

ZANICHELLI

James E. Brady
Neil D. Jespersen
Alison Hyslop
Maria Cristina Pignocchino

Chimica.blu

seconda edizione

ZANICHELLI

Capitolo 3

Le sostanze e le loro trasformazioni

ZANICHELLI

Sommario

1. Le sostanze pure
2. Miscugli omogenei ed eterogenei
3. I metodi di separazione dei miscugli
4. Le proprietà fisiche delle sostanze
5. Le curve di riscaldamento e il modello particellare
6. Le reazioni chimiche

Sommario

7. La legge di conservazione della massa
8. Reazioni esoergoniche ed endoergoniche
9. Gli elementi e i composti
10. La legge di Proust
11. Caratteristiche e simboli degli elementi

Le sostanze pure

Una **sostanza pura** è costituita da un solo tipo di componente; questa composizione uniforme le conferisce proprietà fisiche e chimiche definite, costanti e caratteristiche.



L'*acqua distillata* è una sostanza pura.



L'*acqua potabile* non è una sostanza pura.

Le sostanze pure

Le sostanze pure si distinguono per due caratteristiche fondamentali:

1. hanno **identità chimica e fisica** ben definita (per esempio temperatura di ebollizione, temperatura di fusione, proprietà caratteristiche);
2. non **esistono due sostanze con identiche proprietà** fisiche e chimiche.

Le sostanze pure

Un sistema formato da una sostanza pura può essere **eterogeneo** nel caso in cui presenti contemporaneamente due stati di aggregazione distinti, quindi due fasi.

Per esempio, l'acqua distillata a 0 °C si trova in parte allo stato solido (ghiaccio) e in parte allo stato liquido: si ottiene così un sistema *fisicamente eterogeneo*.

Miscugli omogenei ed eterogenei

I **miscugli** sono sistemi formati da due o più sostanze mescolate tra loro.

- **Miscugli eterogenei** → costituiti da due o più componenti che formano fasi distinte, riconoscibili a occhio nudo o con un microscopio;
- **Miscugli omogenei (soluzioni)** → le sostanze si mescolano perfettamente tra loro, tanto da non essere più distinguibili; tutte le zone del miscuglio hanno le stesse proprietà fisiche e chimiche.

Nelle soluzioni si distinguono il **solvente** (specie in quantità maggiore) e il **soluto** (specie meno abbondante).

Miscugli omogenei ed eterogenei

Alcuni miscugli eterogenei possono sembrare soluzioni, anche se l'effetto è solo temporaneo.

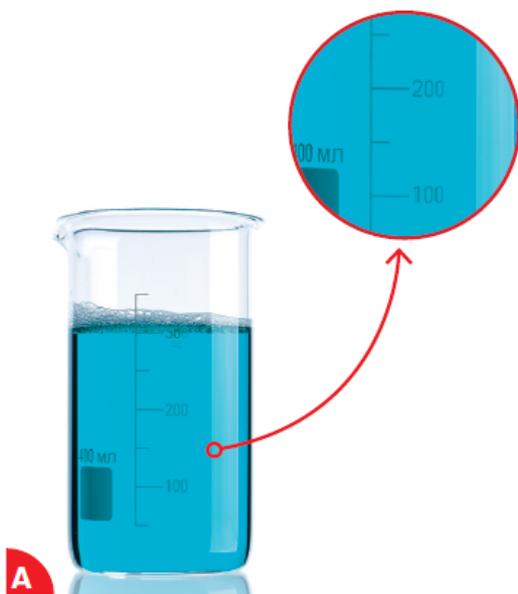
- **Sospensioni** → particelle solide di dimensioni superiori a 10^{-6} m che si trovano in un liquido.
- **Colloidi** → particelle (*fase dispersa*) di dimensioni comprese tra 10^{-9} e 10^{-6} m che si trovano in un mezzo detto *fase disperdente*.

Sono colloidi:

- schiuma (liquido + aria)
- fumo (solido + gas)
- emulsioni (due liquidi immiscibili).

