

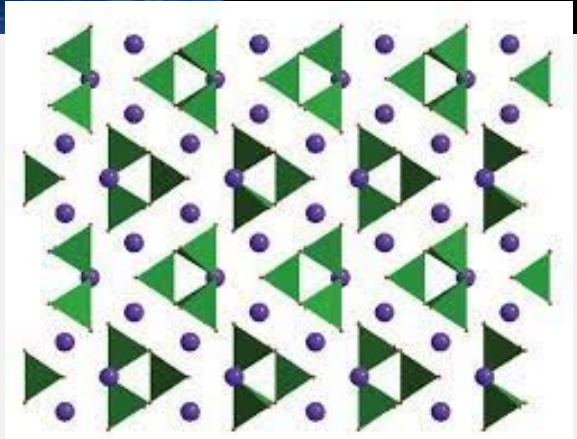
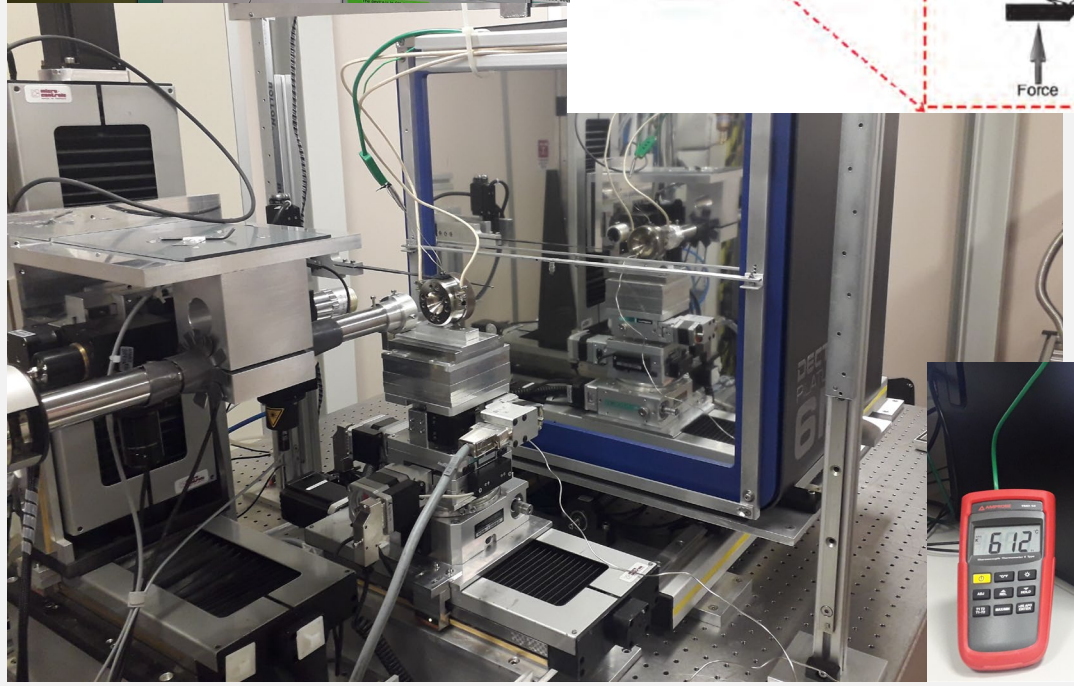
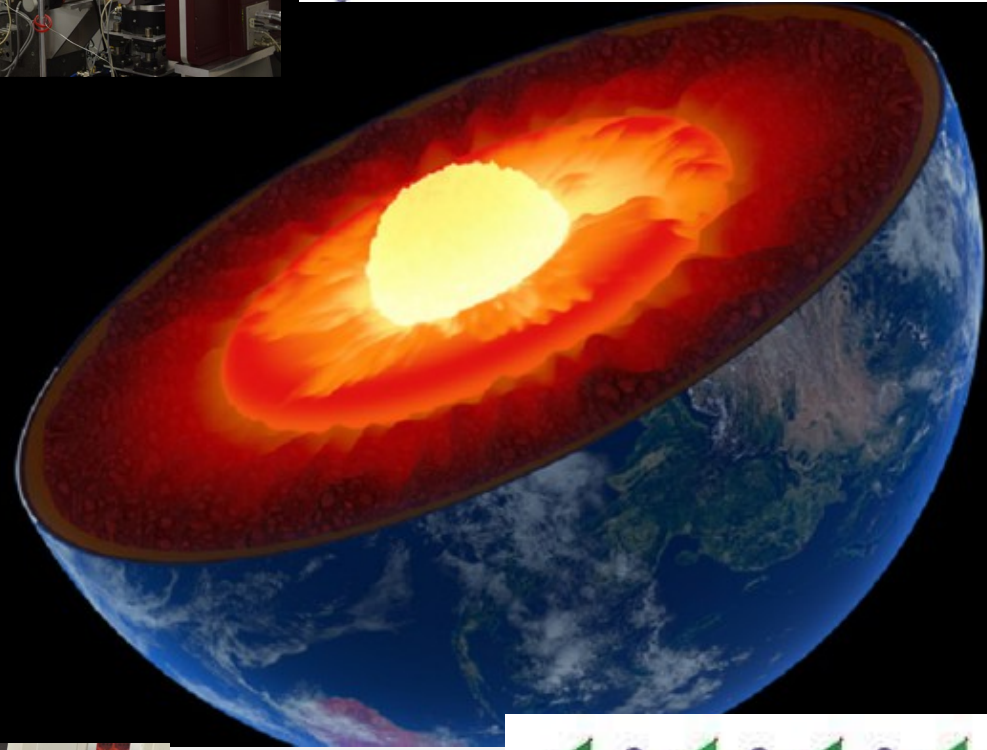
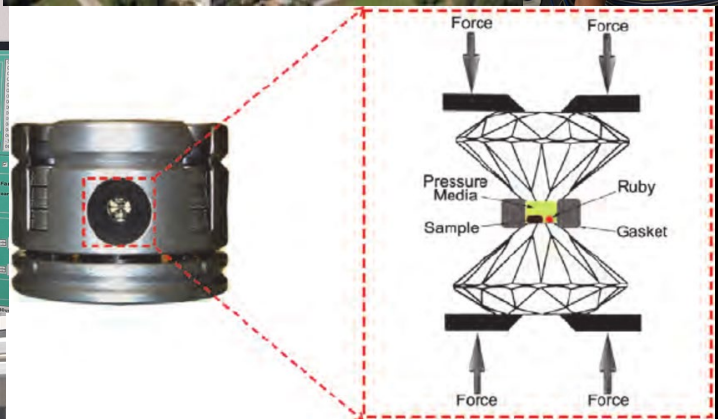
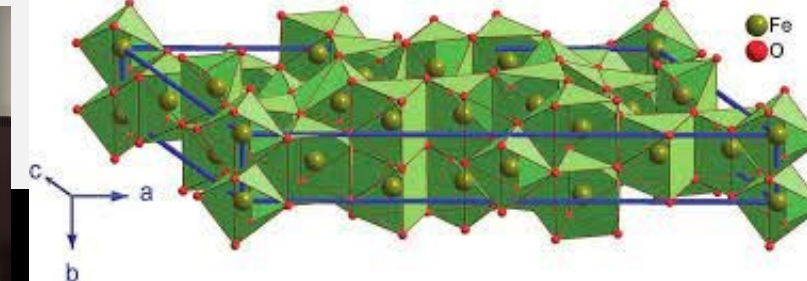
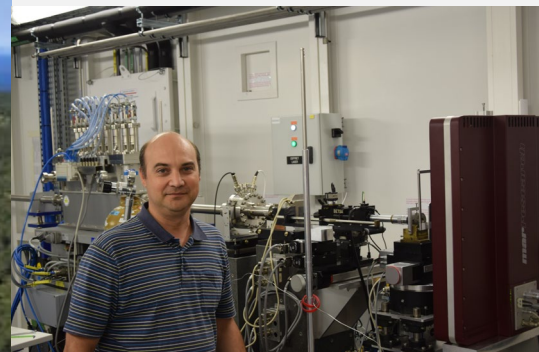
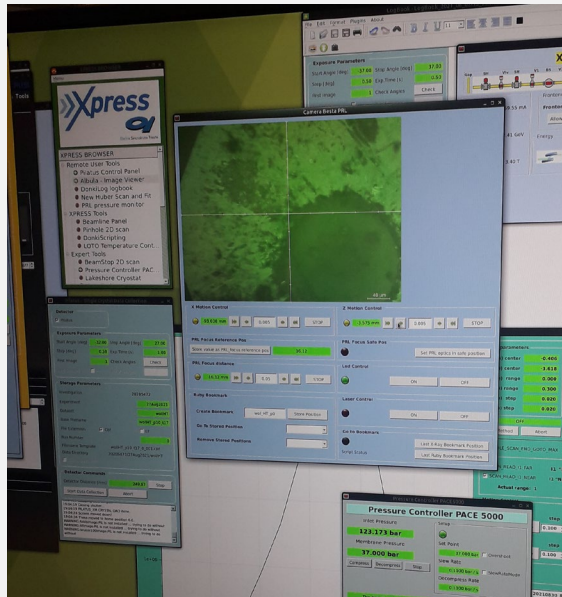


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

Minerali

Marco Merlini







***Museo delle collezioni mineralogiche,
gemmologiche, petrografiche e giacimentologiche***
presso il Dipartimento di Scienze della Terra
Università degli Studi di Milano

Uno smartphone nel frullatore svela un tesoro da riciclare - VIDEO

Esperimento provocatorio per vedere che cosa c'è nei telefonini



Redazione ANSA

15 marzo 2019 12:18

 Scrivi alla redazione

 Stampa



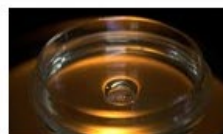
Uno smartphone è finito in frullatore in un provocatorio esperimento teso a spiegare l'importanza di riciclarlo (fonte: University of Plymouth) © ANSA/Ansa

CLICCA PER INGRANDIRE 

DALLA HOME SCIENZA&TECNICA



Lincei, sulla Xylella c'è stata disfunzione tra politica e scienza
Ricerca e Istituzioni



Gemelle cinesi con Dna modificato, un 'pasticcio' scientifico
Biotech



Le balene sono diventate giganti 15 milioni di anni fa
News

Gli asteroidi accendono il cielo di maggio
Spazio e Astronomia



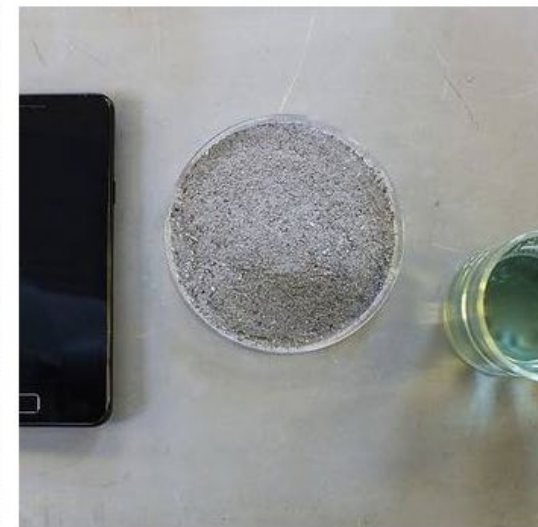


Guarda più tardi Condividi



Ricerca e Istituzioni

I ricercatori guidati da Arjan Dijkstra e Colin Wilkins, dopo aver ridotto il cellulare in polvere, l'hanno miscelato a 500 gradi con una sostanza chiamata perossido di sodio, per ottenere una soluzione acida che consente di analizzare tutti i componenti chimici: il telefonino utilizzato conteneva 33 grammi di ferro, 13 grammi di silicio e 7 grammi di cromo, oltre a quantità più piccole di altri minerali abbondanti. Tra quelli rari invece, i risultati hanno evidenziato 900 milligrammi di tungsteno e 70 milligrammi di cobalto e molibdeno, insieme a 90 milligrammi di argento e 36 milligrammi di oro.



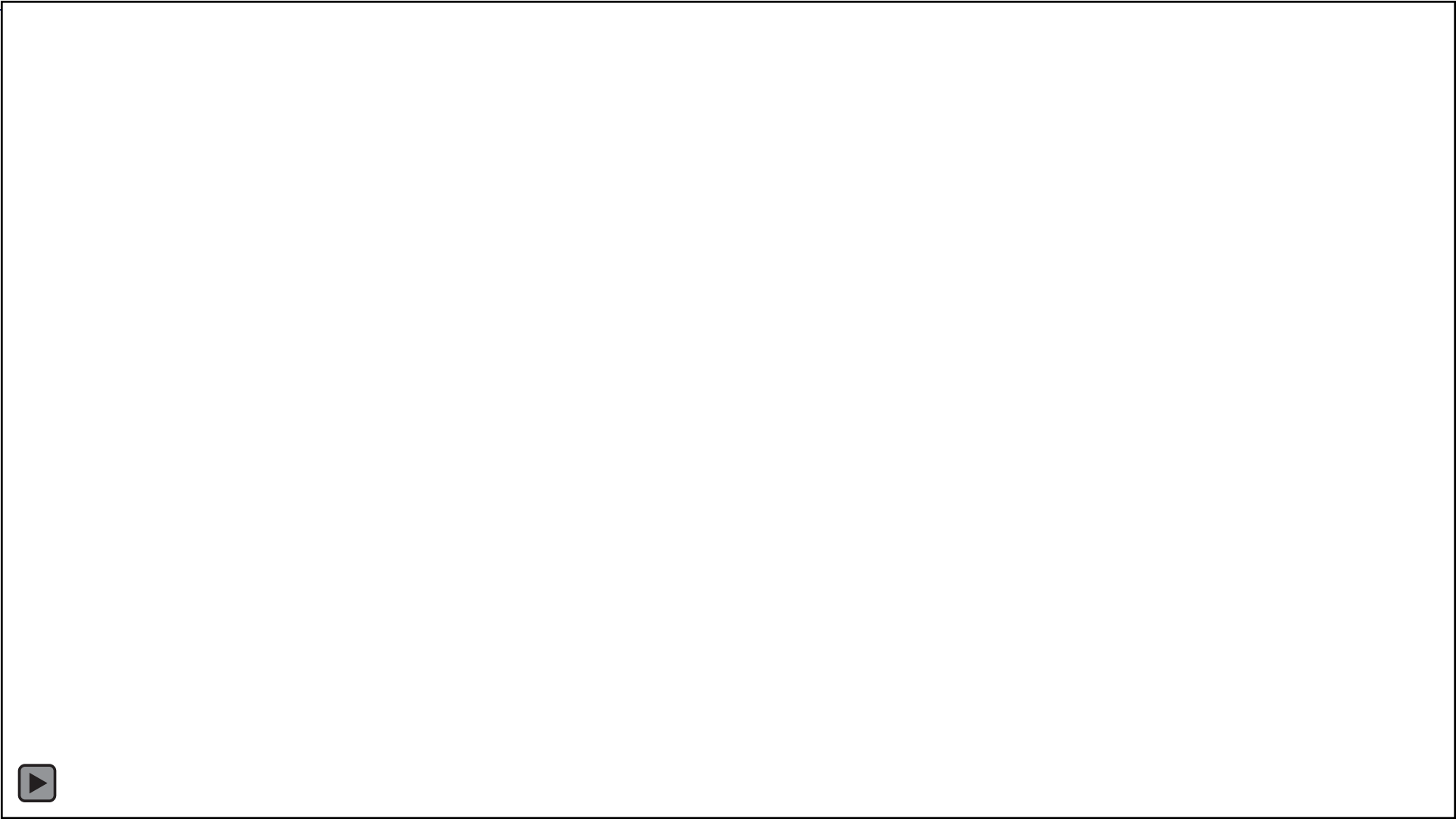
Una fase dell'esperimento (fonte: University of Plymouth)

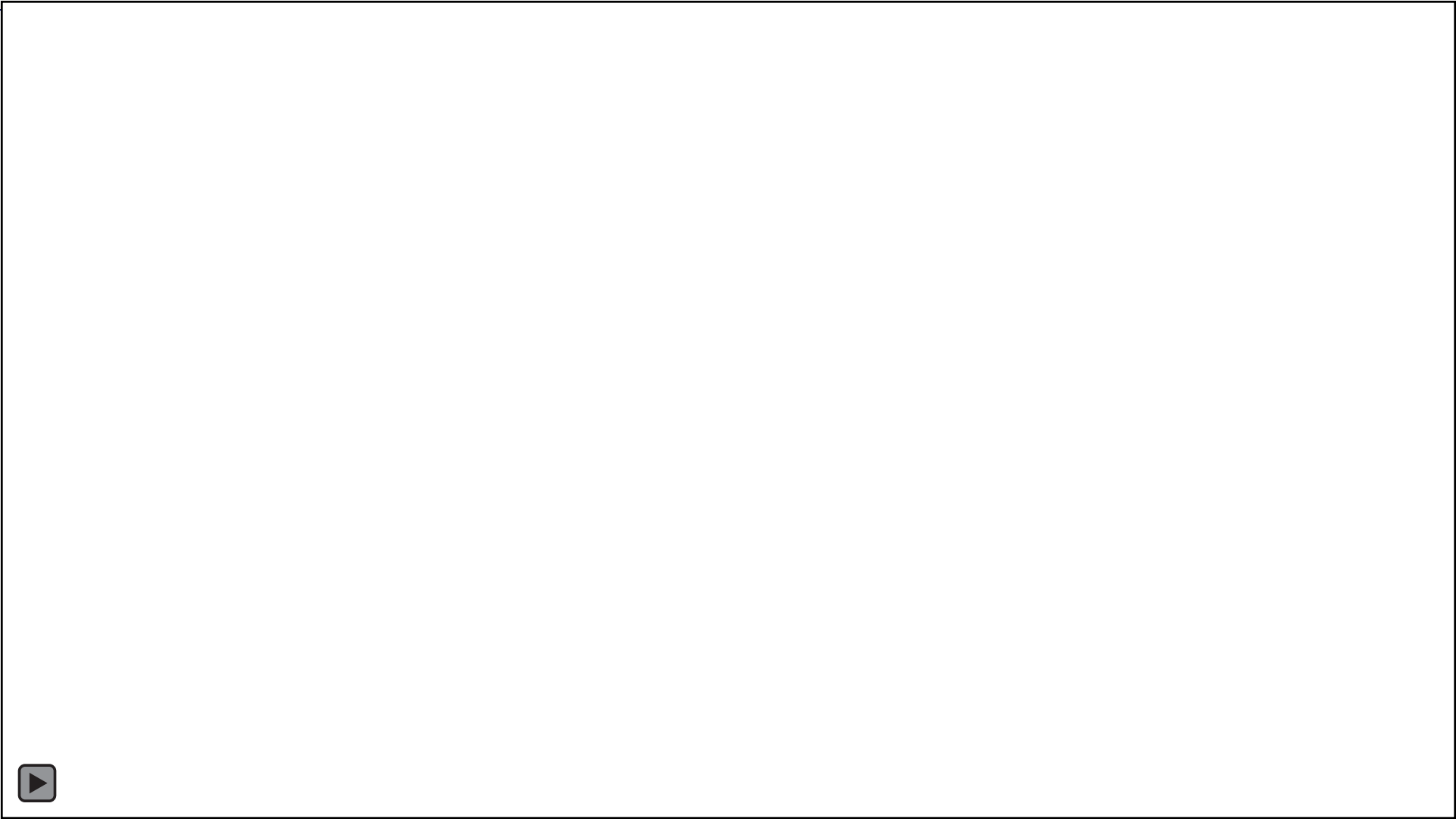


Questo vuol dire che, a parità di concentrazione, uno smartphone ha 100 volte più oro e 10 volte più tungsteno di qualsiasi fonte mineraria che gli esperti definiscono "di alta qualità". L'esperimento dimostra anche che, per produrre un solo telefonino, è necessaria l'estrazione di 10-15 kg di minerali. "Molte delle maggiori aziende produttrici di smartphone stanno aumentando il loro impegno nel riciclo", commenta Wilkins. "È un segno del fatto che la società 'usa e getta' in cui abbiamo vissuto per decenni sta finalmente cambiando - aggiunge - e speriamo che questo progetto incoraggi più persone a cambiare i propri comportamenti".



I minerali estratti dallo smartphone nel corso dell'esperimento (fonte: University of Plymouth)





Fe	33 g
Si	13g
Cr	7 g
Cu	6.0 g
C	4 g
Ni	2.7 g
Al	2.5 g
Ca	1.6 g
Sn	0.7 g

W	900 mg
Nd	160 mg
Ag	90 mg
Co	70 mg
Au	36 mg
Pr	30 mg
Ta	20 mg
Nb	10 mg
Mo	7 mg
Sb	7 mg
Gd	5 mg
Dy	2 mg
In	2 mg
Ge	2 mg

+ Li batterie

Fe	33 g
Si	13g
Cr	7 g
Cu	6.0 g
C	4 g
Ni	2.7 g
Al	2.5 g
Ca	1.6 g
Sn	0.7 g

W	900 mg
Nd	160 mg
Ag	90 mg
Co	70 mg
Au	36 mg
Pr	30 mg
Ta	20 mg
Nb	10 mg
Mo	7 mg
Sb	7 mg
Gd	5 mg
Dy	2 mg
In	2 mg
Ge	2 mg

+ Li batterie

Fe	33 g
Si	13g
Cr	7 g
Cu	6.0 g
C	4 g
Ni	2.7 g
Al	2.5 g
Ca	1.6 g
Sn	0.7 g

W	900 mg
Nd	160 mg
Ag	90 mg
Co	70 mg
Au	36 mg
Pr	30 mg
Ta	20 mg
Nb	10 mg
Mo	7 mg
Sb	7 mg
Gd	5 mg
Dy	2 mg
In	2 mg
Ge	2 mg

+ **Li** batterie



Dove si originano gli elementi chimici?

Come si trovano in natura?

Come si separano?

Come l'uomo ha usato i diversi elementi chimici?



