

A kémia újabb eredményei

1970

Erdey László • Pólos László

A gravimetria mint a kémiai analízis alapja

Pungor Ernő • Szász Ágnes

A lángfotometria újabb fejlődése

Akadémiai Kiadó • Budapest

A KÉMIA ÚJABB EREDMÉNYEI

2. kötet

A könyvsorozat 2. kötete az analitikai kémia témakörével foglalkozik.

Az analitikai kémia nemzetközileg elismert és nagyrabecsült művelője, az 1970-ben elhunyt Erdey László akadémikus és munkatársa Pólos László „A gravimetria mint a kémiai analízis alapja” c. munkájában a kémiai analízis e klasszikus ágának napjainkban is alapvető jelentőségét mutatja be.

„A lángfotometria újabb fejlődése” című munkában Pungor Ernő a MTA lev. tagja és munkatársa Szász Ágnes értékeli kritikailag ennek a modern analitikai módszernek az utóbbi öt évben végbement fejlődését. Külön értéke a tanulmánynak a teljes bibliográfia.



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST



A KÉMIA ÚJABB EREDMÉNYEI

A KÉMIA ÚJABB EREDMÉNYEI

2. kötet

Szerkeszti

CSÁKVÁRI BÉLA

A szerkesztő bizottság tagjai

BRUCKNER GYŐZŐ, HOLLÓ JÁNOS, LENGYEL BÉLA,
PUNGOR ERNŐ, SCHAY GÉZA, SZABÓ ZOLTÁN,
TÜDŐS FERENC, VAS KÁROLY



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

A KÉMIA ÚJABB EREDMÉNYEI

2



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Erdey László, Pólos László: A gravimetria mint a kémiai analízis alapja</i>	7
<i>Pungor Ernő, Szász Ágnes: A lángfotometria újabb fejlődése</i>	43

A GRAVIMETRIA MINT A KÉMIAI ANALÍZIS ALAPJA

ERDEY LÁSZLÓ

akadémikus, kétszeres Kossuth-díjas
egyetemi tanár

PÓLOS LÁSZLÓ

tudományos munkatárs

Meglepőnek látszik, hogy a kémiai analízisnek ez a legrégebb, klasszikus ága milyen gyors fejlődésben van napjainkban is, és milyen nagyszámú dolgozat szerzője foglalkozik ma is e terület problémáival. Egy nemrégien közölt statisztikai adatból [1] kitűnik, hogy a súly szerinti analízis a témája ma is a megjelent analitikai kémiai tárgyú dolgozatok több mint 5%-ának, ami a napjainkban nagy fejlődésben levő radiokémiai elemzés fejlődési intenzitásához hasonló. A nagyfokú érdeklődést főként azzal magyarázhatjuk, hogy a jórészt tapasztalati alapokon fejlődött súly szerinti analízis elméleti alapjainak tisztázása szükségessé vált. Nagy kutatómunka folyik a szerves komplexképzők analitikai alkalmazása területén is. Ezzel a fémionok specifikus meghatározásának és elválasztásának újabb lehetőségeit kívánják kiszélesíteni a folyamatban levő vizsgálatok. Bizonyos fokú újraéledést hozott a radiokémiai analízis és különösen az aktivációs analízis kifejlődése is.

Mindenesetre megállapítható, hogy a gravimetria egyáltalán nem veszítette el gyakorlati jelentőségét a laboratóriumokban, a rendkívüli mértékű instrumentáció és automatizálás ellenére sem. Nagyon nehéz lenne ugyanis még ma is olyan műszeres módszert találni, ami a próbák vagy etalonok juszttírozásával kapcsolatban ne szorulna a klasszikus kémiai elemzés módszereire, de különösen a súly szerinti analízis

mikropreparatív módszerére, mellyel a meghatározandó alkatrészt kipreparálva megmérhetjük, és ellenőrizhetjük tisztaságát, vizsgálat alá vehetjük más ellenőrző módszerekkel is.

A súly szerinti analízis alapművelete a csapadék leválasztása oldatból olyan formában, hogy a csapadék mennyiségileg tartalmazza a meghatározandó alkatrészt, tisztán, idegen szennyezésektől mentesen, továbbá könnyen el lehessen választani az anyalúgtól, vagyis jól szűrhető és mosható legyen. A csapadék összetétele lehetőleg sztöchiometrikus vagy legalábbis könnyen átalakítható legyen szárítással, izzítással nem higroszkópos, illetve nem illékony szilárd halmazállapotú sztöchiometrikus összetételű anyaggá. Bármilyen egyszerűnek látszanak is ezek a követelmények a gyakorlatban a legtöbb esetben nehezen valósítható meg, hogy az oldhatósági veszteség, illetve az együtt- vagy utóleválás okozta hiba ne lépje túl a gyakorlatban legtöbbször megkövetelt 0,1%-ot. Bármilyen oldhatatlan is a legtöbb ionkristályos csapadékunk (AgCl , BaSO_4 , BaCrO_4), mégis a sajátioneffektust, vagy a keverékoldószerben észlelhető oldhatóságcsökkenést igen sokszor alkalmaznunk kell, hogy a csapadék oldhatóságát csökkentsük, és a Debye—Hückel-féle erős elektrolit elmélet alapján várható idegen sóhatás oldékonyság növelő befolyását is kerülnünk kell a gyakorlatban, ami sokszor igen nagy gondot okoz az analitikusnak.

A felsorolt legtöbb követelmény teljesíthetőségére elsősorban a csapadékképződés kinetikájának és termodinamikájának tanulmányozásától várhatunk választ. A legújabb irodalom is sokat foglalkozik e kérdéssel, mert ennek a jelentősége nemcsak analitikai területen nagy, hanem igen döntő fontosságú a metallurgia és fémkohászat, a tiszta anyagok kémiaja, a szilárdtest-kémia, a félvezető-fizika s az egykristály-előállítási technika szempontjából egyaránt.

Mindenekelőtt megállapíthatjuk, hogy a csapadék-képződés során levált kristályok méreteinek eloszlását és kristálykák számát két tényező befolyásolja: az egyik a térfogategységben az időegység alatt képződött gócok száma, vagyis a gócképződés sebessége, a másik pedig a gócok növekedésének a sebessége, amit a megfelelő kristálylap valamilyen lineáris méretének növekedési sebességével mérhetünk. A gócképződés természetesen csak akkor indulhat meg, ha az oldat koncentrációja (Q) a csapadékra nézve túllépte a szolubilitásnak (S) megfelelő értéket, vagyis az oldat a csapadékra nézve túltelítetté válik.

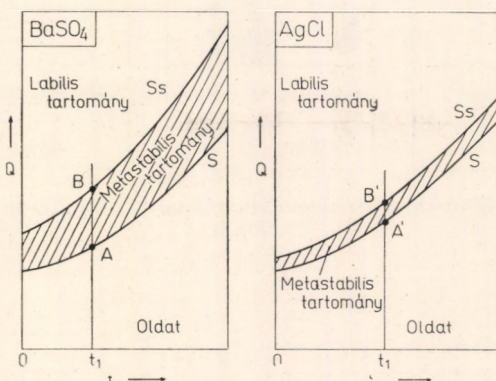
Már OSTWALD [2] rámutatott arra a vegyészek által közismert jelenségre, hogy a túltelített oldat sokáig meg tud maradni ebben a homogén metastabilis állapotban, mígnem valamilyen kívülről bejuttatott idegen góccal (porszem, kristályok) vagy igen erélyes rázással a metastabilis állapot megszüntethető. Ezt a jelenséget heterogén nukleációnak nevezzük. A túltelített-ségnek a metastabilis állapota annál inkább átmegy egy labilis túltelítettégi állapotba, mennél nagyobb a túltelítettség foka (Q/S).

A kutatók már régen rámutattak arra, hogy létezik a túltelítettségnek egy olyan labilitási foka, melyen túl a spontán kristályosodás azonnal megindul. Ezt a túltelítettégi koncentráció értéket szuperszaturációnak (metastabilitási limit) nevezik, és azt találták, hogy ez a metastabilitási zóna a csapadékoktól függően igen különböző szélességű lehet. Jól megítélhető ez az 1. ábra görbéi alapján, ahol a bárium-szulfát, illetve az ezüst-klorid szolubilitási (S) és szuperszaturációs (S_s) görbéit tüntettük fel a hőmérséklet függvényében [3]. A két csapadék oldhatósága közelítőleg azonos, ezért a szolubilitási görbéik azonos magasságban, párhuzamosan futnak. A bárium-szulfát metastabilitási zónája, vagyis az $A-B$ pontok közé eső tartomány azonban jóval

szélesebb, mint az ezüst-kloridnál a megfelelő $A' - B'$ metastabilitási tartomány. Ezért azonos t° hőmérsékleten növelve a Q koncentrációt, az A , illetve az A' pontok elérésekor még nem válik ki csapadék, csupán akkor, ha a túltelítettség eléri a B , illetve B' pontoknak megfelelő értéket. Ilyenkor a csapadékleválás megindul, a koncentráció leesik az A , illetve A' pontra. A leválott csapadék homodiszperzhez közelálló jól fejlett kristályokból áll. Ha azonban gyors reagens-adagolással a túltelítettséget gyorsan növelve eljutunk a B pont fölötti labilis tartományba, ebből a tartományból finom eloszlású, heterodiszperz csapadék válik le. A gyakorlatban az ezüst-klorid leválasztása alkalmával mindig ez a helyzet következik be, mert az ezüst-klorid metastabilitási zónája nagyon kicsi, s az $A' - B'$ pont nagyon közel esik egymáshoz. Bármily lassú reagens-adagolással választjuk is le az ezüst-kloridot, az mindig finom kristályos góccokat tartalmazó, koagulált kolloid jellegű csapadék formájában válik le. Szűrhetősége tehát csupán a kolloid koagulálása útján javítható meg, amit idegen elektrolittal érhetünk el a micellák zéta-potenciáljának közömbösítése útján.

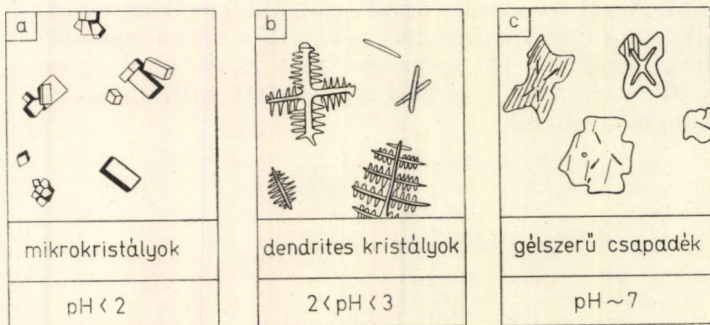
A bárium-szulfát esetében a metastabilis zónát sikerült kiszélesítenünk azzal, hogy a szulfátionokat tartalmazó oldatot sósavval erősen megsavanyítottuk, s így a szulfátion-koncentrációt rendkívüli mértékben lecsökkentettük. Ezzel ugyanis a szulfátionok fő tömegét hidrogén-szulfát-ionokká alakítottuk, vagyis a kénsav második disszociációját, melynek exponense $p_K = 1,9$, visszaszorítottuk. Meleg oldatban, óvatos bárium-klorid adagolással ily módon sikerült a túltelítettséget a metastabilis zónában tartani, és így a 2. ábrán látható jól kifejtett, nagykristályos homodiszperz csapadékot kaptuk. Természetesen az erősen savanyú oldatban a szolubilitás is megnő, és így az oldhatósági veszteség is nagy, ezért analitikai célokra ez a tartomány nemigen ajánl-

ható. A pH növelésére mind finomabb eloszlású csapadékokat kapunk, míg semleges oldatban már a csapadék finom eloszlású gél formában vált le (2. ábra *b*, *c*). E pH értékeknél a leválás már jórészt a labilis tartományból történik.

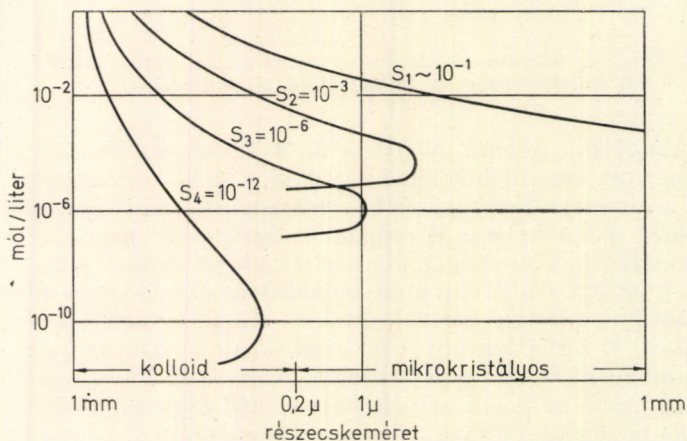


1. ábra. A bárium-szulfát és az ezüst-nitrát oldhatósága és túltelítettsége a hőmérséklet függvényében

Analitikai célokra a $\text{pH} = 2-3$ tartományban leválasztott csapadékot lehet ajánlani, Winkler-módszerrel leválasztva forrón, erős keverés közben, ammónium-klorid jelenlétében. E csapadék összetétele azonban egyúttelválási jelenségek miatt eltér a sztöchiometrikustól, mint azt a továbbiakban bemutatásra kerülő termoelektromos (illetve derivatográfias) vizsgálataink mutatták. E vizsgálataink jól csatlakoznak WEIMARN [4] eredményeihez, aki a csapadékok részecskeméret-eloszlását tanulmányozta a túltelítettség (Q) függvényében, különböző szolubilitású (S) csapadékok esetében. Lényegében hasonló eredményekre jutott TAKIYAMA és SUITO is a szemcseeloszlás elektronmikroszkópos vizsgálatá-



2. ábra. Különböző pH-nál leválasztott bárium-szulfát-kristályok alakja



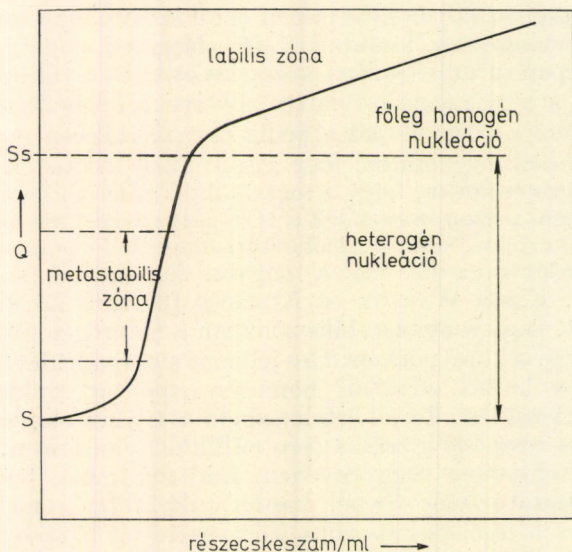
3. ábra. Különböző oldhatóságú csapadékok részecskeméret-eloszlása a túltelítettség függvényében

val [5]. A 3. ábrán feltüntetett eredményekről jól látható, hogy a nagyon oldhatatlan ($S = 10^{-12}$) csapadékok esetében csak kolloid eloszlású csapadék várható. Az analitikai szempontból tekintetbe jövő csapadékok esetén, melyeknek oldhatósága $S = 10^{-3} - 10^{-10}$ mól/liter érték közé esik, a részecskeeloszlási görbe meglehetősen szűk túltelítettségben belül maximumot mutat. Más vizsgálatok kimutatták [6], hogy ez a maximum a szuperszaturációs zóna közepére esik, és a túltelítettséget a labilis zóna területére növelve, a részecskeméret csökken a részecskeszám pedig nagymértékben megnő.

Itt kell megemlíteni még THUNEBERG kísérleteit [7]; ő azt tapasztalta, hogy a metastabilis zónából leválasztott csapadékszemeskéknek a térfogategységre eső száma közel azonos, míg a labilis tartományból leválasztott csapadékszemeskék száma nagyon ingadozik, és igen nagy. Ebből WALTON és NIELSEN [8] arra következtetett, hogy a metastabilis zónában a heterogén nukleáció vagyis külső gócképződés jellemzi a csapadékleválást, míg a labilis zónában homogén, spontán nukleáció következik be. Ez jól értelmezhető a 4. ábra alapján is, ahol a részecskék száma (pro milliliter) van feltüntetve a túltelítettség függvényében. Látható innen, hogy a szuperszaturációs S_s -nél kisebb túltelítettség mellett, vagyis a metastabilis zóna környezetében a részecskeszám nem nagyon változik a Q koncentrációval, mivel az itt leváló részecskék számát nyilván az oldatban lebegő heterogócok száma szabja meg, míg a S_s szuperszaturációs limitnél nagyobb túltelítettségnél a részecskék száma ugrásszerűen megnő. Ez arra mutat, hogy ebben a tartományban az ingadozási jelenségek megszabta véletlen ütközések száma, a homogén nukleáció szabja meg a részecskék számát.

A gócképződés kezdeti termodinamikai tárgyalásmódja [9] abból indult ki, hogy a molekuláris góc felületi szabadenergiájának csökkentése érdekében nőni

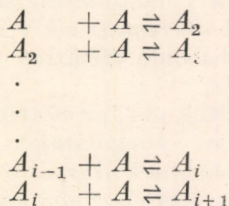
igyekszik, amit a hőmozgás a rendszer entrópiájának növelése érdekében meg akar gátolni. Ez a két tendencia egy bizonyos, kb. 100 molekulának megfelelő részecskeszámnál egyensúlyt tart, amit tehát a maximális szabadenergia/mól jellemez, ennél a kritikus részecske-



4. ábra. Részecskeszám a túltelítettség függvényében

méretnél. Az ennél kisebb részecskék, az embriók oldódni igyekeznek, a nagyobbak nőni. A folyamat alaposabb vizsgálatánál tekintetbe kell venni a rács-energiát és az ionok dehidratációs energiáját, valamint a kristálygócban a rendezettség miatt bekövetkezett entrópiacsökkenést s az oldatban a dehidratáció miatt szabadabbá vált oldószermolekulák okozta entrópiánövekedést.

BECKER és DÖRING [9] kinetikai szemlélettel váltotta fel ezt a termodinamikai szemléletet. Ők rámutattak arra, hogy a kristálygóc a keletkezése után azonnal növekedni kezd, és így inkább stacionáris állapot alakul ki, mint egyensúlyi. A nukleáció sebessége a koncentrációnak magasrendű függvénye ($I = kQ^n$, ahol $n > 10$), és ezért kritikus szuperszaturáció következik be. E kritikus szuperszaturáció alatt a spontán gócképződés lassú folyamat, e fölött a sebesség igen gyorsan nő. A felületi szabadenergia és a kritikus részecskeméret közötti összefüggés csak tájékoztató adatokat volt képes szolgáltatni, mivel a szilárd/folyadék határfelületi feszültségre csak nagyon bizonytalan adatok álltak rendelkezésre. CHRISTIANSEN és NIELSEN [10] a csapadékleválást megelőző indukciós periódus hosszával hozza össze a nukleációs reakció rendjét. Szerintük a Becker – Döring-elméletnek megfelelően a kristályembriók bimolekulás lépésekben érik el a (A_i) kritikus góc értékét.



Az A_i kritikus góc elérése után megindul a növekedési periódus. Az indukciós periódus, t_i és a kezdeti koncentráció közötti összefüggés

$$t_i \cdot C_0^n = k$$

(n és k állandók).

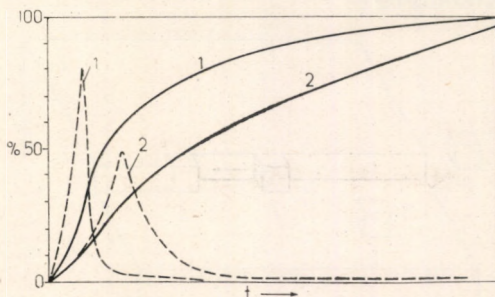
Az t_i indukciós periódus a C_0 koncentrációnak relatíve alacsonyrendű függvénye, a gyakorlatban fontosabb csapadékok esetében 3–9 rendet mutat. Ebből az

az eredmény következik, hogy a kritikus méretű gócban csupán 4–10 db ion szerepel.

TURNBULL [11] szerint a gócképződés a gyakorlatban majdnem kivétel nélkül heterogén folyamat, vagyis külső góchatáson alapul, és az indukciós periódus egy lassú növekedési periódusnak felel meg. Az állandó csapadékszemcseszám a metastabilis zónából leválasztott csapadékoknál állandó számú külső gócok jelenlétére mutat [12]. A heterogócképződéshez szükséges idegen, kevésbé oldható anyag a közönséges laboratóriumi műveletek során szinte a legnagyobb gondosság ellenére is kerülhet az oldatba. NIELSEN tapasztalta [10], hogy mennél többször kigőzölte az edényt a bárium-szulfát leválasztása előtt, annál kevesebb kristályszemcsét talált a térfogategységben. SCHMID és JETTER [13] ultrahanggal besugározva a szulfationos oldatot bárium-klorid hatására sokkal több finomszemcsés csapadékot kapott, mint anélkül. Ők azt találták, hogy az ultrahang hatására Tyndall-szóródással és elektronmikroszkóppal észlelhető részecskék válnak le az edény faláról. Lényegében hasonló effektust vált ki az üvegbottal való keverés is.

Régebben tapasztaltuk [14] az előttünk misztikusnak látszó szűrési effektus vizsgálatakor, hogy az ilyen szűrt vízzel készült reagensek durvább-szemcsés csapadékot adtak mint a szűretlen vízzel készült reagensek. Úgy gondoltuk, hogy a BOGAN és MOYER [16] által tapasztalt hatással állunk szemben. E szerzők ugyanis frissen készült reagensekkel finomabb szemcséjű csapadékot kaptak, mint állott oldattal. Azt tapasztaltuk azonban később, hogy a csapadékdurvulás annál nagyobb mértékű volt, mennél frissebb vizet használtunk. Az állott vizet elég nagy mennyiségben átszűrve egy szűrőtégelyen, végül sikerült azt teljesen eltömní. Hosszas vizsgálatsorozatok után kiderült, hogy a desztillált vízben valamilyen mikroorganizmus szaporodik el, amely

a csapadékok leválasztásánál külső góchatást gyakorol. Szűrőssel, kémiai vagy termikus sterilizálással sikerült a desztillált víz külső góchatását csökkenteni. Nyilván az edények kigőzölése során is hasonló jelenség játszódik le. A külső góchatás csökkentésével függ össze az a



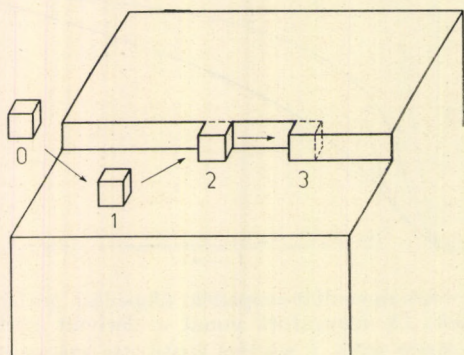
5. ábra. A bárium-szulfát-csapadék ülepedési görbéje az idő függvényében. (A szaggatott vonal a derivált görbét jelzi.)

1. mágneses kezelés nélkül, 2. mágneses kezelés után leválasztott csapadék

tapasztalatunk, hogy nátrium-szulfát oldatát mágneses térbe helyezett csövön vezetve át, a belőle leválasztott bárium-szulfát finomszemcsészetűen válik le, amint ezt az 5. ábrán látható ülepedési görbék is mutatják. Az oldat mágneses téren való átvezetése mindenképpen a szulfácionok viselkedésére lehet befolyással, mert bárium-klorid-oldat mágneses kezelésével nem váltható ki gócszámnövekedésre valló hatás. A jelenséget különben ipari vizek kazánkö lerakódásának megakadályozására már hasznosítják [15]. E jelenség tanulmányozása folyamatban van.

A stabilis kristálygóc megjelenése után az oldat túltelítettségét a legtöbb gyakorlati esetben a gócnövekedés szünteti meg. A kristálynövekedés sebességét a diffúzió szabja meg, tehát elsőrendű reakciónak fogható fel, ha a kristály csak egy molekulafajtból áll,

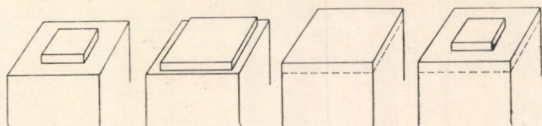
vagy a rácsonok koncentrációja, és így a diffúziója is egyenlő, akkor a kristályfelületen az oldat koncentrációja a szolubilitás értékével egyezik. (Ekkor a kristálynövekedés hajtóereje az abszolút túltelítettség, vagyis az oldat belsejének koncentrációja és a szolubilitás közötti különbség.)



6. ábra. A kristály növekedése „félkristály” helyzetben

A gyakorlatban azonban a rácsonok koncentrációja rendszerint különböző, a felületen észlelhető adszorpció, illetve kemoszorpció is hátráltatja a diffúziót, és ekkor a felületi nukleáció (vagy más felületi reakció, pl. spirális növekedés) a kristálynövekedés sebességét megszabó folyamat. Nagyon kis kristályok esetében nem valószínű, hogy a Boltzmann-féle eloszlásnak megfelelőnél nagyobb számú diszlokációt tartalmazzon. A kristály tehát úgy nő, hogy felületére ion ion mellé lépve sort alkot (lásd a 6. ábrát), majd a sor befejezése után megtorpan a növekedés, mígnem a következő ion megfelelően nagyobb energiával rendelkezve beépül a sorba, mire az új sor végigszalad a felületen mindaddig, amíg az egész felület ki nem alakul.

KOSSEL számítással igyekezett meghatározni az ionkristályok, valamint a molekulakristályok rácsának különböző pontjára beépülő atom vagy ion által leadott energiatöbblet értékét, és ezen energiaértékek sorrendjében várta a részecskék beépülésének sorrend-

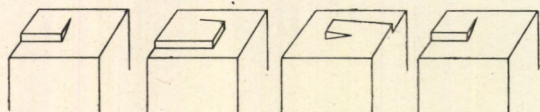


7. ábra. A kétdimenziós góc továbbnövekedése

jét [17]. A valóságban azonban a felületi adszorpció akadályozza a részecskék szabad mozgását, és így ez a mechanizmus ritkán valósul meg. VOLMER és STRANSKI továbbfejlesztve a Kossel-féle elgondolást, bevezette a „kétdimenziós góc” fogalmát, amit a 7. ábra szemléltet. Eszerint a kristály felületén csak az az atom- vagy ionhalmaz stabilis, melynek mérete nem kisebb egy meghatározott kritikus értéknél. Ezt a legkisebb halmazt, nevezzük felületi kristálygócnak, melynek növekedési sebessége nagyobb, mint az egyszerű diffúzió által megszabott sebesség. A felület teljes betöltődése esetén ismét megáll a folyamat, míg egy új felületi kristály, kellő energiatartalommal rendelkezve, ráépülhet az új felületre.

Ha a túltelítettségi Q/S viszony kisebb lesz egy a határfelületi feszültségtől függő 2–3 értéknél (100–150 %-os abszolút túltelítettségénél), akkor a felületi nukleáció sebessége gyakorlatilag nullává válik. VOLMER és SCHULZ azt tapasztalta [18], hogy 1%-os túltelítettségi viszony esetében is tapasztalható egyes esetekben kristálynövekedés, ami felületi gócképződéssel nem magyarázható. BUERGER mutatott rá először, hogy a kristálynövekedésben a diszlokációnak is szerepe van, és FRANK

tette általánossá azt a feltevést, hogy a spirális növekedési mechanizmus sokkal kisebb energiát igényel, tehát még igen kis relatív túltelítettség mellett is végbe megy, mivel ennél a növekedési mechanizmusnál nem fejeződik be rétegenként a felület, tehát a „kétdimenziós



8. ábra. A spirális növekedés vázlatos modellje

góc” energiaigénye kiesik. A spirális növekedés vázlatos lefolyását a 8. ábra mutatja.

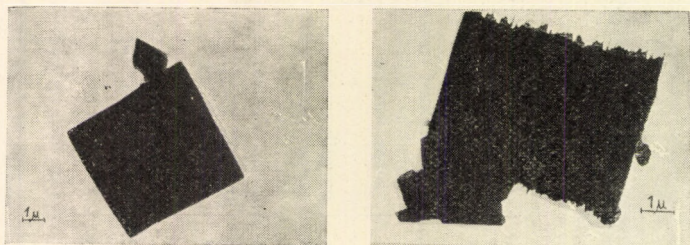
STRANSKI szerint a kristálynövekedés és a disszolúció között bizonyos reciprocitás áll fenn, és így a disszolúció folytán „leépülő” kristályalakból a kristálynövekedésre lehet következtetni. Ebből a szempontból előnyös, hogy a disszolúciós képet nem befolyásolja az oldódás közben fellépő esetleges adszorpció. Meglehetősen fáradságos technikával sikerült GERE ÉVA munkatársunknak különböző analitikai módszerrel leválasztott bárium-szulfát-csapadék egyes szemcséit disszolúció előtt és után elektronmikroszkóppal megfigyelni. Az 1. táblázatban tüntettük fel a vizsgálatok eredményeit. E táblázat szerint a „végtelen híg” oldatból OTTO és HAHN módszerével lassan leválasztott csapadék (I) valószínűleg felületi nukleációs mechanizmussal vált le. Erre utalnak a párhuzamos lépcsőzetes kioldási ábrák. A Winkler-módszer szerint gyengén savas ammónium-kloridot tartalmazó oldatból leválasztott csapadék (II) és a Willard – Gordon-féle homogén közegből való lecsapással leválasztott csapadék (IIb) mozaik szerkezetet mutat, melyekből belső, nyilván feszültséget tartalmazó részek oldódtak. Ugyane (II és IIb) csapadékok ionjai

1. táblázat

Disszolúciós vizsgálatok bárium-szulfát-csapadékon

A csapadék megjelölése	Előállítási mód	Kioldás előtt		Kioldás után	
		száritott	izzított	száritott	izzított
I	Híg oldatból lassan	négyszög, egyenes élekkel	nem változott	biz. élekkel pár- huzamos lépcső- zetes kioldás	nem változott
II	HCl és NH_4Cl a) jelenlétében	dendritek (kereszt, x stb. alak)	nem változott	mozaik szerkezet; belső részek oldódtak	biz. irányban lépcsőzetes kioldás
	b) Homogén közeg- ből amido- szulfonsavval	négyszög és orsó alak	nem változott	mozaik szerkezet; belső részek oldódtak	biz. irányban lépcsőzetes kioldás
III	Tömény lecsapó szerrel	izodimenziós szemcsék	a szemcseméret 1-2 nagyság- renddel meg- nőtt	nincs jellegzetes oldódás	lépcsőzetes kioldás

izzítás után rendeződnek, amire a megváltozott kioldási kép utal. A tömény lecsapószerrel leválasztott kis-méretű izodimenziós szemcsék izzításkor 10–100-szoros méretűre nőnek, izzítás közben szilárd fázisban végbe-menő átkristályosodás útján, és az izzított csapadék



9. ábra. Híg oldatból leválasztott bárium-szulfát
a) kioldás előtt, b) a kioldás után

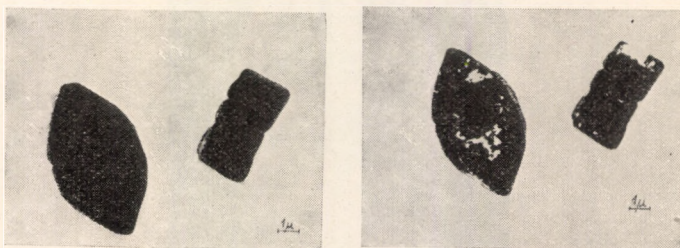
réteges felépítést mutat disszolúció után. Az említett változások jól tanulmányozhatók a következő elektron-mikroszkópos felvételeken. A 9. ábra a végtelen híg oldatból leválasztott csapadékot mutatja kezeletlenül és disszolúció után. A lépcsőzöttség Kossel–Stranski-féle felépítési mechanizmusra utal. A 10. és 11. ábrák mozaik szerkezetűek, ezt mutatja a kioldási kép is. E csapadékok izzítva Kossel–Stranski-féle rétegszerkezetre utalnak. A 12. ábrán az izzítással kb. 100-szorosra megnőtt BaSO_4 kioldási képe látható. Ez és a 13. ábrán látható replika kép is réteges szerkezetre utal. Ez utóbbi esetben a tömény oldatból leválasztott csapadék esetében az izodimenziós apró szemcsék homogén nukleációs folyamatra vallanak. A kis szemcsék által képviselt nagy felületi energia viszont hevítéskor átkristályosodást idéz elő.

A kis és a nagy szemcsék közötti oldhatóság-különbség jól tanulmányozható a KÁPLÁR L. munkatársunk

által leválasztott Na-Mg-uranil-acetát csapadékon (lásd 14. ábra), mely a mikroszkóp tárgylemezén való állás közben átkristályosodott úgy, hogy a nagy kristály környezetében levő apró kristályok feloldódtak, és a nagy kristály körül udvart alkottak. Ez az effektus



10. ábra. Winkler-féle módszerrel leválasztott csapadék
a) kioldás előtt, b) kioldás után



11. ábra. Homogén közegből amido-szulfonsavval leválasztott
bárium-szulfát, a) kioldás előtt, b) kioldás után

különben igen jelentős a csapadékok öregedésénél, amit a gyakorlati súly szerinti elemzéseknél gyakran tapasztaltunk [pl. $\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$].

A csapadékleválás elvi kérdéseinek tisztázása után úgy látszott, hogy nagyméretű, és jól fejlett szennyeződések nem tartalmazó csapadékokat a metastabilis zóna óvatos megközelítésével lehet elérni. Ezt az eddig

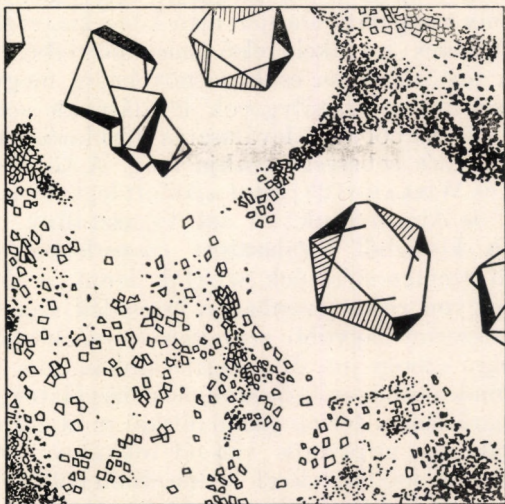


12. ábra. Winkler-féle módszerrel leválasztott és izzított csapadék, kioldás után



13. ábra. Koncentrált oldatból leválasztott bárium-szulfát-csapadék, izzítás után kioldva (replika)

javasolt lecsapási módok közül tapasztalataink szerint az Otto – Hahn-módszerrel végtelen híg oldatból való lecsapás közelíti meg legjobban. Igen közel jár hozzá az ADAMSKI által bevezetett [20] úgynevezett szinkronizált lecsapási mód. L. W. WINKLER precíziós módszere igen



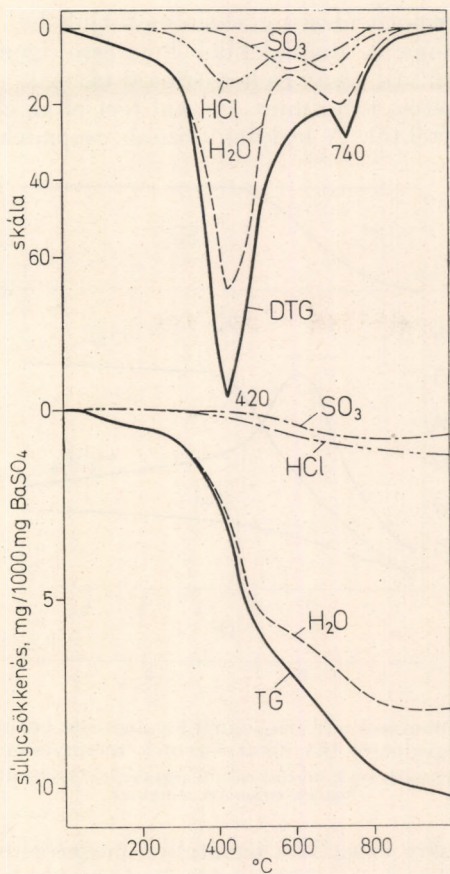
14. ábra. Nátrium(I)-magnézium(II)-triuranil(VI)-acetát – víz
(1/9) kristályok mikroszkópos képe

jól szűrhető és mosható csapadékot ad, de a csapadékok nem sztöchiometrikus összetételűek. Ezt a hibát azonban előírásainak betartásával állandó értéken lehet tartani, és az általa megadott korrelációkkal valóban nagyon pontos értékeket lehet elérni.

