

Visione d'insieme

DOMANDE E RISPOSTE SULL'UNITÀ

► Che cosa sono gli isotopi?

- Gli isotopi sono atomi di uno stesso elemento che hanno una massa leggermente diversa fra loro.

► Come si esprime la massa atomica?

- La massa atomica si può esprimere in unità di massa atomica (u); in questo caso viene detta massa atomica relativa.
- Se si utilizzano i kg viene detta massa atomica assoluta.

► A cosa corrisponde l'unità di massa atomica?

- L'unità di massa atomica (u) è pari alla dodicesima parte della massa dell'isotopo ^{12}C dell'atomo di carbonio.
- L'unità di massa atomica espressa in kg è:

$$1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg.}$$

► Come si chiama la quantità di sostanza nel SI?

- Nel SI la quantità di sostanza unitaria si chiama mole.
- Una mole di atomi (o di molecole) è la quantità di sostanza che ha una massa in grammi numericamente uguale alla massa atomica (o molecolare) relativa di quella sostanza.
- La massa molare, cioè la massa di una mole, si misura in g/mol.

► Quante particelle sono contenute in una mole?

- In una mole sono contenute un numero di particelle (atomi o molecole) uguali al numero di Avogadro: $6,022 \times 10^{23}$.
- Una mole di sodio contiene $6,022 \times 10^{23}$ atomi di Na; anche una mole di metano CH_4 contiene lo stesso numero di molecole.

► Come si può esprimere, utilizzando le moli, la concentrazione di una soluzione?

- La concentrazione di una soluzione si può esprimere come concentrazione molare o molarità.
- La molarità è il rapporto fra il numero di moli di soluto e il volume della soluzione.

► Che cosa dice la legge di Boyle?

- La legge di Boyle stabilisce che, quando la tempera-

tura di un gas si mantiene costante, una variazione della pressione produce una variazione di volume tale che il prodotto (pressione) \times (volume) si mantiene costante.

► Quali effetti produce su un gas un aumento di temperatura?

- A pressione costante, produce un aumento di volume (legge di Gay-Lussac); a volume costante, produce un aumento di pressione (legge di Charles).

► Che cos'è lo zero assoluto?

- È lo zero della scala kelvin e corrisponde a una temperatura di $-273,15 \text{ }^\circ\text{C}$. Si ottiene estrapolando il grafico relativo alla legge di Gay-Lussac per temperature inferiori a $0 \text{ }^\circ\text{C}$.

► Qual è il volume di una mole di gas?

- Il principio di Avogadro stabilisce che, nelle medesime condizioni di temperatura e pressione, una mole di qualsiasi gas occupa lo stesso volume.
- Il volume di una mole di gas in condizioni standard (1 atm e $0 \text{ }^\circ\text{C}$) è uguale a 22,4 l.

► Qual è l'equazione caratteristica dei gas ideali?

- Le quattro grandezze che caratterizzano lo stato di un gas sono: pressione, volume, temperatura e numero di moli.
- Per un gas ideale, le quattro grandezze risultano legate dall'equazione caratteristica o equazione di stato

$$pV = nRT$$

► Quali calcoli si possono effettuare utilizzando le equazioni chimiche?

- Utilizzando un'equazione chimica bilanciata correttamente possiamo calcolare le masse e i volumi delle sostanze (reagenti e prodotti) coinvolte nella reazione.
- Possiamo calcolare quanto prodotto si formerà da una data quantità di reagente o quanto reagente è necessario per formare una data quantità di prodotto.
- Inoltre possiamo valutare se un reagente è presente in eccesso.

Lezione 1 ■ Massa di atomi e molecole

- 1 Cerca nella tabella 1 nella lezione 1 la massa atomica relativa degli atomi di 5 elementi a tua scelta.
- ▶ Calcola la massa assoluta di ogni elemento espressa in unità SI.

- 2 **PROBLEMA SVOLTO** La caffeina è presente in diverse piante, quella del caffè, della cola, del cacao. Viene a volte chiamata teina perché si trova anche nel tè. La sua formula è $C_8H_{10}N_4O_2$.
- ▶ Calcoliamo la sua massa molecolare relativa.

Soluzione Per calcolare la massa molecolare relativa sommiamo le masse atomiche relative. C: 12,01 u; H: 1,008 u; N: 14,01 u; O: 16,00 u. In questo caso quindi la massa molecolare risulta:

$$(8 \times 12,01 \text{ u}) + (10 \times 1,008 \text{ u}) + (4 \times 14,01 \text{ u}) + (2 \times 16,00 \text{ u}) = 194,9 \text{ u}$$

- 3 Considera i due sali $CaCO_3$ e $NaNO_3$.
- ▶ Qual è il loro nome tradizionale?
 - ▶ Calcola la massa molecolare relativa delle due molecole.

