

Chimica generale e inorganica e laboratorio (12 cfu)

Prof. Roberto SCOTTI

Dipartimento di Scienza dei Materiali

Edificio U5 – Primo piano

Via Cozzi, 55 – 20125 Milano

Tel. 02-6448-5133

[*Roberto.Scotti@unimib.it*](mailto:Roberto.Scotti@unimib.it)

Prof. Massimiliano D'ARIENZO

Dipartimento di Scienza dei Materiali

Edificio U5 – Primo piano

Via Cozzi, 55 – 20125 Milano

Tel. 02-6448-5023

Massimiliano.Dariento@unimib.it

Programma

- *La materia* - Miscele, elementi, composti. Atomi, ioni e molecole. Gli elementi chimici. Gli isotopi.
- *Gli atomi e la teoria atomica* - Massa atomica. Introduzione alla tavola periodica. Il concetto di mole e la costante di Avogadro.
- *I composti chimici* – Tipi di composti chimici e loro formula. Formula minima, bruta e molecolare. Le relazioni di massa nelle formule chimiche.
- *Nozioni elementari di nomenclatura* - Classificazione degli elementi e dei composti. Nomenclatura e formule dei composti binari e ternari.
- *Le reazioni chimiche* – Equazioni chimiche e loro bilanciamento. Le relazioni di massa nelle reazioni. Resa e reagente limitante. Reazioni chimiche in soluzione. Modi di esprimere la concentrazione delle soluzioni. Reazioni di precipitazione. Reazioni acido-base. Reazioni di ossidoriduzione. Agenti ossidanti e riducenti. Il numero di ossidazione. Bilanciamento delle reazioni di ossidoriduzione. Stechiometria delle reazioni in soluzione. Titolazioni.
- *La struttura elettronica dell'atomo* - Numeri quantici e orbitali atomici. Configurazioni elettroniche. Proprietà atomiche ad andamento periodico: dimensioni atomiche, energia di ionizzazione, affinità elettronica, elettronegatività. La tavola periodica degli elementi.
- *Il legame chimico* - Legame ionico e covalente. Strutture di Lewis: regola dell'ottetto e sue eccezioni. Geometria molecolare (metodo VSEPR). Polarità delle molecole. Teoria del legame di valenza: orbitali ibridi da orbitali s e p. Teoria dell'orbitale molecolare.
- *I gas* - Equazione di stato dei gas perfetti. Miscele ideali di gas: pressioni parziali e frazioni molari. La teoria cinetica dei gas. I gas reali.
- *Termochimica*. Funzioni di stato. Sistema aperto, chiuso e isolato. Il lavoro e il calore. Bilancio energetico di processi chimici. 1° principio della termodinamica. Entalpia.
- *Liquidi, Solidi, Forze Intermolecolari* - Proprietà dei liquidi e dei solidi. Equilibrio liquido-vapore. Diagrammi delle fasi. Forze di Van der Waals. Legame idrogeno. Solidi molecolari, covalenti, ionici e metallici. Strutture cristalline.
- *Le soluzioni* – Il processo di soluzione. Solubilità dei gas. Tensione di vapore. Pressione osmotica. Abbassamento crioscopico ed innalzamento ebullioscopico. Soluzioni di elettroliti.
- *Cinetica chimica* – Velocità di una reazione chimica. Effetto della concentrazione sulla velocità di reazione. Velocità istantanea di reazione e legge cinetica. Ordine di reazione. Velocità di reazione e temperatura. Catalisi. Meccanismi di reazione.
- *Equilibrio chimico* - Definizione di equilibrio dinamico. La costante di equilibrio. Equilibri omogenei ed eterogenei. Effetto della variazione delle condizioni esterne sull'equilibrio. Principio di Le Chatelier.
- *Acidi e basi* - Definizioni di Arrhenius e di Brønsted-Lowry. Il prodotto ionico dell'acqua. Definizione di pH. Equilibri nelle soluzioni acido-base. Forza degli acidi e delle basi. Costanti di dissociazione. Acidi poliprotici. Calcolo del pH di soluzioni di acido/base forte e debole. Relazione tra K_a e K_b . Soluzioni tampone. Titolazioni acido-base. Indicatori.
- *Equilibri di solubilità* - Formazione del precipitato. Solubilità. Prodotto di solubilità di sali poco solubili. Effetto dello ione comune. Solubilità e pH. Reazioni di precipitazione.
- *Ioni complessi* - Acidi e basi di Lewis. Reazioni di formazione dei complessi. Geometria degli ioni complessi. Esempi di leganti mono e polidentati. Struttura elettronica. Costanti di formazione degli ioni complessi.
- *Elettrochimica* – Celle voltaiche. Potenziali standard. Effetto della concentrazione sul potenziale. Elettrolisi.
- *Andamenti periodici negli elementi dei gruppi principali: legami, strutture, reattività* - Chimica dell'idrogeno e degli elementi del blocco s, Metalli alcalini e alcalino terrosi; Chimica degli elementi del blocco p, Gruppi 13, 14, 15, 16, 17.

