ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA
LABORATORIO DE FÍSICA C

INTRODUCCIÓN GENERAL Y REGLAMENTO DEL LABORATORIO

1. Introducción

El presente documento contiene un conjunto de normas destinadas a facilitar a los estudiantes la realización de experimentos en el Laboratorio de Física C. Estos han sido seleccionados tratando de cubrir en lo posible los temas más relevantes del curso de Física C.

Cada guía de laboratorio está dividida en tres secciones: Introducción, desarrollo del experimento e informe final.

En la Introducción se le entrega una información general sobre el experimento, el objetivo de éste y, cuando es necesario, algunos elementos teóricos básicos que le permitan enfrentar con cierta comodidad el trabajo en el laboratorio.

Existen actividades antes del laboratorio cuyo objetivo es familiarizarlo con algunas ideas, conceptos, criterios, etc., relativos al experimento, que le permitan desenvolverse mejor durante el desarrollo del experimento.

En el desarrollo del experimento se le indican los pasos que usted debe seguir para enfrentarse a la situación experimental propuesta. Se le plantean una serie de interrogantes y actividades, cuyo objetivo fundamental es introducirlo "físicamente" en la problemática planteada, de modo que usted no sea un simple receptor pasivo.

2. Informe

Adquisición de datos. Debe incluir tablas con los valores medidos y eventualmente calculados, cuando sea posible.

Cálculos y gráficos. Realizar los cálculos necesarios con la respectiva propagación de error, si existieran varios de un mismo tipo, con poner sólo uno de ejemplo es suficiente.

De ser necesario elabore gráficos con los valores tabulados cuyo estudio sea de interés. En caso de que la gráfica obtenida no sea una recta, idear un cambio de variables (y/o de papel) que permita obtenerla y hacer un nuevo gráfico con el propósito de establecer la relación entre las variables de interés.

Explicar los cálculos y/o gráficos realizados con los valores medidos.

Análisis de resultados. En los gráficos determinar los valores de los parámetros de correlación entre los puntos y su coeficiente de regresión.

Comparar los resultados teóricos con los obtenidos en forma experimental considerando su error.

Discusión y Conclusiones. En esta parte se trata de analizar con mayor profundidad los resultados obtenidos y evaluar lo desarrollado al realizar el experimento en cuanto a:

cumplimiento de objetivos, variables y parámetros que influyeron más significativamente en las incertezas de los resultados e indicar eventuales modificaciones que mejoren el experimento.

3. Reglamento del laboratorio

- Las sesiones de laboratorio se harán según calendarización establecida.
- La asistencia será obligatoria.
- Cada grupo se responsabilizara por el material y deberá devolverlo en el estado en que lo recibió. Si algún alumno produjera daño en algún material, el grupo se responsabilizara por el hecho, reponiéndolo o arreglándolo.
- La evaluación consistirá en 4 partes: prueba de entrada 20%, trabajo en clase 20%, informe 40% y lección de salida 20%.
- Las pruebas de entrada se aplicarán al comienzo de cada sesión (15 minutos) y su contenido será en base a la guía de la práctica y las preguntas de entrada.
- El informe de su trabajo debe realizarlo en la misma sesión de laboratorio. El formato de informe estará en la guía del experimento.
- Las conclusiones y recomendaciones deben ser ***individuales.***
- La lección de salida se tomará al final de la sesión (15 minutos) y su contenido será en base a la práctica realizada.
- Cualquier aspecto no contemplado en el presente reglamento será resuelto por el profesor del laboratorio.

4. Precauciones en el laboratorio

Como en cualquier actividad, en el laboratorio existen riesgos que pueden causar accidentes en caso de no atenderse ciertas medidas de precaución. Estas medidas son acciones de sentido común y que, por lo general, forman parte de normas reguladas.

Procure realizar el trabajo de laboratorio en condiciones de seguridad.

Fuego. Conozca la ubicación del extintor de incendios más cercano a su sitio de trabajo. Averigüe como se utiliza.

Cortes. Lavar la herida con abundante agua. Lavar y desinfectar con agua oxigenada (o alcohol) y cubrir la herida con un apósito protector (o vendas).

