

ASSOCIAZIONE AMICI DELLA NATURA ROSIGNANO

MuSNa
Museo di Storia Naturale
ROSIGNANO MARITTIMO

ASSOCIAZIONE «AMICI DELLA NATURA»
rosignano

osservatorio
toscano per la
biodiversità

MuSNa
Museo di Storia Naturale
ROSIGNANO MARITTIMO

Villa Pertusati
57016 Rosignano Marittimo (Li)
tel. 0586 724550, 377 1465349
www.musrosi.org
musrosi@tiscali.it



Apertura invernale (dal 3 settembre al 30 giugno)
giovedì e sabato, ore 16.00 - 19.00
lunedì - venerdì, apertura per le scuole su prenotazione
ogni prima domenica del mese, ore 16.00 - 19.00

Apertura estiva (dal 1 luglio al 2 settembre)
sabato ore 16.00 - 19.00
domenica ore 9.00 - 12.00



MuSNa

COMUNE ROSIGNANO MARITTIMO

MuSNa – Villa Pertusati Rosignano M.mo via Eduardo De Filippo 6

Per informazioni: 0586 724550, 377 1465349;
www.musrosi.org
musrosi@gmail.com.

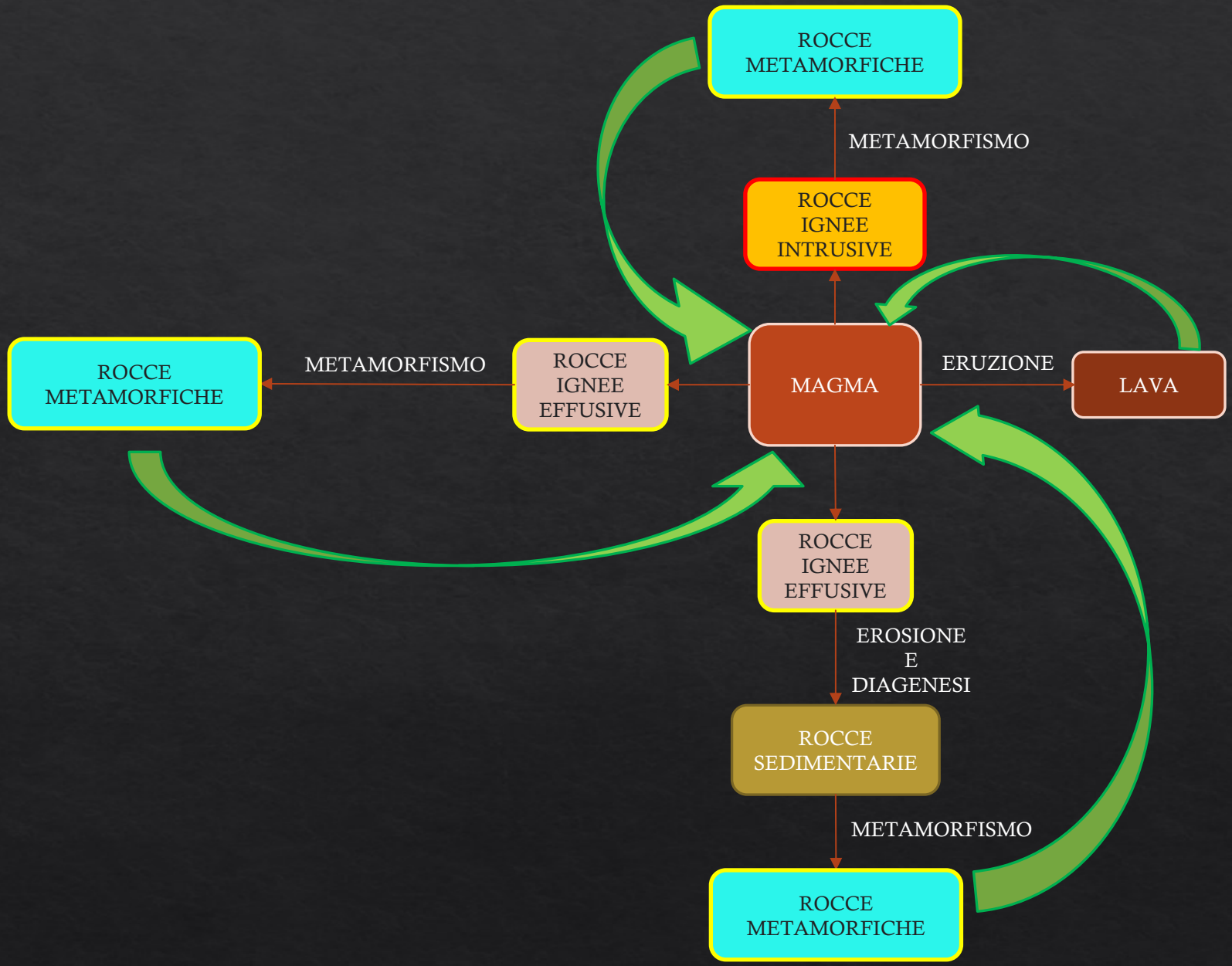
CORSO INTRODUTTIVO ALLO STUDIO E AL RICONOSCIMENTO DEI MINERALI

CONVERSAZIONE 1: INTRODUZIONE ALLA MINERALOGIA
CONVERSAZIONE 2: MINERALOGIA CHIMICA E CRISTALLOCHIMICA
CONVERSAZIONE 3: RICONOSCIMENTO DEI MINERALI
CONVERSAZIONE 4: GIACIMENTI MINERARI

Museo di Storia naturale di Rosignano – MuSNa
GRUPPO GEOMINERALOGICO

CONVERSAZIONE SECONDA

MINERALOGIA CHIMICA E CRISTALLOCHIMICA

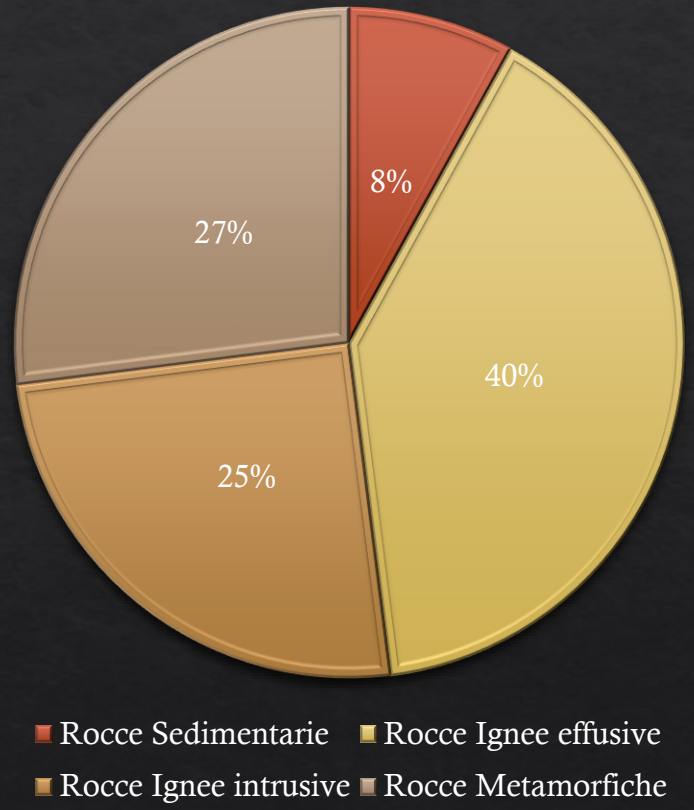

ROCCE METAMORFICHE
METAMORFISMO
ROCCE IGNEE INTRUSIVE
ROCCE METAMORFICHE
METAMORFISMO
ROCCE IGNEE EFFUSIVE
MAGMA
ERUZIONE
LAVA
ROCCE IGNEE EFFUSIVE
EROSIONE E DIAGENESI
ROCCE SEDIMENTARIE
METAMORFISMO
ROCCE METAMORFICHE

Minerali e Rocce:

Le **Rocce sono aggregati naturali di minerali**. Sono di composizione diversa e variabile. Eterogenee sono quelle composte da più minerali, per esempio il granito è costituito da Mica, Quarzo, Ortoclasio, Pirosseni; sono invece Omogenee o Mineralogiche quelle composte da un solo tipo di minerale (Gesso: $CaSO_4$ $2H_2O$; Calcare: $CaCO_3$).
Una roccia non può essere distinta da una formula e non ha un comportamento chimico costante e omogeneo.
Le rocce si possono dividere in tre grandi gruppi:

- **MAGMATICHE:** Si formano rispettivamente in seguito al raffreddamento o consolidamento di una massa fusa, detta magma.
  A loro volta sono divise in due tipi:
  Intrusive: dal consolidamento lento di un magma all'interno della crosta terrestre.
  Effusive: sono quelle che derivano dal rapido raffreddamento di una lava.
  Entrambe sono caratterizzate dall' assenza di fossili e stratificazioni.
- **SEDIMENTARIE:** Spesso contengono fossili, si formano attraverso il deposito e l'accumulo di particelle e detriti vari trasportati dall'acqua, dal ghiaccio e dal vento (**Detritiche**), o per la precipitazione chimica di sali minerali in seno alle acque dolci e marine (**Chimiche**), o per l'attività degli organismi (**Organogene**).
- **METAMORFICHE:** Derivano da rocce preesistenti, sedimentarie, magmatiche o da altre metamorfiche, che hanno subito, in tempi successivi alla loro formazione, modificazioni più o meno profonde.
  Si formano come le rocce magmatiche in seguito a processi che avvengono in profondità.

Percentuale in volume delle diverse classi di rocce nella crosta terrestre



Come si formano i minerali - minerogenesi

- cristallizzazione da corpi ignei (plutoni e lave);
- ricristallizzazione per processi metamorfici e di metasomatismo
- deposizione da soluzioni acquose e salamoie (brine) idrotermali
- cristallizzazione durante la diagenesi dei sedimenti;
- sublimazione da gas vulcanici
- Reazioni chimiche su rocce negli ambienti dell'atmosfera o all'interno del suolo.

Classificazione dei minerali

Ogni minerale è caratterizzato da 2 attributi come negli esempi sotto riportati:

Calcite

- Formula Chimica: $CaCO_3$ carbonato di Calcio
- Struttura Cristallina: Calcite (formula chimica $CaCO_3$ del carbonato di Calcio) Sistema Cristallino Trigonale, Classe Scalenoedrica Ditrigonale

Altro esempio:

Aragonite

- Formula Chimica: $CaCO_3$ carbonato di Calcio
- Struttura Cristallina: Aragonite (formula chimica $CaCO_3$ del carbonato di Calcio) Sistema Cristallino Rombico, Classe Ortorombica dipiramidale

Per un minerale è necessario non solo descriverne la **composizione chimica** ($CaCO_3$ per Calcite ed Aragonite) ma anche la **simmetria** (ovvero la proprietà di simmetria) che deriva dalla disposizione spaziale degli atomi costituenti in quanto, oltre ad avere casi di minerali diversi con la stessa composizione, le proprietà chimiche e fisiche del minerale dipendono contemporaneamente dalla sua composizione chimica ed anche dalla sua struttura cristallina

Cenni di Teoria Atomica e tipi di Legame Chimico

THE PERIODIC TABLE

	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9 VIIIB	10	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	**H** 1 1.008 Hydrogen																	**He** 2 4.00 Helium
2	**Li** 3 6.94 Lithium	**Be** 4 9.01 Beryllium											**B** 5 10.81 Boron	**C** 6 12.01 Carbon	**N** 7 14.01 Nitrogen	**O** 8 16.00 Oxygen	**F** 9 19.00 Fluorine	**Ne** 10 20.18 Neon
3	**Na** 11 22.99 Sodium	**Mg** 12 24.31 Magnesium											**Al** 13 26.98 Aluminum	**Si** 14 28.09 Silicon	**P** 15 30.97 Phosphorus	**S** 16 32.07 Sulfur	**Cl** 17 35.45 Chlorine	**Ar** 18 39.95 Argon
4	**K** 19 39.10 Potassium	**Ca** 20 40.08 Calcium	**Sc** 21 44.96 Scandium	**Ti** 22 47.88 Titanium	**V** 23 50.94 Vanadium	**Cr** 24 52.00 Chromium	**Mn** 25 54.94 Manganese	**Fe** 26 55.85 Iron	**Co** 27 58.93 Cobalt	**Ni** 28 58.69 Nickel	**Cu** 29 63.55 Copper	**Zn** 30 65.39 Zinc	**Ga** 31 69.72 Gallium	**Ge** 32 72.61 Germanium	**As** 33 74.92 Arsenic	**Se** 34 78.96 Selenium	**Br** 35 79.90 Bromine	**Kr** 36 83.80 Krypton
5	**Rb** 37 85.47 Rubidium	**Sr** 38 87.62 Strontium	**Y** 39 88.91 Yttrium	**Zr** 40 91.22 Zirconium	**Nb** 41 92.91 Niobium	**Mo** 42 95.94 Molybdenum	**Tc** 43 (97.9) Technetium	**Ru** 44 101.07 Ruthenium	**Rh** 45 102.91 Rhodium	**Pd** 46 106.42 Palladium	**Ag** 47 107.87 Silver	**Cd** 48 112.41 Cadmium	**In** 49 114.82 Indium	**Sn** 50 118.71 Tin	**Sb** 51 121.76 Antimony	**Te** 52 127.60 Tellurium	**I** 53 126.90 Iodine	**Xe** 54 131.29 Xenon
6	**Cs** 55 132.91 Cesium	**Ba** 56 137.33 Barium	**La** 57 138.91 Lanthanum	**Hf** 72 178.49 Hafnium	**Ta** 73 180.95 Tantalum	**W** 74 183.85 Tungsten	**Re** 75 186.21 Rhenium	**Os** 76 190.2 Osmium	**Ir** 77 192.22 Iridium	**Pt** 78 195.08 Platinum	**Au** 79 196.97 Gold	**Hg** 80 200.59 Mercury	**Tl** 81 204.38 Thallium	**Pb** 82 207.2 Lead	**Bi** 83 208.98 Bismuth	**Po** 84 (209) Polonium	**At** 85 (210) Astatine	**Rn** 86 (222) Radon
7	**Fr** 87 223.02 Francium	**Ra** 88 226.03 Radium	**Ac** 89 227.03 Actinium	**Rf** 104 (261) Rutherfordium	**Db** 105 (262) Dubnium	**Sg** 106 (263) Seaborgium	**Bh** 107 (262) Bohrium	**Hs** 108 (265) Hassium	**Mt** 109 (266) Meitnerium	Unnamed Discovery 110 Nov. 1994	Unnamed Discovery 111 Nov. 1994	Unnamed Discovery 112 1996		Unnamed Discovery 114 1999		Unnamed Discovery 116 1999		Unnamed Discovery 118 1999
	ALKALI METALS	ALKALI EARTH METALS															HALOGENS	NOBLE GASES

H — SYMBOL
1 — ATOMIC NUMBER
1.008 — ATOMIC WEIGHT
Hydrogen — NAME

( ) = ESTIMATES

LANTHANIDES	**Ce** 58 140.12 Cerium	**Pr** 59 140.91 Praeseodymium	**Nd** 60 144.24 Neodymium	**Pm** 61 (145) Promethium	**Sm** 62 150.36 Samarium	**Eu** 63 152.97 Europium	**Gd** 64 157.25 Gadolinium	**Tb** 65 158.93 Terbium	**Dy** 66 162.50 Dysprosium	**Ho** 67 164.93 Holmium	**Er** 68 167.26 Erbium	**Tm** 69 168.93 Thulium	**Yb** 70 173.04 Ytterbium	**Lu** 71 174.97 Lutetium
ACTINIDES	**Th** 90 232.04 Thorium	**Pa** 91 231.04 Protacinium	**U** 92 238.03 Uranium	**Np** 93 237.05 Neptunium	**Pu** 94 (240) Plutonium	**Am** 95 243.06 Americium	**Cm** 96 (247) Curium	**Bk** 97 (248) Berkelium	**Cf** 98 (251) Californium	**Es** 99 252.08 Einsteinium	**Fm** 100 257.10 Fermium	**Md** 101 (257) Mendelevium	**No** 102 259.10 Nobelium	**Lr** 103 262.11 Lawrencium

HAYDEN HM McNEIL SPECIALTY PRODUCTS

www.hmpublishing.com

© Hayden-McNeil Specialty Products

I LEGAMI CHIMICI

Teoria Heitler London Slater Pauling
Del legame di valenza (molecola di idrogeno)

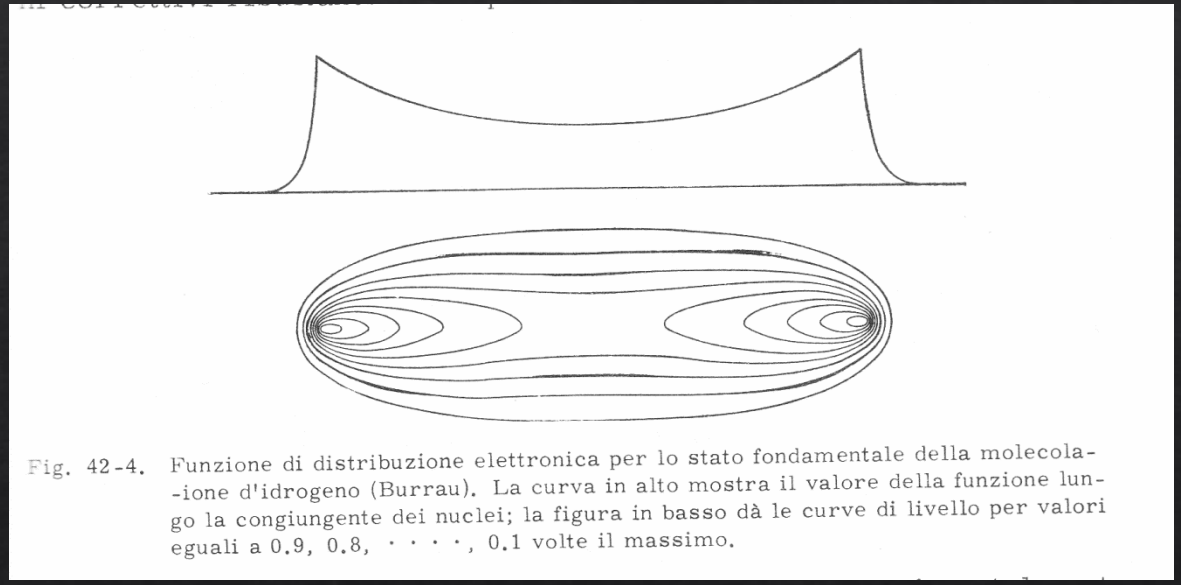
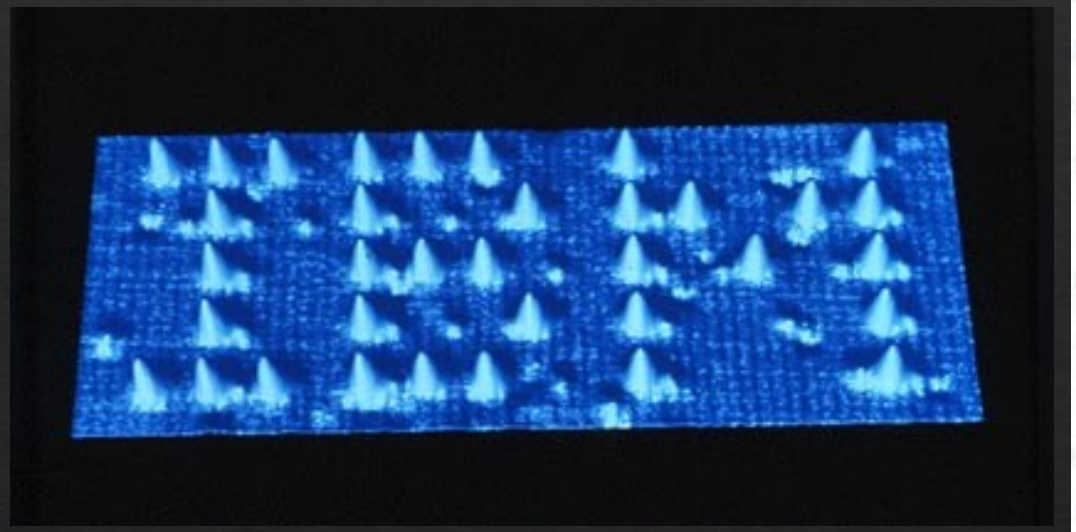


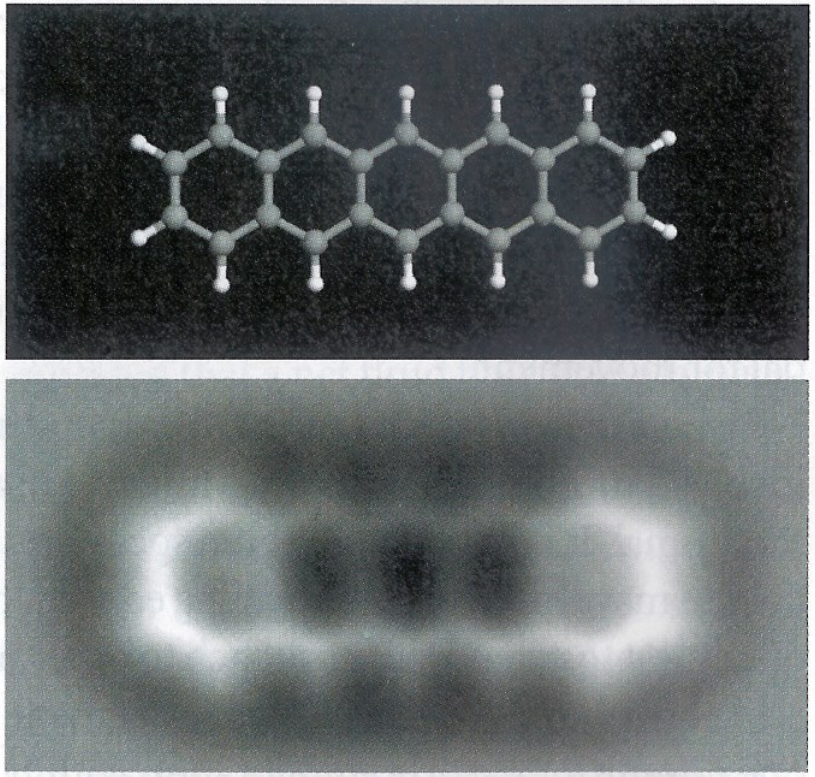
Fig. 42-4. Funzione di distribuzione elettronica per lo stato fondamentale della molecola-ione d'idrogeno (Burrau). La curva in alto mostra il valore della funzione lungo la congiungente dei nuclei; la figura in basso dà le curve di livello per valori eguali a 0.9, 0.8, · · · ·, 0.1 volte il massimo.