Testi consigliati:

- Martin S. Silberberg,
"Chimica. La natura molecolare della materia e le
sue trasformazioni, McGraw-Hill

Modalità d'esame:

- Scritto e orale
- Laboratorio (frequenza obbligatoria)

Lezione 1 - La materia e i suoi componenti

Lezione 1 - La materia e i suoi componenti

- La materia e le sue proprietà. Alcune definizioni fondamentali
- I componenti della materia
- Elementi, composti e miscele
- Le miscele: classificazione e separazione

- Origini della chimica moderna
- Il metodo scientifico: costruzione di un modello

*La materia e le sue proprietà.
Alcune definizioni fondamentali*

Chimica

La chimica è lo studio della ***materia***, delle sue ***proprietà***, delle ***trasformazioni*** subite dalla materia e dell'***energia*** associata a queste trasformazioni.

La materia

- Materia
- Composizione della materia
- Proprietà della materia
 - Proprietà fisiche
 - Proprietà chimiche
- Stati della materia
 - Solido
 - Liquido
 - Gas

Definizioni

Materia

Tutto ciò che ha una massa e un volume

Composizione

I tipi e le quantità di sostanze più semplici che costituiscono la materia

Proprietà

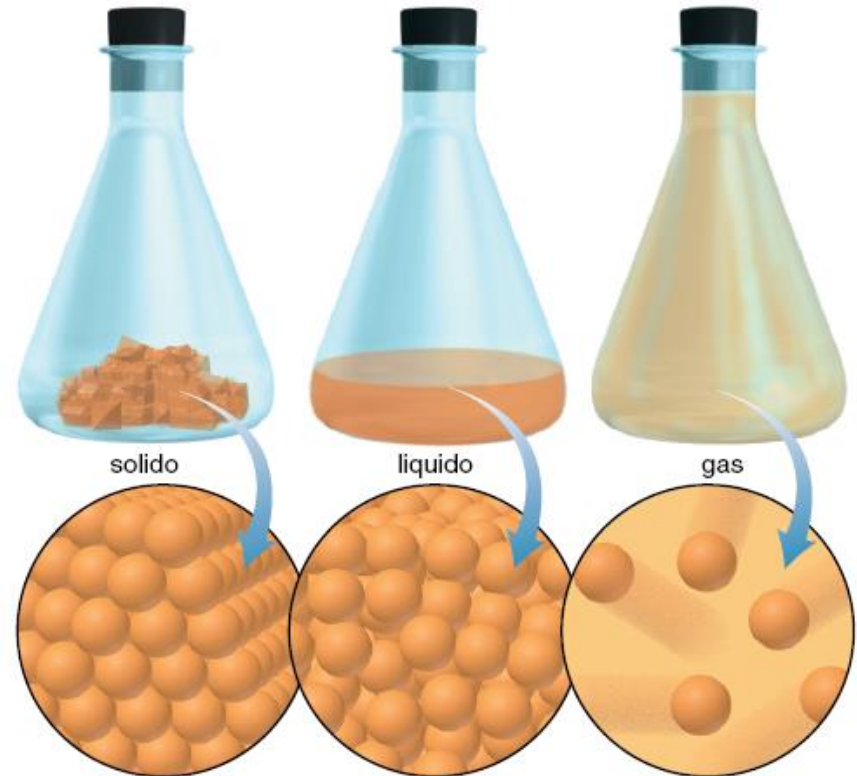
Le caratteristiche che conferiscono a ciascuna sostanza la sua identità esclusiva

Stati di aggregazione della materia

Un **solido** ha forma e volumi fissi.
I solidi possono essere duri, teneri,
rigidi o flessibili

Un **liquido** si adatta alla forma del
recipiente, ma ha volume fisso. Un
liquido forma una **superficie**

Un **gas** (o **aeriforme**) si adatta alla
forma del recipiente e lo riempie
completamente, perciò **non forma
una superficie**