A homogén közegből való leválasztás módszere a metastabilis zónát azzal akarja megközelíteni, hogy a lecsapószertert vagy a lecsapáshoz szükséges pH-t lassú reakcióban, magában a közegben állítja elő. Így a már

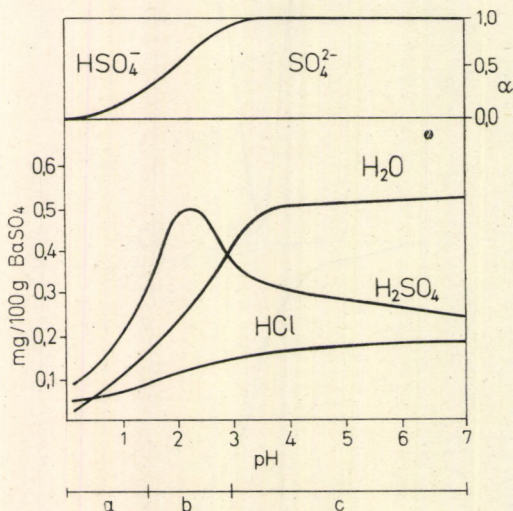
bemutatott Weimarn-féle szemcseeloszlási és a nagy-szemcsés csapadék leválásának kedvez. Ez azzal függ össze, hogy a gócképződés magasabbrendű reakció a gócnövekedéshez képest, és így hígabb oldatban végzett csapadékleválasztásnál a gócnövekedés dominál.

FISCHER a csapadékok leválását befolyásoló számos körülmény vizsgálata alapján arra következtetett, hogy a gócképződés a reakció első másodperceiben teljessé válik, a továbbiakban csak gócnövekedés megy végbe [22]. Szerinte a kristálygóccok leválásának sebességét homogén közegből való leválasztás körülményei között is a keveredés sebessége szabja meg. A GORDON, SALUTSKY és WILLARD [23] által ajánlott legtöbb módszert magunk is kipróbáltuk, és azt tapasztaltuk, hogy a homogén közegből leválasztott csapadékok valóban nagyobb szemcseméretűek szoktak lenni, a dendrites forma nagyon ritka, azonban a csapadék szennyezettsége rendszerint nagyobb, s a heterogén gócképződésnek itt is nagy szerep jut. E vizsgálatainkat már említett elektronmikroszkópos és disszolúciós vizsgálatokon kívül derivatográfiásan, termo-gázanalitikai módszerrel röntgendiffrakciós, infravörös vizsgálatokkal és derivatív dilatometriás módszerekkel is kiegészítettük. Az analitikai csapadékok termogravimetriás tulajdonságainak rendszeres vizsgálatát DUVAL [24] kezdte. Mi e vizsgálatokat kiegészítettük a termogravimetriás (TG) görbe derivált görbéjének (DTG), az entalpiaváltozást mérő differenciál-termoanalitikai görbének (DTA), újabban a térfogatváltozást mérő dilatometriás görbének és ennek deriváltjának, valamint a termo-gázanalitikai görbéknek felvételével. Méréseinket derivatográf segítségével végeztük [25]. E készülék újabb formája lehetővé teszi a hevített minta bomlása során keletkező gázok folyamatos titrálását. Ilyenfajta mérések közül [26] a 15. ábrán a GORDON szerint dimetil-szulfát hidrolízisével homogén közegből leválasztott csapadék termoanali-



15. ábra. Homogén közegből dimetil-szulfát hidrolízisével le-
választott bárium-szulfát derivatográfiás és termo-gázanalitikai
görbéi

tikai és termotitrációs görbéit mutatjuk be. Az ábrán látható, hogy a csapadékból hevítésre igen jelentős mennyiségű víz, sósav és kén-trioxid távozik, s a csapadék összetétele több mint 1%-kal tért el az elméletileg várható értéktől. A legkülönbözőbb csapadékok ilyen-



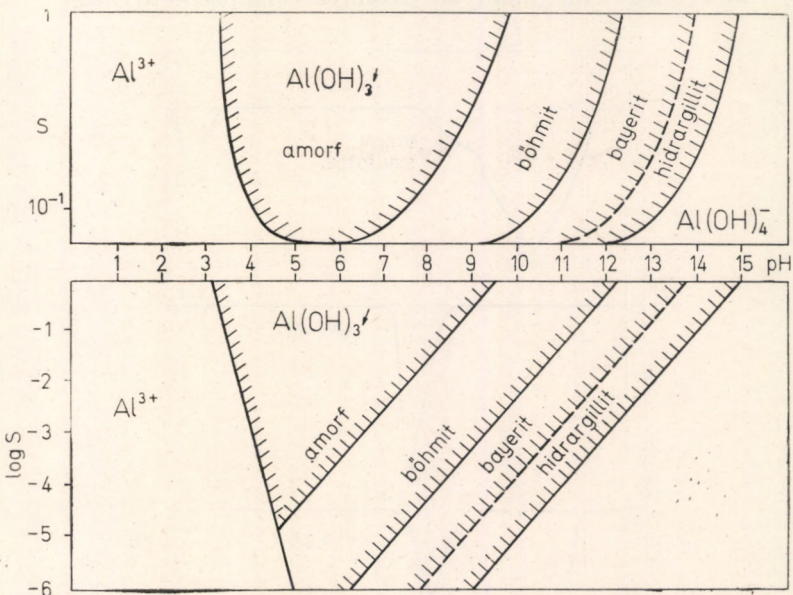
16. ábra. Különböző pH értékeknél leválasztott bárium-szulfát-csapadékok illó alkatrészeinek mennyisége

a) vagy rombos kristályok; b) közepes méretű kristályok; c) kis fejletlen kristályok mozaikszerkezetet mutatnak

fajta komplex vizsgálata ismételten megerősítette, hogy a legtisztább és legelőnyösebb analitikai tulajdonságú csapadékokat a végtelen híg oldatból való leválasztás módszerével kaphatjuk.

A derivatográfiának, illetve a komplex termoanalitikai vizsgálatoknak előnyeit a csapadékszerkezet és -összetétel megállapítására az említett példákon kívül

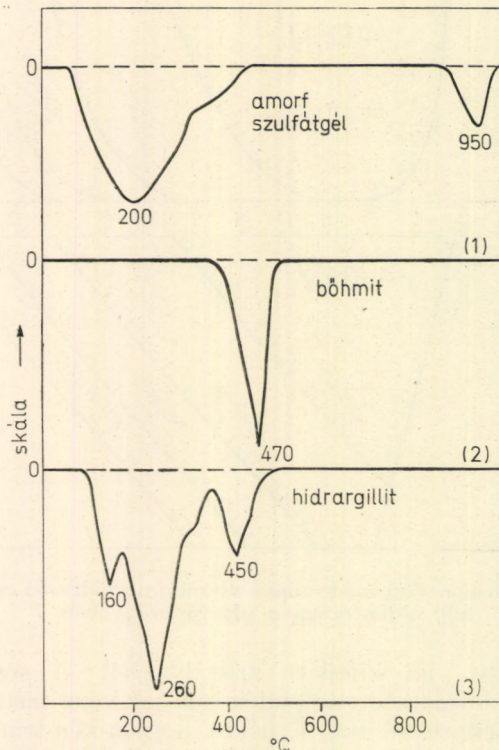
még a 16. ábrán látható példával egészítjük ki. Az ábrán a különböző pH értékeknél leválasztott BaSO_4 -csapadékokból izzítással eltávolítható alkatrészek mennyiségeit tüntettük fel. Mint már említettük, a legkevesebb illó szennyezés távozik az erősen savas oldatból



17. ábra. Különböző módosulatú alumínium-hidroxid-csapadékok oldhatósága a pH függvényében

leválasztott, jól kifejezett kristályokból. A semleges közegben leválasztott csapadék igen sok vizet tartalmaz, s ez gélszerkezetre utal. Érdekes, hogy a kén-trioxidból a legtöbbet az átmeneti kristályalak tartalmazza, ahol a hidrogén-szulfát- és szulfátionok kb. egyenlő koncentrációjú oldatából választottuk le a csapadékot.

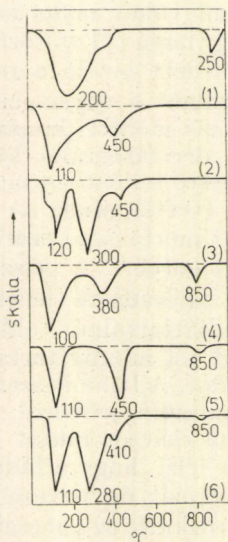
Az alumínium-hidroxid leválasztása és súlyállandó nem-higroszkópos Al_2O_3 -dá való izzítása jól ismert probléma a gyakorlati analitikus előtt. A 17. ábrán fel-tüntettük az alumínium-hidroxid amorf és különböző kristályszerkezetű oxid-hidrátjainak szolubilitási (S), illetve $\log S$ tartományait. Könnyen elképzelhető, hogy



18. ábra. Különböző morfológiai szerkezetű alumínium-oxid-hidrátok derivatív termogravimetriás DTG görbéi

a stabilitási tartományokat savas vagy lúgos közegből közelítve, gyors vagy lassú pH változtatással milyen sokfajta és egymás mellett leváló alumínium-oxid-hidrát forma jellemzi. Ezeknek a vegyes gél-, illetve kristályformáknak az egymás melletti kimutatására, sőt quantitatív mérésére a derivatográfia különösen alkalmas. A minőségi jellemzésre különösen megfelelő a derivatív termogravimetriás (DTG) görbe. A 18. ábrán feltüntettük a különböző morfológiai szerkezetű alumínium-oxid-hidrátok DTG görbéit. A gél szerkezetre utal egy szélesen elhúzódó, vízleadásra jellemző 200°C körüli maximum. A szulfáttartalmú oldatból leválasztott alumínium-hidroxid gél mindig tartalmaz 950°C körül eltávozó kén-trioxidot. A böhmit-szerkezetre egy 470°C körüli bomlási maximum jellemző, míg a hidrargillit DTG görbéje három csúcsot mutat (160 , 260 , 450°C). Az utolsó csúcs azt jelzi, hogy a hidrargillit hőbomlása közben mindig keletkezik úgynevezett deficitcsúcs böhmit. Ezeknek az alapgörbéknek az ismeretében a 19. ábráról közvetlenül is leolvashatjuk, hogy a különböző gyakorlati leválasztási módokkal milyen szerkezetű csapadék válik le. Az 1–3 csapadékok leválasztása savas oldatból történt, mindig lassúbb és óvatosabb túltelítettséggel. A legkönnyebben a gél válik le (1), de ennek mennyisége a (2) csapadéknál már csökken, és megjelenik a kristályos böhmit forma. Forró, lassú NH_3 -gázárammal leválasztott csapadék még kevesebb amorf gél-t tartalmaz, viszont jelentős része hidrargillit. A két utóbbi forma aluminátoldat óvatos közömbösítésekor is keletkezhethet, de a forró aluminátoldatból lassú szén-dioxid gázárammal leválasztott csapadék tiszta hidrargillitos szerkezetet mutat. Ez tekinthető a legkevesebb vizet tartalmazó, legtisztább alumínium-oxid-hidrát-csapadéknak.

A derivatográfiai műszernek dilatometriás és derivatív dilatometriás adapterrel való felszerelése az analitikai csapadékok további szerkezeti finomságainak

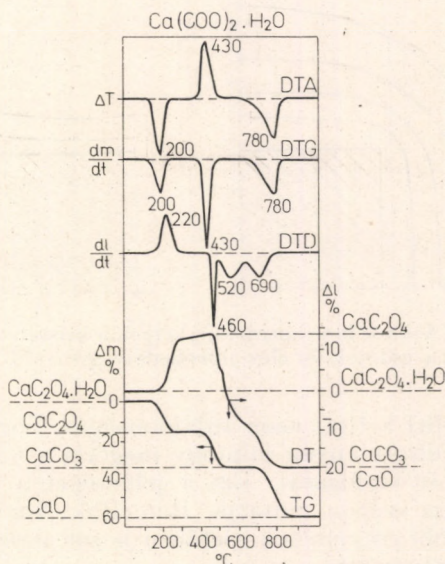


19. ábra. Különböző lecsapási módszerekkel előállított alumínium-hidroxid-csapadékok derivatív termogravimetriás DTG görbéi

- 1) hidegen, ammóniával leválasztott amorf szulfátgél
- (2) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ forró, NH_4Cl -mentes oldatából gyors NH_3 -adagolással leválasztott csapadék
- (3) $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ forró, NH_4Cl -mentes oldatából lassú NH_3 -adagolással leválasztott csapadék
- (4) szulfáttartalmú nátrium-aluminát-oldatból HNO_3 -val leválasztott csapadék
- (5) gyors CO_2 -árammal leválasztott csapadék
- (6) forró oldatból lassú CO_2 -árammal leválasztott csapadék

feltárását tette lehetővé. A csapadékok hevítésekor bekövetkező térfogatváltozások sokszor érdekes duzzadási jelenségekre, máskor szerkezetösszeomlásra mutatnak, ami azonban nem mindig egyidejű a kémiai és fizikai fázisváltozásokkal. Érdekes dilatometriás és derivatográfiai kombinált felvételt mutat a 20. ábra az analitikai körülmények között leválasztott kalcium-oxalát-monohidrát bomlásáról. A csapadék termogravi-

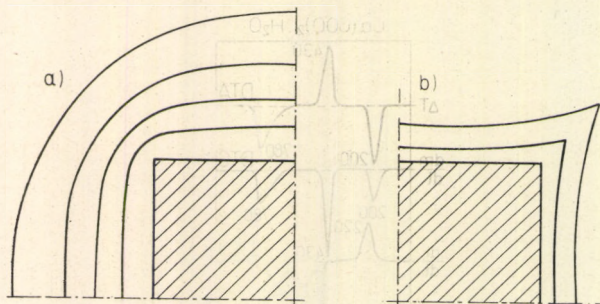
metriás (TG), derivatív termogravimetriás (DTG) és differenciál-termoanalitikai (DTA) görbéinek lefutásából kitűnik, hogy a kristályvízvesztés, oxalátbomlás és karbonátbomlás, s végül az oxid keletkezése a szokásos sorrendben megy végbe. A dilatometriás (TD)



20. ábra. A kalcium-oxalát–víz (1/1) derivatográfias és dilatometriás görbéi

görbe és ennek derivált görbéje (DTD) azt mutatja, hogy a kristályvíz leadása után az anyag fellazul, ami kb. 11% lineáris növekedést jelent a próbadarabon. Úgy találtuk, hogy ez a térfogatnövekedés kristályos csapadékok vízvesztésére általánosan jellemző. A vízmentes kalcium-oxalát elbomlásakor keletkező CaCO_3 hexagonális rácsának kialakulása — a görbék szerint —

nem pillanatszerű folyamat, de $450-750^{\circ}\text{C}$ -os tartományban befejeződik, ami kb. 30%-os negatív méretváltozást okoz. A CaCO_3 bomlása CaO -dá azonban a dilatometriás mérések szerint nem jár méretváltozással. A topokémia az emlékezési jelenségek klasszikus példá-



21. ábra. a) Azonos koncentrációjú helyek a kristálysúcs körül, b) a csúcsok és élek növekedése gyorsabb

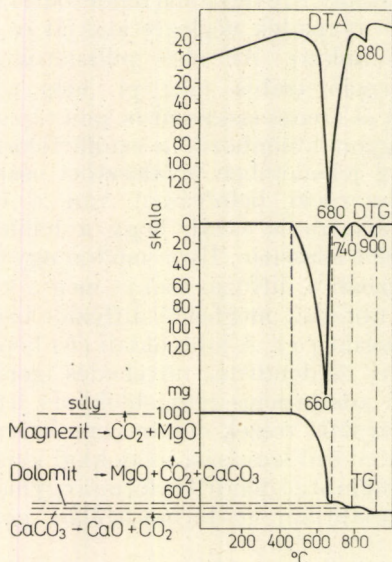
jaként említi a CaO azon tulajdonságát, hogy a hevítéssel előállított anyag mintegy megőrzi a CaCO_3 kristályvázát és térfogatát. Ezt a jelenséget a derivatív-dilatometria szépen mutatja. Reméljük, hogy e módszer további csapadékok esetében is sok érdekes jelenségre fog rámutatni.

A csapadékok morfológiai alakjára és mindenfajta szennyeződési lehetőségeire döntő befolyással van a kristálygócok felületén, szinte a születése pillanatában kialakuló adszorpciós réteg, mely véleményünk szerint döntően befolyásolja a csapadék kolloid vagy kristályos jellegét. Akár ionadszorpciót (lío-fób kolloidok) akár ionpár- vagy molekulaadszorpciót is tételezünk fel (lío-fil kolloidok) a megszületett góc felületén, ez a felület repulzív hatása miatt a kis átmérőjű részek tartományában különleges stabilitást hoz létre, és ez

az oka annak, hogy a kolloidálisan diszperz rendszer stabilizálódik. A rendszer további sorsát azután a kiszóó vagy árnyékoló effektust kifejtő oldott elektrolitok koaguláltató hatása segíti elő. Az ilyen módon halmozódott rendszereken a csapadék-öregedést befolyásoló szekunder irreverzibilis rendeződési folyamatok szabják meg a csapadék végleges alakját és tisztaságát (KOLTHOFF munkái). Az első pillanatokban fellépő rácsion-adszorpció szabja meg pl. még a kristályos BaSO_4 alakját és szennyeződéseit is, ami tapasztalataink szerint is nagyon különbözik a szulfátfőlösleg vagy a báriumfőlösleg jelenlétében leválasztott csapadékoknál [27]. Az adszorpció befolyással van a csapadékok dendrites leválására is azzal, hogy a felület síkjában való iondiffúziót lelassítja. Ilyen módon ugyanis a növekedési szakaszban a diffúzió szabja meg a kristályfelületeket a 21. ábrának megfelelő diffúziós izokoncentrációs görbék szerint (*a*). A jobb oldali (*b*) képen látható, hogy a konkáv és dendrites növekedés igen erős, ha a felületen levő adszorpciós réteg blokkoló hatása miatt a csúcsokra leválott részek onnan nem diffundálhatnak el [28]. A különböző lecsapási módokkal kapott BaSO_4 -csapadékok különböző dendrites formái egymástól erősen eltérő termoanalitikai és termotitrálási görbéket adnak [29].

A termoanalitikai módszerek és különösen azok komplex alkalmazása a derivatográfiában a bemutatott példák szerint igen kiterjedten használhatók morfológiai problémák tisztázására. A módszer azonban mint automatikus gravimetriás módszer, közvetlen analitikai problémák megoldására is alkalmas. Jó példa erre a dolomit kísérőanyag meghatározása magnezitben. A 22. ábra DTG görbéjén látjuk, hogy a magnezitben kötött szén-dioxid alacsonyabb (660°C) hőfokon megy el, mint a dolomitban kötött szén-dioxid, és így a megfelelő súlyvesztései lépcsőkből a kétféle ásványi alakban

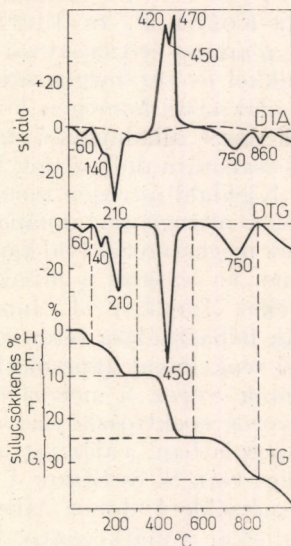
(magnezit, dolomit) szereplő magnézium-karbonát-fajta egymás mellett meghatározható. Az izoterm felfűtés módszerével viszont a különböző sók kristályhidrátjai határozhatók meg egymás mellett. Igen pontosan elvégezhető a Ca, Sr, Ba egymás melletti meghatározása



22. ábra. Magnezit és dolomit egymás melletti meghatározása derivatográfiásan

oxalátjuk és karbonátjuk különböző bomlásszintjeinek segítségével, mint az a 23. ábrából is látható [30]. A termikus reakciók további analitikai jelentősége a különböző gáz, illetve gőz atmoszférákban való pirolitikus reakciók alkalmazása [31]. Ezek közül a fém-fluoridok hidropirolitikus reakcióit kell kiemelnünk. Ezen elvek alkalmazásával sikerült 1000° C körüli hőmérsékleten

bárium-szulfátból a kén-trioxidot kihajtani [32]. Lényegesen alacsonyabb hőfokon, 600° C-on adja le a BaSO_4 a kén-trioxidját nátrium-metafoszfáttal való összeömlesztésre, ami a csapadék összes kén-trioxid-tartalmának meghatározását tette számunkra lehetővé [33].



23. ábra. Egy mól kalcium-, egy mól stroncium- és 0,5 mól bárium-oxalát-csapadékelegy derivatográfiai görbéi

900° C-nál magasabb hőfokon vanádium-pentoxid is szabaddá teszi a kén-trioxid és a kén-dioxid elegyét különböző tűzálló anyagból [34].

A gravimetriás analízis területén tovább folynak a kutatások ionokra specifikus szerves lecsapószerke és komplexképzők előállítására [35]. E vegyületek nagy molekulásúlya miatt a csapadékok súlymérésének pontossága nagymértékben megnő, és jórészt szárítással is

súlyállandókká tehetők. A csapadékok termoanalitikai vizsgálata nem hiányzik e közleményekből. Megemlítenénk még SZABADVÁRY F. és TAKÁCS J. eredményeit *p*-hidroxi-*m*-nitrofenil-arzénsav alkalmazására, főként ólom- és nehézfémionok meghatározására [36]; BUZÁSNÉ és VIGH K. eredményeit volfrám variaminkékes lecsapására [36], MARIK-KORDA P. és LIPTAY GY. réz(II) meghatározására *p*-amino-benzoessavval [37] és PÓLOS L. eredményeit nikkel és réz meghatározására szalicilaldimin-komplex alakjában homogén közegből való lecsapással. A Kalignoszt alkalmazásával főként ammónium és kálium lecsapására dolgoztunk ki módszereket, szerves anyagok Kjeldahl-nitrogén-tartalmának, nitrátok, nitridált acélok nitrogéntartalmának, gyógyszerek káliumtartalmának meghatározásával kapcsolatban [38].

Messzire vezetne, ha azokról a munkákról is beszámolnánk, amelyeket INCZÉDY J. munkatársunk az ioncserélő gyanták felhasználása terén ért el elsősorban csapadékok oldási reakcióival kapcsolatban, vagy KISS J.-né munkatársunk végez a nehézfém koordinációs komplexek infravörös spektroszkópiás analitikai meghatározásával kapcsolatban, valamint azokról a kutatásokról, amelyeket GÁL S. és SIMON L.-né munkatársaink a nagy hőmérsékletű donor–akceptor reakciók súly szerinti analitikai vonatkozásaival, elsősorban a feltárási reakciókkal kapcsolatban folytatnak. Ugyancsak nagy területet ölelne fel MÁZOR L. és KUCSERA I.-né eredményeiről való beszámoló a hidropirolízises analitikai reakciók, a mikrogravimetriás meghatározások területén, elsősorban a fluoranalitikával kapcsolatban. További, itt nem részletezhető eredményeket ért el GIMESI O. és SZABADVÁRY F. az aktivációs analízis és a csapadékos elválasztások összekapcsolásával, valamint BÁNYAI É. és SZABADVÁRY F. munkatársunk a csapadékcserélő reakciók inaktív és radioanalitikai alkalmazása területén. Nem térhetünk ki bővebben a GÁL S.

által szerkesztett mágneses mérleg alkalmazására, mely-
lyel paramágneses vagy ferromágneses csapadékok,
illetve anyagok vizsgálata területén ért el eredményeket.

IRODALOM

1. FISCHER, R. B.: Anal. Chem. **37**, 27 (1965).
2. OSTWALD, W.: Z. physik. Chem. Leipzig **22**, 289 (1897).
3. MIERS, H. A.—ISAAC, F.: J. Chem. Soc. **89**, 413 (1906).
4. WEIMARN, P. P.: Die Allgemeinheit des Kolloidzustandes.
Th. Steinkopf, Dresden 1925.
5. TAKIYAMA, K.—SUITO, E.: Bull. Chem. Soc. Japon **27**, 121
(1954).
6. NIELSEN, A. E.: Acta Chem. Scand. **15**, 441 (1961).
TEŽAK, B. et al.: Faraday Soc. Discussions **18**, 63 (1954).
SUITO, E.—TAKIYAMA, K.: Bull. Chem. Soc. Japon **27**, 121
(1954).
7. Cited by: A. E. NIELSEN, Kinetics of Precipitation.
Pergamon Press Ltd, Oxford 1964, p. 131.
8. WALTON, A. G.: Mikrochimica Acta **3**, 422 (1963).
A. E. NIELSEN loc. cit.
9. VOLMER, M.: Kinetik der Phasenbildung. Th. Steinkopf,
Dresden, Leipzig 1939.
RODEBUSH, W. H.: Ind. Eng. Chem. **44**, 1289 (1952).
BECKER, R.—DÖRING, W.: Ann. Physik **24**, 719 (1935).
10. CHRISTIANSEN, J. A.—NIELSEN, A. E.: Z. Elektrochem.
56, 465 (1952). — Acta Chem. Scand. **5**, 673 (1951).
NIELSEN, A. E.: Kinetics of Precipitation. Pergamon Press
Ltd, Oxford 1964.
11. TURNBULL, J.: J. Appl. Physics **20**, 817 (1949).
12. WALTON, A. G.—HLABOE, T.: Talanta **10**, 601 (1963).
13. SCHMID, G.—JETTER, A.: Z. Elektrochemie **56**, 760 (1952).
14. ERDEY, L.—GERE, É. B.—PÓLOS, L.: Acta Chim. Hung.
26, 43 (1961).
15. VERMEIREN, T.: Assoc. techn. ind. papetiere. Bull. **1955**,
59 C. A. **49**, 14321d. (1955).
16. BOGAN, E. J.—MOYER, H. V.: Anal. Chem. **28**, 473 (1956).
17. BUCKLEY, H. E.: Crystal Growth. John Wiley, New York
1950.
18. VOLMER, M.—SCHULZ, W.: Z. Physik. Chem. (Leipzig)
156 A, 1 (1931).
19. FRANK, F. C.: Discussions Faraday Soc. **5**, 48 (1949).
20. ADAMSKI, T.: Mikrochim. Acta Suppl. II. 1 (1967). —
Mikrochim. Acta 67 (1967).

21. CHANCEL, G.: *Compt. Rend.* **46**, 987 (1958).
22. FISCHER, R. B.: *Anal. Chem.* **32**, 1127 (1960).
23. GORDON, L.—SALUTSKY, M. L.—WILLARD, H. H.: *Precipitation from Homogeneous Solution*. John Wiley Sons, New York 1959.
24. DUVAL, CL.: *Inorganic Thermogravimetric Analysis*. Elsevier Press Inc., Houston Tex. 1953.
25. PAULIK, F.—PAULIK, J.—ERDEY, L.: *Z. Anal. Chem.* **160**, 241 (1958). — *Mikrochim. Acta* 894 (1966).
26. ERDEY, L.—PAULIK, F.—BUZÁGH, É.—PÓLOS, L.: *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* **41**, 109 (1964).
27. LUCCHESI, P. J.: *J. Colloid Sc.* **11**, 113 (1956).
ERDEY, L.: *Gravimetric Analysis*. Pergamon Press, Oxford 1963, p. 104.
28. NIELSEN, A. E.: *Kinetics of Precipitation*. Pergamon Press, Oxford 1964, p. 129.
29. ERDEY, L.—PAULIK, F.—BUZÁGH, É.—PÓLOS, L.: *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* **41**, 109 (1964).
30. ERDEY, L.—PAULIK, F.—SVEHLA, G.—LIPTAY, G.: *Z. Anal. Chem.* **182**, 329 (1961).
31. RODDEN, C. J.: *Anal. Chem. of the Manhattan Project*. McGraw Hill Book Comp., New York 1950, p. 729.
WARF, J. C.—CLINE, W. O.—TEVEBAUGH, R. D.: *Anal. Chem.* **26**, 342 (1954).
HAFF, L. V.—PUTLER, C. P.—BISSE, J. D.: *Anal. Chem.* **30**, 984 (1958).
POWELL, R. H.—MENIS, O.: *Anal. Chem.* **30**, 1546 (1958).
32. PAULIK, F.—BUZÁGH, É.—PÓLOS, L.—ERDEY, L.: *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* **38**, 311 (1963).
33. ERDEY, L.—PAULIK, F.: *Acta Chim. Acad. Sci. Hung.* **4**, 37 (1954).
34. HAGERMAN, D. B.—FAUST, R. A.: *Anal. Chem.* **27**, 1970 (1955).
35. BELCHER, R.: *MTA Kém. Oszt. Közl. (Budapest)* **20**, 231 (1963); **16**, 365 (1961).
BUZÁS, I.: *MTA Kém. Oszt. Közl. (Budapest)* **22**, 335 (1964).
36. SZABADVÁRY, F.—TAKÁCS, J.—ERDEY, L.: *Z. Anal. Chem.* **182**, 88 (1961).
ERDEY, L.—BUZÁS, I.—VIGH, K.: *Talanta* **14**, 515 (1967).
37. ERDEY, L.—MARIK-KORDA, P.—LIPTAY, G.: *Talanta* **15**, 149 (1968).
ERDEY, L.—PÓLOS, L. (Nem közölt eredmények).
38. KÁPLÁR, L.: *Acta Pharm. Hung.* 152 (1963). — Diss. 1966 Budapest.

A LÁNGFOTOMETRIA ÚJABB FEJLŐDÉSE

PUNGOR ERNŐ

az MTA levelező tagja, egyetemi tanár

SZÁSZ ÁGNES

egyetemi tanársegéd

A LÁNGOK ELMÉLETE

A lángfotometria analitikai módszereinek fejlődését, ha nem is közvetlenül, de hatásaiban érinti a lángok elméletének fejlődése. Ezen a területen az utóbbi évek jelentős eredményeket hoztak napvilágra. A lángsebesség leírásának fizikai elméletei az elmúlt két évtized eredményei [1108] voltak elsősorban, a legutóbbi néhány esztendőben viszont a fejlődés főképpen a lángok belsejében lezajló kémiai reakciók tisztázását vette célba. Ez a kutatómunka, amely az égéssel foglalkozó szimpóziumok anyagában is igen erősen tükröződik, valamint a lángokkal foglalkozó különféle szaklapokban kifejezésre jutott, az utóbbi években jelentős mértékben vitte előre ismereteinket.

Ugyanakkor háttérbe szorult bizonyos mértékig a lángoknak, ezek közül is elsősorban a stacionárius lángoknak további vizsgálata. Meg kell jegyeznünk, hogy ennek a ténynek talán egyik magyarázatát éppen az a körülmény szolgáltatja, amelyre nagyon helyesen mutatott rá HIRSCHFELDER az 1962. évi nemzetközi szimpóziumon [348]. HIRSCHFELDER a különböző tudományterületeken a lángsebesség-elméletekkel foglalkozó szakemberek munkásságáról megállapította, hogy azok nehezen találják meg a közös nyelvet. Ezzel ellentétben a kémiai reakciókkal foglalkozó szakembereket még a különböző nyelvek sem tudják egymástól elválasztani.

A fejlődés a lángelméletek területén az utóbbi években elsősorban a turbulens lángokra korlátozódott. Így például YAZAMAKI és TSUJI a turbulens lángok

esetében a stabilitási határokat vizsgálta, és megállapította, hogy ezeknél a lángoknál a stabilitást ugyanolyan módon lehet különböző területekre felosztani, mint a lamináris lángoknál [1023]. Itt is beszélhetünk stabilis zónáról, visszagyulladásról és lángelszállásról. A visszagyulladást megelőzi egy olyan turbulens láng kialakulása, amely az általuk használt égőkonstrukciónál konkáv lángot hoz létre.

A turbulens lángokkal foglalkozott GROVER, FALES és SCURLOCK is [296]. Megállapításaik szerint a turbulencia intenzitása és a lángokban létrejövő sebesség között összefüggés áll fenn. Nagy turbulenciájú lángokat csak nagy sebességű lángokban lehet előállítani. Az is az ő megállapításaikhoz tartozik, hogy a turbulens lángoknál az égő szájától csak bizonyos kritikus magasságban kezdődik meg a tekintélyesebb mértékű turbulencia. A turbulens lángnak nagyon fontos adata a turbulens anyagátadás. Ezzel kapcsolatosan HOWE és munkatársai [363] kripton-85-ös radioaktív jelzőt injektáltak a lángba, és különböző lángmagasságokban meghatározták a láng tengelyére merőlegesen a kripton móltörtjének változását. Ennek segítségével állapították meg a turbulens anyagátadási együtthatót.

A turbulens lángok vizsgálata mellett figyelmet szenteltek a lángokba kevert indifferens gázok hatásának is. Megállapította többek között LASK és WAGNER [494], hogy a lángokba kevert indifferens gázok nemcsak a hígítás útján csökkenthetik a lángsebességet, hanem inhibitorhatás is felléphet. Az inhibitorhatást természetesen több paraméteren kívül a nyomás is befolyásolhatja. Ezt nagyon jól mutatták be a szerzők a vas-pentakarbonilnak a levegő–hidrogén-lángra és a metán–levegő-lángra gyakorolt hatásán keresztül. Megállapították, hogy a metán–levegő-lángban nagyobb inhibitorhatást fejt ki a vas-pentakarbonil, mint a levegő–hidrogén-láng esetében. Ennek okát valószínű-

leg az előbbi lángban levő nagyobb gyökkoncentráció indokolja.

Haladás mutatkozott a lángsebességi egyenletek kinetikus alapon történő levezetésével kapcsolatban is. Itt LOVACHEV munkásságát szeretnénk kiemelni [512]; ő a láncmechanizmus levezetésében egy, illetve több aktív centrum figyelembevételével fejezte ki a lángsebesség egyenletét.

A gyakorlatilag használt lángok közül a hidrogén–oxigén-láng három aktív centrummal jön létre, éspedig ezek az OH-, az O- és H-gyökök. A levezetett egyenletek teljesítőképességét illetően LOVACHEV szintén végzett számításokat. Ezek alapján a hidrogén–oxigén-lángra, az irodalmi adatokra támaszkodva, ugyanolyan nagyságrendű aktiválási energiát kapott, mint amit a Semenov-egyenlet [817] szolgáltat.