Con la potenza della meccanica quantistica si potevano calcolare lunghezze di legame e dedurre angoli di legame

VISTI DA VICINO

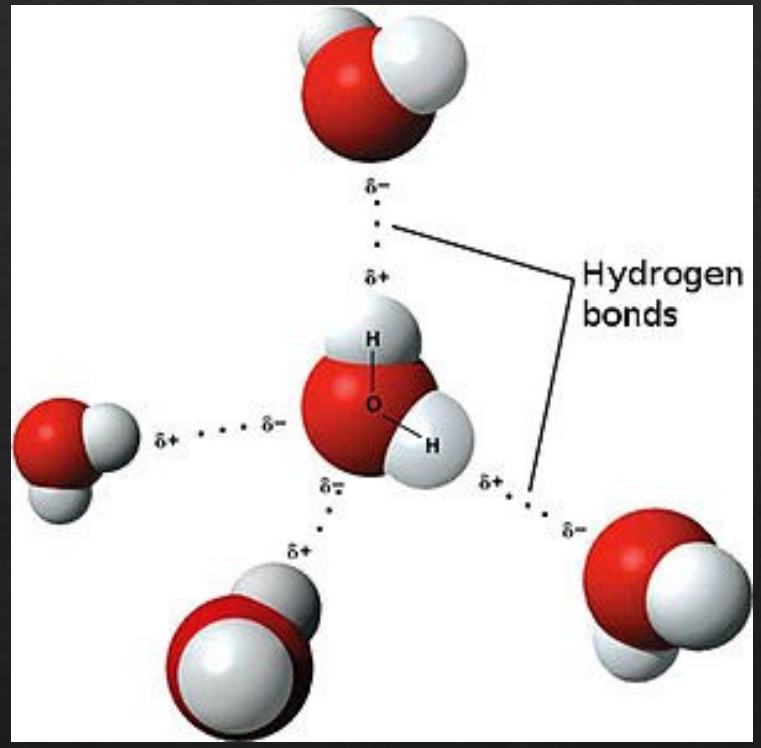


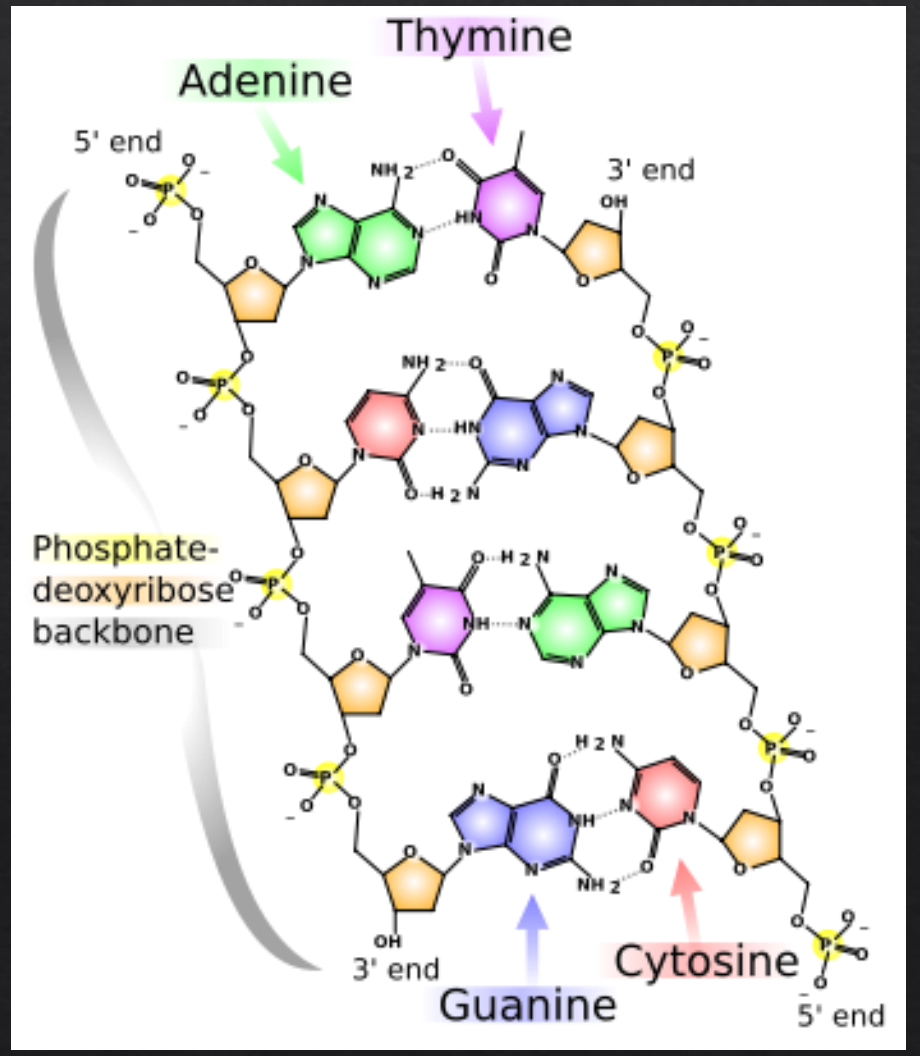
MICROSCOPIO AD EFFETTO TUNNEL 1981



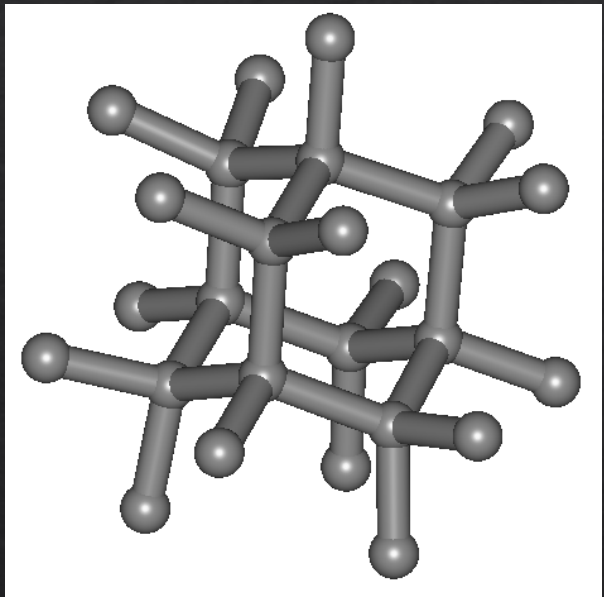
The atomic structure of pentacene. Ball-and-stick model of pentacene (top). AFM image of pentacene using a CO-modified tip (bottom). Image courtesy of IBM Research, Zurich; reprinted with permission from the American Association for the Advancement of Science.

Legame a Idrogeno

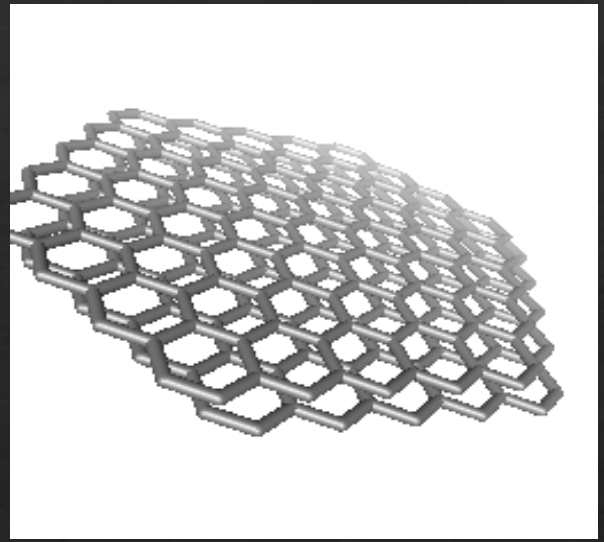




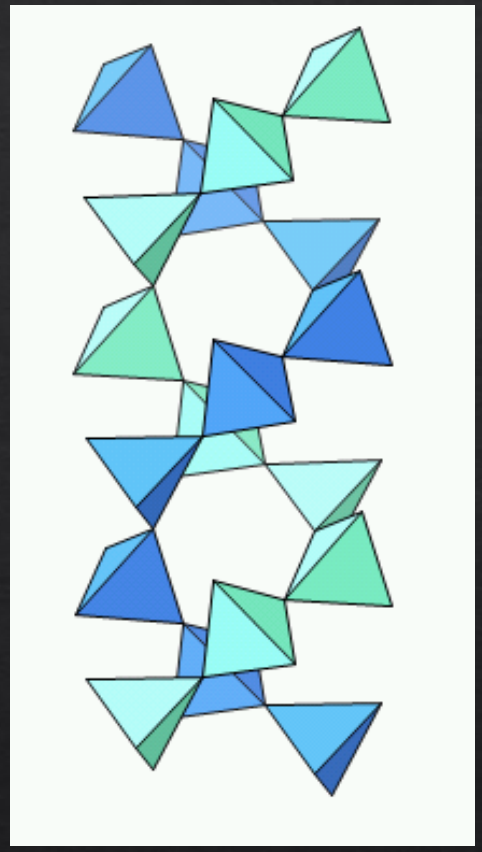
Legami covalenti



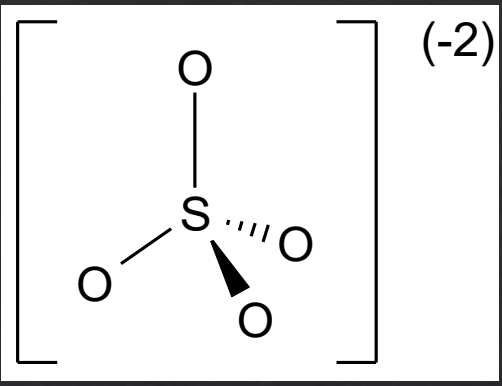
Struttura del diamante - ogni atomo di carbonio è legato ad altri 4 atomi tra i primi vicini in una struttura altamente compatta e con legami distribuiti sull'intero reticolo che determina le grandi proprietà di durezza di questo materiale



reticolo di grafite. Gli atomi di carbonio sono organizzati in strutture planari sovrapposte in cui ogni atomo è legato ai primi 3 vicini formando una struttura a nido d'ape. Gli strati atomici sovrapposti sono uniti da legami deboli ed originano la facile sfaldabilità della grafite.



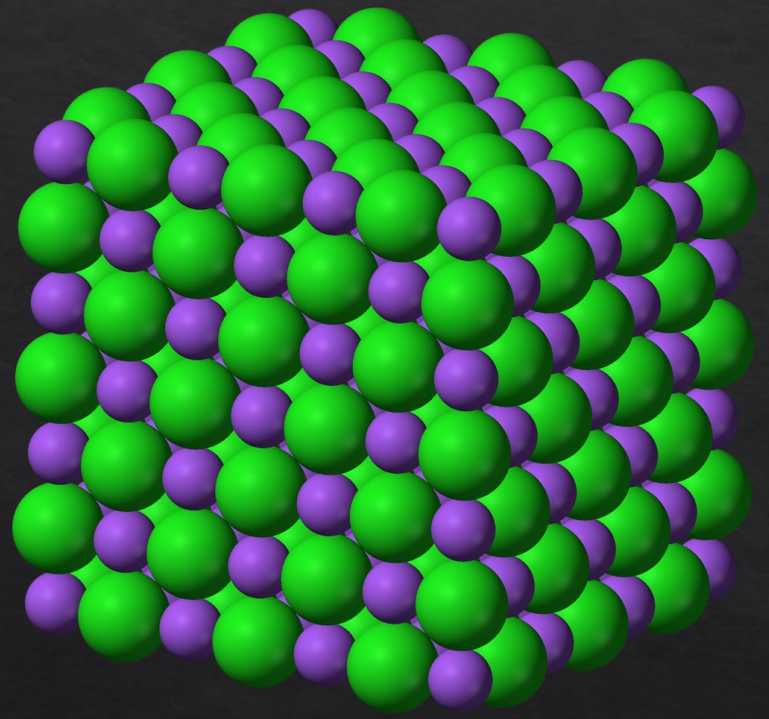
gruppi tetraedrici presenti nel Quarzo SiO_2



Struttura dello ione solfato - ogni atomo di Zolfo è legato ad altri 4 atomi di Ossigeno. Le regole di completamento della configurazione elettronica rendono questo aggregato elettricamente carico per due cariche negative. Le strutture spaziali in cui sarà presente lo ione solfato dovranno permettere di neutralizzare queste due cariche grazie alla presenza di cationi metallici (cariche positive)

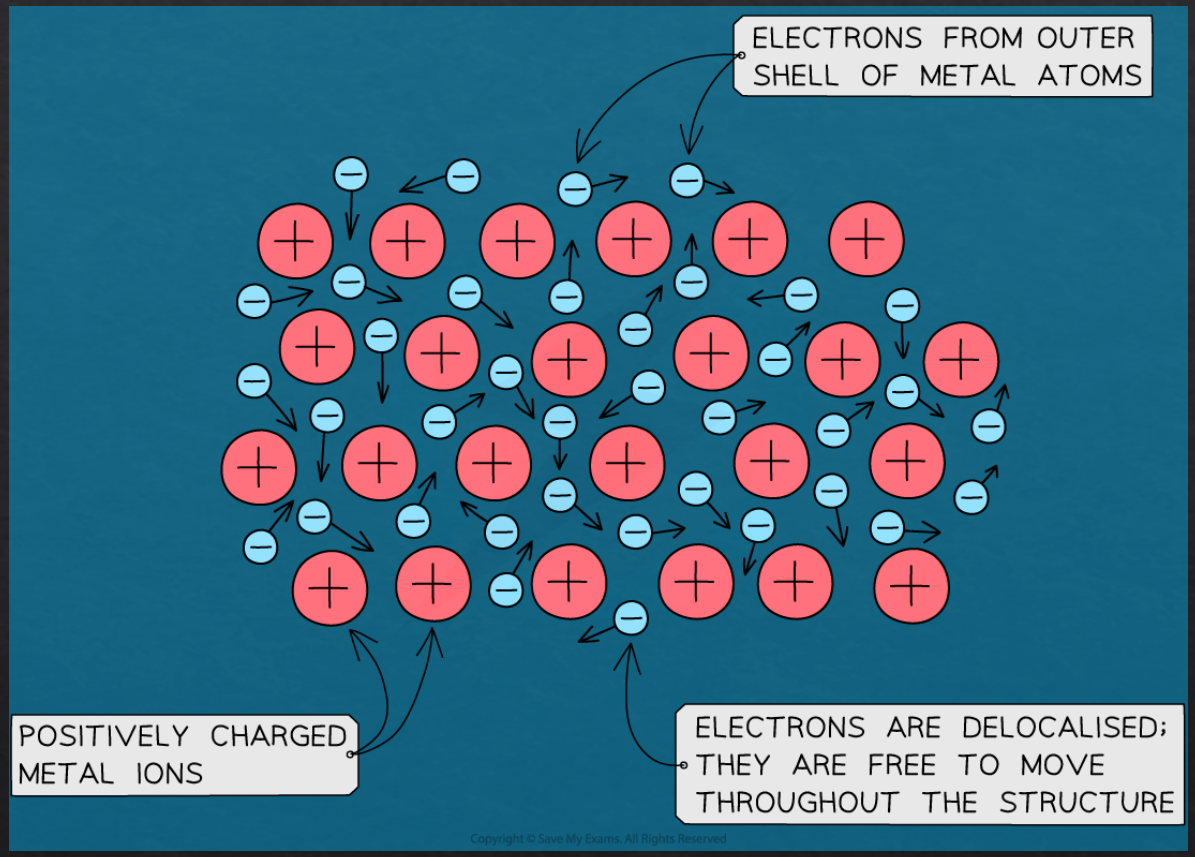
Anidride $CaSO_4$ solfato di Calcio
Gesso $CaSO_4H_2O$ solfato idrato di Calcio
Barite $BaSO_4$ solfato di Bario
Celestina $SrSO_4$ solfato di Stronzio

Legami ionici



Cloruro di Sodio NaCl
(sale da cucina)

Legami metallici



Metallo elettricamente conduttivo

CLASSIFICAZIONE CHIMICO-STRUTTURALE

Classificazione di Strunz

Il Prof Hugo Strunz ha introdotto una classificazione chimico-strutturale dell'intero dominio dei minerali (Mineralogische Tabellen, 1941[1]), seguita da A.S. Povarennykh con una classificazione modificata (1966 in russo, 1972 in inglese[2]). La classificazione chimico-strutturale di H. Strunz ha attraversato diverse edizioni ed è attualmente in fase di perfezionamento alla luce delle recenti determinazioni della struttura cristallina (Nickel-Strunz versione 10). Nel sistema attuale, i minerali sono suddivise in:

Classi Cristalline:

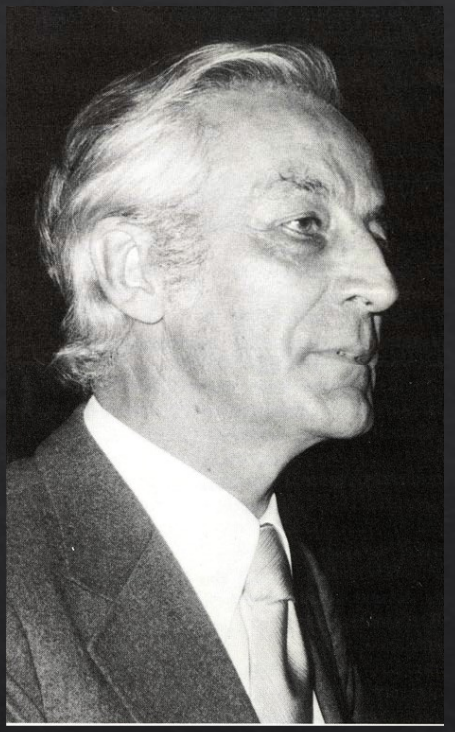
1) Elementi
2) Solfuri
3) Alogenuri
4) Ossidi
5) nitrati, carbonati
6) Borati
7) Solfati
8) Fosfati
9) Silicati
10) composti organici)

Divisioni:
Es.
1.11.A Metalli e leghe intermetalliche

3.13.A Alogeni semplici, senza H2O

Famiglie => gruppi:
Es.
2.11 2.L Solfosali non classificati
2.11. 12.LA Senza Pb essenziale
2.11.22.LB Con Pb essenziale

4.64.F Idrossidi (senza V od U)
4.6.14.FA Idrossidi con OH, senza H2O; tetraedri che condividono un vertice
4.6.24.FB Idrossidi con OH, senza H2O; ottaedri isolati



Prof. Hugo Strunz
(Weiden, Palatinato, 24 Febbraio 1910 – 19 Aprile 2006)

sulla base della composizione chimica e della struttura cristallina

1 - Mineralogische tabellen : im Auftrage der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft / herausgegeben von Hugo Strunz, Leipzig : Becker & Erler ; 1941
2 - Crystal Chemical Classification of Minerals (2 Volume Set) 1st Edition by A. S. Povarennykh

Classificazione Strunz normalmente utilizzata:

CLASSIFICAZIONE SECONDO NICKEL-STRUNZ (2001)

CLASSE I: Elementi nativi (metalli e leghe intermetalliche; metalloidi e non metalli; carburi, siliciuri, nitruri,
CLASSE II: Solfuri e solfosali (solfuri, seleniuri, tellururi; arseniuri, antimoniuri, bismuturi; solfoarseniuri, solfoantimonuri, solfobismuturi, etc.)
CLASSE III: Alogeni
CLASSE IV: Ossidi (idrossidi, vanadati, arseniti, antimoniti, bismutiti, solfiti, seleniti, telluriti, iodati)
CLASSE V: Carbonati (nitrati)
CLASSE VI: Borati
CLASSE VII: Solfati (selenati, tellurati, cromati, molibdati, tungstati)
CLASSE VIII: Fosfati, arsenati, vanadati
CLASSE IX: Silicati (germanati)
- IX.A Nesosilicati
- IX.B Sorosilicati
- IX.C Ciclosilicati
- IX.D Inosilicati
- IX.E Fillosilicati
- IX.F Tettosilicati senza H2O zeolitica
- IX.G Tettosilicati con H2O zeolitica; famiglia della zeolite
- IX.H Silicati non classificati
- IX.J Germanati

CLASSE X: Composti organici

Dana's System of Mineralogy

La scuola americana vede in J.D. Dana il fondatore e maggior rappresentante; il primo lavoro di James Dwight Dana risale al 1837: **"System of Mineralogy"** a cui seguirono altre 4 edizioni, II (1844), III (1850), IV (1854) e V (1868). La sesta edizione fu riedita e rivista da Edward Salisbury Dana e pubblicata nel 1892. Successivamente si sono avute altre edizioni sino alla attuale ottava edizione (edizione cartacea) rivista e corretta intitolata "Dana's System of Mineralogy" del 1997 - (Richard V. Gaines, H. Catherine W. Skinner, Eugene E. Foord, Brian Mason, Abraham Rosenzweig).



James Dwight Dana
Utica, New York 12 febbraio 1813
New Haven, Connecticut 14 aprile 1895

Successivamente è stata intrapresa una nuova iniziativa dalla (Mineralogical Society of Southern California - *Copyright © 2022*).

Expanded Dana System (XD) is a revised, written and updated annually Excel spreadsheet that allows updating as new minerals are introduced and revised di cui esistono aggiornamenti dal 2012 al 2022 (by Bob Pedersen).
Anche nel sistema Dana esiste una classificazione in classi cristalline.

