



MANUAL LABORATORIO DE FÍSICA

manual

Y-P

**No le deseamos éxito...,
lo preparamos para que
lo tenga.**

Cátedra de Física





Pertenece a : _____

Nº _____ Curso: _____



CUIDE EL MATERIAL DE LABORATORIO, ES DE TODOS Y PÄRA TODOS.

**"NO TEMAS IR DESPACIO...
SÓLO TEME NO AVANZAR"**





PRESENTACIÓN

La Física es una ciencia que se preocupa de estudiar aquellos fenómenos que nos rodean y, además, mediante algún tipo de análisis, determinar aquellas relaciones matemáticas que los cuantifican, por ejemplo, caminar, tomar un bolso, empujar un objeto y tantas otras que forman parte de nuestra vida diaria.

Desde comienzos del año 2001, los Profesores de la Cátedra de Física y Mecánica Técnica, han realizado un esfuerzo tendiente a entregar a los alumnos un texto simple de apoyo para las Asignaturas de la Cátedra con el propósito de reforzar la labor docente y facilitar el aprendizaje, por parte del cadete, llevándolo a mejorar sus conocimientos previos.

Este Manual se elaboró pensando en entregar algunas herramientas fundamentales necesarias que pertenecen a su malla curricular o son previas a ella, con el propósito de que el Cadete pueda tener un resumen de relaciones, principios físicos y formatos de análisis destinados a la parte práctica relacionada con las Asignaturas de la Cátedra y de otras, cuya finalidad es contribuir al mejor entendimiento de los conceptos y su posterior aplicación en casos supuestos o reales llevados a la contextualización de la Física y, de lograr, en nuestros alumnos, un mejor desarrollo de sus capacidades y destrezas orientadas a optimizar el logro de su actividad profesional futura.

*En general, la asignatura contribuirá al desarrollo integrado de algunas capacidades con sus correspondientes destrezas, tales como: **Orientación Espacio-Temporal** (usar sistemas de referencia, usar instrumentos de medición, coordinar diferentes fuentes de información a la vez), **Razonamiento Lógico** (recopilar sistemáticamente la información, establecer secuencias, formular hipótesis, interpretar la información, establecer valores de verdad), **Resolución de Problemas** (traducir una situación, definir un problema, identificar las variables, comunicar respuestas, graficar y modelar) y **Análisis** (determinar relaciones, interpretar y evaluar).*

*En el contexto valórico, los esfuerzos estarán centrados en procurar que el Cadete internalice valores y actitudes como: **Disciplina** (saber organizarse en el tiempo, ser autoexigente evitando la ley del menor esfuerzo, manifestar perseverancia en el logro de los objetivos propuestos), **Responsabilidad** (cumplir con los deberes y*



*compromisos oportunamente, participar con interés en las actividades propuestas, participar y asumir los deberes colectivos), **Templanza** (utilizar un vocabulario correcto para expresar sus ideas y pensamientos, actuar y tomar las decisiones según criterios racionales, mantener la serenidad y el respeto al defender sus puntos de vista).*

***F**inalmente, a los colegas de la Cátedra de Física y Mecánica Técnica que han fortalecido este proyecto y a todos aquellos colegas de otras Cátedras, que creyeron en él y cooperaron con la contextualización y relación inter-cátedras, ya sea, en redacción, contenido u otro, les agradezco su tiempo y dedicación.*

*Karel Yurjević Perin
Jefe de Cátedra Física
2016*



Más vale: "querer lo que hace..."

que... "hacer lo que quiera".

Las recopilaciones y el texto del Manual han sido encausados por los Profesores de la Cátedra de Física de la Escuela Naval "Arturo Prat".

