que el segmento de la gráfica después de 2 s es $-3 m/s$ en vez de $3 m/s$ gráfica (II). En este caso, calcule la velocidad media de la pelota.



- Una partícula que se mueve desde el origen en la dirección positiva del eje x a partir del reposo. Genera una gráfica $a(t)$ como se observa en la gráfica:
 - Encuentre las funciones $x(t)$ y $v(t)$ de cada tramo, y determine las posiciones y las velocidades inicial y final en cada uno.
 - ¿La partícula se detiene?, ¿dónde?
 - Calcule la distancia total recorrida durante los 20 s.
 - Determine el desplazamiento en ese lapso de tiempo.



6. La gráfica a la derecha muestra la velocidad de una motocicleta en función del tiempo, donde los intervalos por tipo de movimiento son:



- Calcule la aceleración instantánea en $t = 3 \text{ s}$, en $t = 7 \text{ s}$ y en $t = 11 \text{ s}$.
- ¿Qué distancia cubre la motocicleta en los primeros 5 s? ¿En los primeros 9 s? ¿Y en los primeros 13 s?
- Considerando la posición inicial nula en el momento en que se acciona el cronómetro, graficar $x(t)$ y $a(t)$.

7. Si un automóvil tiene una desaceleración máxima de 7 m/s^2 , el tiempo de reacción del conductor para aplicar los frenos es de 0,5 s y el móvil debe detenerse en un máximo de 4 m:

- ¿Qué velocidad máxima puede alcanzar el automóvil?
- ¿Qué fracción de la distancia de frenado corresponde al tiempo de reacción?

8. Una piedra se **deja caer libremente** desde el techo de un edificio de 24 m de altura. (Su única interacción es con el campo gravitatorio).

- Dar los vectores posición inicial, velocidad inicial y aceleración inicial.
- Determinar el vector velocidad en el instante en que llega al suelo.
- Determinar el tiempo que tardó en llegar al suelo.

9. Un automóvil desacelera a $0,22 \text{ m/s}^2$, su velocidad inicial es 70 km/h .

- ¿Qué distancia habrá recorrido cuando su velocidad sea 18 km/h ?
- ¿Cuánto tiempo transcurre hasta alcanzar la velocidad 18 km/h ?

10. Un automóvil en trayectoria recta comienza a acelerar a 32 m/s^2 cuando llevaba una velocidad de 2 m/s y estaba en una posición $\vec{r}_0 = 25 \text{ m } \vec{i}$.

- Graficar la velocidad del automóvil versus tiempo y decir que tipo de función es. ¿Qué velocidad tendrá a los 4 s?
- Graficar la posición versus tiempo y decir que tipo de función es. ¿Qué distancia habrá recorrido el automóvil en 4 s y en qué posición se encuentra?

11. Un móvil se desplaza por un camino recto con aceleración constante $-0,42 \text{ m/s}^2$. Inicialmente su posición es 2,7 m y tiene una velocidad de $3,1 \text{ m/s}$.

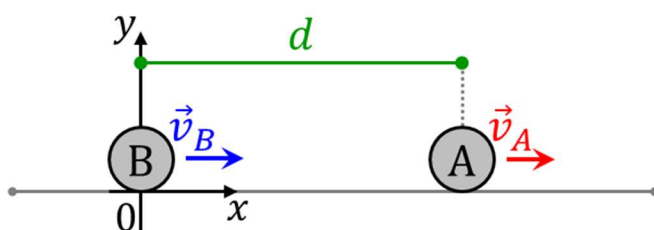
- Graficar posición versus tiempo.
- Determinar la posición y el instante en que el vehículo tiene velocidad nula.
- Luego de que se anula la velocidad y considerando su aceleración constante, ¿el móvil continúa en movimiento? De ser así ¿cómo es?
- ¿En qué instante alcanza la posición 0 m ? Dar su vector velocidad en ese instante.
- ¿Qué distancia total recorrió el móvil y cuál ha sido su desplazamiento?

12. Un camión que llevaba una velocidad de 30 km/h acelera a $0,5\text{ m/s}^2$ durante 10 s . Luego mantiene constante la velocidad a la que arribó durante 48 s y a continuación desacelera uniformemente hasta detenerse a 94 m de donde empezó a aplicar los frenos.

- ¿Cuál es la distancia total recorrida por el camión?
- ¿Cuánto tiempo ha estado en movimiento?
- ¿Cuál es la velocidad media del camión?
- Graficar posición, velocidad y aceleración del camión como funciones del tiempo.

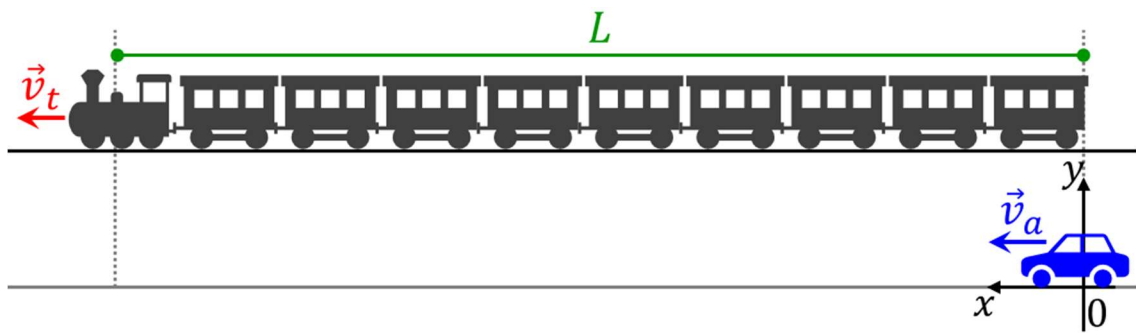
13. Dos ciclistas se desplazan por un camino recto en el mismo sentido con MRU. La velocidad de una de ellas (Andrea) es de 15 km/h y la velocidad de la otra (Belinda) es 18 km/h . Como indica la figura. Andrea ya había recorrido una distancia $d = 5\text{ km}$ cuando Belinda comienza su movimiento:

- Determinar los vectores posición y velocidad en función del tiempo para cada ciclista.
- Graficar la posición en función del tiempo para ambas ciclistas. A partir de la misma inferir la posición y el tiempo en que Belinda alcanza a Andrea.
- Verificar analíticamente lo supuesto en el ítem anterior.
- Determinar la distancia recorrida por cada ciclista.

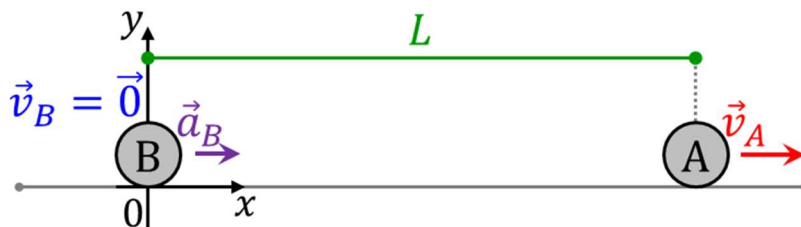


14. Un automóvil que viaja a $v_a = 95\text{ km/h}$ alcanza a un tren de una longitud de $L = 1,10\text{ km}$ que viaja a $v_t = 75\text{ km/h}$ en el mismo sentido sobre una vía paralela al camino, como se muestra en la figura a continuación.

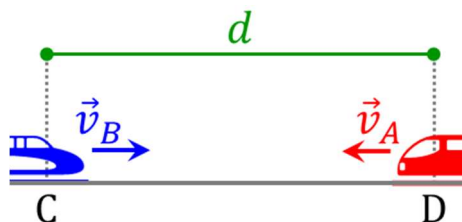
- ¿Qué tiempo le tomará al automóvil sobrepasar al tren?
- ¿Qué distancia habrá viajado el automóvil en este tiempo?
- Realizar las gráficas cinemáticas $x(t)$, $v(t)$ y $a(t)$ para el tren y el automóvil (superpuestas).



15. Dos vehículos marchan por una ruta rectilínea en el mismo sentido. En el mismo instante en que uno pasa por el punto A, llevando un movimiento uniforme con velocidad 10 m/s , el otro parte del punto B con movimiento uniformemente variado con aceleración $0,2 \text{ m/s}^2$, como muestra la figura. La distancia entre los puntos A y B es de $L = 200 \text{ m}$. Inferir mediante una gráfica y determinar analíticamente el tiempo y posición de encuentro de los vehículos.



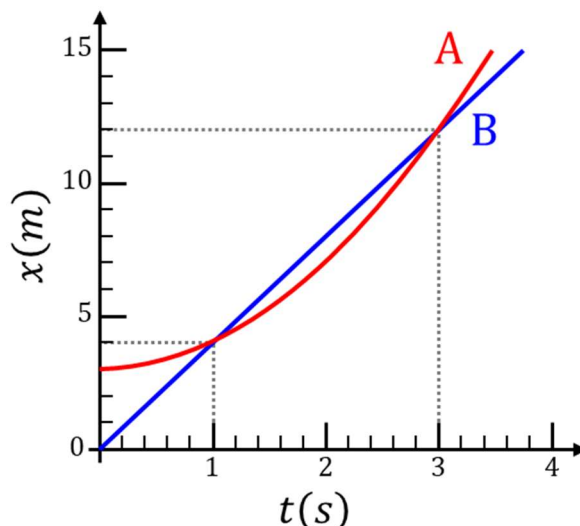
16. Dos trenes subterráneos parten simultáneamente de dos estaciones C y D, que están separadas 900 m entre sí, uno al encuentro del otro a velocidades constantes, como se ve en la figura. El tren que parte de C lleva una velocidad de $v_c = 25 \text{ km/h}$ y el que parte de D de $v_D = 35 \text{ km/h}$. Estableciendo un sistema de referencia:



- Determine los vectores posición inicial $\vec{r}_0$ de cada tren.
 - Graficar simultáneamente la posición en función del tiempo para ambos trenes. A partir de la gráfica obtenida estimar la posición y el tiempo en que ambos se cruzan.
 - Verificar analíticamente el resultado obtenido en b)
 - Determinar la distancia recorrida por cada tren desde su partida.
17. Dos corredores parten simultáneamente de los extremos de una pista lineal de 200 m y corren en direcciones opuestas. Uno corre con una velocidad constante de $6,2 \text{ m/s}$, y el otro, con velocidad constante de $5,5 \text{ m/s}$. Realizar un conjunto de gráficas cinemáticas que representen el problema. Cuando se encuentren primero:
- ¿cuánto tiempo habrán estado corriendo?
 - ¿qué distancia desde el punto de salida habrá cubierto cada uno?

18. La gráfica de $x(t)$ mostrada representa la posición en función del tiempo de dos móviles, A y B, cuyas condiciones iniciales son: $x_{A0} = 3 \text{ m}$, $x_{B0} = 0 \text{ m}$, $v_{A0} = 0 \text{ m/s}$ y $v_{B0} = 4 \text{ m/s}$.

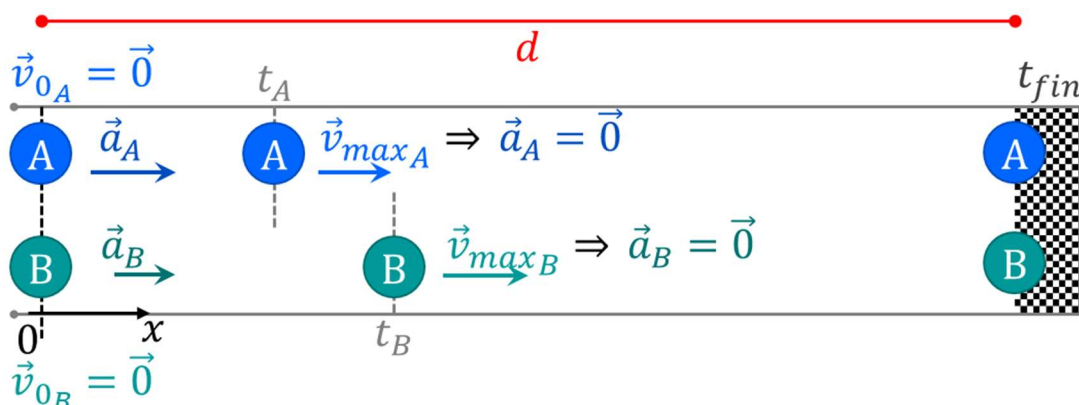
- Escribir las ecuaciones cinemáticas en función del tiempo y dibujar $v(t)$ y $a(t)$ para cada móvil, indicando además qué tipo de movimiento representa: MRU, MRUA.
- Teniendo en cuenta que a los 3 s la posición de ambos móviles es de 12 m, tal como se indica en la gráfica, encontrar la aceleración de cada móvil.
- ¿En qué instante(s), si fuera el caso, A y B tienen la misma velocidad?
- ¿En qué instante(s), si fuera el caso, el móvil A adelanta al móvil B? ¿Y en qué instante(s), si fuera el caso, el móvil B adelanta al móvil A?



19. Dos ciudades (A y B) están unidas por una ruta rectilínea de 25 km. En el instante en que un auto pasa por la ciudad A con un movimiento uniforme a velocidad de 90 km/h , otro auto parte de B hacia A llevando movimiento uniformemente variado con aceleración $0,5 \text{ m/s}^2$. Inferir mediante la gráfica el tiempo y posición de encuentro de los autos. Determinar dichos valores analíticamente

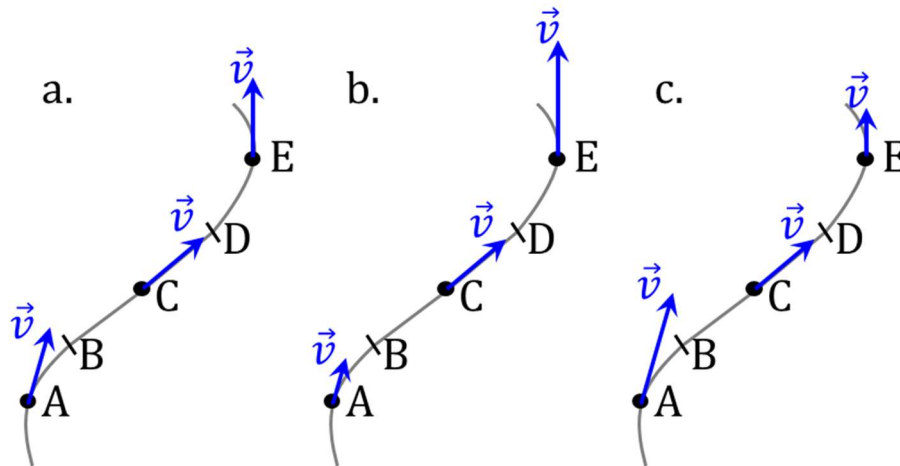
20. En una pista de $d = 100 \text{ m}$ dos corredores Adrián y Blas salen simultáneamente del punto de partida, y cruzan la meta empatados, marcando ambos $t_{fin} = 10,2 \text{ s}$ como se representa en la figura. Si acelerando uniformemente, Adrián alcanza su velocidad máxima a los $t_A = 2 \text{ s}$ y Blas a los $t_B = 3 \text{ s}$ y ambos mantienen la velocidad máxima durante la carrera:

- ¿Qué tipo de movimiento llevan Adrián y Blas?, Realizar las gráficas cinemáticas de cada corredor.
- Dar los vectores aceleración y velocidad máxima de Adrián y de Blas.
- Determinar si Adrián o Blas va adelante a los 10 s y la distancia que los separa en ese instante.
- Si las posiciones de Adrián y Blas a los 10 s se midieron con un error relativo de 0,001, expresar la distancia correctamente.



