

cristalli!

I cristalli sono una delle forme della materia solida: in natura sono ovunque, nella maggior parte dei materiali che usiamo a perfino dentro di noi!

I cristalli si formano quando gli atomi e le molecole si dispongono simmetricamente attraverso la formazione ordinata di interazioni chimiche. La formazione dei cristalli è uno degli strumenti migliori che la natura ha per minimizzare l'energia.

Biosfera: molte piante producono fitoliti di ossalato di calcio.

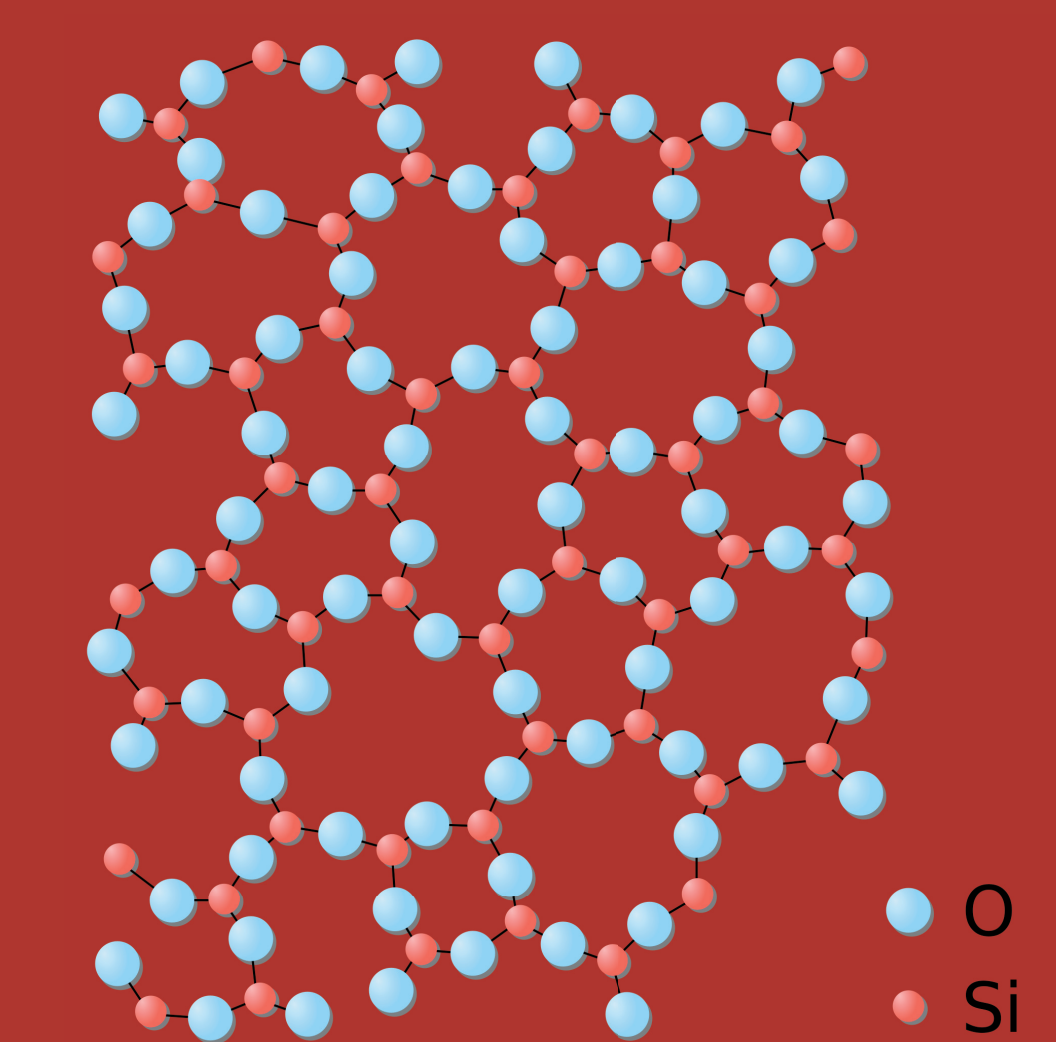
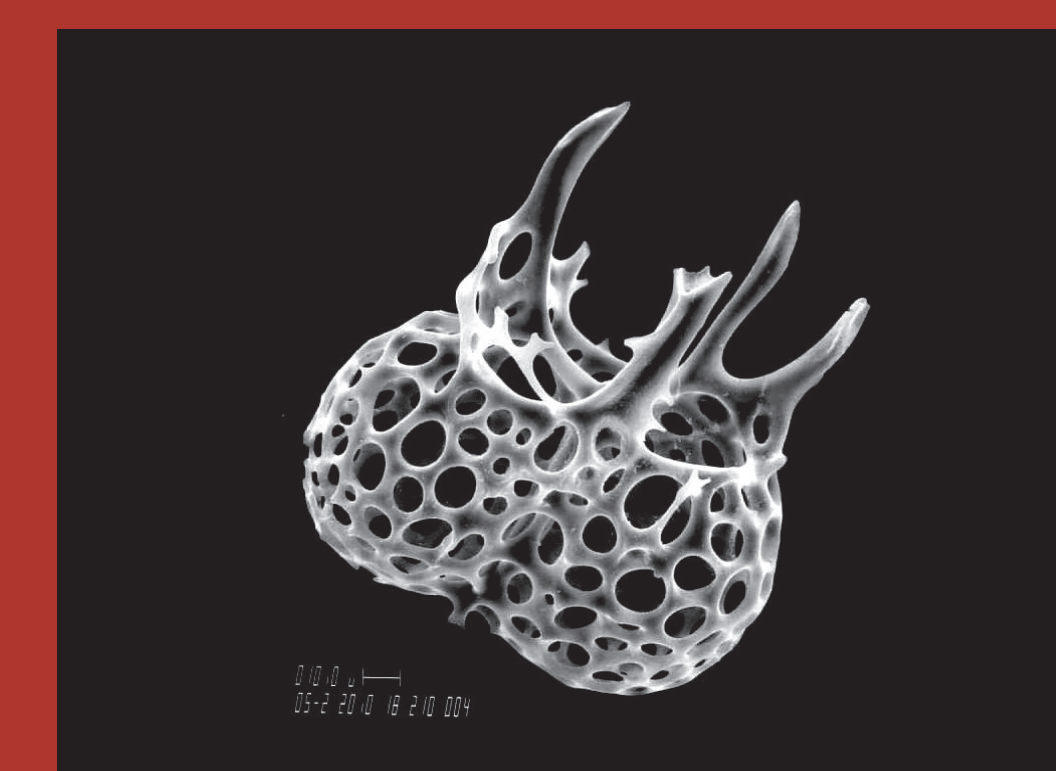


Atmosfera: chi non conosce la bellezza dei cristalli di ghiaccio?

