

# Corso di Studi di Fisica Corso di Chimica

Luigi Cerruti  
[www.minerva.unito.it](http://www.minerva.unito.it)



Lezioni 1-2

2010

# Materiali & Testi

- **Materiali**
  - le diapositive proiettate a lezione saranno reperibili all'indirizzo:
    - [www.minerva.unito.it/Informazione/DidatticaFisici/Index.htm](http://www.minerva.unito.it/Informazione/DidatticaFisici/Index.htm)
- **Testi consigliati:**
  - T.L. Brown et al., *Fondamenti di chimica*, Napoli: Edises, 2010, € 48
  - J.C. Kotz et al., *Chimica*, Napoli:Edises, 2010, € 53
  - P. Zanello et al., *Conoscere la chimica*, Milano: Ambrosiana, 2009, € 70,50
  - R.H. Petrucci, W.S. Harwood, *Chimica generale*, Padova: Piccin, 2004, € 68
  - F. Nobile, P. Mastrolilli, *La chimica di base*, Milano: Ambrosiana, 2006, € 49,00
- **Qualsiasi altro testo universitario integrato dagli appunti delle lezioni**
- **Appunti accurati delle lezioni + materiali reperiti in rete**

# Modalità dell'esame finale

- L'esame si svolge esclusivamente in forma scritta
- Vengono proposti esercizi numerici e domande con risposta aperta
- Ad ogni domanda e ad ogni esercizio corrisponde un punteggio, per un totale di 30 punti
  - il punteggio corrispondente all'esercizio o alla domanda è perso se non si risponde o la risposta contiene errori gravi
  - il voto finale risulta dalla somma dei singoli punteggi, più un possibile incremento (0,5 – 1 punti) a giudizio del docente
  - la lode si ottiene raggiungendo i 30 punti con esecuzione corretta degli esercizi e risposte precise e concise alle domande
- Nel caso di un voto ritenuto inadeguato alla propria preparazione l'esame può essere ripetuto nell'appello successivo (con l'annullamento del voto precedente)

# Programma

ARGOMENTI	N. LEZIONI	TEORIA*	ESERCIZI
<b>Proprietà dell'atomo e sistema periodico</b>	6	6	
<b>Nomenclatura e reazioni</b> <i>Bilanciamento e stechiometria delle reazioni</i>	4	3	1
<b>Legame chimico</b>	4	4	
<b>Proprietà dei gas e dei solidi</b> <i>Leggi dei gas e stechiometria</i>	4	3	1
<b>Termodinamica</b> <i>Entalpia, energia libera di Gibbs</i>	6	5	1
<b>Elettrochimica</b> <i>Celle galvaniche, legge di Faraday, equazione di Nernst</i>	5	4	1
<b>Liquidi, diagrammi di stato, soluzioni</b> <i>Proprietà colligative</i>	5	4	1
<b>Equilibrio chimico e cinetica chimica</b>	4	4	
<b>Proprietà chimiche delle soluzioni</b> <i>Prodotto di solubilità, pH e stechiometria</i>	4	3	1
<b>Elementi di chimica inorganica</b>	6	6	
<b>Totali</b>	<b>48</b>	<b>42</b>	<b>6</b>

\*IN TUTTE LE LEZIONI TEORICHE SARANNO DATI ESEMPI DI POSSIBILI DOMANDE D'ESAME

# Museo degli errori

[www.minerva.unito.it/Informazione/DidatticaFisici/Errori.htm](http://www.minerva.unito.it/Informazione/DidatticaFisici/Errori.htm)

- Conservazione della massa e delle cariche
- Unità di misura e grandezze fisiche
  - Seminare nelle risposte numeri a caso è una pessima abitudine
  - Pessima pratica è anche il confondere le diverse grandezze fisiche
- Ordini di grandezza
  - Se il discorso verte su quantità espresse in decine di grammi un risultato espresso in tonnellate è piuttosto sospetto
  - Analogamente lo sviluppo di calore di una reazione chimica non può eguagliare quello di una esplosione termonucleare
- I nomi e i segni
  - purtroppo ossidazione e riduzione, catodo e anodo, positivo e negativo, elemento (o composto) e atomo (o molecola) non sono la stessa cosa.
- Diagrammi cartesiani e curve

# Il corso di chimica generale

## Le condizioni al contorno

E' un corso di chimica generale, ne derivano diverse conseguenze

### – Vantaggi

- La chimica generale fornisce strumenti fondamentali
  - Per conoscere il livello intermedio fra le particelle elementari e il mondo della vita
  - Per utilizzare a pieno le sinergie fra le scienze sperimentali
  - Per comprendere molti aspetti della vita quotidiana
- La chimica generale si occupa soltanto di due temi
  - Alcune proprietà delle sostanze
  - La trasformazione delle sostanze (le reazioni)