Miscugli omogenei ed eterogenei

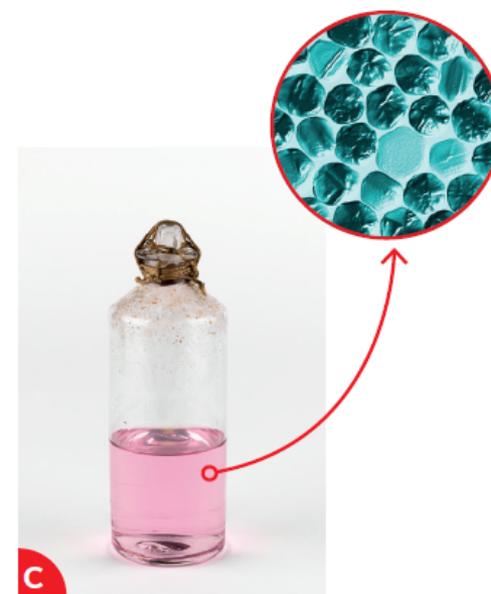
La distinzione tra soluzione, sospensione e colloide è data dalla dimensione delle particelle presenti in minor quantità.



A In una soluzione, le particelle hanno diametro inferiore a 1 nm e non si distinguono con nessun ingrandimento.



B In una sospensione, le particelle di diametro maggiore di 1 μm si distinguono al microscopio ottico. Questo è l'ordine di grandezza delle cellule.



C In un colloide, le particelle di diametro tra 1 nm e 1 μm si distinguono al microscopio elettronico, più sensibile di quello ottico.

Miscugli omogenei ed eterogenei

Si possono distinguere miscugli, soluzioni e sostanze pure sfruttando le loro caratteristiche:

- miscugli e soluzioni **non hanno proprietà costanti** perché i componenti si possono mescolare in proporzioni diverse;
- in miscugli e soluzioni **i componenti si possono separare con opportuni procedimenti fisici.**

I metodi di separazione dei miscugli

La **decantazione** si usa per separare un solido da un liquido sfruttando la forza di gravità.

Si introduce il miscuglio in un recipiente e si attende che sul fondo si depositi la fase dispersa.



Esempio di utilizzo: trattamenti di potabilizzazione delle acque.

I metodi di separazione dei miscugli

La **centrifugazione** si usa per separare due liquidi oppure un solido e un liquido.

La miscela, contenuta in una provetta, viene inserita in una *centrifuga* e fatta ruotare molto velocemente per favorire la precipitazione.



Esempio di utilizzo: separazione del sangue nei suoi componenti.

I metodi di separazione dei miscugli

La **filtrazione** si usa per separare un solido da un liquido o miscugli gassosi.

La miscela viene fatta passare attraverso un filtro con pori che trattiene la frazione solida. La scelta del filtro dipende dalla dimensione delle particelle che si vogliono trattenere.



Esempio di utilizzo: eliminazione di fumi o gas dall'aria.

I metodi di separazione dei miscugli

La **distillazione** si basa sulle diverse temperature di ebollizione dei componenti di un miscuglio.

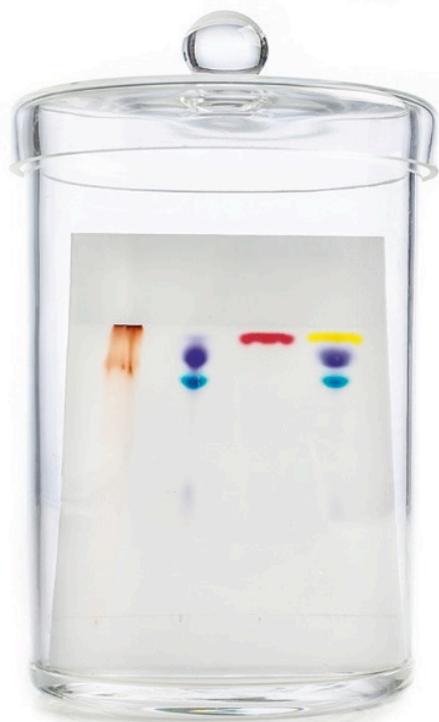
La miscela viene riscaldata fino alla temperatura alla quale il componente più volatile passa allo stato di vapore. Questo viene fatto condensare in un recipiente di raccolta.



Esempio di utilizzo:
distillazione frazionata di
gasolio, kerosene e le
benzine dal petrolio
grezzo.

I metodi di separazione dei miscugli

La **cromatografia** sfrutta la tendenza delle sostanze a sciogliersi o interagire con diverse specie chimiche.



Si ha una soluzione (*fase liquida*), e della carta da filtro (*fase stazionaria*) a contatto con un solvente (*fase mobile*). Si depono una goccia di soluzione vicino al bordo, e questa risalirà la carta portando con sé le sostanze depositate, con velocità diversa in base alla loro affinità col solvente.

I metodi di separazione dei miscugli

L'**estrazione** si basa sulla maggiore o minore solubilità di un componente di un miscuglio in un certo solvente.