Minerali: sostanze in gran prevalenza solide, inorganiche, cristalline, omogenee e chimicamente definite (almeno entro determinati limiti). I minerali sono i costituenti naturali della crosta terrestre e dei pianeti

- Solido (normalmente)
- Naturale
- Struttura cristallina: tipica della maggior parte dei solidi inorganici
- Fatto da atomi in proporzioni precise tra loro

Naturale vs. sintetico

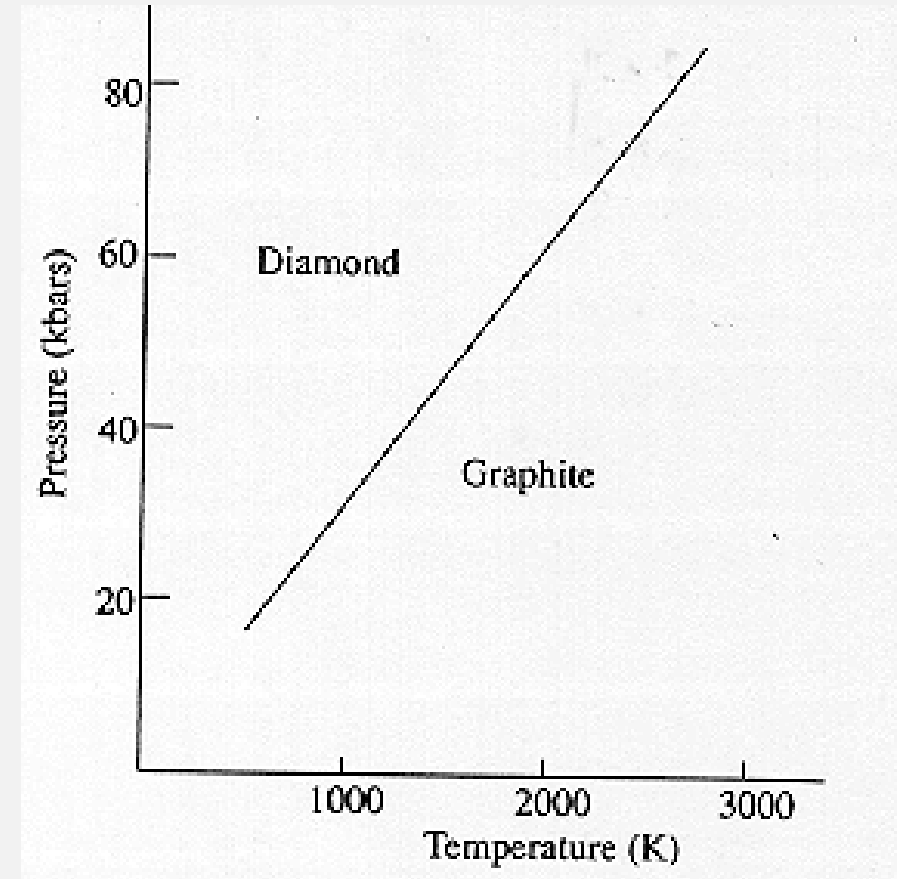
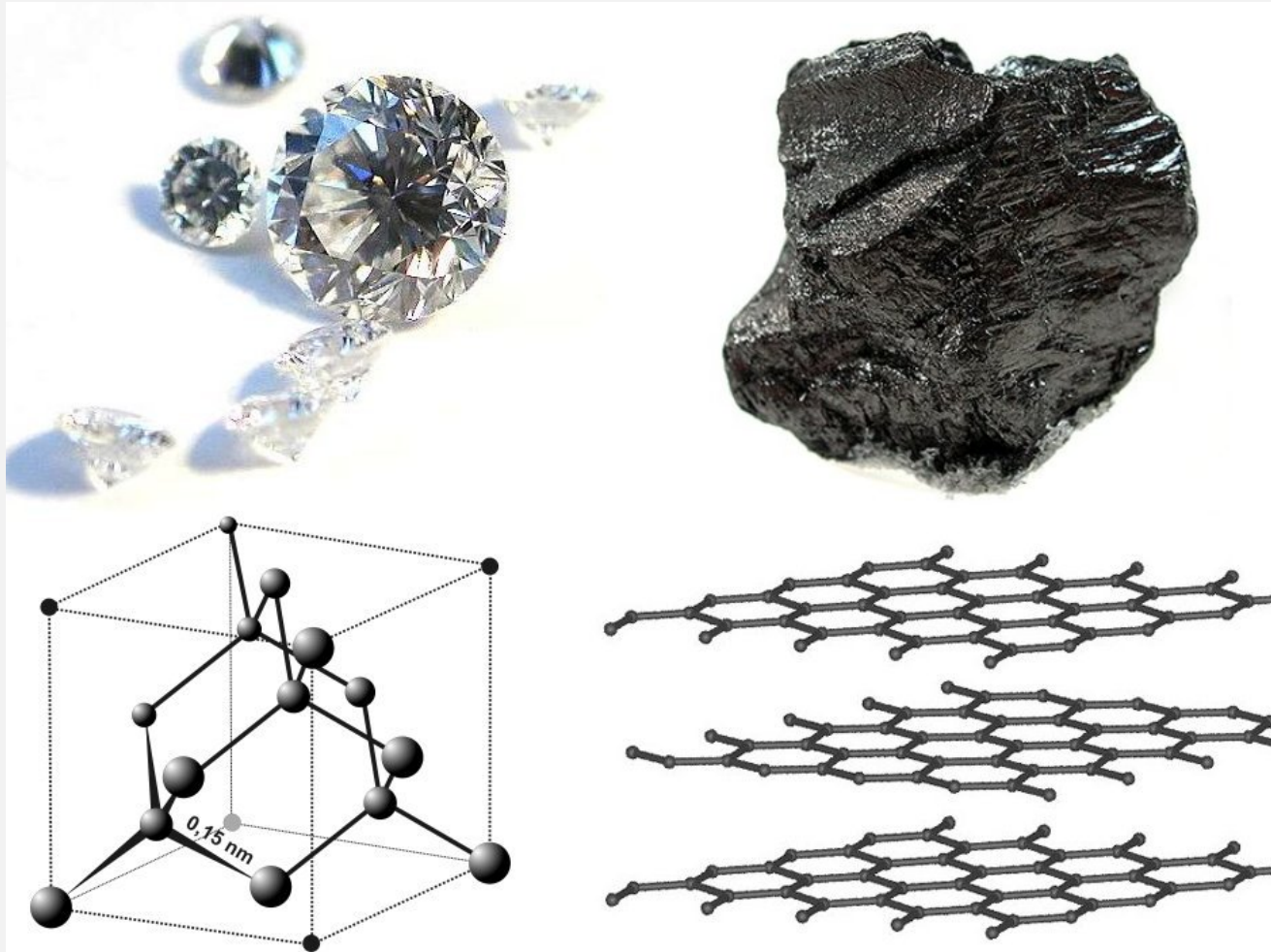
Fondamentale ad esempio nella valutazione economica delle gemme
gemma naturale – gemma sintetica

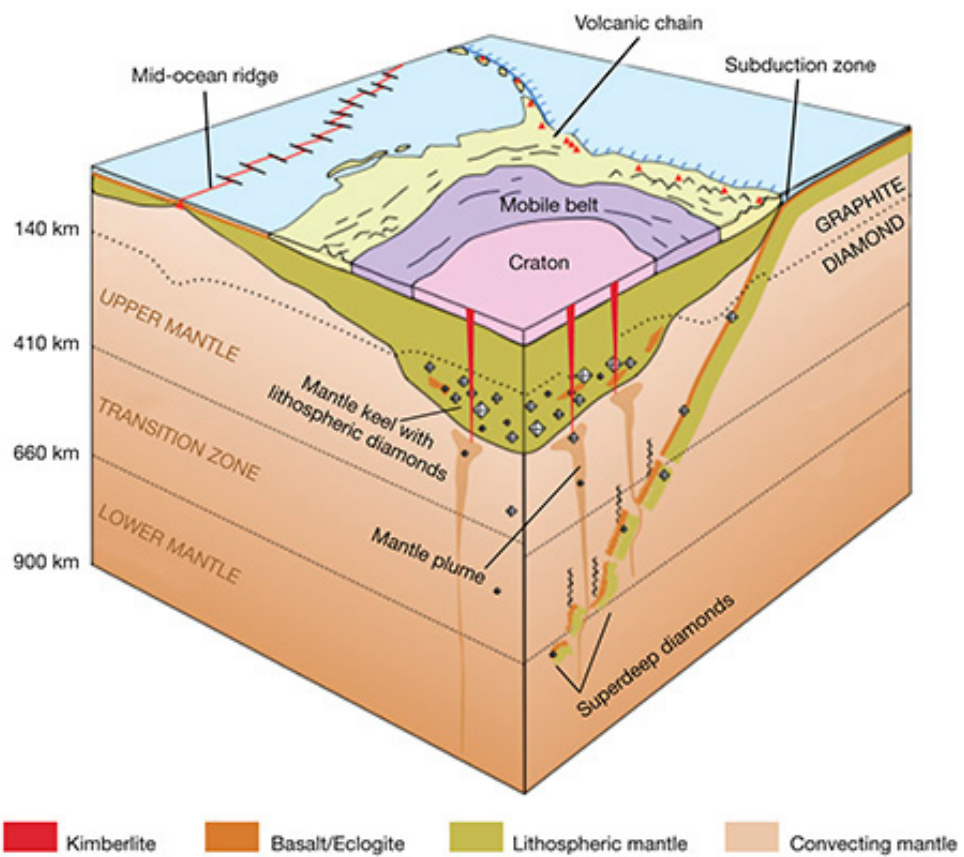
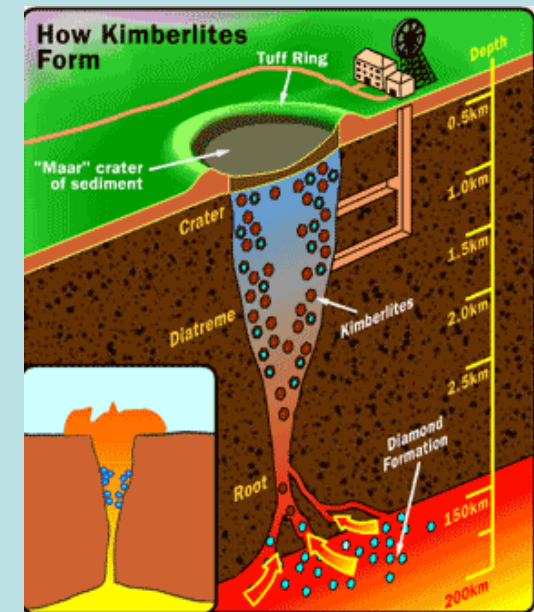
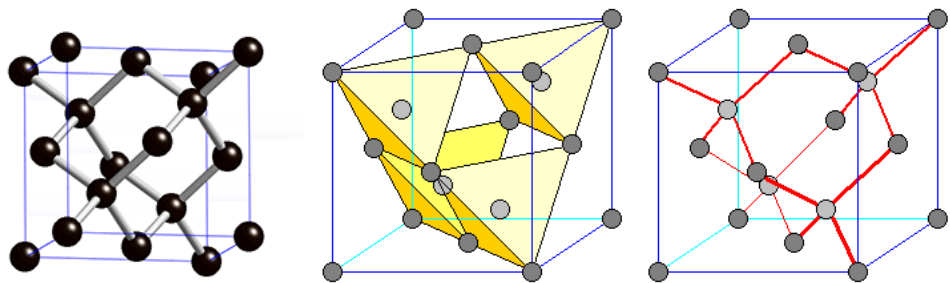
significato termodinamico

Se in natura si forma un minerale, avviene perché ci sono state le condizioni in termini ad esempio di pressione, temperatura, composizione chimica necessarie per la formazione del minerale

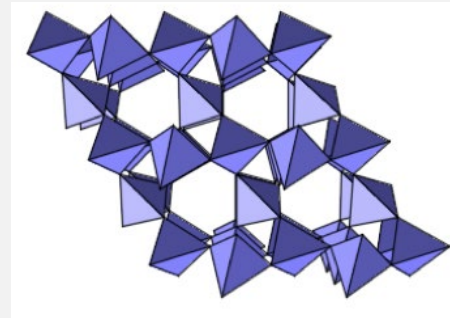
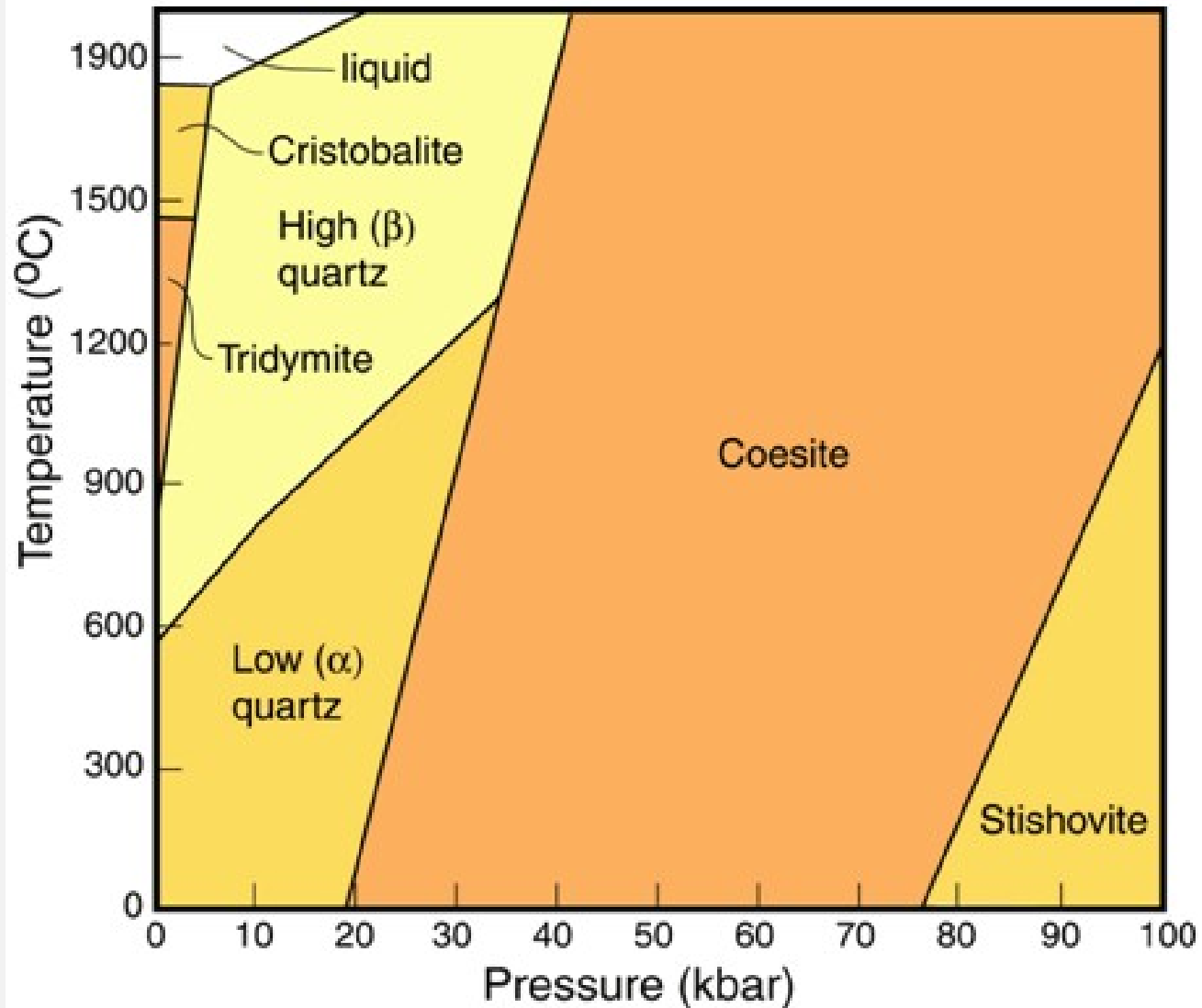
- Minerali come chiavi di lettura dei processi naturali
- Possibilità di formazione o di persistenza di un minerale anche in condizioni di «metastabilità» termodinamica

Esempio: polimorfismo diamante - grafite

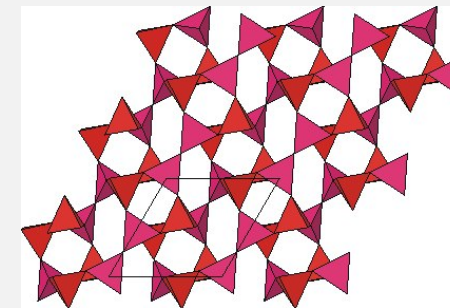




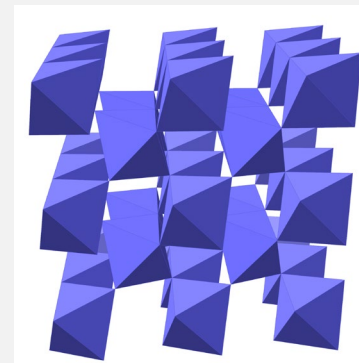
Esempio: polimorfismo SiO_2 – quarzo – coesite - stishovite



Quarzo



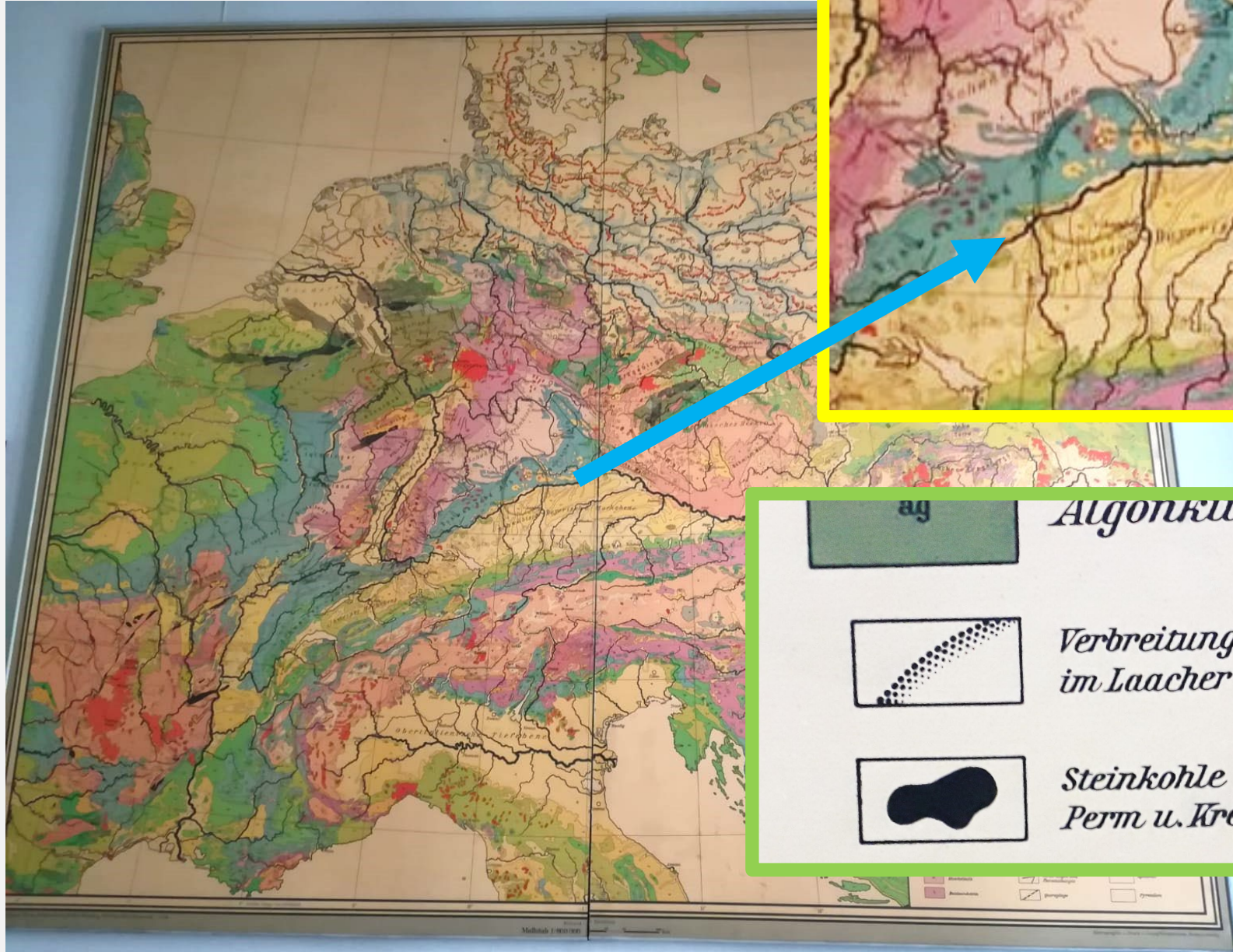
Coesite

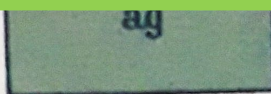



Stishovite








 *Algonkium*

 *Verbreitung der Tuffe im Laacher Seegebiet*

 *Steinkohle in Karbon, Perm u. Kreide*

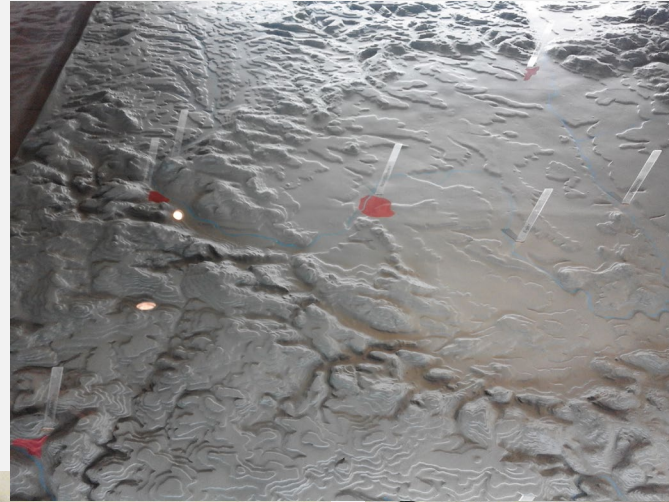






Der Nachweis der Hochdruckmineralien Coesit und Stishovit

Quarz (Dichte 2,65 g/cm³) wandelt sich unter statischem Druck bei etwa 30000 atm in Coesit (Dichte 2,93 g/cm³) und bei ungefähr 90000 atm in Stishovit (Dichte 4,35 g/cm³) um. Beide Hochdruckphasen – benannt nach den Entdeckern L. Coes (1953) und S.M. Stishov (1961) – wurden im Nördlinger Ries und in zahlreichen anderen Einschlagkratern entdeckt.

Der Nachweis der Hochdruckmineralien Coesit und Stishovit

Quarz (Dichte 2,65 g/cm³) wandelt sich unter statischem Druck bei etwa 30000 atm in Coesit (Dichte 2,93 g/cm³) und bei ungefähr 90000 atm in Stishovit (Dichte 4,35 g/cm³) um. Beide Hochdruckphasen – benannt nach den Entdeckern L. Coes (1953) und S.M. Stishov (1961) – wurden im Nördlinger Ries und in zahlreichen anderen Einschlagkratern entdeckt.

Da diese Mineralien nur in sehr geringen Mengen in den Gesteinen vorkommen, müssen sie durch chemische Verfahren isoliert werden, bevor sie durch Röntgenmethoden sicher nachgewiesen werden können. Das Gestein wird in einem Säuregemisch (Flußsäure mit Salpeter- und Schwefelsäurezusatz) aufgelöst. Der praktisch unlösliche Coesit bzw. Stishovit bleibt zurück.

Die höchsten Gehalte von Coesit und Stishovit in den Gesteinen des Rieses betragen nach Untersuchungen des Instituts für Mineralogie und Petrographie in Tübingen 9 bzw. 0,7%.

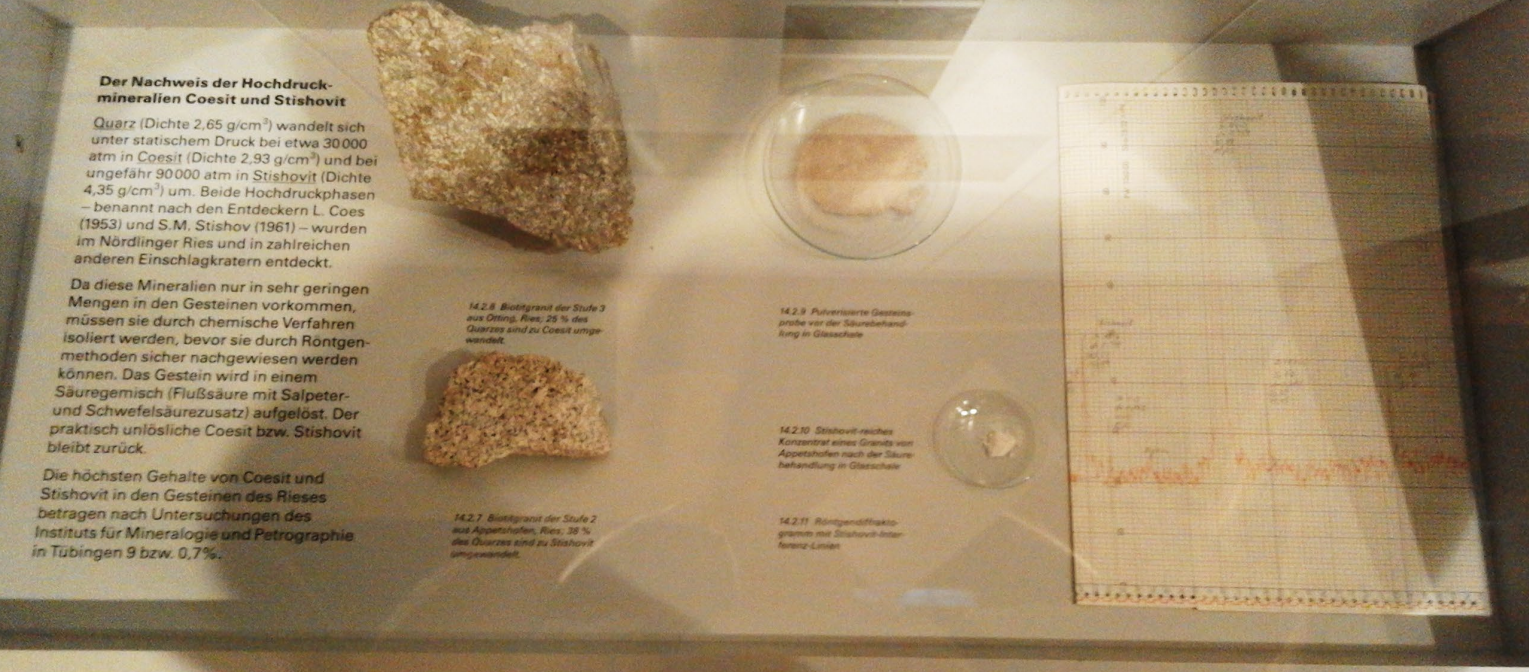
14.2.8 Biotitgranit der Stufe 3 aus Otting, Ries; 25 % des Quarzes sind zu Coesit umgewandelt.

