

FÖLDTANI KÖZLÖNY

Band LXXIII. kötet

1943. ápr.—szept.

Heft 4—9. füzet

I.

ÉRTEKEZÉSEK.

MAGYARORSZÁGI ÁSVÁNYOK FLUORESZCENCIA-VIZSGÁLATA SZÜRT IBOLYAFÉNYBEN.*

Irta : *Dr. vitéz Lengyel Endre.*

Ásvány-közettanban, vegytanban s a rokon tudományágakban új kutatási területet nyitott meg az elemző kvarclámpa bevezetése, mert alkalmazása által lehetővé váltak szürt ibolya (W o o d)-fényben történő vizsgálatok. Ezek nagy része ugyan még minőségi jellegű, de minden remény megvan arra nézve, hogy mennyiségi vizsgálateredmények is megállapíthatók lesznek. Külföldi kutatások több, mint három évtizede folyamatban vannak; hazai irodalmunkban először nyílik alkalmam ily irányú vizsgálataim eredményeiről rövid beszámolót nyújtani.

Azt a jelenséget, mikor szilárd vagy folyékony testek fizikai vagy vegyi behatásra világítani kezdenek, gyűjlőnévvel lumineszcenciának nevezük. A kutatások mai állása szerint megkülönböztetünk: kemo-, elektro-, tribo-, foto- és krisztallo-lumineszcenciát.

Fotolumineszcencia lép fel sok anyagnál, ha azokat látható fény vagy nem látható ultraibolyasugárzás hatásának tesszük ki. Ez lehet foszforeszcencia: a test akkor is világít, ha a besugárzás már megszűnt. Lehet fluoreszcencia: a test csak addig világít, míg a besugárzás tart. Ide sorolandók az ultraibolyasugárzás által gerjesztett fényjelenségek. Fluoreszcencia alatt általában olyan fényjelenségeket értünk, melyeket 300—400 μ hullámhosszterületen mozgó ultraibolyafény, tehát hosszuhullámú uviol-fény idéz elő.

Először *Lehmann* (3) sikerült az ultraibolyasugarak gyengítelen elkülönítése, a látható sugarak teljes kiküszöbölése, tehát a fény szűrése. Ugyancsak ő mutatta ki még 1910-ben, hogy sok anyag szürt ibolyasugarak hatására sajátos fényléssel reagál. Gyors ütemben indultak meg az újszerű vizsgálatok s a végzett észleléseket először a német *Dancworth* (10) foglalta össze 1940-ben megjelent művében. A francia irodalomban *Guyot* és *Bernheim* (15) munkája tartalmazza az első alapvető megállapításokat. *Pringsheim* (8) e jelenségeket már az atomelmélet újszerű megvilágításában ismerteti.

* Előadta a szerző a Magyarhoni Földtani Társulat 1941. jún. 4-iki szakülésén.

Azóta sok részletvizsgálat történt. A vonatkozó, terjedelmes irodalom ismertetésére helyszűke miatt nem térhetek ki. Csak annyit kívánok megemlíteni, hogy az uviolvizsgálatok világszerte folyamatban vannak s hogy a leszűrt eredmények néha ismétlődnek. Mégis sok esetben új távlatokat nyitnak meg a modern anyagkutatás útvonalain s előre nem látható eredményekkel kecsegtetnek.

A vizsgálati módszer rövid leírása.

Wood, ultraibolyafény előállítására nitrozodimetilanilint használt, ami még nem vezetett kellő eredményre. Lehmann Wood eljárását azáltal módosította, hogy jénai kék, uviol-üveget alkalmazott küvettnak s ezt töltötte meg a fenti folyadékkal, melynek koncentrációját szigorúan meghatározta. Újabb tökéletesítést jelentett e vonalon a hanai Kvarclámpa Társaság módosítása: fényszűrőnek fekete NiO-üveget ajánlott. 1% CuO hozzákeverése által a vörös sugárkomponensek még jobban lecsökkennek. Legcélravezetőbb eredményt a következő összetételű üveggel nyerték:

$\text{SiO}_2 = 50\%$; $\text{K}_2\text{O} = 16\%$; $\text{BaO} = 25\%$; $\text{NiO} = 8\%$; $\text{CuO} = 1\%$

Ca-, Mg-, PbO-, Al- és B-sav-vegyületek nem alkalmazhatók, mert az uviolsugarakat nem engedik át. Kvarcüveg csaknem 100%-ig át bocsátja az ultraibolyasugarakat, míg más üvegfajta azok nagyrészét elnyeli.

További tökéletesítést Kögel (10) ért el azáltal, hogy a fekete üvegküvetát 20%-os CuSO_4 -oldattal töltötte meg s ezáltal még azok a vörös sugarak sem juthatnak át, melyeket a fekete üvegküvetta még átengedett s így legtöbb esetben vörös fluoreszcencia jelentkezett. A vizsgálatok technikai részleteiben sok szerző ajánlott újabb javításokat. Ezek ismertetése azonban túlhosszúra vezetne.