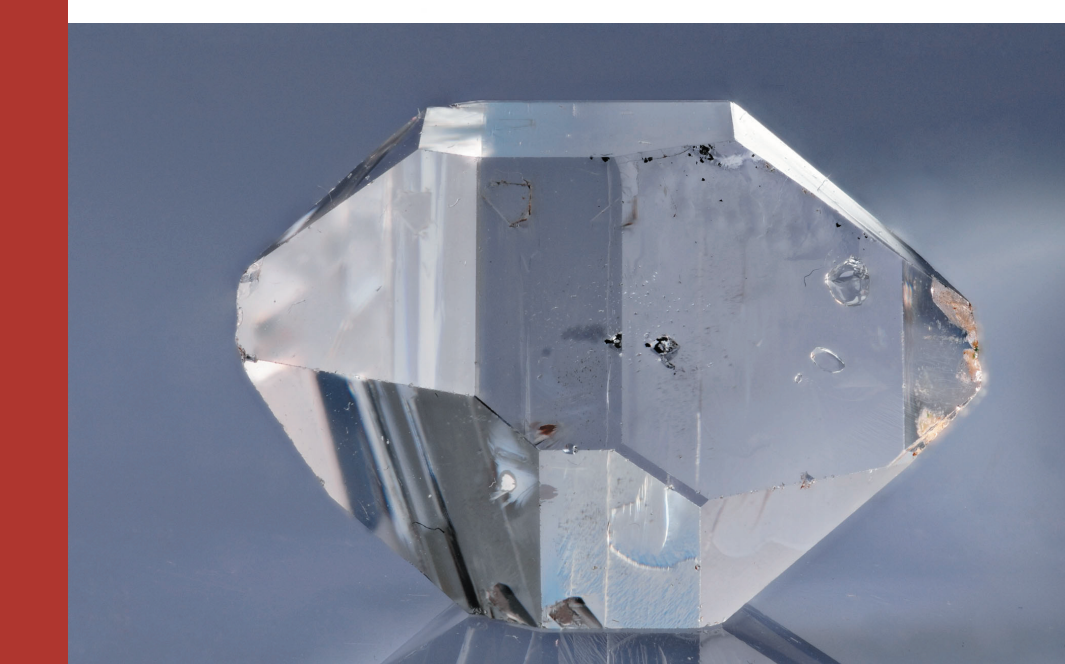
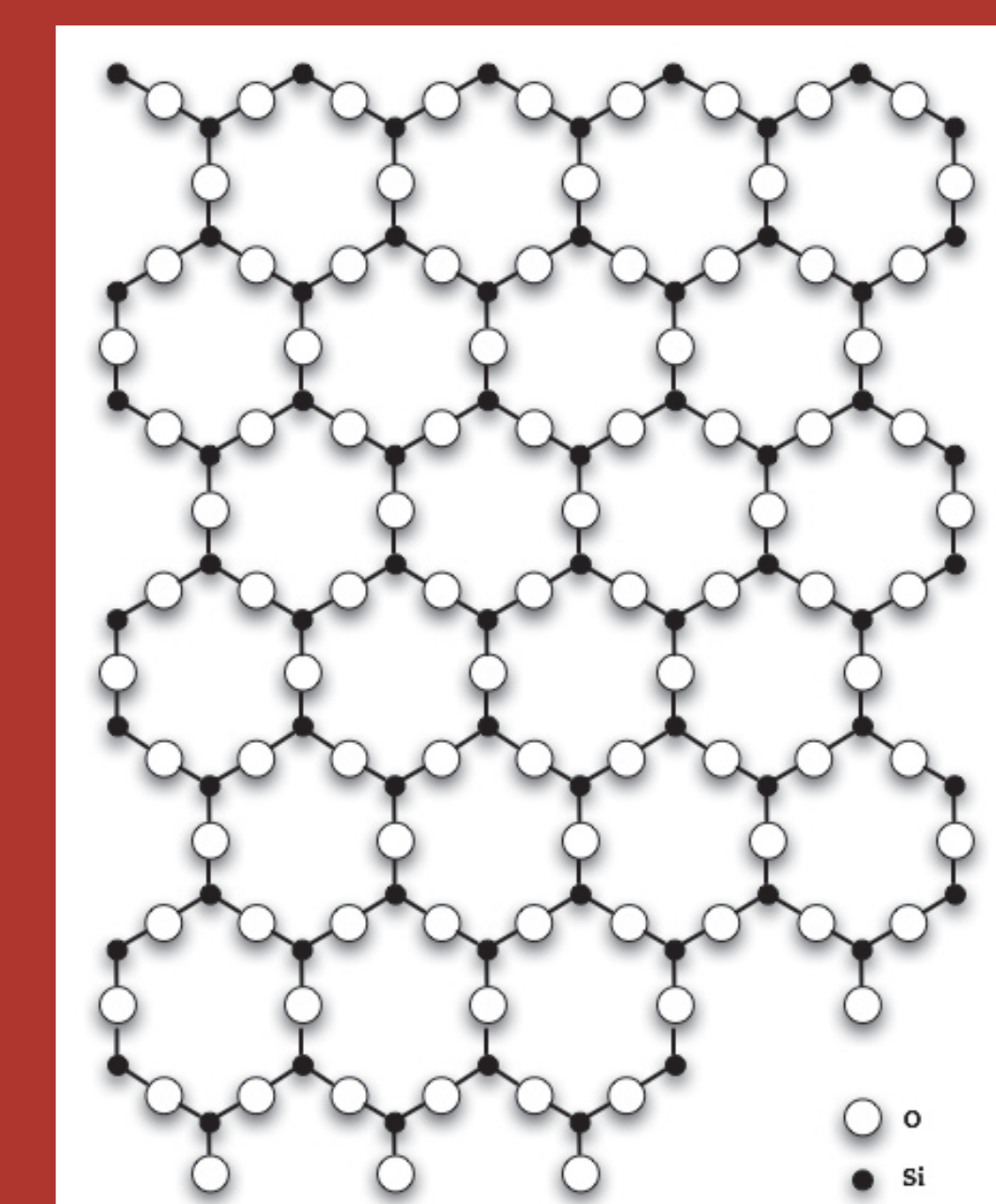


Biosfera: alcuni tipi di batteri formano cristalli di magnetite.

I radiolari hanno uno scheletro siliceo amorfo.



