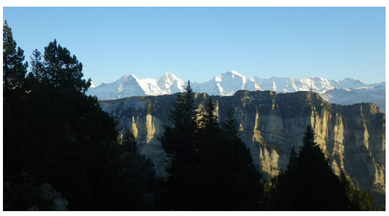
KARBONÖT, KALSÍT, SILFURBERG & NICOL-PRISMU

CARBONATES, CALCITE, ICELAND SPAR AND NICOL-PRISMS



Hér sjáum eru úr karbonötum: þær er dæmi frá svissnesku Ölpunum, Sérstaklega Sjöstöðuhæfafjöll í Berner Oberland.
Bergið var upphafleega sjávarset úr kóröllum og öðrum kalkmyndandi lífverum (til hægri).
Whole mountain chains consist of carbonates, as in this example from the Swiss Alps, Serestaklega Seven Stallion Mountains, Berner Oberland.
The limestone rock is formed of marine calcareous organisms, such as corals (right).
Myndir / Photos: Martin Gazzik & Einar Hjörleifsson

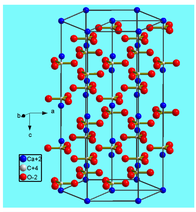
Til er sjaldgæf tegund gosbergs, karbonatít, sem er að mörku en hálfu leyti úr karbonötum. Ol Doinyo Lengai eldfjallið í Tanzaníu er það eina sem hefur gosið síðu: nýlunni á öðrúlegum tíma.
Vinstri: Gos 1966 og úgúst 2011 í Ol Doinyo Lengai eldfjallinu, síðast varð gos barna 2007/08.
Hægri: Karbonatít-myndunin er í Fjallinu Kaiserstuhl í Þýskalandi. Þar virðist því að eldstöðvar sem voru virk fyrir 19-16 milljón árum eru vel varðveitt nú.
There is a magmatic form of carbonate-rich rock, called carbonatite (> 50% carbonates).
Ol Doinyo Lengai volcano in Tanzania is the only one known to have erupted carbonatite in historical time.
Left: Eruption in 1966 and crater in 2011 of Ol Doinyo Lengai volcano. The last eruption was in 2007/2008.
Right: The carbonatite outcrop is situated at the Kaiserstuhl mountain in Germany. Volcanic vents which were active 19-16 million years ago are exposed today, due to rapid erosion.
Myndir / Photos: Wikimedia & Martin Gazzik 2006

Karbonöt

Karbónöt eru steindir þar sem einn eða fleiri málmar tengjast kolsýru-jóninni CO_3. Þekktar eru um 60 karbonatsteindir, flestar þó mjög sjaldgæfar. Um 4% jarðskorpunnar eru úr karbonötum, aðallega kalsíumsamböndum. Karbonatsteindir eru mjög mikilvægar fyrir lífríki hafsins og hafa óbeint áhrif á magn gróðurhúsalofttegunda í andrúmsloftinu. Skeljar margra lífvera eru gerðar úr kalsíti og aragoníti, svo og kóralla. Þessar lífverur binda koldíoxíð úr hafinu, sem þar með getur dregið til sín aukið koldíoxíð úr andrúmsloftinu. Helstu karbonatsteindir sem finnast hér á landi eru sömuleiðis kalsít og aragonít. Báðar eru kalsíumkarbonöt en kristallagerðin er ólík. Heilir fjallgarðar erlendis eru úr karbonötum, einkum svokölluðum kalksteini orðnum til úr sjávarset. Slík setlög finnast ekki á Íslandi. Við ummyndun breytist kalksteinninn í marmara, sem hefur verið notaður í byggingariðnaði öldum saman. Kalsít er langalgengasta karbonatsteindin, en önnur dæmi um þær eru siderít (járnkarbonat) og dólómít (kalsíum-magnesíumkarbonat).

