

Visione d'insieme

DOMANDE E RISPOSTE SULL'UNITÀ

► Che cosa è una reazione chimica?

- Una reazione chimica è un processo nel quale una o più sostanze si trasformano in altre sostanze.
- Le sostanze di partenza si chiamano reagenti, quelle che si ottengono si chiamano prodotti.

► Come si possono classificare le reazioni chimiche?

- Le reazioni chimiche si possono classificare in quattro tipi: reazioni di decomposizione, reazioni di sintesi, reazioni di scambio e reazioni di doppio scambio.

► Che cosa afferma la legge di conservazione della massa?

- In una reazione chimica la massa dei reagenti è uguale alla massa dei prodotti.
- Per le reazioni chimiche nucleari, nelle quali entrano in gioco enormi quantità di energia, questo principio non è valido: una parte della massa si trasforma in energia.

► Che cosa afferma la legge delle proporzioni definite enunciata da Proust?

- In un composto il rapporto tra le masse degli elementi che lo compongono è definito e costante.
- Questa legge permette di distinguere un miscuglio da un composto: solo nel composto gli elementi che lo costituiscono sono presenti sempre nelle stesse proporzioni.

► Che cosa afferma la legge delle proporzioni definite di Dalton?

- Gli stessi elementi combinandosi possono dare origine a composti diversi.
- Quando la stessa quantità di un elemento si combina con masse diverse di un altro elemento, per formare composti diversi, queste masse stanno fra loro in rapporti espressi da numeri interi piccoli.

► Quali sono i punti principali della teoria atomica?

- La materia è costituita da particelle molto piccole chiamate atomi.
- Gli atomi di uno stesso elemento sono tutti uguali; hanno perciò le stesse proprietà chimiche.

- Gli atomi di due elementi diversi si combinano secondo rapporti numerici semplici per formare i composti.
- Un raggruppamento di atomi, uguali o diversi fra loro, viene chiamato molecola.

► Che cosa rappresenta una formula chimica?

- Una formula chimica indica il numero e il tipo di atomi di cui è fatta una sostanza.
- Le formule chimiche servono per descrivere sinteticamente le reazioni chimiche.

► Come si rappresentano le reazioni chimiche?

- Le reazioni si rappresentano utilizzando formule chimiche.
- Nelle equazioni chimiche le formule dei reagenti vengono scritte a sinistra seguite da una freccia puntata verso le formule dei prodotti.

Formule dei reagenti → Formule dei prodotti

► Che cosa è una reazione chimica bilanciata?

- Una reazione bilanciata è rappresentata da una equazione nella quale gli atomi presenti nei reagenti sono uguali in numero e tipo agli atomi presenti nei prodotti.

► Perché una reazione chimica deve essere bilanciata?

- Per rispettare la legge di conservazione della massa.
- Per ottenere un'equazione bilanciata si possono inserire davanti alle formule dei numeri detti coefficienti stechiometrici.

► Cosa succede se, facendo avvenire in pratica una reazione, un reagente è in eccesso?

- La conoscenza dell'equazione bilanciata di una reazione ci permette di dosare opportunamente le quantità dei reagenti.
- Se facciamo reagire delle sostanze senza rispettare il rapporto fra i coefficienti stechiometrici che compaiono nell'equazione bilanciata avremo uno o più reagenti in eccesso.
- Alla fine della reazione oltre ai prodotti rimarrà anche una quantità di sostanza in eccesso che non ha reagito.

Lezione 1 ■ Le reazioni chimiche

1 Accanto a ognuna delle seguenti frasi scrivi se è vera o è falsa.

- ▶ È una reazione chimica
- a) la pioggia che cade V F
- b) la produzione di ossigeno tramite la fotosintesi V F
- c) la formazione della brina V F
- d) una chiave di ferro che arrugginisce V F
- e) la benzina che evapora da una tanica V F
- f) una biglia di vetro che rotola V F
- g) una molla compressa che torna alla sua posizione iniziale V F
- h) un foglio di carta che brucia V F
- i) l'annerimento di una mela tagliata V F

2 Facendo reagire azoto e idrogeno si ottiene un composto chiamato ammoniaca.

- ▶ Come classifichereesti questo tipo di reazione?

3 PROBLEMA SVOLTO Quando viene scaldato, il clorato di potassio si decompone in cloruro di potassio e ossigeno. Partendo da 33,6 g di clorato di potassio si ottengono 20,6 g di cloruro di potassio e una certa quantità di ossigeno che si libera nell'aria.

- ▶ In base alla legge della conservazione della massa calcoliamo quanto ossigeno si libera.