Stati di aggregazione della materia



Proprietà **Solido**

Rigidità Rigido

Espansione
al riscaldamento Modesta

Compressibilità Modesta



Liquido

È fluido ed assume la
forma del contenitore

Modesta

Modesta



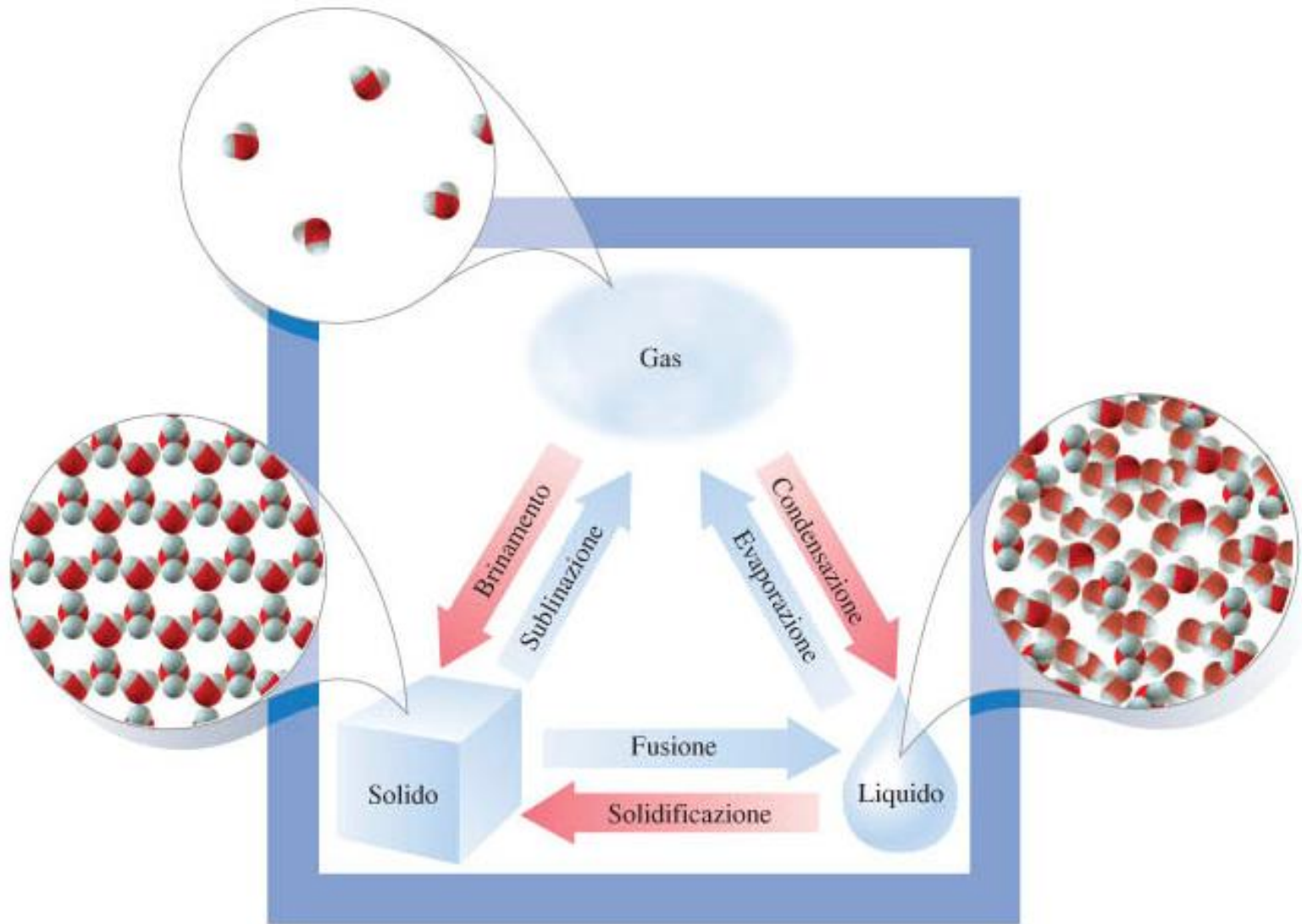
Gas

Riempie completamente
ogni contenitore

Si espande infinitamente

Facilmente comprimibile

Trasformazioni fisiche tra gli stati della materia



Proprietà fisiche e proprietà chimiche

Proprietà fisiche

Le proprietà che una sostanza presenta di per sé senza trasformarsi in, o interagire con, un'altra sostanza

- colore, temperatura di ebollizione, temperatura di fusione, densità

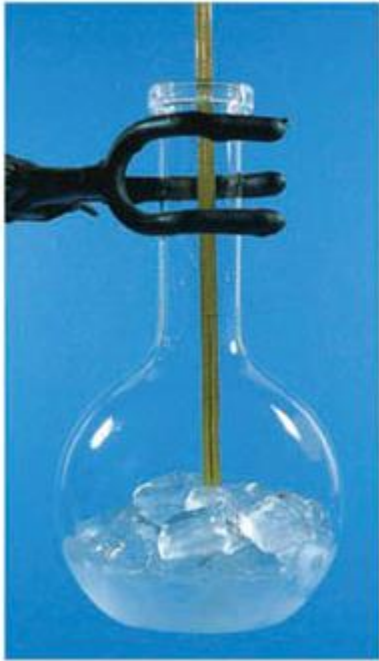
Proprietà chimiche

Le proprietà che una sostanza presenta quando si trasforma in, o interagisce con, un'altra sostanza

