



# Valentina Domenici

Approccio *storico-epistemologico* alla teoria atomico-molecolare  
(i contributi di **Amedeo Avogadro** e di **Stanislao Cannizzaro**)

LEZIONE SESTA – STORIA DELLA CHIMICA ED ELEMENTI DI DIDATTICA

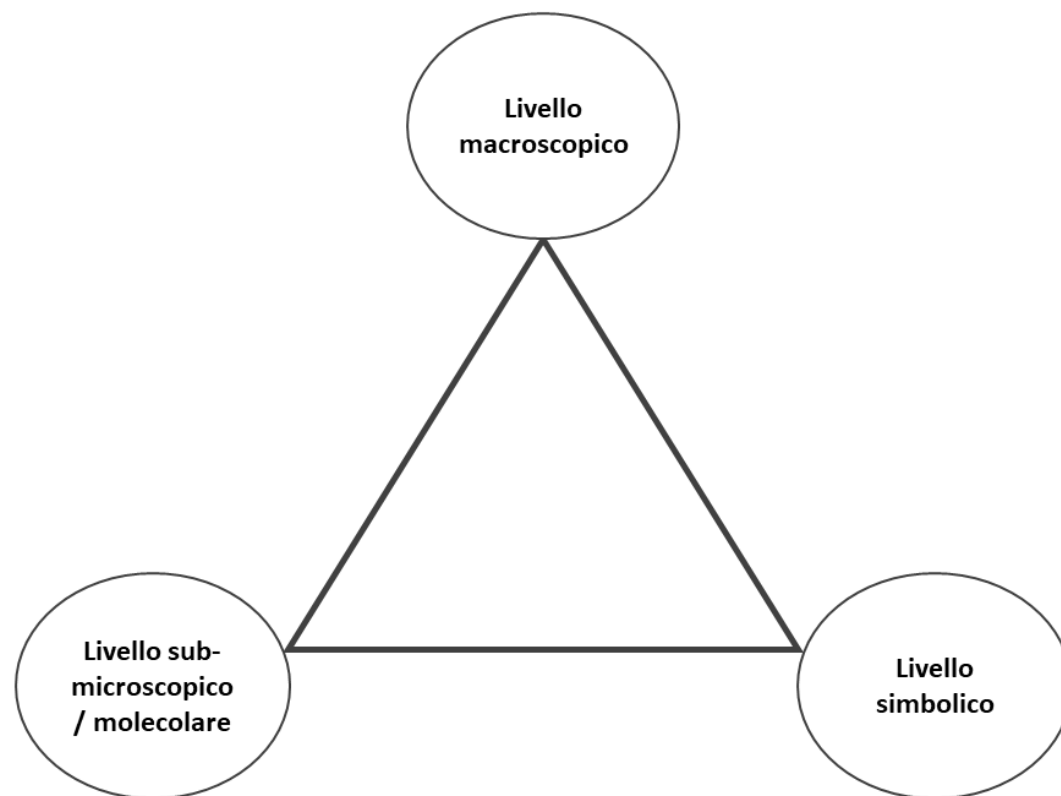
Anno accademico 2021-2022

## *Brevi considerazioni sul metodo storico-epistemologico*



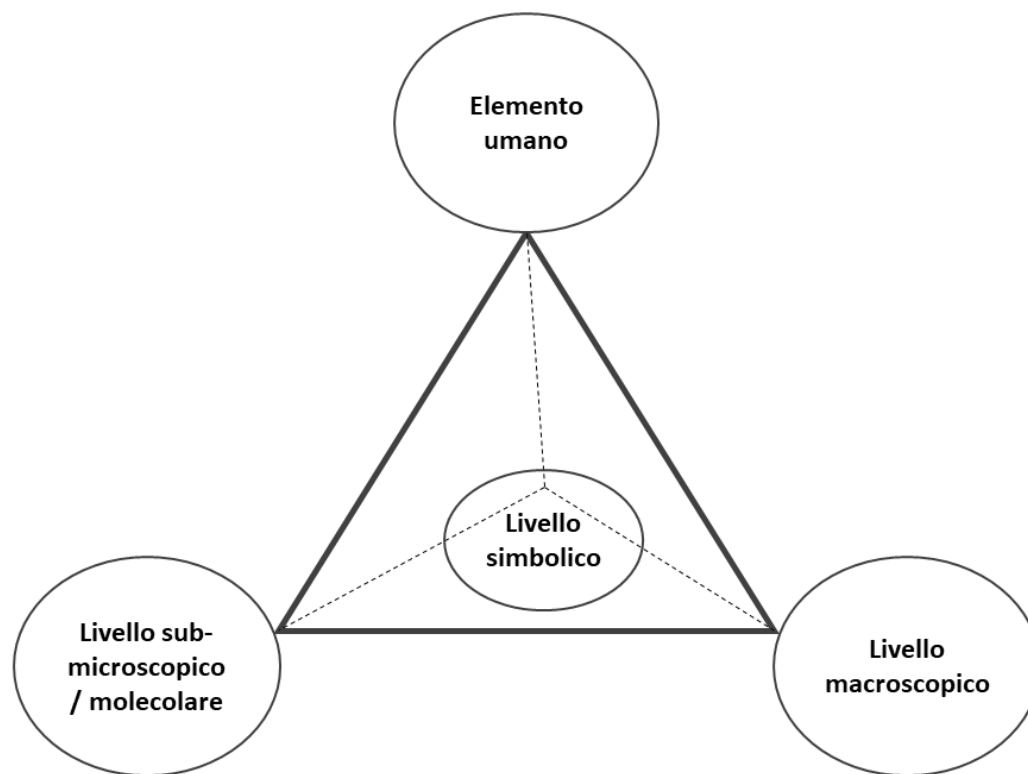
# *Brevi considerazioni sul metodo storico-epistemologico*