### – Svantaggi

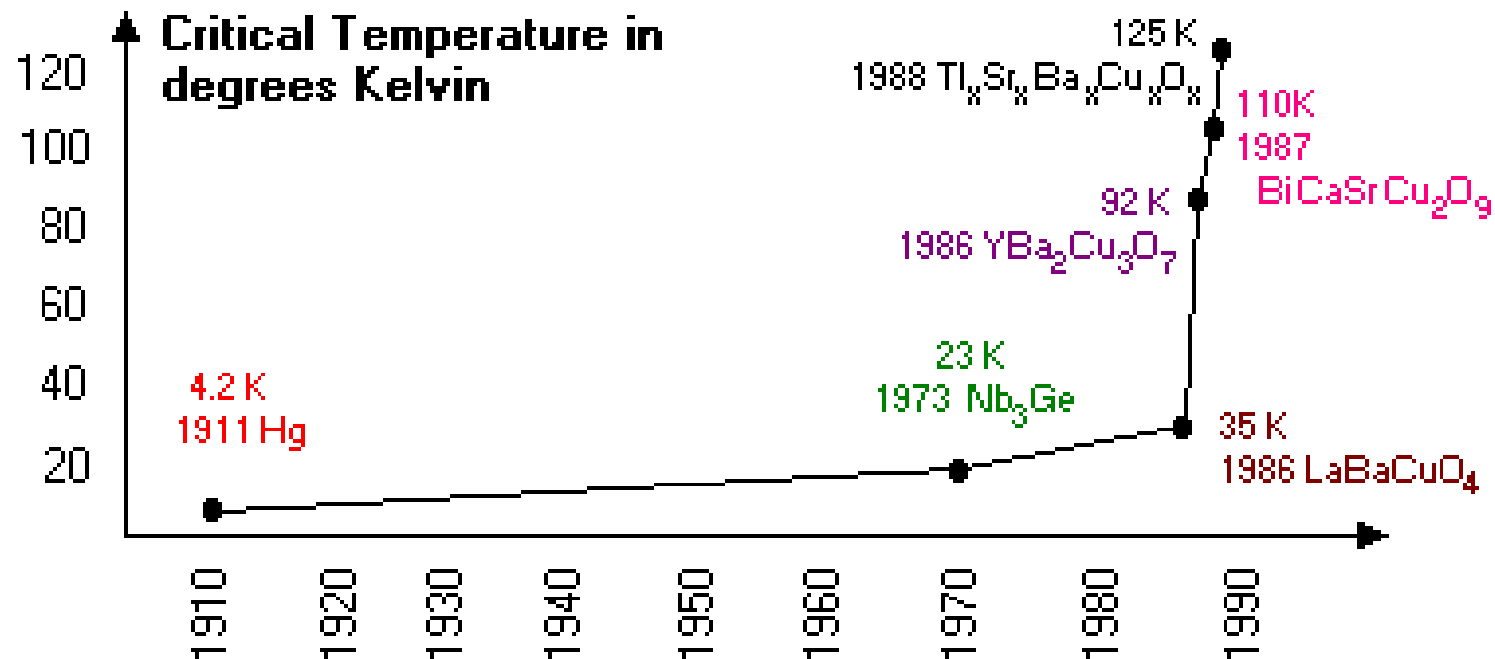
- Sono noti 18 milioni di sostanze
- Sono note centinaia di migliaia di reazioni diverse

# Le scienze chimiche: una definizione

Le scienze chimiche hanno tre obiettivi fondamentali, fra loro strettamente connessi:

- La conoscenza e il controllo delle proprietà macroscopiche, microscopiche e fisiologiche di sostanze e materiali
- La conoscenza e il controllo delle trasformazioni di sostanze in altre sostanze, incluse le condizioni energetiche e cinetiche
- La sintesi di sostanze e la produzione di materiali, siano essi già esistenti (in natura) ovvero siano totalmente innovativi

# Il caso dei materiali superconduttori



Attenzione: 77 K è la temperatura di ebollizione dell'azoto

# Sistema, equilibrio e fase

## Tre concetti fondamentali

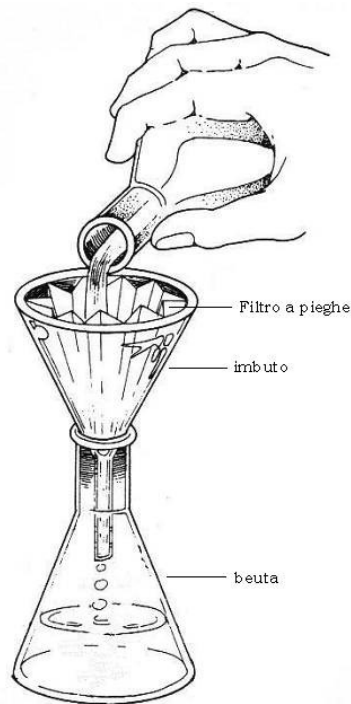
- **Sistema:** la parte del mondo sottoposta ad un particolare studio. Es.: un atomo, una galassia, l'atmosfera terrestre, una beuta, una cellula, un gatto, un campione di minerale
- **Equilibrio:** un sistema è in equilibrio quando le sue proprietà macroscopiche e microscopiche sono costanti in ogni punto. A livello microscopico l'equilibrio è sempre dinamico, ossia è il risultato di processi che avvengono in 'direzioni' opposte
- **Fase:** parte di un sistema separata dal resto del sistema da superfici limitanti. All'equilibrio le proprietà fisiche e chimiche sono eguali in ogni punto della fase

# Sostanze, materiali, miscele, miscugli

- **Sostanza:** un corpo che possiede proprietà fisiche e chimiche ben definite, invariabili o variabili in limiti ristretti: ad es. composizione, solubilità (in un solvente), punto di fusione, densità, conducibilità.
- **Materiale:** un corpo costituito da una o più sostanze, destinato a qualche specifica funzione.
  - Di un materiale interessano anche proprietà diverse da quelle di una sostanza: ad es. il carico di rottura
- **Miscela:** un sistema costituito da una sola fase e da diverse sostanze, separabili con mezzi chimico-fisici.
  - Esempi: l'aria (una miscela gassosa), una qualsiasi soluzione
- **Miscuglio:** insieme di due o più sostanze che mantengono inalterate le loro caratteristiche originarie e che sono separabili con mezzi fisici semplici

# I metodi di separazione

Esistono molti metodi, fisici e chimico-fisici, impiegati per separare le sostanze che compongono le miscele

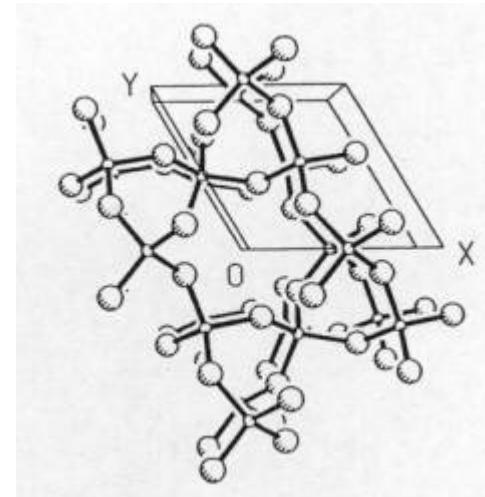


- **Un metodo fisico:** la **filtrazione** separa i componenti solidi da una miscela eterogenea, sfruttando la dimensione macroscopica delle particelle solide
- **Un metodo chimico-fisico:** la **cristallizzazione frazionata** separa (parzialmente) i soluti in una soluzione liquida