Usando due solventi immiscibili, in grado di sciogliere rispettivamente solo uno dei due componenti, il miscuglio si «ripartisce» formando due fasi distinte.

Le proprietà fisiche delle sostanze

Alcune proprietà fisiche specifiche di ogni sostanza pura, che non dipendono dalla massa del campione, sono:

- **temperatura di ebollizione** (t_{eb});
- **temperatura di fusione** (t_f);
- **densità**.

Le *temperature fisse* variano al variare della pressione: se la pressione esterna si abbassa, la t_{eb} è inferiore.

La *densità* varia al variare della temperatura, della pressione e dello stato fisico.

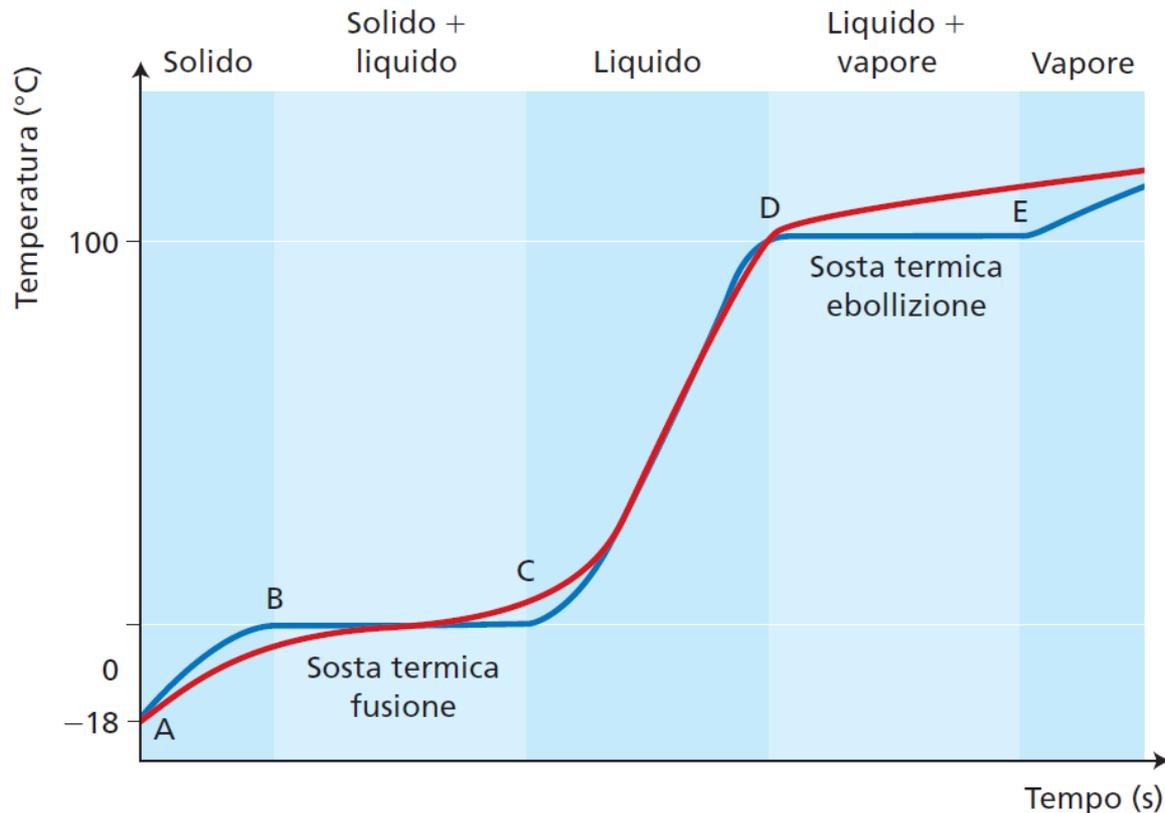
Le curve di riscaldamento e il modello particellare

La **curva di riscaldamento** è un grafico che si ottiene riportando i valori della temperatura in funzione del calore fornito o del tempo impiegato a riscaldare.

Durante i cambiamenti di stato, la temperatura del sistema rimane stazionaria anche se si continua a somministrare calore (**sosta termica**).

- Il **calore latente di fusione** di una sostanza è il calore fornito per fondere un kg di tale sostanza.
- Il **calore latente di vaporizzazione** di una sostanza è il calore fornito per far evaporare un kg di tale sostanza.