A fluoreszcenciát a nem látható ultraibolyasugárzás idézi tehát elő. A nap kitűnő uviol-fényforrás, de ingadozó, a szemre túlerős s emiatt kényelmetlen. A higanygőzlámpa már alkalmasabb fényforrás, melyet mesterséges napnak is neveznek, de hátránya, hogy világító felülete nagy, fénysűrűsége ellenben kicsiny. Az ívlámpa bizonyult e célra legmegfelelőbbnek, melynek látható fénysugarait a fekete üvegszűrő nem engedi át. Az 5—8 Ampère erősségű fémelektrod-ívlámpánál a fényt a készítmény kis felületére összpontosíthatjuk. A fénygyűjtő (kollektor) és a mikroszkópium kondenzora is uviol-üveg, mely csak a látható fénysugarakat bocsátja át s az utolsó, szemre izgató uviol-fényt is kirekeszti.

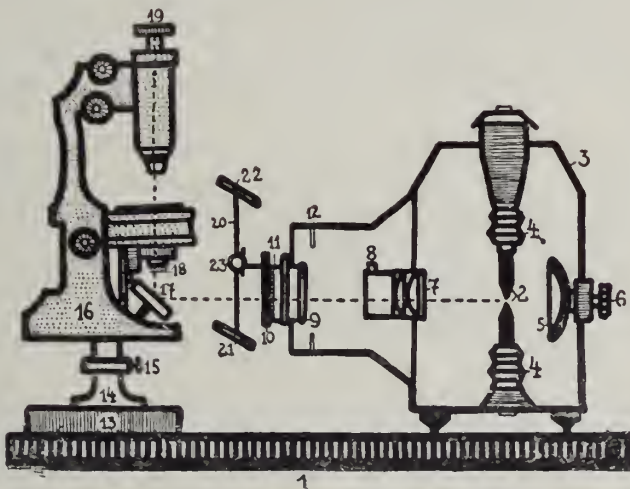
A uviol-fényben történő vizsgálatokhoz szükséges berendezés az alábbi ábrán kísérhető figyelemmel. Részletes leírása Dankwortl munkájában (10) található meg. Az ilyen vizsgálatokra alkalmas mikroszkópiumot újabban Haitinger (43) ismertette.

Ha ugyanis a készítmény kis felületére nagy fényenergiamennyiséget akarunk vetíteni, úgy nagy fénysűrűségű fényforrásra van szükségünk. Ilyen az ívfény, melyben fémgözők izzanak. Minél nagyobb a sűrítve sugárzott uviolfény mennyiség, annál erősebben jelentkezik a fluoreszcencia. A fluoreszkáló testbe jutó uviolfény energiaváltozásokat idéz elő, melynek nyo

mán látható fénytünetemény támad. Ebben rejlik a lényeges különbség a rendes napfény- és fluoreszcenciamikroszkópium között.

Szilárd anyagokat közvetlenül ráeső fényben, a lámpa alatt; porl alátétén figyelünk meg. Ez nem lehet agyaglemez, porcellánlap, mert ezek sötét ibolya színben tünnek fel s ez a későbbi színmegállapításoknál zavarólag hat. Alátétként tehát semmiféle fluoesztkáló anyag nem alkalmas. Legmegfelelőbb a fénytelen, fekete karton vagy ilyen papirból készült óraüveg.

Folyékony anyagokat, oldatokat uviol-üvegkehelyben vagy kémcsőben áteső fényben vizsgálunk, mert ráeső fényben lumineszcencia esetleg csak a felületen jelenik meg. Fontos szerepet játszik az oldószer savas vagy alkalikus jellege is, mely a fénylés természetét szintén befolyásolja.



Az ultraibolya-fényben történő vizsgálatokhoz szükséges berendezés.

1. Alaplemez. 2. Fémelektrodok. 3. Ivlámpaszekrény. 4. Elektrodbélés. 5. Fénysugárzó (reflektor). 6. A fénysugárzó fogantyúja. 7. Fénygyűjtő (kollektor). 8. Kézifogantyú csigavezetéssel. 9. Szűrőkamra. 10. Fekete üvegszűrő. 11. Matt üvegtábla. 12. Lesötétítő hüvely. 13. Mikroszkópium-talpat. 14. Mikroszkópium-bázislap. 15. Szorítócsavar. 16. Fluoreszcencia-mikroszkópium. 17. Uviol-periszkópium-tükör. 18. Világos-sötét látómező fénysűrítője. 19. Zárószűrő. 20. Vezetőpálcika. 21. és 22. Alsó- és felső siktükör. 23. A periszkópium-tükörrendszer szorító csavarja.

A víz, mint a lumineszcencia serkentője, aklivátora szerepel. A tisztá víz ugyanis nem fluoesztkál. Sok anyag szárazon nem, de folyadékkal megnedvesítve azonnal világít. Az oldatnak tehát optikailag üresnek kell lennie. Szerves folyadékok: éter, amylalkohol, kloroform a legmegfelelőbb, bár a szín némileg változó a folyadék természete szerint. A hőmérséklet is befolyással van a fluoesztkenciára. Általában szobahőmérsékleten észlelünk. Bizonyos esetekben magasabb hőmérsékletet is igénybe vehetünk, amit külön kihangsúlyozunk.