I modelli di insegnamento della chimica:



# *Brevi considerazioni sul metodo storico-epistemologico*

I modelli di insegnamento della chimica:

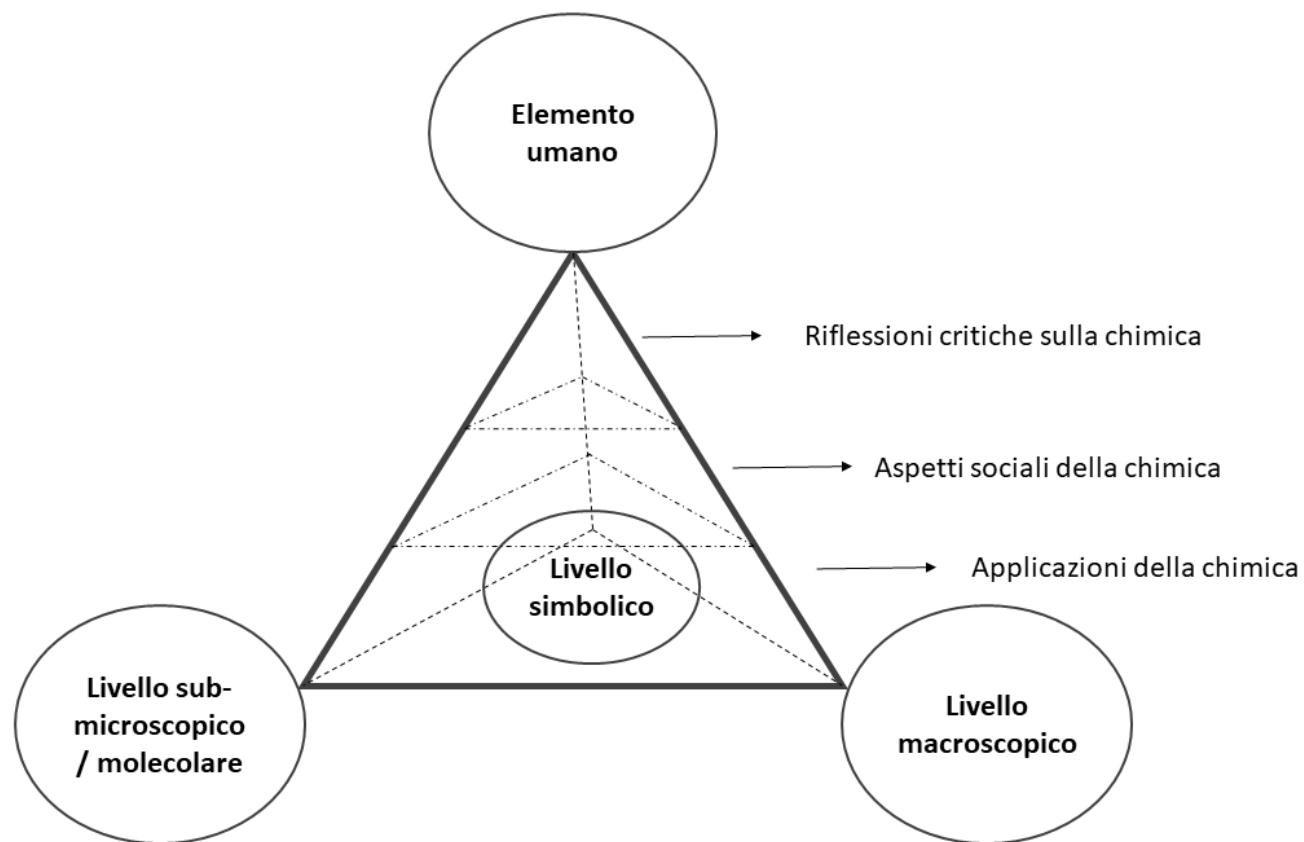


**Peter Mahaffy**, *Moving Chemistry Education in 3D: a tetrahedral metaphor for understanding chemistry*, in «Journal of Chemical Education»,