Guía N°3: Cinemática de la Partícula en 2 D

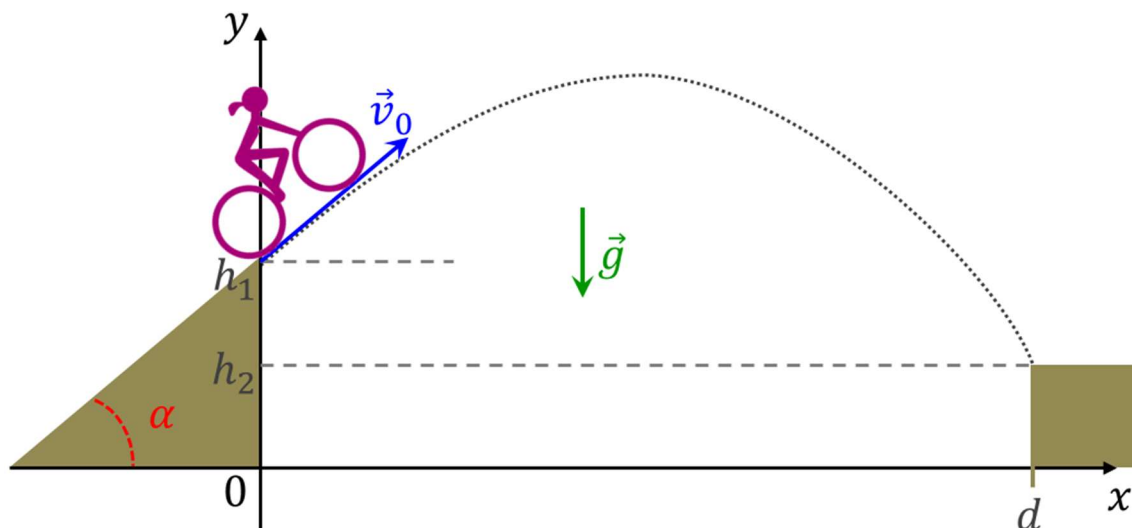
1. Una partícula sigue una trayectoria como se muestra en la figura. Entre B y D, la trayectoria es recta. Dibuje los vectores de aceleración en A, C y E si:
 - a. la partícula se mueve con rapidez constante
 - b. la partícula aumenta de rapidez continuamente
 - c. la rapidez de la partícula disminuye continuamente



2. Desde una torre de 49 m se lanza una piedra con una velocidad horizontal de 3 m/s .
 - a. Describir en un gráfico la trayectoria de la piedra y señale para distintos puntos de la misma el vector posición. Escribir la expresión general de $\vec{r}(t)$, para la piedra.
 - b. Determinar cuánto tarda la piedra en llegar al suelo.
 - c. ¿Cuál será el vector velocidad en ese instante?
 - d. Calcular el desplazamiento horizontal de la piedra.
 - e. Graficar la posición y la velocidad de la piedra como funciones del tiempo.
 - f. Expresar la ecuación de la trayectoria de la piedra.
3. Una piedra se lanza horizontalmente desde el techo de un edificio de 9 m de altura y cae a $9,5\text{ m}$ de la base del edificio.
 - a. Describir la situación realizando un esquema y ubicando un sistema de ejes coordenados xy .
 - b. Plantear las ecuaciones de movimiento $x(t)$ e $y(t)$, coherentes con el sistema de ejes elegidos.
 - c. ¿Cuál es el vector velocidad inicial de la piedra en las coordenadas x e y ?
 - d. ¿Cuál es el vector velocidad de la piedra un instante antes de que toque el suelo?
 - e. ¿A qué distancia está del suelo cuando lleva una velocidad de módulo 10 m/s ?
 - f. ¿Cuál es el tiempo total de vuelo de la piedra?
 - g. Dibujar el conjunto de seis gráficas cinemáticas asociadas al problema.

4. Una partícula que inicialmente se ubica en el origen de un sistema coordenado cartesiano xy tiene una aceleración constante de $\vec{a} = 3 \text{ m/s}^2 \vec{j}$, y una velocidad inicial de $\vec{v}_0 = 5 \text{ m/s} \vec{i}$.
 - a. Encontrar las leyes de movimiento de la partícula para cualquier tiempo t , es decir los vectores posición y velocidad en función del tiempo.
 - b. Evaluar las coordenadas y la velocidad de la partícula en $t = 2 \text{ s}$.
 - c. Representar gráficamente las componentes de la posición, velocidad y aceleración en función de t (conjunto de seis gráficas cinemáticas).
5. Desde la posición inicial $\vec{r}_0 = (2 \text{ m} ; 6 \text{ m})$ se lanza un objeto con una velocidad inicial de módulo $v_0 = 10 \text{ m/s}$. formando un ángulo de $\alpha = 30^\circ$ hacia arriba respecto de la horizontal. Graficar por componentes la posición, velocidad y aceleración en función del tiempo y calcular:
 - a. el vector velocidad que posee al llegar a su altura máxima.
 - b. la máxima altura alcanzada.
 - c. el tiempo que demora en llegar al suelo.
 - d. el desplazamiento horizontal (alcance).
6. Se arroja una piedra desde el suelo con un ángulo de 40° y una velocidad inicial de 20 m/s . Graficar por componentes la posición, velocidad y aceleración en función del tiempo y calcular:
 - a. el tiempo que demora en llegar al suelo.
 - b. el desplazamiento horizontal (alcance).
 - c. la máxima altura alcanzada.
 - d. el vector velocidad que posee al llegar a la mitad de su altura máxima.
7. Las coordenadas de un ave que vuela en el plano xy están dadas por $x(t) = 2,4 \text{ m/s} t$, $y(t) = 3 \text{ m} - 1,2 \text{ m/s}^2 t^2$.
 - a. Dibuje la trayectoria del ave entre $t = 0 \text{ s}$ y $t = 2 \text{ s}$.
 - b. Calcule los vectores de velocidad y aceleración en función de t .
 - c. Obtenga la magnitud y dirección de la velocidad y aceleración del ave en $t = 2 \text{ s}$.
 - d. Dibuje los vectores de velocidad y aceleración en $t = 2 \text{ s}$. En este instante, ¿el ave está acelerando, frenando, o su rapidez no está cambiando instantáneamente? ¿Está dando vuelta? Si así es, ¿en qué dirección?
8. Pablo y su amigo Julián viven en casas enfrentadas a $2,5 \text{ m}$ de distancia. La terraza de la casa de Pablo es $0,8 \text{ m}$ más alta que la terraza de la casa de Julián. Como todavía no empezaron la facultad, Pablo y Julián juegan a pasarse una pelota de vóley de una terraza a la otra. Pablo lanza primero horizontalmente la pelota.
 - a. Describa en un gráfico la trayectoria de la pelota y dibuje el vector posición para distintos puntos de la misma. Escriba la expresión general de la posición, para la pelota.
 - b. ¿Con qué velocidad mínima debe lanzar la pelota para que llegue a su amigo?

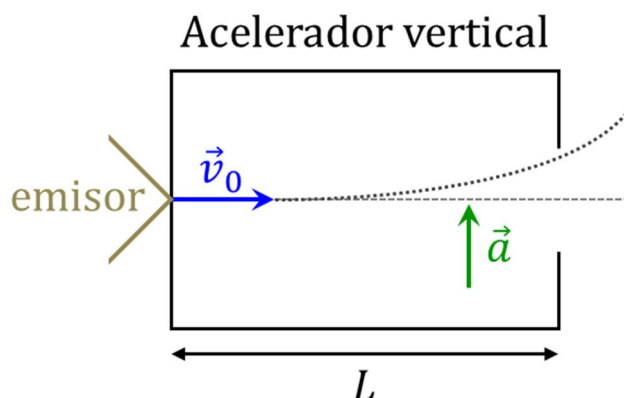
- c. Si la lanza una velocidad de 2 m/s , ¿cuánto tiempo tarda en llegar al suelo? ¿Y con qué velocidad llega al suelo?
 - d. Graficar posición, velocidad y aceleración versus tiempo cuando lanza la pelota con una velocidad de 2 m/s .
9. En un espectáculo de saltos acrobáticos, un ciclista ensaya sobre la pista de la figura de manera que sale despedido con una velocidad inicial de módulo $v_0 = 15 \text{ m/s}$ desde la rampa inclinada un ángulo de $\alpha = 40^\circ$ a una altura de $h_1 = 3 \text{ m}$ y quiere aterrizar sobre una plataforma a una distancia d y una altura $h_2 = 1,5 \text{ m}$.



- a. Describir en un gráfico la trayectoria del ciclista y dibujar para distintos puntos de la misma el vector posición. Escriba la expresión general de $\vec{r}(t)$, para el ciclista.
 - b. Dar los vectores posición y velocidad en función del tiempo.
 - c. Calcular la máxima altura alcanzada por el ciclista y la velocidad en ese instante.
 - d. ¿A qué distancia, como máximo, se tiene que colocar la plataforma para que caiga sobre ella?
 - e. Graficar posición, velocidad y aceleración versus tiempo.
10. Un aeroplano, volando horizontalmente a 180 km/h a una altitud de 240 m , debe dejar caer una balsa inflable sobre el techo de una casa de 6 m de altura. ¿A qué distancia debe el soltar el paquete el piloto para que caiga en el techo?

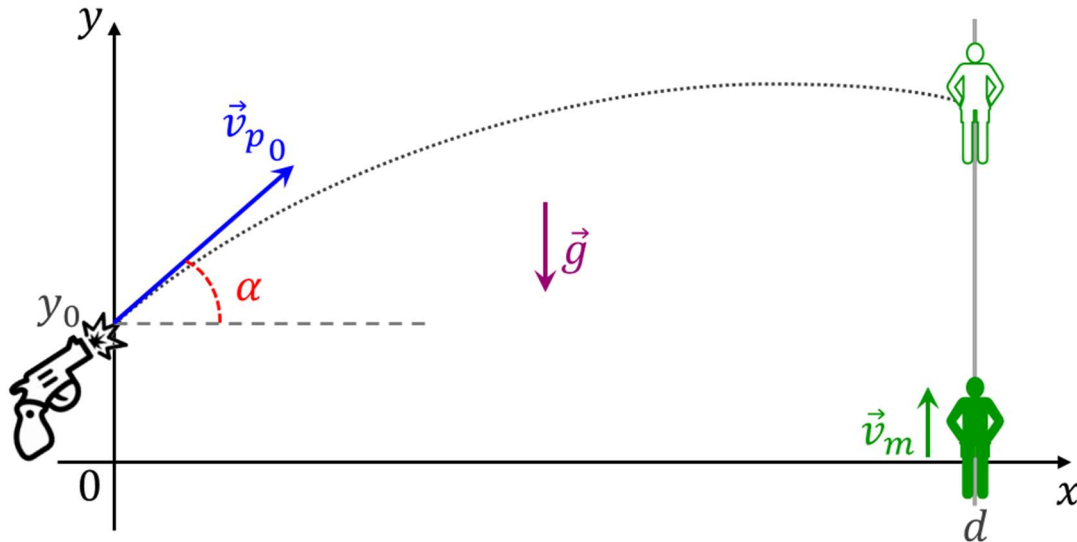
11. Un tubo de rayos catódicos está compuesto por un emisor de electrones y por un acelerador vertical de dichas cargas, como se ve en la figura. Los electrones abandonan el emisor con una velocidad $v_0 = 2 \times 10^6 \text{ m/s}$, son acelerados a $a = 4 \times 10^{14} \text{ m/s}^2$ y la longitud del acelerador es $L = 2,4 \text{ cm}$.

- a. Represente en un gráfico la trayectoria del electrón y señale para distintos puntos de la misma el vector posición. Escriba la expresión general de $\vec{r}(t)$, para el electrón.
- b. Dar el vector velocidad de los electrones cuando salen del acelerador.



c. Graficar posición, velocidad y aceleración versus tiempo.

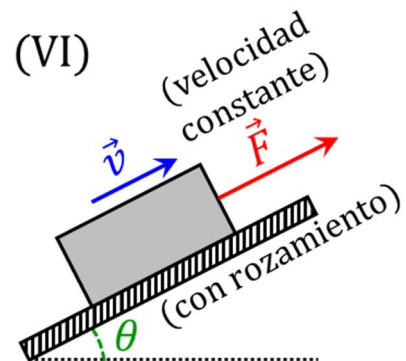
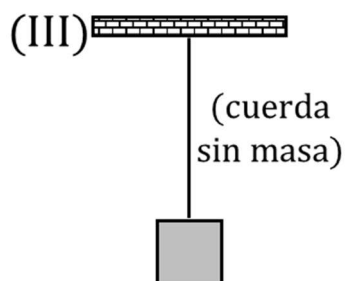
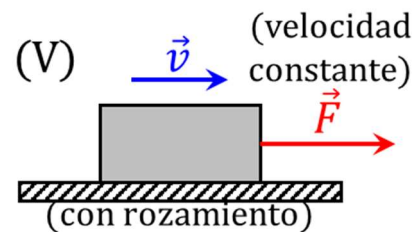
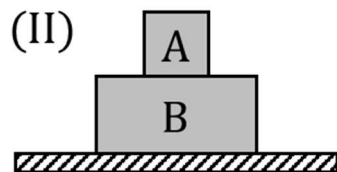
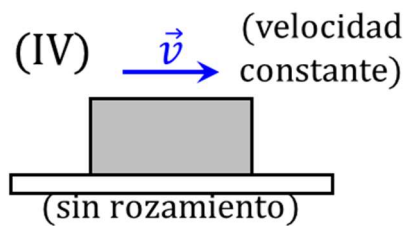
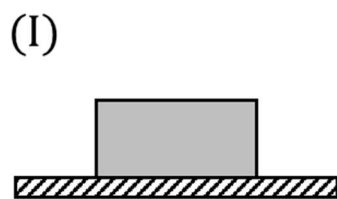
12. Una atracción de feria consiste en un muñeco que sube por un carril vertical a una velocidad constante de $v_0 = 2 \text{ m/s}$. Desde una distancia d se dispara un proyectil con una velocidad inicial de $v_{p_0} = 15 \text{ m/s}$ y un ángulo de inclinación de $\alpha = 30^\circ$. En el instante del disparo el proyectil se encuentra a una altura de $y_0 = 1,28 \text{ m}$ por encima del muñeco.



