Curso Física 1 para Bio-Geociencias (FI252) 2026

La clase pasada hablamos de:

•Características del curso.

•La Ciencia y el método científico.

•La Física y sus características.

•Modelos en física.

•Magnitudes fundamentales de la física.

•Mediciones y errores asociados.

•Las cifras significativas como aproximación a mediciones con errores

¿Alguna pregunta o aclaración?

ATENCIÓN: Se recuerda que en el Salón de Actos no se pueden ingerir alimentos ni beber bebidas o tomar mate….

Repaso: cifras significativas

Cuestionario con WOOCLAP

1) El área de un rectángulo de 4,5 cm por 3,25 cm, está reportada correctamente por (Con calculadora tenemos $4{,}5 \times 3{,}25 = 14{,}625$)

a) 14,625 cm^2; *b*) 14,63 cm^2; *c*) 14,6 cm^2; $\boxed{\text{d) 15 cm}^2}$ e) 14 cm^2

Repaso cifras significativas

Cuestionario con WOOCLAP

2) ¿Cuántas cifras significativas tiene el número 0,003270?

a) 5 b) 7 c) 4 d) 6 e) 3

Cifras significativas

• Siempre redondee su respuesta final conservando sólo el número correcto de cifras significativas.

$2{,}72 \times 4{,}3 = 11{,}696$

•Redondee, no trunque.

12 y no 11 (debe tener 2 cifras significativas)

•Para los cálculos intermedios use más cifras significativas que las necesarias.

•La **notación científica** no permite ambigüedades en las cifras significativas

¿9500 tiene 4, 3 ó 2 cifras significativas?

$9{,}5\times10^3$ $9{,}50\times10^3$ $9{,}500\times10^3$

Repaso matemático: potencias

Todo **producto de factores iguales** se puede escribir en forma de **potencia**.
El factor que se repite se llama **base** y el número de veces que se repite se llama **exponente**: **$7\times7\times7\times7 = 7^4$** **$a\times a\times a = a^3$**

Exponente negativo: $7^{-4} = \frac{1}{7^4} = \frac{1}{7\times7\times7\times7}$ $a^{-3} = \frac{1}{a^3} = \frac{1}{a\times a\times a}$

Producto de potencias de igual base: $2^3\times2^4\times2=2^{3+4+1}=2^8$ $a^x \times a^y = a^{x+y}$

Cociente de potencias de igual base: $\frac{5^5}{5^2} = 5^{5-2} = 5^3$ $\frac{a^x}{a^y} = a^{x-y}$

Producto de potencias de igual exponente: $3^3\times2^3\times5^3 = (3\times2\times5)^3 = 30^3$

$a^x \times b^x = (a\times b)^x$

Cociente de potencias de igual exponente: $\frac{6^3}{3^3} = \left(\frac{6}{3}\right)^3 = 2^3$ $\frac{a^x}{b^x} = \left(\frac{a}{b}\right)^x$

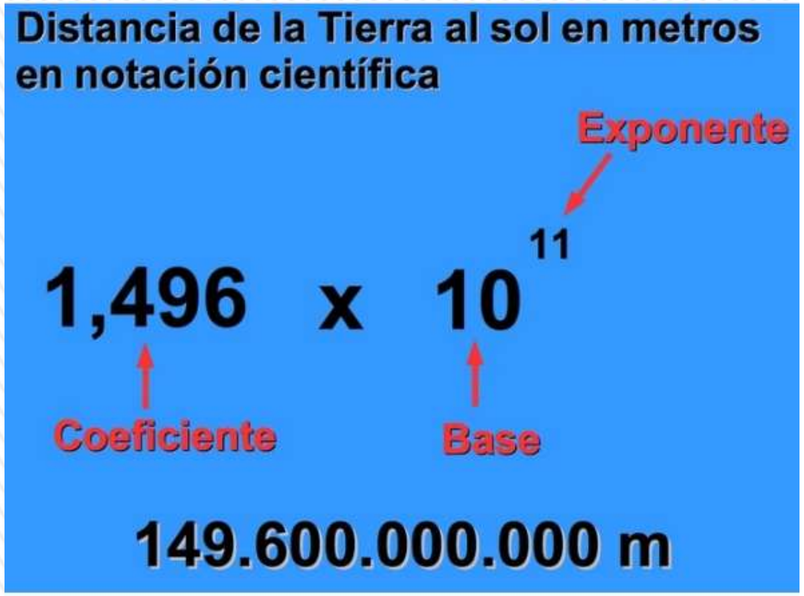
Potencia de una potencia: $(5^3)^2 = 5^{3\times2} = 5^6$ $(a^x)^y = a^{xy}$