14.2.9 Pulverisierte Gesteinsprobe vor der Säurebehandlung in Glasschale

14.2.10 Stishovit-reiches Konzentrat eines Granits vom Appelschlofen nach der Säurebehandlung in Glasschale

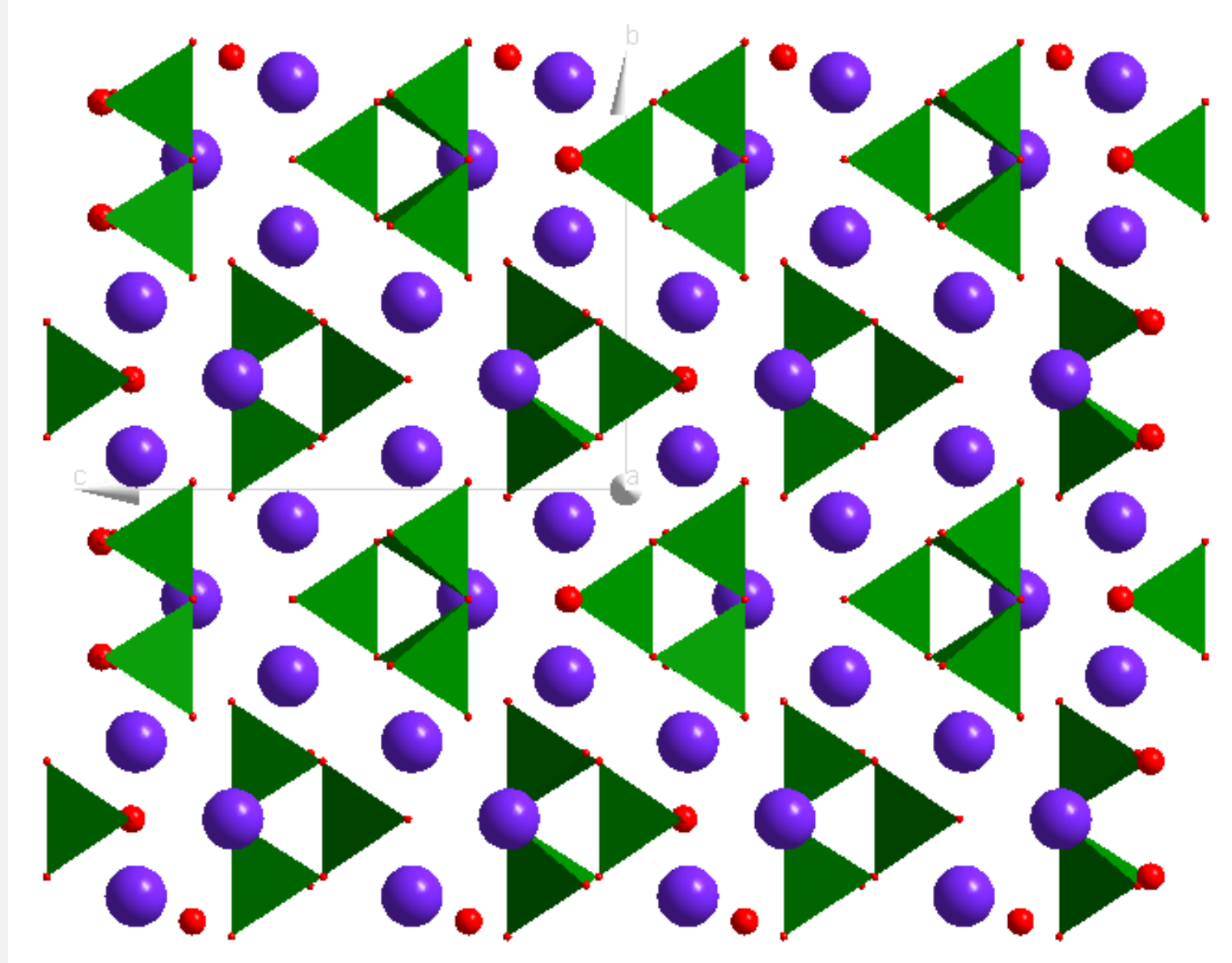
14.2.7 Biotitgranit der Stufe 2 aus Appelschlofen, Ries; 30 % des Quarzes sind zu Stishovit umgewandelt.

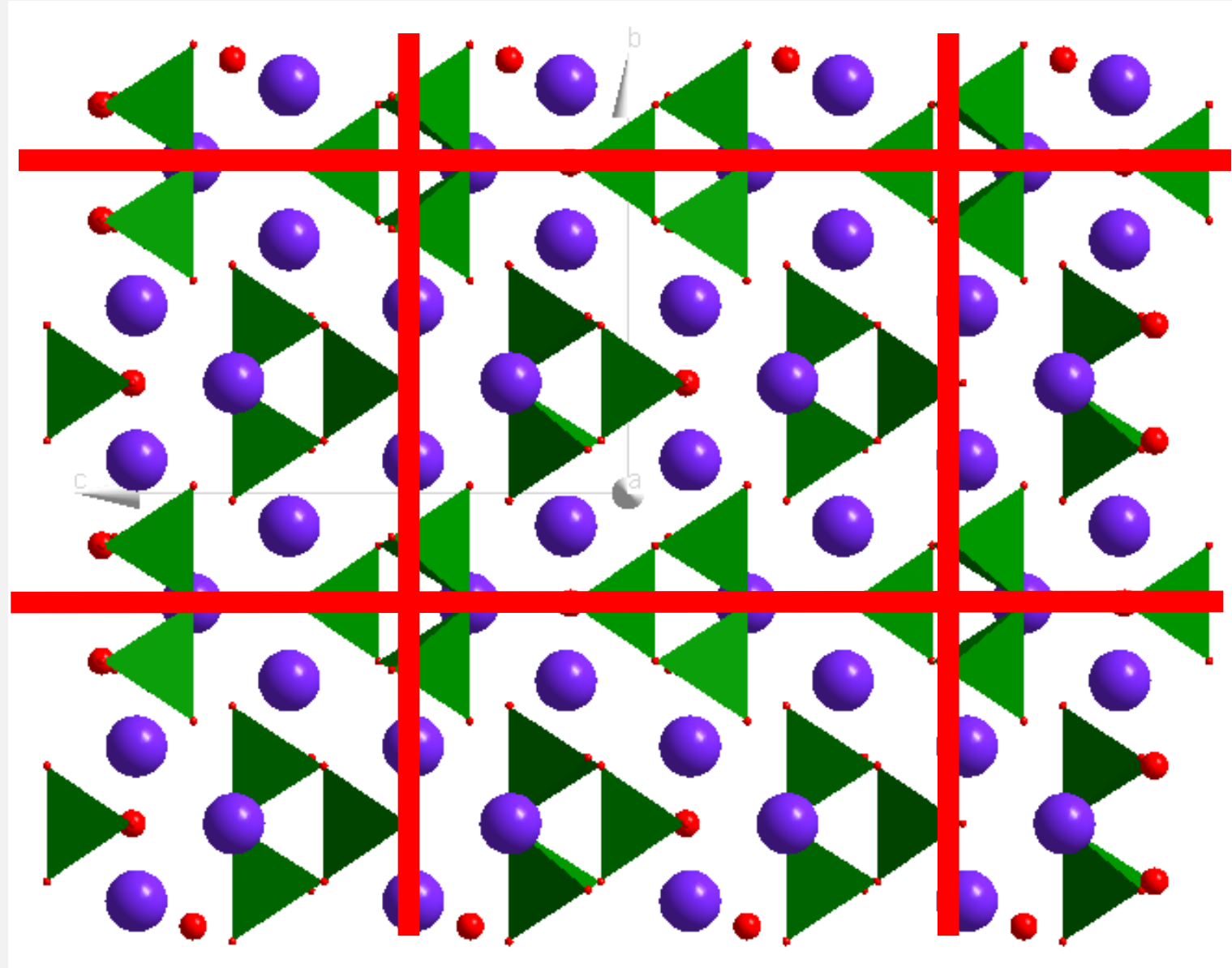
14.2.11 Röntgenfluoreszenzdiagramm mit Stishovit-Interferenz-Linien



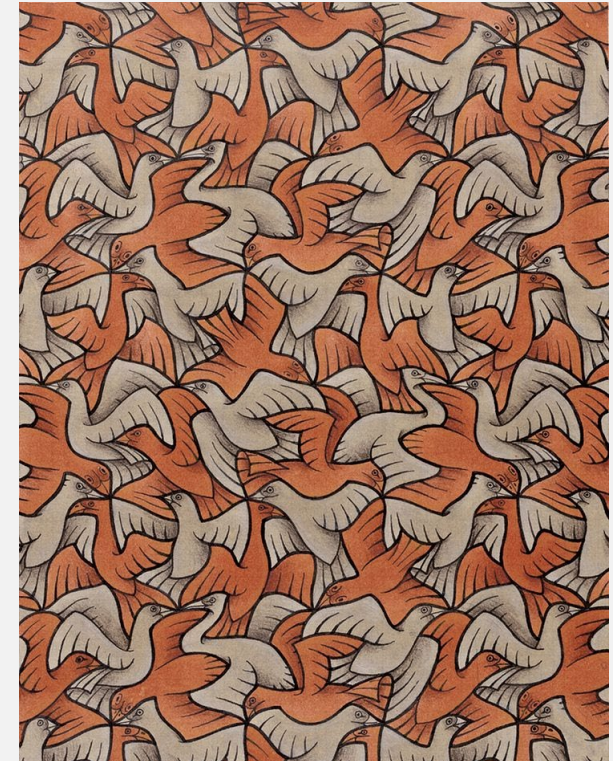
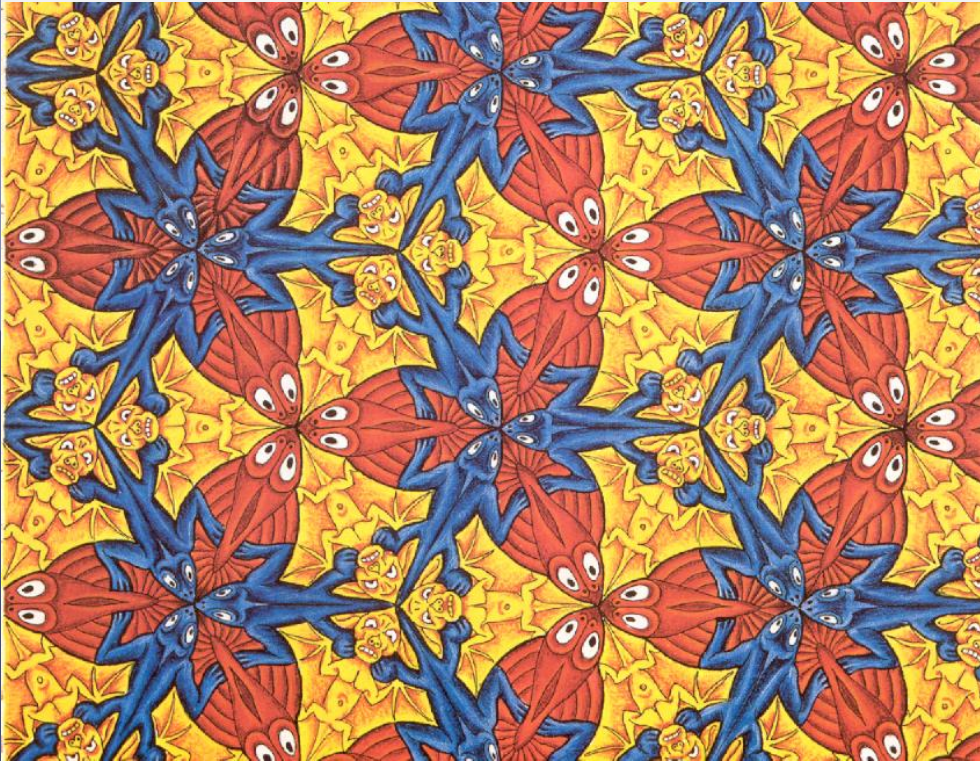






Lo stato cristallino: ordine e simmetria



Disegni di Escher





Cristalli di salgemma NaCl



Pirite FeS₂



Quarzo SiO₂



Zucchero

La crescita dei cristalli avviene con velocità in generale diverse nelle diverse direzioni, a causa della struttura atomica periodica e «orientata». La velocità di crescita nelle varie direzioni «risente» della simmetria a livello di struttura e ciò determina la simmetria morfologica



On the Trail of 2008 TC3

Credit: Mohamed Elhassan Abdelatif Mahir (Noub NGO), Dr. Muawia H. Shaddad ([Univ. Khartoum](#)),

[Dr. Peter Jenniskens \(SETI Institute/NASA Ames\)](#)

Explanation: On October 7, the early dawn over northern Sudan revealed this twisted, high altitude trail. Captured in a video frame, the long-lasting [persistent train](#) is from the impact of a small asteroid cataloged as 2008 TC3. That event was remarkable because it was the first time an asteroid was detected in space [before crashing](#) into planet Earth's atmosphere. In fact, after astronomers discovered [2008 TC3](#), [the time and location](#) of its impact were predicted based on follow-up observations. Later, the impact predictions were confirmed by sensors, including a [Meteosat-8 image](#) of a bright flash in the atmosphere. Astronomers are now [hoping for more reports](#) of local ground-based observations of what must have been a [brilliant meteor](#) streaking through [Sudan's](#) night sky. [Additional reports](#) could improve the chances of recovering [meteorites](#).





Almahata Sitta 15

Credit & Copyright: [Peter Jenniskens \(SETI Institute/NASA Ames\)](#)

Explanation: Small asteroid 2008 TC3 [fell to Earth](#) at dawn on October 7, 2008, tracking through the skies over the Nubian Desert in northern Sudan. That event was remarkable because it was the first time an asteroid was detected in space [before crashing](#) into planet Earth's atmosphere. It was generally assumed the [asteroid](#) itself had completely disintegrated to dust. But, based on satellite and ground observations of the atmospheric impact event, Dr. Mauwia Shaddad of the University of Khartoum, aided by Dr. Peter Jenniskens of the SETI Institute and NASA Ames Research Center, led [an expedition of students and staff](#) to the area, combing the desert for surviving fragments. On December 6, 2008, two hours after their search began, the first [meteorite was found](#). The team ultimately collected some 280 small [meteorites](#), now called Almahata Sitta, with a total mass of about 5 kilograms -- the first material [recovered from a known asteroid](#). In stark contrast to the lighter-colored stones, the black fragment in the picture is Almahata Sitta meteorite number 15. About 4 centimeters in diameter, it is seen as it came to rest on the desert floor.



Editor's note: In Arabic, Almahata Sitta is "Station Six": a railway stop in the Nubian desert where witnesses reported seeing the bright fireball meteor.

Meteoriti - storia

DE LAPIDIBUS COELO CADENTIBUS. ANAXAGOREA DE HIS.

LIX. 58. Celebrant Graeci Anaxagoram Clazomenium, olympiadis septuagesimae octavae secundo anno, praedixisse coelestium literarum scientia, quibus diebus saxum casurum esset e sole. Idque factum interdum in Thraciae parte ad *Egos flumen*. Qui lapis etiam nunc ostenditur, magnitudine vehis, colore adusto, comete quoque illis noctibus flagrante. Quod si quis praedictum credat, simul fateatur necesse est, majoris miraculi divinitatem Anaxagorae fuisse, solvique rerum naturae intellectum, et confundi omnia; si aut ipse sol lapis esse, aut umquam lapidem in eo fuisse credatur: decidere tamen crebro, non erit dubium. In Abydi gymnasio ex ea causa colitur hodieque, modicus quidem, sed quem in medio terrarum casurum idem Anaxagoras praedixisse narratur. Colitur et Cassandriae, quae Potidaea vocitata est, ob id deducta. Ego ipse vidi in Vocontiorum agro paullo ante delatum.

PIETRE CADUTE DI CIELO. CIÒ CHE NARRASI DI ANASSAGORA INTORNO A CIÒ.

LIX. 58. Celebrano i Greci Anassagora Clazomenio, il quale l'anno secondo dell'olimpia settantesima ottava per la scienza delle lettere celesti predisse in che giorno sarebbe caduto un sasso dal sole. E ciò avvenne di giorno in Tracia appresso il fiume Ego. La qual pietra oggi si mostra ancora, della grandezza d'un carro, di colore arsiccio: e in quelle medesime notti riluceva la cometa. La qual cosa, se alcuno crede che fosse predetta, bisogna ancora che confessi la divinità d'Anassagora essere stata di maggior meraviglia, e che lo intelletto della natura delle cose si dissolve, e ogni cosa si confonde, se si creda ch'esso sole sia pietra, o che in lui fosse mai pietra; e nondimeno chiara cosa è, che spesso caggiono delle pietre dal cielo. Nel ginnasio d'Abido per questa cagione oggidì ancora è onorata una pietra non molto grande, la quale dicesi che il medesimo Anassagora avea predetto, che doveva cadere nel mezzo della terra.


È adorata anche in Cassandria, la quale si chiama Potidea, e per questo condotta da luogo a luogo. Ed io medesimo l'ho veduta nel territorio de' Voconzii, dove poco avanti era stata condotta.

Meteoriti - storia




1904 –New York




Meteoriti - storia



Name [?]	Status [?]	Fall [?]	Year [?]	Place [?]	Type [?]	Mass [?]	MetBull [?]	GoogleEarth [?] •• Map all ↓	Notes
Nogata **	Official	Y	861	Kyushu, Japan	L6	472 g	58		

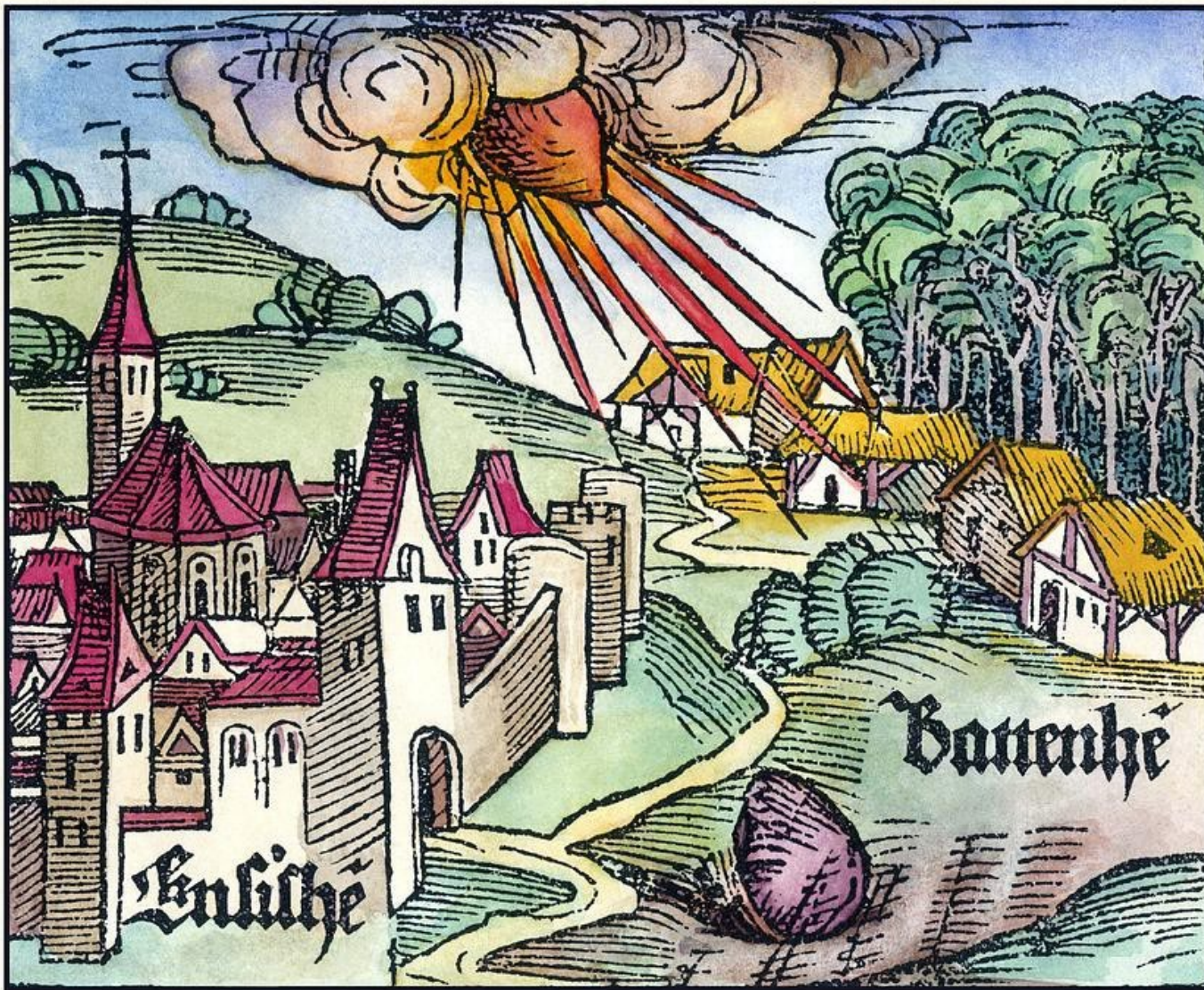


Meteoriti - storia

Name [?]	Status [?]	Fall [?]	Year [?]	Place [?]	Type [?]	Mass [?]	GoogleEarth [?] •• Map all ↓	Notes
Narni	Official	Y	921	Umbria, Italy	Stone-uncl			

Name [?]	Status [?]	Fall [?]	Year [?]	Place [?]	Type [?]	Mass [?]	GoogleEarth [?] •• Map all ↓	Notes
Valdinoce	Official	Y	1496	Emilia-Romagna, Italy	Stone-uncl			
Ensisheim **	Official	Y	1492	Alsace, France	LL6	127 kg		
Rivolta de Bassi	Official	Y	1491	Lombardia, Italy	Stone-uncl	103.3 g		

Name [?]	Status [?]	Fall [?]	Year [?]	Place [?]	Type [?]	Mass [?]	GoogleEarth [?] •• Map all ↓	Notes
Castrovillari	Official	Y	1583	Calabria, Italy	Stone-uncl	15 kg		
Oliva-Gandia	Official	Y	1520	Valenciana, Spain	Stone-uncl			



Ensisheim meteorite, 1492



ESPLOSIONE DI UNA SUPERNOVA VISTA DAL TELESCOPIO KEPLER (NASA)

MARZO 2016



Video da www.nasa.gov





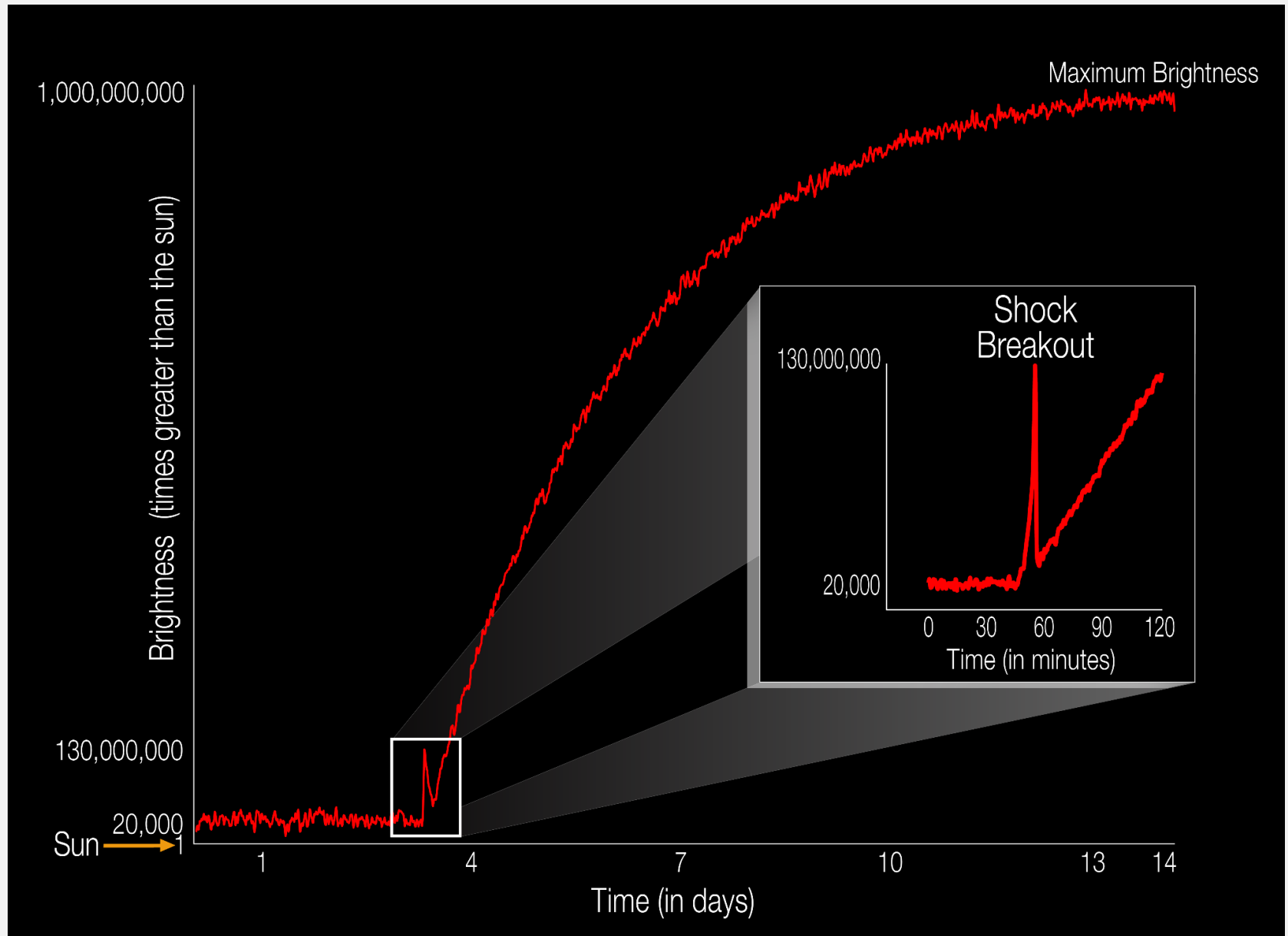
ESPLOSIONE DI UNA SUPERNOVA VISTA DAL TELESCOPIO KEPLER (NASA)

