afgiftekantoor : 2550 kontich 1

geonieuws

maandblad van de
mineralogische kring antwerpen vzw
16(8), oktober 1991

in dit nummer...

* hiortdahliet
* luminescentie

mineralogische kring antwerpen vzw

Oprichtingsdatum : 11 mei 1963 Statuten : nr. 9925, B.S. 17 11 77
Zetel : Ommeganckstraat 26, Antwerpen BTW-nummer : 687 082 474
Wettelijk depot : Kon. Bib. België BD 3343
Verschijningsdata : maandelijks, behalve in juli en augustus.
Redakteur en verantwoordelijke uitgever : H. DILLEN, Doornstraat 15, B-9170 Sint-Gillis-Waas.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, mikrofilm of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Betalingen
Belgie : kontributie : HBK-rekening 880-1909401-03
andere betalingen : HBK-rekening 880-1909401-03 of postrekening 000-1155095-19.
Nederland : alle betalingen : girorekening (NL) 51 91 10 (betalingen in gulden).
Al deze rekeningen staan op naam van M.K.A. v.z.w., Marialei 43, B-2900 Schoten.

NUTTIGE ADRESSEN

* BENDER H., Pieter Van den Bemdenlaan 107, B-2650 Edegem. Tel. 03/440 89 87.
  Bestuurder, sekretaris.
* BENDER P., Pieter Van den Bemdenlaan 107, B-2650 Edegem. Tel. 03/440 89 87.
  Mineraal van de maand, technische realisatie Geonieuws.
* CORNELIS G., Schijfstraat 81, B-2020 Antwerpen. Tel. 03/238 62 62.
  Jeugdwerking.
* DILLEN H., Doornstraat 15, B-9170 Sint-Gillis-Waas. Tel. 03/770 60 07.
  Redakteur Geonieuws.
* JENSEN J., Petrus Delenstraat 3, B-2390 Westmalle. Tel. 03/311 73 47.
  Bestuurder, vindplaatsenkartoteek.
* LOYENS R., Noorderveld 15, 2128 Sint-Job-in-'t-Goor/Brecht. Tel. 03/663 23 86
  Uitleendienst, werkgroep fluorescentie.
* MAERTENS J., Koeisteerthofdreef 60, B-2640 Mortsel. Tel. 03/455 88 78.
  Ekskursies, werkgroep informatika.
* OP DE BEECK E., Curielaan 22, bus 6, B-2900 Schoten. Tel. 03/658 54 34.
  Vergaderingen RVB.
* PAUWELS M., Boskouter 70, B-2070 Burcht. Tel. 03/253 13 79.
  Samenaankoop.
* ROGIEST G., Prins Kavellei 86, B-2930 Brasschaat. Tel. 03/652 02 32.
  Bestuurder, public relations.
* SCHUYBROECK E., Karel de Vle straat 11, B-2030 Antwerpen. Tel. 03/542 40 87.
  Bibliotekaris.
* TAMBUYSER J., Jan Samijnlaan 37, B-2100 Deurne. Tel. 03/325 03 93.
  Determinatiedienst.
* TAMBUYSER P., Surmerhuizerweg 23, NL-1744 JB Eenigenburg. Tel. 00/31/2269/4231.
  Werkgroep edelsteenkunde.
* VAN GOETHEM L., Boterlaarbaan 225, B-2100 Deurne. Tel. 03/321 50 60.
  Werkgroepen, opvang nieuwe leden, kulturele raden, public relations.
* VAN HEE P., Marialei 43, B-2900 Schoten. Tel. 03/645 29 14.
  Bes0xurder, voorzitter, koördinator beurzen en tentoonstellingen.
* VAN HEE-SCHOENMAEKERS A., Marialei 43, B-2900 Schoten. Tel. 03/645 29 14.
  Penningmeesteres.
* VAN TICHELEN W., Robert Molsstraat 19, B-2018 Antwerpen. Tel. 03/237 58 18.
  Mede-bibliotekaris, dokumentatiedienst.
* VERCAMMEN A., Palmanshoevestraat 21, B-2610 Wilrijk. Tel. 03/827 32 11.
  Bestuurder, ondervoorzitter, exposantenadministratie Minerant.
* VERCAMMEN K., Langemarkstraat 42, B-2600 Berchem. Tel 03/230 08 22.
  Ledenadministratie.

mka - kalender

Vrijdag 11 oktober 1991

Maandelijkse vergadering in het lokaal van de H.B.K., Lange Lozanastraat 250-258 te Antwerpen.

19.00 h : gelegenheid tot transakties, raadplegen van de biblioteek, identifikaties, tombola, aanbod van het mineraal van de maand (hiortdahliet), afspraken voor privé-ekskursies.

20.30 h :

voordracht met dia's over

"MINERALEN UIT DE OMGEVING VAN LAACHER SEE"

door de heer
E. VAN DER MEERSCHE

Aan de hand van een reeks uitzonderlijk mooie dia's zal U ongetwijfeld een andere kijk krijgen op de mineralen van dit interessante deel van de Eifel. En de heer E. Van der Meersche staat zonder meer garant voor fotografische èn mineralogische kwaliteit !

Zaterdag 12 oktober 1991

Vergadering van de *werkgroep edelsteenkunde in het lokaal Ommeganckstraat 26 te Antwerpen, van 9.30 tot 12.00 h.*
Onderwerp : granaat.
De granaten vormen een erg belangrijke en interessante groep edelstenen. Onder de granaten vallen mineralen zoals pyroop, almandien, spessartien, grossulaar enz. Van deze mineralen zijn er prachtige edelstenen gekend. We zullen deze mineralengroep op deze vergadering uitvoerig behandelen : al de kenmerken die gebruikt kunnen worden bij het gemmologisch onderzoek van granaten worden besproken. Naast gemmologische kenmerken wordt tevens aandacht geschonken aan vormingsomstandigheden, vindplaatsen enz.

Titelpagina :
Rookkwartskristallen overdekt met chloriet. Galenstock, Furka, Uri, Zwitserland. Lengte 5 cm. Foto en verzameling H. Dillen.

Zaterdag 19 oktober 1991

Groepsekskursie voor gans de familie naar de provincie Luxembourg : CAHAY-VIELSALM en eventueel ook naar een kalksteengroeve in Durbuy. Meer informatie over de mikro-mineralenvindplaats - met o.a. turkoois - te Cahay vindt U in

Swaenen M., "Vielsalm, Belgisch MM-paradijs", Min. Tijdschr. 15, 3 t/m 6.

De verplaatsing gebeurt individueel per wagen. We komen samen op het kerkplein te Vielsalm (langs hoofdbaan) om 10.30 h. U kan de afspraakplaats via de volgende reiswegen bereiken :

- via Antwerpen of Hasselt : E313 naar Liège -> E40 richting Aachen -> [*]
- via Gent of Brussel : E40 richting Aachen -> [*]

[*] voorbij uitrit 37 : E42 nemen richting Verviers -> uitrit 10/Francorchamps -> N622 volgen over Stavelot -> N68 over Trois-Ponts en Grand-Halleux -> in Vielsalm vindt U links het kerkplein. Hou er rekening mee dat de rit uit Antwerpen zo'n 2.30 h duurt !

Breng bergwandelschoenen, rugzak, hamers, beitels, handschoenen, veiligheidsbril en loepe mee. De toegang wordt door de MKA geregeld. U dient in te schrijven door (voor 25 september 1991 !) een briefkaart te sturen aan de heer J. Maertens, Koeisteerthofdreef 60 te 2640 Mortsel met vermelding van MKA-lidnummer, naam, adres, geboortedatum en telefoonnummer.

en op vrijdag 25 oktober...

op vrijdag 25 oktober 1991 organiseert MKA
voor haar leden (en partners)
een uniek, spetterend en grandioos

GEZELLIG SAMEN ZIJN

in het lokaal HBK
Lange Lozannastraat 250-258, Antwerpen
20.00h

koud buffet
kostprijs : 450-BEF per persoon
vóór 14 oktober over te schrijven op rekening
880-1909401-03, tnv MKA, Marialei 43, 2900 Schoten
(of 25-NLG per persoon op NL postgirorekening 51 91 10)

zorg dat u er bij bent !

Zaterdag 16 november 1991

Groeps-ekskursie voor de ganse familie naar LE TRIMBLEU.
We bezoeken een oude steenkoolmijn, onder leiding van een ex-mijnwerker, met o.a.

* een audio-visuele voorstelling "DE DAG VAN EEN MIJNWERKER"
* een bezoek aan de bovengrondse installaties (technische uitrusting, reddingszaal, douches, lampenkamer)
* een bezoek aan de ondergrondse mijn : afdaling met de liftkooi tot in de ondergrondse galerijen waar U de mijngangen, de grondgalerijen, de pijler en de steenkoollader ontdekt. U

woont de voorstelling bij van het gebruik van de ophaalmachine en de mijnwerkerstuigen. U zult alles leren over het leven van de "koolputters", hun verdriet en hun werkomstandigheden.

De toegangsprijs is ongeveer 280 BEF. Hierin is de huur van een helm en een jas voor het bezoek aan de ondergrondse galerijen begrepen. U dient zelf te zorgen voor vlotte kledij en gepast schoeisel. De galerijen werden aangepast om een bezoek te vergemakkelijken.

We ontmoeten elkaar aan de cafetaria om 12.45 h stipt. Het toeristisch kompleks "Le Trimbleu" is gelegen aan de Rue L. Marlet 23, 4670 Blegny-Trembleur (provincie Liège) en is als volgt te bereiken (zie plannetje) :

* Per trein : naar Liège, uitstappen in het station Liège-Palais, en dan NMBS-bus nr. 67 (Place Saint-Lambert) - Dalhem. Uitstappen voor de "Trimbleu". Geniet van de speciale "B-ekskursies"-treinvoorwaarden.

* Per auto : vanuit Brussel of Antwerpen : snelweg E 40 richting Aachen, uitrit 36. Daarna de aanduidingen "Blegny-Trembleur" of "Trimbleu" volgen. U kan Uw wagen parkeren op de grote parking.

Indien U aan deze interessante ekskursie wenst deel te nemen dient U zich tijdig in te schrijven. Daartoe schrijft U een briefje of briefkaart aan de heer Johan MAERTENS (adres : zie binnenkaft), en maakt U een voorschot van 200 BEF per persoon over op HBK-rekening 880-1909401-03 t.n.v. Mineralogische Kring Antwerpen, Marialei 43, 2900 SCHOTEN (Nederland : 12 NLG op girorekening 51 91 10) met de vermelding "Trimbleu 16.11.91".

Errata...

In het vorige nummer zijn helaas een paar fouten geslopen :
p. 131 : onze voordrachtgever was de heer Axel EMMERMANN (dus niet : Temmerman !).
p. 137 : sommige stukken van het aanbod van de maand bevatten HEMATIET (dus niet : galeniet).
't Is jammer maar helaas...

Gratis verblijf in Moskou...

Enkele Russische mineralenverzamelaars zoeken kontakt met Belgische verzamelaars voor verblijfsuitwisseling : gratis verblijf in Moskou in ruil voor gratis verblijf in België.
Kontakteer voor verdere informatie het MKA-sekretariaat.

