

Inclusione e personalizzazione nell'insegnamento delle STEAM

Lezione 9: Qualche applicazione particolare Parte IV: Scienze delle costruzioni

Grzegorz Karwasz
Professor in Experimental Physics

*- Facoltà di Fisica, Astronomia e Informatica Applicata,
Universita' Nicolao Copernico, Torun, Polonia*

karwasz@fizyka.umk.pl

Toruń – città della cattedrali



Chiesa S.S. Giovanni



Chiesa SS. Maria
(Ascensione)



Chiesa S. Giacomo

Archi romani (Oviedo)



Ponte del diavolo, Bobbio

Lucifero fece una scommessa con l'abate del monastero che avrebbe costruito un ponte tra la città e il monastero durante la notte. In cambio, doveva far sì che la prima anima attraversasse questo ponte. Lucifero, il diavolo potente, ma il ponte è lungo e il fiume impetuoso. Così Lucifero chiamò 11 diavoli per aiutare: uno più grande, l'altro più piccolo. Per tutta la notte posarono pietre sul ponte, ma ne uscì molto storto - come quei diavoli - una campata più in alto, l'altra più in basso. E così è rimasto fino ad oggi.



PS. E la scommessa? L'abate non era uno stupido: ha lasciato un cane di attraversare il ponte al mattino. E così a Lucifero arrivò l'anima del cane .

http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/nowa_strona/?q=node/470

Foto Maria Karwasz, 04/05/2015

Ponte del diavolo, Łęczyca



BORUTA CUSTODISCE I SOTTERRANEI DEL CASTELLO

Sotto il castello di Łęczyca dovevano esserci sotterranei, tunnel, che Boruta sorvegliava. Dissero che c'era un tunnel dalla chiesa di Tumsk a Łęczyca, perché andavano alla chiesa lì. In caso di guerra, la gente si nascondeva in questo tunnel e metteva tutti i tesori da qualche parte sotto il castello, e ora la gente dice che è difficile arrivarci. Dopo tutto, tutti dovevano fare qualcosa per proteggersi. Hanno messo lì il diavolo, perché chi seppellisce il denaro lo restituisce al diavolo. Se qualcuno conoscesse i loro incantesimi, forse lo troverebbe, e così non è.

Ponti (moderni, in Germania)



Ponte (matematico)

MECHANICAL ENGINEERING: TRUSSES, STRUCTURES, BRIDGES (33) BRIDGE EXAMPLE

$\tan \theta = \frac{\text{OPP}}{\text{ADJ}} = \frac{h}{12.5}$
 $h = 12.5 \tan 30^\circ$
 $h = 7.2169 \text{ m}$

FIND THE FORCES ON THE MEMBERS

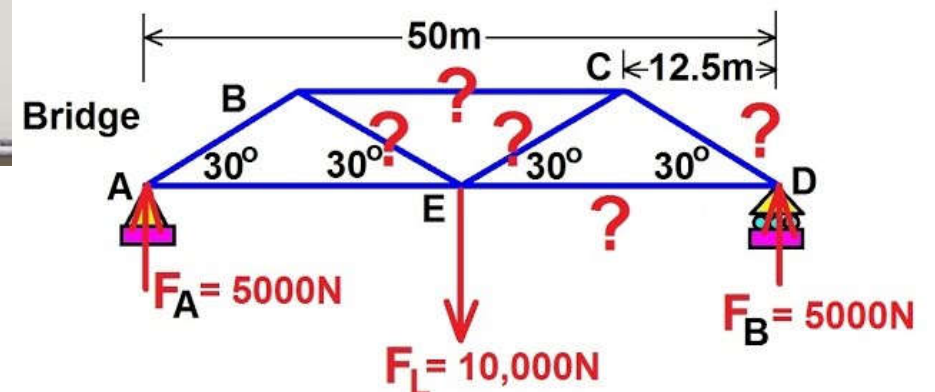
$\sin 30^\circ = \frac{\text{OPP}}{\text{HYP}} = \frac{5000 \text{ N}}{F_{CD}}$
 $F_{CD} = \frac{5000 \text{ N}}{\sin 30^\circ}$
 $F_{CD} = 10,000 \text{ N}$

$F_{DE} = F_{CD} \cos 30^\circ$
 $F_{DE} = (10,000 \text{ N})(0.866)$
 $F_{DE} = 8660 \text{ N}$

$\sum F_{Ay} = 0$
 $F_{BE} + F_{CE} - 10,000 \text{ N} = 0$

Play (k)

**Determine the Forces on the Indicated Members
Forces, Tensions, and Compressions?**



Sistema Pasco

PASCO[®]
s c i e n t i f i c

Physics & Engineering

Leading Innovation in Physics

Education Since 1964



Sistema Pasco

Load Cells/Displacement

Two ranges of Load Cells

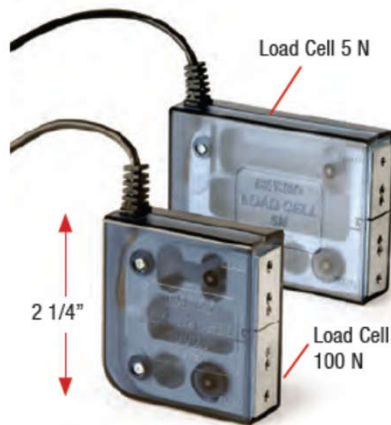
Load Cell 100 N

PS-2200

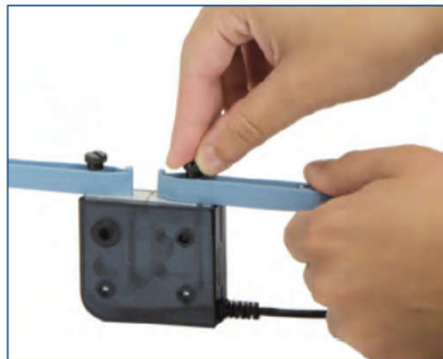
Load Cell 5 N

PS-2201

Also see the
Wireless
Load Cell
on page 65.



Load Cells are available in two different ranges: ± 100 N and ± 5 N. Both types of Load Cells can be used with the same amplifier in any combination. The semi-transparent case lets students see the strain gauge and beam inside.



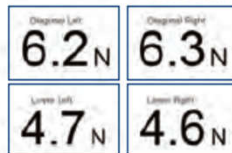
PASPORT Load Cell Amplifier

PS-2198



This Load Cell Amplifier can accommodate up to six Load Cells and utilizes a single PASCO interface port to connect to a computer's USB port. Students can insert up to six Load Cells at various points of their structures to extensively analyze their bridges. The Amplifier is compatible with both 5 and 100 N Load Cells, and features a maximum data sampling rate of 500 Hz per port.

Shown in use with
PASCO's Structures
System Truss Set
(ME-6990).
See page 156.



The top two numbers are the left and right diagonals and the bottom two numbers are the left and right horizontal forces.

Includes:

- PASPORT Load Cell Amplifier (PS-2198)
- Instruction manual

Order Information

PASPORT Load Cell AmplifierPS-2198

Required:

100 N Load CellPS-2200

5 N Load CellPS-2201

PS-2199 Includes:

- Load Cell Amplifier
- 100 N Load Cell (4)
- Instruction Manual



Order Information

Load Cell and Amplifier Set PS-2199

Measure bridge deflection with a Displacement Sensor

PASPORT Displacement Sensor

PS-2204

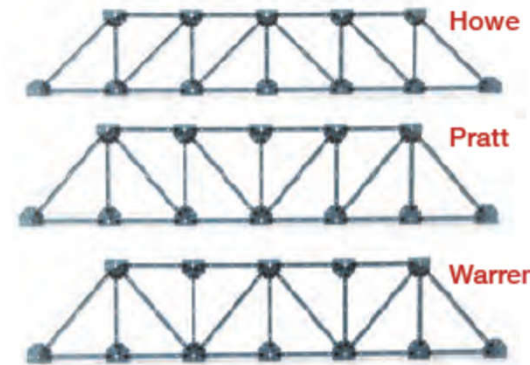
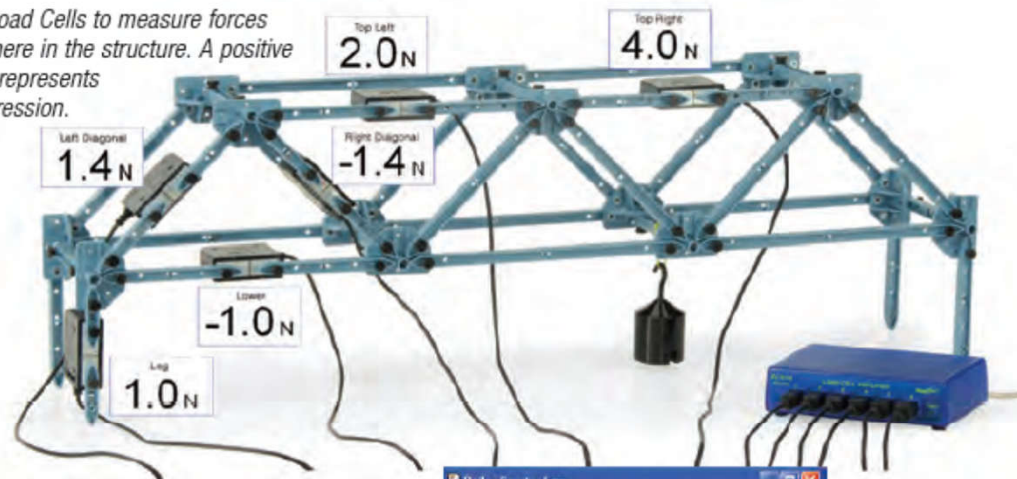
The Displacement Sensor measures the travel of a spring-loaded indicator as a bridge is loaded with weight. The PASPORT Sensor plugs into the included Digital Indicator, which has its own digital LED readout and can be used as a standalone device. To record your data, simply plug the PASPORT sensor into an interface.



Specifications:

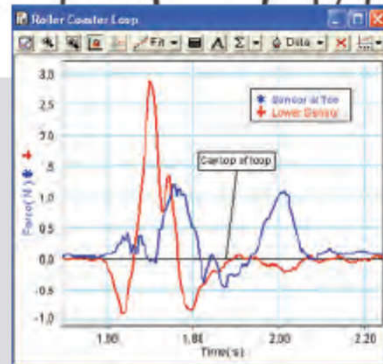
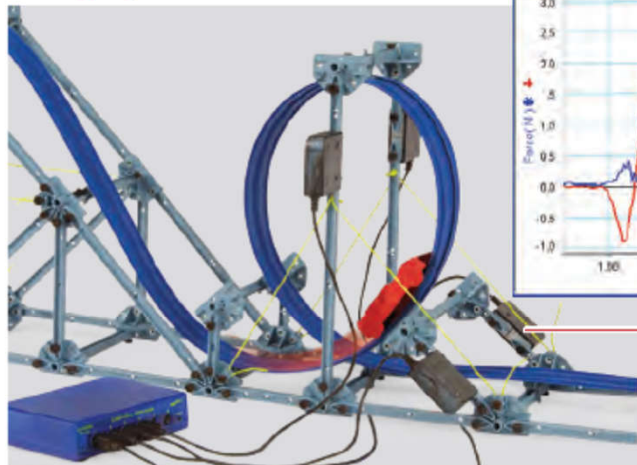
Sistema Pasco: fai il tuo ponte

Add Load Cells to measure forces anywhere in the structure. A positive value represents compression.



Students can build several types of fundamental bridges including Howe, Pratt, and Warren bridges.

Design your own roller coaster!

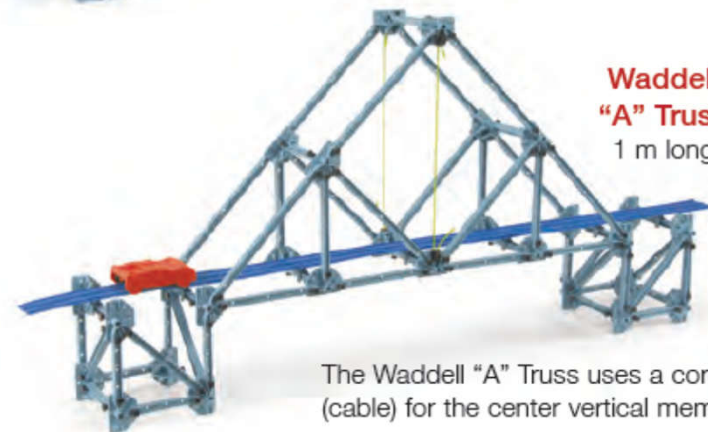


Add Load Cells to measure the forces needed to support the track as the car goes up and over the loop.

Deck Truss
80 cm long



Waddell
"A" Truss
1 m long



The Waddell "A" Truss uses a cord (cable) for the center vertical member.

Includes:

- I-Beam #5 (16) 24 cm long (16)
- I-Beam #4 (36) 17 cm long (36)
- I-Beam #3 (36) 11.5 cm long (36)
- I-Beam #2 (16) 8 cm long (16)
- I-Beam #1 (16) 5.5 cm long (16)
- Connectors (28)
- Screws (150)

- Starter bracket
- Cord tensioning clips (32)
- Yellow cord (1 roll)
- Instruction manual



Travi, solai, fondamenta ecc.

Momento flettente

1° stadio (Formule di Scienza delle Costruzioni)

Con riferimento alla sezione omogeneizzata vale la formula di Scienza delle Costruzioni

$$\sigma = E(\varepsilon_G + \chi_x x + \chi_y y)$$

Pertanto:

$$N = E \varepsilon_G \int dA + E \chi_x \int x dA + E \chi_y \int y dA = E \varepsilon_G A = 0$$

$$M_x = E \varepsilon_G \int y dA + E \chi_x \int x y dA + E \chi_y \int y^2 dA = E \chi_y I_x$$

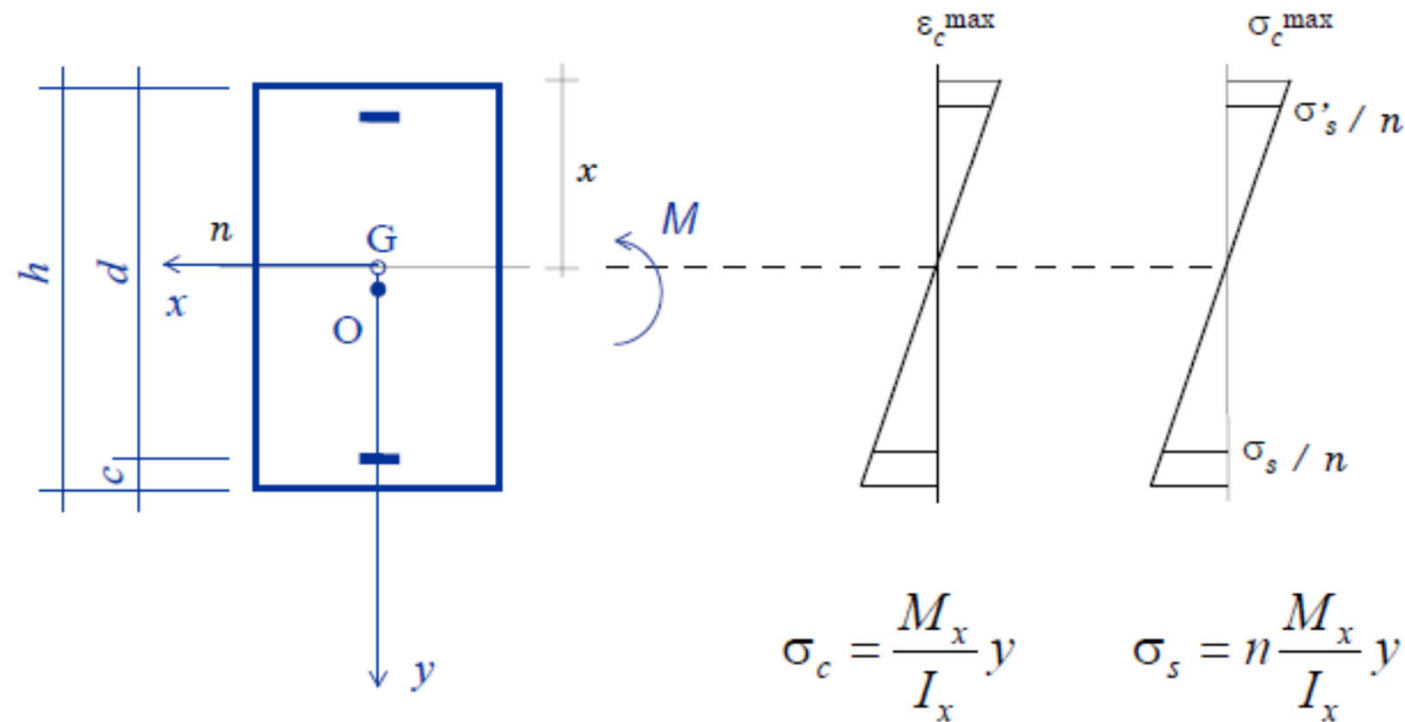
$$M_y = E \varepsilon_G \int x dA + E \chi_x \int x^2 dA + E \chi_y \int x y dA = - E \chi_x I_y$$

essendo $\int x dA = \int y dA = 0$ e $\int x y dA = 0$

Travi, solai, fondamenta ecc.