Dana's System of Mineralogy

Old Dana Classification	New Dana Classification
I Native Elements	Class 01 - Native Elements
II Sulfides	Class 02 - Sulfides - Including Selenides and Tellurides
	Class 03 - Sulfosalts
III Oxides and Hydroxides	Class 04 - Simple Oxides
	Class 05 - Oxides Containing Uranium and Thorium
	Class 06 - Hydroxides and Oxides Containing Hydroxyl
	Class 07 - Multiple Oxides
	Class 08 - Multiple Oxides with Nb, Ta, and Ti
IV Halides	Class 09 - Anhydrous and Hydrated Halides
	Class 10 - Oxyhalides and Hydroxyhalides
	Class 11 - Halide Complexes; Alumino-fluorides
	Class 12 - Compound Halides
V Carbonates, Nitrates, Borates	Class 13 - Acid Carbonates
	Class 14 - Anhydrous Carbonates
	Class 15 - Hydrated Carbonates
	Class 16a-Carbonates - Hydroxyl or Halogen
	Class 16b-Carbonates - Hydroxyl or Halogen
	Class 17 - Compound Carbonates
	Class 18 - Simple Nitrates
	Class 19 - Nitrates - Hydroxyl or Halogen
	Class 20 - Compound Nitrates
	Class 21 - Iodates - Anhydrous and Hydrated
	Class 22 - Iodates - Hydroxyl or Halogen
	Class 23 - Compound Iodates
	Class 24 - Borates - Anhydrous
	Class 25 - Anhydrous Borates Containing Hydroxyl or Halogen
	Class 26 - Hydrated Borates Containing Hydroxyl or Halogen
	Class 27 - Compound Borates
VI Sulfates, Chromates, Selenates	Class 28 - Anhydrous Acid and Sulfates
	Class 29 - Hydrated Acid and Sulfates
	Class 30 - Anhydrous Sulfates Containing Hydroxyl or Halogen
	Class 31 - Hydrated Sulfates Containing Hydroxyl or Halogen
	Class 32 - Compound Sulfates
	Class 33 - Selenates and Tellurates
	Class 34 - Selenites - Tellurites - Sulfites
	Class 35 - Anhydrous Chromates
	Class 36 - Compound Chromates
VII Phosphates, Arsenates, Vanadates	Class 37 - Anhydrous Acid Phosphates
	Class 38 - Anhydrous Phosphates
	Class 39 - Hydrated Acid Phosphates
	Class 40 - Hydrated Phosphates
	Class 41 - Anhydrous Phosphates Containing Hydroxyl or Halogen
	Class 42 - Hydrated Phosphates Containing Hydroxyl or Halogen
	Class 43 - Compound Phosphates
	Class 44 - Antimonates
	Class 45 - Acid and normal Antimonites, Arsenites and Phosphites
	Class 46 - Basic or Halogen-Containing Antimonites, Arsenites and Phosphites
	Class 47 - Vanadium Oxysalts
	Class 48 - Anhydrous Molybdates and Tungstates
	Class 49 - Basic and Hydrated Molybdates and Tungstates
IX Organic Minerals	Class 50 - Salts of Organic Acids and Hydrocarbons

VIII Silicates	
Nesosilicates	Class 51 - Nesosilicate Insular SiO_4 Groups Only
	Class 52 - Nesosilicate Insular SiO_4 Groups and O, OH, F, and H_2O
	Class 53 - Nesosilicate Insular SiO_4 Groups and Other Anions of Complex Cations
	Class 54 - Nesosilicate Borosilicates and Some Beryllosilicates
Sorosilicates	Class 55 - Sorosilicate Si_2O_7 Groups, Generally with No Additional Anions
	Class 56 - Sorosilicate Si_2O_7 Groups and O, OH, F. and H_2O
	Class 57 - Sorosilicate Insular Si_3O_{10} and Larger Noncyclic Groups
	Class 58 - Sorosilicate Insular, Mixed, Single, and Larger Tetrahedral Groups
Cyclosilicates	Class 59 - Cyclosilicate Three-Membered Rings
	Class 60 - Cyclosilicate Four-Membered Rings
	Class 61 - Cyclosilicate Six-Membered Rings
	Class 62 - Cyclosilicate Eight-Membered Rings
	Class 63 - Cyclosilicate Condensed Rings
	Class 64 - Cyclosilicates
Inosilicates	Class 65 - Inosilicate Single-Width Unbranched Chains, W=1
	Class 66 - Inosilicate Double-Width Unbranched Chains, W=2
	Class 67 - Inosilicate Unbranched Chains with W>2
	Class 68 - Inosilicate Structures with Chains of More Than One Width
	Class 69 - Inosilicate Chains with Side Branches or Loops
	Class 70 - Inosilicate Column or Tube Structures
Phyllosilicates	Class 71 - Phyllosilicate Sheets of Six-Membered Rings
	Class 72 - Phyllosilicate Two-Dimensional Infinite Sheets with Other Than Six-Membered Rings
	Class 73 - Phyllosilicate Condensed Tetrahedral Sheets
	Class 74 - Phyllosilicate Modulated Layers
Tektosilicates	Class 75 - Tectosilicate Si Tetrahedral Frameworks
	Class 76 - Tectosilicate Al-Si Framework
	Class 77 - Tectosilicate Zeolite group
Not Classified Silicates	Class 78 - Unclassified silicates

L’assegnazione dei nomi ai minerali

Storia della nomencaltura minerale:

L’assegnazione del nome ai minerali è divenuto un problema rilevante quando si è capito che non esistevano criteri unificati per classificare ed assegnare un nome univoco alle specie mineralogiche verificare che queste fossero effettivamente specie a se stanti ovvero caratterizzate in modo univoco da una composizione ed un sistema cristallino propri.

Un evento significativo si è verificato a livello nazionale negli Stati Uniti, nel dicembre del 1920, durante la prima riunione annuale della Mineralogical Society of America (MSA). Venne istituito un "Comitato sulla Nomenclatura e Classificazione dei Minerali" (CNCM) allo scopo di apportare un certo ordine alla denominazione delle specie minerali. Questa commissione presentò il suo rapporto preliminare nel 1921 e pubblicò il suo primo rapporto completo nel dicembre 1922 (Foshag et al. 1923). Le questioni discusse in quel periodo dai membri della commissione rappresentano i primi tentativi di introdurre una procedura logica e ordinata per la denominazione dei minerali, sebbene a livello nazionale. Durante una riunione della British Association for the Advancement of Science, tenutasi a Toronto l'8 agosto 1924, Leonard J. Spencer del British Museum (Natural History) presentò un articolo delineando la necessità di un "comitato internazionale (...) per giungere ai migliori nomi e termini per l'uso internazionale". Aggiunse che "la scienza è globale e il suo linguaggio dovrebbe, per quanto possibile, essere adattato per soddisfare le esigenze internazionali", al fine di evitare confusione. Nelle sue note, Spencer indicò di aver discusso i vantaggi delle sue idee con "alcuni mineralogisti americani" a Washington (Spencer 1925).

Il secondo rapporto della CNCM fu pubblicato nel 1936 (Kerr 1936) a seguito della presentazione alla 16ª riunione della MSA, tredici anni dopo il primo rapporto. Il rapporto di Kerr è interessante perché i membri della commissione discussero sforzi concreti per raggiungere un accordo internazionale. Erano state tenute tre riunioni della CNCM: la prima a Toronto (1930), e la seconda e la terza a Washington nel 1933 e 1935, rispettivamente. Un personaggio chiave era L.J. Spencer che cercò, insieme ad altri membri della Mineralogical Society of Great Britain and Ireland e i suoi omologhi della MSA, di ottenere un accordo tra i "popoli di lingua inglese" sulla nomenclatura minerale.
Anche se non totalmente riusciti, la commissione riferì che era emerso un certo accordo tra americani, britannici e canadesi. Da notare che, dal momento che la Mineralogical Association of Canada fu fondata nel 1955, i mineralogisti canadesi potevano unirsi alla Mineralogical Society of America o essere eletti membri della Mineralogical Society (UK). Alla prima riunione a Toronto, si concordò che nessuna raccomandazione sarebbe stata fatta a meno che il comitato non l'approvasse all'unanimità, che eventuali modifiche dovessero essere semplici e chiare e che le pratiche ben consolidate non dovessero essere cambiate. Spencer dichiarò: "Non serve assolutamente proporre cambiamenti drastici". Il desiderio di cooperazione internazionale con un approccio conservatore è continuato fino ad oggi. Infatti, i nomi dei minerali approvati in quel rapporto sulle specie minerali (Kerr 1936), con solo alcune eccezioni minori, sono diventati parte della nomenclatura accettata.

In questi rapporti si intravedono i primi passi di ciò che un giorno diventerà il CNMMN (Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification). Non passò molto tempo, infatti, prima che diventasse chiaro che i cambiamenti proposti erano insufficienti. L'idea per la creazione del CNMMN era stata lanciata, ma si sarebbe concretizzata solo molti anni dopo, dopo la fine della Seconda Guerra Mondiale. Negli anni '50, il momento decisivo era alle porte. Max Hey, del British Museum (Natural History), pubblicò la sua opera fondamentale "An Index of Mineral Species and Varieties Arranged Chemically" nel 1955. Questo libro (noto anche come "Indice di Hey") ha contribuito a mettere ordine alla miriade di nomi che il CNMMN avrebbe ereditato alla sua nascita entro la fine dello stesso decennio.
Spencer, in molti modi il padre spirituale del CNMMN, visse abbastanza a lungo da assistere alla creazione dell'IMA e del CNMMN; morì nell'aprile del 1959, poco dopo la prima riunione della Commissione. Il suo lascito era composto da innumerevoli estratti mineralogici e elenchi di nuovi minerali e nomi minerali (n. 1-21) pubblicati dalla Mineralogical Society (UK).

La International Mineralogical Association (IMA)

Fondata nel **1958**, l'IMA è la più grande organizzazione al mondo che promuove la mineralogia, una delle più antiche branche della scienza. 38 società o gruppi mineralogici nazionali sono membri dell'IMA. L'Associazione sostiene le attività delle Commissioni e dei Gruppi di Lavoro coinvolti in determinati aspetti della pratica mineralogica e facilita l'interazione tra i mineralogisti patrocinando e organizzando incontri. Tra le attività promosse di particolare importanza è il ruolo della commissione CNMNC.

La Commissione sui Nuovi Minerali, Nomenclatura e Classificazione CNMNC (Commission on New Minerals, Nomenclature and Classification) dell'Associazione Internazionale di Mineralogia (IMA) è stata formata **nel luglio 2006** dalla fusione tra la Commissione sui Nuovi Minerali e i Nomi Minerali CNMMN della IMA (Commission on New Minerals and Mineral Names –) e la Commissione sulla Classificazione dei Minerali (Commission on Classification of Minerals – CCM sempre dell'IMA), su richiesta di entrambe le commissioni. Il Presidente ha pubblicato un articolo su questa fusione in Elements, Vol. 2, p. 388.

La Commissione sui Nuovi Minerali e i Nomi Minerali (CNMMN) era stata istituita nel **1959** ed è rimasta attiva sino al 2006, con il compito di occuparsi di tutte le questioni di nomenclatura in mineralogia, mentre la Commissione sulla Classificazione dei Minerali (CCM) aveva il compito di esaminare i sistemi esistenti di classificazione dei minerali e fornire consigli alla comunità mineralogica sulla classificazione dei minerali. Da allora, il lavoro della CNMMN ha ottenuto un sostegno schiacciante dalla comunità mineralogica internazionale, e le due commissioni sono state unite nel 2006.

L'obiettivo della Commissione sulla Classificazione dei Minerali (CCM) era quello di esaminare i sistemi esistenti di classificazione dei minerali e fornire consigli sulla classificazione dei minerali alla comunità mineralogica.

Attualmente è attiva la Commissione CNMNC i cui obiettivi e ruolo principale sono: garantire che vengano seguite procedure rigorose prima che nuove specie minerali possano essere stabilite e prima che ri-definizioni e modifiche di nomenclatura possano essere applicate. La CNMNC coordina anche le procedure per la classificazione dei minerali. La CNMNC è composta da rappresentanti nominati dai corpi mineralogici nazionali e da un comitato esecutivo composto da presidente, due vicepresidenti e segretario.

È importante comprendere che la CNMNC non desidera imporre un insieme arbitrario di regole rigide alla comunità mineralogica, ma piuttosto fornire linee guida coerenti che offrano un approccio ragionevolmente consistente all'introduzione di nuovi minerali e all'applicazione della nomenclatura minerale. La CNMNC dispone di un protocollo con procedure e linee guida per la proposta di nuovi minerali e nomi minerali.

Attualmente l'IMA ha riconosciuto 5992 specie minerali

La International Mineralogical Association (IMA)
esempi di individuazione di nuovi minerali

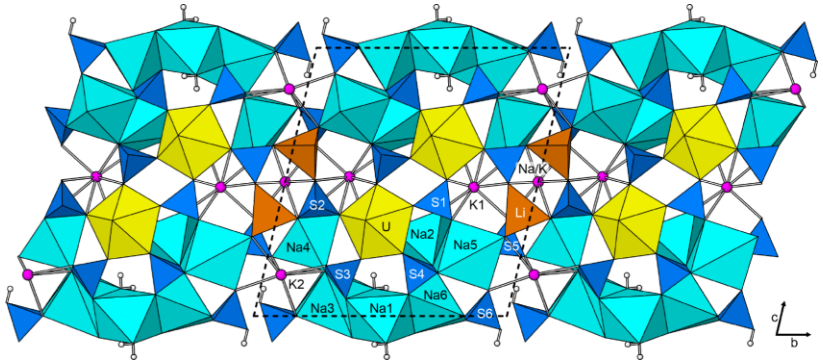
We are pleased to announce that for 2021 the “Mineral of the Year” award has been assigned to seaborgite. The mineral was found and fully characterized by a research team led by Anthony R. Kampf, from the Mineral Sciences Department of the Natural History Museum of Los Angeles County, Los Angeles, CA 90007, USA. Seaborgite was found underground in the Blue Lizard mine, Red Canyon, White Canyon District, San Juan Co., Utah, USA, where it occurs on a thick crust of gypsum overlaying a matrix comprised mostly of quartz crystals. Associated minerals are copiapite, ferrinatrite, ivsite, metavoltine, römerite, and other currently unknown minerals. Seaborgite occurs as long flattened prisms (or blades), light-yellow in color and up to 0.2 mm in length. Crystals typically occur in radiating sprays, and looks very nice (Fig. 1) The ideal chemical formula of seaborgite is

$$LiNa_6K_2(UO_2)(SO_4)_5(SO_3OH)(H_2O)$$

hence is an uranyl sulfate mineral. Seaborgite is the only known mineral species containing both lithium and uranium as species-forming elements, and it is also one of the few minerals containing three distinct alkali metals. Seaborgite is triclinic, with space group: P-1, and unit cell parameters a = 5.4511(4), b = 14.4870(12), c = 15.8735(15) Å, ɲcjc̈ϯєϱ;ϱJ, ɴcΘϭ̇ϰϯє;cJ, ɶcΘϱ̇ϱϭϭ;cJΣ. Its crystal structure has been refined by single-crystal X-ray diffraction data to R = 3.77%. The structure of seaborgite (Fig. 2) is new and unprecedented, although it is based on the same uranyl sulfate cluster that is topologically identical to the one occurring in the crystal structure of bluelizardite. The mineral was named after Glenn Seaborg (1912-1999), an American chemist who was involved in the synthesis, discovery and investigation of 10 transuranium elements, including seaborgium. These studies led him to win the 1951 Nobel Prize in Chemistry.



International Mineralogical Association



GeoScienceWorld

From: **Seaborgite, $LiNa_6K_2(UO_2)(SO_4)_5(SO_3OH)(H_2O)$, the First Uranyl Mineral Containing Lithium**

American Mineralogist. 2021;106(1):105-111. doi:10.2138/am-2020-7540



Figure Legend: Diverging group of seaborgite blades with ferrinatrite. The field of view is 0.68 mm across. (Color online.)

Date of download: 1/13/2024

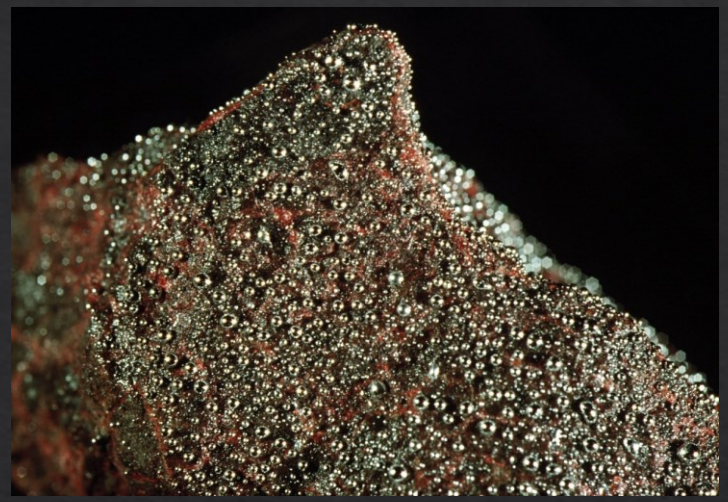
Copyright © 2021 by the Mineralogical Society of America

CLASSIFICAZIONE SISTEMATICA DEI MINERALI

CLASSE I:
Elementi nativi (metalli e leghe intermetalliche; metalloidi e non metalli; carburi, siliciuri, nitruri
es. Oro (Au); Argento (Ag); Rame (Cu); Zolfo (S); Mercurio (Hg)



Rame (Cu)



Mercurio (Hg)

CLASSE II:
Solfuri e solfosali (solfuri, seleniuri, tellururi; arseniuri, antimoniuri, bismuturi; solfoarseniuri, solfoantimonuri, solfobismuturi, etc.)
Es. Blenda (ZnS); Cinabro (HgS); Galena (PbS); Pirite (FeS_2).



Cinabro (HgS)



Pirite (FeS_2)

CLASSIFICAZIONE SISTEMATICA DEI MINERALI

CLASSE III: Alogeni
Es. Salgemma (NaCl); Atacamite ($Cu_2(OH)_3Cl$); Fluorite (CaF_2).

CLASSE IV: Ossidi (idrossidi, vanadati, arseniti, antimoniti, bismutiti, solfiti, seleniti, telluriti, iodati)
Es. Ematite (Fe_2O_3); Corindone (Al_2O_3); Quarzo (SiO_2); Rutilo (TiO_2); Cuprite (Cu_2O); Cassiterite (SnO_2); Goethite (FeOOH).

CLASSE V: Carbonati (nitrati)
Nitratina ($NaNO_3$); Calcite ($CaCO_3$); Azzurrite ($Cu_3((OH)CO_3)_2$); Dolomite ($(Ca,Mg)CO_3$).



Fluorite (CaF_2)



Atacamite ($Cu_2(OH)_3Cl$)



Corindone Al_2O_3



Ematite Fe_2O_3



Calcite ($CaCO_3$)



Azzurrite ($Cu_3((OH)CO_3)_2$)

CLASSE VI: Borati
Es. Colemanite ($Ca(B_2BO_4(OH)_3)H_2O$)
Ulexite (pietra televisione):$NaCa[B_5O_6(OH)_6] \cdot 5H_2O$
Idroboracite: $CaMg[B_3O_4(OH)_3]_2 \cdot 3H_2O$



Idroboracite: $CaMg[B_3O_4(OH)_3]_2 \cdot 3H_2O$



Colemanite ($Ca(B_2BO_4(OH)_3)H_2O$)

CLASSE VII: Solfati (selenati, tellurati, cromati, molibdati, tungstati)
Es. Gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$); Celestina ($SrSO_4$); Anglesite ($PbSO_4$); Crocoite ($PbCrO_4$); Scheelite ($CaWO_4$); Wulfenite ($PbMoO_4$).



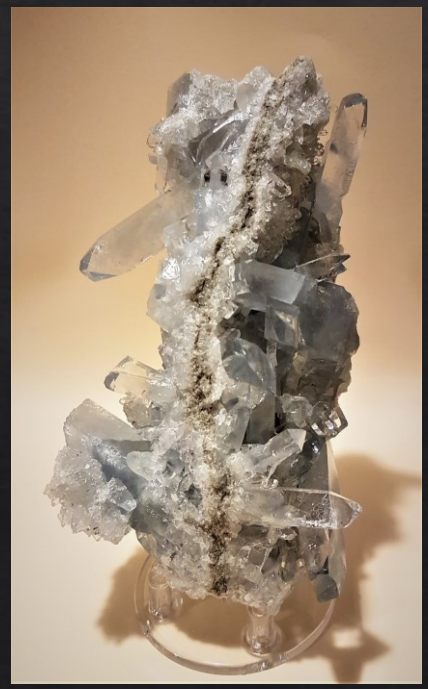
Crocoite $PbCrO_4$



Wulfenite ($PbMoO_4$)



Gesso ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$)



Celestina $SrSO_4$

CLASSE VIII: Fosfati, arsenati, vanadati

Apatite ($Ca_5(PO_4)_3$ (OH,F,Cl));
Piromorfite ($Pb_5(PO_4)_3Cl$);
Vanadinite ($Pb_5(Cl)(VO_4)_3$);
Adamina ($Zn_2((OH)AsO_4)$; Eritrite ($Co_3(AsO_4)_2$ $8H_2O$)



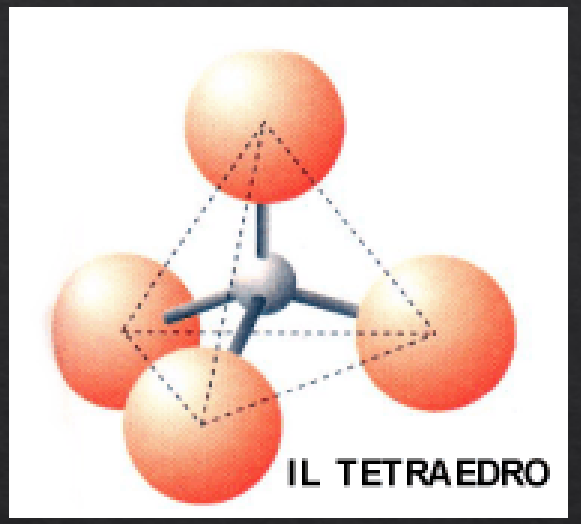
Vanadinite ($Pb_5(Cl)(VO_4)_3$)



Apatite ($Ca_5(PO_4)_3$ (OH,F,Cl))

CLASSE IX: Silicati (germanati)

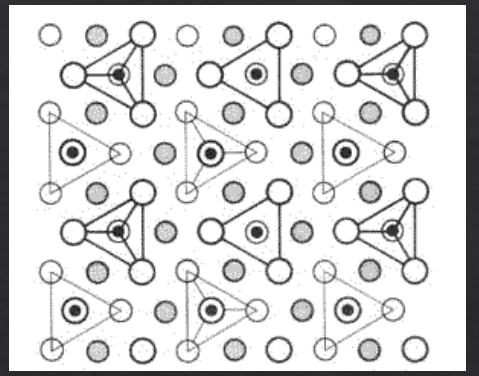
- IX.A Nesosilicati
- IX.B Sorosilicati
- IX.C Ciclosilicati
- IX.D Inosilicati
- IX.E Fillosilicati
- IX.F Tettosilicati senza H_2O zeolitica
- IX.G Tettosilicati con H_2O zeolitica; famiglia della zeolite
- IX.H Silicati non classificati
- IX.J Germanati



I Silicati sono i costituenti del più del 90% della crosta terrestre. Sono composti di Silicio e Ossigeno e tutti tranne il Quarzo (SiO_2) contengono uno o più elementi in forma ionica (Al - Fe - Mg - K - Na - Ca…).
In tutti è presente la stessa struttura di base $(SiO_4)^{4-}$, poiché il Silicio ha numero di ossidazione 4 e l'ossigeno –2.
La carica –4 del tetraedro è compensata dai cationi, tranne che nel SiO_2
(in cui gli atomi di ossigeno sono condivisi tra vari tetraedri in modo che complessivamente il composto sia neutro).