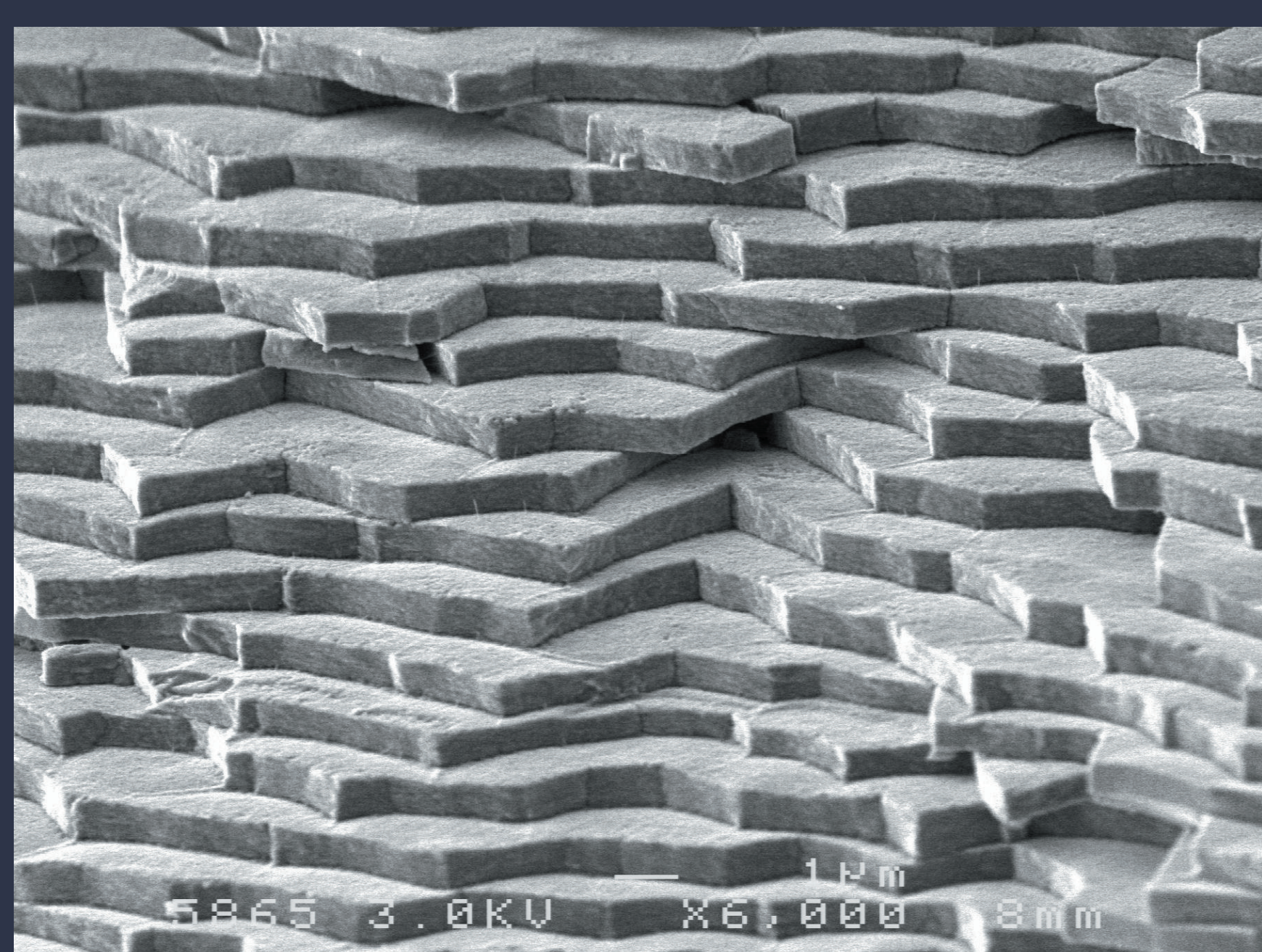
disordinata
 SiO_2 = silice
ordinata



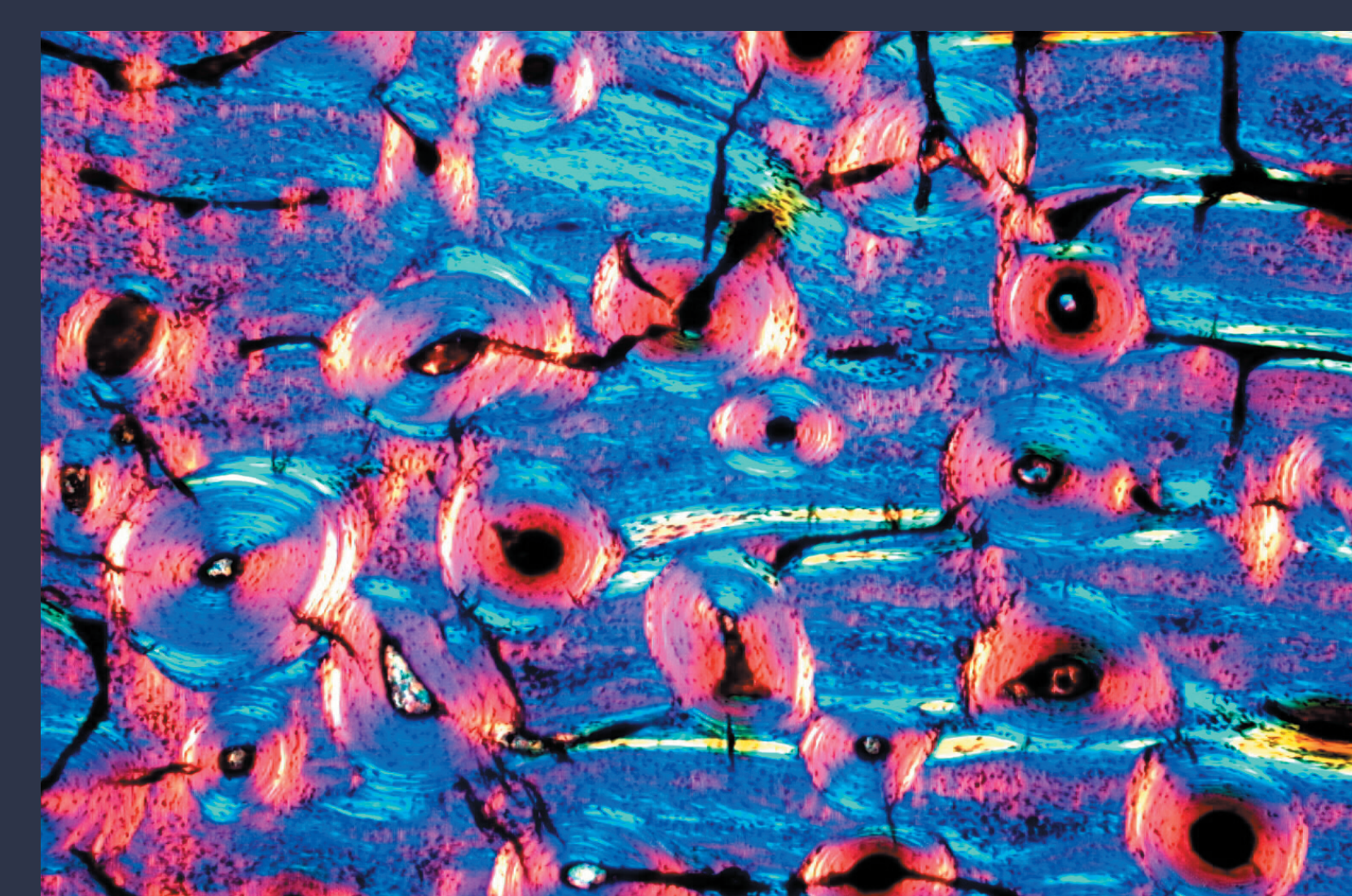
I cristalli di quarzo sono formati da silice ordinata.

Crystals are a form of solid matter: they are everywhere in nature, in most of the materials we use, and they are even inside us!

Crystals form when atoms and molecules are arranged in a symmetrical patterns through the ordered formation of chemical interactions. The formation of crystals is one of the most important tools that nature has to minimize energy.



Idrosfera: strati orientati di cristalli di aragonite formano la madreperla.



Biosfera: Minuti cristalli di apatite formano la struttura delle ossa.



Geosfera: i cristalli giganti di gesso, Naica.



Idrosfera: i foraminiferi hanno uno scheletro calcareo.