Momento flettente

1° stadio (Calcolo delle tensioni)

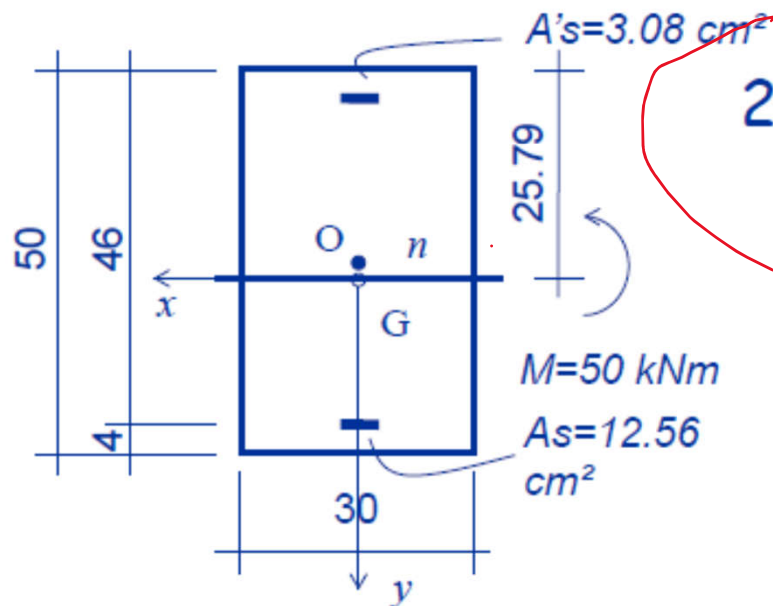


Nota: il punto O coincide con G
se le armature A_s e A'_s sono uguali

Travi, solai, fondamenta ecc.

Esempio n.1

1° stadio

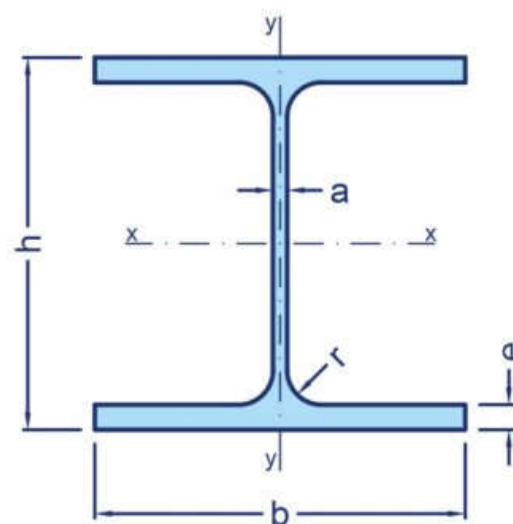
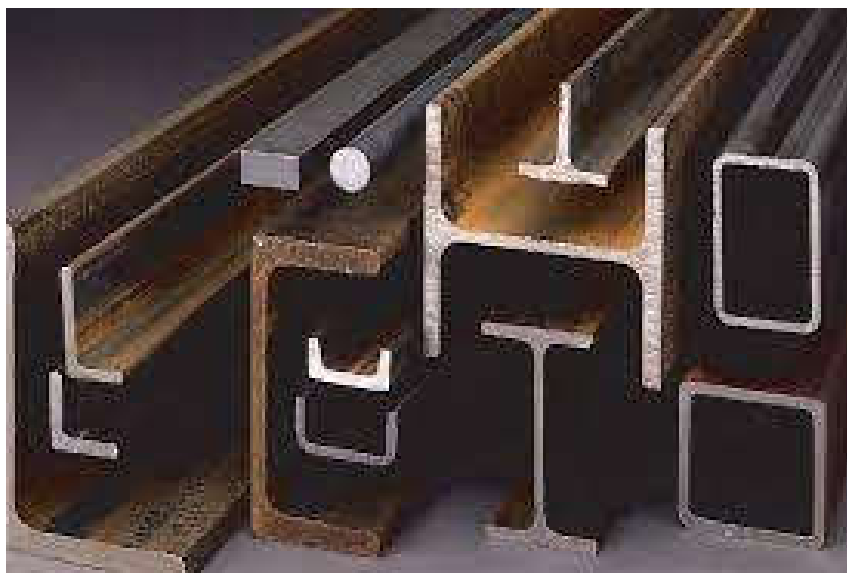


2. Calcolo del momento d'inerzia

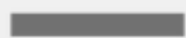
$$\begin{aligned} I &= b d_{G,\text{sup}}^3/3 + b d_{G,\text{inf}}^3/3 + n[A_s(d_{G,\text{inf}} - c)^2 + A'_s(d_{G,\text{sup}} - c)^2] = \\ &= 30 \times (24.21^3 + 25.79^3)/3 + 6.35 \times [12.56(24.21 - 4)^2 + 3.08(25.79 - 4)^2] = \\ &= 355298 \text{ cm}^4 \end{aligned}$$

11/30

Travi, profilo



Formati lavorabili



Piatto



Angolari



Profilo a U



Profilo a L



Profilo H / IPE

«momento d'inerzia»

The screenshot shows a web browser window displaying an article on the 'Viva la Scuola' website. The page header includes the 'Studenti' logo and navigation links for 'ELEMENTARI E MEDIE', 'SUPERIORI', 'MATURITÀ', 'UNIVERSITÀ E MASTER', and 'LINGUE'. The article title is 'Come calcolare il momento di inerzia'. The author is 'SERENA TONEZZER' and the date is '10 Gennaio 2018, 01:45'. The difficulty level is 'media'. The article content begins with an introduction to the concept of moment of inertia, mentioning Newton's first law and uniform motion.

Studenti / VIVA LA SCUOLA BY O2O

ELEMENTARI E MEDIE SUPERIORI MATURITÀ UNIVERSITÀ E MASTER LINGUE

VIVA LA SCUOLA UNIVERSITÀ E MASTER

DI: SERENA TONEZZER
TRAMITE: O2O 10/01/2018
10 Gennaio 2018, 01:45
DIFFICOLTÀ: media

< INDIETRO AVANTI >

1 | 5 **Introduzione**

Come si calcola il **momento d'inerzia**. Innanzitutto partiamo da una **breve definizione** dei concetti fondamentali di inerzia e di momento di **massa** e di distanza. L'inerzia è spiegata dal primo principio di **dinamica di Newton** il quale afferma, in sostanza, che una massa mantiene il proprio stato di quiete o di moto se non interviene nessuna forza perturbante o se le forze in gioco si bilanciano. Newton parla di **moto rettilineo uniforme**, il momento d'inerzia è una **grandezza inerente** la rotazione. Esso mette in relazione l'inerzia della massa al mutare della

int. Cerca

https://vivalascuola.studenti.it/come-calcolare-il-momento-di-inerzia-450495.html#steps_0

Momento di inerzia

Projectile Motion × Mechanical Engineering: Trusse × Szukaj na stronach "Fizyka dla × W Momento di inerzia - Wikipedia ×

https://it.wikipedia.org/wiki/Momento_di_inerzia 150%

Accesso non effettuato discussioni contributi registrati entra

Voce **Discussione** Leggi **Modifica** Modifica wikitesto Cronologia

Momento di inerzia

Da Wikipedia, l'enciclopedia libera.

In **meccanica classica**, il **momento di inerzia** (detto anche **momento polare** o **momento di secondo ordine** o meno propriamente **secondo momento d'inerzia**) è una proprietà **geometrica** di un corpo, che misura l'**inerzia** del corpo al variare della sua **velocità angolare**, una **grandezza fisica** usata nella descrizione del moto dei corpi in **rotazione** attorno a un asse. Nei moti rotatori, il momento d'inerzia gioca il ruolo che ha la massa nei moti lineari. Possiede due forme: una forma **scalare** (spesso chiamata semplicemente momento di inerzia), usata quando si conosce esattamente l'asse di rotazione, e una forma **tensoriale** (detta **tensore di inerzia**), più generale, che non necessita della conoscenza dell'asse di rotazione.

Indice [nascondi]

- 1 **Introduzione**
 - 1.1 **Momento d'inerzia di massa**

2°C Vento

Cerca

21:32 31/01/2023

Momento di inerzia

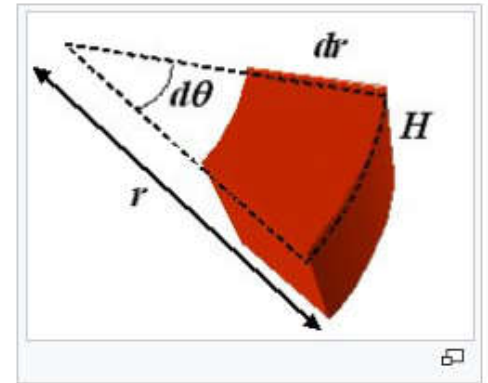
https://it.wikipedia.org/wiki/Momento_di_inerzia

110%

È possibile estendere la definizione di momento di inerzia di massa anche a un corpo rigido di volume V , se si considera tale corpo come un sistema di punti materiali, ciascuno caratterizzato da un volume ΔV e una massa $\Delta m = \rho \Delta V$ (dove ρ è la densità); in tale caso il contributo di momento di tale elemento di volume al momento di inerzia totale è dato da $\Delta I_z = \rho \Delta V r^2$ (essendo r la distanza dell'elemento dall'asse di rotazione). Il momento di inerzia si ottiene allora sommando tutti i contributi e passando al continuo, cioè per $\Delta V \rightarrow 0$:

$$I_z = \int_V \rho r^2 dV$$

Se il corpo è omogeneo (la sua densità è quindi una funzione costante) ed è caratterizzato da particolari simmetrie, allora il calcolo dell'integrale risulta particolarmente semplice.



Tensore d'inerzia [\[modifica | modifica wikitesto \]](#)

L'energia cinetica di un corpo in rotazione risulta essere una forma quadratica omogenea delle componenti del vettore **velocità angolare**. In generale si potrà allora scrivere:

$$T = \frac{1}{2} I_{ij} \omega^i \omega^j$$

in cui si intende la sommatoria rispetto agli indici ripetuti. Per mostrare che I_{ij} è un **tensore covariante** del secondo ordine è necessario mostrare che esso si trasforma come un vettore del suo genere. Tale verifica è però banale, in quanto l'energia cinetica è uno scalare, ed è pertanto invariante per un cambio di coordinate:

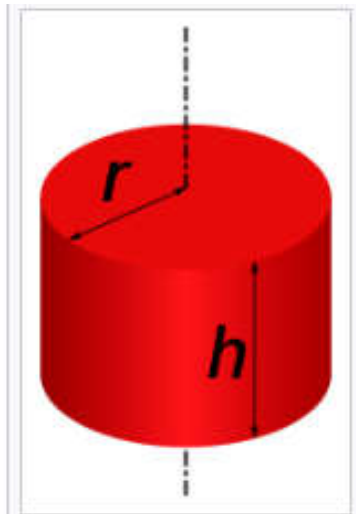
$$\frac{1}{2} I_{ij} \omega^i \omega^j = \frac{1}{2} \bar{I}_{kl} \bar{\omega}^k \bar{\omega}^l$$

Per le leggi di trasformazione del vettore ω la precedente diventa:

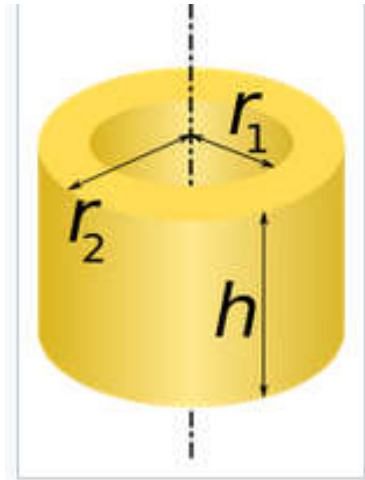
$$I_{ij} \omega^i \omega^j = \bar{I}_{kl} \frac{\partial \bar{x}^k}{\partial x^i} \omega^i \frac{\partial \bar{x}^l}{\partial x^j} \omega^j$$

O, Dio!

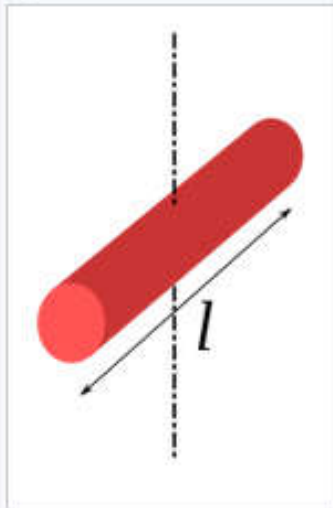
Momento di inerzia



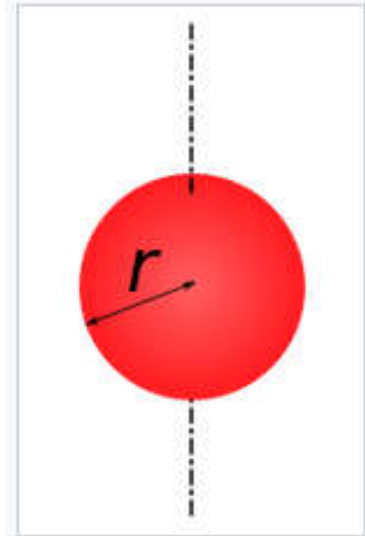
$$\frac{1}{2}Mr^2$$



$$\frac{1}{2}M(r_2^2 + r_1^2)$$



$$\frac{1}{12}Ml^2$$



$$\frac{2}{5}Mr^2$$

z

Forse, forse, qualcosa si potrebbe capire?

Perché la ruota della bicicletta è vuota?