Közeteket természetes felületükön vagy vékonycsiszolatban vizsgálunk. Ez utóbbiakat ugyanúgy készítjük el, mint a rendes közettani csiszolatokat,

de uviol tárgy- és fedőlemez igénybevételével. Kanadabalzsam rögzítőszerként nem alkalmas, mert maga is fluoreszkál; mégpedig kocsonyás fluoreszcencia képet ad, mely elfödi az ásványok természetes fluoreszcenciaszínét.

Vizsgálataimat részben C. Reichert-féle fluoreszcencia-mikroszkópiummal s a hozzátartozó uviol-berendezéssel végeztem Szegeden Kiss Árpád professzor úr intézetében, részben Torinóban, F. Vignolo-Lutati professzor útmutatásai szerint más típusú mikroszkópiumokkal. A berendezések elméleti leírásával és technikai ismertetésével helykímélés céljából ez alkalommal nem foglalkozhatom. Részletezőbb leírásuk az irodalomban felsorolt könyvekben megtalálható.

Fluoreszcencia-vizsgálatok hazai ásványokon.

Ametiszt, Selmecebánya. Fennőtt, halványlila kristálycsoportból. Sem kristályos, sem poralakban nem fluoreszkál. Hevítve sem észlelhető fluoreszcencia.

Analcim, Dunabogdány. A Csódihegy gránálos amfibolandezitjének üregeiben található kristályokból. Szintelen, széleiken áttetsző egyének. Sem kristálya, sem pora nem fluoreszkál. Kb. 300 fokra felmelegítve, egyes pontokon felvillanó lumineszcencia észlelhető.

Antimonit, Felsőbánya. Riolit érintkezési kőzetében fennőtt kristálycsoportból. Fluoreszcencia szempontjából negatív. Hasonlóan viselkedett az aranyidai antimonit is. Ez utóbbi gyenge felmelegítés után halványan, rövid ideig foszforeszkált.

Anglezit, Vaskő. Galenittel összenőve fordul elő. Uviolfényben a galenittől jól megkülönböztethető, mert a galenitkristályok sárga fényben fluoreszkálnak. Az anglezit viselkedése negatív.

Apait, Magas Tátra. Gránitpegmatitból. Rövidoszlopos kristálydarabok. Világossárgán fluoreszkálnak. Egyes részeken a szín kékes árnyalatba ment át. (0001) lapján a központi rész ibolyás árnyalatú. Megvilágítás után még kb. 3—4 percig foszforeszkált.

Aragonit, Korond. Forráskő. Achátra emlékeztető rostos-szalagos. Színe szalagonként zöldesfehér, sárgászöld és középmélységű szürkészöld. A megvizsgálandó darabot úgy választottam ki, hogy minden rétege egyidejűleg a megvilágítás fénykévéjébe kerüljön. A világos sárgászöld szalagok élénk rózsapiros, a zöldesfehérek lila árnyalatban fluoreszkáltak, a sötét szürkészöld rétegek vörösésbarna színben világítottak. A fluoreszcencia 5%-os $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ -oldattal történt kezelés után, rövid hevítéssel még szebben jelentkezett. Némely részletben zöldes lumineszcencia lépett fel, mely azonban hamarosan megszűnt.

A dobsinai és torockói kékesfehér aragonit fluoreszcenciája elmosódott halványrózsaszínű. A rézbányai dioritkontaktban előforduló aragonitkristályok csak $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$ -os kezeléssel mutattak gyenge liláspiros fluoreszcenciát.

Auripigment, Kapnikbánya. Mint a realgár bomlási terméke, kéregszerű bevonatban fordul elő. Uviolfényben halvány lilásfehér, néhol fol-

tokban rózsaszínű fluoreszcencia jelentkezett. Hevítés után egyes pontokon félpercig foszforeszkált.

Barit; Budapest, Kissvábhegy. Dolomit kisebb mandulaürében fennöve fordul elő. Sem táblás kristálya, sem pora nem fluoreszkált. Egyes foltjain, hevítés után, lumineszcencia jelentkezett. A koppándi gipsztelep barilja egyes pontokon fehéren fluoreszkált. Hevítve sem lumineszcencia, sem foszforeszcencia nem észlelhető.

Bornit, Vaskő. Aprólemezes kristályai vörösbarna, helyenként futtatószinűek. Viselkedésük uviol-fényben negatív.

Chabazit, Dunabogdány. A Csódihegy andezit-mandulaüreiben fennőtt kristályok. Nem mutattak semmiféle fényjelenséget.

Cölesztin; Kolozsvár, Bácsorok. Mészlköüregekben fennőtt, szép, világoskék kristályok. Általában fehér lumineszcenciát árulnak el. Az úrvölgyi aragonit-üregekben előforduló cölesztinkristályok peremi részein néhol kékesfehérbe megy át a fluoreszcencia színe.

Dezmin, Dunabogdány. Negatív viselkedésű.

Dolomit, Vaskő. Világosbarna kristályok. Általában negatívak. A Budapest, Gellérthegyi dolomitkristályokon foltokban fehéres, néhol halványrózsaszínű fluoreszcencia jelentkezik, ami kétségtelenül összefügg a keletkezés körülményeivel, tehát a mélyből feltörő hévforrások ritkaföldfém-tartalmával.

Epidot, Szászkabánya. Negatív.