**2006**, vol. 83, pp. 49-55.

# *Brevi considerazioni sul metodo storico-epistemologico*

I modelli di insegnamento della chimica:

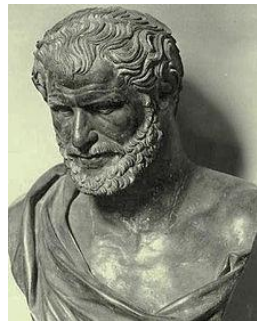


**Jesper Sjöström - Vicente Talanquer**, *Humanizing Chemistry Education: from simple contextualization to multifaceted problematization*, in

«Journal of Chemical Education», **2014**, vol. 91, pp. 1125-1131.

# Considerazioni sulla teoria atomico-molecolare

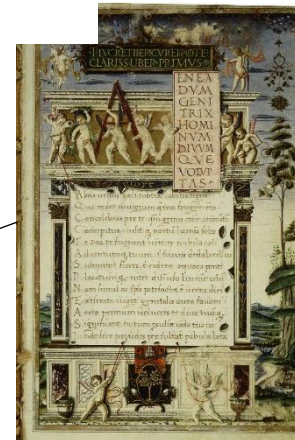
- Considerazioni sul contesto conoscitivo della fine del XVIII secolo.
- Contemporaneità dei personaggi.
- Il ruolo degli esperimenti (e della precisione delle misure)
- Le difficoltà di linguaggio.
- L'evoluzione della simbologia.
- Note storiche e aspetti narrativi.