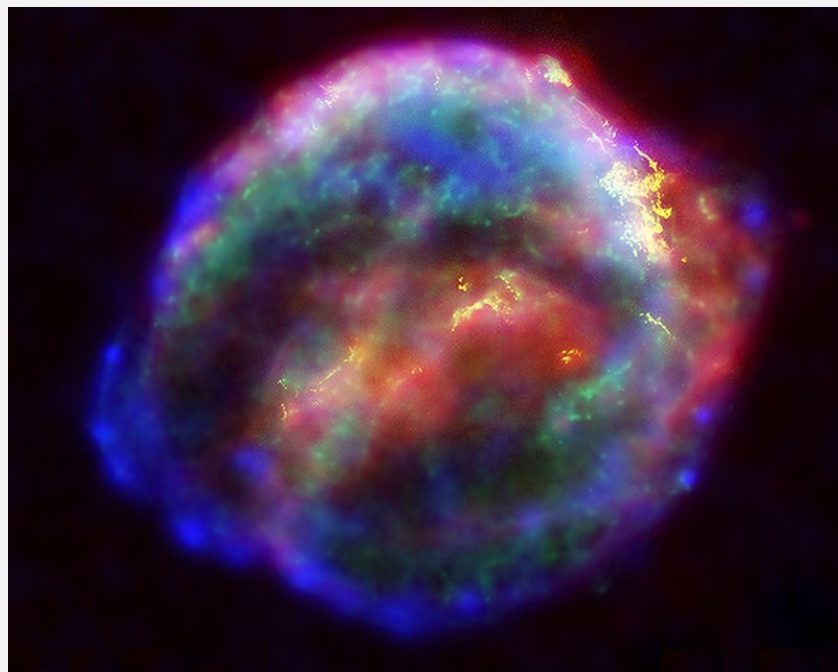
MARZO 2016



Video da www.nasa.gov







Supernova Keplero SN 1604 Hubble telescope



Ricostruzione
cielo visto da
Praga nel 1604





Ricostruzione dell'evoluzione di una nebulosa e formazione di un sistema planetario

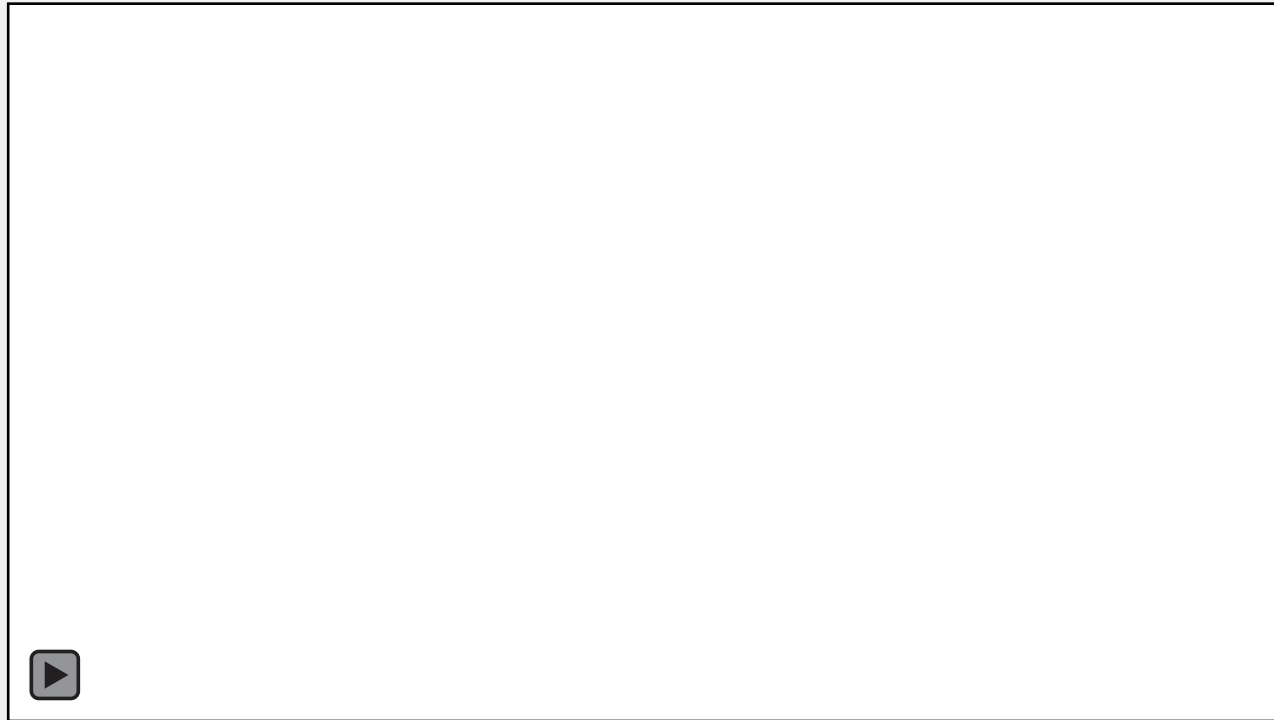


Video da www.nasa.gov





Ricostruzione dell'evoluzione di una nebulosa e formazione di un sistema planetario

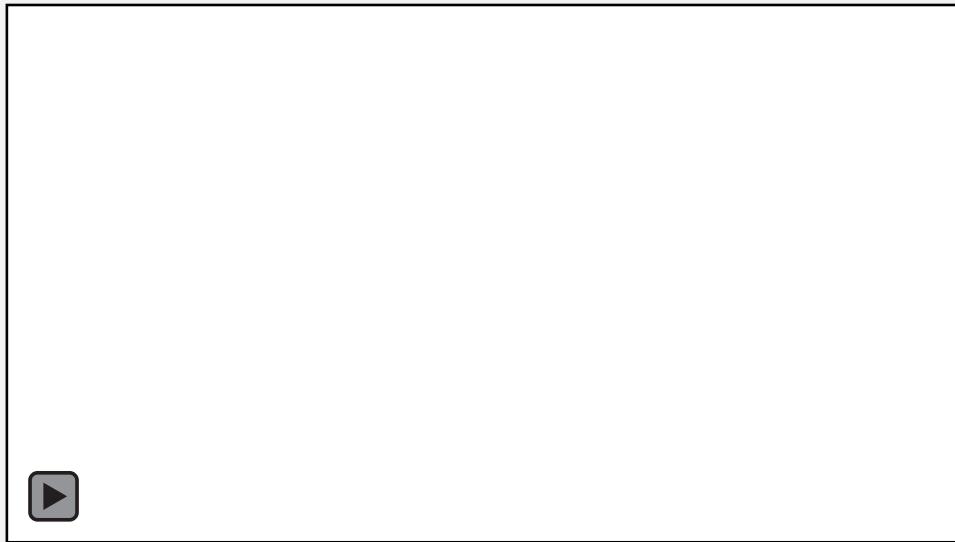


Video da www.nasa.gov





Evoluzione sistema planetario in formazione

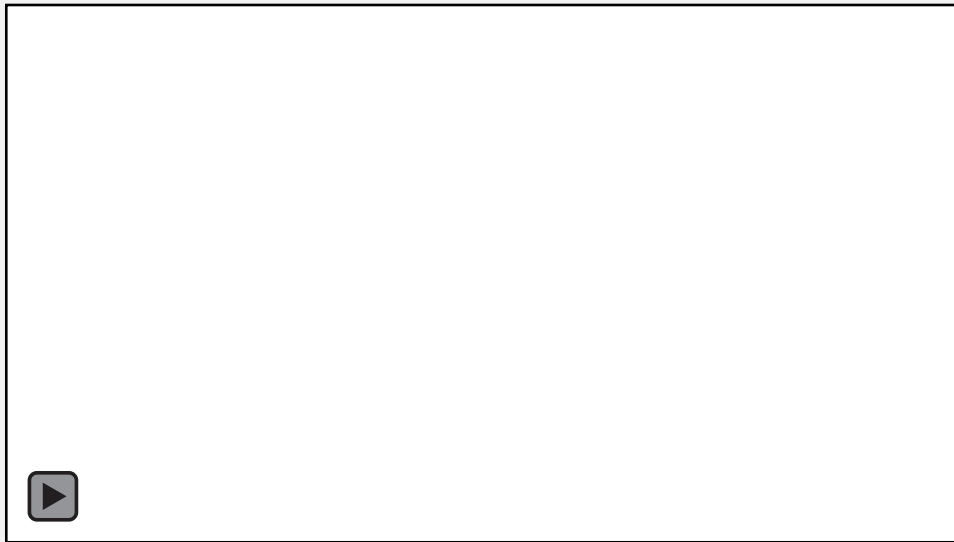


Video da www.nasa.gov





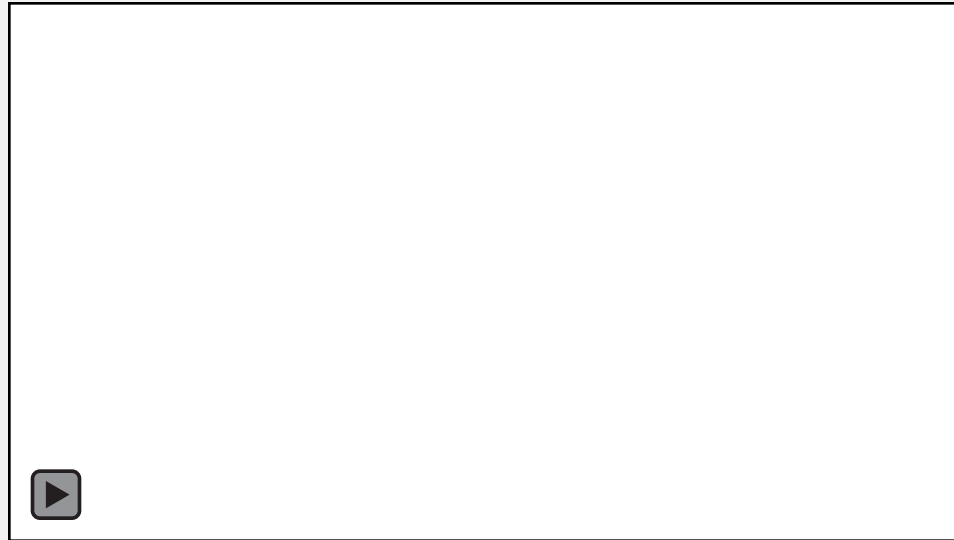
Evoluzione sistema planetario in formazione



Video da www.nasa.gov

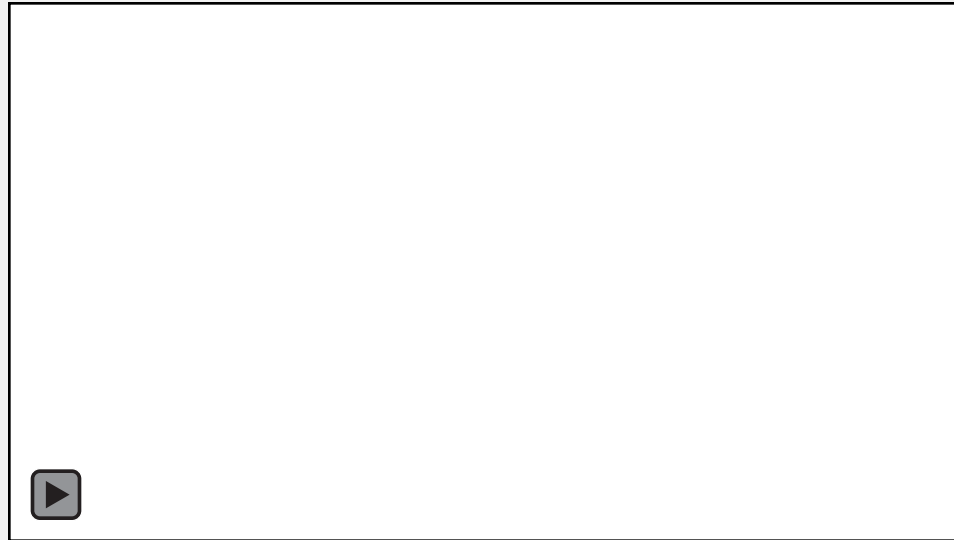


Telescopio Spitzer – prima evidenza della presenza di minerali in un sistema planetario in evoluzione

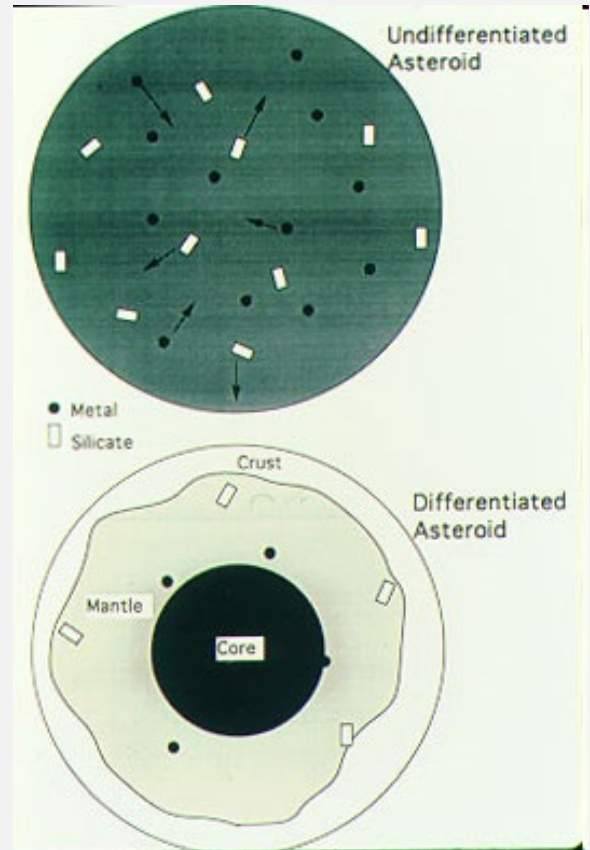
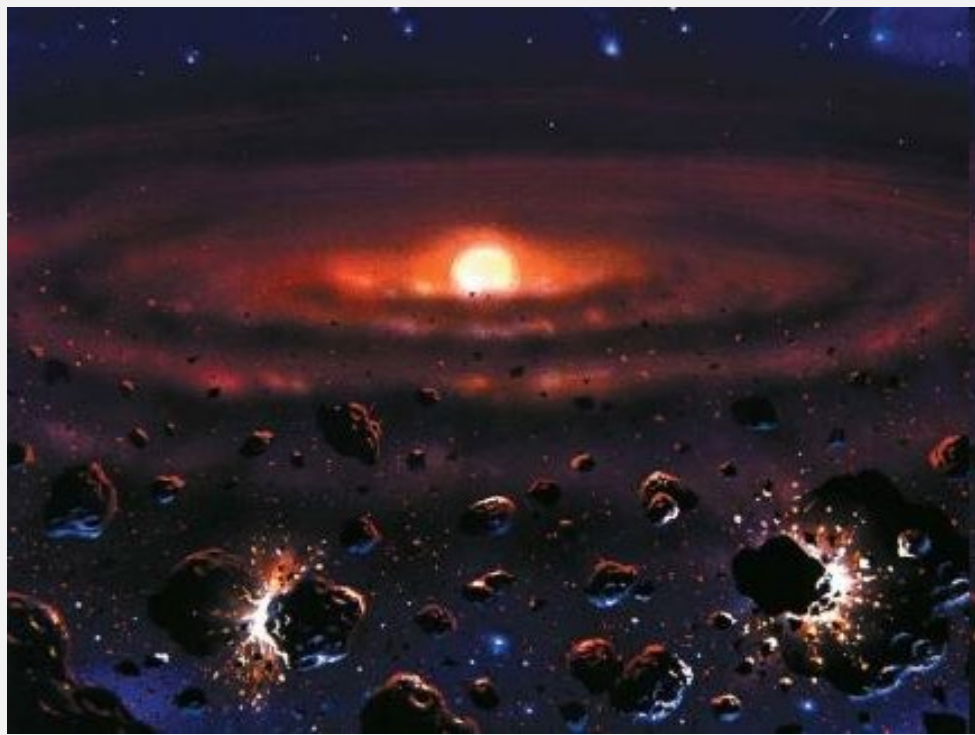


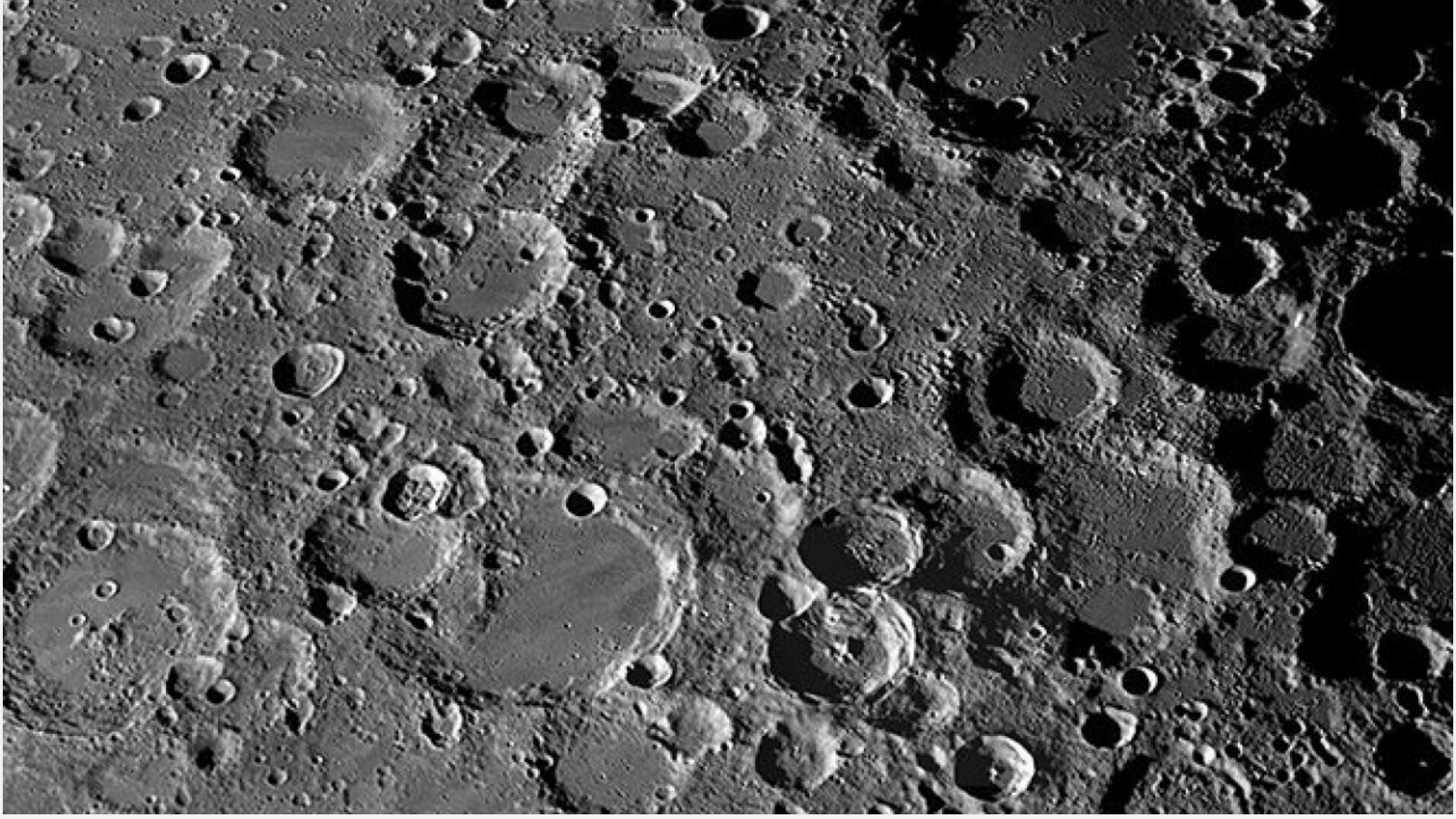
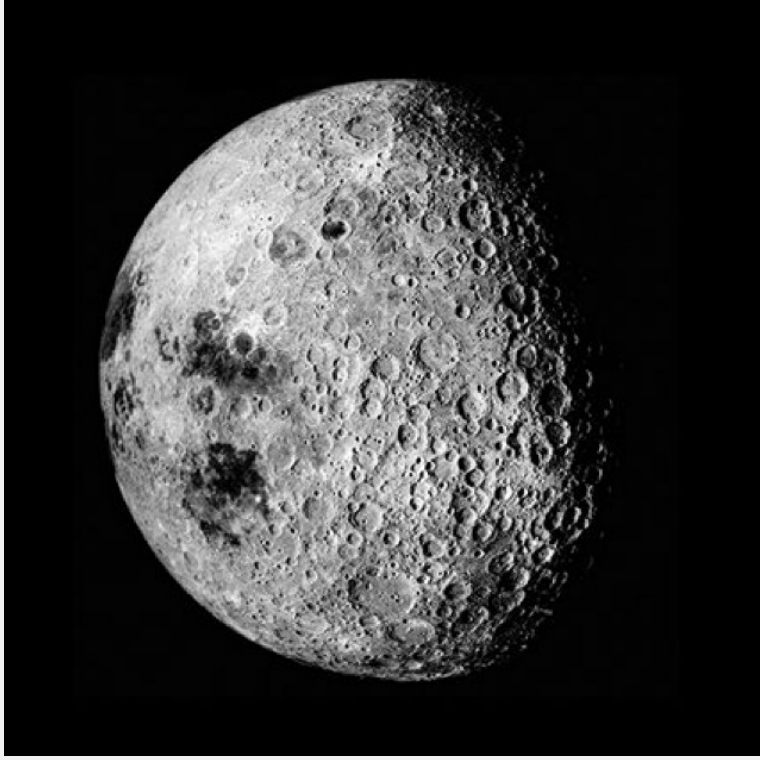
Video da www.nasa.gov

Telescopio Spitzer – prima evidenza della presenza di minerali in un sistema planetario in evoluzione



Video da www.nasa.gov







Meteor crater

Barringer Crater

Canyon Diablo

Arizona (USA)





