

La scienza dei materiali

Il legame tra le tecnologie di materiali
e le civiltà del passato e del presente

Grzegorz Karwasz

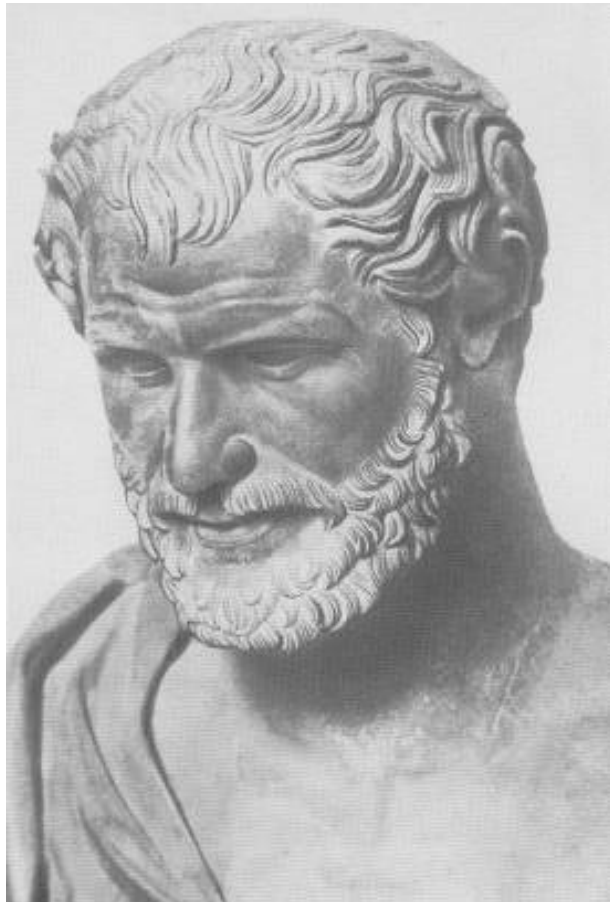
Insegnare STEAM in chiave interdisciplinare
Lezione 6

Di che cosa
e' fatto il mondo?

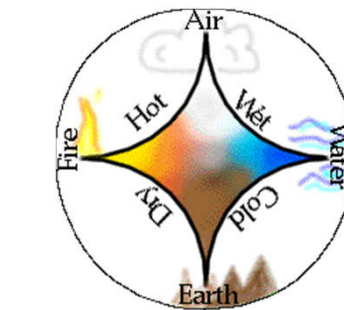
Quattro „elementi”
(o meglio: quattro
stati di materia)



Gia' i Greci antichi...



- ... si domandavano,
- di che cosa e' fatto l'universo
- e che cosa lo tiene insieme?

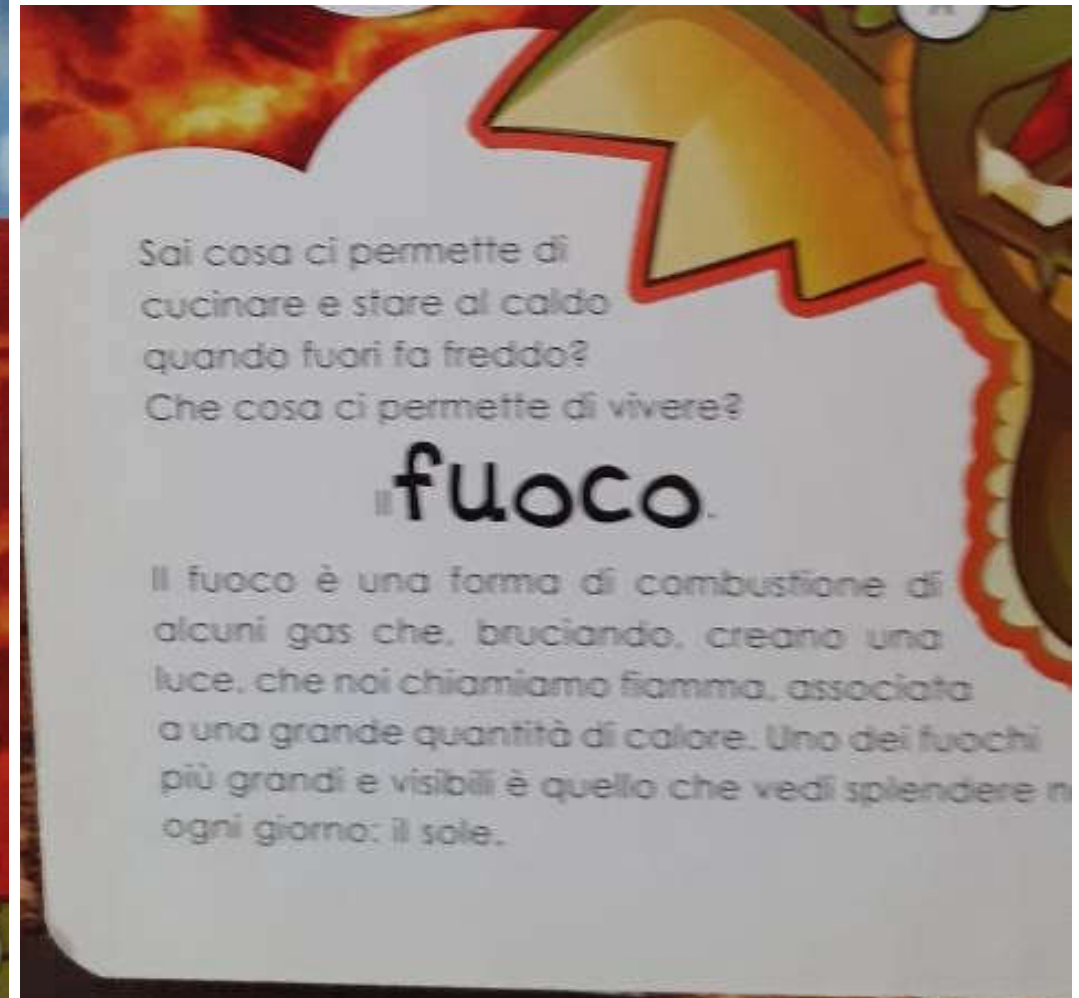


(Platone ↔ Democrito)

- **Divisibile?**
- **Indivisibile?**

Quattro „elementi”

La narrazione deve essere semplice



La narrazione deve essere utile

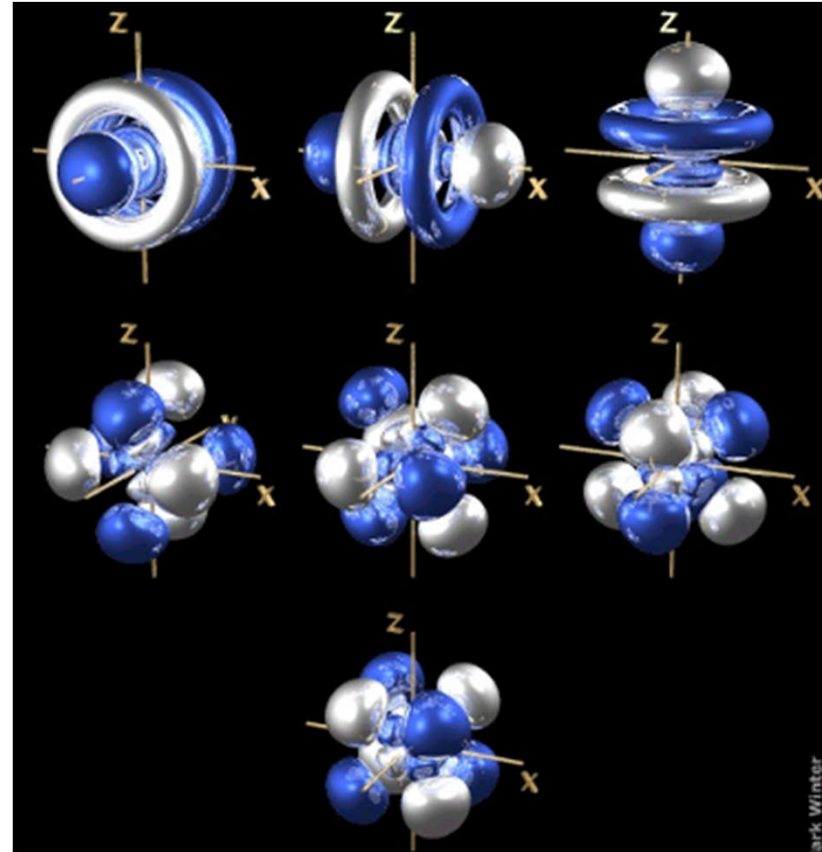
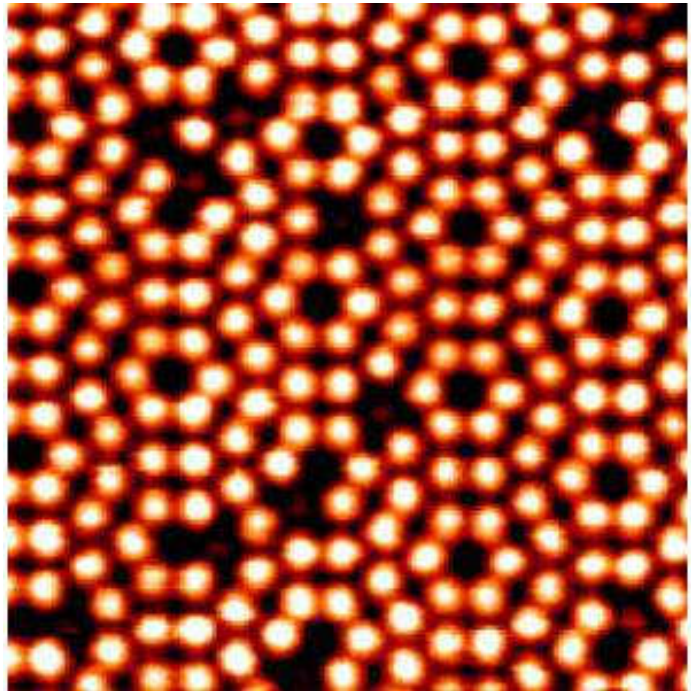
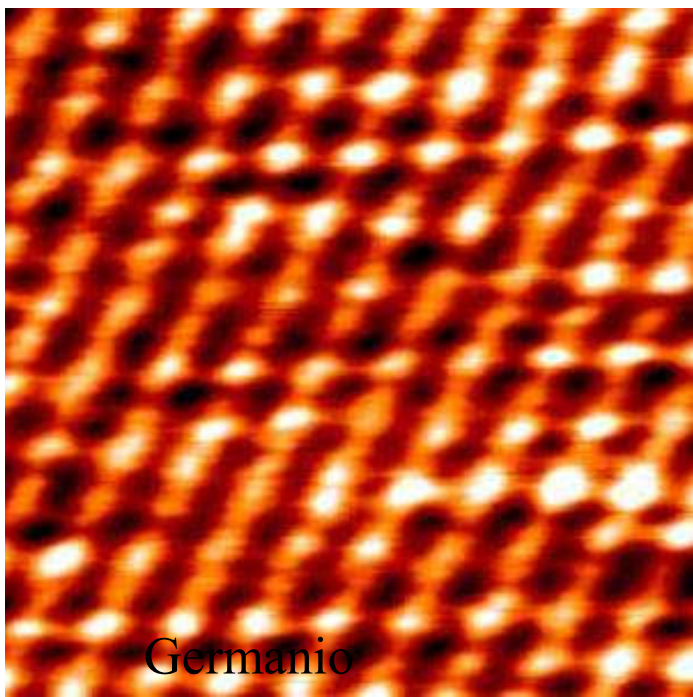
- Il fuoco e' molto caldo: bruccia!
 - Il fuoco e' molto pericoloso: fa incendi!
 -
 - Ma il fuoco e' anche utile: un focolare riscalda
 - Ma bisogna fare attenzione!
-
- Il fuoco e' come gas, ma molto caldo
 - Talmente caldo che si illumina
-
- Tutto il Sole e' una gigantesca palla di fuoco
 - Grazie al. Sole esiste la vita sulla Terra

Struttura atomica della materia (Democrito)



Figura 3.2. (a) Un pezzo di granito dalla Lettonia: si distinguono i grossi cristalli di ortoclasio (rosa), quarzo (bianchi) e mica (neri). (b) I cristalli bianchi nel pezzo di granito sono fatti di quarzo. Su questa foto certi cristalli hanno le dimensioni della sabbia, altri mille volte più piccoli (delle dimensioni di un micrometro) vengono usati per strofinare lo sporco ostile sulle superfici dure. (c) Dividendo questi ultimi altre mille volte si arriverebbe a singoli atomi, qui visibili tramite un microscopio “a forza atomica”: i punti bianchi sono gli atomi, mentre gli spazi neri indicano la loro assenza. FONTE: (a, b) Foto GK; (c) RHK Technology (2006), Dr. Xue Kun, Prof. Xu Jian Bin – The Chinese University of Hong Kong.

Microscopia di singoli atomi



„Orbitali” *f*

Atomi sono fatti dalla stessa materia,
ma hanno forme diverse („uncini”)

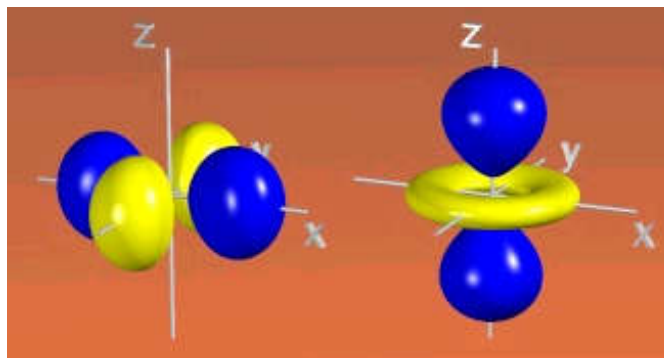
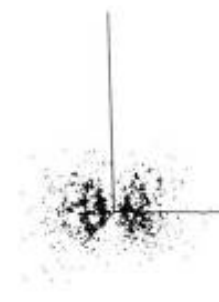
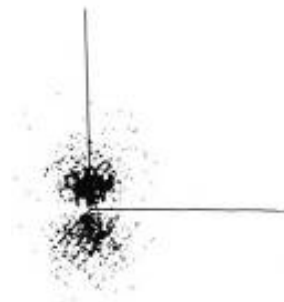
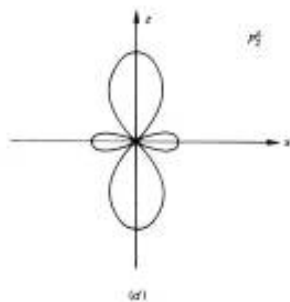
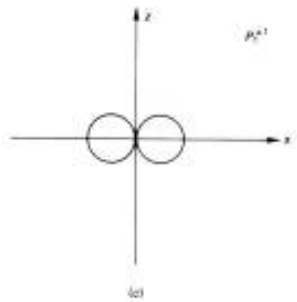
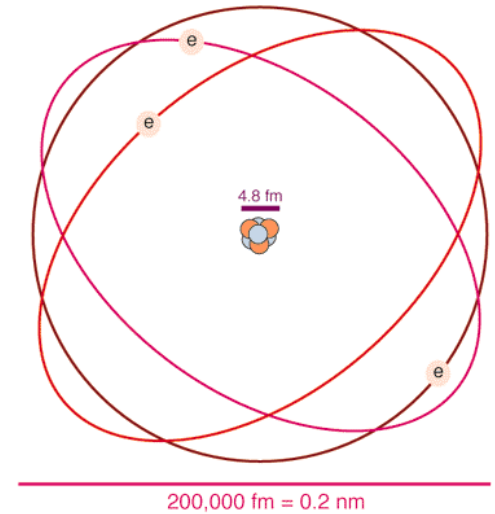
Gli elettroni, che girano „all'impazzata”

“gli orbitali elettronici”, “orbitali”

$$Y_{0,0} = \frac{1}{\sqrt{4\pi}}$$

$$Y_{1,0} = \sqrt{\frac{3}{4\pi}} \cos \Theta$$

$$Y_{2,0} = \sqrt{\frac{5}{4\pi}} \left(\frac{3}{2} \cos^2 \Theta - \frac{1}{2} \right)$$



Contiamo gli elettroni

Periodic Table of the Elements

Normal melting points are in °C.
TP = Triple Point
Pressure is listed if not 1 atm.
Allotrope is listed if more than one allotrope.