Samenvatting Verslag Raad van Bestuur van 23 juni 1991

Aanwezig : P. Van hee, A. Vercammen, G. Rogiest, J. Jensen, H. Bender

1. Verslag 14/10/90
Goedgekeurd.

2. Minerant 91
Minerant 91 wordt (met dia's) overlopen.

3. Financiele toestand na Minerant 91
De rekeningen worden overlopen. De toestand is bevredigend.

4. Minerant 92

De plaats van sekretariaat, werkgroepen en tentoonstelling op Minerant 92 wordt besproken. De sekretaris zal een situatieschets uitwerken.
Aan de kant Israelietenstraat zal onder de arkades de mogelijkheid om een dubbele rij standhouders te plaatsen als reserve voorzien worden.
De prijs wordt verhoogd tot 1100,-BEF/m.
De standhouders moeten inschrijven en betalen vóór 31 maart 1992.
De data zijn 9 en 10 mei 1992 (moet nog wel bevestigd worden bij de stad).
Op de verzendingskosten van de Belgische uitnodigingskaartjes kan 40 % bespaard worden door vooraf afgestempelde postzegels te kopen. De kaartjes dienen dan gesorteerd te worden per verzendingskantoor (de etiketten dienen dus per postnummer afgedrukt te worden).
Affiche : de mogelijkheid (prijs) voor een affiche met kleurenfoto zal nagegaan worden.
Een moviebox (circa 15000,-BEF) zal aangekocht worden. Een volledige video (met opname mogelijkheid) is niet vereist.

5. Varia

Gezellig samen zijn : 25 oktober 1991, in HBK.

Vergadering Belgische mineralen en fossielen verenigingen : 22 november in Ommeganckstraat.

Deelname andere manifestaties :
Ruilbeurs Aalst : april 92, op 28/6 heeft een info-vergadering plaats.
Hobbybeurs Malle : Pasen 92 (18-20 april 1992).

P. Van hee
voorzitter

H. Bender
sekretaris

beurzen en tentoonstellingen

05-06	10	F	**WASQUEHAL** (nèt over de grens voorbij Kortrijk). Beurs (M-F).
18-20	10	E	**BARCELONA.** Recinto Ferial, Pabellon 6. 10-20.30 h. Beurs (M-F).
19	10	CSSR	**KRALUPY.** Beurs (M).
19-20	10	D	**MILTENBERG.** Altes Rathaus. 10-17 h. Beurs (M-F). Tentoonst. "Fluorite - sulfate".
19-20	10	D	**WIESBADEN.** Rhein-Main-Halle. 11-18 h. Beurs (M-F-E-J).
19-20	10	D	**FREIBURG.** Stadthalle (Halle 2). Beurs (M-F). 10-17/10-18 h.
19-20	10	F	**HAGENTHAL-LE-BAS.** Salle polyvalente. 12-18/10-17.30 h. Beurs (enkel MM)
19-20	10	UK	**LONDON.** Holiday Inn, Swiss Cottage.
19-20	10	F	**DIJON.** Espace Grévin. Beurs (M-F).
19-20	10	F	**TOULON-LA VALETTE.** Valexpo, La Valette du Var. Beurs (M-F-J).
20	10	D	**TRAUNSTEIN.** Chiemgauhalle. Beurs (M-F).
20	10	A	**STEYR.** Stadtsaal, Stelzhammerstr. 2A. Beurs (M-F).
20	10	D	**WESEL.** Niederrheinhalle. 10-17 h. Beurs (M).
20	10	D	**GROSSENLÜDER/FULDA.** Bürgerhaus. 9-17 h. Beurs (M-F). Tentoonst. "Eigenfunde aus Hessen".
26-27	10	F	**CERNAY.** Scholly Naterne, 4, rue de la 2ème D.I.M. 9-19 h. Beurs (M-F).
26-27	10	DK	**RANDERS.** Ulvehöjhallen, Haslund. Beurs (M-F).
26-27	10	I	**CESENA.** Ente Fiera Cesena, Piazza Sanguinetti. Beurs (M-F).
26-27	10	CH	**CHUR.** Hotel Chur, Obertor, Welschdörfli 2. 10-17/9.30-17 h. Beurs
26-27	10	D	**DORTMUND.** Westfalenpark. Beurs (M). Tentoonst. "Steinkohlenbergwerk ZOLLVEREIN" en "Rambeck-Mineralien". 10-17 h.
26-27	10	F	**ROSNY-SOUS-BOIS.** Hôtel de Ville, rue Rochebrune. RUIL-beurs (M-F-MM)
26-27	10	D	**FRANKFURT.** Jahrhunderthalle. 11-18 h. Beurs (M-F-E-J).
26-27	10	CSSR	**PRAHA.** Beurs (M).
27	10	D	**MARBURG.** Bürgerhaus Marburg-Cappel. 9-17 h. Beurs (M-F).
27	10	D	**TRIER.** Europahalle, Bismarckstr. 11-18 h. Beurs (M-J-J).
27	10	NL	**AMSTERDAM.** Edenhal, Radioweg/Kruislaan. 10-17 h. Beurs (M-F) en andere aktiviteiten. Organisatie : GEA.
27	10	NL	**GÖTTINGEN.** Festhalle Göttingen-Weende. 9.30-17 h. Beurs (M-F).
27	10	D	**ROSENHEIM.** Stadthalle. 10-17 h. Beurs (M).
27	10	I	**ISPRA.** Centro CCR Euratom. Ruil-beurs (M).
01	11	DK	**KOPENHAGEN.** Forum F.D.S.M. Beurs (M-F).
01/03	11	D	**MUNCHEN.** Messegelände. 9-18 h. Beurs, tentoonstelling e.a.
02	11	NL	**ZWIJNDRECHT.** Develstein College, Develweg 5. Beurs (M).
02	11	UK	**LONDON.** University buildings, Gower Street. Annual re-union Fed. of Lapid. and Geol. Societies (verenigingen-stands). 12.30-17.00 h.
02-03	11	D	**GELSENKIRCHEN.** Revierpark Nienhausen. Beurs (M). Tentoonstelling : "Steinkohlenbergbau CONSOLIDATION".
02-03	11	D	**STUTTGART.** Schwabenhalle Fellbach. 11-18/11-17 h. Beurs.
02-03	11	F	**TOURNEFEUILLE.** Foyer communal. Beurs (M-F).
02-03	11	F	**REIMS.** Caveau du Champagne Jacquart, rue Gosset (bij station). Beurs (M-F-J-E), tentoonstelling "Kopermineralen".
02-03	11	DK	**KOPENHAGEN.** Forum FDSM. Beurs (M-F).
03	11	I	**VARESE.** Centro Mineralogico Varesino, Via Merini 33. Tentoonstelling (M-F)
03	11	B	**MONTIGNY-LE-TILLEUL.** Foyer culturel. RUIL-beurs (M-F). Voor inschrijving en informatie kan U terecht op een van deze telefoonnummer : 02/3602001; 071/515769; 071/329495.
03	11	NL	**ECHT.** Bisschoppelijk College, Populierlaan. 10-17 h. Beurs (M).
03	11	D	**GELNHAUSEN-ROTH.** 9-18 h. Beurs (M-F).
03	11	D	**HILDESHEIM.** Veranstaltungszentrum Berghölzchen. 10-17 h. Beurs (M-F).
09	11	A	**KLAGENFURT.** Gemeindezentrum Viktring. Beurs (M) e.a. aktiviteiten.
09-10	11	F	**CERNAY.** Beurs (M-F).
09-10	11	F	**STRASBOURG.** Salle des fêtes, 158 route de Lyon, Illkirch-Graffenstaden (ten z. van Strasbourg). Beurs (M-F-E).
09-10	11	D	**LÖRRACH.** Zentrum für Spielen und Gestalten. 12-18/11-18 h. Beurs (M).
09-10	11	D	**HEIDENHEIM.** Schlossgaststätte Hennenest. 10-18/10-17 h. Beurs (M-F).

09-10	11	D	**ENNEPETAL.** Haus Ennepetal. 10-18/10-17 h. Beurs (E-M), tentoonst. "Die Quarz-Feldspatgesteine und ihre Mineralparagenesen".
09-10	11	D	**FRANKFURT.** Galerij vertrekhal B van de luchthaven. 10-18 h. Beurs (M-F-J).
09-10	11	A	**KORNEBURG.** Rathaus. 9-17 h.

9 - 10 november 1991 : INTERMINERAL (Liège)
Palais des Congrès
Info :de heer M. Houssa, Avenue des Marteleurs 21, 4100 Seraing
Tel. 041/36 23 60.

10	11	NL	**ENSCHEDE.** Technische Universiteit, Hengelosestraat. Beurs (M-F).
10	11	D	**MÜNSTER.** Halle Münsterland. Beurs (M-F). 11-17 h. Tentoonstelling : "Zeeëgels"
10	11	D	**SCHAFFHEIM-MOSBACH.** Beurs (M-F).
10	11	D	**KASSEL.** Kulturhalle Niedervellmar, Jahnstrasse 11. 10-17 h. Beurs (M-F).
10	11	D	**LAUFFEN.** Stadthalle. Beurs (M-F). 11-18 h.
10	11	A	**JUDENBURG.** Festhalle. 9-17 h. Beurs (M-F-antikiteiten)
10	11	D	**GIESSEN.** Kongresshalle, Berliner Platz. Beurs (M-F-J-E).
10-11	11	D	**KÖLN.** Gürzenich, Martinstrasse. 11-18 h. Beurs (M-F-E-J).
16	11	D	**BONN.** Gaststätte Dottendorf, Dottendorfer Str. 41. 11-18 h. Beurs (M-F).
16	11	D	**FLÖHA.** Texturseidenwerke, Gaststätte Flöhatal, Augsburger Str. F180. Beurs (M).
16	11	CSSR	**TISNOV.** Beurs (M).
16	11	UK	**HAYWARDS HEATH.** Clair Hall, Perrymount Rd., Haywards Heath, Sussex. Beurs (M). 10.00 - 16.30 h.
16-17	11	A	**SALZBURG.** Kongresshaus. Beurs (M).
16-17	11	D	**DORTMUND.** Westfalenhallen. Beurs (M)
17	11	CH	**BERN.** Eissportzentrum Allmend (Halle 4-5). 9-17 h.

17	11	**SCHOTEN.** Gemeentelijke feestzaal, Sint-Cordulastraat 10. 10-18 h. Beurs (M-F-E-J). Info.: Mevr. SWAENEN, Hoge Kaart 73, B-2930 BRASSCHAAT. Tel. 03/651 79 26.

17	11	D	**BÜHL.** Bürgerhaus Neuer Markt. 10-18 h. Beurs (M-F). Tentoonst. edelstenen.
17	11	D	**LEVERKUSEN.** Beurs (M-F). 11-17 h.
17	11	D	**LANDSHUT.** Sporthalle. 10-17 h.
18	11	D	**BRETTEN.** Sporthalle, Simmelturm. 10-17 h. Beurs (M).

Deze kalender werd met de meeste zorg opgesteld. Toch raden we U aan om, vooraleer een verre reis te ondernemen om een beurs te bezoeken na te geaan of de gegevens (nog) korrekt zijn. De redaktie is niet verantwoordelijk voor eventuele foutieve gegevens.

gemology

Cornelius S. Hurlbut & Robert C. Kammerling.
Second edition.

John Wiley & Sons, Inc. New York, etc., 1991
pp. xiv, 336, (1), met vele tekstillustraties en 16 platen in kleurendruk.
prijsindicatie : 2625 BEF.