*Profesores de la Cátedra de Física
Año 2016:*

*Sra. Damaris Arancibia B.
Sr. Hector Jaime F.
Sr. Manuel Plaza B.
Srta. Javiera Sánchez E.
Sr. Karel Yurjević P.*





INDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. NÚMERO.....	11
1.1 CONCEPTOS	11
1.1.i.- DEFINICIONES:.....	11
1.2 - APROXIMACIONES / REDONDEO.	12
1.2.i.- REGLAS BÁSICAS DE APROXIMACIÓN.	12
1.3 NOTACIONES.	14
1.3.i.- PREFIJOS.....	14
1.3.ii.- NOTACIÓN CIENTÍFICA.	15
1.3.iii.- NOTACIÓN INGENIERIL.....	16
1.3.iv.- ORDEN DE MAGNITUD.	18
1.3.v.- EJERCICIOS:	20

ÍNDICE ALFABÉTICO

APROXIMACIONES Y REDONDEO	12	NOTACIÓN CIENTÍFICA	15
CIFRA.....	11	NOTACIÓN INGENIERIL	16
CONCEPTOS	11	NOTACIONES	14
DÍGITO	11	NÚMERO	11
ÍNDICE ALFABÉTICO	9	ORDEN DE MAGNITUD.....	18
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	9	PREFIJO	14
MAGNITUD	11	REGLAS DE REDONDEO.....	12



CAPÍTULO N°1: NÚMERO.

CAPÍTULO 1. NÚMERO.

1.1 CONCEPTOS

1.1.i.- DEFINICIONES:

a) DÍGITO:

La palabra “dígito” proviene del latín “digitus” (dedos) y tiene relación con los números porque los diez dedos vienen a representar a los dígitos del sistema decimal. En nuestro caso, corresponde a un “guarismo” o símbolo matemático que representa una cantidad. Existen 10 dígitos: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

b) CIFRA:

Tiene relación con la posición de un dígito dentro de un número (por ejemplo, en un sistema decimal: unidad, decena, centena, etc.).

c) NÚMERO:

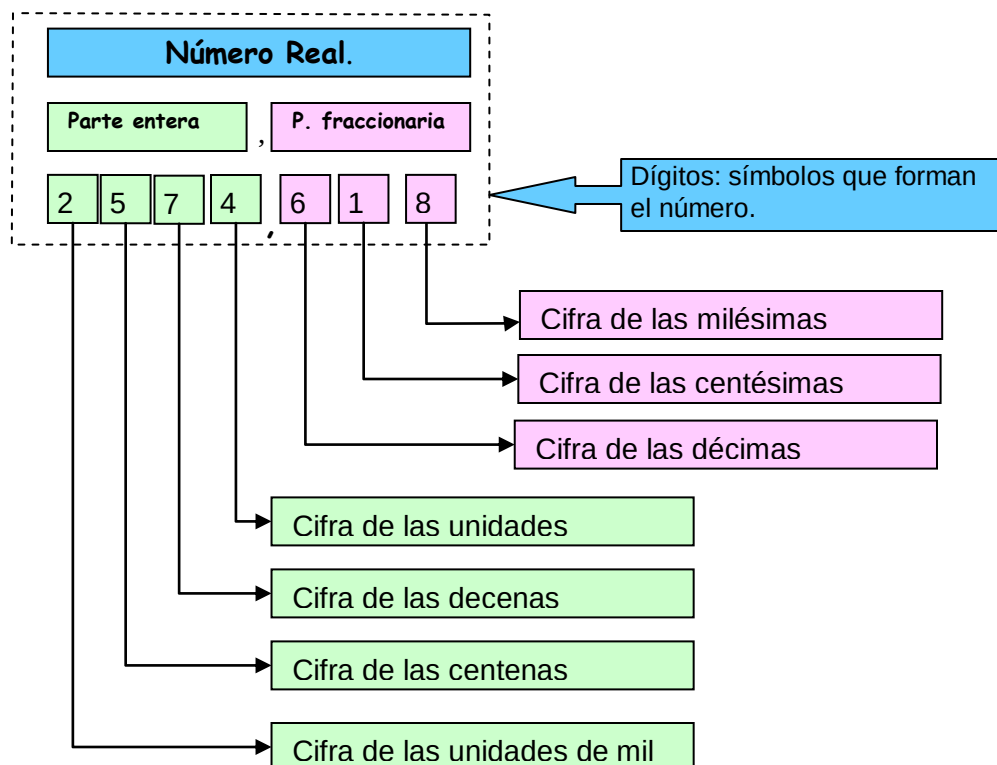
Se compone de uno o más dígitos ubicados según una posición identificada por la cifra. La agrupación de varios dígitos forma un número real.