- infiammabilità, corrosività

Proprietà *fisiche* e *chimiche* dell'acqua

Fonde a 0°C



Bolle a 100°C



Scioglie il
sale solfato
rameico
(CuSO₄)



Reagisce con sodio



Proprietà fisiche e chimiche del rame

Proprietà fisiche

colore bruno rossastro, lucentezza metallica

facilmente
trasformabile
in lamine
(malleabile) e
in fili (duttile)



buon conduttore del calore e dell'elettricità

può essere
miscelato con
zinco per
formare
l'ottone



densità = $8,95 \text{ g/cm}^3$
temperatura di fusione = $1083 \text{ }^\circ\text{C}$
temperatura di ebollizione = $2570 \text{ }^\circ\text{C}$

Proprietà chimiche

forma lentamente un
carbonato blu-verde in
aria umida



reagisce con l'acido
nitrico (fotografia) e
con l'acido solforico



forma lentamente una
soluzione di colore
blu intenso in
ammoniaca acquosa



Temperatura e cambiamenti di stato

- Un **cambiamento di stato** è una **trasformazione fisica**.
 - Variando la temperatura varia la forma fisica ma non la composizione
 - Le trasformazioni fisiche sono **reversibili**
- Una trasformazione chimica non può essere invertita semplicemente da una variazione di temperatura.

I componenti della materia

Definizioni dei componenti della materia

Elemento – Un elemento è costituito da **una sola specie di atomo**.

Non può essere scomposto in un tipo di materia più semplice con metodi fisici o chimici.

Molecola – un'unità strutturale indipendente costituita da due o più atomi **legati chimicamente** tra loro.

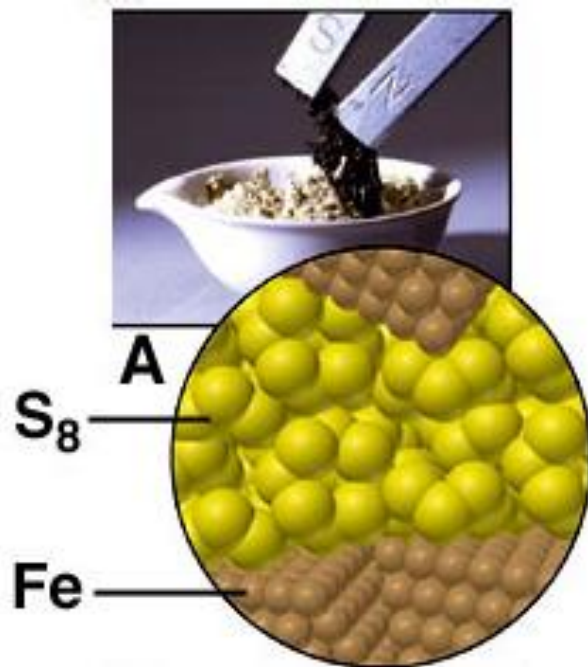
Composto - due o più tipi di elementi diversi **legati chimicamente** tra loro

Miscela - un gruppo di due o più elementi e/o composti **mescolati fisicamente**.

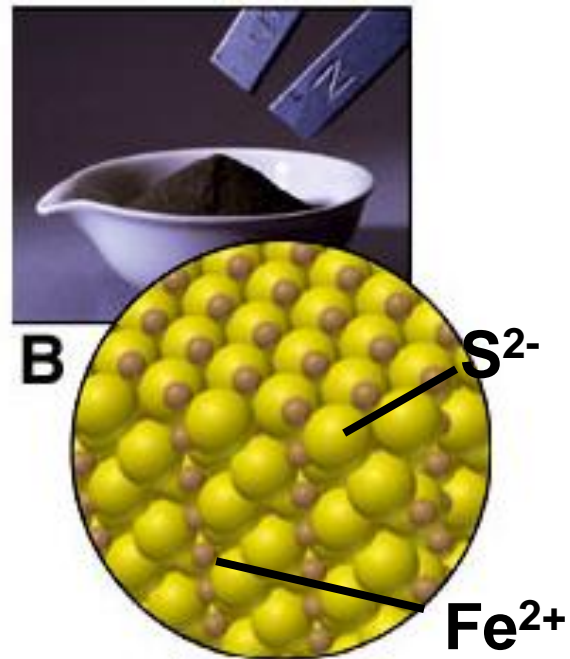
Alcune proprietà del sodio, del cloro e del cloruro di sodio

