



# La teoria molecolare di Ampère: un punto di vista del primo Ottocento carico di anticipazioni

*Vincenzo Villani*

*Prof. di Scienza dei Materiali Polimerici*

Dipartimento di Scienze  
Università della Basilicata

# *André-Marie Ampère (1775 – 1836)*



# Nota biografica

- 1775 Nasce in un'agiata e colta famiglia borghese nei pressi di Lyon.
- 1802 Pubblica «*Considerations sur la theorie mathématique du jeu*».
- 1804 Professore di Matematica al Lycée di Lyon.
- 1804 Studia il *Traité* di Lavoisier (1789).
- 1807 Professore di Analisi all' École Polytechnique.
- 1809 Professore di Meccanica all' École.
- 1814 Membro dell'Académie des Sciences nella sezione di Geometria.
- 1814 Lettre à le compte Berthollet «*Sur la détermination des proportions dans lesquelles les corps se combinent d'apres le nombre et la disposition respective des molécules dont leurs particules intégrantés sont composées*».

*Legge dei volumi di combinazione dei gas*  
Gay-Lussac, 1808

$\frac{1}{2}$  Ossigeno +  $\frac{1}{2}$  Azoto  $\rightarrow$  1 Gas nitroso

1 Idrogeno +  $\frac{1}{2}$  Ossigeno  $\rightarrow$  1 Vapore d'acqua

1 Azoto +  $\frac{1}{2}$  Ossigeno  $\rightarrow$  1 Ossido d'azoto

$\frac{1}{2}$  Azoto +  $\frac{3}{2}$  Idrogeno  $\rightarrow$  1 Gas Ammoniacale

## *Lettre à Jacques Roux-Bordier, 11 marzo 1814*

*«Le mie conversazioni con il sig. Davy hanno suscitato in me un grandissimo interesse per la chimica. Per circa due mesi mi sono occupato di un lavoro il cui risultato mi sembra dover aprire in questa scienza un nuovo corso e dare il mezzo di **prevedere a priori i rapporti fissi secondo i quali i corpi si combinano, riportando le loro diverse combinazioni a princìpi** che sarebbero l'espressione di una legge della natura. In realtà, **la teoria delle combinazioni chimiche** è chiara e incontestabile e diventerà tanto comune nelle scienze fisiche quanto le altre teorie generalmente ammesse».*

# Visione atomistica della Natura

La materia è costituita da atomi e molecole.

Ogni atomo è costituito da massa e calorico.

Le molecole sono formate da un insieme di atomi.

Gli atomi interagiscono mediante tre forze:

Attrazione massa-massa.

Attrazione massa-calorico.

Repulsione calorico-calorico.

# Lettre de Ampère à le compte Berthollet, Annales de Chemie, 1814

DE CHIMIE.

45

## LETTRE

*De M. AMPÈRE à M. le comte BERTHOULET, sur la détermination des proportions dans lesquelles les corps se combinent d'après le nombre et la disposition respective des molécules dont leurs particules intégrantes sont composées.*

MONSIEUR LE COMTE,

Vous savez que depuis longtems l'importante découverte de M. Gay-Lussac sur les proportions simples qu'on observe entre les volumes d'un gaz composé et ceux des gaz composans, m'a fait naître l'idée d'une théorie qui explique non-seulement les faits découverts par cet habile chimiste et les faits analogues observés depuis, mais qui peut encore s'appliquer à la détermination des proportions d'un grand nombre d'autres composés qui, dans les circonstances ordinaires, n'affectent point l'état gazeux.

## ESSAI

*D'une Classification naturelle pour les Corps simples.*

PAR M. AMPÈRE.

Lorsque les hypothèses arbitraires auxquelles les chimistes s'étaient livrés jusqu'alors furent bannies de la science, et qu'il fut reconnu qu'on devait considérer comme simples tous les corps qu'on n'avait point encore pu décomposer, le nombre de ces corps n'était pas les deux tiers de ce qu'il est aujourd'hui; il s'est accru successivement à mesure que les procédés de l'analyse chimique ont été appliqués à des composés qui n'y avaient point encore été soumis, ou qui ne l'avaient été qu'imparfaitement. Chaque fois qu'on a découvert un nouveau corps simple on a eu un terme de comparaison de plus; de nouveaux rapports ont été observés; il a fallu tantôt restreindre et tantôt généraliser les premières vues des créateurs de la chimie moderne, et le besoin de ranger les corps simples dans un ordre qui en rendit plus sensibles les rapports mutuels et facilitât l'étude de leurs propriétés s'est fait de plus en plus sentir. Cet ordre peut être purement artificiel comme les classifications systématiques dont on a d'abord fait usage dans les autres branches des sciences naturelles; il peut aussi être déduit de l'ensemble des caractères des corps qu'on se propose de classer, et en réunissant constamment ceux qui présentent les analogies les plus nombreuses et les plus essentielles, être pour la

# Le basi della teoria e il principio di Avogadro-Ampère

(1) Gli atomi costituenti le molecole sono sorgenti puntiformi di forze attrattive e repulsive.

(2) La spiegazione dei fenomeni chimici è da ricercare nella struttura delle molecole, ovvero nella disposizione stabile che gli atomi assumono formando una molecola.

(3) Una molecola è un sistema 3D costituita da almeno 4 atomi.

(4) Una molecola è un poliedro con gli atomi ai vertici.

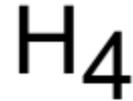
(5) In un gas le molecole sono puntiformi a causa della distanza intermolecolare enorme (rispetto alle dimensioni molecolari) che dipende soltanto dalla temperatura e pressione. Allora, il volume del gas (indipendente dal tipo di molecola) è proporzionale al numero di particelle:

$$V \propto N$$

## Considerazione epistemologica

*«Non la si può considerare altro che un'ipotesi; ma confrontiamo i risultati che ne sono una conseguenza necessaria con i fenomeni che osserviamo: se essa si accorda con tutti i risultati noti dall'esperienza e se ne deducono conseguenze confermate da successive esperienze, essa acquisterà un grado di probabilità che si avvicinerà a quanto in fisica si chiama 'certezza'».*

# Molecole tetratomiche

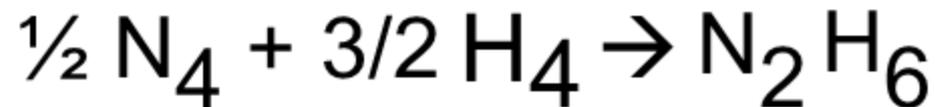


*«Allora, basterà conoscere i volumi allo stato gassoso del composto e dei suoi componenti, per sapere quante particelle o porzioni di particelle dei reagenti sono contenute nella particella del prodotto».*