DIXON-LEWIS és WILLIAMS a lángokban jelentkező gyökök szerepét kutatta a lángsebességekkel kapcsolatban [189]; megállapították, hogy a hidrogén–oxigén-lángban a HO₂-nek nemcsak láncindító szerepe lehet, hanem a lánctagokkal, illetve a végtermékekkel és a kiindulási anyagokkal egyaránt reagálhat. Ezek a reakciók egyrészt láncelágazáshoz, másrészt pedig hidrogén-peroxid képződéshez vezethetnek. A lángokban levő gyökök szerepével még többen mások is foglalkoztak. Így például KAUFMAN és DEL GRECO részletesen vizsgálta az OH-gyök különböző reakcióit [434], és ezekkel kapcsolatban termodinamikai adatokat közölt. FENIMORE és JONES [224] a hidrogén- és hidroxidgyökök egyensúlyát biztosító reakció kétirányú sebességi állandóját mérte meg.

HALLS és PUNGOR [307] a lánganalitikában használatos turbulens hidrogénlángokban vizsgálta a H- és OH-gyökök között kialakuló egyensúlyt, s megállapították a $\text{H}_2 + \text{OH} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O} + \text{H}$ egyensúly érvényességét a turbulens lángokban is. Az OH-gyök-koncentrá-

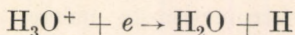
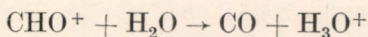
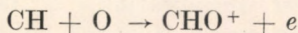
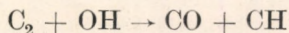
ció, amelyet abszorpció útján határoztak meg, a láng felsőbb zónáiban mutat maximumot; az OH-gyökök emissziója pedig, ami a láng alacsonyabb zónáiban maximális, kemilumineszcenciás gerjesztés eredménye. Vizsgálták továbbá a lánggázok expanziójának és a vízgőz elpárolgásának hatását a láng alkotórészeinek lángprofiljára.

A lángoknak a lángfotometriás analitika szempontjából is igen fontos sajátossága a lángban létrejövő ionizáció. Ez a kérdés az utóbbi időben igen sok szempontból vált fontossá, kezdve a gázkromatográfiás alkalmazástól a lángokban létrejövő ionizációs egyensúlyok analitikai szempontból is érdekes kérdéséig. Ezt tanulmányozta igen részletesen ALKEMADE és HOLLANDER [357, 359]. Vizsgálataik kimutatták, hogy a hidrogén–oxigén-, illetve a hidrogén–levegő-lángban az ionizációs egyensúly az égési zóna közvetlen közelében nem jön létre. Az ionizációs egyensúly beállításához idő szükséges. Egészen más helyzet áll elő akkor, ha a reakciót szénhidrogéntartalmú lángban kísérik figyelemmel. Ilyenkor a szénhidrogének jelenlétében eleve igen nagy mennyiségben képződő ionok révén az alkálifémek ionizációs egyensúlya már a lángzóna közvetlen közelében létrejön.

REITZNER és KREMPL [727] az acetilén–oxigén-láng ionizációs egyensúlyait és az alkáliák kölcsönhatásait tanulmányozta. Különböző lángokban az ionképződés kinetikáját és mechanizmusát tárgyalta részletesen BULEWICZ [100], SUGDEN [873], HAYHURST [325], HAYHURST és SUGDEN [326], JENSEN és PADLEY [414]. MESKOVA, POLUEKTOV és NIKONOVA [572] levegő–acetilén-lángban alkálifémek rezonanciavonalának intenzitás-gyengülését vizsgálta; szerintük a maximális ionizáció 1,8–3,6 ms elteltével következik be a lángbaforlasztás után.

A hidrogén–levegő-lángban PADLEY és SUGDEN [623] egészen hasonló eredményeket kapott ahhoz,

mint amilyent a teljesen egzakt körülmények között végzett Alkemade-Hollander-féle vizsgálatok szolgáltatottak száraz szén-monoxid—oxigén-lángban. A vizsgálatokból az tűnik ki, hogy a száraz szén-monoxid—oxigén-lángban és a hidrogén—oxigén-lángban egyaránt kb. 4 ms szükséges az ionizációs egyensúly beállításához. Ez a lángban, az égési zónától számítva jókora távolságot jelent: a szokásos gázsebességek mellett kb. 2—3 cm-t. A szén-monoxid—, továbbá hidrogén—oxigén-lángokban, mint erre ALKEMADE külön is rámutatott, továbbá KING [441], MUKHERJEE és munkatársai [590] és CALCOTE [110] újabb vizsgálatai arra utaltak, hogy ezekben a lángokban az elektronkoncentráció 10^5 — 10^6 elektron/ml körüli értéken van. A szénhidrogénlángokban ezzel szemben 10^{12} — 10^{14} elektron/ml értékkel lehet számolni. Ez utóbbi jelenségnek a magyarázatát abban találhatjuk, hogy a szénhidrogénlángokban a következő reakciók zajlanak le:



A reakciók sebességi állandóit is kiszámították az utóbbi években. A munka elsősorban SUGDEN és munkatársai nevéhez fűződik [207, 290]. A fentiekből következik, hogy a szénhidrogénlángokban az elektronkoncentráció sokkal nagyobb, mint a láng hőmérsékletéből és a jelenlevő komponensek ionizációs adataiból számított elméleti érték.

Az ionizáció vizsgálatára az utóbbi években vezette be BULEWICZ és PADLEY [101, 102] a kisnyomású acetilén- és diciánlángokban a ciklotronrezonancia mód-

szert. Ennek segítségével aránylag egyszerűen lehet megállapítani a láng elektronkoncentrációját. Az elektronkoncentrációt a mágneses térben jelentkező mikrohullámú elnyelési vonal félértékszélessége, továbbá az elnyelési vonal középpontjában jelentkező attenuáció és az átvilágított rétegvastagság segítségével lehet kiszámítani. E szerzők érdekes eredménye az is, hogy a ciklotronrezonanciás elnyelésnél a láng égési zónájában aszimmetrikus az elnyelési vonal. Ennek az oka az égési zónában a mikrohullámú sugárzásra nézve fellépő törésmutató-különbség. ALKEMADE és HOOYMAERS [8] az elektronok szerepét vizsgálta alkáliatomok gerjesztése során atom–elektron ütközésben, illetve ion–elektron rekombinációban.

Jelentősen fejlődtek a gyökkoncentráció-mérési módszerek. Ezen a területen számos új, és pedig elsősorban a tömegspektrometriára alapozó módszert dolgoztak ki. Így például FRISTROM számos reakciót alkalmazott különböző gyökök mérésére [246]. A reakciók elvi alapja az, hogy a lángból kiszívott mintát valamilyen gázkomponenssel reagáltatják, a terméket tömegspektrometriásan mérik, s ennek alapján számítják a lángban levő gyökök mennyiségét. Így az OH-gyököket szén-monoxiddal reagáltatta, és a képződő CO_2 mennyiségét tömegspektrometriásan mérte. A fenti reakció kinetikai adatainak ismeretében mód nyílik az OH-gyök koncentrációjának számítására. Ugyanilyen módon a H-gyök-koncentráció mérésére a szén-tetrakloriddal történő reagáltatást ajánlotta a szerző, amelynek során sósav és CCl_3 -gyök képződik. Ezek tömegspektrometriás mérése a hidrogéngyök koncentrációjának számítását teszi lehetővé.

Egy másik szellemes módszert a H-gyök-koncentráció mérésére CLYNE ismertetett [131]; ő NO-dal reagáltatta a H-t, ezáltal energiadús HNO képződött, amelynek emisszióját mérte. Az emisszió intenzitásából, vala-

mint a bevitt NO mennyiségéből kiszámítható a lángban levő H-gyök parciális nyomása. A gyökkoncentrációk mérése és a gyökök minőségének vizsgálata nyújt lehetőséget arra, hogy reakcióvázlatokat írthassanak fel a különböző szénhidrogéneknel lejátszódó reakciókra. Ilyen jellegű vizsgálatokat MUKHERJEE [589] és FRISTROM [246] végzett. A lángban mérhető gyökök száma miatt az összes lehetséges kombinációk száma igen nagy. A gyökök élettartama természetesen nagymértékben különböző. Így pl. kimutatható volt, hogy a szénhidrogénlángokban képződő gyökök közül igen rövid élettartamú a CHO^+ -gyök. Ez igen gyors reakció során, éspedig a láng égési zónája felett 0,1–0,2 mm távolságban jelentős mértékben átalakul az előbbieken már vázoltak értelmében H_3O^+ -ionná. A CHO^+ -gyök tehát a láng magasabb zónáiban már nem található meg, helyette gyakorlatilag a H_3O^+ -ion van ott jelen.

HALSTEAD és JENKINS [308] hidrogén–oxigén–nitrogén-lángokban a H-atom-koncentrációt mérte a lítiummódszerrel 1600–2000° K tartományban. PAVLOV és RUSIN [632] diffúziós lángokban a képződő gyökök radiális eloszlását tanulmányozta, és értelmezte a gyökreakciókat. Alacsony nyomású lángok kemilumineszcenciájával foglalkozott BAYES [34]. Értelmezett néhány kemilumineszcenciás folyamatot, továbbá az energiaátadás mechanizmusát, mint a kemilumineszcencia forrását. Atomoknak és ionoknak a különböző gyökökkel a lángokban lejátszódó reakciói bizonyos esetben arra vezethetnek, hogy jelentősen lecsökken az emisszióra vagy abszorpcióra képes szabad atomok száma. DE GALAN és WINEFORDNER [251] 22 elem esetében tanulmányozta ezt a kérdést redukáló levegő–acetilén-lángban, és egyedül a réz esetében adódott ki, hogy az csak atomos állapotban van jelen a lángban.

McCARTHY és WINEFORDNER [562] kinetikai alapon tárgyalta a fluoreszcencia, késleltetett fluoreszcencia és foszforeszcencia létrejöttét, hatásfokát, a gerjesztett molekulák élettartamát. HOOYMAERS és ALKEMADE [366, 367] elméletileg tárgyalta és értelmezte a gerjesztett alkáliatomok kioltását a lánggázokban. Mivel a kioltási keresztmetszet erősen különböző lehet különböző molekulák jelenlétében, ezek megválasztása nem lényegtelen az atomfluoreszcenciás lángfotometriában az optimális lángfeltételek kialakításánál.

Összefoglaló tanulmányban tárgyalta PUNGOR és HALLS [677] a hidrogén-, acetilén-, dicián- és szén-szubnitrid-lángok háttérsugárzását, valamint a hidrogén–oxigén- és hidrogén–levegő-lángok alapemisszióját, úgyszintén víz, organikus oldószerek és szervesetlen komponensek hatását az emisszióra, továbbá az alapemisszió lángmagasság függését, s végül a szénhidrogén-lángok alkalmazásának előnyeit és hátrányait.

A MÉRÉSTECHNIKA FEJLŐDÉSE

A lángfotometriás analitika az elmúlt 15 évben igen nagy fejlődést mutatott. 1952-ben még csak szűrős fotométereket alkalmaztak, lamináris propán–levegő-lángos indirekt porlasztórendszerrel Na, K és Ca mérésére. Merész jóslatnak tűnt GILBERT [265] előjelzése, aki a direkt-porlasztóégő és a magasabb hőmérsékletű hidrogén–oxigén-láng bevezetésével biztosítva látta a módszer kifejlesztésének lehetőségét. Ez és a spektrofotométer rész tökéletesítése (monokromátorok, elektronsokszorozók) be is váltották a hozzájuk fűzött reményeket; az 1950-es évek végére az emissziós lángfotometria széles körben alkalmazott, bevált analitikai módszerre fejlődött.

Rohamos további fejlődést jelentett a WALSH [973] által bevezetett mérés technika, amely a lángban, a láng energiája által szabad atomos állapotba jutó elemeknek fényelnyelésen alapuló mérését valósítja meg. A módszer 1958–59. óta olyan iramban fejlődött, hogy úgy tűnik, háttérbe szorította az emissziós technikát. Az 1960-as évek második felében stabilizálódás észlelhető, körvonalazódtak mindkét módszer előnyei, korlátai egymás közti viszonylatban is. A magas hőmérsékletű és redukáló lángok (oxigén–acetilén, dinitrogén-oxid–acetilén) alkalmazásba vétele az emissziós technika fejlődésének is újabb lökést adott. Az abszorpciós lángfotometriában a közelmúltban főként a műszerezés fejlesztésére terelődött a fő figyelem.

Legfiatalabb lángfotometriás módszerként 1964-ben WINEFORDNER és munkatársai [1000, 1001, 1002] az atomfluoreszcenciás eljárást ismertették. Az elmúlt években megtörtént ennek is az elméleti megalapozása, sőt napvilágot láttak az első közlemények a konkrét gyakorlati alkalmazásról.

Mindhárom mérési módszer közös vonása, hogy a meghatározások alapját képező reakciósor energiaforrása a láng. Ennek a lángnak elsőrendű feladata, hogy biztosítsa az elemek fázisátmenetét a lángba porlasztott oldatból gőz állapotba, s ott lehetőleg minél nagyobb hatásfokkal szolgáltatassa a gerjeszthető szabad atomos frakciót. Egy elem alapállapotú atomjainak száma (n) annál nagyobb a lángban, mennél nagyobb térfogatú oldat (V_f) jutott a lángba, mennél nagyobb az oldószer elpárolgásának a hatásfoka (ϵ), mennél nagyobb a lángba vitt vagy ott képződő molekulák disszociációja (β), és mennél kisebb a láng térfogata (V_l). A lángkoncentráció (n) és az oldatkoncentráció (c) közötti viszony tehát:

$$n = f(\epsilon, \beta, V_f, V_l, c).$$

Az egyes komponensek koncentrációjának a mérésére (s az arányosság értelmében az oldatkoncentráció meghatározására) atomoknak vagy molekuláknak elektromágneses sugárzása vagy a sugárzással való kölcsönhatása alapján nyílik lehetőség.

Emisszió esetén a láng hőmérsékletén termikus (vagy kémiai) energiafelvétel eredményeként az atomok vagy molekulák magasabb energianívóra gerjesztődnek, majd spontán emissziós fénykibocsátás közben ismét alapállapotba jutnak. Az így kibocsátott sugárzás intenzitása (I_e):

$$I_e = k_e \cdot n \cdot L \cdot e^{-\frac{1,4 \cdot 10^3}{\lambda \cdot T}}$$

ahol k_e = arányossági tényező,
 L = a láng keresztmetszete,
 λ = az emittált vonal hullámhossza,
 T = az abszolút hőmérséklet.

Az exponenciális faktor értéke gyorsan csökken a λ csökkenésével adott lánghőmérsékleten, ez korlátozza az emissziós technika alkalmazását a látható, illetve igen közeli uv. tartományra. Ez a korlátozás szűnik meg az abszorpciós technika bevezetésével, amelynél az alapállapotú atomok egy külső megvilágító fényforrás fényét nyelik el, s a fényintenzitás csökkenése a Lambert – Beer-törvény alapján mérhető:

$$E = -\log I/I_0 = k_a \cdot n \cdot l,$$

ahol k_a = arányossági tényező,
 l = a fény úthossza az átsugárzott lángban.

A fényt abszorbeáló atomok további energiát is vehetnek fel, vagy adhatnak le kisebb kvantumokban, például kinetikai energia formájában, s fénykibocsátás

közben nem a megvilágító fényenergiát sugározzák ki. Az így létrejövő fluoreszcenciás sugárzás intenzitása (I_f):

$$I_f = \Phi \cdot I_a \approx 2,3 \cdot \Phi \cdot I_0 \cdot n \cdot L,$$

ahol I_a = a lángban abszorbeált fényintenzitás,
 I_0 = a megvilágító fényforrás intenzitása,
 Φ = a fluoreszcenciás folyamat hatásfoka.

KIMUTATÁSI HATÁROK

A három mérési módszer kiterjedt alkalmazásának eredményeként a lángfotometria a fémek, amfoter elemek, sőt egyes nemfémek gyors, pontos, érzékeny, selektív meghatározási módszere lett. Az 1. táblázat tartalmazza a gyakran vizsgált elemek emissziós, abszorpció és fluoreszcenciás kimutatási határait. Az adatokból kitűnik, hogy a lángfotometria nemcsak a klasszikus módszereket szoríthatja ki, hanem vetekszik más oldatos, műszeres elemzési eljárásokkal, sőt ezeknél is jobbnak bizonyulhat. Az irodalomban számos törekvés mutatkozik a kimutatási határok megjavítására. Intermittáló porlasztástechnikával egy nagyságrenddel javította meg TRAMPISCH és HERRMANN [931] a magnézium emissziós lángfotometriás kimutatási határát. Előkevert oxigén—acetilén-lángban FASSEL és GOLIGHTLY [218] 67 elem kimutatási határait állapította meg. Az emissziós kimutatási határok 43 elem esetében jobbak 1 ppm-nél. ECKSCHLAGER [199] extrakciós és reextrakciós dúsítást alkalmazott, és ezzel az atomabszorpciós határkoncentrációt két nagyságrenddel csökkentette, a relatív pontosság azonos szinten tartása mellett.

Atomabszorpciós és atomfluoreszcenciás elemzés fényforrásainak sugárzóképesége és az egyes elemek kimutatási határai között állapított meg korrelációt

1. táblázat
Lángfotometriás kimutatási határok

Elem	Kimutatási határ ppm-ben		
	emisszió	abszorpció	fluoreszcencia
Ag	0,007	0,01	0,001
Al	0,3	0,1	
As	60	0,5	
Au	4	0,1	0,01
B	30	15	
Ba	0,02	0,1	
Be	1	0,003	
Bi	100	0,02	0,7
Ca	0,002	0,003	0,05
Cd	0,2	0,01	0,0001
Ce	10		
Co	0,1	0,007	0,5
Cr	0,01	0,005	
Cs	0,008	0,05	
Cu	0,05	0,005	0,05
Dy	0,1	0,2	
Er	0,3	0,2	
Eu	0,003	0,2	
Fe	0,7	0,01	
Ga	0,02	0,07	1,0
Gd	4	4	1,0
Ge	1	2	
Hf	75	15	
Hg	40	0,2	0,1
Ho	0,1	0,3	
In	0,005	0,05	0,2
Ir	100	4	
K	0,003	0,005	
La	1	80	
Li	0,0001	0,005	
Lu	0,5	50	
Mg	0,02	0,0005	0,01
Mn	0,01	0,005	0,2
Mo	0,03	0,1	
Na	0,0001	0,005	
Nb	1	20	

Elem	Kimutatási határ ppm-ben		
	emisszió	abszorpció	fluoreszcencia
Nd	1	2	
Ni	0,02	0,01	0,1
Os	10		
Pb	3	0,01	0,5
Pd	1	0,5	
Pr	2	10	
Pt	100	0,5	
Rb	0,002	0,005	
Re	1	1,5	
Rh	0,3	0,03	
Rn	0,3	0,3	
Sb	20	0,2	
Sc	0,1	0,2	
Se		0,5	0,2
Si	7	0,2	
Sm	1	5	
Sn	4	0,1	
Sr	0,001	0,01	
Ta	18	6	
Tb	1	2	
Te	600	0,3	0,05
Th	150		
Ti	0,5	0,1	
Tl	0,06	0,2	0,04
Tm	0,3	0,1	
U	10	30	
V	0,3	0,1	
W	4	3	
Y	0,3	0,3	
Yb	0,05	0,04	
Zn	50	0,002	0,0001
Zr	50	5	

PRUGGER [675]. DAGNALL, TAYLOR és WEST [144] mikrohullámú, elektród nélküli kisülési cső fényforrás alkalmazásával adta meg 21 elem atomfluoreszcenciás kimutatási határait, amelyek jobbnak bizonyultak az atomabszorpció adatoknál. MANNING és HENEAGE

[529] 150 W-os xenon-ívlámpával és vajtkatódlámpával adta meg 24 elem atomfluoreszcenciás kimutatási határait. Fűtött grafitküvetta Ar-atmoszférájában MASSMAN [546] mérte meg az atomabszorpció és atomfluoreszcenciás kimutatási határokat. Az atomfluoreszcenciás mérések kimutatási határai ilyen esetben csak akkor kedvezőbbek az abszorpciónál, ha az ediginél jobb megvilágító fényforrások lesznek. WINEFORDNER, PARSONS, MANSFIELD és MCCARTHY [998] matematikai kifejezést vezettek le az atomfluoreszcenciás mérés kimutatási határait illetően a jel/zaj viszony vizsgálata alapján. A határkoncentrációban változásokat okoznak: a gerjesztő forrás típusa (vonalt- vagy kontinuuksugárzók), a fényforrás intenzitása és felvillanásai, a láng intenzitása és felvillanásai, a fluoreszcencia hatásfoka az abszorpció átmenethez képest, a monokromátor spektrális rés-szélessége, az erősítő típusa (egyen- vagy váltóáramú). Nagyon fontos az a megállapítás, hogy az atomfluoreszcenciát elsősorban 300 nm alatt célszerű használni. A lángban atomosan kimutatható határkoncentráció és a tulajdonképpeni meghatározandó minta oldat-határkoncentrációja közti korrelációt is tárgyalták. JENKINS [413] szintén a jel/zaj viszony tanulmányozása alapján adta meg fémek atomfluoreszcenciás kimutathatóságának optimális feltételeit. A turbulens láng típusának hatását az atomfluoreszcenciás kimutatási határookra BRATZEL és WINEFORDNER [83] tanulmányozta.

ÉRZÉKENYSÉG

RAMIREZ-MUNOZ [693] kritikailag foglalkozott az irodalomban előforduló különböző érzékenységmegadási módokkal. Javaslatot tett [721] olyan érzékenységi definícióra, amely összehasonlíthatóvá teszi a leg-

különbözőbb mérési körülmények között született eredményeket is. Így az általa javasolt érzékenységek definíciója, melyet százalékos határkoncentrációnak nevez (PCL), megfelel a minta 1% abszorpciónak megfelelő ppm-ben kifejezett koncentrációjának. Ugyanakkor definiálja a kimutatási határt, vagy más néven „fluktuációs határkoncentrációt” (FCL) is, amely a mintának a 0% abszorpciójára extrapolált érték esetén mérhető zajszintet fejezi ki a minta ppm-jeiben. A PCL értékek adott mérőrendszerre konstansak, az FCL értékek a PCL függvényei, és emellett megszabja azokat a zajszintet, ami a fényforrástól, a lángtól és a fénymérő berendezéstől is függ. RAMIREZ-MUNOZ sík- és térbeli érzékenységi diagramokat szerkesztett, amelyek bemutatják a különböző elemek viselkedését PCL és FCL szempontjából [710]. A háromdimenziós diagramok segítségével meg lehet határozni egy-egy elem érzékenység-változását egy vagy több maszkírozószer jelenlétében azonos vagy megváltozott kísérleti körülmények között. Munkatársaival részletesen megvizsgálta az atomabszorpciósan mérhető elemek érzékenységi adatait [696, 719, 712, 713, 715] különböző lángokban egyszeres és többszörös fényúttal előállított optika alkalmazásával, hideg és fűtött ködkamra esetén, lamináris és turbulens lángokban egyaránt. A három fényutas optikával való mérést az alacsony hullámhosszaknál (As, Sb) nem ajánlják az ott már számottevő energiaveszteségek miatt [696]. IVANTSOV és LEBEDEV [405] a lángfotometriás érzékenység növelése szempontjából az optikai rendszer korrekt megválasztásának jelentőségét hangsúlyozták.

NAKANO és TAKADA [600] magnézium mérése során a porlasztólevegő 100° C-ra való melegítésével, illetve a mintaoldat 80° C feletti hőmérsékleten tartásával kétszeres érzékenységnövekedést ért el. A ködkamra fűtése [601] 60° C-ra hatszoros érzékenységnövekedést

okozott, 100°C feletti hőmérsékleten ugyanakkor az érzékenység csökkent. A megnövekedett atomabszorpciós érzékenységet finomabb köd-eloszlással és így nagyobb mintamennyiség lángba juttatásával magyarázták. Az érzékenység növelésére PIPER kettős porlasztórendszert ismertetett a Perkin—Elmer 303-as készülékhez [645]. RILEY és TAYLOR [733] fémek ammónium-pirrolidin-ditiokarbamátjait 90% aceton—10% víz oldószerben 100°C -ra melegített porlasztó-levegővel juttatták levegő—szénmonoxid-, és levegő—acetilén-lángba. 14 elem esetében mértek 0,5—3-szoros érzékenység javulást. A fém—oxigén kötés hatását vizsgálva a lángban mutatott sajátságokra SASTRI, CHAKRABARTI és WILLIS [788] párhuzamosságot talált az oxokompleksek érzékenységsökkenése és növekvő disszociációs energiájuk között.

PONTOSSÁG

A pontosság és érzékenység közötti viszonyt tárgyalta RAMIREZ-MUNOZ [708] az atomabszorpciós lángfotometriában. Vizsgálta a műszerezettség megszabta korlátokat, az érzékenység által megszabott pontossági határokat és a pontosság növelésének lehetőségeit. PARSONS és WINEFORDNER [629] mindhárom lángfotometriás módszernél a maximális precizitás és érzékenység elérése érdekében a kritikus készülék-paraméterek optimalizálásának lehetőségeit taglalta. Ezek a paraméterek: a porlasztógáz áramlási sebessége, az égő gáz és a porlasztógáz áramlássebességének viszonya, az oldat porlasztási sebessége, az égőnyílás mérete, a ködkamra hőmérséklete, a mérés helye a láng hossz-tengelye mentén, a láng nagysága, az optikai rendszer belépőnyílása, a monokromátor spektrális felbontása, a fényforrást fűtő tápegység adatai.

A Fe, Co, Cu és Ni rutin atomabszorpciós és nedves kémiai elemzését hasonlította össze MEDDINGS és KAISER [567]. A relatív standard deviáció a legkisebb nedves kémiai eljárások esetén 1–10%-os koncentrációnál kb. 0,1%, nedves ércelemzésnél pedig kb. 2%, ugyanakkor az atomabszorpciós meghatározás relatív standard deviációja 10^{-3} %-os koncentrációnál 0,3–0,8%. RAINS és MENIS [686] a differenciál spektrofotometriás módszer alkalmazásával az emissziós lángfotometriában jelentősen javította a meghatározások pontosságát.

ÉRTÉKELÉS

RAMIREZ-MUNOZ és BRACE [711] egyszerűsített matematikai kifejezést javasolt az atomabszorpciós számításokra. A számítógéptechnika alkalmazását és előnyeit ismertették az atomabszorpciós elemzésben MALAKOFF, RAMIREZ-MUNOZ és munkatársaik [519, 520]. A kísérleti eredmények több változó függvényében való vizsgálata a koncentráció-eredmény alaposabb megközelítését teszi lehetővé. Így az abszorpció változása a meghatározandó koncentrációktól való függésén kívül más változók függvényében is vizsgálható. Pl.: lángzóna magassága, a zavaró komponens koncentrációja, betáplálási sebesség, rés-szélesség, égőgázok nyomása. Számos tipikus esetet és azok megoldását is ismertették a szerzők. Az addíciós értékelési módszerrel kapcsolatban RAMIREZ-MUNOZ tárgyalta a hibalehetőségeket és azok elhárítását [705]. DE WAELE [964] megállapította, hogy az addíciós módszer nem járható út alkáliföldfémek mérésének értékelésére zavaró anionok jelenlétében.

Az Ag, Cu, Sr és Ca kalibrációs görbéinek linearitását tanulmányozta YASUDA [1022]. Összefüggést talált a linearitás, valamint az emissziós és abszorpciós vonal

kiszélesedése között. A kalibrációs görbéket befolyásoló tényezőket ismertette TASKAEVA is [899]. Az atomfluoreszcenciás kalibrációs görbék elméletével foglalkozott HOOYMAERS [365]. A Doppler- és Voigt-profilra érvényes összefüggést állapított meg a rezonanciafluoreszcencia és a lángban az anyagkoncentráció között.

Az atomabszorpciós mérések feltételeinek megtervezésében figyelembe veendő paraméterek optimális megválasztására adott gyakorlati tanácsokat RAMIREZ-MUNOZ [694, 695, 333, 700, 706]. Hasonló problémát tárgyalt PARSONS, MCCARTHY és WINEFORDNER [628, 629, 562, 995, 997], különösen az elérhető maximális érzékenység, precizitás szempontjából az emisszió, az atomabszorpció és atomfluoreszcencia területén egyaránt. Az abszorpciós jel alakját megváltoztató tényezőkről írt RAMIREZ-MUNOZ [702]. Számos tipikus példát is ismertetett a jel nagyság és a jel/zaj viszony számítására [701].

MARGOSHES [537] a megfelelő atomabszorpciós hullámhossz kiválasztására adott tanácsot, s útmutatást is egyben a kiszemelt vonal relatív érzékenységének előzetes becslésére.

A pontos hígítás fontosságára hívta fel a figyelmet RAMIREZ-MUNOZ [707], és számította a mérőeszközök által a fokozatos hígításokba bevihető hiba nagyságát. 65 elem méréséhez szükséges hitelesítő standardok célszerű, pontos készítési módját foglalta össze ROTH [757].

OLDÓSZERHATÁSOK

Organikus oldószerek hatását vizsgálta ELHANAN és COOKE [201], ATSUYA [21]. Arra a megállapításra jutottak, hogy a hatás elsősorban a minta porlasztás-

sebesség változásában, a nagyobb diszperzitásfokú aerosol képződésében, illetve a lángban könnyebben lejátszódó atomos állapotú disszociációban leli magyarázatát. Az organikus oldószerek szerepével és hatásuk okaival az emissziós, abszorpciós és fluoreszcenciás technikában MITCHELL [576] foglalkozott. Tárgyalta az organikus oldószer kiválasztását meghatározó tényezőket. Szerves oldószerek alkalmazásánál nagyon lényeges a leképzett lángrésztlet [174] és a megfelelő gázösszetétel [506]. Így például nem jelentkezett ólom mérésénél a zavaró sárga háttérsugárzás, amikor 2 : 2 : 1 arányú 2-etil-hexanol—aceton—butil-alkohol keveréket használt [480]. FELDMAN és CHRISTIAN [223] az oldószer hőmérsékletének függvényében mérte az abszorpciót. Ők úgy találták, hogy a hiba a szobahőmérséklet környékén a legnagyobb, itt 5°C eltérés 10%-os hibát okozhat. Általában szerves oldószerek alkalmazása a mérések érzékenységének jelentős növekedését eredményezi [222, 714, 774, 901]. Őn atomabszorpcióját vizsgálva turbulens levegő—hidrogén-lángban, HARRISON és JULIANO [317] azonban azt találta, hogy alkoholok, ketonok, organikus savak még kis koncentrációban is erős abszorpciósökkenést eredményeztek. Ez a hatás a szénatomszámmal növekedett.

EXTREM NAGY KONCENTRÁCIÓK MÉRÉSE

KAHN [424] tömény oldatok mérésénél elérhető maximális precizitás lehetőségét vizsgálta. A minta hígítását úgy tudta elkerülni, hogy az égőfejet pillangó láng esetén 90° -kal elforgatta. Az érzékenység így kb. tizedére csökkent. Szekunder vonal alkalmazásával ez még tovább csökkenthető. BRITSKE és SAVELEVA [90] 1 g/l-ig lineáris összefüggést kaptak, ha az alkálifémeket nem a rezonanciavonalukon mérték. 0,5—20%

Na -tartalmat határozott meg MANNING [1064] Zn-vájt-katódlámpa megvilágító fényforrás alkalmazásával. A Zn-dublett ugyanis közel fekszik a nátrium 3302,3 — 3302,9 Å-ös dublettjéhez.

ZAVARÓ HATÁSOK

RUBESKA [764], ARMENTRAUT [17] általánosan foglalkozott a lángemissziós spektroszkópiában fellépő zavaró hatásokkal. BRITSKE és SAVELEVA [89] a láng-háttér hatását tárgyalta, különösen az alkálifémek jelenlétében megfigyelhető kontinuumot. KOIRTYOHANN és PICKETT [466] atomabszorpciós lángfotometriában az úgynevezett nem specifikus fényvesztések okát keresve, azt molekulaabszorpciónak tudták be. Legtöbb esetben ezt a lángban jelenlevő oxidok, hidroxidok és kloridok okozzák. Méréseik szerint a lángban levő diszperz rendszerek fényszórása ehhez képest elenyészően csekély [467].

HIEFTJE és MALMSTADT [342] kísérleti módszert, az úgynevezett cseppgenerátort ismertette a lángba bevitt aerosol deszolvatációs és párolgási jelenségeinek mérésére. Módszerük alkalmasnak látszik a lángban lejátszódó kémiai folyamatok vizsgálatára is.

ALKEMADE [7] összefoglalta, hogy a mintaoldat összetevői milyen lehetséges mechanizmus szerint befolyásolhatják a mérendő elem lángban végbemenő folyamatait. KOIRTYOHANN és PICKETT [468] előkevert dinitrogén-oxid — acetilén-lángban mérte különböző savaknak az abszorpciót, ill. az emissziót befolyásoló hatását. Az alkáliföldfémek emisszióját az alumínium zavarja, ezt vizsgálta IVANOV és RUSAKOVA [403] levegő — acetilén-lángban. Turbulens hidrogén — oxigén-, s hidrogén — argon — levegő-lángban mérte különböző anio-

noknak, kationoknak és komplexképzőknek hatását a Ca emissziójára SMITH, STAFFORD és WINEFORDNER [850]; javaslatot tettek a zavarás megszüntetésére is.

Alkáliföldfémek emisszióját zavaró hatásokkal, az alumíniumzavarás mechanizmusának tisztázásával, a számbajöhető zavarás-elhárítószerekkel foglalkozott RUBESKA és MOLDAN [766]. Szerintük a folyamat döntő fontosságú lépése a kristályos aeroszol-részecskében játszódik le az elpárolgás előtt. Lamináris és turbulens rendszerekben a foszfát hatását vizsgálta a Ca-emisszió mérésére SMITH és WINEFORDNER [852]. Az okot a kalcium-foszfát-molekula lassú párolgásában (turbulens láng), illetve az ortofoszfát—pirofoszfát lassú átalakulásában (lamináris láng) látták.

MANSELL [532] alkáliföldfém-oxidok és -aluminátok termodinamikai stabilitását vizsgálta és hasonlította össze. Szerinte Mg mérésekor a Ca, Ba és Sr alumíniumhatást elimináló szerepét azok stabilabb aluminátjai indokolják. Turbulens hidrogén—oxigén-lángban PUNGOR és SZÁSZ [681] az alumíniumzavarás mibenlétét a Ca-aluminát termikus egyensúlyi viszonyaival magyarázta.

EVANS és GRIMSHAW [211] a Ca lángfotometriás mérésénél a Fe-, Al- és foszfátzavarás kiküszöbölésére oxigén—acetilén-lángban LaCl_3 és híg H_2SO_4 keverékét ajánlotta. A Ca megbízható emissziós meghatározását ismertetette szulfát mellett TODOR [924]. MONDER és SELLS [578] biológiai minták Ca- és Mg-tartalmának atomabszorpciós problémáit tárgyalva, főként a mintaelőkészítéshez használatos savakkal, illetve a szokásos zavaráselimináló szerekekkel foglalkozott. A Ca és a Mg atomabszorpciójának csökkenését nagy mennyiségű ecetsavban RAMIREZ-MUNOZ [709] a porlasztássebesség csökkenésének tudta be. Sósav hatását vizsgálva Na, K, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn és Zn atomabszorpciójára [718], nem kapott intenzitásváltozást. ROCCHICCIOLI és TOWN-

SHEND [744] levegő—propán-lángban anionok, komplexképzők és kationok hatását vizsgálta. Magyarázatot próbáltak adni a Ca atomabszorpciós meghatározása esetén fellépő zavarás mechanizmusára.

SASTRI, CHAKRABARTI és WILLIS [788] tanulmánya a Ca, Mg, Ba, Sr, Ti, Zr, Hf és Fe atomabszorpciós mérése során fellépő kölcsönös zavarásokról arra a következtetésre jutott, hogy a kevert oxidok nehéz illékonyságában és kristályszerkezetében keresendő a zavarás magyarázata.