Atomic Number Melting Point

Symbol
Name
Atomic Mass

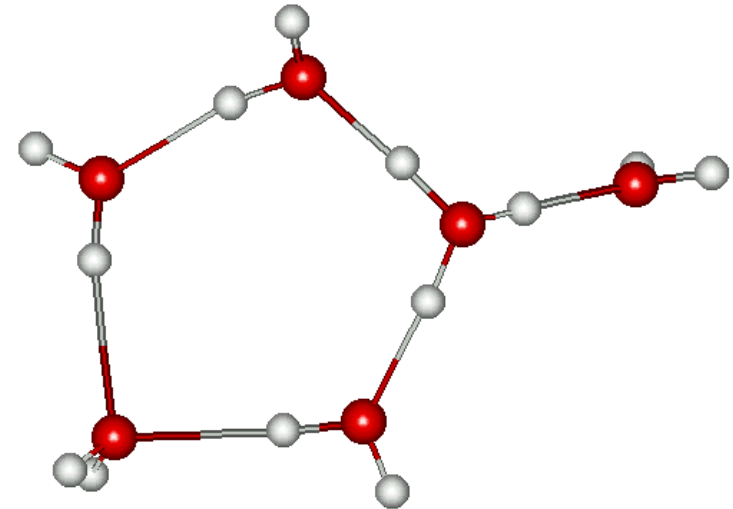
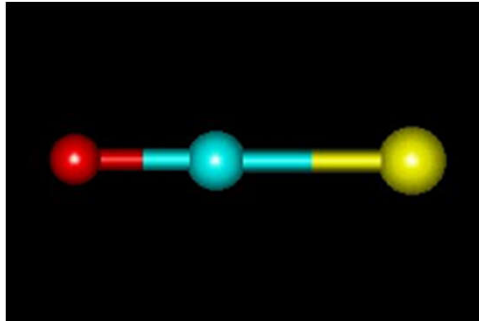
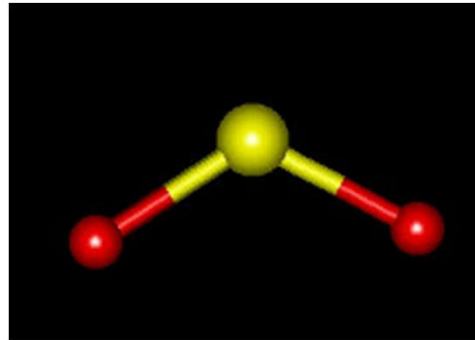
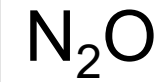
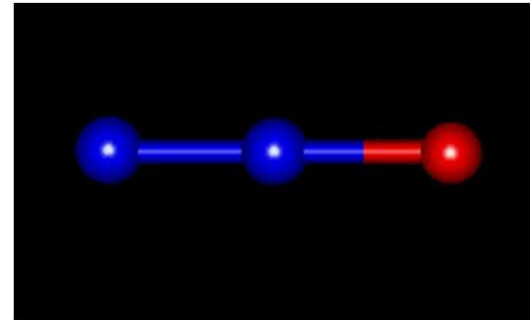
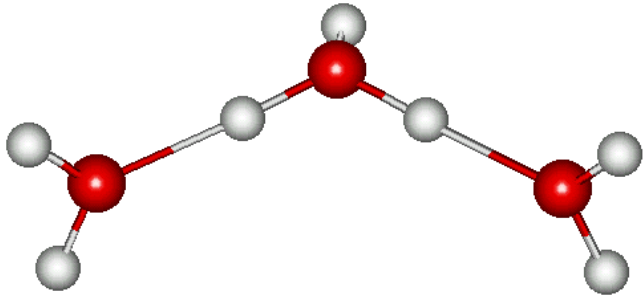
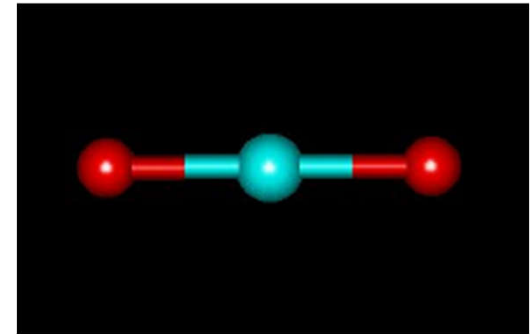
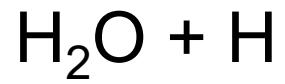
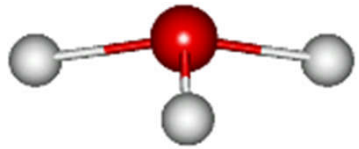
1 1A 1A 1 H Hydrogen 1.008	2 2A 2A 4 Be Beryllium 9.012	3 3B 3B 9 Li Lithium 6.941	4 4B 4B 12 Na Sodium 22.990	5 5B 5B 20 Mg Magnesium 24.305	6 6B 6B 21 Sc Scandium 44.956	7 7B 7B 22 Ti Titanium 47.88	8 8B 8B 23 V Vanadium 50.942	9 9B 9B 24 Cr Chromium 51.996	10 10B 10B 25 Mn Manganese 54.938	11 11B 11B 26 Fe Iron 55.845	12 12B 12B 27 Co Cobalt 58.933	13 13B 13B 28 Ni Nickel 58.693	14 14B 14B 29 Cu Copper 63.546	15 15B 15B 30 Zn Zinc 65.38	16 16B 16B 31 Ga Gallium 69.723	17 17B 17B 32 Ge Germanium 72.64	18 18B 18B 33 As Arsenic 74.922	19 19B 19B 34 Se Selenium 78.96	20 20B 20B 35 Br Bromine 79.904	21 21B 21B 36 Kr Krypton 83.80	22 22B 22B 37 Rb Rubidium 85.468	23 23B 23B 38 Sr Strontium 87.62	24 24B 24B 39 Y Yttrium 88.906	25 25B 25B 40 Zr Zirconium 91.224	26 26B 26B 41 Nb Niobium 92.906	27 27B 27B 42 Mo Molybdenum 95.94	28 28B 28B 43 Tc Technetium 98.906	29 29B 29B 44 Ru Ruthenium 101.07	30 30B 30B 45 Rh Rhodium 102.906	31 31B 31B 46 Pd Palladium 106.42	32 32B 32B 47 Ag Silver 107.868	33 33B 33B 48 Cd Cadmium 112.411	34 34B 34B 49 In Indium 114.818	35 35B 35B 50 Sn Tin 118.710	36 36B 36B 51 Sb Antimony 121.757	37 37B 37B 52 Te Tellurium 127.6	38 38B 38B 53 I Iodine 126.905	39 39B 39B 54 Xe Xenon 131.29	40 40B 40B 55 Cs Cesium 132.905	41 41B 41B 56 Ba Barium 137.327	42 42B 42B 57-71 Lanthanide Series	43 43B 43B 72 Hf Hafnium 178.49	44 44B 44B 73 Ta Tantalum 180.948	45 45B 45B 74 W Tungsten 183.84	46 46B 46B 75 Re Rhenium 186.207	47 47B 47B 76 Os Osmium 190.23	48 48B 48B 77 Ir Iridium 192.22	49 49B 49B 78 Pt Platinum 195.084	50 50B 50B 79 Au Gold 196.967	51 51B 51B 80 Hg Mercury 200.59	52 52B 52B 81 Tl Thallium 204.383	53 53B 53B 82 Pb Lead 207.2	54 54B 54B 83 Bi Bismuth 208.980	55 55B 55B 84 Po Polonium 209	56 56B 56B 85 At Astatine 210	57 57B 57B 86 Rn Radon 222	58 58B 58B 87 Fr Francium 223	59 59B 59B 88 Ra Radium 226	60-71 60-71B 60-71B 89-103 Actinide Series	61 61B 61B 104 Rf Rutherfordium 261	62 62B 62B 105 Db Dubnium 262	63 63B 63B 106 Sg Seaborgium 266	64 64B 64B 107 Bh Bohrium 264	65 65B 65B 108 Hs Hassium 277	66 66B 66B 109 Mt Meitnerium 268	67 67B 67B 110 Ds Darmstadtium 285	68 68B 68B 111 Rg Roentgenium 272	69 69B 69B 112 Cn Copernicium 285	70 70B 70B 113 Uut Ununtrium 284	71 71B 71B 114 Fl Flerovium 289	72 72B 72B 115 Uup Ununpentium 288	73 73B 73B 116 Lv Livermorium 293	74 74B 74B 117 Uus Ununseptium 289	75 75B 75B 118 Uuo Ununoctium 294
--	--	--	---	--	---	--	--	---	---	--	--	--	--	---	---	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	---	--	---	---	--	---	--	---	--	--	---	---	---	--	---	---	---	--	--	---	---	---	---	---	---	--	---	---	--	---	---	--	---	---	--	---	---	--	--	---	---	--	---	--	---	--	---

Alkali Metal Alkaline Earth Transition Metal Basic Metal Semimetal Nonmetal Halogen Noble Gas Lanthanide Actinide

© 2014 Fizzi International
www.fizzi.com

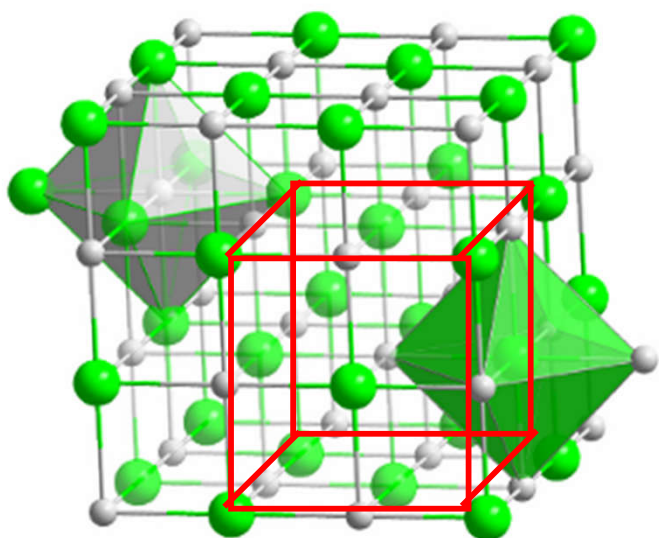
<https://www.scienzafacile.com/introduzione-alla-tavola-periodica-degli-elementi/>

Atomi e molecole



Struttura cristallografica

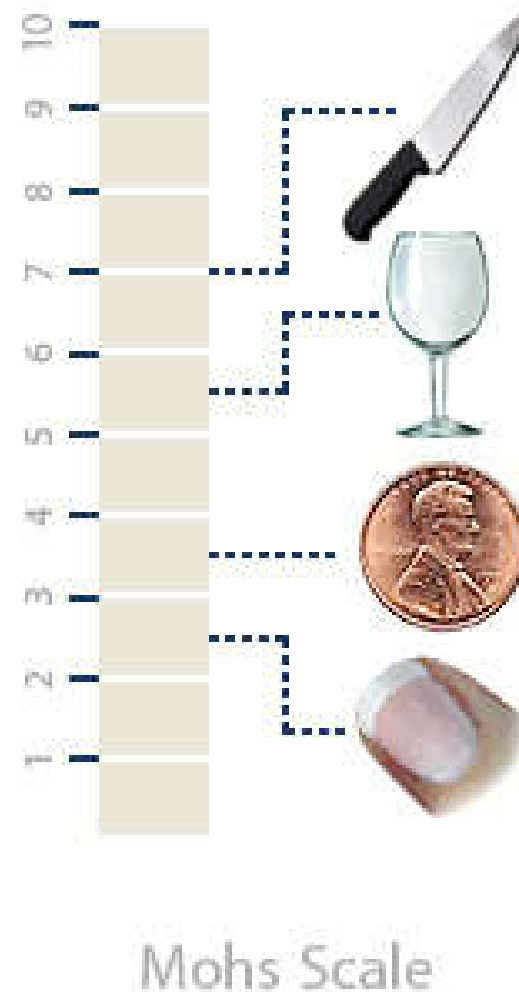
Cristallo regolare: cloruro di sodio



$$R_{\text{Na}^+} < R_{\text{Cl}^-}$$

Układ regularny **ściennie centrowany** dla Cl^- (zielone) z jonami Na^+ (szare) w lukach oktaedrycznych

Scala della durezza (Mohs)



Materiale più duro lascia una traccia sul materiale più morbido.

La durezza dell'unghia è c.a. 2,5, vetro 5,5, lima (metallica) per le unghie 6,5.

1 talco



<http://www.mii.org/Minerals/Minpics1/Talc%202.jpg>

<http://www.microphotonics.com/talc%20powder.jpg>

2 gesso (alabastro) CaSO_4



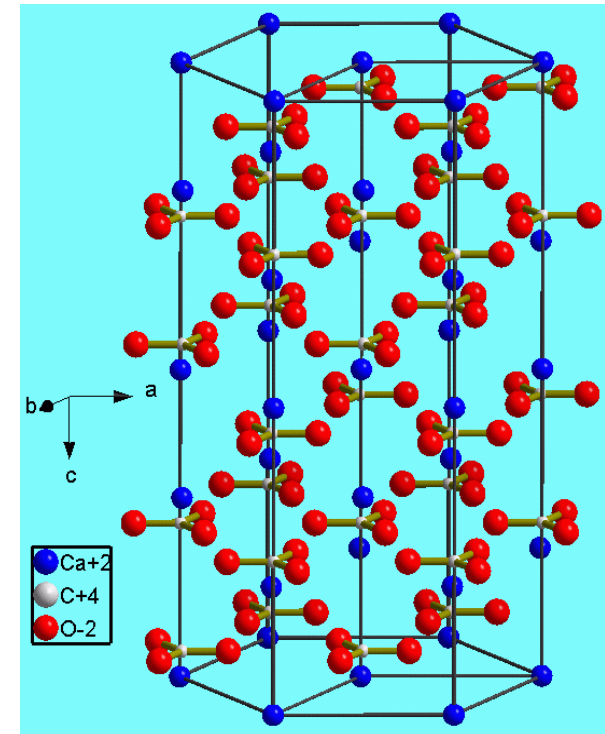
<http://www.dkimages.com/discover/previews/953/35003342.JPG>

Spato d'Islanda: birifrangenza



Museo di Vienna

Birifrangenza: nelle direzioni perpendicolari la luce propaga con velocità diverse (Foto GK)



3 calcite (calcare, spato d'Islanda) CaCO_3



<http://skywalker.cochise.edu/wellerr/mineral/calcite/6calcite-cleavage2.jpg>
http://www.gvstones.com.br/brazil_orange_compact_calcite_bocc05_f09.JPG

6 ortoclasio KAlSi_3O_8



Cristalli rosa/ rossi nel granito



<http://www.thomsonminerals.com/images/JBW615CORTHOCLASENC1.jpg>
<http://www.prettyrock.com/php/images/facet-rough/orthoclase-04302007-1-1.jpg>

7 quarzo (SiO_2)

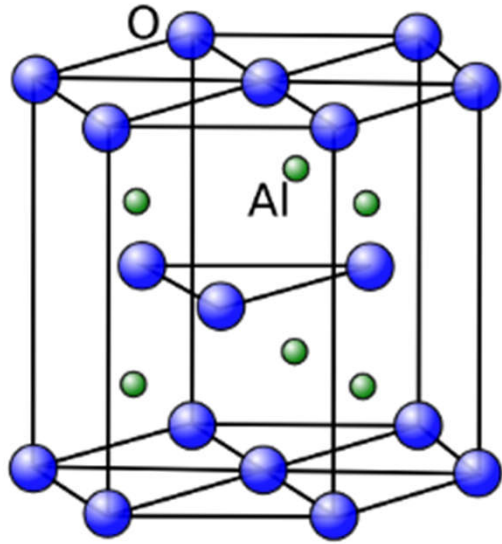


<http://www.pitt.edu/~cejones/GeoImages/1Minerals/1IgneousMineralz/Quartz/QuartzRose.jpg>

http://earthnet-geonet.ca/images/dynamic/minerals/smokey_quartz.jpg

http://perso.wanadoo.es/maquinalmatheus/ima/ametiste_rectifiee.jpg

http://perso.wanadoo.es/maquinalmatheus/ima/ametiste_rectifiee.jpg



9 corindone Al_2O_3

Al_2O_3 – «carta vetrata»

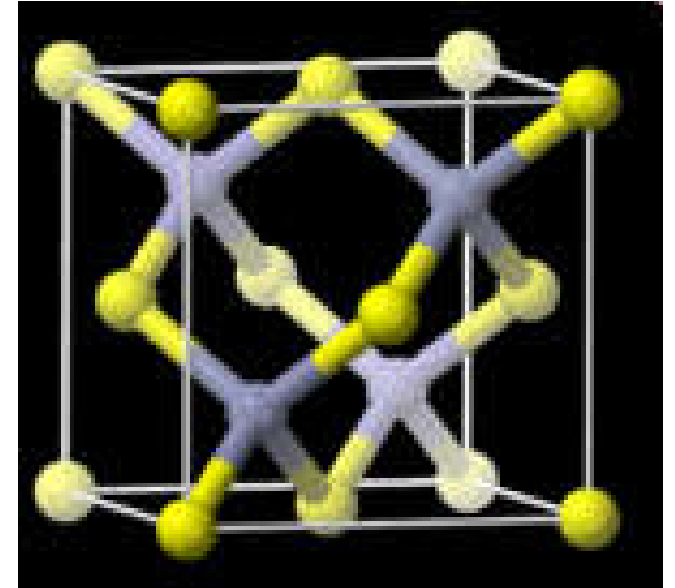
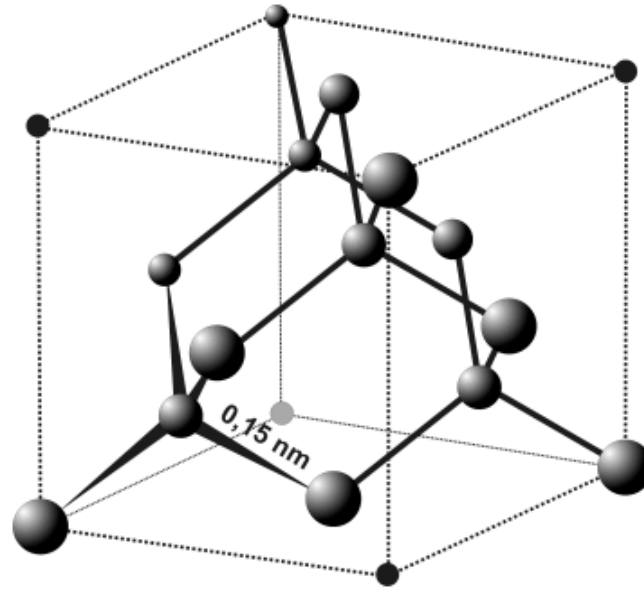


- con gli ioni di Fe: zafiro

- con gli atomi (ioni) Cr: rubino



Classe «regolare»: diamante



Simmetria regolare (cubica), centrato sulle pareti

ZnS – blenda di zinco
(*sfaleryt*)

Kubisch flächenzentrierte Kristallstruktur (fcc) des Diamant.
Jedes Kohlenstoffatom ist gleichwertig mit vier Nachbaratomen **kovalent** gebunden,
unten links in der Zeichnung hervorgehoben.