Zopas verscheen de tweede druk van dit gemmologie leerboek dat voor het eerst gepubliceerd werd in 1979 met Hurlbut en George Switzer als toenmalige auteurs. In de nieuwe uitgave werd R.C. Kammerling (directeur technische ontwikkelingen bij GIA) coauteur. De komst van deze nieuwe medeauteur gaf dit boek meteen een extra GIA-tintje; o.a. door de aanwezigheid van prachtige kleurenfoto's van edelstenen, maar tevens door de afbeeldingen van door GIA vervaardigde gemmologische apparatuur.

Alhoewel de globale aanpak en de indeling hetzelfde zijn gebleven, is de tekst opmerkelijk verbeterd en aangepast aan de nieuwste ontwikkelingen op gemmologisch vlak. Ook de referenties en gesuggereerde litteratuur aan het einde van ieder hoofdstuk zijn aangepast en uitgebreid.

In grote lijnen is het boek als volgt opgebouwd : inleidende hoofdstukken over de oorsprong van edelstenen, een inleiding in de kristallografie, fysische kenmerken gevolgd door testmethoden, hoofdstukken over synthetische stenen en tot slot een lang hoofdstuk over beschrijvende gemmologie.

De eerste vier hoofdstukken, waaronder een inleiding, een hoofdstuk over het ontstaan en voorkomen van edelstenen, kristalchemie, kristallografie, zijn inhoudelijk weinig gewijzigd.
In het hoofdstuk over fysische kenmerken van edelstenen vinden we echter diverse nieuwigheden waaronder een meer kritische behandeling van hardheidstesten (deze testen worden afgeraden), extra informatie over het gebruik van zware vloeistoffen en de thermische reaktietest en de thermische inertiemeter.

Het hoofdstuk over optische testen werd ook flink herwerkt; het is voorzien van een aantal nieuwe figuren en handelt ook over enkele nieuwe apparaten zoals reflectiviteitsmeters en de Brewsterhoek-refractometer.
Het hoofdstuk over de microscoop en dat over de spectroscoop werden sterk uitgebreid en aangepast aan de nieuwste ontwikkelingen.
Dat de hoofdstukken over synthesen, en imitaties sterk gewijzigd zijn, spreekt voor zich; er werd verder nog een hoofdstuk over behandelingen aan de tekst toegevoegd. Ook het laatste hoofdstuk over beschrijvende gemmologie werd gedeeltelijk herzien.

Kortom, we hebben hier te maken met een up-to-date leerboek op het gebied van gemmologie. Een belangrijk kenmerk van dit boek is dat het in de eerste plaats geschreven werd door een mineraloog en dat het daarom een bijzonder geschikte inleiding is voor degenen die de gemmologie vanuit een mineralogische achtergrond benaderen.

Samengevat kan gezegd worden dat dit boek ten zeerste geschikt is als leerboek en als een boeiende kennismaking met de gemmologie.
Kortom een "must" voor de edelsteenkundige in spe.

Paul TAMBUYSER

Een rechtvaardigere economie begint met de strook onderaan.

Bent u enigszins begaan met zinvolle tewerkstelling voor kansarme mensen, met de produktie en verkoop van mens- en milieuvriendelijke goederen, met economisch opbouwwerk voor achtergestelde streken, buurten en groepen? Kortom, geeft u om een rechtvaardigere economie?

Dan kunt u daar heel concreet uw steentje toe bijdragen als u bij HBK-SPAARBANK een Hefboomspaarboekje opent. Als u dat doet, engageert HBK-SPAARBANK zich om op basis van uw spaarbedrag een toelage van minstens 0,60% te geven aan een mens- en milieuvriendelijk project.

Dat gebeurt via Hefboom, een groeiende beweging van mensen die anders willen omgaan met geld en die zo bouwen aan een economie op mensenmaat. De toelage van HBK-SPAARBANK wordt omgezet in een rentesubsidie ten voordele van het project dat u hebt gekozen. Hebt u 100.000 BEF gespaard, dan geniet uw project een rentevermindering van 600 BEF op zijn lening bij Hefboom.

U krijgt echter evenveel interest als op een ander spaarboekje, terwijl u metterdaad de werking van Hefboom ondersteunt. Het staat u evenwel geheel vrij een deel van uw interesten (of zelfs 100%) toe te wijzen aan Hefboom.

Zet zelf de eerste stap naar een rechtvaardigere economie. Stuur onderstaande strook ingevuld terug naar HBK-SPAARBANK. Dan krijgt u meer informatie over Hefboomsparen, over de projecten die Hefboom steunt en over wat uw aandeel daarin kan zijn.

Hefboomsparen. Voor een economie op mensenmaat.

HBK-SPAARBANK

— ANTWOORDSTROOK —

Ja, ik ben begaan met een rechtvaardigere economie.
Stuur me alle informatie over Hefboom en Hefboomsparen.

NAAM

STRAAT NR

GEMEENTE POSTNR

Invullen in drukletters en terugsturen naar HBK-SPAARBANK, Directie Produktie, Lange Lozanastraat 250, 2018 ANTWERPEN.

mineraal van de maand
hiortdahliet

p. bender

Bij Strunz vinden we onder referentie VIII B 8) de WÖHLERIET-LÅVENIET-groep die behoort tot de sorosilikaten. Tot de sorosilikaten behoren ook meer bekende mineralen zoals hemimorfiet, epidoot, vesuvianiet, ardenniet. Als gemeenschappelijk kenmerk bevatten alle mineralen uit deze silikatenfamilie de Si_2O_7-groep.

Rössler van zijn kant heeft een andere indeling van de silikaten, hij bekijkt hiortdahliet als een zirkonium-silikaat uit de zirkoon-titanietgroep.

De wöhleriet-låveniet-groep verzamelt volgende mineralen :

volgens Strunz :

wöhleriet	monoklien	$Ca_2NaZrSi_2O_7(O,OH,F)_2$
låveniet	monoklien	$(Na,Ca,Mn)_3ZrSi_2O_7(O,OH,F)_2$
niocaliet	monoklien	$Ca_3(Nb,Ca,Mg)Si_2O_7(O,F)_2$
hellandiet	monoklien	$Ca_3(Y,Yb)_4B_4[Si_2O_7O(OH)_2]_3$
	prismatisch	
{opmerking van H.Strunz : formule en indeling nog onzeker}		
hiortdahliet	triklien	$Ca_2NaZrSi_2O_7(F,O)_2$
	pseudomonoklien	
labuntsoviet	monoklien	$(K,Na,Ba)(Ti,Nb)[(Si,Al)_2(O,OH)_7]_3.H_2O$

volgens Aarden, formules uit Glossary 80 en Encyclopedia II :

cuspidien	monoklien	$Ca_4Si_2O_7(F,OH)_2$
{opm.: bij Strunz in groep VIII B 6 met dezelfde formule}		
låveniet	monoklien	$(Na,Ca)_3ZrSi_2O_7(O,OH,F)_2$
wöhleriet	monoklien	$NaCa_2(Zr,Nb)Si_2O_8(O,OH,F)$
niocaliet	triklien	$Ca_4NbSi_2O_{10}(O,F)$
hiortdahliet	triklien	$(Ca,Na)_3ZrSi_2O_7(O,OH,F)_2$

De formules uit de Glossary 1980 en de Encyclopedia II zijn identiek. Bij Aarden geven de chemische formules in detail ook de sporenelementen aan, vereenvoudigd zijn ze wel gelijk aan de Glossary-vermeldingen. De formule voor hiortdahliet in de Encyclopedia I is ogenschijnlijk zo afwijkend dat we ze hier niet afdrukken.

In de aanvullingen op de Glossary 1987 [Additions 1989] en in de Glossary 1991 verschijnen nieuwe formules die rekening houden met de sporenelementen. Vermits dit de recentste officiële gegevens zijn geven we deze "echte" formules uit de Glossary 1991 (niet volledig gelijk aan de Additions 89 !) :

cuspidien	$Ca_4Si_2O_7(F,OH)_2$
låveniet	$(Na,Ca)_2(Mn^{2+},Fe^{2+})(Zr,Ti)Si_2O_7(O,OH,F)_2$
wöhleriet	$NaCa_2(Zr,Nb)Si_2O_7(O,OH,F)_2$
niocaliet	$Ca_{14}Nb_2(Si_2O_7)_4O_6F_2$

hiortdahliet $(Ca,Na)_3(Zr,Ti)Si_2O_7(O,F)_2$

Het is duidelijk dat de literatuurgegevens niet uitblinken door eenduidigheid, gedeeltelijk omdat door nieuwere analyses oudere gegevens worden verbeterd. De betrouwbaarste bron blijft de Glossary, maar ook die veroudert zeer snel. Gelukkig wordt hij om de 3 tot 5 jaren heruitgegeven

Er is overigens niet enkel een probleem met de chemische formules, ook de mineraalnamen spelen ons parten. In de index van Strunz vindt U "Hjortdahliet : zie Guariniet", terwijl Rössler alleen GUARINIET kent. In de verder vermelde Italiaanse referenties wordt enkel over Guariniet gesproken met een vage verwijzing naar Hiortdahliet. De officiële naam is HIORTDAHLIET [Glossary en Encyclopedia I en II].

De aanbieding van deze maand had van de oorspronkelijke eigenaar de naam GUARINIET gekregen. Vermits deze naam niet in de Glossary vermeld is, dachten we eerst aan een schrijffout en zochten in de literatuur naar het wel aanvaarde GUERINIET. Dit is echter een wit calciumarsenaat.

Om enige zekerheid te hebben over het aangeboden mineraaltje (max. enkele mm groot), hebben we de MKA-determinatiedienst gevraagd een X-stralendiffractogram op te meten. De aan het toestel verbonden computer vergelijkt de opgemeten waarden met de gegevens van alle natuurlijke en synthetische verbindingen. Gelukkig bleek hiortdahliet hiortdahliet te zijn. Tevens werd een semi-kwantitatieve en vooral kwalitatieve analyse gedaan met een elektronenmikroskoop met gekoppelde mikrosonde. Hierdoor werd de aanwezigheid van Ca, Na, Zr en Si bevestigd.

Hiortdahliet is een triklien mineraal, met hardheid 5,5 en dichtheid 3,27. De kleur is geel (licht-, honing- of bruin), doorschijnend met een glasglans. Enige voorzichtigheid is geboden want de splijtbaarheid is goed en het geheel is zeer bros. Het wordt gevonden in alkalisch gesteente en pegmatieten, in het gezelschap van veldspaten, nefelien, biotiet, astrophylliet, titaniet, aegerien, meliphaniet en andere. Er is ook gesignaleerd dat hiortdahliet epitaxisch kan groeien op wöhleriet (+- dezelfde samenstelling en kristalstruktuur) en op tridymiet [Mattioli].

Er worden U deze maand specimens aangeboden van de Vesuvius. De matrix is een veldspaat die ook zwarte naaldvormige kristallen bevat van hoornblende (waarschijnlijk ferro-hoornblende (X-diffractogram en mikrosonde).
Hiortdahliet komt er voor samen met sodaliet, wöhleriet, melaniet, zirkoon, titaniet en fluoriet. De kristallen zijn klein, zelden boven 5 mm [Carati].