Soluzione In una reazione la massa complessiva dei reagenti è uguale alla massa complessiva dei prodotti. In questo caso la massa dei reagenti è 33,6 g e quella di uno dei prodotti è 20,6 g. La massa del secondo prodotto (ossigeno) è

$$33,6 \text{ g} - 20,6 \text{ g} = 13,0 \text{ g}$$

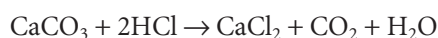
4 3,90 g di nitrato di bario reagiscono completamente con 2,13 g di solfato di sodio per dare solfato di bario, che precipita, e nitrato di sodio, che rimane in soluzione. Il precipitato di solfato di bario presenta una massa di 3,45 g.

- ▶ Quanti grammi di nitrato di sodio si formano nella reazione?

5 Il potassio reagisce col cloro per formare cloruro di potassio.

- ▶ Di che tipo di reazione si tratta?
- ▶ Quanti grammi di cloruro di potassio si formano se 19,55 g di potassio reagiscono con 17,73 g di cloro?

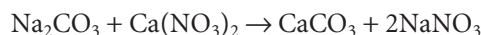
6 Se poni un pezzettino di marmo (CaCO_3) in una beuta e sulla sua superficie ruvida fai cadere alcune gocce di una soluzione di acido cloridrico osserverai una effervescenza dovuta allo sviluppo di diossido di carbonio, secondo la reazione:



- ▶ Se pesi la beuta aperta prima e dopo la reazione cosa noti?

- ▶ Come puoi spiegare i valori rilevati nelle pesate in base alla legge di conservazione della massa?

7 Per rendere l'acqua meno dura, il calcio contenuto nell'acqua viene rimosso facendolo precipitare come carbonato di calcio. Per fare questo, si aggiunge una certa quantità di carbonato di sodio all'acqua in modo che avvenga la reazione



- ▶ Di che reazione si tratta?
- ▶ Sapendo che 1,060 g di carbonato di sodio reagiscono completamente con 1,161 g di nitrato di calcio, per dare 1,001 g di precipitato di carbonato di calcio, quanti grammi di nitrato di sodio rimangono in soluzione?

Lezione 2 ■ Le leggi di Proust e di Dalton

8 PROBLEMA SVOLTO Lo zinco si combina con lo zolfo per formare solfuro di zinco. Facendo avvenire questa sintesi in laboratorio, uno studente trova che 3,08 g di zinco si combinano completamente con 1,50 g di zolfo.

- ▶ Determiniamo il rapporto tra la massa dello zinco e quella dello zolfo (rapporto di combinazione).

Soluzione Il rapporto di combinazione (massa Zn/massa S) è

$$\frac{3,08 \text{ g (Zn)}}{1,50 \text{ g (S)}} = 2,06$$

cioè 2,06 g (Zn) : 1,50 g (S).

9 Nella sintesi dell'ammoniaca, 14,01 g di azoto si combinano con 3,024 g di idrogeno.

- ▶ Determina il rapporto di combinazione (massa azoto/massa idrogeno).

10 PROBLEMA SVOLTO Nell'ossido di calcio il rapporto di combinazione tra calcio e ossigeno è 2,5 g (Ca) : 1,00 g (O).

- ▶ Calcola quanti grammi di ossigeno si combinano con 10,75 g di calcio.

Soluzione In un composto, il rapporto fra le masse degli elementi che lo costituiscono è costante. Indichiamo con x i grammi d'ossigeno:

$$\frac{2,5 \text{ g (Ca)}}{1,00 \text{ g (O)}} = \frac{10,75 \text{ g (Ca)}}{x}$$

da cui

$$x = \frac{10,75 \text{ g (Ca)} \cdot 1,00 \text{ g (O)}}{2,5 \text{ g (Ca)}} = 4,3 \text{ g (O)}$$

11 Quando 3,70 g di magnesio reagiscono con l'ossigeno atmosferico si ottengono 6,16 g di ossido di magnesio.

► Calcola il rapporto di combinazione tra magnesio e ossigeno.

12 Nell'ammoniaca il rapporto di combinazione (massa azoto/massa idrogeno) è 4,63 g : 1,00 g.

- Calcola la massa di idrogeno che si combina con 25,0 g di azoto per dare ammoniaca.
- Calcola quanta ammoniaca si forma.

13 Decomponendo diversi campioni di una sostanza naturale formata da ferro e zolfo si sono ottenuti i seguenti risultati:

	massa ferro	massa zolfo
campione 1	78,55 g	86,4 g
campione 2	9,0 g	9,9 g
campione 3	23,18 g	25,5 g
campione 4	0,45 kg	0,50 kg

► La sostanza esaminata è un composto o un miscuglio?

14 Il rame e l'ossigeno possono formare due composti diversi. In un caso 16,3 g di rame reagiscono con 4,10 g di ossigeno, nell'altro 10,78 g di rame si combinano con 5,42 g di ossigeno.