<http://de.wikipedia.org>

10 diamante



Round Diamond



Princess Diamond



Emerald Diamond



Cushion Diamond



Heart Diamond



Pear Diamond



Marquise Diamond



Oval Diamond



Radiant Diamond



Asscher Diamond



Il taglio sceglie il cliente

<http://loopable.files.wordpress.com/2007/07/diamant.gif>

<http://www.diamondgeezer.com/diamond-buyers-guide/images/diamond-shape.jpg>

<http://www.worldwidediamonds.info/oppenheimer%20diamond%20yellow%20crystal.jpg>

<http://famousdiamonds.tripod.com/steinmetzpinkdiamond.html>

Ceramica, vetro

Cofanetto da toeletta di Merit

Nuovo Regno, XVIII dinastia, regno di
Amenofi II-III (1428-1351 a.C.)

Legno (sicomoro) con recipienti di
alabastro, vetro e ceramica



<https://archeologiavocidalpassato.com/tag/cofanetto-per-toeletta/>
<https://it.wikipedia.org/wiki/TT8>

Galena, malachite...

Regina Nefertari
(1295-1255 a.C)



“Il clima torrido, il sole abbacinante e l’ambiente polveroso dell’Egitto non erano certo salubri per l’epidermide e gli occhi. Gli antichi creatori di cosmetici avevano quindi messo a punto trucchi dotati di potere protettivo o terapeutico”. È proprio quanto succede con il kohl i cui componenti principali – come abbiamo visto – erano la malachite (**carbonato del rame** di colore verde intenso) e la **galena** (composto del piombo dal tono grigio scuro) cui venivano aggiunti grassi animali, cera d’api o resine per agglutarli. “Tramite l’uso di tipici bastoncini di legno, questi pigmenti venivano stesi generosamente sulle palpebre proteggendo gli occhi dal tracoma, una malattia infiammatoria cronica della congiuntiva, di natura virale e contagiosa. Inoltre, evitavano l’emeralopia, ovvero l’abbassamento della vista al tramonto e curavano la congiuntivite”.

Galena, malachite...



Galena = solfuro di piombo (PbS)

Veniva utilizzata anche come componente per le vernici, ma già da tempo questo uso è stato abbandonato per l'alta tossicità del [piombo](https://it.wikipedia.org/wiki/Piombo).



<https://it.wikipedia.org/wiki/Galena>



<https://it.wikipedia.org/wiki/Malachite>

Malachite = carbonato di rame $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$

è la polvere prodotta durante la lavorazione ad essere tossica

Museo di Ermitage (S. Pietroburgo)



<https://it.wikipedia.org/wiki/Malachite>

Polenta trentina e caffè macedone...



Perché altre pentole in cucina non si fabbricano in rame?

https://tse1.mm.bing.net/th?id=OIP.tt2_sDh-KXZjE64q3MLsQAHaEK&pid=Api&P=0&w=300&h=168

<https://www.engeplus.com.br/noticia/cultura-em-cena/2019/festa-della-polenta-vai-movimentar-a-regiao-neste-domingo>

https://tse3.mm.bing.net/th?id=OIP.6G1D9_MjVcmIXcqQPrN6CAHaD4&pid=Api&P=0&w=312&h=164

Cattedrale di Danzica (*1343)



Il trucco nell'antico Egitto tra seduzione e protezione

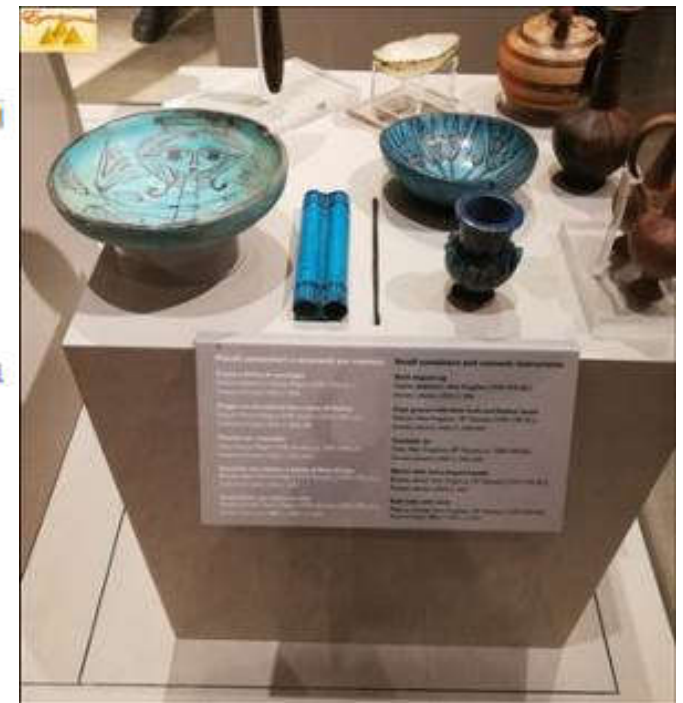
Sorprende molto però scoprire che anche tra i popoli antichi erano diffusi diversi rituali estetici per esaltare la bellezza del corpo, cercando così di aumentare il proprio fascino. Ogni donna egizia, quindi, aveva un proprio **cofanetto**, che avrebbe portato anche nell'aldilà, nel quale conservava un grande numero di oggetti.



Pisa, 31 marzo 2022 – I ricercatori dell'Università di Pisa hanno investigato per la prima volta il contenuto di circa cinquanta vasi e anfore provenienti dalla tomba di Kha e Merit del Museo Egizio di Torino risalenti a circa 3.500 anni fa. L'indagine è avvenuta senza aprire o intaccare i reperti grazie ad una innovativa metodologia che ha permesso di "annusare" le tracce dei composti organici residui.

Nei preziosi contenitori in alabastro sono stati identificati resine e unguenti spesso insieme a cera d'api, uno dei materiali più rinvenuti perché usato sia

come conservante sia come base per la preparazione di cosmetici. Nelle anfore i



Elena Cappannella, 8 Marzo 2021, <https://egittolizzando.altervista.org/il-trucco-nellantico-egitto-tra-seduzione-e-protezione/>

«Verdigris» o grenspan



https://www.coincommunity.com/forum/topic.asp?TOPIC_ID=46390



Giardini di Lussemburgo

<https://fr.wikipedia.org/wiki/Vert-de-gris>

Poisonous Verdigris - Precaution and Tips in Taking Care of Brass and Copper Cookware

Most copper and brass cookware are tin-lined because these two substances are known to develop verdigris. It is a highly poisonous substance that can contaminate food. Stop using your cookware when you see greenish discoloration already.

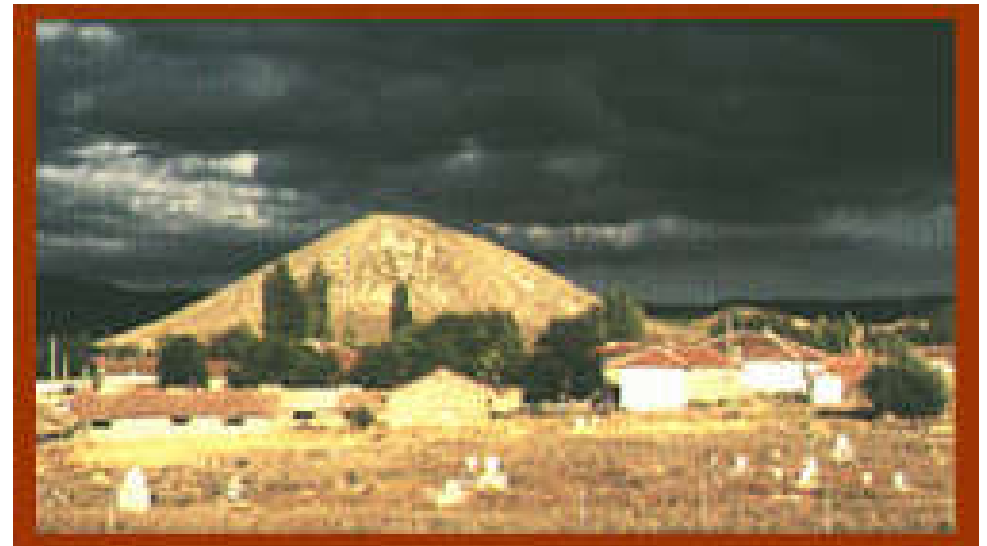
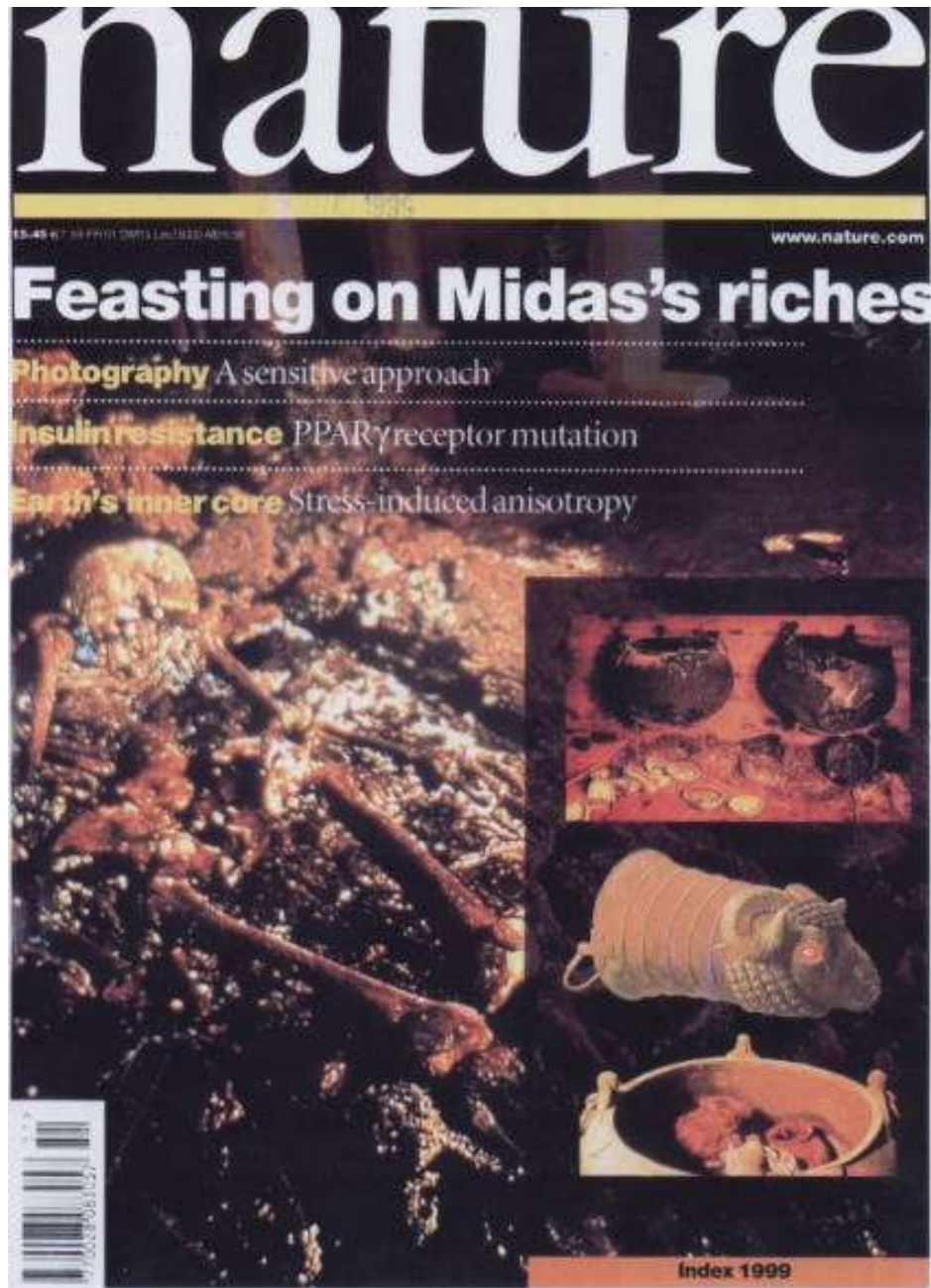
Article Source: <http://EzineArticles.com/1912771>

Acetato di rame è velenoso!

Tutti e tre gli indizi, cioè

- il trucco delle donne Egizie
- la caffettiera Macedone
- la pattina sui tetti delle chiese medioevali
- indicano, che:
 - il rame, diversamente dal oro (ma simile ad argento) non è un metallo del tutto «nobile», i.e. subisce la corrosione
 - le sali (compreso i minerali) di rame hanno il colore verde (o azzurro), come abbiamo già notato nella lezione sulla spettroscopia (i fuochi d'artificio di Parigi)
 - l'acetato di rame è velenoso (= competenza sociale)

Festeggiando ai fasti di Mida



<https://www.penn.museum/sites/midas/intro.shtml>

Festa funebre di Re Mida

Si può dire che cosa si mangiava alla festa 3 mila anni fa? Si scopre che sì! Nel 1999 gli archeologi hanno aperto in Asia Minore, nella zona dell'antica Frigia, una tomba piena di tesori: perle, gemme preziose, pesanti stoffe e sofisticati calici di bronzo. La ricchezza della sepoltura indicava un alto rango del morto, e il luogo di ritrovamento e l'età – la affinità cultura col la Grecia pre-classica. Quasi, quasi, la tomba di Re Mida.



In fondo ai calici a forma delle teste di pecora (*situla*) c'erano dei residui, quasi invisibili ad occhio nudo. Forse i residui della festa? Ma erano così pochi, che non si potevano assaggiare. Ma a che cosa serve la scienza moderna?

Si scopre che alla festa di Re Mida non si risparmiava: in fondo di oltre 100 calici e vasi per mescolare le bevande gli scienziati hanno identificato 16 tipi di diverse bevande alcoliche: vini di qualità, birra d'orzo e miele fermentato. In fondo ai piatti hanno identificato almeno 14 tipi di carni, principalmente di capre e ovini. La carne veniva prima grigliata poi mescolata con erbe e aromi. I vini e le birre erano mescolate in diverse proporzioni e serviti nelle coppe raffinate. Le rimanenze hanno lasciato a Re Mida per il suo viaggio attraverso la Stige.

Una festa così basta per passare al mito!

Metalli, leghe, ori

Fe: acciaio, ghisa



Cu: ottone, bronzo



Alluminio, titanio, nichel



<http://www.razetocasareto.com>

<http://www.alibre.com/images/gallery/small/Soetikno1.jpg>

Modern iron in ancient Egypt (siderurgia)



The 34 centimeter long dagger had a iron-mixture blade with a gold handle with a crystal knob at the end. Artifacts produced with ordinary iron ore quarrying typically display a maximum of 4% nickel, however, Tut's (1341-1321a.C.) weapon contained nearly 11% nickel, and presence of cobalt. This dagger as well as many other iron objects found in ancient Egypt were made from meteorites.

Ferro, nichel, cobalto

Periodic Table of the Elements

Normal melting points are in °C.
TP = Triple Point
Pressure is listed if not 1 atm.
Allotrope is listed if more than one allotrope.