The screenshot shows a web browser window with the URL dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/. The page features a grid background and displays two images of physics toys: a green 'Bubble Machine' on the left and a wooden balancing toy on the right. Between the images, there are five flags representing different countries: United Kingdom, Poland, Germany, France, and Italy. Below the flags, the text 'Physics and Toys' is followed by its translations in Polish, German, French, and Italian. At the bottom, the text 'Physics is Fun' is displayed, along with the project name 'PhysicsFun' and logos of participating institutions.

Projectile Motion × Mechanical Engineering: Trusse × Szukaj na stronach "Fizyka dla k × Physics and toys ×

dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/ 120% ☆

🇬🇧 🇵🇱 🇩🇪 🇫🇷 🇮🇹

[Physics and Toys](#)

[Fizyka i Zabawki](#)

[Physik und Spielsachen](#)

[Physique et Jouets](#)

[Fisica e Giocattoli](#)

[Physics is Fun](#)

Commission of the European Communities, Research Directorate-General,
Structuring the European Research Area Specific Support Action:
Science and Society Project No. 020772 PhysFun

🇪🇺 🇬🇧 🇵🇱 🇩🇪 🇫🇷 🇮🇹

2°C Pioggia int. Cerca 21:46 31/01/2023

<http://dydaktyka.fizyka.umk.pl/zabawki1/>

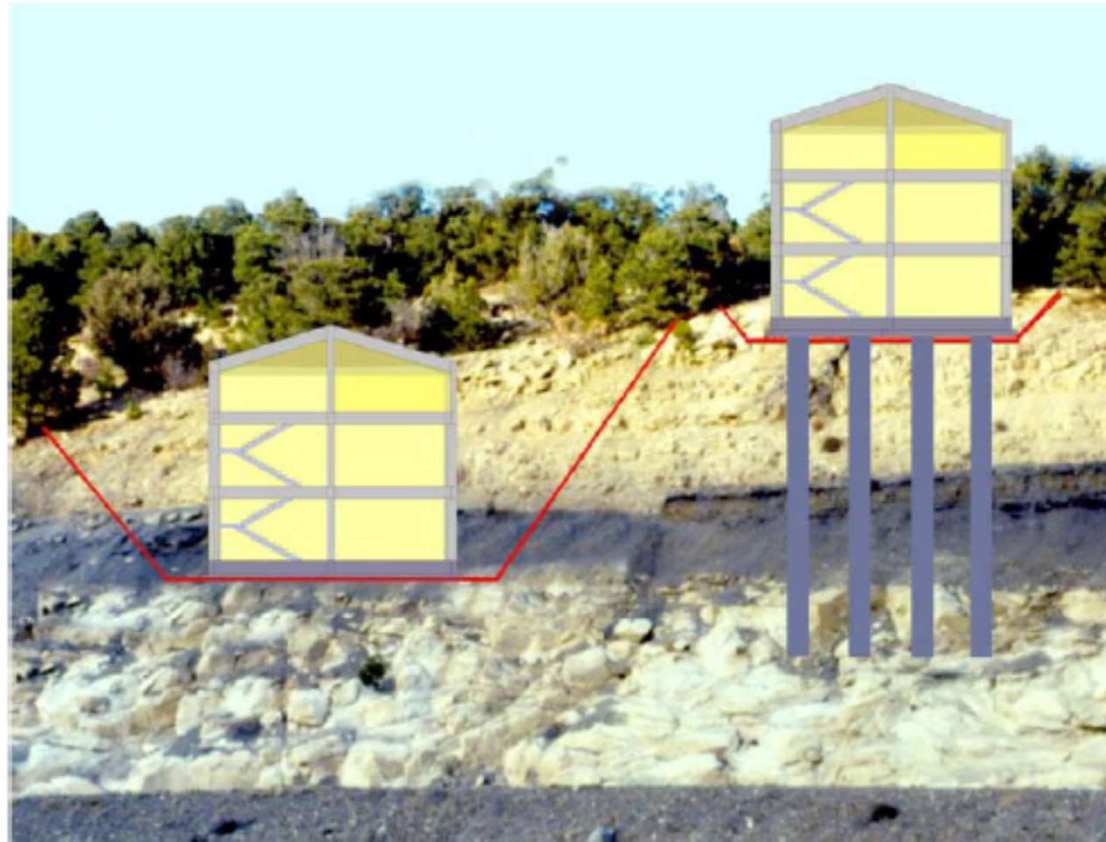
Perché la ruota della bicicletta è vuota?



Le fondamenta

TECNOLOGIA DELLE COSTRUZIONI

Lezione n. 2 – 24/05/2014



Le Strutture Portanti: STRUTTURE DI FONDAZIONE

Ing. Marco Palazzuoli

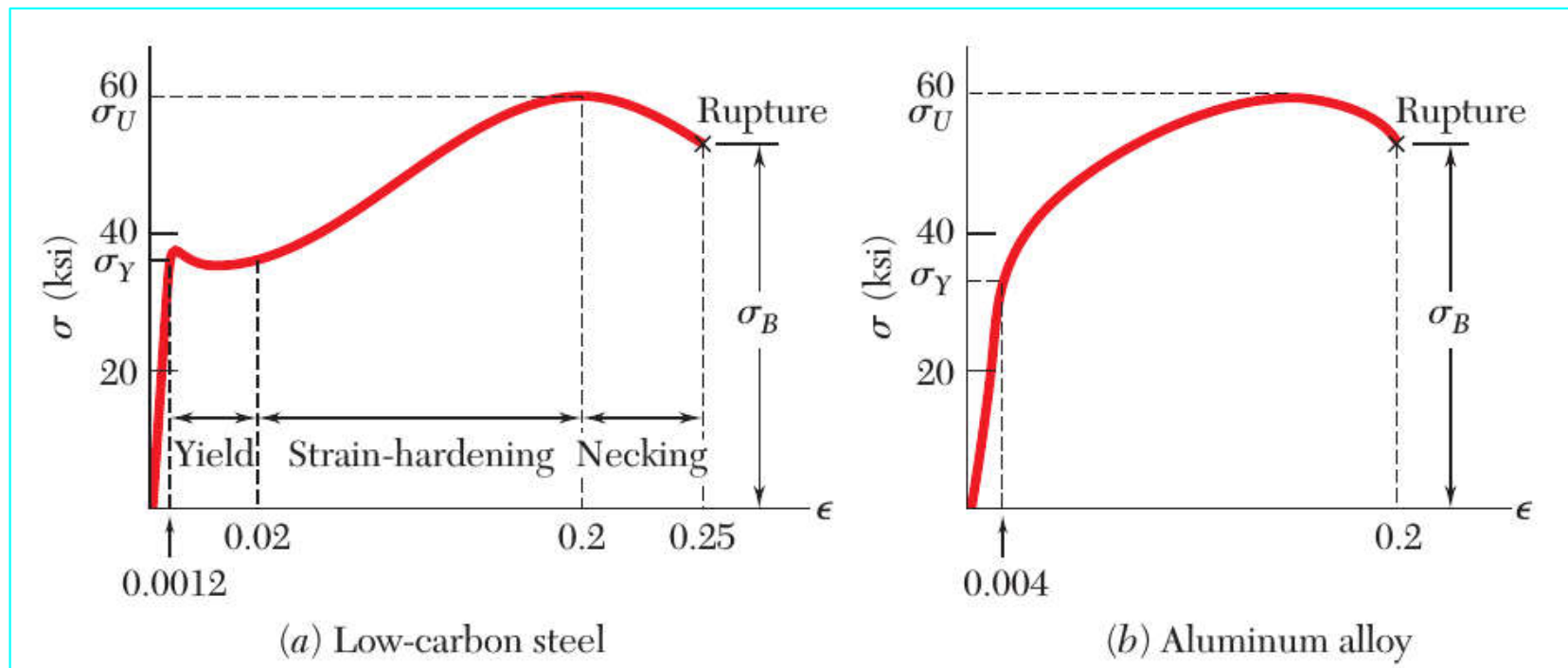
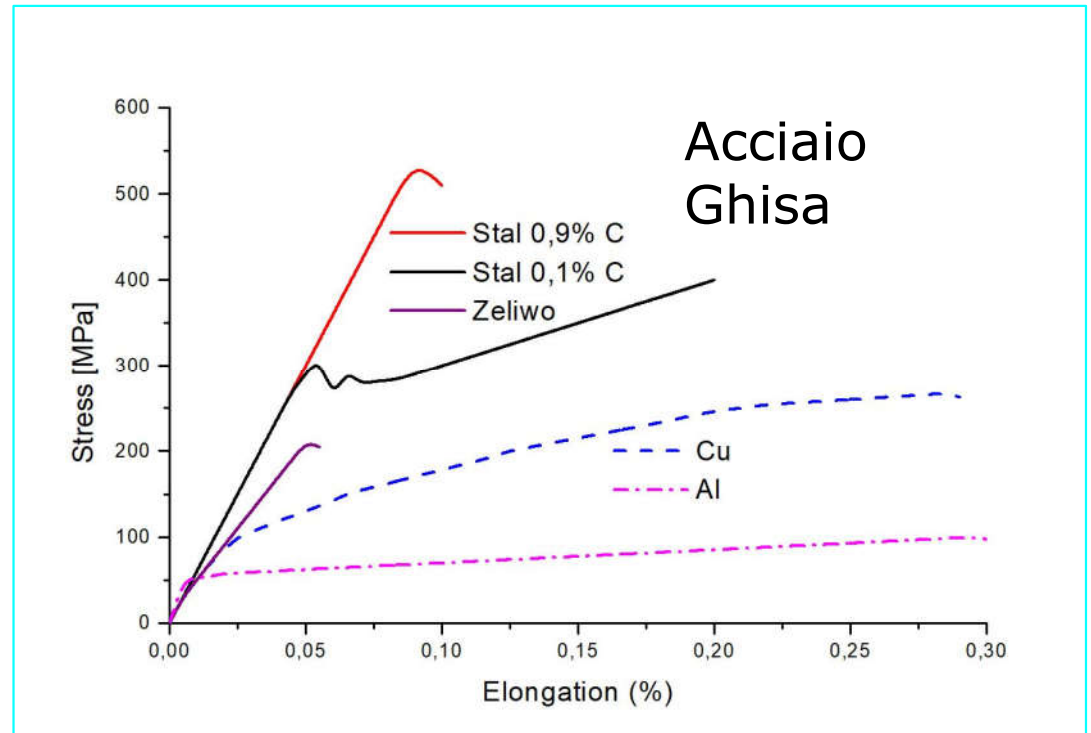
Università di Pisa, Dipartimento di Ingegneria Civile e Industriale
Prof._Palazzuoli_-_Tecnologia_delle_Costruzioni_-_Lezione_2.pdf

Le fundamenta



Galizia, foto Maria Karwasz

Proprietà dei materiali



Travi, solai, fondamenta

Criteri di buona progettazione (SLU)

Per il progetto della sezione assumere un valore
 $r' = 0.018$ o 0.017

(corrisponde a $0 < u < 25\%$ per C25/30)

Per travi molto basse (a spessore) assumere valori
un po' maggiori

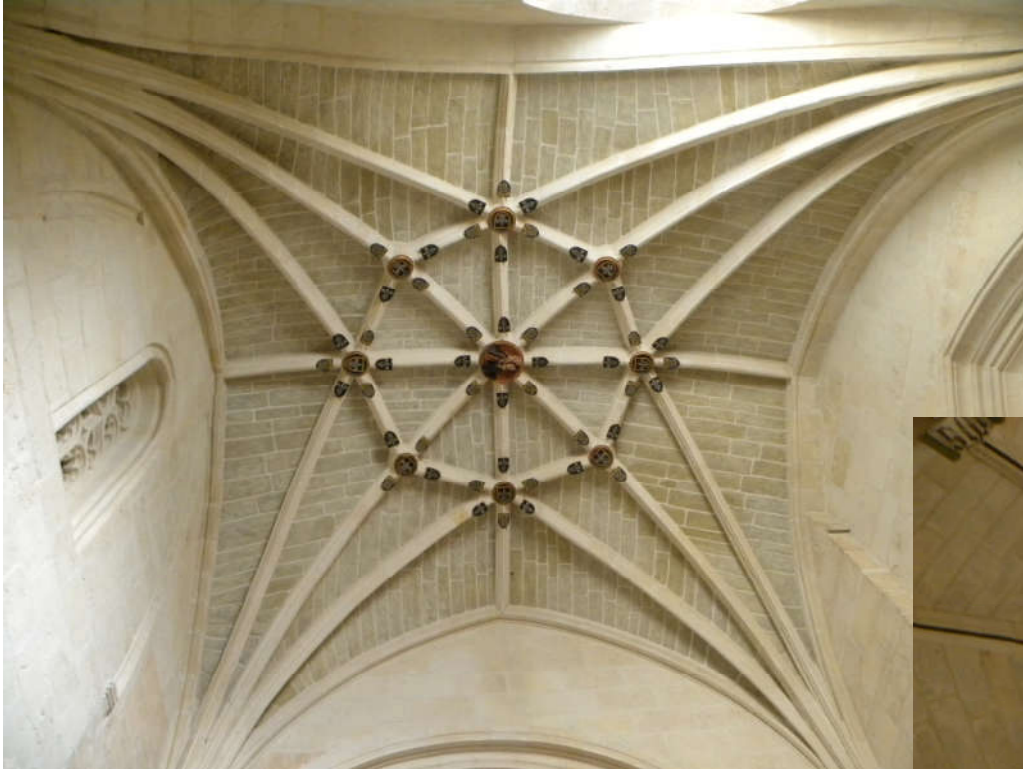
$r' = 0.019$ (corrisponde a $0 < u < 25\%$ per C25/30)

Se si ritiene accettabile una percentuale di armatura
dell'1.5% si può scendere al valore

$r' = 0.015$ (ma non andare mai al di sotto di questi)

92/56

Le cupole (Burgos)



Museo di Ermitage (S. Pietroburgo)



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

La cattedrale di Berlino



Cattedrale di Danzica (*1343)