Existen algunos tipos de numerales que representan el mismo valor numérico y son ocupados en diversos casos:

- Numerales arábigos: 1, 2, 3, 4, ...
- Numerales romanos: I, II, III, IV, ...

1.1.ii.- MAGNITUD:

Corresponde a un número real que indica cantidad de algo por ejemplo: tamaño, longitud.





Ejemplo:

Escribir la cantidad de dígitos que posee el número dado e indicar la ubicación de la cifra subrayada:

- a) 1234567,89... Tiene 9 dígitos; el "6" se ubica en la cifra de las decenas.
- b) 0,00003..... Tiene 6 dígitos; el "3" se ubica en la cifra de las cienmilésimas.
- c) 8,0001 Tiene 5 dígitos; el "8" se ubica en la cifra de las unidades.

1.2 - APROXIMACIONES / REDONDEO.

En general, aproximar es acercar, poner a menor distancia un objeto. En matemáticas, involucra la determinación de un valor cercano al valor exacto.

El redondear es un proceso mediante el cual se eliminan cifras significativas para obtener un valor que permita facilitar los cálculos, pero, el resultado puede variar considerablemente respecto al valor real.

En el "Manual de Laboratorio" se considerarán como equivalentes los términos redondear y aproximar.

1.2.i.- REGLAS BÁSICAS DE APROXIMACIÓN.

Para aproximar un número a "n" decimales, elimine todos aquellos dígitos que se encuentran a la derecha del dígito ubicado en la posición "n", tomando en cuenta lo siguiente:

- a) CASO I: Si el primero de los dígitos despreciados es menor que 5, dejar como están los "n" primeros dígitos. Ej. Redondear a la cifra de las diez milésimas el número 0,6537251:

Se asocia una letra, denominada variable, para identificar el número dado:

$$N = 0,653\underline{7}251$$

Al entregar la cantidad "aproximada" se cambia el signo "igual (=)" por el de aproximado ("~").

$$N \sim 0,653\underline{7}.$$

- b) CASO II: Al solicitar aproximar a la cifra "n", si el primer dígito despreciado excede a 5, debe aumentarse en "1" el dígito ubicado en la posición "n": Ej. Redondear a la cifra de las diez milésimas el número 0,6537651:

$$A = 0,653\underline{7}651$$

$$A \sim 0,653\underline{8}.$$

- c) CASO III: Cuando se solicita aproximar a la cifra "n", si el primer dígito despreciado es exactamente 5 y le siguen otros **distintos de cero** entre los despreciados, debe aumentarse



en "1" el dígito ubicado en la posición "n". Ej. Redondear a la cifra de la milésima el número 3,4925341:

$$R = 3,49\underline{2}5341.$$

$$R \sim 3,49\underline{3}.$$

d) CASO IV: Si el primer dígito despreciado, después de la posición "n", es exactamente 5 y el resto de los despreciados **son cero** debe considerar lo siguiente:

(d.a). Si el dígito conservado (posición "n") es par, éste se deja tal como está. Ej. Redondear a la cifra de la milésima el número 3,492500:

$$P = 3,49\underline{2}500$$

$$P \sim 3,49\underline{2}.$$

(d.b). Si el último dígito conservado (posición "n") es impar, éste se incrementa en una unidad. Ej. Redondear a la cifra de la milésima el número 3,49350:

$$D = 3,49\underline{3}50$$

$$D \sim 3,49\underline{4}.$$

e) CASO V: Cuando se aproxima una cantidad que tiene cifras decimales a una cantidad con "cero" cifras decimales (sólo con cifras enteras), debe colocarse una "coma: ," para indicar que se aproximó. "NO DEBE AGREGARLE CEROS". En general se habla de escribir el número aproximado a la cifra de las unidades. Ej.:

$$H = 6,\underline{38745} \approx 6,$$

$$E = 4,\underline{78543} \approx 5,$$

$$K = 0,\underline{43} \approx 0,$$

$$S = 0,\underline{63} \approx 1,$$

f) CASO ESPECIAL: En el desarrollo del curso y en éste texto consideraremos el siguiente acuerdo para las reglas de aproximación:

(f.a). Si un número tiene más decimales de los que se han indicado, se agregará al final "puntos suspensivos". Por ejemplo: $D=46,27946\dots$

(f.b). Si un número NO tiene más decimales de los que se han indicado, asumiremos que después viene un "cero". Por ejemplo: $E=46,27946$ equivale a $E=46,279460$



1.3 NOTACIONES.

Los números pueden escribirse con infinitos dígitos representando alguna magnitud. Para abreviar la escritura del número, se utilizan las potencias de 10 y también, un nombre asociado a ella (en algunos casos) que recibe el nombre de prefijo.

1.3.i.- PREFIJOS

Elemento (morfema¹) que se antepone a una palabra para modificar su significado. En el caso de las potencias de 10, se está indicando un **factor** por el cual se debe multiplicar la magnitud indicada.

Factor multiplicador	Potencia	Prefijo	Símbolo
1.000.000.000.000.000.000	10^{18}	Exa	E
1.000.000.000.000.000	10^{15}	Peta	P
1.000.000.000.000	10^{12}	Tera	T
1.000.000.000	10^9	Giga	G
1.000.000	10^6	Mega	M
1.000	10^3	kilo	k
100	10^2	Hecto	h
10	10^1	Deca	da
0,1	10^{-1}	deci	d
0,01	10^{-2}	centi	c
0,001	10^{-3}	mili	m
0,000.001	10^{-6}	micro	μ
0,000.000.001	10^{-9}	nano	n
0,000.000.000.001	10^{-12}	pico	p
0,000.000.000.000.001	10^{-15}	femto	f
0,000.000.000.000.000.001	10^{-18}	atto	a

Obs.:

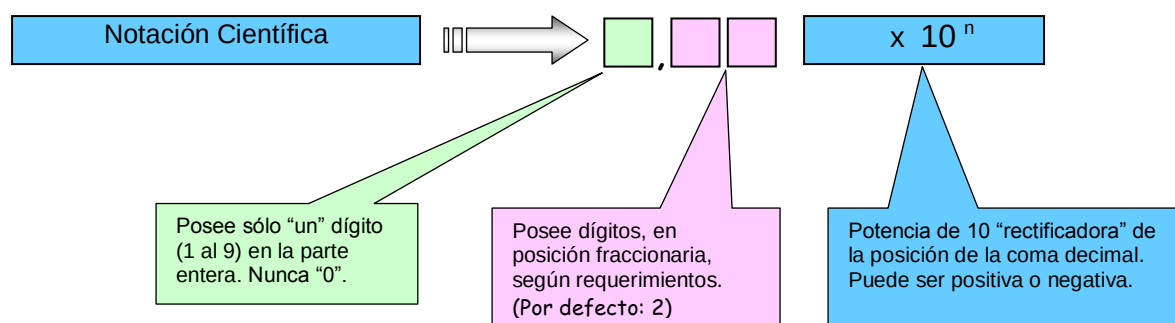
- En las cantidades decimales, de la columna del factor multiplicador, se incorporó un punto en la parte decimal con el propósito de facilitar, visualmente, la relación entre la forma decimal y la potencia de diez que la representa.
- Todos los prefijos que representan a las potencias de 10 con exponentes negativos, se anotan con minúscula. Además, se escriben con minúscula los prefijos que representan a las potencias positivas de 10 menores o igual a 10^3 (kilo: “k”; Hecto: “h”; Deca: “da”).
- Existe otra base, Sistema Binario, en que el prefijo “kilo” equivale a $1024 = 2^{10}$. La base binaria se ocupa normalmente en todo lo que tiene relación con el almacenamiento de datos electrónicamente. Por ejemplo: 12[kb], 5[Mb], 3[Gb], 1[Tb], etc.