Atomic Number Melting Point
Symbol
Name
Atomic Mass

1 1A 1A H Hydrogen 1.008	2 2A 2A Be Beryllium 9.012	3 3B 3B Li Lithium 6.941	4 4B 4B Na Sodium 22.990	5 5B 5B K Potassium 39.098	6 6B 6B Ca Calcium 40.078	7 7B 7B Sc Scandium 44.956	8 8B 8B Ti Titanium 47.88	9 9B 9B V Vanadium 50.942	10 10B 10B Cr Chromium 51.996	11 11B 11B Mn Manganese 54.938	12 12B 12B Fe Iron 55.845	13 13B 13B Co Cobalt 58.933	14 14B 14B Ni Nickel 58.693	15 15B 15B Cu Copper 63.546	16 16B 16B Zn Zinc 65.38	17 17B 17B Ga Gallium 69.723	18 18B 18B Ge Germanium 72.63	19 19B 19B As Arsenic 74.922	20 20B 20B Se Selenium 78.96	21 21B 21B Br Bromine 79.904	22 22B 22B Kr Krypton 83.80	23 23B 23B Rb Rubidium 85.468	24 24B 24B Sr Strontium 87.62	25 25B 25B Y Yttrium 88.906	26 26B 26B Zr Zirconium 91.224	27 27B 27B Nb Niobium 92.906	28 28B 28B Mo Molybdenum 95.94	29 29B 29B Tc Technetium 98.906	30 30B 30B Ru Ruthenium 101.07	31 31B 31B Rh Rhodium 102.905	32 32B 32B Pd Palladium 106.42	33 33B 33B Ag Silver 107.868	34 34B 34B Cd Cadmium 112.411	35 35B 35B In Indium 114.818	36 36B 36B Sn Tin 118.710	37 37B 37B Sb Antimony 121.757	38 38B 38B Te Tellurium 127.6	39 39B 39B I Iodine 126.905	40 40B 40B Xe Xenon 131.29	41 41B 41B Cs Cesium 132.905	42 42B 42B Ba Barium 137.327	43 43B 43B La Lanthanum 138.905	44 44B 44B Ce Cerium 140.12	45 45B 45B Pr Praseodymium 140.908	46 46B 46B Nd Neodymium 144.24	47 47B 47B Pm Promethium 144.913	48 48B 48B Sm Samarium 150.36	49 49B 49B Eu Europium 151.964	50 50B 50B Gd Gadolinium 157.25	51 51B 51B Tb Terbium 158.925	52 52B 52B Dy Dysprosium 162.50	53 53B 53B Ho Holmium 164.930	54 54B 54B Er Erbium 167.259	55 55B 55B Tm Thulium 168.934	56 56B 56B Yb Ytterbium 173.054	57 57B 57B Lu Lutetium 174.967	58 58B 58B Ac Actinium 227.033	59 59B 59B Th Thorium 232.038	60 60B 60B Pa Protactinium 231.036	61 61B 61B U Uranium 238.029	62 62B 62B Np Neptunium 237.048	63 63B 63B Pu Plutonium 244.064	64 64B 64B Am Americium 243.061	65 65B 65B Cm Curium 247.070	66 66B 66B Bk Berkelium 247.070	67 67B 67B Cf Californium 251.083	68 68B 68B Es Einsteinium 252.083	69 69B 69B Fm Fermium 257.105	70 70B 70B Md Mendelevium 258.10	71 71B 71B No Nobelium 259.108	72 72B 72B Lr Lawrencium 260.10	73 73B 73B Fr Francium 223.019	74 74B 74B Ra Radium 226.025	75 75B 75B Ac Actinium 227.033	76 76B 76B Th Thorium 232.038	77 77B 77B Pa Protactinium 231.036	78 78B 78B U Uranium 238.029	79 79B 79B Np Neptunium 237.048	80 80B 80B Pu Plutonium 244.064	81 81B 81B Am Americium 243.061	82 82B 82B Cm Curium 247.070	83 83B 83B Bk Berkelium 247.070	84 84B 84B Cf Californium 251.083	85 85B 85B Es Einsteinium 252.083	86 86B 86B Fm Fermium 257.105	87 87B 87B Md Mendelevium 258.10	88 88B 88B No Nobelium 259.108	89 89B 89B Lr Lawrencium 260.10
---	---	---	---	---	--	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	---	--	---	---	---	--	--	--	--	---	---	---	--	---	--	---	---	--	---	--	---	--	--	---	---	---	--	--	---	---	---	--	---	--	--	--	--	---	--	--	---	---	--	---	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	---	--	---	---	---	--	---	---	--	--	--	---	--	--	--	--	---	---	--

Alkali Metal Alkaline Earth Transition Metal Basic Metal Semimetal Nonmetal Halogen Noble Gas Lanthanide Actinide

© 2014 Fizzi International
www.fizziinternational.com

<https://www.scienzafacile.com/introduzione-alla-tavola-periodica-degli-elementi/>

https://it.wikipedia.org/wiki/Età_del_ferro

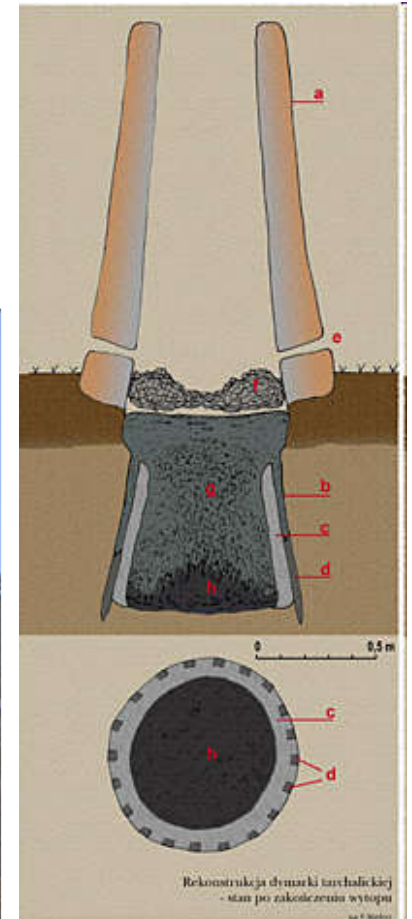
L'adozione di questo nuovo materiale spesso coincide con altri mutamenti nella società, non escluse le divergenti pratiche agricole, credenze religiose e stili artistici.

Oggi pertanto si tende ad indicare con età del ferro non una fase cronologica o uno stadio evolutivo, ma la presenza di una tecnica che influenzò profondamente e in modo duraturo la società di alcune culture, in particolar modo in [Europa](#). In particolare tra le civiltà che conobbero il ferro ci sono:

1. i [Dori](#) nella [Grecia arcaica](#);
2. gli [Etruschi Villanoviani](#) in Etruria (nell'attuale Toscana, a [Tarquinia](#), nel Lazio, nella [Pianura padana](#), e in Campania);
3. i [Piceni](#) nelle attuali Marche ed Abruzzo;
4. i [Latini](#) nel [Lazio antico](#) ([Latium vetus](#));
5. i [Veneti](#) nell'area ad est di [Verona](#);
6. i [Celti](#), con le culture di [Hallstatt](#) e di [La Tène](#);
7. i [Germani](#);
8. i [Nuragici](#) in Sardegna;
9. i cosiddetti [Popoli del Mare](#) nel [Vicino Oriente](#).

„Età del ferro”

- Storia – forni in argilla, «blumi», lingotti
- Minerali di ferro: limonite, siderite, ...



«Forno a fumare» (nella lingua di pre-Slavi, grandi esportatori di semi-lavorati di ferro per i Romani), o farga catalana, fatta di argilla o creta, permetteva d'ottenere la temperatura di 1200°C - troppo bassa per la fusione del ferro, ma sufficiente alla formazione di una lega spontanea carbone-ferro: venivano prodotti i pezzi (blumi) che successivamente dovevano essere lavorati nelle fucine. I dettagli del processo e la composizione chimica di «blumi» non si conoscono.

Minerali di ferro



Limonite $\text{FeO}(\text{OH}) \cdot n\text{H}_2\text{O}$



Hematite Fe_2O_3



Siderite FeCO_3



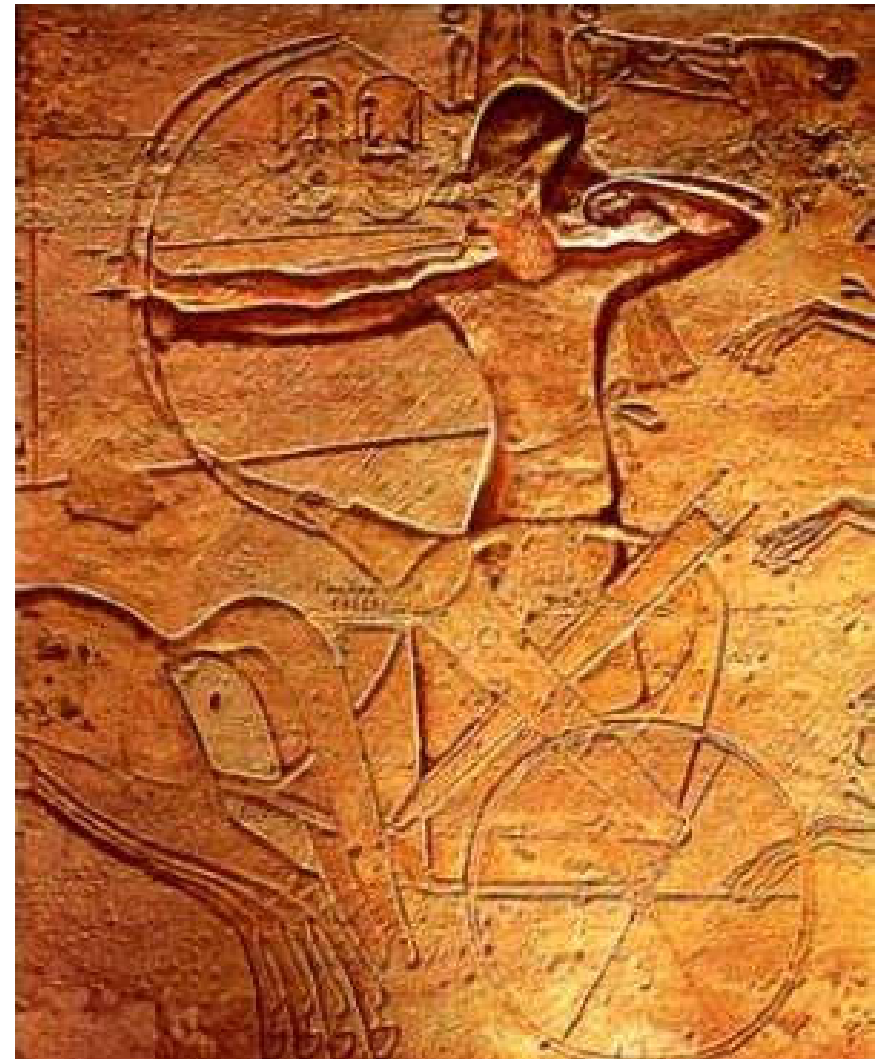
Magnetite Fe_3O_4



Ittiti (?) (II millennio a.C.)



Battaglia di Kadesz (1280 a.C.)



Ramses II

Una fucina, per ulteriore lavorazione

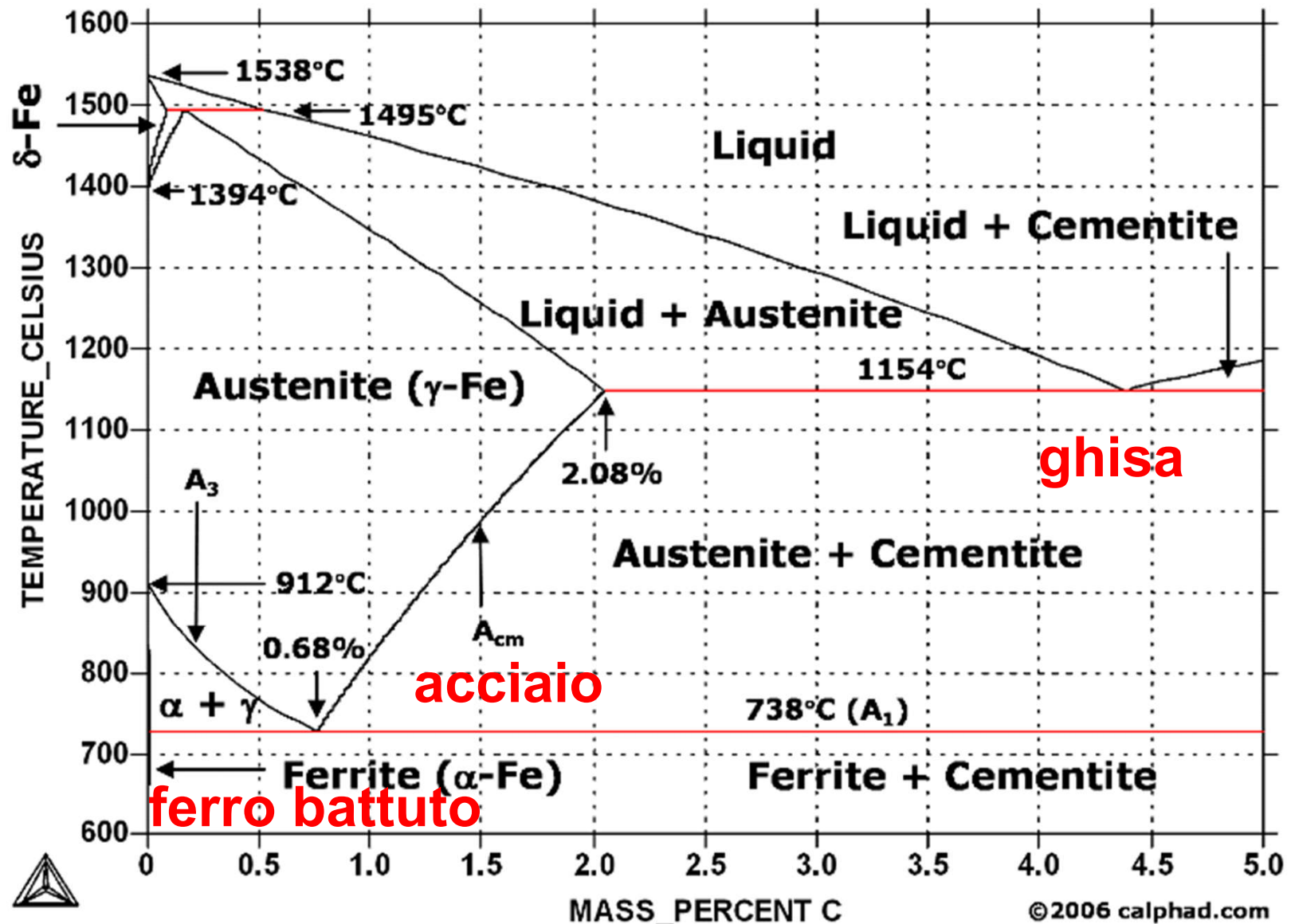


Pompare l'aria brucia il carbonio in eccesso, e permette di produrre l'acciaio

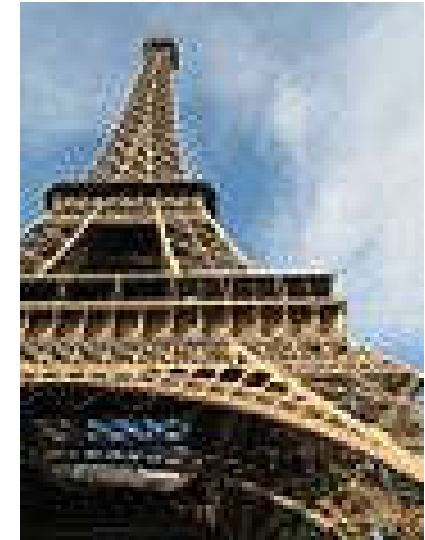
<https://it.wikipedia.org/wiki/Siderurgia>

<https://it.wikipedia.org/wiki/Fabbro>

Acciaio: lega di ferro con carbonio (<2.1%)

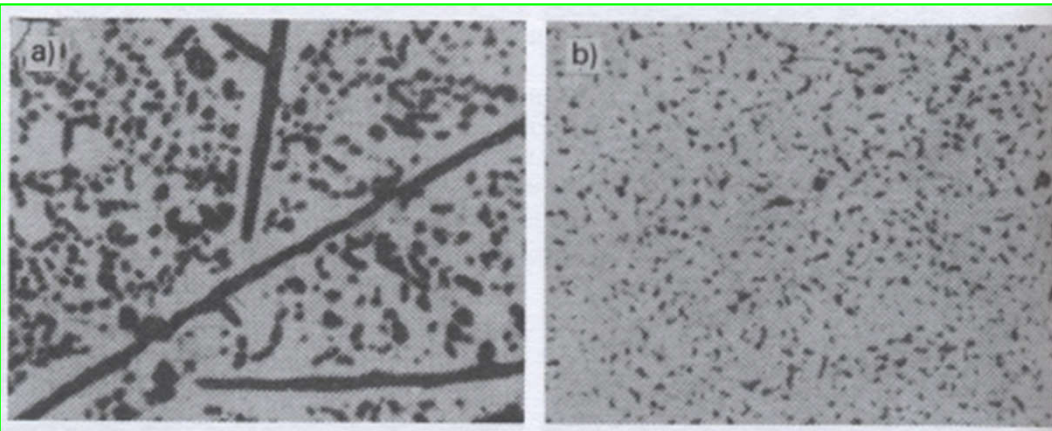


Ghisa, acciaio, ferro battuto, etc.



https://en.wikipedia.org/wiki/Wrought_iron

<https://www.supereva.it/ecco-che-aspetto-ha-titanic-oggi-3810-metri-atlantico-39001>



Grafite cristallizzato nella ghisa (lega Fe-C con 4% C)

La spada di Damasco



Assedio di Antiochia (1098 d.C.)