Oxigénnel kevert levegő—acetilén-lángban az anion-zavarás megszűnését vagy csökkenését észlelte CHAPMAN és DALE [119]. Szintén a dinitrogén-oxid—acetilén-láng magasabb hőmérsékletének tudta be HARRISON és WADLIN [319] az Al, Zr és Ti kisebb zavaró hatását a Mg atomabszorpciójára nézve, szemben a levegő—acetilén-lángban tapasztalttal.

SZEGŐ és CALVERT [888] nafténsavval extrahálta a kalciumot metil-izobutil-etonba, és így zavarásmentesen végezhatték az atomabszorpciós mérést.

A Ca és Mg atomfluoreszcenciáját befolyásoló hatásokkal foglalkozott DEMERS és ELLIS [175] levegő—hidrogén-lángban, s a talált zavaró hatásokat kémiai okokra vezették vissza. A savak hatását alkálifémek lángfotometriájára propán-bután-lángban ULYANOVA és PAVLYUCHENKO [939] vizsgálta, és a jelenségeket részben a porlasztási viszonyokon, részben lángreakciókon keresztül értelmezte. Hasonló megállapításokat tett SHAEVICH is [823].

HARTLAGE [321] Fe, Co, Ni, Cu és Cr atomabszorpcióját tanulmányozta levegő—acetilén- és dinitrogén-oxid—acetilén-lángban, anionok jelenlétében. Hatásukat nem disszociáló komplexek keletkezésével magyarázta. Organikus savak hatását Zn atomabszorpciójára HUGO és GROBLER [372] a porlasztássebesség csökkenésével magyarázta.

VOINOVITCH, LEGRAND és LOUVRIER [961] azt vizsgálta, hogy különböző szerves anyagok (pl. oxin, fenol, dimetil-hidrazin) milyen mennyisége szükséges a zavaró hatások csökkentésére Al, Ca, Fe és Mn rutinmérésénél. DAVID [160] Mo-mérésnél AlCl_3 és NH_4Cl keverékét javasolta a szulfát-, a foszfát-, a Ca-, a Fe-, a Mn- és a Sr-zavarás kiküszöbölésére. BRATZEL, MANSFIELD és WINEFORDNER [82] a Cd atomfluoreszcenciáját vizsgálta különböző koncentrációjú HCl és HNO_3 mellett, és megállapította, hogy a savak jelenléte megváltoztatta a Cd-fluoreszcenciát. 10–20 ppm Cd esetében a jel csökkent a növekvő HCl-koncentrációval, 100 ppm Cd-koncentrációnál viszont magasabb, mint savmentes oldatban. 20% HNO_3 a kalibrációs görbe linearitását nem változtatta meg, de iránytangense kisebb lett.

OVCHAR, MISHCHENKO és POLUEKTOV [621] ritka-földfémek és klorid egymásrahatását vizsgálta levegő–acetilén-lángban, s jelentős mértékű vegyületképződést tapasztalt. Ez az atomos vonalak és az oxid-sávok intenzitásának csökkenését s az Eu és Lu esetében új sávok megjelenését eredményezte.

MANNING [525] és CAPACHO-DELGADO [527] kimutatta, hogy a dinitrogén-oxid–acetilén-lángban – amelyet azért használnak, hogy csökkentsék a nehezen illó komponensek keletkezésével járó zavaró hatásokat – az ionizációs zavarás jóval nagyobb, mint a hidegebb levegő–acetilén-lángban.

BUTLER [1065] a vas zavaró hatását a Sr atomabszorpciójára hőmérsékletfüggőnek találta. 2000 ppm vas 10 ppm stroncium esetén –18%-os hatást vált ki levegő–acetilén-lángban (2150° C), feltehetőleg SrFe_2O_4 képződése miatt. A dinitrogén-oxid–acetilén-lángban (2790° C) +69%-os hatást mért. Megadta az ideális nitrogén–dinitrogén-oxid–acetilén összetételt, amelyenél a Fe-hatás nem lép fel. SCHUBERT, PETZOLD és HEINE [808] propán–levegő-lángban nátriumot és káliumot

mért egymás százszoros feleslegében, vagy Ca, illetve Mg tízszeres feleslegében. A láng 1925°C -os hőmérsékletén a kölcsönös zavaró hatások lecsökkentek az ionizáció csökkenése miatt. SANUI és PACE [782] az alkálifémek atomabszorpciós mérését zavaró hatásokat vizsgálva az ionizáció leküzdésére propán — levegő-lángot és könnyen ionizálódó elemnek a lángba juttatását javasolta. JANAUER, SMITH és MANGAN [410] ionizációs puffert javasolt a Rb és Cs atomabszorpciós méréséhez. POLUEKTOV és munkatársai [572, 573] különböző anyagok hatását vizsgálva a Ca, Rb és Cs emisszió-intenzitására, illetve a Rb atomabszorpciójára, megállapították, hogy a fémek kölcsönhatása bizonyos fokig kiküszöbölhető, ha a kék kúp melletti zónában mérnek. A ritkaföld-fémeket OVCHAR és POLUEKTOV [622] levegő — acetilén-láng belső kúpjában mérte.

FASSEL, RASMUSSEN és COWLEY [220] az atomabszorpcióban négy tipikus zavarást ismertetett, és ezzel bizonyítékokkal tagadta azt a korábbi, általánosan elfogadott álláspontot, hogy az atomabszorpciós lángfotometria mentes a zavarásoktól. MANNING és FERNANDEZ [528] szerint Co jelenlétében a higany $2536,52\text{ \AA}$ -ös vonalát a $2536,49\text{ \AA}$ Co vonal zavarja. SLAVIN és SATTUR [842] szerint az Pb jelenléte zavarja a $2176\text{ \AA}$ vonalon az antimon mérését; ezért Sb mérésére a $2063,3$ vagy $2311,5\text{ \AA}$ vonalat ajánlották. Fordított hatást nem figyeltek meg. ALLAN [9] közölte, hogy a Ga és a Mn kölcsönösen zavarja egymást, a Ga $4032,98\text{ \AA}$ és Mn $4033\text{ \AA}$ vonalak átlapolása miatt. Négy különböző összetételű lángban mérte a hatást, és az eredményeket a vonalszélesedési elmélet alapján, a lánghőmérséklet és a lángösszetétel függvényében tárgyalta. A multikatódos lámpák alkalmazásakor fellépő vonalzavarásokat tanulmányozta JAWOROWSKI és WEBERLING [412]. A zavaró hatást csak igen nagy felbontóképességű monokromátor lenne képes csökkenteni.

Idegen kationok hatását vizsgálta az atomfluoreszcenciás spektrometriában GOODFELLOW [285], és mérhető befolyást nem talált.

MŰSZEREZÉS

MARTINEK [542] a kereskedelembe kapható lángfotométereket ismertette. A kereskedelmi választékból a megfelelő készülék kiválasztásának szempontjait (mérés sebessége, ár stb.) foglalta össze RAMIREZ-MUNOZ a munkatársaival [333]. PRICE és MANNING [669] általánosságban foglalkozott a műszerezés szempontjaival, PRICE és munkatársai [133, 202, 666, 668] a UNICAM SP-90-es készülék alkalmazási területét ismertették. A Hilger-készülék tökéletesítésével foglalkozott CHECHAN [123]. A Beckman DB- és DBG-típusú készülékeket BESSUAND és CARVAILLO hasonlította össze [52]. A zajszint csökkentésével foglalkozott a Perkin-Elmer-290 atomabszorpciós berendezés esetében HARRISON [316].

A műszerezettség fejlődéséről és további fejlődésének irányairól írt HERRMANN [338]. Többsatornás készülékek tervezésének szempontjait ismertette NORRIS [607]. Háttérkorrekciós megoldásokkal foglalkozott KERBER [438] és KAHN [423]. Mintavevő berendezéseket ismertetett KAHN, munkatársaival együtt [425], valamint HUNT és CLEAVER [376]. Számos szerző számolt be emissziós [292, 378, 386, 387, 674] és abszorpciós lángfotométer [18, 197, 780, 896] építéséről.

Automata műszerek tervezésével, ezzel kapcsolatos problémákkal foglalkozott DAWSON és ELLIS [164], WILDY [987], SHAPIRO és MASSONI [827], MORRIS és ORENBERG [582], BORISOV, BRITSKE és SUKACH [72], AGOSTINELLI és BARTOLETTI [5], DE GALAN és WINEFORDNER [252], MAVRODINEANU és HUGHES [555],

CRAWFORD és GREWELING [138]. Automatikus elemző készülékeket szerkesztettek biológiai minták mérésére [69, 113, 302, 385, 433, 457, 458, 459, 604, 608], talajelemzésre [166], levegőszennyezések kontrolljára [1046], vízelemzésre [821], élelmiszeripari használatra [853], kenőolajok analízisére [843], üzemi folyamatok követésére [5, 106, 642, 762, 1032], ipari laboratóriumoknak rutinmérésekre való felszerelésére [57].

FÉNYFORRÁSOK

A vájtkatódlámpát az egyenáramú ív speciális esetének lehet tekinteni, amely alacsony nyomáson, relatíve magas feszültségen és alacsony áramerősségen működik. TARDON, STIBOR és SALI [898] olyan tápegységet szerkesztett vájtkatódlámpához, amely 0,05 mA pontossággal ellenőrzi az áramerősséget 5–10 mA tartományban. GOODFELLOW [286], ROSSI és OMENETTO [752] cserélhető katódú lámpákat tervezett, és ismertette azok készítését. Az ilyen berendezés az analitikusnak sokkal több ellenőrzési lehetőséget nyújt a különböző működési paraméterek felett, mint az egyébként lehetséges. Egyszerű vaskatódlámpát ajánlott idegen elemek mérésére FRANK, SCHRENK és MELOAN [238, 239]; a Mg, Mn, Ni, Cu és kisebb mértékben a Ba erős abszorpcióját mérték a vaslámpával, mint megvilágító fényforrással. ROSSI és OMENETTO [753] nagy áramerősséggel gerjesztett urán-spektrum segítségével mérték más elemeket is.

BODRETSOVA, LVOV és MOSICHEV [63] nagyfrekvenciás tápegységgel fűtött vájtkatódlámpával kétszeres intenzitásnövekedést mért az egyenáram fűtéssel szemben, káros vonalszélesedés nélkül.

A megnövelt intenzitású lámpák elengedhetetlenek atomfluoreszcenciás, és igen fontosak az atomabszorp-

ciós elemzésben, amikor például a zajszint csökkenthető egy fényesebb emittáló lámpa alkalmazásával. DAWSON és ELLIS [165] pulzáló tápegységgel fűtött vájtkatódlámpa emisszióját vizsgálta. Azt találták, hogy az impulzus ideje alatt az emittált vonal intenzitása több százszorosa az egyenáramú gerjesztéssel elérhetőnek, és még sincsen jelentős vonalszélesedés vagy önabszorpció-növekedés. Spektrális jellemzőiket KATSKOV, LEBEDEV és LVOV is vizsgálta [430].

Atomfluoreszcenciában alkalmazható vonalsugárzók-kal foglalkozott [533] MANSFIELD. Az atomfluoreszcenciás mérés igényeit is kielégítő, nagy intenzitású, cserélhető katódú vájtkatódlámpát szerkesztett ROSSI és OMENETTO [754], DINNIN és HELZ [188]. DINNIN [187] ismertette, hogy analitikailag jól hasznosítható fluoreszcenciás jelet lehet ezzel a típusú lámpával kapni Pd, Ti, Zr, Cr, Al, Mn, Co és Fe esetében, ugyanakkor 11 más vizsgált elemre nem találta alkalmasnak. WEST és WILLIAMS hasonló fényforrással Ag mérését ismertette [981].

RAMIREZ-MUNOZ [699] a kis fűtőáram szerepét hangsúlyozta. Vájtkatódlámpák készítését ismerteti TARDON [897], továbbá MANNING és munkatársai [530]. A megnövelt sugárzási intenzitás fontosságáról és dinitrogén-oxid—acetilén-lánggal végzett atomabszorpciós mérések igényeit kielégítő fényforrásokról írt RINGHARDTZ [734]. HUMAN, STRASHEIM [374] többkomponensű rendszerek elemzésére használható fényforrásokat ismertetett. Használtak továbbá spektrállámpákat [613, 728, 756], üreges grafit kisülési lámpákat [395], illetve időben felbontott szikrakisülést többkomponens mérésére [862].

Az elektród nélküli nagyfrekvenciás kisülési lámpák, ha megfelelően állítják elő őket, intenzív, éles vonalakat emittálnak, és így atomabszorpcióban és atomfluoreszcenciában egyaránt használhatók. Ilyen lámpák készí-

tését ismertette RICHARDS [731], BAZHOV és LAZAREV [37], DAGNALL, THOMPSON és WEST [143, 145, 151, 152], ANI, DAGNALL és WEST [16]. ATKINSON, CHAPMAN és KRAUSE [20] vizsgálta K- és Rb-lámpák emissziójával kapcsolatban a működési paraméterek hatását a vonalak intenzitására, féltérték-szélességére és önabszorpciójára. Az elektród nélküli kisülési lámpák atomabszorpciós alkalmazásáról írtak IVANOV és munkatársai [402]. Atomfluoreszcenciás alkalmazással MANSFIELD, BRATZEL, NORGORDON, KNAPP, ZACHA és WINEFORDNER [534] foglalkozott. Az atomfluoreszcenciás célra alkalmas lámpák további tökéletesítési lehetőségét írta le ZACHA és WINEFORDNER [1029]. DAGNALL, TAYLOR és WEST [144] mikrohullámú elektród nélküli kisülési lámpával 21 elem esetében meg tudta növelni a kimutatói érzékenységet.

BROWNER, DAGNALL és WEST [94] elektronikusan modulált mikrohullámú elektród nélküli kisülési csövek készítését ismertette. Pb és Sn mérésénél különösen szembetűnő a javulás a vájtkatódlámpákkal összehasonlítva, a folytonos háttér kieéses miatt.

Tekintélyes érdeklődés mutatkozott az utóbbi években a folytonos sugárzást kibocsátó lámpák atomabszorpciós és atomfluoreszcenciás alkalmazási lehetőségeit illetően. Az ilyen lámpák használata ugyanis csökkenti a műszerköltségeket, egyszerűsíti többkomponensű rendszerek mérését, sőt ezek kvalitatív mérését is lehetővé teszi a spektrum regisztrálásával. Vájtkatódlámpákat és nagynyomású xenonlámpákat használtattak össze atomabszorpciós alkalmazás szempontjából DE GALAN, MCGEE és WINEFORDNER [250], FASSEL és munkatársai [219], FRANK, SCHRENK és MELOAN [240], GALASSI [254], PRUGGER [675]; a kérdés elméleti oldalával MCGEE foglalkozott [565]. Véleményük megegyezik abban, hogy a kontinuuumsugárzók majdnem olyan jók atomabszorpciós elemzésben, mint a vonalsugárzók,

megfelelő monokromátor rendszer biztosítása esetén. SVOBODA [883] kontinuum sugárzók fényfrekvencia-modulálását ismertette, és közölte, hogy így a rendszer nem igényel túl egzakt hullámhossz-állítást.

VEILLON és munkatársai [947] ismertették, hogy a kimutatási határok nem olyan jók, mint a vonalsugárzók használata során, de 13 vizsgált elem közül hat esetben 1 ppm alatti kimutatási határértéket kaptak atom-fluoreszcenciás mérésnél. IVANOV és KOZYREVA [400, 894] használható eredményeket közölt hidrogénlámpa atomabszorpciós alkalmazásával kapcsolatban is, amely-nél a sugárzás intenzitása lényegesen kisebb a xenon-lámpáénál.

LÁNGÖSSZETÉTELEK ÉS A LÁNGBA TÖRTÉNŐ PORLASZTÁS PROBLÉMÁI

DE GALAN és WINEFORDNER [253] azt tanulmányozta, hogy a lánghőmérséklet milyen mechanizmus szerint befolyásolhatja az emissziós és abszorpciós jelszintet. Az atomabszorpciós módszerrel kapcsolatban a gerjesztési folyamatokra alapozódó nézet következtében az a vélemény alakult ki, hogy az a lánghőmérséklet változásaira kevésbé érzékeny, mint az emissziós lángfotometria. A szerzők azonban rámutattak arra, hogy a hőmérséklet hatása az aerosol cseppek elpárolgása, a különböző vegyületképződések, az ionizáció stb. következtében mindkét módszernél egyaránt jelentős.

WILLIS [990] összefoglaló tanulmányában az előkevert oxigén–acetilén- és dinitrogén-oxid–acetilén-lángok szerkezetét, emissziós karakterét és alkalmazási lehetőségeit ismertette. A dinitrogén-oxid–acetilén-lángot WILLIS [989] és AMOS, valamint WILLIS [13] vezette be az atomabszorpciós gyakorlatba, de máris igen széles körben alkalmazzák. Fő előnye a levegő–

acetilén-lánggal szemben, hogy hőmérséklete lényegesen magasabb. Egészségsége lényegesen kisebb, mint az ugyanolyan magas hőmérsékletű oxigén-acetilén-lángé, ezért egyszerűbb és biztonságosabb az alkalmazása. A dinitrogén-oxid-acetilén-láng alkalmazhatóságát BOWMAN s WILLIS [77], valamint MANNING [525] foglalta össze. Olyan esetben, amikor közepes hőmérsékletű lángra van szükség, FLEMMING [235] az acetilén-dinitrogén-oxid-levegő-keveréket ajánlotta, ami a láng-hőmérséklet szabályozását tette lehetővé. KIRKBRIGHT, PETERS és WEST [447] előkevert dinitrogén-oxid-acetilén-láng emissziós spektrumát regisztrálta különböző lángösszetétel arányoknál. A redukáló összetételknél jelentkező vörös zóna emissziója hosszú élettartamú CN- és NH-gyökök következménye, és ezek képezik azt az erősen redukáló atmoszférát, amely megakadályozza a tűzállóoxid-képződést, pl. Mo, Ti, Al beporlasztásakor.

A szétválasztott terű dinitrogén-oxid-acetilén-láng előállítására módosítottak kereskedelembe kapható égőt KIRKBRIGHT és munkatársai [449]. A belső kúp erősen redukáló összetételű, hőmérséklete magas, háttérsugárzása csekély, és ezért kedvezően alkalmazható az egyébként emisszióban nehezen gerjeszthető elemek mérésére.

PICKETT és KOIRTYOHANN [469, 644] a dinitrogén-oxid-acetilén-lángot emissziós méréseknél alkalmazta. Igen jó érzékenységet kaptak a Li, a nehezebb alkáliföldfémek és a 3 A csoport elemei esetében. Megjegyezték azonban, hogy az intenzív lángháttér miatt igen jó felbontóképességű monokromátor szükséges. Vizes és nemvizes rendszerekben ismertette CHRISTIAN [126] a dinitrogén-oxid-acetilén-láng emissziós alkalmazhatóságát.

BUTLER és FULTON [107] propán-bután-dinitrogén-oxid- és acetilén-dinitrogén-oxid-lángok összehason-

lító értékelése céljából az égéssebességet, a hőmérséklet-eloszlást, az érzékenységi adatokat és a zavaró hatásokat mérte. A propán-bután–dinitrogén-oxid-láng előnyösen alkalmazható olyan esetben, amikor a zavarásmentesség fontosabb, mint az érzékenység.

DAGNALL, THOMPSON és WEST [148] a dinitrogén-oxid–hidrogén-lángot tanulmányozta. Véleményük szerint a lángot magas hőmérséklete kiválóan alkalmassá teszi például Al, Zr, Cd, Pb, Ca meghatározására. A láng égéssebessége viszonylag alacsony, s mind az emissziós, mind az abszorpciós technikában alkalmazott levegő–acetilén-égőkben használható. WILLIS, FASSEL és FIORINO [992] a dinitrogén-oxid–hidrogén-lángban 12 elemet vizsgált, és az előbbi szerzőkkel szemben ezt a lángot nem tartja különösen alkalmasnak analitikai célra. Hőmérséklete 150°C -kal marad a dinitrogén-oxid–acetilén-lángé alatt, s noha az Al, Ti, V emisszióban elég jól mérhető lenne, abszorpcióban ugyanezek az elemek ki sem mutathatók.

COWLEY és FASSEL [136] előkevert redukáló és sztöchiometrikus összetételű oxigén–acetilén-lángok különböző zónáiban adta meg néhány atom és molekula abszorpciós és emissziós spektrumát. A tanulmány eredményei világosan rámutatnak arra, hogy a redukáló oxigén–acetilén-lángban sok elemnél a feltűnően kedvező emissziós és abszorpciós adatok annak köszönhetők, hogy a láng belső kúpjában a szabad atomok keletkezése és élettartama kedvezően alakul. FASSEL és GOLIGHTLY [218] 67 elem igen jó kimutatási határértékeit adta meg az előkevert oxigén–acetilén-lángban, mind emissziósan, mind abszorpciósan.

KIRKBRIGHT munkatársaival [351, 352, 450] az elválasztott terű levegő–acetilén-lángot vizsgálta emissziós spektroszkópiás alkalmazás céljából. A másodlagos reakciónát nitrogénáram választja el, és védi a külső levegő komponenseinek bekeveredésétől. Az igen

alacsony háttér- és zajszint teszi lehetővé a mérési eredmények javulását és egyes zavaró hatások kimaradását. Tanulmányozták továbbá a láng stabilitását és reprodukálhatóságát biztosító, illetve javító tényezőket is [346].

A viszonylag alacsony háttéremissziók készítették SKOGERBOET, HEYBEY és MORRISONT [1130], hogy újra tanulmányozzák a hidrogén–oxigén-lángot mint emissziós forrást. Érzékenységi és kimutatási határadatokat közölnek 25 olyan elemre, amelyeket eddig általában redukáló acetilénlángokban mértek stabil oxidjaik képződésének veszélye miatt.

Szokatlan összetételű lángokat is használnak az atomfluoreszcenciás spektrometriában, mint pl. a diffúziós hidrogénlángokat. SMITH, STAFFORD és WINEFORDNER [851] az atomfluoreszcenciás spektrometriában használatos turbulens lángok (hidrogén–levegő, hidrogén–dinitrogén-oxid stb.) hőmérsékleti profiljait határozta meg. Előkevert és turbulens levegő–hidrogén-lángot összehasonlítva az adódik, hogy az atomfluoreszcenciás érzékenységek összemérhetők vagy jobbak a turbulens lángban; és, amint ezt BRATZEL, DAGNALL és WINEFORDNER megállapította, a fényszórás is csak kismértékben nagyobb [84].

PEARCE, DE GALAN és WINEFORDNER [635] kísérleti úton mérte 11 elem fluoreszcenciás hatásfokát redukáló oxigén–hidrogén, redukáló oxigén–acetilén, redukáló hidrogén–argon–levegő turbulens lángokban. MCCARTHY, PARSONS és WINEFORDNER [561] általános összefüggéseket vezetett le atomok fluoreszcenciájának kvantumhatásosságára az atomfluoreszcenciás elemzésben használatos lángokban. Gerjesztő fényforrásként kontinuumszugárzót alkalmaztak.

STANCHEV [858] 0,725 fajsúlyú, kb. 70° C forráspontú, 98%-os gázolin lángját ismertette, és alkálifémek emissziós mérésére használta. MANSELL [531] a főként MeC_2H -ból mint acetilénszubsztituensből álló, úgy-

nevezett Mapp-gázt vizsgálta atomabszorpciós alkalmazás szempontjából, különösen a könnyen gerjeszthető elemek, pl. K mérésére.

Organikus oldószerek (aceton, etanol, propanol) horizontális lángját vizsgálta IVANOV és KOZYREVA [399], és elsősorban magának az oldószernek a tisztaságvizsgálatára használta. Ugyancsak etanollángot használt, de talajminták K-tartalmának mérésére BURYANOV és BESEDINA [104]. Az igen magas hőmérsékletű dician – dinitrogén-oxid lángot FISHBURNE és munkatársai [229] vizsgálták. A hideg nitrogén – hidrogén-diffúziós lánggal DAGNALL, THOMPSON és WEST [151] foglalkozott. Megállapították, hogy az igen erősen redukáló láng nagyobb szabad atomsűrűséget produkál, de az alacsony hőmérséklet miatt ugyanakkor kisebb érzékenységet, mint az előkevert lángok. Az elhanyagolhatóan kicsi háttér azonban a mérőrendszerrel enged meg a szokásosnál nagyobb érzékenységet.

STUPAR és DAWSON [869], valamint WILLIS [991] a porlasztók működését tárgyalta, és azok szerepét a különböző emissziós és abszorpciós lángfotométerek felépítésében. HELL és SHIFRIN [334] az égők gondos ápolására hívta fel a figyelmet. Ezek állapota ugyanis éppen az extrém koncentrációk, pl. nyomszennyezők mérésekor kritikus. BRITSKE [88] a porlasztók és égők tervezési problémáit ismertette. Olyan porlasztót szerkesztett, amelyben szabályozni lehet a folyadék és a porlasztógáz arányát az előállított ködben. DAVIES, VENN és WILLIS [162] olyan égőt készített, amelyben egyaránt ellenőrizni lehet a mintabevezetés sebességét és a képződött köd diszperzitásfokát.

Különböző égőtípusokat hasonlított össze elsősorban atomabszorpciós alkalmazhatóság szempontjából SLAVIN [844], PERKIN és FERGUSON [639], YURCHAKEVICH [1028], SEREMETJEV [830, 831], KERBYSON és RATZKOWSKI [439].

A gázok nyomásának és áramlássebességének mérésére szolgáló készüléket tervezett indirekt porlasztóhoz MANSFIELD és WINEFORDNER [535], KIRKBRIGHT és SARGENT [448].

RAMIREZ-MUNOZ [692] védőgázos égővel jobb stabilitást, szennyezések távolmaradását és megnövekedett érzékenységet ért el. MAVRODINEANU [554] szétválasztott terű lángok előállítására alkalmas égőkonstrukciót ismertet. Szélesebb láng előállítására tervezett égőt atomabszorpciós célra BOLING [70] és BUTLER [105], a szélesebb lángprofil ugyanis megnövekedett érzékenységet és precizitást nyújt.

NEYBON és REY-COQUAIS [605] szén és ásványi sók kiválása okozta eltömődések megelőzésére a dinitrogén-oxid—acetilén-láng égőfejét vízhűtésesre konstruálta át; PAMPEL [624] pedig visszagyulladás megakadályozó szelep beépítését ismertette.

A nagy égéssebességű oxigén—acetilén-láng számára tervezett réstípusú égőt a biztonságosabb működtetés érdekében COWLEY [135].

RÜDIGER, GUTSCHE, KIRCHHOF és HERRMANN [773] bemerülő oszcillátor-kapilláris rendszert ismertetett, amely frekvencia- és fázishű intermittáló porlasztást tesz lehetővé 50 Hz-en. A megoldás a lángháttér hatásának redukálására használható. TRAMPISCH és HERRMANN [931] egy nagyságrendet kitevő érzékenységbeli javulásról is beszámolt.

BURYANOV [103] olyan égőt ismertetett, amelyben az égőkomponens folyadék, például benzol, etanol, benzin, gázolin, amelyet elektromosan melegítenek forráspontjára. Porlasztógázként levegőt alkalmazott.

WOODS [1010] szilárd minták elemzésére olyan égőt szerkesztett, ahol a porított mintát az oxigéngáz viszi a lángba. A por áramlási sebessége az oxigénnyomás, a porsűrűség, a porszárazság, a részecsk nagyság és a mintamennyiség függvénye. LEBEDEV [496] vizes vagy

más oldószeres szuszpenziót fúvókával vitt a lángba. A szokásos lángfotometriával egyenrangú pontosságú így a mérés, de sokkal gyorsabb, mert elmarad a minták kémiai előkészítése.

A szokványos égők helyett éghető vivőpor lángjában mért jó eredménnyel MIAUD és ROBIN [574] szilárd mintákban Pb-, Cu-, Na-, Mg- és Al-tartalmat, atomabszorpciósan. VENGHIATTIS [950, 952, 953, 954] ismertette, hogy szilárd minták, viszkózus vagy igen korrozív folyadékok elemzése egyszerűen elvégezhető úgy, hogy a vizsgálandó anyagot szilárd rakétahajtóanyaggal tablettázzák és a granulát égetik a készülékben a láng helyén.

Hosszú csövekben égő horizontális lángokat tanulmányozott STUPAR [868], RUBESKA és STUPAR [769], IVANOV és KOZYREVA [399]. Az ilyen lángok célja az, hogy megnöveljék az atomok tartózkodási idejét a fényútban, s ezáltal javul az érzékenység és a kimutatási határ.

Ultrahanggal működő porlasztó alkalmazása kémiai lángokhoz csak az esetben indokolható, ha ugyanolyan könnyen és kényelmesen használható, mint a pneumatikus porlasztók [351, 389, 990]. KIRSTEN és BERTILSON [453] ultrahangos porlasztója aránylag egyszerű, de csak lassan, 0,3 ml/min sebességgel dolgozik. A szerzők azonban éppen ezzel a fékezett áramlással háromszoros nagyságú emissziós jelekről számoltak be, mint amit pneumatikus porlasztókkal lehet kapni. WEST [980] szerint az ultrahangos porlasztás nagy érzékenységet és hatásfokot jelent. 10 ml kiindulási oldatból 8–10 percen át kapott stabilis ködöt, s ugyanakkor a jel 1 rel. %-on belül változott ez alatt az idő alatt.

LÁNG NÉLKÜLI PORLASZTÁS

Az általánosan alkalmazott kémiai lángok mellett más próbálkozások is történtek olyan elemző közeg előállítására, amelynek elég magas a hőmérséklete ahhoz,

hogy az atomos állapotú ködöt az atomabszorpciós mérések céljaira előállítsa. Így pl. ismertettek vájt-katódlámpás megoldást [396, 1024]; King-kemencét [898]; fűtött csöveket [513, 514, 515, 767, 768, 1006, 1007, 1008]; stabilizált ívgerjesztést (elsősorban lánggal nem gerjeszthető elem, pl. Si mérésére) [47, 190, 373]; laser-porlasztást [306, 585, 428]; Kniseley-égőt [539]; elektronbombázást [436]; szénszálas atomrezervoárt (atomfluoreszcenciás célra) [983]; indukciós csatolású plazmatorkot [595, 948, 979] és plazma-jetet [244, 245, 595]. E két utóbbi eljárás hibája azonban a bennük fellépő nagy ionizáció.

MASSMAN [545] a lángporlasztást és a fűtött grafitcső alkalmazását hasonlította össze nyomelemzés szempontjából. A lángban a pontosságot, a grafitküvetében az érzékenységi adatokat találta kedvezőbbnek.

A láng nélküli porlasztás egy esetét jelenti a higany atomabszorpciós mérése Hg-gőzmérővel, amely higanylámpából, szűrőből és detektorból áll. ULFVARSON [938], BRANDENBERGER és BADER [80] a higanyt amalgám formájában egy drótszálla vagy fémfóliára vitte fel, s ezt elektromosan fűtve, a higany elgőzölgött a készülék fényútjába. Ez az igen egyszerű készülék és méréstechnika ng-mennyiségű higany meghatározását teszi lehetővé nagy térfogatú oldatból [916]. BRANDENBERGER a módszert más fémek mérésére is alkalmazta [81].

MULFORD [591] Se, As, és Hg szerves vegyületeit hamvasztotta elektromos energia segítségével oxigén atmoszférában. Az elemeknek a fényútba való párolgási sebessége a hamvasztó rádiófrekvenciás tekercsére kapcsolt feszültséggel arányos.

MONOKROMÁTOROK KÉRDÉSE, ELSŐSORBAN AZ ATOMABSZORPCIÓS MÓDSZEREK SZEMPONTJÁBÓL

Az atomabszorpciós lángfotometriában főként a műszerköltségek csökkentése érdekében vált érdekessé a gyakorlatban általánosan alkalmazott prizma vagy rács monokromátor helyettesítése. Szűrős fotométereket szerkesztett és vizsgált GOLEB [278], HEJTMANEK és POLEJ [332], KAWACHI és SUZUKI [436], SUKACH [874], VERKHOVSKII és munkatársai [957]. Eredményeik alapján megállapítható, hogy az alkáli- és alkáliföldfémek mérése használható az ilyen típusú berendezések azzal a korlátozással, hogy a felbontás nem mindig megfelelő.

Igen kitűnő felbontást lehet elérni SULLIVAN és WALSH [876, 877, 878] módszerével; ők a hagyományos monokromátort a mérendő minta atomos állapotú ködjével (lángporlasztás vagy vajtkatódporlasztás útján előállítva) helyettesítették, s ezt megvilágítva, a benne kiváltott rezonancia-fluoreszcenciát észlelték. A berendezés olcsó, nem igényel különösebb jusztírozást a méréstechnika igen egyszerű, s a hullámhossz-szelektálás igen pontos. A rezonancia-monokromátor gyakorlati alkalmazásáról számolt be BOWMAN, aki Li-ot mért vészérumban [74]. BOAR és SULLIVAN [62] kalciumot mért szénben, RAWLING és SULLIVAN [723] Cu-et határozott meg, ásványi minták Ni-tartalmát pedig SULLIVAN, TIMMS és YOUNG [875] mérte.

Ismét más módszert javasolt az atomabszorpciós jel izolálására BOWMAN, SULLIVAN és WALSH [76]; bemutatták, hogy a mérendő vonal szelektíven modulálható, ha a fénysugarat váltóárammal működtetett vajtkatódlámpán viszik keresztül. Ennél a technikánál konvencionális monokromátorra ugyan szükség van, de lényegesen nagyobb spektrális sáv szélesség engedhető meg, mint ami egyébként lehetséges lenne.

ANALITIKAI ALKALMAZÁS

Az elmúlt évek fejlődésében legszembetűnőbb változást mindhárom metodika terén az alkalmazási terület kibővítése jelentette a nemfémek közvetlen mérésére.

GOLEB [279] a nemesgázok fényabszorpcióját tanulmányozta az uv. és látható spektrumtartományban. Vizsgálatai alapján kielégítő érzékenységgű módszert ad He, Ne, Ar, Kr és Xe atomabszorpciós mérésére.

DAGNALL, THOMPSON és WEST hideg hidrogén–nitrogén-diffúziós lángban és hűtött előkevert hidrogén–levegő-lángban az S_2 -sávemisszió alapján közvetlenül mérte a kén 3–500 ppm tartományban [146]. A módszer az indirekt eljárásoknál sokkal egyszerűbb. Megállapították, hogy az emissziós jel a szulfátkoncentráció négyzetével arányos. Hasonlóképpen molekulaemissziós módszerrel mérték a foszfort is [147], az ortofoszforsav oldatok lángbaporlasztásakor jelentkező 528 nm-es emissziósávon 0,1 ppm P kimutatási határral. Halogenidek [150] indium jelenlétében az InCl-, InBr-, InI-mólemisszió alapján mérhetőek. A kén molekulaemissziójával foglalkozott FUWA és VALLEE [247]; SYTY és DEAN [887] pedig a foszfor és kén mérését végezte redukáló levegő–hidrogén-lángban, a HPO_4 - illetve S_2 -sávon 6, illetve 5 ppm kimutatási határig. SKOGERBOE, GRAVATT és MORRISON [840] szerves oldószeres extrakcióval kombinált eljárást ismertetett a foszfor meghatározására. InCl sáv alkalmazásával GILBERT [266] adott módszert levegő kloridtartalmának közvetlen, lángemissziós mérésére.