Le curve di riscaldamento e il modello particellare

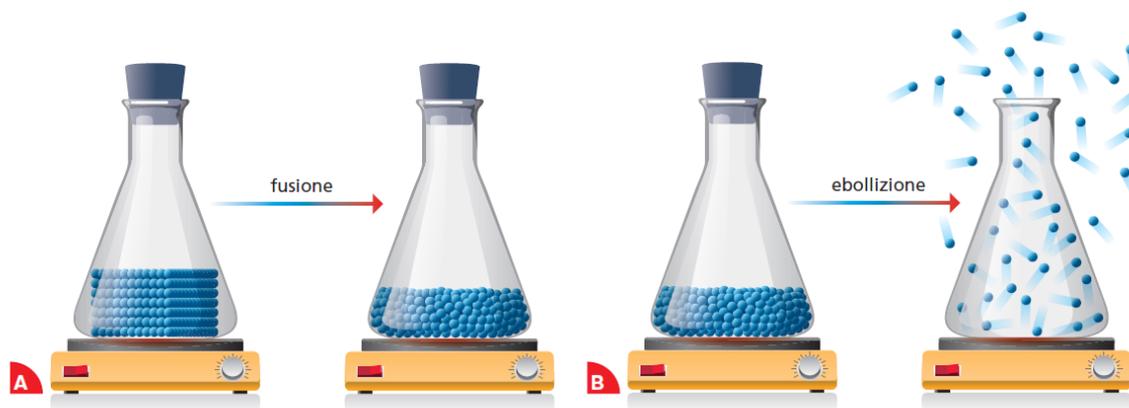


La curva di riscaldamento dell'acqua distillata (in blu) e di una soluzione di acqua e sale (in rosso).

Le curve di riscaldamento e il modello particellare

A *livello particellare*, durante i passaggi di stato il calore fornito viene usato dal sistema per rompere le interazioni tra le particelle.

L'energia cinetica delle particelle aumenta fino a vincere le forze di attrazione, permettendo loro di scorrere le une sulle altre (fusione) e poi di diventare indipendenti (vaporizzazione).



Le curve di riscaldamento e il modello particellare

Le curve di riscaldamento delle *sostanze* pure hanno un andamento diverso da quello delle curve di riscaldamento delle *soluzioni*:

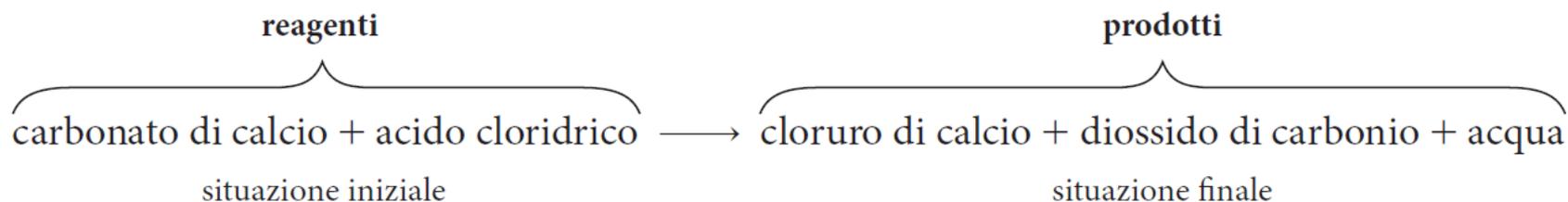
- sostanze pure → un solo tipo di particelle → interazioni uniformi;
- soluzioni → particelle diverse → interazioni *solvente-solvente* e *solvente-soluto*, di forza diversa.

Più soluto è presente nella soluzione, più la curva di riscaldamento tenderà a discostarsi da quella della sostanza pura.

Le reazioni chimiche

Una **reazione chimica** è un processo in cui le sostanze presenti inizialmente (**reagenti**) si trasformano in sostanze diverse (**prodotti**).

Ogni reazione si rappresenta graficamente attraverso una **equazione chimica** dove la freccia indica la direzione in cui procede la trasformazione.



Le reazioni chimiche

In alcuni casi le reazioni chimiche sono accompagnate da fenomeni osservabili a occhio nudo come:

- scomparsa o formazione di un solido;
- cambiamento di colore e/o dell'aspetto fisico;
- formazione di gas;
- sviluppo di calore;
- emissione di luce.

In altri casi, invece, per conoscere se si tratta di una trasformazione fisica o chimica si deve ricorrere all'*analisi chimica* di reagenti e prodotti.

La legge di conservazione della massa

Legge di conservazione della massa (Lavoisier, 1789): in una reazione chimica la somma delle masse dei reagenti è uguale alla somma delle masse dei prodotti.