Proprietà	Sodio	+	Cloro →	Cloruro di Sodio
Temperatura (punto) di fusione	97,8°C		-101°C	801°C
Temperatura (punto) di ebollizione	881,4°C		-34°C	1413°C
Colore	argenteo		giallo-verde	incolore (bianco)
Densità	0,97 g/cm ³		0,0032 g/cm ³	2,16 g/cm ³
Comportamento in acqua	reattivo		lievemente solubile	solubile





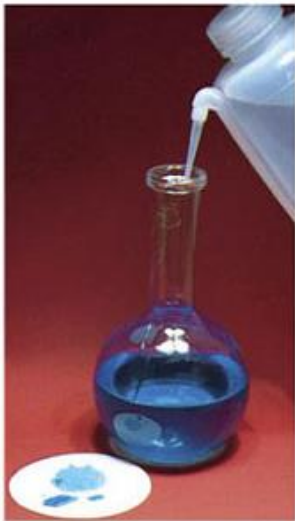
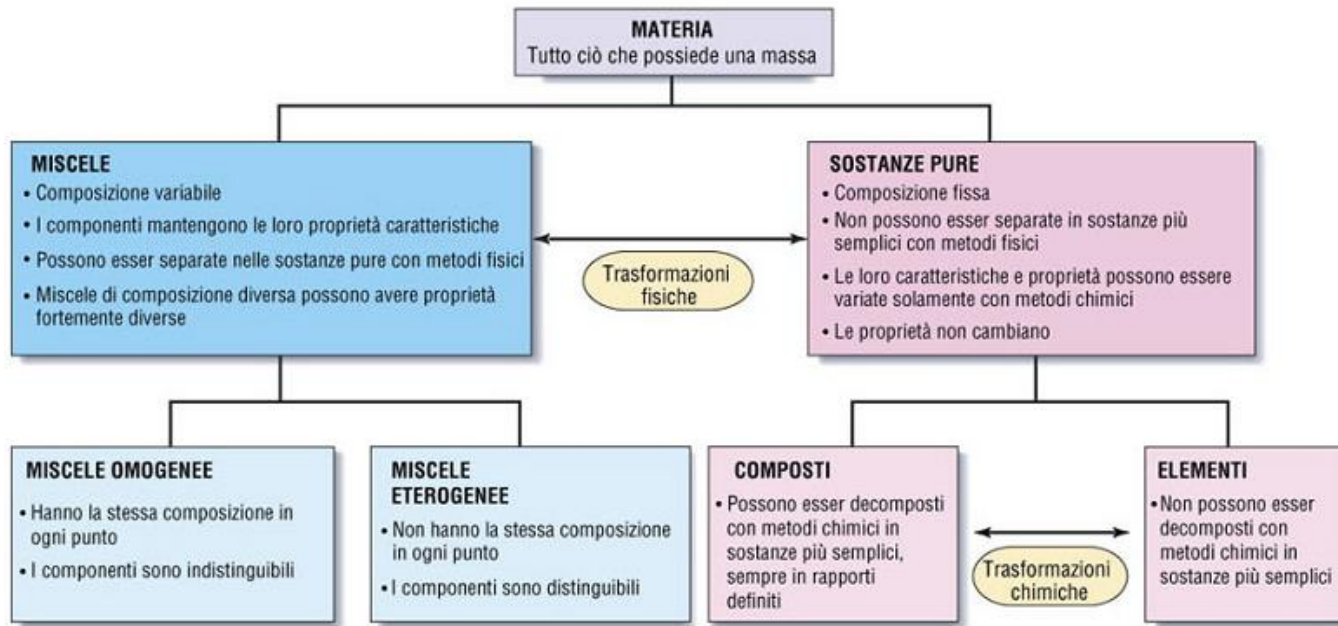
Una *miscela* di Fe and S_8 può essere separata usando un magnete.



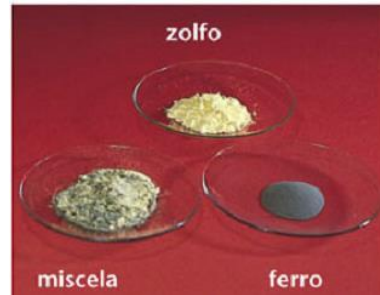
Gli elementi in un *composto* non possono essere separati con mezzi fisici.

Miscela

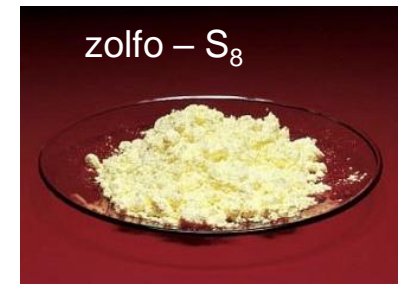
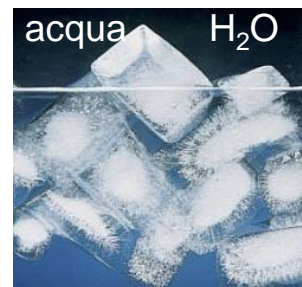
- Una *miscela eterogenea* ha una o più superfici di separazione visibili tra i suoi componenti.
- Una *miscela omogenea* non ha superfici di separazione visibili perchè i componenti sono miscelati come singoli atomi, ioni o molecole.
- Una miscela omogenea è detta anche *soluzione*.
- Le soluzioni possono esistere in tutti i tre stati di aggregazione (solido, liquido, gassoso).



