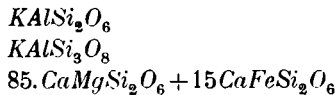


# ADATOK A SZILIKÁTOLVADÉKOK ISMERETÉHEZ.

Írta: NEUBAUER KONSTANTIN dr.

Az itt leírt kísérleteket 1909. év nyarán Bécsben végeztem a CORNELIO DOELTER Y CYSTERICH tanár úr vezetése alatt álló egyetemi ásványtani intézetben, ahová dr. SCHAFARZIK FERENC bányatanácsos, műegyetemi tanár úr jóindulata és bizalma folytán kerültem a petrogenézis és a fizikokémiai mineralogia módszereinek tanulmányozására. Kedves kötelességemnek tesztek eleget, midőn a fentnevezett uraknak e helyütt is őszinte hálámat és köszönetemet fejezem ki jóindulatú támogatásukért és fáradozásaikért.

Az általam vizsgált szilikátolvadékok három szilikát kölesönös oldatából állottak. A vizsgált szilikátok:



Ezek a szilikátok a természetben is gyakran előfordulnak s leucit, orthoklasz és diopszid név alatt ismeretesek. Százalékos összetételük a következő:

| Az ásvány neve  | Képlete  | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO   | FeO  | MgO   | K <sub>2</sub> O |
|-----------------|--|------------------|--------------------------------|-------|------|-------|------------------|
| Leucit ... ..   | <i>KAlSi<sub>2</sub>O<sub>6</sub></i>          | 55·12            | 23·35                          | —     | —    | —     | 21·53            |
| Orthoklasz ...  | <i>KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub></i>          | 64·82            | 18·31                          | —     | —    | —     | 16·87            |
| Diopszid ... .. | <i>Ca (Mg, Fe) Si<sub>2</sub>O<sub>6</sub></i> | 54·52            | —                              | 25·35 | 4·34 | 15·79 | —                |

Ezen ásványok különböző arányaiból készítettem olvadékokat s ezeket vizsgáltam. A készített olvadékokban arányaik a következők voltak:

|              | Leucit | Diopszid | Orthoklasz |
|--------------|--------|----------|------------|
| Ia és Ib     | 70     | 15       | 15         |
| IIa és IIb   | 60     | 25       | 15         |
| IIIa és IIIb | 42·5   | 42·5     | 15         |
| IVa és IVb   | 25     | 60       | 15         |
| Va és Vb     | 15     | 70       | 15         |

S így a vizsgált olvadékok százalékos kémiai összetétele, az egyes ásványok százalékos összetételéből és az olvadékok arányaiból számítva:

|              | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $FeO$ | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ |
|--------------|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| Ia és Ib     | 56·49   | 19·09     | 0·65  | 3·80  | 2·37  | 17·60  |
| IIa és IIb   | 56·43   | 16·75     | 1·08  | 6·34  | 3·95  | 15·45  |
| IIIa és IIIb | 56·32   | 12·67     | 1·85  | 10·77 | 6·71  | 11·68  |
| IVa és IVb   | 56·22   | 8·58      | 2·61  | 15·21 | 9·47  | 7·91   |
| Va és Vb     | 56·16   | 6·25      | 3·04  | 17·74 | 11·05 | 5·76   |

Amint tehát a második táblázatból kitünik, az orthoklasz aránya ezen olvadákokban állandó volt, míg a leucit és diopszid kölcsönös viszonya változott. Maguknak az egyes ásványoknak előállítására vonatkozó főbb adatokat az alábbiakban foglalom össze. Megjegyzendő azonban, hogy az illető ásványok előállítására igen gyakran oly módszereket alkalmaztak, melyek a természetben lefolyó keletkezési folyamatoknak nem felelnek meg. Leucitot először HAUTEFEUILLE állított elő (Compt. Rend. 90. 1880) azáltal, hogy sziliciumdioxidot alumíniumoxid feleslegével kaliumvanadinátban huzamosan hevített. St. MEUNIER (Compt. Rend. 90. 1880) kicsiny leucitkristályokat kapott, midőn alumínium-oxidra vörösszáson sziliciumchloridot engedett hatni. Fontosabb ezeknél FOUQUÉ és MICHEL-LÉWY eljárása (Compt. Rend. 77. 1878 és 90. 1880), akik leucitot az alkatrészeknek platinatégelyben való összeolvasztása útján állítottak elő. CH. és G. FRIEDEL káliumhidroxid és kovasav vizes oldatának muszkovitra való hatása által állították elő (Bull. Soc. Min. Fr. 13. 1890). Az orthoklasz előállítása idegen anyagok hozzáadása nélkül mindeztideig nem sikerült. E. BAUR az orthoklaszt az amorf kovasav és káliumaluminát víztartalmú olvadékából állította elő. (Zeitschr. für phys. Chemie 42. 1903.) Az augit, melynek egyik változata a diopszid is, ezeknél jóval könnyebben állítható elő mesterséges úton. FOUQUÉ és MICHEL-LÉWY, továbbá DOELTER és MOROZEVICZ sok esetben észlelték az augit képződését szilikátolvadákokban, míg VOGT az augitnak a salakokban való keletkezését vizsgálta. Az általam végzett kísérleteknél feladatul tűztem ki, megvizsgálni, hogy ezen három szilikát elegyének olvadékából mily vegyületek válnak ki, mi ezeknek kiválási sorrendje és mily mértékben mutatkozik fagyáspontesökkenés. Ezekkel kapcsolatban azonban sikerült még más, elméleti szempontból is fontos megfigyeléseket tennem, így például a kristályosodási sebességre és a túlhűtés nagyságára vonatkozólag, mely megfigyeléseket az illető kísérletek leírásánál fogom tárgyalni. Mielőtt azonban végzett kísérleteimnek tüzetes leírásába kezdenék, az ismétlések lehető elkerülése végett az általam használt vizsgálati módszereket fogom összefoglalva részletesebben tárgyalni.