VINDPLAATSEN :

Canada :	Mount St. Hilaire, Kipawa River (Quebec)
Guinea :	Iles de Los
Italië :	Monte Somma, Etna en Vesuvius
Noorwegen :	Langesundsfjorden
USSR :	Korgeredab (Tuva)

Literatuur

H.M. Aarden en J. Gittins (1974), "Hiortdahliet from Kipawa River", Can. Min. 12 241-247.

M. Carati (1982), "Guida alla mineralogia vesuviana", Calderini p.74-75.M. Fleischer (1980), "Glossary of Mineral Species 1980", 3de editie, Mineralogical Record, Tucson.

M. Fleischer (1989), "Additions and Corrections to the Glossary 1987", Min. Rec. 20 289-298.

M. Fleischer en J.A.Mandarino (1991), "Glossary of Mineral Species", 5de editie, Mineralogical Record, Tucson.

V. Mattioli en M. Boscardin (1988), "Le epitassie", Riv. Min. It. (3) 91-99.

G. Raade (1980), "Langesundsfjorden", Lapis 10(5) 22-28.

W.L. Roberts, G.R. Rapp en J. Weber (1974), "Encyclopedia of Minerals", editie I, Van Nostrand Reinhold Cy, New York, p. 275.

W.L. Roberts, T.J. Campbell en G.R. Rapp (1990), "Encyclopedia of Minerals" editie II, Van Nostrand Reinhold, New York, p. 369.H.

Rössler (1987), "Lehrbuch der Mineralogie", VEB Leipzig, p. 471.

H. Strunz (1982), "Mineralogische Tabellen", 8. Auflage, AVG, p. 392-393.

Het is waarschijnlijk goed even te wijzen op een MKA-dienst die slechts
weinigen DURVEN raadplegen :

de DETERMINATIEDIENST

Deze dienst zorgt voor de bepaling van de naam van uw specimens, soms door gewone visuele observaties, maar bij de minste twijfel worden hulpmiddelen ingeroepen die U thuis niet kunt hebben (kostprijs, veiligheid, plaatsgebrek). De verantwoordelijke is Paul Tambuyser (adres zie binnenkaft vooraan). Er wordt alleen een kleine vergoeding gevraagd om bepaalde kosten gedeeltelijk te kunnen dekken.

International directory of micromounters

De 15e editie van deze adressenlijst kan U bestellen bij Roy I. GRIM, 9155-A Hitching Post Lane, Laurel, MD 20723, USA. Kostprijs : 5.75 USD (postmandaat), 6.00 USD (cash), 7.50 USD (postmandaat, luchtpost), 8.00 USD (cash, luchtpost). Postmandaten moeten gesteld worden op naam van Baltimore Mineral Society (adres : zie hoger).

luminescentie, fysisch benaderd

a. emmermann

Elke poging om luminescentie te verklaren, moet uitgaan van een gedegen en volledige kennis van het licht als fysisch fenomeen. Het bespreken van zo'n onderwerp vereist een enorme parate kennis en een fikse bibliotheek, beide op universitair niveau. Nu beschik ik helaas over geen van beide. Ik ben geen eminent wetenschapper, hoogstens een geinteresseerde leek. Helaas schijnen de gezellen van de werkgroep fluorescentie daar om een of andere reden, anders over te denken. (Dat zal mij leren altijd een dikke nek te zetten!). Niettemin heb ik beloofd dit projekt op mij te nemen en belofte maakt schuld...

Om dit onderwerp te behandelen, is het nodig verschillende wetenschappelijke disciplines te raadplegen. Fysica, scheikunde, kristallografie en kwantummechanica zijn op dit gebied zo innig verweven dat het geen zin meer heeft ze als aparte takken van de natuurwetenschappen te behandelen. Beter kunnen we het onderwerp zelf opsplitsen in een aantal begrippen die dan samen wat (u.v.) licht op de zaak kunnen werpen. Een logisch verloop lijkt mij:

- Wat is licht en hoe ontstaat het ?
- Hoe interageert licht met materie ?
- Wat is fluorescentie ?
- Welke mechanismen kunnen luminescentie opwekken ?

Een stevige basis voor deze verhandeling werd reeds in 1983 gelegd door Richard Loyens, de bezieler van de werkgroep fluorescentie. Het is dan ook op de tekst van zijn spreekbeurt "fluorescentie" dat ik wil voortbouwen om de diepere oorzaken van dit prachtige fenomeen te verklaren.

1. Wat is licht en hoe ontstaat het ?

De gebeurtenissen in de kosmos worden bepaald door vier elementaire krachten, die de bazis vormen van zowat alle natuurwetten :

de zwaartekracht
de sterke nukleaire kracht
de elektromagnetische kracht
de zwakke wisselwerking

Men zegt dat deze krachten elementair zijn omdat men hun werking niet kan verklaren. Zo zijn de wetten van Keppler een gevolg van het observeren van de akties van de zwaartekracht door Johannes Keppler. Aan de hand van deze wetten kunnen we planeetbanen zeer nauwkeurig voorspellen. Ook Isaac Newton en Albert Einstein hebben heel wat tijd besteed aan het ontrafelen van de zwaartekracht. De gevolgen ervan zijn dan ook voldoende bekend. Geen mens weet echter waarom twee brokken materie elkaar nu precies aantrekken.
Het is gewoon zo, een verklaring kan men er niet voor geven.

De vier elementaire krachten hebben elk hun specifieke taak en aktiebereik in de kosmos. Zij oefenen hun invloed uit door het uitzenden van virtuele deeltjes.
Dit klinkt geleerd maar betekent eigenlijk iets heel eenvoudigs : wanneer de kracht in kwestie haar invloed doet gelden zendt zij een deeltje uit dat de kracht van de interaktie met zich voert, een krachtvoerend deeltje. Dit deeltje is als een ambassadeur die een boodschap overbrengt aan het materiedeeltje dat op het punt staat de invloed van de genoemde kracht te ondervinden. Zo heeft elke elementaire kracht haar eigen specifiek krachtvoerend deeltje.

* De *zwaartekracht* is onbergrensd in reikwijdte maar als kracht zeer zwak.
  Zij zorgt ervoor dat de planeten en sterren niet uit mekaar vallen ondanks hun rotatie. Melkwegstelsels die miljarden lichtjaren van elkaar verwijderd zijn 'voelen' elkaars aantrekkingskracht dankzij de gravitatie. Het deeltje dat deze kracht overdraagt is het graviton. Het graviton is theoretisch voorspeld, maar nog nooit met een detektor waargenomen.

* De *sterke nukleaire kracht* is de lijm die atoomkernen samenhoudt. Zonder deze kracht zouden de positief geladen protonen in de kern van een atoom elkaar afstoten en zou dat atoom uiteenvallen. De protonen stoten elkaar ondanks de nukleaire kracht ook af, maar deze laatste is veel sterker dan de afstoting. Deze kracht zorgt er dus voor dat atomen met meerdere protonen in de kern kunnen bestaan. Zonder haar zouden de mineralogen slechts waterstof kunnen verzamelen. De reikwijdte van deze kracht bedraagt niet veel meer dan de diameter van een atoomkern.

* De *zwakke wisselwerking* is verantwoordelijk voor de transmutatie van elementaire deeltjes in andere elementaire deeltjes. Een groot deel van de radioaktieve straling van radioisotopen is aan deze kracht toe te schrijven.
  De krachtvoerende deeltjes zijn slechts aktief over de extreem korte afstanden tussen elkaar naderende elementaire deeltjes. Men noemt ze Z-deeltjes.

* De *elektromagnetische kracht* beheerst alle reakties tussen elektrisch geladen deeltjes. Zij is verantwoordelijk voor de afstoting tussen deeltjes met gelijke ladingen en de aantrekking tussen verschillend geladen deeltjes.
  De sterkte van deze kracht is omgekeerd evenredig met de afstand, maar de reikwijdte ervan is in principe oneindig. Het krachtvoerend deeltje ervan is het foton of lichtdeeltje. Telkens wanneer een geladen elementair deeltje energie wint of verliest wordt er een foton geabsorbeerd of uitgezonden. Het is tevens de kracht die verantwoordelijk is voor het verschijnsel fluorescentie!

We kennen nu de krachten die nodig zijn om alle natuurwetten te kunnen verklaren. Laten we nu eens kijken hoe atomen, waaruit tenslotte onze kostbare mineralen zijn opgebouwd, reageren op vooral deze laatste kracht.

Atomen zijn voor 99.99999% lege ruimte. Als we een atoom bekijken, en dat kan tegenwoordig met de Scanning Tunneling Mikroskoop, dan zien we een wazig bolletje. We kijken op de buitenste elektronen van het atoom. Deze elektronen zijn verantwoordelijk voor het chemisch gedrag van dat atoom. Wanneer we dieper konden kijken, zouden we een gebied aantreffen dat als een schil rond de kern ligt en waarin zich nog meer elektronen bewegen. Deze dieper gelegen elektronen dragen niet rechtstreeks bij tot de chemische en fysische eigenschappen van het atoom (we beschouwen nu wel een redelijk zwaar atoom zoals b.v. ijzer).
Eens binnen de schil waar de elektronen zich bewegen treffen we nog slechts de atoomkern zelf aan. Deze kern is ontzettend kompakt in verhouding tot het totale volume van het atoom.

Wanneer we ons de kern voorstellen als een erwt, dan hebben we een kubus met zijden van zo'n 100 meter nodig om het hele atoom in onder te brengen. De kern zelf bestaat tenslotte uit protonen en neutronen. Beide deeltjessoorten hebben nagenoeg dezelfde massa.

Een proton is ongeveer 1800 keer zwaarder dan een elektron. Dit betekent dat bijna al de massa van een atoom in zijn kern is gekoncentreerd. Neutronen hebben geen lading in tegenstelling tot de protonen die positief geladen zijn. Het aantal protonen in de kern bepaalt met welk element we te maken hebben. Zo heeft waterstof slechts een proton en nul, een of twee neutronen. Helium heeft twee protonen en twee of drie neutronen. Het aantal neutronen bepaalt met welke isotoop van een element we te maken hebben. De sterke nucleaire kracht houdt de protonen, die elkaar door hun gelijke lading afstoten, samen. Daardoor is in het centrale gebied van het atoom een sterke positieve lading aanwezig.

Voor elk proton in de kern is er een negatief geladen elektron dat rond de kern beweegt, meestal, maar niet altijd, ruwweg bolschilvormig. Omdat er precies evenveel elektronen als protonen in een atoom zitten, heeft het atoom zelf geen lading, het is elektrisch neutraal. Vooral bij metalen echter zijn de elektronen zeer los gebonden en bewegen zich als een elektronengas door de kristalstruktuur ervan. Hierdoor 'lekt' een weinig van de elektromagnetische aantrekkingskracht van de atoomkernen door naar de elektronenwolken van de omringende atomen. Hierdoor worden deze lichtjes aangetrokken. Vandaar de niet chemische maar fysische oorzaak van de strukturele sterkte van metalen.

Bij uit verschillende elementen opgebouwde stoffen zijn wel chemische bindingen noodzakelijk. In deze molekulen, zoals de bouwstenen van deze stoffen heten, worden elektronen van verschillende atoomsoorten van hun normale banen rond de kernen verschoven. Zo kan een atoomsoort een of meerdere elektronen afstaan aan een ander atoom, of elektronen kunnen gemeenschappelijk gebruikt worden door twee atomen.