[dott.ssa Claudia Cepollaro]

Nella **Forgiatura** la lama era creata modellando il ferro con presse o con maglie inserite nella forgia, una sorta di forno con carboni ardenti alimentati da un mantice. La temperatura non doveva essere troppo elevata per evitare che il ferro diventasse ghisa. ~~diventasse troppo morbido~~. Successivamente la lama, resa arroventata con i carboni della forgia, era lavorata con martello ed incudine. Seguiva la **Tempra** dove il ferro della lama arroventata, divenuto acciaio, veniva immersa in olio o acqua. E per finire il **Rinvenimento**, un trattamento termico con un riscaldamento seguito da un raffreddamento a velocità controllata (nella urina?) che dava durezza l'elasticità all'arma.

<https://lagiovinestoria.blogspot.com/p/le-spade-di-damasco-misteri-del-medioevo.html>

Metalli nativi

Rame, argento, calcite



Oro, rame, argento



Museo delle Scienze Naturali di
Toronto, foto Maria Karwasz

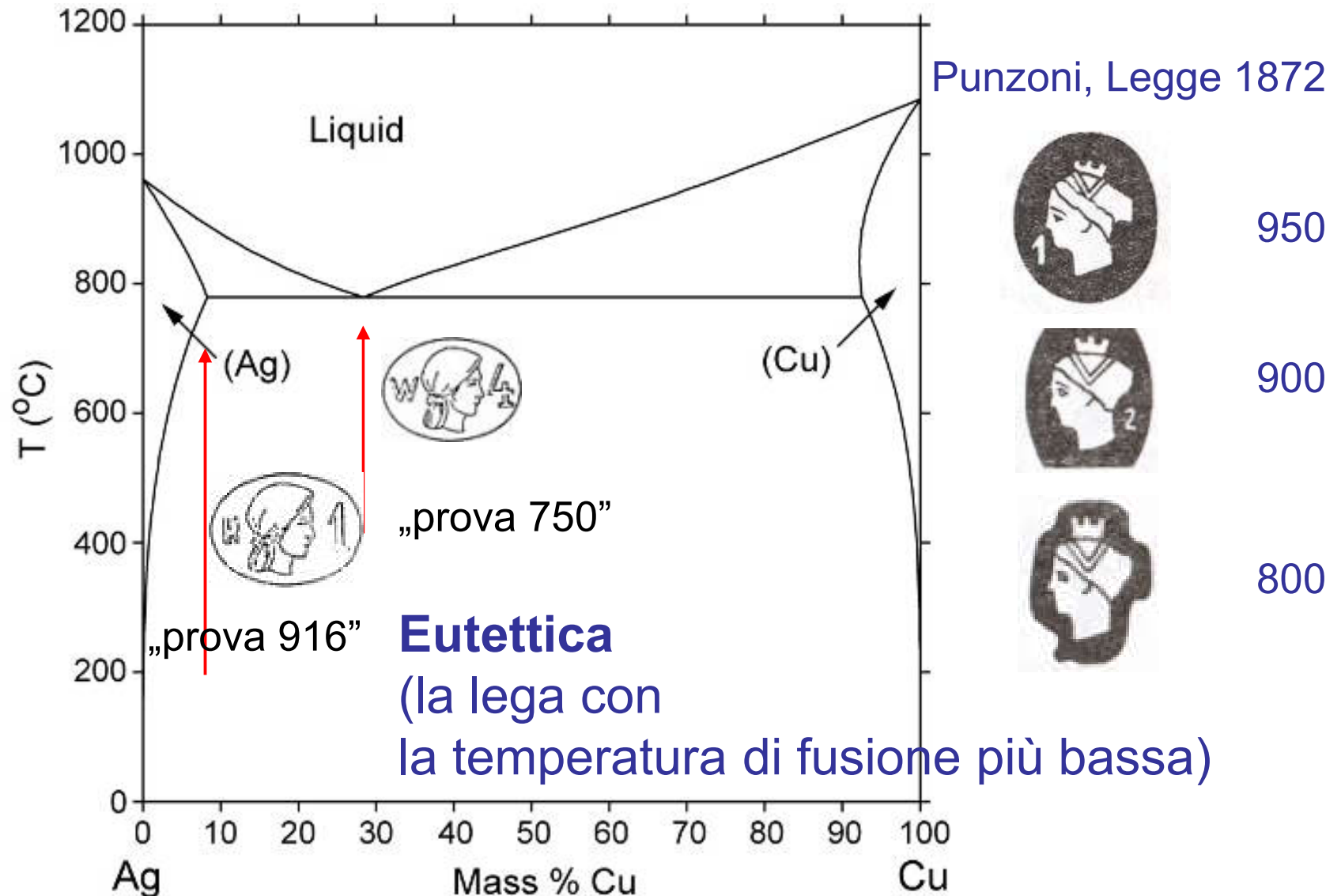
L'oro rimane eterno: il tesoro di Priamo



prima metà del III millennio a.C.

<https://www.joya.life/blog/sorprendente-tesoro-del-priamo/>

Lega: una miscela (solida) per migliorare le proprietà meccaniche e di lavorazione

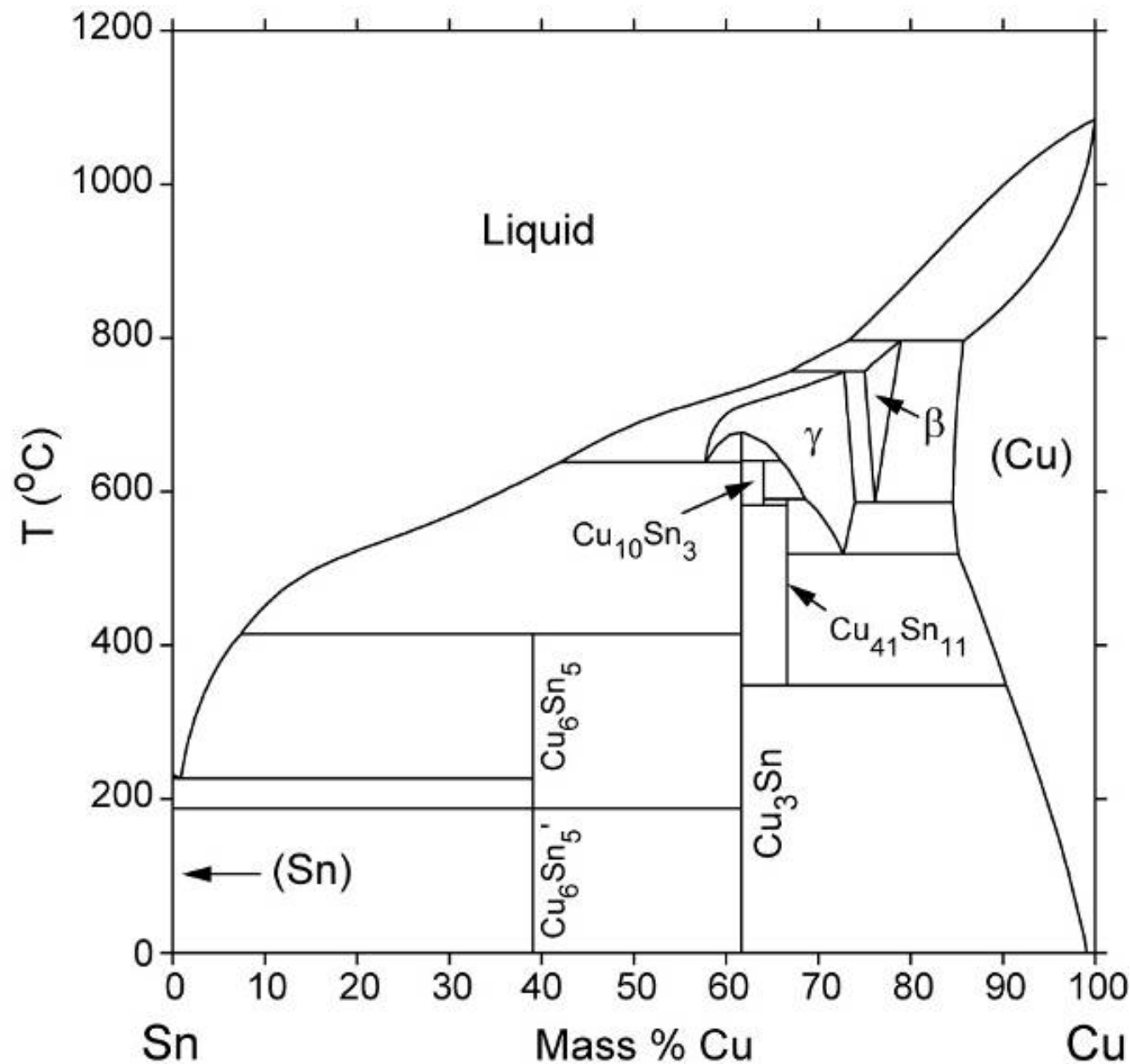


Età del bronzo 3300-1300 a.C.

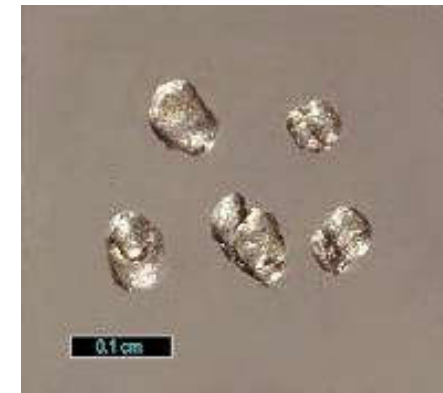


<http://www.metallurgy.nist.gov/phase/solder/cushn.html>
http://en.wikipedia.org/wiki/Bronze_Age
http://www.coloradogem.com/images/3507_big.jpg
<http://webmineral.com/specimens/picshow.php?id=2469>
http://it.wikipedia.org/wiki/File:Marek_Aureliusz_Kapitol.jpg
<http://www.exceptionalminerals.com/exceptionalroom6.htm>

Età del bronzo (Cu:Sn)



Rame nativo, Michigan, USA



Stagno nativo, NSW Australia

I bronzi venuti dal mare



Reggio Calabria, 24/07/2012,
per gentile concessione



https://it.wikipedia.org/wiki/Macchina_di_Anticitera

Calcolatore astronomico 150-100 a.C.

What ? Price's Metonic geartrain

axis: rotations per year

b 1

c $-\frac{64}{38} = -\frac{32}{19}$

d $-\frac{32}{19} \times -\frac{48}{24} = \frac{64}{19}$

e $\frac{64}{19} \times -\frac{127}{32} = -\frac{254}{19}$

It essentially calculates the average of the position of the moon in the zodiac.

19 years = 235 real months

(k)

A diagram of the Antikythera mechanism's gear train, showing the interlocking gears and their labels. The diagram is overlaid on a photograph of the mechanism. The labels include 'b2', 'e2', 'c1', 'c2', 'd1', and 'e1'. The numbers 64, 32, 38, 19, 48, 24, 127, and 254 are also present, corresponding to the gear ratios in the equations.

<https://www.youtube.com/watch?v=xWVA6TeUKYU>

Leghe della zecca EU

Monetine polacche:

- 1, 2, 5 gr - $\text{Cu}_{59}\text{Zn}_{40}\text{Mn}_1$
- 10, 20, 50 gr i 1 zł - $\text{Cu}_{75}\text{Ni}_{25}$
- 2 zł : $\text{Cu}_{92}\text{Al}_6\text{Ni}_2$ - esterno, $\text{Cu}_{75}\text{Ni}_{25}$ - interno

Euro:

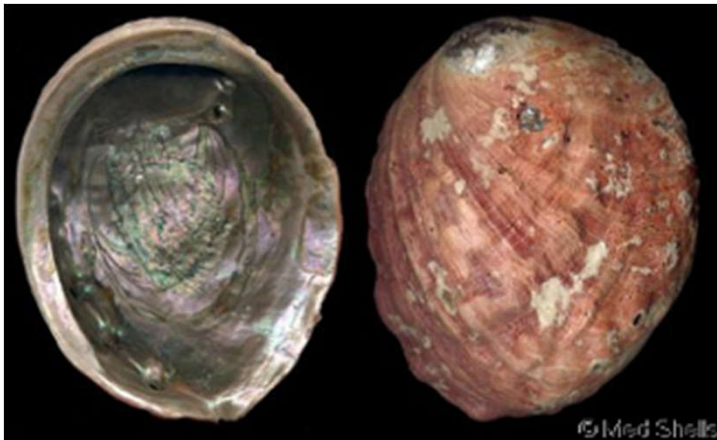
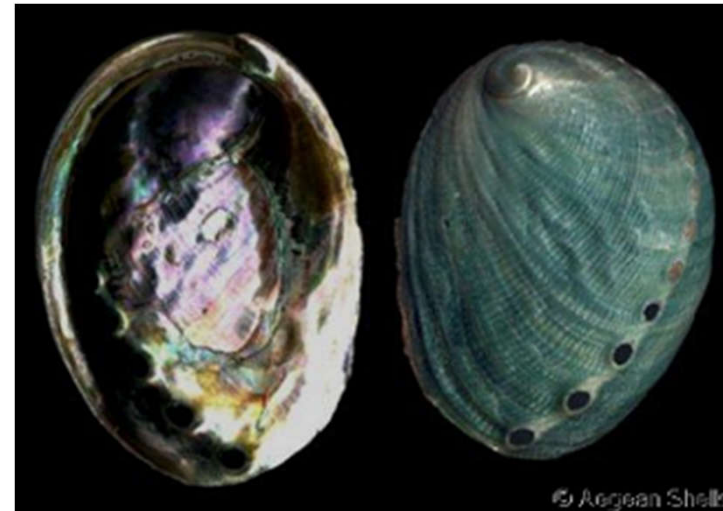
-  acciaio ricoperto con rame
-  20, 50 centesimi $\text{Cu}_{89}\text{Al}_5\text{Zn}_5\text{Sn}_1$ (nordic gold)
-  interno: $\text{Cu}_{75}\text{Ni}_{25}$ esterno $\text{Cu}_{75}\text{Zn}_{20}\text{Ni}_5$

Due mega-sbronzi

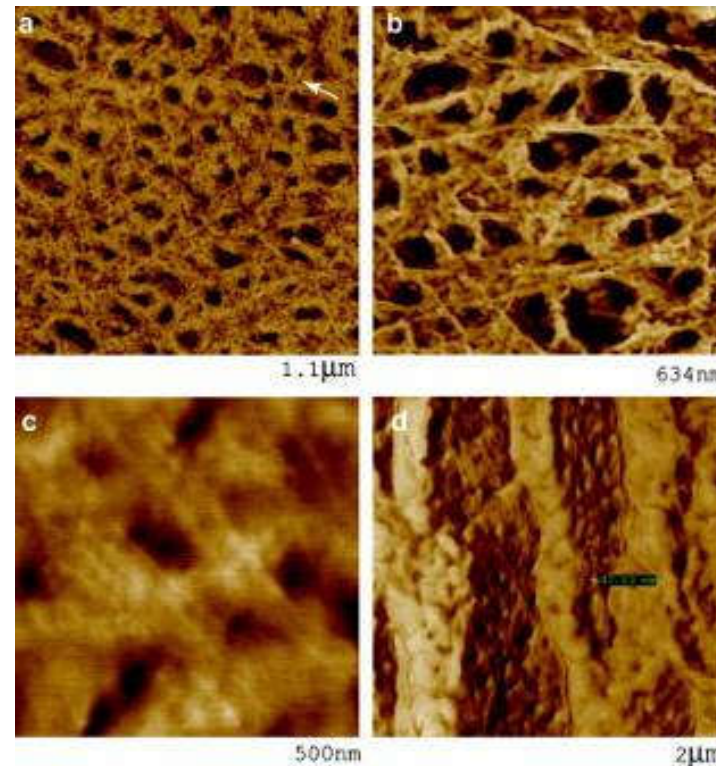


«Колокол цар» – non ha mai suonata «Пушка цар» - non ho mai sparato

L'ingegneria dei materiali: Red abalone



Haliotis rufescens ang. Red abalone
Orecchia di mare — fino a 30 cm
http://www.gastropods.com/5/Shell_965.shtml