# Definizioni di sostanza pura

- **A livello macroscopico:** una sostanza pura mantiene le sue proprietà se sottoposta a ripetute purificazioni, ad es. cristallizzazioni
- **A livello microscopico:** una sostanza pura è costituita in ogni sua parte da insiemi eguali di particelle microscopiche (atomi, molecole, ioni, gruppi costituenti di un reticolo cristallino)

L'immagine rappresenta il reticolo cristallino del quarzo. Il gruppo  $\text{SiO}_2$  è il gruppo costituente il reticolo, ma non costituisce nel cristallo una entità separata



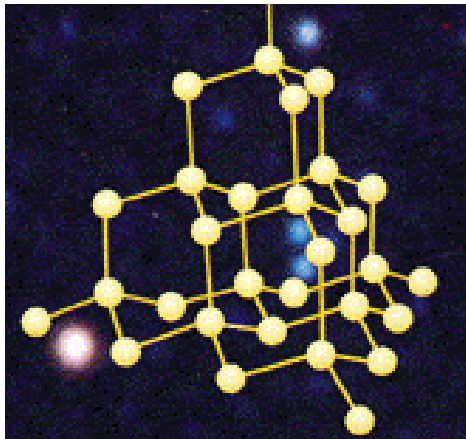
# Corpi semplici, elementi e composti

- **Corpo semplice, elemento**
  - A livello macroscopico una sostanza è un corpo semplice quando non si può decomporre in altre sostanze
  - A livello microscopico un elemento è costituito da atomi con lo stesso numero atomico (numero di protoni nel nucleo)
- **Composto**
  - A livello macroscopico una sostanza è un composto quando è decomponibile in altre sostanze
  - A livello microscopico una sostanza è un composto quando è costituita da atomi di elementi diversi

# L'elemento carbonio: tre diversi corpi semplici



- Un diamante grezzo
- Il diamante è un corpo semplice

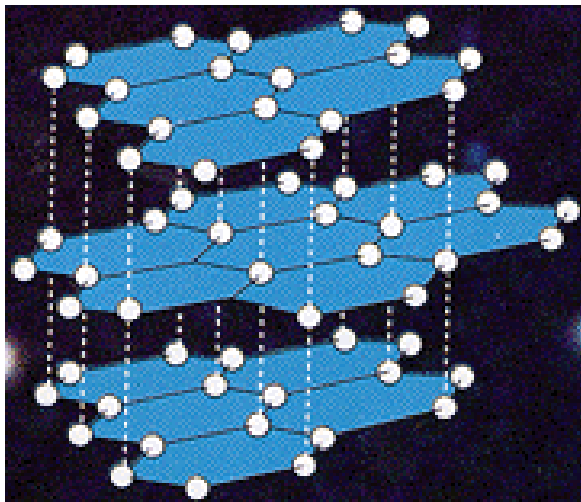


- Struttura cristallina del diamante
- Il diamante è costituito da atomi di carbonio allo stato elementare

# L'elemento carbonio: tre diversi corpi semplici



- Un campione di grafite
- La grafite è un corpo semplice

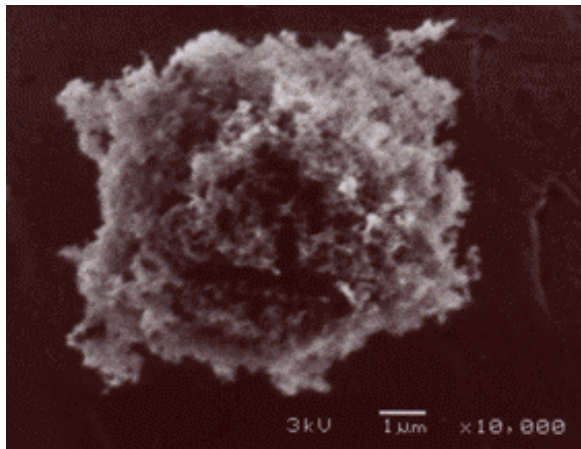


- Struttura cristallina della grafite
- La grafite è costituita da atomi di carbonio allo stato elementare

