

Vidste du det om...?

- diamanter

Af geologerne Thomas Varming og Paw B. S. Jensen, *GeologiskNyt*

De fleste synes nok, at diamanter er ganske interessante på den ene eller anden måde – og har sikkert undret sig over, hvorfor de har sådan et fantastisk spil, eller hvorfor de er så hårde. Og om de overhovedet har fundet anvendelse til andet end kostbare smykker.

Diamant består ligesom grafit udelukkende af kulstofatomer. Den måde, de er arrangeret på i rum, er dog meget forskellig. De er begge såkaldte allotroper af kulstof. De meget store forskelle i deres egenskaber skyldes deres forskellige krystalstrukturer. Hvor atomerne i grafit er arrangeret i en lagdelt struktur, er kulstofatomerne i en diamant arrangeret i tredimensionelle tetraedre med de samme egenskaber i alle retninger.

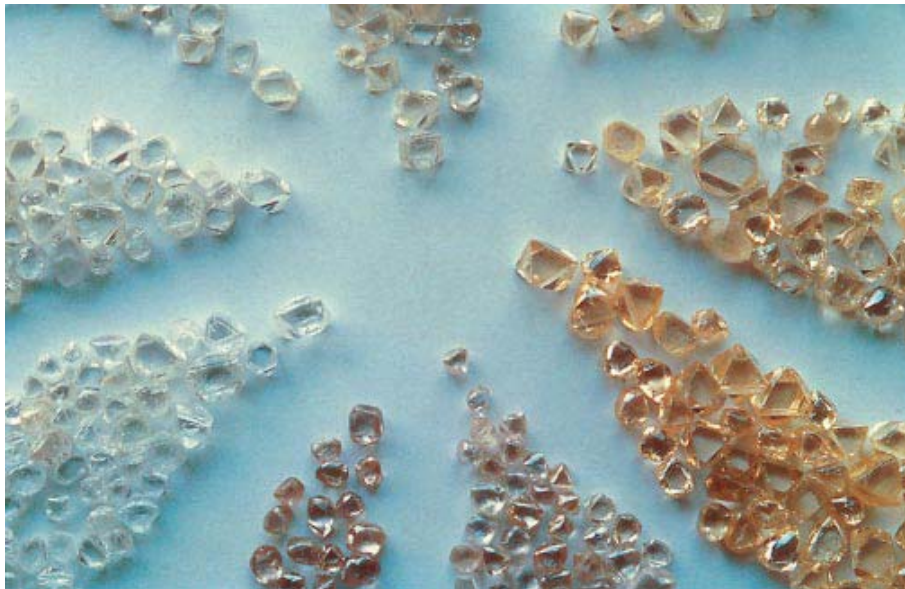
Hos diamanten er hvert kulstofatom koblet til fire andre kulstofatomer med en afstand på $1,544 \times 10^{-10}$ m mellem hvert atom og med en C-C-C bindingsvinkel på 109,5 grader. Dette resulterer i en stærk, stiv tredimensionel struktur med et uendeligt netværk af atomer. Dette giver diamanten dens utrolige hårdhed, dens styrke og holdbarhed og betyder samtidig, at diamant har en vægtfylde på $3,51 \text{ g/cm}^3$ mod grafits vægtfylde på $2,22 \text{ g/cm}^3$.

På grund af den tetraederiske struktur er diamant utroligt modstandsdygtig over for tryk (deformation) og derfor også utroligt hård.

Et par fysiske karakteristika

En krystals hårdhed angives på en skala udarbejdet af den tyske mineralog Friedrich Mohs i 1922. Skalaen rangerer forskellige mineraler i forhold til hinanden efter deres tilbøjelighed til at ridse hinanden. Diamant kan ridse i alle materialer og er derfor det hårdeste almindeligt kendte materiale. Det har fået værdien 10 på Mohs-skalaen.

Skalaen er inddelt efter ti mineraler, talk, gips, calcit, flourit, apatit, ortoclas, kvarts, topas, korund og diamant (med talk som det blødeste og værdien en, diamant det hårdeste og værdien ti). Hvis et materiale kan ridse i for eksempel kvarts, men



Et lille overflødhedshorn af uslebne diamanter inddelt efter farve. (Arkivfoto)

ikke topas, så har materialet en værdi på Mohs skalaen på over syv og mindre end otte. Skalaen er logaritmisk, hvilket fx vil sige, at diamant er ti gange så hård som korund.