Acqua e solfato rameico (CuSO_4)



Quarzo (SiO_2) e Galena (PbS)



MATERIA

Qualunque cosa che abbia una massa e un volume
Esiste in tre stati di aggregazione: solido, liquido, gassoso

MISCELE

Due o più elementi o composti in proporzioni variabili
I componenti conservano le loro proprietà

Miscele eterogenee

- Parti visibili
- Differente composizione locale

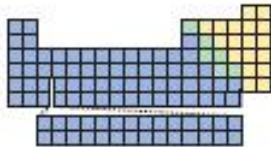
Miscele omogenee (soluzioni)

- Assenza di parti visibili
- Stessa composizione dovunque



TRASFORMAZIONI FISICHE

Filtrazione
Estrazione
Distillazione
Cristallizzazione
Cromatografia



SOSTANZE PURE

Composizione fissa dovunque

Elementi

- Costituiti da una sola specie di atomo
- Classificati come metalli, non metalli, o metalloidi
- Il tipo più semplice di materia che ne conserva le proprietà caratteristiche
- Possono esistere come singoli atomi o come molecole
- La massa atomica è la media delle masse isotopiche ponderata con l'abbondanza

Composti

- Due o più elementi combinati in frazione fissa in massa
- Le proprietà differiscono da quelle degli elementi componenti
- La massa molecolare è la somma delle masse atomiche

TRASFORMAZIONI CHIMICHE

Atomi

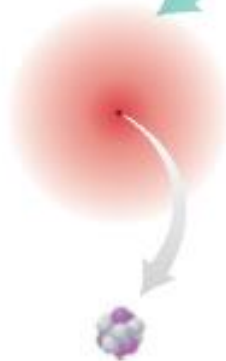
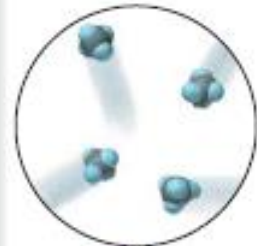
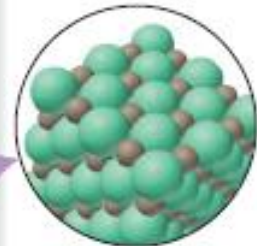
- Protoni (p^+) e neutroni (n^0) nel nucleo molto piccolo, massivo, positivo; numero di p^+ = numero atomico (Z)
- Gli elettroni (e^-) occupano il volume atomico al nucleo; numero di p^+ = numero di e^-

Composti ionici

- Solidi costituiti da cationi e anioni
- Si formano ioni per trasferimento di e^- da metallo a non metallo

Composti covalenti

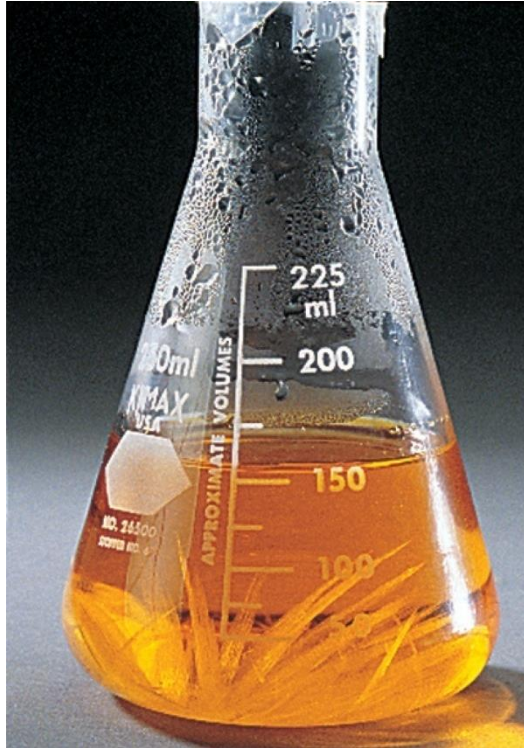
- Sono costituiti spesso da molecole separate
- Atomi (di solito non metalli) legati da coppie di e^- condivise



Tecniche di separazione fondamentali

- **Filtrazione:** separazione di componenti di una miscela sulla base di ***differenze tra le dimensioni delle particelle*** (solido/liquido).
- **Cristallizzazione:** separazione basata sulle ***differenze di solubilità***
- **Distillazione:** separazione basata sulle ***differenze di volatilità***.
- **Estrazione:** separazione basata sulle ***differenze di solubilità*** in diversi solventi.
- **Cromatografia:** separazione basata sulle ***differenze di solubilità*** in una fase stazionaria.