Descargas eléctricas. Podría suponerse, a primera vista, que una descarga de 15000 volts tendría peores consecuencias que una de 40 V o de 100 V. No es cierto. La verdadera medida de la descarga es la intensidad de la corriente que atraviesa el cuerpo. Si bien cualquier corriente de intensidad mayor que 0.005 amperes puede producir una descarga entre dolorosa y grave, las corrientes entre 0.1 A y 0.2 A son letales ya que dentro de este rango se produce frecuentemente la fibrilación ventricular del corazón, es decir, el corazón adquiere un ritmo completamente irregular. Por encima de 0.2 A las contracciones musculares son tan violentas, que el corazón puede quedar prácticamente inmóvil con la descarga, y de este modo no aparece la fibrilación ventricular. La descarga generalmente no es fatal si a la víctima se le practica la respiración artificial.

APÉNDICE A

Sistema de unidades

El sistema métrico modernizado es conocido como el Sistema Internacional de Unidades, con la abreviación internacional SI.

Está fundado en siete unidades fundamentales, listadas en la tabla A.1, que por convención son consideradas dimensionalmente independientes. Todas las otras unidades son unidades derivadas, formadas coherentemente multiplicando y dividiendo unidades dentro del sistema sin factores numéricos.

La expresión de múltiplos y submúltiplos de unidades del SI se facilita a través del uso de los prefijos listados en la tabla A.2.

Cantidad base	**Nombre**	**Símbolo**
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Cantidad de materia	mol	mol
Intensidad luminosa	candela	cd

Tabla A. 1: Unidades base del SI.

Es importante enfatizar que cada cantidad física tiene sólo una unidad en el SI, aun cuando esta unidad puede ser expresada en diferentes formas. Lo inverso, no obstante, es falso (por ejemplo, J/K es la unidad de capacidad calorífico y también de entropía). Por tanto es importante no sólo usar la unidad para especificar una cantidad, también se debe indicar cuál es la cantidad medida.

Factor	**Prefijo**	**Símbolo**	**Factor**	**Prefijo**	**Símbolo**
10^{24}	yotta	Y	10^{-1}	deci	d
10^{21}	zetta	Z	10^{-2}	centi	c
10^{18}	exa	E	10^{-3}	mili	m
10^{15}	peta	P	10^{-6}	micro	µ
10^{12}	tera	T	10^{-9}	nano	n
10^{9}	giga	G	10^{-12}	pico	p
10^{6}	mega	M	10^{-15}	femto	f
103	kilo	k	10^{-18}	atto	a
102	hecto	h	10^{-21}	zepto	z
10	deca	da	10^{-24}	yocto	y

Tabla A. 2: Prefijos del SI

Símbolos con letras incluyen símbolos de cantidades y símbolos de unidades.

Los símbolos de cantidades físicas se ponen en tipo *italic*, mientras que los símbolos de unidades se ponen en tipo roman (por ejemplo, F = 10 N).

El símbolo de una unidad es una entidad matemática universal. No es una abreviación y no está seguido de un punto (por ejemplo, el símbolo de segundo es **s**, no es **seg** ni **s.**). Los símbolos de unidades con nombres propios tienen la primera letra mayúscula pero el nombre de las unidades mismas no son con mayúsculas (por ejemplo, tesla, T; metro, m). En contraste con los símbolos de unidades, la ortografía y gramática para los nombres de las unidades son específicos a un lenguaje dado y no son parte del SI (por ejemplo, en Inglés se usa el deletreo kilogram y ampere, mientras que en español se puede usar: amperio (ampere), julio (joule), vatio (watt), culombio (coulomb), voltio (volt), ohmio (ohm), henrio (henry), faradio (farad).

Los plurales de los nombres de las unidades son formados de acuerdo con las reglas usuales de la gramática (por ejemplo, kilopascales, henrys) con la excepción de lux, hertz, y siemens que son irregulares. Los símbolos de las unidades no son pluralizados (por ejemplo, 3 kg, no 3 kgs).