A szilikátolvadákok vizsgálatánál legfontosabb a szükséges magas hőfok elérése. VOGT és MOROZEVICZ kísérleteiket üveggyári kemencékben végezték, de ezeket használva, a folyamatok nem igen figyelhetők meg s a hőmérséklet változtatása is hatáskörünkön kívül esik s nagy nehézségekbe ütközik a hőfok pontos meghatározása is, miután a kemence különböző helyein a hőfok is igen különböző. Részint, hogy az itt említett kísérleti nehézségeket és pontat-

lanságokat elkerüljék s részint, hogy a kísérletek magában a laboratóriumban legyenek elvégezhetők, FOUQUÉ és MICHEL-LÉWY, majd DOELTER s ennek tanítványai s utánuk mások is a LECLERC-FOURQUIGNON-féle gázfűtéses kemencét használták. E kettős falu kemence chamotte-ból van készítve s méretei oly kicsinyek, hogy bármely vasállványra felszerelhető. Közönséges fuvólángot használva, körülbelül  $1500^{\circ}$  C. magas hőmérsékletet állíthatunk elő. Nagy előnye ezen kemencének az is, hogy kezelése egyszerű, olvadékunk kísérlet közben minden tisztátalanságtól védve van s a hőfok könnyen szabályozható vagy hosszabb időn át állandósítható. Az elektromos ellenállási kemence sok tekintetben felette áll a LECLERC-FOURQUIGNON-féle kályhának, de mivel állandó és tartós használat közben hamar tönkremegy, elálltam ennek használatától s én is a LECLERC-FOURQUIGNON-féle kemencét használtam kísérleteim folyamán. Az olvadékok készítésére használt anyagok a lehető legtisztábbak voltak s mérés előtt kiszárittattak, illetve, ha lehetséges volt, ki is izzítottak, hogy nedvességet teljesen elveszítsék. Meg kell jegyezni, hogy a hibák kiküszöbölése céljából a  $K_2O$ ,  $CaO$ ,  $MgO$  és  $FeO$  helyett a megfelelő karbonátokat használtam, melyek a hevítés következtében disszociáció folytán széndioxidjukat elvesztették. A karbonát alakjában lemerített oxidok mennyiségét természetesen mindig átszámítottam. A használt vegyszereknek az egyes olvadékoknak megfelelő mennyiségét százszázad százaléknyi pontossággal lemérve s finom szitákon való sokszoros átszítással a lehető legjobban összekeverve Rose-féle tégelybe téve a LECLERC-FOURQUIGNON-féle kemencében fokozatosan felhevítettem és megömlesztettem, olyképen, hogy a keveréknek teljes összeolvadása körülbelül három óráig tartott. A keverék először összezsugorodott, majd az egyes szemek egymáshoz tapadtak s végre anélkül, hogy az átmenet élesen megfigyelhető lett volna, egységes olvadékká olvadtak össze. Eközben azonban a készítenő olvadéknak megfelelő összetételű elegyet kis platinakanálkával folytonosan utánatöltöttem, úgy, hogy az olvasztás teljes befejezése után a tégely körülbelül kétharmad résznyire volt megtöltve. Az olvadékok a tégelyt általában nem támadták meg, az elkészített olvadék a tégelyből többnyire kivehető volt vagy csak egyes helyeken tapadt hozzá.

Amidőn a szilikátolvadék teljesen meg volt már olvadva s egységes oldatot képezett, mintegy két órán át még megolvasztva tartottam s eközben platinarudacskaival gyakorta felkevertem, egyrészt, hogy teljes egészében egyenlő összetételű olvadékot nyerjek s másrészt, hogy elősegítsem a nagyon viszkózus olvadékból nehezen szabaduló buborékok távozását. Két óra letelte után az olvadékot a hőfok lassú csökkentése által huszonnégy órán keresztül lehűtöttem, olyképen azonban, hogy a kihülés az olvadáspont közelében volt leglassúbb, hogy ezáltal is elősegítsem a kristályok kiválását, vagyis hogy a túlűtést lehetőleg csökkentsem, míg a teljes megszilárdulás után időkimelés szempontjából már jóval gyorsabban hűtöttem. Az így előállított szilikátolvadékokból mindenképp vékonycsiszolatokat készítettem s ezeknek mikroszkópi vizsgálata alapján meghatároztam az olvadékból kivált vegyületeket. Ezen mikroszkópi vizsgálatok azonban azt mutatták, hogy az olvadékok készítésénél a lehűtés még mindig túlságosan gyorsan végeztetett s így a kivált kristályok igen

kicsinyek és tökéletlenek voltak s ezenkívül az olvadék tetemes része üvegesen merevedett meg. Elhatároztam tehát, hogy az összes olvadékokat még lassúbb kihűtéssel fogom újra elkészíteni. Az olvadékok készítésének módja az előbb követett módszerrel teljesen megegyezett, a lehűtést azonban nem huszonnégy óra alatt, hanem harminckét óra alatt végeztem. Az így előállított olvadékokban kivált kristályok már alkalmasak voltak mikroszkópos vizsgálatokra s egyúttal sokkal kevesebb volt bennök az üvegesen megmerevedő rész is. Az olvadékban levő üvegesen megmerevedett rész teljes kiküszöbölése lehetetlen volt, de különben is előre volt látható, hogy az orthoklasz, rendkívül kicsiny kristályosodási sebessége miatt, legnagyobb részt üvegesen fog megmerevedni. Ily módon két sorozat szilikátolvadéokra tettem szert, melyek a kémiai összetételre nézve teljesen megegyeztek s csak a lehűtés időtartamában különböznek. Hogy ezen két sorozat megfelelő tagjait egymástól megkülönböztessem, az elsőket «a», az utóbbiakat «b» betűvel jelöltem meg.