Il giorno dopo controlla dove sono adesso



Foto: M. Karwasz

Ceramica, vetro

Cofanetto da toeletta di Meri

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

Legno (sicomoro) con recipienti
alabastro, vetro e ceramica



Metalli, leghe

Fe: acciaio, ghisa



Cu: ottone, bronzo



Aluminio, titanio, n



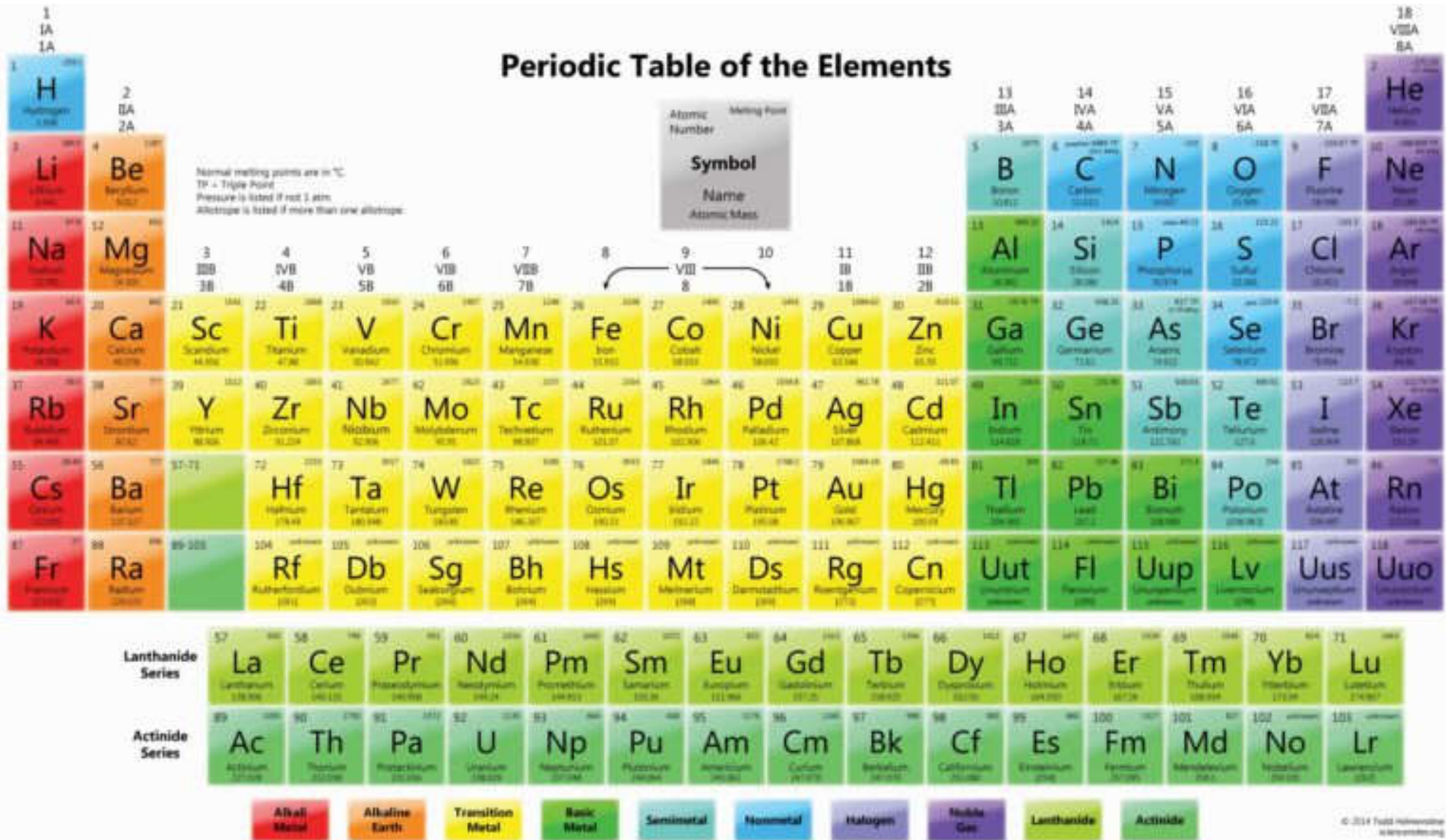
Modern iron in ancient Egypt (siderurgia)



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.

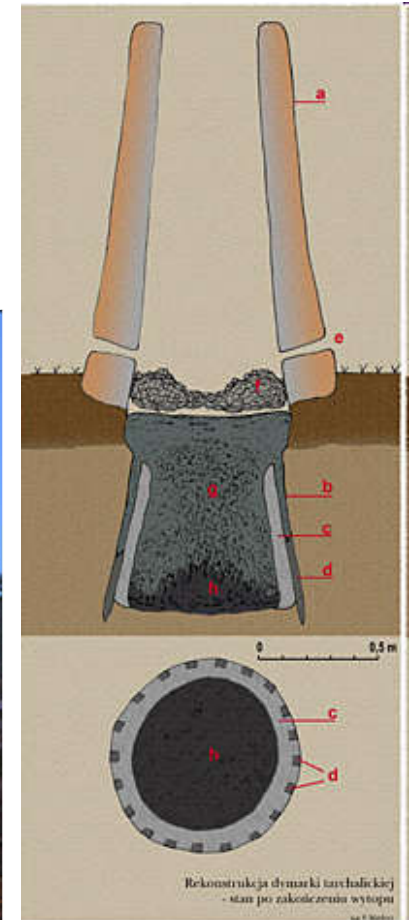
Ferro, nichel, cobalto

Periodic Table of the Elements



„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

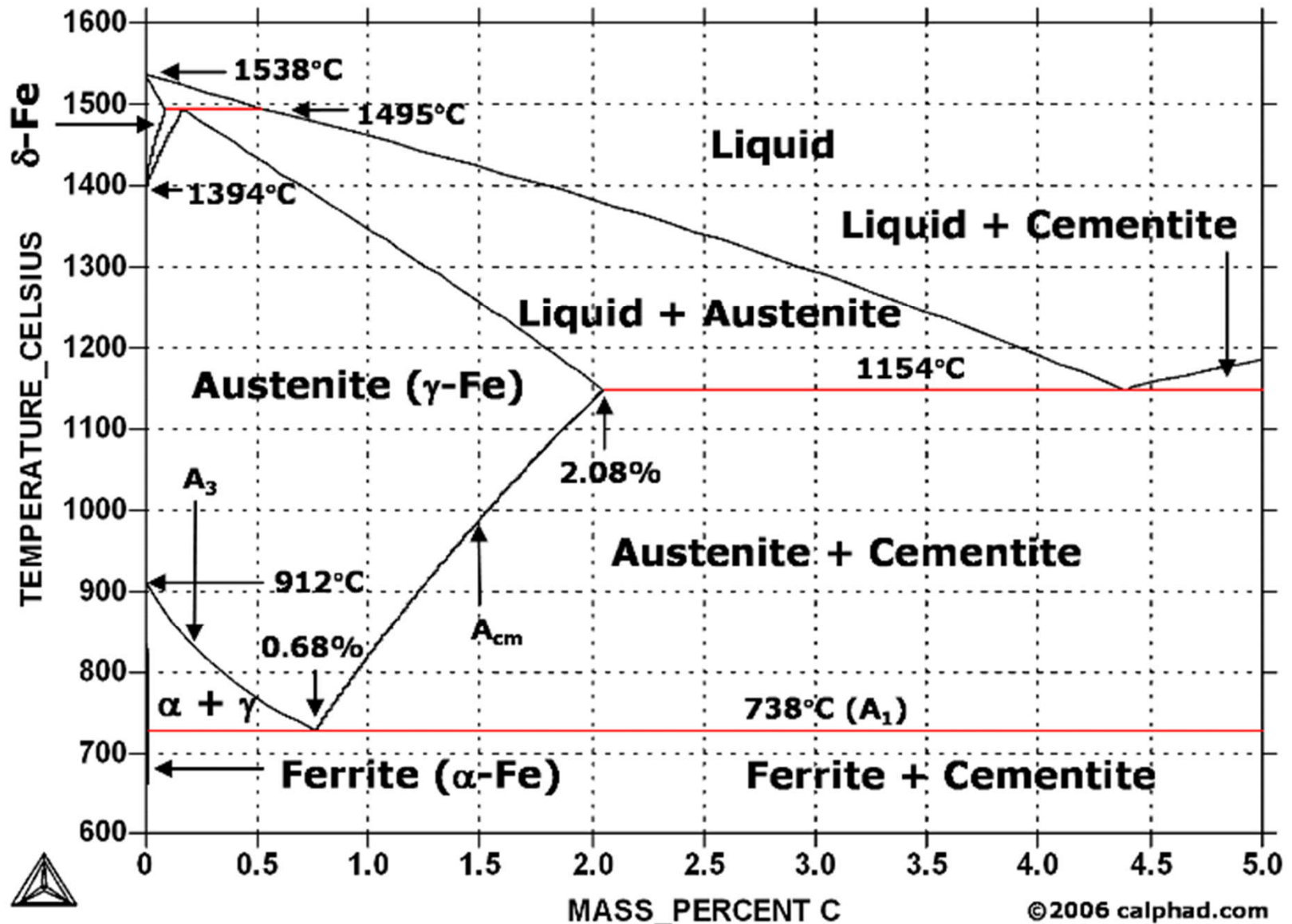


Siderite FeCO_3

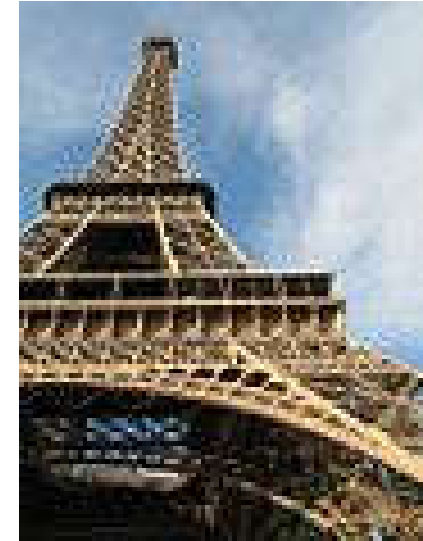


Magnetite Fe_3O_4

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

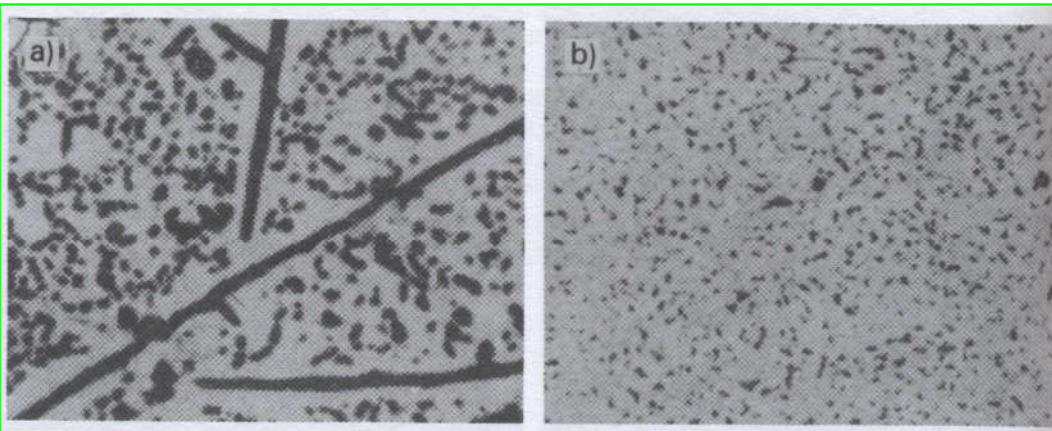


Ghisa, acciaio, ferro battuto, etc.



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

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

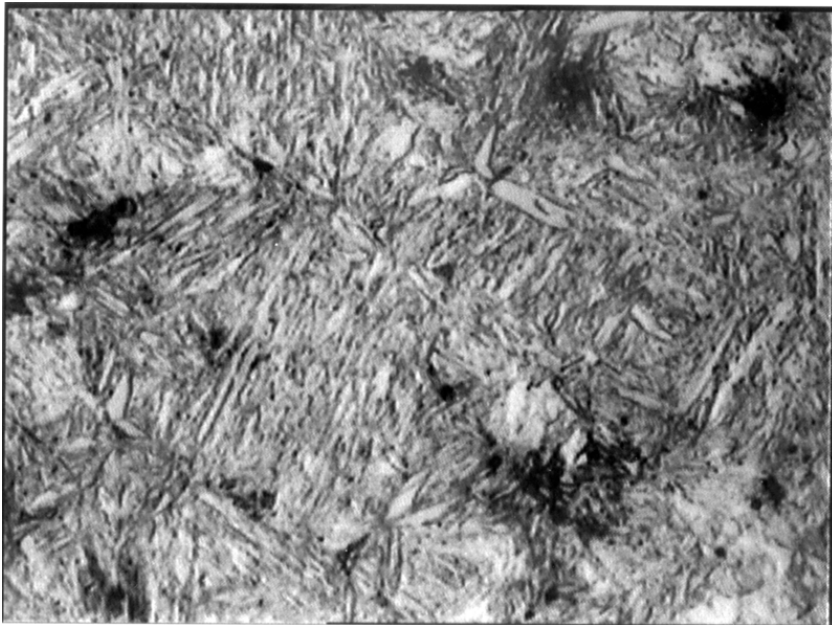


Grafite cristallizzato nella ghisa (lega Fe-C con 4% C)

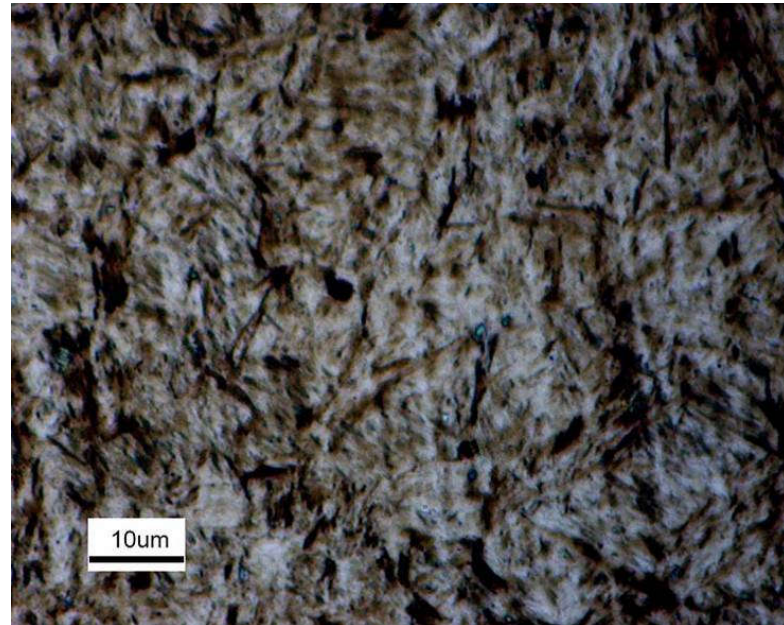
Acciaio temprato

- The martensite is formed by rapid cooling (quenching) of austenite which traps carbon atoms that do not have time to diffuse out of the crystal structure
- martensite has a body centered tetragonal crystal structure, whereas austenite has a face center cubic (FCC) structure.