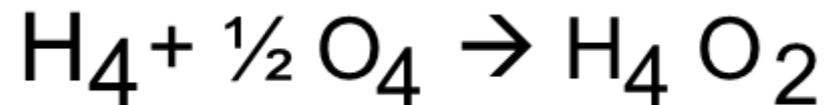
*«Per esempio, una particella di gas nitroso è formata dalla riunione della metà di una particella di ossigeno e dalla metà di una particella di azoto»:*



*«Essendo un volume di gas ammoniacale composto da mezzo volume d'azoto e da 3/2 volumi di idrogeno, una particella di questo gas conterrà 1/2 particella d'azoto e 3/2 particelle d'idrogeno»:*



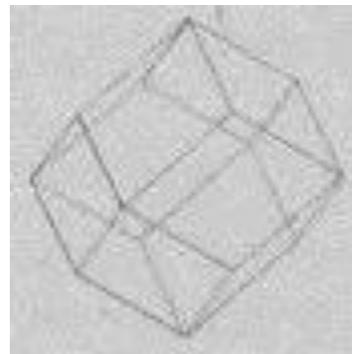
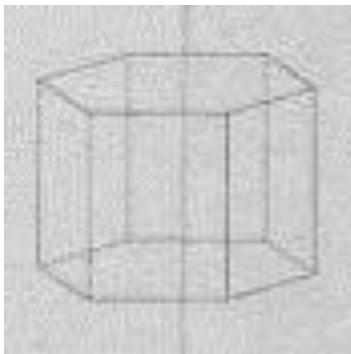
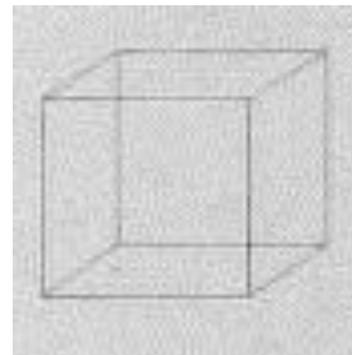
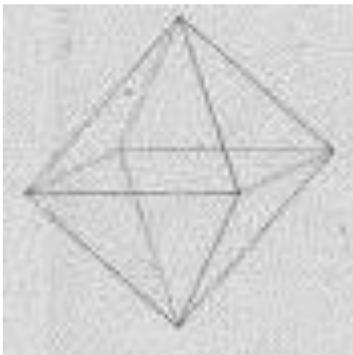
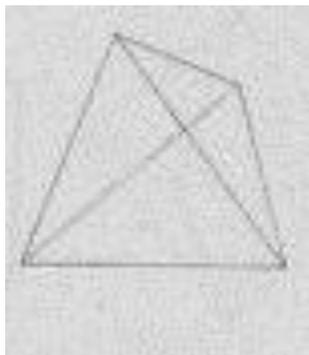
*«Il vapore d'acqua contiene, come dimostrato da Gay-Lussac, un volume uguale d'idrogeno e la metà del suo volume d'ossigeno, ogni sua molecola sarà composta da una particella intera di idrogeno e metà particella d'ossigeno»:*