De deeltjes-golf dualiteit

Alle deeltjes, zowel fotonen als elementaire deeltjes hebben een raadselachtig aspekt. Zij schijnen zowel deeltje als golfverschijnsel te zijn, alnaargelang het experiment waarin men ze waarneemt. Zo geeft een bundel elektronen of protonen (van gelijke snelheid) een interferentiepatroon te zien wanneer hij een door een kristallijne stof gaat. Deze deeltjes hebben dus onomstotelijk vaststaande golfeigenschappen. Fotonen, of lichtdeeltjes, worden normaal als een golfverschijnsel afgedaan. Zij hebben nochthans massa net zoals andere materiedeeltjes. We kunnen de massa van een foton als volgt berekenen.

De energie van een foton berekenen we als :

$$E = hf$$

waarin h = konstante van Planck, d.i. $6.626 \cdot 10^{-34}$ Js
f = frekwentie van het foton

Einsteins beroemde formule stelt :

$$E = mc^2$$

waarin m = massa
c = snelheid van het licht in vakuum

We schrijven dus voor de eerste formule evengoed :

$$mc^2 = hf$$

of $$m = hf/c^2$$

Nu is voor alle elektromagnetische straling het produkt van golflengte en frequentie gelijk aan de lichtsnelheid, in formulevorm: $c = \lambda f$ of $f = c/\lambda$.

Substitutie in de vorige formule geeft : $m = hc/c\lambda$
hetgeen kan vereenvoudigd worden tot

$$m = h/c\,\lambda$$

Fotonen hebben dus wel degelijk massa, ze zijn naast golfverschijnsel dus ook deeltjes!
Maar als deeltjes zoals elektronen ook als golfverschijnsel moeten beschouwd worden, dan moeten zij ook een golflengte hebben. Laten we de vorige formule nog eens beschouwen : $\lambda = h/mc$. Dit geldt voor een foton dat per definitie de lichtsnelheid heeft. Voor materie deeltjes, waarvan de snelheid lager moet zijn dan die van het licht, schrijven we gewoon $l = h/mv$, waarin v de snelheid van het deeltje is. We noemen dit de De Broglie golflengte van dat deeltje. Dit is van groot belang om te verklaren waarom elektronen slechts op bepaalde afstanden van atoomkernen kunnen voorkomen. Een elektron moet bij elke omloop om de atoomkern een geheel aantal golfcycli doorlopen !

Een tweede faktor die beperkingen oplegt aan het aantal posities dat een elektron kan innemen rond de kern is de verbodsregel van Pauli. Wolfgang Pauli ontdekte dat twee deeltjes niet in dezelfde kwantummechanische toestand kunnen verkeren op hetzelfde ogenblik. Wanneer we deze uitspraak uit het Laplands in het Nederlands vertalen blijkt ze heel wat minder moeilijk verteerbaar. De verbodsregel van Pauli houdt (wel héél gevulgarizeerd uitgedrukt !) in dat twee deeltjes niet op hetzelfde ogenblik op dezelfde plaats kunnen zijn.

Een elektron, dat zich rond de atoomkern beweegt, bevindt zich normaal in zijn grondtoestand. D.w.z. het heeft de laagst mogelijke energieinhoud. Wanneer dit elektron een stoot krijgt zal het naar een hoger energieniveau springen. Dit niveau moet echter vrij zijn, en een geheel aantal De Broglie golflengten omspannen. Telkens een elektron van een hoger energieniveau terugvalt op een lager, wordt er een foton uitgezonden.

Figuur 1.
Een elektron moet bij elke omloop om de atoomkern een geheel aantal golfcycli doorlopen !

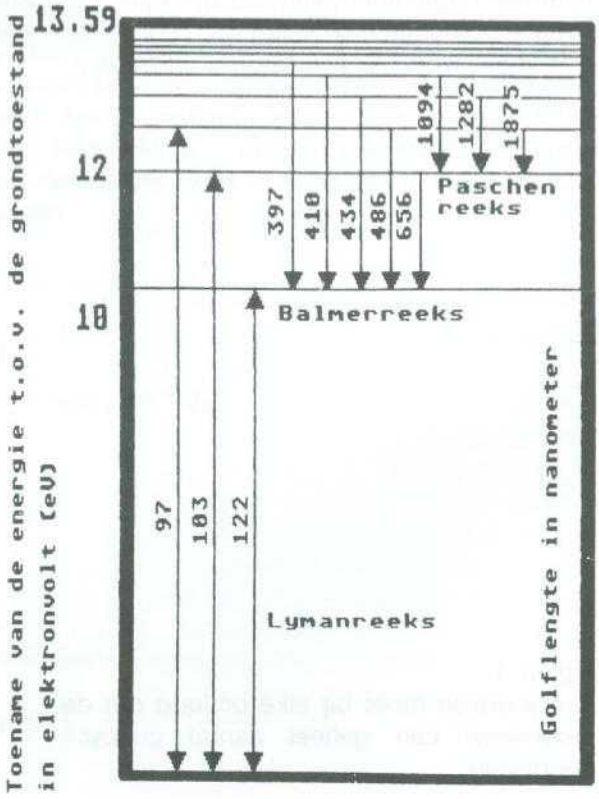
De energieniveaus worden bepaald door

- de elektrostatische krachtverdeling binnen het atoom. D.w.z. hoe zwaarder de kern is (hoe meer protonen) hoe sterker zijn invloed op de elektronenwolk is.
- de afstand van het elektron tot de kern.

Figuur 2 geeft een overzicht van de energie-niveau's van het waterstofatoom. De Y-as geeft de toename van energie t.o.v. de grondtoestand van het elektron. De getallen bij de pijltjes geven de golflengte weer van het foton dat wordt uitgezonden bij terugval van het elektron tussen de door het pijltje aangeduide niveau's. Zij beschrijven het spektrum van waterstof ! Dit spektrum is verdeeld in reeksen die naar hun ontdekkers zijn genoemd. We zien aan de golflengten dat de Lymanreeks zeer kleine golflengten laat zien (extreem harde u.v. straling) bij grote energiesprongen. De Balmerreeks is het gevolg van minder grote energieverschillen. Deze lijnen vallen in het zichtbare deel van het spektrum. De Paschen reeks heeft de grootste golflengten nl. in het infrarood.

Niet alleen de elektronen zijn in staat fotonen uit te stralen !
Protonen zijn ook geladen deeltjes en vallen dus binnen de het werkterrein van de elektromagnetische kracht. Inderdaad hebben ook de protonen in de atoomkern vaste energie niveau's waarop zij energie overgangen kunnen maken. Net als hun lichtere kollega's, de elektronen, absorberen en emitteren zij hierbij fotonen. De verschillen in energie tussen twee niveau's zijn hier echter zo groot, dat de uitgezonden fotonen als gamma-straling worden uitgezonden. De golflengte van deze gamma-fotonen is zo'n 100 000 tot 1 000 000 keer korter dan die van ultra-violet licht.

Het licht dat wij gewoon zijn onstaat meestal doordat de bron ervan op hoge temperatuur is. Hetzij een gloeidraad of een vlam of zelfs de zon. Het licht dat wij gebruiken (T.L. lampen uitgezonderd) ontstaat steeds door hitte. Het is een gevolg van elastische botsingen tussen



Figuur 2
De energieniveau's
van het waterstofatoom

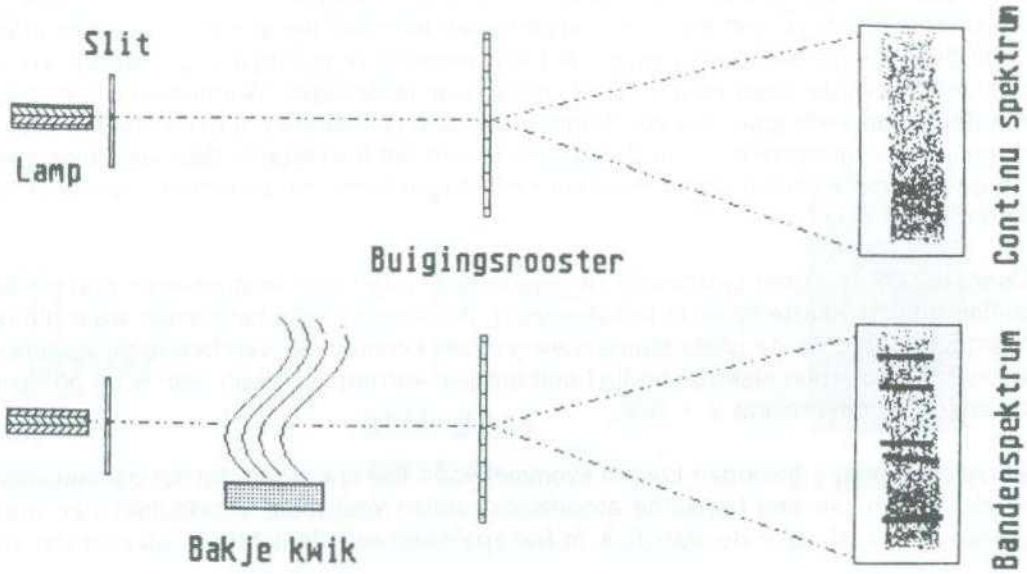
atomen. Hiermee bedoel ik dat atomen van een stof die verhit wordt, gaan vibreren. Hoe groter de hitte, hoe hoger de snelheid waarmee de atomen zich bewegen. Ook de amplitude van de trilling wordt groter.

In deze toestand moeten atomen wel met elkaar in botsing komen. Deze botsingen noemt men elastisch omdat de buitenste elektronen de schok als het ware 'opvangen' en dempen. Maar dit betekent dat deze elektronen energie ontvangen ! Hierbij gaan zij niet gewoon naar een hoger energieniveau, zij worden eigenlijk kortstondig van hun atoom weggestoten. Als zo'n elektron dan terug bij 'zijn' (of een ander) atoom zijn gewone baan inneemt, straalt het zijn teveel aan energie weg als een foton. De golflengte (kleur, als u wil) van dat lichtdeeltje hangt gewoon af van de hoeveelheid energie waarmee het elektron zat opgezadeld, met andere woorden de hevigheid van de botsing die het elektron moest opvangen.

Nu knallen atomen van een hete materie langs alle kanten op mekaar en bovendien vanuit alle mogelijke hoeken. Dit resulteert in voltreffers, schampschoten en zowat alles wat daar tussen ligt. Logischerwijs zullen de elektronen die de klappen krijgen ook met verschillende hoeveelheden energie gaan lopen. Tevens neemt het geweld van de botsingen tussen de atomen toe naarmate de temperatuur stijgt. Uit deze twee vaststellingen kunnen we twee dingen afleiden:

- Naarmate een stof heter wordt gaat zij meer licht van een steeds kortere golflengte uitstralen. Eerst roodgloeiend, dan geel en tenslotte wit en blauw. Zelfs U.V. straling behoort tot de mogelijkheden (wie al eens lasogen heeft gehad moet hier niet meer van overtuigd worden).

- Alle mogelijke golflengten zijn in het uitgezonden licht vertegenwoordigd. De hoogste frekwentie die kan voorkomen (kortste golflengte λ) wordt slechts bepaald door de mate van verhitting van de lichtbron. Wanneer we dit licht door een prisma of buigingsrooster laten gaan krijgen we dus een continu spektrum, zonder lijnen of banden.