Carbonates

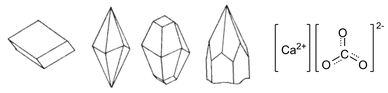
Carbonates are minerals in which one or more metals form compounds with the carbonic acid radical CO_3. About 60 carbonate minerals are known, most of them very rare. About 4% of the Earth's crust consist of carbonates, predominantly calcium compounds. Carbonate minerals are highly important to the ecosystem of the oceans, and they have an indirect effect upon the quantity of greenhouse gases in the atmosphere. Shells of many organisms consist of calcite and aragonite, as do corals. These organisms therefore take carbon dioxide from the sea, which can then absorb more more carbon dioxide from the atmosphere. The principal carbonates found in Icelandic rock formations are also calcite and aragonite. Both are calcium carbonates, but they differ in their crystal structure. Entire mountain chains abroad are built out of mineralized carbonate sediments, called limestone (not found in Iceland). Metamorphic processes convert limestone to marble, a rock used in building industries for centuries. Calcite is by far the most common carbonate mineral; other examples include siderite and dolomite.



Bygging kristallas af kalsíti. Kalsíum-þrumeindir eru bláar, súrefnis-þrumeindir gráar og súrefnis-þrumeindir rauðar.
The crystal structure of calcite. Calcium atoms are blue, carbon atoms are grey and oxygen atoms are red.

Kalsít (Kalkspat) - Calcite $CaCO_3$
Kristalgerð / Crystal Form: trígónal
Harka / Hardness: 3
Eðlisþyngd / Specific Gravity: 2,7

Kalsít er ein algengasta holu- og sprungufyllingin í íslensku bergi, og það kemur oftast fyrir umhverfis rofnar meginleldsstöðvar. Stærsti kristall af því sem lýst var í námunni við Helgustaði í Reyðarfirði, mun hafa verið um 6 x 3 m að stærð. Kalsít er algeng steind í bergi mynduðu úr fornum setlögum, einkum kalksteini úr skeljum sjávardýra. Þesskonar kalksteinn er um tíundi hluti setbergs á meginlöndunum, en finnst ekki hér.



Vinstri: Algeng form kalsítkristalla, teiknuð með samsvörfuðinn línubéttan.
Frá vinstri til hægri: skáteningur, oddhöfuðungur; skáteningur og oddhöfðungur; skáteningur og prisma.
Hægri: Efnatengi frumeindanna í kalsíti. Kalsíumjón Ca_2+ tengist karbonatjón CO_3 2-
Left: Common shapes of calcite crystals drawn with the symmetry axis vertical.
From left to right: rhombohedron; scalenohedron; rhombohedron + scalenohedron; scalenohedron + prism.
Right: The atoms in calcite. The calcium ion Ca_2+ is bonded to the carbonate ion CO_3 2-

Kalsítkubbar frá Húsafelli í Borgarfirði á Vesturlandi.
Calcite rhombs from Húsafell, West Iceland.
Stærð sýnis / sample size 8,5x24 cm.
Mynd / Photo: Gretar Ívarsson

Algengt yaxtarform kalsíts, kubbslaga með skálfötum, frá Hoffellsdal, Suðausturlandi.
Rocky form of calcite with obvious faces from Hoffellsdalur, SW Iceland.
Stærð sýnis / sample size 36x27 cm.
Mynd / Photo: Gretar Ívarsson

Hægra megin er kalsítkristall í smáskömmvörn af sunnanverðu af blágrýti úr Breiðdal. Hann er þar sem holufylling yfir umþvengnum bergum. Kalsítið var þunnur bleikur lit í ljósstúfni ljósi.
On the right a calcite crystal is seen in a microphotograph of a thin section from basalt in the Breiðdalur valley. The crystal which has a pinkish colour in polarized light grew as a cavity filling in the rock during its alteration by geothermal fluids.
Mynd / Photo: Concita M. Pevzner 2005.