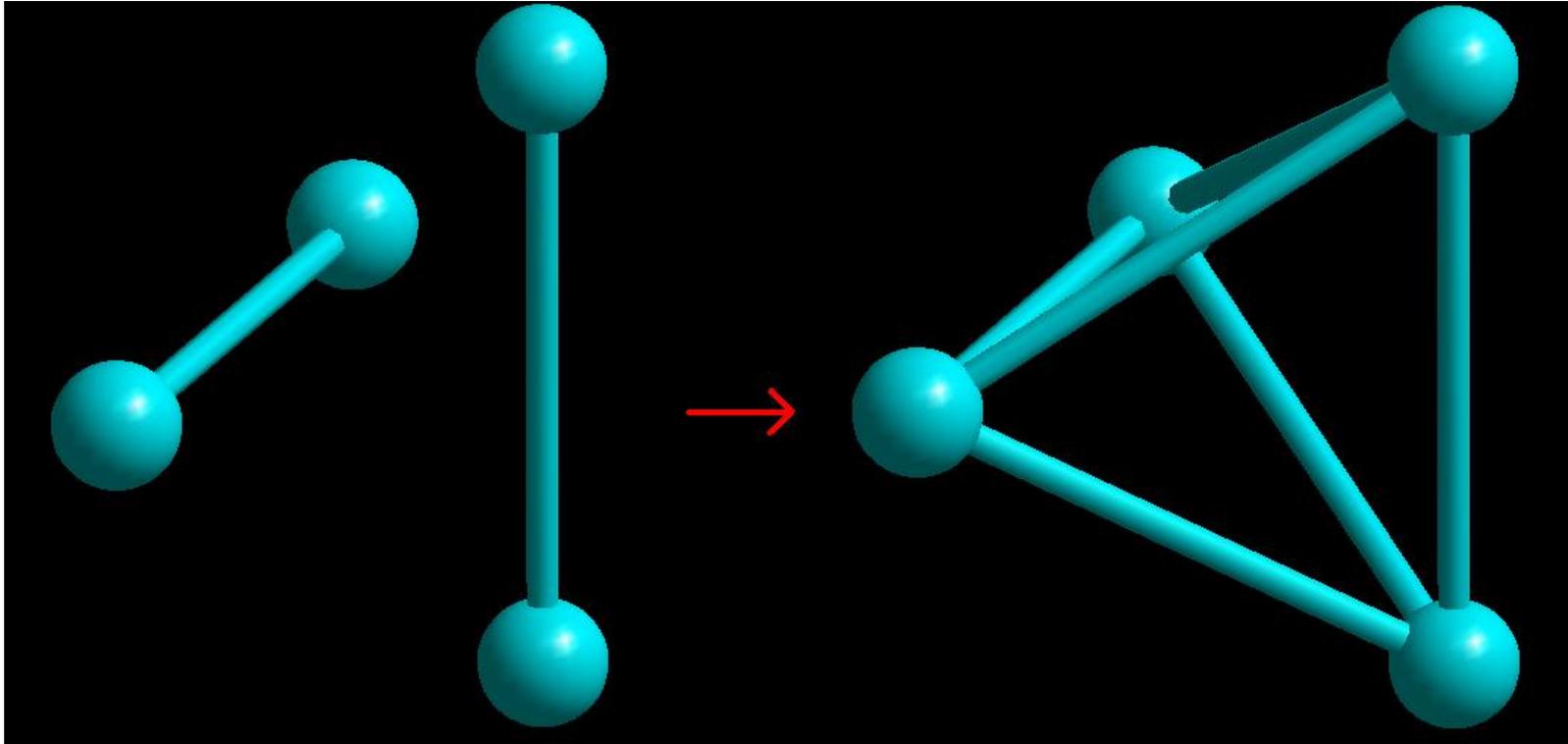


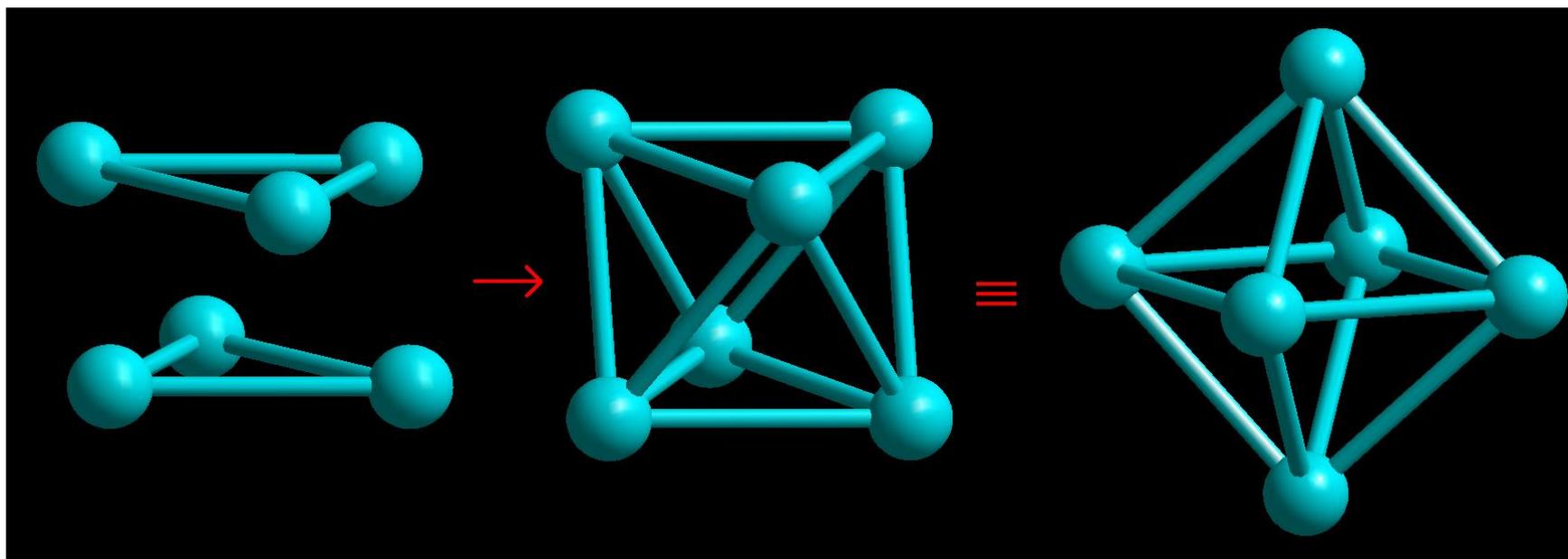
# Teoria delle combinazioni chimiche

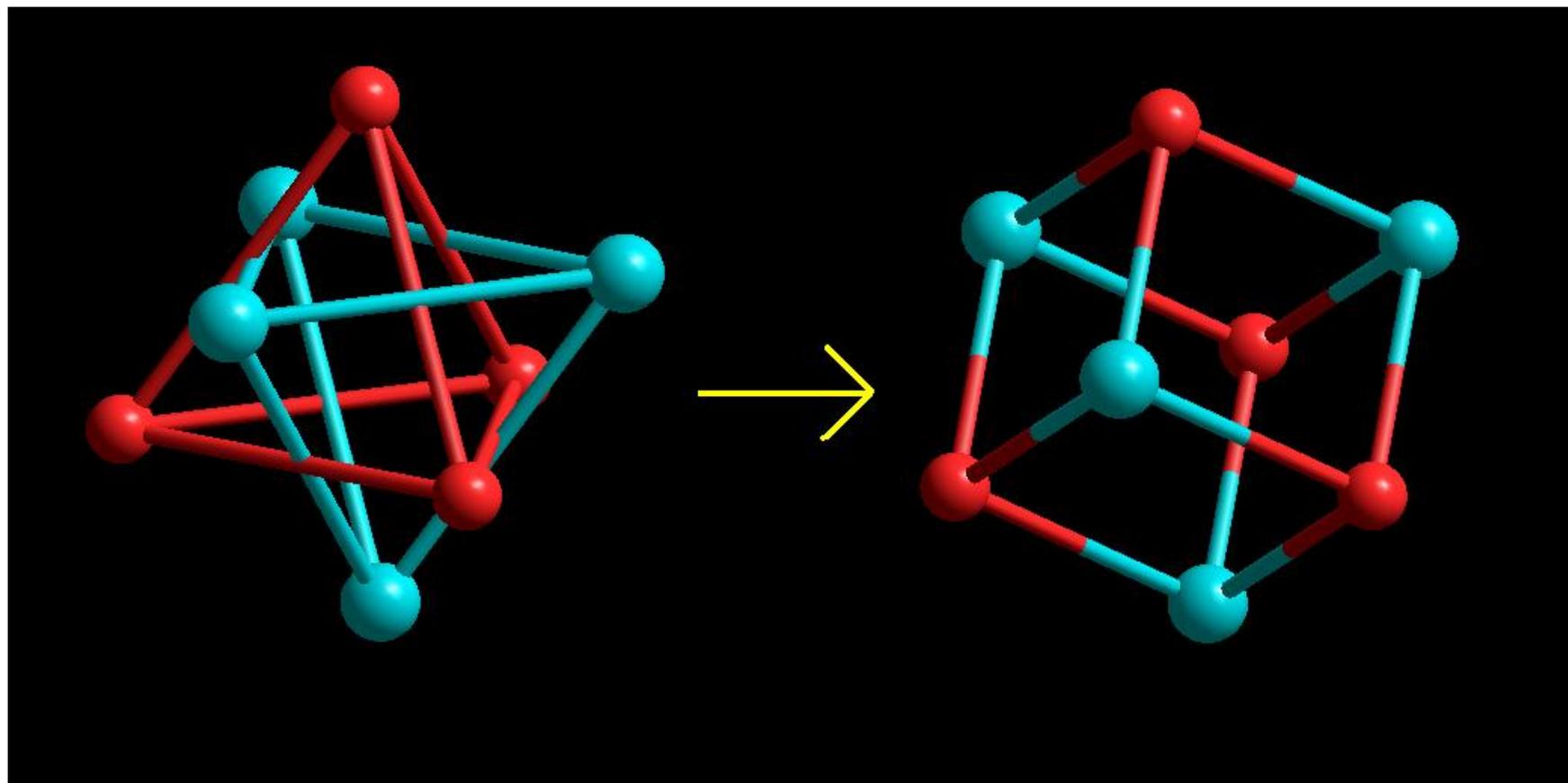
*«Consideriamo le **forme primitive dei cristalli** stabilite dai mineralogisti [Haüy, *Traité de Minéralogie*, 1801] come le **forme rappresentative delle particelle più semplici**, ammettendo nelle molecole tanti atomi quanti vertici hanno le forme corrispondenti, troviamo che esse sono in numero di 5: tetraedro, ottaedro, parallelepipedo, prisma esagonale, dodecaedro romboidale».*