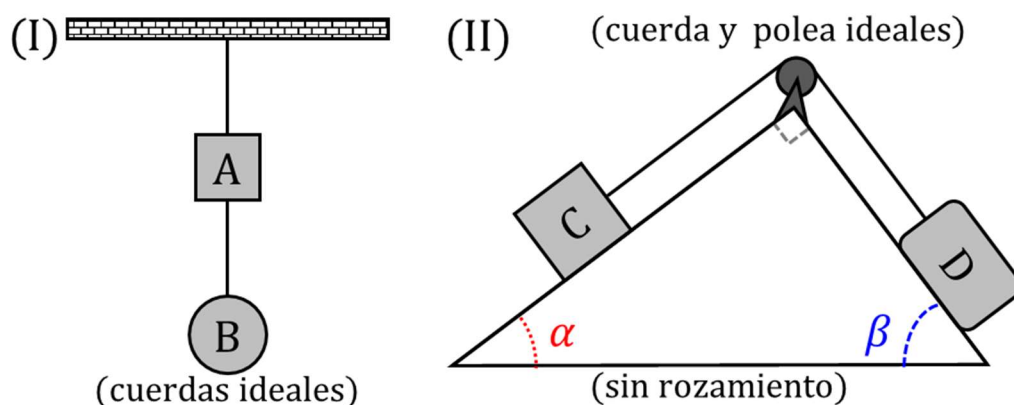
- Dar los vectores posición inicial, velocidad inicial y aceleración tanto del proyectil como del muñeco.
- Dar los vectores posición y velocidad para ambos objetos en función del tiempo.
- Determinar la distancia d a la que se tiene que lanzar el proyectil para que alcance al muñeco.

Guía N°4: Equilibrio y Dinámica de cuerpos puntuales

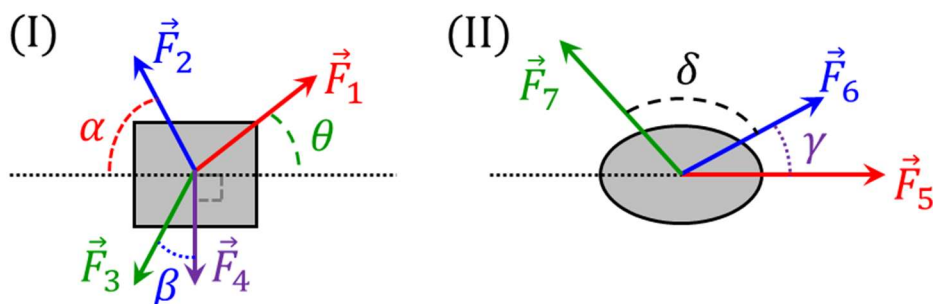
1. Responder las siguientes preguntas
 - a. ¿Qué significa que un cuerpo puede ser considerado puntual?
 - b. ¿Bajo qué circunstancias la Tierra puede ser considerada como puntual?
 - c. Si un cuerpo puntual está en equilibrio de fuerzas, ¿significa que debe estar en reposo?
 - d. Considerar las magnitudes “peso” y “masa”.
 - i) ¿Cuál de las dos es una magnitud vectorial? ¿Qué significado tiene que sea un vector y no un número?
 - ii) ¿Cuál de las dos tendrá distinto valor si se la mide en la Luna?
2. Los cuerpos puntuales de las siguientes figuras están en equilibrio. Para cada uno de estos cuerpos:
 - a. Realizar el diagrama de cuerpo aislado.
 - b. Identificar todas las fuerzas que actúan sobre ellos, así como los correspondientes pares de reacción.



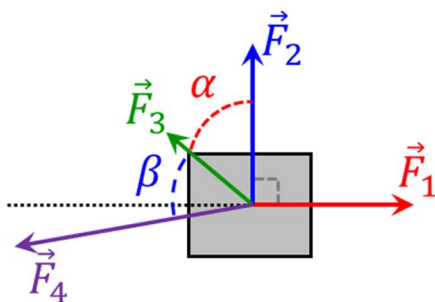
3. Considere los cuerpos representados en las figuras como partículas.
 - a. Realice un diagrama de cuerpo aislado indicando los pares de acción y reacción.
 - b. Indique la dirección y sentido del vector fuerza resultante sobre cada cuerpo.



4. Sobre cada uno de los siguientes cuerpos puntuales actúan las fuerzas $F_1 = 4,3 \text{ N}$, $F_2 = 8,2 \text{ N}$, $F_3 = 0,5 \text{ N}$, $F_4 = 11,1735 \text{ N}$, $F_5 = 3 \text{ N}$ y $F_7 = 4 \text{ N}$, formando ángulos de $\alpha = 75,52^\circ$, $\beta = 11,495^\circ$, $\theta = 60^\circ$, $\gamma = 40^\circ$ y $\delta = 60^\circ$, como se ilustran en los correspondientes dibujos:



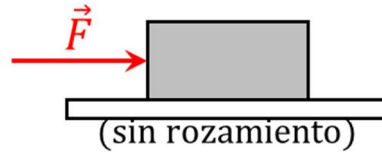
- a. A simple vista ¿cuál de estos dos cuerpos no están en equilibrio? ¿Por qué?
 - b. Calcular geoméricamente la fuerza resultante (en módulo, dirección y sentido) sobre cada cuerpo.
 - c. Verificar analíticamente los resultados obtenidos en el ítem anterior.
5. Realizar gráficamente y analíticamente la suma de fuerzas sobre el cuerpo puntual de la figura considerando que $F_1 = F_2 = 10 \text{ N}$, $F_3 = 7 \text{ N}$, $F_4 = 15 \text{ N}$ y $\alpha = \beta = 50^\circ$. Comparar los resultados obtenidos.



Dinámica de cuerpos puntuales

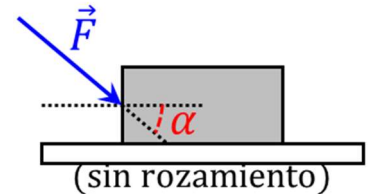
6. A un cuerpo de 10 kg , inicialmente en reposo sobre una plataforma horizontal sin rozamiento, se le aplica una fuerza horizontal $F = 40\text{ N}$, como muestra la figura. Calcular:

- a. La aceleración.
- b. La distancia recorrida a los 5 segundos.
- c. La velocidad en el punto del ítem anterior.



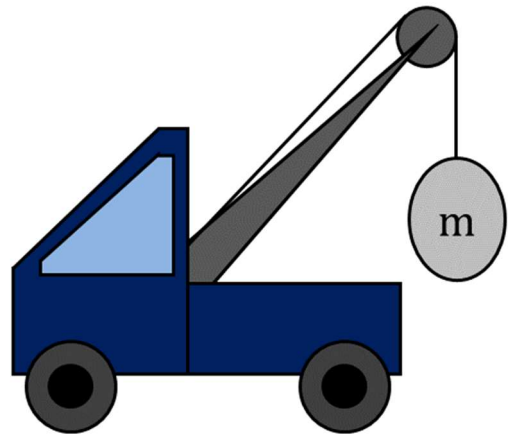
7. Se arrastra un cuerpo de 5 kg por una mesa horizontal sin fricción con una fuerza $F = 20\text{ N}$ que forma un ángulo $\alpha = 40^\circ$ con la horizontal, como indica la figura. Calcular:

- a. La aceleración.
- b. Cuanto aumentó la velocidad pasados 3 segundos.



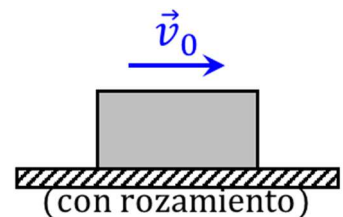
8. Una grúa eleva verticalmente un cuerpo de $m = 800\text{ kg}$ mediante un cable que soporta una tensión de máxima 12000 N .

- a. ¿Cuál es la máxima aceleración con que se puede elevar?
- b. Si se elevase a 2 m/s^2 , ¿qué tensión soporta el cable?



9. Un bloque de masa $m = 2\text{ kg}$, se mueve sobre una superficie horizontal con rozamiento, ver figura. Si su velocidad inicial es de $v_0 = 4\text{ m/s}$ y los coeficientes de roce cinético y estático entre el bloque y el suelo son $\mu_c = 0,25$ y $\mu_e = 0,3$.

- a. Realizar un diagrama de cuerpo libre e indicar los pares de acción y reacción.
- b. Determinar la fuerza resultante sobre el cuerpo y el tipo de movimiento que lleva.
- c. Determinar a qué distancia se detendrá el bloque.

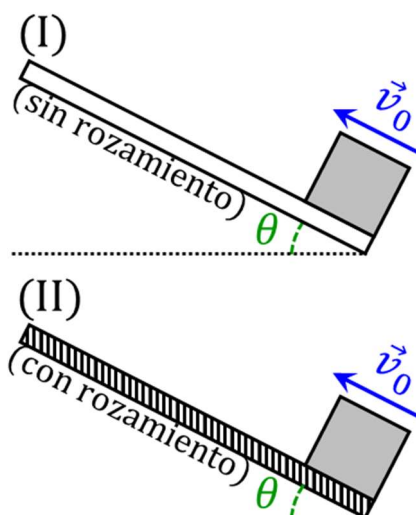


- d. ¿Qué fuerza externa mínima habrá que aplicarle al bloque para que vuelva a moverse?
- e. ¿Qué aceleración tendrá una vez que empieza a moverse, si se le sigue aplicando la fuerza del apartado anterior?

10. En la base de un plano inclinado un ángulo de $\theta = 15^\circ$ con la horizontal, se dispara hacia arriba un cuerpo de masa $m = 2,4\text{ kg}$, con una velocidad inicial de módulo $v_0 = 2\text{ m/s}$ y dirección paralela al plano inclinado.

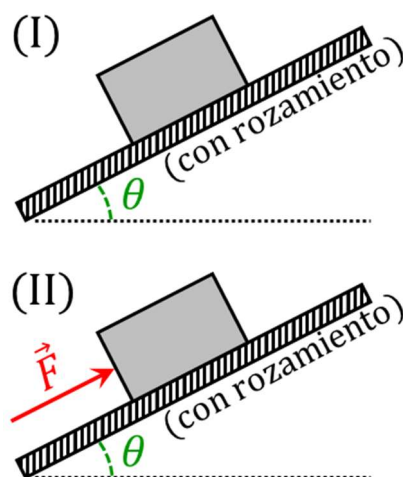
- a. Realizar un diagrama de cuerpo aislado del cuerpo mientras asciende por el plano, suponiendo que no hay fuerza de roce, como se indica en la figura (I).

- b. Determinar la distancia sobre el plano a la cual se detiene el cuerpo.
- c. Suponiendo ahora que exista fuerza de roce cinético, realizar el diagrama de cuerpo libre del cuerpo en su ascenso por el plano, como se indica en la figura (II).
- d. Si el coeficiente de roce es $\mu_c = 0,2$, determinar la distancia sobre el plano a la cual se detiene el cuerpo, y a qué altura logra ascender.
- e. ¿Dependen los resultados del valor de masa del cuerpo?



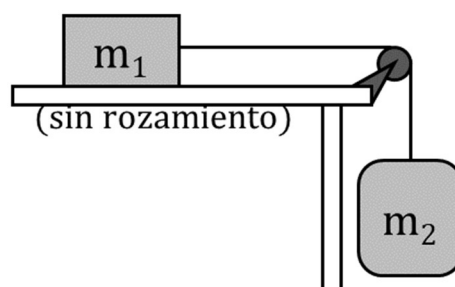
11. El bloque de la figura (I) tiene una masa $m = 5 \text{ kg}$, si entre el plano inclinado $\theta = 30^\circ$ y el bloque el coeficiente de rozamiento cinético es $\mu_c = 0,2$ y el estático máximo es $\mu_e = 0,4$.

- a. Realice un diagrama del cuerpo aislado del bloque.
- b. Determinar si el bloque se moverá o no. Si la respuesta fuera afirmativa, determinar con qué aceleración lo haría, aclarando su dirección y sentido.
- c. Determinar el módulo de la fuerza $\vec{F}$ (figura II) paralela al plano inclinado necesaria para que el bloque ascienda sobre el plano con aceleración de módulo 1 m/s^2 .

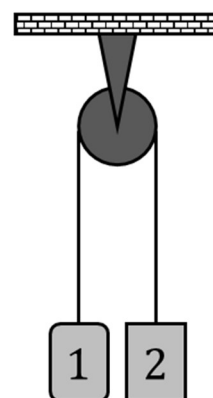


12. Sobre una superficie horizontal se desliza un cuerpo $m_1 = 10 \text{ kg}$ mediante una cuerda que pasa por una polea fija y lleva colgado del otro extremo una masa $m_2 = 8 \text{ kg}$. Si se considera que no hay rozamiento entre el cuerpo 1 y la superficie horizontal, cuál es:

- a. La aceleración del sistema.
- b. La tensión en la cuerda.



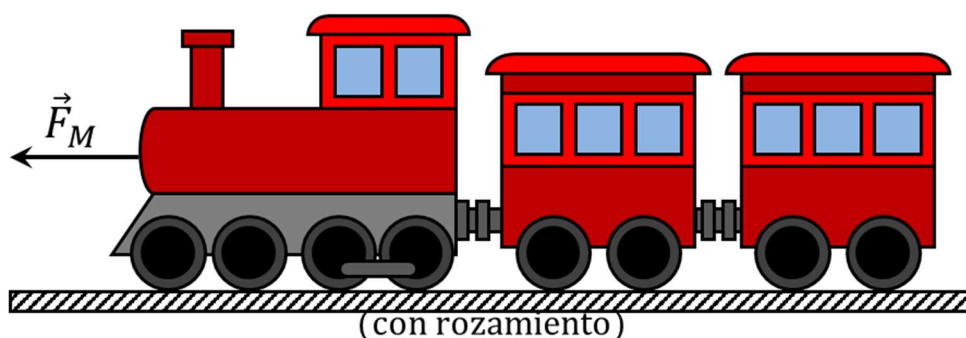
13. Una máquina de Atwood consiste en dos masas unidas por una cuerda que pasa por una polea de masa despreciable (como la esquematizada en la figura). Considerando que la masa del cuerpo 1 es mayor a la masa del cuerpo 2, obtener:



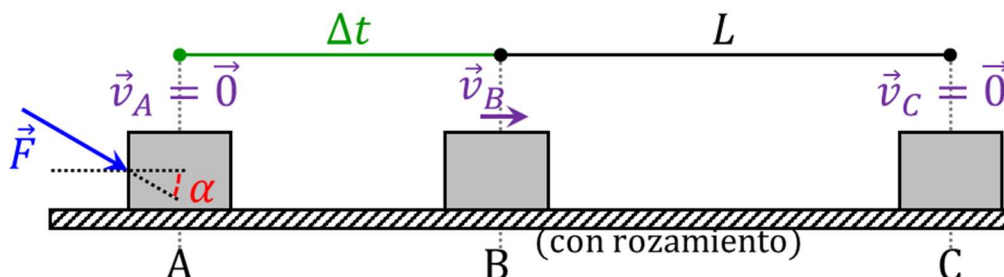
- La aceleración del sistema.
- los vectores aceleración de cada masa.
- la tensión en la cuerda.