Fluorit, Magas-Tátra. Gránitpegmatitból. Szintelen, szürkés vagy ibolyásfehér kockák. Képződésük itt, minden valószínűség szerint, likvid-magmatikus-hidrotermális. A kristályok fluoreszcenciája ibolyásvörös. Hevítés után másodpercekig foszforeszkáltak. A szintelen egyének nem mutatnak fényjelenséget.

Galenit, Nagybánya. Andezittelérből. Kifejezett sárgás fluoreszcencia észlelhető, bár opak ásvány. Gyakori bennük a minerogenetikus üreg. Néha szfalerit és piritzárvány is megfigyelhető.

Gipsz, Egeres. Rostos szerkezetű. Legtöbbször fehér vagy sárgásfehér fluoreszcencia jelentkezett. Némely zónában negatív viselkedésű. Homokóras szerkezetük, mely egyébként sem szabadszemmel, sem mikroszkópiummal nem észlelhető, uviolfényben jól felismerhető.

Grosszular, Vaskő. Legtöbbször negatív, csak egyes pontokon villan fel. Valószínűleg idegen zárványok.

Hematit, Dognácska. Kalciton fennőtt, (0001) szerint táblás lemez; vasrózsából. Viselkedésük negatív. A kakukhegyi andezitet borító agyagtakaróban előforduló kristályok sem fluoreszkálnak. Egyik egyénben sárgás-vörös színben jelentkező zárvány kalcitnak bizonyult.

Halit, Désakna. Szép, nagy kockából vett darab. Sárgásfehér, néhol narancssárga, fedő fluoreszcenciát mutatott. Gyakoriak a kockaalakú, negatív kristályzárványok, melyeknek üregeit petróleum tölti ki. Hasadási lemezein sok a folytonossági hiány, diszkontinuitás. Hevítés után 1—2 percig foltokban foszforeszkált.

Hialit, Sárospatak. Tömör riolitüregekben fordul elő, néha tufában

is. A szín az előfordulás, tehát az eredet szerint változó. A peri- vagy apogmatikus eredetű kékesfehér, míg a hidrotermális sárgásfehér fluoreszcenciát árult el. Hevítés után egyes pontokon felvillanások észlelhetők.

K a l c e d o n, Sárospatak. Kékesfehér, szalagos szerkezetű. Rózsaszínű és sárgásfehér fluoreszcencia mutatkozott. Az egymásra következő burkok megvilágítása eltérő fokú. Andezit- és riolitüregéből származó kalcidonokon rendszerint észlelhető fluoreszcencia, tufák üregeiből származottakon nem. Nyilvánvaló tehát, hogy az uviolfényjelenségeknél a képződés körülményei is szerepet játszanak.

K a l c i t; Budapest, Svábhegy. Sárgásbarna kristályok. A kisebbek színtelenek. Általában szkalenoéderez formák. A színtelen egyének nem fluoreszkálnak. A világosbarna árnyalatúak sárgásfehér, néhol foltokban rózsássárga vagy hűsvörös színben világítanak. Egyetlen kristályból vett kis darab jelenkezett tűzvörös színben. A kristályokban szabadszemmel nem, mikroszkópiummal is alig észlelhető finom törések, parányi üregek figyelhetők meg. Ezek rendszerint sárgás vagy barnás színben fluoreszkálnak. A minerogenetikus üregek is jól láthatókká válnak uviolfényben, sötétebb barna foltok alakjában. Hevítés után egyes pontok élénken lumineszkáltak. Egyes kristályrészek viszont a megvilágítás megszűnte után zöldes fényben foszforeszkáltak. Vizsgálataim kiterjedtek aggteleki cseppkövekre is. Keresztmetszelben a körkörösen váltakozó kalcitrétegek fluoreszcenciája eltérő volt. Burkonként sárgás, fehér és vörös árnyalatok jelentkeztek. Általában megállapítható volt, hogy az erőteljesebben festődött rétegek világításfoka élénkebb, határozottabb.

K a l k o p i r i t, Újmoldova. Fennőtt kristálycsoportból. Felületük helyenként futtalásos. Az apogmatikus eredetűekben itt-ott zöldes fehér, néha sárgásbarna fluoreszcencia észlelhető. Opak ásvány is mutat tehát fénytűneményt. Hevítve felvillanások vehetők észre.

Az úrvölgyi, valószínűleg szedimentogén kristályokon nem tapasztalható fényjelenség.

K u p r i t, Dognácska. Nem fluoreszkál sem hidegen, sem hevítés után.

K v a r c, Selmezbánya; Vaskő; Magas Tátra. Részben fennőtt, részben bennőtt kristályok. Viselkedésük mindig negatív.

L i b e t e n i t, Dognácska. Zsírfényű, hagymazöld, piramisos kristályok. Viselkedésük uviolfényben negatív. Hevítve 8—9 másodpercig gyengén foszforeszkálnak.

L i m o n i t, Torockó, Metaszomatikus érctelérből. Negatív.

M a g n e s i t, Vaskő. Rombtizenkettős kristályok, gránáttal összenőve. Foltokban, néha csíkokban sárgásfehéren fluoreszkálnak.

M a l a c h i t, Szomolnok. Fürtös-vesés, keresztmetszetben szalagos. Színe sötétzöld. Kékesfehér, foltos-zónás lumineszcenciát mutat. Tehát nem egész tömegében fluoreszkál.

