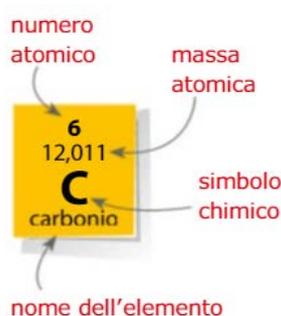


## Massa atomica, molecolare, molare, mole

$$1u = \frac{1}{12} m_{^{12}_6\text{C}} = 1,6605655 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1,6605655 \cdot 10^{-24} \text{ g}_r \quad m_{^{12}_6\text{C}} = 12u$$

è l'**unità di massa atomica** utilizzata in chimica e in fisica per misurare gli atomi e le molecole

Nella tavola periodica degli elementi, per ciascuno di essi, compare un riquadro come quello indicato nella figura sottostante.



La **massa atomica relativa** di un elemento è indicata col simbolo **A** ed espressa da un numero puro. Nel caso della figura abbiamo:  $A_{\text{C}} = 12,011$  = massa atomica relativa del carbonio.

**A · u** è la massa di un atomo espressa in grammi o in chilogrammi

**M** è la **massa molecolare relativa** espressa da un numero puro ed è la somma delle masse atomiche relative degli atomi che compongono la molecola

Il numero **M** espresso in **unità di massa atomica** rappresenta la massa molecolare, cioè la massa di una singola molecola  $m_{\text{molecola}} = M_{\text{molecolare}} = M u$

Il numero **M** espresso in  $\frac{\text{g}_r}{\text{mol}}$  rappresenta la massa molare, cioè la massa di una singola mole della sostanza considerata  $m_{\text{mole}} = M_{\text{molare}} = M \frac{\text{g}_r}{\text{mol}}$

$$N_A = 6,02295 \cdot 10^{26} \frac{\text{numero di molecole}}{\text{kmol}} = 6,02295 \cdot 10^{23} \frac{\text{numero di molecole}}{\text{mol}} =$$

= numero di Avogadro

La **massa molare** di una sostanza è il rapporto tra la sua massa  $m_{gr}$  espressa in grammi e il numero di moli  $n$  della sostanza considerata.  $M_{molare} = \frac{m_{gr}}{n}$   $n = \frac{m_{gr}}{M_{molare}} = \frac{m}{M}$

Il numero di molecole  $N$  contenute in una massa  $m$  (espressa in grammi) di massa molare  $M_{molare} = M$  ci viene fornito dalla seguente relazione:  $N = nN_A = N_A \cdot \frac{m}{M}$  dove

$M$  è la massa molare della sostanza considerata.

### Esempio

Un recipiente contiene 500 grammi di glucosio la cui formula chimica è  $C_6H_{12}O_6$

- Calcolare la sua massa molecolare e la sua massa molare
- Calcolare le moli contenute in 500 grammi di glucosio
- Dire quante molecole sono presenti in 500 grammi di glucosio

Calcoliamo la massa molecolare relativa  $M$  del glucosio

$A_C = 12,011$   $A_H = 1,0079$   $A_O = 15,9994$   $M_{glucosio} = 180,15688$  in quanto risulta:

$$M_{glucosio} = 6A_C + 12A_H + 6A_O = 6 \cdot 12,011 + 12 \cdot 1,0079 + 6 \cdot 15,9994 = 72,066 + 12,0948 + 95,9964$$

$$M_{glucosio} = 180,15688$$

- Calcolare la sua massa molecolare e la sua massa molare

$$M_{glucosio} \cdot u = 180,15688 \cdot 1,6605655 \cdot 10^{-27} = 299,1623 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 2,991623 \cdot 10^{-25} \text{ kg} =$$

= massa molecolare del glucosio = massa di una molecola di glucosio

$M_{glucosio} \frac{g_r}{mol} = 180,15688 \frac{g_r}{mol}$  = massa molare del glucosio = massa di una mole di glucosio

- Calcolare le moli contenute in 500 grammi di glucosio

$$n = \frac{m_{gr}}{M_{molare}} = \frac{m}{M} = \frac{500}{180,15688} = 2,775359$$

$$M_{molare} = \frac{m_{gr}}{n} = \frac{500}{2,77535} = 180,156873 \text{ è un altro modo di calcolare la massa molare}$$