1. Falls

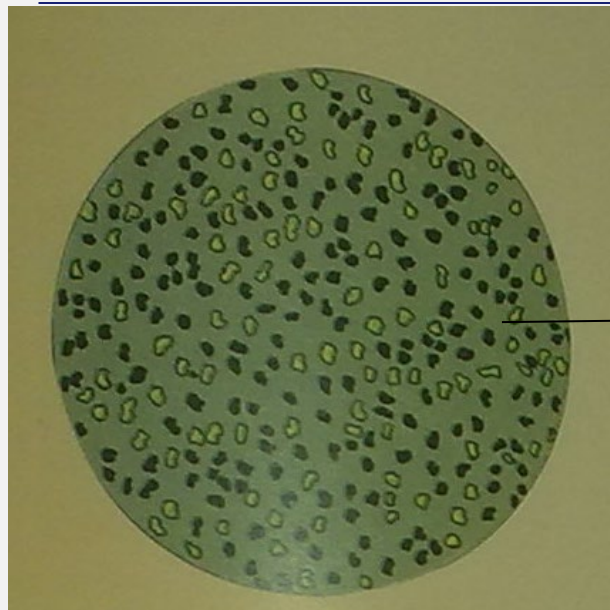


2. Finds



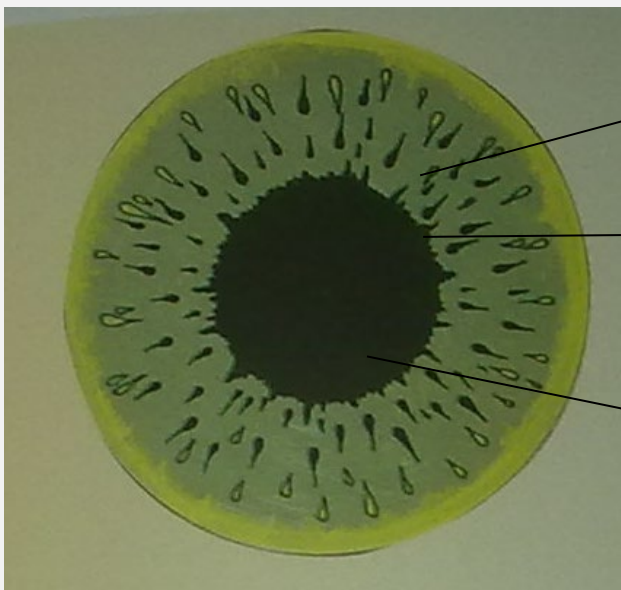


-
1. Pietre (aeroliti)
 2. Pietre e ferro (sideroliti)
 3. Ferro (sideriti)



Meteoriti indifferenziate

Condriti



Meteoriti differenziate

Acondriti

Pallasiti

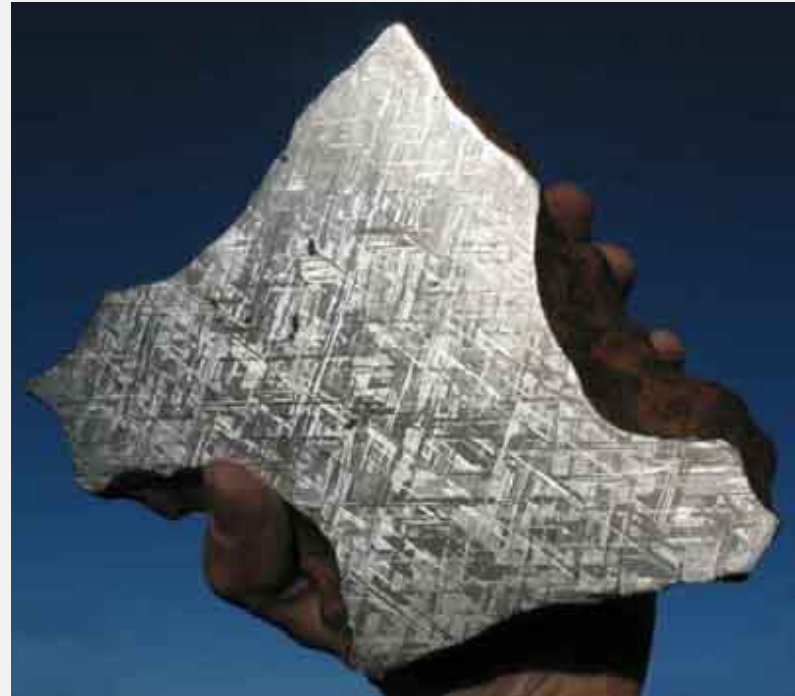


Meteoriti metalliche





Meteoriti metalliche



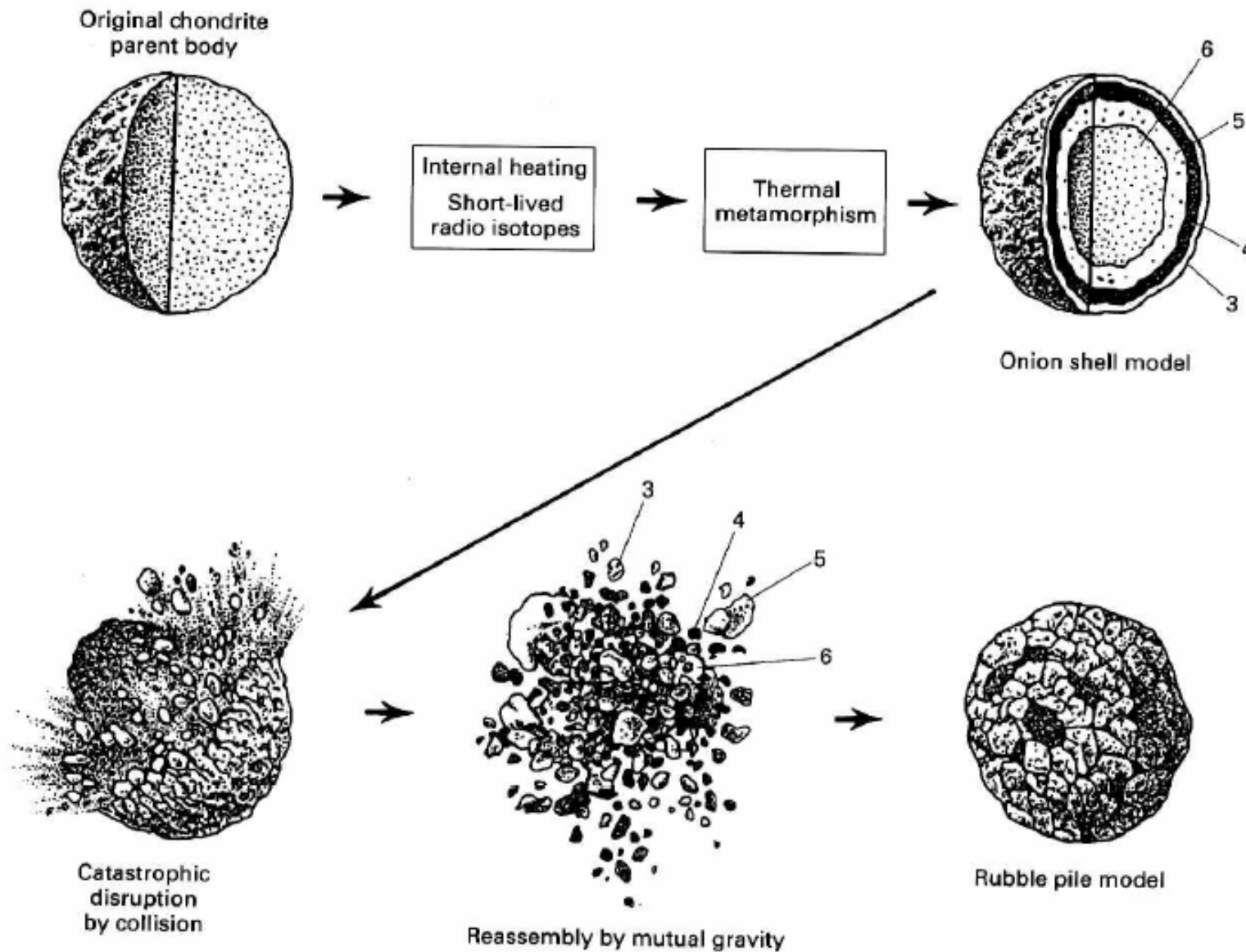


Lega ferro-nichel

(kamacite – taenite)

Olivine

$(\text{Mg,Fe})_2\text{SiO}_4$



Indifferenziate

Metamorfismo

Differenziazione

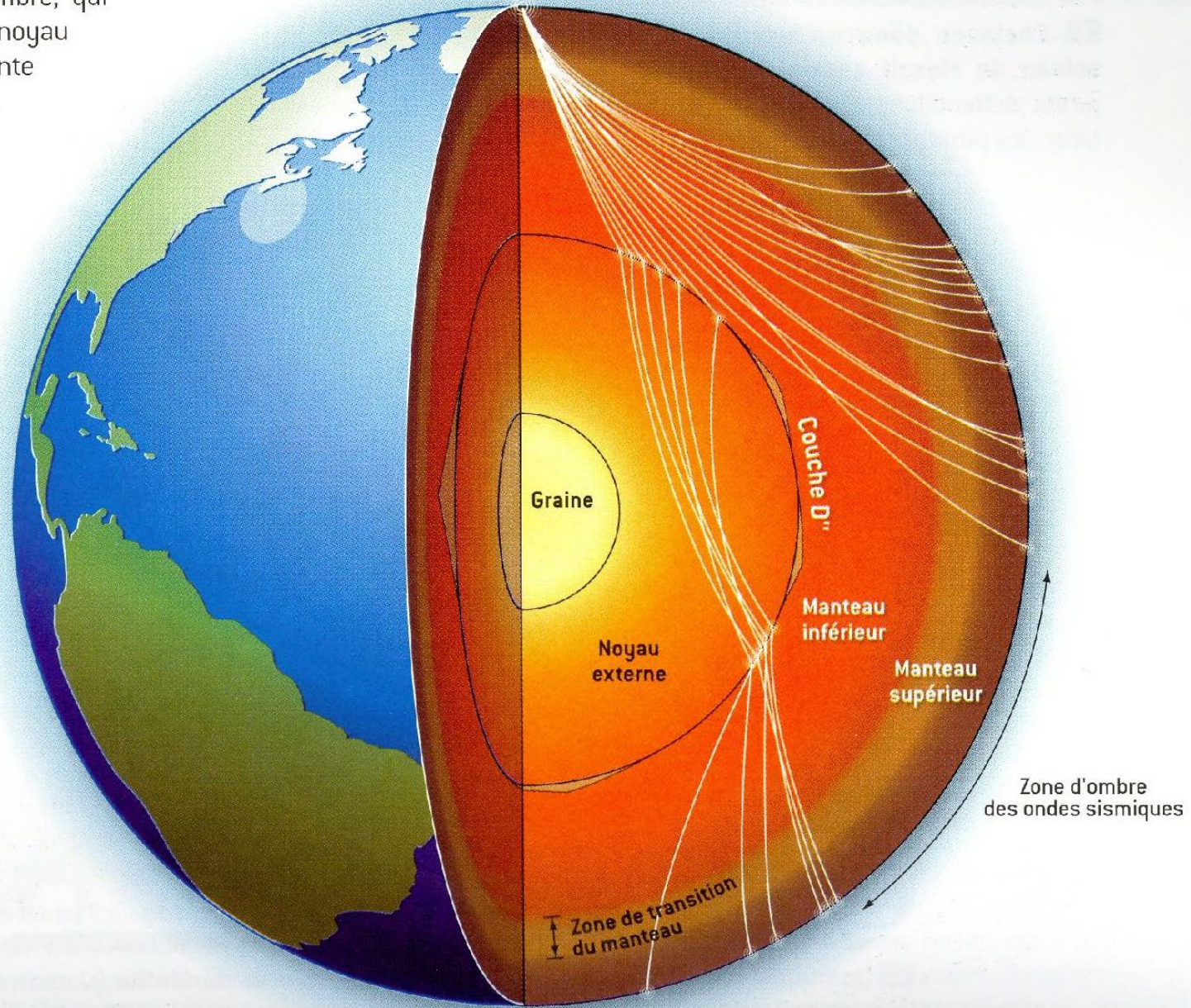
Frammentazione

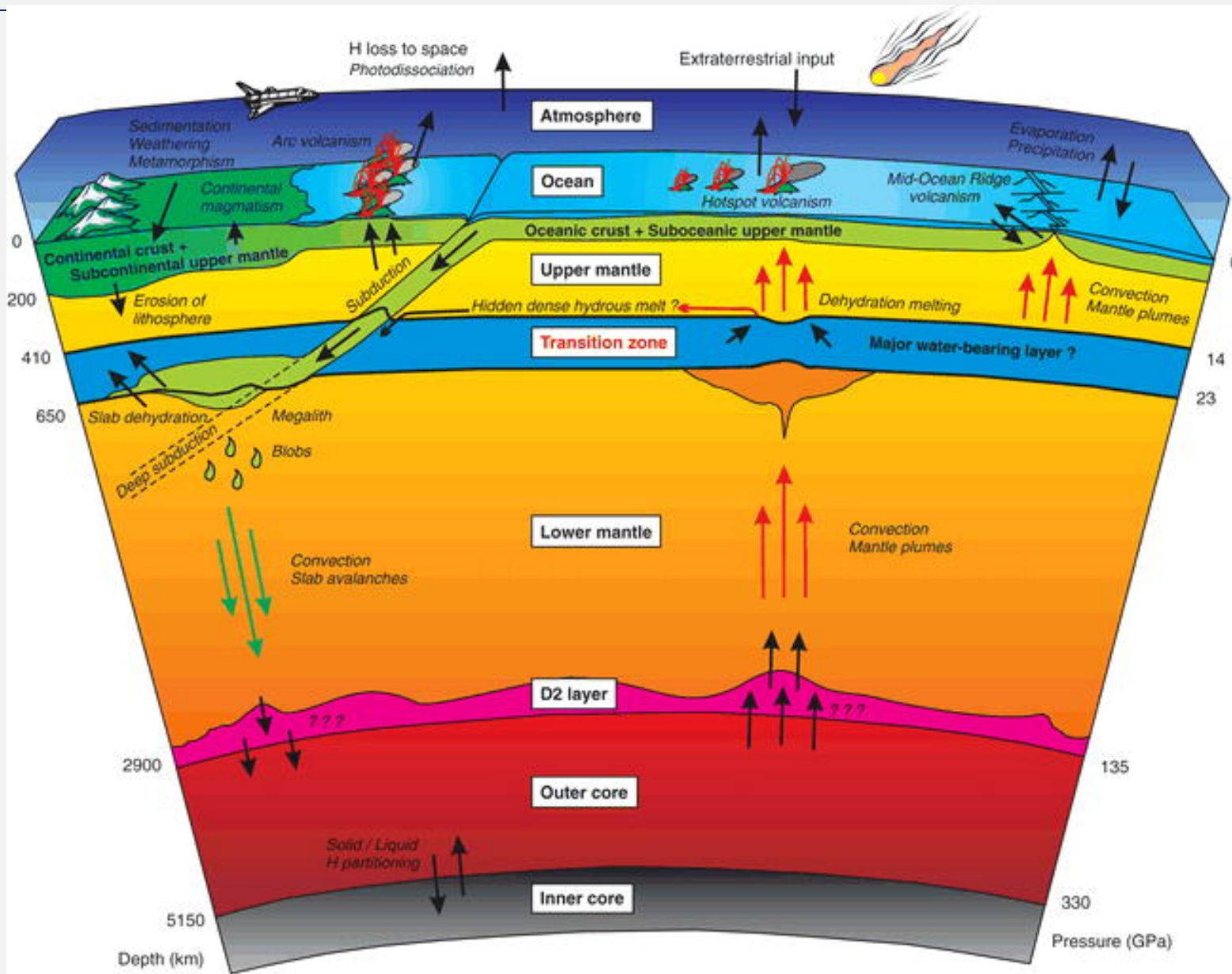
Breccia

«rubble pile»

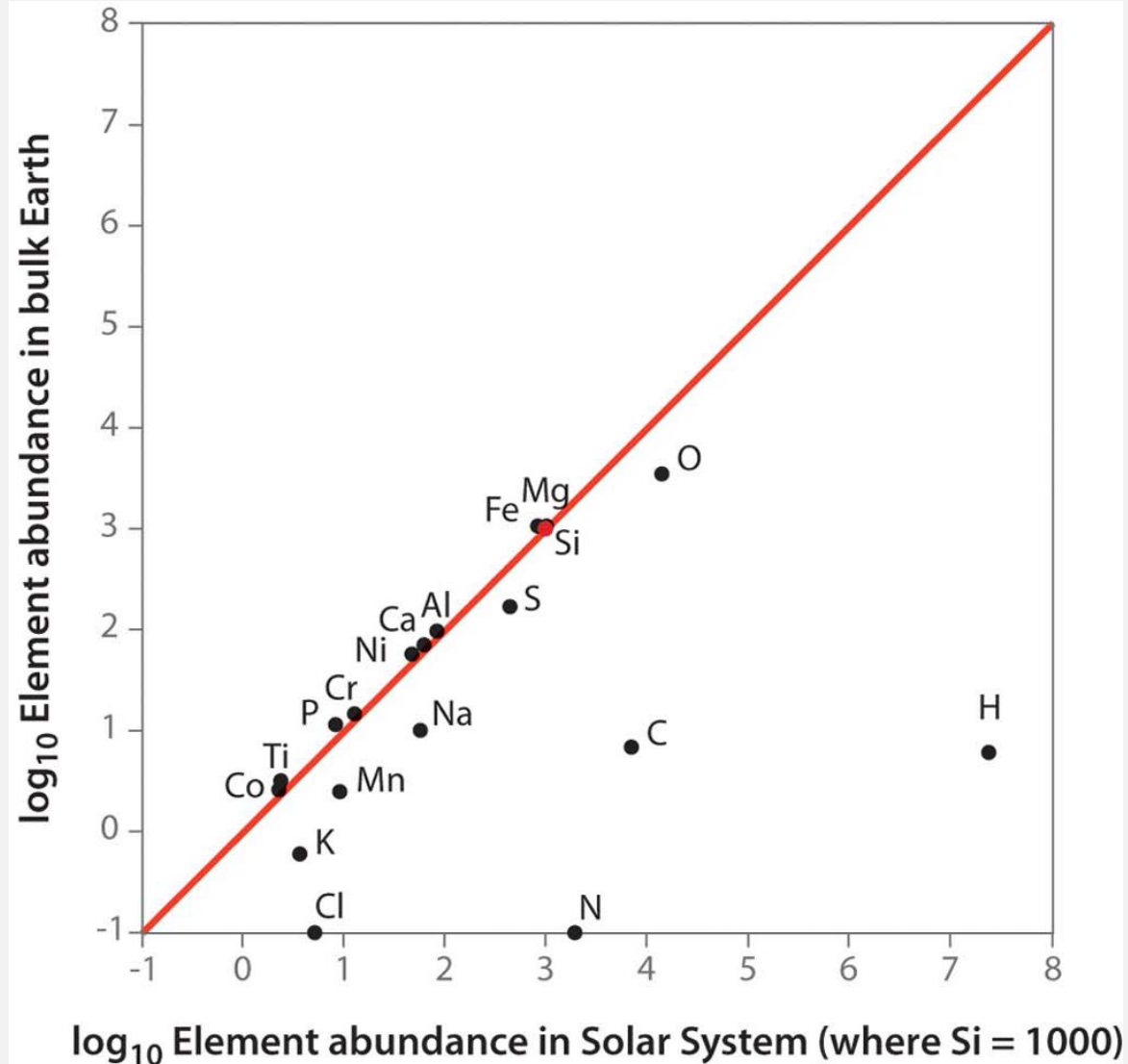
Lett. Mucchio di macerie

5 Vision actuelle de la succession d'enveloppes sphériques constituant l'intérieur de la Terre. Le trajet des ondes sismiques est représenté. On observe une zone d'ombre, qui trahit la présence d'un noyau dont le rayon représente 55% du rayon terrestre.





Analisi chimica meteoriti indifferenziate (condriti)



Abbondanza elementi nella corona solare (spettroscopia)

Abbondanza elementi chimici nella Terra e pianeti terrestri
(meteoriti indifferenziate):

Fe 35%

O 30 %

Si 15%

Mg 13%

Ni 2.4%

S 1.9%

Ca 1.1%

Al 1.1%

K,Na,H <1%



Abbondanza elementi chimici nella Terra e pianeti terrestri (meteoriti indifferenziate):

Fe 35%
 O 30 %
 Si 15%
 Mg 13%
 Ni 2.4%
 S 1.9%
 Ca 1.1%
 Al 1.1%
 K,Na,H <1%

Abbondanza elementi chimici nella crosta terrestre

O 46 %
 Si 28 %
 Al 8 %
 Fe 6 %
 Mg 4 %
 Ca 2.4 %
 K 2.3 %
 Na 2.1 %

TABLE 20.—Averages for the earth obtained by different methods.

	1	2	3
SiO ₂	59.12	59.68	54.79
Al ₂ O ₃	15.34	15.49	15.38
Fe ₂ O ₃	3.08	3.22	3.67
FeO.....	3.80	3.57	4.86
MgO.....	3.49	3.33	4.93
CaO.....	5.08	5.00	6.56
Na ₂ O.....	3.84	4.03	4.04
K ₂ O.....	3.13	3.08	2.56
H ₂ O.....	1.15	1.15	1.17
TiO ₂	1.05	.79	1.32
P ₂ O ₅30	.17	.23
MnO.....	.12	.09	.11
Inclusive.....	.50	.40	.38
	100.00	100.00	100.00

1. Earth average calculated from analyses, uncorrected for areas.
2. Earth average, weighted for areas, South Atlantic and Pacific islands.
3. Earth average, weighted for areas, South Atlantic and Pacific oceans.