Acciaio temprato ha una struttura cristallografica "ad aghi", che assicura la durezza ed elasticità (ma anche fragilità)



Martensite in AISI 4140 steel



0.35%C Steel, water-quenched from 8

La spada di Damasco



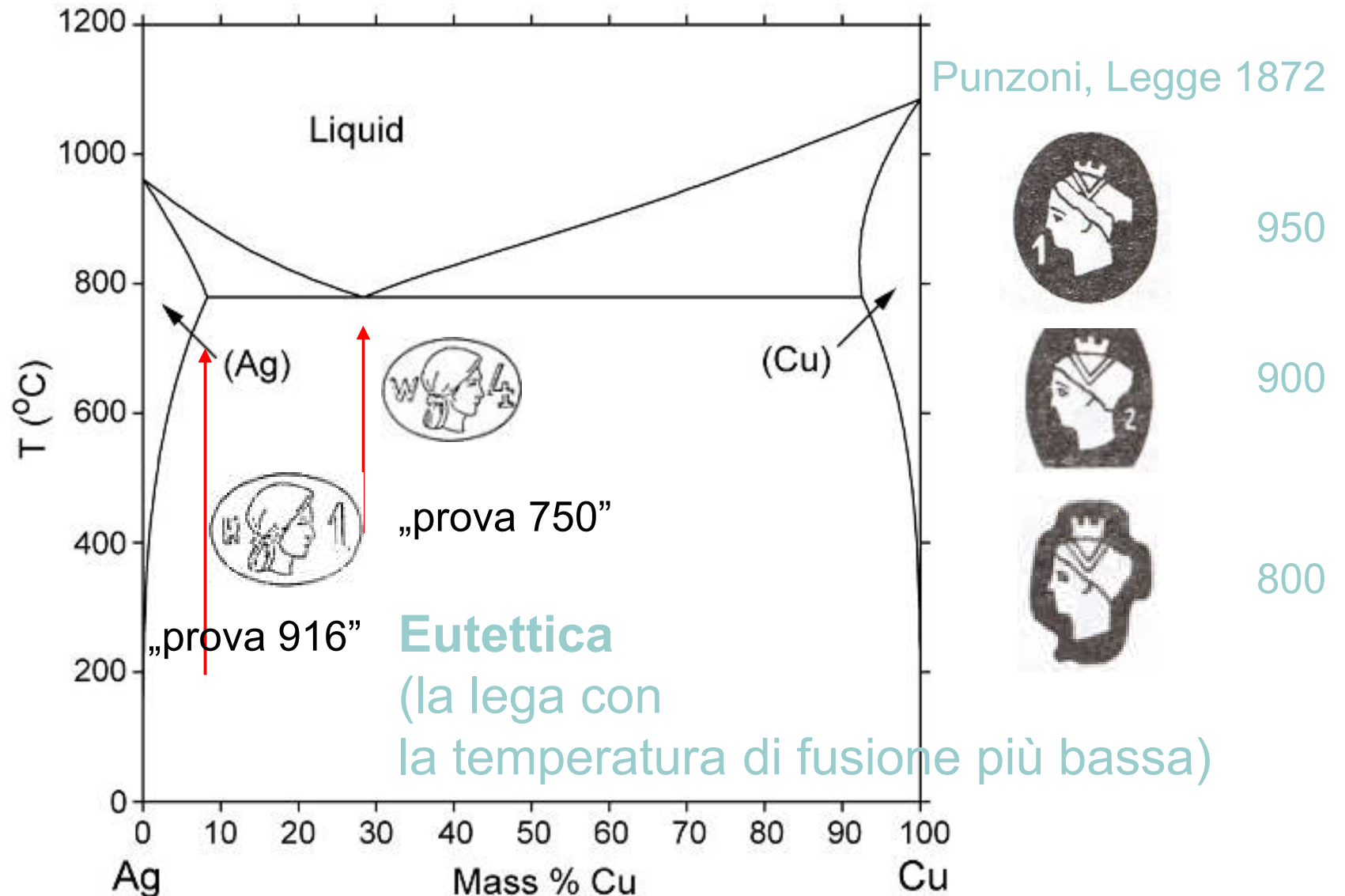
Assedio di Antiochia (1098 d.C.)

[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 e elasticità all'arma**.

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

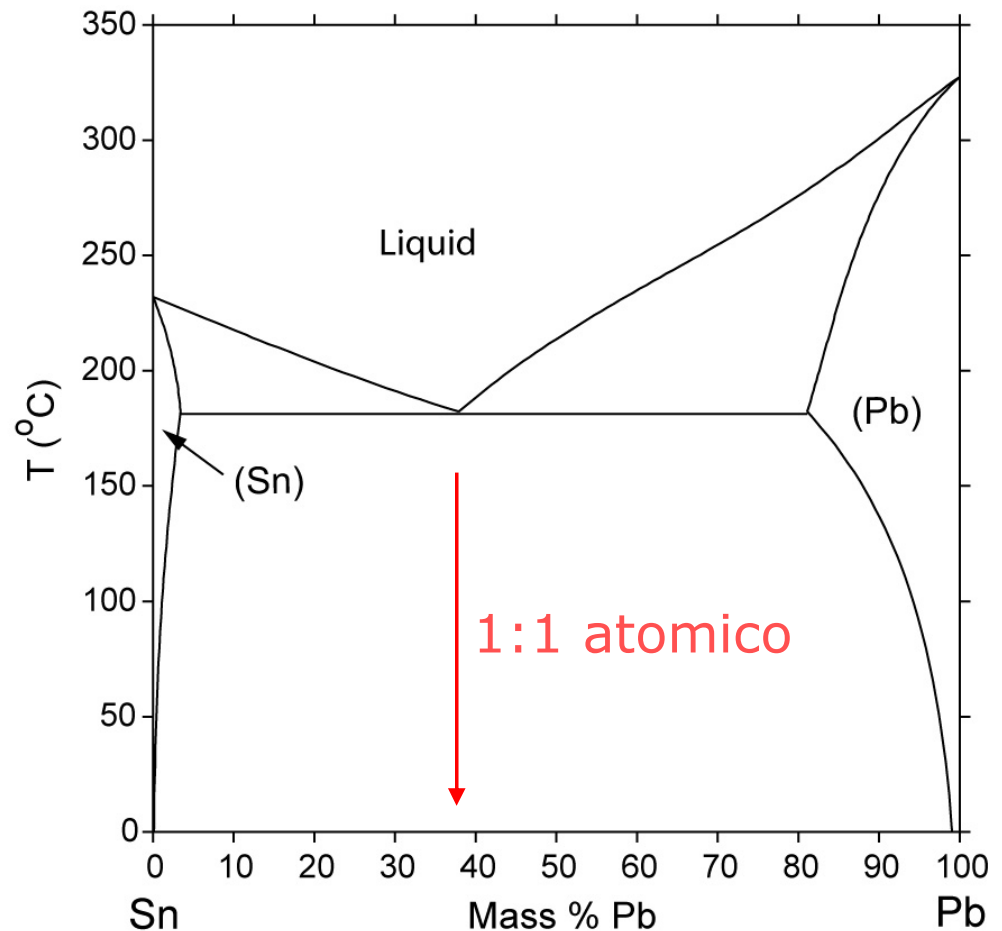
Lega: una miscela (solida) per migliorare le proprietà meccaniche e di lavorazione



Diagrammi di fase – lo „stagno” per saldare

Diagrammi di fase mostrano, come cambia la temperatura di fusione in funzione del contenuto chimico della lega.

Per esempio, il piombo puro fonde a 325°C e lo stagno puro a 230 °C. Il grafico mostra come cambia la temperatura di fusione per diverse percentuali di massa per la lega Sn↔Pb. La lega con 38%Pb (e 62%Sn) ha la temperatura di fusione più bassa, 182°C. Viene chiamata la **eutettica**.
Diversi 'triangoli' limitano le determinate 'fasi': il Pb sciolto nello Sn solido, cristalli di lega Sn-Pb galleggianti in liquido Sn (ma di diverse proporzioni, etc.)



Source: NIST

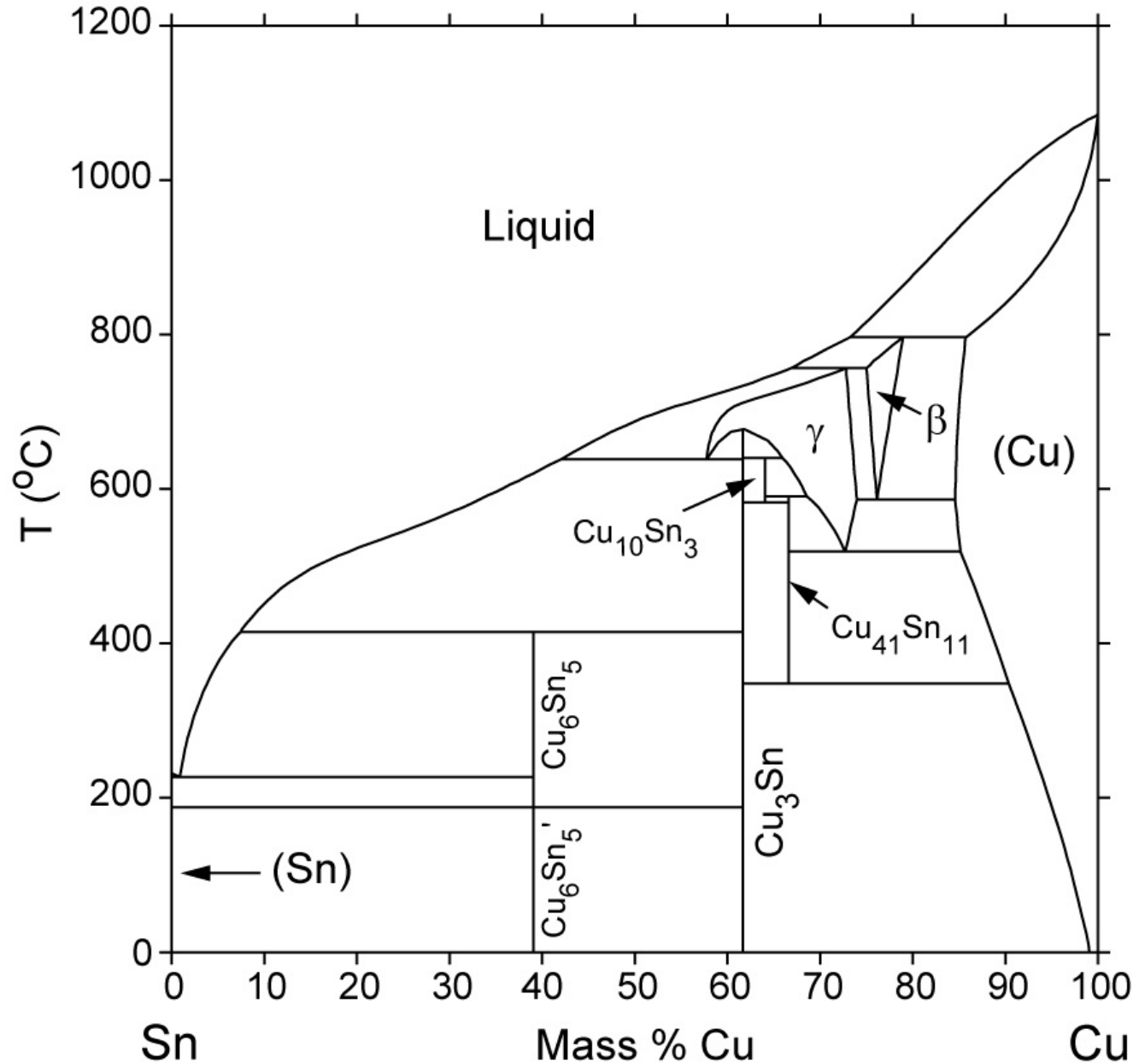
<http://www.metallurgy.nist.gov/phase/solder/pbsn.html>

Età del bronzo 3300-1300 a.C.

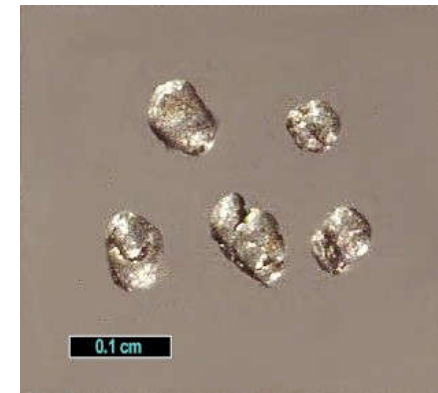


<http://www.metallurgy.nist.gov/phase/solder/cusn.html>
http://en.wikipedia.org/wiki/Bronze_Age
http://www.coloradogem.com/images/3507_big.jpg
<http://webmineral.com/specimens/picshow.php?id=2469>
http://it.wikipedia.org/wiki/File:Marek_Aureliusz_Kapitol.jj
<http://www.exceptionalminerals.com/exceptionalroom6.ht>

à del bronzo (Cu-Sn)



Rame nativo, Michigan, USA



Stagno nativo, NSW Australia

| Lega | Applicazione |
|--|--|
| P- CuZn20Pb P-CuZn35Pb2 | <i>Meccanica:</i> Particolari tranciati a freddo, chiavi . <i>Edilizia:</i> Accessori idrosanitari, rubinetteria. |
| P-CuZn36Pb3 | <i>Meccanica:</i> Ingranaggi, pignoni e tutti i particolari a forme complesse che richiedono una impegnativa lavorazione alle macchine utensili ad asportazione di truciolo ad altissima velocità. |
| P-CuZn36Pb2As | <i>Edilizia:</i> Rubinetteria e raccorderia a contatto con acque potenzialmente atte a determinare il fenomeno della dezincificazione negli ottoni al piombo comuni. |
| P-CuZn37Pb2 | <i>Meccanica:</i> Bilancieri e casse per orologi, parti per orologeria, ingranaggi, ruotismi. |
| P-CuZn37Pb2Sn | <i>Meccanica:</i> Steli di valvole, viti, dadi e bulloni, particolari per impieghi marini. |
| P-CuZn38Pb2 | <i>Meccanica:</i> Spine, bulloneria, viteria, spilli, occhielli, gancetti, articoli per uso domestico, minuteria metallica, lucchetti, serrature. <i>Edilizia:</i> Rubinetteria cromata, miscelatori termostatici, valvole a sfera, a farfalla, a saracinesca, termostatiche, a quattro vie, organi di intercettazione, regolazione e controllo, valvole per gas. |
| P-CuZn38Pb4 | <i>Meccanica:</i> Piastre, arpionismi e parti metalliche in genere per orologeria. |
| P-CuZn39Pb1 | <i>Meccanica:</i> Viteria e bulloneria ottenute su macchine utensili ad alta velocità. |
| P-CuZn39Pb2 | <i>Edilizia:</i> Accessori per impianti idrosanitari, maniglie per porte e finestre, rubinetti, valvole e loro parti. <i>Meccanica:</i> Lucchetti, serrature, viti, dadi e bulloni. |
| P-CuZn39Pb3 P-CuZn40Pb | <i>Meccanica:</i> Piastre tubiere per scambiatori di calore e condensatori. |

Mega - sbronzi

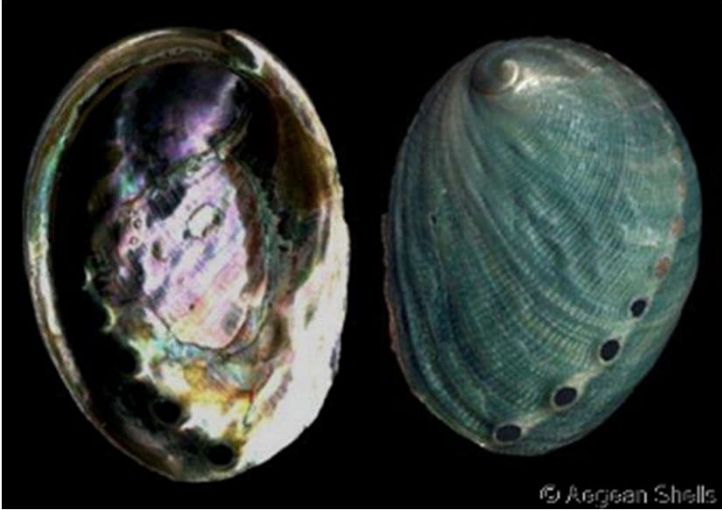


«Колокол цар» – non ha mai suonata
mai sparato

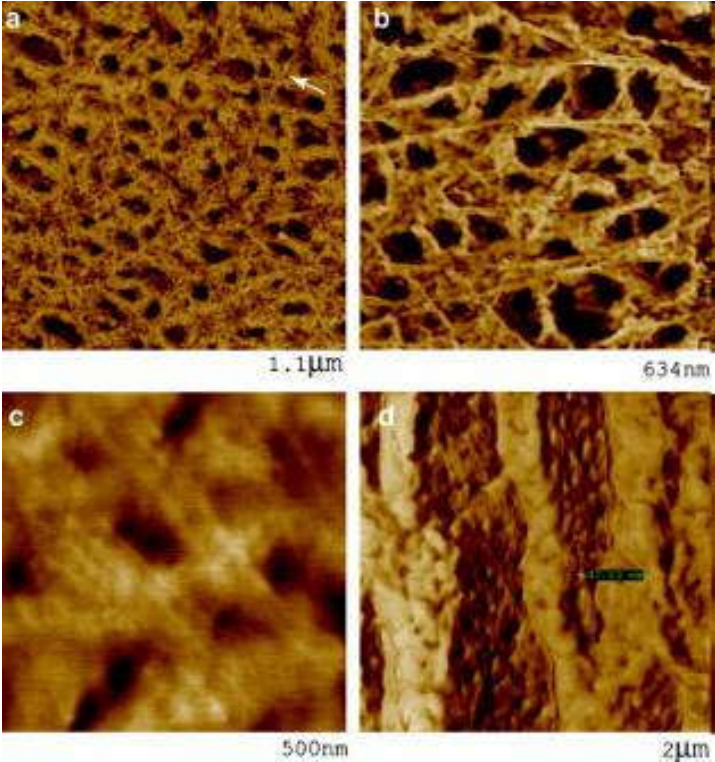


«Пушка цар» - non ho

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

Macromolecular structure of the organic framework of nacre in *Haliotis rufescens*: Implications for growth and mechanical behavior