A mikroszkópos vizsgálat elvégzése után a szilikátolvadékokból még egy második vékonycsiszolatot is készítettem, melyet az olvadás- és fagyáspont meghatározására használtam fel. Ezen meghatározások a DOELTER-féle, elektromos ellenállási kemencével felszerelt, kristályosító mikroszkóp segítségével végeztettek. A kísérletek végrehajtásának módját, valamint a használt készülékeket később fogom röviden leírni, miután az olvadásponthatározások dolgozatomban úgyis egyik különálló fejezetét fogják képezni s áttérek az egyes kísérletek behatóbb tárgyalásába, megjegyzem azonban, hogy az egyes kísérletek leírásánál az «a» és «b» sorozat megfelelő olvadékjait egymás után veszem sorra, míg valóságban csak az «a» sorozat teljes elkészítése után kezdettem meg a «b» sorozat tagjainak előállítását.

### I. a) kísérlet.

A készített olvadék összetétele: 70 leucit + 15 diopszid + 15 orthoklasz, vagy ennek megfelelően:

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $FeO$ | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ |
|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 56·49   | 19·09     | 0·65  | 3·80  | 2·37  | 17·60  |

A keverék aránylag könnyen szikkadt össze, de csak nagyon nehezen olvadt meg teljesen s a LECLERC-FOURQUIGNON-kályhával elérhető legmagasabb hőmérsékletnél is nehezen folyós maradt, olyannyira, hogy csak igen nehezen és tökéletlenül volt keverhető. Az olvadék nagy viszkozitásának okát a leucit nagy mennyiségében keresem, mely épúgy, mint az orthoklasz is, egyedül megolvastva, igen viszkózus olvadékokat szolgáltat, amint azt DOELTERNEK<sup>1</sup> és tanítványainak vizsgálatai bizonyítják. A viszkozitás befolyása szilikátolvadékok vizsgálatánál nem hagyható figyelmen kívül, mert jelentékeny túltelítést, túlhűtést okoz. Előrelátható volt ennél fogva, hogy az olvadék csak nehezen és tökéletlenül fog kikristályosodni.

<sup>1</sup> Az erre vonatkozó irodalom össze van foglalva C. DOELTER: Physikalisch-chemische Mineralogie című könyvében.

Az olvadék nagy viszkozitása ellenére is megkezdődött a leucit és diopszidkristályok kiválása, de a lehűtés nem volt elegendő lassú ahhoz, hogy a keletkező kristályok megnövekedjenek s így behatóbb mikroszkópos vizsgálataknak legyenek alávetettek.

### I. b) kísérlet.

Csak annyiban tért el az előbbi kísérlettől, hogy a lehűtés huszonnégy óra helyett harminckét órán keresztül végeztetett.

Az olvadék előállításánál az összeolvasztás időtartamát csökkentettem s e helyett inkább teljes olvadásban tartottam hosszabb ideig. Ezáltal elértem azt, hogy az olvadék valamivel könnyebben folyó lett, viszkozitása csökkent s így könnyebben és jobban volt keverhető is, ami által a buborékok is könnyebben távozhattak s így tömöttebb, kevésbé likacsos olvadékot nyertem, mely azonban most már jobban tapadt a tégelyhez is s onnan a tégely eltérése nélkül eltávolítható nem volt.

A mikroszkópos vizsgálat eredményesebb volt, mint az előző kísérletnél. Az olvadék legnagyobb részében kristályosan merevedett meg. A leucit és diopszid képezik itt is a kivált ásványokat, míg az orthoklasz üvegesen merevedett meg. Az első kiválási terméket a leucit képezi, melynek apró, nyolcszögletes vagy gyakran kerekded keresztmetszetű kristályai képezik az olvadék legnagyobb részét. Az olvadékomban kivált leucit zárványmentes s hiányzanak a leucitra jellemző ikerlemezek is, ezen hiányok azonban a természetes kőzetekben előforduló kicsiny leucitoknál is általánosan észleltettek. Egyéb sajátosságai azonban, mint a törésmutató nagysága, a nyolcszögletes keresztmetszet stb. teljesen megegyeznek a természetes leucit sajátosságaival. A második kiválási termék a diopszid, mely a leucit kristályok közt fennmaradó hézagokat tölti ki, de nem képez jól kifejlődött kristályokat, hanem már kicsiny mennyiségénél is csak a kristályok vázát volt képes felépíteni, melyeknek üregeit a legutoljára megmerevedő s kicsiny kristályosodási sebességénél fogva kikristályosodni nem tudó orthoklasz anyagából képződött üveg tölti meg.

### II. a) kísérlet.

Ezen kísérlet olvadéka 60 súlyrész leucitból, 25 súlyrész diopszidból és 15 súlyrész orthoklaszból áll s így ennek megfelelően összetétele:

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $FeO$ | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ |
|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 56·43   | 16·75     | 1·08  | 6·34  | 3·95  | 15·45  |

Az olvadék, úgy mint az előbbi esetben is, nehezen folyós maradt, de mindazonáltal észrevehető volt, hogy viszkozitása valamivel csekélyebb, aminek oka abban van, hogy ezen olvadék összetételében a diopszid már jóval nagyobb mennyiségben szerepel.

A készített vékonycsiszolatnak megvizsgálása által kitűnt, hogy ez esetben sem volt elegendő a huszonnégy óráig tartó kihülés arra, hogy mikrosz-

kópos vizsgálatra alkalmas kristályok váljanak ki, de meg volt állapítható a kivált diopszid mennyiségének növekedése.

## II. b) kísérlet.

Az ezen kísérlettel készített olvadék összetétele megegyezik a II. a) olvadékával, csak a kihülés ideje volt nagyobb.