- Dire quante molecole sono presenti in 500 grammi di glucosio

$$N = n N_A = N_A \cdot \frac{m}{M} \quad N = n N_A = 2,775359 \cdot 6,02295 \cdot 10^{23} = 16,715848 \cdot 10^{23} = 1,6715848 \cdot 10^{24} =$$

= numero di molecole sono presenti in 500 grammi di glucosio

Calcolare il numero di molecole contenute in una massa d'acqua  $m=36\text{ g}$ ,

Per prima cosa bisogna calcolare la massa molare dell'acqua:

$$M_{\text{molare}, H_2O} = 2 \cdot 1,008 + 16 = 18,016 \frac{\text{g}_r}{\text{mol}}$$

$$N = N_A \cdot \frac{m}{M} = 6,022 \cdot 10^{23} \cdot \frac{36}{18,016} = \frac{216,792}{18,016} \cdot 10^{23} = 12,0333 \cdot 10^{23} = 1,2033 \cdot 10^{24} \text{ molecole}$$

#### Altro esempio

In un recipiente sono presenti  $N=3 \cdot 10^{24}$  molecole di anidride carbonica ( $CO_2$ ).

Calcolare la massa  $m$  del gas e il corrispondente numero  $n$  di moli.

$$M_{CO_2} = 12 + 16 + 16 = 44 \frac{\text{g}_r}{\text{mol}} \text{ massa molare dell'anidride carbonica}$$

La massa di una molecola di anidride carbonica è:  $m_{CO_2} = M_{CO_2} \cdot u = 44 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$

La massa totale della sostanza si ottiene moltiplicando il numero di molecole presenti nel recipiente per la massa di una sola molecola:

$$m = N \cdot m_{CO_2} = 3 \cdot 10^{24} \cdot 44 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 3 \cdot 44 \cdot 1,66 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 219,12 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 219,12 \text{ g}_r$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{219,12}{44} = 4,977 \text{ mol} \sim 5 \text{ mol}$$

Potevano calcolare il numero di moli applicando la seguente formula:  $n = \frac{N}{N_A}$  dove

$N$  è il numero totale presenti nel recipiente

$$n = \frac{N}{N_A} = \frac{3 \cdot 10^{24}}{6,02295 \cdot 10^{23}} = \frac{30}{6,02295} = 4,977 \text{ mol} \sim 5 \text{ mol}$$

Calcolare la massa di una mole di acqua.

$$1 \text{ mole}_{\text{H}_2\text{O}} = M_{\text{H}_2\text{O}} \frac{\text{g}_r}{\text{mol}} = (1,0079 + 1,0079 + 15,999) \frac{\text{g}_r}{\text{mol}} = 18,0148 \frac{\text{g}_r}{\text{mol}}$$

Quante moli di atomi e quanti atomi ci sono in  $m=36 \text{ g}_r$  di questo elemento?

• La massa atomica relativa del carbonio è  $A_c=12,011$  e quindi la massa atomica del carbonio è:  $m_c=12,011u$  e quindi la sua massa molare è:  $M_c=12,011 \frac{\text{g}_r}{\text{mol}}$

$$\bullet \quad n = \frac{m}{M_c} = \frac{36 \cancel{\text{g}_r}}{12,011 \frac{\cancel{\text{g}_r}}{\text{mol}}} = 3 \text{ mol}$$

• Il numero di atomi presenti in  $m=36 \text{ g}_r$  di carbonio sono:

$$N = N_A \cdot n = 6,02 \cdot 10^{23} \cdot 3 = 1,8 \cdot 10^{24}$$

Formulario sintetico di massa atomica, massa molecolare, massa molare

$A$  = massa atomica relativa     $m_{\text{at}} = A u$  = massa di un atomo

$M$  = massa molecolare relativa = numero puro che si deduce dalla tavola periodica degli elementi

$M_{\text{molecolare}} = M \cdot u$  = massa molecolare = massa di una singola molecola

$M_{\text{molare}} = M \frac{\text{g}_r}{\text{mol}}$  = massa molare = massa di una singola mole

$m = m_{\text{g}_r}$  = massa in grammi della sostanza considerata

$$M_{\text{molare}} = \frac{m_{\text{g}_r}}{n} \Leftrightarrow n = \frac{m_{\text{g}_r}}{M_{\text{molare}}}$$

$N = n N_A = N_A \cdot \frac{m}{M}$  = numero di molecole presenti in una massa  $m = m_{\text{g}_r}$  della sostNZ considerata.