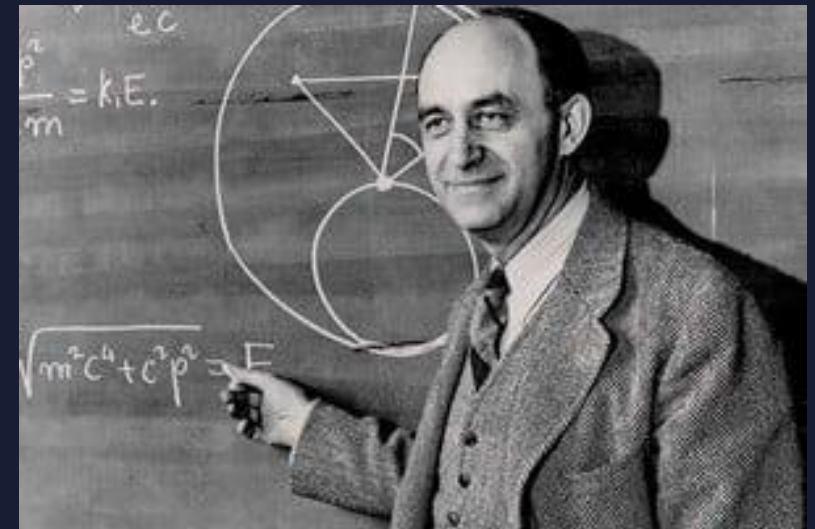



2- CIFRAS  
SIGNIFICATIVAS,  
ÓRDENES DE  
MAGNITUD Y  
CONVERSIÓN DE  
UNIDADES,  
PROBLEMAS DE FERMI



# ¿Qué trabajaremos hoy?

- Cifras significativas: repaso, ejemplos
- Órdenes de magnitud, notación científica
- Conversión de unidades
- Estimación: problemas de Fermi



*¿Cuántos afinadores de piano hay en la ciudad de Chicago? (Fermi)*

# Cifras significativas: repaso de las reglas

**REGLA 1: ¿CÓMO LAS CONTAMOS?** De izquierda a derecha, a partir del primer dígito no cero y hasta el último dígito (incierto).

0.03245  
└───────────> 4 c.s.

**REGLA 2: ¿CÓMO SUMAMOS Y RESTAMOS?** Al sumar o restar dos números decimales, el número de cifras decimales del resultado es igual al de la cantidad con el menor número de ellas.

$$27.153 + 138.2 - 11.74 = 153.6 \text{ y no } 153.613$$

**REGLA 3: ¿CÓMO MULTIPLICAMOS Y DIVIDIMOS?** Al multiplicar o dividir dos números, el número de cifras significativas del resultado es igual al del factor con menos cifras.

$$(0.745 \times 2.2) \div 3.885 = 0.42 \text{ y no } 0.42187902 \dots$$

# Cifras significativas: redondeo

- Siempre **redondee su respuesta final** conservando solo el número correcto de cifras significativas.

$$2.72 \times 4.3 = 11.696$$

- **Redondee, no trunque.**

11.696 pasa a 12

- Para cálculos intermedios, use más cifras significativas que las necesarias

# Cifras significativas: ejemplos

1. Queremos obtener el área de una hoja A4. Medimos sus lados,  $21,0\text{cm} \times 29,7\text{cm}$  ¿Cuál es el **área**?
2. En un recipiente con  $25\text{mL}$  de alcohol, disolvemos  $7,34\text{g}$  de un preparado. ¿Cuál es su **concentración**?
3. Un koala de masa  $5.423\text{kg}$  se posa sobre una rama artificial de  $1.45\text{kg}$  para pesarse. Sabiendo que  $g = 9.8\text{m/s}^2$ , ¿cuál es el **peso** del koala y la rama?

# Cifras significativas: ejemplos

1. Queremos obtener el área de una hoja A4. Medimos sus lados,  $21,0\text{cm} \times 29,7\text{cm}$   
¿Cuál es el **área**? R:  $624\text{cm}^2$
2. En un recipiente con  $25\text{mL}$  de alcohol, disolvemos  $7,34\text{g}$  de un preparado. ¿Cuál es su **concentración**? R:  $0,29\text{g/mL}$
3. Un koala de masa  $5.423\text{kg}$  se posa sobre una rama artificial de  $1.45\text{kg}$  para pesarse. Sabiendo que  $g = 9.8\text{m/s}^2$ , ¿cuál es el **peso** del koala y la rama?  
R:  $67\text{N}$