¹ Morfema: mínima unidad lingüística con significado.

1.3.ii.- NOTACIÓN CIENTÍFICA.

En general, corresponde a una forma de notación numérica que permite escribir una cantidad muy grande o pequeñísima (ambas tienen muchos "ceros"), como producto de un número (con una parte entera y la otra con decimales), y una potencia adecuada de 10.

Para transformar un dato a notación científica, debe anotarlo con una cifra entera (sólo la cifra de las unidades) y acompañarlo, por lo general, de 2 cifras decimales que corresponden a la mejor aproximación que pueda efectuarse.



La notación científica tiene el siguiente formato:

$$A, B \times 10^n$$

Donde:

- A:** Se anota un dígito entre 1 y 9 (ambos inclusive, nunca "0")
- B:** Corresponde a una cantidad decimal que dependerá del tamaño de las magnitudes y la exactitud de la medición (involucra la precisión del instrumento de medida - ver cifras significativas).
- n:** exponente de la base "10" que permite mantener el valor real del número que se ha escrito en el formato de notación científica. Su valor puede ser negativo, cero o positivo.

Ejemplo:

Número	→	Notac. Científ.
0,000456	→	4,56 x 10 ⁻⁴
893561,	→	8,94 x 10 ⁺⁵
0,00003592	→	3,59x10 ⁻⁵
46158,56	→	4,62x10 ⁺⁴
6,0	→	6,0 x 10 ⁰

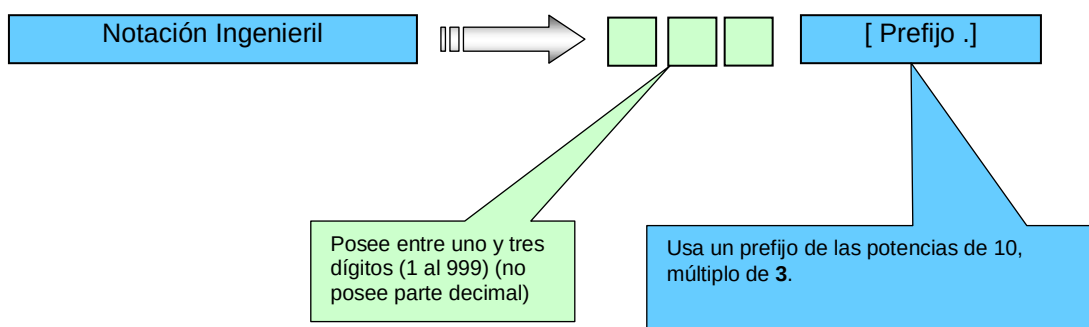
Nota: si no se especifica otra forma, el número se escribe aproximándolo hasta la cifra de las centésimas (dos cifras decimales).

1.3.iii.- NOTACIÓN INGENIERIL.

En determinadas ocasiones, las magnitudes a escribir, requieren de una aproximación grande lo que lleva a escribirlas con la notación denominada “ingenieril”. Este tipo de notación tiene la particularidad de ocupar las potencias de 10 ocupando solamente los múltiplos de 3, tales como: 10^{-3} , 10^0 , 10^3 , 10^6 .