En anden af diamants egenskaber er, at den besidder den bedste varmelednings-eвне, vi kender. De leder varmen op til fem gange bedre end kobber. Til gengæld leder diamant ikke elektricitet, hvilket gør mineralet til en isolator. Der er dog undtagelser, da borholdige diamanter kan være halvledende.

Lysbrydning

Noget helt specielt ved diamant og én af grundene til, at stenen er så skattet, er måden hvorpå diamant spreder lyset. Brydningsindekset angiver en faktor, hvorved lyset transporteres langsommere igennem materialet, i forhold til den hastighed lys udbreder sig i vakuum. For diamant er brydningsindekset henholdsvis 2.409 for rødt lys og 2,465 for violet lys. Det betyder at hastigheden for lys i en diamant er knap halvdelen af hastigheden i et vakuum, nemlig 121.000-125.000 m/s.

Ædelstenen opfører sig som et prisme, hvor hvidt lys spredes i alle regnbuens farver. Denne farvespredning kaldes dispersion og bestemmes ud fra forskellen mellem de to brydningsindeks (rødt og violet lys).

Dispersionen for diamant er 0,056, hvilket er en relativt høj dispersion. Et mineral som for eksempel flusspat har en dispersion på 0,0070. Jo større en dispersion jo bredere et farvespektrum opnår man.

Lidt om farver

En diamants glans stammer fra en kombination af lysbrydning, interne refleksioner og lysspredning.

For gult lys har diamant fx et højt brydningsindeks på 2,4 og en lav kritisk vinkel på 24,5 grader. Det betyder, at hvis indkommende lys rammer en anden intern flade med en vinkel på mere end 24,05 grader, kan lyset ikke slippe igennem fladen og vil derfor reflekteres ind i stenen. Det kan se ud som om, stenen lyser af sig selv, men det er i virkeligheden udefrakommende lys, som reflekteres. Jo længere lyset kastes frem og tilbage mellem de interne flader inde i diamanten, jo mere spredes lyset og herved fremkommer de forskellige farver, diamanten ser ud til at have, når man drejer den rundt i lyset – selvom diamant faktisk oftest er farveløs, når der er tale om slebne eksemplarer. Diamanter kan dog selv have farver – disse bliver mere og mere populære som smykkesten. Brun er den oftest forekommende farve og bliver solgt som "champagne", "cognac" eller "coffee". Orange er den mest sjældne farve

og sælges som "apricot". Ellers tales der om farverne gul, rød, pink, grøn, blå, grå, violet, hvid og sort, hvor pink er den, der lige nu vækker mest opsigt – udover den orange. Oftest skyldes farven i diamanter hydrogen- eller nitrogen-relaterede defekter, generel deformation eller tilstedeværelse af "fremmede atomer" som fx bor i de dybbå diamanter tilfælde.

Industriel anvendelse nu og i fremtiden

Nu er diamanter ikke bare smykkesten, – de har også fundet anvendelse i industrien i form af blandt andet glasskærere, borekroner og som slibemiddel. Syntetiske diamanter kan i dag laves på to forskellige måder. Enten ved at presse grafit ved meget høje temperaturer og højt tryk (60.000 atmosfære) eller ved metoden, som kaldes kemisk gasaflejring, hvor en kulstofrig gas under stor varme og under påvirkning af enten radio- eller mikrobølger nedbrydes

og afsættes som en diamantfilm på en overflade. Begge metoder har dog ulemper; enten bliver diamanterne små, eller også er væksthastigheden lille og renheden ringe.

Nu er der så kommet et område, hvor syntetiske diamanter måske i fremtiden kan finde deres anvendelse. Det er lykkedes at fremstille syntetiske diamanter, som har halvlederegenskaber sammenlignelige med silicium. Ved at dyrke mindre diamanter på en større diamant og ved at tilsætte en diboran-gas under processen inkorporeres der små huller i diamanten, hvor elektroner kan strømme uhindret igennem. Selvom man kunne opskalere processen, er det dog usandsynligt at diamant-chips erstatter de silicium-chips, vi kender i dag. I stedet vil de sikkert finde anvendelse inden for meget specialiserede områder som i radarer eller elektriske kredsløb i satellitter, som kræver stabilitet i stærkstrømsapplikationer ved høje temperaturer.