- I Silicati si dividono in:

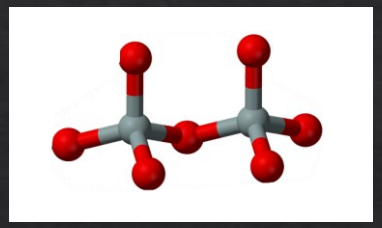
- **NESOSILICATI:** I tetraedri sono isolati ($SiO_4^{=}$). Nel caso delle olivine $(Fe,Mg)_2SiO_4$, tipicamente di colore verde, gli ioni positivi sono rappresentati da Magnesio e Ferro, I cui I cui termini estremi sono rispettivamente la Forsterite (Mg_2SiO_4) e la fayalite (Fe_2SiO_4). Altri esempi sono i granati, il topazio e lo zircone.

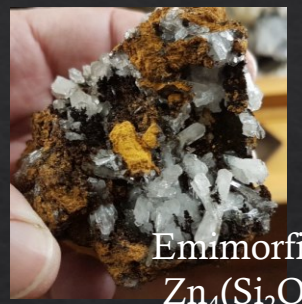




Olivina

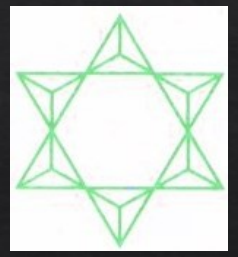
- **SOROSILICATI:** I tetraedri si legano tra loro a gruppi, anche di due. Due tetraedri uniti a ponte condividono un atomo di ossigeno, originando un radicale $Si_2O_7^{-6}$ con sei valenze libere a cui si legano ioni positivi.





Emimorfite
$Zn_4(Si_2O_7)(OH)_2 \cdot H_2O$

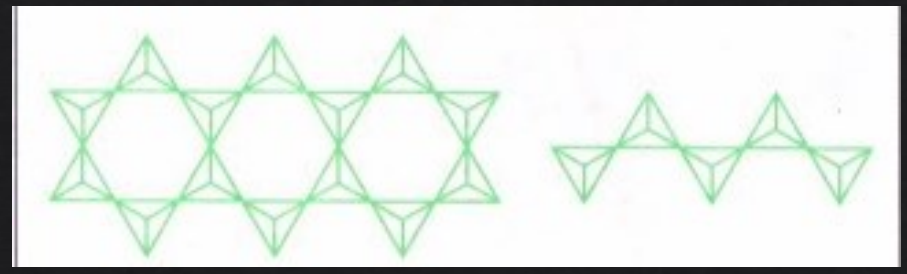
- **CICLOSILICATI:** Sono formati da anelli di tetraedri (ad es. Berillio, tormalina e dioptasio), in numero che può variare tra 3,4 e 6 tetraedri; gli atomi di ossigeno condivisi tra i tetraedri adiacenti sono 2. La formula, nel caso di 3, 4 o 6 anelli risulta SiO_3, Si_4O_{12}, Si_6O_{18}, rispettivamente.



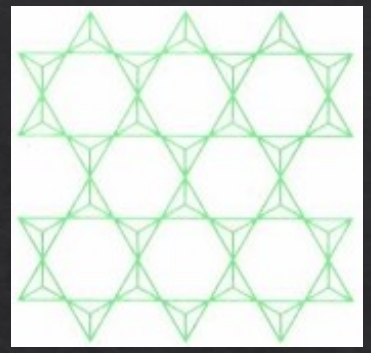


$(Na^+,K^+,Ca^{2+})(Li^+,Mg^{2+},Fe^{2+},Al^{3+},Ti^{4+},Mn^{2+})_3\ (Al^{3+},Cr^{3+},Fe^{3+},V^{3+})_6\ (BO_3)_3[Si_6O_{18}](OH)_4$

- **INOSILICATI:** Sono formati da catene di tetraedri (detti anche *silicati a fibre*). Nel caso che le molecole siano costituite da catene lineari semplici di tetraedri, abbiamo i ***Pirosseni***, densi e scuri, ricchi di Fe e Mg; se invece le catene lineari sono doppie, o chiuse, abbiamo gli ***Anfiboli***, con composizione variabile e una colorazione che va dal verde al marrone al blu.



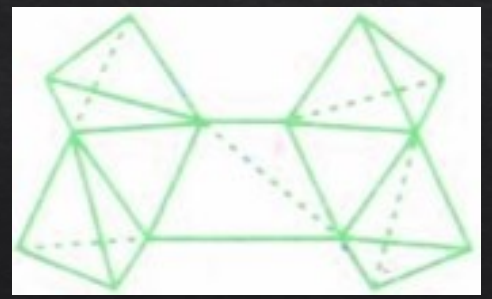
- **FILLOSILICATI:** Sono silicati a strati (fogli) di tetraedri. Gli atomi di ossigeno condivisi sono tre e il radicale che si origina è $Si_2O_5^{-2}$.





Mica muscovite $KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH)_2$

- **TECTOSILICATI:** Sono silicati a struttura spaziale tridimensionale (Felspati) e i vari tetraedri condividono tutti gli atomi di ossigeno. La famiglia dei Feldspati è molto complessa, infatti può succedere che l'atomo di Silicio, centrale rispetto al tetraedro venga sostituito dall'Alluminio, che avendo una valenza +3, invece che +4, determina uno squilibrio di cariche, aumentando considerevolmente il numero di possibili strutture compatibili con un reticolo complessivamente neutro.





Ortoclasio $KAlSi_3O_8$

IX.H Silicati non classificati

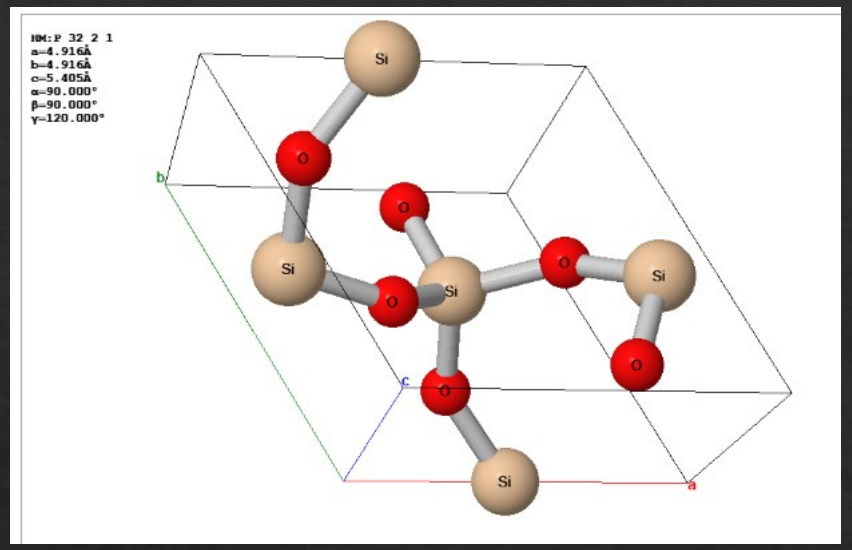
IX.J Germanati

CLASSE X: Composti organici

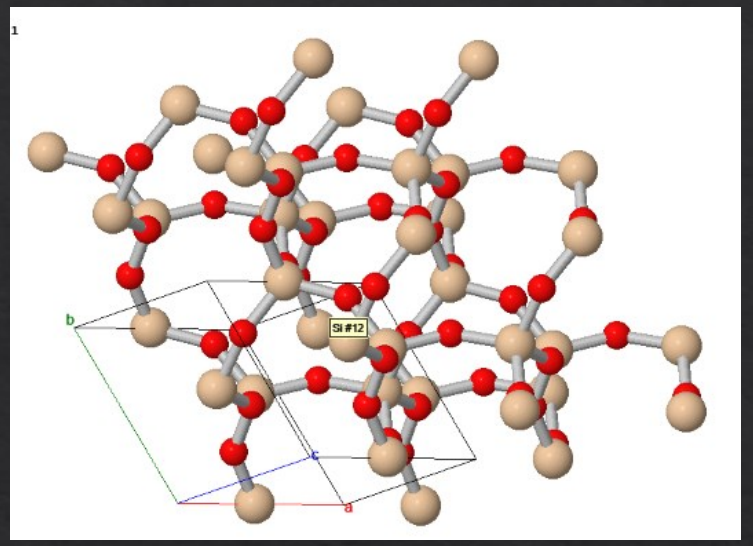
Non sono molti i minerali che rientrano in questa classe, anche se due, per motivi diversi, sono abbastanza noti: la whewellite (ossalato di calcio mono idrato), cristallizza nel sistema monoclino e si forma per sedimentazione (la maggior parte dei calcoli renali sono costituiti da questo minerale); e l'ambra, resina fossile che spesso include resti fossili di origine sia vegetale che animale.



Ambra

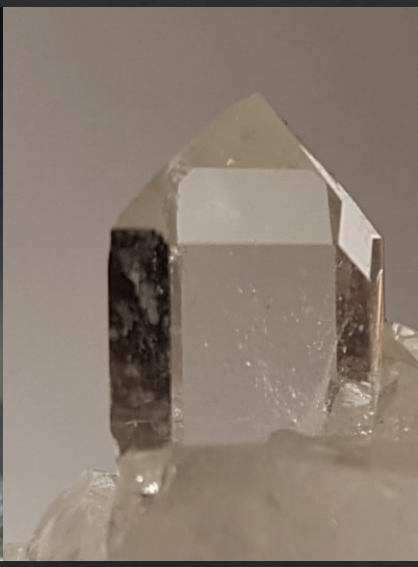


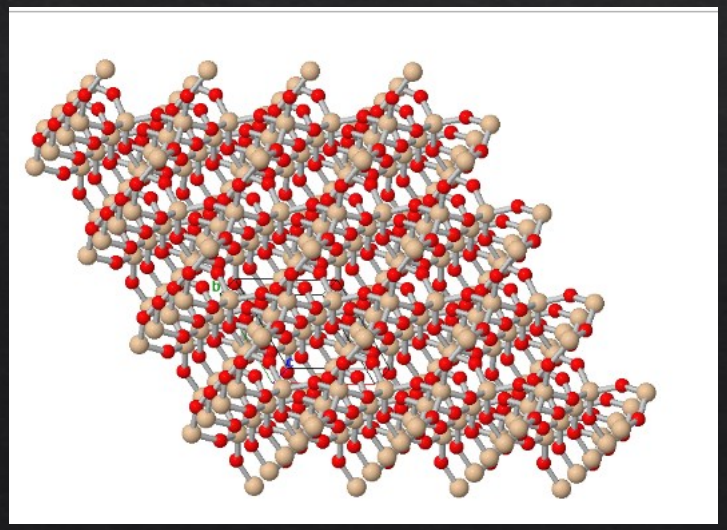
Quarzo SiO_2 cella unitaria



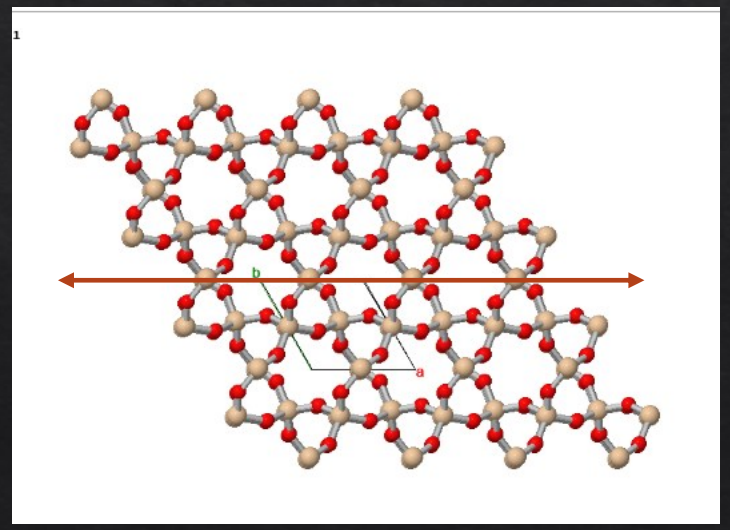
Quarzo SiO_2 cella unitaria 2X2X2







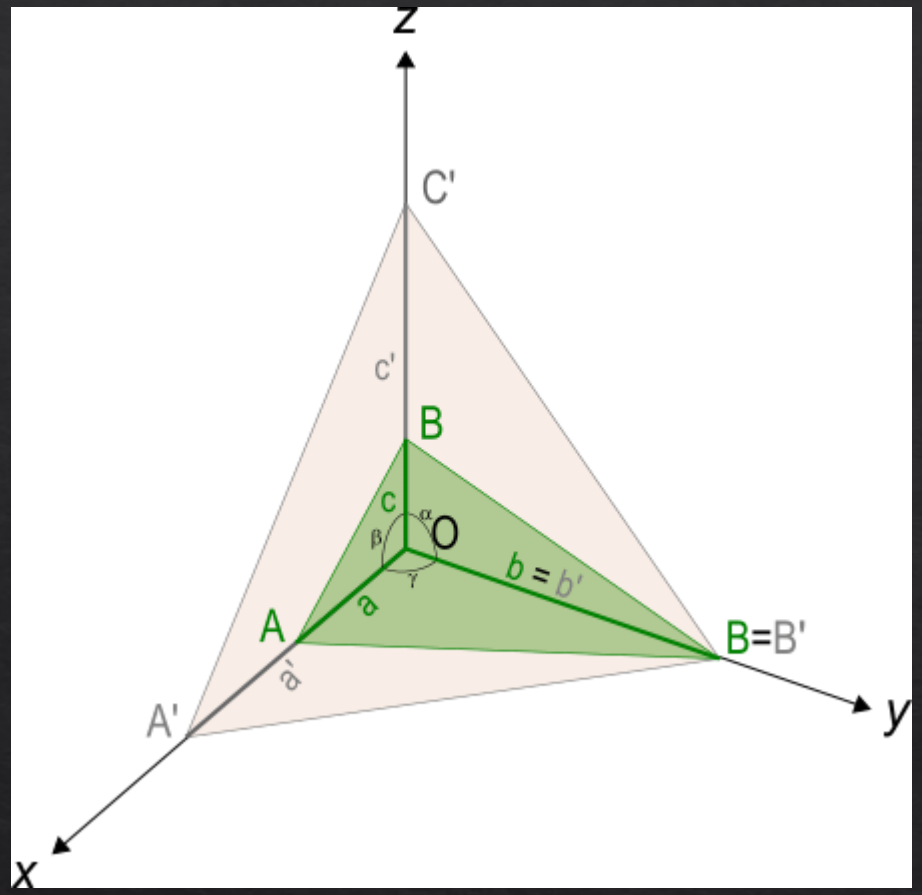
Quarzo SiO_2 cella unitaria 4X4X4



Quarzo SiO_2 cella unitaria 4X4X4



Reticolo del quarzo e forme del quarzo



A’B’C’ è il piano di riferimento

ABC è il piano che contiene una faccia del cristallo

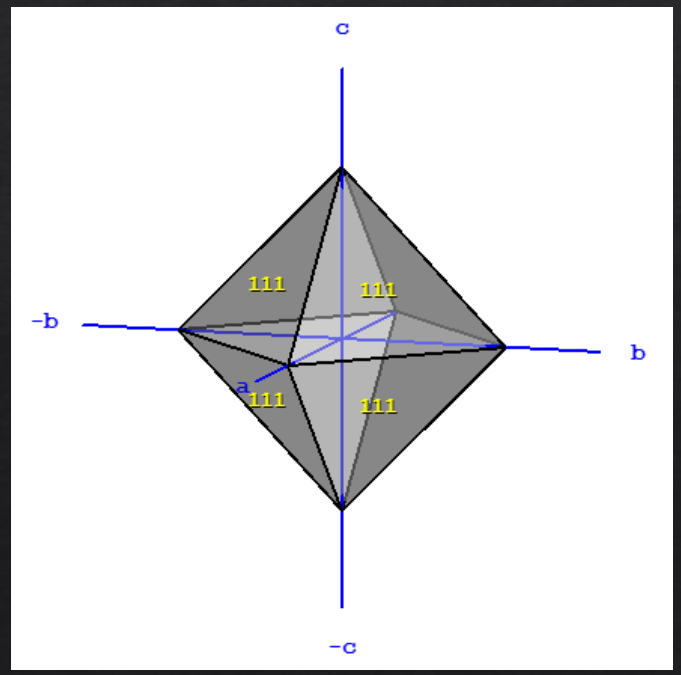
L’inidce di miller della faccia del cristallo è

h=a/a’, k=b/b’, l=c/c’

Nel 1874 l'abate francese René Just Haüy (1743 - 1822) enunciò la

legge della razionalità degli indici:

se in un cristallo si assumono spigoli reali o possibili convergenti e non complanari, i rapporti tra i parametri di due facce qualsiasi stanno tra loro come numeri interi e generalmente piccoli.



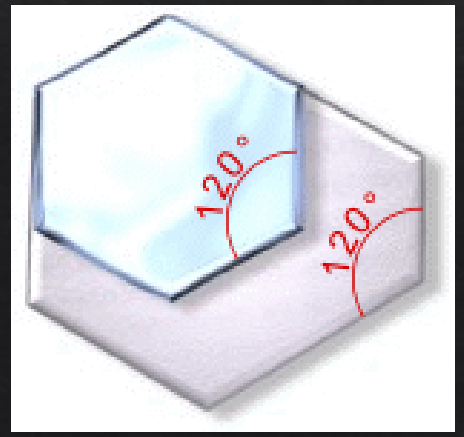
Nell’esempio riportato la faccia del cristallo ottaedrico di indice 1,1,1 è parallela e coincidente con la faccia fondamentale (a=a’, b=b’, c=c’) => hkl⇔ (1,1,1)

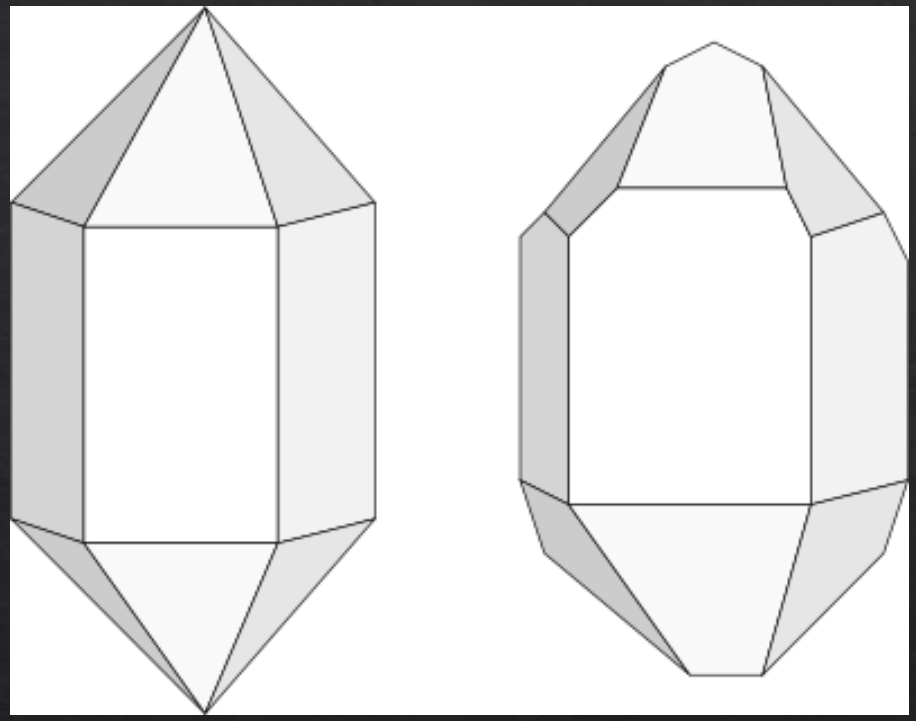
Legge di Stenone o della costanza dell'angolo diedro

In determinate condizioni, i cristalli possono formare poliedri regolari, ma più spesso si presentano sproporzionati a causa di uno sviluppo differente delle facce dello stesso tipo di poliedro.

> **Legge di Stenone** (**Niels Stensen**, 1667). **In un cristallo reale della stessa sostanza, anche se presenta sproporzioni, in condizioni di pressione e temperatura omogenee, l'angolo diedro creato da due facce qualsiasi rimane invariato rispetto a quello delle facce corrispondenti di un cristallo ideale.**

Si osserva quindi che le facce reali sono sempre parallele a quelle ideali, il che implica l'uguaglianza degli angoli. Immaginando un *trasporto ideale* delle facce parallelamente a se stesse, possiamo concepire i cristalli trasformati in forme regolari.



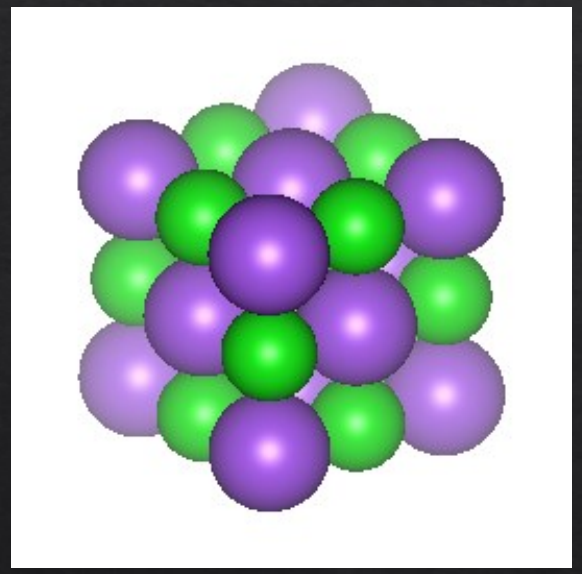


Il quarzo (SiO_2) può presentare una forma regolare prismatico bipiramidale, oppure può mostrare o la combinazione di più forme cristallina o uno sviluppo delle facce non omogeneo; tuttavia, nei cristalli, gli angoli tra due facce adiacenti rimangono costanti.