La polvere contenuta nella bustina reagisce con l'acqua producendo un gas. Pesiamo la massa dei reagenti prima della reazione.



In un sistema chiuso, dopo la reazione, la massa rimane invariata. Il gas prodotto resta nel barattolo.



In un sistema aperto la massa diminuisce: il gas prodotto dalla reazione, infatti, è fuoriuscito dal barattolo.

Reazioni esoergoniche ed endoergoniche

Da questo punto di vista possiamo distinguere due tipi di reazioni:

- **reazioni esoergoniche** → liberano energia nell'ambiente;
- **reazioni endoergoniche** → assorbono energia dall'ambiente.

Le reazioni esoergoniche che richiedono ossigeno e sviluppano luce e calore sono denominate **combustioni**.

Reazioni esoergoniche ed endoergoniche

Le cellule animali e vegetali assumono energia attraverso la **respirazione cellulare** (esoergonica):



$Q = \text{energia liberata}$

Gli animali ricavano il glucosio dal cibo, mentre le piante lo ottengono dalla **fotosintesi clorofilliana** (endoergonica):



$Q = \text{energia assorbita (luce solare)}$

Reazioni esoergoniche ed endoergoniche

Primo principio della termodinamica (o *principio di conservazione dell'energia*): l'energia non può essere né creata né distrutta, ma si può trasformare passando da una forma all'altra.

Durante una reazione l'energia può essere liberata o assorbita sotto forma di **calore** o di **luce**.

Nelle reazioni esoergoniche i prodotti contengono meno *energia potenziale chimica* dei reagenti.

Nelle reazioni endoergoniche i prodotti contengono più *energia potenziale chimica* dei reagenti.

Gli elementi e i composti

Esistono due tipi di sostanze pure:

- **composti** → attraverso una reazione chimica, possono essere suddivisi in sostanze più semplici;
- **elementi** → non possono essere decomposti in altre sostanze.

Il comportamento chimico e fisico degli elementi quando esistono come sostanze è diverso rispetto a quando sono combinati nei composti.

Gli elementi e i composti

Nei composti gli elementi sono uniti così saldamente che non si possono separare con un procedimento fisico.

Reazioni di decomposizione → permettono di ricavare da un composto gli elementi che lo costituiscono.

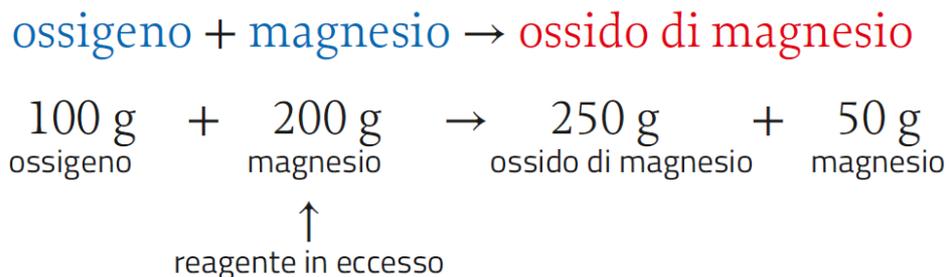
Reazioni di sintesi → consentono di produrre composti a partire dagli elementi.

La legge di Proust

Legge delle proporzioni definite e costanti (Proust, 1798): in ogni composto gli elementi sono presenti in un rapporto di massa definito e costante.

Questa legge consente di distinguere i composti dai miscugli, che hanno una composizione variabile.

Le percentuali in massa degli elementi che si combinano non dipendono dalle quantità di reagenti utilizzate: se un elemento è in eccesso, la quantità eccedente non reagisce.



LA CHIMICA CON METODO

- ▶ **Come si calcola la massa di un reagente consumato in una reazione chimica?**

La combustione di 3 g di magnesio produce 5 g di ossido di magnesio. Scrivi l'equazione della reazione e calcola la massa dell'ossigeno consumato.

- ▶ **Come si calcolano i grammi del prodotto di una reazione di decomposizione?**

Dalla reazione di decomposizione di 100 g di cloruro di sodio si ottengono 60,7 g di cloro e 39,3 g di sodio.

- Scrivi l'equazione della reazione di decomposizione.
- Quanti grammi di cloro si ottengono decomponendo 25,0 g di cloruro di sodio?
- Quanti grammi di cloro si possono combinare con 1,00 g di sodio in questo composto?

Caratteristiche e simboli degli elementi

Ogni elemento è identificato da un **nome**, un **simbolo** e un **numero atomico**.