CHAKRABARTI [117, 118] a Se és a Te atomabszorpciós mérését ismertette vizes és szerves oldószeres rendszerekben. DAGNALL, THOMPSON és WEST [153] a szelént és a tellurt atomfluoreszcenciásan határozta meg. KAHN és SCHALLIS [426] előkevert argon–hidrogén-lángban jelentős érzékenységnövekedést tapasztalt Se

és As atomabszorpciós mérése során. Oldószerextrakcióval kombinált eljárást írt le MENIS és RAINS [568] a fenti lágösszetétel esetén. Oxigén—acetilén-lángban SMITH és FRANK [849], DEAN és FUES [167], propán-bután-lángban BAZHOV [35] adott tájékoztatást az As atomabszorpciós meghatározásáról. DAGNALL, THOMPSON és WEST [156] az As atomfluoreszcenciás mérését írta le. A tellur atomabszorpciós mérését ismertette MUSA, MUNEMORI és NAKAMARA [596], oldószerextrakciós technikával pedig WU, DROLL és LOTT [1013] foglalkozott.

A Si meghatározásával CAMPBELL [111], PRICE és ROOS [671] foglalkozott. A B emissziós mérését AGAZZI ismertette az oxigén—hidrogén-lángban [4], az atomabszorpciós technikát BADER és BRADENBERGER [29], továbbá MANNING [526] dolgozta ki dinitrogén-oxid—acetilén-lángban.

Az elsősorban nemfémek mérésére alkalmazott indirekt eljárásokkal foglalkozott CHRISTIAN és FELDMAN [127] tanulmánya. KUMAMARU, OTANI és YAMAMOTO [477], valamint ZAUGG és KNOX [1033] határozta meg először a foszfort molibdenátos elválasztás után a Mo atomabszorpciós mérése alapján. KIRKBRIGHT, SMITH és WEST [451] az elvet Si meghatározására, DEVOTO [179] pedig As mérésére alkalmazta. A heteropoli-kémián alapuló módszer alkalmazásáról számos közlemény jelent meg, főleg P [178, 832], As [157], Si és P [377], P, As, Si [687], a fémek közül pedig a V [901] meghatározására.

Cd-keletkomplexen keresztül jodid mérésére adott módszert YAMAMOTO munkatársaival [1016], meghatározva a Cd atomos abszorpcióját. A Hg-ra a Zn-keletkomplexből kiszorított Zn atomabszorpciós mérése segítségével dolgoztak ki eljárást [1017].

A foszfát, szulfát, klorid, fluorid már klasszikusnak számító, a lecsapószer-felesleget emissziósan vagy ab-

szorpciósan visszamérő eljárását változatlanul alkalmazták [31, 40, 71, 214, 264, 301, 419, 663, 750, 835, 836]. ERDEY, GYŐRI és SVEHLA [208] a foszfát mérését kiszorításos lángreakcióval oldotta meg.

A lángfotometriás módszerek elsősorban azonban a fémes elemek mérésére szolgálnak. Más módszerekkel, főként az oldatos klasszikus vagy műszeres elemzési eljárásokkal szemben fő előnyeként egyszerűségét, gyorsaságát, érzékenységét és szelektivitását lehet kiemelni [10, 163, 738, 745, 748, 795, 903, 978, 1069, 1115].

Az emissziós metodika az alkáli- és alkáliföldfémeknek az analitikai gyakorlatban jól bevált módszere. A dinitrogén-oxid—acetilén-láng alkalmazása óta, illetve a redukáló összetételű oxigén—acetilén-láng alkalmazásával a III. periódusos oszlop elemei bővítik felhasználásának körét. Az elmúlt néhány évben hatalmas iramban fejlődött és bővült az abszorpciós receptúra, elsősorban a nehézfémek, az átmeneti elemek és a félfémek mérésével. Az alkáliföldfémek mérésénél, főként a Mg esetében szorítja háttérbe az emissziós metodikát az atomabszorpció, sokkal érzékenyebb és zavarásmentesebb meghatározási lehetőséget biztosítva. A többi, könnyen gerjeszthető, elsősorban alkálielem abszorpciós mérésére is történtek kísérletek, például szekunder rezonancia-vonalak alkalmazásával, de itt az egyszerűbb és olcsóbb műszerezésű emissziós technika változatlanul elsőbbséget élvez. A fluoreszcenciás módszer gyakorlati alkalmazásáról is megjelentek az első közlemények, ez a metodika azonban csak most lép a gyorsabb fejlődés útjára.

Igen nagyszámú közlemény látott napvilágot az egyes elemek emissziós, abszorpciós, illetve fluoreszcenciás sajátágaival kapcsolatban, ezek részletes ismertetésétől azonban e helyen eltekintünk. A 2. táblázat tartalmazza a vizsgált elemeket és a megfelelő irodalmat metodikák szerinti csoportosításban.

Elsősorban biológiai, híradástechnikai, kohászati, élelmiszeripari eredetű minták nyomelemeivel kapcsolatos érzékenységi és kimutatási igények ösztönözték az oldószer-extrakcióval kombinált lángfotometriás metódika kifejlesztését. A meghatározások időigénye így nőtt ugyan, de még mindig nem jelentősen; az így mérhető határkoncentrációk azonban sokkal nagyobb anyagi beruházásokat igénylő módszerekkel egyenértékűek. A gyakorlatban általánosan használt komplexképzők, oldószerek, mért elemek és meghatározandó minták összefoglalása a 3. táblázat, amely tartalmazza a vonatkozó irodalmat is.

A lángfotometriás analízis elsősorban ott terjedt el, ahol főként folyadékminták elemzése szükséges, és igen nagyszámú mintát kell megvizsgálni. Több éves munka tapasztalatai alapján LEWIS [1094] értékeli a módszer gyakorlati jelentőségét, és indokoltnak találja számos elem, illetve minta esetében a lángfotometriás módszerek szabvány módszerre való beiktatását. A biokémia, a klinikai kémia, az agrokémia és az élelmiszerkémia nem nélkülözheti ezeket a módszereket, s a különböző iparágak közül elsősorban a kohászati, a fémipari, a szilikátipari laboratóriumok alkalmazzák. A 4. táblázatban találhatók a fontosabb alkalmazási területek, feltüntetve ezeken belül a minták fajtáit és a mért komponenseket a megfelelő irodalmi hivatkozással.

A lángspektroszkópia módszerei fent vázolt igen nagy ütemű fejlesztéséről adott kép még az utolsó néhány év fejlődésével kapcsolatban sem tarthat számot a teljességre. Nem érzékeltetheti azokat az egyébként nagyon érdekes irodalmi vagy konferenciákon elhangzó vitákat, amelyek az egyes módszerek alkalmazási körét igyekeznek új megvilágításba helyezni (Walsh—Fassel vita), vagy a fizikusok és vegyészek vitája az anionzavarást illetően stb. Igyekeztünk azonban rámutatni arra

2. táblázat

*Az egyes elemek emissziós, abszorpciós, illetve fluoreszcenciás
sajátágaival foglalkozó irodalom összefoglalása*

Elem	Közlemények		
	emisszió	abszorpció	fluoreszcencia
Ag	1030, 811	920, 53, 776	981
Al	254, 527	688, 1021, 521	—
Au	811	1053, 42, 109, 920, 1034, 295, 729, 863	—
Ba	978, 1030	422, 927, 978	—
Be	345, 469	68, 526, 688, 904	345, 741
Bi	—	5, 38	155
Ca	58, 99, 469, 472, 978, 1030, 1062	99, 497, 578, 689, 709, 714, 718, 888, 978	175, 1052
Cd	1030	657, 776, 901, 1038, 1051	82, 1051, 1055
Co	1030	53, 341, 776	234, 552, 1052
Cr	1030	53, 255, 275	613
Cs	408, 571, 1059, 1060	570, 782, 1039	—
Fe	811	59, 718, 720	552, 613
Ga	1030	298, 1056	614, 1055
Ge	—	526, 662	—
Hg	—	80, 324, 344, 583, 658, 785, 1017	96, 958, 1055
In	91, 1030	1056, 1057	614, 1055
K	93, 105, 248, 406, 475, 598, 751, 725, 1059, 1062	570, 718, 782	—

Elem	Közlemények		
	emisszió	abszorpció	fluoreszcencia
Li	228, 406, 469, 475, 1059, 1060	369, 927, 1037	—
Mg	469, 1030	497, 578, 689, 709, 714, 718, 804	175, 613, 982, 1052
Mn	1030	718, 965, 1019	613
Mo	—	160, 690	—
Na	248, 475, 406, 472, 553, 598, 725, 751, 1059, 1062	369, 699, 718, 782	—
Nb	527	452, 526	—
Ni	1030	697, 776, 875	552, 613, 1048
Os	—	619	—
Pb	811	116, 776, 902, 1050	—
Pd	—	729, 863, 1035, 1057	—
Pt	—	729, 863, 1035, 1057	—
Rb	262, 571, 1059, 1060	570, 782, 1039	—
Re	805	—	—
Rh	—	174, 268, 729, 863, 1034	—
Ritka- föld- fémek	622, 631, 656, 882, 1003, 1058	226, 1054	—
Sb	—	1020	154
Sc	527	120, 476	—
Sn	149	317, 1049	612
Sr	469, 864, 978, 1030	392, 893, 927, 978	—
Tl	1030	158, 699, 1057	96, 613, 614, 1055
V	527	141, 409, 539, 1061	—
Zn	811	372, 409, 718, 776, 1038	455, 1052, 1055
Zr	527	176, 236	—

3. táblázat

Az oldószer-extrakcióval összekapcsolt lángfotometriás módszerek összefoglalása

Elem	Komplekxképző	Oldószer	Vizsgált minta	Irodalom
Ag	APDK, ditizon	MIBK, etil-propionát	víz	564, 776
Al	kupferron	MIBK, butil-acetát, <i>i</i> -amil-alkohol	acél	1021
Au	<i>p</i> -dimetil-amino-benzilidén, sósav, kvaterner ammónium-sók	amil-acetát, MIBK, diizobutil-eton	ércek	294, 295, 106, 371, 834, 918
Be	kupferron	MIBK	ércek, szilikátok	904, 905
Ca	oxin, nafténsav	MIBK	Al-sók	540, 888
Cd	dietil-ditiokarbamin-savas-Na, APDK, ditizon	MIBK, etil-propionát	víz, vér, vizelet, testszövetek	50, 564, 648, 649, 776, 796
Co	APDK, oxin, ditizon, rodanid-diantipiril-metán	MIBK, CHCl_3 , etil-propionát	víz, élelmiszer, Al_2O_3 , nagy tisztaságú fémek (W, Mo, Nb, Ta)	194, 231, 232, 233, 243, 776

Cr	acetyl-aceton, APDK	MIBK	víz	121, 564
Cu	APDK, ditizon, dietil-ditiokarbaminsavas-Na	MIBK, etil-propionát	víz, élelmiszer, növény, Al-ötvözetek, Al-fém, acél, vér, vizelet, kőszó	23, 48, 67, 93, 243, 180, 592, 609, 648, 665, 649, 776, 796, 880
Fe	dietil-ditiokarbaminsavas-Na, oxin, APDK	MIBK	víz, Al-sók, Al-ötvözetek, élelmiszerek, nylon	22, 217, 243, 417, 540, 564, 648
Ga	Aliquat 336, oxin	MIBK	Pu-fémekben	575, 872
Hg	APDK, ditizon	MIBK	vér, vizelet, testszövetek, szerves Hg-vegyületek	50, 958
Mg	oxin, APDK, 2-tenoil-trifluoro-aceton	MIBK	Al-sók, élelmiszer, vas, acél, víz	243, 427, 540, 564
Mn	APDK, dietil-ditiokarbaminsavas-Na	MIBK	élelmiszer, víz	564, 1019
Mo	α -benzoin-oxim	MIBK	acél	886
Ni	APDK, oxin, ditizon, dimetil-glioxim	MIBK, etil-propionát, <i>i</i> -butil-acetát	víz, Al-sók, élelmiszer, vér	231, 232, 243, 417, 540, 776, 796, 797
Pb	APDK, ditizon, dietil-ditiokarbaminsavas-Na	MIBK, etil-propionát, <i>i</i> -amil-acetát	víz, vas, acél, vas-oxid, vizelet, vér	177, 231, 232, 340, 418, 550, 564, 648, 649, 776, 796, 815, 902

Elem	Kompleképző	Oldószer	Vizsgált minta	Irodalom
Pd	dietil-ditiokarbamin-savas-Na	MIBK	Ag-fém	892
Sb	APDK	MIBK	Pb-, Cu-, Al-ötvözetek, TiO ₂	569, 586
Tl	dietil-ditiokarbamin-savas-Na	MIBK	vér, vizelet, testszövetek	50
Zn	oxin, ditizon, dietil-ditiokarbaminsavas-Na, 2-tenoil-trifluoro-aceton, rodanid-di-antipiril-metán	CHCl ₃ , MIBK, etil-propionát	Cu-, Pb-, Al-ötvözetek, víz, élelmiszer, növény, vas, acél, nagytisztaságú fémek	25, 26, 194, 243, 427, 564, 648, 649, 665, 776
Zr	kupferron, 2-tenoil-trifluoro-aceton	1 : 1 benzol : γ -amil-alkohol	ThO ₂ , La-fém	236, 937
V	kupferron, oxin	n-butyl-acetát,	szilikátok	141, 636, 872

A táblázatban előforduló rövidítések jelentése:
 APDK = NH₄-pirrolidin-ditiokarbamát
 MIBK = metil-izobutil-keton

— azt hisszük sikerrel —, hogy egy korábban a tiszta empiriára alapuló módszerből milyen nagy ütemben fejlődő tudományos terület lett, amely egyúttal igen fontos gyakorlati lehetőségeket nyújt az analitikus kémikus számára.

4. táblázat

A lángfotometria gyakorlati alkalmazásának lehetőségei

(Az alábbi irodalmi hivatkozásoknál az A abszorpciós lángfotometriát, az E emissziós lángfotometriát jelöl)

AGROKÉMIA

Állati takarmány: Ca [639A]; Cu [902A, 639A, 737A]; Fe [639A]; Mg [639A, 737A]; Mn [639A]; Zn [639A, 737A].

Műtrágya: Ca [558A, 559A, 560A]; Cu [560A, 929A]; Fe [560A]; K [115E, 309E, 361A, 559A, 563A]; Mg [560A]; Mn [560A]; Mo [360A]; Na [558A, 559A]; Zn [560A].

Növény: Al [86A]; Ca [446E, 556E, 732E, 781E, 799E, 86A, 857A]; Cl- [214A]; Cr [870A]; Cu [481A, 665A, 870A]; Fe [776A, 870A]; K [781E, 799E, 857A]; Mg [446E, 781E, 198A, 86A, 355A, 481A, 870A, 913A]; Mn [356A, 481A, 870A]; Mo [108A]; Na [781E, 799E]; Zn [481A, 665A, 870A, 937A].

Talaj: Al [86A, 633A, 685A]; Ba [237E]; Ca [211E, 237E, 684E, 781E, 86A, 227A, 566A, 633A]; Co [14A, 941A]; Cr [870A]; Cu [14A, 870A]; Fe [421A, 633A, 685A, 870A]; K [684E, 781E, 813E, 908E, 1043E, 633A]; Mg [237E, 249E, 311E, 684E, 781E, 86A, 193A, 277A, 291A, 355A, 566A, 633A, 673A, 870A, 966A]; K [684E, 781E, 813E, 908E, 1043E, 633A]; Mn [14A, 362A, 602A, 685A, 870A]; Na [684E, 781E, 633A]; Ni [14A]; Si [1063A]; Sr [159A]; Zn [14A, 870A].

Tanulmányok: [130, 216, 85, 738, 867].

BÁNYÁSZAT, GEOKÉMIA

Érc: Ag [331A]; Al [283A, 465A, 492A]; Au [106A, 294A, 371A, 495A, 810A, 834A, 918A, 930A]; Be [905A]; Ca [283A, 287A, 462A, 492A]; Cd [597A]; Co [859A]; Cu [462A, 954A]; Fe [283A, 954A]; Hg [504A, 954A]; In [855A]; K [283A, 39A];

Mg [283A, 287A, 462A, 492A]; Mn [283A, 462A]; Mo [108A]; Na [492A]; Pb [954A]; Pt [884A]; Si [492A, 283A]; Sn [75A, 330A]; Sr [256E]; Ti [492A]; Tl [299A]; V [277A].
Kőzet, ásvány: Ag [765A]; Al [432A, 507A, 257A, 489A, 493A]; B [975A]; Ca [1E, 3A, 45A, 62A, 257A, 258A, 489A, 493A, 826A, 974A]; Cd [765A, 900A]; Co [599A]; Cr [489A]; Cs [588A, 1039A]; Cu [548A, 599A, 609A, 765A]; Fe [2A, 3A, 257A, 45A, 489A, 859A]; Hg [921A]; K [1E, 652E, 3A, 39A, 45A, 489A, 609A, 826A]; Li [435E, 2A, 1037A]; Mg [2A, 3A, 45A, 257A, 258A, 489A, 493A, 826A, 974A]; Mn [45A, 257A, 489A, 826A]; Na [1E, 652E, 3A, 45A, 489A, 826A]; Ni [599A]; Pb [36A, 550A, 599A, 765A]; Pt [884A]; Rb [308A, 963A, 1039A]; Ritkaföldfémek [443A, 444A]; Si [432A, 489A, 493A, 510A]; Ti [257A, 489A]; Zn [2A, 548A, 765A, 900A]; PO_4^{3-} [836A].

Tanulmányok (ércek, kőzetek ásványok): [54, 169, 202, 323, 354, 488, 496, 641, 795, 943, 944, 945, 970].

Vízelemzés (természetes, ipari és szennyvizek): Ag [564A, 911A]; Ca [64E, 676E, 818E, 819E, 185A, 215A, 407A, 577A, 670A, 910A]; Cd [648A, 796A, 910A]; Co [215A, 232A, 231A, 775A]; Cr [121A, 185A, 215A, 910A]; Cs [134E, 209E]; Cu [93A, 185A, 215A, 648A, 670A, 796A, 910A]; Fe [64A, 185A, 215A, 407A, 417A, 648A, 775A, 910A]; Hg [186A]; K [11E, 64E, 134E, 818E, 215A, 407A, 670A, 910A]; Li [134E, 215A]; Mg [64A, 185A, 215A, 407A, 577A, 670A, 910A]; Mn [64A, 215A, 407A, 742A, 775A, 910A]; Mo [911A]; Na [5E, 11E, 64E, 134E, 816E, 818E, 819E, 977E, 985E, 215A, 407A, 670A, 910A]; Ni [215A, 231A, 232A, 417A, 775A, 796A, 910A]; Pb [215A, 231A, 232A, 796A, 910A]; Rb [134E, 209E, 594E, 215A]; Se [122A]; Si [259A]; Sn [911A]; Sr [818E, 819E, 215A, 407A, 670A]; Zn [185A, 407A, 648A, 670A, 796A, 910A]; PO_4^{3-} [779A].

Tanulmányok (vízelemzés): [65, 230, 276, 293, 297, 375, 649, 667, 837, 909].

ÉLELMISZERKÉMIA

Bor, sör: Co [243A]; Cu [243A, 1035A]; Fe [243A]; Mg [243A]; Mn [243A]; Ni [243A]; Pb [1035A]; Zn [243A, 1035A].

Cukor: Ca [128E, 195E]; K [195E]; Na [195E].

Hal: K [919E]; Na [919E].

Tej: Ca [637E]; Cu [161E]; Fe [761A]; K [637E, 646E]; Mg [643A]; Mo [761A]; Na [637E, 646E]; Sr [932]; Cl⁻ [301A].

Vaj: Cu [129A, 1005A]; K [1005A]; Na [1005A].

Tanulmányok: [10, 328, 329, 547, 418, 581, 616, 617, 672, 691, 746, 772, 833, 853, 1004, 1032].

IPARI KÉMIA

Cement: Al [112A, 140A, 748A]; Ca [394A, 748A]; Fe [112A, 140A, 748A]; K [112A, 140A, 748A]; Li [112A]; Mg [112A, 140A, 748A]; Mn [112A, 140A, 748A]; Na [112A, 140A, 748A]; Si [112A, 671A, 748A]; Sr [112A, 370A, 748A]; Ti [112A]; Zn [748A].

Tanulmány: [491].

Félfvezetők: Ca [503A]; Co [503A]; Cu [401A, 503A]; Fe [503A]; In [401A]; Mg [503A]; Na [1027E]; Ni [338A]; Pb [503A]; Se [854A]; Te [401A, 854A].

Gáz-, olajipar: Ag [843A]; Al [843A]; Cr [843A]; Cu [843A]; Fe [843A]; K [659E]; Li [659E]; Mg [843A]; Na [544E, 659E, 660E, 343A]; Ni [640A, 843A, 885A]; Pb [843A]; Sn [843A].

Tanulmányok: [28, 163, 454, 522, 543].

Kémikáliák: Al [173A, 970A, 972A]; As [167E]; B [680E, 1026E]; Ca [124E, 241E, 242E, 485E, 486E, 501E, 523E, 524E, 654E, 956E, 41A, 540A, 912A, 970A, 972A, 1018A]; Cd [895A, 970A, 972A]; Co [970A, 972A]; Cr [41A, 260A, 970A, 972A]; Cs [482E, 483E, 486E, 828E]; Cu [41A, 398A, 541A, 970A, 972A]; Fe [41A, 260A, 540A, 970A, 972A]; Hg [186A]; K [171E, 241E, 440E, 482E, 483E, 485E, 486E, 500E, 523E, 524E, 784E, 828E, 860E, 956E, 41A, 461A, 970A]; Li [486E, 822E, 1045E]; Mg [41A, 540A, 970A, 972A]; Mn [41A, 970A, 972A]; Mo [786A]; Na [125E, 241E, 242E, 390E, 440E, 485E, 482E, 500E, 523E, 524E, 784E, 956E, 1014E, 41A, 97A, 397A, 98A, 970A]; Ni [41A, 260A, 540A, 970A, 972A]; Pb [970A, 972A]; Rb [484E]; Sb [569A]; Si [584E, 626A]; Zn [895A, 970A, 972A]; Zr [937A].

Műanyag: Al [196A]; Ba [807E]; Ca [807E]; Cu [1025A]; Fe [196A, 1025A]; Na [579A]; Pb [1025A]; Ti [196A].

Szénhamu: Ca [43A]; K [820E]; Mg [43A]; Na [820E]; Sr [43A].

Textil: Ag [839A]; Ba [322A]; Ca [322A]; Cr [322A]; Cu [322A, 839A]; Hg [322A]; Sn [322A, 839A]; Sr [322A]; Zn [322A, 839A].

Üveg és kerámia: Al [846A]; K [736E]; Mg [814A]; Na [736E]; Ti [509A]; V [636A]; Zn [814A].

Tanulmányok: [168, 170, 612, 925].

KLINIKAI KÉMIA, BIOKÉMIA

Szérum, plazma, vértetek: Au [511A]; B [29A]; Ca [300E, 393E, 471E, 620E, 783E, 838E, 915E, 272A, 267A, 288A, 315A, 336A, 337A, 353A, 416A, 456A, 463A, 603A, 618A, 879A, 917A, 934A, 683A, 745A]; Cd [50A, 499A]; Cr [181A]; Cu [55A, 61A, 66A, 166A, 180A, 269A, 382A, 611A, 627A, 802A, 880A]; Fe [19A, 66A, 802A, 903A, 1031A, 1040A, 1041A, 1042A, 1044A]; Hg [50A]; K [203E, 460E, 429E, 608E, 771E, 949E]; Li [12E, 192E, 922E, 923E, 60A, 74A, 312A, 498A, 505A, 1009A]; Mg [801E, 881E, 261A, 267A, 272A, 289A, 313A, 457A, 618A, 683A, 879A, 917A]; Mn [517A]; Na [203E, 429E, 460E, 608E, 771E, 949E]; Ni [797A]; Pb [51A, 340A, 384A, 746A]; Sr [142A, 176A]; Tl [50A, 791A]; Zn [269A, 273A, 303A, 304A, 305A, 549A, 551A, 610A, 611A, 627A, 664A]; PO_4^{3-} [1033A]; Cl^- [31A].

Testfolyadékok: Au [511A]; Ca [747E, 926E, 1047E, 458A, 78A]; K [747E, 926E, 1047E]; Mg [78A]; Na [747E, 926E, 1047E].

Testszövetek: B [29A]; Ca [1011E, 78A, 212A, 310A]; Co [56A]; Cr [221A]; Cu [212A, 269A, 310A, 318A, 320A, 627A]; Fe [310A, 318A, 320A]; Hg [916A]; K [113E, 437E, 518E, 310A]; Mg [78A, 310A, 318A, 320A]; Mn [310A]; Na [113A, 437E, 518E, 310A]; S [264E]; Sr [1011E]; Zn [269A, 284A, 310A, 318A, 320A, 368A, 627A].

Ürülék: Ca [172E, 393E, 267A]; K [172E]; Mg [172E, 267A, 634A]; Na [172E]; Sr [176A].

Vizelet: Au [511A]; B [182A]; Ca [172E, 300E, 302E, 349E, 393E, 783E, 915E, 267A, 442A, 458A, 463A, 603A, 934A]; Cd [50A, 383A, 499A, 928A]; Cu [66A, 166A, 180A, 48A, 67A]; Fe [66A, 183A]; Hg [50A]; In [928A]; K [172E, 203E]; Li [312A]; Mg [172A, 267A, 683A]; Mn [6A]; Na [172E, 203E]; Pb [177A, 383A, 384A, 749A, 815A, 928A, 988A]; Sr [142A, 176A]; Tl [50A, 791A]; Zn [10A, 67A, 273A, 383A, 549A, 664A]; AsO_4^{3-} [179A]; PO_4^{3-} [178A].

Tanulmányok: [132, 133, 238, 274, 270, 271, 339, 364, 473, 704, 735, 758, 759, 800, 907, 914, 946, 962].

METALLURGIA

Al, Al-ötvözetek: Ag [993A, 994A]; Al [263A, 955A]; Co [233A]; Cr [280A, 994A]; Cu [23A, 213A, 280A, 955A, 994A]; Fe [22A, 280A, 848A, 955A]; K [777E]; Li [984A]; Mg [280A, 955A, 969A, 994A]; Mn [24A, 280A]; Na [777E, 778E]; Ni

[280A, 404A]; Pb [280A]; Sb [586A]; Si [111A, 671A]; Zr [994A].

Bizmut: Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Sb, Sr, Zn [625A]; Te [755A].

Ezüst: Pd [892A].

Indium: Zn [391A].

Kobalt: Ni [940A].

Króm: Cr [630A]; Mg [890A, 891A].

Magnézium-ötvözetek: Sc [476A].

Molibdén: Co, Zn [194A].

Nátrium: Co [790A]; Cr [114A, 790A]; Fe [114A, 790A]; Mn [790A]; Ni [114A, 790A].

Niobium: Co [194A]; Fe [137A]; Zn [194A].

Nikkel, Ni-ötvözetek: Fe [971A]; Mg [15A]; Mo [971A]; Sb [971A]; Sc [476A]; Ti [587A].

Ólom és ötvözetek: Ca [32A]; Sb [586A]; Zn [25A, 26A].

Réz és ötvözetek: Sb [586A]; Zn [25A].

Salak: Al [465A, 492A, 703A]; Ca [27A, 492A]; Cr [492A]; Fe [492A, 703A]; Mg [27A, 492A, 703A]; Mn [492A, 703A]; Si [492A, 703A]; Ti [492A]; V [492A, 484A].

Tantál: Co [194A]; Fe [137A]; Zn [194A].

Urán és ötvözetek: Al [33A]; Fe [33A, 420A, 829A, 971A]; Mo [792A, 971A]; Ni [420A, 829A]; Rn [792A]; Rh [792A]; Rn [792A]; Sb [971A].

Vanádium: Al [314A].

Vas és acél: Al [204A, 205A, 206A, 465A, 794A]; Bi [794A]; Ca [27A, 794A, 906A]; Cd [794A]; Co [191A, 625A, 794A]; Cr [206A, 282A, 380A, 625A, 717A, 794A]; Cu [23A, 206A, 625A, 717A, 794A]; Fe [205A, 381A, 625A]; K [474E]; Mg [27A, 427A, 794A, 906A]; Mn [24A, 205A, 206A, 380A, 625A, 717A, 794A, 955A]; Mo [886E, 206A]; Ni [206A, 380A, 625A, 794A]; Nb [210E]; Pb [281A, 794A]; Sb [625A]; Sc [476A]; Si [557A, 671A]; Te [536A]; Ti [206A, 327A, 587A]; V [206A, 381A].

Volfrám: Co [194A]; Cu [379A]; Ni [379A]; Zn [194A].

Tanulmányok: [92, 184, 415, 431, 445, 464, 593, 606, 641, 668, 716, 803, 845, 861, 866, 968].

IRODALOMJEGYZÉK

1. ABBEY, S.: Mineral Mag. **36**, 143 (1967).
2. ABBEY, S.: Can. Dep. Energy, Mines Resour., Geol. Surv. Can., Pap. No. **67—37**, 35 pp (1967).
3. ABBEY, S.: Can. Dep. Energy, Mines Resour., Geol. Surv. Can., Pap. No. **68—20**, 21 pp (1968).
4. AGAZZI, E. J.: Anal. Chem. **39**, 233 (1967).
5. AGOSTINELLI, G.—BARTOLETTI, C.: Automat. Anal. Chem., Technicon Symp., 3rd, **2**, 429 (1967). (Pub. White Plains Inc., N.Y. 1968).
6. AJEMIAH, R. S.—WHITMAN, N. E.: Amer. Ind. Hyg. Ass. J. **30**, 52 (1969).
7. ALKEMADE, C. T. J.: Anal. Chem. **38**, 1252 (1966).
8. ALKEMADE, C. T. J.—HOOYMAERS, H. P.: Combust. Flame **10**, 306 (1966).
9. ALLAN, J. E.: Spectrochim. Acta, Part B **24**, 13 (1969).
10. ALLAN, J. E.—PIERCE, J. O.—YEAGER, D.: Amer. Ind. Hyg. Ass. J. **29**, 469 (1968).
11. ALMAZOV, A. M.—ENAKI, I. G.: Hidrokhim. Mat. **44**, 131 (1968).
12. AMDISEN, A.: Scand. J. Clin. Lab. Invest. **20**, 104 (1967).
13. AMOS, M. D.—WILLIS, J. B.: Spectrochim. Acta **22**, 1325 (1966).
14. ANDREEVA, T. B.—KABANOVA, M. A.: Khim. Sel. Khoz. **6**, 869 (1968).
15. ANDREW, T. R.—NICHOLS, P. N. R.: Analyst **92**, 156 (1967).
16. ANI, M. J. AL.—DAGNALL, R. M.—WEST, T. S.: Analyst **92**, 597 (1967).
17. ARMENTRAUT, D. N.: Dissertation, Cornell Univ., Ithaca, N.Y., 1966. Diss. Abstr. **26**, 5001 (1966).
18. ARONOV, V. M.—GINZBURG, V. L.—SATARINA, G. I.: Sovrem. Methody Khim. Spectral. Anal. Mater. **1967**, 298
19. ASSENDELFT, O. W., VAN—ZIJLSTRA, W. G.—BUURSMA, A.—KAMPEN, E. J.—VAN HOEK, W.: Clin. Chim. Acta **22**, 281 (1968).
20. ATKINSON, R. J.—CHAPMAN, G. D.—KRAUSE, L.: J. Opt. Soc. Am. **55**, 1269 (1965).
21. ATSUYA, I.: Sci. Rep. Res. Inst., Tohoku Univ., Ser A **18**, 65 (1966).
22. ATSUYA, I.: Sci. Rep. Res. Inst., Tohoku Univ., Ser. A, Suppl. **18**, 261 (1966).
23. ATSUYA, I.: Sci. Rep. Res. Inst., Tohoku Univ., Ser. A, **19**, 59 (1967).

24. ATSUYA, I.: Sci. Rep. Res. Inst., Tohoku Univ., Ser. A, **19**, 67 (1967).
25. ATSUYA, I.: Sci. Rep. Res. Inst., Tohoku Univ., Ser. A, **19**, 97 (1967).
26. ATSUYA, I.: Nippon Kagaku Zasshi **88**, 179 (1967)
27. ATSUYA, I.—IKEDA, SH.—GOTO, H.: Sci. Rep. Res. Inst., Tohoku Univ., Ser. A, **18**, 76 (1966).
28. AUGSTEN, K.: Freiburger Forschungsh. **A 380**, 9 (1966).
29. BADER, H.—BRANDENBERGER, H.: At. Absorption Newsletter **7**, 1 (1968).
30. BARBE, R.: U.S. At. Energy Comm. **1966**, NP-17124, 22 pp.
31. BARTELS, H.: At. Absorption Newsletter **6**, 132 (1967).
32. BARTON, H. N.—JOHNSON, A. J.—SHEPHERD, G. A.: U.S. At. Energy Comm. **1967**, RFP-978. Avail. Dep., CFSTI, 8 pp.
33. BAUDIN, G.—NORMAND, J.—FIJALKOWSKI, J.: Spectrochim. Acta, Part B **23**, 587 (1968).
34. BAYES, K. D.: U.S. Clearinghouse Fed. Sci. Inform., AD **1968**, AD-677337, 9 pp. (CFSTI).
35. BAZHOV, A. S.: Zavod. Lab. **33**, 1096 (1967).
36. BAZHOV, A. S.: Zh. Anal. Khim. **23**, 1640 (1968).
37. BAZHOV, A. S.—LAZAREV, YU. A.: Zavod. Lab. **32**, 761 (1966).
38. BAZHOV, A. S.—LAZAREV, YU. A.—KOKA, P. A.: Zavod. Lab. **33**, 173 (1967).
39. BAZHOV, A. S.—LAZAREV, YU. A.—SIMSON, T. F.—KOKA, P. A.—NAIDENOV, B. M.: Zh. Anal. Khim. **22**, 849 (1967).
40. BECHTLER, G.—GUTSCHE, B.—HERRMANN, R.—LANG, W.—STRAMM, D.: Z. Klin. Chem. **5**, 138 (1967)
41. BEDROSIAN, A. J.—LERNER, M. W.: Anal. Chem. **40**, 1104 (1968).
42. BEEVERS, J. R.: Econ. Geol. **62**, 426 (1967).
43. BELCHER, C. B.—BROOKS, K. A.: Anal. Chim. Acta **29**, 202 (1963).
44. BELL, G. F.: At. Absorption Newsletter **6**, 18 (1967).
45. BEIT, C. B.: Anal. Chem. **39**, 676 (1967).
46. BELYAEV, YU. I.—IVANTSOV, L. M.—KORYAKIN, A. V.: Zh. Anal. Khim. **22**, 1702 (1967).
47. BELYAEV, YU. I.—IVANTSOV, L. M.—KARYAKIN, A. V.—PHI, P. H.—SHEMET, V. V.: Zh. Anal. Khim. **23**, 508 (1968)
48. BERGE, D. G.—PFLAUM, R. T.: Amer. J. Med. Technol. **34**, 725 (1968).