Atomo, come  
particella non più  
divisibile,  
porzione di  
materia

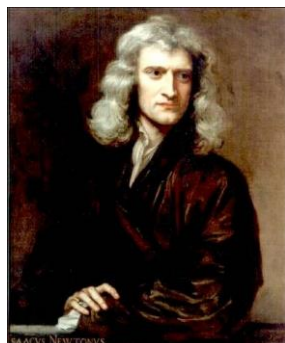
Natura  
corpuscolare della  
materia

**Lucrezio (96 - 55 a.C.)**



**Democrito (460 - 360 a.C.)**

**Epicuro (342 - 270 a.C.)**



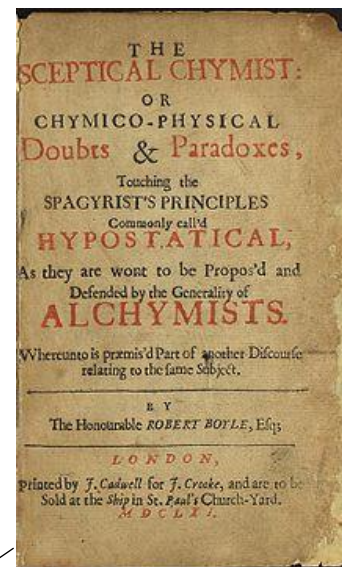
**Isaac Newton  
(1642 - 1727)**

Forze di attrazione  
e repulsione tra  
atomi

Visione  
meccanicistica,  
Concetto di  
affinità

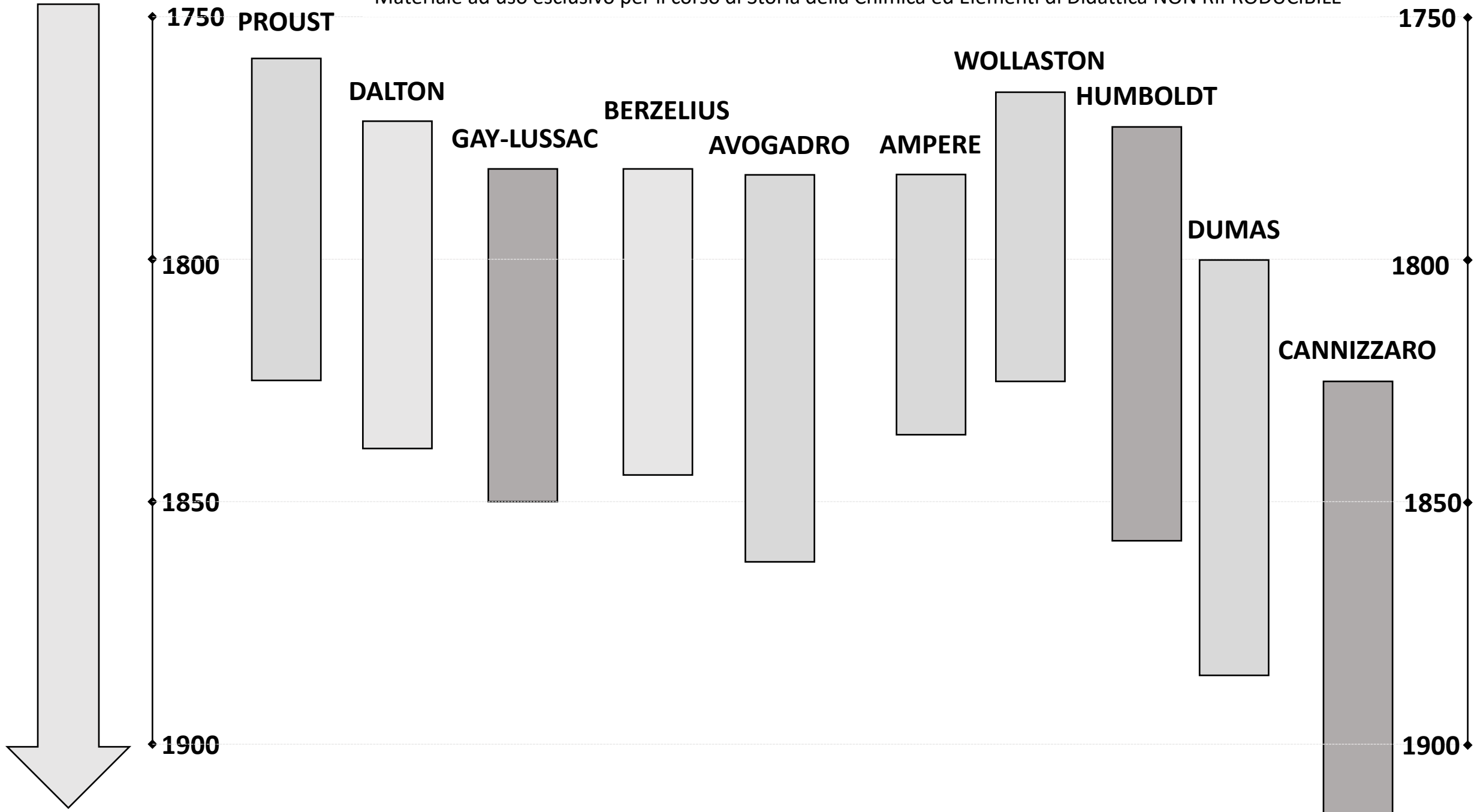
Atomi come  
*minima  
naturalia*,  
aventi forme e  
altre proprietà  
materiali.

**Robert Boyle  
(1627 - 1691)**



Concezioni  
alchimiste  
(in parte  
materialiste  
in parte  
filosofiche)

Idee  
contraddittorie  
su **atomi ed  
elementi**





## Esperimenti

Studio della reazione in fase gassosa tra ossigeno e idrogeno. Determinazione dei volumi.

Misure del peso di molte sostanze (anche gassose) e calcolo dei pesi atomici.

Esperimenti sui solfati, Esperimenti sulla formazione di altre sostanze composte in fase gassosa (ammoniaca...)

## Autori/Pubblicazioni

**Gay Lussac e Humboldt**  
1805, *articolo sul Journal de Physique*

**Dalton**  
1808, *New System of Chemical Philosophy*

**Gay Lussac**  
1809, *Memoire de physique et de chimie de la societ e d'Arcueil*

## Aspetti concettuali rilevanti

Osservazione dei rapporti tra volumi reagiti di ossigeno e di idrogeno nella reazione di combustione al variare dei volumi iniziali.

Formulazione di una teoria generale.

Esiste una relazione precisa tra la **composizione costante** dei composti ed il valore del **peso atomico** degli elementi costituenti.

Introduzione dell'idea del **peso relativo**.

Legge di combinazione dei gas:  
*I gas si combinano secondo rapporti in volume di numeri interi e piccoli, e lo stesso si pu  dire per i prodotti di reazione, se gassosi.*

## Criticita  / limiti

Ciascun elemento   costituito da atomi tutti uguali.

La reazione tra elementi per formare composti corrisponde all'unione di atomi dei singoli elementi.

## Esperimenti

Ripetizione degli esperimenti di Dalton e Gay Lussac. Misure del peso atomico e del volume di sostanze semplici e sostanze composte.

Misure molto accurate dei pesi atomici di oltre quaranta sostanze elementari.

## Autori/Pubblicazioni

### **Avogadro**

1811, *Journal de Physique*

### **Berzelius**

1814

### **Wollaston**

1814

### **Amperè**

1814

## Aspetti concettuali rilevanti

Formulazione di due ipotesi:

1. Volumi uguali di gas diversi contengono lo stesso numero di **molecole integranti**.
2. Le sostanze semplici possono essere costituite da molecole (**molecole costituenti**), e non necessariamente da atomi.

Tentativo di conciliare la teoria atomica di Dalton con la legge di Gay Lussac. Formulazione di una **nuova simbologia** per gli elementi chimici e per le molecole.

Introduzione del concetto di **peso equivalente**

Formulazione di una ipotesi simile alla prima ipotesi di Avogadro.