Lensulaga tvíburakristal kalsíts á kvarsi frá Austfjörðum.
Lenticular twinned calcite crystal on quartz from the East fjords.
Stærð sýnis / sample size 8x8 cm
Mynd / Photo: Gretar Ívarsson

Þunnar kristalfléttur, svokallaðar plötukalsít í ummyndunu bergi úr kjarna Breiðdalseldstöðvarinnar yngr fyrir um 9 milljónum ára.
A platy variant of calcite on altered rock from the core of the Breiðdalur central volcano (active about 9 million years ago).
Mynd / Photo: Martin Gazzik

Kalk og sement CaO

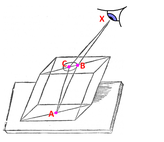
Kalsíumoxíð (CaO, brennt kalk) er uppistöðuefnið í steinlími og sementi. Það fæst með því að hita upp kalsít í ofni svo að koldíoxíð rjúki burt. Við byggingu fyrstu húsa úr steini á Íslandi var notast við innflutt kalk, en Egill Egilsen kaupmaður í Reykjavík gerði á áttunda áratug nítjándu aldar tilraunir til að nýta kalsít úr æðum sem fundist höfðu í Esju nálægt Mógilsá. Þetta hráefni var flutt þaðan í kalkbrennsluofn við Arnarhól, og íslenska steinlímið var fyrst auglýst til sölu 1876. Reksturinn stóð ekki undir sér, og lagðist niður eftir þrjú ár

Limestone and cement CaO

Calcium oxide (CaO, quicklime) is the principal component in the mortar and cements of the building industry. It is obtained by heating limestone to several hundred degrees. In the first stone buildings in Iceland, imported quicklime was used. In the 1870s a Reykjavík merchant attempted to replace this material by mining calcite from veins in the nearby Esja mountain. A lime kiln was constructed in the downtown area, but its product did not turn out to be competitive. The enterprise was abandoned after three years.

Silfurberg frá Helgustöðum við Reyðarfjörð. Ljós sem fer gegnum silfurbergskristall skiptist í tvær bylgjur sem svífast hornrétt hvor á annað. Þetta er kallað tvíbraut ljósbrots, og silfurberg er einsum hrkt vegna þess eiginleika. Hann veldur því, að sé silfurbergskristal lagður yfir prentað letur, sá birtist letrið tvöfalt.
Iceland spar from Helgustaðir near the town of Eskifjörður, Eastern Iceland. It is known for its conspicuous property of double refraction: A light ray passing through Iceland spar is split into two waves oscillating at right angles to each other. When a crystal of Iceland spar is placed upon a printed page, two images of the letters are seen.
Stærð sýnis / sample size 4,5x6 cm
Mynd / Photo: Gretar Ívarsson

Silfurberg frá Hoffellsdal í Hornafirði, Suðausturlandi.
Iceland spar from Hoffellsdalur, near the town of Höfn, SW Iceland.
Stærð sýnis / sample size 24x21 cm.
Mynd / Photo: Gretar Ívarsson



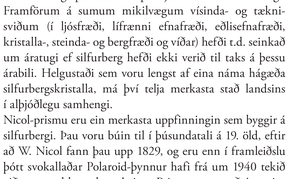
Mynd úr ritverki Rasmusar Bartholin frá 1669, útlitsliga breytt. Augað við A sér tvo geisla sem koma frá punktinum A. A útlit því úr fyrir að vera tvær punktar - B og C.
Ef kristallinum er snúið, er annar punktúrinn (C) kyrr, en hinn (B) snýr.
A diagram from the 1669 essay of Rasmus Bartholin, slightly modified. The eye located at X sees two rays coming from the dot A. A therefore appears as two dots - B and C. If the crystal is rotated, then one dot (C) is stationary while the other (B) rotates.