Gli elementi sono ordinati nella **tavola periodica**.

- Le righe orizzontali della tavola periodica si dicono **periodi**.
- Le colonne si dicono **gruppi** e raccolgono elementi con proprietà chimiche simili.

Caratteristiche e simboli degli elementi

GRUPPI 1 18 VIII

PERIODI 1 2 3 4 5 6 7

1 idrogeno H 2 berillio Be 13 boro B 14 carbonio C 15 azoto N 16 ossigeno O 17 fluoro F 18 elio He

2 litio Li 3 sodio Na 4 potassio K 5 rubidio Rb 6 cesio Cs 7 francio Fr

metalli alcalini

metalli alcalino-terrosi

semimetalli

alogeni

gas nobili

lantanidi

actinidi

3 sodio Na 4 calcio Ca 5 scandio Sc 6 titanio Ti 7 vanadio V 8 cromo Cr 9 manganese Mn 10 ferro Fe 11 cobalto Co 12 nichel Ni 13 rame Cu 14 zinco Zn 15 gallio Ga 16 germanio Ge 17 arsenico As 18 selenio Se 19 bromo Br 20 kripton Kr

4 potassio K 5 rubidio Rb 6 cesio Cs 7 francio Fr

5 rubidio Rb 6 cesio Cs 7 francio Fr

6 cesio Cs 7 francio Fr

7 francio Fr

8 manganese Mn 9 cobalto Co 10 nichel Ni 11 rame Cu 12 zinco Zn 13 gallio Ga 14 germanio Ge 15 arsenico As 16 selenio Se 17 bromo Br 18 kripton Kr

9 cobalto Co 10 nichel Ni 11 rame Cu 12 zinco Zn 13 gallio Ga 14 germanio Ge 15 arsenico As 16 selenio Se 17 bromo Br 18 kripton Kr

10 nichel Ni 11 rame Cu 12 zinco Zn 13 gallio Ga 14 germanio Ge 15 arsenico As 16 selenio Se 17 bromo Br 18 kripton Kr

11 rame Cu 12 zinco Zn 13 gallio Ga 14 germanio Ge 15 arsenico As 16 selenio Se 17 bromo Br 18 kripton Kr

12 zinco Zn 13 gallio Ga 14 germanio Ge 15 arsenico As 16 selenio Se 17 bromo Br 18 kripton Kr

13 gallio Ga 14 germanio Ge 15 arsenico As 16 selenio Se 17 bromo Br 18 kripton Kr

14 germanio Ge 15 arsenico As 16 selenio Se 17 bromo Br 18 kripton Kr

15 arsenico As 16 selenio Se 17 bromo Br 18 kripton Kr

16 selenio Se 17 bromo Br 18 kripton Kr

17 bromo Br 18 kripton Kr

18 kripton Kr

19 bromo Br 20 kripton Kr

20 kripton Kr

21 scandio Sc 22 titanio Ti 23 vanadio V 24 cromo Cr 25 manganese Mn 26 ferro Fe 27 cobalto Co 28 nichel Ni 29 rame Cu 30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

22 titanio Ti 23 vanadio V 24 cromo Cr 25 manganese Mn 26 ferro Fe 27 cobalto Co 28 nichel Ni 29 rame Cu 30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

23 vanadio V 24 cromo Cr 25 manganese Mn 26 ferro Fe 27 cobalto Co 28 nichel Ni 29 rame Cu 30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

24 cromo Cr 25 manganese Mn 26 ferro Fe 27 cobalto Co 28 nichel Ni 29 rame Cu 30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

25 manganese Mn 26 ferro Fe 27 cobalto Co 28 nichel Ni 29 rame Cu 30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

26 ferro Fe 27 cobalto Co 28 nichel Ni 29 rame Cu 30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

27 cobalto Co 28 nichel Ni 29 rame Cu 30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

28 nichel Ni 29 rame Cu 30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

29 rame Cu 30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

30 zinco Zn 31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

31 gallio Ga 32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

32 germanio Ge 33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

33 arsenico As 34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

34 selenio Se 35 bromo Br 36 kripton Kr

35 bromo Br 36 kripton Kr

36 kripton Kr

37 rubidio Rb 38 stronzio Sr 39 ittrio Y 40 zirconio Zr 41 niobio Nb 42 molibdeno Mo 43 tecnezio Tc 44 ruthenio Ru 45 rodio Rh 46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