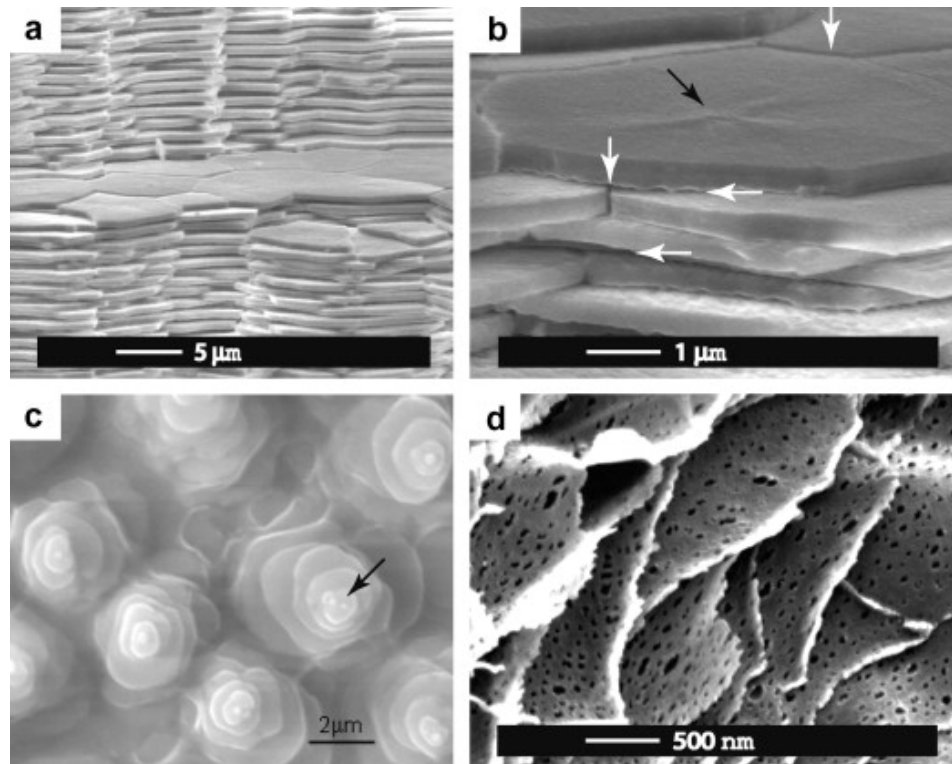


Fig. 1. (a and b) SEM images of fractured nacre from *H. rufescens* illustrating tiles on nearly parallel lamella. The “terrace” consisting of one interlamellar layer of nacre is shown at higher magnification in (b), where the black arrow points to a central region discussed below and referred to in [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-

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

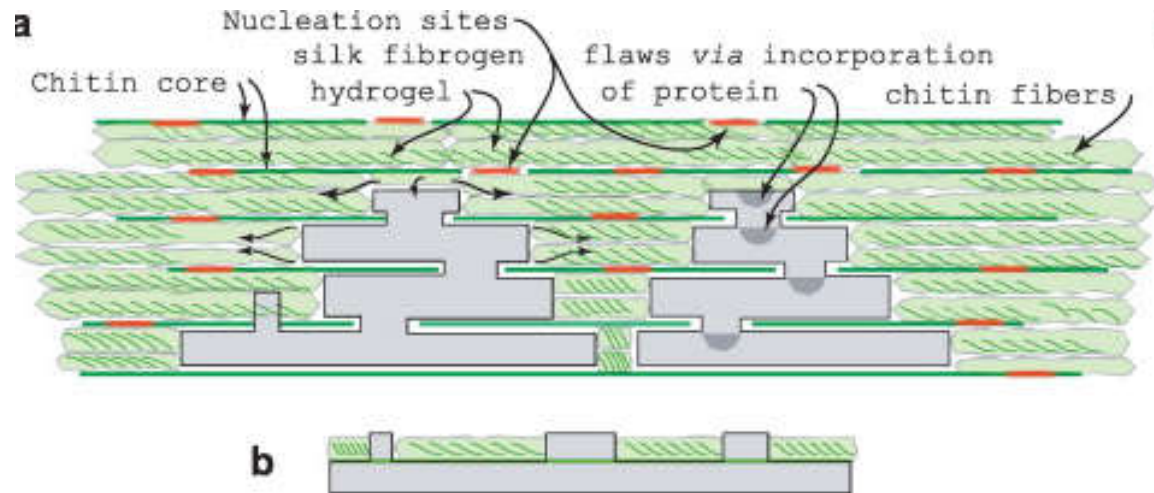
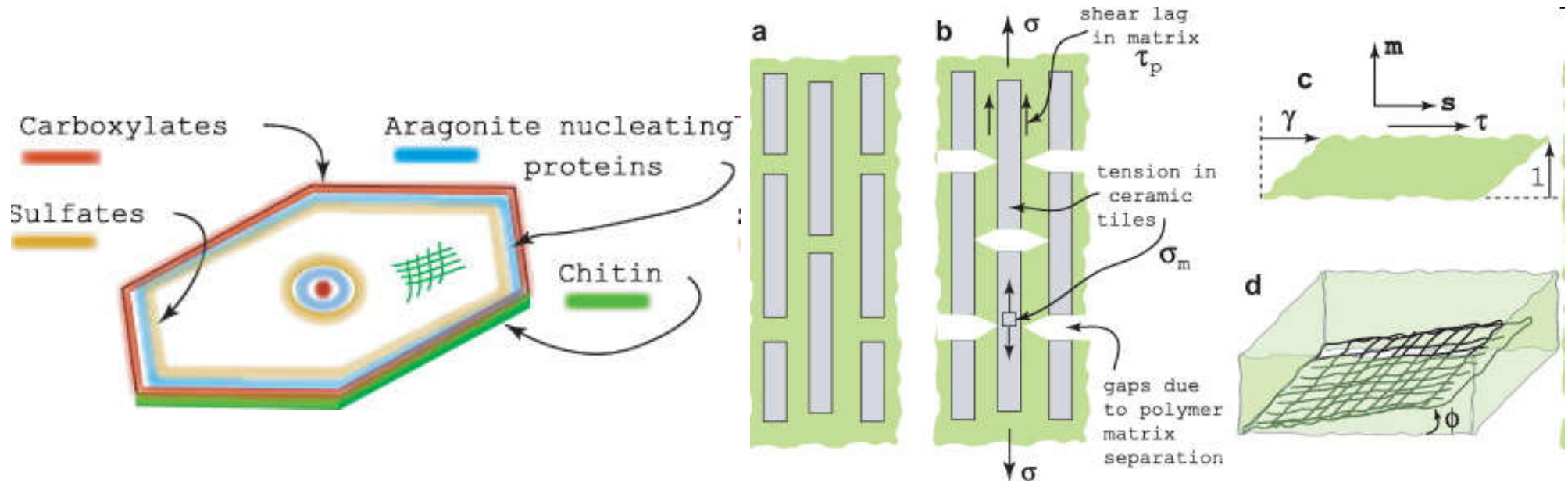
^a Department of Structural Engineering, University of California, San Diego, CA 92093, USA

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

Journal of Structural Biology

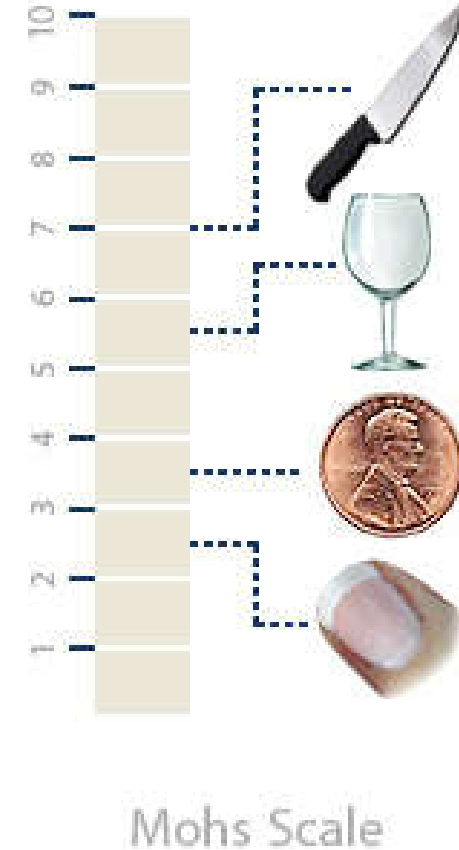
Volume 163, Issue 1, July 2008, Pages 61-75

Haliotis rufescens



La struttura somiglia a un muro fatto di mattoni regolari e legati tramite la malta. I cristalli di CaCO_3 (aragonite) hanno i bordi organici (di chitina), come un telecomando nel suo guscio.

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>

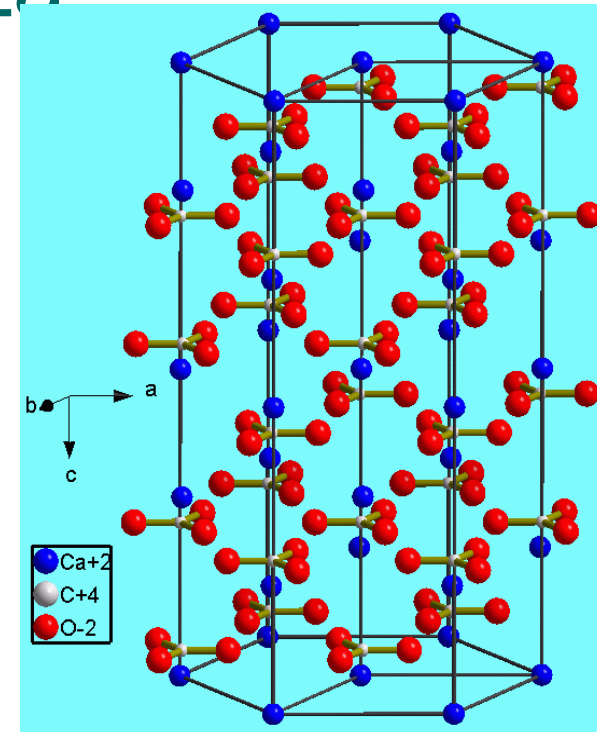
<http://www.microphotonics.com/talc%20powder.jpg>

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)

4 fluorite CaF_2



http://www.sciencehelpdesk.com/img/science1_5/Fluorite.jpg
<http://www.healingcrystals.com/images/cards/Fluorite.jpg>

5 apatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3$



Gemma semi-preziosa,
ma anche un fertilizzante



<http://www.rockcutters.us/cut-images/apatite/apatite-green-oval.jpg>
<http://www.matsminerals.com/apatiteCM-13.jpg>

6 ortoclasio KAlSi_3O_8



Cristalli rosa/ rossi nel granito



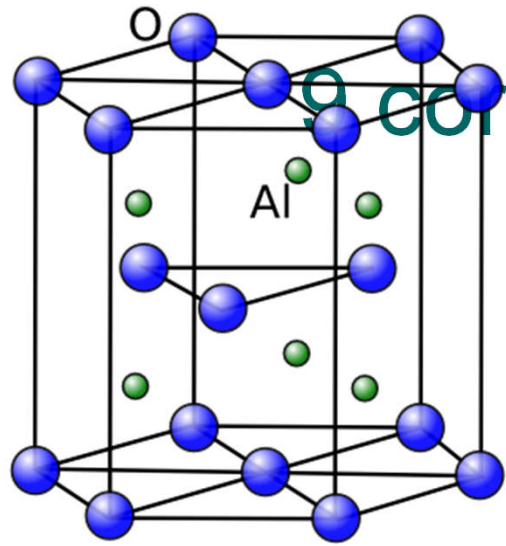
7 quarzo (SiO_2)



<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

8 topazio Al_2SiO_4





9 corindone Al_2O_3

Al_2O_3 – «carta vetrata»



- con gli ioni di Fe: zafiro

- con gli atomi (ioni) Cr: rubino



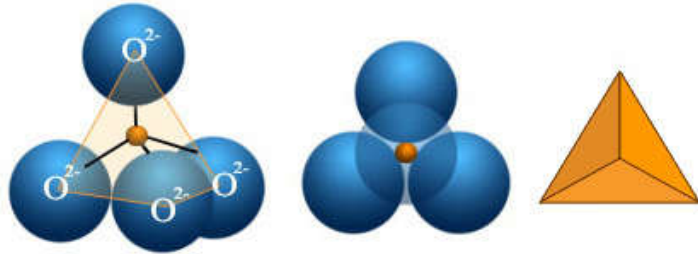
10 diamante



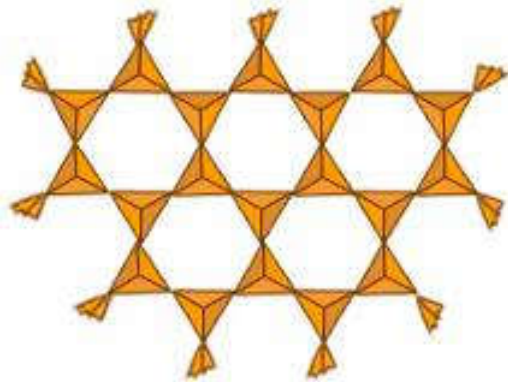
Il taglio sceglie il cliente

<http://loopable.files.wordpress.com/2007/07/diamant.gif>
<http://www.diamondgeezers.com/diamond-buyers-guide/images/diamond-shape.jpg>
<http://www.worldwidediamonds.info/oppenheimer%20diamond%20yellow%20crystal.jpg>
<http://famousdiamonds.tripod.com/steinmetzpinkdiamond.html>

Silicati: SiO_2

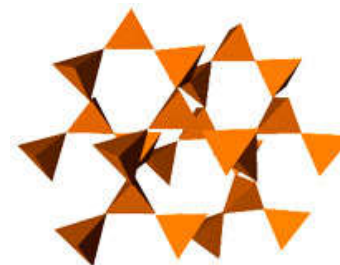


1) Granati: tetraedri SiO_4^{-2} con gli ioni Fe^+ , Al^+ etc.