# Cifras significativas: notación científica

- ¿Qué pasa si “no puedo tachar más dígitos”?

$$4,2 \times 3,4 \times 8,7 = 124,236 \Rightarrow 1,2 \times 10^2$$

Exponente

Base

Coeficiente

- Uso la **notación científica** que utiliza tres partes:

- **Coeficiente:** cualquier número entre 1 y 10
- **Base:** la base usual es la decimal, 10
- **Exponente:** potencia a la que elevamos la base. Pueden pensarlo como “cuántas veces corro la coma”, a la izquierda queda **positivo**, y a la derecha, **negativo**.

$$0.00123 = 1,23 \times 10^{-3}$$

- ¿Por qué complicarnos?

1. Número de Avogrado:  $602.200.000.000.000.000.000.000 = 6,022 \times 10^{23}$ .
2. Carga del electrón:  $0,00000000000000000001602C = 1,602 \times 10^{-19} C$

# Cifras significativas: encuesta

Ingresen al sitio WOOCLAP y pongan el código: **YFFHGS**

Realizaremos dos preguntitas para entrar en calor.

Deben calcular:

1.  $4,23 + 3,125 - 7,3 = ? \dots ?$
2.  $4,3 \times 5,8 \times 9,6 \div 2,3 = ? \dots ?$

# Notación científica: **potencias**

- Cuando tenemos un **producto de factores iguales**, podemos escribirlo como **potencia**. El **factor que se repite es la base**, y la **cantidad de veces que se repite, el exponente**:  $3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 3^5$
- Exponente **negativo**:  $3^{-5} = \frac{1}{3^5} = \frac{1}{3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3}$
- **Producto de potencias** (de igual base):  $y^2 \times y^3 \times y^4 = y^{2+3+4} = y^9$
- **Cociente de potencias** (de igual base):  $\frac{y^4}{y^2} = y^{4-2} = y^2$
- **Potencia de una potencia**:  $(5^3)^2 = 5^{3 \times 2} = 5^6$
- **Producto de potencias II** (de igual exponente):  $3^2 \times 4^2 \times 6^2 = (3 \times 4 \times 6)^2 = 72^2$
- **Exponente fraccionario** (raíces):  $\sqrt{5} = 5^{\frac{1}{2}}$   $\sqrt[3]{7} = 7^{\frac{1}{3}}$  y en general  $\sqrt[n]{x^m} = x^{\frac{m}{n}}$

# Notación científica: **potencias**

Entren al cuestionario WOOCLAP: **SZIGMC**

# Orden de magnitud y potencias de 10

- Cuando vemos una expresión como:

$$L = 4,5 \times 10^3 \text{ cm}$$

en muchos casos nos importa, más que el coeficiente, **el orden de magnitud: 3** en este caso.

- <https://htwins.net/scale2/>
- Muchas veces es más cómodo usar **prefijos** que directamente las potencias. Por ejemplo, el largo de la rambla  $22,2 \times 10^3 \text{ m}$ , es más natural darlo como  $22,2 \text{ km}$ .

	Prefijo	Abreviatura		Prefijo	Abreviatura
$10^1$	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	u
$10^9$	giga	G	$10^{-9}$	nano	n
$10^{12}$	tera	T	$10^{-12}$	pico	p
$10^{15}$	peta	P	$10^{-15}$	Femto	f

# Conversión de unidades

**A veces debe convertir unidades de un sistema de medición a otro.**

Las igualdades entre unidades de longitud del SI y las usuales estadounidenses son las siguientes:

$$1 \text{ mil} = 1\,609 \text{ m} = 1.609 \text{ km} \quad 1 \text{ ft} = 0.3048 \text{ m} = 30.48 \text{ cm}$$

$$1 \text{ m} = 39.37 \text{ pulg} = 3.281 \text{ ft} \quad 1 \text{ pulg} = 0.0254 \text{ m} = 2.54 \text{ cm (exactamente)}$$

$$1 \text{ kg} = 2.2 \text{ lb} \quad 1 \text{ onza} = 28,3 \text{ g}$$

Una conversión usual es entre m/s y km/h para dar rapidezces o velocidades. La regla de conversión es:

$$1 \frac{m}{s} = 3.6 \frac{km}{h}$$

# Conversión de unidades: ejemplos

1. El diamante tallado mas grande del mundo es la Primera Estrella de África (montada en el cetro real británico y guardado en la Torre de Londres). Su volumen es de 1.84 pulgadas cubicas. ¿Cual será su volumen en centímetros cúbicos? ¿Y en metros cúbicos?
2. El récord mundial oficial de rapidez terrestre es de 1228.0 km/h, establecido por Andy Green el 15 de octubre de 1997 en el automóvil con motor a reacción *Thrust SSC*. Expresé esta rapidez en metros/segundo.