# L'elemento carbonio: tre diversi corpi semplici

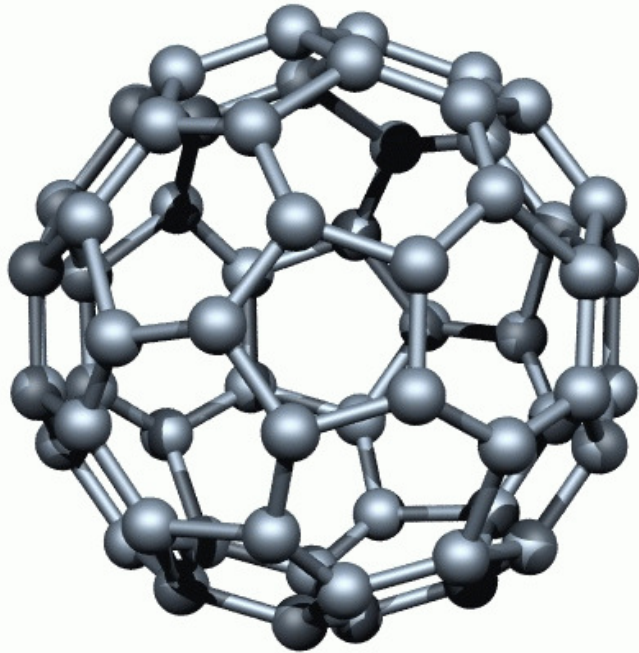


- Un 'campione' di fuliggine
- Il nerofumo è un corpo semplice

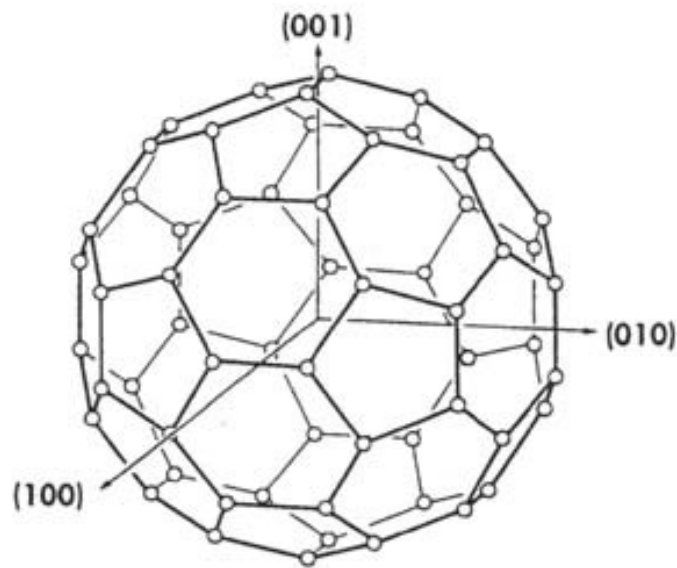


- Un granello del campione di fuliggine, 'visto' al microscopio a scansione

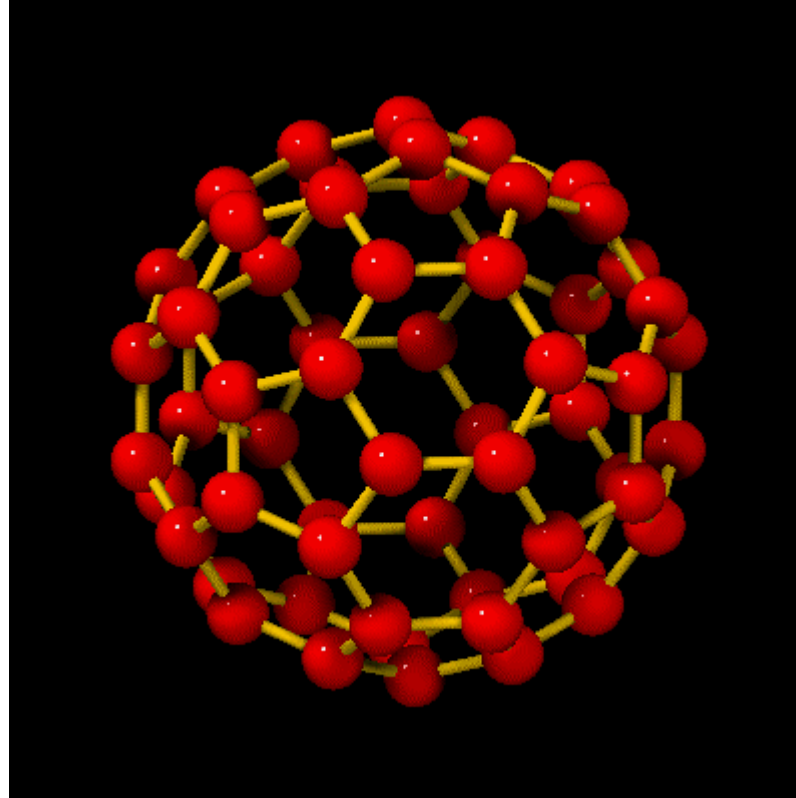
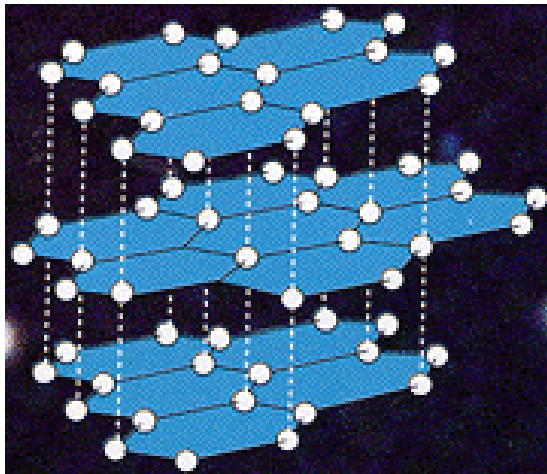
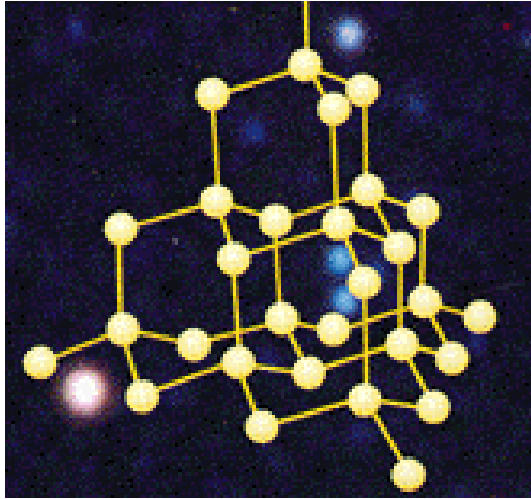
# L'elemento carbonio: tre diversi corpi semplici



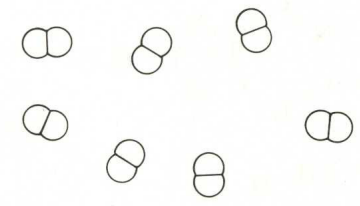
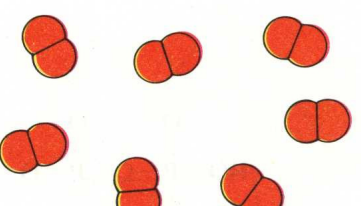
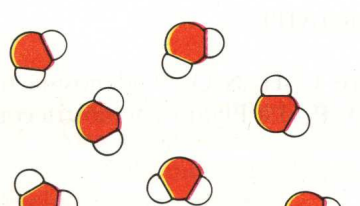
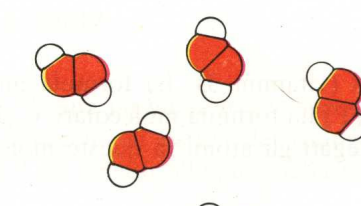
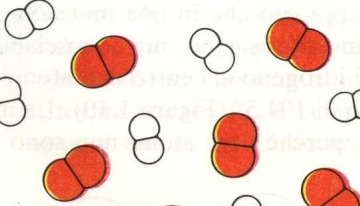
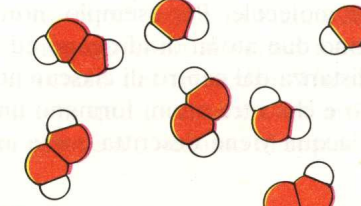
- La struttura della molecola del fullerene, C<sub>60</sub>
- Il fullerene C<sub>60</sub> è presente nel nerofumo