La escritura de un número en notación ingenieril involucra considerar lo siguiente: se debe escribir un número entero (menor que mil: uno, dos o tres dígitos) acompañado de un prefijo de la respectiva potencia de 10 múltiplo de tres (10^{3n}).

En la Notación Ingenieril no se consideran los decimales (salvo alguna indicación especial), debiendo ocupar las correspondientes reglas de aproximación.



Observación: La unidad de medida que acompañe al prefijo deberá pertenecer al Sistema Internacional de unidades de medida, salvo, se indique otra cosa.

Observaciones:

El símbolo “≈” se lee: “se aproxima a”, “es aproximadamente igual a”.

Considere que el símbolo: “m” representa un “mili” y se escribe matemáticamente 10^{-3} .

Ejemplos: Escribir en notación ingenieril las siguientes cantidades:

1) Número $N = 2583,8 \times 10^4 = 2,583 \times 10^3 \times 10^4 = 2,6 \times 10^7$.

Como 10^7 tiene exponente “7”, el cual no es múltiplo de “3”, debe ubicarse una combinación adecuada que permita generar un número entero de a lo más tres cifras y cuya potencia de 10 sea múltiplo de “3”. El prefijo conocido más cercano es 10^6 y corresponde a Mega (M), por lo que se puede anotar lo siguiente:

$$N = (2,6) \times 10^7 = (26 \times 10^{-1}) \times 10^7 = 26 \times 10^{-1+7} = 26 \times 10^6$$

De donde, el número, en notación ingenieril, se escribirá:

$$N = 26 \text{ M.}$$

2) Número $A = 0,0045 = 4,5 \times 10^{-3} \approx 4 \text{ m,}$

3) Número $B = 48,999 \times 10^5 = 4,899 \times 10^1 \times 10^5 = 4,899 \times (10^{1+5})$
 $B = 4,899 \times 10^6 \approx 5 \text{ M}$



4) Número C = $0,573 \times 10^6 \text{ (m)} = 573 \times 10^{-3} \times 10^6 \times 10^{-3} = 573 \times 10^{-3+6-3}$
 $C = 573 \times 10^0 = 573.$

5) Número N = $3,08 \times 10^{-2} \text{ [s]} = 3,08 \times \boxed{10^{+1} \times 10^{-1}} \times 10^{-2} \text{ [s]} = 30,8 \times 10^{-3} \text{ [s]} \approx 31 \text{ [ms]}..$

Obs.: En el ejemplo (5) se aprecia el artificio de “multiplicar por 1”, para acomodar el número a la forma de escritura deseada o solicitada. El proceso aplicado lo denominaremos “método del uno conveniente”.

Ejercicios:

Escriba en notación ingenieril las siguientes cantidades (considere que los prefijos indicados corresponden a: $k = 10^3$ y $n = 10^{-9}$; no se indican unidades de medida en los ejemplos).

6) Número D = $375,006 \times 10^7$

7) Número E = $0,0005683 \text{ k}$

8) Número F = $2476,23008 \text{ n}$

1.3.iv.- ORDEN DE MAGNITUD.

En muchas ocasiones, no interesa conocer exactamente el valor de la magnitud medida, sino, interesa solamente ubicar el "rango" donde se ubica esa cantidad. En tales casos se habla de "orden de magnitud" y serán aquéllos en los cuales solamente interesa saber la potencia de diez del número escrito en notación científica (un entero acompañado de algunos decimales más una potencia de diez). Como nuestro sistema es el decimal, se compara con las potencias de diez como referencia.