14. Un tren está formado por una locomotora de 10000 kg y dos vagones de 5000 kg cada uno como indica la figura. Cuando lleva una aceleración de 1 m/s^2 , si el coeficiente de rozamiento cinético es $\mu_c = 0,2$; calcular:

- la fuerza de la máquina
- la tensión a la que está sometido el enganche entre los vagones.
- la tensión a la que está sometido el enganche entre la locomotora y el primer vagón.



15. Un objeto de masa 2 kg se encuentra en reposo en el punto A sobre una superficie horizontal con coeficiente de rozamiento cinético de $\mu_c = 0,2$. Una fuerza de módulo $F = 15\text{ N}$ y que forma un ángulo de $\alpha = 30^\circ$ con la horizontal, actúa sobre el objeto empujándolo durante un tiempo de 4 s , entre los puntos A y B, como se representa en la figura. Luego deja de actuar y el objeto sigue moviéndose hasta frenarse en el punto C, luego de recorrer una distancia L .

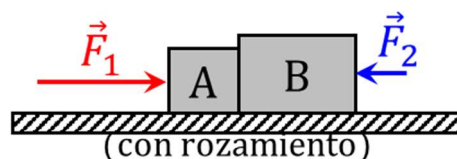


- Realizar un diagrama de cuerpo libre del objeto entre los puntos A y B (mientras actúa la fuerza $\vec{F}$), indicando claramente los pares de acción-reacción.
- Calcular la aceleración del objeto en el tramo desde A hasta B.
- ¿Qué velocidad tiene al llegar al punto B?

- d. Realizar un diagrama de cuerpo libre del objeto entre los puntos B y C (ya no actúa la fuerza $\vec{F}$), indicando claramente los pares de acción-reacción.
- e. Calcular la aceleración del objeto en el tramo desde B hasta C.
- f. ¿Qué distancia recorre en cada tramo?
- g. ¿Durante cuánto tiempo se encuentra en movimiento?

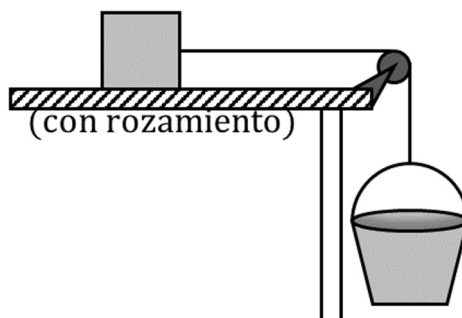
16. Dos cajas A y B, con masas $m_A = 65 \text{ kg}$ y $m_B = 125 \text{ kg}$, están en contacto y en reposo sobre una superficie horizontal. Se ejercen dos fuerzas: una de módulo $F_1 = 650 \text{ N}$ sobre la caja A (hacia la derecha) y otra módulo de $F_2 = 150 \text{ N}$ sobre la caja B (hacia la izquierda), como muestra la figura. Si el coeficiente de rozamiento cinético entre cada bloque y la superficie horizontal es de $\mu_c = 0,18$:

- a. Realizar un diagrama de cuerpo libre para cada caja, indicando claramente los pares de acción-reacción.
- b. Calcular la aceleración del sistema.
- c. Encontrar la fuerza que cada caja ejerce sobre la otra.



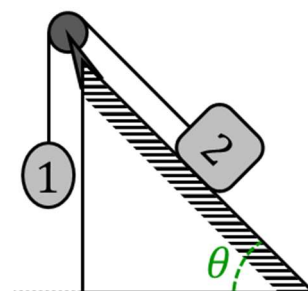
17. Un bloque de 28 kg está conectado a un balde vacío de 2 kg por medio de una cuerda que pasa alrededor de una polea sin rozamiento, como indica la figura. El coeficiente de rozamiento estático entre la mesa y el bloque es $\mu_e = 0,45$ y el de rozamiento cinético es $\mu_c = 0,32$. Se vierte arena gradualmente en el balde, hasta que el sistema empieza a moverse.

- a. Realizar un diagrama de cuerpo libre para el bloque y otro para el balde, indicando claramente los pares de acción-reacción.
- b. Calcular la masa de la arena agregada al balde.
- c. Calcular la aceleración del sistema.



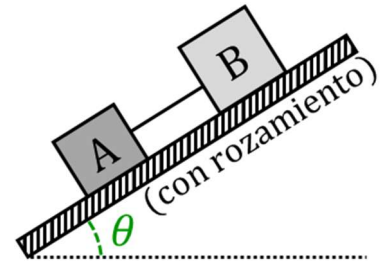
18. Dos objetos (1 y 2) se conectan mediante una cuerda ligera (sin masa e inextensible) que pasa sobre una polea ideal (sin masa ni rozamiento). Uno de ellos de masa $m_2 = 4 \text{ kg}$ está apoyado sobre un plano inclinado que forma un ángulo de $\theta = 45^\circ$ con la horizontal, como se muestra en la figura. Se pretende que el cuerpo 2 se deslice hacia abajo a velocidad constante, teniendo en cuenta que está vinculado por la cuerda al otro de masa $m_1 = 2 \text{ kg}$.

- a. Realizar diagramas de cuerpo libre para ambos objetos, indicando claramente los pares de acción-reacción.
- b. Calcular el coeficiente de rozamiento cinético μ_c entre el objeto 2 y el plano inclinado para que se cumpla la condición enunciada.
- c. Calcular la tensión a la que está sometida la cuerda.



19. Dos bloques A y B hechos de materiales diferentes están unidos por una cuerda delgada (sin masa e inextensible), y se deslizan hacia abajo por una rampa inclinada a un ángulo $\theta = 32^\circ$ con respecto a la horizontal, como se indica en la figura (el bloque B está arriba del bloque A). Las masas de los bloques son $m_A = m_B = 5 \text{ kg}$ y los coeficientes de rozamiento cinéticos respectivos son $\mu_A = 0,20$ y $\mu_B = 0,30$.

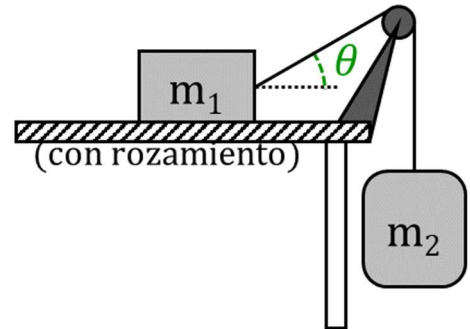
- Realizar un diagrama de cuerpo libre para cada bloque indicando claramente los pares de acción-reacción.
- Determinar la aceleración de los bloques



Calcular el módulo de la tensión en la cuerda.

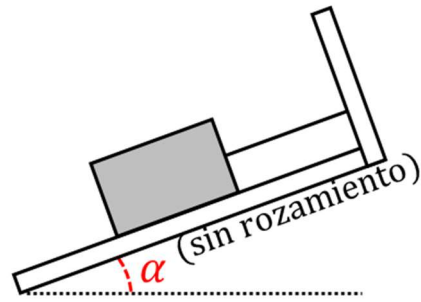
20. Se tienen dos bloques 1 y 2 cuyas masas son $m_1 = 5 \text{ kg}$ y $m_2 = 3 \text{ kg}$, que están unidas por una cuerda ideal que pasa por una polea de masa despreciable, en la forma mostrada en la figura. El ángulo inicial que forma la cuerda atada al bloque 1 con la horizontal es de $\theta = 30^\circ$.

- Realizar un diagrama de cuerpo libre de cada masa, indicando claramente los pares de acción-reacción.
- ¿Cuál es el mínimo coeficiente de roce estático entre el bloque 1 y la mesa para que el sistema se encuentre en equilibrio?
- Si el coeficiente de roce cinético es la mitad del coeficiente de roce estático encontrado en el apartado anterior, ¿cuál es la aceleración del sistema justo cuando comienza a moverse? Esta aceleración encontrada, ¿se mantiene constante? ¿Por qué?



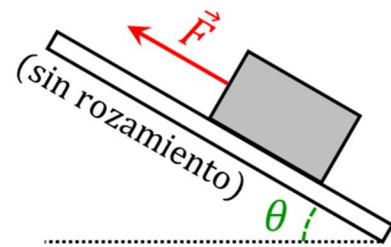
Equilibrio de cuerpos puntuales

21. El cuerpo de masa $m = 4 \text{ kg}$ está en equilibrio sobre un plano inclinado un ángulo de $\alpha = 20^\circ$ (sin rozamiento) por estar suspendido de la cuerda cuya dirección es paralela al plano, como indica la figura. Expresar los resultados en kgf y N .



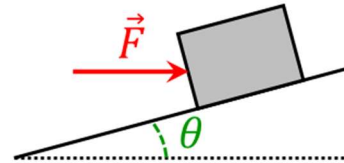
- a. Realizar un diagrama de cuerpo aislado de la masa. Hallar todos los pares de acción y reacción.
- b. Hallar cuál es el valor de la tensión en la cuerda que permite el equilibrio.
- c. Hallar el valor de la fuerza que el cuerpo ejerce sobre el plano inclinado.

22. Calcular la fuerza F que sostiene en equilibrio al cuerpo de la figura que está ubicado en un plano inclinado a $\theta = 30^\circ$ (el cual no tiene rozamiento), sabiendo que la fuerza que ejerce el cuerpo sobre el plano es de 15 N .

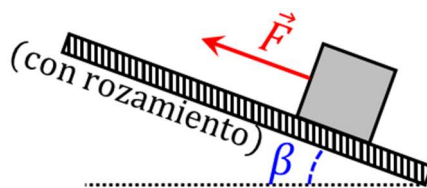


23. Sabiendo que la fuerza que ejerce el bloque de la figura sobre el plano inclinado a $\theta = 15^\circ$ es de 15 N , calcular el módulo de la fuerza $\vec{F}$ horizontal que sostiene al bloque de manera se encuentre en equilibrio estático considerando:

- a. no hay rozamiento, $\mu = 0$.
- b. hay rozamiento, $\mu_e = 0,1$.

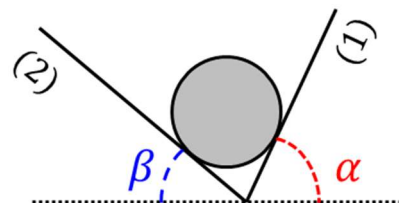


24. ¿Cuál es el módulo de la fuerza $\vec{F}$ que hace que el cuerpo ubicado en el plano inclinado a $\beta = 20^\circ$ (con rozamiento, $\mu_c = 0,2$) se deslice a velocidad constante, sabiendo que el peso del cuerpo es de 70 N ?

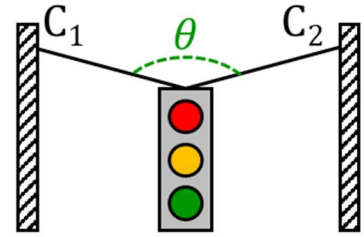


25. Una bola de $5,5 \text{ kgf}$ se encuentra apoyada sobre dos planos inclinados como se indica en la figura. El plano 1 forma un ángulo $\alpha = 65^\circ$ mientras que el plano 2 forma uno de $\beta = 40^\circ$.

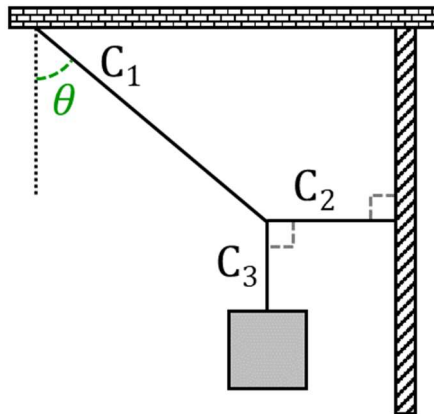
- a. Realizar el diagrama de cuerpo aislado de la bola, y hallar todos los pares de acción y reacción.
- b. Hallar la fuerza que ejerce la bola sobre cada plano. (Dar la respuesta en kgf y en N).



26. Un semáforo se encuentra suspendido por dos cables C_1 y C_2 de masa despreciable que forman un ángulo de $\theta = 150^\circ$ entre sí, como se muestra en la figura a la derecha. Calcular la tensión en cada cable considerando que el semáforo pesa 250 N .

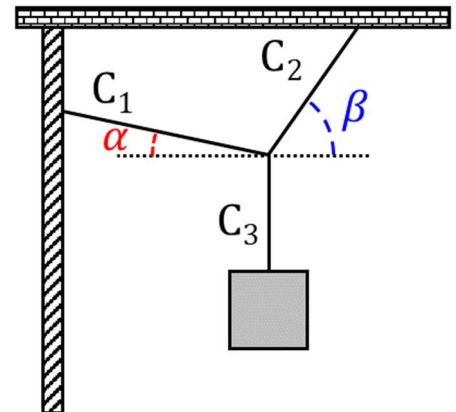


27. Se suspende un bloque de 20 N de peso con tres cuerdas sin peso, como muestra la figura a continuación. La primera cuerda C_1 forma un ángulo de $\theta = 60^\circ$ con la vertical, la segunda C_2 está horizontal y la tercera C_3 vertical. Hallar la magnitud de las tensiones en cada una de ellas.