## Criticità

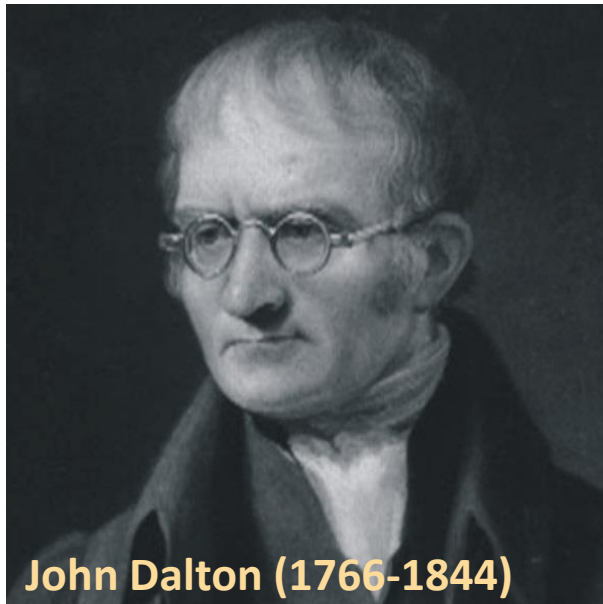
Difficoltà linguistiche. Necessità di introdurre una ulteriore classificazione di tipologie di molecole.

# Dalton

**Dalton** era un meteorologo, esperto di misure di volumi, pesi e densità dei gas.

Il suo contributo fu quello di introdurre i **pesi relativi** e quindi indicare nell'idrogeno l'unità.

Inoltre si interrogò sulle possibili combinazioni tra sostanze semplici.



**John Dalton (1766-1844)**

1 di idrogeno si combina con 1 di ossigeno (O) per dare acqua (HO).

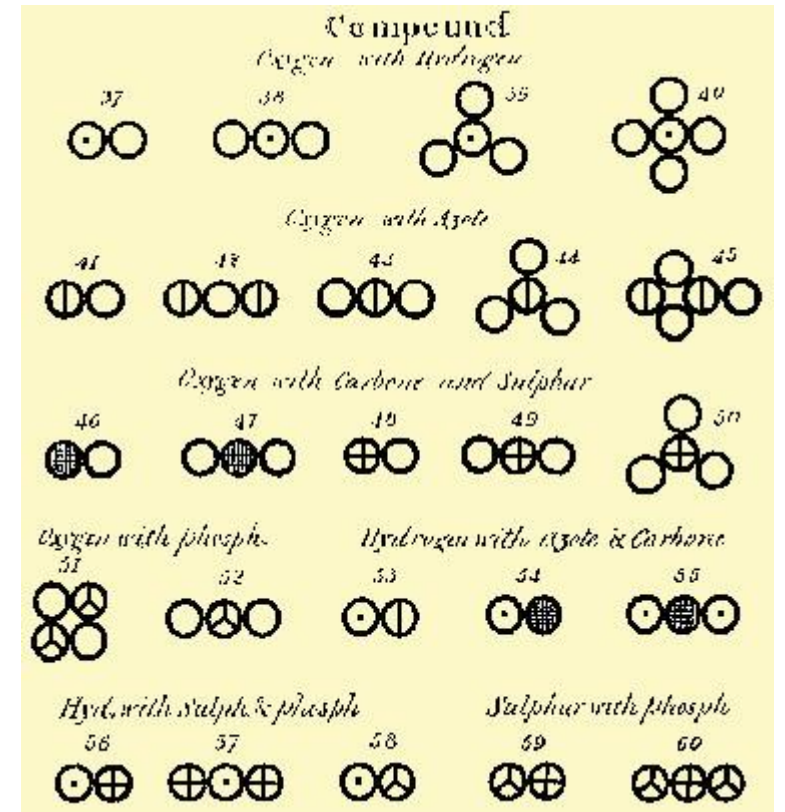


Pesi relativi:

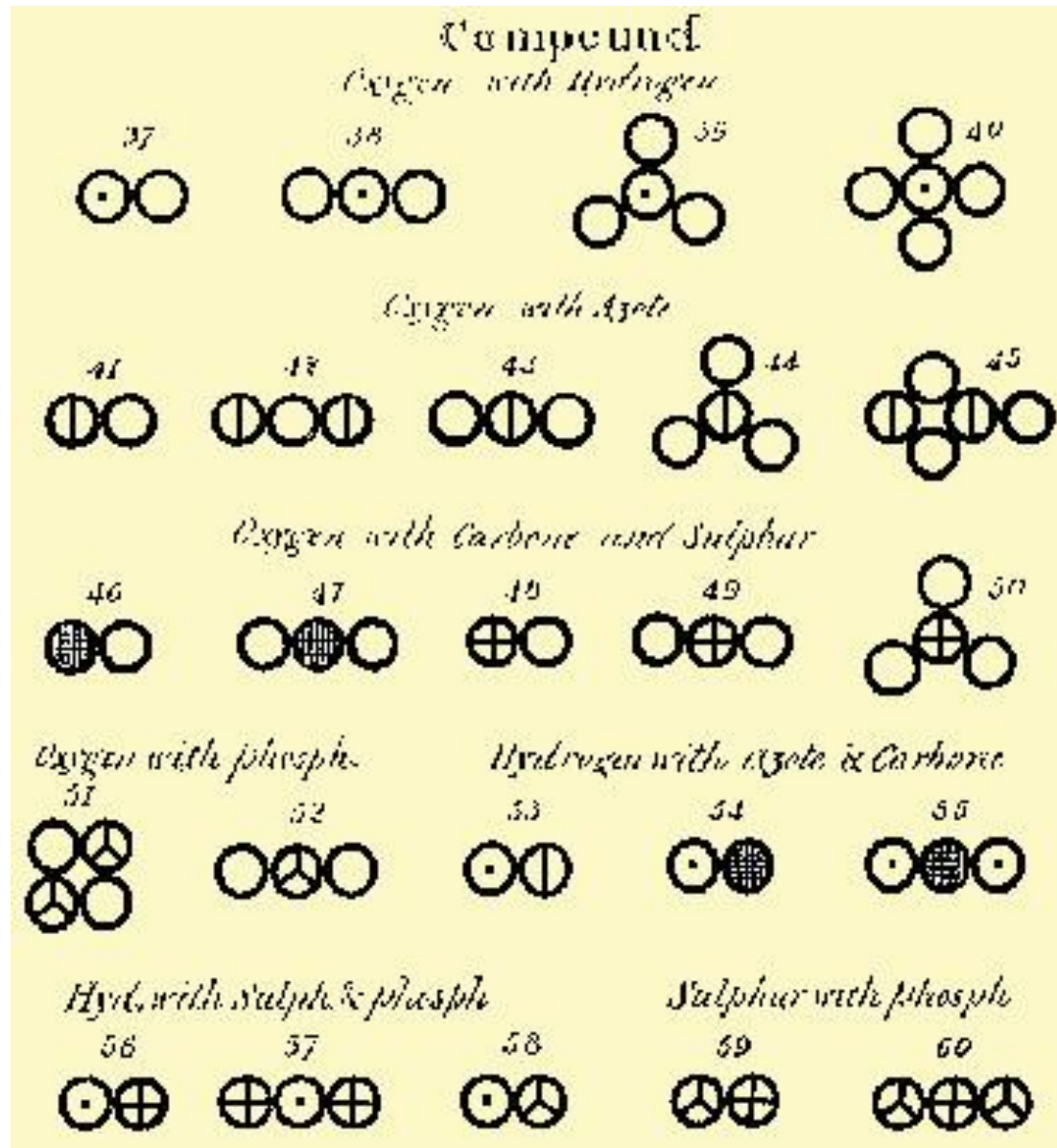
$$1 + 7 = 8$$

Interpretazione alla luce delle nostre conoscenze!!!!

Questa era la sua simbologia:



# Dalton



# Gay Lussac

Gay-Lussac aveva introdotto un principio della **combinazione di volumi dei gas** secondo rapporti tra numeri interi, aprendo di fatto una lunga e aspra disputa con Dalton.

2 Volumi di idrogeno (H) reagiscono con 1 Volume di Ossigeno (O) per dare 2 Volumi di Acqua (HO)



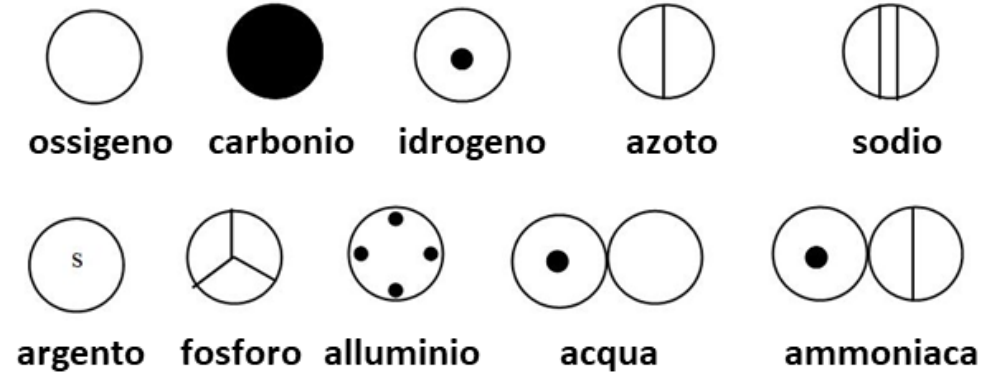
Interpretazione alla luce delle  
nostre conoscenze!!!!