"En el orden de magnitud de un número interesa la potencia de 10 más próxima a éste"

Estrategia: Considere un número cualquiera:

- (i) Escriba el número en notación científica.
- (ii) La parte entera del número en notación científica, determinar si es mayor o menor que "5".
 - ✓ Si es mayor, aumenta en "1" la potencia de 10.
 - ✓ Si es menor, mantiene la potencia de 10.
- (iii) Escriba el orden de magnitud a partir de la potencia de 10 obtenida.

$$N=0,0002539$$

$$(i) N= 2,539 \times 10^{-4}$$

$$(ii) 2 < 5 \rightarrow \text{próximo a } 10^0$$

$$(iii) 0+(-4)=-4 \text{ por lo tanto el}$$

$$OM \text{ será: } 10^{-4}.$$

$$P=0,007241$$

$$(iv) P= 7,241 \times 10^{-3}$$

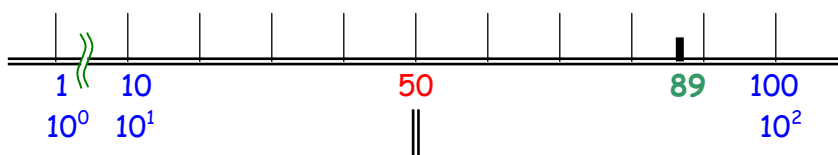
$$(v) 7 > 5 \rightarrow \text{próximo a } 10^1$$

$$(vi) 1+(-3)=-2 \text{ por lo tanto el}$$

$$OM \text{ será: } 10^{-2}.$$

Ejemplo:

- El orden de magnitud de 89 es 10^2 debido a que se encuentra ubicado entre 10 y 100, pero más cerca de 100, o sea, 10^2 .
- Análogamente, 0,0034 se puede escribir como $3,4 \times 10^{-3}$, luego, su orden de magnitud es 10^{-3} .



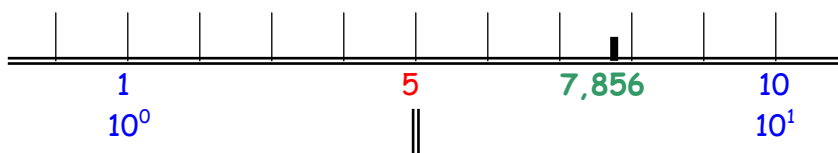
$$\text{donde: } 89 = 8,9 \times 10^1$$

$$\text{pero } 8,9 \approx 10^1$$

$$\text{luego: } 89 = 8,9 \times 10^1 \approx 10^1 \times 10^1 = 10^2.$$

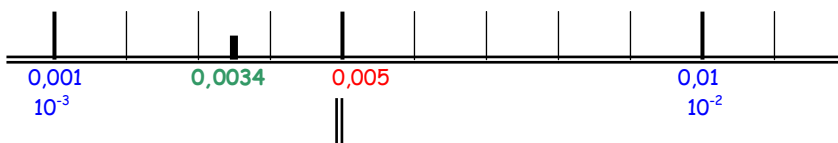
Por lo tanto, el orden de magnitud es 10^2 .

- El orden de magnitud de 7856 es 10^4 debido a que se encuentra ubicado entre 1.000 y 10.000, pero más cerca de 10.000, lo que se puede escribir como $7,856 \times 10^3$, pero, como "7" se encuentra más cercano de "10", se puede aproximar a 10^1 , luego, queda la expresión $7,856 \times 10^3 \approx 10^1 \times 10^3 \approx 10^4$, luego, su orden de magnitud es 10^4 .



donde: $7856 = 7,856 \times 10^3 \approx 10^1 \times 10^3 \approx 10^4$

- Determine el orden de magnitud de 0,0034.



donde: $0,0034 = 3,4 \times 10^{-3} \approx 10^{-3}$

- Considere el número $H=62300$. $\rightarrow H = 62300 = 6,23 \times 10000$
 $H = (6,23) \times 10^4 \approx (10^1) \times 10^4$

Luego, el orden de magnitud de H es: 10^5

- Considere el número $M = 0,00002$. $\rightarrow 0,00002 = \frac{2}{100000} = \frac{2}{10^5} = 2 \cdot 10^{-5}$

Por lo tanto, el orden de magnitud de M es: 10^{-5}

- Realice la operación y determine el orden de magnitud: $G = 0,0021 \times 30000000$.

$$G = (2,1 \times 10^{-3}) \times (3 \times 10^7) = (2,1 \times 3) \times (10^{-3} \times 10^7) = 6,3 \times 10^{+4} \approx 10^1 \times 10^4$$

De donde se obtiene que el orden de magnitud de G es 10^5 .