Exponente fraccionario: $\sqrt{8} = 8^{\frac{1}{2}}$ $\sqrt[3]{8} = 8^{\frac{1}{3}}$

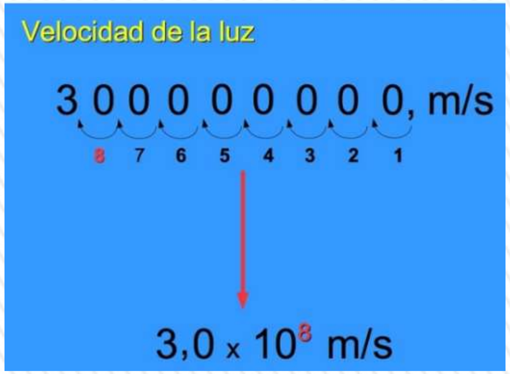
$$\sqrt[n]{x} = x^{\frac{1}{n}} \qquad \sqrt[n]{x^m} = \left(\sqrt[n]{x}\right)^m = x^{\frac{m}{n}}$$

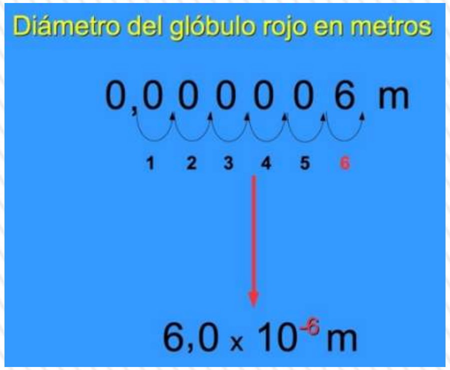
Notación científica

Recurso matemático para simplificar cálculos y representar en forma concisa números muy grandes o muy pequeños.
Para hacerlo se usan **potencias de diez**.
La notación científica significa que un número (entre el 1 y el 10) es multiplicado por una potencia de base 10.



Hay tres partes para escribir un número en notación científica:
Coeficiente: es cualquier número real (entre 1 y 10).
Base: la base decimal 10.
Exponente: la potencia a la que está elevada la base. Representa el número de veces que se desplaza la coma. Siempre es un número entero, positivo si se desplaza a la izquierda, negativo si se desplaza a la derecha.





Número de Avogadro: cantidad de partículas que hay en un mol de sustancias. Es igual a:
602.200.000.000.000.000.000.000
¡seiscientos dos mil doscientos trillones!

En notación científica este número se escribe como: $6{,}022 \times 10^{23}$.

Carga eléctrica elemental: tanto el protón como el electrón tienen carga cuyo valor es: 0,0000000000000000001602 coulombs.