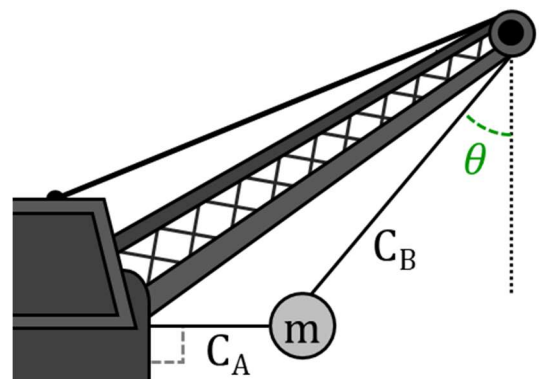
28. Se suspende un objeto puntual de masa $m = 1,4\text{ kg}$, del techo y a la pared por medio de las cuerdas (C_1 , C_2 y C_3) de masa despreciable como se muestra en la figura. Si los ángulos son de $\alpha = 12^\circ$ y de $\beta = 55^\circ$:

- Realizar los diagramas de cuerpo aislado.
- determinar la tensión en cada cuerda.
- determinar la fuerza que se ejerce sobre el techo y sobre la pared

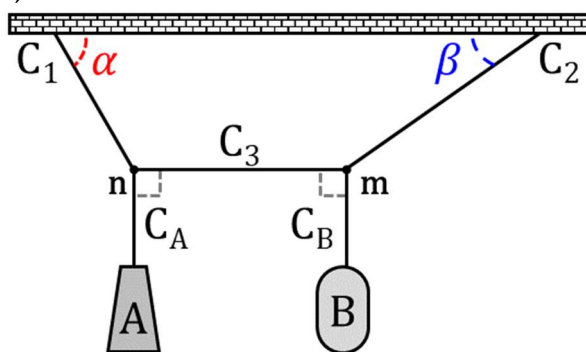


29. Una gran bola para demolición de masa $m = 4090\text{ kg}$ está sujeta por dos cables de acero ligeros. Uno de ellos C_A está horizontal y C_B forma un ángulo de $\theta = 40^\circ$ con la vertical, como se muestra en la figura.

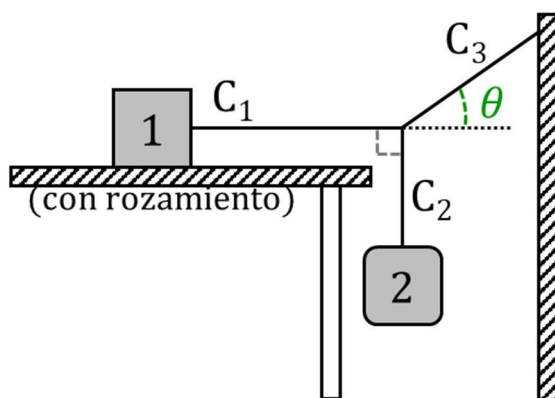
- Realizar un diagrama de cuerpo libre de la bola, indicando claramente los pares de acción-reacción.
- Calcular la tensión en el cable C_B .
- Calcular la tensión en el cable C_A .



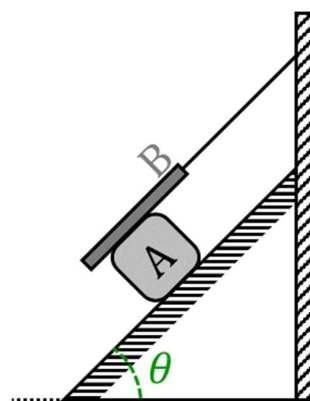
30. Determinar el valor de la masa del cuerpo B para que el sistema de la figura se encuentre en equilibrio estático, sabiendo que el cuerpo A pesa 50 N y los ángulos son $\alpha = 60^\circ$ y $\beta = 30^\circ$. Asimismo, obtener los valores de la tensión en cada una de las cuerdas.



31. Calcular la masa máxima del bloque 2 que mantenga el equilibrio estático en el sistema de la figura, sabiendo que el coeficiente de rozamiento estático entre el bloque 1 de masa $m_1 = 5\text{ kg}$ y la mesa es de $\mu_e = 0,25$, y que el ángulo de la cuerda C_3 con la horizontal es $\theta = 35^\circ$.



32. El bloque A de masa $3m$, resbala con velocidad constante bajando por un plano inclinado un ángulo de $\theta = 36,9^\circ$, mientras la tabla B de masa m descansa sobre A, estando sujeta con una cuerda paralela al plano inclinado como muestra la figura.
- Realizar un diagrama de cuerpo libre para A y para B indicando claramente en cada uno los pares de acción-reacción.
 - Si el coeficiente de rozamiento cinética es igual entre A y B, y entre el plano inclinado y A, determinar su valor.
 - Calcular además la tensión en la cuerda que sujeta la tabla B con la pared.



Cuadernillo de Laboratorio

Como elaborar un Informe

Un informe es un escrito que se realiza para comunicar/transmitir una situación o de algo sobre lo que se está investigando o experimentando. Un informe en el ámbito de laboratorio de Física (informe científico) tiene como objetivo explícito poder poner en claro una experiencia realizada, lo que conlleva el detalle del porque se realizó, qué se empleó y qué se pudo obtener.

Es entonces fundamental tener en cuenta que debe ser elaborado con un lenguaje claro, preciso, concreto y objetivo. Concretamente, un informe debe tener con la siguiente estructura:

- **Título:** donde se explicita lo realizado en el laboratorio.
- **Objetivo:** se establece que se quiere obtener en la experiencia de laboratorio.
- **Introducción:** se detalla el marco teórico que sustenta la realización de dicha experiencia.
- **Materiales:** se listan los elementos utilizados en la realización del experimento.
- **Resultados:** se presentan los valores/datos obtenidos, empleando: tablas, gráficos, esquemas, etc.
- **Conclusión:** se responde a las preguntas ¿qué se encontró?, ¿coincide con los objetivos? y ¿qué surge de lo hallado?
- **Cálculos auxiliares:** se detallan los pasos seguidos al realizar cálculos matemáticos y propagaciones de errores para la expresión correcta de las mediciones efectuadas.

Software de gráficas: SciDAVis

El software **SciDAVis** es una aplicación interactiva gratuita para el análisis y visualización de datos científicos (su nombre proviene de las siglas para: Scientific Data Analysis and Visualization), que se ejecuta en GNU / Linux, Windows y MacOS X. Se puede obtener en: <http://scidavis.sourceforge.net/>

Según sus creadores, **SciDAVis** combina una curva de aprendizaje poco profunda y una interfaz gráfica de usuario intuitiva y fácil de usar con potentes funciones como capacidad de escritura y extensibilidad.

Un breve resumen de lo que **SciDAVis** puede hacer:

- tablas (datos 2D), matrices (datos 3D), gráficos (2D o 3D) y notas (texto o scripts) se recopilan en un proyecto y se pueden organizar utilizando carpetas. Los datos para tablas o matrices se pueden ingresar directamente o importar desde archivos ASCII.
 - muchas operaciones de análisis integradas como estadísticas de columna/fila, convolución (y deconvolución), FFT y filtros basados en FFT.
 - ajustar funciones lineales y no lineales a los datos, incluida la conexión multi-pico (multi-peak fitting).
 - gráficos 2D de calidad de publicación de distintos tipos, incluidos símbolos/líneas, barras y gráficos de torta que se pueden exportar en varios formatos (JPG, PNG, EPS, PDF, SVG).
 - gráficos 3D interactivos con exportación a una variedad de formatos (incluidos EPS y PDF).
- Se encuentra disponible en el transparente virtual un instructivo de instalación y uso de éste software.

Materiales que debe traer el alumno

- Cuaderno de Laboratorio Individual (se recomienda con hojas cuadriculadas)
- Calculadora científica (puede ser en el celular)
- Regla graduada
- Cronómetro (puede ser en el celular)
- Propipeta
- Guardapolvo (opcional)
- Rollo de papel absorbente (al menos 1 por grupo de trabajo)

Trabajo Práctico N°1: Mediciones Directas e Indirectas

Objetivos de aprendizaje

- Familiarizarse con instrumentos de medición habituales y que poseen Vernier.
- Medir magnitudes físicas de diferentes objetos en forma directa e indirecta.
- Expresar correctamente los valores obtenidos para distintas magnitudes físicas.
- Evaluar las incertezas involucradas en cada medición.

Introducción

En este trabajo de laboratorio se miden distintas magnitudes físicas, específicamente: longitud, área, volumen, masa, densidad, tiempo, temperatura. Dichas mediciones se realizan tanto de manera directa como indirecta.

Vale recordar que una medición es directa, cuando se dispone de un instrumento de medida que obtiene una magnitud comparando la variable a medir con una de la misma naturaleza física (patrón). Ahora bien, existen variables que no se pueden medir por comparación directa (con patrones de la misma naturaleza) ya sea porque el valor a medir es muy grande, muy pequeño o depende de obstáculos de otra naturaleza, entonces se realiza una medición indirecta mediante la medición de una variable con la cual se puede calcular otra variable distinta que es la de interés.

Mediciones con Calibre

El calibre es un instrumento utilizado para medir dimensiones de objetos relativamente pequeños, desde centímetros hasta fracciones de milímetros. El mismo consta de una pequeña reglilla de graduación auxiliar, denominada vernier móvil, que se desliza sobre la escala fija del calibre, como se muestra a continuación:

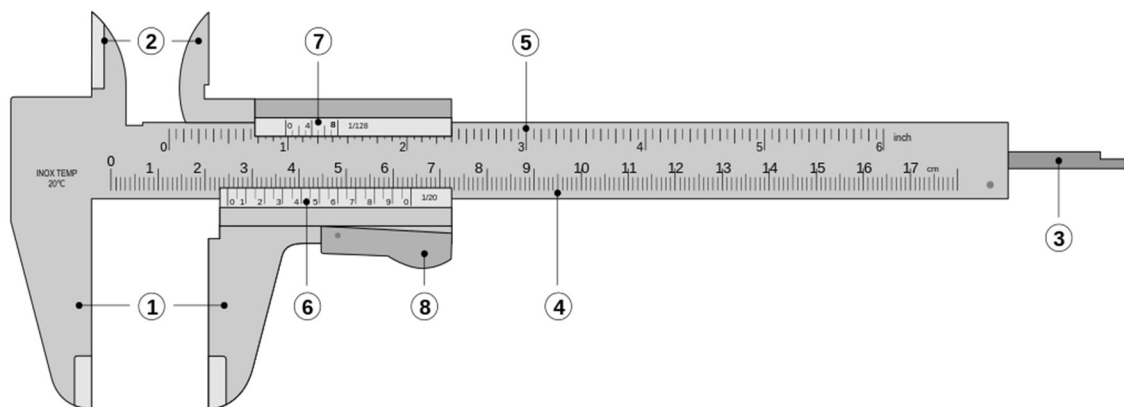


Figura 3. Calibre sus elementos conformantes enumerados.

En la Figura 3 se pueden apreciar los elementos que conforman un calibre:

- | | |
|--|---|
| (1) cabezales para mediciones externas | (5) escala fija en pulgadas |
| (2) cabezales para mediciones internas | (6) vernier móvil (de mm) |
| (3) sonda de profundidad | (7) vernier móvil (de pulgadas) |
| (4) escala fija en mm | (8) retenedor (bloquea/libera el vernier móvil) |

Cuando se hace coincidir el cero de la escala fija con el cero del vernier móvil, se observa que la longitud del intervalo que contiene n divisiones de la escala fija, corresponde a N divisiones del

vernier. Llamando D al valor de la menor división de la escala fija (generalmente 1 mm) y d al valor de la menor división de la escala móvil se tiene:

$$n \cdot D = N \cdot d \Rightarrow d = n \cdot \frac{D}{N} \quad (8)$$

Entonces, el menor valor posible de ser medido con el vernier, su **apreciación A** , será por lo tanto el valor de una división de la escala fija dividido por el número total de divisiones de la escala móvil:

$$A = \frac{D}{N} \quad (9)$$

Se considera al error absoluto de una medición con calibre como igual a su apreciación.

Para realizar una medición con el calibre se siguen los siguientes pasos:

- Se toma el calibre que se va a emplear en la medición y se registra su apreciación. En el caso de la Figura 4.a) se observan 20 divisiones en el vernier móvil, entonces

$$A = 1\text{ mm}/20 = 0,05\text{ mm}$$

- Se separan los cabezales correspondientes a la medición que se va a realizar. En la Figura 4.b) se realiza una medición externa, por ser del ancho de la tuerca.

- Se ajustan los cabezales al objeto que se desea medir. En el ejemplo se ajustan al ancho de la tuerca, que denominaremos " α ".

- Se observa donde se encuentra el 0 del vernier móvil, este indica la medición. En la Figura 4.d) el 0 está pasando los $2,4\text{ cm}$, o sea que la tuerca mide una cantidad α' más de ese valor.

$$\alpha' = 2,4\text{ cm} + \alpha$$

- Se busca cual de las líneas del vernier móvil coincide con una de la escala fija. Una vez elegida se cuentan cuantas divisiones son n y se la multiplica por la apreciación A , y éste valor se le suma a aquel obtenido en el paso anterior. En la Figura 4.e), resultaría

$$\alpha = n \cdot A = 14 \cdot 0,05\text{ mm}$$

$$\alpha = 0,7\text{ mm}$$

El valor del ancho resulta

$$\alpha' = 2,4\text{ cm} + 0,7\text{ mm}$$

$$\alpha' = 2,47\text{ cm}$$

- Se expresa correctamente la medición. El error absoluto de una medición con calibre es igual a su apreciación, en el ejemplo

$$\Delta\alpha = A = 0,05\text{ mm} = 0,005\text{ cm}$$

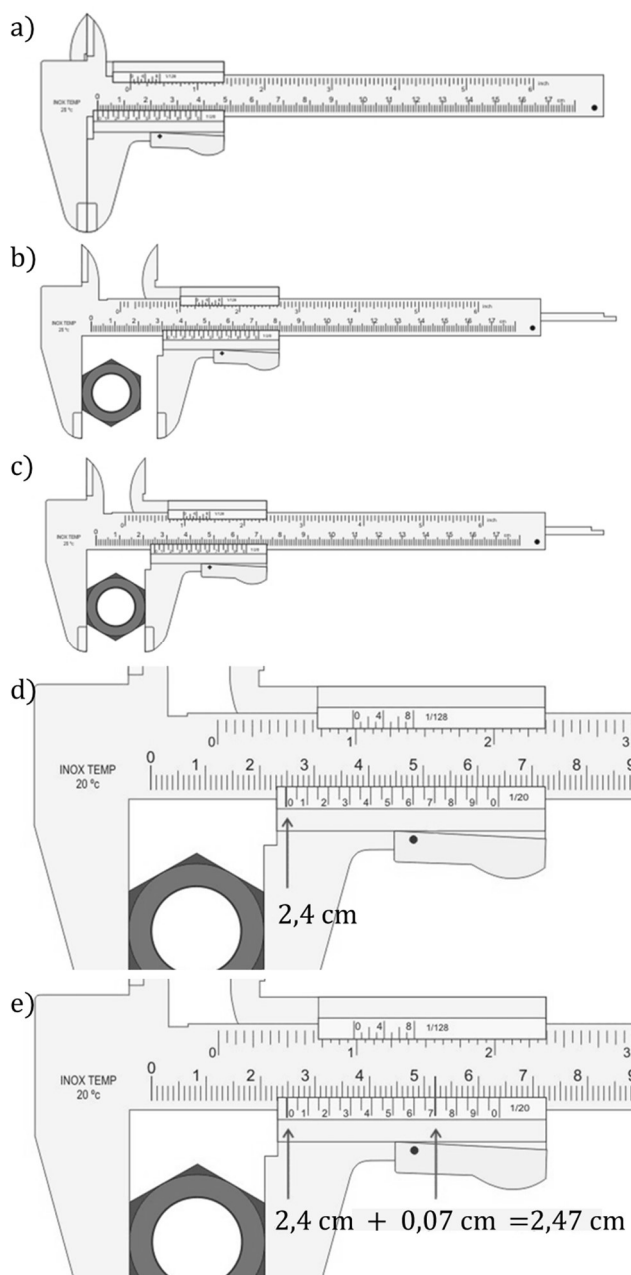


Figura 4. Como medir con calibre, paso a paso.