N e f e l i n, Gyergyódiatró. Nefelinszienitből. Szabálytalan kristálytörődék. Fluoreszcencia-színe változó: általában rózsaszínű, de néhol fehér vagy narancssárga. Közétfelületen is felismerhető a földpáttal szemben, mely halványkék.

O p á l, Sárospatak. Riolituffából. Gumós bekéregzésben jelenik meg. Sem a tejopál, sem a viaszopál nem mutat fényjelenséget. Megvilágításuk után azonban 1—2 másodpercig foszforeszkálnak. A tubinkuti májopál és a cinegebányai faopál foltokban sárgásfehéren fluoreszkáltak.

Ortoklász, Magas Tátra. Gránitból. Halványkék fluoreszcencia színben világított. **K ö h l e r** idevágó vizsgálatai szerint a fénylés színe Eu-tól ered (27).

P i r a r g i r i t, Felsőbánya. Vöröses ólomszürke kristályok. Uviolfényben zöldes vagy sárgásfehéren fluoreszkálnak. A zárványok parányi kénkristályoknak bizonyultak.

P i r i t, Recsk. Szemcsés tömeg. Sárgásfehéren lumineszkál. A szomolnoki kristályospalából vett ötszögtizenkettős kristályok zöldessárgán, az óradnaiak foltokban sárgásfehéren lumineszkáltak.

P l a g i o k l á s z, több lelőhelyről. Főként kiömlési kőzetekből vizsgáltam. Viselkedésük minden esetben negatív. Kivételt némely riolitosandezit képez, melynek plagioklászait keskeny ortoklászburok szegélyezi. A keret liláskéken fluoreszkált (Sárospatak).

R e a l g á r, Kapnikbánya. Fennőtt kristályok; mindig élénk rozsa-pirosan fluoreszkálnak. Egyes foltok, néha zónák narancssárgába mennek át.

R o d o k r o z i t, Dognácska, Kapnikbánya. Mindig negatív.

S z e r p e n t i n, Vaskő. Csak parányi zárványai villantak fel.

S z o d a l i t, Gyergyóditró. Kékesszürke kristályok. 12 töredékkristályból 3 mutatott narancssárga, néha narancsvörös fluoreszcenciát.

S z i d e r i t, Dobsina. Sárgás vagy szürkésfehér kristályok, mindig negatívak.

S z f a l e r i t, Kapnikbánya. Nem fluoreszkál, de hevítés után, egyes pontokon rövid felvillanások észlelhetők. Parányi rombikus zárványai kénnek bizonyultak.

T a l k, Szomolnok. Negatív, de hevítve gyengén foszforeszkál.

T e t r a e d r i t, Libetbánya. Csak egyes szemcsék világítottak zöldessárgán.

T i t a n i t, Gyergyóditró. Világos kávébarna, orsóalakú kristályok. Uviolfényben zöldessárga fluoreszcenciaszín jelentkezett, néha sárgásfehér külső burokkal.

T r e m o l i t, Vaskő; **V e z u v i á n**, Vaskő; **W o l l a s z t o n i t**, Rézbánya; **W o l n i n**, Krasznahorkaváralja, viselkedése mindig negatív.

W u l f e n i t, Dognácska. Csak hevítés után árul el rövid ideig tartó felvillanásokat.

Z i r k o n, Magas Tátra. Gránitpegmatitból. Parányi kristályai ibolyás-vörös, néha jácintpiros színben fluoreszkáltak.

Sok más ásványt is megvizsgáltam ultraibolya fényben, de sajátosságos és a rendestől eltérő viselkedésük miatt az ezekre vonatkozó vizsgálati eredményeket később kívánom ismertetni.

A fluoreszcencia-vizsgálatokból leszűrhető elméleti és gyakorlati tanulságok.

Ásványok fluoreszcencia-vizsgálatainál minden fizikai és vegytani adottságra, valamint mellékkörülményre tekintettel kell lennünk. Csak bizonyos szabályok betartásával számíthatunk megbízható eredményre. Következőben pontokba foglaltan ismertetem a vizsgálatok mai állását és azon teendőket, melyeknek szem előtt tartása a további kutatásoknál feltétlenül szükséges:

1. Mindig tiszta anyaggal, sterilen kell dolgoznunk. Különösen a feületről gyűjtött ásványokat és kőzeteket kell jól lemosnunk.

2. Személyi adottságok, készségek is szerepet játszanak. Aminő a megfigyelésben való jártasság, a színmegjelölésben való színérzék. Legtöbbször ugyanannak a színnek különböző árnyalatai is igen fontosak és jellemzőek. P a l a c e szerint: „aki e tüneményt nem látta, az nem is alkothat magának róla meggyőző képet, precíz ideát” (9).

3. A vizsgálatoknál szereplő fizikai hatások, mint fény, hő, nedveség, magasrezgésszámú hullámok jelenléte, rádióaktív sugárzás, mágneses erőhatások, elektromosság: mind hatással vannak a lumineszcenciára. Ezek az energiák a természetben folyton hatnak s bizonyos kedvező körülmények között az anyagok fénylését vagy fényjelenség és szín módosulását idézhetik elő.