En notación científica este número se escribe como: $1{,}602 \times 10^{-19}$ C

Cifras significativas

Abran en el celular la aplicación WOOCLAP
Ingresen el siguiente código de evento: **ZOOUQN**
y respondan las preguntas

1) 12,23 + 121,418 + 300,1 + 0,12 = 433,868
¿Cuál es el resultado correcto de la operación si tenemos en cuenta las reglas de las cifras significativas?

a) 433,86 b) 433,87 c) 433,868 d) 434 e) 433,9 f) 433,8

2) 7,23 x 0,7700 x 28 = 155,8788
¿Cuál es el resultado correcto de la operación teniendo en cuenta las cifras significativas?

a) $1,5\times10^2$ b) 155,8788 c) $1,55\times10^2$ d) $1,6\times10^2$

e) 155,9 f) $1,56\times10^2$ g) 155,8

Cifras significativas

Respuestas:

1) 12,23 + 121,418 + 300,1 + 0,12 = 433,868

¿Cuál es el resultado correcto de la operación si tenemos en cuenta las reglas de las cifras significativas?

a) 433,86 b) 433,87 c) 433,868 d) 434 $\boxed{\text{e) 433,9}}$ f) 433,8

2) 7,23 x 0,7700 x 28 = 155,8788

¿Cuál es el resultado correcto de la operación teniendo en cuenta las cifras significativas?

a) $1{,}5\times10^2$ b) 155,8788 c) $1{,}55\times10^2$ $\boxed{\text{d) } 1{,}6\times10^2}$

e) 155,9 f) $1{,}56\times10^2$ g) 155,8

¿Alguna duda?

Estimaciones: cálculos aproximados y de orden de magnitud

Obtener una respuesta exacta de un cálculo es con frecuencia difícil o imposible.

Las estimaciones producen cálculos aproximados eficaces, que permiten establecer si es necesario un cálculo más preciso.
Además, sirve como verificación parcial en caso de si se realizan cálculos exactos.
Una estimación hasta burda puede darnos información útil.

A veces sabemos cómo calcular cierta cantidad, pero tenemos que estimar los datos necesarios para el cálculo; o bien, el cálculo puede ser demasiado complicado para efectuarse con exactitud, por lo que lo aproximamos.

En ambos casos, nuestro resultado es una estimación, lo cual es útil si establecemos cierta incertidumbre.

En muchos casos lo que buscamos son **estimaciones de orden de magnitud.**

El físico nuclear **Enrico Fermi** (1901-1954) muy amigo de estos cálculos, los llamaba “calculos aproximados” y actualment hablamos de los llamados **problemas de Fermi.**

Estimaciones: cálculos aproximados y de orden de magnitud

En estos cálculos se suele redondear un número hasta la potencia de 10 más próxima, es lo que se llama **orden de magnitud.**

Ejemplos: **longitud de una hormiga** obrera "común": 0,8 mm ó aprox.10^{-3} m (orden de magnitud 10^{-3} m).

Altura de personas: entre 1,5 a 2,0 m, el orden de magnitud de $h \sim 10^{0}\ m$,

***El símbolo ~* significa "es del orden de magnitud de".**

Esto no quiere decir que la altura típica de una persona sea realmente de 1m, sino que está más próxima a 1 m que a 10 m ó 10^{-1}= 0,1 m.

Una persona típica es tres órdenes de magnitud más grande que una hormiga típica (cociente entre las alturas es aproximadamente igual a 10^{3}).

Un orden de magnitud no proporciona cifras que se conozcan con precisión; es decir, debemos considerar que no tiene cifras significativas.

En muchos casos, el orden de magnitud de una cantidad puede estimarse mediante hipótesis razonables y cálculos simples.

Ver: Video sobre la ecuación de Drake de Carl Sagan en pestaña: "Materiales complementarios"

Ejemplo: ¿Cuántos granos de arena hay en una playa?

Primero estimamos las características que tienen la playa y su arena.
Supongo que: la playa ocupa una zona rectangular de 500 m x 100 m y que la arena tiene unos 3 m de profundidad.
Según una búsqueda en Internet, los los granos de arena tienen diámetros entre 0,06 y 2 mm.
Voy a suponer que los granos de arena son esferas con un diámetro medio de 1 mm.
Ademá supongo que los granos están tan juntos entre ellos, que el volumen del espacio entre ellos es despreciable comparado con el volumen de la arena.