Entonces, la medición del ancho a de la tuerca resulta

$$a = (2,470 \pm 0,005) \text{ cm} \quad (10)$$

Desarrollo del TP

En el presente trabajo se emplean distintos objetos (triángulo, cilindro, esferas, block de hojas, tuerca) para realizar mediciones de sus magnitudes físicas de manera directa y también indirecta.

Materiales

- Regla milimetrada.
- Calibre.
- Balanza.
- Termómetro.
- Computadora.
- Distintos objetos: triángulo plástico, cilindro metálico, esferas (metálica y plástica), block de hojas, tuerca.

Experiencias

A) Mediciones Directas

- Determinar las dimensiones explicitadas a continuación utilizando una balanza, una regla milimetrada y un calibre. Informarlas correctamente empleando la ecuación (7) de
- Teoría de Errores y la ecuación (10) de la Introducción.
 - longitud de los lados y la altura del triángulo plástico (2D).
 - diámetro, la altura y masa del cilindro metálico.
 - diámetro de la esfera metálica.
 - masa de 10 esferas plásticas.
 - espesor de un cuadernillo (sin las tapas); contar el número de hojas.
 - diámetro interno de la tuerca.
- Calcular el error relativo para cada medición.
- Comparar las mediciones realizadas con regla y con calibre.
- Medir la temperatura ambiental utilizando un termómetro.

B) Mediciones Indirectas

- Con las mediciones realizadas en el punto (A), calcular e informar correctamente las siguientes magnitudes:
 - superficie y perímetro del triángulo plástico.
 - densidad del cilindro metálico.
 - volumen de la esfera metálica.
 - espesor de una hoja.
 - masa de una esfera plástica.
- Calcular el error relativo para cada medición.
- Comparar las mediciones realizadas con regla y con calibre.

Observación: en todos los casos, analizar las incertezas de las mediciones y relacionarlas con la precisión del instrumento de medición utilizado y/o con el método de medición.

Trabajo Práctico N°2: Cinemática

- PARA REALIZAR ESTE TRABAJO EN EL LABORATORIO, DEBERÁN TRAER DESCARGADO EN SU CELULAR LA APLICACIÓN “*SPARKvue*”
 - <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.isbx.pasco.Spark>
 - La instalación requiere de cierto tiempo, por lo que pedimos que lo hagan antes de venir al laboratorio en un lugar con buena señal.
- PARA REALIZAR EL INFORME DE ESTE TRABAJO, DEBERÁN UTILIZAR EL SOFTWARE “*SciDAVis*” EN SU COMPUTADORA
 - <https://sourceforge.net/projects/scidavis>
 - Esta es una aplicación multiplataforma gratuita y de código abierto para el análisis y visualización de datos científicos.
 - Si bien no es necesario que traigan su computadora, la utilización de la aplicación es obligatoria por lo que se recomienda instalarla previamente por si surgen dudas.
- LOS DATOS TOMADOS EN ESTE LABORATORIO SE EMPLEARÁN TAMBIÉN EN EL LABORATORIO SIGUIENTE

Objetivos de aprendizaje

- Interiorizarse con la importancia de los sistemas de referencia.
- Familiarizarse con los conceptos de MRU y MRUV.
- Medir magnitudes físicas que identifican dichos movimientos.
- Realizar ajustes lineales y cuadráticos a tablas de datos.
- Expresar correctamente las funciones del ajuste.
- Describir correctamente los movimientos.

Introducción

La cinemática describe el movimiento de los objetos sin considerar las causas que lo producen, limitándose así al estudio de la trayectoria en función del tiempo. Utiliza entonces, velocidades y aceleraciones que permiten describir cómo cambia la posición en función del tiempo.

En cinemática se llama movimiento rectilíneo a aquel que tiene una partícula que se mueve en línea recta, pues su posición está descrita por una sola coordenada, por ejemplo:

$$\vec{r}(t) = x(t) \vec{i} \quad (11)$$

Dentro de la familia de movimientos rectilíneos, podemos distinguir uno particular en el cual la partícula que se mueve en línea recta lo hace a velocidad constante, entonces no posee aceleración, a este se lo denomina **movimiento rectilíneo uniforme (MRU)**. Así, si el movimiento es a lo largo del eje x :

$$a_x = \frac{dv_x(t)}{dt} = 0 \quad (12)$$

$$v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = v_x \text{ (constante)} \quad (13)$$

$$x(t) = x_0 + v_x \cdot t \quad (14)$$

donde x_0 representa la posición inicial de la partícula.

Sin embargo, cuando la partícula que se mueve en línea recta varía su velocidad linealmente, posee una aceleración constante pero distinta de la nula. A este movimiento lo denominamos **movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV)**, y se caracteriza por:

$$a_x(t) = \frac{dv_x(t)}{dt} = a_x \text{ (constante)} \quad (15)$$

$$v_x(t) = \frac{dx(t)}{dt} = a_x \cdot t + v_{0x} \quad (16)$$

$$x(t) = x_0 + v_{0x} \cdot t + \frac{1}{2} a_x \cdot t^2 \quad (17)$$

Características del carrito

En la parte superior del carrito se encuentra graficado un sistema de ejes cartesianos. Además, las ruedas están montadas sobre rulemanes que permiten que el desplazamiento presente rozamiento despreciable.

A su vez, el carrito tiene varios sensores y las mediciones que realiza se transmiten por bluetooth al software **SPARKvue**. Uno de los sensores, ubicado sobre el eje de las ruedas, mide el desplazamiento en el eje paralelo al riel (que denominaremos eje X). Otro sensor se encuentra en el interior del carrito y mide la fuerza aplicada sobre el punto de inserción (A). En uno de los extremos tiene un émbolo con resorte (B), que sirve como disparador. El disparador tiene 3 puntos de carga. (Ver Figura 5)

Mediante el sensor que está montado sobre el eje de las ruedas, registraremos la posición en función del tiempo del carrito en un movimiento ascendente y luego descendente sobre el riel inclinado.



Figura 5. Carrito Pasco Smart Car.



Figura 6. Carrito sobre riel.

Acerca de **SPARKvue**

- Descargar la aplicación **SPARKvue** en el celular (asegurarse que el bluetooth esté encendido):

<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.isbx.pasco.Spark>

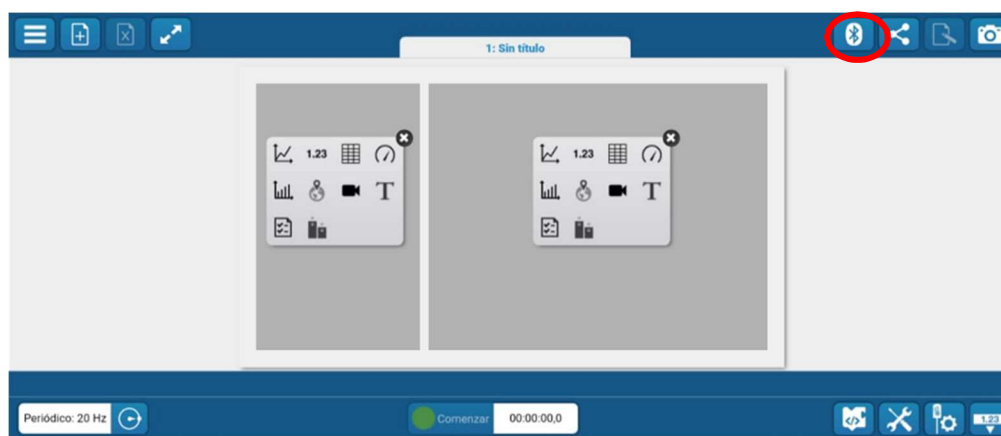
- a. En la pantalla principal de la aplicación **SPARKvue** elige la opción “Crea un nuevo experimento”



- b. Elige un diseño (la aplicación es muy similar al Power Point; se sugiere elegir el diseño que contiene una hoja)

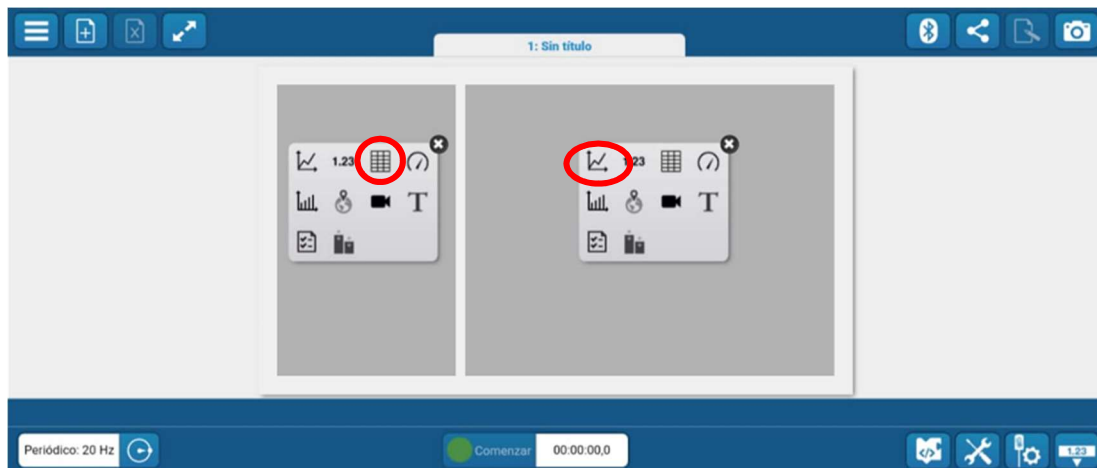


- c. Selecciona el ícono que representa a la vía por Bluetooth.



- d. Selecciona el carrito con el código correspondiente a tu grupo. Hay dos carros, cada uno tiene asignado un código diferente. (ANOTAR EL CÓDIGO DEL CARRITO USADO)

- e. En la pantalla del diseño, a la izquierda seleccionar una tabla que muestre los datos observados para cada gráfica. Y a la derecha el gráfico.

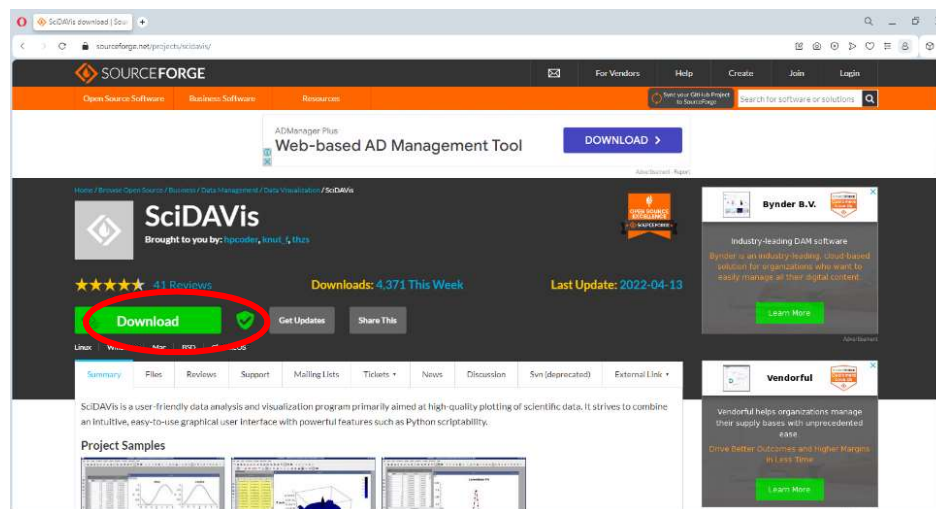


- f. En la tabla establece en la ventana los datos a visualizar: haciendo clic en la parte título de cada columna seleccionar en la primera el tiempo " t (s)" y en la segunda la posición " x (m)".
- g. En la gráfica establece los datos a visualizar: haciendo clic en título del eje horizontal seleccionar el tiempo " t (s)" y en título del eje vertical la posición " x (m)".

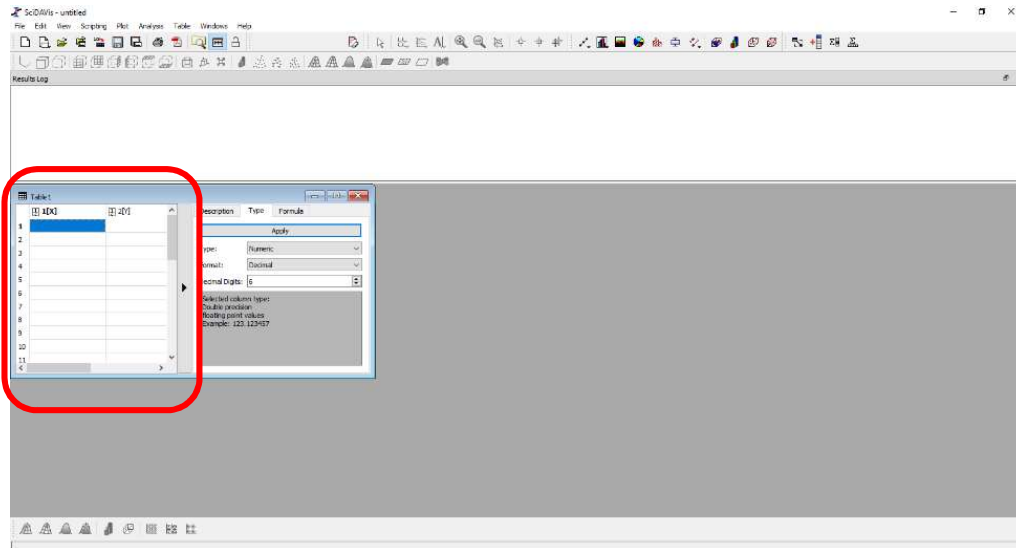
Acerca de SciDAVis

- Descargar el software **SciDAVis** en la computadora:

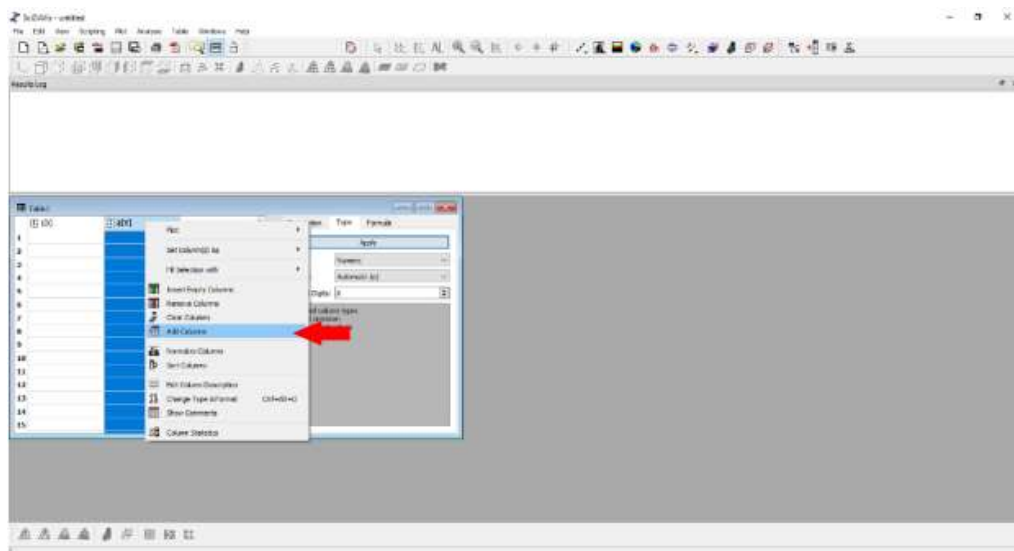
<https://sourceforge.net/projects/scidavis>



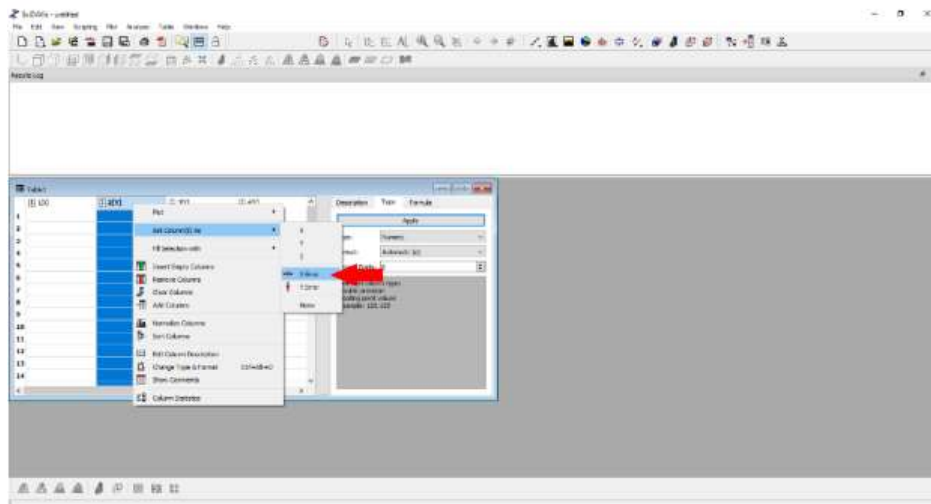
- a. Abrir el programa. Tiene un aspecto similar a una hoja de cálculos.



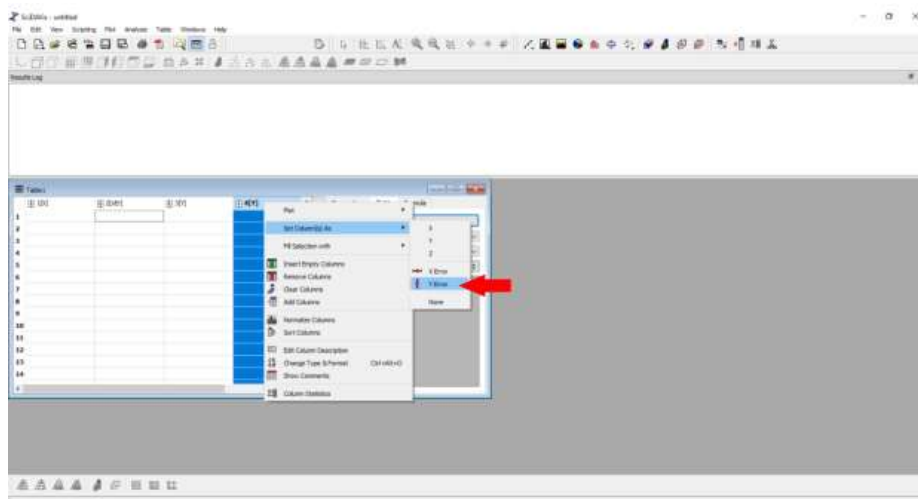
- b. Agregar columnas para los errores: esto se logra con un clic derecho sobre el título de una columna y seleccionando la opción "Add Columns". Es necesario hacerlo dos veces, para tener una columna con el error de la variable independiente t y otra con el error de la variable dependiente x .



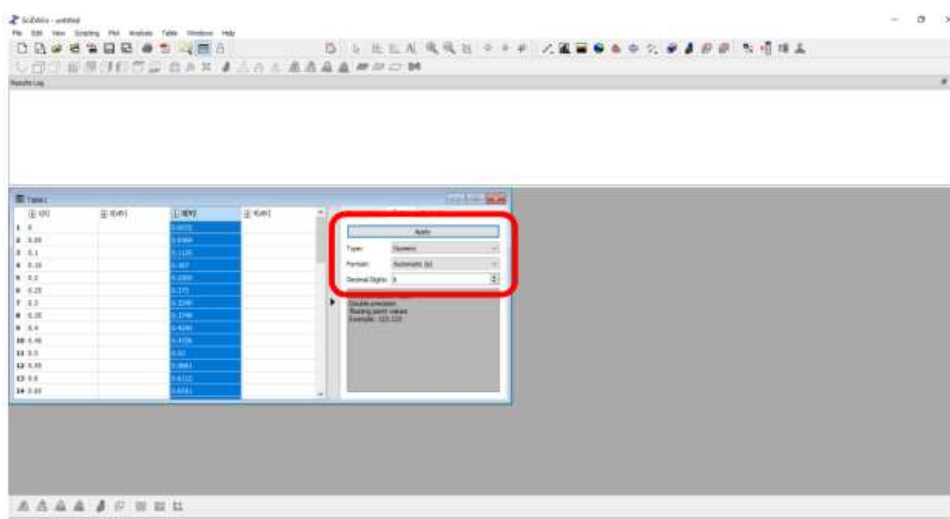
- c. Asignar la columna de error en el tiempo: para ello hacer clic derecho sobre el título de la columna con el error de la variable independiente, seleccionar la opción "Set Column(s) As" y luego la "X Error"



- d. *Asignar la columna de error en la posición: para ello hacer clic derecho sobre el título de la columna con el error de la variable dependiente, seleccionar la opción "Set Column(s) As" y luego la "Y Error"*

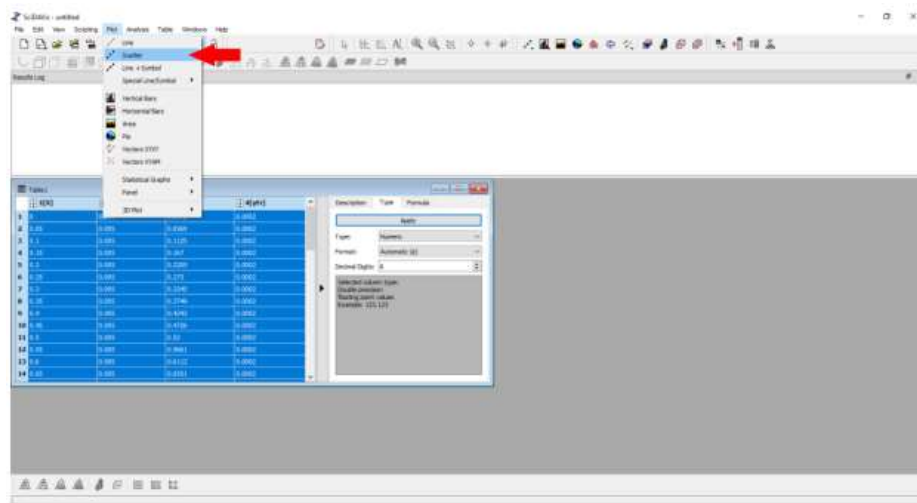


- e. *Pegar la lista de datos del tiempo medida con la aplicación **SPARKvue** en la primera columna, y la lista de datos de la posición en la tercera. Asegurarse que la configuración de los datos sea correcta (tener precaución con el formato decimal: si utiliza punto o coma)).*

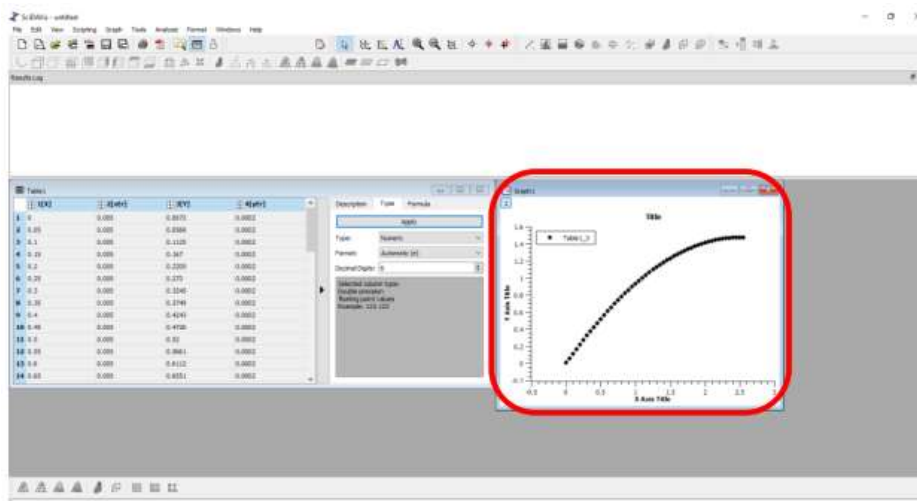


- f. *Completar la segunda columna con el error de medición en el tiempo y la cuarta con el error de medición en la posición*

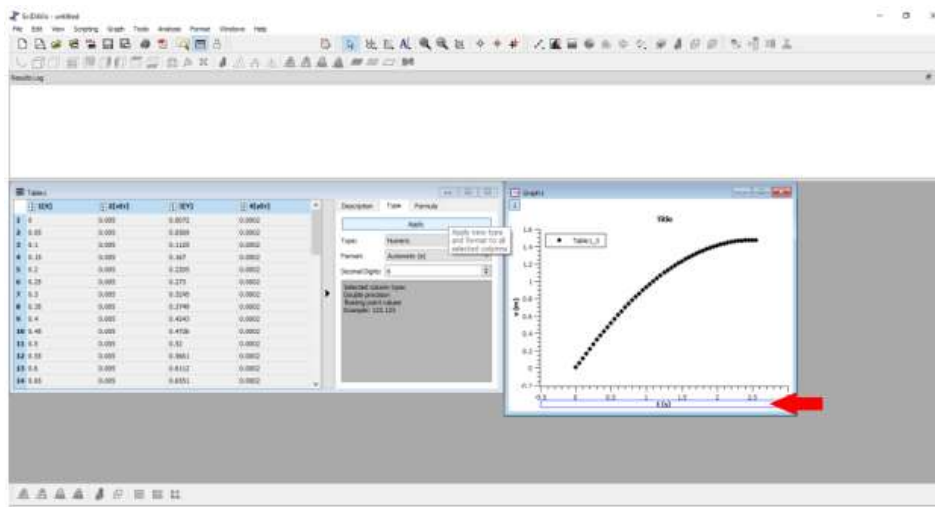
- g. Seleccionando las cuatro columnas presionar la pestaña "Plot" y seleccionar la opción de "Scatter".



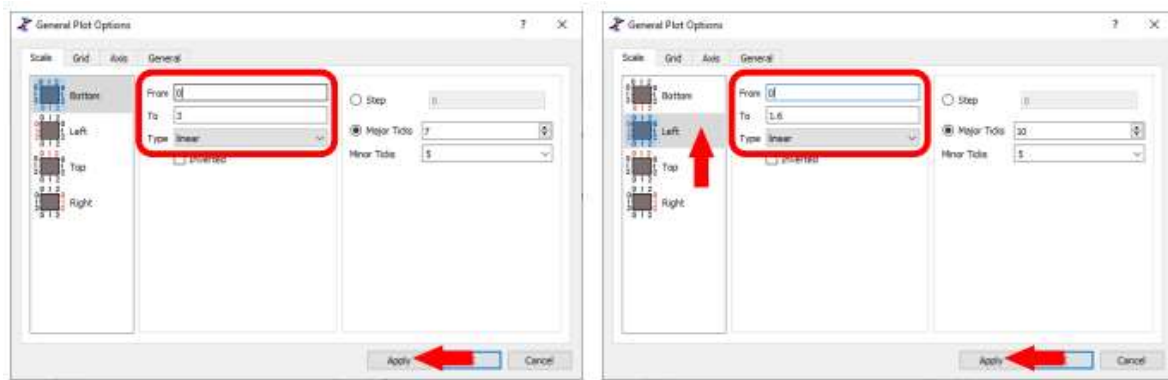
- h. Aparecerá el grafico al costado de la tabla.



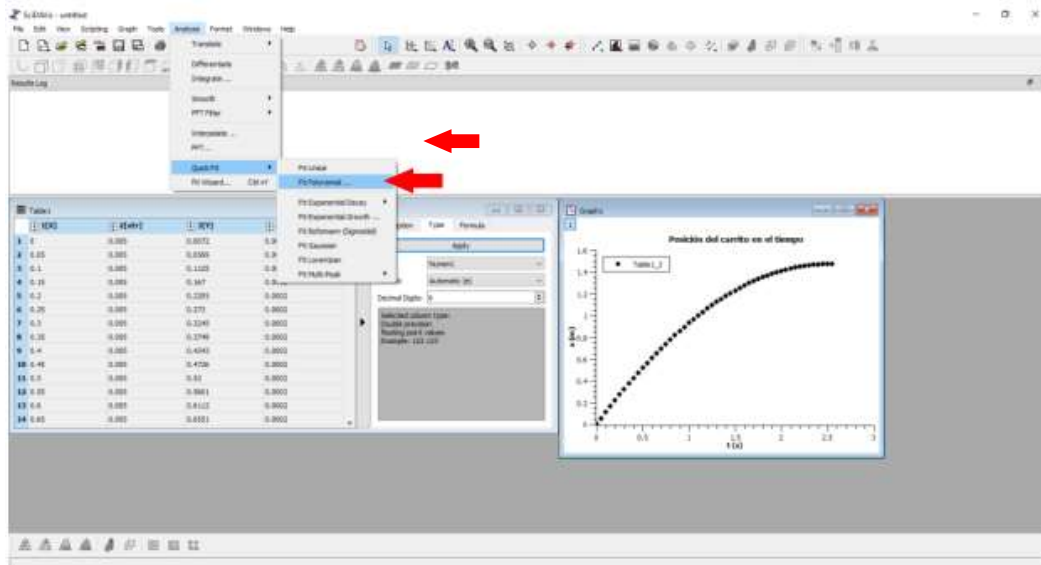
- i. Cambiar el título y los nombres de los ejes haciendo doble click sobre los mismos.