storia della cristallografia

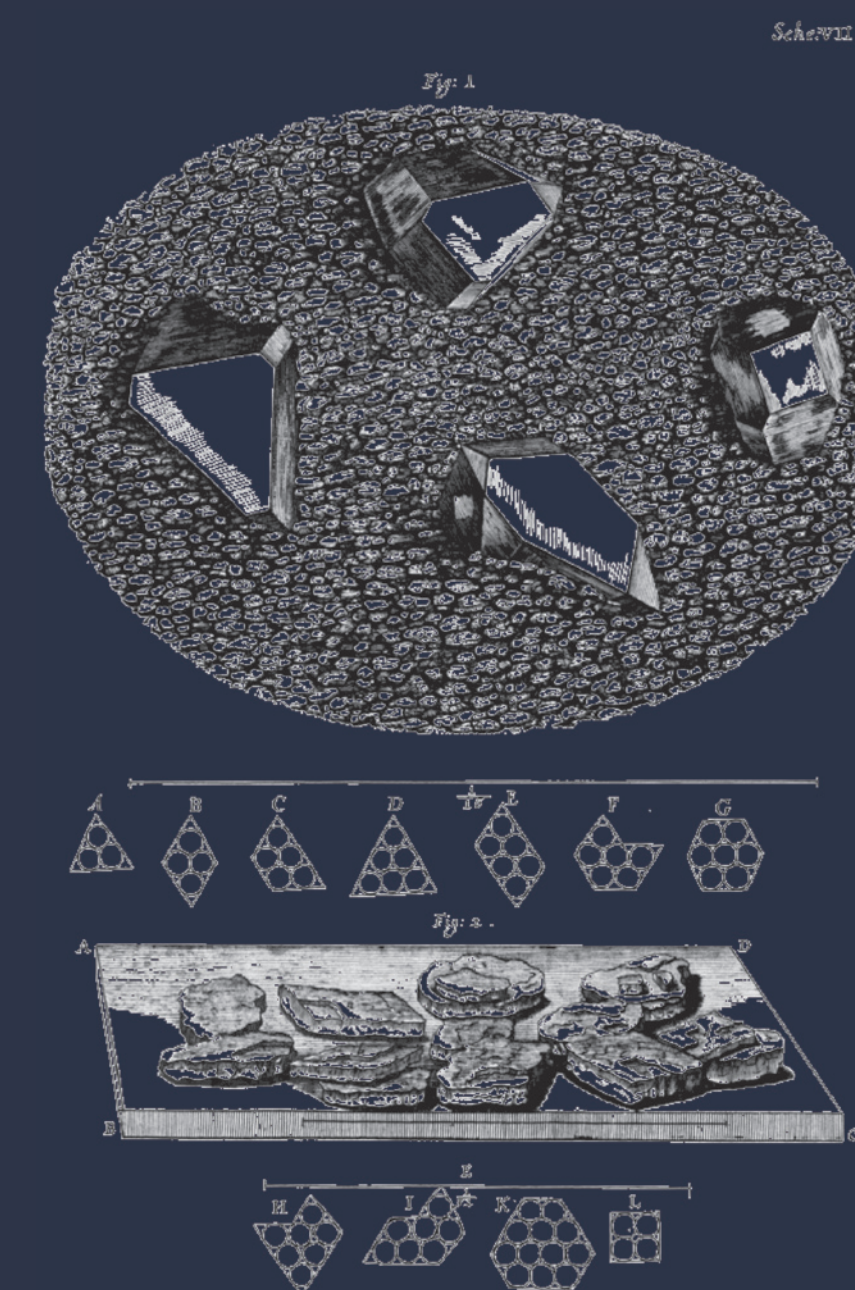
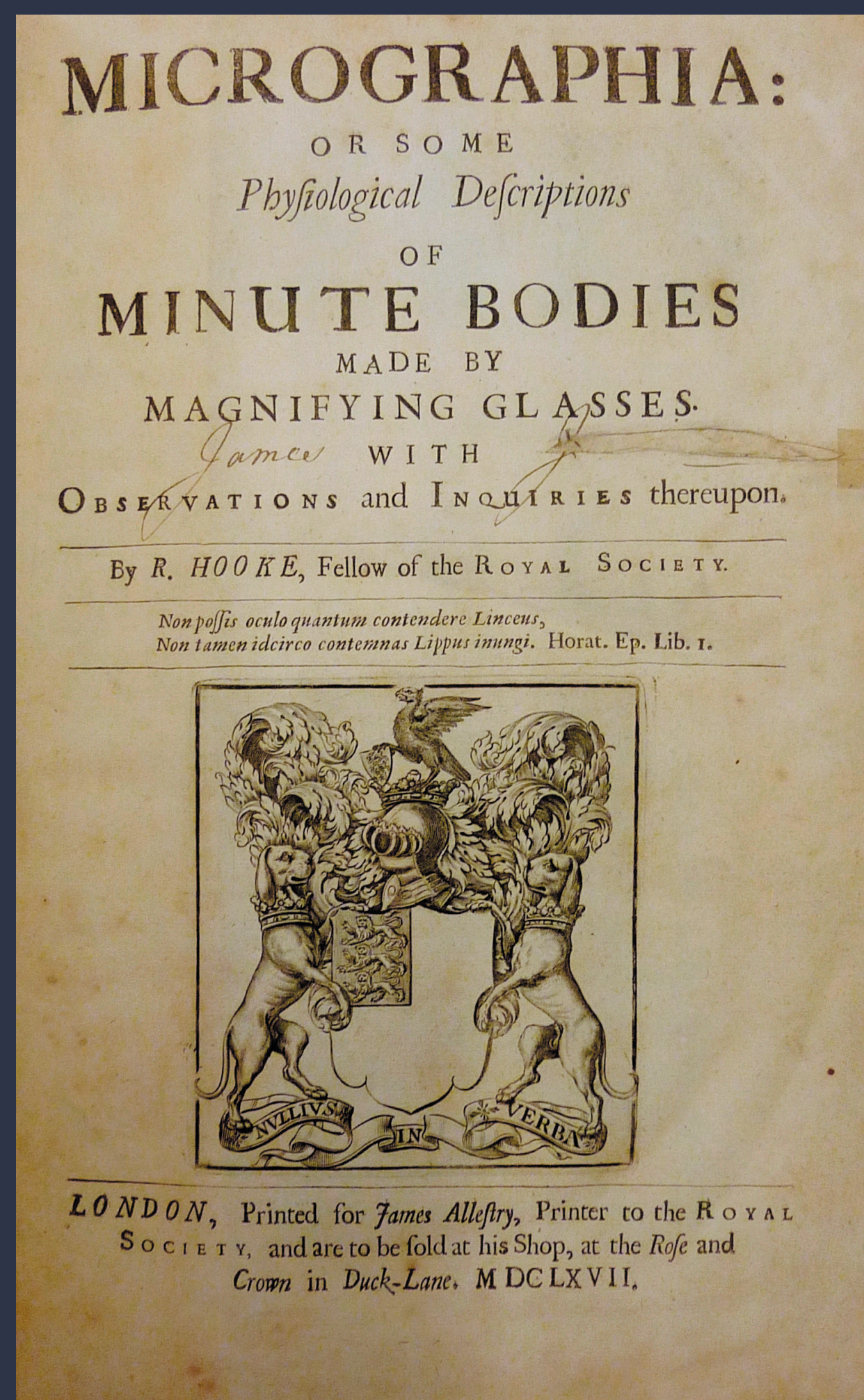
La cristallografia è iniziata con le osservazioni delle forme regolari dei cristalli naturali.

Già Vannoccio Biringuccio (1480–c. 1539) nella sua «De la pirotechnia» osservava riguardo alla pyrite che: “a forma di certe grane, hor grosse et hor piccole, tutte cubiche a similitudine di dadi, over bisquadre tutte justamente squadrate”.

Nel 1611 J. Kepler, affascinato dalle forme dei fiocchi di neve, propose che tutti i cristalli di neve erano formati dall’impacchettamento di sfere equidimensionali, producendo una varietà di forme diverse.

Descrizioni sistematiche e codifiche fondamentali riguardo alle morfologie cristalline sono state effettuate da:

- Nicolaus Steno (1638-1686);
- Robert Hooke (1635 –1703);
- Jean-Baptiste Louis Romé de l’Isle (1736-1790);
- René Just Haüy (1743-1822).



Crystallography was born out of the observation of regular forms in natural crystals.

Vannoccio Biringuccio (1480–c. 1539) in his «De la pirotechnia» already observed about pyrite: “a forma di certe grane, hor grosse et hor piccole, tutte cubiche a similitudine di dadi, over bisquadre tutte justamente squadrate”.

In 1611, J. Kepler, fascinated by the elaborately varied dendritic forms of snowflakes, considered all snow crystals to be formed of close-packed equidimensional spheres even though the variety of forms ranged into the thousands.