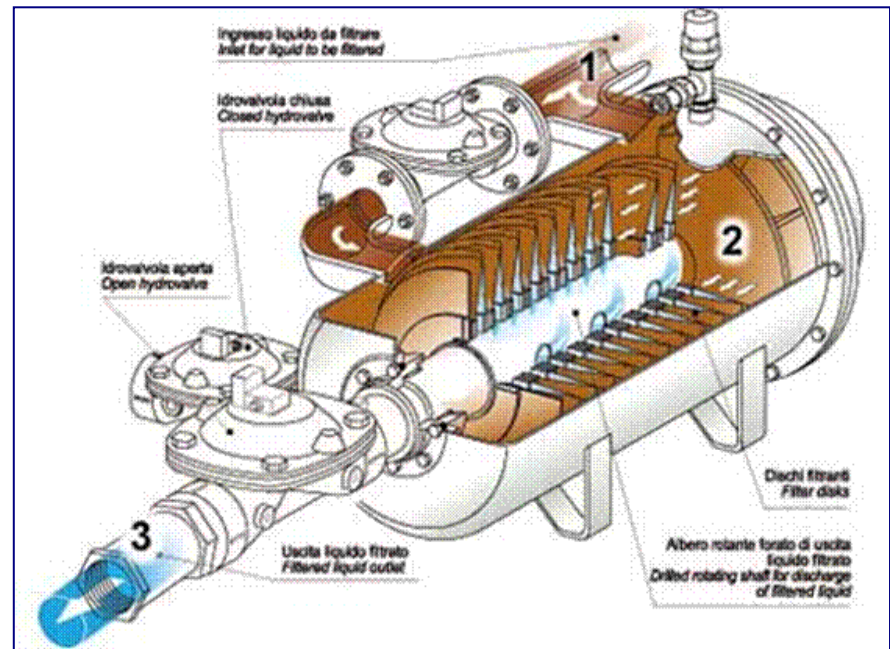
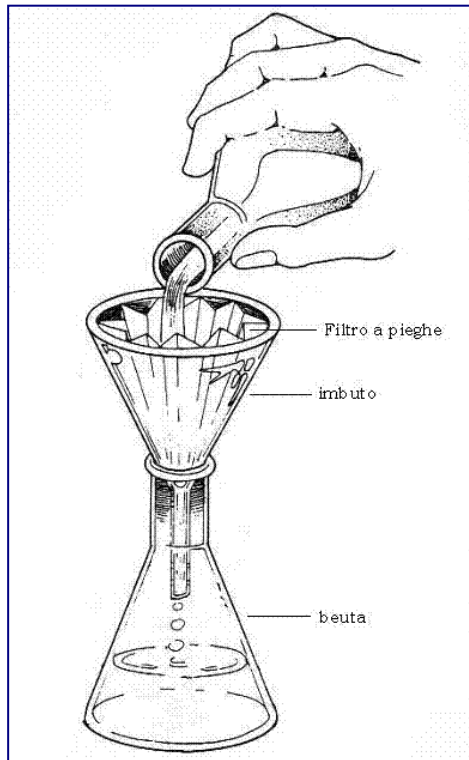
Cristallizzazione

