

Esercitazioni numeriche

Il magnesio in natura è costituito da tre isotopi: ^{24}Mg , ^{25}Mg e ^{26}Mg , con pesi atomici, rispettivamente 23.985042, 24.985837 e 25.982593. Le loro abbondanze naturali sono nell'ordine 78.99, 10.00 e 11.01%. Calcolare la massa molare del magnesio.

Il peso atomico dell'elemento è la media pesata dei pesi atomici degli isotopi:

$$\text{P.A.} = 23.9850 \cdot 0.7899 + 24.9858 \cdot 0.1000 + 25.9826 \cdot 0.1101 = 24.31$$

Quindi la massa molare sarà 24.31 g mol^{-1} .

Esercitazioni numeriche

Calcolare la massa di un atomo di carbonio 12?

In una mole di carbonio 12, la cui massa molare è, per definizione, 12 g mol^{-1} esatti, sono contenuti un numero di atomi pari alla costante di Avogadro. Quindi:

$$\frac{12 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}}{6.0221367 \cdot 10^{23} \text{ (mol}^{-1}\text{)}} = 1.9926482 \cdot 10^{-23} \text{ g}$$

Esercitazioni numeriche

Determinare l'unità di massa atomica.

L'unità di massa atomica, detta una volta *dalton*, è un dodicesimo della massa dell'atomo di carbonio 12. Quindi:

$$\frac{12 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}}{12 \cdot 6.0221367 \cdot 10^{23} \text{ (mol}^{-1}\text{)}} = 1.5605402 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

Esercitazioni numeriche

Calcolare l'energia nucleare di un atomo di carbonio-12.

Un atomo di carbonio-12 contiene 6 protoni, 6 neutroni e 6 elettroni. La massa delle particelle fondamentali dell'atomo è la seguente:

$$\begin{aligned}\text{protone:} & \quad 1.6726231 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ \text{neutrone:} & \quad 1.6749286 \cdot 10^{-27} \text{ kg} \\ \text{elettrone:} & \quad 9.1093897 \cdot 10^{-31} \text{ kg}\end{aligned}$$

Quindi la massa totale risulta:

$$\begin{aligned}m &= (6 \cdot 1.6726231 + 6 \cdot 1.6749286 + 6 \cdot 0.00091093897) \cdot 10^{-27} \text{ kg} = \\ &= 20.09077583 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 2.009077583 \cdot 10^{-23} \text{ g}\end{aligned}$$

che è significativamente superiore alla massa di un atomo di carbonio-12 ($1.9926482 \cdot 10^{-23}$ g, vedi Problema 2). Ciò dipende dal fatto che protoni e neutroni perdono massa nel processo di formazione di nuclei, con conseguente liberazione di energia (equazione di Einstein: $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$). ΔE è l'energia nucleare, Δm è il difetto di massa e c^2 è il quadrato della velocità della luce nel vuoto. Nel caso del ^{12}C

$$\begin{aligned}\Delta m &= (2.009077583 - 1.9926482) \cdot 10^{-26} \text{ kg} = 1.642938 \cdot 10^{-28} \text{ kg} \\ \Delta E &= 1.642938 \cdot 10^{-28} [\text{kg}] \cdot (2.99792458 \cdot 10^8 [\text{m s}^{-1}])^2 = \\ &= 1.47660 \cdot 10^{-11} \text{ J}\end{aligned}$$

Questa quantità di energia sembra piccola, ma si deve considerare che essa è riferita ad un solo atomo di carbonio-12. Se passiamo su scala molare, moltiplicando per la costante di Avogadro, abbiamo che l'energia nucleare molare è $8.89229 \cdot 10^{12}$ J mol⁻¹: questa è l'energia residente in 12 g di carbonio 12.

Esercitazioni numeriche

Quante moli di silicio sono contenute in 20.00 g di silicio?

Il peso atomico del silicio riportato nella “Tabella Periodica degli Elementi” è 28.0855. La massa di una mole di silicio è quindi 28.0855 g. Per trovare la quantità di silicio (numero di moli di Si) basta dividere la massa di silicio (20.00 g) per la massa di una mole.

$$\frac{20.00 \text{ (g)}}{28.0855 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} = 0.7121 \text{ mol}$$

Calcolare la massa di $4.201 \cdot 10^{-3}$ moli di uranio.

$$4.201 \cdot 10^{-3} \text{ (mol)} \cdot 238.029 \text{ (g mol}^{-1}\text{)} = 1.000 \text{ g}$$

Esercitazioni numeriche

Tre campioni di sostanze pure contengono 0.600 g di Be, 0.600 g di Pt e 0.600 g di Ca; in quale di tali campioni si trova il numero maggiore di atomi?