Figuur 3
Absorptiespektrum van kwikdamp

Dit wil zeggen; de spectrale kleuren lopen gewoon in elkaar over zoals bij een regenboog het geval is (fig. 3 bovenaan). Wanneer we een schaaltje met kwik tussen de lamp en het buigingsrooster plaatsen, nemen we een vreemd verschijnsel waar (een buigingsrooster heeft hetzelfde effekt op licht als een prisma). Het voorheen ononderbroken spectrum van de lamp vertoont nu donkere banden (fig. 3 onderaan).

Gelijk waar of wanneer we deze proef uitvoeren en gelijk welk type gloeilamp we gebruiken, de donkere banden komen steeds voor als we het schaaltje kwik tussen lamp en rooster zetten. Bovendien vallen de banden steeds op dezelfde plaats in het spektrum.

2. Hoe interageert licht met materie ?

Kwik is een vloeistof met een lage dampspanning. Dit wil zeggen dat kwik langzaam maar zeker verdampt. Wanneer we het schaaltje kwik onder de lichtstraal zetten in onze proefopstelling, dan kunnen we aannemen dat deze straal zich een weg moet zoeken door de damp die uit het kwik opstijgt.

Voer deze proef liever niet thuis uit ! Kwik is zeer giftig zowel als damp als in zijn zouten. Als u dat toch wil doen, houd ze dan zo kort mogelijk en ventileer goed de ruimte waarin u werkt. De Minamataziekte is geen lachertje !

De atomen in de kwikdamp zijn dus verantwoordelijk voor de donkere lijnen in het spectrum. Hoe doen ze dat ? Wel, in voorgaande tekst schreef ik reeds dat de elektronen in de buitenste schil van een atoom in staat zijn welbepaalde posities in te nemen. De energie-inhoud van deze banen wordt gedikteerd door de positieve lading van de atoomkern, m.a.w. het aantal protonen. Nu betekent dit niet minder dan dat de atomen van een bepaald element steeds dezelfde banen ter beschikking hebben voor hun elektronen.

De hoeveelheid energie die nodig is om een elektron van een kwikatoom van een welbepaalde baan naar een hogere baan te brengen is dus exakt hetzelfde voor alle kwikatomen in het heelal. Die energie wordt aan het elektron overgedragen wanneer dat elektron een foton absorbeert van exakt de juiste golflengte. Wanneer het foton teveel of te weinig energie draagt, komt het niet in aanmerking om dat elektron naar een hogere baan te dwingen. Wanneer een lichtstraal zich door een damp van kwik gaat, worden fotonen met een golflengte die overeenkomt met een van de mogelijke energiesprongen van de elektronen van het kwikatoom, door die damp geabsorbeerd Die golflengten komen dus niet meer voor in het spektrum van de lichtbron wanneer de lichtstraal de damp verlaat.

Als we dat licht nu door een prisma of rooster laten gaan, dan manifesteren zich die ontbrekende golflengten als zwarte lijnen in het spektrum. We kunnen zelfs berekenen waar die banden zich voordoen indien we de juiste energieovergangen kennen van een bepaalde atoomsoort. Als E_n de energie is die een elektron nodig heeft om een sprong te maken, dan is de golflengte die met die energie overeenkomt $\lambda = h/E_n$.

Niet alle mogelijke sprongen komen evenveel voor. Die sprongen die het gemakkelijkst zijn voor de elektronen van een bepaalde atoomsoort zullen veel meer voorkomen dan andere. Dat is gewoon een zaak voor de statistiek. In het spektrum van de lichtbron uit zich dat als volgt :

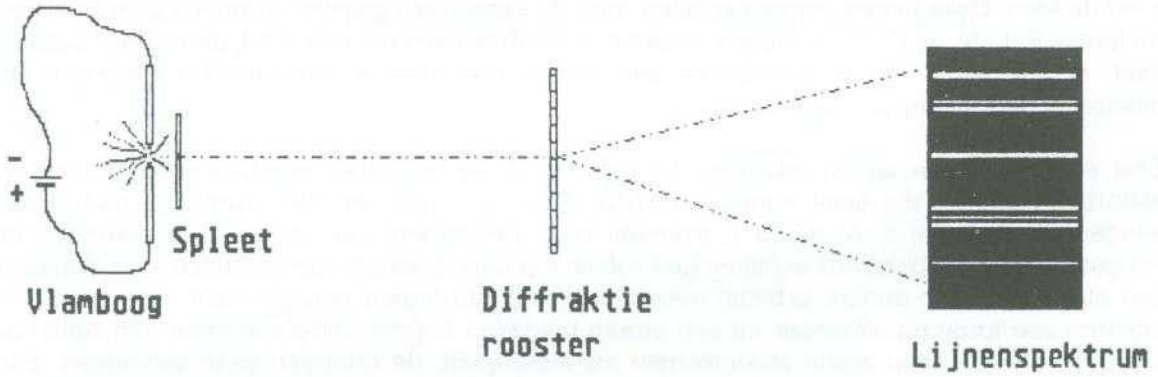
- Voor waarschijnlijke sprongen zien we uitdoving van de betreffende golflengten, dus zwarte banden.
- Voor minder waarschijnlijke sprongen worden slechts een deel van de doorgaande fotonen geabsorbeerd. Hier zien we slechts een verdonkering optreden.

Wat gebeurt er nu met de elektronen die in een hogere baan zijn gestoten ? Deze elektronen vallen zo snel mogelijk terug naar hun laagste energietoestand. Zij doen dit door, zo gauw er een plaats vrijkomt in een lagere baan, naar die baan terug te vallen. Dit kan gaan met een grote sprong, of met tussenstops op de banen die tussen de originele en de 'geexciteerde' toestand liggen. Telkens het elektron een sprong maakt, wordt er een foton uitgezonden. Wanneer een grote sprong gemaakt wordt, kan de energie van dat foton gelijk zijn aan die van het foton dat de exitatie veroorzaakte.

Wanneer het elektron echter in kleine stapjes terugvalt, zal voor iedere sprong een foton van lagere energie (bvb infrarood) worden uitgezonden. Dit uitzenden gebeurt in willekeurige richting en is dus niet te zien in het beeld van het spektrum. We hebben nu atomen in 'aangeslagen' of 'geexciteerde' toestand zien komen door het absorberen van fotonen. Hetzelfde kan met de atomen van een gas gebeuren door verhitting.

Wanneer we een korrel keukenzout in een kleurloze gasvlam brengen, zien we dat die vlam onmiddelijk felgeel gekleurd wordt. Natriumatomen van het zout worden door de hitte verdampt en geioniseerd. De overgangen van hun elektronen die hierbij optreden, veroorzaken dit karakteristieke gele spektrum. Doen we dezelfde proef met kalium of strontiumzouten, dan zien we respektievelijk violette en rode vlamkleuren. Laten we nu het licht van deze gekleurde vlam door een buigingsrooster gaan (fig. 4), dan zien we net het omgekeerde gebeuren als bij de vorige proef. In plaats van donkere banden zien we nu heldere gekleurde lijnen tegen een donkere achtergrond.

Hetzelfde principe wordt gehanteerd: de hitte doet elektronen naar hogere banen springen. Bij terugval worden fotonen uitgezonden van die golflengten die specifiek en uniek horen bij de atoomsoort die geexciteerd werd.



Figuur 4

3. Wat is fluorescentie ?

Dit is geen gemakkelijk te beantwoorden vraag. Het ligt er maar aan hoe je het bekijkt. In principe zeggen we van een stof dat ze fluoresceert wanneer ze door fotonen van een bepaalde golflengte geexiteerd wordt, en ze daarbij fotonen van een lagere golflengte weer uitstraalt. Eigenlijk moeten we hierbij vermelden welke toepassing wij voor die fluorescentie hebben, zoniet moeten we alle materie als fluorescerend beschouwen.

Een voorbeeld zal dit verduidelijken. Stel u voor dat u op straat een gele potvis tegenkomt, 't is niet waarschijnlijk maar doe uw best. Waarom is het arme beest dan geel? Wel, het zonlicht dat op zijn huid schijnt bevat alle golflengten tot een eind in het ultraviolet. Van al deze golflengten wordt slechts een klein deel teruggekaatst, namelijk de gele. De rest van het spektrum wordt geabsorbeerd. Dit betekent dat de geabsorbeerde fotonen de elektronen in de huid van de walvis op en neer doen wippen. Deze elektronen stralen hun overschot aan energie dan weer uit in het infrarood. Ergo; gele potvissen fluoresceren in het infrarode golflengtebereik... als dat geen nobelprijs waard is. Natuurlijk is dit klinkklare onzin.

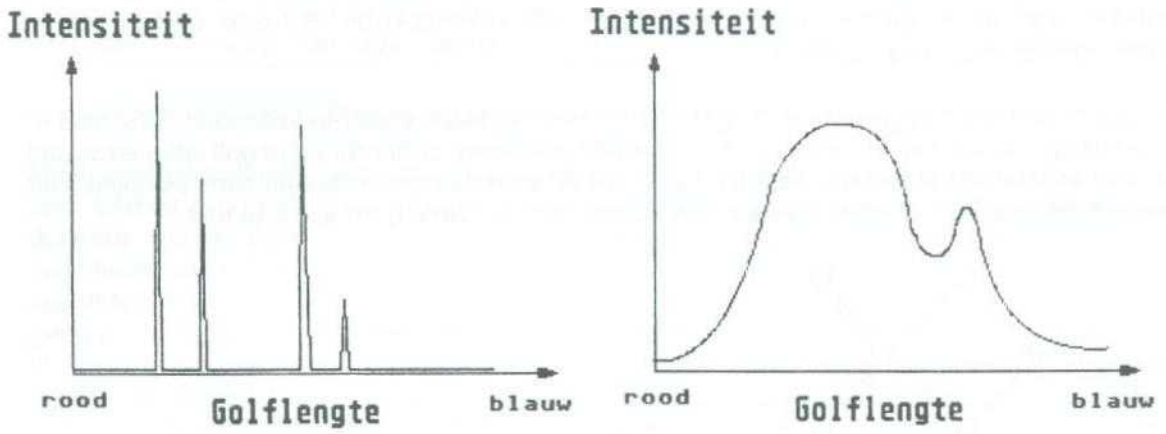
Alle stoffen nemen een deel van het opvallend licht op en zetten dit om in warmte. Feit blijft dat indien onze ogen infrarood konden waarnemen, we wel degelijk van fluorescentie zouden spreken. Nee, we spreken alleen over fluorescentie als de uittredende golflengten van praktisch nut zijn of direkt waarneembaar, zoals bij lichtgevende mineralen. Om de vraag dus kort en krachtig te beantwoorden: wanneer de atomen van een bepaalde stof door licht van een bepaalde golflengte in aangeslagen toestand gebracht worden, en bij terugval naar de grondtoestand een licht uitstralen van een voor ons zichtbare golflengte, spreken we van fluorescentie. Daarbij zegt de wet van Stokes dat de uittredende fotonen een langere golflengte moeten hebben dan degene die de excitatie veroorzaakten.