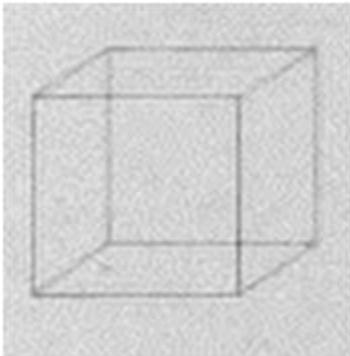
# Forme rappresentative delle molecole più semplici







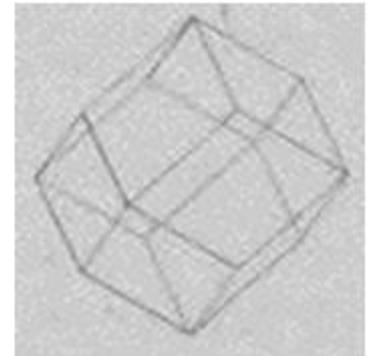


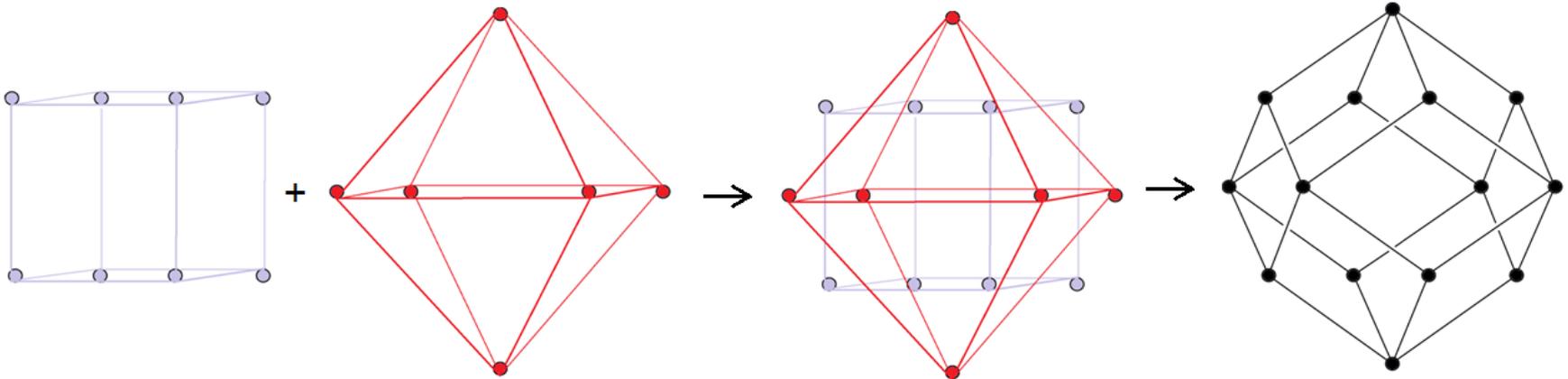


+



→



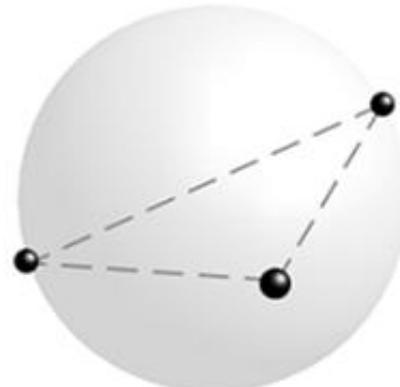


# Thomson problem, 1904

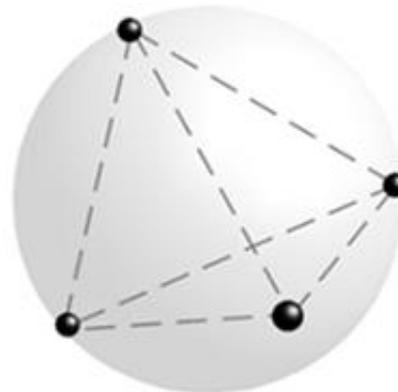
## The plum pudding model



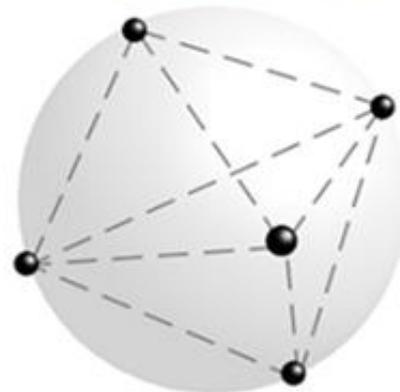
$N = 2$  electrons  
(Line segment)



$N = 3$  electrons  
(Equilateral Triangle)

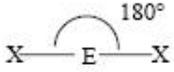
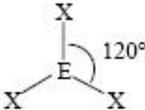
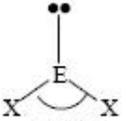
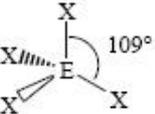
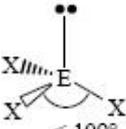
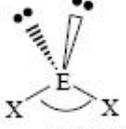
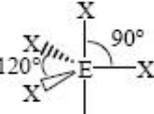
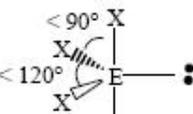
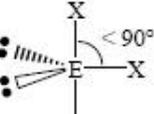
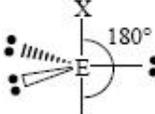
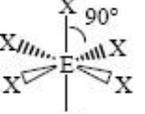
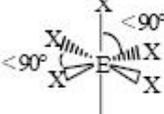
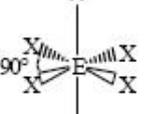
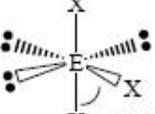
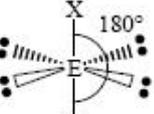


$N = 4$  electrons  
(Tetrahedron)