49. BERGE, D. G.—PFLAUM, R. T.—LEHMAN, D. A.—FRANK, C. W.: *Anal. Lett.* **1**, 613 (1968).
50. BERMAN, E.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 57 (1967).
51. BERMAN, E.—VALAVANIS, V.—DUBIN, A.: *Clin. Chem.* **14**, 239 (1968).
52. BESSUAND, M.—CARVAILLO, M.: *Method. Phys. Anal.* **4**, 226 (1968).
53. BIANCIFIORI, M. A.—BORDONALI, C.—BESAZZA, G.: *Chim. Ind. (Milan)* **50**, 423 (1968).
54. BILLINGS, G. K.—RAGLAND, P. C.: *Can. Spectrosc.* **14**, 8, 16 (1969).
55. BINNERTS, W. T.—ACHTEROP, TH.: *Tijdschr. Diergeneesk.* **92**, 639 (1967).
56. BINNERTS, W. T.—BOOM, W. G.: *Tijdschr. Diergeneesk.* **93**, 573 (1968).
57. BISHOP, R. T.—ALGIE, T. D.: *Proc. Annu. Congr. S. Afr. Sugar. Technol. Ass.* **40**, 226 (1966).
58. BLAKE, W. E.—BRYANT, M. W. R.—WATERS, A.: *Analyst* **94**, 49 (1969).
59. BLEEKRODE, R.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 536 (1968).
60. BLIJENBERG, B. G.—LEIJNSE, B.: *Clin. Chim. Acta* **19**, 97 (1968).
61. BLUMFIELD, J.—MACMAHON, R. A.: *J. Clin. Pathol.* **22**, 136 (1969).
62. BOAR, P. L.—SULLIVAN, J. V.: *Fuel* **46**, 47 (1967).
63. BODRETSOVA, A. I.—LVOV, B. V.—MOSICHEV, V. I.: *Zh. Prikl. Spektrosk.* **4**, 207 (1966).
64. BOETTNER, E. A.: *Amer. Chem. Soc., Div. Water Waste Chem., Preprints* **7**, 111 (1967).
65. BOETTNER, E. A.—GRUNDER, F. J.: *Advan. Chem. Ser. No.* **73**, 236 (1968).
66. BOHMER, M.—AUER, E.—BORTELS, H.: *Aerzt. Lab.* **13**, 258 (1967).
67. BOJOVIC, V.—STOJADINOVIC, L.—DJURIC, D.: *Med. Lav.* **59**, 357 (1968).
68. BOKOWSKI, D. L.: *Amer. Ind. Hyg. Ass. J.* **29**, 474 (1968).
69. BOLD, A. M.: *J. Clin. Pathol.* **19**, 625 (1966).
70. BOLING, E. A.: *Spectrochim. Acta, Part B* **23**, 495 (1968).
71. BOND, A. M.—O'DONNELL, T. A.: *Anal. Chem.* **40**, 560 (1968).
72. BORISOV, V. M.—BRITSKE, M. E.—SUKACH, YU. S.: *Sb. Nauch. Tr., Gos. Nauch.-Issled. Inst. Tsvet. Metal. No.* **27**, 116 (1967).
73. BORZOV, V. P.—PLYUSHCHEV, G. V.—YANKLOVICH, N. G.: *Zavod. Lab.* **32**, 1471 (1966).

74. BOWMAN, J. A.: *Anal. Chim. Acta* **37**, 465 (1967).
75. BOWMAN, J. A.: *Anal. Chim. Acta* **42**, 285 (1968).
76. BOWMAN, J. A.—SULLIVAN, J. V.—WALSH, A.: *Spectrochim. Acta* **22**, 205 (1966).
77. BOWMAN, J. A.—WILLIS, J. B.: *Anal. Chem.* **39**, 1210 (1967).
78. BRADBURY, M. W. B.—KLEEMAN, C. R.—BAGDOYAN, H.—BERBERIAN, A.: *J. Lab. Clin. Med.* **71**, 884 (1968).
79. BRANDENBERGER, H.: *Ann. Biol. Clin.* **25**, 1053 (1967).
80. BRANDENBERGER, H.—BADER, H.: *Helv. Chim. Acta* **50**, 1409 (1967).
81. BRANDENBERGER, H.: *Chimia* **22**, 449 (1968).
82. BRATZEL, M. P. JR.—MANSFIELD, J. M., JR.—WINEFORDNER, J. D.: *Anal. Chim. Acta* **39**, 394 (1967).
83. BRATZEL, M. P., JR.—WINEFORDNER, J. D.: *Anal. Lett.* **1**, 43 (1967).
84. BRATZEL, M. P., JR.—DAGNALL, R. M.—WINEFORDNER, J. D.: *Anal. Chem.* **41**, 713 (1969).
85. BRECH, F.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **51**, 132 (1968).
86. BRELAND, H. L.: *Soil. Crop. Sci. Soc. Fla., Proc.* **26**, 53 (1966).
87. BRIDGES, J. M.—WIESE, W. L.: *Phys. Rev.* **159**, 31 (1967).
88. BRITSKE, M. E.: *Zavod. Lab.* **32**, 476 (1966).
89. BRITSKE, M. E.—SAVELEVA, A. N.: *Zavod. Lab.* **32**, 550 (1966).
90. BRITSKE, M. E.—SAVELEVA, A. N.: *Zavod. Lab.* **32**, 1480 (1966).
91. BRITSKE, M. E.—TARASEVICH, N. I.—SAVELEVA, A. N.: *Sb. Nauch. Tr., Gos. Nauch.-Issled. Inst. Tsvet. Metal. No. 27*, 108 (1967).
92. BRITSKE, M. E.—SAVELEVA, A. N.—SLABODENYUK, I. V.: *Sb. Nauch. Tr., Gos. Nauch.-Issled. Inst. Tsvet. Metal. No. 28*, 135 (1968).
93. BROOKS, R. R.—PRESLEY, B. J.—KAPLAN, I. R.: *Anal. Chim. Acta* **38**, 321 (1967).
94. BROWNER, R. F.—DAGNALL, R. M.—WEST, T. S.: *Anal. Chim. Acta* **45**, 163 (1969).
95. BROWNER, R. F.—DAGNALL, R. M.—WEST, T. S.: *Anal. Chim. Acta* **46**, 207 (1969).
96. BROWNER, R. F.—DAGNALL, R. M.—WEST, T. S.: *Talanta* **16**, 75 (1969).
97. BUKREEV, YU. F.—ZOLOTAVIN, V. L.—BEZRUKOV, I. YA.: *Zavod. Lab.* **32**, 1085 (1966).
98. BUKREEV, YU. F.—TOLSTOV, L. K.—ZOLOTAVIN, V. L.:

- Tr. Inst. Khim., Akad. Nauk. SSSR, Ural. Filial No. **14**, 159 (1967).
99. BUKREEV, YU. F.—ZOLOTAVIN, V. L.—MUZGIN, V. N.—IGNAT'eva, N. I.: Zh. Anal. Khim. **22**, 514 (1967).
 100. BULEWICZ, E. M.: Combust. Flame **11**, 297 (1967).
 101. BULEWICZ, E. M.—PADLEY, P. J.: J. Chem. Phys. **35**, 1590 (1961).
 102. BULEWICZ, E. M.—PADLEY, P. J.: 9th Symp. on Combustion. Acad. Press, New York, London 1963.
 103. BURYANOV, YA. B.: Pochvovedenie **5**, 147 (1967).
 104. BURYANOV, YA. B.—BESEDINA, E. F.: Tr. Altai. Sel.-Khoz. Inst. No. **10**, 74 (1966).
 105. BUTLER, L. R. P.: At. Absorption Newsletter **5**, 99 (1966).
 106. BUTLER, L. R. P.—BRINK, J. A.—ENGELBRECHT, S. A.: Inst. Mining Met., Trans. Sect. C **76**, C 188 (1967).
 107. BUTLER, L. R. P.—FULTON, A.: Appl. Opt. **7**, 2131 (1968).
 108. BUTLER, L. R. P.—MATHEWS, P. M.: Anal. Chim. Acta **36**, 319 (1966).
 109. BUTLER, L. R. P.—STRASHEIM, A.—STRELOW, F. W. E.: Coll. Spectr. Int., 12th, Exeter, Engl. **1965**, 284.
 110. CALCOTE, H. F.: 8th Symp. on Combustion. Williams and Wilkins Co., Baltimore 1962.
 111. CAMPBELL, D. E.: Anal. Chim. Acta **46**, 31 (1969).
 112. CAPACHO-DELGADO, L.—MANNING, D. C.: Analyst **92**, 553 (1967).
 113. CARLSSON, B.—GIACOBINI, E.—HOVMARK, S.: Acta Physiol. Scand. **71**, 379 (1967).
 114. CARMICHAEL, H. T.—MEACHAM, S. A.—KERMOSHCHUK, J. O.: U.S. At. Energy Comm. **1968**, APDA-207, 28 pp. — Nucl. Sci. Abstr. **23**, 6051 (1969).
 115. CATANI, R. A.—DE GLORIA, N. A.—ROSSETTO, A. J.: An. Esc. Super. Agr. „Luiz Queiroz”, Univ. Sao Paulo **22**, 11 (1965).
 116. CHAKRABARTI, CH. L.: Appl. Spectrosc. **21**, 160 (1967).
 117. CHAKRABARTI, CH. L.: Anal. Chim. Acta **39**, 293 (1967).
 118. CHAKRABARTI, CH. L.: Anal. Chim. Acta **42**, 379 (1968).
 119. CHAPMAN, J. F.—DALE, L. S.: Analyst **94**, 563 (1969).
 120. CHAU, Y. K.: Talanta **15**, 4216 (1968).
 121. CHAU, Y. K.—SIM, S. S.—WONG, Y. H.: Anal. Chim. Acta **43**, 13 (1968).
 122. CHAU, Y. K.—WONG, P. Y.: Talanta **15**, 867 (1968).
 123. CHECHAN, C.: Hilger J. **10**, 26 (1967).
 124. CHIAKI, E.—TOMITA, Y.—EZAWA, M.: Bunseki Kagaku **15**, 976 (1966).

125. CHOI, Q. W.—YANG, J. H.—LEE, K. W.: Daehan Hwahak Hwojee **12**, 51 (1968).
126. CHRISTIAN, G. D.: Anal. Lett. **1**, 845 (1968).
127. CHRISTIAN, G. D.—FELDMAN, F. J.: Anal. Chim. Acta **40**, 173 (1968).
128. CIRULIS, V.: Tr. Vses. Nauch.-Issled. Inst. Sakh. Prom. No. **13**, 139 (1966).
129. CIURLO, R.—BIINO, L.: Rass. Chim. **19**, 142 (1967).
130. CLINTON, D. E.: N.Z.J. Sci. **10**, 1069 (1967).
131. CLYNE, M. A. A.: 9th Symp. on Combustion. Acad. Press, New York, London 1963.
132. COOKE, P. A.: Process Biochem. **2**, 27 (1967).
133. COOKE, P. A.—PRICE, W. J.: Spectrovision **16**, 7 (1966).
134. COVELLO, M.—CIAMPA, G.—MANNE, F.: Rend. Accad. Sci. Fis. Mat. (Soc. Naz. Sci. Lett. Arti Napoli) **33**, 325 (1966).
135. COWLEY, TH. G.: Dissertation, Iowa State Univ., Ames, Iowa, 1966. (Diss. Abstr. **27**, 1051 (1966).
136. COWLEY, TH. G.—FASSEL, V. A.: Spectrochim. Acta, Part B **23**, 771 (1968).
137. COYLE, F. T.—GOULDEN, R. J.—GANNON, W. C.—FOSTER, J. F.: AEC Accession No. 43162, Rept. No. AED-CONF-66-039-2. Avail. Gmelin, 9 pp (1966).
138. CRAWFORD, L. R., JR.—GREWELING, TH.: Appl. Spectrosc. **22**, 793 (1968).
139. CRIDER, W. L.: Anal. Chem. **41**, 534 (1969).
140. CROW, R. F.—HIME, W. G.—CONOLLY, J. D.: Res. Develop. Lab. **9**, 60 (1967).
141. CRUMPWIESNER, H. J.—PURDY, W. C.: Talanta **16**, 124 (1969).
142. CURNOW, D. C.—CUTTERIDGE, D. H.—HORGAN, E. D.: At. Absorption Newsletter **7** 45 (1968).
143. DAGNALL, R. M.—PRIBILL, R., JR.—WEST, T. S.: Analyst **93**, 281 (1968).
144. DAGNALL, R. M.—TAYLOR, M. R. G.—WEST, T. S.: Spectrosc. Lett. **1**, 397 (1968).
145. DAGNALL, R. M.—WEST, T. S.: Appl. Opt. **7**, 1287 (1968).
146. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: Analyst **92**, 506 (1967).
147. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: Analyst **93**, 72 (1968).
148. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: Analyst **93**, 153 (1968).
149. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: Analyst **93**, 518 (1968).

150. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: *Analyst* **94**, 643 (1969).
151. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 117 (1967).
152. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: *Talanta* **14**, 557 (1967).
153. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: *Talanta* **14**, 557 (1967).
154. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: *Talanta* **14**, 1151 (1967).
155. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: *Talanta* **14**, 1467 (1967).
156. DAGNALL, R. M.—THOMPSON, K. C.—WEST, T. S.: *Talanta* **15**, 281 (1968).
157. DANCHIK, R. S.—BOLTZ, D. F.: *Anal. Lett.* **1**, 901 (1968).
158. DANCHIK, R. S.—BOLTZ, D. F.—HARGIS, L. G.: *Anal. Lett.* **1**, 891 (1968).
159. DAVID, D. J.: *Analyst* **87**, 576 (1962).
160. DAVID, D. J.: *Analyst* **93**, 79 (1968).
161. DAVIDOVSKII, A. A.—SHTERLYAEV, B. G.: *Lab. Delo.* **1967**, 185.
162. DAVIES, D. A.—VENN, R.—WILLIS, J. B.: *J. Sci. Instr.* **42**, 816 (1965).
163. DAVIS, W. O.: U.S. Clearinghouse Fed. Sci. Tech. Inform. **1968**, AD-670568, 15 pp. Avail. CFSTI.
164. DAWSON, J. B.—ELLIS, D. J.: *Coll. Spectr. Int.*, 12th, Exeter, Engl. **1965**, 271.
165. DAWSON, J. B.—ELLIS, D. J.: *Spectrochim. Acta*, Part A **23**, 565 (1967).
166. DAWSON, J. B.—ELLIS, D. J.—NEWTON-JOHN, H.: *Clin. Chim. Acta* **21**, 23 (1968).
167. DEAN, J. A.—FUES, R. E.: *Anal. Lett.* **2**, 105 (1969).
168. DEBRAS-GUEDON, J.: *Ind. Ceram.* **1966**, 637.
169. DEBRAS-GUEDON, J.: *Proc. Conf. Appl. Phys.-Chem. Methods Chem. Anal. Budapest 1966.* **3**, 205
170. DEBRAS-GUEDON, J.: *Bull. Soc. Fr. Ceram.* **79**, 27 (1968).
171. DEGTYAREVA, O. F.—SHEVCHENKO, P. P.: *Zh. Anal. Khim.* **23**, 1560 (1968).
172. DELJS, W. B.—KOWSOLEEA, A. R.: *Inst. Biol. Scheik Onderz. Landbouwgewassen, Wageningen, Meded.* **1967**, 341, 101.
173. DEILY, J. R.: *At. Absorption Newsletter* **5**, 119 (1966).
174. DEILY, J. R.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 65 (1967).
175. DEMERS, D. R.—ELLIS, D. W.: *Anal. Chem.* **40**, 860 (1968).

176. DESCUBE, J.—ROQUES, N.—ROUSSELET, F.— GIRARD, M. L.: *Ann. Biol. Clin. (Paris)* **25**, 1011 (1967).
177. DEVOTO, G.: *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* **44**, 421 (1968).
178. DEVOTO, G.: *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* **44**, 424 (1968).
179. DEVOTO, G.: *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* **44**, 425 (1968).
180. DEVOTO, G.: *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* **44**, 1253 (1968).
181. DEVOTO, G.: *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* **44**, 1251 (1968).
182. DEVOTO, G.: *Boll. Soc. Ital. Biol. Sper.* **44**, 1253 (1968).
183. DEVOTO, G.: *Rass. Med. Sarda* **71**, 357 (1968).
184. DILL, M. S.: U.S. At. Energy Comm. *Y-KG-37*. Avail. Dep. mn., CFSTI, 14 pp (1967).
185. DILL, M. S.: U.S. At. Energy Comm. *Y-KG-38*. Avail. Dep. mn., CFSTI, 13 pp (1967).
186. DILL, M. S.: U.S. At. Energy Comm. *Y-1572*. Avail. Dep. mn., CFSTI, 14 pp (1967).
187. DINNIN, J. I.: *Anal. Chem.* **39**, 1491 (1967).
188. DINNIN, J. I.—HELZ, A. W.: *Anal. Chem.* **39**, 1489 (1967).
189. DIXON-LEWIS, G.—WILLIAMS, A.: *Nature* **196**, 1309 (1962).
190. DOERFFEL, K.: *Proc. Conf. Appl. Phys.-Chem. Methods Chem. Anal.*, Budapest 1966, **3**, 251.
191. DOERFFEL, K.—ALLAM, G.: *Neue Huette* **13**, 378 (1968).
192. DOERR, P.—STAMM, D.: *Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.* **6**, 178 (1968).
193. DOLL, E. C.—CHRISTENSON, D. R.: *Mich. State Univ., Agr. Exp. Sta., Quart. Bull.* **49**, 216 (1966).
194. DONALDSON, E. M.—CHARETTE, D. J.—ROLKO, V. H. E.: *Talanta* **16**, 1305 (1969).
195. DRAGO, J.—AWAD, A.—DELAVIER, H. J.: *Z. Zuckerind.* **17**, 301 (1967).
196. DRUCKMANN, D.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 113 (1967).
197. D'SILVA, A. P.—VENKITACHALAM, T. V.: *India At. Energy Comm., Bhabha At. Res. Centre* **1968**, *BARC-335*, 14 pp.
198. DVORAK, J.: *Chem. Listy* **61**, 390 (1967).
199. ECKSCHLAGER, K.: *Collect. Czech. Chem. Commun.* **34**, 1321 (1969).
200. EDWARDS, H. W.: *J. Atmos. Sci.* **26**, 327 (1969).
201. ELHANAN, J.—COOKE, W. D.: *Anal. Chem.* **38**, 1062 (1969).
202. ELLIS, D. J.—ROGERS, J.: *Spectrovision* **17**, 2 (1967).
203. EMELYANOV, N. A.: *Lab. Delo* **1967**, 94.
204. ENDO, Y.—OHATA, H.—NAKAHARA, Y.: *Bunseki Kagaku* **16**, 364 (1967).
205. ENDO, Y.—HATA, T.—NAKAHARA, Y.: *Bunseki Kagaku* **18**, 76 (1969).

206. ENDO, Y.—HATA, T.—NAKAHARA, Y.: *Tetsu To Hogane* **55**, 216 (1969).
207. ENGEL, A., VON—COZENS, J. R.: *Nature* **202**, 480 (1964).
208. ERDEY, L.—GYÖRI, E.—SVEHLA, GY.: *Proc. Conf. Appl. Phys. Chem. Methods Chem. Anal.*, Budapest **3**, 243 (1966).
209. ERISTAVI, D. I.—DZINHARADZE, G. G.: *Zh. Anal. Khim.* **22**, 157 (1967).
210. ESKEW, J. B.—JENNINGS, E. A.—DEAN, J. A.: *Anal. Lett.* **1**, 947 (1968).
211. EVANS, C. C.—GRIMSHAW, H. M.: *Talanta* **15**, 413 (1968).
212. EWANS, G. W.—LIND, K. A.—WIEDERANDERS, R. E.: *Amer. J. Clin. Pathol.* **47**(2), 175 (1967).
213. EZELL, J. B., JR.: *At. Absorption Newsletter* **5**, 122 (1966).
214. EZELL, J. B., JR.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 84 (1967).
215. FABRICAND, B. P.—IMBIMBO, E. S.—BREY, M. E.: *U.S. Clearinghouse Fed. Sci. Tech. Inform.*, AD-650853, Avail. CFSTI, 18 pp (1967).
216. FABRY, J.: *Ann. Gembloux* **74**, 63 (1968).
217. FARMER, M. H.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 121 (1967).
218. FASSEL, V. A.—GOLIGHTLY, D. V.: *Anal. Chem.* **39**, 466 (1967).
219. FASSEL, V. A.—MOSOTTI, V. G.—GROSSMAN, W. E. L.—KNISELEY, R. W.: *Spectrochim. Acta* **22**, 347 (1966).
220. FASSEL, V. A.—RASMUSSEN, J. O.—COWLEY, TH. G.: *Spectrochim. Acta*, Part B **23**, 579 (1968).
221. FELDMAN, F. J.: *Univ. Microfilms*, Order No. 67-11, 299, 182 pp. *Diss. Abstr. B* **28**, 809 (1967).
222. FELDMAN, F. J.—BOSSHART, R. E.—CHRISTIAN, G. D.: *Anal. Chem.* **39**, 1175 (1967).
223. FELDMAN, F. J.—CHRISTIAN, G. D.: *Can. Spectrosc.* **13**, 139 (1968).
224. FENIMORE, C. P.—JONES, G. W.: *J. Phys. Chem.* **62**, 693 (1958).
225. FENIMORE, C. P.—JONES, G. W.: *J. Phys. Chem.* **63**, 1834 (1959).
226. FERNANDEZ, F.—MANNING, D. C.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 57 (1968).
227. FERREIRA, L. A. B.—FRAGOSO, M. A. C.: *Trans. Int. Congr. Soil. Sci.*, 8th, Buckarest 1964. **3**, 37 (Pub. 1967).
228. FILO, O.—LAVRIN, A.—MATHERNY, M.: *Mikrochim. Acta* **1967**, 801.
229. FISHBURNE, E. S.—WEINBERG, J. M.—EDSE, R.—RAO, K. N.: *J. Opt. Soc. Amer.* **54**, 1288 (1964).
230. FISHMAN, M. J.: *At. Absorption Newsletter* **5**, 102 (1966).

231. FISHMAN, M. J.—MIDGETT, M. R.: Amer. Chem. Soc., Div. Water Waste Chem., Preprints **7**, 108 (1967).
232. FISHMAN, M. J.—MIDGETT, M. R.: Advan. Chem. Ser. No. **73**, 57 (1968).
233. FLEET, B.—LIBERTY, K. V.—WEST, T. S.: Analyst **93**, 701 (1968).
234. FLEET, B.—LIBERTY, K. V.—WEST, T. S.: Anal. Chim. Acta **45**, 205 (1969).
235. FLEMING, H. D.: Spectrochim. Acta, Part B **23**, 207 (1967).
236. FOSTER, R. R.: At. Absorption Newsletter **7**, 110 (1968).
237. FRAGOSO, M. A. C.—PERALTA, M. F.—FERREIRA, L. A. B.: Trans. Int. Congr. Soil. Sci., 8th, Buckarest 1964. **3**, 25 (Pub. 1967).
238. FRANK, H.: Therapiewoche **17**, 1301 (1967).
239. FRANK, C. W., SCHRENK, W. G., MELOAN, C. E.: Anal. Chem. **38**, 1005 (1966).
240. FRANK, C. W.—SCHRENK, W. G.—MELOAN, C. F.: Anal. Chem. **39**, 534 (1967).
241. FRATKIN, Z. G.—MOSHKOVICH, G. N.: Methody Anal. Khim. Reaktivov Prep. No. **12**, 5 (1966).
242. FRATKIN, Z. G.—MOSHKOVICH, G. N.: Methody Anal. Khim. Reaktivov Prep. No. **12**, 7 (1966).
243. FREY, S. W.—DEWITT, W. G.—BELLOMY, B. R.: Amer. Soc. Brew. Chem., Proc. **1966**, 172.
244. FRIEND, K. E.: Univ. Microfilms, Order No. 66-11, 815, 81 pp. Diss. Abstr. B **27**, 1384 (1966).
245. FRIEND, K. E.—DIEFENDERFER, A. J.: Anal. Chem. **38**, 1763 (1966).
246. FRISTROM, R. M.: 9th Symp. on Combustion. Acad. Press, New York, London 1963.
247. FUWA, K.—VALLEE, B. L.: Anal. Chem. **41**, 188 (1969).
248. GACEZA, T.—MEHMEDAGIC, S.: Cement (Zagreb) **10**, 76 (1966).
249. GAERTEL, W.: Landwirt. Forsch. **19**, 137 (1965).
250. GALAN, L., DE—MCGEE, W. W.—WINEFORDNER, J. D.: Anal. Chim. Acta **37**, 436 (1967).
251. GALAN, L., DE—WINEFORDNER, J. D.: J. Quant. Spectrosc. Radiat. Transfer **7**, 251 (1967).
252. GALAN, L., DE—WINEFORDNER, J. D.: Spectrochim. Acta Part B **23**, 277 (1968).
253. GALAN, L., DE—WINEFORDNER, J. D.: Anal. Chem. **38**, 1412 (1966).
254. GALASSI, M.: Flame Notes, Beckman, **1**, 10 (1966).
255. GALASSI, M.—RAMINEZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman, **1**, 42 (1966).

256. GALKINA, L. L.—ILINA, E. T.—MIRKHAMITOVA, M.: Vop. Miner. Geokhim. Tekhnol. Miner. Syr'ya **1966**, 142.
257. GALLE, O. K.: Appl. Spectrosc. **22**, 404 (1968).
258. GALLE, O. K.—ANGINO, E. E.: Univ. Kansas Publ., State Geol. Surv. Kansas, Bull. **187**, 9 (1967).
259. GALLE, O. K.—ANGINO, E. E.: State Geol. Surv. Kans., Bull. **191**, 3 (1968).
260. GANIVET, M.—BENHAMOU, A.: Anal. Chim. Acta **47**, 81 (1969).
261. GARY, J. M.: Flame Notes **4**, 2 (1969).
262. GATA, GH.—GATA, E.—ROSCA, V.: Dari Seama Ale Sedintelor, Repub. Soc. Rom., Com. Geol. **52**, 399 (1964—65). (Pub. 1966).
263. GERBAUX, A. A.—PATRIARCHE, G. J.: Ind. Chim. Belge **32** (Spec. No.) 152 (1967).
264. GERSONDE, K.: Anal. Biochem. **25**, 459 (1968).
265. GILBERT, P. T.: Anal. Chem. **23**, 684 (1951).
266. GILBERT, P. T.: Anal. Chem. **38**, 1920 (1966).
267. GIMBLET, E. G.—MARNEY, A. F.—BONSNES, R. W.: Clin. Chem. **13**, 204 (1967).
268. GINZBURG, V. L.—MAKAROV, D. F.—SATARINA, G. I.: Zh. Anal. Khim. **24**, 264 (1969).
269. GIRARD, M. L.: Clin. Chim. Acta **20**, 243 (1968).
270. GIRARD, M. L.—ROUSSELET, F.: Ann. Pharm. Fr. **25**, 197 (1967).
271. GIRARD, M. L.—ROUSSELET, F.: Ann. Pharm. Fr. **25**, 207 (1967).
272. GIRARD, M. L.—ROUSSELET, F.: Ann. Pharm. Fr. **25**, 271 (1967).
273. GIRARD, M. L.—ROUSSELET, F.: Ann. Pharm. Fr. **25**, 353 (1967).
274. GIRARD, M. L.—ROUSSELET, F.: Pathol. Biol. **16**, 361 (1968).
275. GLAMMARISE, A.: At. Absorption Newsletter **5**, 113 (1966).
276. GOEBEN, H. G.: Wasser, Luft Betr. **12**, 681 (1968).
277. GOECKE, R.: Talanta **15**, 871 (1968).
278. GOLEB, J. A.: Appl. Spectrosc. **21**, 297 (1967).
279. GOLEB, J. A.: Anal. Chim. Acta **41**, 229 (1968).
280. GOMEZ-COEDO, A.—JIMENEZ-SECO, J. L.: Rev. Met. (Madrid) **3**, 462 (1967).
281. GOMEZ-COEDO, A.—JIMENEZ-SECO, J. L.: Rev. Met. (Madrid) **3**, 454 (1967).
282. GOMEZ-COEDO, A.—JIMENEZ-SECO, J. L.: Rev. Met. (Madrid) **4**, 316 (1968).

283. GOMEZ-COEDO, A.—JIMENEZ-SECO, J. L.: *Rev. Met.* (Madrid) **4**, 58 (1968).
284. GONICK, P.—OBERLEAS, D.—KNECHTGES, T.—PRASAD, A. S.: *Invest. Urol.* **6**, 345 (1969).
285. GOODFELLOW, G. I.: *Anal. Chim. Acta* **36**, 132 (1966).
286. GOODFELLOW, G. I.: *Appl. Spectrosc.* **21**, 39 (1967).
287. GOTO, H.—ATSUYA, I.—SHOJU, T.: *Fresenius' Z. anal. Chem.* **234**, 333 (1968).
288. GRAY, J. M.—GALLWAS, G. E.: *Flame Notes*, Beckman, **2**, 2 (1967).
289. GRAY, R.—PRUDEN, E. L.: *Amer. J. Med. Technol.* **33**, 349 (1967).
290. GREEN, J. A.—SUGDEN, T. M.: 9th Symp. on Combustion. Acad. Press New York, London 1963.
291. GRIFFIN, G.: *Soil. Sci. Soc. Amer., Proc.* **32**, 803 (1968).
292. GRIGOR'EV, I. G.: *Byull. Kom. Opred. Absol. Vozrasta Geol. Form., Akad. Nauk SSSR* **8**, 63 (1968).
293. GRILLO, J. P.: U.S. At. Energy Comm. **1968**, SC-TM-68-587, 30 pp. Avail. CFSTI.
294. GROENEWALD, TH.: *Anal. Chem.* **40**, 863 (1968).
295. GROENEWALD, TH.: *Anal. Chem.* **41**, 1012 (1969).
296. GROVER, J. H.—FALES, E. N.—SCURLOCK, A. C.: 9th Symp. on Combustion. Acad. Press. New York, London 1963.
297. GRUNDER, F. I.—BOETTNER, E. A.: *Amer. Ind. Hyg. Ass. J.* **28**, 391 (1967).
298. GUPTA, H. K. L.—AMORE, F. J.—BOLTZ, D. F.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 107 (1968).
299. GURKINA, T. V.—LITINOVA, E. YA.: *Sb. Statei Aspir. Soiskatelei, Min. Vyssh. Sredn. Spets. Obrazov. Kaz. SSR, Khim. Tekhnol.* **1967**, 143.
300. GRUSEV, G. P.: *Lab. Delo* **7**, 435 (1968).
301. GUTSCHE, B.—BAFI-YEBOA, M.—CZERNICKI, B.—HERRMANN, R.: *Deut. Tierarztl. Wochenschr.* **75**, 486 (1968).
302. HAAGEN-SMITH, J. W.—RAMIREZ-MUNOZ, J.: *Anal. Chim. Acta* **36**, 469 (1966).
303. HAAS, TH.—LEHNERT, G.—SHALLER, K. H.: *Beckman Rep.* **1967**, (2-3), 3.
304. HAAS, TH.—LEHNERT, G.—SCHALLER, K. H.: *Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.* **5**, 218 (1967).
305. HACKLEY, B. M.—SMITH, J. C.—HALSTED, J. A.: *Clin. Chem.* **14**, 1 (1968).
306. HAGENAH, W. D.—LAQUA, K.—MOSOTTI, V.: *Coll. Spectr. Int.*, 12th, Exeter, Engl. **1965**, 282.

307. HALLS, D. J.—PUNGOR, E.: *Anal. Chim. Acta* **44**, 40 (1969).
308. HALSTEAD, C. J.—JENKINS, D. R.: *Combust. Flame* **11**, 362 (1967).
309. HAMBLETON, L. G.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **51**, 857 (1968).
310. HANIG, R. C.—APRISON, M. H.: *Anal. Biochem.* **21**, 169 (1967).
311. HANOTIAUX, G.—HAQUENNE, W.: *Bull. Rech. Agron. Gembloux* **1**, 432 (1966).
312. HANSEN, J. L.: *Amer. J. Med. Technol.* **34**, 625 (1968).
313. HANSEN, J. L.—FREIER, E. F.: *Amer. J. Med. Technol.* **33**, 158 (1967).
314. HANSEN, R. K.—BACHMAN, R. Z.—O'LAUGHLIN, J. W.—BANKS, CH. V.: *Anal. Chim. Acta* **46**, 217 (1969).
315. HARRISON, D. G.—LONG, C.: *J. Physiol. (London)* **199**, 367 (1968).
316. HARRISON, M.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 76 (1967).
317. HARRISON, W. W.—JULIANO, P. O.: *Anal. Chem.* **41**, 1016 (1969).
318. HARRISON, W. W.—NETSKY, M. G.—BROWN, M. D.: *Clin. Chim. Acta* **21**, 55 (1968).
319. HARRISON, W. W.—WADLIN, W. H.: *Anal. Chem.* **41**, 374 (1969).
320. HARRISON, W. W.—YURACHEK, J. P.—BENSON, C. A.: *Clin. Chim. Acta* **23**, 83 (1969).
321. HARTLAGE, F. R.: *Anal. Chim. Acta* **39**, 273 (1967).
322. HARTLEY, F. R.—INGLIS, A. S.: *Analyst*, **93**, 197 (1968).
323. HARTZOG, L. D.: *Nevada, Bur. Mines, Rept.* **13** (B), 113 (1966).
324. HATCH, W. R.—OTT, W. L.: *Anal. Chem.* **40**, 2085 (1968).
325. HAYHURST, A. N.: *Chem. Soc. (London), Spec. Publ.* **22**, 139 (1967).
326. HAYHURST, A. N.—SUGDEN, T. M.: *Trans. Faraday Soc.* **63**, 1375 (1967).
327. HEADRIDGE, J. B.—HUBBARD, D. P.: *Anal. Chim. Acta* **37**, 151 (1967).
328. HECKMAN, M.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **50**, 45 (1967).
329. HECKMAN, M.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **44**, 40 (1969).
330. HEFFERNAN, B. J.—ARCHBOLD, R. O.—VICKERS, T. J.: *Australas. Inst. Mining Met. Proc. No.* **223**, 65 (1967).
331. HEINRICH, G.—SPITZER, H.—TESIK, G.: *Z. anal. Chem.* **226**, 124 (1967).
332. HEJTMANEK, M.—POLEJ, B.: *Chem. Listy* **60**, 532 (1966).

333. HELL, A.—RODDAN, A.—RAMIREZ-MUNOZ, J.—SHIFRIN, N.: *DECHEMA Monogr.* **62**, (1102—1124), 41 (1968).
334. HELL, A.—SHIFRIN, N.: *Flame Notes*, Beckman **1**, 53 (1966).
335. HELL, A.—ULRICH, W. F.—SHIFRIN, N.—RAMIREZ-MUNOZ, J.: *Appl. Opt.* **7**, 1317 (1968).
336. HENDRICKS, H. J.—KLAZINGA, W.: *Tijdschr. Diergeneesk.* **90**, 155 (1965).
337. HENDRICKS, H. J.—KLAZINGA, W.—NOBELS, H. K.: *Tijdschr. Diergeneesk.* **90**, 1653 (1965).
338. HERRMANN, R.: *Z. Instrumentenk.* **75**, 101 (1967).
339. HERRMANN, R.—LANG, W.: *Nucl. Activ. Tech. Life Sci., Proc. Symp. Amsterdam 1967*, 247.
340. HESSEL, D. V.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 55 (1968).
341. HICKS, J. E.: *Anal. Chim. Acta* **45**, 101 (1969).
342. HIEFTJE, G. J.—MALMSTADT, H. V.: *Anal. Chem.* **40**, 1860 (1968).
343. HIGUCHI, SH.—IDESAKI, T.—IRIE, T.—SASAJI, T.: *Aromatikkusu* **20**, 229 (1968).
344. HINGLE, D. N.—KIRKBRIGHT, G. F.—WEST, T. S.: *Analyst* **92**, 759 (1967).
345. HINGLE, D. N.—KIRKBRIGHT, G. F.—WEST, T. S.: *Analyst* **93**, 522 (1968).
346. HINGLE, D. N.—KIRKBRIGHT, G. F.—WEST, T. S.: *Talanta* **15**, 199 (1968).
347. HINGLE, D. N.—KIRKBRIGHT, G. F.—BAILEY, R. M.: *Talanta* **16**, 1223 (1969).
348. HIRSCHFELDER, J. O.: *9th Symp. on Combustion. Acad. Press., New York, London 1963*.
349. HITCHMAN, A. J. W.—HARRISON, J. E.—FINLAY, J. M.: *Clin. Chem.* **13**, 151 (1967).
350. HOARE, H. C.—MOSTYN, R. A.—NEWLAND, T. N.: *Anal. Chim. Acta* **40**, 181 (1968).
351. HOBBS, R. S.—KIRKBRIGHT, G. F.—SARGENT, M.—WEST, T. S.: *Talanta* **15**, 997 (1968).
352. HOBBS, R. S.—KIRKBRIGHT, G. F.—WEST, T. S.: *Analyst* **94**, 554 (1969).
353. HODGKINSON, A.—ZAREMBSKI, P. M.—NORDIN, B. E. C.: *Nature* **214**, 1045 (1967).
354. HOEDT, W.: *Z. angew. Geol.* **12**, 440 (1966).
355. HOFFMANN, F.: *Albrecht-Thaer-Arch.* **11**, 405 (1967).
356. HOFFMANN, F.: *Albrecht-Thaer-Arch.* **11**, 503 (1967).
357. HOLLANDER, T.: *Dissertation. Utrecht 1964*.
358. HOLLANDER, T.—BROIDA, H. P.: *Combust. Flame* **13**, 63 (1969).