Los símbolos para los prefijos representantes de 10^6 o mayores son con mayúsculas; todos los otros son con minúsculas. No existe espacio entre el prefijo y la unidad.
Se evitan los prefijos compuestos (por ejemplo, pF no μμF). Un exponente se aplica a la unidad completa incluyendo su prefijo (por ejemplo, $\mathrm{cm}^3 = 10^{-6}\ \mathrm{m}^3$). Cuando un múltiplo o submúltiplo de una unidad se escribe en extenso, el prefijo debe ser escrito en extenso, comenzando con una letra minúscula (por ejemplo, megahertz, no Megahertz o Mhertz). El kilogramo es la única unidad base cuyo nombre, por razones históricas, contiene un prefijo; los nombres de múltiplos y submúltiplos del kilogramo y sus símbolos se forman juntando prefijos con la palabra “gramo” y al símbolo “g” (por ejemplo, 10^{-3} kg = 1 mg no 1 μkg).

Unidades fuera del SI

Una función importante del SI es desalentar la proliferación de unidades innecesarias.
Sin embargo, existen tres categorías de unidades fuera del SI que son reconocidas. Es deseable evitar combinaciones de tales unidades fuera del SI con unidades del SI.
Las “unidades aceptadas para uso con el SI” son listadas en la tabla A.3.
Como excepciones de las reglas, los símbolos º, ´, y ¨, para ángulos planos, no son precedidos por un espacio.

Cantidad	Nombre	Símbolo	Valor en unidades del SI
tiempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	día	d	1 d = 24 h = 86 400 s
ángulo plano	grado	º	1º = (π/180) rad
	minuto	´	1´ = (1/60)º= (π/10 800) rad
	segundo	¨	1¨ = (1/60)´ = (π/648 800) rad
volumen	litro	L	1 L = 1 $\mathrm{dm}^3 = 10^{-3}\ \mathrm{m}^3$
masa	tonelada	t	1 t = 10^3 kg

Tabla A. 3: Unidades aceptadas para uso con el SI.

APÉNDICE B

Notación científica

En el estudio de la física, muchas veces es necesario expresar cantidades numéricas excesivamente grandes o pequeñas, como ejemplo, la rapidez de la luz es 300000000 [m/s] y la tinta necesaria de un bolígrafo para poner un punto sobre la i tiene una masa aproximada de 0,000000001 [kg]. Obviamente es muy incómodo y poco práctico llevar al papel o realizar cálculos matemáticos a mano o calculadora con cifras de tal tamaño de caracteres, por lo cual se expresan utilizando potencias de base diez, siendo equivalentes para la realización de cálculos.

Para aplicar la notación científica, se debe tener en cuenta dos sencillas reglas:

Si la coma decimal se desplaza hacia la izquierda, por cada espacio recorrido se debe aumentar en uno el exponente de la base diez.

Ejemplos: $300000000.0 = 3.0 \text{ x } 10^{\mathbf{8}}$

$4589000000.0 = 4.589 \text{ x } 10^{\mathbf{9}}$

Si la coma decimal se desplaza hacia la derecha, por cada espacio recorrido se debe disminuir en uno el exponente de la base diez.

Ejemplos: $0.000001 = 1 \text{ x } 10^{\mathbf{-6}}$

$0.00002304 = 2.304 \text{ x } 10^{\mathbf{-5}}$

Para realizar operaciones con números expresados en notación científica, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- **Adición real:** al sumar o sustraer entre números en notación científica se deben expresar ambos con el mismo exponente en la base diez, preferiblemente en la base menor entre ellos.
  Ejemplo: $3.0 \text{ x } 10^{\mathbf{3}} + 4.5\text{x}10^{\mathbf{4}} \rightarrow 3.0\text{x}10^{\mathbf{3}} + 45\text{x}10^{\mathbf{3}} = 48\text{x}10^{\mathbf{3}}$

- **Multiplicación:** los exponentes de la base diez se suman (o restan, dependiendo del signo) entre sí, mientras las cifras se multiplican.
  Ejemplo: $(3.0\text{x}10^{\mathbf{4}})(4.0\text{x}10^{-2}) = (3.0\text{x}4.0)\text{x}10^{\mathbf{4+(-2)}} = 12\text{x}10^{-2}$