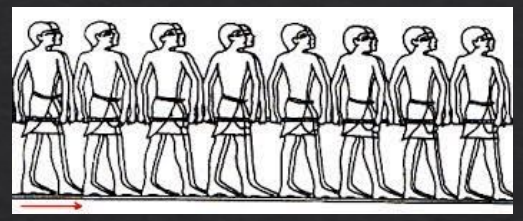
Classificazione cristallochimica

Si possono immaginare delle operazioni da compiere sugli atomi del reticolo che una volta eseguite riportino il sistema in una condizione in cui le posizioni degli atomi sono apparentemente invariate ovvero indistinguibili dalle precedenti

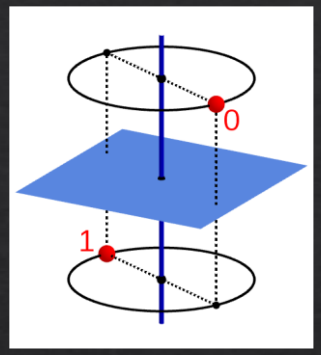
Potremo avere



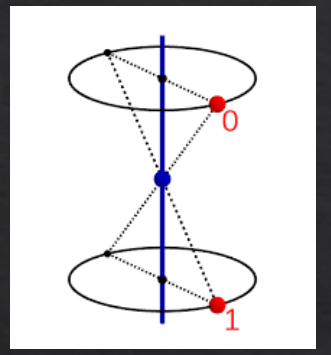
reticolo del cloruro di Sodio (NaCl), il comune sale da cucina noto col nome mineralogico di Halite o salgemma.



Traslazioni

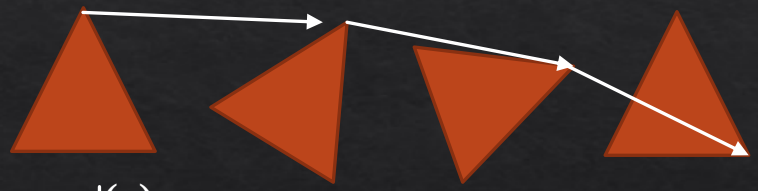


rotoriflessione

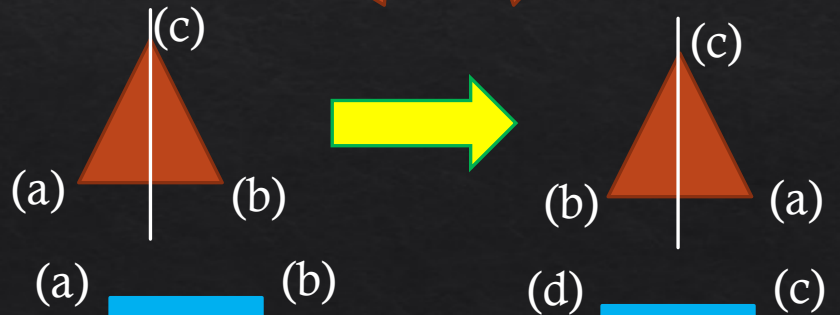


rotoinversone

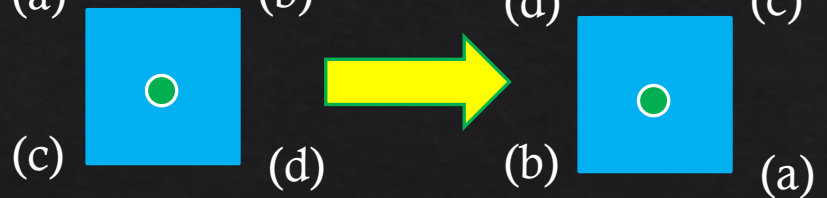
Rotazioni



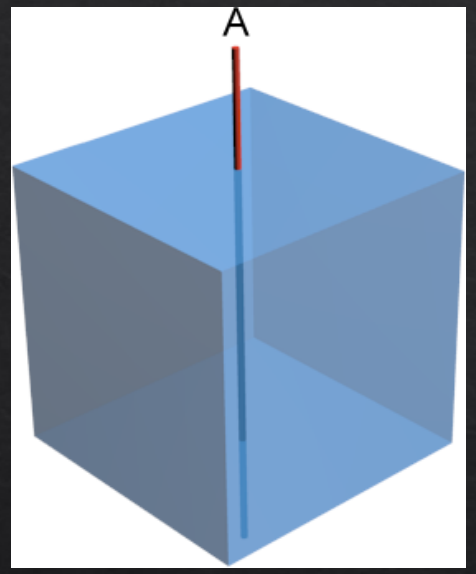
Riflessioni



Inversioni

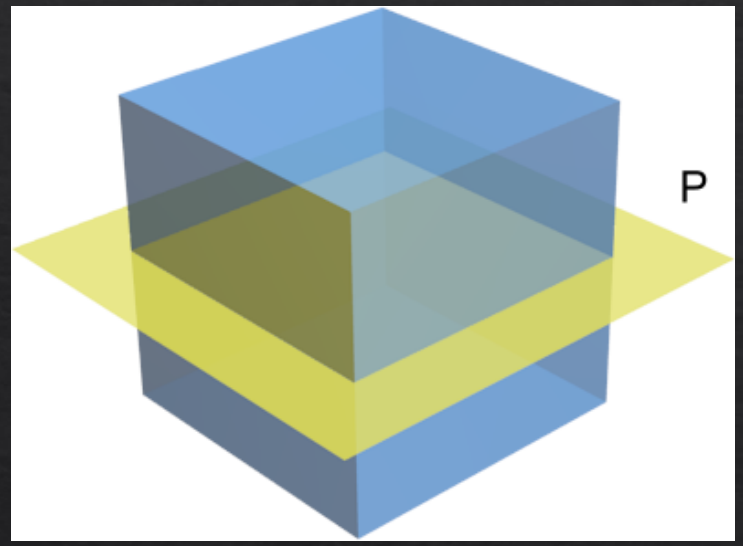


Classificazione cristallochimica



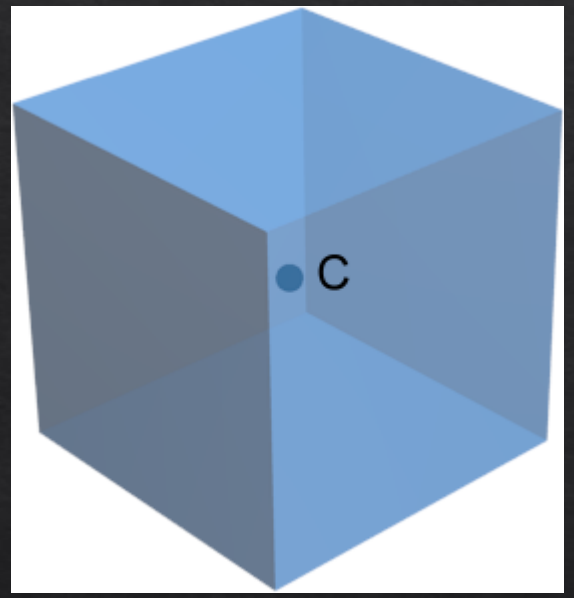
Asse di Simmetria: è una retta immaginaria che attraversa il cristallo in una direzione tale che, facendo ruotare attorno ad esso il cristallo di 360°, questo assume più volte (almeno due) una posizione identica a quella iniziale cioè a una posizione detta di *ricoprimento*.

Classificazione cristallochimica



Piano di simmetria (P): è un piano immaginario che attraversa il cristallo dividendolo in due parti specularmente simmetriche, cioè ricopribili per riflessione rispetto al piano stesso. Da una parte e dall'altra del piano di simmetria si trovano elementi uguali alla stessa distanza.

Classificazione cristallochimica



Centro di simmetria (C): è un punto interno del cristallo tale che ogni retta passante per esso incontra sulla superficie del cristallo elementi uguali a uguale distanza. In altre parole, è un punto che divide a metà tutte le rette che incontrino da parte opposta elementi uguali del poliedro. Se esiste il centro di simmetria, il cristallo presenta coppie di vertici opposti, coppie di facce e spigoli opposti uguali. Un cristallo può avere al massimo un centro di simmetria che è il baricentro del solido. Mentre tutti i cristalli hanno un baricentro, non tutti i cristalli hanno un centro di simmetria.

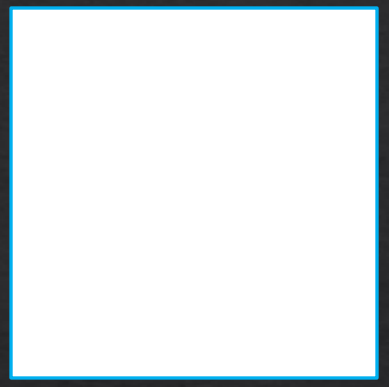
Quanti assi di simmetria sono possibili?



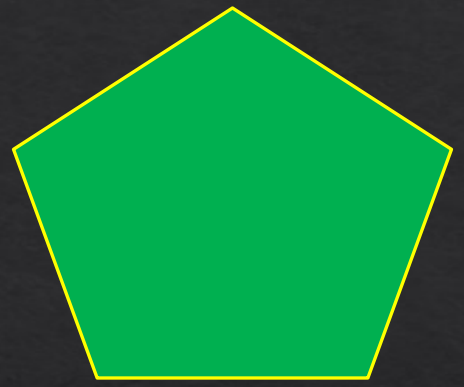
A2



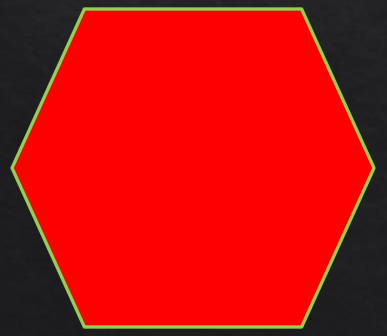
A3



A4



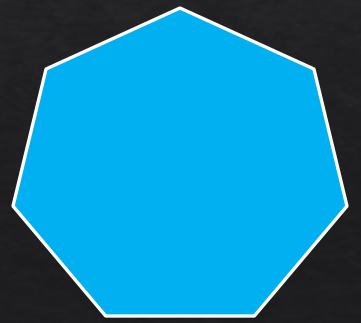
A5



A6



A8

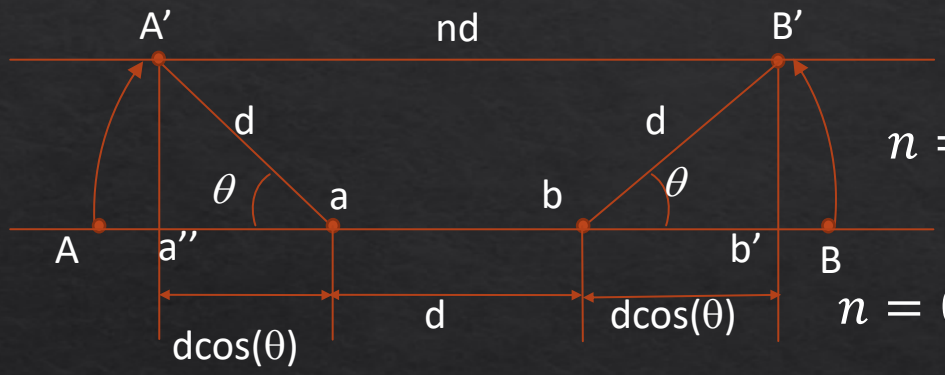


A7



A10

Per capire quali possibili assi di simmetria rotazionale siano possibili, ossia compatibili con la presenza di piani di simmetria traslazionale si supponga di osservare la figura 1 sotto riportata:



$$d\cos\theta + d + d\cos\theta = nd$$

$$\cos\theta = \frac{n-1}{2}$$

$$-1 < n < 3$$

$n = -1 \Rightarrow \theta = 180° \Rightarrow \frac{360°}{180°} = 2 \Rightarrow$ ***asse binario o di ordine 2***

$n = 0 \Rightarrow \theta = 120° \Rightarrow \mathcal{R} = \frac{360°}{120°} = 3 \Rightarrow$ ***asse ternario o di ordine 3***

$n = 1 \Rightarrow \theta = 90° \Rightarrow \mathcal{R} = \frac{360°}{90°} = 4 \Rightarrow$ ***asse quaternario o di ordine 4***

$n = 2 \Rightarrow \theta = 60° \Rightarrow \mathcal{R} = \frac{360°}{60°} = 6 \Rightarrow$ ***asse di ordine 6***

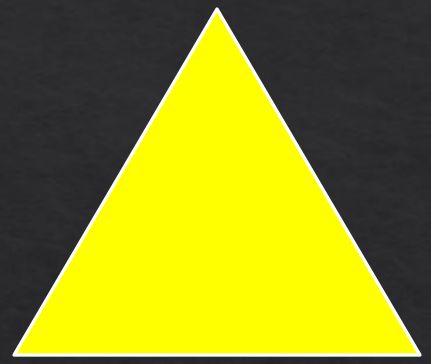
$n = 3 \Rightarrow \theta = 0° \Rightarrow$ ***operazione nulla corrispondente a non compiere alcuna rotazione***

32 gruppi puntuali
230 gruppi spaziali

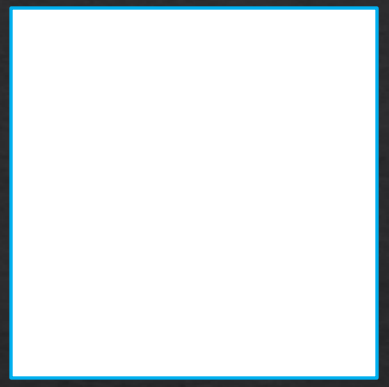
ASSI DI SIMMETRIA DI ORDINE 5 NON ESISTONO



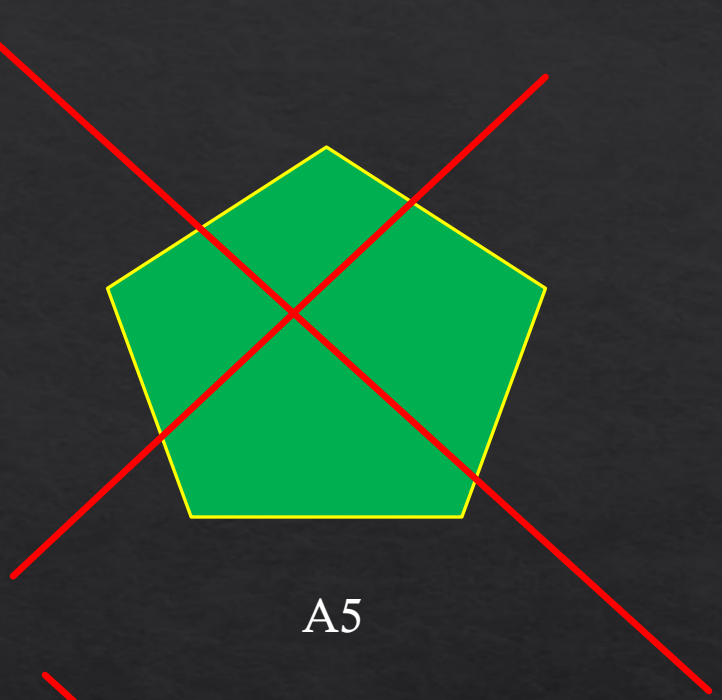
A2



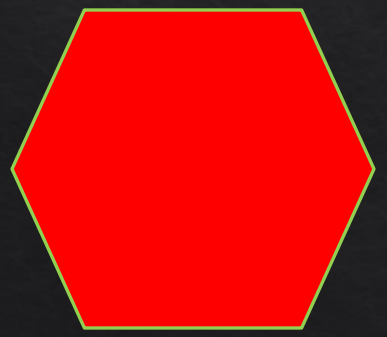
A3



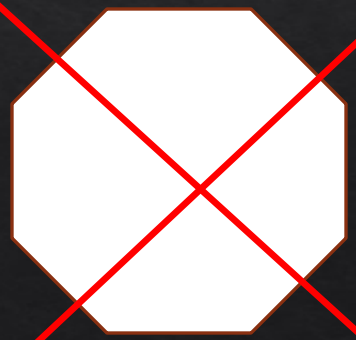
A4



A5



A6



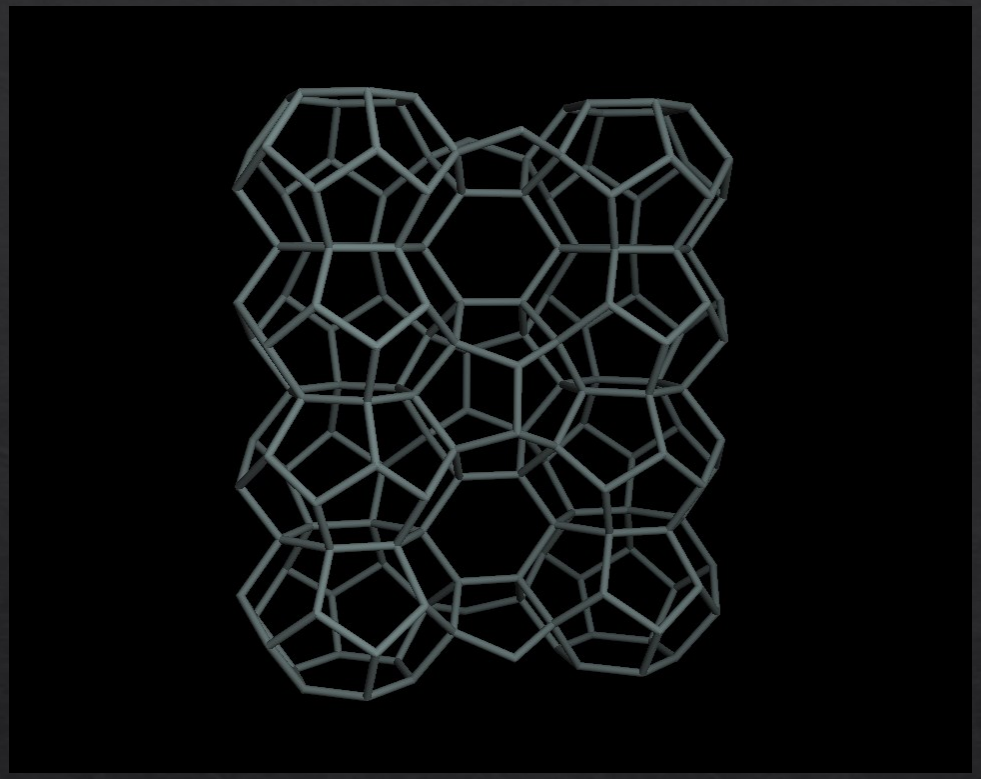
A8



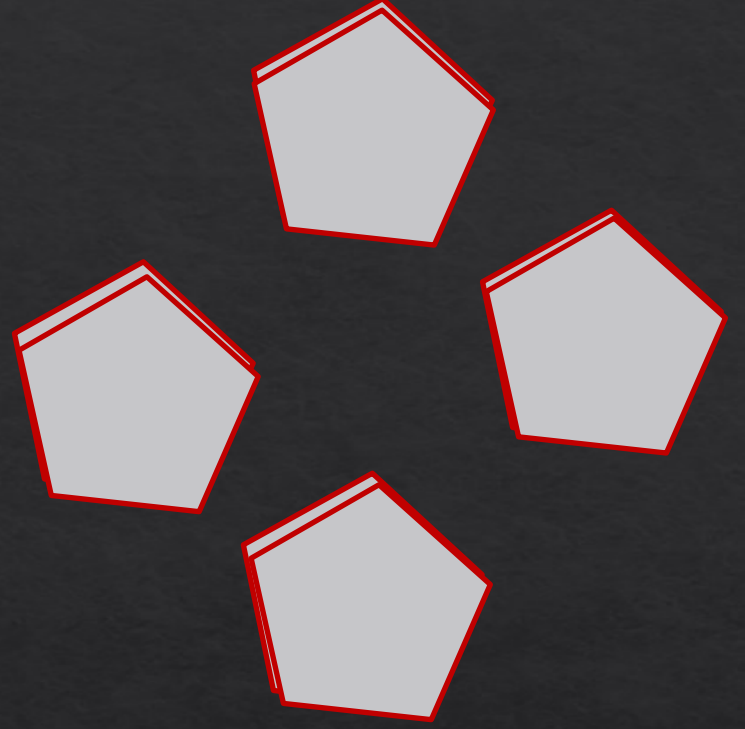
A7



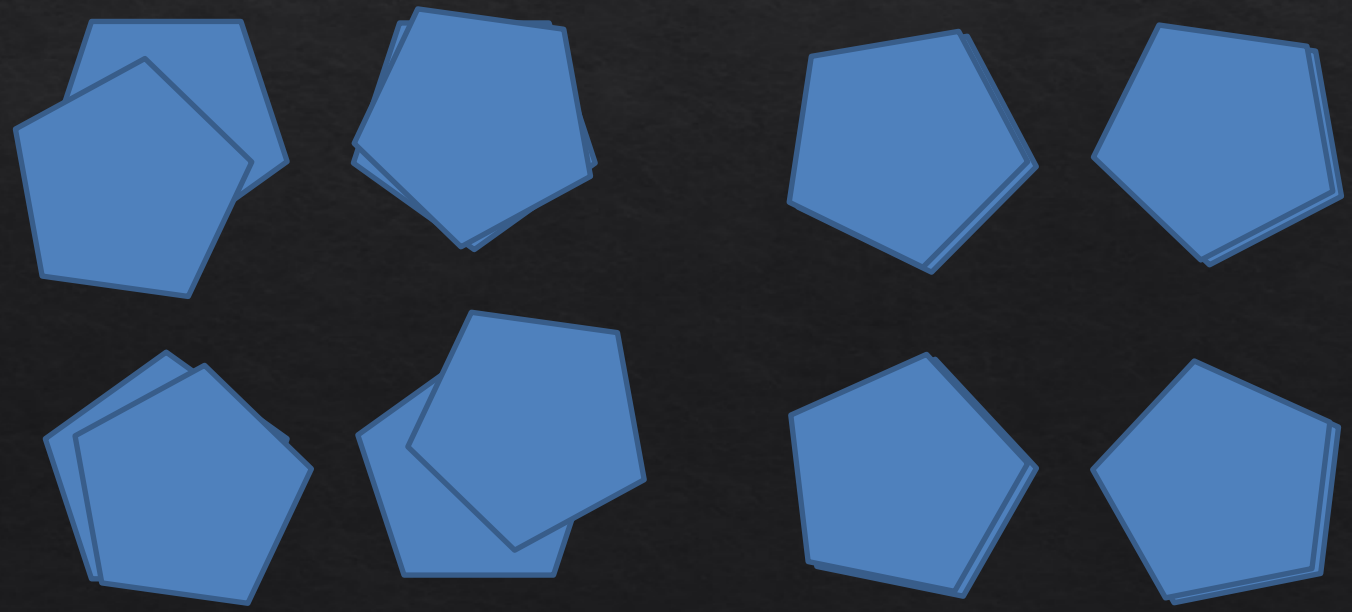
A10



Nei sistemi cristallini gli assi di ordine 5 non sono ammessi.....



pentagonododecaedri, solidi fatti da dodici facce pentagonali sono indicati con il simbolo [5_{12}], mentre i tetracaidecaedri sono indicati con [$5_{12}6_2$] da Domenici V., Lenzi A., Taccone R., 'La Melanoflogite di località Fortullino: uno studio strutturale del minerale', in atti del primo congresso regionale di Scienze Naturali della Toscana "CODICE ARMONICO" ISBN 88-88734-34-1, 44-48 (2006)



Elemento	Melanoflogite non trattata: composizione del solido (mg/kg)	Melanoflogite con predigestione in HCl 37%, per 12 ore: composizione del solido (mg/kg)	mMoli elemento/ raggruppamento SiO2
K	28	26	0,0411
Ca	5636	105	0,1605
Na	63	54	0,1441
Mg	14177	16814	42,4319
Al	149	307	0,6979
Fe	2791	2876	3,1592
Mn	104	56	0,0621
Cr	40	136	0,1607
Ni	52	34	0,0351

Tabella 1: Analisi elementare della melanoflogite, componenti minori

Gruppi cristallini spaziali e Gruppi/Sistemi/Classi puntuali

Gruppi cristallini spaziali

Descrivono la simmetria completa di un cristallo, considerando sia la disposizione degli atomi all'interno della cella unitaria che la simmetria del reticolo.
Sono il risultato della combinazione di operazioni di simmetria puntuale (rotazioni, riflessioni, inversioni) con operazioni di traslazione.