A belőle készített csiszolatnak mikroszkópos megvizsgálása alkalmával rögtön feltűntek a szépen kifejlődött s nagy leucitkristályok, melyek az olvadéknak több mint felét teszik ki. A kristályok az eddigieknél jóval nagyobbak, többnyire nyolcszögletes keresztmetszetűek s szinte kivétel nélkül üvegzárványokat tartalmaznak, melyeknek alakja és elrendeződése szabálytalan. A gipszlemez segítségével ezenkívül egyes kristályokon még az ikerlemezesesség is észlelhető, úgy, hogy ezen kristályok a természetes leucitoknak minden tekintetben jól megfelelnek. Megemlítenő, hogy ezen leucitokban oly gyakori zárványok mindig csak üvegből állanak s egy esetben sem találtam bennök kettősen fénytörő zárványt, holott leucitokban gyakoriak a különféle piroxéneknek s így a diopszidnak is zárványai.

A diopszid ezúttal is a leucitkristályok közötti hézagokat tölti ki az üvegesen megmerevedő orthoklasszal együtt. A kiválás sorrendje tehát ezen olvadéknál is: leucit, diopszid és orthoklasz-üveg.

Feltűnő, hogy ezen olvadéknál bizonyos fokú differenciálódás is észlelhető, amennyiben az olvadék felső részében aránylag több s nagyobb leucitkristály található, mint az olvadék alsó részében, sőt vannak egyes kisebb olyan részek is, melyekben a leucitok szorosan egymás mellé sorakoznak, úgy, hogy hézagok közöttük nem is maradnak. Az olvadék alsó részében a leucitkristályok kisebbek s a köztük levő hézagokat tölti ki a diopszid s az aránylag kevés üveg.

## III. a) kísérlet.

A készített olvadék összetétele 42·5 súlyrész leucit + 42·5 súlyrész diopszid + 15 súlyrész orthoklasz s kémiai összetétele százalékokban kifejezve :

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $FeO$ | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ |
|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 56·32   | 12·67     | 1·85  | 10·77 | 6·71  | 11·68  |

A keverék sokkal könnyebben olvadt meg, mint az előbbi kísérletek keveréke s viszkozitása is jóval kisebb volt. Ezen kísérlet végrehajtásánál a tégely megrepedt s az olvadék egyrésze kifolyt. Megszüntettem tehát a hevítést s a megrepedt tégelyt a még benne maradt olvadékkal együtt kivettem a kemencéből. Az olvadék ennek következtében üvegesen merevedett meg s ezen üveg átlátszó s világos zöldszínű. A kísérletet megismételve, halványan zöldes-sárga, tömött, csak kevésé likacsos olvadékot nyertem, mely megolvadt állapotban könnyen volt keverhető, megmerevedve a tégely falához tapadt s abból kivehető nem volt. A tégelyt azonban ezen olvadék sem támadta meg s így annak anyagából sem vehetett fel. A mikroszkópos vizsgálat ezen olvadéknál

is azt mutatta, hogy a kihülés túlságosan gyors volt ahhoz, hogy mérésekre alkalmas kristályok képződhessenek.

### III. b) kísérlet.

Ezen kísérlet az előbbinek megismétlése. Az olvadék az előbbinél is sokkal tömöttebb s pórusok csak elszórtan, itt-ott vannak benne.

Az optikai vizsgálat alkalmával leucitot, diopszidot s üveget tudtam meghatározni. A leucit mennyisége ezen olvadékban jóval kisebb, mint az előző I. és II. kísérletekben, ami az olvadék összetételéből önként következik. A kristályok nagyságra és a kifejlődés jóságára nézve sem érik el az előbbi II. b) olvadékból kivált leucitkristályokat. Rendesen lekerékített keresztmetszetűek s csak ritkán nyolcszögletesek. Az ikerlemezeség azonban ezen kristályok legtöbbször is észlelhető volt. Fontos jelenség ezen olvadéknál, hogy bár a leucitok legnagyobb része csakis üvegzárványokat tartalmaz, találunk benne olyan leucitokat is, melyekben az üvegzárványok mellett diopszidzárványok is vannak. Feltűnő ezúttal, hogy a csak üvegzárványokat tartalmazó leucitok felülete egy kissé korrodálva is van. Ezen feltűnő jelenségek magyarázatát a következőkben vélem megadhatni. Jelen esetben az orthoklasz van az eutektikus elegyhez viszonyítva a legkisebb mennyiségben, mert a kivált ásványok között feltalálható nem volt. A leucit-diopszid eutektikumot tekintve pedig a leucit van túlsúlyban, amit bizonyítanak az először kivált és csak üvegzárványokat tartalmazó leucitkristályok. Amidőn azonban a leucitkristályok folytatólagos kiválása folytán a leucitdiopszid eutektikum elérést, nem következett be a leucit és diopszid eutektikus elegyének kiválása, hanem az olvadék viskozitása következtében folytatódott a leucit kiválása, aminek hatására túlhűtés, túltelítés állott be. Midőn ezen túltelítés végre megszűnt, a most már túlsúlyban lévő diopszid nagymennyiségű kiválása állott be s a gyors kiválás következtében felszabaduló jelentékeny olvadási hő a leucitok felületét újra megolvasztotta, korrodálta. Midőn a diopszid kiválása által az eutektikum újra elérést, beállt végre a leucit és diopszid együttes kiválása s így lehetséges volt, hogy a most kiváló leucitok a már régebben kivált diopszidkristálykákat magukba zárják s egyuttal megérthető az elsődleges kiválású s csak üvegzárványokat magukban foglaló leucitkristályok korrodált felülete is. Hogy orthoklasz a kivált ásványok között nem volt feltalálható, az annak jele, hogy a leucit és diopszid esekély mennyisége az orthoklasszal együtt még a ternár eutektikum elérése előtt üvegesen merevedett meg.