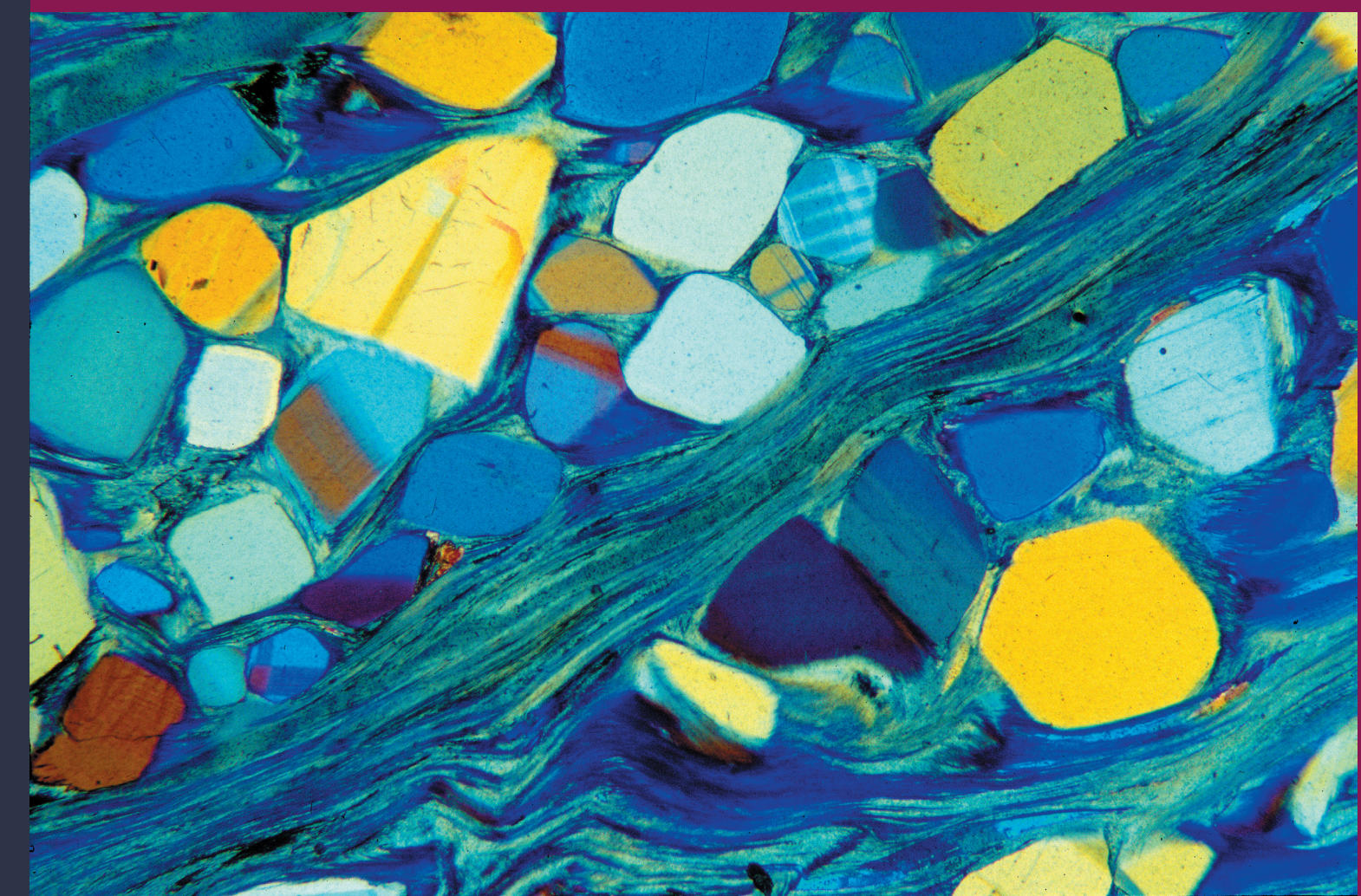
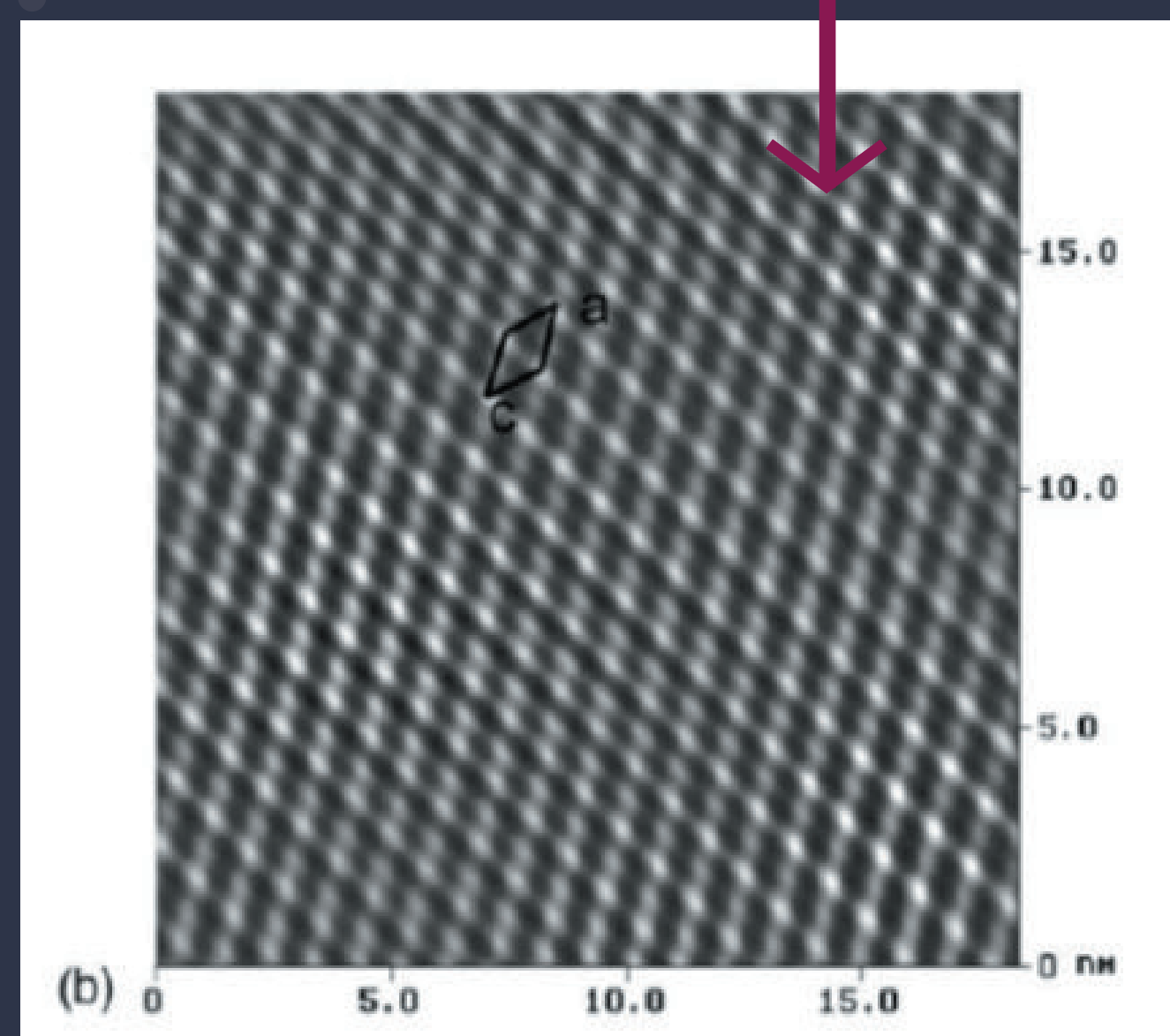
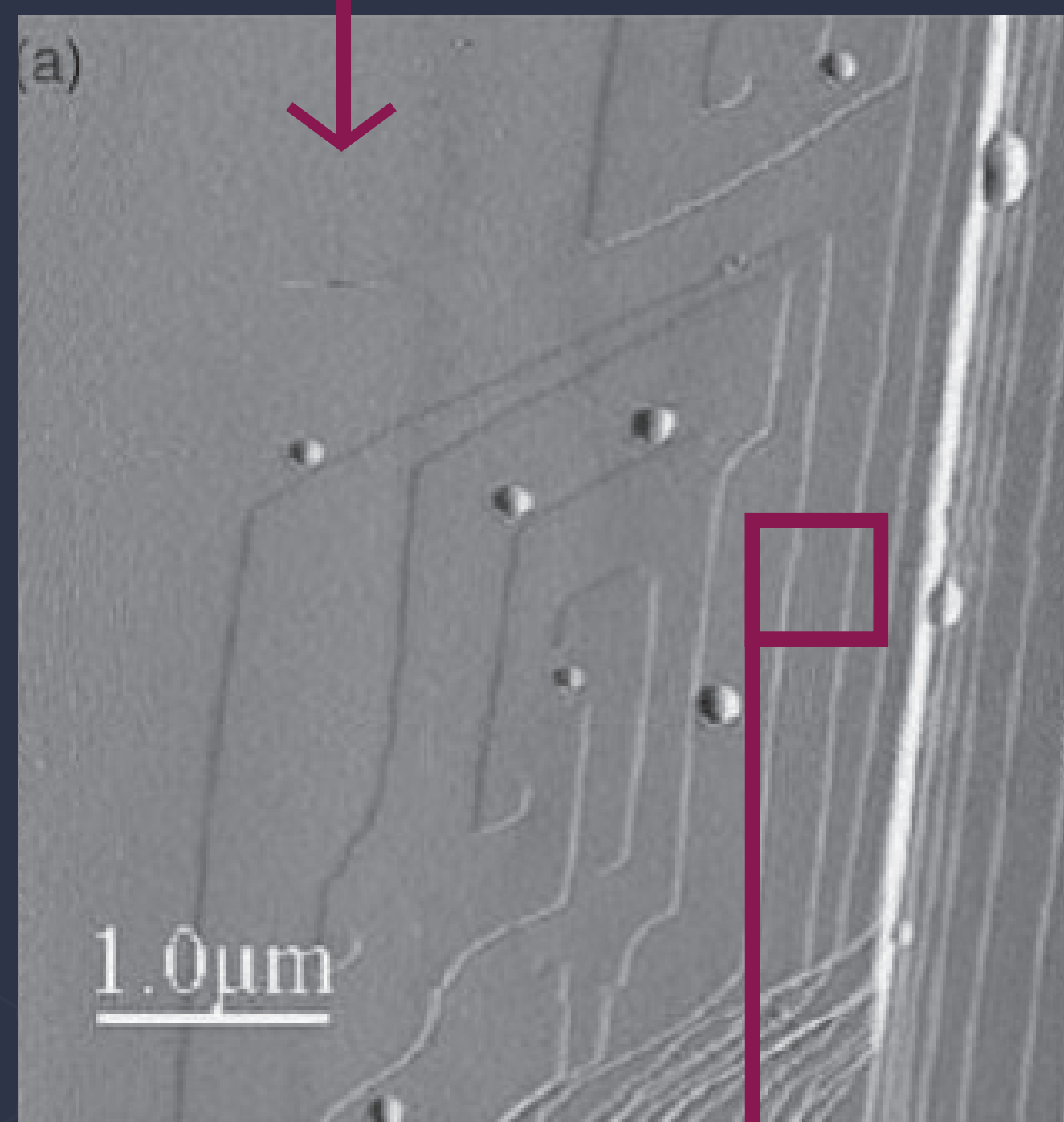
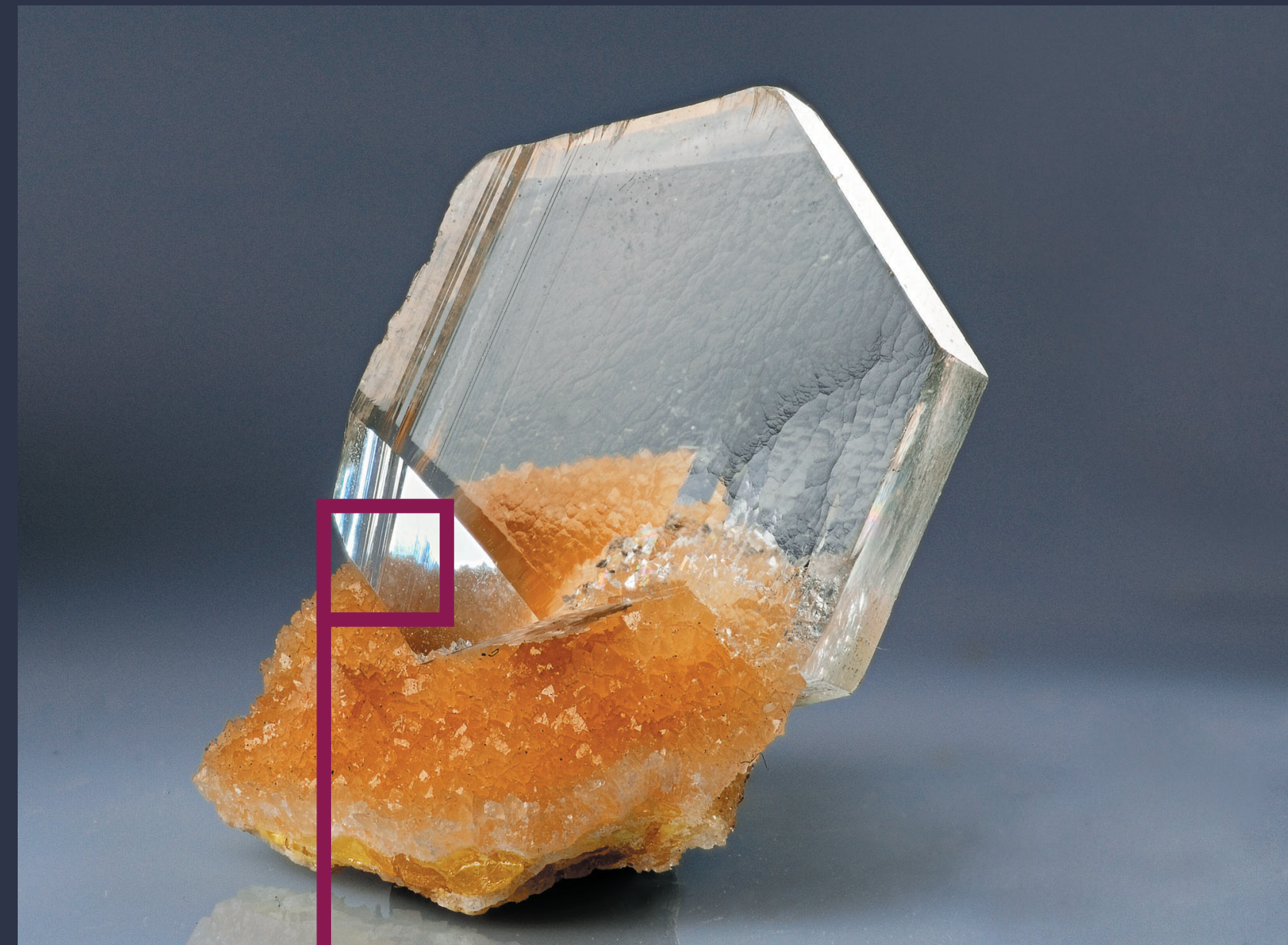
Fundamental descriptions and codification of the crystal morphologies were performed by:

- Nicolaus Steno (1638-1686);
- Robert Hooke (1635 –1703);
- Jean-Baptiste Louis Romé de l’Isle (1736-1790);
- René Just Haüy (1743-1822).

uno sguardo ai cristalli

Le prime osservazioni e misure degli angoli interfacciali erano necessariamente limitate alla morfologia esterna delle forme cristalline, soprattutto mediante l'utilizzo dei microscopi e dei goniometri ottici di precisione.

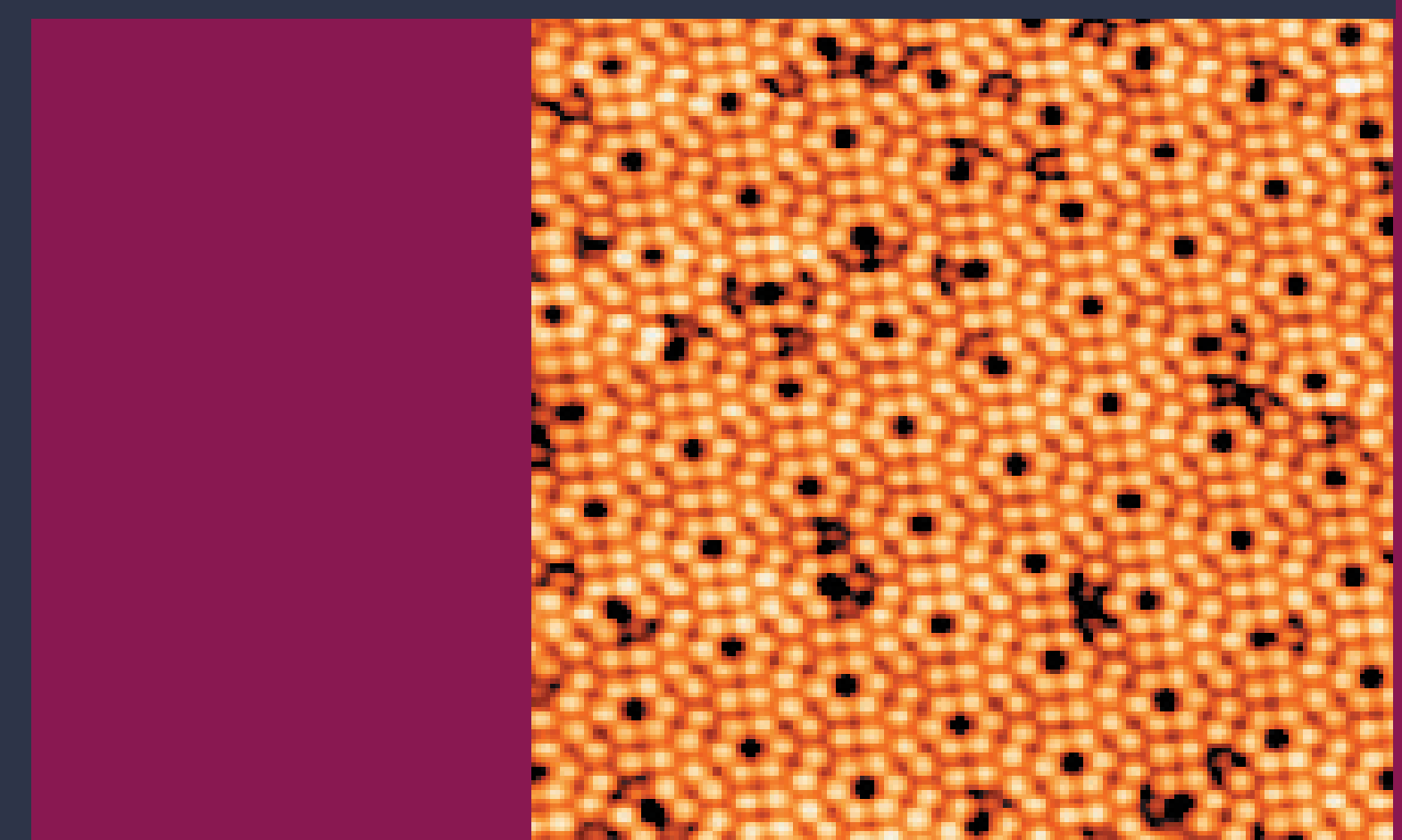
L'utilizzo di strumenti moderni come i microscopi elettronici e quelli a forza atomica permettono oggi di visualizzare dettagli delle superfici fino a risoluzione atomica.