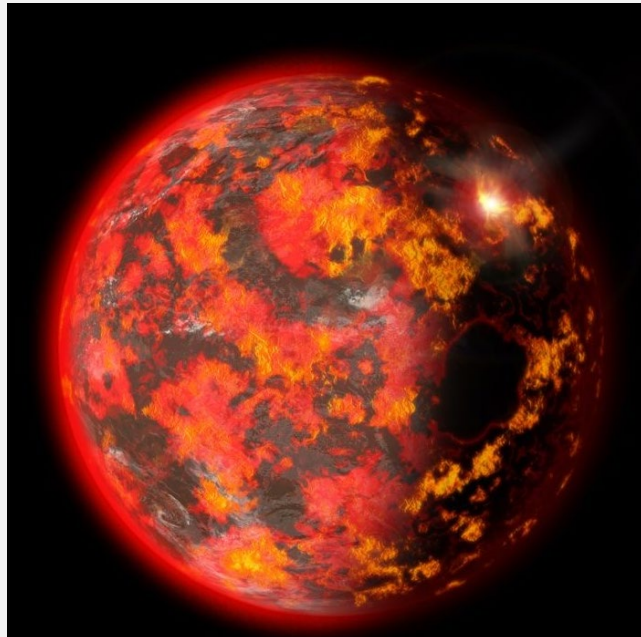
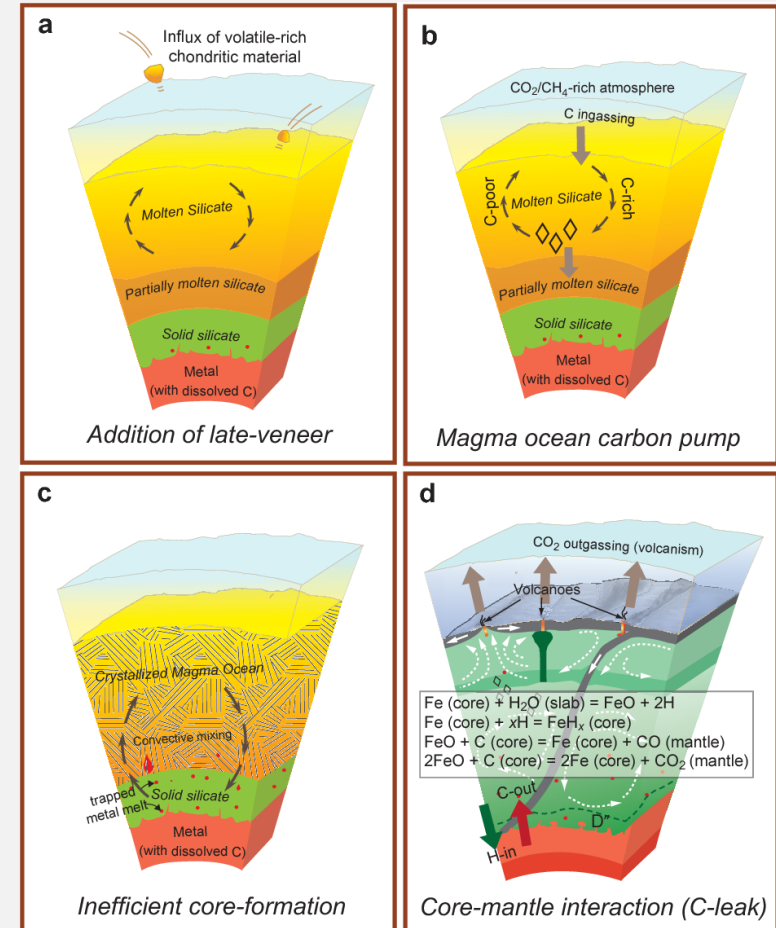
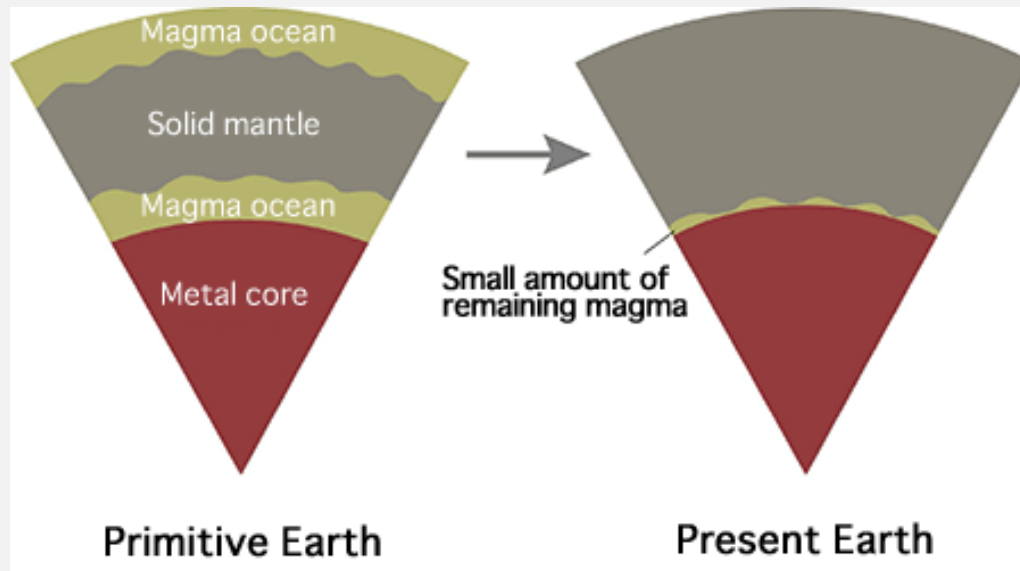
DEPARTMENT OF THE INTERIOR
 HUBERT WORK, Secretary
 UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY
 GEORGE OTIS SMITH, Director
 Professional Paper 127

THE COMPOSITION OF THE EARTH'S CRUST

BY
 FRANK WIGGLESWORTH CLARKE
 AND
 HENRY STEPHENS WASHINGTON

WASHINGTON
 GOVERNMENT PRINTING OFFICE
 1924





Elementi *Simboli* *Abbondanza*

Ossigeno	O	46,6 %
Silicio	Si	27,7 %
Alluminio	Al	8,1 %
Ferro	Fe	5,0 %
Calcio	Ca	3,6 %
Sodio	Na	2,8 %
Potassio	K	2,6 %
Magnesio	Mg	2,1 %
Titanio	Ti	0,4 %
Idrogeno	H	0,1 %
Fosforo	P	0,1 %
Manganese	Mn	0,1 %
Zolfo	S	0,05 %
Carbonio	C	0,03 %
Cloro	Cl	0,03 %
Rubidio	Rb	0,03 %
Fluoro	F	0,03 %
Stronzio	Sr	0,03 %
Bario	Ba	0,02 %
Zirconio	Zr	0,02 %
Cromo	Cr	0,02 %
Vanadio	V	0,01 %
Zinco	Zn	0,01 %
Nichel	Ni	0,008 %
Rame	Cu	0,007 %
Wolframio	W	0,007 %
Litio	Li	0,006 %
Azoto	N	0,005 %
Cerio	Ce	0,005 %
Stagno	Sn	0,004 %
Ittrio	Y	0,003 %
Neodimio	Nd	0,002 %
Niobio	Nb	0,002 %
Cobalto	Co	0,002 %
Lantanio	La	0,002 %
Piombo	Pb	0,002 %
Gallio	Ga	0,001 %
Molibdeno	Mo	0,001 %
Torio	Th	0,001 %
Cesio	Cs	0,0007 %

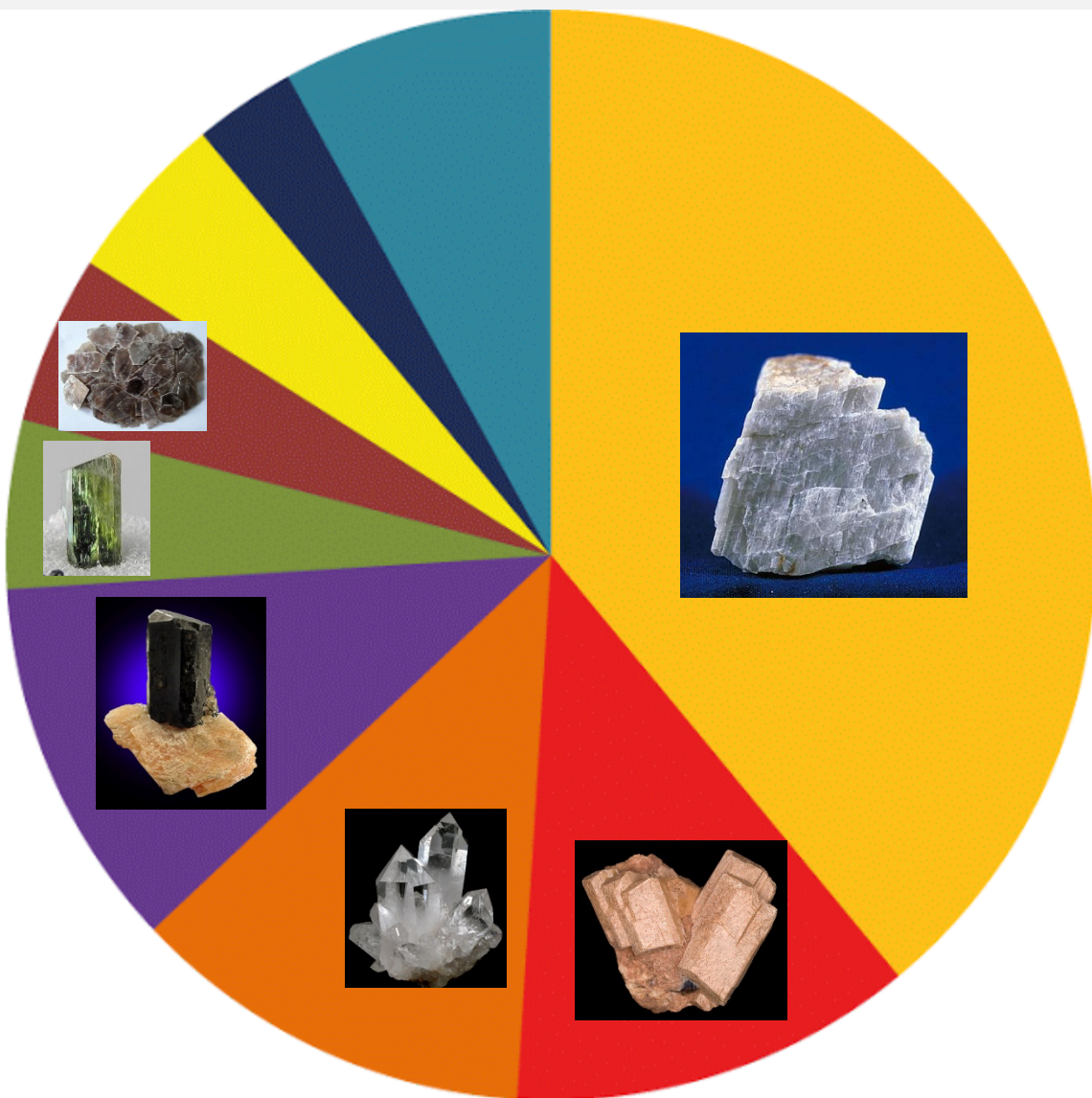
Elementi *Simboli* *Abbondanza*

Germanio	Ge	0,0007 %
Berillio	Be	0,0007 %
Samario	Sm	0,0006 %
Gadolinio	Gd	0,0006 %
Praseodimio	Pr	0,0005 %
Scandio	Sc	0,0005 %
Arsenico	As	0,0005 %
Afnio	Hf	0,0004 %
Disprozio	Dy	0,0004 %
Uranio	U	0,0004 %
Boro	B	0,0003 %
Itterbio	Yb	0,0003 %
Erbio	Er	0,0002 %
Tantalio	Ta	0,0002 %
Bromo	Br	0,0002 %
Olmio	Ho	0,0001 %
Europio	Eu	0,0001 %
Antimonio	Sb	0,0001 %
Terbio	Tb	0,00009 %
Lutezio	Lu	0,00008 %
Tallio	Tl	0,00006 %
Mercurio	Hg	0,00005 %
Iodio	I	0,00003 %
Bismuto	Bi	0,00002 %
Tulio	Tm	0,00002 %
Cadmio	Cd	0,00001 %
Argento	Ag	0,00001 %
Indio	In	0,00001 %
Selenio	Se	0,00001 %
Argon	Ar	0,000004 %
Palladio	Pd	0,000001 %
Platino	Pt	0,0000005 %
Oro	Au	0,0000005 %
Elio	He	0,0000003 %
Tellurio	Te	0,0000002 %
Rodio	Rh	0,0000001 %
Renio	Re	0,0000001 %
Iridio	Ir	0,0000001 %
Osmio	Os	0,0000001 %
Rutenio	Ru	0,0000001 % (1*)



<i>Elementi</i>	<i>Simboli</i>	<i>Abbondanza</i>
Ossigeno	O	46,6 %
Silicio	Si	27,7 %
Alluminio	Al	8,1 %
Ferro	Fe	5,0 %
Calcio	Ca	3,6 %
Sodio	Na	2,8 %
Potassio	K	2,6 %
Magnesio	Mg	2,1 %
Titanio	Ti	0,4 %
Idrogeno	H	0,1 %
Fosforo	P	0,1 %
Manganese	Mn	0,1 %
Zolfo	S	0,05 %
Carbonio	C	0,03 %
Cloro	Cl	0,03 %
Rubidio	Rb	0,03 %
Fluoro	F	0,03 %
Stronzio	Sr	0,03 %
Bario	Ba	0,02 %
Zirconio	Zr	0,02 %
Cromo	Cr	0,02 %
Vanadio	V	0,01 %
Zinco	Zn	0,01 %
Nichel	Ni	0,008 %
Rame	Cu	0,007 %
Wolframio	W	0,007 %
Litio	Li	0,006 %
Azoto	N	0,005 %
Cerio	Ce	0,005 %
Stagno	Sn	0,004 %
Ittrio	Y	0,003 %
Neodimio	Nd	0,002 %
Niobio	Nb	0,002 %
Cobalto	Co	0,002 %
Lantanio	La	0,002 %
Piombo	Pb	0,002 %
Gallio	Ga	0,001 %
Molibdeno	Mo	0,001 %
Torio	Th	0,001 %
Cesio	Cs	0,0007 %

<i>Elementi</i>	<i>Simboli</i>	<i>Abbondanza</i>
Germanio	Ge	0,0007 %
Berillio	Be	0,0007 %
Samario	Sm	0,0006 %
Gadolinio	Gd	0,0006 %
Praseodimio	Pr	0,0005 %
Scandio	Sc	0,0005 %
Arsenico	As	0,0005 %
Afnio	Hf	0,0004 %
Disprosio	Dy	0,0004 %
Uranio	U	0,0004 %
Boro	B	0,0003 %
Itterbio	Yb	0,0003 %
Erbio	Er	0,0002 %
Tantalio	Ta	0,0002 %
Bromo	Br	0,0002 %
Olmio	Ho	0,0001 %
Europio	Eu	0,0001 %
Antimonio	Sb	0,0001 %
Terbio	Tb	0,00009 %
Lutezio	Lu	0,00008 %
Tallio	Tl	0,00006 %
Mercurio	Hg	0,00005 %
Iodio	I	0,00003 %
Bismuto	Bi	0,00002 %
Tulio	Tm	0,00002 %
Cadmio	Cd	0,00001 %
Argento	Ag	0,00001 %
Indio	In	0,00001 %
Selenio	Se	0,00001 %
Argon	Ar	0,000004 %
Palladio	Pd	0,000001 %
Platino	Pt	0,0000005 %
Oro	Au	0,0000005 %
Elio	He	0,0000003 %
Tellurio	Te	0,0000002 %
Rodio	Rh	0,0000001 %
Renio	Re	0,0000001 %
Iridio	Ir	0,0000001 %
Osmio	Os	0,0000001 %
Rutenio	Ru	0,0000001 % (1*)



- Plagioclasì $(Ca,Na)(Si,Al)_4O_8$
- Feldspati Alcalini $(K,Na)AlSi_3O_8$
- Quarzo SiO_2
- Pirosseni $Ca(Mg,Fe)(Si_2O_6)$
- Anfiboli $Ca_2(Mg,Fe)_5[Si_8O_{22}](OH)_2$
- Miche $KAl_2[AlSi_3O_{10}](OH)_2$
- Minerali delle argille
- Altri silicati
- Non silicati

Elementi *Simboli* *Abbondanza*

Ossigeno	O	46,6%
Silicio	Si	27,7%
Alluminio	Al	8,1%
Ferro	Fe	5,0%
Calcio	Ca	3,6%
Sodio	Na	2,8%
Potassio	K	2,6%
Magnesio	Mg	2,1%
Titanio	Ti	0,4%
Idrogeno	H	0,1%
Fosforo	P	0,1%
Manganese	Mn	0,1%
Zolfo	S	0,05%
Carbonio	C	0,03%
Cloro	Cl	0,03%
Rubidio	Rb	0,03%
Fluoro	F	0,03%
Stronzio	Sr	0,03%
Bario	Ba	0,02%
Zirconio	Zr	0,02%
Cromo	Cr	0,02%
Vanadio	V	0,01%
Zinco	Zn	0,01%
Nichel	Ni	0,008%
Rame	Cu	0,007%
Wolframio	W	0,007%
Litio	Li	0,006%
Azoto	N	0,005%
Cerio	Ce	0,005%
Stagno	Sn	0,004%
Ittrio	Y	0,003%
Neodimio	Nd	0,002%
Niobio	Nb	0,002%
Cobalto	Co	0,002%
Lantanio	La	0,002%
Piombo	Pb	0,002%
Gallio	Ga	0,001%
Molibdeno	Mo	0,001%
Torio	Th	0,001%
Cesio	Cs	0,0007%

Elementi *Simboli* *Abbondanza*

Germanio	Ge	0,0007%
Berillio	Be	0,0007%
Samario	Sm	0,0006%
Gadolinio	Gd	0,0006%
Praseodimio	Pr	0,0005%
Scandio	Sc	0,0005%
Arsenico	As	0,0005%
Afnio	Hf	0,0004%
Disprosio	Dy	0,0004%
Uranio	U	0,0004%
Boro	B	0,0003%
Itterbio	Yb	0,0003%
Erbio	Er	0,0002%
Tantalio	Ta	0,0002%
Bromo	Br	0,0002%
Olmio	Ho	0,0001%
Europio	Eu	0,0001%
Antimonio	Sb	0,0001%
Terbio	Tb	0,00009%
Lutezio	Lu	0,00008%
Tallio	Tl	0,00006%
Mercurio	Hg	0,00005%
Iodio	I	0,00003%
Bismuto	Bi	0,00002%
Tulio	Tm	0,00002%
Cadmio	Cd	0,00001%
Argento	Ag	0,00001%
Indio	In	0,00001%
Selenio	Se	0,00001%
Argon	Ar	0,000004%
Palladio	Pd	0,000001%
Platino	Pt	0,0000005%
Oro	Au	0,0000005%
Elio	He	0,0000003%
Tellurio	Te	0,0000002%
Rodio	Rh	0,0000001%
Renio	Re	0,0000001%
Iridio	Ir	0,0000001%
Osmio	Os	0,0000001%
Rutenio	Ru	0,0000001% (**)





Elementi	Simboli	Abbondanza
Ossigeno	O	46,6%
Silicio	Si	27,7%
Alluminio	Al	8,1%
Ferro	Fe	5,0%
Calcio	Ca	3,6%
Sodio	Na	2,8%
Potassio	K	2,6%
Magnesio	Mg	2,1%
Titanio	Ti	0,4%
Idrogeno	H	0,1%

Elementi	Simboli	Abbondanza
Germanio		
Berillio		
Samario		
Gadolinio		
Praseodimio		
Scandio		
Arsenico		
Afnio		
Disprobio		
Uranio		



Scoperto nel 1861 nel minerale lepidolite

Rubidio Rb 0,03%

Calcopirite $CuFeS_2$ utilizzata fin dall'età del rame

Rame Cu 0,007%

Scoperto nel 1787 il minerale ytterbite, isolato l'ittrio nel 1827

Ittrio Y 0,003%

Tantalio	Ta	0,0002 %
Bromo	Br	0,0002 %
Olmio	Ho	0,0001 %
Europio	Eu	0,0001 %
Antimonio	Sb	0,0001 %
Mercurio	Hg	0,00005 %
Iodio	I	0,00003 %
Bismuto	Bi	0,00002 %
Tulio	Tm	0,00002 %
Cadmio	Cd	0,00001 %
Argento	Ag	0,00001 %

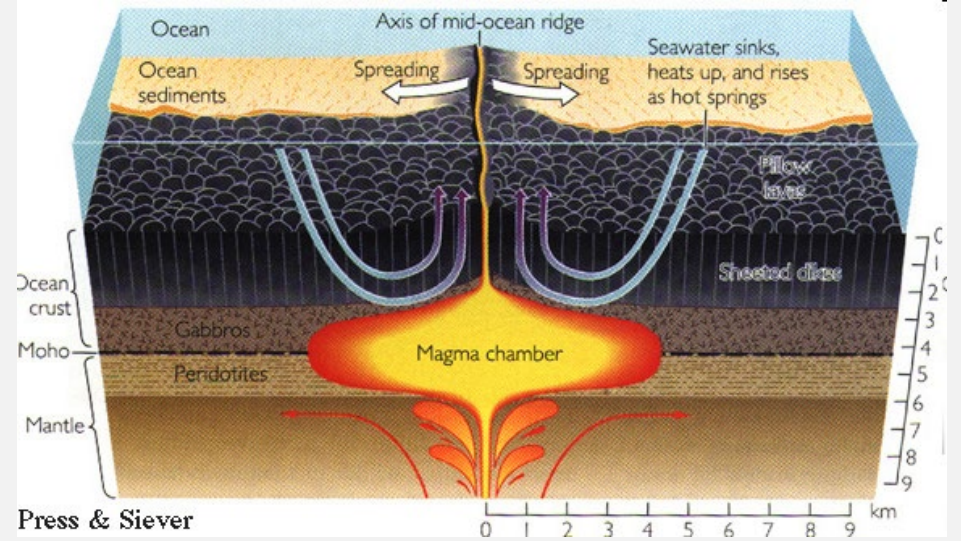
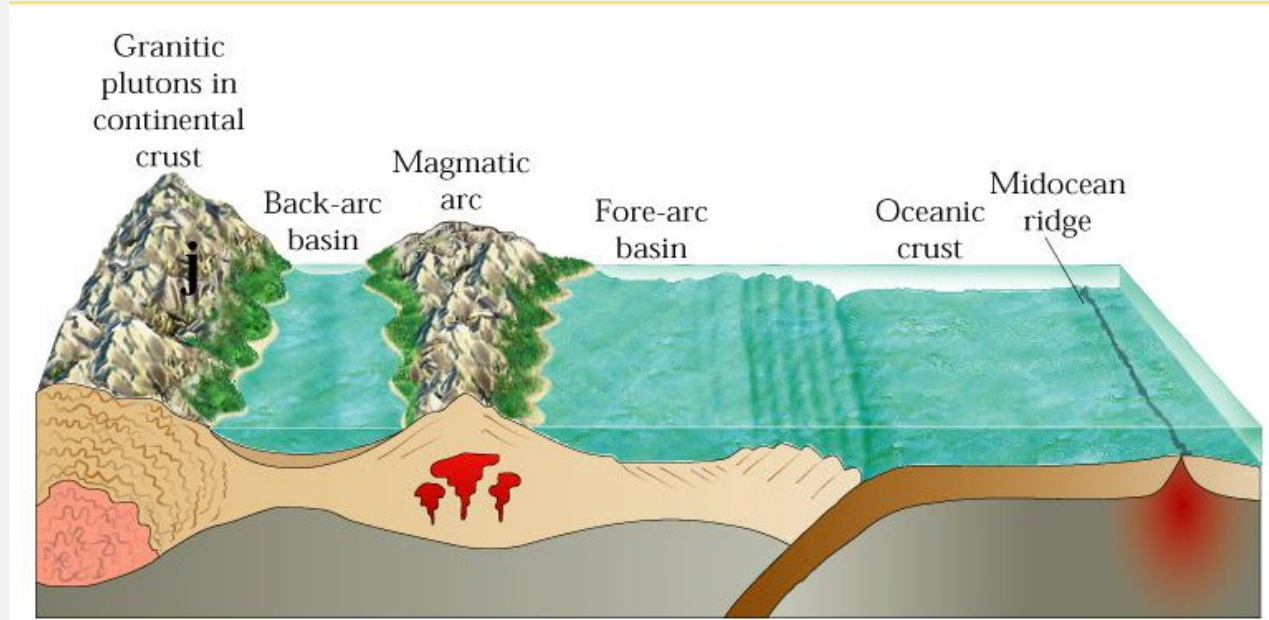
Palladio	Pd	0,000001 %
Platino	Pt	0,0000005 %
Oro	Au	0,0000005 %
Elio	He	0,0000003 %
Tellurio	Te	0,0000002 %
Rodio	Rh	0,0000001 %
Renio	Re	0,0000001 %



Galena, PbS , giacimenti sfruttati dai Romani

Piombo Pb 0,002%



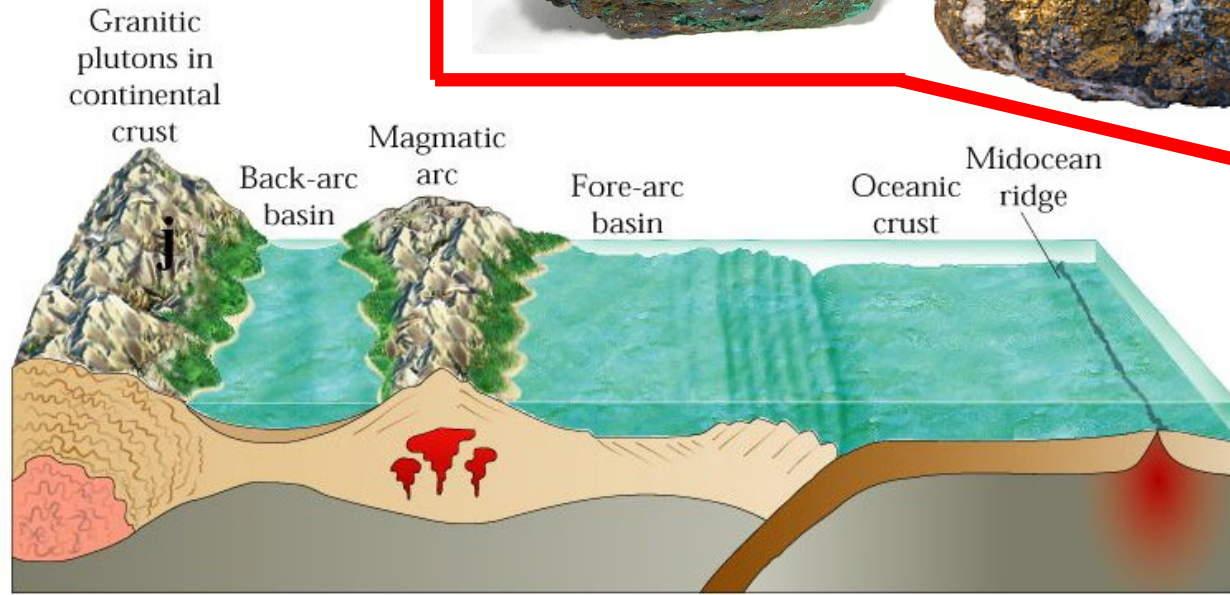
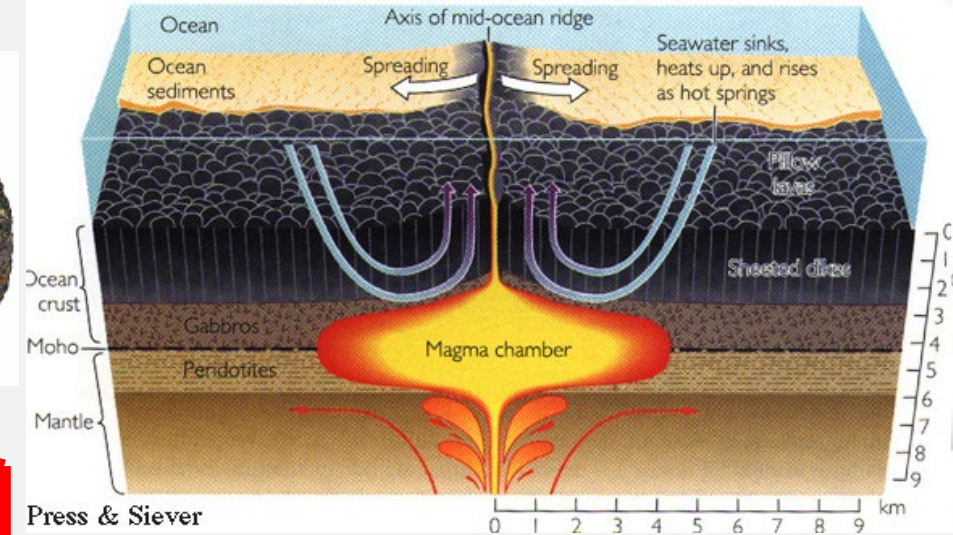