Lezione 2 ■ La mole

- 4 **PROBLEMA SVOLTO** Ci servono esattamente 3 moli di glucosio (formula $C_6H_{12}O_6$).
- ▶ Quanti grammi devi pesare?
 - ▶ A quante molecole corrispondono?

Soluzione Calcoliamo prima la massa di una mole di glucosio:

$$(6 \times 12,01) + (12 \times 1,008) + (6 \times 16,00) = 180,2 \text{ g/mol}$$

La massa di 3 moli è

$$3 \text{ mol} \times 180,2 \text{ g/mol} = 540,6 \text{ g}$$

Calcoliamo il numero di molecole moltiplicando il numero di moli per il numero di Avogadro:

$$3 \text{ mol} \times 6,022 \times 10^{23} \text{ molecole/mol} = 18,07 \times 10^{23} \text{ molecole}$$

- 5 La massa di un cucchiaino di alluminio è 13,22 g.
- ▶ Calcola a quante moli corrispondono.
 - ▶ Se la massa del cucchiaino fosse doppia, il numero delle moli sarebbe doppio?
- 6 In cucina c'è un pacco nuovo da 1 kg di zucchero (saccarosio, $C_{12}H_{22}O_{11}$).
- ▶ Calcola quante molecole di zucchero ci sono nel pacco.
- 7 Un filo di rame ha una massa pari a 4 g per ogni metro.
- ▶ Quanti atomi sono contenuti in 10 m di filo?

- 8 Un'alimentazione ricca di pesce pescato in acque inquinate da mercurio può portare a gravi sindromi nervose. Per questo motivo le acque superficiali marine non devono contenere più di $0,15 \mu\text{g/l}$ di mercurio.
- ▶ A quante moli di atomi di mercurio corrisponde questa quantità?
 - ▶ Quanti atomi di mercurio ci possono essere, al massimo, in un litro di acqua?

- 9 Una zolletta di zucchero ($C_{12}H_{22}O_{11}$) ha una massa di 10 g.
- ▶ Qual è la massa molare dello zucchero?
 - ▶ Da quante moli è formata la zolletta?
 - ▶ Da quante moli è formato 1 kg di zucchero?

- 10 Disponi di due ciondoli che hanno la stessa massa, però uno è di argento, l'altro di oro.
- ▶ È possibile stabilire quale ciondolo possiede più atomi?
 - ▶ In caso affermativo, fissa tu il valore della massa e calcola il numero di atomi di ciascun ciondolo.

- 11 **PROBLEMA SVOLTO** Un chimico ha preparato un litro di soluzione 1 M di NaOH.
- ▶ Quanti grammi di idrossido di sodio sono contenuti in mezzo litro di soluzione?

Soluzione In un litro è contenuta 1 mole di NaOH. Calcoliamo quante moli ci sono in 0,5 l:

$$1 \text{ mol/l} \times 0,5 \text{ l} = 0,5 \text{ mol}$$

$$\begin{aligned} \text{massa molare NaOH} &= 23,00 + 16,00 + 1,008 = \\ &= 40,00 \text{ g/mol} \end{aligned}$$

Calcoliamo i grammi di idrossido di sodio moltiplicando il numero di moli per la massa molare:

$$0,5 \text{ mol} \times 40,00 \text{ g/mol} = 20,00 \text{ g}$$

- 12 Calcola quanti grammi di ciascun soluto sono necessari per preparare le seguenti soluzioni:
- ▶ 250 ml di soluzione 0,01 M di cloruro di sodio;
 - ▶ 150 ml di soluzione 0,1 M di $C_6H_{12}O_6$ (glucosio);
 - ▶ 500 ml di soluzione 0,5 M di acido solforico.
- 13 Una soluzione contiene 10,00 g di idrossido di potassio in un litro.
- ▶ Calcola la molarità della soluzione.
- 14 L'acqua di mare contiene mediamente 5,102 g di cloruro di magnesio, $MgCl_2$, in un litro.
- ▶ Qual è il volume di acqua di mare che contiene 0,25 moli di dicloruro di magnesio?

Lezione 3 ■ Le leggi dei gas e il volume molare

- 15 Un campione di gas ha la pressione di $7,9 \times 10^4 \text{ Pa}$, quando la sua temperatura è di 0°C .
- ▶ Se il volume è mantenuto costante, qual è la pressione del gas, in atmosfere, quando la sua temperatura arriva a 100°C ?

- 16** La tabella seguente si riferisce a un gas che si espande a pressione costante.

Temperatura (K)	73	173	273	373	473	573
Volume (dm ³)	—	—	100	—	—	—

- 17 PROBLEMA SVOLTO** 100,0 g di metano, CH₄, si trovano in condizioni standard.

