



CÓMO HACER “VISIBLE” LA ENORME MAGNITUD DEL NÚMERO DE AVOGADRO

Como sabes, el número de Avogadro es $6,02 \cdot 10^{23}$, es decir, la friolera cantidad de:

602.000,000.000,000.000,000

Aún después de leerlo “seiscientos dos mil trillones”, el número parece muy grande, pero no se tiene conciencia de su enormidad.

Para que nos podamos hacer una idea de la enorme magnitud de ese número, vamos a hacer unos pequeños cálculos:

- Análisis 1:

- Preguntémonos ¿cuántos habitantes tiene el planeta Tierra (en números redondos)? Respuesta: seis mil millones ($6 \cdot 10^9$). Esto ya da una idea de “número grande” ya que la impresión general es que en este planeta hay “mucho” gente.
- Imaginamos que ponemos a contar átomos a todos los habitantes del planeta Tierra a razón de 100 átomos por segundos ¿cuánto tardarían en contar $6,02 \cdot 10^{23}$ átomos, es decir, un mol?
 - Átomos contados por segundo por todos los habitantes de la Tierra: $6 \cdot 10^{11}$ átomos/s. Aún estamos muy lejos del N_A .
 - Supongamos que cuentan durante 1 día sin parar. Contarían:

$$6 \cdot 10^{11} \frac{\text{átomos}}{\cancel{s}} \cdot \frac{3600 \cancel{s}}{1 \cancel{\text{hora}}} \cdot \frac{24 \cancel{\text{horas}}}{1 \text{ día}} = 5,2 \cdot 10^{16} \frac{\text{átomos}}{\text{día}}$$

- Ya estamos más cerca, pero la diferencia aún es enorme. Vale, ¡acabemos! ¡Qué cuenten un año entero!:

$$5,2 \cdot 10^{16} \frac{\text{átomos}}{\cancel{\text{día}}} \cdot \frac{365 \cancel{\text{días}}}{1 \text{ año}} = 2,0 \cdot 10^{19} \frac{\text{átomos}}{\text{año}}$$

- Aún no llegamos, entonces, ¿Cuál es la solución?

$$6,02 \cdot 10^{23} \text{ átomos} \cdot \frac{1 \text{ año}}{2,0 \cdot 10^{19} \text{ átomos}} = 30.100 \text{ años}$$

- En conclusión: Toda la población mundial, contando a razón de 100 átomos por segundo cada uno, estaría 30.100 años para contar un mol de átomos ($6,022 \cdot 10^{23}$)

- Análisis 2:

- Consideremos que un grano de arroz tiene una masa de $1,66 \cdot 10^{-5}$ kg. La masa de un mol de granos sería entonces:

$$M_{\text{arroz}} = \frac{1,66 \cdot 10^{-5} \text{ Kg}}{1 \text{ grano de arroz}} \cdot \frac{6,022 \cdot 10^{23} \text{ granos de arroz}}{1 \text{ mol de granos de arroz}} = 1 \cdot 10^{19} \text{ Kg / mol}$$

- La respuesta es ciertamente sorprendente: ¡diez trillones de kilogramos! Pero, ¿cómo de grande es esta masa?
 - La producción anual de arroz en China puede ayudarnos a aquilatar lo anterior.
 - En China, mayor productor de arroz mundial, se producen unos 200 millones de toneladas de arroz al año, o sea $2 \cdot 10^{11}$ Kg/año.
 - La masa de un mol de granos de arroz es un número ¡50 millones de veces mayor!

$$\text{Tiempo} = \frac{1 \cdot 10^{19} \frac{\text{Kg}}{\text{mol}}}{2 \cdot 10^{11} \frac{\text{Kg}}{\text{año}}} = 5 \cdot 10^7 \frac{\text{año}}{\text{mol}} = 50.000.000 \frac{\text{año}}{\text{mol}}$$

- ¡China necesita cincuenta millones de años para producir un mol de granos de arroz!

- Análisis 3:

- En contrapartida, para que también nos hagamos una idea de lo pequeños que son los átomos, comentaremos que un mol de moléculas de agua, es decir, $6,02 \cdot 10^{23}$ moléculas de agua, tan solo tienen una masa de 18 gramos.

- **Determinación del número de Avogadro:**

- Las primeras estimaciones de la constante de Avogadro, N_A , fueron hechas durante la segunda mitad del siglo XIX. Nueve años después de la muerte de Avogadro.
- Josef Loschmidt sugiere un primer método para obtenerla y encuentra $N_A = 4,09 \times 10^{22}$ partículas/mol. Este valor, casi quince veces menor que el actual.
- Fue mejorado mediante otras técnicas por diversos investigadores (determinación del espesor límite de una película, o de los parámetros del movimiento browniano, o de la emisión de partículas radiactivas).
- Fue Perrin, en 1909, quien logró por primera vez un resultado muy cercano al actual de N_A al alcanzar 62×10^{22} partículas/mol.
- N_A terminó de afinarse durante el siglo XX, una vez determinada con precisión la carga del electrón (1913) o aplicadas las técnicas de difracción de rayos X sobre cristales (1912). El resultado actualmente aceptado internacionalmente es:

$$N_A = 6,02214199 \times 10^{23} \text{ unidades elementales/mol}$$