Esistono **230 gruppi spaziali**, che classificano tutti i possibili modi in cui gli atomi possono essere disposti in un cristallo.

Gruppi/Sistemi/Classi puntuali

Descrivono la simmetria di un cristallo considerando solo le operazioni di simmetria che lasciano un punto fisso (operazioni di simmetria puntuale).
La classificazione prevede il raggruppamento in

3 Gruppi (mnometrico, dimetrico, trimetrico)

7 Sistemi cristallini:

- Suddividono i cristalli in 7 categorie (triclino, monoclino, ortorombico, tetragonale, trigonale, esagonale e cubico) in base alle simmetrie del loro reticolo.
- Ogni sistema è caratterizzato da specifiche relazioni tra gli assi cristallografici e gli angoli tra di essi.

•**Classi puntuali**:

- Esistono **32 classi puntuali**, ciascuna corrispondente a una specifica combinazione di operazioni di simmetria.
- Le classi puntuali determinano la simmetria esterna (morfologia) del cristallo.
- Sono la rappresentazione matematica delle classi puntuali.
- Descrivono l'insieme di tutte le operazioni di simmetria che lasciano un punto del cristallo invariato.

GRUPPI	SISTEMI	CLASSI	parametri di cella	angoli di cella	SIMBOLI DI SHOENFLESS	Tavole internazionali (simbologia ridotta)	Tavole internazionali (simbologia completa)	Elementi di simmetria puntuali
TRIMETRICO	TRICLINO	Pediale	a ≠ b ≠ c	α ≠ β ≠ γ ≠ 90°	C_1	1	1	none
		Pinacoidale	a ≠ b ≠ c	α ≠ β ≠ γ ≠ 90°	C_i	$\bar{1}$	$\bar{1}$	i
	MONOCLINO	Sfenoidale	a ≠ b ≠ c	α = β = 90° γ ≠ 90°	C_2	2	2	$1A_2$
		Domatica	a ≠ b ≠ c	α = β = 90° γ ≠ 90°	C_s	m	m	1m
		Prismatica	a ≠ b ≠ c	α = β = 90° γ ≠ 90°	C_{2h}	2/m	2/m	i, $1A_2$, 1m
	(ORTO)ROMBICO	Bisfenoidale rombica	a ≠ b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_2	222	222	$3A_2$
		Piramidale rombica	a ≠ b ≠ c	α = β = γ = 90°	C_{2v}	mm2	mm2	$1A_2$, 2m
		Bipiramidale rombica	a ≠ b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_{2h}	mmm	2/m 2/m 2/m	i, $3A_2$, 3m
DIMETRICO	TETRAGONALE	Bisfenoidale tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	C_4	4	4	$1A_4$
		Scalenoedrica tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	S_4	$\bar{4}$	$\bar{4}$	$\bar{A}_4$
		Trapezoedrica tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	C_{4h}	4/m	4/m	i, $1A_4$, 1m
		Piramidale ditetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_4	422	422	$1A_4$, $4A_2$
		Piramidale tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	C_{4v}	4mm	4mm	$1A_4$, 4m
		Bipiramidale tetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_{2d}	$\bar{4}2m$ o $\bar{4}m2$	$\bar{4}2m$ o $\bar{4}m2$	$1\bar{A}_4$, $2A_2$, 2m
		Bipiramidale ditetragonale	a = b ≠ c	α = β = γ = 90°	D_{4h}	4/mmm	4/m 2/m 2/m	i, $1A_4$, $4A_2$, 5m
	TRIGONALE	Romboedrica trigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_3	3	3	$1A_3$
		Trapezoedrica trigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_{3i}	$\bar{3}$	$\bar{3}$	$1\bar{A}3$
		Piramidale ditrigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	D_3	32 o 321 o 312	32 o 321 o 312	$1A_3$, $3A_2$
		Piramidale trigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_{3v}	3m o 3m1 o 31m	3m o 3m1 o 31m	$1A_3$, 3m
		Bipiramidale trigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	D_{3d}	$\bar{3}m$ o $\bar{3}m1$ o $\bar{3}1m$	$\bar{3}2/m$ o $\bar{3}2/m1$ o $\bar{3}12/m$	$1\bar{A}_3$, $3A_2$, 3m
		Bipiramidale ditrigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_6	6	6	$1A_6$
		Scalenoedrica ditrigonale	a = b =c	α = β = γ ≠ 90°	C_{3h}	$\bar{6}$	$\bar{6}$	$1\bar{A}6$
	ESAGONALE	Trapezoedrica esagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	C_{6h}	6/m	6/m	i, $1A_6$, 1m
		Piramidale esagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	D_6	622	622	$1A_6$, $6A_2$
		Piramidale diesagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	C_{6v}	6mm	6mm	$1A_6$, 6m
		Bipiramidale esagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	D_{3h}	$\bar{6}m2$ *o* $\bar{6}2m$	$\bar{6}m2$ *o* $\bar{6}2m$	$1\bar{A}_6$, $3A_2$, 3m
		Bipiramidale diesagonale	a = b ≠ c	α = β = 90°, γ = 120°	D_{6h}	6/mmm	6/m 2/m 2/m	i, $1A_6$, $6A_2$, 7m
MONOMETRICO	CUBICO	Pentagonododecaedrica-tetraedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	T	23	23	$3A_2$, $4A_3$
		Diacisdodecaedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	T_h	$m\bar{3}$	$2/m\bar{3}$	$3A_2$, 3m, $4\bar{A}_3$
		Esacistetraedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	O	432	432	$3A_4$, $4A_3$, $6A_2$
		Pentagonoicositetraedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	T_d	$\bar{4}3m$	$\bar{4}3m$	$3\bar{A}_4$, $4A_3$, 6m
		Esacisottaedrica	a=b=c	α = β = γ = 90°	O_h	$m\bar{3}m$	$4/m\bar{3}\,2/m$	$3A_4$, $4\bar{A}_3$, $6A_2$, 9m

Simboli delle operazioni di simmetria

i ⇔centro di inversione

An (n) ⇔ asse dirotazione di ordine n

$\bar{A}_n$ ⇔ Asse di rotoinversione

m piano di riflessione

n/m asse di ordine m e piano orizzontale

nm asse di ordine n e piano verticale

Forme Tricline, Monocline e Ortorombiche (8 forme)

•Pedion (Pedio):

- Una singola faccia non correlata ad altre per simmetria. Forma aperta.

•Pinacoid (Pinacoide):

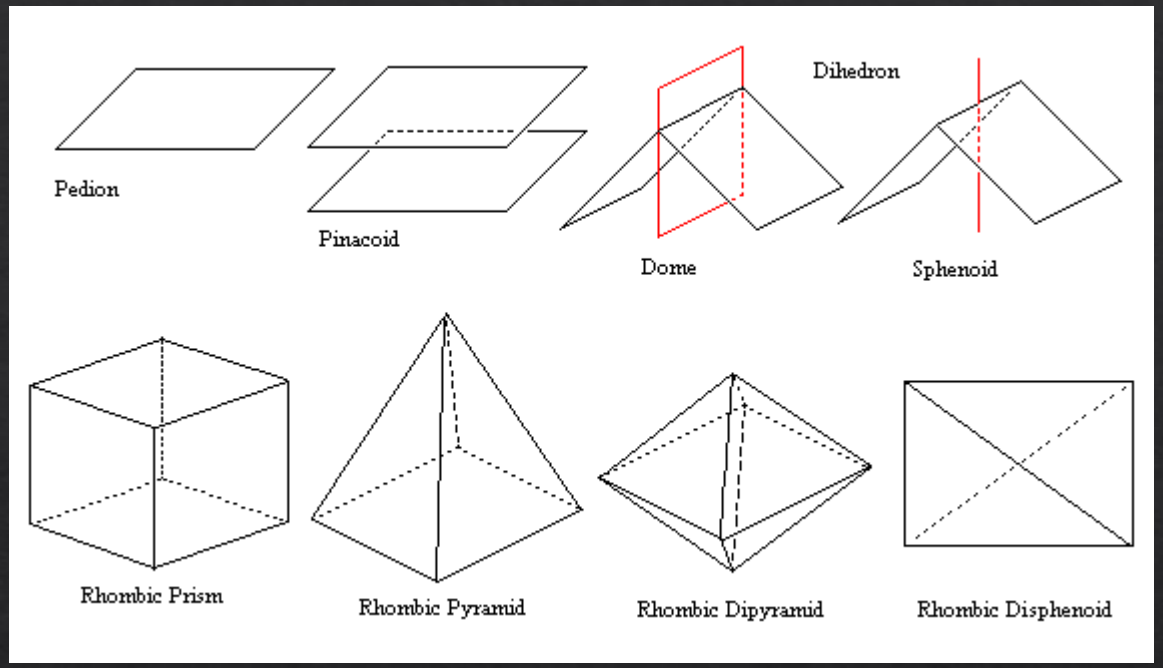
- Una coppia di facce parallele correlate da un piano speculare o da un asse di simmetria binario. Forma aperta.

•Dihedron (Diedro):

- Una coppia di facce intersecanti correlate da un piano speculare o da un asse di simmetria binario. Alcuni cristallografi distinguono tra "domi" (coppie di facce intersecanti correlate da un piano speculare) e "sfenoide" (coppie di facce intersecanti correlate da un asse di simmetria binario). Tutte sono forme aperte.

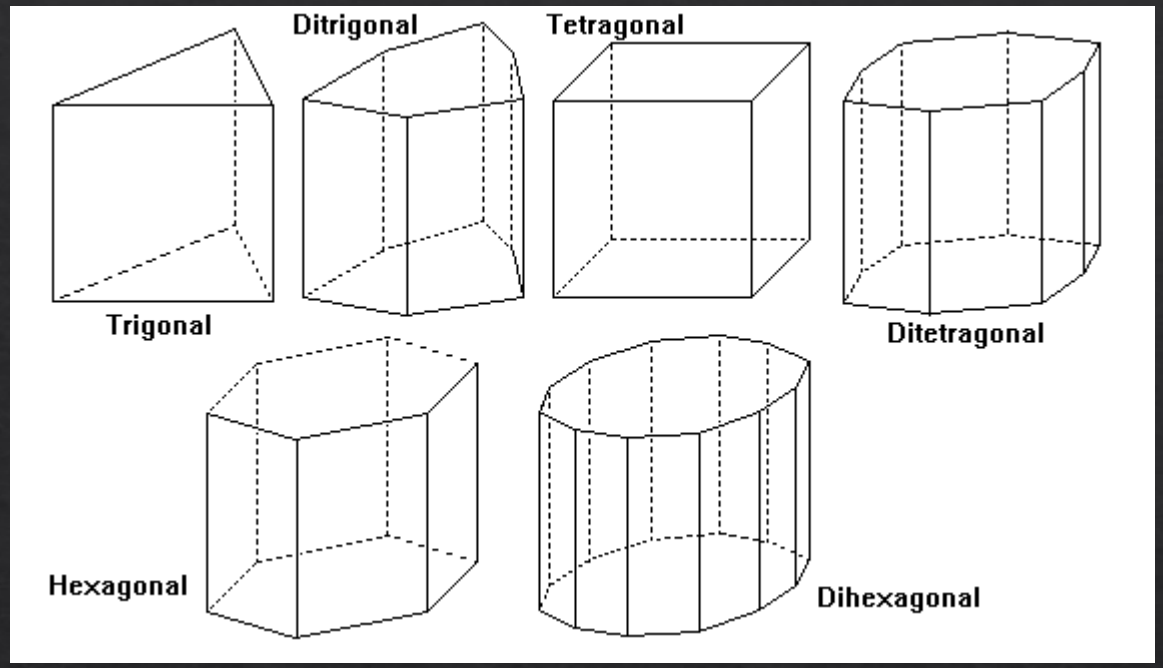
•Pyramid (Piramide):

- Un insieme di facce correlate per simmetria e che si incontrano in un punto comune. Forma aperta.



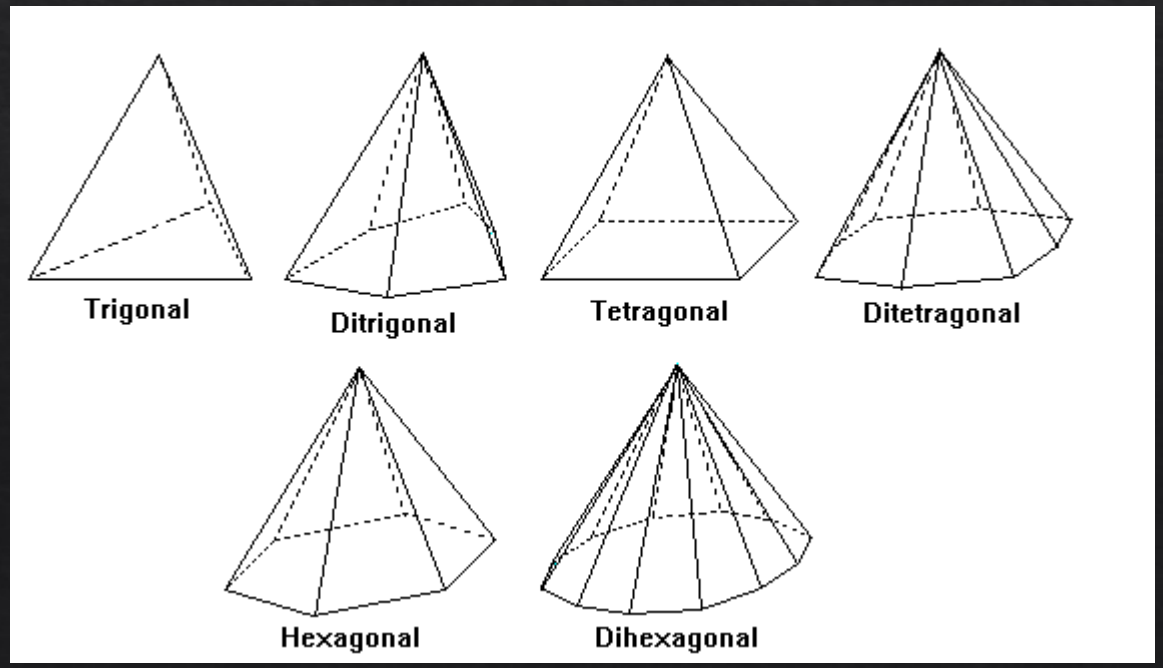
Prismi di ordine 3, 4 e 6 (6 forme)

- Una collezione di facce tutte parallele a un asse di simmetria. Tutte sono forme aperte.



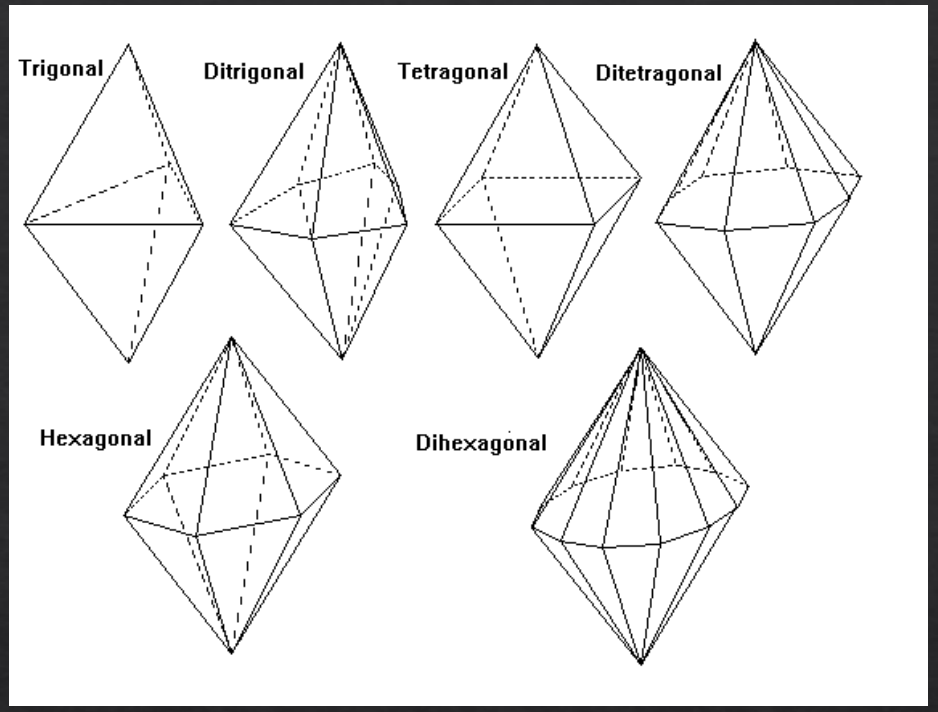
Piramidi di ordine 3, 4 e 6 pieghe (6 forme)

- Un gruppo di facce che si intersecano in un asse di simmetria. Tutte sono forme aperte. La base della piramide sarebbe un pedion.



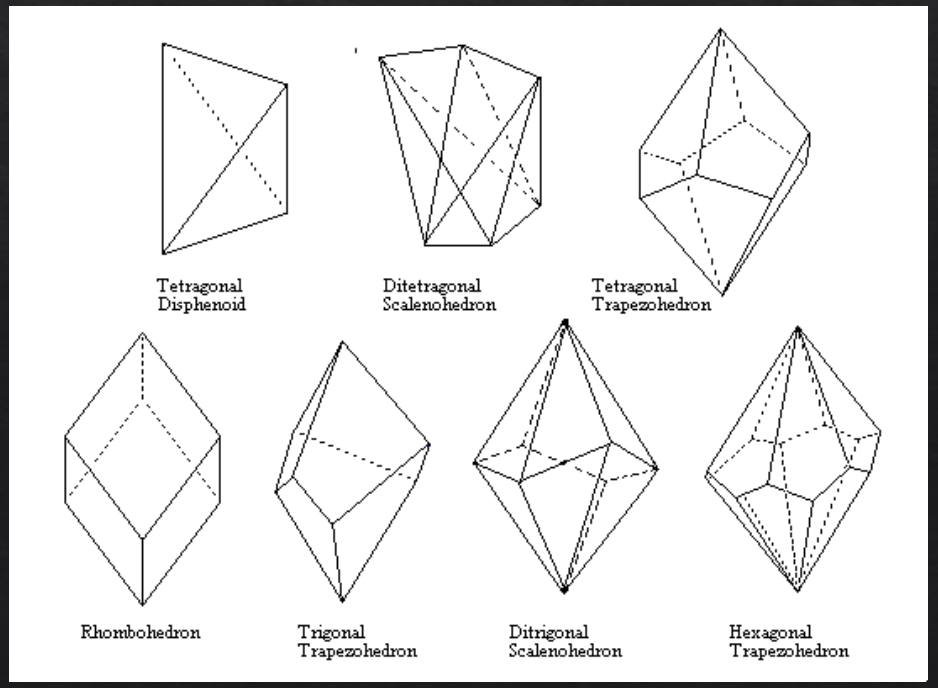
Dipiramidi di ordine 3, 4 e 6 pieghe (6 forme)

- Due piramidi unite base a base lungo un piano speculare. Tutte sono forme chiuse, come tutte le forme seguenti.



Scalenoedri e Trapezoedri (7 forme)

- **Disfenoide:**
  - Un solido con quattro facce triangolari congruenti, simile a un tetraedro distorto. I punti medi dei bordi sono assi di simmetria binari. Nello sfenoide tetragonale le facce sono triangoli isosceli e un asse di inversione quaternario unisce i punti medi delle basi dei triangoli isosceli.
- **Scalenoedro:**
  - Un solido composto da facce triangolari scalene (tutti i lati disuguali).
- **Trapezoedro:**
  - Un solido composto da trapezi (quadrilateri irregolari).
- **Romboedro:**
  - Un solido con sei facce parallelogrammi congruenti. Può essere considerato un cubo distorto lungo uno dei suoi assi di simmetria ternari diagonali.