359. HOLLANDER, T.—KALFF, P. J.—ALKEMADE, C. T. J.: *J. Chem. Phys.* **39**, 2558 (1963).
360. HOOVER, L. R.—FERRARA, L. W.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 71 (1967).
361. HOOVER, W. L.—REAGOR, J. C.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **51**, 211 (1968).
362. HOSSNER, L. R.—FERRARA, L. W.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 71 (1967).
363. HOWE, N. M.—SHIPMAN, C. W.—VRANOS, A.: 9th Symp. on Combustion. Acad. Press, New York, London 1963.
364. HOWE, M. M.: *Amer. J. Med. Technol.* **33**, 105 (1967).
365. HOOYMAERS, H. P.: *Spectrochim. Acta, Part B* **23**, 567 (1968).
366. HOOYMAERS, H. P.—ALKEMADE, C. T. J.: *J. Quant. Spectry. Radiative Transfer* **6**, 501 (1966).
367. HOOYMAERS, H. P.—ALKEMADE, C. T. J.: *J. Quant. Spectry. Radiative Transfer* **6**, 847 (1966).
368. HU, K. H.—FRIEDE, R. L.: *J. Neurochem.* **15**, 677 (1968).
369. HUDSON, R. D.—CARTER, V. L.: *J. Opt. Soc. Amer.* **57**, 651 (1967).
370. HUFFMAN, C., JR.—MENSIK, J. D.: *Appl. Spectrosc.* **21**, 125 (1967).
371. HUFFMAN, C., JR.—MENSIK, J. D.—RILEY, L. B.: *U.S. Geol. Surv. Circ.* **1967**, No. 544, 6 pp.
372. HUGO, P.—GROBLER, J. H.: *S. Afr. J. Agr. Sci.* **9**, 691 (1966).
373. HUMAN, H. G. C.—BUTLER, L. R. P.—STRASHEIM, A.: *Analyst* **94**, 81 (1969).
374. HUMAN, H. G. C.—STRASHEIM, A.: *S. Afr. Chem. Process* **3**, 141 (1969).
375. HUME, D. N.: *Advan. Chem. Ser.* **67**, 30 (1967).
376. HUNT, J.—CLEAVER, T. J.: *Lab. Pract.* **17**, 471, 473 (1968).
377. HURFORD, TH. R.—BOLTZ, D. F.: *Anal. Chem.* **40**, 379 (1968).
378. HURST, R. J.—BOLD, A. M.: *J. Clin. Pathol.* **19**, 622 (1966).
379. HUSLER, J. W.: *At. Absorption Newsletter* **3**, 1 (1969).
380. HWANG, J. Y.—TAGHAMONTY, J. J.—PARSONS, F. B.: *Daehan Hwahak Hwoeje* **10**, 133 (1966).
381. IACocca, D.—GOLDWASSER, A.—GHIGLIONE, M.: *Acta Cient. Venez.* **19**, 99 (1968).
382. ICHIDA, T.—NOBUOKA, M.: *Clin. Chim. Acta* **24**, 299 (1969).
383. IGUCHI, T.: *Gifu Daigaku Igakubu Kiyō* **15**, 840 (1968).
384. IGUCHI, T.—TATI, M.—MIYATA, SH.: *Igaku To Seibutsugaku* **73**, 163 (1968).

385. IIDA, CH.—FUWA, K.: *Nippon Kagaku Zasshi* **87**, 303 (1966).
386. IIDA, CH.—FUWA, K.: *Anal. Biochem.* **21**, 1 (1967).
387. IIDA, CH.—FUWA, K.: *Anal. Biochem.* **21**, 9 (1967).
388. IIDA, CH.—NAGARA, M.: *Bunseki Kagaku* **17**, 17 (1968).
389. ILIN, B. I.—EKNADIOSYANTIS, O. K.: *Akust. Zh.* **12**, 310 (1966).
390. ILLNER, E.: *Z. Chem.* **9**, 69 (1969).
391. IMAI, T.: *Bunseki Kagaku* **16**, 900 (1967).
392. INTONTI, R.—STACCHINI, A.: *Spectrochim. Acta*, Part B **23**, 437 (1968).
393. ISAKSSON, B.: *J. Med. Lab. Technol. (London)* **25**, 119 (1968).
394. ISHII, H.—EINAGA, H.—NUMATA, M.: *Semento Gijutsu Nempo* **20**, 112 (1966).
395. IVANOV, N. P.—DRABKIN, D. S.—TALALAEV, B. M.: *Tr. Vses. Nauch.-Issled. Inst. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Khim. Veshchestv No. 32*, 517 (1967).
396. IVANOV, N. P.—GUSINSKII, M. N.: *Tr. Vses. Nauch.-Issled. Inst. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Khim. Veshchestv No. 23*, 348 (1966).
397. IVANOV, N. P.—KOZYREVA, N. A.: *Tr. Vses. Nauch.-Issled. Inst. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Khim. Veshchestv No. 23*, 137 (1966).
398. IVANOV, N. P.—KOZYREVA, N. A.: *Tr. Vses. Nauch.-Issled. No. 23*, 143 (1966).
399. IVANOV, N. P.—KOZYREVA, N. A.: *Tr. Vses. Nauch.-Issled. Inst. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Khim. Veshchestv No. 23*, 301 (1966).
400. IVANOV, N. P.—KOZYREVA, N. A.: *Tr. Vses. Nauch.-Issled. Inst. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Khim. Veshchestv No. 23*, 291 (1966).
401. IVANOV, N. P.—KOZYREVA, N. A.: *Vestn. Mosk. Univ., Ser. II.* **22**, 102 (1967).
402. IVANOV, N. P.—KOZYREVA, G. V.: *Vestn. Mosk. Univ. Ser. II.* **23**, 127 (1968).
403. IVANOV, D. N.—RUSAKOVA, G. G.: *Pochvovedenie* **1968**, 148.
404. IVANOV, N. P.—TALALAEV, B. M.: *Zavod. Lab.* **32**, 1481 (1966).
405. IVANTSOV, L. M.—LEBEDEV, V. I.: *Zh. Anal. Khim.* **23**, 325 (1968).
406. IYER, S. G.—KRISHNAN, C. V.—VENKATESWARLU, CH.: *Indian J. Chem.* **6**, 277 (1968).

407. JAAKKOLA, T.—PUUMALA, H.—MIETTINEN, J. K.: Radioecol. Concent. Processes, Proc. Int. Symp., Stockholm 1966, 341 (Pub. 1967).
408. JADAMEC, J. R.—ANDERSEN, N. R.: Anal. Chim. Acta **41**, 459 (1968).
409. JAKUBIEC, R. J.—BOLTZ, D. F.: Anal. Lett. **1**, 347 (1968).
410. JANAUER, G. E.—SMITH, F. R.—MANGAN, J.: At. Absorption Newsletter **6**, 3 (1967).
411. JANIN, J.—MATHIAS, H.—CROS, J.—JEAN, C.—CHEVALEYRE, J.: Ann. Univ. Lyon, Sci. Sect. B **14**, 5 (1964).
412. JAWOROWSKI, R. J.—WEBERLING, R. P.: At. Absorption Newsletter **5**, 125 (1966).
413. JENKINS, D. R.: Spectrochim. Acta, Part B **23**, 167 (1967).
414. JENSEN, D. E.—PADLEY, P. J.: Trans. Faraday Soc. **62**, 2140 (1962).
415. JIMENEZ-SECO, J. L.: Rev. Met. (Madrid) **3**, 517 (1967).
416. JOHNSON, J. R. K.—RIECHMAN, G. C.: Clin. Chem. **14**, 1218 (1968).
417. JONES, J. L.—EDDY, R. D.: Anal. Chim. Acta **43**, 165 (1968).
418. JORDAN, J.: At. Absorption Newsletter **7**, 48 (1968).
419. JUNGREIS, E.—ANAVI, Z.: Anal. Chim. Acta **45**, 190 (1969).
420. JURSIK, M. L.: AEC Acession No. 1249, Rept. No. NLCO-987, 15 pp, 1966. Avail. CFSTI.
421. KAHN, F. R.—CORNFIELD, A. H.: Plant Soil **29**, 189 (1968).
422. KAHN, H. L.: At. Absorption Newsletter **6**, 96 (1967).
423. KAHN, H. L.: At. Absorption Newsletter **7**, 40 (1968).
424. KAHN, H. L.: At. Absorption Newsletter **7**, 51 (1968).
425. KAHN, H. L.—PETERSON, G. E.—SCHALLIS, J. E.: At. Absorption Newsletter **7**, 35 (1968).
426. KAHN, H. L.—SCHALLIS, J. E.: At. Absorption Newsletter **7**, 5 (1968).
427. KAMMORI, O.—TAGUCHI, I.—YOSHIKAWA, K.: Tetsu Hagane **53**, 1532 (1967).
428. KARYAKIN, A. V.—KAIGORODOV, V. A.: Zh. Anal. Khim. **23**, 930 (1968).
429. KASPAREK, V.—MOSCOVIC, F.: Unitr. Lek. **14**, 1127 (1968).
430. KATSKOV, D. A.—LEBEDEV, G. G.—L'vov, B. V.: Zh. Prikl. Spektrosk. **10**, 215 (1969).
431. KATSKOV, D. A.—L'vov, B. V.: Zh. Prikl. Spektrosk. **10**, 382 (1969).
432. KATZ, A.: Amer. Mineral. **53**, 283 (1968).
433. KATZ, G. M.: Anal. Biochem. **26**, 381 (1968).

434. KAUFMAN, F.—DEL GRECO, F. P.: 9th Symp. on Combustion. Acad. Press, New York, London 1963.
435. KARADZHOVA, B.—KALPAKCHIEVA, S.: *Izv. Geol. Inst., Bulg. Akad. Nauk.* **16**, 53 (1967).
436. KAWACHI, T.—SUZUKI, M.: *Bunko Kenkyu* **14**, 164 (1966).
437. KEESEY, J. C.: *J. Neurochem.* **15**, 547 (1968).
438. KERBER, J. D.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 131 (1967).
439. KERBYSON, J. D.—RATZKOWSKI, C.: *Can. Spectrosc.* **13**, 102 (1968).
440. KING, H. G. C.—PRUDEN, G.: *Analyst* **93**, 601 (1968).
441. KING, J. R.: *J. Chem. Phys.* **36**, 553 (1962).
442. KING, J. S., JR.—BUCHANAN, R.: *Clin. Chem.* **15**, 31 (1969).
443. KINNUNEN, J.—LINDSJO, O.: *Chemist-Analyst* **56**, 25 (1967).
444. KINNUNEN, J.—LINDSJO, O.: *Chemist-Analyst* **56**, 76 (1967).
445. KINSON, K.—DICKESON, J. E.—BELCHER, C. B.: *Anal. Chim. Acta* **41**, 107 (1968).
446. KINZEL, H.—BERGAUER, P.—WEISSENBOECK, G.: *Z. Pflanzenphysiol.* **57**, 209 (1967).
447. KIRKBRIGHT, G. F.—PETERS, M. K.—WEST, T. S.: *Talanta* **14**, 789 (1967).
448. KIRKBRIGHT, G. F.—SARGENT, M.: *Analyst* **93**, 552 (1968).
449. KIRKBRIGHT, G. F.—SARGENT, M.—WEST, T. S.: *Talanta* **16**, 245 (1969).
450. KIRKBRIGHT, G. F.—SEMB, A.—WEST, T. S.: *Talanta* **14**, 1011 (1967).
451. KIRKBRIGHT, G. F.—SMITH, A. M.—WEST, T. S.: *Analyst* **92**, 411 (1967).
452. KIRKBRIGHT, G. F.—SMITH, A. M.—WEST, T. S.: *Analyst* **93**, 292 (1968).
453. KIRSTEN, W. J.—BERTILSSON, G. O. B.: *Anal. Chem.* **38**, 648 (1966).
454. KITTINGER, D. C.—ELLIS, J. L.: *U.S. Clearinghouse Med. Sci. Tech. Inform.* **1968**, AD-671115, 35 pp. Avail. CFSTI.
455. KLAUS, R.: *Zeiss-Mitt. (Stuttgart)* **4**, 26 (1966).
456. KLEIN, B.—KAUFMAN, J. H.—MORGENSTERN, S.: *Clin. Chem.* **13**, 388 (1967).
457. KLEIN, B.—KAUFMAN, J. H.—OKLANDER, M.: *Clin. Chem.* **13**, 788 (1967).
458. KLEIN, B.—KAUFMAN, J. H.—OKLANDER, M.: *Clin. Chem.* **13**, 797 (1967).
459. KLEIN, B.—KAUFMAN, J. H.: *Clin. Chem.* **13**, 1079 (1967).
460. KNAUFF, R. E.: *Clin. Chim. Acta* **20**, 135 (1968).
461. KNIGHT, D. M.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 83 (1968).

462. KOCH, K. H.—OHLS, K.: Arch. Eisenhuettenw. **39**, 925 (1968).
463. KOCIAN, J.—RUBESKA, I.: Cesk. Gastroenterol. Vyziva Sb. Pathofysiol. Traveni Vyzivy **22**, 188 (1968).
464. KOENIG, P.—SCHMITZ, K. H.—THIEMANN, E.: Arch. Eisenhuettenw. **40**, 53 (1969).
465. KOENIG, P.—SCHMITZ, K. H.—THIEMANN, E.: Fresenius, Z. anal. Chem. **244**, 232 (1969).
466. KOIRTYOHANN, S. R.—PICKETT, E. E.: Anal. Chem. **38**, 585 (1966).
467. KOIRTYOHANN, S. R.—PICKETT, E. E.: Anal. Chem. **38**, 1087 (1966).
468. KOIRTYOHANN, S. R.—PICKETT, E. E.: Anal. Chem. **40**, 2068 (1968).
469. KOIRTYOHANN, S. R.—PICKETT, E. E.: Spectrochim. Acta Part B. **23**, 673 (1968).
470. KOLOSOVA, I. F.—MARTYUKHINA, I. P.: Proiz. Shin. Rezino-Tekh. Asbesto-Tekh. Izdeli **7**, 12 (1966).
471. KOT, E.—KEDRACKA, J.: Polski Tygod. Lekar. **22**, 1067 (1967).
472. KOVALENKO, P. N.—BAGDASAROV, K. N.—EVSTIFEV, M. M.—KONCHIKIN, F. G.: Elektrochim. Opt. Metody Anal. Stochnykh Vod Elektrolit, 84—92. Izd. Rostov Univ., Rostov, USSR, 1967.
473. KOVATSI, A. V.: Chim. Chron., B **32**, 109 (1967).
474. KRAMER, M.: Chem. Anal. **12**, 423 (1967).
475. KRASNOVA, N. D.—SACHKOV, S. I.: Novoe Proizvod. Khim. Istochnikov Toka **1966**, 28.
476. KRIEGE, O. H.—WELCHER, G. G.: Talanta **15**, 781 (1968).
477. KUMAMARU, T.—OTANI, Y.—YAMAMOTO, Y.: Bull. Chem. Soc. Japan **40**, 429 (1967).
478. KUNIMINE, N.—KAWADA, H.: Bunseki Kagaku **16**, 185 (1967).
479. KUNIMINE, N.—KAWADA, H.: Bunseki Kagaku **16**, 189 (1967).
480. KURETZ, G. W.: Flame Notes, Beckman **2**, 101 (1967).
481. KUSHIZAKI, M.: Nippon Dojo-Hiryogaku Zasshi **39**, 489 (1968).
482. KUSTAS, V. L.—CHUCHUEVA, R. S.—YUDELEVICH, I. G.: Prom. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Veshchestv **9**, 15 (1967).
483. KUSTAS, V. L.—LAZEBNAYA, G. V.—SHEPETA, N. G.—CHUCHUEVA, R. S.: U.S.S.R. 191882, jan. 26, 1967. (Cl. G01 n).

484. KUSTAS, V. L.—LAZEBNAYA, G. V.: Prom. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Veshchestv **9**, 32 (1967).
485. KUSTAS, V. L.—MAMONTOVA, L. I.—YUDELEVICH, I. G.: Prom. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Veshchestv **9**, 5 (1967).
486. KUSTAS, V. L.—SEPETA, N. G.—YUDELEVICH, I. G.: Prom. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Veshchestv **9**, 20 (1967).
487. LANGE, J., DE: Chem. Tech. Rev. **21**, 792 (1966).
488. LANGMYHR, F. J.—PAUS, P. E.: Anal. Chim. Acta **43**, 397 (1968).
489. LANGMYHR, F. J.—PAUS, P. E.: Anal. Chim. Acta **43**, 508 (1968).
490. LANGMYHR, F. J.—PAUS, P. E.: Anal. Chim. Acta **43**, 806 (1968).
491. LANGMYHR, F. J.—PAUS, P. E.: Anal. Chim. Acta **44**, 445 (1969).
492. LANGMYHR, F. J.—PAUS, P. E.: Anal. Chim. Acta **45**, 157 (1969).
493. LANGMYHR, F. J.—PAUS, P. E.: Anal. Chim. Acta **45**, 176 (1969).
494. LASK, G.—WAGNER, G. H.: 8th Symp. on Combustion. Williams and Wilkins Co., Baltimore 1962.
495. LAW, S. L.—GREEN, T. E.: Anal. Chem. **41**, 1008 (1969).
496. LEBEDEV, V. I.: Zh. Anal. Khim. **24**, 337 (1969).
497. LEE, J.—CAMPBELL, CH. M.: J. Dairy Sci. **52**, 121 (1969).
498. LEHMAN, V.: Clin. Chim. Acta **20**, 523 (1968).
499. LEHNERT, G.—SCHALLER, K. H.—HAAS, TH.: Z. Klin. Chem. Klin. Biochem. **6**, 174 (1968).
500. LERMAN, R. V.—PONS KAYA, TS. S.: Metody Anal. Khim. Reaktivov Prep. No. **12**, 9 (1966).
501. LESIGANG-BUCHTELA, M., BUCHTELA, K.: Mikrochim. Acta **1968**, 992.
502. LEVINE, S. L.: Anal. Chem. **40**, 1376 (1968).
503. LIEGEOIS, R. L.—DELDIME, P. J.—FLAHAUX, R. A.: Ind. Chim. Belge **33**, (Spec. No.) 140 (1968).
504. LING, C.: Anal. Chem. **40**, 1876 (1968).
505. LITTLE, B. R.—PLATMAN, S. R.—FIEVE, R. R.: Clin. Chem. **14**, 1211 (1968).
506. LOCKYER, M.: Methods Phys. Anal. **1967**, 150.
507. LOON, J. C., VAN: At. Absorption Newsletter **7**, 3 (1968).
508. LOON, J. C., VAN: At. Absorption Newsletter **8**, 6 (1969).
509. LOON, J. C., VAN—PARISSIS, C.: Anal. Lett. **1**, 249 (1968).
510. LOON, J. C., VAN—PARISSIS, C.: Anal. Lett. **1**, 519 (1968).

511. LORBER, A.—COHEN, R. L.—CHANG, C. C.—ANDERSON, H. E.: *Arthritis Rheum.* **11**, 170 (1968).
512. LOVACHEV, L. A.: 8th Symp. on Combustion. Williams and Wilkins Co., Baltimore 1962.
513. L'VOV, B. V.—LEBEDEV, G. G.: *Zh. Prikl. Spektrosk.* **7**, 264 (1967).
514. L'VOV, B. V.: *Zh. Prikl. Spektrosk.* **3**, 517 (1968).
515. L'VOV, B. V.: *Spectrochim. Acta*, Part B **24**, 53 (1969).
516. MAGYAR, B.—SANCHEZ-SANTOZ, F.: *Helv. Chim. Acta* **52**, 820 (1969).
517. MAHONEY, J. P.—SARGENT, K.—GRELAND, M.—SMALL, W. J.: *Clin. Chem.* **15**, 312 (1969).
518. MAHRLA, Z.—ZACHAR, J.: *Biologia (Bratislava)* **21**, 794 (1966).
519. MALAKOFF, J. L.—RAMIREZ-MUNOZ, J.—SCOTT, W. Z.: *Anal. Chim. Acta* **42**, 515 (1968).
520. MALAKOFF, J. L.—RAMIREZ-MUNOZ, J.—AIME, C. P.: *Anal. Chim. Acta* **43**, 37 (1968).
521. MALLETT, R. C.—TAYLOR, J. D.—FAURE, P. K.—STEELE, T. W.: *Nat. Inst. Met., Repub. S. Afr., Res. Rep. No.* **137**, 19 pp (1967).
522. MAMAN, D.: *Methods Phys. Anal.* **1967**, 206.
523. MAMONTOVA, L. I.—KUSTAS, V. L.—ARKHIPOVA, G.: *Prom. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Veshchestv* **9**, 35 (1967).
524. MAMONTOVA, L. I.—SHEPETA, N. G.—KUSTAS, V. L.: *Prom. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Veshchestv* **9**, 40 (1967).
525. MANNING, D. C.: *At. Absorption Newsletter* **5**, 127 (1966).
526. MANNING, D. C.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 35 (1967).
527. MANNING, D. C.—CAPACHO-DELGADO, L.: *Anal. Chim. Acta* **36**, 312 (1966).
528. MANNING, D. C.—FERNANDEZ, F.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 24 (1968).
529. MANNING, D. C.—HENEAGE, P.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 80 (1968).
530. MANNING, D. C.—VOLLMER, J.—FERNANDEZ, F.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 17 (1967).
531. MANSELL, R. E.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 6 (1967).
532. MANSELL, R. E.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 790 (1968).
533. MANSFIELD, J. M., JR.: *Diss.* (1967), Univ. Microfilms, Order No. 68-9537. *Diss. Abstr. B* **29**, 79 (1968).
534. MANSFIELD, J. M., JR.—BRATZEL, M. P., JR.—NORGORDON, H. O.—KNAPP, D. D.—ZACHA, K. E.—WINEFORDNER, J. D.: *Spectrochim. Acta*, Part B **23**, 389 (1968).

535. MANSFIELD, J. M.—WINEFORDNER, J. D.: *Anal. Chim. Acta* **40**, 357 (1968).
536. MARČEC, M. V.—KINSON, K.—BELCHER, C. B.: *Anal. Chim. Acta* **41**, 447 (1968).
537. MARGOSHES, M.: *Anal. Chem.* **39**, 1093 (1967).
538. MARSHALL, D.—SCHRENK, W. G.: *Appl. Spectrosc.* **21**, 246 (1967).
539. MARSHALL, D.—SCHRENK, W. G.: *Spectrosc. Lett.* **1**, 87 (1968).
540. MARSHALL, G. B.—WEST, T. S.: *Talanta* **14**, 823 (1967).
541. MARSHALL, J. C.—BANCHARD, D. P.: *Absorption Newsletter* **6**, 109 (1967).
542. MARTINEK, R. G.: *J. Amer. Med. Technol.* **29**, 50, 95 (1967).
543. MASEK, V.: *Ropa Uhlí* **9**, 319 (1967).
544. MASSEY-CADENA, H.: *Rev. Univ. Ind. Santander* **3**, 63 (1967).
545. MASSMAN, H.: *Coll. Spectr. Int.*, 12th, Exeter, Engl. **1965**, 275.
546. MASSMAN, H.: *Spectrochim. Acta*, Part B **23**, 215 (1968).
547. MASUMURA, T.—SUGAHARA, M.—ARIYOSHI, S.: *Nippon Nogei Kagaku Kaishi* **40**, 466 (1966).
548. MATSUI, Y.—BANNO, SH.: *Okayama Daigaku Onsen Kenkyusho Hokoku* **36**, 37 (1966).
549. MATSUMIYA, K.—YOSHINAGA, T.—OMORI, D.: *Rinsho Byori* **16**, 103 (1968).
550. MATSUMOTO, I.—OKAMOTO, M.—NAKAMURA, I.: *Bunseki Kagaku* **17**, 997 (1968).
551. MATSUMOTO, H.—TSUNMATSU, K.—SHIRAISHI, T.: *Bunseki Kagaku* **17**, 703 (1968).
552. MATUSEK, J.—SYCHRA, V.: *Anal. Chem.* **41**, 518 (1969).
553. MATUSHEVSKII, V. P.: *Khim. Sel. Khoz.* **5**, 144 (1967).
554. MAVRODINEANU, R.: *Develop. Appl. Spectrosc.* **5**, 371 (1965).
555. MAVRODINEANU, R.—HUGHES, R. C.: *Appl. Opt.* **7**, 1281 (1968).
556. MAZOYER, R.: *Ann. Agron.* **17**, 687 (1966).
557. McAULIFFE, J. J.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 69 (1967).
558. McBRIDE, C. H.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **48**, 1100 (1965).
559. McBRIDE, C. H.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **50**, 401 (1967).
560. McBRIDE, C. H.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **51**, 847 (1968).
561. MCCARTHY, W. J.—PARSONS, M. L.—WINEFORDNER, J. P.: *Spectrochim. Acta*, Part B **23**, 25 (1967).
562. MCCARTHY, W. J.—WINEFORDNER, J. D.: *J. Chem. Educ.* **44**, 136 (1967).

563. McCrackan, M. L.—Webb, H. J.—Hammar, H. E.—LOADHOLDT, C. B.: J. Ass. Offic. Anal. Chem. **50**, 5 (1967).
564. McFarren, E. F.—Parker, J. H.—Lishka, R. J.: U.S. Public Health Serv. Publ. No 999, 41H-8, 117 pp, 1968.
565. McGee, W. W.: Univ. Microfilms, Order No. 67-13152, 289 pp. Diss. Abstr. B. **23**, 1818 (1967).
566. McPhee, W. S. G.—Ball, D. F.: J. Sci. Food Agr. **18**, 376 (1967).
567. Meddings, B.—Kaiser, H.: At. Absorption Newsletter **6**, 28 (1967).
568. Menis, O.—Rains, T. C.: Anal. Chem. **41**, 952 (1969).
569. MÉRANGER, J. C.—SOMERS, E.: Analyst **93**, 799 (1968).
570. MERBACH, A.—GONELLA, J.: Chimia **23**, 34 (1969).
571. MESHKOVA, S. B.—POLUEKTOV, N. S.: Redk. Shchelochnye Elem., Sb. Dokl. Vses. Soveshch., Zud. Novosibirsk, 377 (1964). (Pub. 1967).
572. MESHKOVA, S. B.—POLUEKTOV, N. S.—NIKONOVA, M. P.: Zh. Anal. Khim. **21**, 1293 (1966).
573. MESHKOVA, S. B.—POLUEKTOV, N. S.: Zh. Prikl. Spektrosk. **5**, 413 (1966).
574. MIAUD, P.—ROBIN, J.: Bull. Soc. Chim. Fr. **1968**, 854.
575. MILLER, A. G.: U.S. At. Energy Comm. ARH-SA-13, 12 pp, 1968. Avail. CFSTI.
576. MITCHELL, D. G.: Lab. Pract. **16**, 587, 593 (1967).
577. MIYANAGA, T.: Fukushima-Ken Eisei Kenkyusho Kenkyu Hokoku **75**, 123 (1966).
578. MONDER, C.—SELLS, N.: Anal. Biochem. **20**, 215 (1967).
579. MONTAGUT-BUSCAS, M.—OBIOLS, J.—PUIGJANER, J. M.: Afinidad **24**, 185 (1967).
580. MONTAGUT, M.—OBIOLS, J.—GENIS, I.: Afinidad **25**, 443 (1968).
581. MORI, D.—GOTO, I.—OSADA, H.: Eiyo To Shokuryo **21**, 18 (1968).
582. MORRIS, M. D.—ORENBERG, J. B.: Talanta **16**, 539 (1969).
583. MORRIS, M. D.—WHITLOCK, L. R.: Anal. Chem. **39**, 1180 (1967).
584. MORROW, R. W.—DEAN, J. A.: Anal. Lett. **2**, 133 (1969).
585. MOSOTTI, V. G.—LAQUA, K.—HAGENAH, W. D.: Spectrochim. Acta, Part B **23**, 197 (1967).
586. MOSTYN, R. A.—CUNNINGHAM, A. F.: Anal. Chem. **39**, 433 (1967).
587. MOSTYN, R. A.—CUNNINGHAM, A. F.: At. Absorption Newsletter **6**, 86 (1967).
588. MOUNTJOY, W.—WAHLBERG, J. S.: U.S. Geol. Surv., Prof. Pap. **1968**, No. 600-B, B 119-B 122.

589. MUKHERJEE, N. R.: *Encyclopaedia Dictionary of Physics*. Pergamon Press Inc., London 1961.
590. MUKHERJEE, N. R.—FUENO, T.—EYRING, H.—REE, T.: 8th Symp. on Combustion. Williams and Wilkins Co., Baltimore 1962.
591. MULFORD, CH. E.: *At. Absorption Newsletter* **5**, 135 (1966).
592. MUNRO, D. C.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 199 (1968).
593. MUNTZ, J. H.—ROUSH, L. L.: AEC Acession No. 43154, Rept. No. AED-CONF-66-172-9. (Avail. Gmelin, 13 pp, 1966).
594. MURAKAMI, T.—UESUGI, K.: *Bunseki Kagaku* **16**, 781 (1967).
595. MUSHA, S.—HOSOI, A.: *Kagaku No Ryoiki* **23**, 137 (1969).
596. MUSHA, S.—MUNEMORI, M.—NAKAMARA, T.: *Nippon Kagaku Zasshi* **89**, 495 (1968).
597. NAGAKAWA, H. M.—HARMS, T. F.: *U.S. Geol. Surv., Prof. Pap. No 600-D*, 207 (1968).
598. NAGAKI, J.—TERAOKA, M.—NOMURA, T.: *Kumamoto Med. J.* **20**, 154 (1967).
599. NAGURA, M.—IIDA, CH.: *Bunseki Kagaku* **17**, 1513 (1968).
600. NAKANO, K.—TAKADA, T.: *Nippon Kagaku Zasshi* **88**, 109 (1967).
601. NAKANO, K.—TAKADA, T.: *Nippon Kagaku Zasshi* **88**, 575 (1967).
602. NARDISHAW, M.—CORNFIELD, A. H.: *Analyst* **93**, 475 (1968).
603. NEL, J. W.—MOIR, R. J.: *S. Afr. J. Agr. Sci.* **11**, 153 (1968).
604. NESTEROV, V. P.—NAUMOV, V. A.: *Tsitologiya* **11**, 130 (1969).
605. NEYBON, R.—REY-COQUAIS, B.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 92 (1967).
606. NISHIMURA, K.—IMAI, T.: *Bunseki Kagaku* **16**, 661 (1967).
607. NORRIS, J. A.: *Coll. Spectr. Int.*, 12th, Exeter, Engl., **1965**, 279.
608. OBERG, P. A.—ULFENDAHL, H. R.—GUNNAR, B.: *Anal. Biochem.* **18**, 543 (1967).
609. OBIOLS, J.—RAFOLS, J. M.: *Afinidad* **25**, 23 (1968).
610. OIWA, K.—KIMURA, T.—MAKINO, H.—OKUDA, M.: *Bunseki Kagaku* **17**, 810 (1968).
611. OLSON, A. D.—HAMLIN, W. B.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 69 (1968).
612. OMANG, S. H.: *Anal. Chim. Acta* **46**, 225 (1969).
613. OMENETTO, N.—ROSSI, G.: *Anal. Chim. Acta* **40**, 195 (1968).

614. OMENETTO, N.—ROSSI, G.: *Spectrochim. Acta*, Part B **24**, 95 (1969).
615. OMORI, SH.—NAKAMURA, S.—HAKUSHI, T.—AZUMI, T.: *Himeji Kogyo Daigaku Kenkyu Hokoku* **21** A, 102 (1968).
616. OSADA, H.—GOTO, I.: *Eiyo To Shokuryo* **20**, 175 (1968).
617. OSADA, H.—GOTO, I.: *Eiyo To Shokuryo* **20**, 349 (1968).
618. OSMUN, J. R.: *Amer. J. Med. Technol.* **33**, 448 (1967).
619. OSOLINSKI, T. W.—KNIGHT, N. H.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 532 (1968).
620. OSTROWSKI, S.—PALEWICZ, F.—SOLTYSIAK, Z.: *Gdansk. Tow. Nauk., Rozpr. Wydz. III. No.* **2**, 47 (1965).
621. OVCHAR, L. A.—MISHCHENKO, S. A.—POLUEKTOV, W. S.: *Zh. Prikl. Spektrosk.* **3**, 306 (1965).
622. OVCHAR, L. A.—POLUEKTOV, N. S.: *Zh. Anal. Khim.* **22**, 45 (1967).
623. PADLEY, P. J.—SUGDEN, T. M.: 8th Symp. on Combustion. Williams and Wilkins Co., Baltimore 1962.
624. PAMPEL, C.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 133 (1966).
625. PANDAY, V. K.—GANGULY, A. K.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 50 (1968).
626. PARALUSZ, C. M.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 520 (1968).
627. PARKER, M. M.—HUMOLLER, F. L.—MAHLER, D. J.: *Clin. Chem.* **13**, 40 (1967).
628. PARSONS, M. L.—MC CARTHY, W. J.—WINEFORDNER, J. D.: *J. Chem. Educ.* **44**, 214 (1967).
629. PARSONS, M. L.—WINEFORDNER, J. D.: *Appl. Spectrosc.* **21**, 368 (1967).
630. PATRIARCHE, G. J.—GERBAUX, A. A.: *J. Pharm. Belg.* **22**, 141 (1967).
631. PATROVSKY, V.: *Coll. Czech. Chem. Commun.* **26**, 2445 (1961).
632. PAVLOV, B. V.—RUSIN, L. YU.: *Kinet. Katal.* **7**, 961 (1966).
633. PAWLUK, S.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 53—6 (1967).
634. PAYNE, C. E.—COMBS, H. F.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 786 (1968).
635. PEARCE, S. J.—GALAN, L., DE—WINEFORDNER, J. D.: *Spectrochim. Acta*, Part B **23**, 793 (1968).
636. PEARTON, D. C. G.—TAYLOR, J. D.—FAURE, P. K.—STEEL, T. W.: *Anal. Chim. Acta* **44**, 353 (1969).
637. PEDAK, E.—VALDMAN, V.: *Tead. Toode Kogumik Eesti Loomakasvatuse Vet. Tead. Uurimise Inst.* **11**, 96 (1967).
638. PERMAN, I.: *Coll. Spect. Int. 8th, Luzerne* **1959**, 117.
639. PERRIN, C. H.—FERGUSON, P. A.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **51**, 654 (1968).