38 stronzio Sr 39 ittrio Y 40 zirconio Zr 41 niobio Nb 42 molibdeno Mo 43 tecnezio Tc 44 ruthenio Ru 45 rodio Rh 46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

39 ittrio Y 40 zirconio Zr 41 niobio Nb 42 molibdeno Mo 43 tecnezio Tc 44 ruthenio Ru 45 rodio Rh 46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

40 zirconio Zr 41 niobio Nb 42 molibdeno Mo 43 tecnezio Tc 44 ruthenio Ru 45 rodio Rh 46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

41 niobio Nb 42 molibdeno Mo 43 tecnezio Tc 44 ruthenio Ru 45 rodio Rh 46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

42 molibdeno Mo 43 tecnezio Tc 44 ruthenio Ru 45 rodio Rh 46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

43 tecnezio Tc 44 ruthenio Ru 45 rodio Rh 46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

44 ruthenio Ru 45 rodio Rh 46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

45 rodio Rh 46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

46 palladio Pd 47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

47 argento Ag 48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

48 cadmio Cd 49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

49 indio In 50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

50 stagno Sn 51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

51 antimonio Sb 52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

52 tellurio Te 53 iodio I 54 xenon Xe

53 iodio I 54 xenon Xe

54 xenon Xe

55 cesio Cs 56 bario Ba 57-71 lantanidi 72 hafnio Hf 73 tantalio Ta 74 tungsteno W 75 renio Re 76 osmio Os 77 iridio Ir 78 platino Pt 79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

56 bario Ba 57-71 lantanidi 72 hafnio Hf 73 tantalio Ta 74 tungsteno W 75 renio Re 76 osmio Os 77 iridio Ir 78 platino Pt 79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

57-71 lantanidi

72 hafnio Hf 73 tantalio Ta 74 tungsteno W 75 renio Re 76 osmio Os 77 iridio Ir 78 platino Pt 79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

73 tantalio Ta 74 tungsteno W 75 renio Re 76 osmio Os 77 iridio Ir 78 platino Pt 79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

74 tungsteno W 75 renio Re 76 osmio Os 77 iridio Ir 78 platino Pt 79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

75 renio Re 76 osmio Os 77 iridio Ir 78 platino Pt 79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

76 osmio Os 77 iridio Ir 78 platino Pt 79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

77 iridio Ir 78 platino Pt 79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

78 platino Pt 79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

79 oro Au 80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

80 mercurio Hg 81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

81 tallio Tl 82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

82 piombo Pb 83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

83 bismuto Bi 84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

84 polonio Po 85 astatio At 86 radon Rn

85 astatio At 86 radon Rn

86 radon Rn

87 francio Fr 88 radio Ra 89-103 attinidi 104 rutherfordio Rf 105 dubnio Db 106 seaborgio Sg 107 bohrio Bh 108 hassio Hs 109 meitnerio Mt 110 darmstadtio Ds 111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

88 radio Ra 89-103 attinidi 104 rutherfordio Rf 105 dubnio Db 106 seaborgio Sg 107 bohrio Bh 108 hassio Hs 109 meitnerio Mt 110 darmstadtio Ds 111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

89-103 attinidi

104 rutherfordio Rf 105 dubnio Db 106 seaborgio Sg 107 bohrio Bh 108 hassio Hs 109 meitnerio Mt 110 darmstadtio Ds 111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

105 dubnio Db 106 seaborgio Sg 107 bohrio Bh 108 hassio Hs 109 meitnerio Mt 110 darmstadtio Ds 111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

106 seaborgio Sg 107 bohrio Bh 108 hassio Hs 109 meitnerio Mt 110 darmstadtio Ds 111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

107 bohrio Bh 108 hassio Hs 109 meitnerio Mt 110 darmstadtio Ds 111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

108 hassio Hs 109 meitnerio Mt 110 darmstadtio Ds 111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

109 meitnerio Mt 110 darmstadtio Ds 111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

110 darmstadtio Ds 111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

111 roentgenio Rg 112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

112 copernicio Cn 113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

113 nihonio Nh 114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

114 flerovio Fl 115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

115 moscovio Mc 116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

116 livermorio Lv 117 tennessinio Ts 118 organessio Og

117 tennessinio Ts 118 organessio Og

118 organessio Og

lantano 57 La	cerio 58 Ce	praseodimio 59 Pr	neodimio 60 Pm	promezio 61 Pm	samario 62 Sm	europio 63 Eu	gadolinio 64 Gd	terbio 65 Tb	disprosio 66 Dy	olmio 67 Ho	erbio 68 Er	tulio 69 Tm	itterbio 70 Yb	lutezio 71 Lu
attinio 89 Ac	torio 90 Th	protoattinio 91 Pa	uranio 92 U	nettunio 93 Np	plutonio 94 Pu	americio 95 Am	curio 96 Cm	berkelio 97 Bk	californio 98 Cf	einsteinio 99 Es	fermio 100 Er	mendelevio 101 Md	nobelio 102 Yb	laurenzio 103 Lu