- **División:** del exponente de la base diez en el numerador se sustrae el exponente de la base diez del denominador, mientras las cifras se dividen entre ellas.
  Ejemplo:
$$\frac{20x10^{8}}{10x10^{-5}} = \left(\frac{20}{10}\right)x10^{8-(-5)} = 2x10^{13}$$

- **Potenciación y radicación**: se multiplica el exponente de la base diez y se eleva al exponente la cifra.
  Ejemplos:
$$(2x10^{-2})^{4} = (2)^{4}x10^{(-2)(4)} = 16x10^{-8}$$
$$\left(\sqrt[3]{2x10^{3}}\right)^{6} = \left[(2x10^{3})^{\frac{1}{3}}\right]^{6} = (2)^{\left(\frac{1}{3}\right)(6)}x10^{(3)\left(\frac{1}{3}\right)(6)} = (2)^{2}x10^{6} = 4x10^{6}$$

APÉNDICE C

Cifras significativas

Las cifras significativas representan la cantidad de caracteres numéricos a tener en cuenta cuando se realizan mediciones y cálculos matemáticos. Generalmente, las cifras significativas están ligadas a las escalas de incertidumbre de los instrumentos utilizados para dicha medición, por tanto, es necesario establecer ciertos criterios para poder expresar correctamente una cantidad numérica.

Las cifras significativas en un número se dividen en dos partes principales, *las cifras ciertas* o definitivas son todos aquellos números de los cuales se puede tener certeza absoluta de su medición, mientras que la *cifra incierta* o dudosa es la última cifra de la cual no es necesario estar seguro pero aún así es necesaria para establecer un criterio de incertidumbre. Como ejemplo:

- **2.75:** Los caracteres numéricos correspondientes al **2.7** son la cifra cierta o definitiva, mientras el último carácter siempre será la cifra dudosa, en este caso el **5.**
- **0.000024:** Los caracteres numéricos correspondientes al **0.00002** son la cifra cierta o definitiva, mientras el último carácter siempre será la cifra dudosa, en este caso el **4.**

Para establecer cuáles serían las cifras significativas de un número se deben tener en cuenta los siguientes criterios:

- Cualquier dígito diferente de cero es significativo.
    - 343 [l] tiene tres cifras significativas
    - 6,673 [kg] tiene cuatro cifras significativas

- Los ceros situados en medio de números diferentes son significativos.
    - 402 [cm] tiene tres cifras significativas.
    - 23406 [kg] tiene cinco cifras significativas.

- Los ceros a la izquierda del primer número distinto a cero no son significativos
    - 0,002 [m] tiene una sola cifra significativa.
    - 0,000000001056 [kg] tiene cuatro cifras significativas.

- Para los números mayores que uno, los ceros escritos a la derecha de la coma decimal también cuentan como cifras significativas
    - 2,0 [dm] tiene dos cifras significativas.
    - 10,093 [cm] tiene cinco cifras significativas.

- En los números enteros, los ceros situados después de un dígito distinto de cero, pueden ser o no cifras significativas
    - 600 [kg] tiene una cifra significativa (el 6), tal vez dos (60), o puede tener los tres (600).

Generalmente, para establecer cualquier criterio se necesitan datos extras, tales como la definición del instrumento de medición o el proceso de obtención de la medida. Además, se puede utilizar notación científica para expresar mejor las cantidades según convenga.

APÉNDICE D

Errores e incertidumbres

En el método científico para comprobación de hipótesis en la etapa de experimentación para realizar un análisis, es necesaria la toma de datos cuantitativos conocidos como mediciones. Estas pueden ser mediciones directas si son tomadas con un instrumento de medición graduado o indirectas si son producto de un cálculo matemático. Además es necesario tener en cuenta que dichas mediciones tendrán un valor cierto y una cifra dudosa, la cual deberá estar especificada con un intervalo de incertidumbre.

A menudo en el laboratorio se tomará un conjunto de mediciones de una cantidad física, pero nunca se conocerá el verdadero valor o valor real, ya que estas mediciones ineludiblemente se registraran con errores.