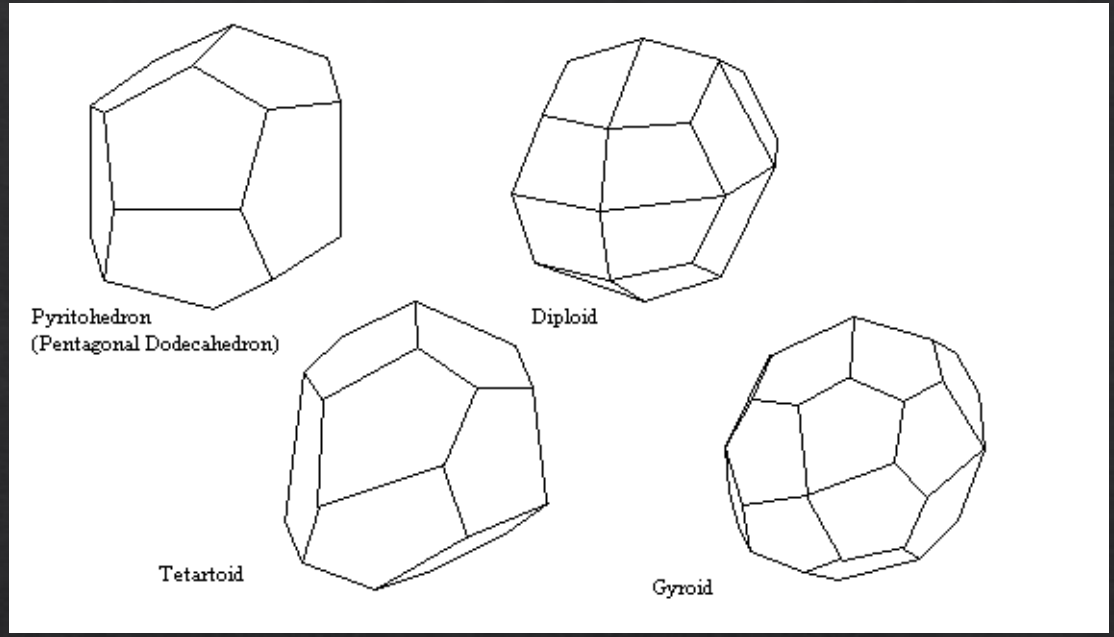
Forme Tetartoidali, Giroedrali e Diploidali (4 forme)

•Tetartoide:
- La forma generale per la classe di simmetria 233. 12 facce pentagonali irregolari congruenti. Il nome deriva da una radice greca per "un quarto" perché è presente solo un quarto delle 48 facce per la simmetria isometrica completa.

•Giroide:
- La forma generale per la classe di simmetria 432. 24 facce pentagonali irregolari congruenti.

•Diploide:
- La forma generale per la classe di simmetria 2/m3*. 24 facce quadrilatere irregolari congruenti. Il nome deriva da una radice latina per "metà", perché è presente la metà delle 48 facce per la simmetria isometrica completa.

•Piritoedro:
- Forma speciale (hk0 es. 2,1,0) della classe di simmetria 2/m3*. Le facce sono ciascuna perpendicolare a un piano speculare, riducendo il numero di facce a 12 facce pentagonali. **Sebbene questo assomigli superficialmente al solido platonico con 12 facce pentagonali regolari, queste facce non sono regolari.**



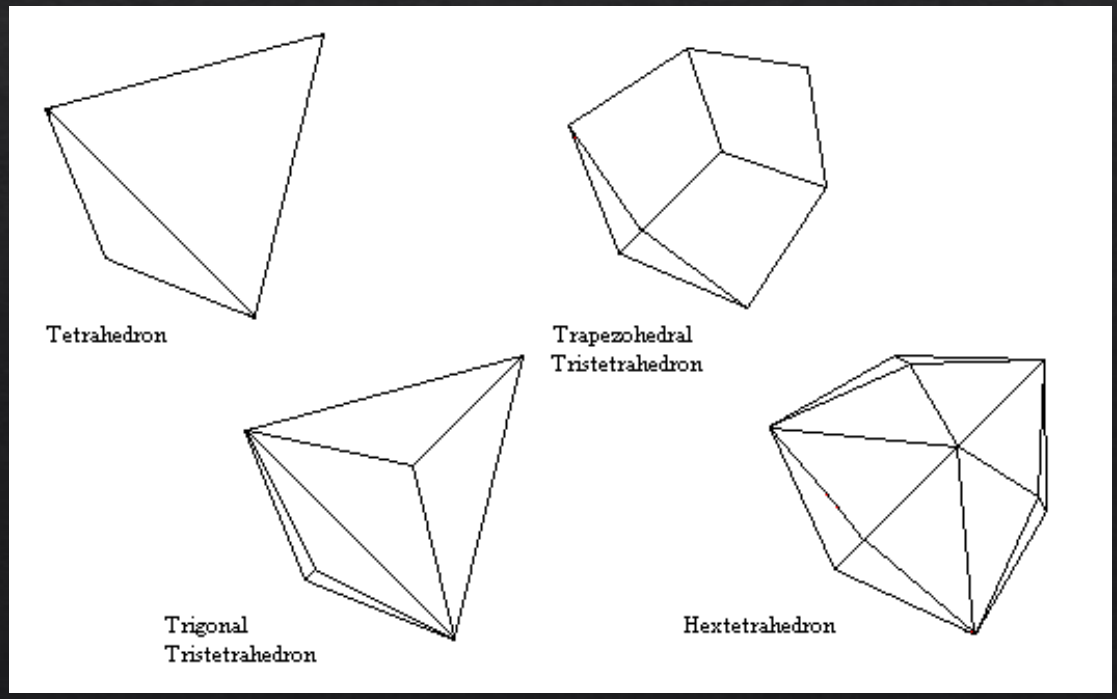
Forme Esatetraedriche (4 forme)

•Tetrahedron (Tetraedro):
- Quattro facce triangolari equilatere (111).

•Trapezohedral Tristetrahedron (Tristetraedro Trapezoedrico):
- 12 facce a forma di aquilone (hll).

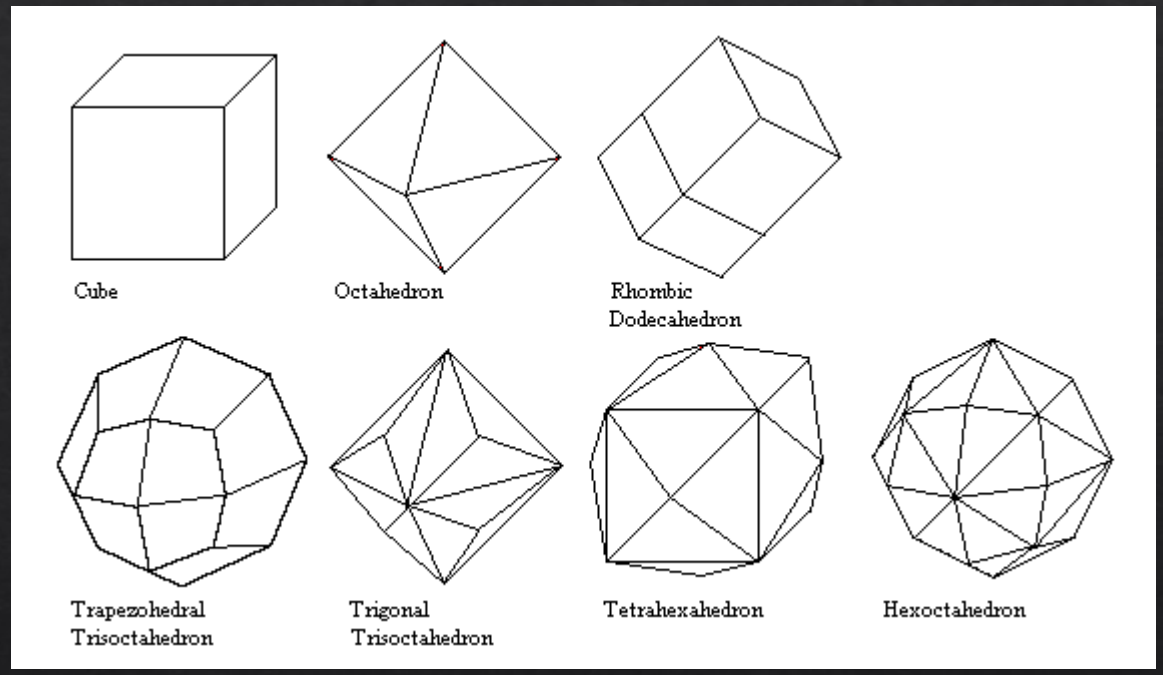
•Trigonal Tristetrahedron (Tristetraedro Trigonale):
- 12 facce triangolari isosceli (hhl). Simile a un tetraedro con una bassa piramide triangolare costruita su ciascuna faccia.

•Hextetrahedron (Esatetraedro):
- 24 facce triangolari (hkl). La forma generale.



Forme Esaottaedriche (7 forme)

- **Cubo:**
  - Sei facce quadrate (100).
- **Ottaedro:**
  - Otto facce triangolari equilatere (111).
- **Dodecaedro Rombico o rombododecaedro:**
  - 12 facce rombiche (110).
- **Trisottaedro Trapezoedrico:**
  - 24 facce a forma di aquilone (hhl). Nota che gli indici di Miller per i due trisottaedri sono opposti a quelli per i tristetraedri.
- **Trisottaedro Trigonale:**
  - 24 facce triangolari isosceli (hll). Simile a un ottaedro con una bassa piramide triangolare costruita su ciascuna faccia.
- **Tetraesaedro:**
  - 24 facce triangolari isosceli (h0l). Simile a un cubo con una bassa piramide costruita su ciascuna faccia.
- **Esaottaedro:**
  - 48 facce triangolari (hkl). La forma generale.



Gruppo monometrico, sistema cubico,Classe esacisottaedrica, simbolo del gruppo *m3m*

La **classe esacisottaedrica** è una delle 32 classi di simmetria cristallografica, appartenente al sistema cubico. È anche conosciuta come la classe di simmetria del gruppo puntuale *m3m* (o 4/m3/m in notazione Hermann-Mauguin).

Caratteristiche principali:

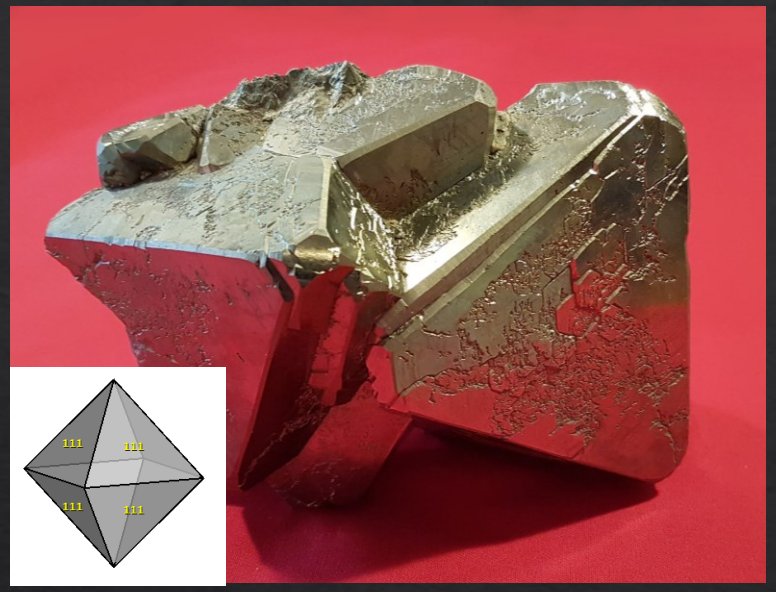
•**Massima simmetria:** questa classe possiede il più alto grado di simmetria tra tutte le classi cristallografiche.

•**Elementi di simmetria:** include i seguenti elementi di simmetria:

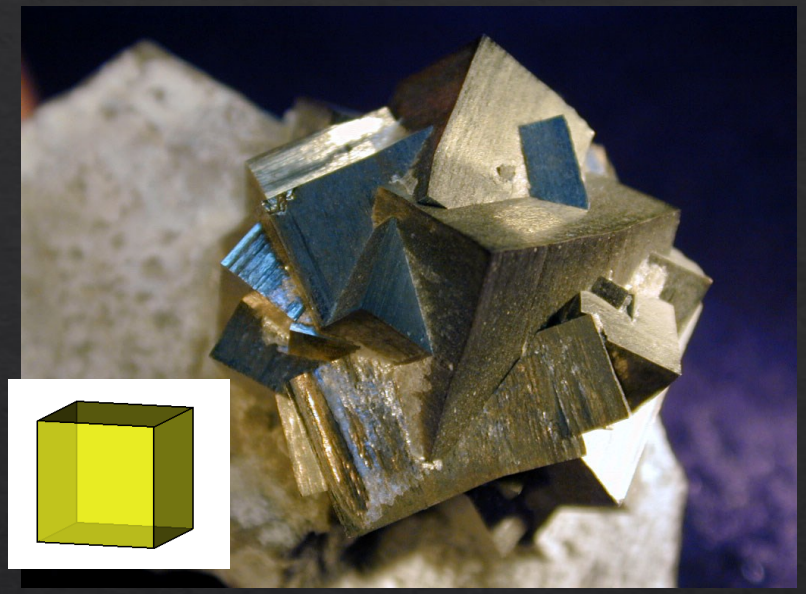
- 3 assi di rotazione quaternari (4-fold)
- 4 assi di rotazione ternari (3-fold)
- 6 assi di rotazione binari (2-fold)
- 9 piani di specchio
- 1 centro di inversione

•**Forme cristalline:** le forme cristalline più comuni associate a questa classe sono il cubo, l'ottaedro, il dodecaedro rombico e l'icositetraedro pentagonale.

Abito Cristallino (Habitus) e forme cristalline



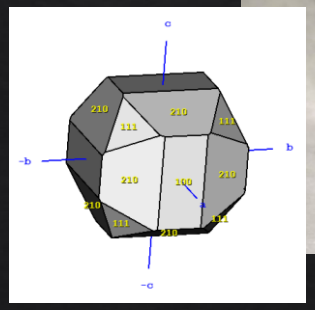
Pirite ottaedrica {111}



Pirite cubica {100}



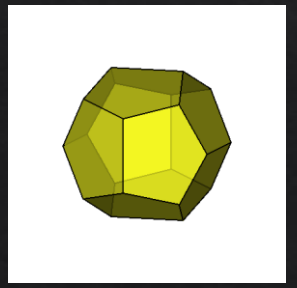
Pirite pentagonododecaedrica {210}



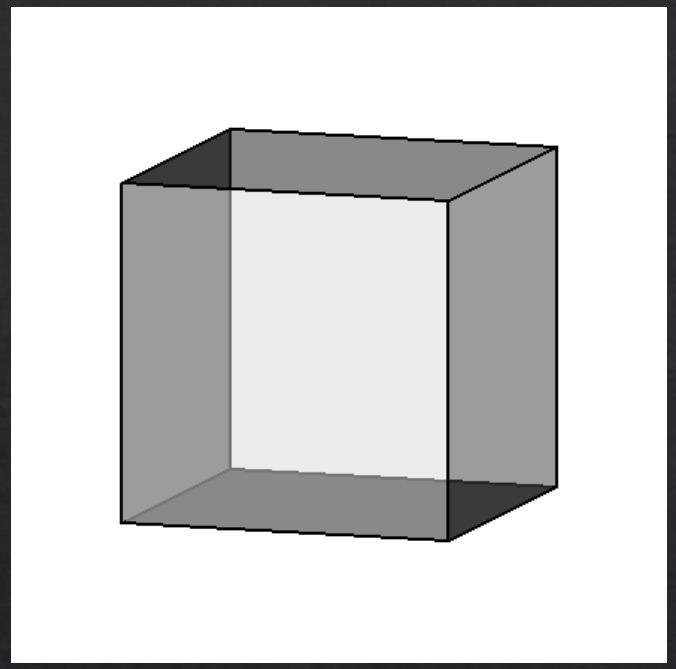


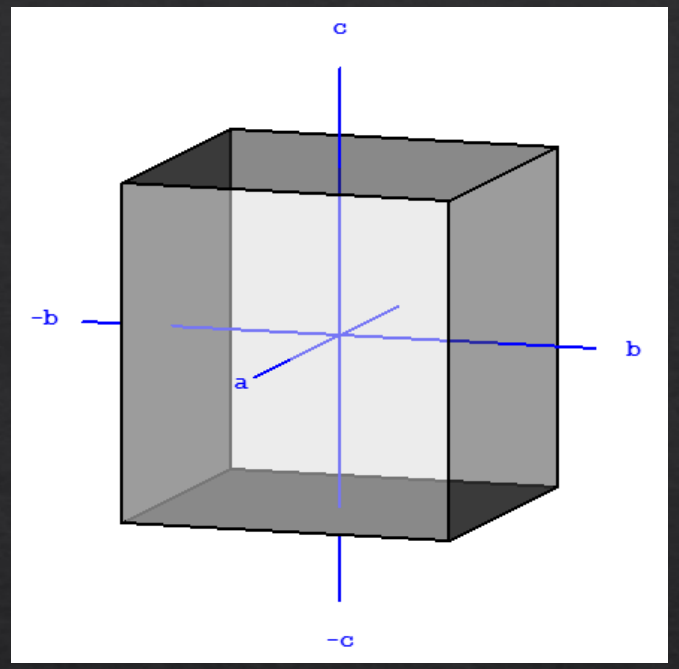


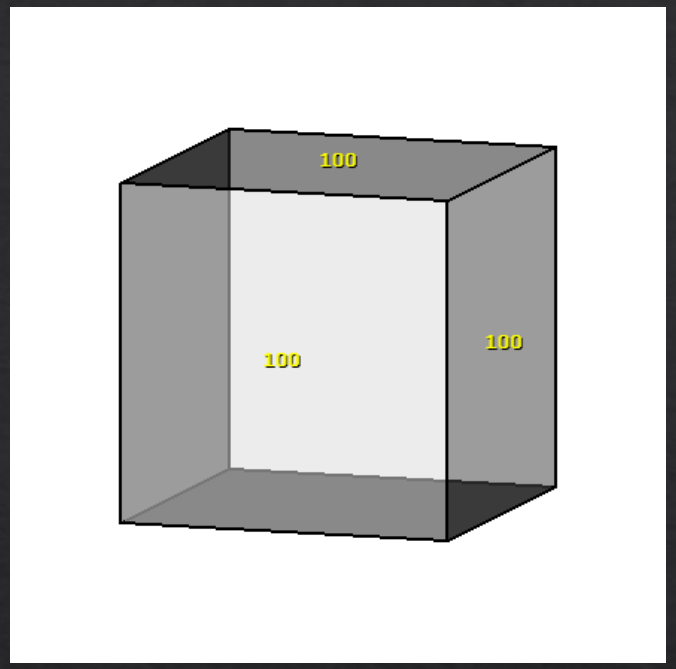
Pirite pentagonododecaedrica {210}

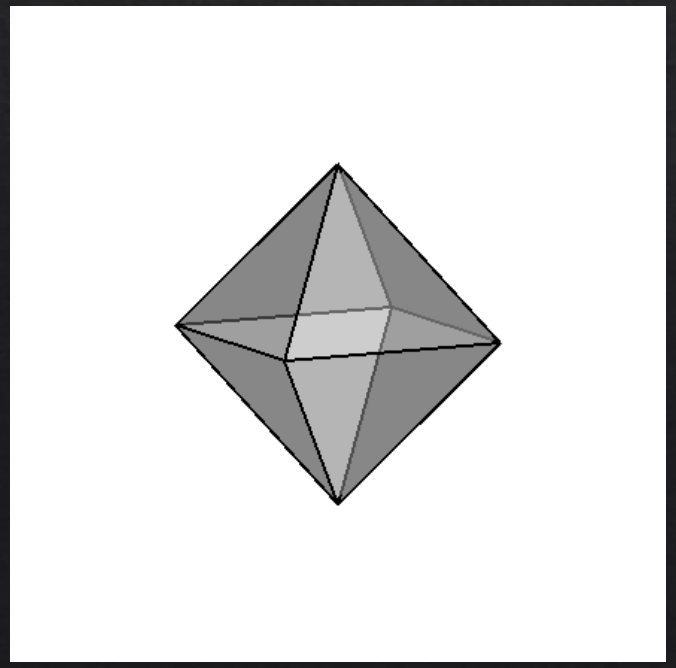


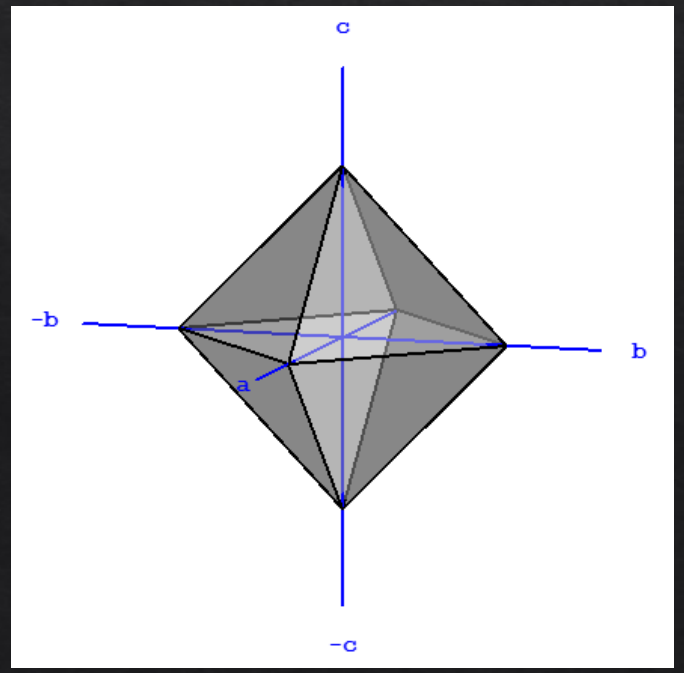
Gruppo monometrico, Sistema cubico, classe Esacisottaedrica sviluppo delle forme {1,0,0} cubo e {1,1,1} ottaedro: $m\bar{3}m$