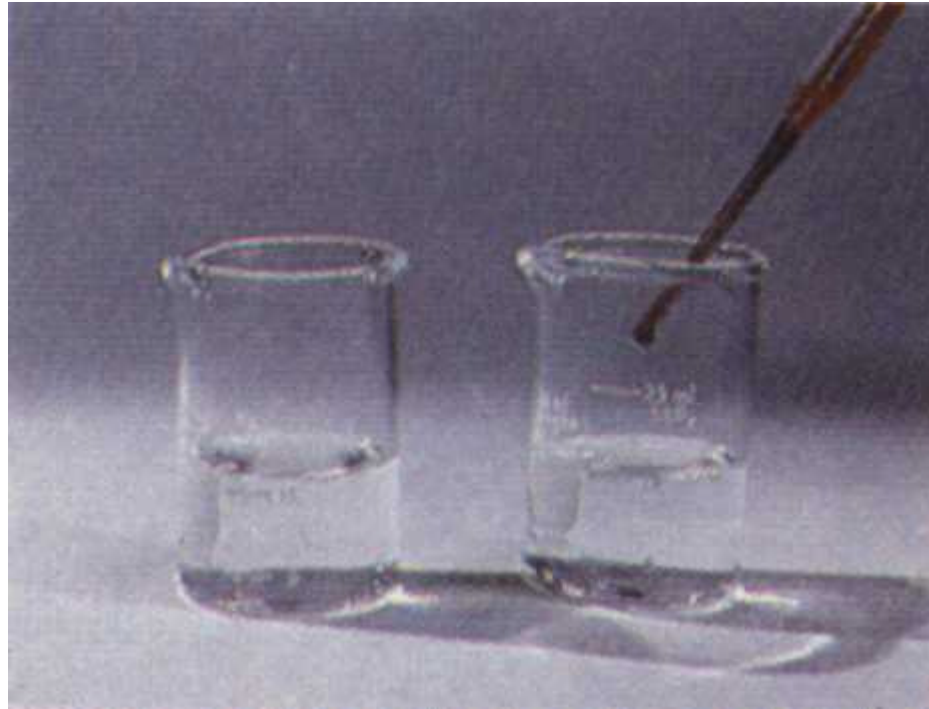
# Il carbonio: tre corpi semplici, tre strutture



# Elementi, composti, miscele

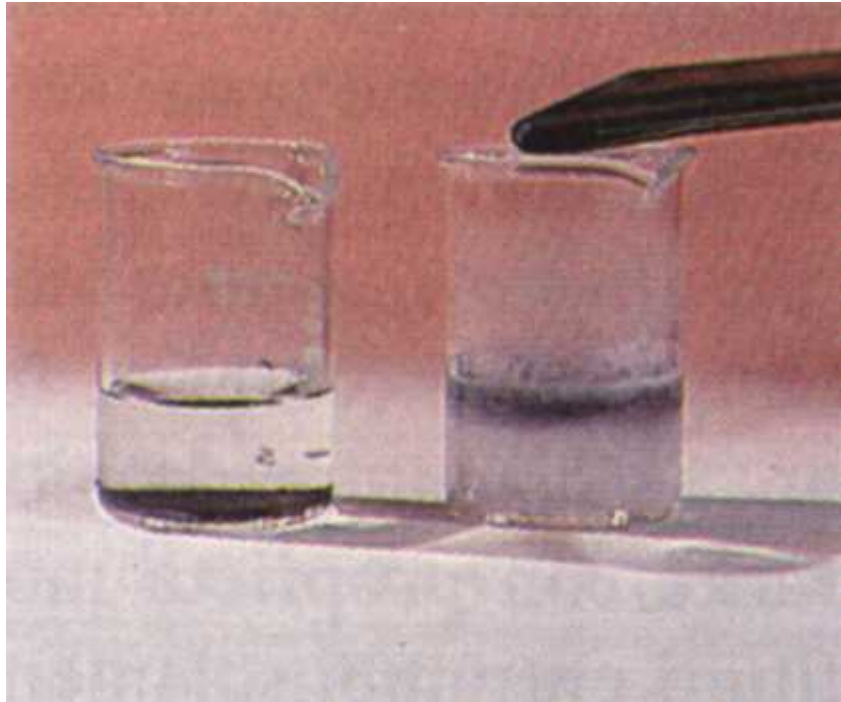
ELEMENTI	 <p>Molecole di idrogeno, <math>H_2</math></p>	 <p>Molecole di ossigeno, <math>O_2</math></p>
COMPOSTI	 <p>Molecole di acqua, <math>H_2O</math></p>	 <p>Molecole di perossido di idrogeno, <math>H_2O_2</math></p>
MISCELE	 <p>Miscela di idrogeno e di ossigeno</p>	 <p>Miscela di perossido di idrogeno e di acqua</p>