# Conversión de unidades: ejemplos

1. El diamante tallado mas grande del mundo es la Primera Estrella de África (montada en el cetro real británico y guardado en la Torre de Londres). Su volumen es de 1.84 pulgadas cubicas. ¿Cual será su volumen en centímetros cúbicos? ¿Y en metros cúbicos? R:  $30.2\text{cm}^3$  y  $3.02 \times 10^{-5}\text{m}^3$

diamante tallado mas grande del mundo es la Primera Estrella de África (montada en el cetro real británico y guardado en la Torre de Londres). Su volumen es de 1.84 pulgadas cubicas. ¿Cual será su volumen en centímetros cúbicos? ¿Y en metros cúbicos? R:  $30.2\text{cm}^3$  y  $3.02 \times 10^{-5}\text{m}^3$

2. El récord mundial oficial de rapidez terrestre es de 1228.0 km/h, establecido por Andy Green el 15 de octubre de 1997 en el automóvil con motor a reacción *Thrust SSC*. Expresé esta rapidez en metros/segundo. R:  $341.11\text{m/s}$

El récord mundial oficial de rapidez terrestre es de 1228.0 km/h, establecido por Andy Green el 15 de octubre de 1997 en el automóvil con motor a reacción *Thrust SSC*. Expresé esta rapidez en metros/segundo. R:  $341.11\text{m/s}$



# Estimaciones: problemas de Fermi

Muchas veces, obtener un resultado preciso de un cálculo es difícil o imposible. Y en cambio, una estimación burda cabe *en la parte de atrás de un sobre*.

A veces, sabemos cómo hacer el cálculo, pero debemos estimar parámetros. O el cálculo en sí es muy complejo.

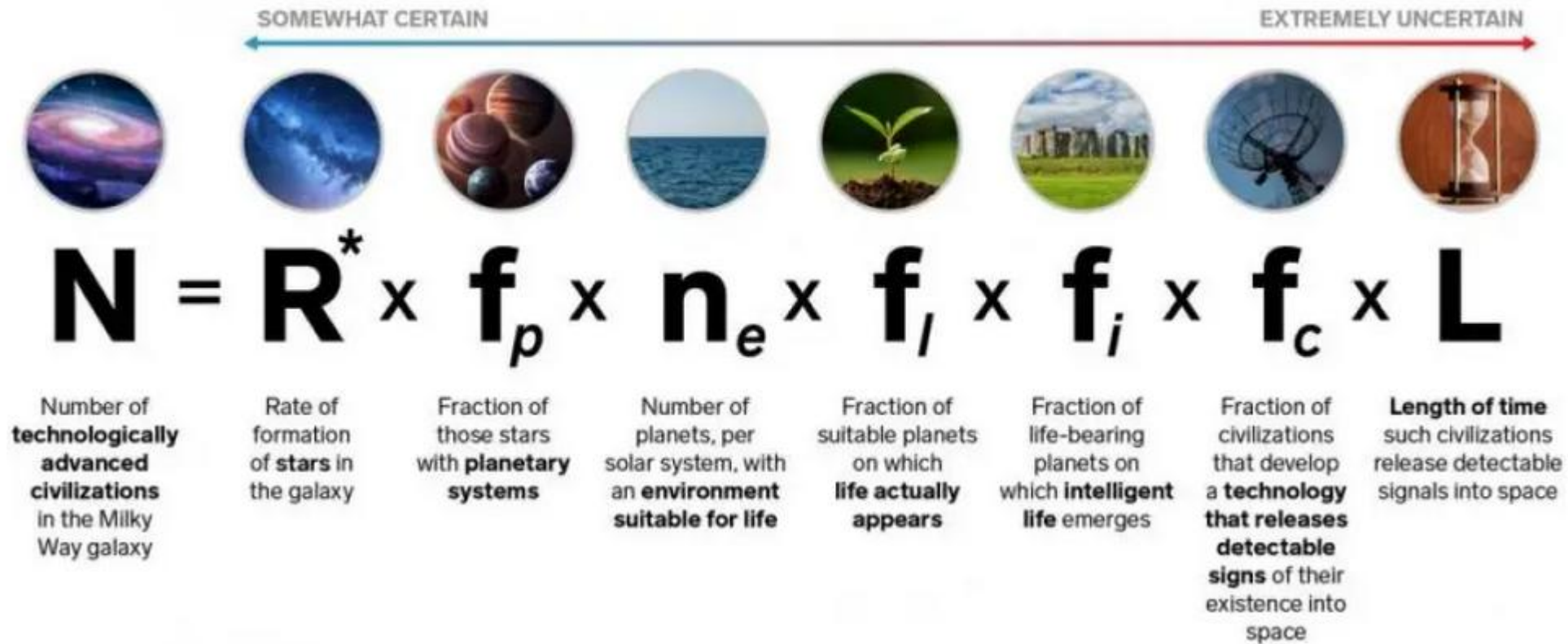
Nuestro resultado será una **estimación**, con un factor de incertidumbre dos, diez o más. Pero **igual nos es útil**.