Haliotis rufescens

Una complicatissima struttura, che somiglia a un muretto con rinforzi

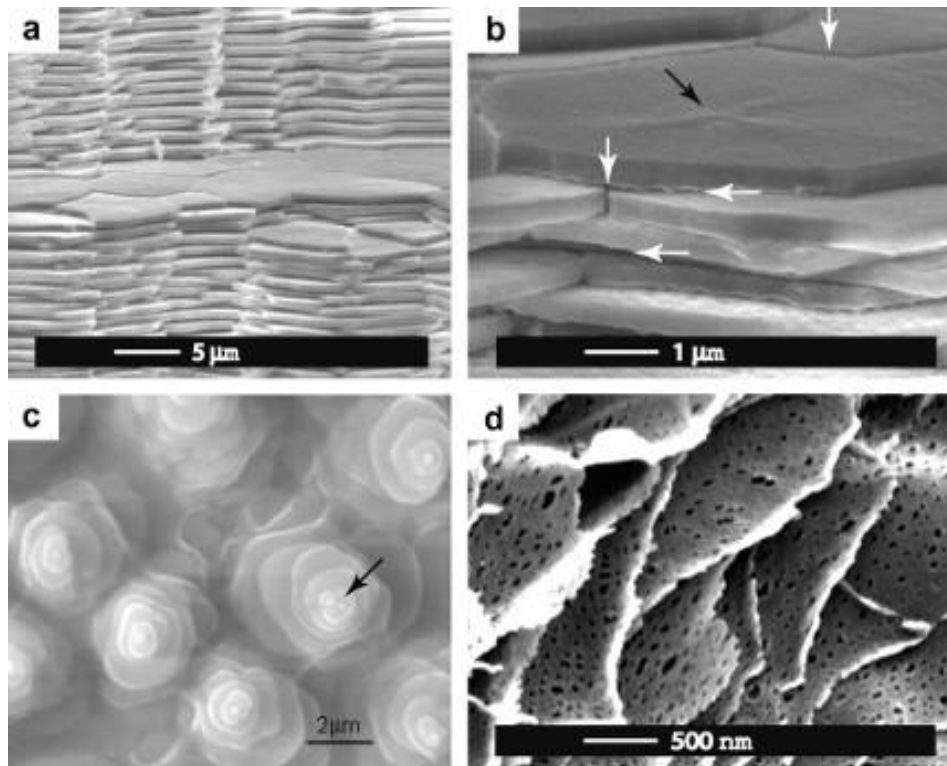


Fig. 1. (a and b) SEM images of fractured nacre from *H. rufescens* illustrating tiles on nearly parallel lamella. The “terrace” consisting of one interlamellar layer of nacre is shown at higher magnification in (b), where the black arrow points to a central region discussed below and referred to in [Mutvei \(1979\)](#). (c) Flat pearls grown on a glass slide inserted into the mantle of a live red abalone (described below). Note the “stack of coins” arrangement with a smaller tile (or tiles) nucleated at the top of each stack. (d) SEM image of a cross section of *H. rufescens* organic matrix, demineralized in EDTA, illustrating individual and apparently porous interlamellar layers

(a, b) La struttura lamellare del guscio, fatta dalle ‘tegole’ di madre perla.

(c) La parte interna è un mosaico di quasi-perle: pile di lamiere

(d) La matrice organica costituisce una rete, tipo filamenti di vetro in ‘vetro-resina’

Jiddu Bezares^a, Robert J. Asaro^{a, *} and Marilyn Hawley^b

^a Department of Structural Engineering, University of California, San Diego, CA 92093, USA

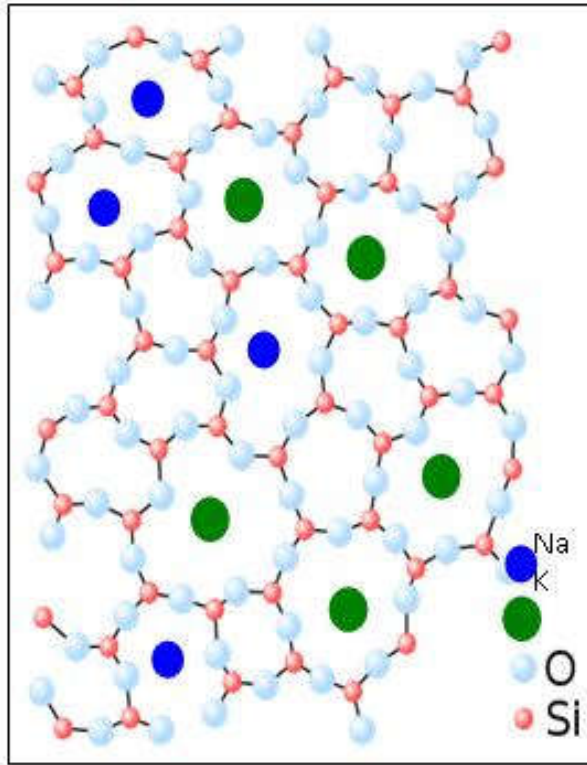
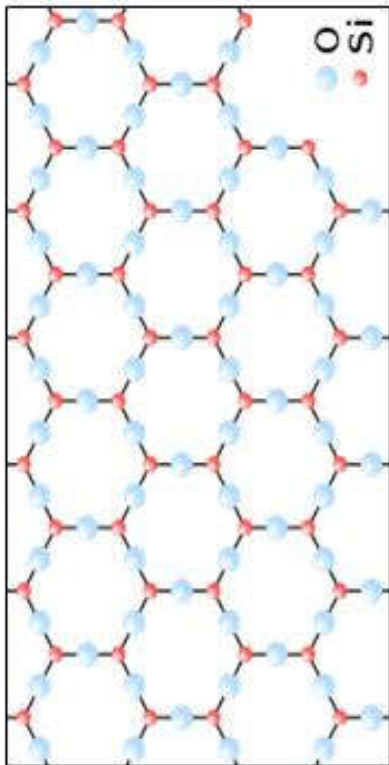
^b Materials Science and Technology Division, Los Alamos National lab., Los Alamos, NM 87545, USA

Journal of Structural Biology

Volume 163, Issue 1, July 2008, Pages 61-75

Il vetro – un solido o un liquido molto raffreddato?

La sabbia fusa con un po' di cenere



Il reticolo di SiO₂ 'gonfiato' dalla presenza di atomi 'ingombranti': Na e K

Una vetrata medioevale:
Hotel de Cluny, Paris (foto MK)

Il vetro di Murano



<https://www.theitaliantouch.org/it/volume3/miti/miti-e-status-symbol/il-vetro-di-murano/>

<https://it.latuaitalia.ru/made-in-italy/il-vetro-artistico-di-murano/>

<https://vitrumlife.it/vetro-di-murano-un-patrimonio-che-rischia-la-scomparsa/>

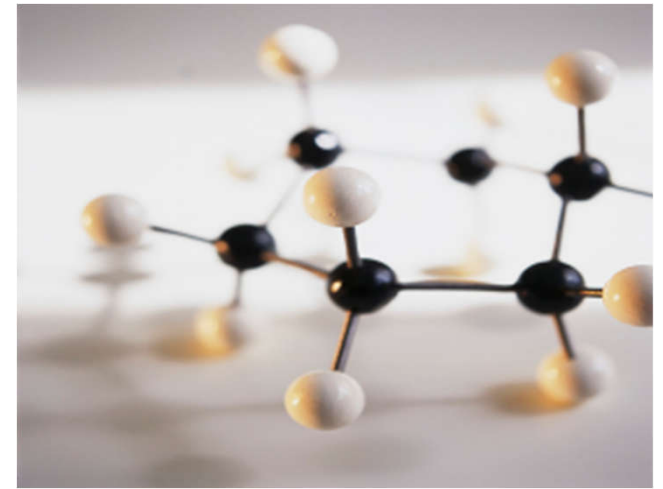
Belvedere im Schlossgarten Charlottenburg



Vedi anche: https://it.wikipedia.org/wiki/Porcellana_di_Meissen

Polimeri, compositi

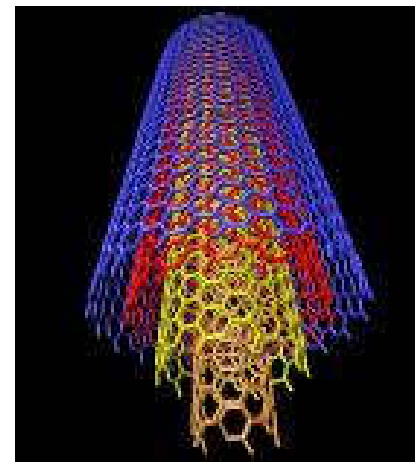
- 1) Singolo componente (termoindurenti)
- 2) Chemoindurenti (resine)



Compositi
(fibra + resina)

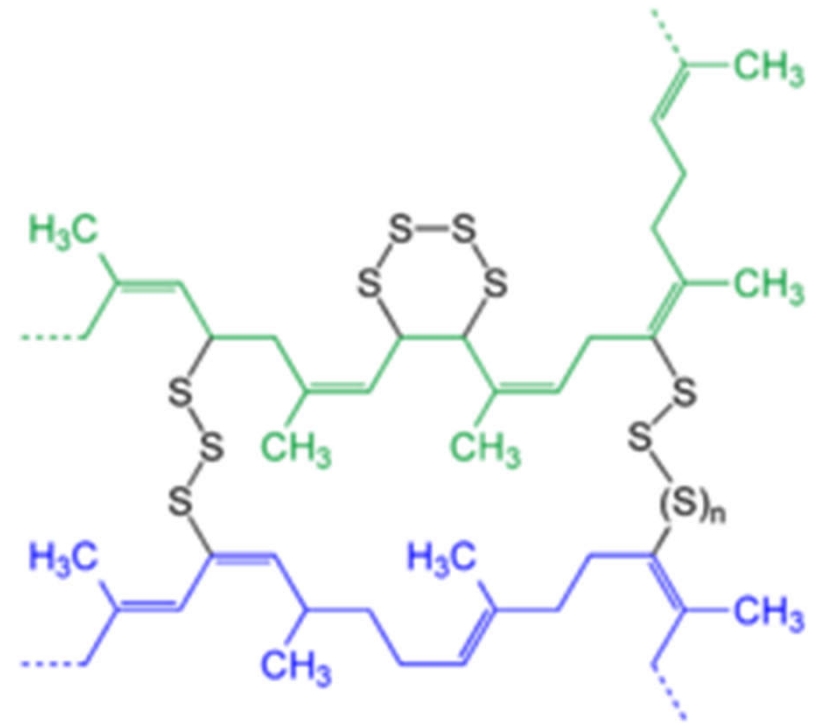


Nanopolimery



Ebanite

Ebanite = gomma + 30 % zolfo
Goodyear (1843)

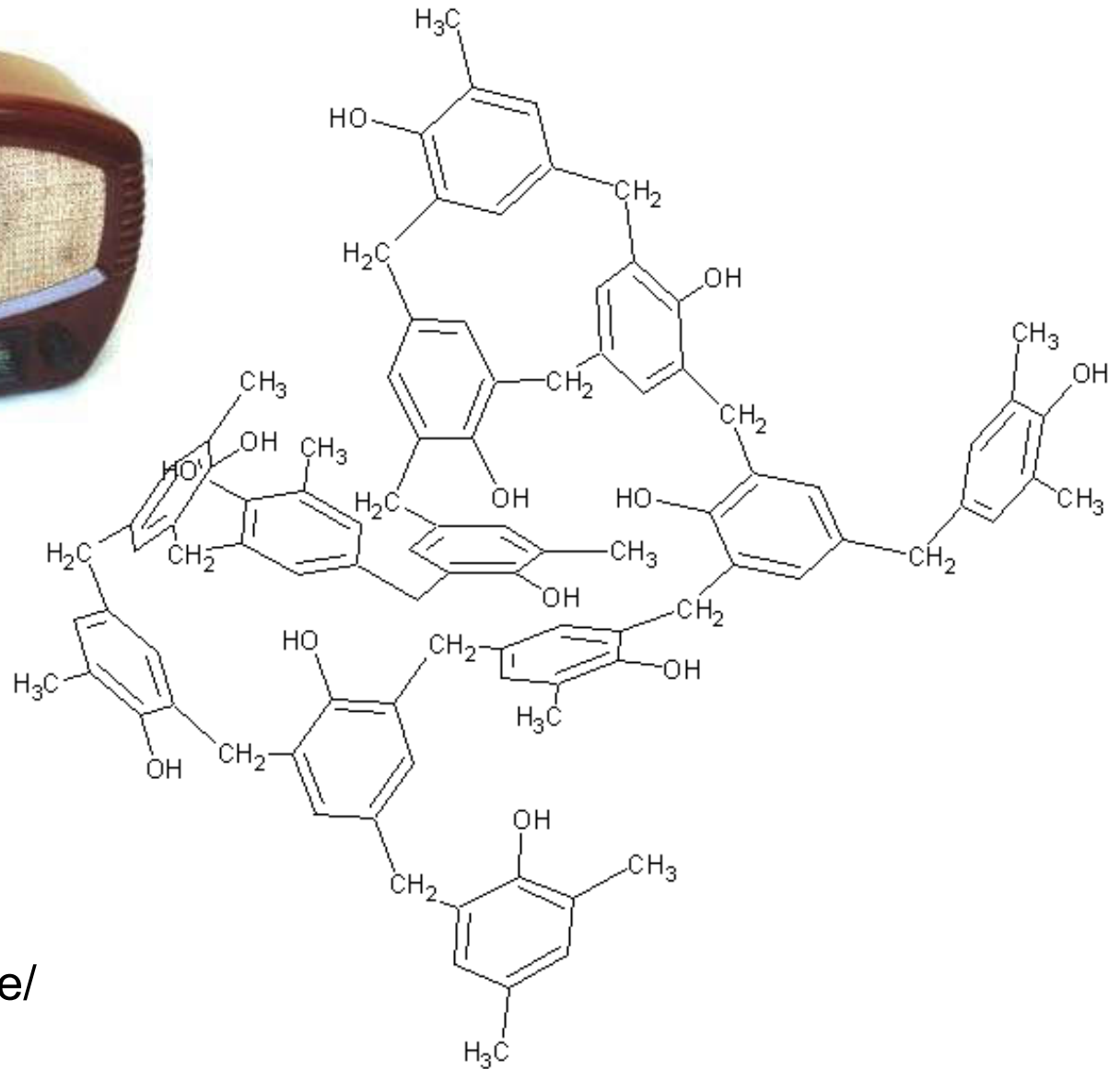


<https://www.mohwinckel.it/EN/products/semifinished/ebonite>

Bocaglio: teclacenter.com.br/boquilha-v16-a5s-ebonite-p-sax-alto-sm811s-vandoren.html

Bakelite

bakelite (1907) = fenolo + aldeide formico



<http://www.bakelitemuseum.de/>

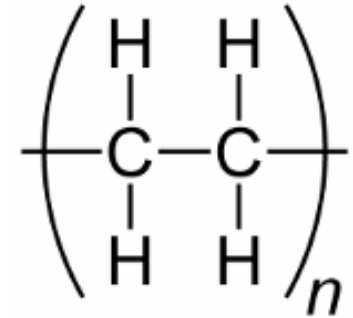
Polietylene (PE)



http://www.primus.com.pl/gim/galeria/udir_1/konkursstrony/2008strony/3/polietylen.jpg

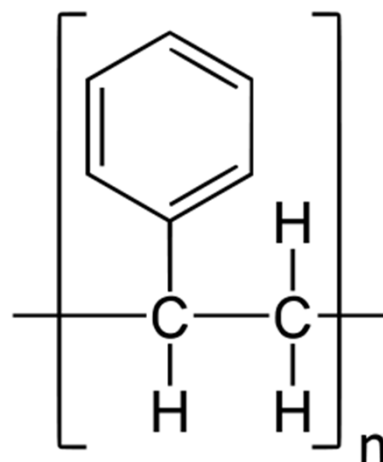


<http://wwwnt.if.pwr.wroc.pl/kwazar/materia/146187/polietylen.jpg>



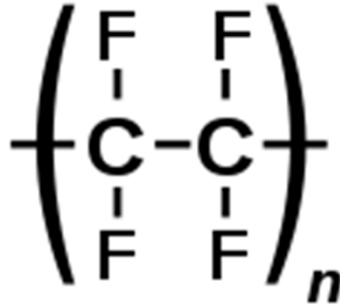
- PE è un materiale con la formula chimica più semplice in assoluto
- Tuttavia, le catene chimiche si possono legare a vicenda via le forze più deboli (cosiddette van der Waals)
- È la 'plastica' più diffusa come sacchetti per alimenti
- Per sé non è biodegradabile

Polistirene - PS



- Contiene un gruppo 'aromatico' – la forma leggera (schiuma) ha un profumo caratteristico
- Bello trasparente, ma più fragile del polipropilene
- Buon isolatore elettrico, anche per forni a microonde
- Nella forma 'gonfiata' usato come isolante (esterno) delle case
- Brucia producendo la fuliggine, fumo asfissiante
- Usato per interni di frigoriferi, forni a microonde, contenitori, giocattoli, custodie CD etc.