Microscopia ottica ($\times 10^2$).



microscopia elettronica a scansione
microscopia a forza atomica ($\times 10^4$).



microscopia elettronica a trasmissione
microscopia a forza atomica ($\times 10^8$).

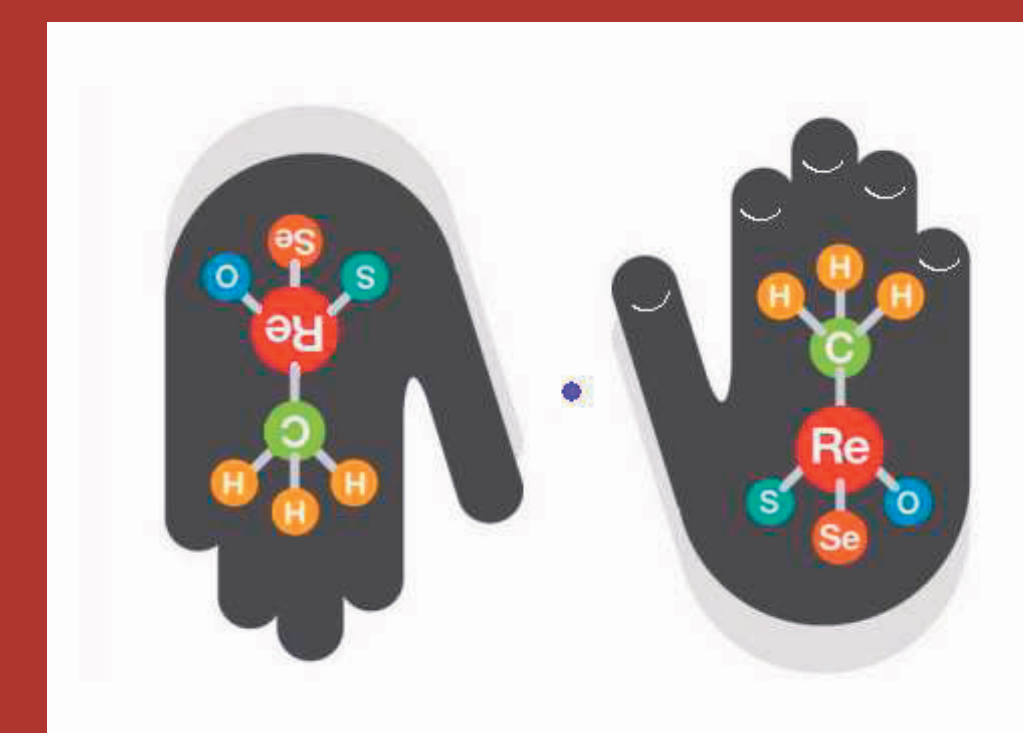
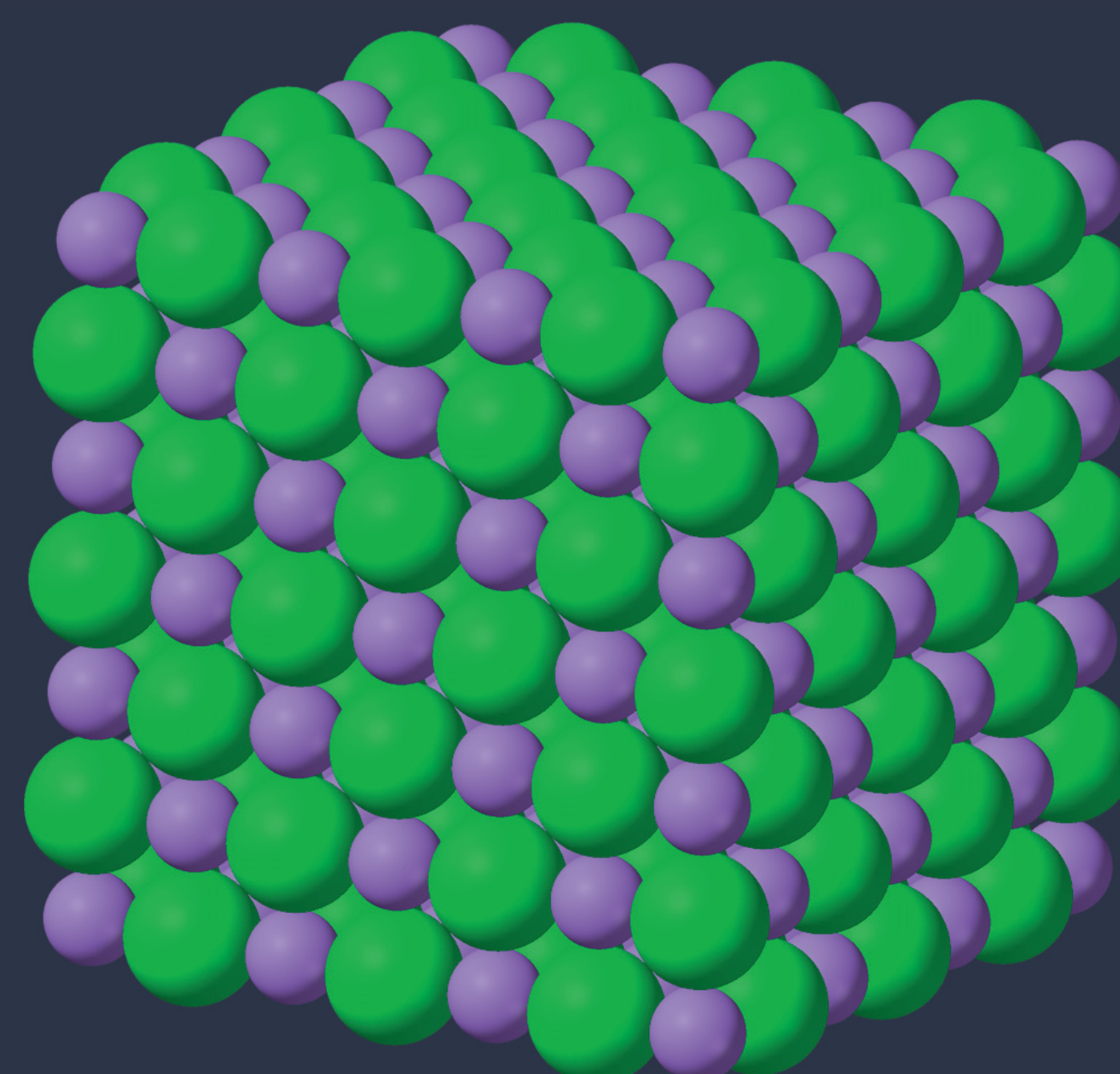
Early observations and measurements of interfacial angles were necessarily limited to the external morphology of crystal forms, mostly through the use of optical microscopes and precision goniometers. The use of modern instruments such as electron and atomic force microscopes allows to visualize the details of the crystal surfaces up to atomic resolution.

la simmetria

La simmetria è il modo in cui la nostra mente percepisce e descrive insiemi ordinati di oggetti. Che siano soldati, lucertole, oppure atomi, se questi sono ordinati noi descriviamo il sistema come simmetrico!