Tin Tungsten Bismuth Copper	Copper Zinc Gold Chromium	Copper Gold Silver Tin Lead Mercury Molybdenum	Lead Zinc Copper	Chromium	Maganese Cobalt Nickel	Copper Zinc
--------------------------------------	------------------------------------	--	------------------------	----------	------------------------------	----------------





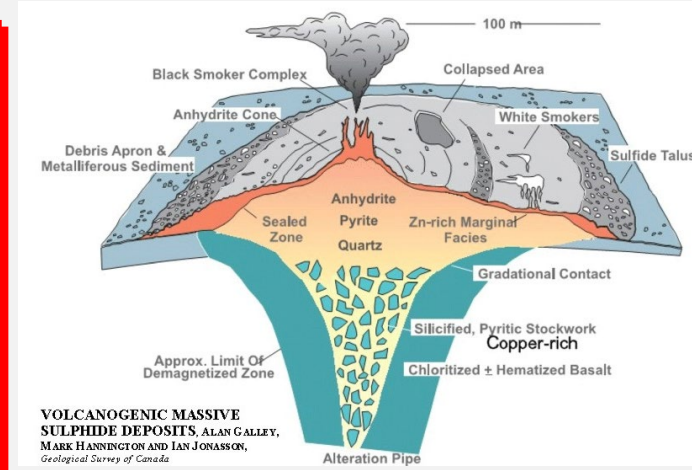
Minerali di rame

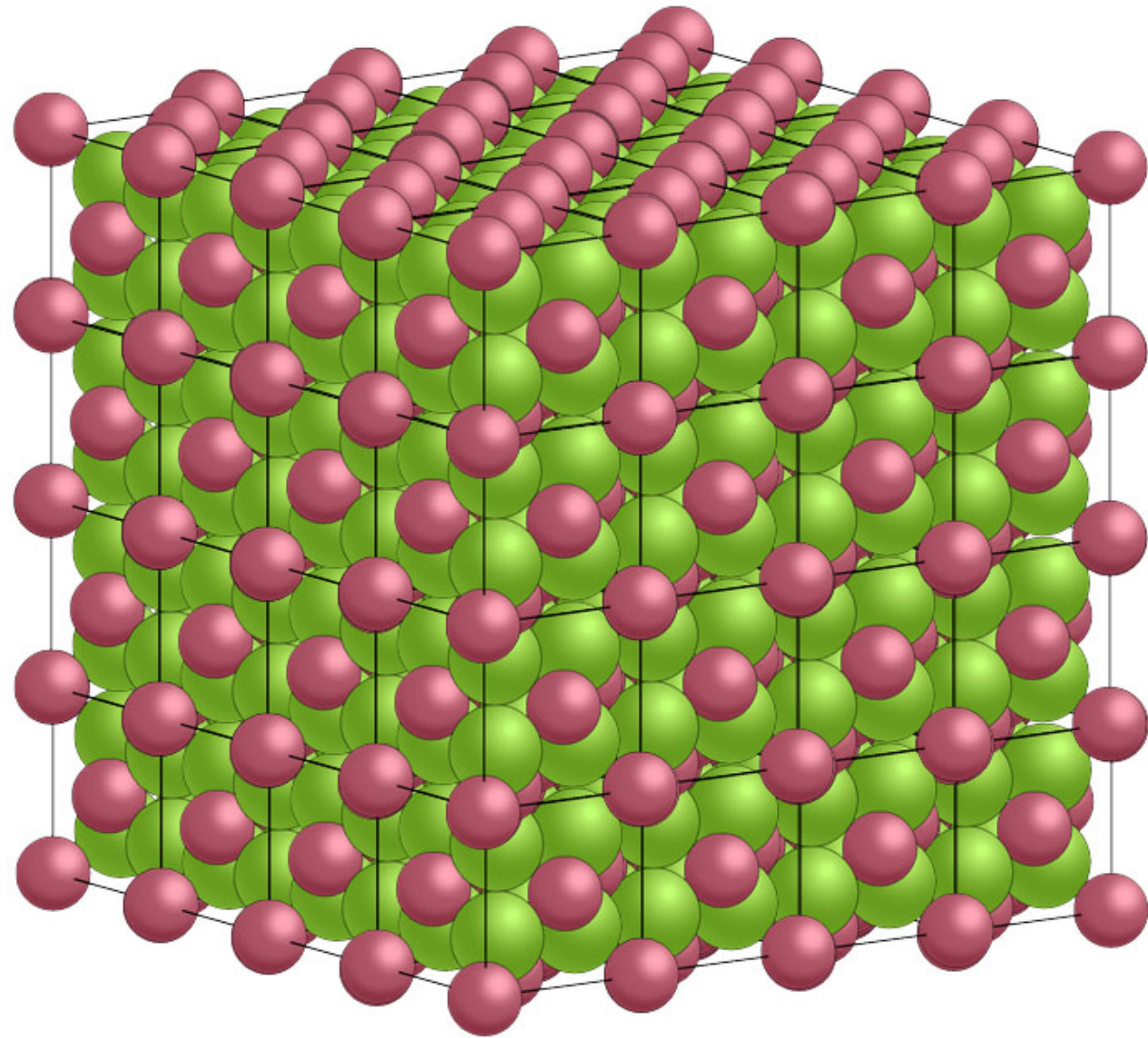


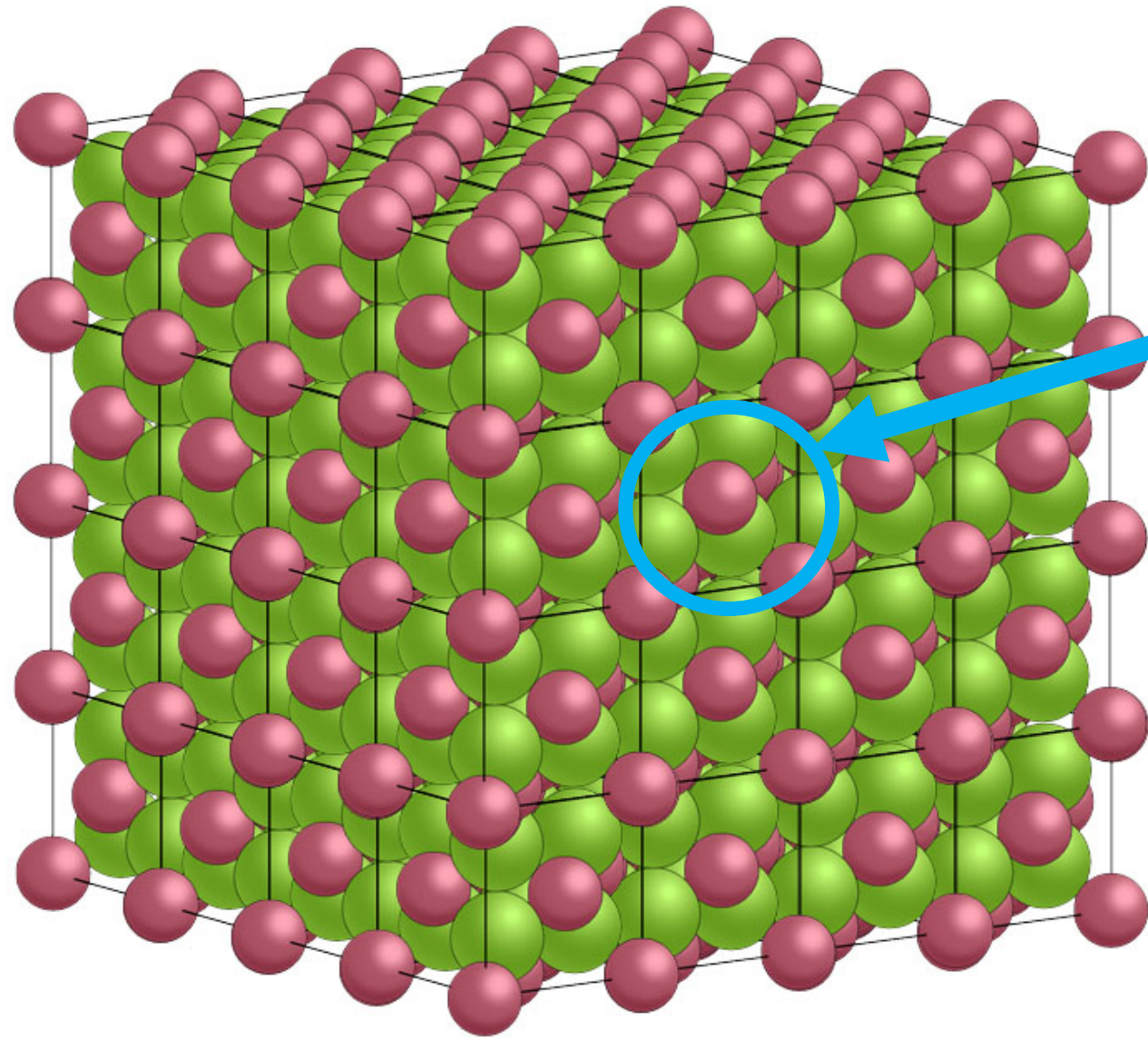
Tin	Copper	Copper	Lead	Chromium	Maganese	Copper
Tungsten	Zinc	Gold	Zinc		Cobalt	Zinc
Bismuth	Gold	Silver	Copper		Nickel	
Copper	Chromium	Tin				
		Lead				
		Mercury				
		Molybdenum				

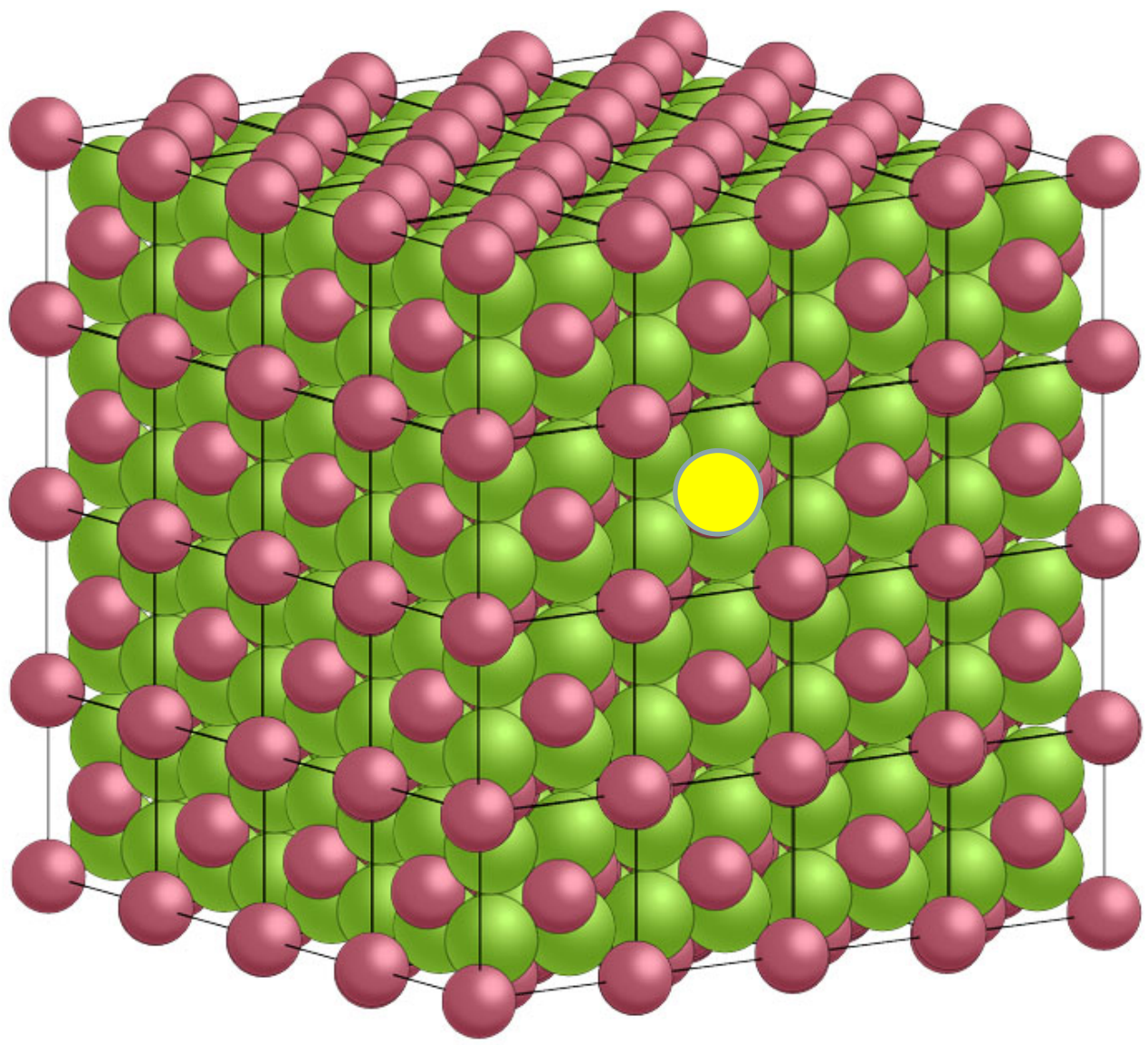


Oro





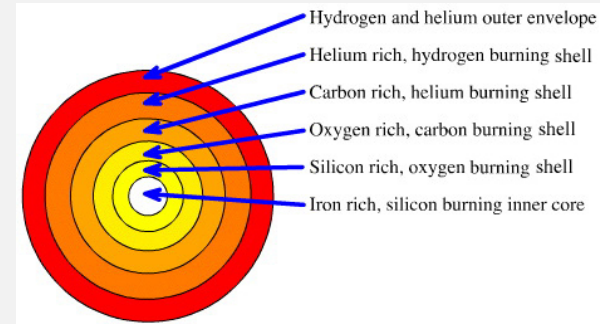
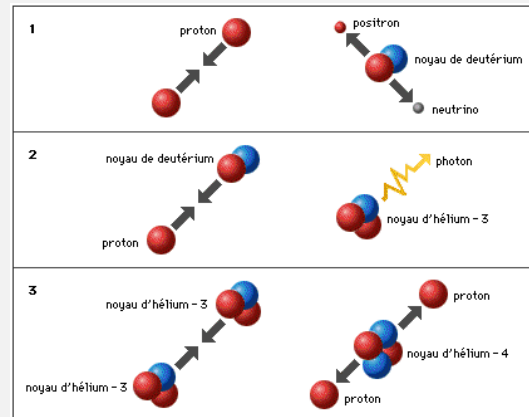




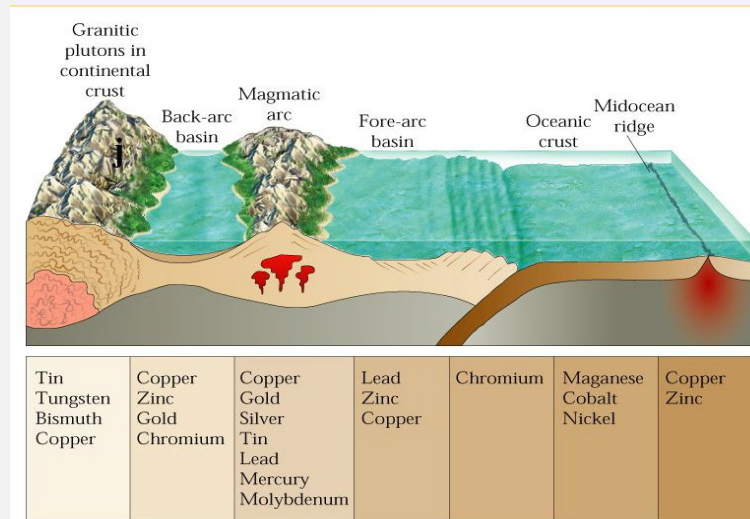
Elementi in traccia



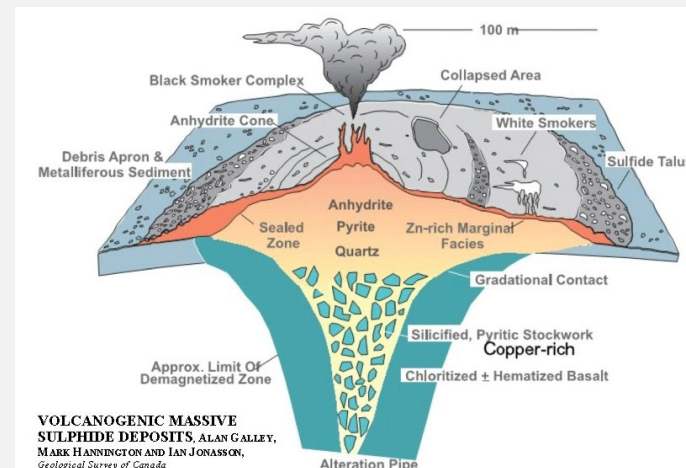
- Gli elementi chimici si originano nelle stelle



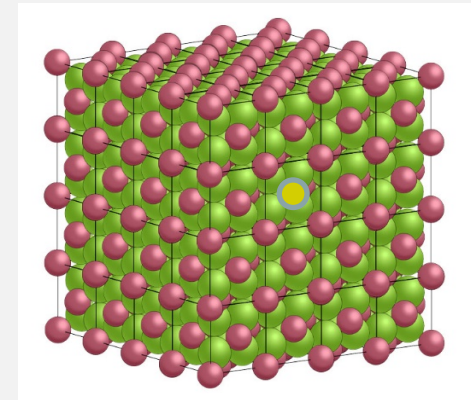
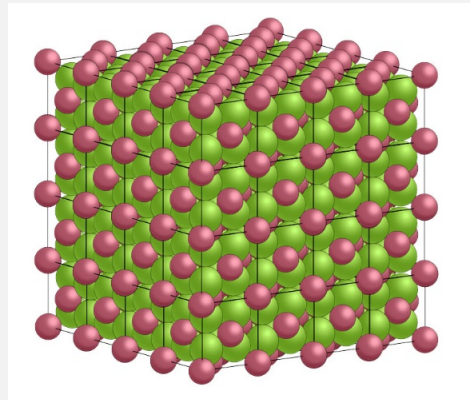
- Gli elementi chimici si originano nelle stelle
- I processi planetari (magmatismo, metamorfismo...) ridistribuiscono gli elementi in specifici ambienti geologici



- Gli elementi chimici si originano nelle stelle
- I processi planetari (magmatismo, metamorfismo...) ridistribuiscono gli elementi in specifici ambienti geologici
- Gli elementi minori o in traccia a livello planetario possono essere concentrati in specifici minerali, eventualmente formando giacimenti minerali



- Gli elementi chimici si originano nelle stelle
- I processi planetari (magmatismo, metamorfismo...) ridistribuiscono gli elementi in specifici ambienti geologici
- Gli elementi minori o in traccia a livello planetario possono essere concentrati in specifici minerali, eventualmente formando giacimenti minerari
- Altri elementi minori o in traccia sono «nascosti» nei reticoli cristallini dei principali minerali



-
- Gli elementi chimici si originano nelle stelle
 - I processi planetari (magmatismo, metamorfismo...) ridistribuiscono gli elementi in specifici ambienti geologici
 - Gli elementi minori o in traccia a livello planetario possono essere concentrati in specifici minerali, eventualmente formando giacimenti minerari
 - Altri elementi minori o in traccia sono «nascosti» nei reticoli cristallini dei principali minerali
 - Analizzando le comuni rocce, o addirittura un singolo minerale, potrebbe essere possibile ritrovare quasi tutta la tavola periodica degli elementi