4. Az eddigi vizsgálati eredményekből általában az a következtetés vonható le, hogy a fluoreszcenciát kevés idegen anyag jelenléte okozza, mely vagy a kristályosodásnál reked bennük, vagy később jut oda. Vegytiszta Ca F_2 nem fluoreszkál, a természetes fluorit azonban kék, vörös vagy ibolya színben reagál az uviolfény-sugárzásra.

Az a vélemény alakult ki, hogy az egyes ásványok lumineszcenciája (fluoreszcencia, foszforeszcencia) bizonyos, eddig talán részben ismeretlen elemek kis mennyiségétől ered, mely ásványképződésnél lekötést nyert, valaminő alakban a kristályrácsba kapcsolódott. Vannak ugyanis aktív és befolyásolható anyagok, melyeknek rádium-, röntgen- vagy ultraibolyafényben történő vizsgálata alkalmával élesen jellemző kép jelentkezik s így azok identifikálására vagy eredet megállapítására alkalmasak. A mutatózó fényjelenséget a lelőhelyek, korviszonyok, geokémiai képződéskörülmények és ásványgenetikai adottságok is befolyásolják.

5. Még nyílt probléma, hogy a lumineszcencia állandó és jellemző tulajdonsága-e az anyagnak. Vignolo-Lutati volt az első, aki ezt tagadta. Későbbi vizsgálatok során egyre több szerző helyezkedett erre az álláspontra. Ma már csaknem bizonyítottnak látszik, hogy ritka földfémek parányi mennyisége okozza uviolsugárban a fényjelenségeket.

6. Ugyanaz az ásvány néha fluoreszkál, néha nem. Tehát sajátos feltételektől és körülményektől függ a fluoreszcencia. Néha különböző ásványfajták (cölesztin, kalcit, gipsz) azonos fluoreszcenciaszínt árulnak el, máskor ugyanaz a fajta eltérőt (hialit, aragonit, nefelin, zirkon).

7. Sok esetben ugyanazon lelőhely ásványai is eltérően viselkednek.

A különbség összefügg az összetétel finomabb részleteivel, néha kristálytani iránnyal és ásványszármazástani viszonyokkal.

8. Egyes szerzők Mn jelenlétéhez kötik a lumineszcencia feltűnését. Viszont mangántartalmú ásványok (rodokrozit, ametiszt stb.) negatív eredményeket adtak. A következtetéseknél kétségtelenül nagyon óvatosnak kell lennünk.

9. Hőmérsékemelés sok esetben növeli a lumineszcencia hatásfokát.

10. Újabb vizsgálatok kapcsán bebizonyult, hogy a zöld fluoritok ritka elemeket: Sm, Eu, Dy, Er, Pr, Nd és Gd-ot tartalmaznak. A szinte len fluoritokból hiányoznak e ritka elemek; a lila színűek pedig csak keveset tartalmaznak. Szintetikus CaF_2 -nál Eu-hozzáadásával, kék, Yb-mal zöld szalagok jelentek meg. Sm vörös lumineszcenciát eredményezett. Igen kevés idegen anyag (ritka földfém) jelenléte elegendő (1 : 10.000), hogy fénylést idézzen elő. Köhler vizsgálatai szerint (27) a földfémionoknak rácsbeli elhelyezkedése is fontos szerepet játszik.

11. Régebben még tagadták, hogy opák testek is mutathatnak lumineszcenciát. Ma már igazolt tény, hogy vékony metszetekben opák anyagok is fénylenek (pirit, kalkopirit, galenit, magnelit, limonit, pirargirit stb.).

12. Az ásványokban gyakran jelentkeznek üregek, hézagok, folytonossági hiányok, törések, repedések, légréteg-közbeékelődések, melyek mind más-más színben tűnhetnek fel. Gyakoriságuk esetén nagyobb összefüggő foltokban jelentkeznek s önálló színben fénylenek, ami megtévesztő következtetésekre adhat alkalmat.

13. Szerves anyagok is okozhatnak lumineszcenciát, ami oxidációs folyamatokkal eltüntethető (szennyezett kalcitnál, baritnál tapasztalható).

14. Kőso kristályosodásánál is figyeltek meg lumineszcenciát. Erősebb fénylést a lassúbb kristályosodásment mutatott, kb. 60—70° C hőmérséklet mellett. Kristályosodásnál, mint a kristályrács deformációja is jelentkezik (tribolumineszcencia).

15. Szkapolitok esetében megállapítást nyert, hogy a vegyi összetétel és a fénylés között semmiféle összefüggés nincs. Ez újabb bizonyíték, idegen elemek szerepének döntő fontossága mellett (Köhler, Haberlandt; 28, 29).

16. Könnyen bomló ásványoknál gyakori a lumineszcencia. Urántartalmú ásványoknál eltérő a bomlás foka szerint: minél előrehaladottabb, annál erősebb (Meixner, 57).

17. Köhler, Haberlandt és Leitmeier legújabb vizsgálataiban Eu-tartalmú szilikátok esetében már kvantitatív következtetésekre is jut: minél magasabb az Eu-tartalom, annál erőteljesebb a lumineszcencia. Sokban (kloridok, szulfátok stb.) a fénylés színe az anionok minősége szerint is változik.