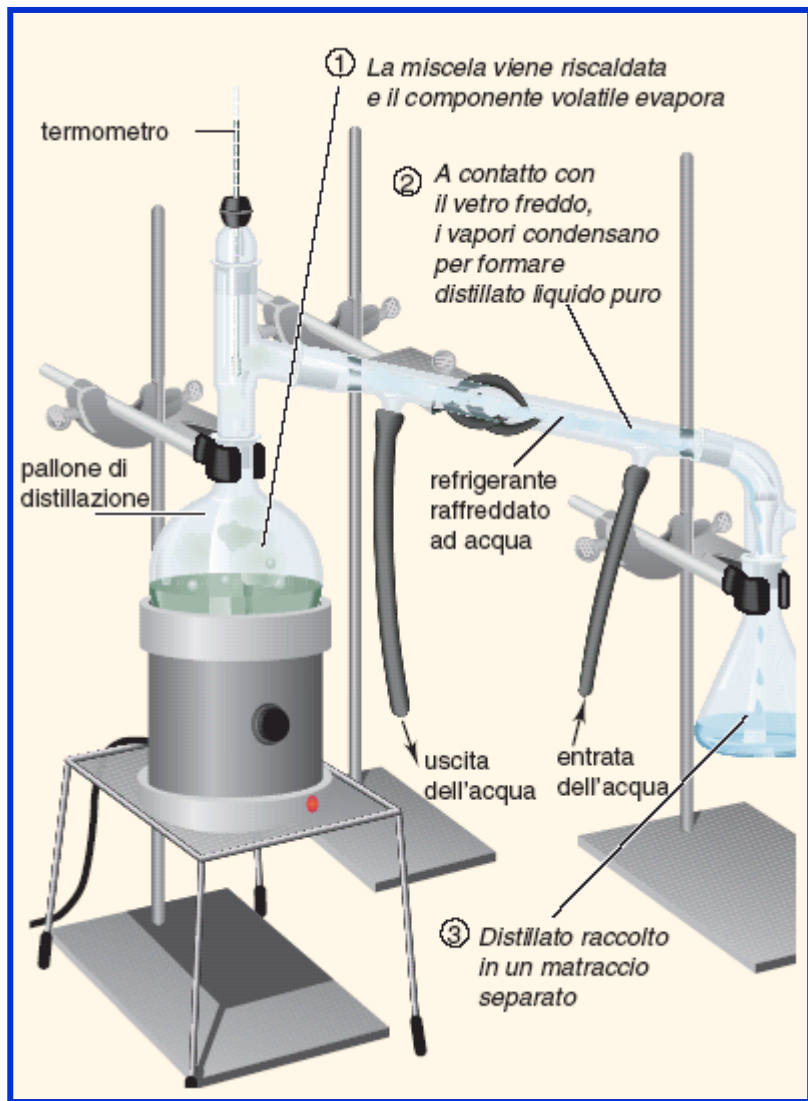


Separazione basata sulla *differenza di solubilità*

Separazione delle miscele - Filtrazione

- Miscele solido - liquido





← Distillazione

Estrazione



Origini della chimica moderna

Il metodo scientifico: costruzione di un modello

La teoria del *flogisto* e il principio di conservazione della massa (A.L.Lavoisier 1743-1794)

- Calcinazione (metallo brucia all'aria)

Metallo (*flogisto*) → Calce metallica + *flogisto* (piccola quantità)

- Combustione (carbone brucia all'aria)

Carbone (*flogisto*) → Cenere di carbone + *flogisto* (grande quantità)

- Riduzione (fusione metallurgica)

Calce metallica + Carbone (*flogisto*) → Cenere di carbone + Metallo (*flogisto*)

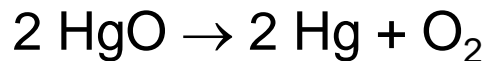
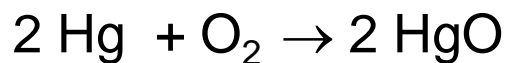


flogisto



"..niente si crea, nelle operazioni dell'arte ne' in quelle della natura e si può porre come principio che in ogni operazione vi è una quantità uguale di materia prima e dopo l'operazione, che la qualità e la **quantità dei principi [elementi]** è la stessa e che si verificano solo cambiamenti e modificazioni. "

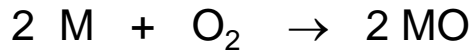
(Trattato di chimica elementare, di A.L.Lavoisier 1789)



2Hg	O2	2HgO
massa del mercurio	incremento	massa dell'ossido
x	1/12 di x	45 grani
2,201	0,183 g	2,385 g

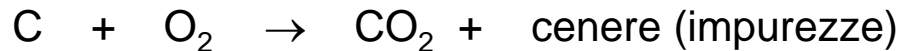
Calcinazione (metallo brucia all'aria)

Metallo (*flogisto*) → Calce metallica + *flogisto* (piccola quantità)



Combustione (carbone brucia all'aria)

Carbone (*flogisto*) → Cenere di carbone + *flogisto* (grande quantità)



Riduzione (fusione metallurgica)

Calce metallica + Carbone (*flogisto*) → Cenere di carbone + Metallo (*flogisto*)



flogisto



ossigeno

Metodo scientifico

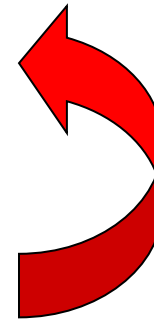
- Fenomeni naturali ed eventi misurati; enunciati come *leggi naturali* se universalmente consistenti.
- Proposizione provvisoria formulata per spiegare una categoria di osservazioni.
- Procedimento per verificare le ipotesi

OSSERVAZIONI

IPOTESI

ESPERIMENTO

L'ipotesi viene riveduta se i risultati sperimentali non la supportano



MODELLO (TEORIA)

- Insieme di concetti che spiega i dati forniti da esperimenti ripetuti; permette di prevedere i fenomeni correlati.

NUOVO ESPERIMENTO
(VERIFICA DEL MODELLO)

Il modello viene modificato se gli eventi previsti non lo supportano

- Verifica le previsioni basate sul modello.