► Calcola le quantità di rame che si combinano con 1,00 g di ossigeno nei due composti.

15 Lo iodio può formare con il mercurio un composto giallo o, in differenti condizioni sperimentali, un composto rosso. Nel primo caso 21,0 g di mercurio si combinano con 13,3 g di iodio, nel secondo 15,0 g di mercurio reagiscono con 18,9 g di iodio.

- Calcola le quantità di iodio combinate con 1,00 g di mercurio nei due composti.
- Determina in che rapporto stanno le due quantità di iodio calcolate.

16 I *borani* (o idruri di boro) sono composti binari che il boro forma con l'idrogeno. Nel *diborano*, 10,81 g di boro sono combinati con 3,024 g di idrogeno; nel *tetraborano*, 21,62 g di boro sono combinati con 5,04 g di idrogeno.

► Calcola le quantità di boro che si combinano con 1,00 g di idrogeno nei due composti.

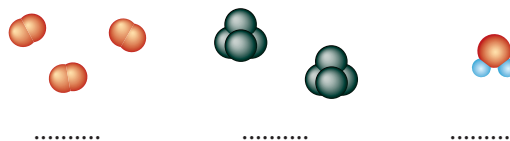
17 Sei in possesso di due campioni di cloruro di sodio (NaCl) di massa diversa.

► Quali proprietà sono diverse e quali uguali nei due campioni? Completa la seguente tabella.

Proprietà	Uguale	Diversa
Massa		✓
Punto di fusione		
Densità		
Volume		
Rapporto di massa fra sodio e cloro		

Lezione 3 ■ La teoria atomica, le formule e le equazioni chimiche

18 Esamina le seguenti figure e accoppiale con le definizioni.



- a) Una molecola di acqua formata da due atomi di idrogeno e uno di ossigeno.
- b) Una molecola di fosforo formata da 4 atomi di fosforo.
- c) Una molecola di ossigeno formata da due atomi di ossigeno.

19 Ricopia sul quaderno le seguenti formule: 3CO₂; H₂; 2Br₂; 4Ca.

► Scrivi il significato corretto di ogni formula.

20 Ricopia sul quaderno le seguenti formule:

- N₂O₅; NH₄ClO₄;
- F₂; LiOH;
- CH₄; CH₃COCH₃;
- Fe(ClO₄)₃.

► Scrivi accanto a ognuna se si tratta di un elemento o di un composto binario, ternario ecc.

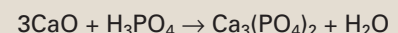
21 PROBLEMA SVOLTO Facendo reagire idrossido di calcio (CaO) e acido fosforico (H₃PO₄) si forma il fosfato di calcio (Ca₃(PO₄)₂), il principale costituente delle nostre ossa, e acqua.

► Scriviamo e bilanciamo la reazione.

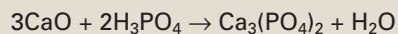
Soluzione La reazione non bilanciata è

$$\text{CaO} + \text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 + \text{H}_2\text{O}$$

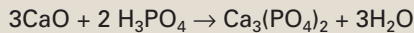
Fra i reagenti c'è un solo atomo di calcio e fra i prodotti ce ne sono tre: sistemiamo il calcio mettendo il coefficiente 3 davanti a CaO:



Ora sistemiamo il fosforo: fra i reagenti c'è un solo atomo di fosforo e fra i prodotti ce ne sono due: sistemiamo il fosforo mettendo il coefficiente 2 davanti a H₃PO₄:

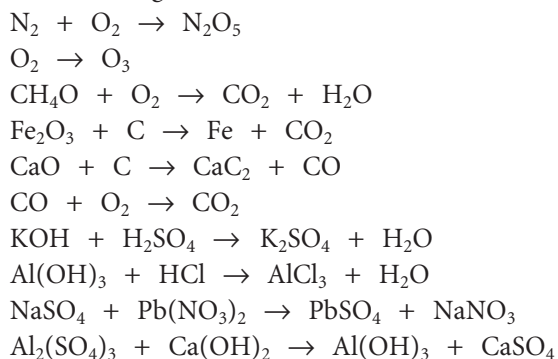


Ora sistemiamo l'idrogeno e l'ossigeno: fra i reagenti ci sono 6 atomi di idrogeno e fra i prodotti ce ne sono due: sistemiamo l'idrogeno mettendo come prodotti 3 molecole di H₂O:



Ora contiamo l'ossigeno e verificiamo che ci sono 11 (3 + 8) atomi di ossigeno fra i reagenti e 11 (8 + 3) atomi di ossigeno fra i reagenti. La reazione è bilanciata.