*

Hálás köszönetem fejezem ki ez alkalommal is Hóman Bálint v. M. Kir. Vallás- és Közoktatásügyi Miniszter Úrnak, hogy támogatásával tanulmányutamat lehetővé tenni kegyeskedett.

Köszönettel adózom F. Vignolo-Lutati igazgató úrnak, aki

mint a lorinói Istituto Merceogeologico della R. Università professzora vizsgálataim közben útmutatásaival segítségemre volt. Köszönetet mondok Kiss Árpád szegedi professzor úrnak, hogy a Rockefeller alapból beszerzett fluoreszcencia-berendezést rendelkezésemre bocsátani szíves volt, mellyel vizsgálataim első csoportját elvégezhettem. Hálásan köszönöm Szentpétery Zsigmond kolozsvári professzor úrnak a vizsgálatokhoz szükséges ásvány- és kőzetanyag szíves rendelkezésre bocsátását.

IRODALOM. — SCHRIFTTUM.

1. C. Wood: Das filtriertes Licht Philos. Magasin (6) 5. 257. 1903. — 2. G. F. Kunz—Ch. Baskerville: Einwirkung von Radium-, Röntgenstrahlen und ultraviolettem Licht auf Mineralien. Chem. Bews. 89, 1 (1904). — 3. H. Lehmann: Das Lumineszenzmikroskop, seine Grundlagen und seine Anwendungen. Zeitschr. f. Mikroskopie. 30.417. 1914. — 4. E. Engelhardt: Lumineszenzerscheinungen in ultraviolettem Licht. Jena, 1912. — 5. Th. Liebisch: Über die Fluoreszenz der Sodolith- und Willemitgruppe in ultraviolettem Licht. Sitz. Bericht K. Pr. Akad. Wiss. Berlin. 1912. 229. — 6. L. J. Spenser: Die Fluoreszenz von Willemit und einigen anderen Mineralien. Min. Magazine 21, 388. (1927) C. 1928. I. 895. — 7. T. Weigert: Optische Methoden der Chemie. Leipzig, 1927. — 8. P. Pringsheim: Fluoreszenz und Phosphoreszenz im Lichte der neueren Atomtheorie. Berlin, 1928. — 9. Parlaiche, Ch.: Die Phosphoreszenz u. Fluoreszenz der Franklinmineralien. Americ. Mineralogist 13, 330. C. 1928. II. 1542. — 10. P. W. Danckwortt: Lumineszenzanalyse in filtrierten ultraviolettem Licht. Leipzig, 1929. Neuere Auflage 1934. — 11. L. J. Spenser: Fluoreszenz von Mineralien in ultraviolettem Licht. Americ. Mineralogist 14, 33. (1928). C. 1929. I. 1557. — 12. F. Vignolo Lutati: Saggio di Meigen e luce die Wood nel controllo delle due fasi del carbonato di calcio. L. industria chimica No. 1. Torino, 1930. — 13. F. Vignolo Lutati: Sull impiego della luce die Wood per il riconoscimento dei minerali. Ibidem, No. 10. Torino, 1930. — 14. F. Vignolo Lutati: La Fluorescenza dei minerali alla luce di Wood. Ibidem, No. 10. Torino, 1931. — 15. M. Guyot et G. Bernheim: Traité d'Analyses par Les Rayons ultra-violets filtrés. Paris, 1932. Maloine. — 16. L. Royer: De la thermoluminescence dans les mineraux. Journ. Phys. et le Radium (7). 8. 1932. Bull. cos. fianc. Phys. No. 104.487. — 17. Franck R. van Horn: Verdrängung von Wolframit durch Scheelit mit Beobachtungen über die Fluoreszenz einiger Wolfram-Mineralien. Americ. Mineralogist 15, 461 (1930). C. 1930. II. 3385. — 18. Ada Estrafallaces: Die Mineralien und die Woodsche Strahlung. Indust. chimic. 7, 1360 (1932). C. 1933. I. 1324. — 19. F. Mach—P. Lederle: Lumineszenzerscheinungen bei Phosphaten. Die Phosphorsäure; 2, 623 (1932). — 20. W. Witterborg: Die mineralogenetische Bedeutung der Lumineszenzerscheinungen des Kalkspathes. Ztrbl. Miner. Geol. Pal. Abt. A. 1932, 364. — 21. J. Grant: Untersuchung von Mineralien in ultraviolettem Licht. Sands, Clays, Minerals I, 7, (1933). C. 1933. I. 1334. — 22. Yoshimura, Jun.: On the cathodo-luminescence spectra of Fluorit calcites, and certain synthesized phosphors containing samarium. Sci. Papers Inst. Phys. Chem. Research. Tokyo. 1933. 23. — 23. St. Kreutz: Über die Lumineszenz der Mineralien in Abhängigkeit von ihren Vorkommen und ihrer Generation. Bull. Acad. Polon. des Sci. Ser. A 1933. 213—225. — 24. H. Haberlandt: Fluoreszenzanalyse von Mineralien. Mitt. d. Inst. f. Ra-Forsch. No. 332. Sitz. ber. Wien. Akad. Math. naturw. Kl. II. A. 143. 1934. 11—13. — 25. W. D. Kusnet-