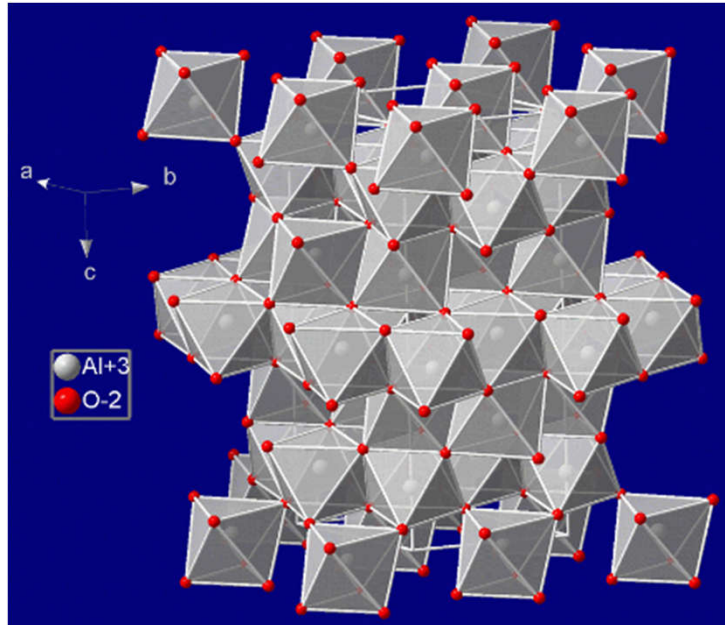


2) Struttura 2D (mica, argilla)

3) Struttura 3D (quarzo)

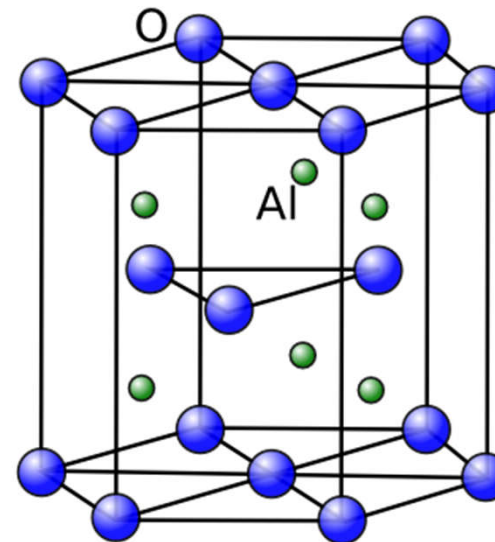


Corindone (topazio, rubino) = Al_2O_3

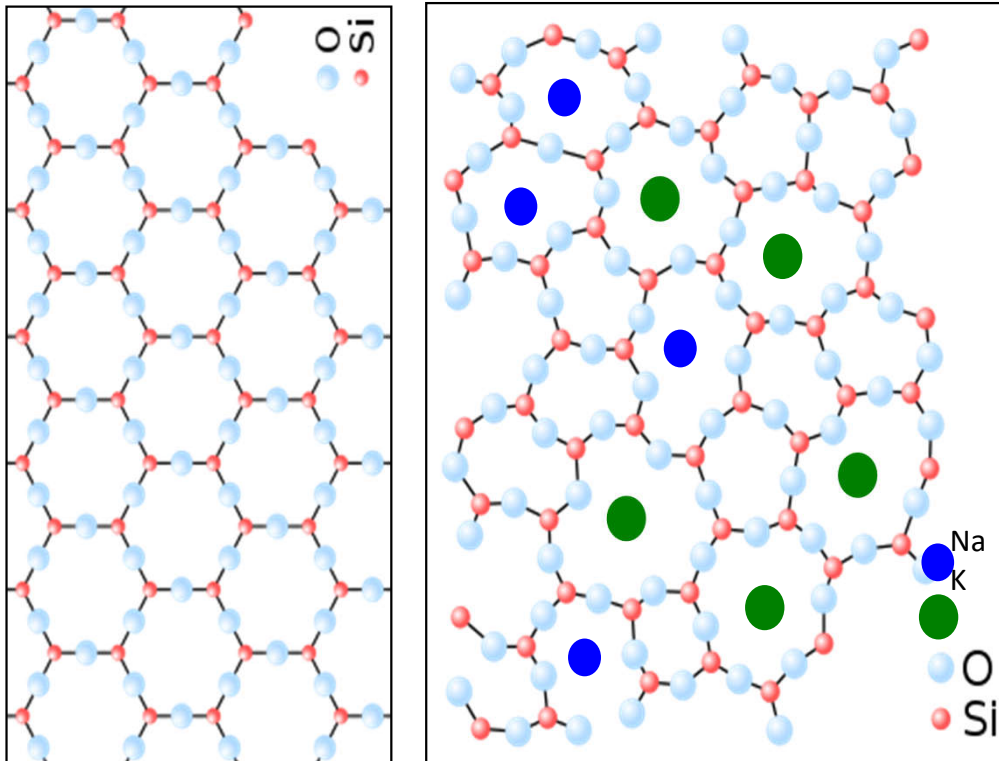


Struttura Al_2O_3 : esagonale di ioni O^{2-} con ioni Al^{3+} a $2/3$ delle lacune

Durezza di Mohs 9
Temp. di fusione 2044°C



Il vetro – un solido o un liquido molto raffreddato?



Il reticolo di SiO_2 'gonfiato' dalla presenza di atomi 'ingombranti': Na e K

Una vetrata medioevale:
Hotel de Cluny, Paris (foto M

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/>



duomo di Murano

Fondata forse nella metà del VII secolo (dal 999 è una promissione del pievano Michele Monetario al vescovo di Torcello), la chiesa fu inizialmente dedicata a Santa Maria. Ad essa, nel 1125, fu associato San Donato martire, vescovo di Evorea, quando il corpo del santo fu trasportato da Cefalonia, dopo che la città fu conquistata da parte dell'armata navale comandata dal Doge di Venezia Domenico Michiel.

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

<https://www.flickr.com/photos/rhugo/4011716592/>

Porcellana

Componenti:

kaolino $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$ – „Kao-Lin”

Componente principale = legante

argille (kaolino con aggiuntivi, e.g. Fe_2O_3)

Feldspato (ted. Feldspat, ing. feldspar,

e.g.. ortoclasio $(\text{K}, \text{Na})_2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$

o plagioclasio $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$)

- *aiuta la fusione*

quarzo SiO_2 - assicura la vetrificazione

Influence of macroscopic residual stresses on the mechanical behavior and microstructure of porcelain tile–

Journal of the European Ceramic Society

Volume 28, Issue 13, September 2008, Pages 2463-2469

Agenor De Noni Jr.^a, Dachamir Hotza^b, Vicente Cantavella Soler^c and Enrique Sanchez Vilches^c

^aInstituto Maximiliano Gaidzinski (IMG), 88845-000 Cocal do Sul, SC, Brazil

^bUniversidade Federal de Santa Catarina (UFSC), 88040-900 Florianópolis, SC, Brazil

^cInstituto de Tecnología Cerámica (ITC), 12006 Castellón, Spain

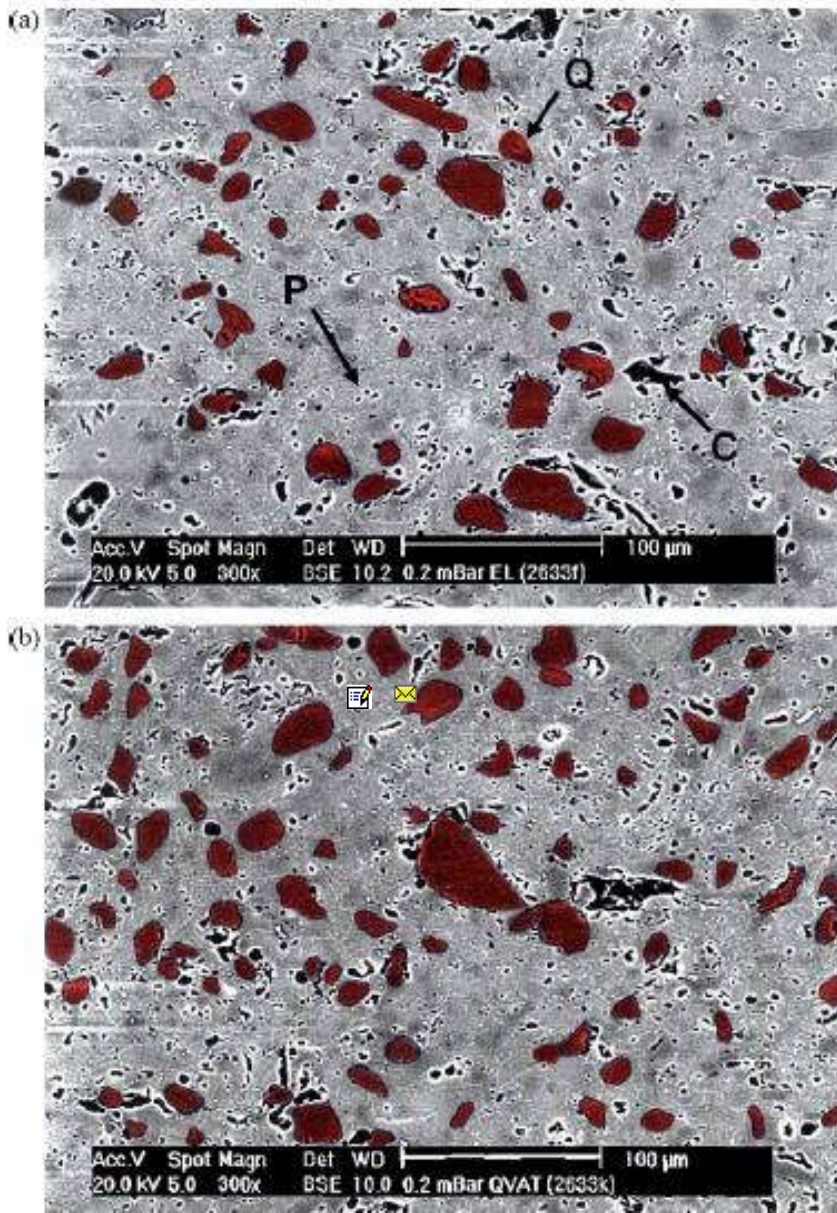
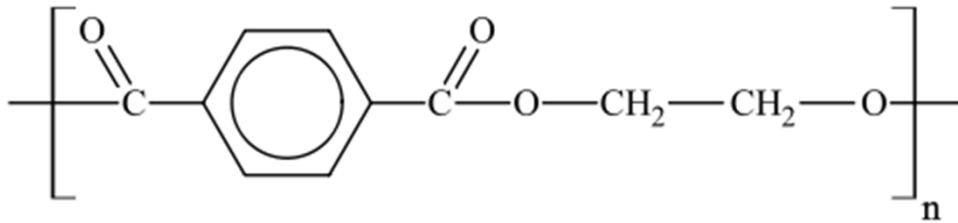


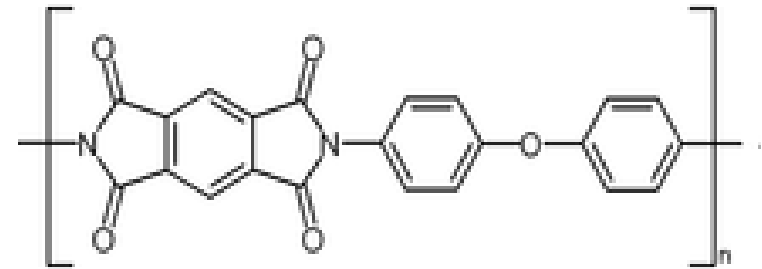
Fig. 9. Microstructural regions quantified by image analysis. (Q) Quartz particles, (P) porosity, (C) chipping. (a) E1 slow cooling and (b) E5 rapid cooling. Magnification 300 \times .

Nella struttura cotta si vedono gli agglomerati di quarzo (scuri)

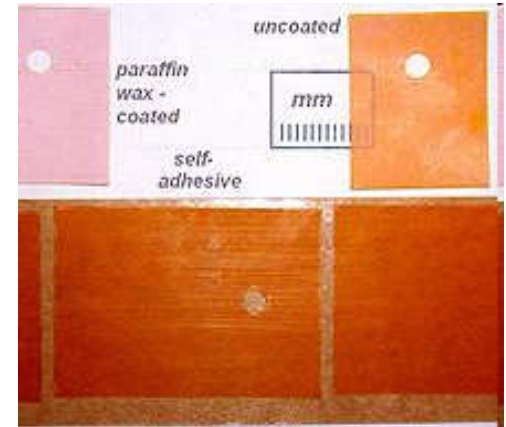
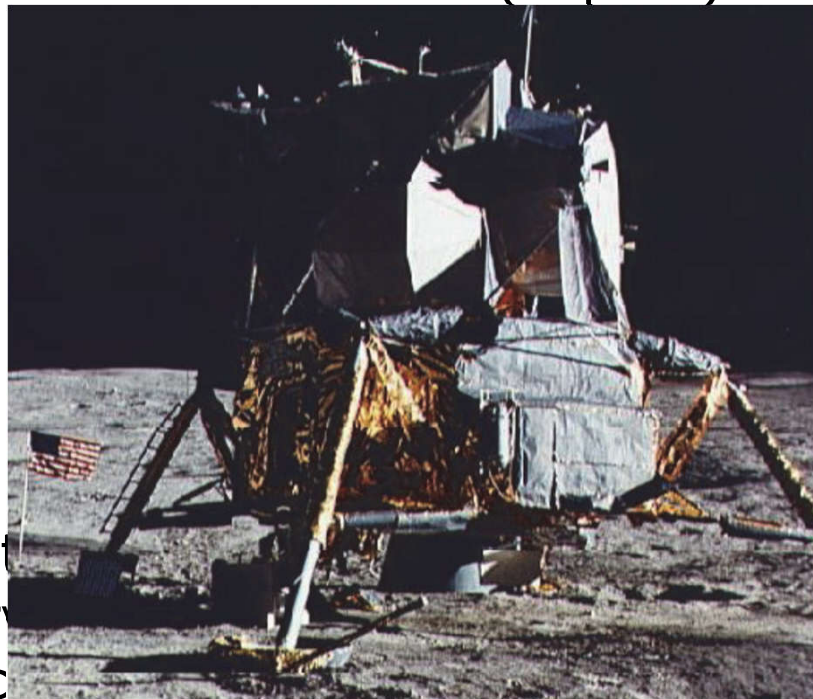
Mylar, kapton, etc.