1.3.v.- EJERCICIOS:

a) Complete la siguiente tabla escribiendo en la notación indicada.

Número	108,555	690000	0,00345	0,00000005500	896000000000
Cantidad de dígitos					
Notación científica					
Notación ingenieril					
Orden de magnitud					

b) Aproxime, partiendo siempre del número original, según se indica.

Número original	Aproxime a la cifra de la centésima	Aproxime a la cifra de la milésima	Aproxime a la cifra de la millonésima
345,6785002			
34,007899			
1239,0345000			
0,124500			
56,798265			



c) Escriba el número sin la potencia de "10" y aproximar **al entero** correspondiente.

Ejemplo: $3,4 \times 10^{+5} = 340.000$

1) $A = 2 \times 10^{+3} =$ _____

2) $B = 1,2 \times 10^{+6} =$ _____

3) $C = 7,5 \times 10^{-1} =$ _____

4) $D = 8 \times 10^{-5} =$ _____

Resp.: A=2000 ; B=1200000 ; C=1, ; D = 0,

d) Escriba, los números siguientes en notación científica, aproximando a la cifra de las centésimas.

1) $A = 382 =$ _____

2) $B = 21.200 =$ _____

3) $C = 62.000.000 =$ _____

4) $D = 0,042 =$ _____

5) $E = 0,756 =$ _____

6) $F = 0,0000698 =$ _____

Resp.: A= $3,82 \times 10^2$; B= $2,21 \times 10^4$; C= $6,20 \times 10^7$; D = $4,2 \times 10^{-2}$; E = $7,56 \times 10^{-2}$; F= $6,98 \times 10^{-5}$

e) Complete los espacios, indicados con un paréntesis cuadrado, para que se cumpla la igualdad.

1) $3.558.000 = 35,58000 \times 10^{[\quad]} = 3558 \times 10^{[\quad]}$

2) $0,0234 = 234 \times 10^{[\quad]} = 0,000000234 \times 10^{[\quad]}$

3) $12,2 = 122 \times 10^{[\quad]} = 1.220 \times 10^{[\quad]} = 0,122 \times 10^{[\quad]}$

4) $300 \times 10^3 = 300.000 \times 10^{[\quad]} = 0,0003 \times 10^{[\quad]}$



f) Efectúe las siguientes operaciones y escriba el resultado en notación científica.

1) $W = 2,8 \times 10^3 + 3,5 \times 10^2 =$

2) $X = 34,1 \times 10^{-4} + 3,5 \times 10^{-2} =$

3) $Y = 44 \times 10^5 - 235 \times 10^8 =$

4) $Z = 5,55 \times 10^{-1} - 3500 \times 10^2 =$

g) Efectúe las operaciones indicadas en la primera columna y, en las columnas siguientes, exprese el resultado: **(a)** en notación científica, manteniendo todos los dígitos, **(b)** en notación ingenieril y **(c)** orden de magnitud:

Cantidad a calcular	(a)	(b)	(c)
$R = (3,4 \times 10^2) \times (1,02 \times 10^5)$			
$S = (6,9 \times 10^{15}) \times (7,2 \times 10^{-11})$			
$T = (2 \times 10^6) \times (4 \times 10^{-2})$			
$N = \frac{-5,64 \times 10^{10}}{2,82 \times 10^4}$			
$M = \frac{10^{-15}}{8 \times 10^{-11}}$			
$P = \frac{2,2 \times 10^2 \times 4,8 \times 10^{-3}}{1,2 \times 10^4}$			