Tot hiertoe hebben we enkel gesproken over atomen en hun reaktie op licht. De meeste, in de natuur voorkomende stoffen, zijn heel wat komplekser dan vrije atomen. Meestal werken we met molekulen die uit meerdere atoomsoorten bestaan. In deze molekulen gedragen atomen zich anders dan wanneer ze geisoleerd in vakuum voorkomen. Vrije atomen hebben perfekt symmetrische elektronenbanen. In molekulen echter zijn de elektronenbanen van de buitenste orbitalen vervormd.

Nu moeten we even terug naar de struktuur van het atoom. De elektronen bewegen zich in banen rond de kern. Deze banen vormen schillen rond de kern. Deze schillen worden aangeduid door de letters K, L, M, N, O, P, Q. Waterstof en helium hebben slechts een schil, de K-schil. Calcium heeft er drie : K, L, M. Hoe zwaarder een atoom, hoe meer schillen er nodig zijn om alle elektronen een plaats te geven.

Elke schil heeft een aantal orbitalen die staan voor de mogelijke energietoestanden die de elektronen binnen die schil kunnen hebben. Deze orbitalen worden eveneens met letters aangeduid, namelijk s, p, d, en f. Normaal is in een atoom slechts de buitenste schil (of hoogstens de twee buitenste schillen) niet volzet. Op deze schil zijn dus orbitalen 'vrij'. Wanneer een elektron in een andere orbitaal terechtkomt die een lagere energie heeft, dan zendt het elektron een foton uit. Wanneer nu een atoom omgeven is door andere atomen dan zullen de elektrische velden van zowel atoomkernen als elektronen, de orbitalen gaan vervormen. Een elektron kan nu in een sterk elliptische baan komen. Hierdoor heeft het elektron niet meer die exakte energiestoot nodig om van orbitaal te veranderen.

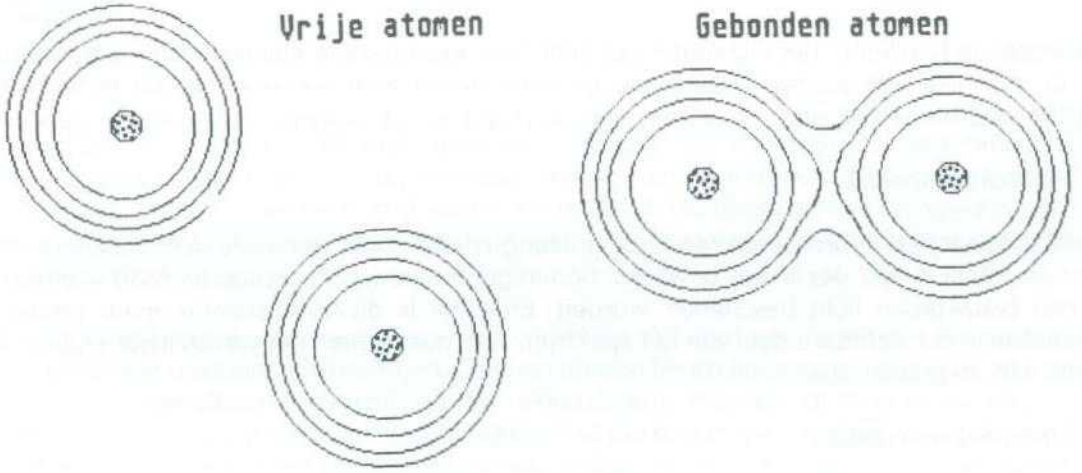
Een breed scala van mogelijke niveau's worden door deze vervorming tot leven gebracht. Het wordt nu onmogelijk om te voorspellen welke golflengte een foton zal hebben dat wordt weggestraald wanneer het elektron van de ene vervormde orbitaal in de andere terecht komt.



Figuur 5
Atoom-emissiespektrum (links) en fluorescentiespektrum (rechts)

Daardoor ziet het spektrum van een fluorescerende stof er heel anders uit dan dat van een bepaald atoom. In plaats van scherpe lijnen zien we nu brede verlichte stroken (fig 5).

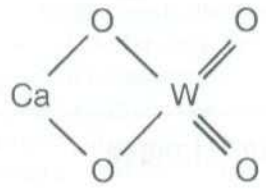
Nog minder voorspelbaar wordt de zaak wanneer een of meerdere elektronen niet alleen verstoord worden door elektrische velden van naburige atomen, maar zelf ook daadwerkelijk rond twee atomen gaan bewegen in plaats van een. Dit gebeurt in een chemische binding. Hierbij worden ook weer talrijke mogelijke niveau's geschapen waartussen de bindingselektronen kunnen overspringen. Een voorbeeld zal dit duidelijk maken, maar kijk eerst eens naar figuur 6 die het gedrag van bindingselektronen voorstelt.



Figuur 6
Schematisch beeld van de elektronenwolk van vrije atomen (links) en gebonden atomen (rechts)

Twee ongebonden atomen op redelijke afstand van elkaar, verstoren elkaars elektronengedrag niet of nauwelijks. Wanneer zij echter een binding aangaan met elkaar, gaat een (of meerdere) elektron(en) rond de twee atomen cirkelen. De hierdoor optredende verstoring uit zich in een 'uitrekken' van de mogelijke energieovergangen van zo'n elektron. Scherpe spektraallijnen kunnen we hier dus wel vergeten !

Om nu een voorbeeld te geven van hoe atomen in een molekule elkaar beïnvloeden, is scheeliet een prima kandidaat. Het mineraal is een befaamd fluorescent onder de korte golf lamp en straalt daar een schitterend lichtblauw licht uit. Laten we de struktuur van scheeliet eens bekijken. Het is een wolframaat van calcium met als chemische formule $CaWO_4$ en als struktuur :



Nu is het algemeen zo, dat in een ionaire binding tussen een metaal en een niet-metaal, het metaal een of meer elektronen afgeeft aan het niet-metaal. De twee zuurstofatomen aan het uiteinde van het molekuul krijgen dus elk twee elektronen van het wolfraamatoom. Hierdoor worden zij negatief geladen! Doordat deze zuurstofatomen echter zo dicht bij elkaar liggen gaan zij mekaar hinderen met de elektrische velden van de elektronen die zij van het wolfraam krijgen. Gevolg hiervan is dat een van de zuustofatomen die elektronen maar halfslachtig kan opnemen.

Deze aberratie in de banen van deze elektronen schept weerom energieniveau's die aanleiding geven tot de bekende blauwe fluorescentie van scheeliet. Na lezing van het voorgaande mogen we wel besluiten dat alle vormen van luminescentie ontstaan uit het verspringen van energieniveau van een elektron. Het uitzenden van fotonen hoeft niet steeds een gevolg van fluorescentie te zijn, noch is de oorzaak van de excitatie noodzakelijk licht.

4. Luminescentie

Luminescentie betekent : het uitzenden van licht door excitatie van elektronen in de betreffende stof. Er zijn heel wat vormen waaronder dit verschijnsel zich voordoet. Ik zal er zo weinig mogelijk trachten te vergeten en telkens een poging doen de mogelijke oorzaken te verklaren.

* *Fotoluminescentie*

Sommige mineralen fluoresceren reeds bij golflengten die in het zichtbare licht vallen. De rode kleur van robijn is hier deels aan te wijten. Sommige diamanten fluoresceren rood wanneer ze met een blauwgroen licht beschenen worden. Eigenlijk is dit fluorescentie, maar omdat de exitatiebron in het zichtbare deel van het spektrum valt, noemt men het verschijnsel anders. Een kwestie van afspraken dus.

* *Thermoluminescentie*

Wanneer we fluoriet van bepaalde vindplaatsen verhitten in een kleurloze gasvlam (of beter nog: een verfstripper), dan merken we dat dat mineraal vanaf een bepaalde temperatuur een geelgroen licht gaat uitstralen. Dit heeft niets met gloeien te maken. De hitte doet de atomen van de

kristallijne stof vibreren aan een steeds hoger tempo. Dit is een grote belasting voor de elasticiteit van de molekulen waaruit het mineraal bestaat. Hierdoor moeten de elektronen die de atomen aan elkaar binden zich een baan zoeken tussen twee atomen die steeds verder uit elkaar gaan 'swingen'. Als gevolg hiervan ontstaan er een heleboel niveau's waartussen die elektronen kunnen overgaan. Sommige van deze overgangen leveren fotonen op die voor ons zichtbaar zijn.

* *Chemoluminescentie*

Maak een oplossing in water van 15 % pyrogallol, 15% kaliumhydroxide (voorzichtig : dit is een zeer bijtend produkt!) en 10 % zuurstofwater (waterstofperoxide-oplossing). Giet nu in een donkere ruimte deze drie oplossingen bij elkaar (draag rubber handschoenen en een veiligheidsbril !). Als u goed gewerkt heeft zou u een rode gloed moeten zien, die na enkele seconden wegsterft. Deze gloed is afkomstig van de oxidatie van het pyrogallol. Nochthans is er geen vuur of gloeihitte mee gemoeid. Door de oxidatie verandert de struktuur van het pyrogallol. Hierdoor gaan elektronen in andere banen bewegen, die minder energierijk zijn. Zij stralen hun energie-overschot dan ook uit als 'rode' fotonen. Iets soortgelijks gebeurt met luciferol wanneer het met luciferase in kontakt komt. Beide stoffen worden geproduceerd in klieren van glimwormen en vuurvliegjes tijdens hun paartijd. De eerste stof is een komplekse organische molekule. De tweede een enzyme. Dit enzyme is in staat een omlegging teweeg te brengen in het luciferol. D.w.z. dat ze een deel van de molekule afbreekt en op een andere plaats weer aanhecht. Ook hierbij komen elektronen in energie-armere banen terecht. Bij dit proces ontstaat een geelgroen licht.

* *Triboluminescentie*

Sfaleriet van bepaalde vindplaatsen licht op wanneer men er met een puntig voorwerp over krast. Sommige diamanten geven een gele, blauwe of groene gloed af bij het slijpen. In beide gevallen heeft wrijving duidelijk luminescentie voor gevolg. Het principe is vermoedelijk als volgt: Kristallen bestaan uit regelmatig geordende atomen. Deze atomen zijn gebonden tot molekulen. Deze molekulen zijn op hun beurt 'gebonden' door elektrostatische krachten. Dit betekent dat er lading en dus elektronen mee gemoeid zijn. Wanneer we nu zo'n kristal krassen, dan trekken we miljoenen van deze bindingen uit elkaar. De bindingsenergie komt vrij en de elektronenbanen van de op deze nieuwe roostervlakken liggende atomen 'relaxeren'. Bij terugkeer naar hun laagste energietoestand (bij de heersende temperatuur) ontstaat licht. Als dat licht dan in het zichtbare deel van het spektrum valt, spreken we van tribo-luminescentie. (Bij het slijpen van diamant zijn waarschijnlijk zowel thermo als tribo-luminescentie de oorzaak van de waargenomen luminescentie).

* *Cryoluminescentie*

Rhodamine B is een organische stof, paars van kleur, die men o.a. gebruikt om antimoon aan te tonen in analytische scheikunde. Bij normale temperatuur fluoresceert rhodamine B niet onder de u.v. lamp. Wanneer we deze stof echter korte tijd in vloeibare stikstof (ongeveer -190° C) dompelen fluoresceert zij zeer sterk paars in u.v.licht. De oorzaak ligt in de resonantie van de molekulen van deze stof.