- ▶ Che cosa si intende per condizioni standard?
- ▶ Qual è il loro volume?

Soluzione Per condizioni standard si intende una temperatura di 0 °C e una pressione di 1 atm. Calcoliamo la massa molare del metano:

$$12,01 + (4 \times 1,008) = 16,04 \text{ g/mol}$$

Calcoliamo poi il numero di moli di gas dividendo la massa totale per la massa di una mole:

$$100,0 \text{ g} : 16,04 \text{ g/mol} = 6,234 \text{ mol}$$

Ricaviamo infine il volume totale moltiplicando il numero di moli per il volume di una mole in condizioni standard: 22,4 l:

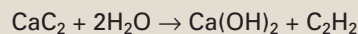
$$6,234 \text{ mol} \times 22,4 \text{ l/mol} = 140 \text{ l}$$

- 18** Un recipiente da 100 litri è pieno di gas argon in condizioni standard.
- ▶ Calcola il numero di moli di argon.
- 19** Un recipiente da 25 litri è pieno di azoto in condizioni standard.
- ▶ Calcola il numero di moli di azoto.
 - ▶ Calcola la massa.
 - ▶ Calcola il numero di molecole.
- 20** $3,011 \times 10^{23}$ molecole di metano a 0 °C e 1 atm sono contenute in un recipiente.
- ▶ Qual è il volume del metano?
 - ▶ Qual è il volume del recipiente?
- 21** Scrivi l'equazione caratteristica dei gas ideali.
- ▶ Per ognuna delle grandezze presenti, scrivi il nome e a fianco l'unità di misura nel SI.
- 22** Un litro di gas si trova all'interno di un contenitore rigido alla pressione di 0,8 atm e alla temperatura di 40 °C. Il contenitore viene riscaldato finché il gas raddoppia la sua temperatura. Supponi che la dilatazione termica del contenitore sia trascurabile.
- ▶ Da quante moli è composto il gas?
 - ▶ Durante il riscaldamento, il numero di moli rimane costante?
 - ▶ Qual è la pressione che raggiunge il gas?
- 23** Due bombole da 10 l si trovano alla pressione di 2 atm e alla temperatura di 20 °C e sono piene rispettivamente di metano e anidride carbonica.

- ▶ Quante moli di metano e di anidride carbonica contengono?
- ▶ E quanti grammi?

Lezione 4 ■ Calcoli con le equazioni chimiche

- 24 PROBLEMA SVOLTO** L'acetilene (C₂H₂) è un idrocarburo che può venire preparato per azione dell'acqua sul carburo di calcio secondo la seguente equazione bilanciata:



- ▶ Calcoliamo la massa di acqua che reagisce con 5,00 moli di carburo di calcio.

Soluzione Dalla reazione bilanciata risulta che i rapporti fra i coefficienti stechiometrici del carburo di calcio e dell'acqua è 1 : 2. Quindi con 5,00 moli di carburo reagiscono 10 moli di acqua.

Calcoliamo i grammi di acqua moltiplicando il numero di moli per la massa molare:

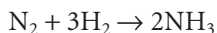
$$\text{massa molare H}_2\text{O} = 18,01 \text{ g/mol}$$

$$10 \text{ mol} \times 18,01 \text{ g/mol} = 180,1 \text{ g}$$

- 25** Per rispondere al quesito, basati sulla reazione dell'esercizio precedente.
- ▶ Quanti grammi di carburo di calcio e quanti grammi di acqua servono per preparare 100 g di acetilene?
- 26** Il monossido di carbonio è un gas estremamente tossico che si forma per combustione di composti contenenti carbonio in difetto di ossigeno. Osserva queste due reazioni bilanciate e rispondi alle seguenti domande:
- $$\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$$
- $$\text{CH}_4 + \frac{3}{2}\text{O}_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{H}_2\text{O}$$
- ▶ Se si bruciano 2 moli di metano, quanti litri di ossigeno in condizioni standard sono necessari perché si formi il biossido di carbonio anziché il monossido?
 - ▶ Bruciando 134,4 l di metano (misurati in condizioni standard) con 4,5 moli di ossigeno è più probabile che si formi anidride carbonica o monossido di carbonio?
- 27** La massa molare del magnesio è 24,31 g/mol. In presenza di ossigeno, a 0 °C e 1 atm, il magnesio brucia secondo la reazione $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$, cioè per bruciare 2 moli di magnesio occorre una mole di ossigeno. Supponi di voler bruciare 72,93 g di magnesio.
- ▶ Quante moli di magnesio sono necessarie?
 - ▶ Quante moli di ossigeno occorrono per bruciare quel magnesio?
 - ▶ Quanti litri di ossigeno sono necessari, sempre a 0 °C e 1 atm?
- 28** Una massa di 5,00 g di zinco reagisce con 1,22 g di ossigeno per formare ossido di zinco.
- ▶ Scrivi la reazione bilanciata.