22 Bilancia le seguenti reazioni:



23 PROBLEMA SVOLTO Nell'acqua il rapporto (massa idrogeno/massa ossigeno) è di 1,00 g : 7,93 g. Si mettono a reagire 3,0 g di idrogeno con 30 g di ossigeno.

- Uno dei due reagenti è in eccesso?
- Calcoliamo la quantità di acqua che si forma.
- Calcoliamo la quantità che rimane inalterata del reagente in eccesso.

Soluzione a) Confrontiamo il rapporto di combinazione con quello fra le quantità di reagenti che abbiamo a disposizione:

$$\text{Rapporto di combinazione: } \frac{7,93 \text{ g (O)}}{1,00 \text{ g (H)}} = 7,93$$

$$\text{Rapporto fra le masse dei reagenti: } \frac{30,0 \text{ g (O)}}{3,00 \text{ g (H)}} = 10,0$$

Poiché il rapporto fra le masse dei reagenti è maggiore del rapporto di combinazione, la massa al numeratore è in eccesso: il reagente in eccesso è l'ossigeno.

b) Per trovare quanta acqua si forma applichiamo la legge di conservazione della massa. Calcoliamo prima la quantità x di ossigeno che reagisce con 3,00 g di idrogeno:

$$\frac{7,93 \text{ g (O)}}{1,00 \text{ g (H)}} = \frac{x}{3,00 \text{ g (H)}}$$

$$x = \frac{7,93 \text{ g (O)} \cdot 3,00 \text{ g (H)}}{1,00 \text{ g (H)}} = 23,79 \text{ g (O)}$$

Quindi

$$3,00 \text{ g (H)} + 23,79 \text{ g (O)} = 26,79 \text{ g (acqua)}$$

c) La quantità di reagente in eccesso che rimane inalterata è l'ossigeno che non reagisce, cioè

$$30,0 \text{ g} - 26,79 \text{ g} = 3,21 \text{ g}$$

24 Si mettono a reagire a caldo 100,0 g di limatura di ferro e 50,0 g di zolfo. Si forma solfuro ferroso, un composto in cui il rapporto di combinazione tra ferro e zolfo è 1 g : 0,574 g.

► Calcola quanti grammi di ferro vengono attratti da una calamita una volta terminata la reazione.

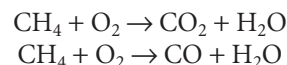
25 L'azoto forma diversi composti con l'ossigeno. Uno di questi composti ha un rapporto di combinazione massa azoto/massa ossigeno uguale a 1,00 g : 1,14 g.

► Se si fanno reagire 50 g di azoto e 50 g di ossigeno, c'è un reagente in eccesso?

► Quanto composto si forma?

► Quanti grammi dell'eventuale reagente in eccesso rimangono alla fine della reazione?

26 Fra i prodotti della combustione ci può essere il pericolosissimo gas monossido di carbonio (CO). Prendi in considerazione le seguenti reazioni di combustione del metano CH_4 :



► Bilancia le due reazioni.

► Osservando i rapporti fra i coefficienti stechiometrici, se la combustione avviene in eccesso di ossigeno è più probabile che si formi il monossido di carbonio CO o il diossido di carbonio CO_2 ?

► E se invece il reagente in eccesso è il metano?

Risposte

- 1 F; V; F; V; F; F; F; V; V
 2 Sintesi 4 6,03 5 50
 6 sintesi; 37,28 g
 7 Doppio scambio; 1,22 g
 9 9,63 azoto 11 1,5 : 1
 12 5,39 g; 30,39 g 13 Composto

- 14 3,9 g; 1,98 g 15 6,3 g; 1,26 g; 5 : 1
 16 3,57 g; 4,28 g 18 3a; 2b; 1c
 22 $2\text{N}_2 + 5\text{O}_2 \rightarrow 2\text{N}_2\text{O}_5$
 $3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{O}_3$
 $\text{CH}_4\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{C} \rightarrow 4\text{Fe} + 3\text{CO}_2$

- $\text{CaO} + 3\text{C} \rightarrow \text{CaC}_2 + \text{CO}$
 $2\text{CO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2$
 $2\text{KOH} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
 $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{HCl} \rightarrow 2\text{AlCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$
 $2\text{NaSO}_4 + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow 2\text{PbSO}_4 + 2\text{NaNO}_3$

- $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + 3\text{Ca}(\text{OH})_2 \rightarrow 2\text{Al}(\text{OH})_3 + 3\text{CaSO}_4$
 24 74 g
 25 Eccesso di ossigeno; 93,8 g; 6,16 g
 26 $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$;
 $2\text{CH}_4 + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO} + 4\text{H}_2\text{O}$; CaO