1 El volumen V_P *de la playa es igual al número N de granos* por el volumen de un grano V_G: $V_P = N.V_G$

2. Usando la fórmula del volumen de una esfera, se calcula el volumen de un grano de arena: $V_G = (4/3)\pi R^3$

3. Despejo el número de granos. En nuestro cálculo los números tienen una cifra significativa únicamente, por lo que la respuesta también viene expresada con esta precisión

$$N = \frac{V_P}{V_G} = \frac{L \times A \times h}{\frac{4}{3}\pi R^3} = \frac{3LAh}{4\pi R^3} = \frac{3(500)(100)(3)}{4\pi(0{,}5 \times 10^{-3})^3} = 2{,}9 \times 10^{14}$$

3×10^{14} granos de arena!

Ejemplo: ¿Cuántos granos de arena hay en una playa?

Veamos algo más fácil…

Si hubiera supuesto que cada grano de arena era un cubito de *a* = 2 mm de arista:

$V_G = a^3 = (2\times10^{-3})^3 = 2\times10^{-9}\ m^3$

$V_P = L\times A\times h = (5\times10^2)\times(2\times10^2)\times3 = 30\times10^4\ m^3 = 3\times10^5\ m^3$

$N = V_P / V_G = 3\times10^5 / 2\times10^{-9} = 1{,}5\times10^{14}$

Obtengo el mismo orden de magnitud: 10^{14} !!!

Ejemplo: Ejercicio 1.8

Estime cuántos átomos hay en su cuerpo. *(Sugerencia: Con base en sus conocimientos de biología y química, ¿cuáles son los tipos de átomos más comunes en su cuerpo? ¿Qué masa tiene cada tipo? Encuentre la masa atómica de los elementos para el cálculo.*

Camino largo…

Busco la composición atómica del cuerpo humano… en Wikipedia "Composición del cuerpo humano" https://es.wikipedia.org/wiki/Composici%C3%B3n_del_cuerpo_humano

Ahí obtengo el % en masa y atómico de los distintos elementos:

Elemento	O	C	H	N	Ca	P	K	S	Na	Cl	Mg
% masa	65.00	18.50	9.50	3.20	1.50	1.00	0.40	0.30	0.20	0.20	0.10
masa umas	16.00	12.01	1.01	14.01	40.08	30.97	39.10	32.07	22.99	35.45	24.31

Supongo una masa de la persona de 70 kg

Uso la composición de elementos en % de masa del cuerpo humano y la masa atómica de cada elemento en unas (unidad de masa atómica).

1 u = 1,661×10^{-27} kg

El número de átomos de c/u de los elementos lo podemos calcular como el cociente entre:

la masa en kg del elemento: masa de la persona×porcentaje en masa del elemento;

y la masa del elemento en kg: masa atómica elemento en umas×1,661×10^{-27} kg/uma

$$N^\circ\ \text{átomos elemento}\ X = \frac{\text{masa persona} \times \%\ \text{masa del elemento}}{\text{masa atómica en u de el.}X \times 1{,}661 \times 10^{-27}\ kg/u}$$

Ejemplo: Ejercicio 1.8

Para el oxígeno:

$$N° \text{ átomos de } O: \frac{70\ kg \times 0{,}65}{16{,}00\ umas\ \ \times 1{,}661\times 10^{-27}\frac{kg}{umas}} = 1{,}712 \times 10^{27}$$

Hacemos lo mismo para otros elementos:

$$N° \text{ átomos de } C: \frac{70\ kg \times 0{,}185}{12{,}01\ umas\ \ \times 1{,}661\times 10^{-27}\frac{kg}{umas}} = 6{,}491 \times 10^{26}$$

$$N° \text{ átomos de } H: \frac{70\ kg \times 0{,}095}{1{,}008\ umas\ \ \times 1{,}661\times 10^{-27}\frac{kg}{umas}} = 3{,}972 \times 10^{27}$$

Esto lo hago para c/u de los principales elementos y luego sumo la cantidad de átomos de c/u de estos elementos.