### IV. a) kísérlet.

A készített olvadék 25 súlyrész leucitból, 60 súlyrész diopszidból és 15 súlyrész orthoklaszból állott, mely elegynek megfelelő százalékos kémiai összetétel a következő:

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $FeO$ | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ |
|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 56.22   | 8.58      | 2.61  | 15.21 | 9.47  | 7.91   |

A keverék könnyen olvadt meg s eléggé hígfolyó olvadékot képezett. A lehűtés alkalmával azonban a tégely elcsúszott s a kemencének egy sokkal alacsonyabb hőmérsékletű részébe esett. Az így bekövetkezett gyors kihűlés következtében az olvadék üvegesen merevedett meg. A keletkezett üveg azonban nem volt átlátszó, mint a III. a) kísérletnél, hanem átlátszatlan. Feltűnő azonban, hogy ezen üvegnél is észrevehetünk bizonyos fokú differenciálódást, amennyiben az üvegen sárga és kékes színű sávokat látunk váltakozva. Mivel ezen kísérlet csakis üveget eredményezett, az olvadék mikroszkópos vizsgálata teljesen felesleges volt.

#### IV. b) kísérlet.

A kísérlet anyagát ugyanolyan összetételű keverék szolgáltatta, mint az előző IV. a) kísérletnél. A nyert olvadék majdnem porusmentes, szürkészöld színű, melynek kristályos szerkezete szabad szemmel is jól látható. Ez az olvadék a tégelyből kivethető nem volt. Az olvadék szerkezete gyengén rostos s a rostok az olvadék felső részéből a tégely alja felé irányulnak.

A mikroszkópiai vizsgálat szerint ezen olvadék megmerevedése is a leucit kiválásával kezdődött. A leucitkristályok kisebbek s sokkal gyéribben is találhatóak, mint az előző olvadékokban. Üvegzárványokat elég gyakran találunk bennök, ámbar legnagyobb részük teljesen mentes zárványoktól. Keresztmetszetük kerekded vagy szabálytalan s csak ritkán találunk nyolcszögletes keresztmetszetű kristályokat. Keresztezett nikolok között vizsgálva, ezek is izotropoknak mutatkoznak, tehát normális leucitokként viselkednek, azonban gipszlemez segítségével ezeken is észlelhetünk kettőtörést s az ikerlemezsésséget elég jól mutatják. A leucitok diopszidkristályokba vannak zárva, tehát a leucit kiválása után kezdődött csak meg a diopszid kiválása, melynek kristályai ez esetben sem fejlődtek ki jól, hanem többnyire csak vázszerűen képződtek ki s ennek üregeit tölti ki az utoljára megmerevedő üveg. A leucitokat magukban foglaló diopszidok rendesen nagyok, ezek mellett azonban találunk kisebb, jobban fejlett diopszidkristályokat is, melyek leucitzárványokkal nem bírnak, hanem a leucitok mellett képződtek. Ebből is jól megítélhető, hogy a kiválás a következő sorrendben ment végbe:

Az eutektikumhoz képest túlsúlyban levő leucit kiválása után a leucit és diopszid elegye vált ki mindaddig, míg végre az utolsó részlet a túlságosan növekedő viszkozitás végett üvegesen merevedett meg.

#### V. a) és b) kísérlet.

Az a) kísérlet végrehajtásánál a tégely megrepedt s csak így üveget szolgáltatott, míg a második kísérlet jól sikerült s szépen kristályosodott olvadékot nyújtott. A készített olvadék összetétele: 15 súlyrész leucit, 70 súlyrész diopszid és 15 súlyrész orthoklasz s az ennek megfelelő százalékos kémiai összetétel:

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $FeO$ | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ |
|---------|-----------|-------|-------|-------|--------|
| 56.16   | 6.25      | 3.04  | 17.74 | 11.05 | 5.76   |



A nyert üveg sötét zöldesbarnaszínű s kisebb szilánkjai átlátszók. Ásványkiválásnak benne nyoma sincsen. A lassú kihüléssel nyert kristályos olvadék teljesen porusmentes, szürkés-zöldes színű s a kristályos szerkezet szabad szemmel is észlelhető. Megolvadt állapotban annyira híg volt, hogy a tégelyből kiönteni is lehetett. Az összes olvadékok között ennek volt legkisebb viszkozitása s úgy mint az eddigi olvadékok is, ez sem támadta meg a tégely anyagát.

Az olvadékból készített vékonycsiszolatnak mikroszkópos vizsgálata több szempontból igen fontos eredményeket szolgáltatott. A leucit, mely az összes eddigi olvadékokban mint először kiváló vegyület szerepelt, ezen olvadékban csak igen gyéren lép fel. Határozottan csak a diopszid minősítendő az először kiváló elegyrésznek. Kristályai, melyek elérik az 5 mm nagyságot is, képezik az olvadéknak legnagyobb részét, míg a leucit csak szórványosan s kisebb diopszidkristályok társaságában fordul elő. Az eutektikus elegyhez viszonyítva tehát ezen olvadékban már a diopszid van túlsúlyban s így ez képezi az először kiváló elegyrészt, míg a leucit a diopsziddal együtt mint eutektikus elegy vált ki. A képződött üvegnek aránylag nagy mennyisége az eutektikus elegy kis mennyiségével szemben azt mutatja, hogy az olvadék nem sokkal az eutektikus elegy kiválása után teljesen megmerevedett. Megállapítható ennél fogva, hogy a leucit és diopszid közötti eutektikum a 60 : 25 és a 70 : 15 arányok között van, mindenesetre sokkal közelebb az előbbihez, mint az utóbbihoz, mert az V. b) kísérletben csak a diopszid legnagyobb részének kiválása után kezdődött meg az eutektikus elegy kiválása, míg a IV. b) kísérletnél már a leucitnak aránylag sokkal kisebb mennyiségű kiválása után állt be az eutektikum. A diopszid egyrésze, úgy mint az előző kísérletknél is, csak vázszerűen képződött ki s üregei üveg által vannak kitöltve, másrésze azonban jól kifejlesztett kristályokat képez. Feltűnő és igen fontos jelenség, hogy ezen jól kifejlett diopszidkristályok kivétel nélkül zonális szerkezetűek. A kristályok belső magja szintelen vagy igen gyengén zöldes színű s ezt mindinkább sötétebb sárga gyűrűk veszik körül, melyeknek kioltási iránya is eltér a belső magnak kioltási irányától. Ezen jelenség, mely a természetes diopszidoknál s sok más szilikátnál is észlelhető, csak úgy magyarázható, hogy a kezdetben keletkező belső része a kristályoknak kevesebb vastartalommal bír, mint a külső övek, vagyis, hogy a kristályok növekedése közben folyton nagyobb vastartalmú rétegek rakódtak le.