- zow u. Vera N. Kottler: Zur Frage der Kristalluminescenz von NaCl. Phys. Zs. Sowjetunion 1934. 5. 40—56. — 26. A. Köhler—H. Leitmeier: Die natürliche Thermoluminescenz bei Mineralien und Gesteinen. Zs. Krist. A. 87. 1934. 146—180. — 27. H. Haberlandt—A. Köhler: Fluoreszenzerscheinungen bei Mineralien. Chemie der Erde. 9. I. 1934. — 28. H. Haberlandt: Luminescenzuntersuchungen an Fluoriten und anderen Mineralien. Mitt. d. Zs. f. Rad. Forsch. No. 350. 1934. — 29. A. Köhler—H. Leitmeier: Fluorescenzversuche an natürlichen Sulfaten. Zbl. Min. 1934. A. No. 12. 364—375. — 30. Ivasco, Eiichi: Über die durch Röntgenstrahlen erregte Luminescenz der Mineralien. Sci. Papers Inst. Phys. Chem. Research. Tokyo 26. 1935. 258—275. — 31. H. Steinmetz—M. Alt: Thermoluminescenz und Chemoluminescenz. Zs. Krist. 92. 5—6. 1935. — 32. W. D. Kusnetzow: Zur Frage der Kristalloluminescenz in System $2K_2SO_4$ — Na_2SO_4 . Jurnal fiz. chim. Moskau-Leningrad 6. 1935. 802—813. — 33. St. Kreutz: Über Luminescenz einiger Mineralien; Bull. Internat. de l'Acad. Polon. des Sc. et des Lettres. A. 1936. 501—509. — D. Blochinzew: Bemerkungen zur Phosphorescenztheorie, Phys. Zs. Sowjetunion, 10. 1936. 424—426. — 35. K. Přizibram: Verfärbung und Lumenescenz durch Bequerellstrahlen. Zs. Phys. 102. 1936. 331—352. — 36. A. Schiener: Lumineszierende Mineralien. Mitt. Wiener Min. Geol. Ges. 110. In Min. Petr. Mitt. 47. 1936. 389—391. — 37. K. Přizibram: Über Radio-Photoluminescenz. Acta Phys. Polon. 1936. 377—380. — 38. W. L. Brown: Luminescence in minerals. Univ. of Toronto Stud. Geol. ser. No. 40. Contr. to Canad. Min. 1936—37. 156—157. I. — 39. L. H. Borgström: Die Fluorescenz finnischer Mineralien in ultraviolettem Licht. Mitt. Ins. Ra-forschung. No. 399. 1938. — 40. H. Steinmetz: Über Thermoluminescenz. Forsch. Min. 20. 1936. 58—62. — 41. A. Kutzelnigg: Beziehungen zwischen Luminescenzvermögen und Gitterbau. Angew. Chem. 49. 1936. 267—268. — 42. G. Destriaux: Recherches experimentales sur les actins du champ électrique sur les sulfures phosphorescentes. Journ. chim. phys. 34. 1937. 117—124. — 43. M. Haitinger: Fluorescenzmikroskopie. Photographie und Forschung. 1937. Hl. 2—9. — 44. H. Haberlandt: Luminescenzuntersuchungen an Fluoriten u. an anderen Mineralien. S. B. Akad. Wiss. Wien II. a. 144. 1937. 663—660. — 45. D. H. Kabakjian: Dependence of luminescence on physical structure in zinkborate compounds. Phys. Rev. 2. 1937. 365—368. — 46. M. Deribéré: Les mineraux fluorescences. Bull. soc. geol. de Belg. Brüssel. 61. B. 1937. 52—55. — 47. E. Shibata: Warum leuchten die Glühkäfer? Natur u. Kultur 34. 1937. 191—192. — 48. L. Royer: De la Thermoluminescence dans les mineraux. Journ. Phys. et la Rad. (7). 8. 1937. Bull. soc. franc. Phys. No. 401. 85. — 49. H. Steinmetz: Über Thermoluminescenz. Mitt. d. Wiener Min. Ges. No. 104. 1938. — 50. M. Deribéré: Les mineraux fluorescences. Bull. soc. geol. de Belg. Bruxel. 61. B. 1937—38. 52—55. — 51. E. S. C. Smith: u. W. H. Parsons: Studies in mineral fluorescence. The Amer. min. 23. 1938. 513—521. — 52. P. C. Mukherji: Untersuchung des diffusen Fluorescenzspektrums von Ionen seltener Erden in Lösung und Kristall. Zs. Phys. 109. 1938. — 53. B. Karlik und K. Přizibram: Über die Fluorescenz der zweiwertigen seltenen Erden. Mitt. Ins. Ra-Forschung. No. 399. 1938. — 54. Iwase-Satoyasu: The cathodo luminescence of luminescent calciumsilicate. papers Inst. Phys. chem. Research, Tokyo. 34. 1938. 173—181. — 55. M. Deribéré: Phenomene de thermoluminescence quelques marbres. Bull. Soc. franc. Min. 61. 1938. 295—296. — 56. M. Deribéré: Sur les fluorescences a grande persistance dans le groupe des calcaires naturels. C. R. 207. 1938. 222—223. — 57. H. Meixner: Fluorescenzuntersuchungen an se-