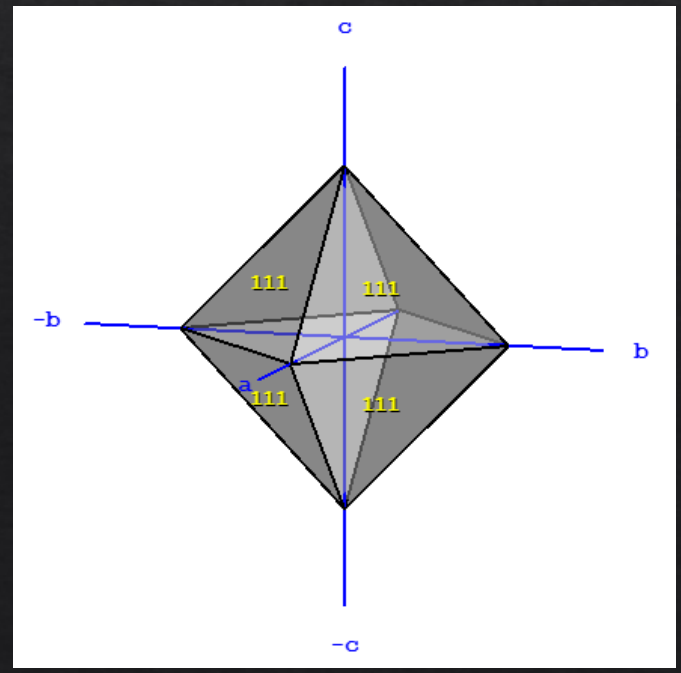


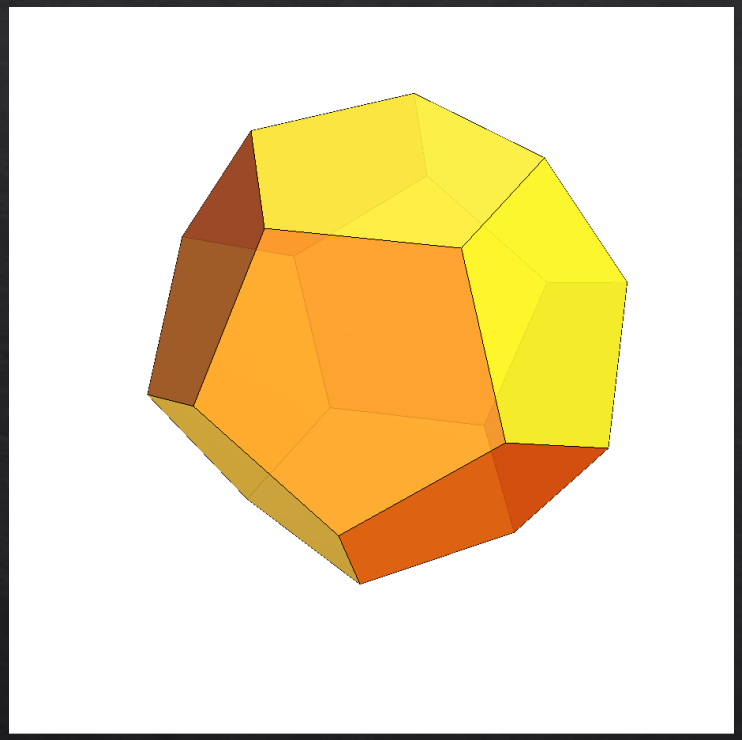




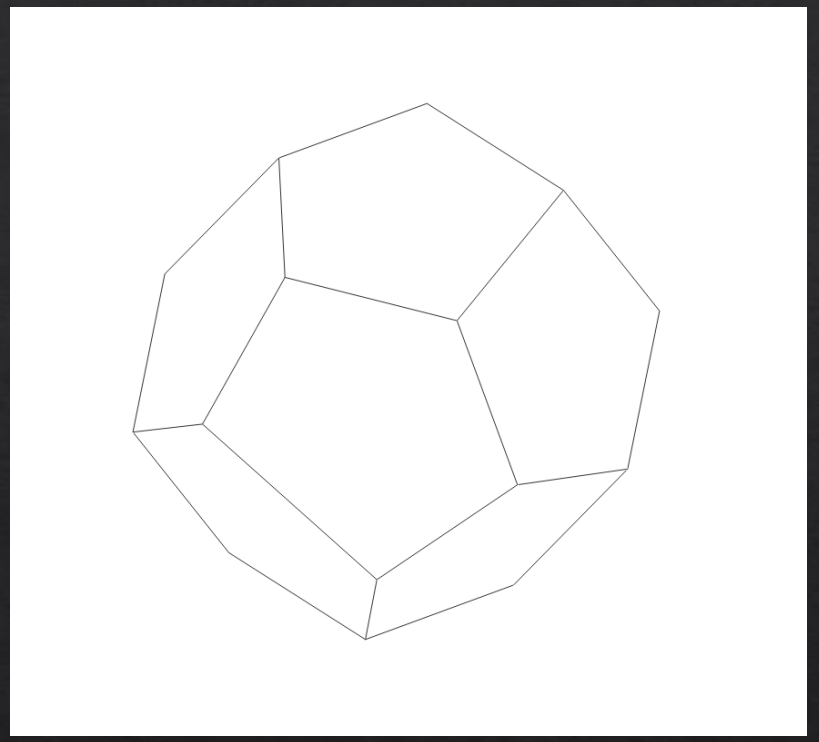








Pentagonododecaedro regolare



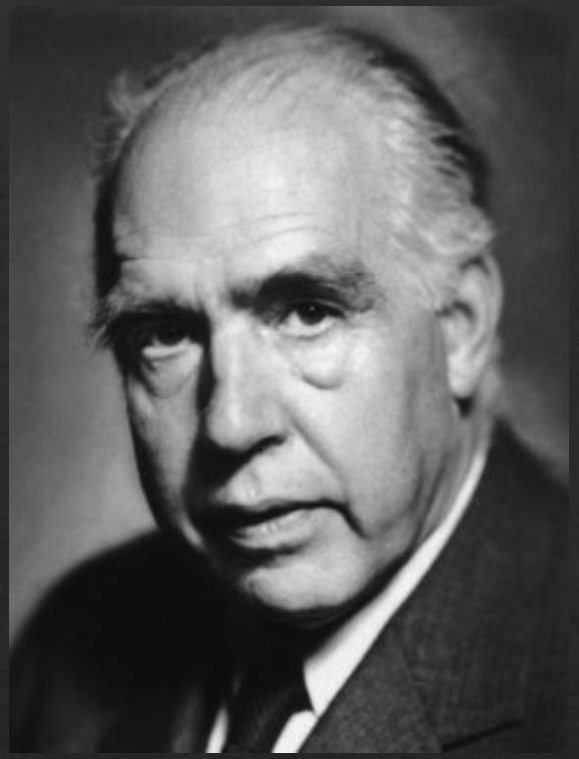


Piritoedro: vista del modello tridimensionale e foto di un cristallo di pirite

GRAZIE
PER LA VOSTRA
ATTENZIONE

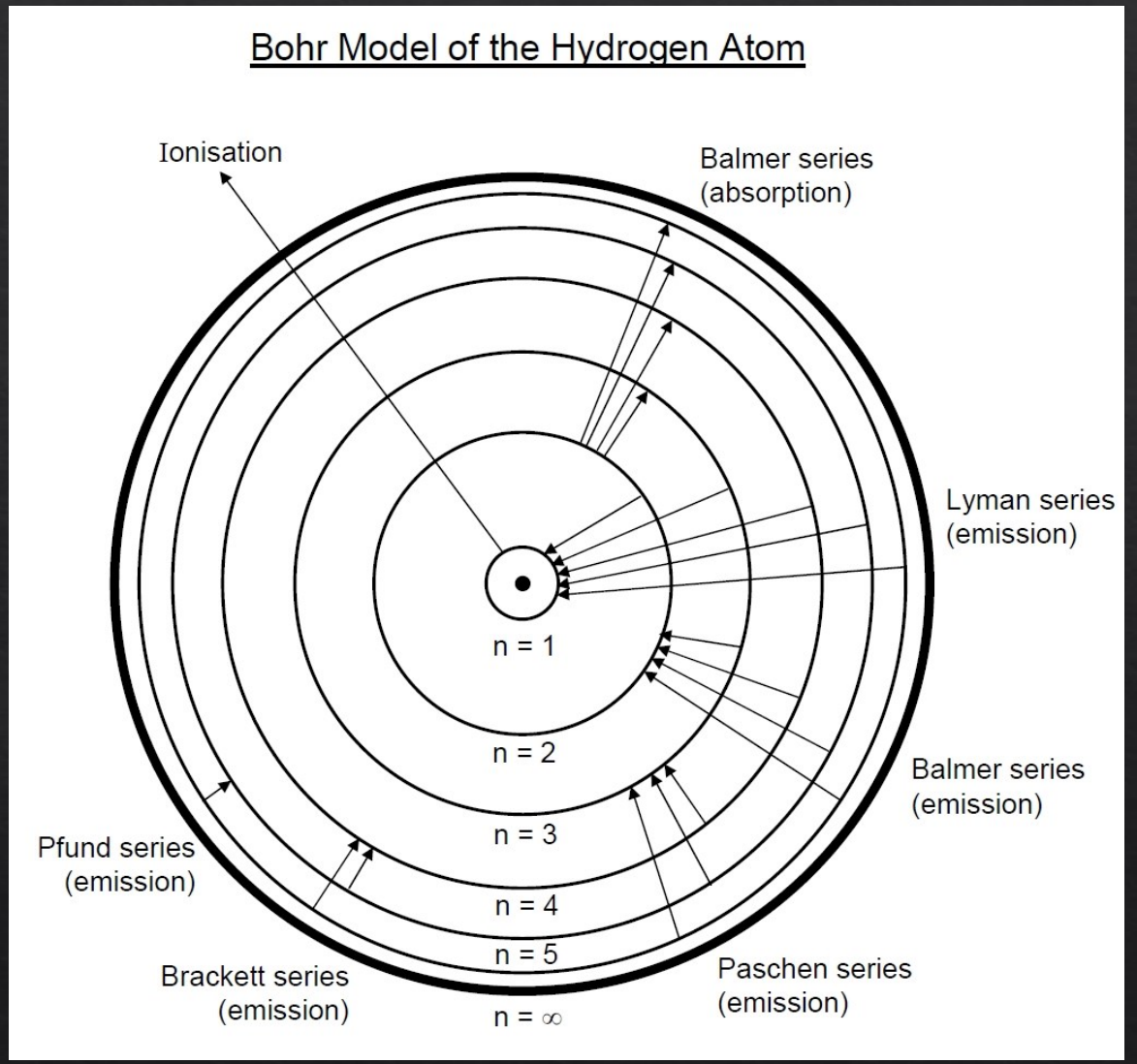
BACKUP SLIDES

ATOMO DI BOHR 1913



Niels Bohr
(1885 – 1962)

Premio Nobel 1922



$$r \cdot mv = n\,\hbar$$



Reiner Werner Heisenberg (1901 – 1976)
Nobel Fisica 1932

Principio di indeterminazione (1926)

$$\Delta p \, \Delta x > \tfrac{1}{2} \hbar$$



Erwin Schroedinger (1887-1961)
Nobel Fisica 1933

$$i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial t} = \hat{H}\Psi$$

(1927)



Max Born (1882 – 1970)
Nobel Fisica 1954

$$\frac{-\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + U\Psi = E\Psi$$

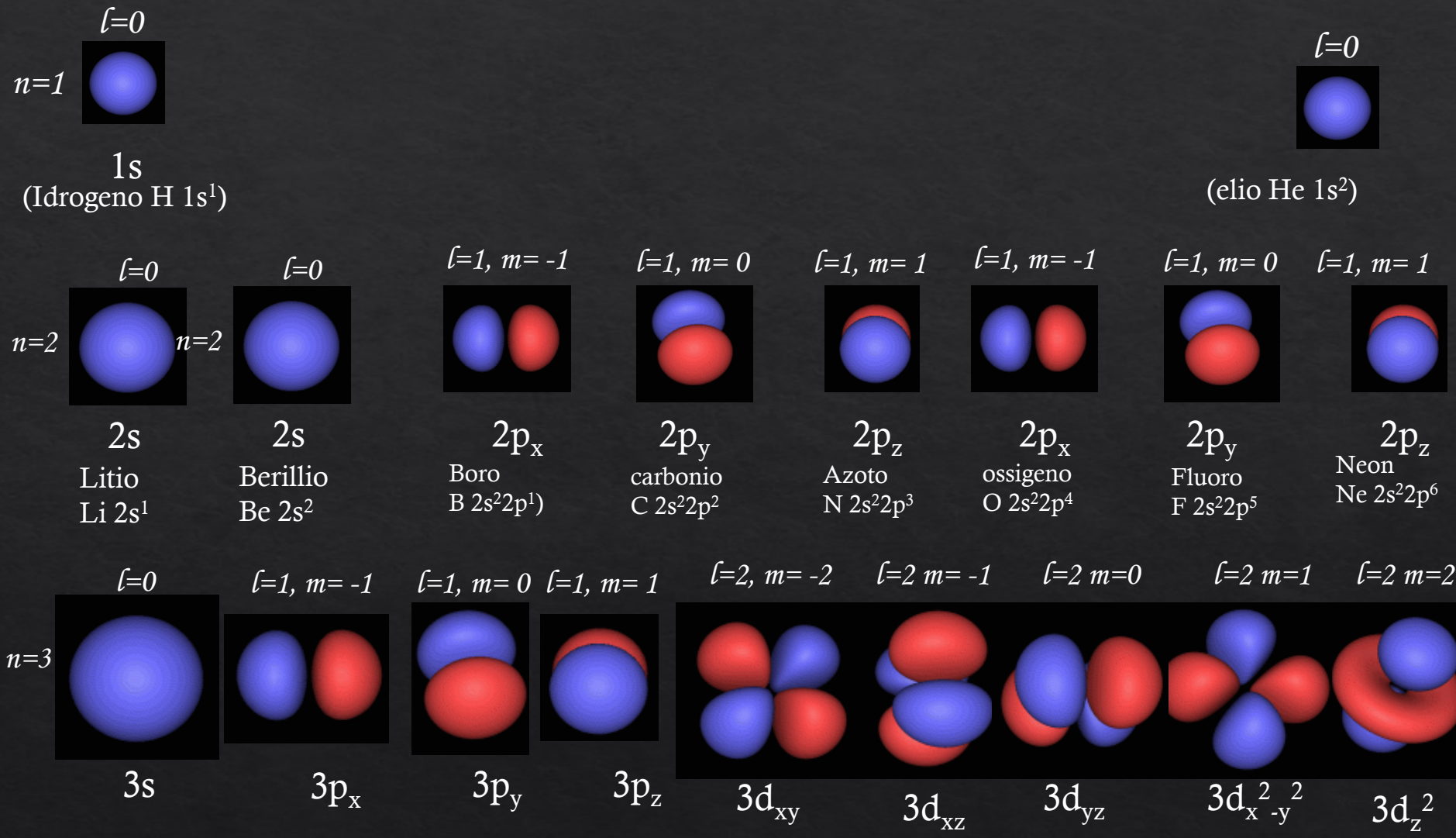
Le particelle non hanno posizione e velcità definite ma sono descritte da una 'FUNZIONE D'ONDA' legata alla propabilità di avere una data posizione nello spazio

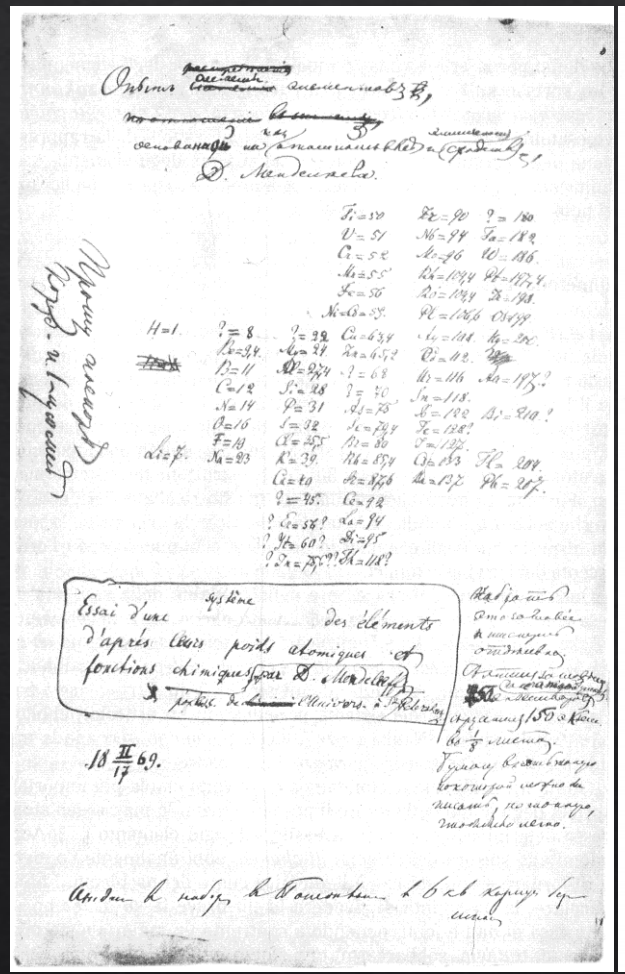
$$\frac{-\hbar^2}{2m}\frac{\partial^2\Psi}{\partial x^2} + U\Psi = E\Psi$$

La funzione d'onda che descrive gli elettroni in un atomo prende il nome di:

ORBITALE ATOMICO

GLI ORBITALI ATOMICI E LA RELAZIONE CON LE PROPRIETA PERIODICHE





Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве

Д. Менделеев

Попытка системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве. Д. Менделеев.

Ti=50 Zr=90 ?=180
V=51 Nb=94 Ta=182
Cr=52 Mo=96 W=186
Mn=55 Rh=104,4 Pt=197,4
Fe=56 Ru=104,4 Ir=198.
Ni=Co=59. Pl=106,6 Os=199
H=1 ?=8 ?=22 Cu=63,4 Ag=108 Hg=200.
Be=9,4 Mg=24 Zn=65,2 Cd=112
B=11 Al=27,4 ?=68 Ur=116 Au=197?
C=12 Si=28 ?=70 Sn=118.
N=14 P=31 As=75 Sb=122 Bi=210?
O=16 S=32 Se=79,4 Te=128?
F=19 Cl=35,5 Br=80 J=127.
Li=7 Na=23 K=39. Rb=85,4 Cs=133 Tl=204
Ca=40 Sr=87,6 Ba=137 Pb=207.
?Di=138? ?La=94
?Ce=140? ?Di=95
?Yt=60? ?In=75,6 Th=118?

Essai d'une système des éléments d'après leurs poids atomiques et fonctions chimiques par D. Mendeleeff professeur à l'Université de St. Pétersbourg

18 II/17 69.

Versuch eines Systems der Elemente nach ihrem Atomgewicht und ihrer chemischen Analogie

Опыт системы элементов по их атомному весу и химическому сходству

THE PERIODIC TABLE

	1 IA	2 IIA	3 IIIB	4 IVB	5 VB	6 VIB	7 VIIB	8	9	10 VIIIB	11 IB	12 IIB	13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1	H 1 1.008 Hydrogen																	He 2 4.00 Helium
2	Li 3 6.94 Lithium	Be 4 9.01 Beryllium											B 5 10.81 Boron	C 6 12.01 Carbon	N 7 14.01 Nitrogen	O 8 16.00 Oxygen	F 9 19.00 Fluorine	Ne 10 20.18 Neon
3	Na 11 22.99 Sodium	Mg 12 24.31 Magnesium											Al 13 26.98 Aluminum	Si 14 28.09 Silicon	P 15 30.97 Phosphorus	S 16 32.07 Sulfur	Cl 17 35.45 Chlorine	Ar 18 39.95 Argon
4	K 19 39.10 Potassium	Ca 20 40.08 Calcium	Sc 21 44.96 Scandium	Ti 22 47.88 Titanium	V 23 50.94 Vanadium	Cr 24 52.00 Chromium	Mn 25 54.94 Manganese	Fe 26 55.85 Iron	Co 27 58.93 Cobalt	Ni 28 58.69 Nickel	Cu 29 63.55 Copper	Zn 30 65.39 Zinc	Ga 31 69.72 Gallium	Ge 32 72.61 Germanium	As 33 74.92 Arsenic	Se 34 78.96 Selenium	Br 35 79.90 Bromine	Kr 36 83.80 Krypton
5	Rb 37 85.47 Rubidium	Sr 38 87.62 Strontium	Y 39 88.91 Yttrium	Zr 40 91.22 Zirconium	Nb 41 92.91 Niobium	Mo 42 95.94 Molybdenum	Tc 43 (97.9) Technetium	Ru 44 101.07 Ruthenium	Rh 45 102.91 Rhodium	Pd 46 106.42 Palladium	Ag 47 107.87 Silver	Cd 48 112.41 Cadmium	In 49 114.82 Indium	Sn 50 118.71 Tin	Sb 51 121.76 Antimony	Te 52 127.60 Tellurium	I 53 126.90 Iodine	Xe 54 131.29 Xenon
6	Cs 55 132.91 Cesium	Ba 56 137.33 Barium	La 57 138.91 Lanthanum	Hf 72 178.49 Hafnium	Ta 73 180.95 Tantalum	W 74 183.85 Tungsten	Re 75 186.21 Rhenium	Os 76 190.2 Osmium	Ir 77 192.22 Iridium	Pt 78 195.08 Platinum	Au 79 196.97 Gold	Hg 80 200.59 Mercury	Tl 81 204.38 Thallium	Pb 82 207.2 Lead	Bi 83 208.98 Bismuth	Po 84 (209) Polonium	At 85 (210) Astatine	Rn 86 (222) Radon
7	Fr 87 223.02 Francium	Ra 88 226.03 Radium	Ac 89 227.03 Actinium	Rf 104 (261) Rutherfordium	Db 105 (262) Dubnium	Sg 106 (263) Seaborgium	Bh 107 (262) Bohrium	Hs 108 (265) Hassium	Mt 109 (266) Meitnerium	Unnamed Discovery 110 Nov. 1994	Unnamed Discovery 111 Nov. 1994	Unnamed Discovery 112 1996		Unnamed Discovery 114 1999		Unnamed Discovery 116 1999		Unnamed Discovery 118 1999
	ALKALI METALS	ALKALI EARTH METALS															HALOGENS	NOBLE GASES

H — SYMBOL
1 — ATOMIC NUMBER
1.008 — ATOMIC WEIGHT
Hydrogen — NAME

( ) = ESTIMATES

LANTHANIDES	Ce 58 140.12 Cerium	Pr 59 140.91 Praseodymium	Nd 60 144.24 Neodymium	Pm 61 (145) Promethium	Sm 62 150.36 Samarium	Eu 63 152.97 Europium	Gd 64 157.25 Gadolinium	Tb 65 158.93 Terbium	Dy 66 162.50 Dysprosium	Ho 67 164.93 Holmium	Er 68 167.26 Erbium	Tm 69 168.93 Thulium	Yb 70 173.04 Ytterbium	Lu 71 174.97 Lutetium
ACTINIDES	Th 90 232.04 Thorium	Pa 91 231.04 Protacinium	U 92 238.03 Uranium	Np 93 237.05 Neptunium	Pu 94 (240) Plutonium	Am 95 243.06 Americium	Cm 96 (247) Curium	Bk 97 (248) Berkelium	Cf 98 (251) Californium	Es 99 252.08 Einsteinium	Fm 100 257.10 Fermium	Md 101 (257) Mendelevium	No 102 259.10 Nobelium	Lr 103 262.11 Lawrencium

HAYDEN HM McNEIL SPECIALTY PRODUCTS

www.hmpublishing.com

© Hayden-McNeil Specialty Products



Maria Sklodowska Curie

Uno scienziato nel suo laboratorio non è soltanto un tecnico, è anche un fanciullo posto di fronte a fenomeni naturali che lo impressionano come un racconto di fate.

…….L'umanità ha bisogno di uomini d'azione, ma anche bisogno di sognatori per i quali perseguire disinteressatamente un fine è altrettanto imperioso quanto è per loro impossibile pensare al proprio profitto.

Convegno su “L’avvenire della Cultura”
Madrid 1933