La **Exactitud** es que tan cercanos son los valores medidos al valor real o esperado.
La **Precisión** es la dispersión de los valores medidos entre ellos, respecto a un mismo valor promedio.

Es decir, en la medición se puede tener casos en los cuales, aunque haya precisión no necesariamente será exacto. En la figura D.1 se expresan 3 distintos casos de toma de datos en una experimentación. Asumamos que realizamos un experimento en el cual se verifica el valor de la aceleración de gravedad g=9,8 [m/s^2].

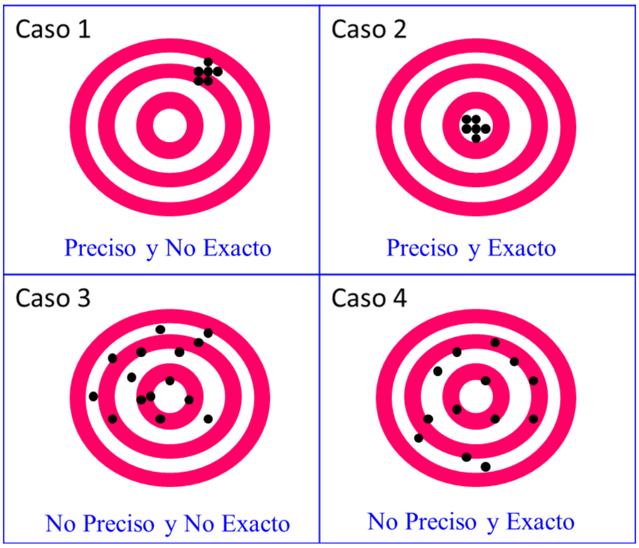


Figura D. 1: Exactitud y precisión

En el caso 1, los datos obtenidos son 10,2; 10,3; 10,1; 10,2; 10,1 y 10,3 respectivamente, por tanto los datos son precisos pero no exactos. En el caso 2, los datos obtenidos son 9,8; 9,7; 9,8; 9,9; 9,7 y 9,8 respectivamente, por tanto los datos son precisos y exactos. En el caso 3, los datos obtenidos son 7,1; 6,8; 8,1; 10,4; 9,5 y 9,4 por tanto no son ni precisos ni exactos. Y en el caso 4, se obtienen los datos 9,8; 4,1; 5,3; 9,1; 10,0 y 7,2 por lo tanto aunque no son precisos, al tener un dato de 9,8 se puede decir que es una medición exacta para descartar los otros datos.

La precisión y exactitud dependerán exclusivamente de los errores cometidos al realizar las mediciones. Estos pueden tener distintas fuentes, tales como:

- **Error aleatorio:** no se pueden identificar provocando que, en supuestas condiciones idénticas de medición, se generen resultados distintos. Generalmente se puede atenuar mediante una toma repetitiva de datos para obtener precisión en ellos.
- **Error sistemático:** es aquel que se repite constantemente al realizar las mediciones, generalmente es ocasionado por la mala calibración o el mal funcionamiento de un instrumento, además está relacionado con la exactitud del instrumento y se los puede identificar, cuantificar y compensar. Estos se pueden sub clasificar en:
    - **Instrumental:** error causado por la falta de calibración de un instrumento de medición.
    - **Personales:** error causado por un sesgo de visión del observador al medir o por desconocimiento del método de medición o instrumentación utilizada.
    - **Externos:** error causado por las condiciones del medio, tales como temperatura, vibración, viento, humedad, etc.

Para registrar correctamente las mediciones, es necesario expresarlas con un valor de incertidumbre que se expresa como un intervalo $\boldsymbol{x \pm \delta x}$ donde $\boldsymbol{x}$ es la medición y $\boldsymbol{\delta x}$ es la incertidumbre, como se muestra en la figura D.2. La incertidumbre es un rango de valores de confianza en los cuales se considera que la cifra dudosa de la medición es precisa.