Caratteristiche e simboli degli elementi

Alcuni gruppi hanno nomi comuni:

- gruppo I → **metalli alcalini**, formano con l'ossigeno composti alcalini solubili in acqua;
- gruppo II → **metalli alcalino-terrosi**, formano con l'ossigeno composti alcalini non sempre solubili in acqua;
- gruppo VII → **alogeni**, reagiscono facilmente con i metalli dando composti solidi chiamati **sali**;
- gruppo VIII → **gas nobili**, gas poco reattivi;

Caratteristiche e simboli degli elementi

Gli elementi si possono suddividere in tre categorie:

- **Metalli** → solidi a temperatura ambiente, lucenti, buoni conduttori di elettricità e calore, duttili e malleabili. Pochi si trovano in natura allo stato puro: formano composti con non metalli, raramente con altri metalli.
- **Non metalli** → proprietà variabili: a temperatura ambiente alcuni sono solidi, altri liquidi, altri aeriformi, opachi, pessimi conduttori di calore ed elettricità. Molti si trovano in natura allo stato puro, tutti possono però formare composti sia con metalli sia con altri non metalli.
- **Semimetalli** → proprietà intermedie tra quelle dei metalli e quelle dei non metalli.

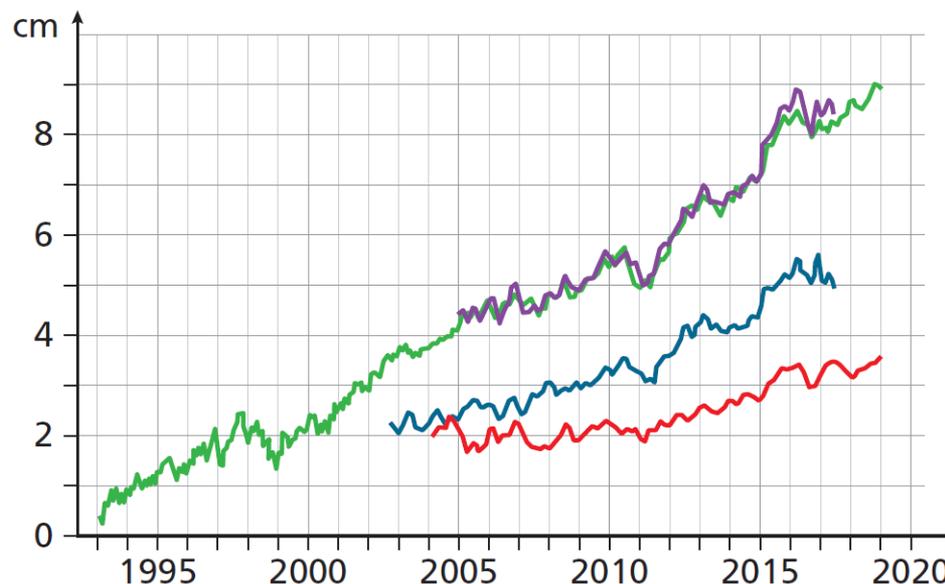
La chimica in Agenda

Il grafico mostra come è cambiato il livello medio del mare e i contributi che lo hanno provocato dal 1993 al 2018 (fonti: *State of the Climate in 2018*, *Bulletin of the American Meteorological Society*, NOAA).

Livello del mare

Fusione dei ghiacciai

Espansione termica degli oceani





Chemistry in English

Rising sea levels pose threat to homes of 300 m people

«Land that is currently home to 300 million people will flood at least once a year by 2050 unless carbon emissions are cut significantly and coastal defences strengthened. [...] The biggest change in estimates was in Asia, which is home to the majority of the world's population. [...] The threat is already being felt in Indonesia, where 23 million people are at risk and the government recently announced plans to move the capital city from Jakarta, which is subsiding and increasingly vulnerable to flooding. [...] Benjamin Strauss, Climate Central's chief scientist and CEO, said more countries may need to follow Indonesia's lead unless sea defences were strengthened or carbon emissions were cut.»

(Adapted by: The Guardian, 2019)