Los resultados para cada elemento y la suma total figura en la tabla de la derecha

Serían: *6×10^{27} átomos* ~10^{28} átomos para una persona de 70 kg

Elemento	u	% masa	6.47546E+27
O	15.999	65	1.71218E+27
C	12.011	18.5	6.49114E+26
H	1.00784	9.5	3.97247E+27
N	14.0057	3.2	9.62883E+25
Ca	40.078	1.5	1.5773E+25
P	30.9738	1	1.36061E+25
K	39.098	0.4	4.31155E+24
S	32.065	0.3	3.94292E+24
Na	22.9898	0.2	3.66626E+24
Cl	35.453	0.2	2.37742E+24
Mg	24.305	0.1	1.73393E+24

Ejemplo: Ejercicio 1.8

Veamos algo más fácil, como lo haría Fermi…

Puedo suponer que el ser humano está compuesto por 100% de agua (H_2O).

La masa de una molécula de agua vale: 16 g/mol (O) + 2 × 1,0 g/mol (H)

18 g/mol = 18×10^{-3} kg/mol

Cada mol tiene $6{,}022\times10^{23}$ moléculas y cada molécula 3 átomos (2 H y 1 O)

Entonces la masa en kg de una molécula de agua vale:

$$18\times10^{-3}\ \frac{kg}{mol}\times\frac{1}{6{,}022\times10^{23}}\ \frac{mol}{moléculas\ H_2O}=2{,}99\times10^{-23}\ \mathrm{kg}$$

Por tanto si la masa de la persona es de 70 kg, entonces el número de átomos será:

$$\frac{70\ kg}{2{,}99\times10^{-23}\ kg/molécula}\times\frac{3\ átomos}{molécula}=7{,}02\times10^{27}\,átomos$$

Serían: ***7×10^{27} átomos*** **~10^{28} átomos**

Obtengo el mismo orden de magnitud: 10^{28} !!!

En forma similar podemos estimar que el número de átomos de la Tierra es de 10^{50}

Análisis dimensional

Dimensión: naturaleza física de una cantidad o magnitud.

Si **mido una distancia** en **unidades de metros, pulgadas o codos**, se trata de la **magnitud distancia** y la **dimensión** es la **longitud**.

Símbolos dimensiones básicas mecánica: L longitud, M masa y T tiempo.
Se usan corchetes [ ] para indicar las dimensiones de una magnitud.
Ejemplos: velocidad (v): $[v] = L/T = L.T^{-1}$; área (A): $[A] = L^2$.
densidad (masa/volumen) (ρ): $[\rho] = M/L^3 = M.L^{-3}$

Con frecuencia es necesario deducir una expresión matemática o una ecuación o bien verificar su validez, esto se puede hacer con el **análisis dimensional, que hace uso del hecho de que las dimensiones pueden ser tratadas como cantidades algebraicas.**
Estas cantidades, por ejemplo, se pueden sumar o restar sólo si tienen las mismas dimensiones.
Si los términos en los lados opuestos de una ecuación tienen las mismas dimensiones, entonces puede ser correcta, es una condición necesaria, pero no suficiente!
Tiene un valor de verificación parcial de una ecuación (por eso es necesaria pero no suficiente) y también puede usarse para desarrollar expresiones que relacione magnitudes físicas en situaciones muy complejas.

Análisis dimensional

El **análisis dimensional** aprovecha el hecho de que *las dimensiones pueden tratarse como cantidades algebraicas*.