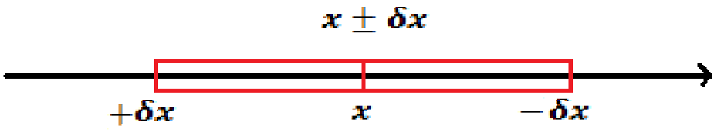


Figura D. 2: Incertidumbre

Para determinar la incertidumbre en una medición directa, se debe tener en cuenta cual es la mínima división en la escala del instrumento utilizado. A su vez, debemos expresar la incertidumbre de tal manera que debe coincidir en la escala numérica con la cifra dudosa de la medición. Ejemplo:

- $2{,}40 \pm 0{,}05$ está correctamente expresada, ya que la incertidumbre hará variar la cifra dudosa de la medición.
- $2{,}403 \pm 0{,}05$ está incorrectamente expresada, ya que la incertidumbre no hará variar la cifra dudosa, y coincide con una cifra cierta.

Para las mediciones indirectas, se deberá realizar propagación de incertidumbres, las cuales se pueden obtener de las siguientes maneras:

- **Distancias finitas:** dada una medición indirecta $y \pm \delta y$, obtenida por la operación matemática de varios valores con incertidumbre de la forma $x \pm \delta x$, se hará variar los valores de estas para obtener un valor mínimo y uno máximo, entre los cuales se realizara la operación:

$$\delta y = \frac{y_{max} - y_{min}}{2}$$

Ejemplo: Se desea obtener el área de una zona rectangular cuyo largo es 5.0 ± 0.1 m y de ancho 7.2 ± 0.1 m.

El valor de la medición se calcula:

Área = largo x ancho = (5.0)(7.2) = 36 m^2

$$Area\ (S) = (largo)(ancho) = (5{,}0)(7{,}2) = 36{,}0\ [m^2]$$

La incertidumbre se calculara:

$Área_{\mathbf{max}}$ = (5.1)(7.3) = 37 m^2

$Área_{\mathbf{min}}$ = (4.9)(7.1) = 35 m^2

δÁrea = 1 m^2

Por tanto, la medición indirecta del área Área ± δÁrea, teniendo en cuenta las dos cifras significativas de las mediciones directas:

Área ± δÁrea = 36 ± 1 m^2

Derivadas parciales: Sea una medición indirecta $w \pm \delta w = f(x \pm \delta x,\ y \pm \delta y,\ z \pm \delta z)$ se puede obtener el valor de δw de la forma:

$$\delta w = \left|\frac{dw}{dx}\right|(\delta x) + \left|\frac{dw}{dy}\right|(\delta y) + \left|\frac{dw}{dz}\right|(\delta z)$$

Donde $\frac{dw}{dx}$ representa la derivada parcial de w respecto a x, y δx la incertidumbre de x.

Ejemplo: Se desea obtener el volumen de un cubo $V \pm \delta V$ donde el ancho es $3{,}0 \pm 0{,}1[cm]$, el alto es $2{,}4 \pm 0{,}2[cm]$ y el espesor $1{,}2 \pm 0{,}3[cm]$.

$$V = (x)(y)(z) = (3{,}0)(2{,}4)(1{,}2) = 8{,}64[cm^3]$$

$$\delta V = \left|\frac{dV}{dx}\right|(\delta x) + \left|\frac{dV}{dy}\right|(\delta y) + \left|\frac{dV}{dz}\right|(\delta z) = (yz)(\delta x) + (xz)(\delta y) + (xy)(\delta z)$$

$$\delta V = (yz)(\delta x) + (xz)(\delta y) + (xy)(\delta z) = (2{,}88)(0{,}1) + (3{,}6)(0{,}2) + (7{,}2)(0{,}3) = 3{,}168[cm^3]$$

Por tanto: $V \pm \delta V = 8{,}6 \pm 3{,}2\ [cm^3]$

APÉNDICE E

GRAFICOS NO LINEALES

En el laboratorio al realizar un gráfico de la función entre variables, estas no suelen ser lineales. Esto representa una importante dificultad al momento de realizar un análisis cuantitativo, ya que prácticamente se uniría con líneas los datos obtenidos obviando los intervalos de incertidumbre y la posible dispersión de estos. Por tanto, se necesita llevar estas funciones no lineales a una gráfica lineal para poder realizar un análisis apropiado de dichas relaciones entre variables.