# Le proprietà fisiche, chimiche e fisiologiche delle sostanze

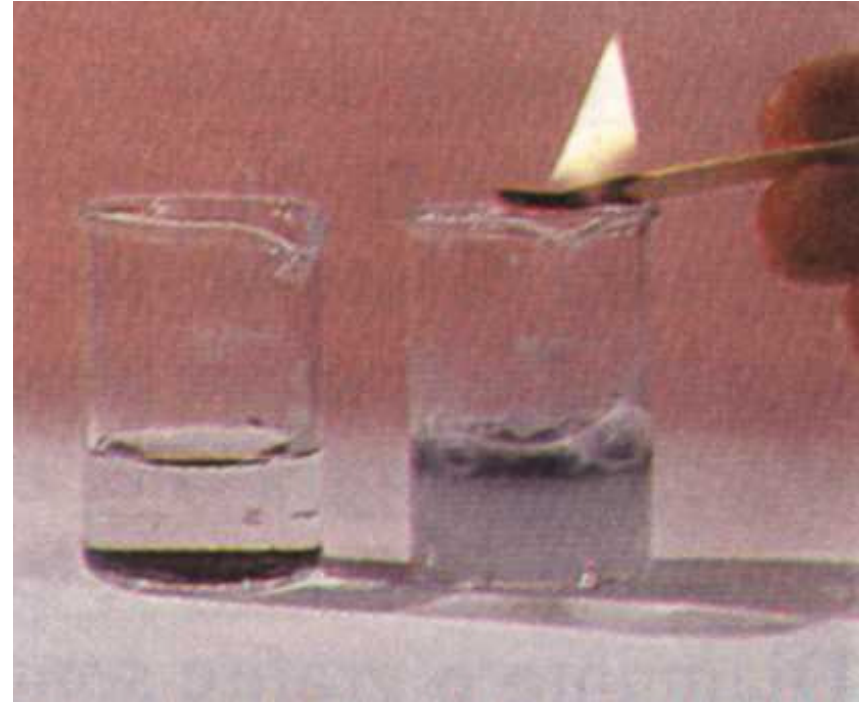


Una proprietà fisica: l'acqua bolle a  $100^{\circ}$   
L'acqua ossigenata bolle a  $158^{\circ}$

# Le proprietà chimiche delle sostanze

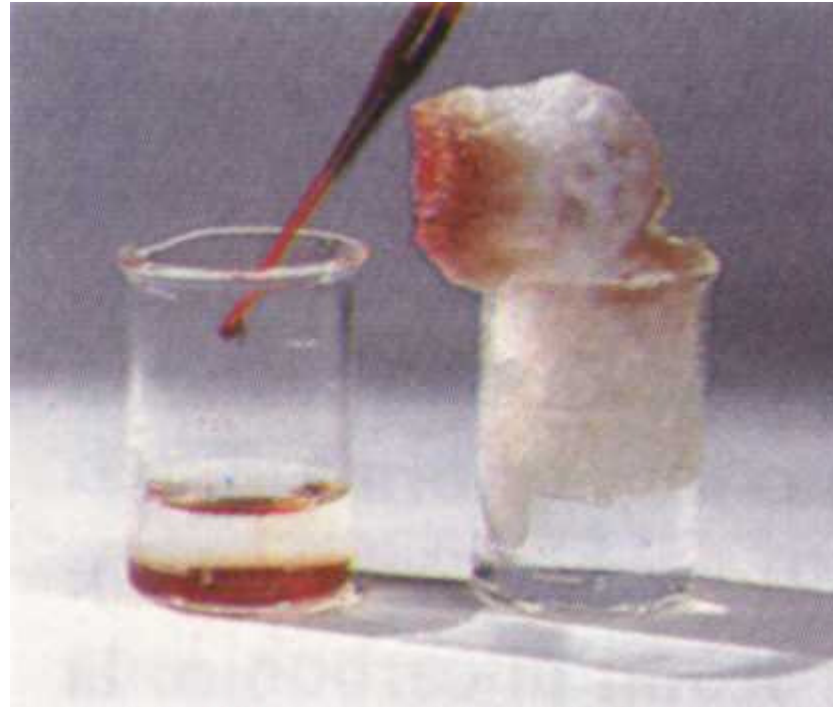


L'acqua non reagisce in presenza  
di  $\text{MnO}_2$   
L'acqua ossigenata si decompone



L'ossigeno che si sviluppa  
accende una brace

# Le proprietà fisiologiche delle sostanze



Le gocce di sangue colorano l'acqua  
Nell'acqua ossigenata le gocce di sangue scatenano una reazione violenta

# Macroscopico vs. microscopico

Il linguaggio della chimica si riferisce costantemente a due livelli diversi della realtà fisica

- Il **livello macroscopico** è occupato da oggetti le cui dimensioni vanno da quelle di un batterio ( $10^{-6}$  m) a quelle usuali del mondo accessibile al nostro corpo ( $10^{-3}$  –  $10^3$  m)
- Il **livello microscopico** è occupato da oggetti le cui dimensioni vanno da quelle di un nucleo atomico ( $10^{-15}$  m) a quelle di una grossa proteina ( $100 \cdot 10^{-9}$  m)

# Gli oggetti microscopici della chimica

## L'atomo

- **L'atomo** è un sistema microscopico costituito da
  - **protoni**, carica  $1,6 \cdot 10^{-19}$  C, massa  $1,673 \cdot 10^{-24}$  g
  - **neutroni**, carica zero, massa  $1,675 \cdot 10^{-24}$  g
  - **elettroni**, carica  $-1,6 \cdot 10^{-19}$  C, massa  $9,109 \cdot 10^{-28}$  g

Le proprietà chimiche di un atomo sono determinate dal numero di protoni contenuti nel nucleo

# L'unità di massa atomica

Si è definita come unità di massa atomica un dodicesimo della massa dell'isotopo  $^{12}\text{C}$

Il nome di questa unità di misura è **dalton** (uma)

$$1 \text{ uma} = 1,66059 \cdot 10^{-24} \text{ g}$$

# La definizione di mole

La mole è la quantità di sostanza di un sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in 0,012 kg di carbonio 12.

Le entità elementari devono essere specificate e possono essere atomi, molecole, ioni, elettroni, ecc, ovvero gruppi specificati di tali particelle.

# Massa atomica relativa (mar)

E' il rapporto tra la massa di una mole di atomi di un elemento naturale (l'elemento presenta spesso una miscela di isotopi ) e la dodicesima parte della massa di una mole di atomi di carbonio 12.

La massa atomica relativa è detta anche peso atomico, in ogni caso questa grandezza è adimensionale.