A diopszidok zonális szerkezetéből következtetést vonhatunk ezen olvadéknak aránylag csekély túltelítettségére.<sup>1</sup> A kiválás folyamán ugyanis változni fog az olvadék összetétele s ennek következtében folytonosan változik a kiváló vegyület is, ha elegykristályokat vizsgálunk, mint jelen esetben, ahol a diopszid komponenseit a  $Ca Mg Si_2 O_6$  és  $Ca Fe Si_2 O_6$  isomorph vegyületek képezik. A kiváló elegyrészek összetételének folytonos változása következtében zonális szerkezetű kristályok keletkeznek, de ez csak akkor lehetséges, ha a viszkozitás következtében fellépő túltelítés nem nagy. Ellenkező esetben ugyanis meg van

<sup>1</sup> J. H. L. VoGT: Tscherm. min.-petr. Mitt. XXIV. 483.

akadályozva az egyensúlyi állapotnak gyors beállása és folytonos változása, s így hosszabb időn keresztül egyenlő összetételű kristályok fognak kiválni.

Azon esetben, ha túltelítés nem lép fel az összetétel változása folytonos, s a zónák nincsenek elhatárolva, hanem egymásba folynak. Kisebb mértékű túltelítésnél pedig az összetétel szakaszonként változik s az egyes övek egymástól többé-kevésbé el vannak határolva, mint jelen esetben.

Ha áttekintjük a végzett kísérletek eredményeit, akkor mindenekelőtt feltűnik, hogy a kölcsönös oldatot képező három szilikát, a leucit, diopzid és orthoklasz közül az olvadékban kiválva csak az első kettő volt található, míg az orthoklasz egyetlen esetben sem észleltetett, hanem mindig üvegesen merevedett meg. Ennek oka csakis abban lehet, hogy az orthoklasz csekély mennyiségénél fogva — minden olvadék csak 15% orthoklaszt tartalmazott — egyik olvadékban sem volt az eutektikus elegyhez túlsúlyban, s így az utóljára kiváló elegyrészt képezte. A leucit és diopzid folytatólagos kiválása folytán az olvadék viskositása erősen növekedett, a túltelítés is folyton nagyobb lett, s végre az olvadéknak ezen részlete üveget képezett. Az orthoklasz viselkedése annál is inkább érthető, mert ösmeretes a kristályosodásra való csekély hajlama.

A kísérletek legnagyobb részénél a kiválás sorrendje a következő volt: leucit, leucit és diopzid, s végül üveg, míg az V. a) és b) kísérleteknél a kiválási sorrend: diopzid, diopzid és leucit s végül üveg. Mindkét esetben sikerült a kiválási sorrendjét a fizikai kémia törvényeinek alapján megmagyarázni, s kimutatni, hogy a leucit és diopzid közötti eutektikum a 60:25 és 70:15 arányok között van, közelebb az első, mint a második arányhoz. Egy esetben (III. b) kísérlet) a kiválás sorrendje ez volt: leucit, diopzid, leucit és diopzid, s végül üveg. Ez a sorrend az első pillanatban feltűnő, de a túltelítés tekintete vételével ugyancsak ki volt magyarázható fizikai-kémiai alapon. A vizsgált olvadékokra nézve tehát minden esetben ki volt mutatható, hogy oldatok módjára viselkednek, s mindenben követik a fizikai-kémia törvényeit.

### Olvadáspon t meghatározások.

A szilikátolvadékok olvadáspon tjainak meghatározására többféle eljárást is követnek, de mindegyikénél találunk kisebb-nagyobb hibaforrásokat. Voort (Die Silikatschmelzlösungen II.) a kihülési görbe megállapításának segítségével határozza meg az olvadáspon tot, de módszerének nagy hátránya, hogy az olvadék nem keverhető, s így annak hőmérséklete nem egyenletes az egész tömegben, másrészt az általa megkívánt 15—20 kg-nyi mennyiséggel dolgozni laboratoriumi kísérleteknél szinte lehetetlen.

DOELTER C. az olvadáspon t meghatározások módszereinek egész sorát dolgozta ki, melyek leírását összefoglalta «Die Untersuchungsmethoden bei Silikatschmelzen», című értekezésében, legjobbnak azonban ő is az általa ajánlott optikai módszert tartja. A mérést ezen módszer szerint az általa szerkesztett mikroskóppal végezzük, melynek asztalkájára elektromos kemence van vertikális állásban szerelve. A kísérlet folyamatait tehát ezen készülékkel foly-

tonosan, jól figyelhetjük meg. A megolvasztandó szilikát kvarccsészébe helyeztetik s platina háromlábura állítva kerül a kemencébe. Készülékének leírása a wieni akadémia közleményeiben jelent meg.