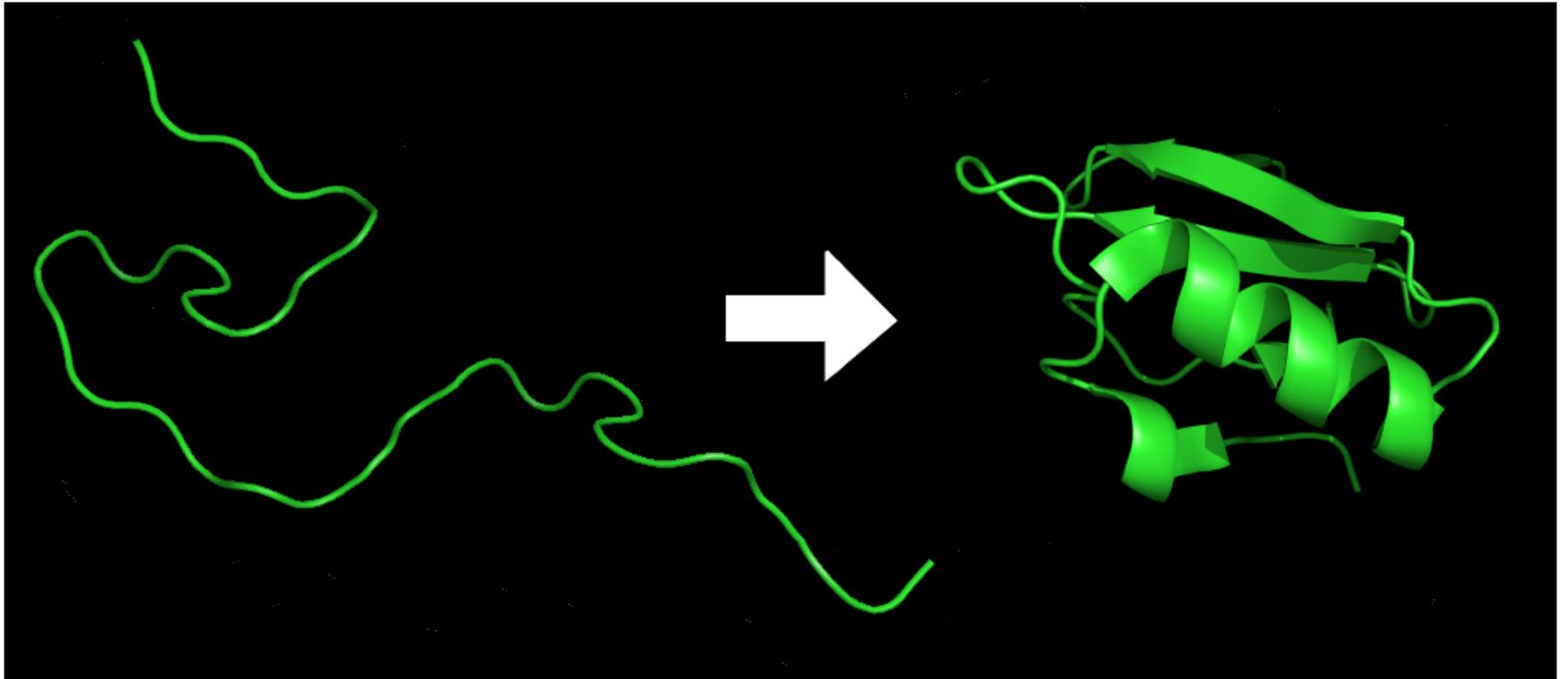
$N = 5$  electrons  
(Trigonal Bipyramid)

# VSEPR theory (Gillespie and Nyholm, 1957)

VSEPR Geometries					
Steric No.	Basic Geometry 0 lone pair	1 lone pair	2 lone pairs	3 lone pairs	4 lone pairs
2	 <p>Linear</p>				
3	 <p>Trigonal Planar</p>	 <p>Bent or Angular</p>			
4	 <p>Tetrahedral</p>	 <p>Trigonal Pyramid</p>	 <p>Bent or Angular</p>		
5	 <p>Trigonal Bipyramid</p>	 <p>Sawhorse or Seesaw</p>	 <p>T-shape</p>	 <p>Linear</p>	
6	 <p>Octahedral</p>	 <p>Square Pyramid</p>	 <p>Square Planar</p>	 <p>T-shape</p>	 <p>Linear</p>

# Protein folding

## Nobel Prize 2024



# 23 forme rappresentative delle molecole semplici e composte

	NOMBRE des tétraèdres.	NOMBRE des octaèdres.	NOMBRE d's sommets.	NOMBRE DES FACES				TOTAL des FACES.
				triangles.	Quadrila- tères.	hexagones.	octogones.	
Tétraèdre (1) . . . . .	1	»	4	4	»	»	»	4
Octaèdre . . . . .	»	1	6	8	»	»	»	8
Parallépipède . . . . .	2	»	8	»	6	»	»	6
Prisme hexaèdre . . . . .	»	2	12	»	6	2	»	8
Dodécaèdre . . . . .	2	1	14	»	12	»	»	12
Hexadécaèdre . . . . .	1	1	10	16	»	»	»	16
Triscontraèdre . . . . .	2	2	20	24	6	»	»	30
Trioctaèdre . . . . .	»	3	18	32	»	»	»	52
Trapezoïdal . . . . .	2	3	26	»	24	»	»	24
Tétra-tétraèdre . . . . .	4	»	16	28	»	»	»	28
Penta-tétraèdre . . . . .	5	»	20	12	12	»	»	24
Hexa-tétraèdre . . . . .	6	»	24	»	6	8	»	14
Hexa-tétraèdre pyramidé . . . . .	6	1	30	24	»	8	»	32
Cubo-hexa-tétraèdre . . . . .	8	»	52	48	6	»	»	54
Amphièdre . . . . .	8	1	38	24	24	»	»	48
Pentaoctaèdre . . . . .	6	2	36	36	12	2	»	50
Octo-octaèdre . . . . .	6	3	42	80	»	»	»	80
Octo-tétraèdre . . . . .	8	»	32	»	6	12	»	18
Eptacontaèdre . . . . .	8	3	44	64	2	4	»	70
Trioctaèdre pyramidé . . . . .	8	3	50	48	24	»	»	72
Tétra-octaèdre . . . . .	»	4	24	8	»	»	6	14
Penta-octaèdre . . . . .	»	5	30	56	»	»	»	56
Epta-octaèdre . . . . .	»	7	42	80	»	»	»	80

(1) Ces vingt-trois polyèdres sont gravés dans les planches jointes à cet extrait ; je les ai aussi fait faire en relief par M. Beloué. Cet artiste, qui demeure au Muséum d'histoire naturelle, et qui exécute de cette manière à un prix très-modéré, les modèles de tous les cristaux décrits dans la minéralogie de M. Haüy, a rendu les formes de ces polyèdres avec une intelligence et une précision qui ne laissent rien à désirer.