Slebne diamanter i forskellige farver. (Arkivfoto)

Kort nyt

Iltsvind vs bunddyrene: 1:0

Det værste iltsvind i 25 år med døde fisk og bunddyr mange steder er som følge af blæsten og det kølige vejr nu kraftigt på retur. Trods den længe ventede bedring er der dog fortsat i det sydlige Lillebælt og Flensborg Fjord områder med iltsvind. Ved de mildest ramte steder søger fiskearter fortsat væk, mens der stadig er steder med kraftigt iltsvind, hvor bunddyr dør. Store reduktioner og ligefrem total udslættelse ses i de store områder. Her er der ikke overlevende bunddyr på dybder større end 17-20 meter, mens der i områder med kortvarige og mindre kraftige iltsvind ingen synlige skader er observeret – fx langs Kattegat, Nordsjællands og Øresunds kyst. Samlet er der dog bedring undervejs. Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) venter en normalisering af iltforholdene i løbet af en måneds tid. De samlede skader kortlægges nu af amterne og DMU. Foreløbige resultater viser reduktioner på op til 100 procent i antallet af bunddyr.

Politiken/Berlingske/PBSJ

Et nyt jordcenter - vores ældste fossil

En underlig indtil nu ukendt sfære på omkring 300 km i diameter er fundet allerinderst i jorden. Den blev opdatet af en Harvard-professor og én af dennes stude-

rende, som tålmodigt har undersøgt data fra hundredetusindevis af jordskælvsbølger, som har passeret gennem jordens centrum over de sidste 30 år. "Det kan meget vel være det ældste fossil i forbindelse med dannelsen af Jorden", siger Adam Dziewonski, Jr. Professor på Harvard, og fortsætter: "Dets oprindelse er endnu ukendt, men tilstedeværelsen kunne ændre vores opfattelse af dannelsen og historien af vores planet". Jordens centrum ligger omkring 2.400 km under vores fødder. Kontinenter og oceaner udgør kun en tynd skorpe, der strækker sig godt 12 km ned. Under skorpen findes et tykt godt 1.100 km tykt lag, kendt som kappen. Langsomme bevægelser af bjergarter i kappen forårsager kontinentflydning og subduktion af havbund i dybe grave. Kappen omslutter en kerne på godt 1.300 km, meget varm og mest af alt bestående af jern. Den ydre kerne er flydende, den indre kerne fast. Sådan har opfattelsen været i de sidste 66 år.

Den sidste forskning udført af Dziewonski og hans studerende Miaki Ishii viser nu, at det ikke fortæller hele historien. Inde i den indre kerne findes en 300 km stor indre "indre" kerne. Denne kerne inde i kernen udgør op til en ti-tusindedel af jordens samlede volumen. Den indre kerne har længe været kilde til undren for for-

skere. I 1980'erne fandt forskere jord-"skælvsbølger, der rejste parallelt med Jordens rotationsakse, stort set nord-syd, gik igennem jordens indre kerne hurtigere end bølger, der bevægede sig langs ækvatorialplanet, eller øst-vest. Denne diskrepans var uforklaret indtil 1986, hvor nogle forskere inklusiv Dziewonski viste, at det var udslaget af fænomenet anisotropi (atomer i mineraler pakket på forskellig måde alt efter hvilken retning man kigger på dem, hvilket igen giver forskellige egenskaber). Anisotropi forklarede meget, men ikke alle de ændringer man så i den måde, jordskælvsbølger rejste på. Miaki Ishii og Dziewonski analyserede 30 års data fra jordskælvsbølger og fandt en tydelig ændring i anisotropien i et område på ca 300 km dybest inde i jorden. Dziewonski har foreslået, at denne allerinderste jernsfære kunne være en rest af den originale kerne, hvorfra Jorden separeredes ind i skorpe, kappe og kerne for omkring 4.6 mia. år siden. Der kan dog være flere forklaringer, men lige meget hvilken en der vælges, forventer Dziewonski og Ishii en del opstandelse i den videnskabelige verden. For at lave mere tilbundsående tests, er det nødvendigt med et nyt og bedre netværk af seismomtre.

www.terradaily.com/PBSJ