Ezen módszer egységes szilikátvegyületek olvadáspontjának meghatározására kétségtelenül a legpontosabb, s DOELTER is nagyszámú, általánosan elfogadott méréseit ennek segélyével végezte. Különböző összetételű szilikát-kristályok elegyének olvadáspontját azonban ezen módszerrel meghatározni nem lehet, annál kevésbé, mert ilyen nem is létezik. Különböző kristályok keverékének hevítésénél, először a legalacsonyabb olvadáspontú fog megolvadni, s egyuttal oldólag fog hatni a még meg nem olvadt kristályokra. Az olvadás tehát a legalacsonyabb olvadáspontú anyag olvadáspontján kezdődik, s befejezetik a legmagasabb olvadáspont elérése előtt. A kísérletek ezen nagy hibája következtében tagadja DOELTER, hogy szilikátolvadékoknál fagyáspontcsökkenés mutatkoznék s állítja azt, hogy az elegyek olvadáspontját a komponensek olvadáspontjainak középértéke adja meg.<sup>1</sup>

Helyes eredményeket csakis akkor kaphatunk, ha nem az olvadás, hanem a fagyás tünetényeit vizsgáljuk. DOELTER és tanítványai is észlelték, hogy a kifagyás sokkal alacsonyabb hőmérsékleten történik, ezen jelenséget azonban teljesen a túlhűtés rovására magyarázták. Olvadáspont meghatározásaimnál én is a DOELTER-féle mikroszkópot használtam, s megfigyeltem úgy az olvadás, mint a kifagyás tünetényeit. A hőfokmérésre LE CHATELIER-féle pirométer szolgált, melynek adatait úgy kísérleteim előtt, mint után vegytiszta arany olvadáspontjának meghatározásával ellenőriztem s a két esetben az arany olvadáspontjául  $1062^{\circ}$  C-t találtam, ami HOLBORN legújabb adatával ( $1063^{\circ}$  C) egy foknyi különbséggel megegyezik, s így nem volt szükséges a pirométer adatainak redukálása. A hőmérséklet emelése ellenállás segélyével történt, olyképen, hogy percenként átlag  $10^{\circ}$  C volt az emelkedés s az olvadás folyamat alatt csak  $2-3^{\circ}$ .

## 1. kísérlet.

A kísérlet anyagát a II. b) olvadék szolgáltatta.

$1205^{\circ}$  Az olvadék szélei legömbölyödnek.

$1230^{\circ}$  Egyes helyeken az olvadék cseppekké folyik össze.

$1260^{\circ}$  Mindinkább több és több csepp képződik.

$1275^{\circ}$  Legnagyobb részében folyékony.

$1290^{\circ}$  Az olvadék teljesen megolvadt.

$1290-1170^{\circ}$  A kihülés folyamata. Az olvadék folyékony.

$1170^{\circ}$  A kiválás kezdete.

$1160^{\circ}$  A kiválás mindinkább folytatódik.

$1080^{\circ}$  Az olvadék teljesen megmerevedett, legnagyobb része üvegesen.

A II. b) olvadék olvadása tehát megkezdődött  $1205^{\circ}$ -on és befejeződött  $1290^{\circ}$ -on. A kifagyás kezdete  $1170^{\circ}$  hőmérsékleten volt.

<sup>1</sup> (Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wiss. in Wien. Math.-naturw. Kl. CXVIII. 1909. Az előbb említett értekezés ugyanitt CXV. kötet 1906.)

## 2. kísérlet.

Olvadáspont meghatározásra a III. b) olvadék használtatott. A kísérlet lefolyása a következő volt:

1195° Az olvadás megkezdődött.

1210° A csiszolat szélei meg vannak olvadva.

1230° Az olvadás mindinkább előrehalad.

1250° Egyes cseppek képződnek.

1260° Az olvadék legnagyobb része megolvadt.

1270° Minden meg van olvadva.

1270—1130° Kihülés. Az olvadék folyékony.

1125° A kifagyás kezdete.

1125—1040° A kifagyás folyamata. 1040°-on már az egész olvadék meg van meredve.

Az olvadás tehát 1195°-on kezdődött, s 1270°-on fejeződött be. A kiválás kezdete 1125°-on történt meg.

## 3. kísérlet.

E kísérlet anyagát a IV. b) olvadék szolgáltatta, s főbb adatai a következők:

1190° Az olvadás kezdetét vette.

1210° A szélek meg vannak olvadva.

1230° Cseppek képződése.

1245° Az olvadék legnagyobb része megolvadt.

1255° Minden meg van olvadva.

1255—1090° A kihülés alatt az olvadék folyékony marad.

1090° A kiválás kezdete.

1090—1015° A kiválás mindinkább növekedik; a kihülés végén az olvadék üvegesen merevedik meg.

1015° Az egész olvadék szilárd.

Ezen kísérletnél tehát a IV. b) olvadék megolvadása 1190—1255° hőmérsékleti határok között ment végbe, míg a kifagyás 1090°-on kezdődött meg.

## 4. kísérlet.

Ezen kísérletnél az V. b) olvadék használtatott fel.

1205° A csiszolat a széleken kezd megolvadni.

1225° Egyes cseppek képződnek.

1235° Az olvadék legnagyobb része megolvadt.

1245° Az egész olvadék folyékony.

1245—1115° A kihülés folyamata.

1115° A kiválás kezdete. Az olvadékból diopszidkristályok kezdenek kiválni, melyek oly gyorsan növekedtek, hogy célszerűnek látszott növekedésüket megmérni.

1115--1085° A kihülés ezen határok között 19 percig tartott, s az ezen időközben kivált diopszidtűk hosszúsága méretett meg mikrométer segítségével.  
1050° Az olvadék teljesen meg van szilárdulva.

Az V. b) olvadék megolvadása tehát 1205° és 1245° között megy végbe, míg a kiválás 1115°-on veszi kezdetét.

\*

DOELTER C. az olvadékjaimban előforduló egyes szilikátok olvadáspontjait következőkép határozta meg: <sup>1</sup>

|            |           |       |
|------------|-----------|-------|
| leucit     | — — — — — | 1310° |
| diopszid   | — — — — — | 1255° |
| orthoklasz | — — — — — | 1190° |

Ha ezen olvadáspontok figyelembe vételével vizsgáljuk meg kísérleteim eredményeit, mindenekelőtt feltűnik, hogy az olvadás kezdete összes kísérleteimnél körülbelül összeesik az orthoklasz olvadáspontjával, melynek olvadáspontja a három ásvány között legalacsonyabb, míg az olvadás befejezésének hőfoka, többé-kevésbé tényleg e három olvadáspont középértékének felel meg. Ezen jelenségnek magyarázatát adtam a DOELTER-féle módszer méltatásánál, s így ezen eredmények korántsem tekinthetők annak bizonyítékául, hogy fagyáspontcsökkenés szilikátolvadékoknál nem lép fel, hanem csakis előbbi feltevéseim helyességét igazolják.