Se denomina **estimación del orden de magnitud**.

También se los conoce como **problemas de Fermi**, pues este solía comenzar sus cursos preguntando a sus estudiantes: *“Conociendo su población, ¿podría decirme cuántos afinadores de piano viven en la ciudad de Chicago?”*

Puede servir de chequeo, o de análisis de factibilidad.

# Estimaciones: ejemplos



Esta es la famosa ecuación de Drake. Ver “Materiales complementarios”.

# Estimaciones: ejemplos

## ¿Cuánta yerba se consume en total al año en Uruguay?

Debemos dar valores para varios parámetros:

- ¿Cuántas personas hay en Uruguay?  $P_{Uy}$
- ¿Qué fracción de estas personas consume mate?  $f_c$
- ¿Cuántos mates arma en una semana cada consumidor?  $N_m$
- ¿Todas las semanas son iguales? Supongamos que **sí**.  $N_{sem}$
- ¿Cuánta yerba lleva cada mate?  $m_{yerba}$

Finalmente podemos expresar:

$$M_{yerba} = P_{Uy} \times f_c \times N_m \times N_{sem} \times m_{yerba} \sim \text{¿...?}$$

# Estimaciones: ejemplos

## ¿Cuánta yerba se consume en total al año en Uruguay?

Debemos dar valores para varios parámetros:

- ¿Cuántas personas hay en Uruguay?  $P_{Uy} \Rightarrow 3.5 \text{ millones}$
- ¿Qué fracción de estas personas consume mate?  $f_c \Rightarrow 0.6$
- ¿Cuántos mates arma en una semana cada consumidor?  $N_m = 7$
- ¿Todas las semanas son iguales? Supongamos que **sí**.  $N_{sem} = 12 \times 4 = 48$
- ¿Cuánta yerba lleva cada mate?  $m_{yerba} \approx 30g = 0.040kg$

Finalmente podemos expresar:

$$M_{yerba} = P_{Uy} \times f_c \times N_m \times N_{sem} \times m_{yerba} \sim \mathbf{2.8 \times 10^7 kg}$$

# Estimaciones: ejemplos

## **PROBLEMA 1.8 ¿Cuántos átomos tiene nuestro cuerpo?**

Notemos que siempre podemos *complicárnosla* tanto como queramos.

### **Camino largo:**

- Buscar composición del cuerpo humano
- Obtener el % en masa y luego atómico de los principales elementos
- Estimar la masa de la persona y la cantidad de átomos de cada elemento
- ¡Sumar sobre todos los elementos!

# Estimaciones: ejemplos

## PROBLEMA 1.8 ¿Cuántos átomos tiene nuestro cuerpo?

Elemento	u	% masa	<b>6.47546E+27</b>
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

# Estimaciones: ejemplos

## PROBLEMA 1.8 ¿Cuántos átomos tiene nuestro cuerpo?

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

O seguimos un camino fácil: suponer el cuerpo compuestamente únicamente de agua:

- Masa molécula de agua:  $18 \frac{g}{mol} = 2.99 \times 10^{-23} kg$
- Si la persona pesa  $70kg$ , está compuesta por:

$$\frac{70kg}{2,99 \times 10^{-23} kg/moléc} \times \frac{3 \text{ átomos}}{moléc} = \mathbf{7 \times 10^{27} \text{ átomos}}$$

¡Mismo orden de magnitud!

# Estimaciones: ejemplos

## **PROBLEMA 1.4 ¿Cuántos salones de oro hemos picado?**

La cantidad total de oro extraído mediante minería en la historia registrada de la humanidad es estimada como unas  $1,70 \times 10^8 \text{ kg}$ .

¿Cuántas habitaciones del tamaño del salón de clases serían necesarias para almacenar esa cantidad de oro?