Fig. 1.

Tétraèdre.

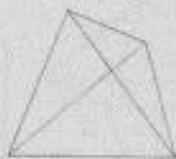


Fig. 2.

Octaèdre.

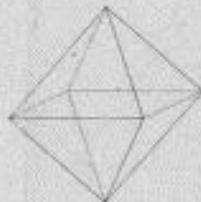


Fig. 3.

Cube.

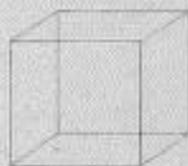


Fig. 4.

Prisme hexaèdre.

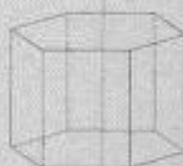


Fig. 5.

Dodécaèdre.

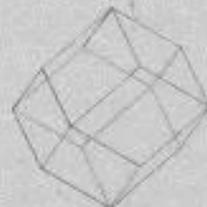


Fig. 6.

Hexaèdre.

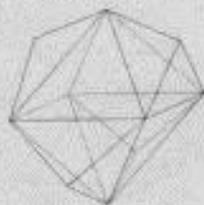


Fig. 7.

Tricontaèdre.

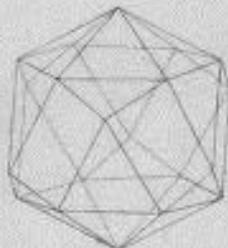


Fig. 8.

Tricontaèdre.

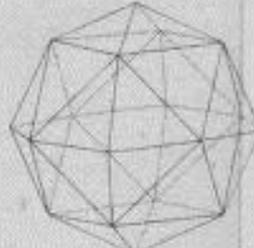


Fig. 9.

Trapezoidal.

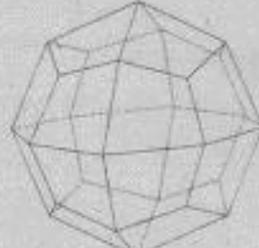


Fig. 10.

Hexa-Tétraèdre.

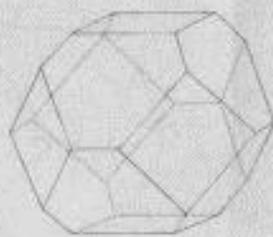


Fig. 11.

Hexa-Tétraèdre-Pyramide.

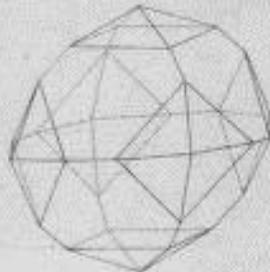


Fig. 12.

Cube-Hexa-Tétraèdre.

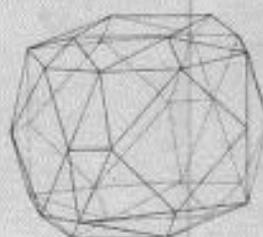
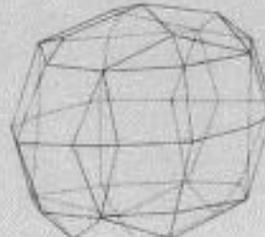


Fig. 13.

Amphèdre.



N. L. Rousseau. Sculp<sup>r</sup>.

Fig. 14.  
Tétra-Tétraèdre.

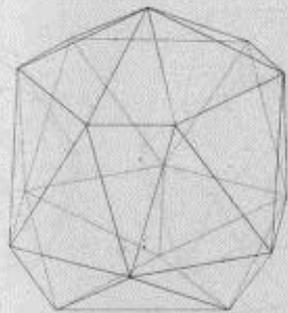


Fig. 15.  
Penta-Tétraèdre.

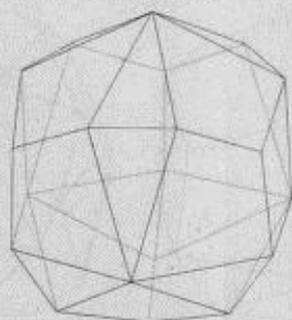


Fig. 16.  
Pentavir-zéèdre.

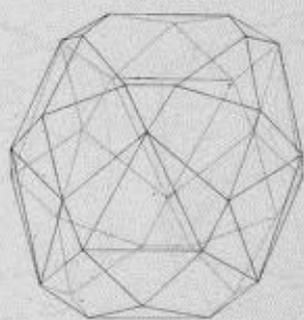


Fig. 17.  
Octocentéèdre.

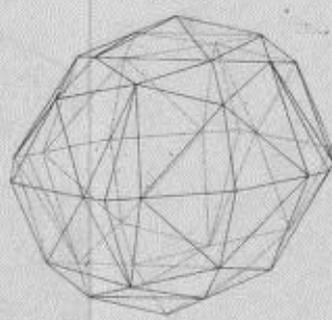


Fig. 18.  
Octo-Tétraèdre.

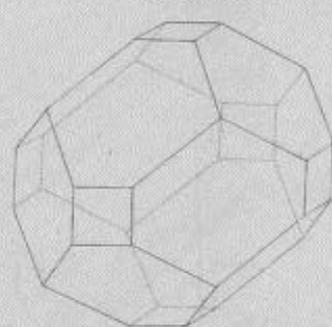


Fig. 19.  
Epta-centéèdre.

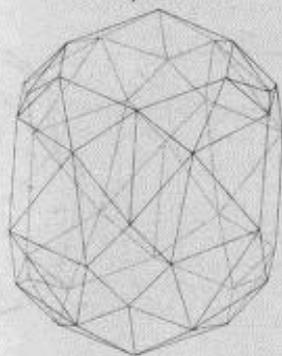


Fig. 20.  
Tri-centéèdre Pyramid.

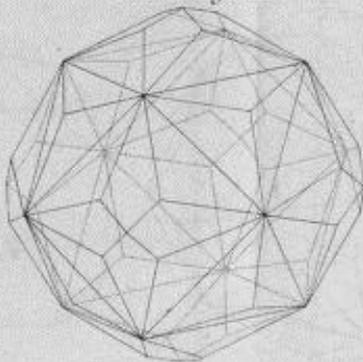


Fig. 21.  
Tétra-Octaèdre.

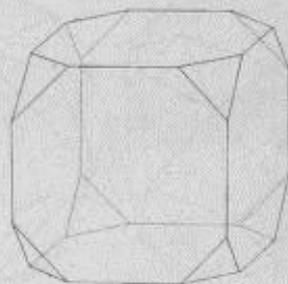


Fig. 22.  
Penta-Octaèdre.