Politetrafluorene - PTFE



- Nome commerciale teflon
- Primi impieghi per scopi militari (Progetto «Manhattan» e voli spaziali): non infiammabile, resistente ad alte temperature, non diventa fragile alle temperature basse, estremamente resistente agli agenti chimici – praticamente non si scoglie
- 'È inoltre il materiale con il coefficiente di attrito più basso conosciuto' [wiki]
- Rivestimenti antiadesivi, sigilli, membrane delle pompe etc.

Liquidi

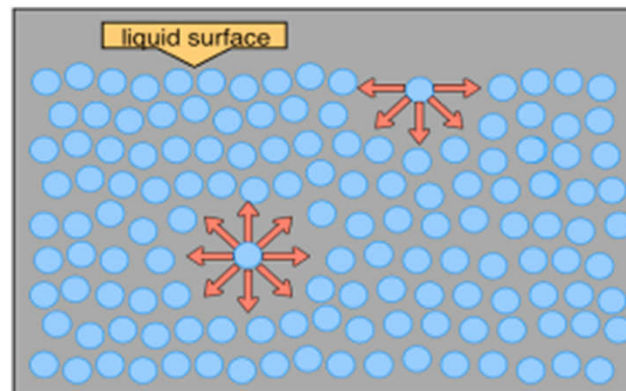
- Non hanno la forma ma mantengono un volume ben definito



Acqua: „tensione” superficiale



Sao Paulo, Hotel Sheraton (GK)
Australia, Wologobong Lagoon
Foto: Maria Karwasz



L'aggiunta del sapone

- abbassa la tensione superficiale, che permette di „stirare” la goccia di acqua in uno strato sottile (spessore $< 1\mu\text{m}$)



Jak biegają nartniki?



Australia, film Maria Karwasz

Aby nie utonąć korzystają, oczywiście, z istnienia błony powierzchniowej. Ale to nie wystarcza, aby biegać. Nartniki potrafią, wytwarzając odpowiednie wiry, „odpychać” się na błonie.

Come misurare le dimensioni dell'atomo?

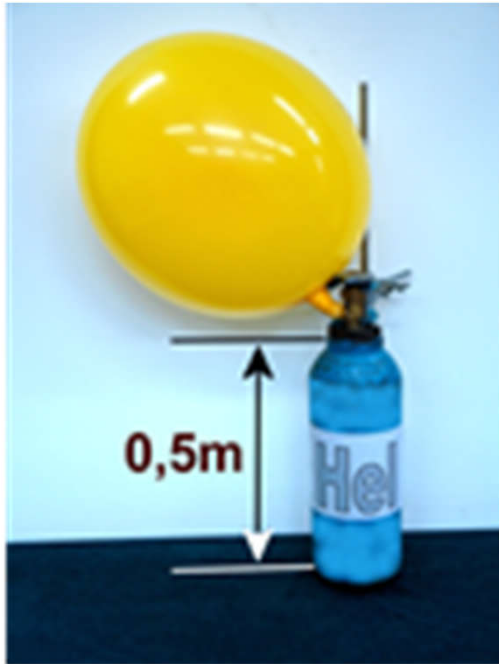
- Esperimento di Jean Perrin
- Bacchetta in plastica, elettrizzata per strofinio, sembra di respingere la lama (ma in realta' attira la superficie d'acqua)



http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Wystawy_archiwum/z_omegi/dscn1561.mov
http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/Pokazy_2012/filmy/atom2.flv

I gas

- Non hanno ne forma ne volume
- Cioe' tentanto sempre di espandersi



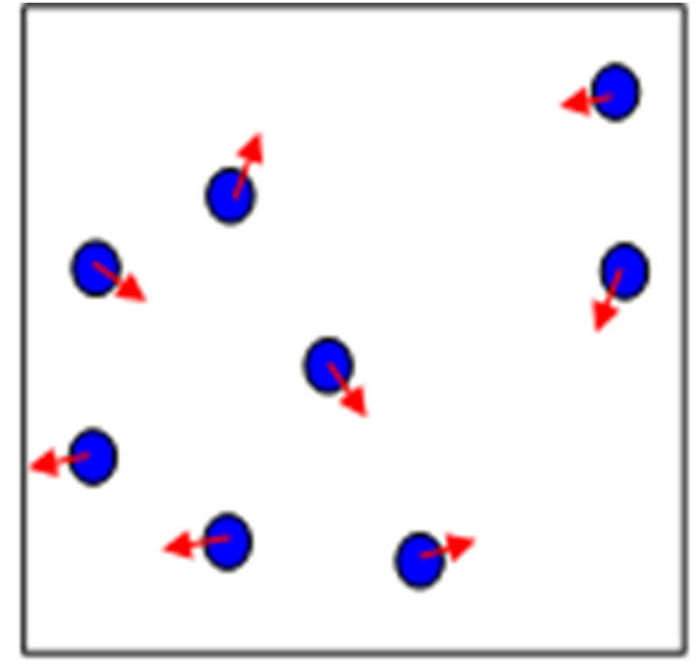
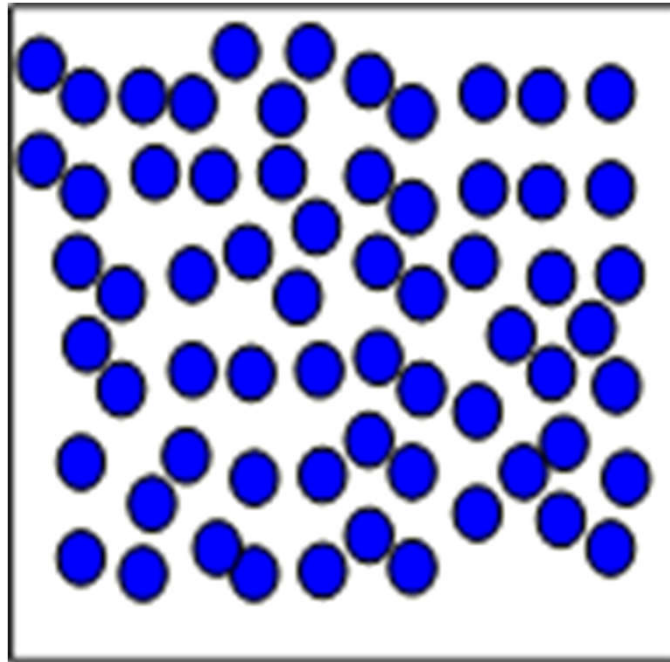
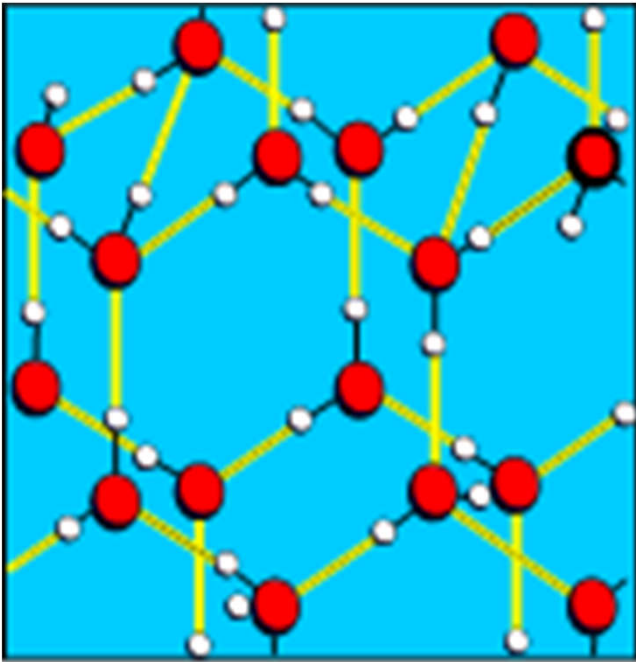
I gas hanno loro peso e il volume

- I filosofi Greci (Empedocle, citato da Aristotele) chiamavano questo stato *aria*, [αέρας](#)



Balon aerostatyczny

Atomi in diversi stati di condensazione



Stato solido: posizioni (e distanze) di atomi ben definite

Stato liquido: distanze vicine, posizioni in continuo variare

Stato gassoso: atomi in costanti collisioni, tentano di „andarsene”

Cambiamenti di „fase” (di stato)



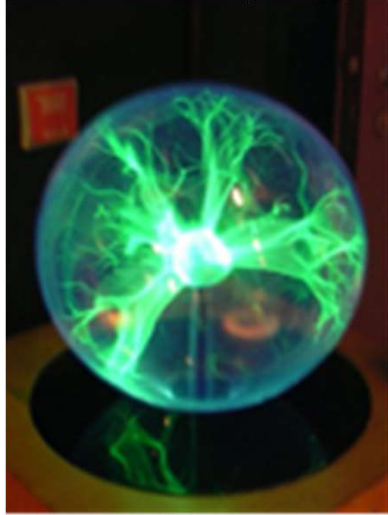
Ghiaccio su fiume Vistola a Torun



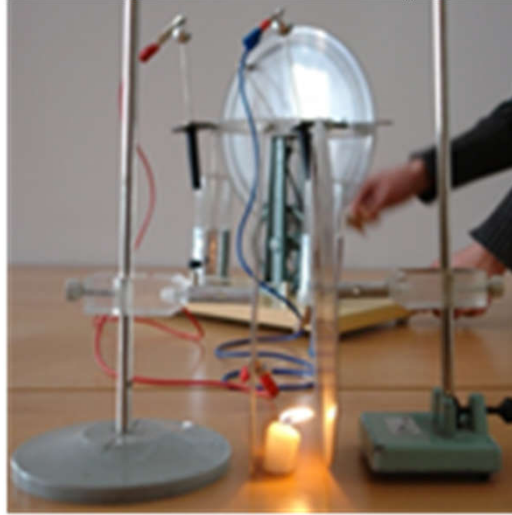
Pentola nella cucina di Maria

Evaporazione, condensazione, disgelo, ~~sublimazione~~

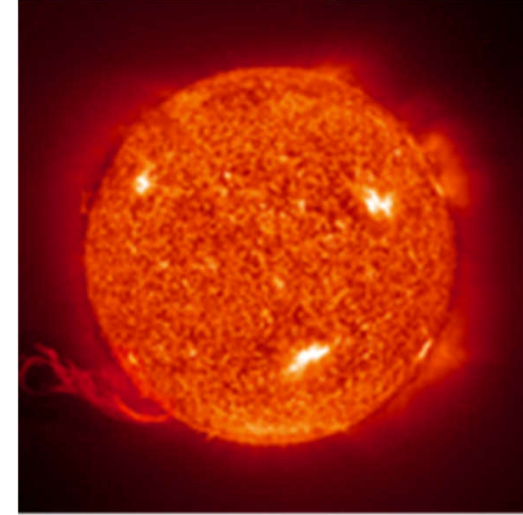
Plasma: gas molto caldo, che conduce la
corrente elettrica
(atomi, che hanno perso elettroni)



Sfera di plasma



Fiamma di una candela



Il Sole

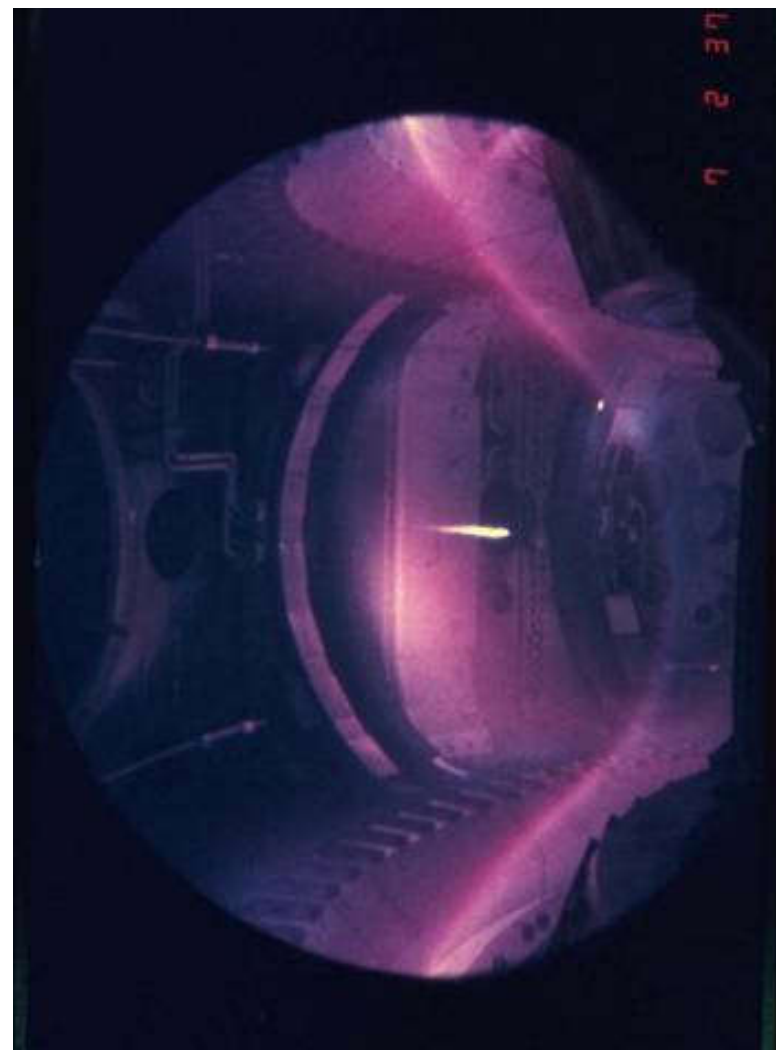
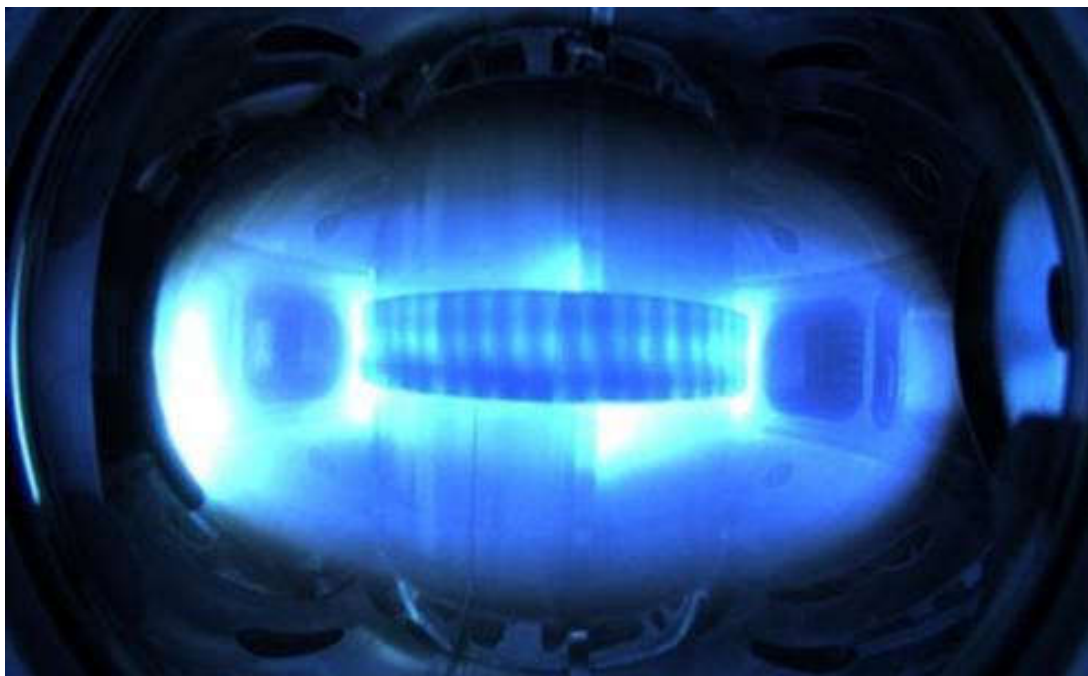
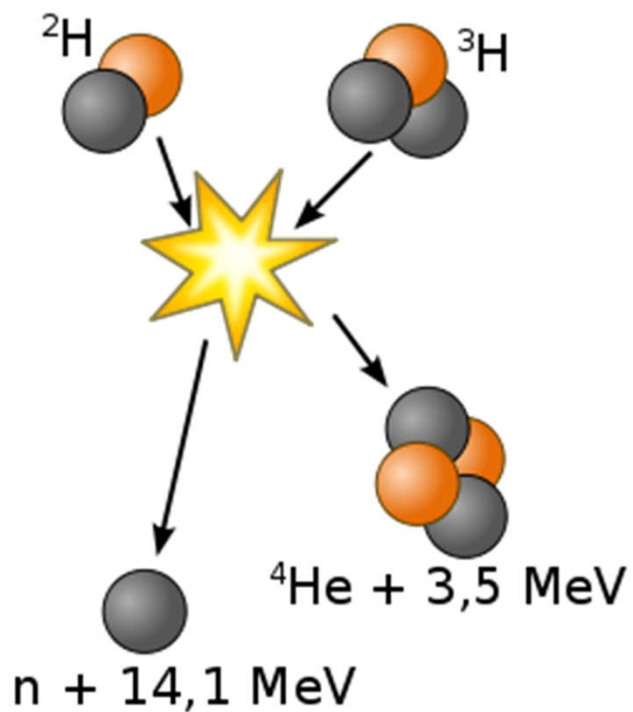