Dal punto di vista matematico, la simmetria viene descritta mediante operatori ed elementi di simmetria: piani di riflessione, assi di rotazione, ed operazioni più complesse.

In cristallografia tutti i cristalli (incluse le morfologie, le proprietà fisiche, e le strutture cristalline) possono essere descritte con un numero limitato di operazioni di simmetria combinate in 14 reticoli di traslazione (reticoli di Bravais), 32 classi di simmetria, e 230 gruppi spaziali.



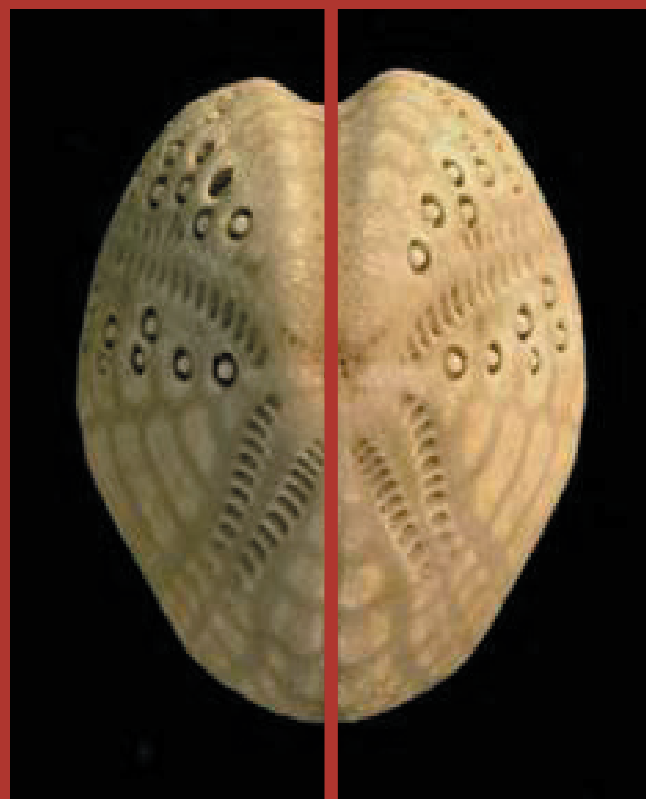
Symmetry is the way in which our mind visualizes and describes ordered ensembles of objects. Whether they are soldiers, lizards, or atoms, if order is present we describe the system as symmetric!

From the mathematical point of view, symmetry can be described through symmetry operations and symmetry elements: mirror planes, rotation axes, or more complex operations.

In crystallography, all crystals (including crystal morphology, physical properties, and crystal structures) can be described through a small number of symmetry operators combined into 14 translation lattices (Bravais lattices), 32 symmetry classes and 230 symmetry space groups.

la simmetria

Alcune simmetrie comuni sono applicabili al mondo macroscopico ed anche ai cristalli.



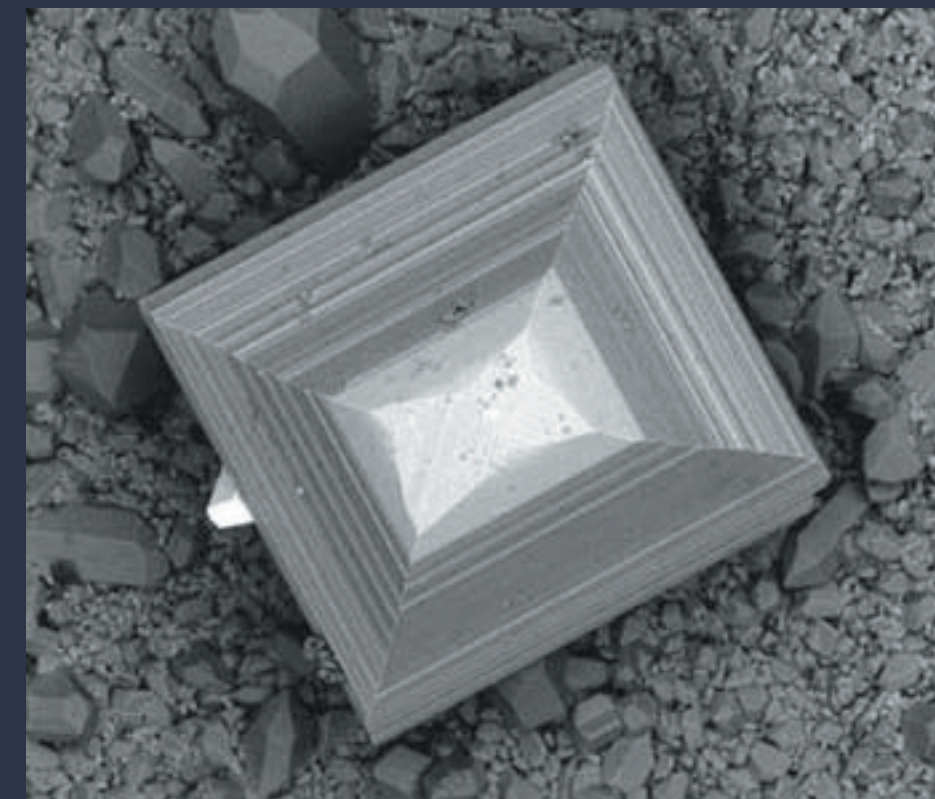
M = MIRROR



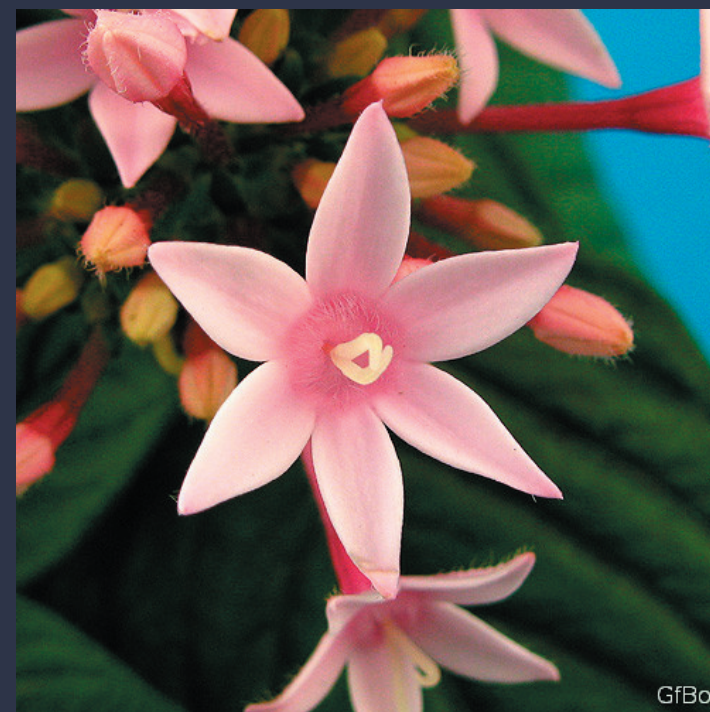
▲ = 3 = asse di rotazione 3.



■ = 4 = asse di rotazione 4.



◆ = 6 = asse di rotazione 6.



Altre simmetrie sono incompatibili con l'ordinamento atomico e producono cristalli molto speciali: **i quasi-cristalli!**