# Berzelius (e il contributo sulla simbologia)

A



B



C



# Amedeo Avogadro e le sue idee pioneristiche



**(1776-1856)**

Avogadro, avvocato e chimico torinese, conosceva molto bene i lavori dei suoi contemporanei Dalton e Gay-Lussac e, dopo aver ripetuto molti esperimenti sui pesi e sui volumi dei gas, propose una nuova ipotesi che permettesse di conciliare la teoria di Gay-Lussac.

**Avogadro è noto per aver formulato il principio per cui volumi uguali di gas diversi contengono lo stesso numero di molecole (Numero di Avogadro)**

La novità di Avogadro fu di supporre che le molecole costituenti i gas semplici (idrogeno, ossigeno, ...) potessero essere formate da più di una «molecola elementare»



# Amedeo Avogadro e le sue idee pioneristiche



**(1776-1856)**

Avogadro ebbe inizialmente delle difficoltà ad essere accettato nella comunità scientifica. I suoi primi lavori vennero spesso rifiutati dall'Accademia delle Scienze.

Ben presto però le sue idee e le sue teorie vennero pubblicate e raggiunsero una diffusione molto ampia nella comunità scientifica. Tuttavia, la portata delle sue idee non fu compresa. Inoltre, continuarono ad esserci molti scienziati che si opposero all'interpretazione di Avogadro.

Pur avendo lasciato alcuni fondamentali lavori (in francese, era il periodo del regno dei Savoia), per vari decenni le sue idee furono ignorate.

**«Così la molecola integrante dell'acqua, per esempio, sarà composta da una mezza molecola di ossigeno con una molecola di idrogeno, oppure, il che è la stessa cosa, due mezze-molecole di idrogeno»**

*Interpretazione alla luce delle  
nostre conoscenze!!!!*

«**molecole integranti**» sono le molecole delle sostanze composte;

«**molecole costituenti**» sono le molecole delle sostanze semplici;

«**molecole elementari**» derivanti dalla scomposizione delle molecole (ovvero gli atomi!)



## La sintesi di Stanislao Cannizzaro

L'importanza fondamentale di nello sviluppo della chimica è rappresentata dal suo contributo alla teoria molecolare: nel suo celebre *Sunto di un corso di filosofia chimica* (1858), ponendo a fondamento il principio di Avogadro, individuò nella molecola, intesa come aggregato di atomi, l'unità strutturale della materia. La teoria molecolare, presentata (1860) al congresso internazionale di [Karlsruhe](#), contribuì grandemente a sistematizzare le conoscenze chimiche; infatti, non esistevano definizioni operative distinte per i concetti di atomo, molecola ed equivalente. C. attribuì un significato concettuale e fisico alle formule chimiche, fino allora utilizzate quasi unicamente come notazione pratica dei calcoli e che spesso differivano a seconda del punto di vista da cui erano elaborate.



(Palermo 1826  
- Roma 1910)



## La sintesi di Stanislao Cannizzaro

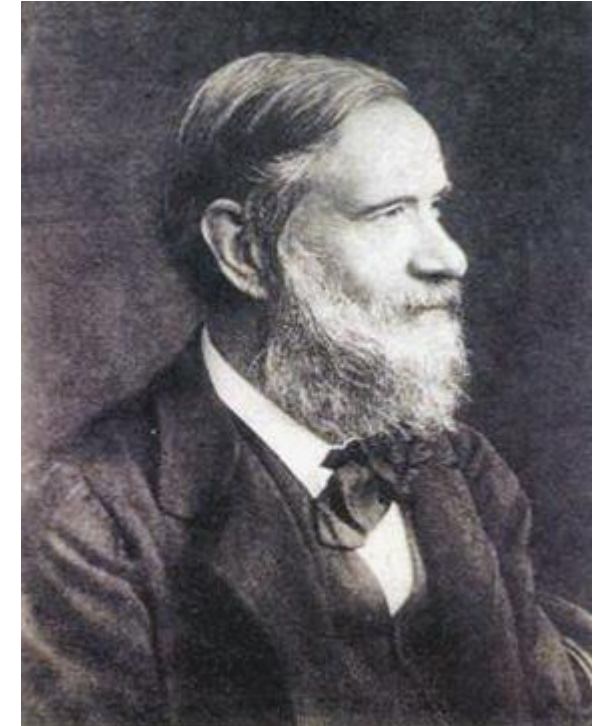
Nel suo «Sunto», Cannizzaro spiega:

«In faccia al fatto del volume del composto doppio del volume di uno o di ciascuno dei componenti, non poteano più ammettersi nello stesso tempo le cose seguenti:

1. **Che le molecole si riuniscano sempre intere per formare le molecole del composto;**
2. **Che le molecole di sostanze elementari e di sostanze composte occupano nelle stesse condizioni volumi uguali.»**

«Era pur giocoforza appigliarsi ad uno dei seguenti partiti:

1. O rinunciare del tutto all'idea di ugual numero di molecole per egual volume;
2. o rinunciare all'idea che le molecole si giustappongono intere, ovvero ammettere che **alcune molecole possano dividersi nel combinarsi ad altri;**
3. o ammettere che solo per le sostanze semplici valga la legge dello stesso numero di molecole in volumi uguali.»