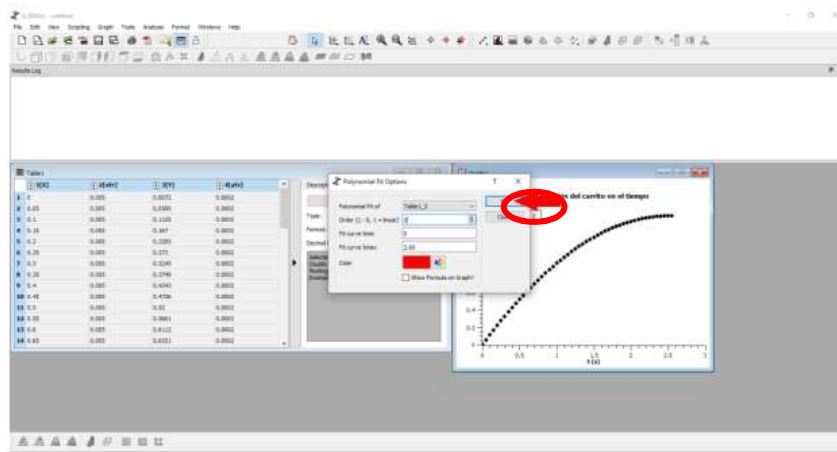
- j. Ajustar la escala de cada eje haciendo click sobre los números de la escala horizontal. En la ventana seleccionar el comienzo y final (los valores dependerán del tiempo de medición y la posición máxima alcanzada) "Apply". Cambiar a la escala vertical haciendo click en "Left".



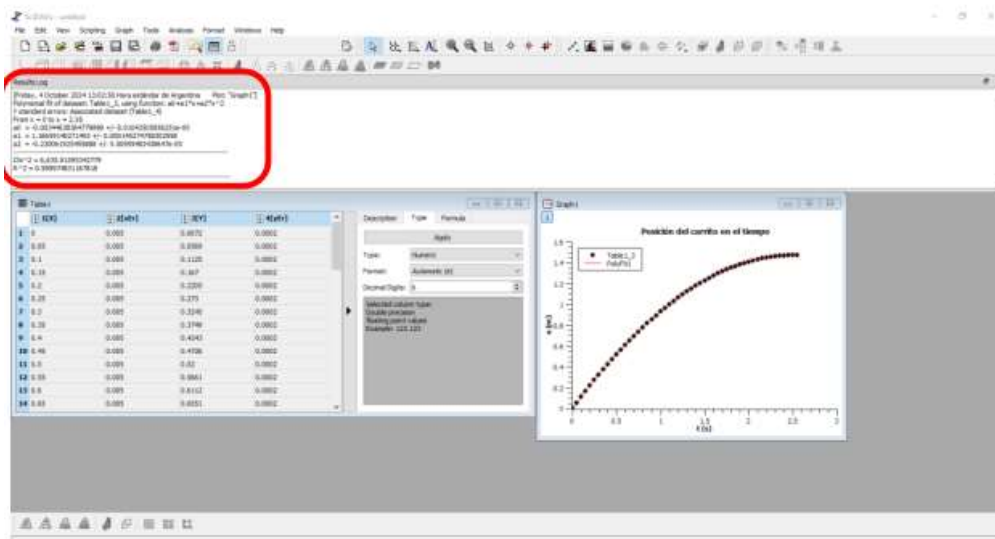
- k. Con el gráfico aún seleccionado se puede realizar un ajuste a los datos de acuerdo a lo que se planteó. Para ello presionar la pestaña "Analysis" y seleccionar el menú "Quick Fit" y allí la opción de "Fit Polynomial".



- l. Corroborar el orden del ajuste a realizar: para una función lineal "Order = 1" y para una función cuadrática "Order = 2" (como es el caso del ejemplo). Y también corroborar los valores mínimo y máximo de la variable independiente.



- m. En la ventana de la parte de superior denominada "Results Log" se encuentran los datos del ajuste. Entre ellos la función que se usó para ajustar, las constantes del ajuste, y los valores de χ^2 y R^2 .



Desarrollo del TP

En este trabajo práctico se emplea el carrito PASCO Smart Car sobre un riel de rozamiento despreciable, y la aplicación **SparkVue**, para realizar mediciones de distintos movimientos en una dimensión.

Materiales

- Carrito Pasco Smart Car
- Riel
- Aplicación **SPARKvue**
- Taco de madera

Experiencias

A) Primera Experiencia

- Colocar el riel horizontalmente sobre la mesa. Ubicar el carrito en uno de los extremos del riel. Desde el software **SPARKvue** activar el sensor para iniciar la medición. Lanzar el carrito suavemente. Finalizar la medición antes de que el carrito abandone el riel.
- Realizar un esquema de la situación que se plantea.
- Realizar diagrama de cuerpo libre del carrito.
- De lo presentado en pantalla de la aplicación respecto a la posición en función del tiempo, registrar:
 - ¿Qué función matemática describen estos puntos?
 - ¿Qué tipo de movimiento lleva el carrito?
 - La posición inicial del carrito, es decir, x_0 .
 - El mayor valor de x en función de t , es decir, x_{max} (el x máximo).
- Con la tabla de datos realizar una gráfica de x vs. t con el software **SciDAVis**.
 - Tener en cuenta que, según el fabricante, la **incerteza** para la **posición** es de $0,0002 \text{ m}$.
 - Considerar para el **tiempo** una **incerteza** de $0,005 \text{ s}$.
- Sobre la gráfica en **SciDAVis** realizar un ajuste mediante una función lineal.
 - Registrar los valores de las dos constantes del ajuste con sus respectivos errores.
 - ¿Qué representa cada una de las constantes?
 - Expresar correctamente la medición de estas dos constantes.

- Anotar el valor del coeficiente de determinación R^2 (mide lo bien que un modelo lineal se ajusta a los datos reales, mejor ajuste $R^2 \approx 1$).
- Con la función del ajuste de gráfica de x vs. t
 - Encontrar la función matemática de la velocidad en función del tiempo, $v_x(t)$.
 - Realizar una gráfica de v_x vs. t con el software **SciDAVis**. (pedir derivada de la función anterior)
- Con la función del ajuste de gráfica de v vs. t
 - Encontrar la función matemática de la aceleración en función del tiempo, $a_x(t)$.
 - Realizar una gráfica de a_x vs. t con el software **SciDAVis**. (graficar la constante $a = 0$)

B) Segunda Experiencia

- Colocar el taco de madera debajo del riel para formar una rampa. Ubicar el carrito en la parte inferior de la rampa. Desde el software **SPARKvue** activar el sensor para iniciar la medición. Lanzar el carrito hacia arriba. Finalizar la medición antes de que el carrito comience su descenso.
- Realizar un esquema de la situación que se plantea.
- Realizar diagrama de cuerpo libre del carrito durante su ascenso.
- De lo presentado en pantalla de la aplicación respecto a la posición en función del tiempo, registrar:
 - ¿Qué función matemática describen estos puntos?
 - ¿Qué tipo de movimiento lleva el carrito?
 - La posición inicial del carrito, es decir, x_0 .
 - El mayor valor de x en función de t , es decir, x_{max} (el x máximo).
- Con la tabla de datos realizar una gráfica de x vs. t con el software **SciDAVis**.
 - Tener en cuenta que, según el fabricante, la **incerteza** para la **posición** es de 0,0002 m.
 - Considerar para el **tiempo** una **incerteza** de 0,005 s.
- Sobre la gráfica en **SciDAVis** realizar un ajuste mediante una función cuadrática.
 - Registrar los valores de las tres constantes del ajuste con sus respectivos errores.
 - ¿Qué representa cada una de las constantes?
 - Expresar correctamente la medición de estas tres constantes.
 - Anotar el valor del coeficiente de determinación R^2 (mide lo bien que un modelo cuadrático se ajusta a los datos reales, mejor ajuste R^2 es más cercano a 1).
- Con la función del ajuste de gráfica de x vs. t
 - Encontrar la función matemática de la velocidad en función del tiempo, $v_x(t)$.
 - Realizar una gráfica de v_x vs. t con el software SciDAVis. (pedir al programa que haga la derivada de la gráfica)
- Con la función del ajuste de gráfica de v vs. t
 - Encontrar la función matemática de la aceleración en función del tiempo, $a_x(t)$.
 - Usando los tiempos registrados en la tabla de datos, calcular la aceleración en cada uno de ellos.
 - Realizar una gráfica de a_x vs. t con el software SciDAVis. (graficar la constante $a = 2 A_2$)

Modelos de Informes

Informe Mediciones Directas e Indirectas

Comisión: _____ Fecha: _____

Integrantes del grupo: Apellido, Nombre y Legajo

Objetivos

Introducción

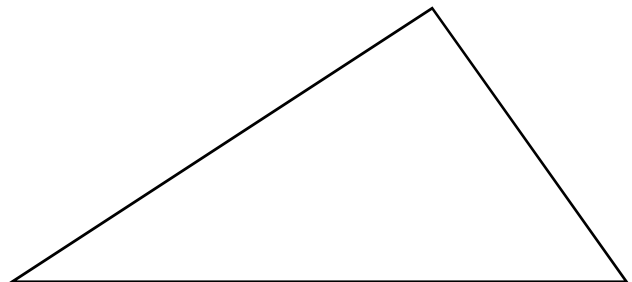
Resultados:

Mediciones Directas

Mediciones realizadas con regla milimetrada y calibre

Se determinaron las dimensiones de los objetos explicitadas a continuación para informarlas correctamente en las tablas:

- Longitud de los lados A, B y C y la altura h del triángulo plástico (indicadas en la figura).
- Diámetro y altura del cilindro metálico.
- Diámetro de la esfera metálica.
- Espesor de un cuadernillo (sin las tapas); cantidad de hojas: ____
- Diámetro interno de la tuerca.



Se calculó el error relativo para cada medición y se compararon las mediciones realizadas con ambos instrumentos.

	Regla milimetrada $\Delta X =$			Calibre $\Delta X =$		
	X' unid	$(X' \pm \Delta X)$ unid	$E_{r\%}$	X' unid	$(X' \pm \Delta X)$ unid	$E_{r\%}$
Lado A del triángulo						
Lado B del triángulo						
Lado C del triángulo						
Altura del triángulo						
Diámetro del cilindro						
Altura del cilindro						
Diámetro de la esfera						
Espesor del cuadernillo: ___ hojas						
Diámetro interno de la tuerca						

Mediciones realizadas con balanza

Se empleó para determinar:

- La masa del cilindro metálico.
- La masa de 10 esferas plásticas idénticas.

Se calculó el error relativo para cada medición.

	Balanza $\Delta X =$		
	X' unid	$(X' \pm \Delta X)$ unid	$E_{r\%}$
Masa del cilindro			
Masa de ___ esferas plásticas			

Medición realizada con el termómetro

Se utilizó para establecer la temperatura ambiental.

	Termómetro $\Delta X =$		
	X' unid	$(X' \pm \Delta X)$ unid	$E_r\%$
Temperatura ambiente			

Mediciones Indirectas

Con las mediciones realizadas de manera directa se calculó e informó correctamente las siguientes magnitudes:

- Superficie y perímetro del triángulo plástico.
- Densidad del cilindro metálico.
- Volumen de la esfera metálica.
- Espesor de una hoja.
- Masa de una esfera plástica.

Se calculó el error relativo para cada medición y se compararon las mediciones realizadas con ambos instrumentos.

Mediciones realizadas con regla milimetrada y calibre

	Regla milimetrada				Calibre			
	X' unid	ΔX unid	$(X' \pm \Delta X)$ unid	$E_r\%$	X' unid	ΔX unid	$(X' \pm \Delta X)$ unid	$E_r\%$
Perímetro del triángulo								
Superficie del triángulo								
Densidad del cilindro								
Volumen de la esfera								
Espesor de una hoja								

Mediciones realizadas con balanza

	Balanza			
	X' unid	ΔX unid	$(X' \pm \Delta X)$ unid	$E_r\%$
Masa de una esfera plástica				

Conclusiones

Preguntas guía para las conclusiones:

¿Cuál fue la medición más precisa?

¿En qué situación será más conveniente medir con regla que con calibre?

¿Se podría mejorar alguna de las mediciones? ¿De qué manera?

Comparar tus mediciones con las del resto de tus compañeros y compañeras de la mesa.

Cálculos Auxiliares

Informe Cinemática

Comisión: _____

Fecha: _____

Integrantes del grupo: Apellido, Nombre y Legajo

Objetivos

Introducción

Esquema de las situaciones planteadas

Primera Experiencia	Segunda Experiencia

Resultados:

Primera Experiencia:

Diagrama de cuerpo libre

Gráfica de la posición en función del tiempo:

Regresión lineal sobre la gráfica de la posición en función del tiempo: $x(t) = A_0 + A_1 \cdot t$ donde

$A_0 = (\quad \pm \quad)$ representa

$A_1 = (\quad \pm \quad)$ representa

cuyo coeficiente de determinación $R^2 =$

La **velocidad** en función del tiempo es:

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} =$$

Gráfica de la velocidad en función del tiempo:

La **aceleración** es:

$$a(t) = \frac{d^2 x(t)}{dt^2} =$$

Gráfica de la aceleración en función del tiempo:

Segunda Experiencia:

Diagrama de cuerpo libre

Gráfica de la posición en función del tiempo:

Regresión cuadrática sobre la gráfica de posición vs. tiempo: $x(t) = A_0 + A_1 \cdot t + A_2 \cdot t^2$
donde

$A_0 = (\quad \pm \quad)$ representa

$A_1 = (\quad \pm \quad)$ representa

$A_2 = (\quad \pm \quad)$ representa

cuyo coeficiente de determinación $R^2 =$

La **velocidad** en función del tiempo es:

$$v(t) = \frac{dx(t)}{dt} =$$

Gráfica de la velocidad en función del tiempo:

La **aceleración** es:

$$a(t) = \frac{d^2x(t)}{dt^2} =$$

Gráfica de la aceleración en función del tiempo:

Conclusiones

Preguntas guía para las conclusiones:

¿Cuáles son las características de un Movimiento Rectilíneo Uniforme?

¿Cuáles son las características de un Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado?

¿Qué tipo de movimiento realiza el carrito? ¿Por qué?

¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.

[Cálculos Auxiliares](#)