Antico Egitto - metallurgia

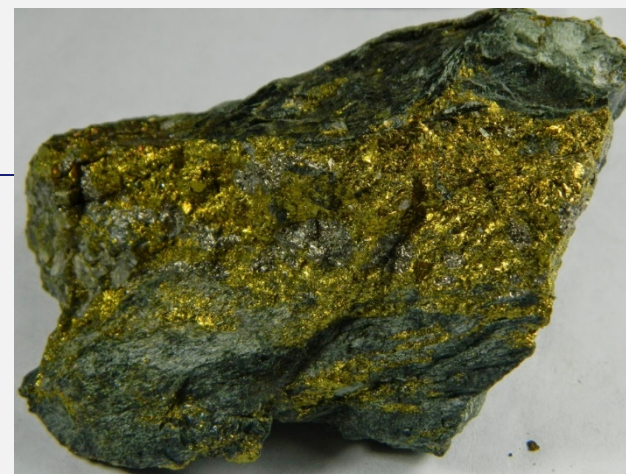


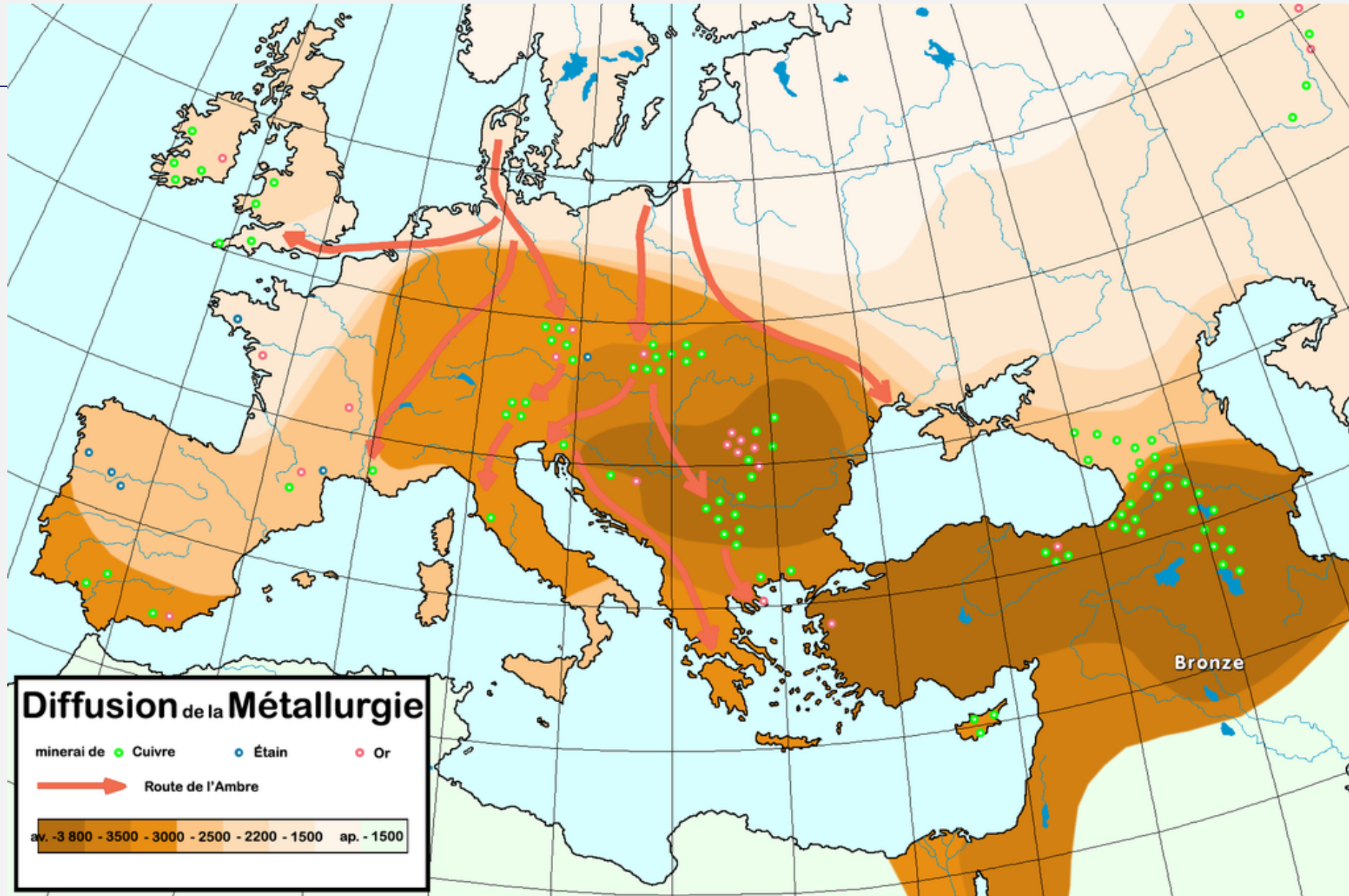


2.2.2016 – 14.1.2018
Special exhibition
Sonderausstellung
Mostra temporanea

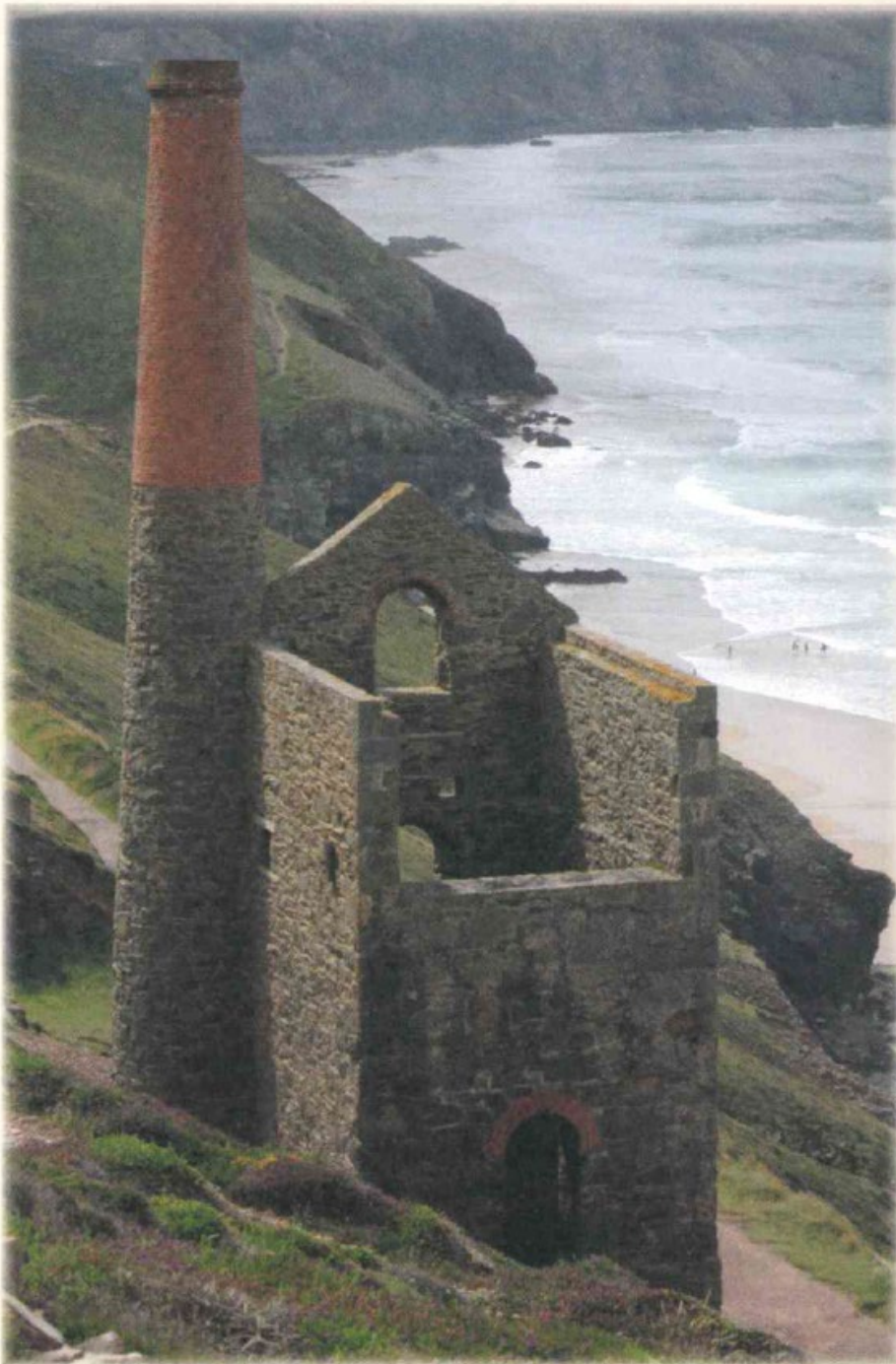
HEAVY METAL

How copper changed the world
Wie Kupfer die Welt veränderte
Come il rame cambiò il mondo





Cornovaglia, miniere di cassiterite SnO_2



Bronzo, lega di rame e stagno





GEORGII AGRICOLAE
KEMPNICENSIS MEDICI AC
PHILOSOPHI CLARISSI
DE RE METALLICA
LIBRI XII.

QUIBUS OFFICIA, INSTRUMENTA,
MACHINÆ, AC OMNIA DENIQUE AD METAL-
LICAM SPECTANTIA, NON MODÒ LUCULENTISSIME
describuntur: sed & per effigies, suis locis insertas, adjunctis Latinis,
Germanicisque appellationibus, ita ob oculos ponuntur, ut
clarius tradi non possint.

*Quibus accesserunt hæc ultimâ editione, Tractatum ejusdem argu-
menti, ab eodem conscripti, sequentes.*

De Animantibus Subterra- neis. Lib. I.	De Natura Fossilium. Lib. X.
De Ortu & Causis Subterra- neorum. Lib. V.	De Veteribus & Novis Me- tallis. Lib. II.
De Natura eorum quæ efflu- unt ex Terra. Lib. IV.	Bermannus sive de Re Metal- lica, Dialogus. Lib. I.

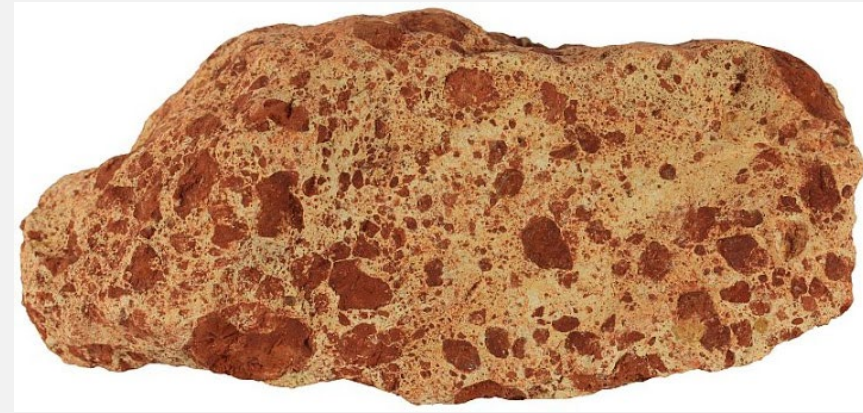
*Cum Indicibus diversis, quicquid in Opere tracta-
tum est, pictore demonstrantibus.*

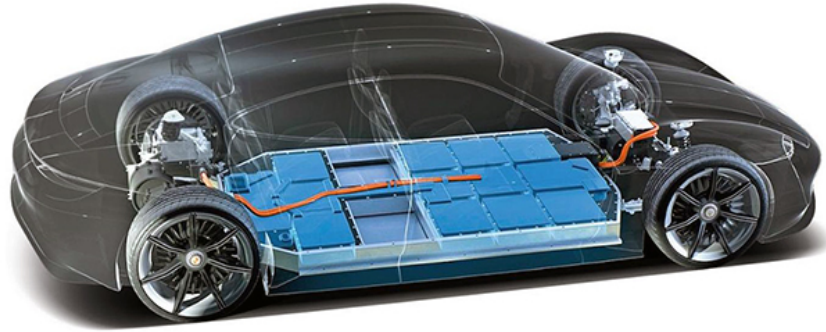


BASILEÆ,
Sumptibus & Typis EMANUELIS KÖNIG.
ANNO MDC. LVII.

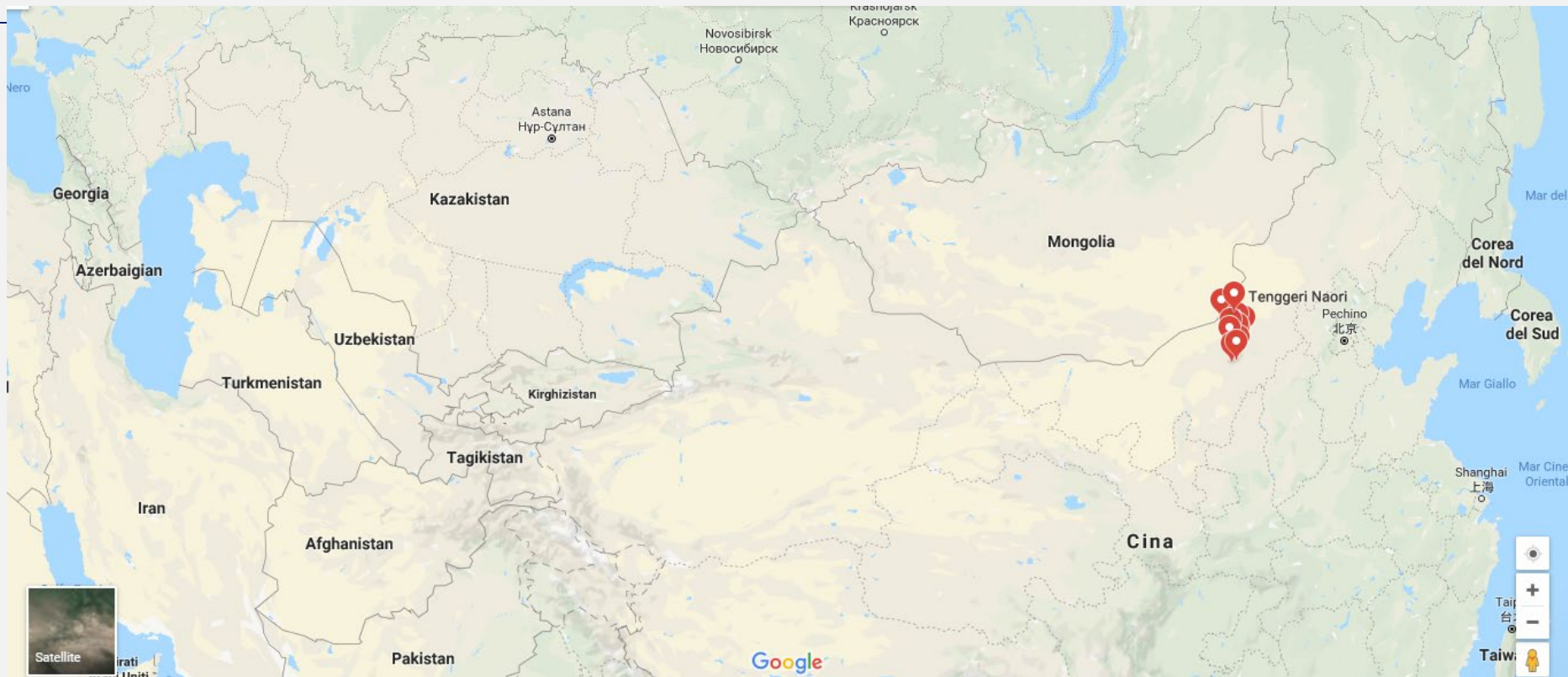


Bauxiti - rocce costituite da idrossidi di alluminio







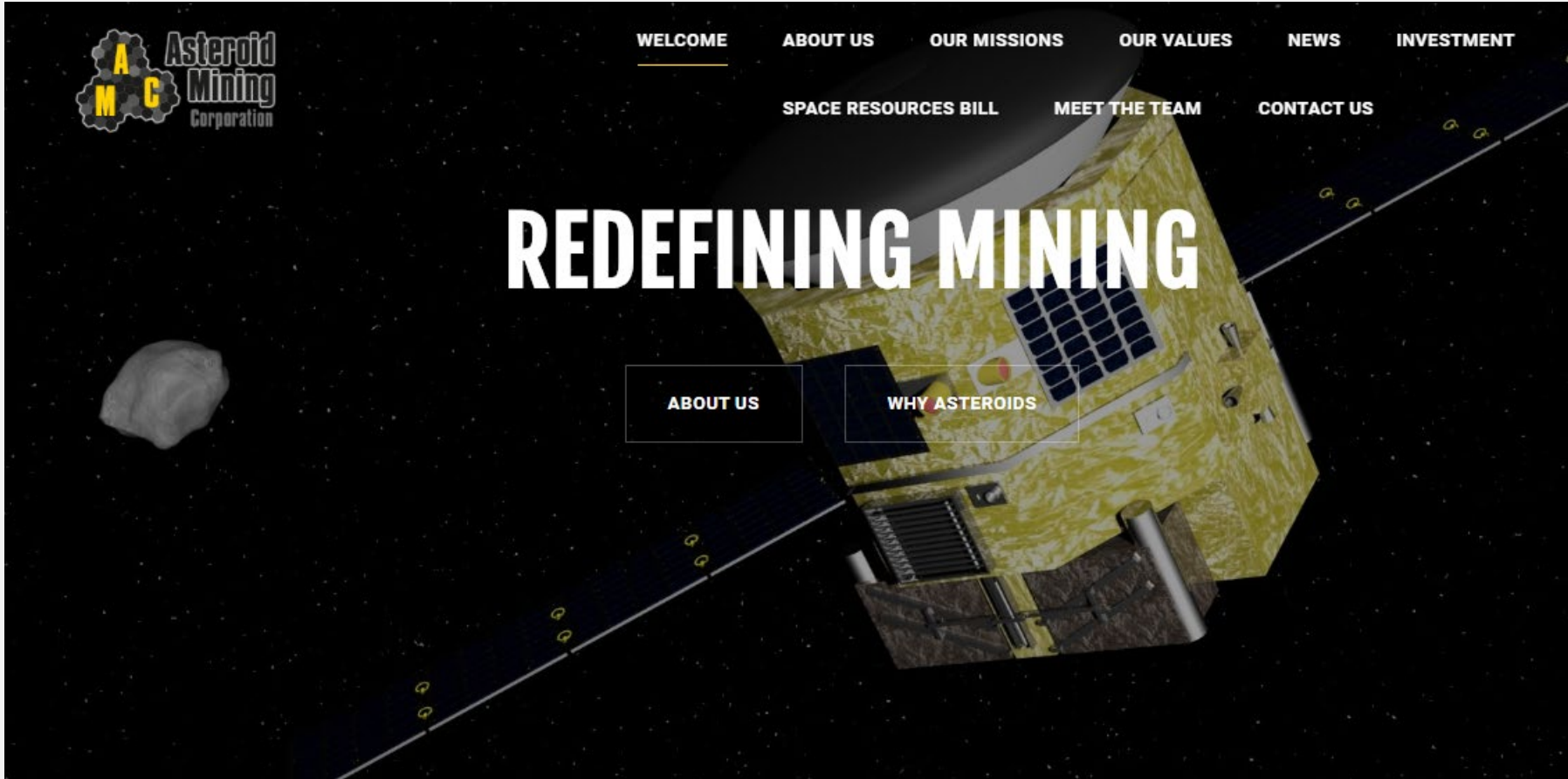


(1) Ora parleremo dei metalli, che sono di per se stessi risorse ma sono anche il prezzo delle cose. **La nostra diligenza scruta al suo interno la terra per molti scopi; da un lato si scava cercando la ricchezza, oro, argento, elettro, rame; dall'altro per il piacere, si cercano pietre preziose e coloranti per dipingere il legno e le pareti; da un altro ancora per compiacere la nostra follia, si cerca il ferro che è ancora più gradito dell'oro in mezzo alle battaglie e alle stragi. Ricerchiamo tutte le fibre della terra e viviamo sopra i suoi scavi, e poi ci meravigliamo se qualche volta trema o si spalanca, come se questi fenomeni non potessero esprimere l'indignazione della nostra santa madre.** (2) Penetriamo nelle sue viscere e cerchiamo ricchezze nella sede degli inferi, come fosse poco benigna e fertile dove la calpestiamo. Pochissime delle nostre ricerche sono volte a cercare farmaci: quante persone scavano avendo per fine la medicina? Benché, anche i farmaci la terra li fornisce in superficie come le messi, generosa e benevola in tutto ciò che è utile. (3) Ci uccidono, ci conducono agli inferi precisamente le cose che la natura ha sommerso e nascosto e che non nascono all'istante



COBALTO, utilizzato per le future auto ibride, è estratto in Congo e interamente esportato nella Repubblica Popolare Cinese, proprietaria delle miniere





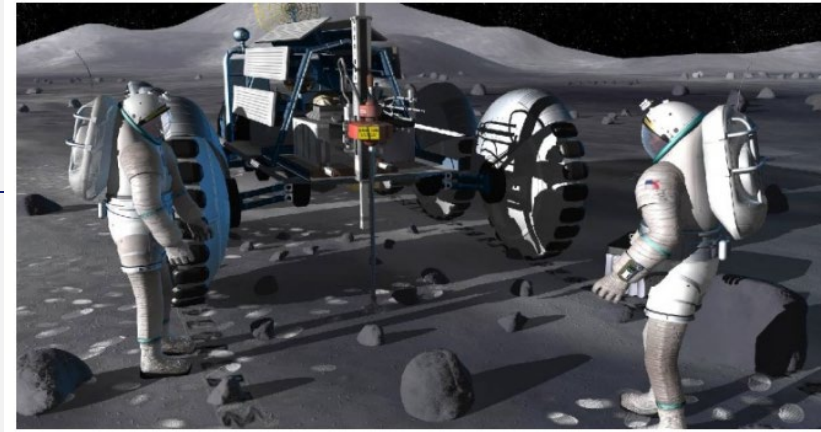
Mining in Space: What It Means for the Economy?

The pros, the cons, the challenges, the scope, and the economy!



By Kashyap Vyas

January, 02nd 2019



NASA

The mining of celestial bodies and the research, as well as the use of space resources, has gone from science fiction to a palpable reality, considering the near-Earth asteroids as candidates for the first mining incursions outside of our planet.

There are already initiatives on an international scale that address these future activities seriously and rigorously.

President Obama signed the so-called “Space Law,” approved by the US Congress whose latest title allows companies in the country to exploit space mining and the appropriation of asteroids and other “space resources.”

The concept of “space mining” began to develop in the early 90s but caught momentum on November 25th, 2015 when President Obama signed the so-called “Space Law,” approved by the US Congress.

Special Report Space Mining

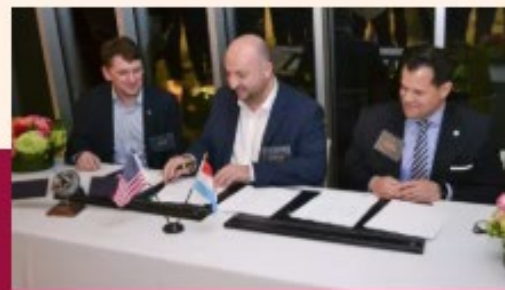
The costs run high and the returns are not immediate but extraterrestrial mining is now within the realms of the probable. Beyond gaining access to precious commodities, many in the space industry see such ventures as leading to further exploration of outer space

[Feedback](#)



Space mining takes giant leap from sci-fi to reality

Luxembourg sets sights on extraterrestrial extraction industry



US and Luxembourg frame laws for new space race

National statutes fill in some of the blanks of UN treaty written for cold war era



The mission to size up Earth-threatening treasure

Asteroids are the Jekyll and Hyde of the solar system



Private investors cut costs of space start-ups

New space-funds 'barometer' will show areas that drive growth

riti metalliche presenti sulla Terra. Gli analisti stimano che gli asteroidi contengono molti metalli, come quelli del gruppo del platino (MGP), il cobalto, il ferro, il nickel, l'oro e il germanio, oltre ad acqua e materie volatili (Tabella 2.1).

Tabella 2.1. Abbondanza di minerali sugli asteroidi

Metalli	Asteroide LL-condrite	«Good» asteroide metallico	«Best» Asteroide metallico	Crosta Terrestre
<i>Elementi Industriali</i>				ppm ^a
Cobalto	1,57%	0,46-0,80%	0,43-0,75%	25
Nickel	34,3%	5,6-18,0%	5,4-16,5%	120
Ferro	63,7%	81,0-94,0%	82,0-94,0%	55,000
MGP	ppma	ppm	ppm	
Renio	1,1	1,1	2,4	0,0004
Rutenio	22,2	20,7	45,9	0,001
Rodio	4,2	3,9	8,6	0,0002
Palladio	17,5	12,6	12	0,0006
Osmio	15,2	14,1	31,3	0,0001
Iridio	15,0	14,0	31,0	0,0003
Platino	30,9	28,8	63,8	0,005
<i>Metalli preziosi</i>				
Oro	4,3	0,16-0,70	0,06-0,6	0,001
Germanio	1.020	0,06-70	0,05-35	0,0001

Fonti: Dati stimati da Muller *et al.* (1971), Buchwald (1975), Malvin *et al.* (1984), e Hoashi *et al.* (1993).

Tabella 2.2. Massa di un asteroide, volumi e valori dei metalli

Diametro (metri)	7	10	15
Massa dell'asteroide (tonnellate)	450	1.309	4.416
Volume di MGP e metalli preziosi ^a	0,05	0,1	0,5
Valore di MGP e dei metalli preziosi ^b	1,4	4,2	14,0
Volume dei metalli industriali ^a	359	1.043	3.518
Valore dei metalli industriali ^c	3.589	10.436	35.205
Volume acqua e volatili ^a	91,4	266,1	897,8
Valore acqua e volatili ^c	914,9	2.661,4	8.978,3

Nota: La massa dell'asteroide è stata calcolata assumendo una densità dell'asteroide di 2,5 g/cm³

^a Tonnellate

^b Valore dei metalli in orbita in milioni di dollari. La stima di questi valori è stata calcolata con un prezzo di MGP e dei metalli preziosi pari al prezzo attuale di mercato.

^c Valore dei metalli in orbita in milioni di dollari. La stima di questi valori è stata calcolata con un prezzo dei metalli industriali e dell'acqua e dei volatili pari ai loro prezzi attuali di mercato aumentati di un mark up pari a 10.000 dollari per chilogrammo.

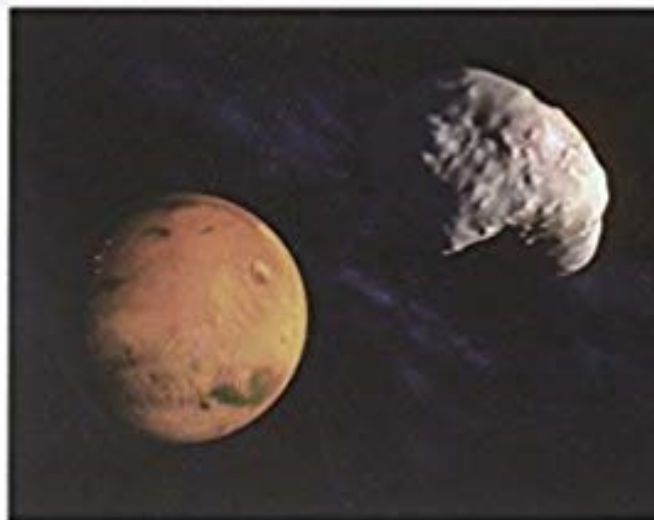


scienze e filosofia
COLLANA DIRETTA DA ARMANDO MASSARENTI

Giovanni Bignami
Andrea Sommariva

Oro dagli asteroidi e asparagi da Marte

Realtà e miti dell'esplorazione dello spazio



 MONDADORI
UNIVERSITÀ



-
- Lo studio della Terra e dei corpi extraterrestri non possono oggi essere ambiti di ricerca separati
 - La conoscenza dei corpi extraterrestri è fondamentale per la comprensione dei processi geologici
 - La conoscenza dei processi geologici è fondamentale per lo studio dei corpi extraterrestri
 - Le sfide del futuro necessariamente comprenderanno la possibilità o meno di continuare uno sviluppo tecnologico, che a sua volta non può prescindere dalla ricerca di risorse anche extraterrestri