Silfurberg

Silfurberg er vatnstært afbrigði af kalsíti. Það myndar fallega kristalla, algeng form þeirra eru ýmist skáteningar eða skalenóeder (með þríhyrndum oddflötum). Kristallar sem finnast eru jafnan mattir að utan og oft þaktir geislasteinum. Silfurberg má kljúfa í skáteninga með 105° og 75° hornum milli hliðanna, og fletirnir hafa glergljáa. Þegar horft er gegnum tæra kristalla, sjást tvær myndir vegna tvöfalda ljósbrotsins. Vísindamennirnir Erasmus Bartholinus í Danmörku og Christiaan Huygens í Hollandi birtu merkar athuganir á þessum og öðrum eiginleikum silfurbergs frá Helgustöðum í Reyðarfirði á seinni hluta 17. aldar. Það átti síðan þátt í framförum á ýmsum sviðum náttúruvísinda frá um 1780, einkum vegna hlutverks síns í tækjum til rannsókna á og með ljósi.

Iceland spar

Iceland spar is a highly transparent variant of calcite. It forms crystals whose shapes are commonly either rhomboidal or scalenohedral (with triangular facets). When found, the crystals have matt surfaces, often overgrown with zeolites. Iceland spar can be easily split into rhomboids with a vitreous lustre, having angles of 105° and 75° between the sides. When one looks through a clear crystal, two images are seen due to its double refraction. The scientists Erasmus Bartholinus in Denmark and Christiaan Huygens in Holland published important observations on this and other properties of Iceland spar from Helgustaðir in Reyðarfjörður, East Iceland, in the late 17th century. Iceland spar contributed significantly to progress in various fields of the natural sciences from around 1780 onwards, in particular through their use in essential components of certain optical instruments.



Nicol prisma

Silfurberg er ekki bara fallegt, heldur hafa þær uppgötvanir sem gerðar voru með því á tímabilinu 1780-1930 haft þein áhrif á margt það sem við þekkjum í nútíma samfélagi. Framförum á sumum mikilvægum vísinda- og tækni-sviðum (í ljósfræði, lífrænni efnafræði, eðlisefnafræði, kristalla-, steinda- og bergfræði og víðar) hefði t.d. seinkað um áratugi ef silfurberg hefði ekki verið til taks á þessu árabili. Helgustaði sem voru lengst af eina náma hágæða silfurbergskristalla, má því telja merkasta stað landsins í alþjóðlegu samhengi.
Nicol-prismu eru ein merkasta uppfinningin sem byggir á silfurbergi. Þau voru búin til í þúsundatali á 19. öld, eftir að W. Nicol fann þau upp 1829, og eru enn í framleiðslu þótt svokallaðar Polaroid-þynnur hafi frá um 1940 tekið við sumum hlutverkum þeirra. Prismun eru gerð úr tveim fleygum af silfurbergi, límdum saman. Lítið á myndina: ljósbylgja kemur frá vinstri og skiptist í tvo skautaða geisla í fyrri silfurbergsfleygnum. Annar geislinn kemst í gegnum límflötinn, og hefur sveiflustefnu sem er þekkt og má snúa. Hinn geislinn speglast frá líminu og er ekki notaður. Prismað kemur að notum bæði við að breyta óskautuðu ljósi í skautað ljós, finna sveiflustefnu skautaðs ljóss, eða deyfa það að vild. Algengustu mælitækin sem Nicol-prismu gegndu lykilhlutverki í frá um 1850, voru af nokkrum mismunandi gerðum: ljóssnúningsmælar (polarimeters), skautunarsmásjár, ljósstyrksmælar (photometers), ýmsir litamælar (colorimeters), og háhitamælar (pyrometers). Silfurberg kom einnig að notum víðar, til dæmis í yfir 30 ár sem kvarði við greiningu röntgengeisla í bylgulengdir, enda hafði það fullkomnustu kristallabyggingu allra náttúrulegra efna.

Of langt yrði að útlista hér allar þær uppgötvanir sem silfurberg átti þátt í, eða víðtæk áhrif margra þeirra. Nægir að nefna, að þar komu við sögu ýmsir af þekktustu raunvísindamönnum heims á 19. og 20. öld, meðal þeirra A. Fresnel, M. Faraday, J.C. Maxwell og A. Einstein.