Ha az olvadáspontok helyett a fagyáspontokat vizsgáljuk, rögtön szembe-tűnik, hogy az összes fagyáspontok alacsonyabbak, mint az egyes ásványok bármelyikének olvadáspontja s így kimondhatjuk, hogy kísérleteimnél fagyáspontcsökkenés minden esetben észleltetett, mert semmi okunk sincs feltenni azt, hogy az alacsony fagyáspontot egyedül a túlhűtés okozta volna, ámbár bizonyára nagyobbította a fagyáspontcsökkenés adatait.

A fagyáspontcsökkenés a IV. b) olvadéknál (3. kísérlet) volt legnagyobb s így ez is bizonyítja, hogy az eutektikumhoz ezen olvadék összetétele áll legközelebb.

Külön kell méltatnom a 4. kísérlet lefolyását. Mint már a kísérlet leírásánál is említettem a kiválás alkalmával keletkező diopszidkristályok növekedése oly feltűnően gyors volt, hogy indokoltá tette a kristályok növekedésének sebességét meghatározni. A tizenkilenc perc alatt növekedett kristályok nagysága 21 mérés adata szerint 0.19--0.39 mm volt s így a növekedés percenként 0.01—0.02 mm volt kerekszámában, ami a DOELTER által megállapított értéknek épen tízszerese. A kísérletet DOELTER tanár úr kívánságára megismételve ugyanazon eredményt kaptam. E kísérlet nem bizonyítja DOELTER adatainak helytelenségét, hanem csak azt, hogy kedvező körülmények között 10-20 mm-es augitkristályok nem 200, hanem már kb. 20 óra alatt is képződhetnek, amint azt már Voer is sejtette. Támogatja ezen adatnak helyességét az is, hogy IV. b) olvadékomban, melynek kihülési ideje mindössze csak

<sup>1</sup> TSCHERMAKS min.-petrogr. Mitteilungen 1903.

32 óra volt, s a diopzid kiválása ezen iáónek is csak egy részében történt, mégis találunk 5—6 mm hosszú diopzid szálakat.

\*

Kísérleteimnek eredményei röviden összefoglalva a következők:

Sikerült kimutatni a vizsgált olvadékokban a kiválási sorrendet, s bebizonyítani, hogy az minden esetben a fizikai-kémia törvényeinek megfelelő, még akkor is, ha látszólag azoktól erősen eltér. Megközelítőleg meg volt állapítható, úgy a kiválási sorrend, mint a fagyáspontcsökkenés alapján, a leucit-diopzid eutektikum. A diopzid kristályok zónás szerkezetéből az illető olvadék csekély tútelítettsége volt bebizonyítható s ez is támogatja azen feltevésemet, hogy a fagyáspontcsökkenés nem hárítható teljesen a túlhűtés rovására, hanem a szilikátok kölcsönös oldatai, úgy mint minden más oldat is, fagyáspontcsökkenést mutatnak, amint azt Voer is sokszor hangsúlyozza Die Silikateschemelzösun gen című munkájában.

A diopzid kristályosodási sebességének méréséből pedig kitűnt, hogy kedvező körülmények között a diopzid kristályok sokkal gyorsabb növekednek, mint azt általánosan hitték.

Vizsgálataimnak végzése közben többször célszerűnek mutatkozott volna a kivált kristályok kémiai elemzése. Ez azonban két okból is teljesen lehetetlen volt, mert egyrészt a keletkezett kristályok kicsinyisége miatt azokat szeparálni nem lehetett, s másrészt a bennök mindig található zárványok az elemzés adatait úgyis értéktelenné tették volna.

Kelt Budapestén, a kir. József-Műegyetem ásvány-földtani intézetében, 1910 december hó 1-én.

## TÁRSULATI ÜGYEK.

### A) A Magyarhoni Földtani Társulat szakülései.

#### 1. Jegyzőkönyv az 1910 december hó 7-én tartott szakülésről.

Az ülés helyisége a m. k. Földtani Intézet előadóterme; kezdete d. u. 5 órakor. Elnök: SCHAFARZIK FERENC dr. műegyetemi tanár.

Az ülésen megjelentek: ASCHER ANTAL, BALOGH MARGIT dr., BAUER GYULA, BÉKEY IMRE GÁBOR, BORZA SÁNDOR, BRUCK JÓZSEF, EMSZT KÁLMÁN dr., ERÓDI KÁLMÁN dr., GÖZ ILONA dr., GÁSPÁR JÁNOS dr., HILLEBRAND JENŐ, HORUSITZKY HENRIK, INKEY BÉLA, KADIĆ OTTOKÁR dr., KADIĆ OTTOKÁRNÉ, KORMOS TIVADAR dr., KRENNER JÓZSEF SÁNDOR dr., LÁSZLÓ GÁBOR dr., LÓCZY LAJOS dr., LÖRENTHEY IMRE dr., LÖW MÁRTON dr., MACHAN OTTÓ, MAROS IMRE, MAURITZ BÉLA dr., PAPP KÁROLY dr., PANTÓ DEZSŐ, PÁLFY MÓR dr., PÁVAY-VAJNA FERENC dr., POSEWITZ TIVADAR, SIEGMETH KÁROLY, STEINHAUSZ GYULA, STRÖMPL GÁBOR, SCHOLTZ PÁL KORNÉL, SZÉKÁNY BÉLA, SZONTAGH TAMÁS dr., SZINYEI-MERSE ZSIGMOND dr., TELEGDI ROTH KÁROLY, TELEGDI ROTH LAJOS, TOBORFFY ZOLTÁN, TREITZ PÉTER, VOGL VIKTOR dr., ZAMECSNIK KÁROLA, ZSIGMONDY ÁRPÁD. Összesen 44-en.