Peso atomico dell'alluminio: 26,98

Peso atomico del carbonio: 12,01

# Gli oggetti microscopici della chimica

## Molecole e ioni

- Una **molecola** è un sistema costituito da uno o più atomi, in grado di esistere 'isolato'
  - Il termine 'isolato' si riferisce qui a sistemi che hanno solo interazioni deboli con altri oggetti microscopici
- Le **molecole** sono dette **mono-, bi-, tri- ... atomiche** a seconda che siano costituite da 1, 2, 3 atomi
  - La  $\gamma$ -globulina è costituita da 19.996 atomi
- Uno **ione** è un atomo o una molecola con carica elettrica intera, positiva o negativa
  - Il solfato di rame è costituito da ioni  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$

# Gli oggetti microscopici della chimica

## I costituenti di un cristallo

- Molte sostanze importanti, specie allo stato solido, non sono costituite da molecole 'isolabili'
  - Nel **sale da cucina**  $\text{NaCl}$  (s) esistono solo ioni  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$  separati; l'unità stechiometrica di riferimento è **NaCl**
  - Nel '**verde rame**'  $\text{CuSO}_4$  (s) esistono solo ioni  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  ; l'unità stechiometrica di riferimento è  **$\text{CuSO}_4$**
  - Il **diamante** è un corpo semplice, in cui esistono solo atomi di carbonio legati fra di loro in modo da costituire un'unica molecola; l'unità stechiometrica di riferimento è **C**

# La legge di Gay-Lussac, 1808

Data la reazione fra due gas, i volumi dei reagenti e dei prodotti gassosi stanno fra di loro in rapporto come **numeri interi** semplici

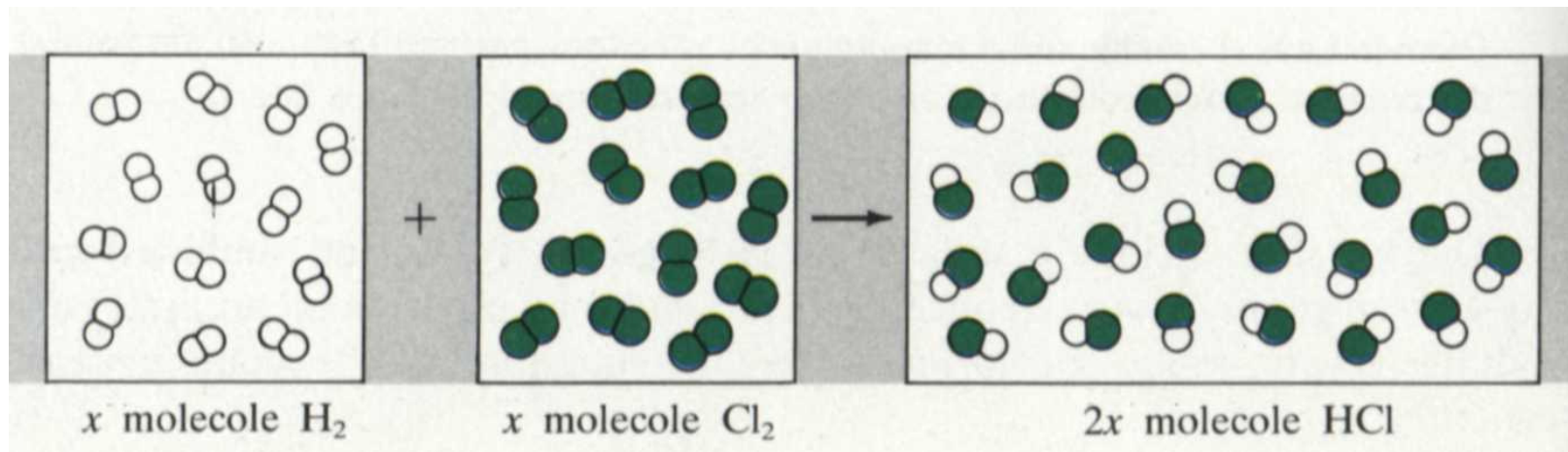
1 vol. di idrogeno più 1 vol. di cloro danno 2 vol. di cloruro di idrogeno

2 vol. di idrogeno più 1 vol. di ossigeno danno 2 vol. di acqua (vapore)