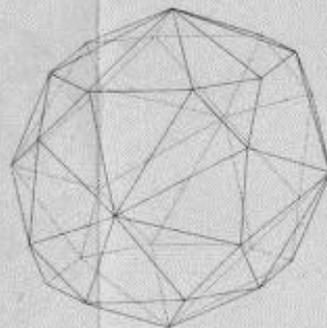
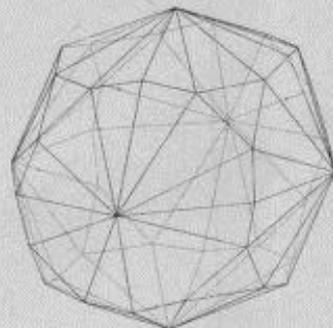


Fig. 23.  
Epta-Octaèdre.



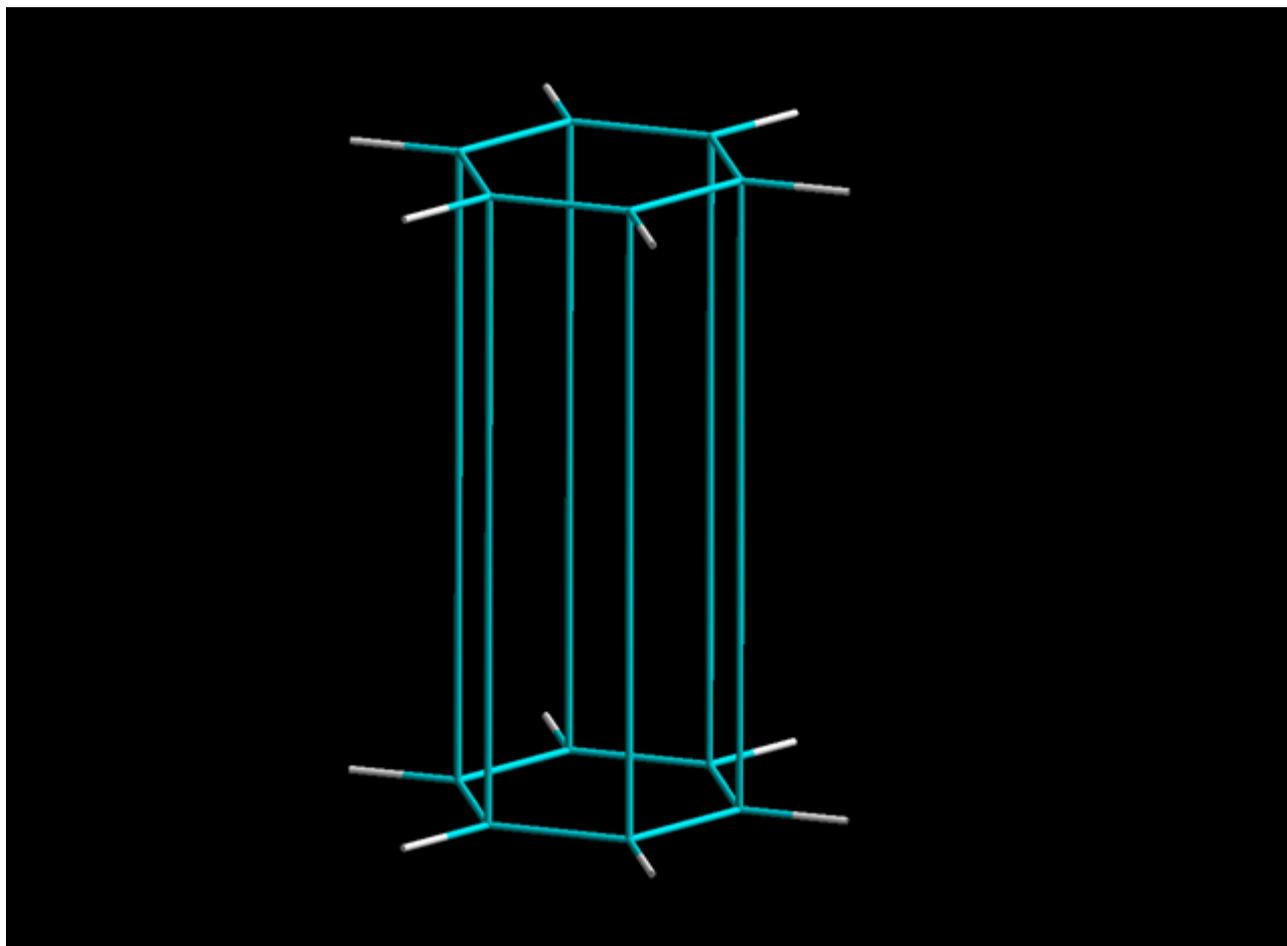
«Con questi poliedri ho rappresentato le diverse configurazioni di tutti i corpi».