Aurora boreale

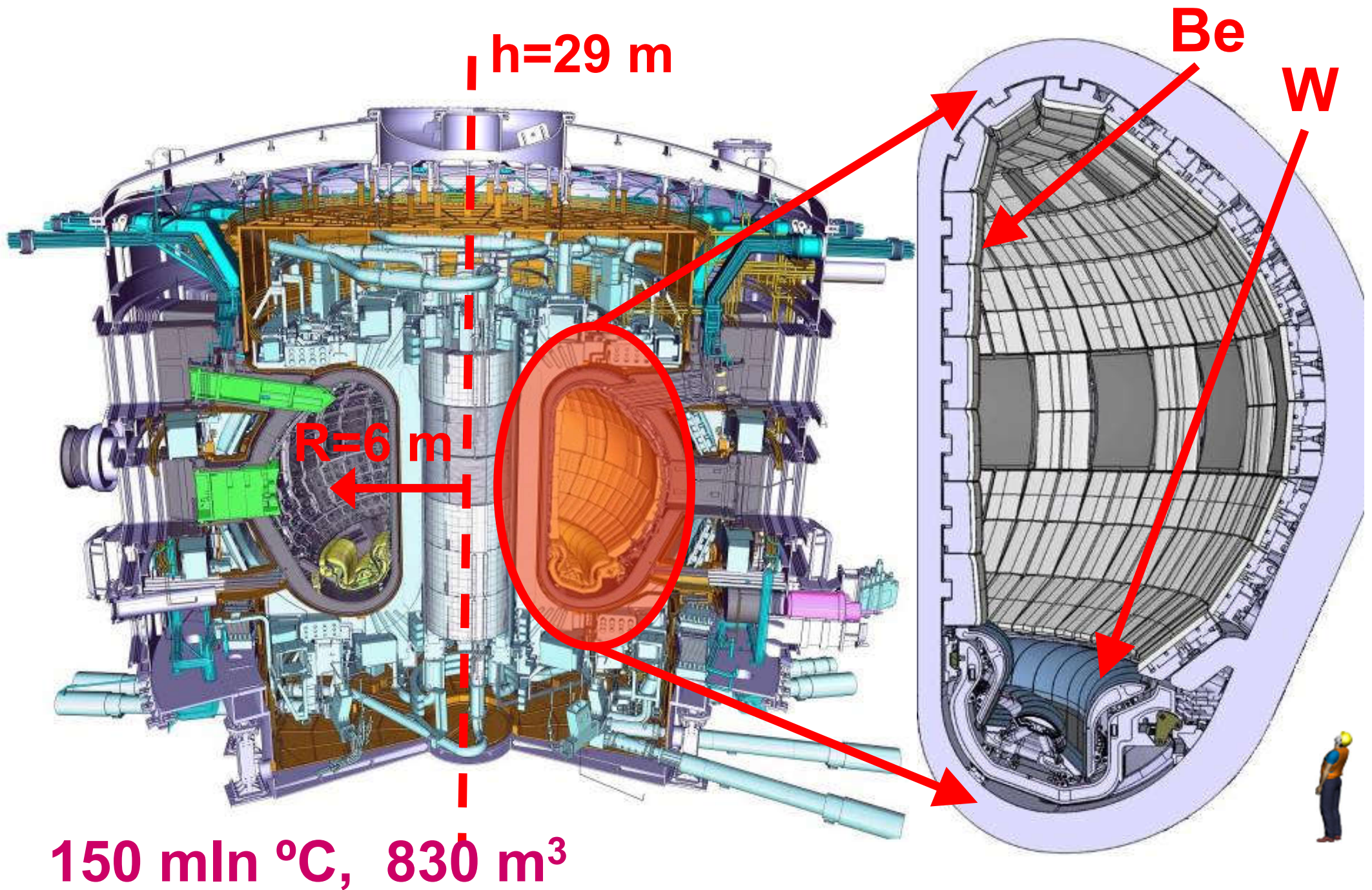
Sintesi termionucleare

1GWy: 2,7 mln t di carbone
oppure 250 kg $^2\text{H} + ^3\text{H}$

150 mln °C



ITER Tokamak



Schede di lavoro

6. La scienza dei materiali (scuola media)

Ricordi la storia del re Mida? Qualsiasi oggetto toccasse diventava oro. Proviamo a giocare per un giorno al re Anti-Mida. Per un giorno intero, leggi, per favore, le etichette degli oggetti e dei prodotti che prendi in mano: cibi, confezioni, monete, penne, libri etc. Prova ed indentificare:

- i) di che cosa sono fatti, oppure
- ii) che cosa contengono (tipo 'colorante E302'), oppure
- iii) che procedimenti 'ecologici' (ad esempio il certificato dei grassi usati) caratterizzano questi oggetti.

- Fai un elenco delle sigle trovate.

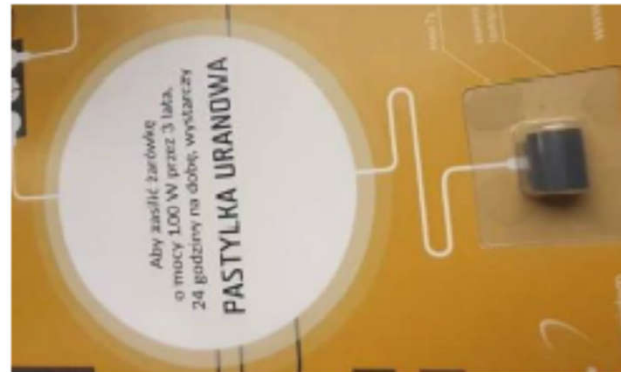
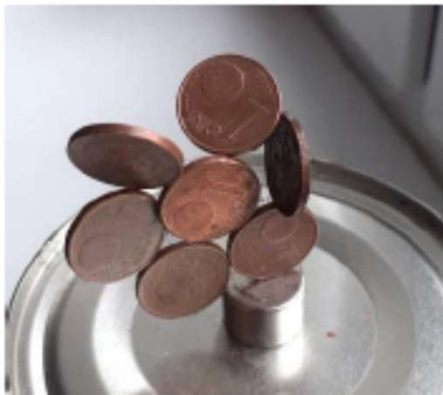
Il gioco 'Anti-Mida' deve durare non più di un giorno: tieni sottomano un pezzo di carta per segnare la sigla sconosciuta, piuttosto che fotografare con il telefonino: risparmi tempo.

- Per cinque sigle trovate vai su Internet a cercare spiegazioni.
- Per la ricerca delle spiegazioni su Internet metti su un orologio un limite di 10 minuti per ogni materiale che hai scelto. Puoi tornare al gioco in seguito, ma intanto diventi esperto già di qualche sigla.
- Se riesci, porta in classe i materiali trovati (piccoli pezzi di ferro, magari minerali, etichette di cibi). Non portare in classe i gioielli della bisnonna: fai la foto delle descrizioni se ne trovi.

Schede di lavoro

La ricchezza della scienza di materiali sta in fatto, che ogni materiale ha proprietà diverse: certi sono magnetici (ferro battuto), certi sono buoni conduttori di elettricità (il rame, l'oro ancora meglio – per questo i collegamenti interni del computer vengono dorati sulla superficie), certi conducono bene (il marmo) o male (il gesso) il calore, certi metalli sono elastici (l'acciaio) altri si fondono bene (la ghisa, il bronzo).

- Prendi una monetina da 5 centesimi: dal colore sembra rame, vero? Controlla (usando per esempio un magnete che la mamma ha attaccato al frigorifero) se la monetina è magnetica: infatti dentro è fatta di ferro.
- Controlla altre monetine (10 centesimi, i centesimi americani, sterline etc.) se sono magnetiche. Se risultano magnetiche, non significa che sono fatte di ferro: anche il nichel è magnetico.



- (a) Se hai un magnete forte (e un po' di pazienza), prova di fare un albero usando gli eurocent.
- (b) L'uranio somiglia a tanti altri metalli (e non è neanche molto radioattivo) – è solo molto pesantissimo: controlla su internet la densità specifica del piombo, l'oro e l'uranio.
- (c) Il certificato del contenuto d'oro in questo anello si vede appena, appena.



LV RAIBA KRĀSU SPĒLE • 3 OLU KRAŠA (Dzeltena • Sarkana • Zila)

Viegli un ātri. **Saturs:** 15 ml (3 krāsas pa 5 ml). **Sastāvdaļas:** Ūdens, Skābuma regulētājs: E 270 Pienskābe, E 524 Nātrija hidroksīds; Krāsviela: E 122 Azorubīns, E 104 Hinolīna dzeltenais, E 131 Patentzila V, E 110 oranždzeltenais S, E 151 Briljanta melnais PN; Konservants: E 200 Sorbīnskābe; Gliukozes sirups, Biezīnātājs: E 415 Ksantāna sveķi, E 410 Ceratoniju augļu sveķi. Lietošanas pamācība iekšpusē.

LT MARGŲ SPALVŲ ŽAISMAS • 3-IŲ SPALVŲ DAŽAI KIAUŠINIAMS (Geltona • Raudona • Mėlyna)

Paprasta ir lengva naudoti. **Turinys:** 15 ml (3 dažai po 5 ml). **Ingredientai:** Vanduo, Rūgštingumą reguluojanti medžiaga: E 270 Pieno rūgštis, E 524 Natrio hidroksidas; Dažiklis: E 122 Azorubinas, E 104 Chinolino geltonasis, E 131 Patentuotas mėlynasis V, E 110 apelsinų geltonasis S, E 151 Brilantinis juodasis PN; Konservantas: E 200 Sorbo rūgštis; Gliukozės sirupas, Tirštiklis: E 415 Ksantano derva, E 410 Saldžiųjų ceratonijų derva. Naudojimo instrukcija viduje.

CZ PESTROBAREVNÁ HRA • 3 BAREV NA VEJCE (Žlutá • Červená • Modrá)

Hravě a rychle. **Obsah:** 15 ml (3 barev po 5 ml). **Složení:** Voda, Regulátor kyselosti: E 270 Kyselina mléčná, E 524 Hydroxid sodný; Barvivo: E 122 Azorubin, E 104 Chinolinová žlutá, E 131 Patentní modř V, E 110 žlutá SY, E 151 Brilantní červená PN; Konzervant: E 200 Kyselina sorbová; Glukózo-fruktózový sirup, Zahusťovadlo: E 415 Xanthan, E 410 Karubin. Návod k použití přiložen.

SK PESTRÁ HRA FARIEB • 3 FARIEB NA VAJCIA (Žltá • Červená • Modrá)

Hravo a rýchlo. **Obsah:** 15 ml (3 farieb po 5 ml). **Prísady:** Voda, Regulátor kyslosti: E 270 Kyselina mliečna, E 524 Hydroxid sodný; Farbivo: E 122 Azorubín, E 104 Chinolinová žltá, E 131 Patentná modrá V, E 110 Pomarančovožltá S, E 151 Brilantná čierna PN; Konzervačná látka: E 200 Kyselina sorbová; Glukózový sirup, Zahusťovadlo: E 415 Xantánová guma, E 410 Karobová guma. Návod na použitie priložený.

I coloranti sono nell'UE 'codificati' con strane sigle. Qui riportiamo il contenuto di pigmenti per le uova di Pasqua, di produzione tedesca, ma le descrizioni sono in tutt'altre lingue. Magari 'lo zio google' riesce ad aiutarvi?



(a) Il contenitore per i medicinali potrebbe essere fatto di polipropilene; questo è fatto di polietilene di alta densità, cioè di polietilene con le catene polimeriche corti. (b, c) Le 'plastiche', i.e. i polimeri, quando invecchiano perdono l'elasticità: in mezzo un sechiello per pomodori in polipropilene, già con le crepe; a destra - la scarpa con la suola disintegrata.

1. Preparati una borsa a tracolla, una merendina e una borraccia con dell'acqua: si parte!
2. Guarda attentamente i sassi che trovi per strada: meglio se in campagna: i sassi lungo il ciglio della strada, di solito, non sono del tuo posto ma portati dai costruttori di questa strada.
3. Raccogli non più di dieci sassi, possibilmente di colori diversi. I pezzi non devono essere grandi (per non pesare troppo). Se hai già superato dieci pezzi, controlla nella borsa se per caso non ne hai due uguali. Si torna a casa.

Una gita fuori porta

A casa, in cucina, stendi della carta cucina sul tavolo e metti i sassi lì. Prima controlla quali sassi hanno dei bei cristalli, sono quasi sicuramente graniti*. Prova ad identificare i cristalli.

Se ci sono dei cristalli bianchi, probabilmente saranno più duri: prova se si riesce a graffiarli con una forchetta (in metallo). Se non si graffiano o addirittura sul cristallo rimane la traccia del metallo, quasi sicuramente è quarzo. Tante spiagge sono fatte di piccoli granelli di quarzo. Se il tuo granito avesse anche dei cristalli neri, questi dovrebbero essere più morbidi della forchetta.



Se i cristalli delle rocce sono grandi (e separati) – vengono chiamati “minerali”. I minerali servono per ottenere, per esempio, i metalli. Qui sotto mostriamo tre minerali: l’azzurrite, l’ematite e la blenda, da cui si può ottenere il rame, il ferro, o il piombo.



Siderite (minerale di ferro), azzurrite (rame) e blenda di piombo.

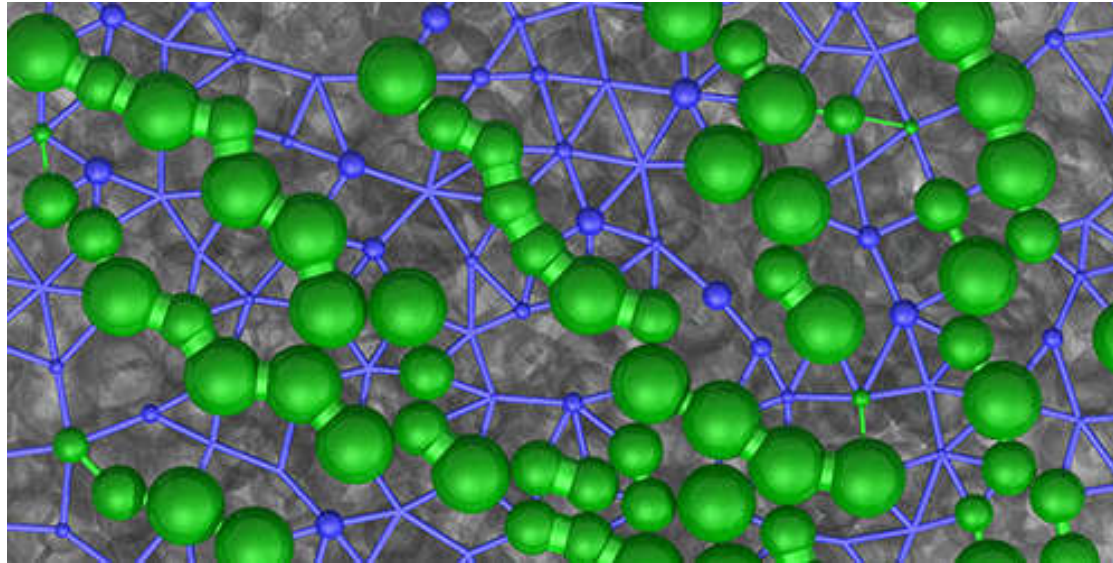
I minerali particolarmente belli vengono usati per i gioielli. I diamanti sono i più duri e, per questo, i più costosi. Sono trasparenti ma mostrano diversi colori sui loro bordi. Le gemme di colore rosa scuro, blu scuro e verde marino si chiamano: rubino, topazio, smeraldo. Anche esse sono molto care.



Il rubino, lo smeraldo e lo zaffiro sono “pietre preziose”. Il più caro è il diamante: stranamente è una forma di carbonio.

Appendice: Come preparare una torta?

La mamma dice, che bisogna girare sempre in una direzione.
E che cose dice la fisica moderna?



L'impasto ben preparato forma una *emulsione*, cioè una miscela d'acqua con grasso, che forma lunghe catene. Cambiamento della direzione di mescolare provoca la rottura di queste catene

when the stirring direction is reversed, particles are pulled out of contact with each other
<http://physics.aps.org/synopsis-for/10.1103/PhysRevLett.115.228304>

Infiniti altri materiali



Altare in ambra, Chiesa S. Brigida, Danzica, foto Maria Karwasz