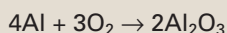
- ▶ Qual è la massa di ossido che si forma?
- ▶ Qual è il rapporto di combinazione?
- ▶ Quanti g di zinco reagiscono con 10 g di ossigeno?

29 Esamina la seguente reazione bilanciata:



- ▶ Scrivi il nome del prodotto della reazione.
- ▶ Di che tipo è la reazione?
- ▶ Se entrambi i gas sono in condizioni standard, quanti litri di azoto sono necessari per reagire completamente con 50,0 litri di idrogeno?

30 PROBLEMA SVOLTO L'alluminio forma con l'ossigeno un ossido molto stabile il cui nome comune è allumina. La reazione bilanciata è



Si fanno reagire 9 moli di alluminio e 9 moli di ossigeno.

- ▶ Uno dei due reagenti è in eccesso?
- ▶ Quante moli di ossido si formano?

Soluzione Dalla reazione bilanciata, risulta che i rapporti fra i coefficienti stechiometrici dell'alluminio e dell'ossigeno è 4 : 3. Calcoliamo il reagente in eccesso con la proporzione

$$4 \text{ mol Al} : 3 \text{ mol O}_2 = 9 \text{ mol Al} : x \text{ mol O}_2$$

$$x = 6,75 \text{ mol O}_2$$

Con 9 moli di alluminio bastano 6,75 moli di ossigeno, quindi il reagente in eccesso è l'ossigeno.

Poiché le 9 moli di alluminio reagiscono completamente e il rapporto fra i coefficienti stechiometrici dell'alluminio e dell'ossido è 4 : 2, calcoliamo le moli di ossido che si formano con la proporzione

$$4 \text{ mol Al} : 2 \text{ mol Al}_2\text{O}_3 = 9 \text{ mol Al} : x \text{ mol Al}_2\text{O}_3$$

$$x = 4,5 \text{ mol Al}_2\text{O}_3$$

31 L'acido fluoridrico non può essere conservato in recipienti di vetro perché intacca un componente principale del vetro, la silice SiO_2 , secondo la reazione *non* bilanciata:

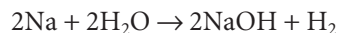


- ▶ Bilancia la reazione.
- ▶ Scrivi il rapporto fra i coefficienti stechiometrici.

32 Vengono a contatto 10 moli di silice e 10 moli di acido fluoridrico:

- ▶ quale dei due reagenti è in eccesso?
- ▶ quanti grammi di silice si consumano?

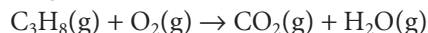
33 Il sodio reagisce violentemente con l'acqua secondo la seguente reazione:



Supponiamo di far reagire 23,00 g di sodio con 36,02 g di acqua.

- ▶ Uno dei reagenti è in eccesso?
- ▶ Calcola il volume in condizioni standard dell'idrogeno che si sviluppa.

34 Il propano (C_3H_8) subisce all'aria la combustione secondo la seguente equazione da bilanciare:



- ▶ Bilancia la reazione.
- ▶ Calcola quante moli di ossigeno sono necessarie per bruciare completamente 31,2 mol di propano.
- ▶ Calcola le moli di acqua che si ottengono dalla combustione di 31,2 mol di propano.

Risposte

3 Carbonato di calcio, 100 u; nitrato di sodio 85 u 5 0,48 moli; sì
 6 $1,7 \times 10^{24}$ 7 $3,7 \times 10^{23}$
 8 $7,4 \times 10^{-7}$; $4,5 \times 10^{17}$ 9 342 u;
 0,03 moli; 2,9 moli 12 0,14 g; 2,7 g;

24,5 g 13 0,25 M 14 51
 15 1,07 atm 16 26,7 dm³; 63,4 dm³;
 136,6 dm³; 173,3 dm³; 209,9 dm³;
 18 4,46 moli 19 1,1 moli; $6,6 \times 10^{23}$
 20 11,21 22 32,08 moli; 1 atm

23 36,52 g; 13,28 g 25 243,2 g;
 136,8 g 26 89,61 27 3 moli;
 1,5 moli; 33,61 28 $2\text{Zn} + \text{O}_2 = 2\text{ZnO}$;
 5,7 g; 2 : 2; 40,5 g 29 Ammoniaca;
 sintesi; 13,441 31 $\text{SiO}_2 + 4\text{HF} \rightarrow$

$\text{SiF}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$; 1 : 4 : 1 : 2 32 HF;
 600,8 g 33 L'acqua; 11,21