Estas funciones no lineales generalmente son funciones básicas con gráficos conocidos, tales como las exponenciales, logarítmicas, radicales e inversas. Para realizar la linealización de dichas funciones por el método gráfico se suele realizar el modelado de la ecuación expresada en logaritmos, para luego ser graficados directamente sobre una hoja con escala logarítmica predeterminada.

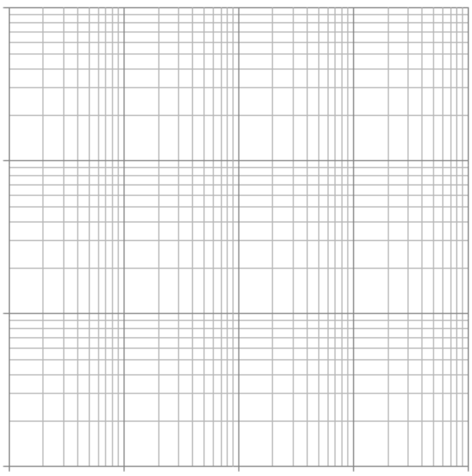
Escala Logarítmica

Sea una función de la forma $\boldsymbol{y = y_o X^n}$ donde **x** es la variable independiente y **n** es el grado de la función polinómica, la linealización de la forma $\boldsymbol{Z = aW + b}$, donde **a** es la pendiente y **b** es el intercepto con el eje de las ordenadas, se expresa por medio de un logaritmo de base diez de la forma:

$$\log y = \log(y_o X^n)$$

$$\log y = (n)\log(X) + \log(y_o)$$

Siendo *n* la pendiente del grafico linealizado y $\boldsymbol{\log(y_o)}$ el intercepto de la recta con el eje de las ordenadas. Para este caso, se puede utilizar una escala logarítmica, en la cual, se graficarán directamente los puntos obtenidos de los pares ordenados (***x, y***).



Cada eje se divide en una escala logarítmica en manera de décadas. Cada década contiene un valor del 1 al 9 multiplicado por un factor de 10^n dependiendo de las necesidades de graficación. Para la pendiente del gráfico en un papel logarítmico, se escogen dos pares ordenados (x_1, y_1) y (x_2, y_2) distintos a los valores obtenidos en la medición que pertenezcan a la recta, utilizando la siguiente ecuación:

$$pendiente(a) = \frac{\log\left(\frac{y_2}{y_1}\right)}{\log\left(\frac{x_2}{x_1}\right)}$$

Escala Semilogarítmica

Sea una función de la forma $\boldsymbol{y = y_o 10^{nx}}$, donde $\boldsymbol{x}$ es la variable independiente y $\boldsymbol{n}$ es el factor multiplicador en el grado de la función exponencial, la linealización de la forma $\boldsymbol{Z = aW + b}$, donde $\boldsymbol{a}$ es la pendiente y $\boldsymbol{b}$ es el intercepto con el eje de las ordenadas, se expresa por medio de un logaritmo de base diez de la forma:

$$\log y = \log(y_o 10^{nx})$$

$$\log y = (n)(x)\log(10) + \log(y_o)$$

$$\log y = nx + \log(y_o)$$

Siendo $\boldsymbol{n}$ la pendiente del grafico linealizado y $\boldsymbol{\log(y_o)}$ el intercepto de la recta con el eje de las ordenadas. Para este caso, se puede utilizar una escala semilogarítmica ya que solo el eje ordenado está en función de un logaritmo, mientras el eje de las abscisas no lo está.

El eje de las ordenadas se divide en una escala logarítmica en manera de décadas. Cada década contiene un valor del 1 al 9 multiplicado por un factor de 10^n dependiendo de las necesidades de graficación. Para la pendiente del gráfico en un papel logarítmico, se escogen dos pares ordenados (x_1, y_1) y (x_2, y_2) distintos a los valores obtenidos en la medición que pertenezcan a la recta, utilizando la siguiente ecuación:

$$pendiente(a) = \frac{\log\left(\frac{y_2}{y_1}\right)}{x_2 - x_1}$$