Resonantie betekent dat de atomen van een molekule zich met een zeer hoge frekwentie langs de lengte-as van die molekule bewegen. Zij gaan daarbij beurtelings naar elkaar toe, en bewegen zich dan weer van elkaar weg (denk aan een akkordeon!). Wanneer zij dicht bij elkaar zijn gaan sommige van de mogelijke elektronen-overgangen elkaar overlappen. Hierdoor kunnen elektronen zonder enige moeite van het ene energienieveau in het andere overgaan. Koelen we echter deze molekulen sterk af, dan verminderen we ook drastisch de resonantie ervan. Als gevolg hiervan komen de atomen minder dicht bij elkaar en worden de energieniveau's gescheiden. Een elektron kan nu wel 'terugvallen' i.p.v. door de niveau's te 'wandelen'. Zolang dus de stof koud blijft zal ze fluoresceren (met dank aan Ludo van Goethem voor de opheldering!).

* *Radioluminescentie*

Mineralen die radioaktieve elementen bevatten, kunnen uit zichzelf licht geven. Zij hebben geen externe oorzaken nodig om te luminesceren. Bij radioaktiviteit komen immers ofwel fotonen met hoge energie (röntgen- en gamma-straling) ofwel deeltjes zoals elektronen of He-kernen (alfa-straling) vrij. De energie van zo'n deeltje of foton is genoeg om een atoom te ioniseren. Wanneer dat atoom zijn elektron terugkrijgt wordt de rekombinatie-energie soms weggestraald als een foton dat voor ons zichtbaar is (toepassing : wijzerplaten van oudere uurwerken).

* *Fluorescentie*

We weten nu onderhand al wel dat u.v.licht in staat is om elektronen in hogere banen te brengen. Maar waarom fluoresceert calciet van vindplaats A niet, en die van vindplaats B wel? Dit is meestal een kwestie van aktivators. Calciet in zuivere toestand, calciumcarbonaat dus, fluoresceert niet onder u.v. licht. Calcium, koolstof noch zuurstof hebben energieniveaus die u.v. licht kunnen opnemen en weer afgeven als een foton van geschikte golflengte. Wanneer echter mangaanatomen zijn opgenomen in een calcietkristal, dan fluoresceert het prachtig rood. Kopersporen in haliet hebben hetzelfde effekt. Beide atoomsoorten zijn in bepaalde omstandigheden in staat om u.v.licht te absorberen.

Plaats nu eens blokjes koper en mangaan onder de u.v.lamp. U kunt ernaar staan kijken tot u van ouderdom omkiepert, ze fluoresceren nog minder dan een dooie aap. Waarom in calciet wel en in zuivere vorm niet. Wel, in calciet zitten de mangaanatomen omgeven door vreemde atomen. Er wordt aan hen getrokken en geduwd door de elektrostatische krachten die het kristal samenhouden. Deze krachten zijn sterk genoeg om de elektronenbanen van het mangaanatoom te vervormen. Hierdoor wordt mangaan een gretig verslinder van u.v.-fotonen.

Soms gebeurt het dat de omstandigheden een fraktie anders zijn. In willemiet moet ook mangaan zitten wil het fluoresceren. Met mangaan als aktivator fluoresceert calciet rood en willemiet groen. In beide gevallen zijn het de mangaanatomen die fluoresceren. In calciumcarbonaat is de elektrostatische ladingsverdeling natuurlijk anders dan in zinksilikaat. In sommige stoffen is mangaan niet in staat als aktivator op te treden omdat de krachten die erop inwerken niet juist 'getuned' zijn. Wanneer dan echter een zeer kleine hoeveelheid lood aanwezig is, treed weer die prachtige fluorescentie op. Lood treed hier op als co-aktivator. Het is in een veel kleinere koncentratie nodig dan mangaan. De deformatie van de elektronenstruktuur die door slechts één loodatoom in een kristal veroorzaakt wordt, plant zich voort over een afstand van een paar dozijn atoomplaatsen. De tussenliggende atomen 'geleiden' de vervorming dan tot bij een mangaanatoom dat op zijn beurt een gunstige 'vorm' aanneemt om te kunnen fluoresceren.

Tal van elementen kunnen als aktivator optreden. Lood, mangaan, strontium, antimoon, zilver, europium, samarium... Recht tegenover de aktivators staan de fluorescentiekillers of quenchers. Dit zijn atomen die zeer gemakkelijk fotonen van allerlei golflengten absorberen, maar de terugval naar het grondniveau in zeer kleine stapjes doen. Zij stralen hun energie dus uit in het infrarood. De energie van de invallende straling wordt dus aan het kristalrooster overgedragen. Quenchers absorberen dus zowel het u.v. als de fotonen die door eventuele aktivators als fluorescentie worden uitgezonden.

Zij beletten dus het fluoresceren, zelfs al zijn er zeer krachtige aktivators aanwezig.
Ze nemen domweg alle licht zelf op en warmen hierbij het kristalrooster op. Zoals altijd, moeten we voorzichtig zijn met wat we zeggen. IJzer, vanadium, kobalt, nikkel, zijn befaamde killers. Koper daarentegen speelt een wat tweeslachtige rol. In kleine koncentraties (enkele ppm) is het een aktivator, in grote hoeveelheden is het een even genadeloze quencher als ijzer. Mangaan en lood zijn in grote koncentraties ook nefast voor fluorescentie. Mineralen kunnen ook zonder aktivator fluoresceren. Roosterfouten kunnen aanleiding geven tot ladings-onevenwicht in een

kristal. Deze roosterfouten kunnen ontstaan door radioaktieve straling. Heel veel niet fluorescerende mineralen worden na een bestraling met röntgen- of gamma-straling buitengewoon sterke fluorescenten. De straling veroorzaakt roosterfouten in het kristal (metamictisatie is de juiste term hiervoor).

Fouten in een kristalrooster kunnen ongedaan gemaakt worden door het kristal te gloeien. Inderdaad verliezen veel fluorescerende mineralen dit vermogen wanneer ze, zelfs voor een korte tijd, worden verhit boven zo'n 500 graden. Sommige mineralen fluoresceren eenvoudigweg omdat de stof waaruit ze zijn opgebouwd uit zichzelf al fluoresceert. Voorbeelden zijn scheeliet, werneriet en alle mineralen die de UO_2-groep bevatten en tevens vrij zijn van quenchers.
Fluorescentie heeft niet noodzakelijk u.v.licht als enig exciterend medium. Sfaleriet licht groen op wanneer we het beschieten met een straal elektronen. Dit verschijnsel noemt men katodoluminescentie, maar daar zullen we hier niet op ingaan.

* *Fosforescentie*

Sommige mineralen stralen zichtbaar licht uit, lang nadat de u.v.lamp verwijderd werd. Calciet uit Terlingua, Texas, geeft tientallen seconden na het doven van de kortegolflamp nog blauw licht. Willemiet van Plombières (dit is Belgisch) kan minuten lang groen nalichten. Spodumeen, tenslotte, kan urenlang een rood schijnsel laten zien nadat de u.v.lamp gedoofd werd. Met zeer gevoelige instrumenten kan soms nog fosforescentie worden waargenomen, jaren nadat een mineraal met u.v.licht werd 'opgepompt'. Vanwaar dit verschijnsel?

Elektronen kunnen overgaan tussen verschillende energieniveau's. Wanneer we een elektron een te harde stoot geven, dan raakt het los van zijn atoom. Als we dit nu doen met de talloze atomen van een mineraalkristal, dan gaan die losse elektronen zich bewegen in wat de geleidingsband heet. Ze gaan min of meer vrij bewegen door het kristalrooster en her en der recombineren met andere atomen. Het mineraal wordt hierdoor wat meer geleidend voor elektrische stroom en warmte dan in normale toestand. Normaal is de tijdspanne tussen excitatie en terugval naar grondtoestand van een atoom extreem kort, ongeveer 10^{-14} seconde (een honderdbiljoenste van een seconde). In die tijd kan het licht iets minder dan drie duizenste van een millimeter afleggen, terwijl zijn snelheid toch bijna 300.000 km/sec bedraagt.

Elektronen die zich in die geleidingsband bewegen vallen echter niet zomaar terug naar een atoom. Ze moeten er eerst een ontmoeten. Vaak wordt zo'n elektron gevangen in een roosterfout, of het bevindt zich op een plaats waar gewoon geen atomen zijn die toevallig een niveau vrij hebben. Dan is dat elektron gedoemd om te wachten tot een oorzaak van buitenaf het voldoende energie bezorgt om tot een atoom terug te keren. De oorzaak kan o.a. zijn :

- Een foton van het u.v. licht dat de exitatie veroorzaakte
- Een foton dat werd uitgezonden door een ander elektron dat recombineerde met een atoom.
- Een sterk magneetveld.
- Afkoeling van het mineraal waardoor de vibratie van de roosteratomen vermindert.
- Een elastische botsing met een ander elektron, dat zich ook in die geleidingsband bevindt.

Al deze feiten kunnen het elektron doen recombineren met een atoom. De tijd die hiervoor nodig is wisselt tussen een paar nanoseconden en een paar eeuwen. Het is zoals gezegd een kwestie van statistiek. De meeste elektronen recombineren vrijwel ogenblikkelijk als de geleidingsband lekker volzit. Een deel recombineert na enige tijd terwijl een klein gedeelte echt voor altijd 'gevangen' zit. Dit verklaart het 'faden' van fosforescentie, het geleidelijk uitdoven.

* *Zeldzame aarden en luminescentie.*

Een goed middel om zeldzame aarden te ontdekken in mineralen, is hun zogenaamde fluorescentie onder ongefilterd licht van een lagedruk kwikdamplamp (germicide lamp). Inderdaad geven de meeste ertsen en zanden van zeldzame aarden een op fluorescentie lijkend groen licht onder dit soort lamp. Wanneer we echter een filter voor de lamp plaatsen, die enkel u.v.licht doorlaat, is de groene gloed weg. Het gaat hier echter om een verschijnsel dat niets met luminescentie te maken heeft.

Zeldzame aarden hebben de eigenschap bijna alle licht van germicidelampen te absorberen, uitgezonderd die ene sterke groene lijn uit het spektrum van kwikdamp. Deze golflengte wordt onverzwakt teruggekaatst. Daarom zien mineralen die redelijk wat zeldzame aarden bevatten eraltijd groen uit onder de kortegolflamp.

Aan het eind van deze tekst gebied de bescheidenheid mij eigenlijk een bibliografie op te geven van de geraadpleegde werken. Anders zou u nog gaan denken dat ik dit allemaal zelf bedacht heb. Wel, deze bibliografie zou bijna even lang zijn als de voorgaande tekst. Daarom zult u mij maar op mijn woord moeten geloven dat ik het allemaal uit "boekskens" heb gehaald. Enkel het boek "The fluorescent mineral collectors book" van Manuel Robbins wil ik zeker vermelden voor mensen die er interesse voor hebben. 't Is duur maar subliem !

200 m² permanente expositie !

mineralen - juwelen - vlinders
JOUSI-doosjes - steuntjes
kit - loepes - geigertellers
Euromex mikroskopen
fluorescentie - hamers
boeken enz.

10-12 h en 14-19 h
zondag 15-18 h

's zomers dagelijks
10-12 h en 15-20 h

U vindt ons ook op
mineralenbeurzen
Mits voorlegging van Uw
MKA-lidkaart krijgt U
(in de winkel) 10 % korting op
juwelen en mineralen.