# Jean-Baptiste Dumas

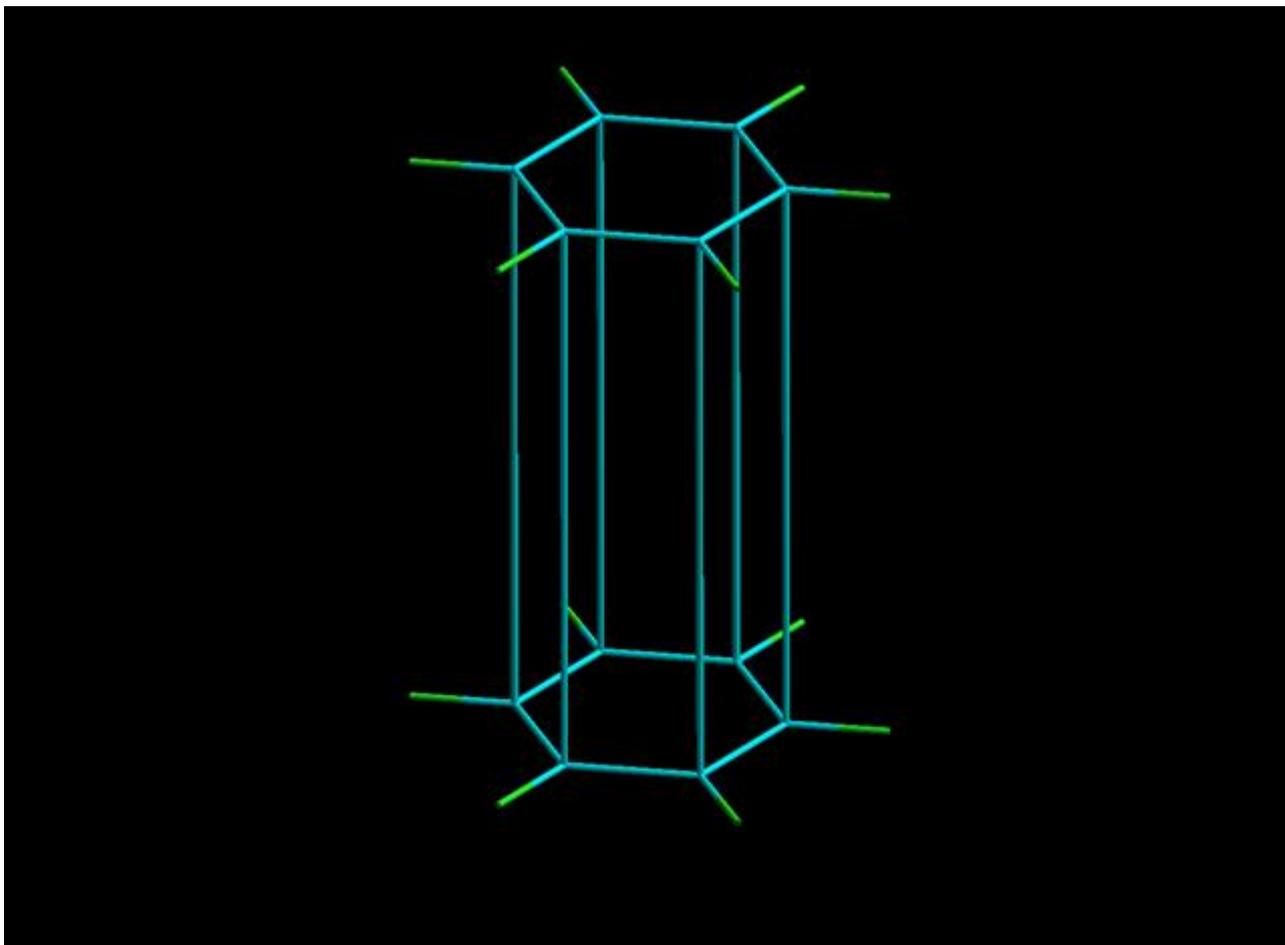
(Lessons of chemical philosophy, 1836)

*«L'hypothèse d'Ampère, aussi ingénieuse soit-elle, est absolument inacceptable».*

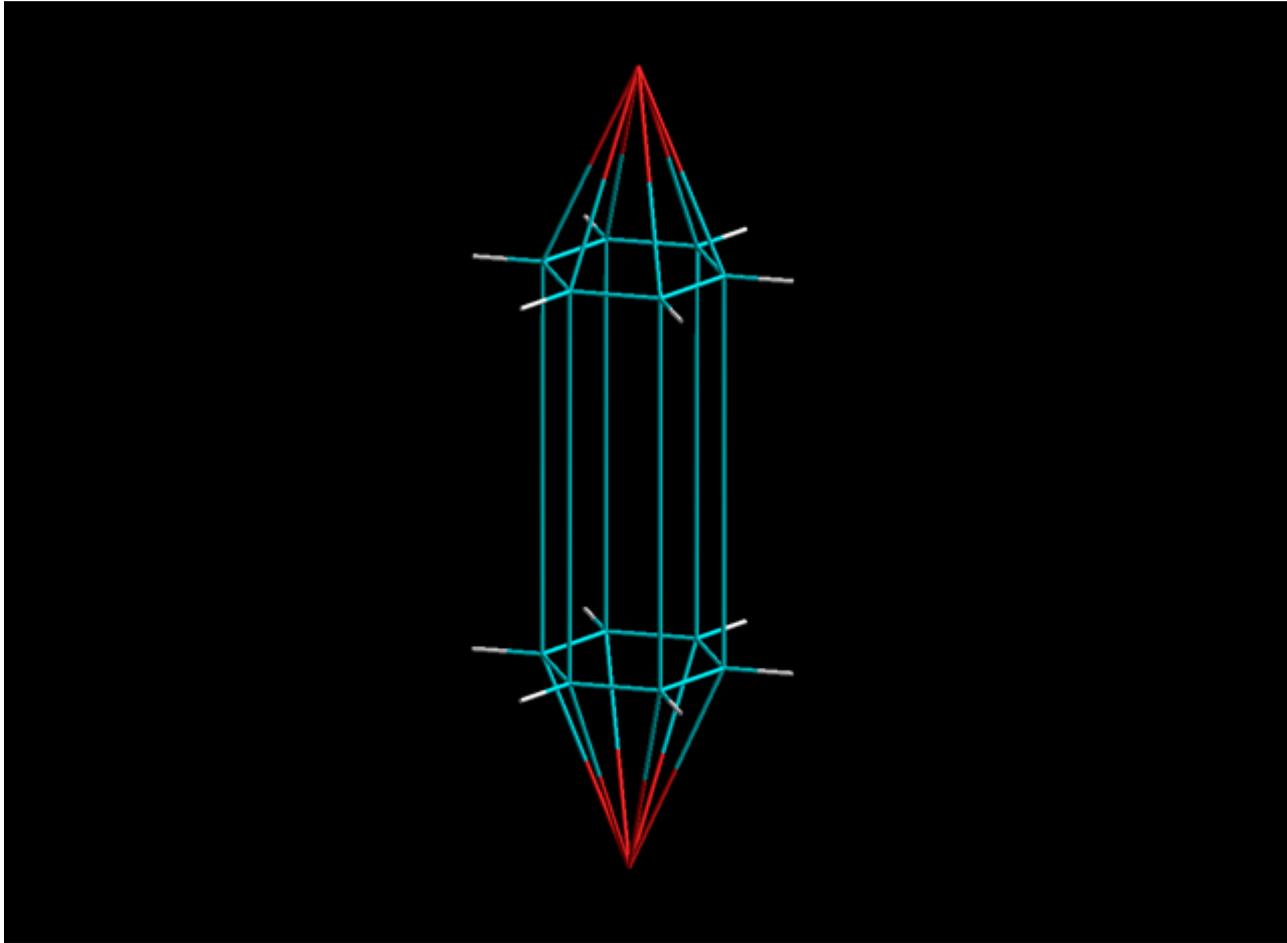
Naphtalene, C<sub>12</sub>H<sub>12</sub>  
Laurent, 1837



Naphtalene sostituito, C<sub>12</sub>Cl<sub>12</sub>  
Laurent, 1837



Naphtalene idratato,  $C_{12}H_{12} \cdot 2H_2O$   
Laurent, 1837



Pasteur, acido tartarico racemo, 1847

Kekulé, carbonio tetraivalente, 1857

Paternò, carbonio tetraedrico, 1871

van't Hoff e Le Bel, carbonio tetraedrico, 1874

Stereochimica

Struttura molecolare di minima energia

Meccanismo di reazione

Intermedio di reazione