**(1826-1910)**

## Stanislao Cannizzaro: Chimico, Didatta e potente Politico

Cannizzaro identifica la **molecola elementare** con l'atomo e accoglie del tutto e rilancia la spiegazione di Avogadro.

Inoltre dà una **definizione operativa**, e fornisce esempi chiari per spiegare il concetto.

«Dovendo tener conto dei pesi e dei volumi, riferiamoci alle **densità** delle sostanze e scegliamo una sostanza come riferimento. Scegliamo l'idrogeno, che essendo costituito da **due atomi**, avrà come densità (di riferimento) **2**.

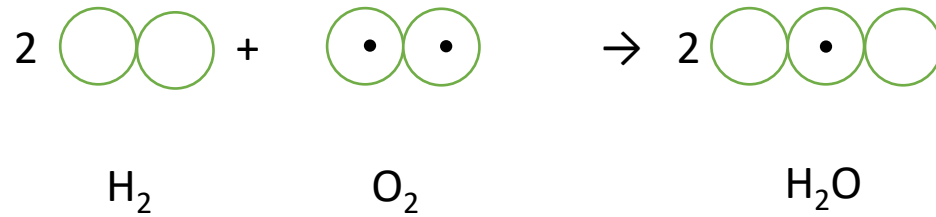
Detto questo, dalla misura delle densità delle sostanze, dal rapporto con la densità dell'idrogeno, si trovano di fatto i pesi delle unità minime di quelle sostanze.»



## Stanislao Cannizzaro: Chimico, Didatta e potente Politico

Con la sua definizione operativa, riesce a calcolare esattamente i pesi molecolari e le composizioni relative dei vari elementi di almeno 20 composti noti:

ES:



## Riferimenti e testi:

Autore:	Testo o fonte:	Eventuale sito web dove scaricare il materiale / commenti:
Stanislao Cannizzaro	Sunto di un corso di filosofia chimica:	<a href="http://www.minerva.unito.it/storia/Cannizzaro/Sunto/index.html">http://www.minerva.unito.it/storia/Cannizzaro/Sunto/index.html</a>
Marco Ciardi	<b>Amedeo Avogadro.</b> Una politica per la scienza.	Saggio divulgativo. Una ricostruzione storica a trecento sessanta gradi della vita di Amedeo Avogadro.
Marco Ciardi	<b>Reazioni tricolori.</b> Aspetti della chimica italiana nell'età del Risorgimento.	Un testo divulgativo sul contributo di molti chimici italiani della seconda metà del XIX secolo. Interessante anche dal punto di vista didattico.
Autori vari	Sito contenente numerose risorse didattiche sulla figura di Stanislao Cannizzaro	<a href="http://www.minerva.unito.it/Storia/Cannizzaro/CannizzaroIndice.htm">http://www.minerva.unito.it/Storia/Cannizzaro/CannizzaroIndice.htm</a>
Luigi Cerruti	I chimici italiani e il Risorgimento	<a href="http://www.minerva.unito.it/Storia/Risorgimento/ChimiciRisorgimentoRiunificazione.pdf">http://www.minerva.unito.it/Storia/Risorgimento/ChimiciRisorgimentoRiunificazione.pdf</a>
Autori vari	Le leggi stechiometriche e la nascita della teoria atomica	<a href="http://www.minerva.unito.it/Storia/AppuntiStoriaChimica/AppuntiStoria4.htm">http://www.minerva.unito.it/Storia/AppuntiStoriaChimica/AppuntiStoria4.htm</a>
Francesco Cardone, Alfredo Focà	Raffaele Piria. Medico, chimico, patriota, innovatore della chimica in Italia	Un libro interessante su un personaggio minore, che ha avuto un ruolo fondamentale nella formazione di Stanislao Cannizzaro e nella scuola di chimica dell'Università di Pisa

## *Riferimenti utili per la lezione:*

- *Molecole, atomi e struttura della materia: Da Dalton alla meccanica quantistica*, di **Leonello Paoloni** in «**La chimica nella scuola**», anno XXIX numero speciale, luglio-settembre **2007**.

(in particolare da pagina 39 a pagina 50)

- Ilaria Carlone, ..., Eleonora Aquilini, Valentina Domenici, «**La teoria atomica di Dalton: un percorso didattico per le scuole secondarie di II grado**», in LA CHIMICA NELLA SCUOLA, anno XL, n. 5, 2018.
- Presentazione del percorso didattico (vedi file pdf allegato)