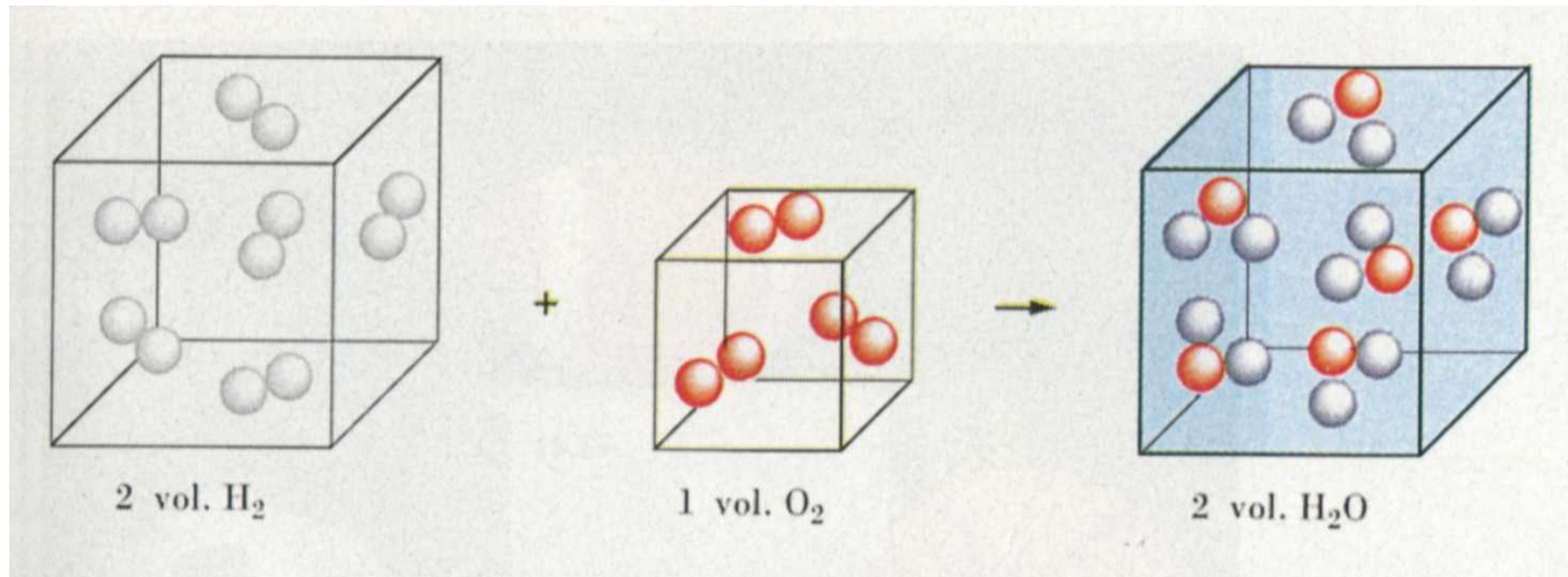
# La legge di Avogadro, 1811

Volumi uguali di gas diversi, nelle stesse condizioni di temperatura e pressione, contengono lo stesso numero di molecole

# L'interpretazione della legge di Gay-Lussac Il caso della reazione fra idrogeno e cloro



# L'interpretazione della legge di Gay-Lussac Il caso della sintesi dell'acqua



# La definizione di mole

La mole è la quantità di sostanza di un sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in 0,012 kg di carbonio 12.

Le entità elementari devono essere specificate e possono essere atomi, molecole, ioni, elettroni, ecc, ovvero gruppi specificati di tali particelle.

# Le grandezze molari

- Si definiscono molari tutte le grandezze riferite ad una mole di sostanza. Due esempi importanti sono i seguenti:
  - massa molare: è la massa di una mole di sostanza, ed è espressa in  $\text{g mol}^{-1}$
  - volume molare: è il volume di una mole di sostanza, ed è espresso in  $\text{cm}^3 \text{mol}^{-1}$
- Nel caso dei gas il volume molare è espresso in  $\text{L mol}^{-1}$ , e a TPS vale  $22,4 \text{ L mol}^{-1}$

# Masse molari degli elementi

- Il rame Cu ha massa atomica relativa 63,546
  - La massa di una mole di Cu è 63,54 g
  - La massa molare del Cu 63,54 g mol<sup>-1</sup>

# Masse molari degli elementi

- L'ossigeno ha m.a.r. 15,9994
  - La massa di una mole di O è 15,99 g
  - La massa molare dell'ossigeno atomico è 15,99 g mol<sup>-1</sup>

# La mole

## 4 elementi, tre stati fisici

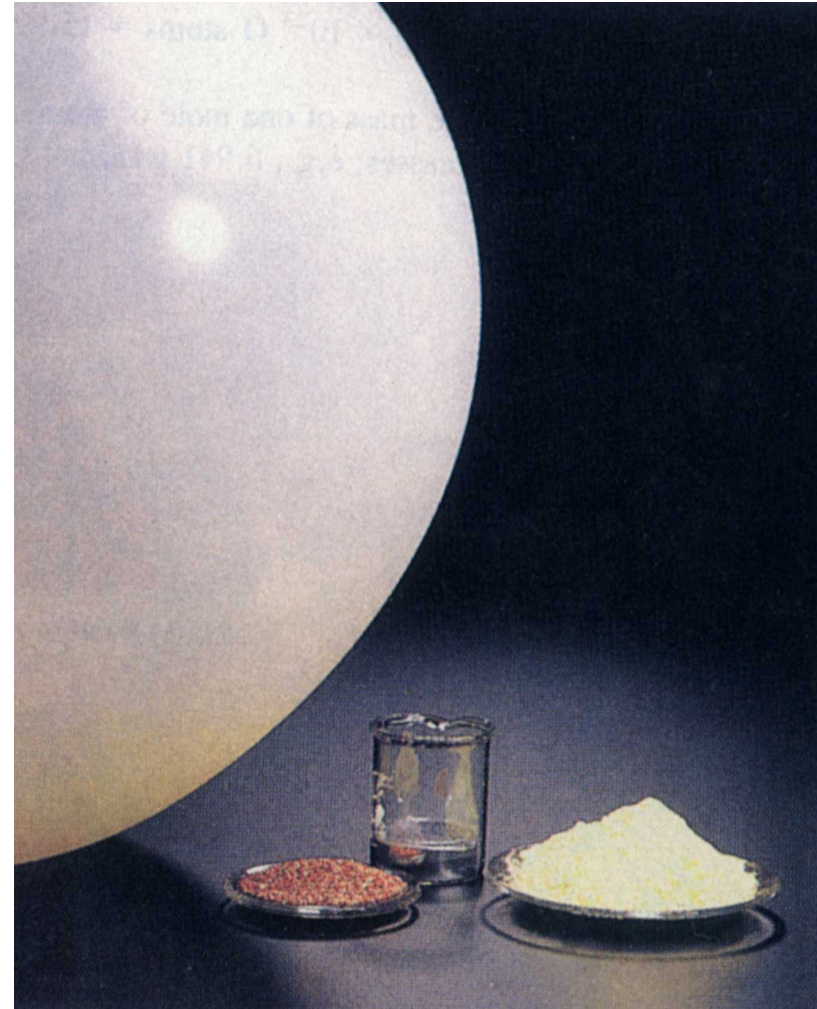
Nei vetri d'orologio:

63,54 g di rame, 1 mole di Cu

32,06 g di zolfo, 1 mole di S

Il bicchiere contiene 200,59 g di mercurio, 1 mole di Hg

Il pallone contiene 4,00 g di elio, 1 mole di He



# Il volume di una mole di gas a TPS, 22,4 L

## Qualche confronto

Pallone da basket, 7,5 L

Pallone da calcio, 6 L

Pallone da rugby, 4,4 L