Nicol prism

Iceland spar crystals do not only look nice: scientific discoveries made with their aid directly influenced the development of modern society. Progress during the period 1780-1930 in various important fields of the natural sciences and technology (for instance in optics, organic chemistry, physical chemistry, crystallography, mineralogy and petrology) would have been delayed by decades if Iceland spar had not been available at that time. As the sole supplier of first-class spar crystals for scientific purposes, Helgustaðir may therefore be considered the most valuable location in Iceland in an international context.

Nicol prisms represent the prime application of Iceland spar. Thousands of these prisms were produced in the 19th century, following their invention by W. Nicol in 1829. They are still in production, although so-called Polaroid sheets have since 1940 replaced them in many applications. A Nicol prism is made from two wedges of spar which are joined together by a thin coat of glue. In the diagram, a wave of ordinary light coming from the left is split into two polarized rays on entering the first wedge. The ray passing through the glue has a known direction of oscillation, which can be rotated arbitrarily. The other ray is reflected from the glue, and is generally not made use of. In addition to converting unpolarized light into polarized light, a Nicol prism can be used for finding the direction of oscillation in a polarized beam, and for attenuating its intensity. The most common types of optical instruments which contained Nicol prisms as key components were: polarimeters (including saccharimeters), petrographic microscopes, photometers (including spectrophotometers), various colorimeter devices, and optical pyrometers for measuring high temperatures. Other functions of Iceland spar included its use as a standard in the spectroscopy of X-rays, due to its perfect structure.

It would take up too much space to explain all the discoveries in which Iceland spar played a direct or indirect role. Some of these had wide-ranging consequences, including achievements by world-famous scientists of the 19th and 20th centuries such as A. Fresnel, M. Faraday, J.C. Maxwell and A. Einstein.

Leó Kristjánsson

Heimildir / References:

ANTHONY, JW., BIDEAUX, R. A., BLADH, K. W. & NICHOLS, M.C., 2003. "Calcite", Handbook of Mineralogy (PDF). V (Borates, Carbonates, Sulfates).
BARTHOLINUS, E., 1669. Experimenta Crystalli Islandici Disdiaclastici Quibus mira & insolita Refractio Detegitur. D. Paulli, Hafniae. 60 p. Also published: 1670 and later, e.g. 1959 as Acta Hist. Scient. Nat. Medic. 48. Danish National Library of Science and Medicine, Copenhagen. With an English translation and an Introduction by J.Z. Buchwald and 305. K. M. Pedersen: Bartholin; his discovery and its significance, s. 9-29.
CHANTILLY, VA, US: Mineralogical Society of America. ISBN 0962209740.
DES CLOIZEAUX, A., 1846-47. Note sur le gisement du spath d'Islande. Bull. Soc. Géol. Fr. 4, 768-773. A similar account is in Arch. Missions Scient. Litt. 1, 587-593, 1850.
KRISTJÁNSSON, L., 2007. Silfurberg: Skýrsla um árbókf beim í bæjarútgáfum. Menningarsjóð og heimildaskrá, 384 pages.
KRISTJÁNSSON, L., 2010. Iceland spar and its influence on the development of science & Technology in the period 1780-1930. Notes and References.
RICKWOOD, P. C., 1981. "The largest crystals". American Mineralogist 66:885-907
SIGURDSSON HARALDUR, http://vulcan.rhod.is/rhod/vulkan/
SÆMUNDSSON, K. & GUNNLAUGSSON, E., 2013. Íslenska steinaríkin / Icelandic Rocks & Minerals. Mál og Menning.
SÆMUNDSSON, K. & GUNNLAUGSSON, E., 2013. Íslenska steinaríkin / Icelandic rocks and minerals. Mál og Menning, forlagsjd.is.
WIKIPEDIA

Breiðdalssetur – Málvísindi – Jarðfræði – Sagan
Fjarðabyggð
Menningarráð Austurlands
Söknaráætlun Austurlands
Háskóli Íslands
Náttúrustofa Austurlands
Náttúrustofa Suðausturlands
Grafík Hönnun: Zdenek Pavák