- **Las cantidades sólo pueden sumarse o restarse si tienen las mismas dimensiones (es decir son homogéneas).**
- **Los dos miembros de una igualdad (o ecuación) deben tener las mismas dimensiones.**
- **Los argumentos de funciones trascendentes (exponencial, logaritmos, funciones trigonométricas) deben ser adimensionados.**
- **La dimensión de cualquier magnitud física puede expresarse en función de las 7 dimensiones de las magnitudes fundamentales (en nuestro caso nos restringiremos a 3: M,L, T)**

Con el análisis dimensional puedo deducir o verificar una fórmula o expresión y determinar las unidades (o dimensiones) de una constante de proporcionalidad, pero no su valor numérico.

Por tanto no puedo determinar las constantes adimensionadas.

Ejemplo determinación de G:

La ley de Gravitación Universal de Newton establece que la fuerza de atracción entre dos cuerpos depende de sus masas y de la distancia que las separa:

$$F = \frac{GMm}{r^2}$$

¿Qué dimensiones debe tener la constante *G para que la ecuación tenga sentido?*

A partir de la ley puedo deducir que: $G = \frac{F.r^2}{M.m}$

Entonces las dimensiones de ambos miembros de la igualdad deben ser iguales:

$$[G] = \left[\frac{F.r^2}{M.m}\right]$$

Como la dimensión de un producto es igual al producto de las dimensiones:

[A.B] = [A].[B], operando con el segundo miembro:

$$[G] = \left[\frac{F.r^2}{M.m}\right] = \frac{[F.r^2]}{[M.m]} = \frac{[F][r^2]}{[M][m]} = \frac{[F][r]^2}{[M][m]}$$

Ahora sustituyo las dimensiones de c/u de las magnitudes

Algunas son elementales: $[M] = [m] = M$ $[r] = L$

La dimensión de la fuerza F no es inmediata, pero recordando que: F = m.a entonces: [F] =[m].[a] = M. L/T^2 = M.L.T^{-2}

$$[G] = \frac{[F][r]^2}{[M][m]} = \frac{(M.L.T^{-2})(L^2)}{(M)(M)} = \frac{ML^3T^{-2}}{M^2} = M^{-1}.L^3.T^{-2}$$

Por lo tanto, las dimensiones de G son: $[G] = M^{-1}L^{3}T^{-2}$

O de otra forma: $[G] = L^3/(M.T^2)$

Por lo tanto las unidades de G deben ser:

Unidades: $m^3/(kg.s^2)$ que en forma equivalente se ouede expresar como: $N.m^2/kg^2$

Ejercicio 1.14

Imagine que se encuentra Ud. en un examen de física y le parece recordar una ecuación para obtener la velocidad *v* con que una piedra llega al piso después de caer desde una altura *h*. La fórmula que recuerda es la siguiente: $v = \sqrt{\frac{2h}{g}}$ donde g es la aceleración de la gravedad? La usaría usted en el examen o existen motivos para desconfiar de su memoria?

$$v = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Veamos las dimensiones de *h*, *v* y *g*:

$[h]$ =L;
$[v]$ = L/T= L.T^{-1};
$[a]$ =L/T^2 = L.T^{-2};

Es decir que se debe cumplir que:

$$[v] = \left[\sqrt{\frac{2h}{g}}\right] = \sqrt{\frac{2[h]}{[g]}}$$

Como el 2 es adimensionado no lo considero.

$$\mathrm{LT}^{-1} = \sqrt{\frac{\mathrm{L}}{\mathrm{LT}^{-2}}} = \sqrt{\frac{1}{\mathrm{T}^{-2}}} = \sqrt{\mathrm{T}^2} = T$$

La expresión NO es dimensionalmente correcta, por tanto **no puede estar bien**!!!

Más adelante veremos que la expresión correcta es: $v = \sqrt{2gh}$

Que fácilmente podemos verificar que dimensionalmente es correcta.
Pero otras expresiones, no correctas,también pueden ser dimensionalmente correctas

$$v = \sqrt{gh} \qquad v = \pi^3\sqrt{gh} \qquad v = \sqrt{2gh} + 2 \qquad v = \frac{\sqrt{gh}}{\pi} + 2$$