Polyethylene terephthalate (mylar)



poly-oxydiphenylene-pyromellitimid (kapton)



Contenitori per alimenti
Metallizzato con Al serve
come copertura termica

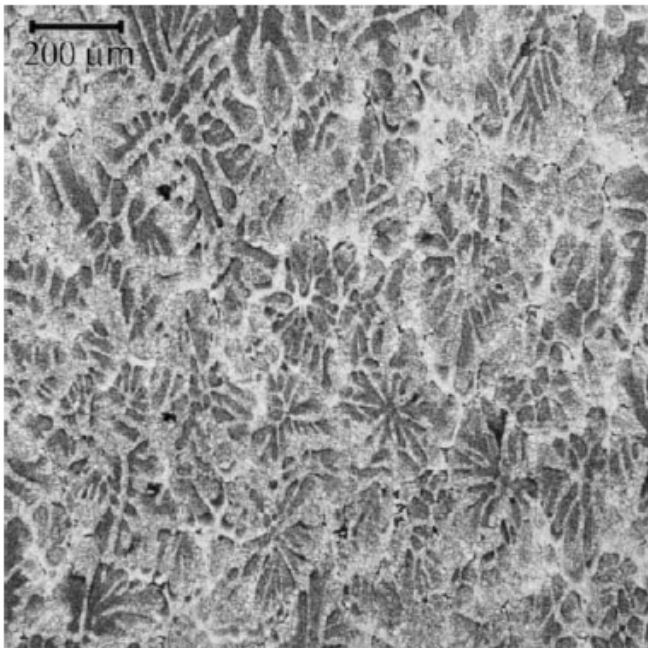
<http://en.wikipedia.org/wiki/BoPET>

Isolante di cavi ad
alta tensione, per
basse temperature (0
700K) e per alto
vuoto

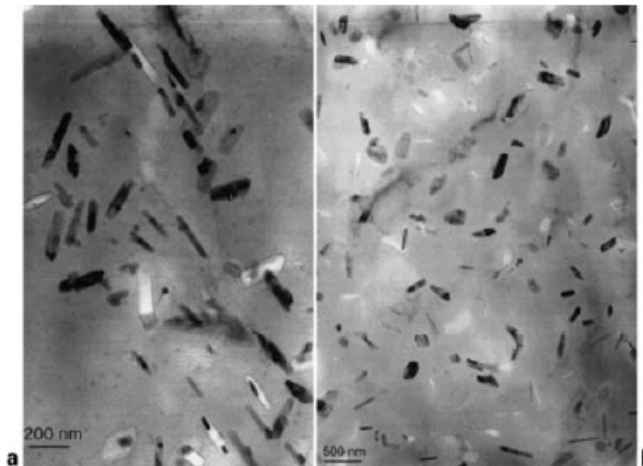
Leghe per gli aerei Al-Zn-Mg

- la fase inter-metallica Al_7Cu_2Fe e i residui di Mg_2Si
- la rete dendritica di Al_3Zr
- la durezza aumenta dopo la tempra
- la resistenza elastica (modulo di Young) aumenta col carico
- compromesso tra la resistenza meccanica e fragilità

Dumont et al. Precipitation microstructures in Al alloys 7040 and 7050 3



1 Microstructure of alloy 7050 after a slow quench: optical micrograph after orthophosphoric etching revealing the distribution of quench-induced particles. These particles are located in the high density regions of Al_3Zr particles, i.e. in the former dendrite interiors of the solidification microstructure, flattened by the rolling process



2 Bright field TEM micrographs of the microstructure of alloys *a* 7040 and *b* 7050 after a slow quench. Alloy 7040, which has a low quench sensitivity, shows narrow bands of coarse precipitates. Alloy 7050 is largely covered by wide bands of particles. The particle size is similar in both materials

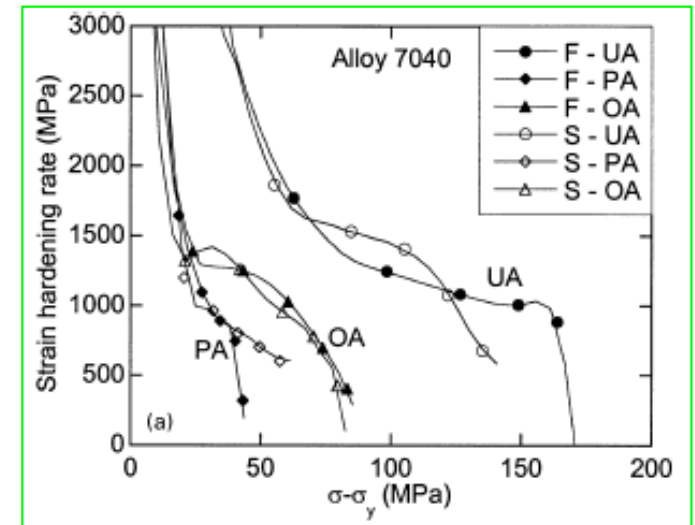
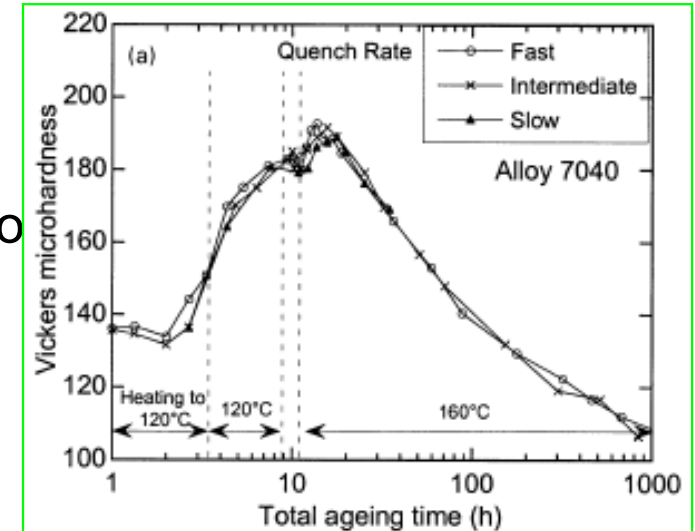
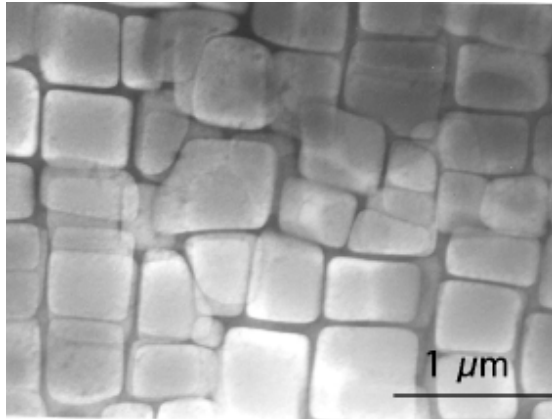


Table 1 Composition of alloys 7040 and 7050 in wt-%, balance Al

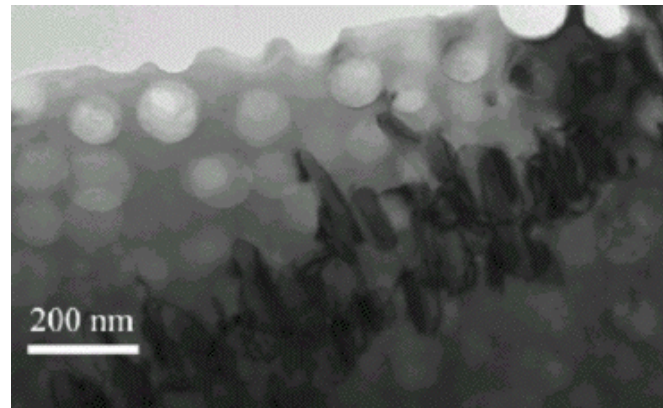
| | Zn | Mg | Cu | Zr | Fe | Si |
|------|------|------|------|------|------|------|
| 7040 | 6.51 | 2.01 | 1.64 | 0.11 | 0.08 | 0.05 |
| 7050 | 6.33 | 2.46 | 2.2 | 0.11 | 0.1 | 0.08 |

Super-leghe di nichel

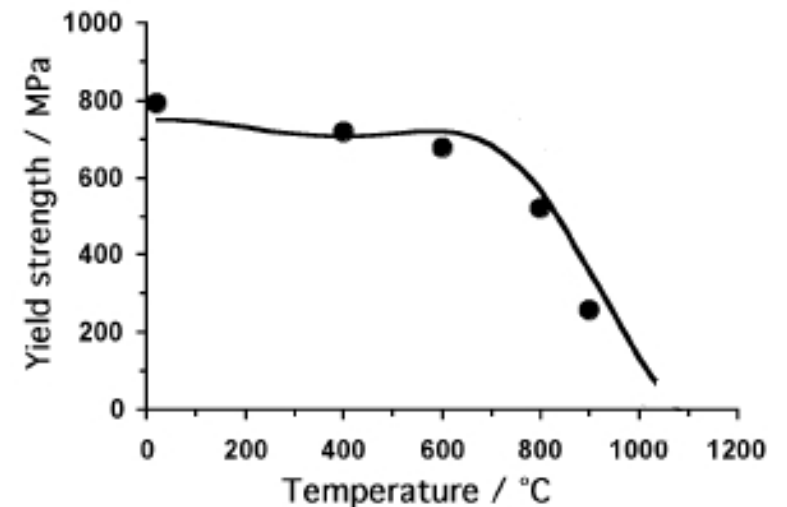
Per motori a reazione, turbine a gas etc.



Transmission electron micrograph showing a large fraction of cuboidal γ' particles in a γ matrix. Ni-9.7Al-1.7Ti-17.1Cr-6.3Co-2.3W at%. Hillier, Ph.D. Thesis, University of Cambridge, 1984.



Transmission electron micrograph showing a small fraction of spheroidal γ' prime particles in a γ matrix. [Ni-20Cr-2.3Al-2.1Ti-5Fe-0.07C-0.005 B wt%.](#) Also illustrated are $M_{23}C_6$ carbide particles at the grain boundary running diagonally from bottom left to top right.



Leghe dentistiche: sembra arte astratta

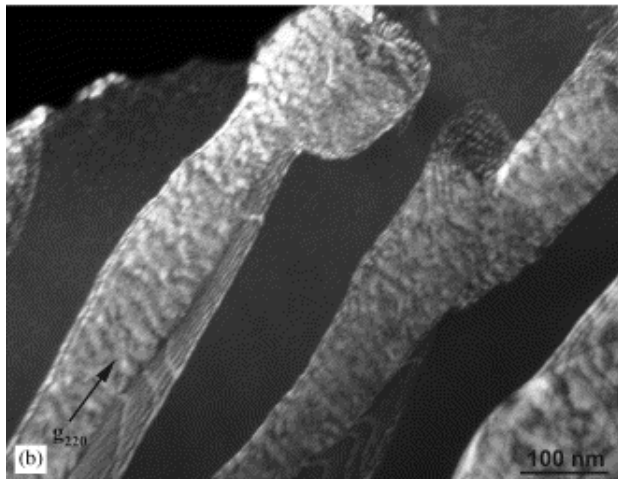
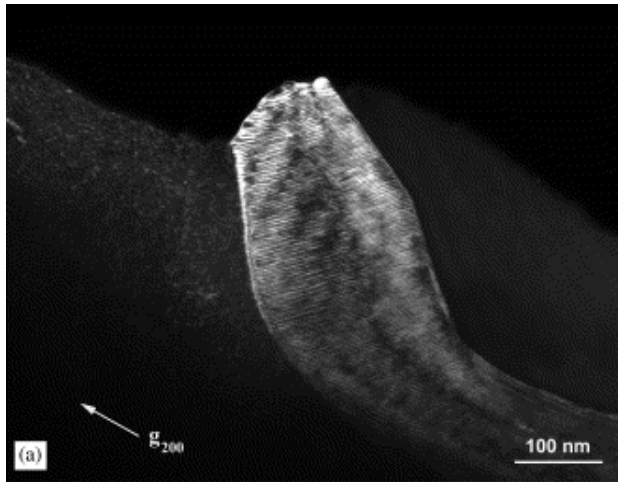


Fig. 1. Dark-field micrographs showing the morphologies of a dendrite (a) and the eutectic structure (b) in as-cast Super Star. For the two-beam condition used to obtain (b), the fct lamellae of the eutectic structure have a bright appearance and the fcc lamellae (i.e., the dark regions between the fct lamellae) are not imaged.

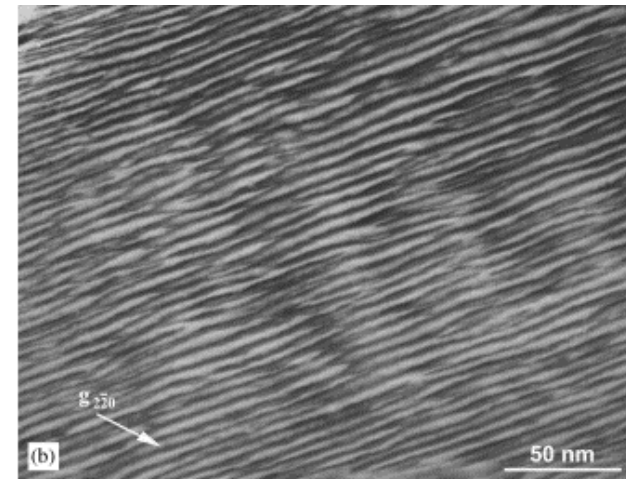
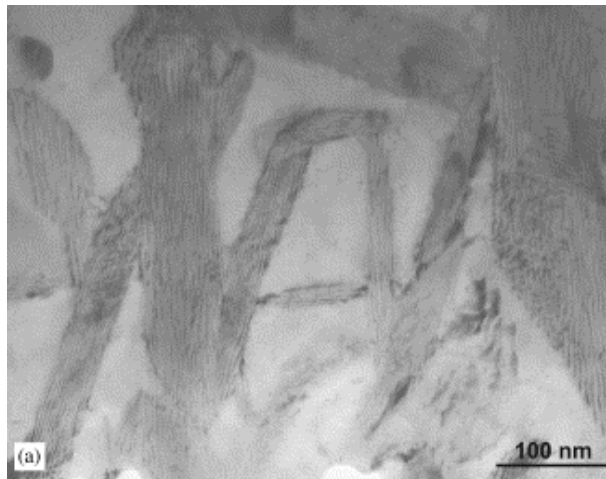


Fig. 2. Morphology of fct precipitates in the fcc palladium solid solution matrix of as-cast S-S. (a) Bright-field micrograph. (b) Higher-magnification bright-field micrograph of the striations within the precipitates.

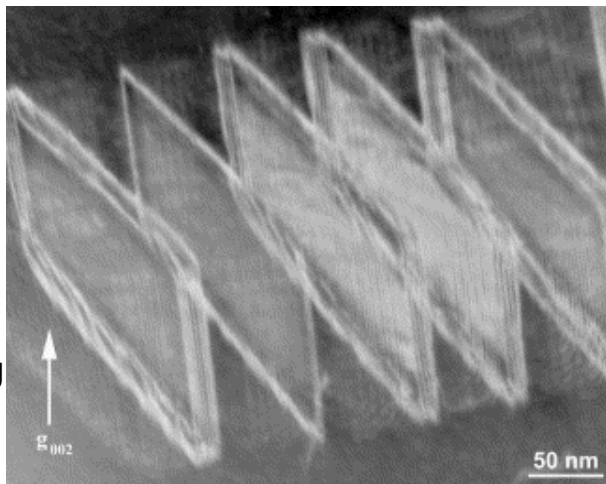
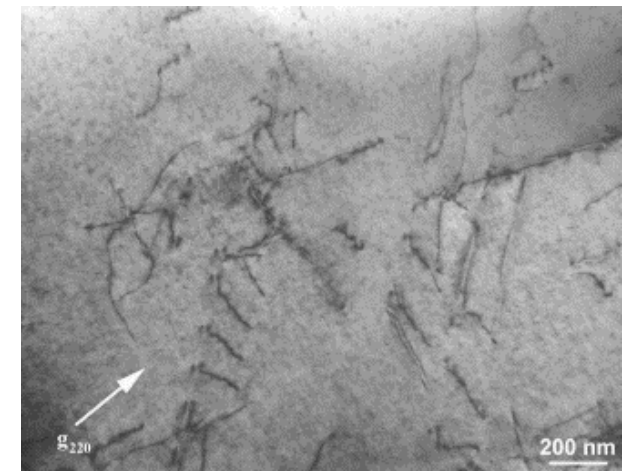


Fig. 3. Dark-field micrograph of heat-treated Super Star, showing discontinuous fct precipitates, which have rectangular platelet morphology. Dislocations are present in both the adjacent fcc palladium solid solution

Fig. 4. Bright-field micrograph showing dislocations in the palladium solid solution matrix of Super Star after heat treatment simulating the firing cycles for a dental porcelain.



Infiniti altri materiali



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