La quantità di sostanza in campioni di elementi aventi la stessa massa varia in proporzione inversa alla rispettiva massa molare. Nel nostro caso il campione di berillio (Be) contiene la maggior quantità di sostanza (espressa in mol) poiché la massa molare di questo elemento, $9.01218 \text{ g mol}^{-1}$, è inferiore rispetto a quella di platino (Pt) e calcio (Ca), rispettivamente $195.08 \text{ g mol}^{-1}$ e $40.078 \text{ g mol}^{-1}$. Il campione di Be contiene anche il maggior numero di atomi, poiché quest'ultimo è direttamente proporzionale alla quantità di sostanza (numero di moli).

$$\frac{0.600 \text{ (g)}}{9.01218 \text{ (g mol}^{-1})} \cdot 6.022137 \cdot 10^{23} \text{ (mol}^{-1}) = 4.01 \cdot 10^{22} \text{ (atomi di Be)}$$

$$\frac{0.600 \text{ (g)}}{195.08 \text{ (g mol}^{-1})} \cdot 6.022137 \cdot 10^{23} \text{ (mol}^{-1}) = 1.85 \cdot 10^{21} \text{ (atomi di Pt)}$$

$$\frac{0.600 \text{ (g)}}{40.078 \text{ (g mol}^{-1})} \cdot 6.022137 \cdot 10^{23} \text{ (mol}^{-1}) = 9.02 \cdot 10^{21} \text{ (atomi di Ca)}$$

Esercitazioni numeriche

Calcolare la percentuale in massa degli elementi nei composti C₆H₁₂O₆ e CH₂O.

La massa molare del primo composto è:

$$6 \cdot 12.011 + 12 \cdot 1.00794 + 6 \cdot 15.9994 = 180.157_7 \text{ g mol}^{-1}$$

Una mole del composto, la cui massa è 180.157₇ g, contiene sei moli di carbonio, dodici moli di idrogeno e sei moli di ossigeno: la percentuale di ciascun elemento nel composto è:

$$\frac{6 \cdot 12.011 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}}{180.157_7 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} \cdot 100 = 40.002 \% \text{ (carbonio)}$$

$$\frac{12 \cdot 1.00794 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}}{180.157_7 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} \cdot 100 = 6.71372 \% \text{ (idrogeno)}$$

$$\frac{6 \cdot 15.9994 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}}{180.157_7 \text{ (g mol}^{-1}\text{)}} \cdot 100 = 53.2847 \% \text{ (ossigeno)}$$

Per il secondo composto le percentuali sono esattamente le stesse. È inutile fare i calcoli, visto che i rapporti di combinazione in atomi dei due composti sono identici. Il primo composto può dirsi un *esamero* del primo (*monomero*).

Esercitazioni numeriche

Determinare la formula del benzoato di metile, la cui composizione percentuale elementare è la seguente: 70.58% C, 5.93% H, 23.49% O.

- ◆ Ci si riferisce a 100 g di campione. Le masse degli elementi in esso contenute sono numericamente uguali alle loro percentuali, cioè 70.58 g di C, 5.93 g di H e 23.49 g di O.
- ◆ Si trasformano le masse degli elementi nelle corrispondenti quantità in moli presenti in 100 g di campione:

$$70.58 \text{ (g)} / 12.011 \text{ (g mol}^{-1}\text{)} = 5.876 \text{ mol (carbonio)}$$

$$5.93 \text{ (g)} / 1.00794 \text{ (g mol}^{-1}\text{)} = 5.88 \text{ mol (idrogeno)}$$

$$23.49 \text{ (g)} / 15.9994 \text{ (g mol}^{-1}\text{)} = 1.468 \text{ mol (ossigeno)}$$

- ◆ 5.876 mol di C sono combinati con 5.88 mol di idrogeno: ciò vuol dire che per ogni mole di carbonio nel composto c'è una mole di idrogeno. Si cerca di convertire questi tre numeri reali in numeri interi. Proviamo a dividere per il più piccolo di essi. Troviamo 4.00, 4.00, 1.00.
- ◆ La formula minima del benzoato di metile è $\text{C}_4\text{H}_4\text{O}$.

	massa per 100 g	moli per 100 g	rapporti	indici interi
C	70.58	5.876	4.003	4
H	5.93	5.88	4.01	4
O	23.49	1.468	1	1

Esercitazioni numeriche

Un campione di un composto di colore arancione ha una massa di 25.0 g e contiene 6.64 g di potassio, 8.84 g di cromo e 9.52 g di ossigeno. Determinare la composizione percentuale elementare del composto e la sua formula minima.

$$\text{K: } 6.64 \text{ (g)} / 25.0 \text{ (g)} = 26.6 \%$$

$$\text{Cr: } 8.84 \text{ (g)} / 25.0 \text{ (g)} = 35.4 \%$$

$$\text{O: } 9.52 \text{ (g)} / 25.0 \text{ (g)} = 38.1 \%$$