640. PERRY, C. J.—KEYWORTH, D. A.: *Can. Spectrosc.* **12**, 47 (1967).
641. PETKOV, A.—PETKOVA, L.: *Rudodobiv. Met.* **23**, 41 (1968).
642. PETROVA, N. I.—SHLEIKHER, N. B.—RAZYAPOV, A. Z.: *Gig. Sanit* **33**, 44 (1968).
643. PFAU, A.: *Milchwissenschaft* **22**, 92 (1967).
644. PICKETT, E. E.—KOIRTYOHANN, S. R.: *Spectrochim. Acta Part B* **23**, 235 (1968).
645. PIPER, K. G.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 73 (1967).
646. PITRE, J.—RIGAL, M.: *Anal. Fals. et Exp. Chim.* **54**, 635 (1961).
647. PITT, E. E. H.: *Analyst* **88**, 399 (1963).
648. PLATTE, J. A.: *Amer. Chem. Soc., Div. Water Waste Chem., Preprints* **7**, 117 (1967).
649. PLATTE, J. A.: *Advan. Chem. Ser.* **73**, 247 (1968).
650. PLESKACH, L. I.—RYKOV, N. A.: *Zh. Anal. Khim.* **24**, 250 (1969).
651. PLYUSHCH, G. V.: *Zavod. Lab.* **34**, 1471 (1968).
652. POLAKOVIC, J.—POLAKOVICOVA, J.: *Sb. Pr. Chem. Fak. SVST* **1966**, 87.
653. POLLOCK, E. N.—ANDERSEN, S. I.: *Anal. Chim. Acta* **41**, 441 (1968).
654. POLUEKTOV, N. S.—MESHKOVA, S. B.—NIKONOVA, N. P.: *Zavod. Lab.* **30**, 553 (1964).
655. POLUEKTOV, N. S.—NIKONOVA, M. P.: *Sb. Dokl. Soveshch.* **1958**, 63.
656. POLUEKTOV, N. S.—OVCHAR, L. A.: *Zh. Anal. Khim.* **23**, 1327 (1968).
657. POLUEKTOV, N. S.—VITKUN, R. A.: *Zh. Anal. Khim.* **17**, 935 (1962).
658. POLUEKTOV, N. S.—VITKUN, R. A.: *Zh. Anal. Khim.* **18**, 37 (1963).
659. POP, A.—MUNTEANU, I.—BADEA, S.—POPESCU, D.—IONATA, R.: *Petrol, Gaze (Bucharest)* **19** (Suppl.) 159 (1967).
660. POPESCU, O.—FLORESCU, E.: *Petrol, Gaze (Bucharest)* **17**, 274 (1966).
661. POPHAM, R. E.—SCHRENK, W. G.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 192 (1968).
662. POPHAM, R. E.—SCHRENK, W. G.: *Spectrochim. Acta, Part B* **23**, 543 (1968).
663. POTTER, A. L.—DUCAY, E. D.—MCCREADY, R. M.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **51**, 748 (1968).
664. PRASAD, S. S.—OBERLEAS, D.—HALSTEAD, J. A.: *Zinc. Metab.* **1966**, 27.

665. PREEZ, P. DU: Proc. Annu. Congr. S. Afr. Sugar Technol. Ass. **40**, 234 (1966).
666. PRICE, W. J.: Spectrovision **15**, 2 (1966).
667. PRICE, W. J.: Effluent Water Treat. J. **7**, 218 (1967).
668. PRICE, W. J.—COOKE, P. A.: Spectrovision **13**, 2, 12 (1967).
669. PRICE, W. J.—MANNING, R. L.: Methods Phys. Anal. **1967**, 202.
670. PRICE, W. J.—RAGLAND, P. C.: Southeastern Geol. **9**, 21 (1968).
671. PRICE, W. J.—ROOS, J. T. H.: Analyst **93**, 709 (1968).
672. PRICE, J. W.—SCOTT, C. S. M.: Riv. Ital. Sostanze Grasse **44**, 385 (1967).
673. PROTZ, R.—DEKALB, E.—RIECHEN, F. F.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc. **31**, 726 (1967).
674. PRUDNIKOV, E. D.: Vestn. Leningrad. Univ., Fiz. Khim. **23**, 137 (1968).
675. PRUGGER, H.: Spectrochim. Acta, Part B **24**, 197 (1969).
676. PULIDO, C.—MOREIRA DE ALMEIDA, M. C.—GOUVEIA DE ALMEIDA, A. A.: Rev. Port. Quim. **9**, 79 (1967).
677. PUNGOR, E.—HALLS, J. D.: Kém. Közlem. **31**, 49 (1969).
678. PUNGOR, E.—HEGEDŰS, A.: Mikrochim. Acta **1960**, 87.
679. PUNGOR, E.—KONKOLY-THEGE, I.: Ann. Univ. Eötvös, Sect. Chim. **2**, 477 (1960).
680. PUNGOR, E.—KONKOLY-THEGE, I.: Ann. Univ. Eötvös, Sect. Chim. **2**, 485 (1960).
681. PUNGOR, E.—SZÁSZ, Á.: Talanta **16**, 269 (1969).
682. PUNGOR, E.—TÓTH, K.—KONKOLY-THEGE, I.: Z. anal. Chem. **200**, 321 (1964).
683. PYBUS, J. N.: Clin. Chim. Acta **23**, 309 (1969).
684. QUANTIN, A.: Ann. Sci. Univ. Besancon, Bot. **3**, 11 (1966).
685. RAAD, A. T.—PROTZ, R.—THOMAS, R. L.: Can. J. Soil. Sci. **49**, 89 (1969).
686. RAINS, T. C.—MENIS, O.: Spectrosc. Lett. **2**, 1 (1969).
687. RAMAKRISHNA, T. V.—ROBINSON, J. W.—WEST, P. W.: Anal. Chim. Acta **45**, 43 (1969).
688. RAMAKRISHNA, T. V.—WEST, P. W.—ROBINSON, J. W.: Anal. Chim. Acta **39**, 81 (1967).
689. RAMAKRISHNA, T. V.—WEST, P. W.—ROBINSON, J. W.: Anal. Chim. Acta **40**, 347 (1968).
690. RAMAKRISHNA, T. V.—WEST, P. W.—ROBINSON, J. W.: Anal. Chim. Acta **44**, 437 (1969).
691. RAMIREZ-MUNOZ, J.: An. Edafol. Agrobiol. (Madrid) **26**, 1211 (1967).
692. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Inform. Quim. Anal. (Madrid) **19**, 183 (1966).

693. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Bol. Soc. Quim. Peru **32**, 57 (1966).
694. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **1**, 12 (1966).
695. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **1**, 14 (1966).
696. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **1**, 38 (1966).
697. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **1**, 69 (1966).
698. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **1**, 81 (1966).
699. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **1**, 85 (1966).
700. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **2**, 37 (1967).
701. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **2**, 54 (1967).
702. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **2**, 61 (1967).
703. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Flame Notes, Beckman **2**, 77 (1967).
704. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Forensic Sci. Soc. J. **7**, 151 (1967).
705. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Inform. Quim. Anal. (Madrid) **19**, 183 (1966).
706. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Inform. Quim. Anal. (Madrid) **21**, 58 (1967).
707. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Inform. Quim. Anal. (Madrid) **21**, 97 (1967).
708. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Microchem. J. **12**, 196 (1967).
709. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Rev. Univ. Ind. Santander **9**, 57 (1967).
710. RAMIREZ-MUNOZ, J.: Talanta **16**, 1037 (1969).
711. RAMIREZ-MUNOZ, J.—BRACE, R. O.: Appl. Spectrosc. **22**, 736 (1968).
712. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ROTH, M.: Flame Notes, Beckman **2**, 18 (1967).
713. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ROTH, M.: Flame Notes, Beckman **2**, 47 (1967).
714. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ROTH, M.: Flame Notes, Beckman **2**, 81 (1967).
715. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ROTH, M.: Flame Notes, Beckman **2**, 89 (1967).
716. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ROTH, M.: Flame Notes **3**, 2 (1968).
717. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ROTH, M.: Flame Notes **3**, 17 (1968).
718. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ROTH, M.—OSTRING, M.: Flame Notes, Beckman **1**, 93 (1966).
719. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ROTH, M.—OSTRING, M.: Flame Notes, Beckman **1**, 104 (1966).
720. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ROTH, M.—OSTRING, M.: Flame Notes, Beckman **1**, 107 (1966).
721. RAMIREZ-MUNOZ, J.—ULRICH, W. F.: Flame Notes, Beckman **1**, 33 (1966).
722. RANN, C. S.: Spectrochim. Acta, Part B **23**, 245 (1968).
723. RAWLING, B. S.—SULLIVAN, J. V.: Inst. Min. Met., Trans. Sect. C. **76**, 238 (1967).

724. RAWSON, R. A. G.: *Analyst* **91**, 630 (1966).
725. REES, E. D.—HUGHES, R. D.: *Clin. Chim. Acta* **21**, 515 (1968).
726. REINHOLD, J. G.—PASCOE, E.—KFOURY, G. A.: *Anal. Biochem.* **25**, 557 (1968).
727. REITZNER, E.—KREMPL, H.: *Z. Anal. Chem.* **229**, 169 (1967).
728. RENDINA, J. F.: U.S. 3 319 199.
729. RENSBURG, H. C.—VAN ZEEMAN, P. B.: *Anal. Chim. Acta* **43**, 173 (1968).
730. REZAC, Z.—DVORAK, J.: *Acta Chim. Hung.* **30**, 375 (1962).
731. RICHARDS, E. W.: *Spectrochim. Acta* **22**, 158 (1966).
732. RIEBARTSCH, K.: *Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenk.* **103**, 39 (1963).
733. RILEY, J. P.—TAYLOR, D.: *Anal. Chim. Acta* **42**, 548 (1968).
734. RINGHARDTZ, I.: *Naturwissenschaften* **54**, 318 (1967).
735. RINGHARDTZ, I.—WELZ, H.: *Fresenius' Z. anal. Chem.* **243**, 190 (1968).
736. RIVLIN, I. YA.—GROMOZOVA, I. K.: *Tr. Vses. Nauch.-Issled. Inst. Abrazivov Shlifovaniya* **3**, 32 (1966).
737. ROACH, A. G.—SANDERSON, P.—WILLIAMS, D. R.: *Analyst* **93**, 42 (1968).
738. ROBERTSON, W. K.—HUTTON, C. E.—LUNDY, H. W.—BRELAND, H. L.: *Soil. Corp. Sci. Soc. Fla., Proc.* **27**, 212 (1967).
739. ROBINSON, J. W.: *Anal. Chem.* **33**, 1226 (1961).
740. ROBINSON, J. W.: *Anal. Chem.* **34**, 907 (1962).
741. ROBINSON, J. W.—HSU, C. J.: *Anal. Chim. Acta* **43**, 109 (1968).
742. ROBINSON, L. R., JR.—DIXON, R. A.—BRELAND, E. D.: *Water Sewage Works* **115**, 80 (1968).
743. ROCA ADELL, M.—ALVAREZ GONZALEZ, F.—CAPDEVILA PEREZ, C.: *An. Quim.* **64**, 953 (1968).
744. ROCCHICCIOLI, C.—TOWNSHEND, A.: *Anal. Chim. Acta* **41**, 93 (1968).
745. RODGERSON, D. O.—MORAN, K.: *Clin. Chem.* **14**, 1206 (1968).
746. ROGERS, G. R.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **51**, 1042 (1968).
747. ROMANENKO, V. D.: *Fiziol. Zh. Akad. Nauk. U.S.S.R.* **9**, 391 (1963).
748. ROOS, J. T. H.—PRICE, W. J.: *Analyst* **94**, 89 (1969).
749. ROOSELS, D.—VANDERKEEL, J. V.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 9 (1968).

750. ROSE, S. A.—BOLTZ, D. F.: *Anal. Chim. Acta* **44**, 239 (1969).
751. ROSSEL, R. A.—CARLSON, R. M.—VALLEJOS, W. E.—SCHINCARIOL, O.: *Rev. Invest. Agropecuar.*, Ser. B **3**, 1967, **4**, 16 pp.
752. ROSSI, G.—OMENETTO, N.: *Appl. Spectrosc.* **21**, 329 (1967).
753. ROSSI, G.—OMENETTO, N.: *Comm. Eur. Energ. At.-EURATOM*, EUR-3558e, 12 pp, 1967.
754. ROSSI, G.—OMENETTO, N.: *Talanta* **16**, 263 (1969).
755. ROTH, D. J.—BOHL, D. R.—SELLERS, D. E.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 87 (1968).
756. ROTH, M.: *Flame Notes*, Beckman **2**, 98 (1967).
757. ROTH, M.: *Flame Notes* **4**, 4 (1969).
758. ROUSSELET, F.: *Feuill. Biol.* **9**, 31 (1968).
759. ROUSSELET, F.—GIRARD, M. L.: *Ann. Biol. Clin. (Paris)* **25**, 987 (1967).
760. ROUSSELET, F.—GIRARD, M. L.—AMIEL, C.: *C. R. Acad. Sci., Paris, Ser. C* **266**, 1682 (1968).
761. ROUSSOS, G. G.—MORROW, B. H.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 769 (1968).
762. ROZHDESTVENSKII, V. I.—CHUCHKIN, V. G.: *Probl. Sozdaniya Zamknutykh Ekol. Sist.* 183. *Izd. Nauka, Moscow, USSR* 1967.
763. RUBESKA, I.: *Z. Anal. Chem.* **186**, 300 (1962).
764. RUBESKA, I.: *Chem. Listy* **59**, 1119 (1965).
765. RUBESKA, I.: *Anal. Chim. Acta* **40**, 187 (1968).
766. RUBESKA, I.—MOLDAN, B.: *Anal. Chim. Acta* **37**, 421 (1967).
767. RUBESKA, I.—MOLDAN, B.: *Analyst* **93**, 148 (1968).
768. RUBESKA, I.—MOLDAN, B.: *Appl. Opt.* **7**, 1341 (1968).
769. RUBESKA, I.—STUPAR, J.: *At. Absorption Newsletter* **5**, 69 (1966).
770. RUBINSTEIN, M. M.—GRIGOREV, I. G.—UZNADZE, E. D.—GELMAN, O. YA.: *Bull. Khom. po Opredelen. Absolut. Vozvasba Geol. Format. Akad. Nauch. U.S.S.R. Otdel. Geol. Geograf. Nauch* 1961, 109.
771. RUMMEL, A. G.—BAZHENOVA, A. F.: *Kortikosteroidnaya Regul. Vodno-Solevogo Gomeostaza* **1967**, 234.
772. RUTKOWSKA, U.—TADEUSIAK, W.: *Rocz. Panstw. Zakl. Hig.* **18**, 669 (1967).
773. RÜDIGER, K.—GUTSCHE, B.—KIRCHHOF, H.—Herrmann, R.: *Analyst* **94**, 204 (1969).
774. SACHDEV, S. L.—ROBINSON, J. W.—WEST, P. W.: *Anal. Chim. Acta* **37**, 156 (1967).

775. SACHDEV, S. L.—ROBINSON, J. W.—WEST, P. W.: *Anal. Chim. Acta* **38**, 499 (1967).
776. SACHDEV, S. L.—WEST, P. W.: *Anal. Chim. Acta* **44**, 301 (1969).
777. SAJÓ, M.—POSGAY M.—HORVÁTH, M.: *Fémip. Kut. Int. Közlem.* **8**, 307 (1966).
778. SAJÓ M.—POSGAY M.—HORVÁTH M.: *Fémip. Kut. Int. Közlem.* **8**, 315 (1966).
779. SAKAI, S.—OKURA, R.: *Kogyo Yosui* **94**, 30 (1966).
780. SALOTTI, CH. A.: *Bull. Ga. Acad. Sci.* **25**, 43 (1967).
781. SALT, P. D.: *Spectrovision* **18**, 9 (1967).
782. SANUI, H., PACE, N.: *Anal. Biochem.* **25**, 330 (1968).
783. SARDOU, R.: *Ann. Biol. Clin. (Paris)* **21**, 593 (1963).
784. SARSUNOVA, M.—SUCHOVA, S.—TRAN-THI-HOANG-BA—NGUYEN-THI-KIM-CHI: *Cesk. Farm.* **17**, 241 (1968).
785. SASAKI, Y.—YOSHIOKA, K.: *Soda To Enso* **18**, 430 (1967).
786. SASSULAS, R.—SERPINET, J.: *Spectrochim. Acta, Part B* **23**, 227 (1968).
787. SASTRI, V. S.—CHAKRABARTI, C. L.—WILLIS, D. E.: *Can. J. Chem.* **47**, 587 (1969).
788. SASTRI, V. S.—CHAKRABARTI, C. L.—WILLIS, D. E.: *Talanta* **16**, 1093 (1969).
789. SATO, T.—MOTOYAMA, Y.—OHE, O.—KATSUMATA, K.—UCHIDA, K.: *Shikizai Kyokaishi* **41**, 122 (1968).
790. SATO, T.—MOTOYAMA, Y.—UCHIDA, K.: *Shikizai Kyo-kaishi* **41**, 554 (1968).
791. SAVORY, J.—ROSZEL, N. O.—MUSHAK, P.—SUNDERMAN, F. W.: *Amer. J. Clin. Pathol.* **50**, 505 (1968).
792. SCARBOROUGH, J. M.: *Anal. Chem.* **41**, 250 (1969).
793. SCARBOROUGH, J. M.—BINGHAM, C. D.—DEVRIES, P. F.: *Anal. Chem.* **39**, 1394 (1967).
794. SCOTT, T. C.—ROBERTS, E. D.—CAIN, D. A.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 1 (1967).
795. SCHAEZTER, L.: *Glas-Email-Keramo-Tech.* **19**, 305 (1968).
796. SCHALLER, K. H.: *Arch. Hyg. Bakteriol.* **152**, 298 (1968).
797. SCHALLER, K. H.—KUEHNER, A.—LEHNERT, G.: *Blut* **17**, 155 (1968).
798. SCHALLIS, J. E.—KAHN, H.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 75 (1968).
799. SCHILLAK, R.: *Rocz. Nauk Roln., Ser A* **93**, 335 (1967).
800. SCHMIDT, G.: *Deutsch. Gesundheitsw.* **16**, 446 (1961).
801. SCHMIDT, W.: *Aerzt. Lab.* **6**, 206 (1960).
802. SCHMIDT, W.: *Fresenius' Z. Anal. Chem.* **243**, 198 (1968).
803. SCHOLES, P. H.: *Analyst* **93**, 197 (1968).
804. SCHOLL, W.: *Landwirt. Forsch. No.* **19**, 131 (1965).

805. SCHRENK, W. G.—LEHMAN, D. H.—NEUFELD, L.: Appl. Spectrosc. **20**, 389 (1966).
806. SCHRENK, W. G.—MELOAN, C. E.—FRANK, C. W.: Spectrosc. Lett. **1**, 237 (1968).
807. SCHROEDER, E.—HAGEN, E.—ZYSIK, M.: Plaste Kaut. **13**, 712 (1966).
808. SCHUBERT, K. D.—PETZOLD, M.—HEINE, S.: Bergakademie **19**, 147 (1967).
809. SCHUHKNECHT, V.—SCHINKEL, H.: Z. Anal. Chem. **194**, 161 (1963).
810. SCHUELER, V. C. D.: J. S. Afr. Inst. Mining Met. **67**, 362 (1967).
811. SCHUELER, V. C. O.—JANSEN, H. V.—JAMES, G. S.: S. Afr. Inst. Mining Met. **62**, 815 (1962).
812. SCHUELLER, H.: Landwirt. Forsch. No. **21**, 93 (1967).
813. SCHULTE, E. E.—COREY, R. B.: Soil. Sci. Soc. Amer. Proc. **27**, 358 (1963).
814. SEDYKH, E. M.—IVANOV, N. P.: Zavod. Lab. **34**, 691 (1968).
815. SELANDER, S.—CRAMER, K.—BORJESSON, B.—MANFORD, G.: Brit. J. Ind. Med. **25**, 139 (1968).
816. SELIVANOVA, O. A.—UKHIN, B. N.: Teploenergetika **15**, 19 (1968).
817. SEMENOV, N. N.: Some Problems of Chemical Kinetics and Reactivity. Princeton 1968.
818. SEREDA, G. A.—BOBOVNIKOVA, Ts. I.—ZHIGALOVSKAYA, T. N.—EGOROV, V. V.—MAKHONKO, E. P.: Gidrokhim. Mater. **41**, 6 (1966).
819. SEREDA, G. A.—BOBOVNIKOVA, T. I.—EGOROV, V. V.—ZHIGALOVSKAYA, T. N.—MAKHONKO, E. P.: Gidrokhim. Mater. **43**, 24 (1967).
820. SERGEEVA, T. E.: Khim. Tverd. Topl. **1967**, 86.
821. SERGY, W. M.: Technicon Symp., 2nd. N.Y., London **1965**, 123 (1966. Pub.)
822. SERYAKOVA, I. V.—LEBEDEV, V. I.—VOROB'eva, G. A.—ZOLOTOV, YU. A.: Zavod. Lab. **34**, 1327 (1968).
823. SHAEVICH, S. B.: Nauch. Tr. Irkutsk. Gos. Nauch.-Issled. Inst. Redk. Met. No. **12**, 18 (1965).
824. SHAMOTIENKO, G. D.: Khim.-Farm. Zh. **1**, 59 (1967).
825. SHANE, N.—SCHWIEGERATH, R.: Flame Notes, Beckman **2**, 96 (1967).
826. SHAPIRO, L.: U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. No. **575-B**, 187 (1967).
827. SHAPIRO, L.—MASSONI, C. J.: U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. No. **600-B**, B 126 (1968).

828. SHEPETA, N. G.—KUSTAS, V. L.—YUDELEVICH, I. G.: *Prom. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Veshchestv.* **9**, 26 (1967).
829. SHEPHERD, G. A.—JOHNSON, A. J.: AFC Acession No. 40815, Rept. No. RFP-698, 23 pp. (1966). Avail. CFSTI.
830. SHEREMETJEV, S. K.: *Zh. Prikl. Spektrosk.* **6**, 276 (1967).
831. SHEREMETJEV, S. K.: *Zh. Prikl. Spektrosk.* **6**, 420 (1967).
832. SHERIDAN, J. C.—LAU, E. P. K.—SENKOWSKI, B. Z.: *Anal. Chem.* **41**, 247 (1969).
833. SHUGAHARA, M.—MASUMURA, T.—ARIYOSHI, S.: *Nippon Nogei Kagaku Kaishi* **40**, 469 (1966).
834. SICKLE, G. H., VAN—LAKIN, H. W.: *U.S. Geol. Surv. Circ. No.* **561**, 4 pp (1968).
835. SINGHAL, K. C.—BANJERI, A. C.—BANERJEE, B. K.: *Technology* **5**, 117 (1968).
836. SINGHAL, K. C.—BANERJEE, B. K.: *Technology* **5**, 239 (1968).
837. SINHA, R. C. P.—SINGHAL, K. C.—BANJERI, A. C.: *Technology* **5**, 121 (1968).
838. SINHA, S. N.—PODDAR, S. K.—SINHA, L. P.: *Indian J. Exp. Biol.* **6**, 259 (1968).
839. SIMONIAN, J. V.: *Amer. Dyest. Rep.* **57**, 95 (1968).
840. SKOGERBOE, R. K.—GRAVATT, A. S.—MORRISON, G. H.: *Anal. Chem.* **39**, 1602 (1967).
841. SKOGERBOE, R. K.—TODD, R.—MORRISON, G. H.: *Anal. Chem.* **40**, 2 (1968).
842. SLAVIN, S.—SATTUR, T. W.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 99 (1968).
843. SLAVIN, S.—SLAVIN, W.: *At. Absorption Newsletter* **5**, 106 (1966).
844. SLAVIN, W.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 276 (1967).
845. SLAVIN, W.—KAHN, H.: *Met. Ital.* **59**, 626 (1967).
846. SLAVIN, W.—MANNING, D. C.: *Anal. Chem.* **35**, 253 (1963).
847. SLAVIN, W.—RINGHARDTZ, I.: *Kem. Teollisuus* **23**, 985 1048 (1966).
848. SMITH, K. E.—FRANK, C. W.: *Anal. Chim. Acta* **42**, 324 (1968).
849. SMITH, K. E.—FRANK, C. W.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 765 (1968).
850. SMITH, R.—STAFFORD, C. M.—WINEFORDNER, J. D.: *Anal. Chim. Acta* **42**, 523 (1968).
851. SMITH, R.—STAFFORD, C. M.—WINEFORDNER, J. D.: *Anal. Chem.* **41**, 247 (1969).
852. SMITH, R.—WINEFORDNER, J. D.: *Spectrosc. Lett.* **1**, 157 (1968).

853. SMITH, R. V.—CIACCIO, L. L.—LIPCHUS, R. L.: *J. Agr. Food Chem.* **15**, 408 (1967).
854. SPRAGUE, S.—MANNING, D. C.—SLAVIN, W.: *At. Absorption Newsletter* No. **20**, (1964).
855. SPITHER, H.—TESIK, G.: *Fresenius' Z. anal. Chem.* **241**, 218 (1968).
856. SPITZ, J.—UNY, G.: *Appl. Opt.* **7**, 1345 (1968).
857. STAMBUK, J. D.: *Rev. Univ. Ind. Santander* **8**, 57 (1967).
858. STANCHEV, P.: *Khim. Ind. (Sofia)* **38**, 311 (1966).
859. STEELE, T. W.—WEPENER, H.—TAYLOR, J. D.: *Nat. Inst. Met., Rep. S. Afr., Res. Rep. No.* **362**, 13 pp (1968).
860. STEPIN, B. D.—PLYUSHCHEV, V. E.: *Tr. Vses. Nauch.-Issled. Inst. Khim. Reaktivov Osobo Chist. Khim. Veshchestv. No.* **26**, 212 (1964).
861. STEVENS, L. G.: *R/D, Res. Develop. (Chicago)* **18**, 24 (1967).
862. STRASHEIM, A.—HUMAN, G.: *Spectrochim. Acta, Part B* **23**, 265 (1968).
863. STRASHEIM, A.—WESSELS, G. J.: *Appl. Spectrosc.* **17**, 65 (1963).
864. STRONG, A. B.—REHNBERG, G. L.—MOSS, U. R.: *Talanta* **15**, 73 (1968).
865. STRUNK, P. H.—ANDREASEN, A. A.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **50**, 338 (1967).
866. STUMP, K. E.—GONSIOR, T.: *Coll. Spectr. Int., 9th., Lyon 1961*, 279.
867. STUPAR, J.: *Z. anal. Chem.* **203**, 401 (1964).
868. STUPAR, J.: *Microchim. Acta* **1966**, 722.
869. STUPAR, J.—DAWSON, J. B.: *Appl. Opt.* **7**, 1351 (1968).
870. STUPAR, J.—FURLAN, J.—GLAZER, I.: *Landwirt. Forsch.* **20**, 12 (1967).
871. STUZKA, V.: *Acta Univ. Palackianae Olomuc. Fac. Rer. Nat.* **9**, 223 (1962).
872. SUDO, E.—GOTO, H.: *Trans. Natl. Res. Inst. Metals (Tokyo)* **5**, 120 (1963).
873. SUGDEN, T. M.: *Chem. Soc., (London) Spec. publ. No.* **22**, 130 (1967).
874. SUKACH, YU. S.: *Zh. Prikl. Spektrosk.* **6**, 690 (1967).
875. SULLIVAN, J. V.—TIMMS, A. B.—YOUNG, P. A.: *Australas. Inst. Mining Met. Proc. No* **226**, 31 (1968).
876. SULLIVAN, J. V.—WALSH, A.: *Spectrochim. Acta* **21**, 721 (1965).
877. SULLIVAN, J. V.—WALSH, A.: *Spectrochim. Acta* **21**, 1843 (1966).

878. SULLIVAN, J. V.—WALSH, A.: *Spectrochim. Acta* **22**, 1843 (1966).
879. SUNDERMAN, F. W., JR.—CARROL, J. E.: *Clin. Pathol. Serum Electrolytes* **1966**, 199.
880. SUNDERMAN, F. W., JR.—ROSZEL, N. O.: *Amer. J. Clin. Pathol.* **48**, 286 (1967).
881. SUZUKI, M.: *Bunko Kenkyu* **8**, 134 (1960).
882. SVEHLA, G.—SLEVIN, P. J.: *Talanta* **15**, 978 (1968).
883. SVOBODA, V.: *Anal. Chem.* **40**, 1384 (1968).
884. SWIDER, R. T.: *At. Absorption Newsletter* **7**, 111 (1968).
885. SYCHRA, V.—MATUSEK, J.—MAREK, S.: *Chem. Listy* **63**, 177 (1969).
886. SYTY, A.—DEAN, J. A.: *Anal. Lett.* **1**, 241 (1968).
887. SYTY, A.—DEAN, J. A.: *Appl. Opt.* **7**, 1331 (1968).
888. SZEGÓ, L.—CALVERT, J. M.: *Anal. Chim. Acta* **42**, 1 (1968).
889. TAKADA, T.—NAKANO, K.: *Nippon Kagaku Zasshi* **90**, 279 (1969).
890. TAKAHASHI, M.—URUNO, Y.: *Bunko Kenkyu* **10**, 110, (1962).
891. TAKEUCHI, T.—SUZUKI, M.—YASUDA, K.: *Kogyo Kagaku Zasshi* **65**, 1025 (1962).
892. TAKEUCHI, T.—YANAGISHAWA, M.: *Bunseki Kagaku* **15**, 1059 (1966).
893. TANAKA, G.—TOMIKAWA, A.—KAWAMURA, H.—OHYAGI, Y.: *Nippon Kagaku Zasshi* **89**, 175 (1968).
894. TARASEVICH, N. I.—KOZYREVA, G. V.—IVANOV, N. P.—MIRONOVA, O. N.: *Vestn. Mosk. Univ., Khim.* **23**, 78 (1968).
895. TARASEVICH, N. I.—KOZYREVA, G. V.—KUMINA, D. M.: *Zh. Anal. Khim.* **23**, 1048 (1968).
896. TARDON, S.: *Chem. Listy* **61**, 661 (1967).
897. TARDON, S.: *Chem. Prum.* **17**, 150 (1967).
898. TARDON, S.—STIBOR, B.—SALI, J.: *Chem. Listy* **60**, 1091 (1966).
899. TASKAEVA, T. P.: *Izv. Sib. Otd. Akad. Nauk. SSSR, Ser. Khim. Nauk.* **1968**, 88.
900. TASKAEVA, T. P.—VAINSHTEIN, E. E.: *Zh. Anal. Khim.* **22**, 852 (1967).
901. TASKAEVA, T. P.—VAINSHTEIN, E. E.: *Izv. Sib. Otd. Akad. Nauk. SSSR, Ser. Khim. Nauk* **1967**, 110.
902. TATI, M.—MIYATA, S.—IGUCHI, T.: *Igaku To Seibutsugaku* **72**, 231 (1966).
903. TAVENIER, P.—HELLENDORRN, H. B. A.: *Clin. Chim. Acta* **23**, 47 (1969).
904. TAYLOR, J. D.—FAURE, P. K.—STEELE, T. W.: *U.S. At. Energy Comm. NIM-138*, 18 pp (1967).

905. TAYLOR, J. D.—STEELE, T. W.: U.S. At. Energy Comm. *NIM-173*, 5 pp (1967).
906. TAYLOR, M. L.—BELCHER, C. B.: *Anal. Chim. Acta* **45**, 219 (1969).
907. TELOH, H. A.: *Clin. Pathol. Serum Electrolytes* **1966**, 189.
908. TEMPERLI, A. T.—MISTELI, H.: *Anal. Biochem.* **27**, 361 (1969).
909. TENNY, A. M.: *Instrum. News* **18**, 1, 14 (1967).
910. TENNY, A. M.: *Develop. Appl. Spectrosc.* **6**, 363 (1967).
911. TENNY, A. M.—STANLEY, G. H.: *Pardue Univ., Eng. Bull., Ext. Ser. No.* **129**, 455 (1967).
912. TESARIK, B.: *Kvasny Prum.* **14**, 185 (1968).
913. THALMANN, E.—EBERT, K.: *Albrecht-Thaer-Arch.* **11**, 719 (1967).
914. THIELE, W.: *Jen. Rundsch.* **6**, 82 (1962).
915. THIERS, R. E.—ARIID, K.: *Clin. Chem.* **8**, 35 (1962).
916. THILLIEZ, G.: *Chim. Anal. (Paris)* **50**, 226 (1968).
917. THIN, C. G.—THOMSON, P. A.: *J. Clin. Pathol.* **20**, 280 (1967).
918. THOMPSON, C. E.: U.S. Geol. Surv., Prof. Pap. *No. 600-B*, B 130 (1968).
919. THOMPSON, M. H.: *J. Ass. Offic. Anal. Chem.* **52**, 55 (1969).
920. TINDALL, F. M.: *At. Absorption Newsletter* **5**, 140 (1966).
921. TINDALL, F. M.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 104 (1967).
922. TITOV, M. B.—SHEREMET'EV, S. K.: *Gig. Tr. Prof. Zabol.* **11**, 55 (1967).
923. TITOV, M. B.—SHEREMET'EV, S. K.: *Lab. Delo* **1967**, 93.
924. TODOR, D.: *Stiinta Sol.* **3**, 146 (1965).
925. TOFANT, Z.: *Kem. Ind. (Zagreb)* **16**, 65 (1967).
926. TOLMACH, D. V.: *Lab. Delo* **9**, 22 (1963).
927. TOMPSETT, S. L.: *Proc. Ass. Clin. Biochem.* **5**, 125 (1968).
928. TORRES, F.: U.S. At. Energy Comm. SC-TM-68-4, 20 pp. (1968).
929. TOYODA, T.: *Hiken Kaiho* **21**, 1 (1968).
930. TOYOGUCHI, T.—SHIMIZU, H.: *Bunseki Kagaku* **16**, 565 (1967).
931. TRAMPISCH, W.—HERRMANN, R.: *Spectrochim. Acta, Part B* **24**, 215 (1969).
932. TRENT, D.—SLAVIN, W.: *At. Absorption Newsletter* **22**, (1964).
933. TRIER, K.—NEUBERT, P.—EBERLING, R.: *J. Prakt. Chem.* **37**, 234 (1968).
934. TRUDEAU, D. F.—FREIER, E. F.: *Clin. Chem.* **13**, 101 (1967).
935. TSUKADA, M.—ETO, S.: *Fuji Seitetsu G.* **9**, 101 (1960).

936. TUMA J.: *Silikaty* **5**, 333 (1951).
937. TYLER, J. B.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 14 (1967).
938. ULFVARSON, U.: *Anal. Chem. Scand.* **21**, 641 (1967).
939. ULYANOVA, T. M.—PAVLYUCHENKO, M. M.: *Vestsi Akad. Nauk Belarus. SSR., Sr. Khim. Navuk* **1967**, 10.
940. UNY, G.—BRULE, M.—SPITZ, J.: *Anal. Chim. Acta* **44**, 29 (1969).
941. URE, A. M.—MITCHELL, R. L.: *Spectrochim. Acta, Part B* **23**, 79 (1968).
942. UZUMASA, Y.—NASU, T.: *Nippon Kagaku Zasshi* **84**, 726 (1963).
943. VALOT, H.: *Double Liaison* **134**, 1273 (1966).
944. VALOT, H.: *Double Liaison* **135**, 1451 (1966).
945. VALOT, H.: *Double Liaison* **136**, 1553 (1966).
946. VASAK, V.: *Cesk. Hyg.* **13**, 105 (1968).
947. VEILLON, C.—MANSFIELD, J. M.—PARSONS, M. L.—WINEFORDNER, J. D.: *Anal. Chem.* **38**, 204 (1966).
948. VEILLON, C.—MARGOSHES, M.: *Spectrochim. Acta, Part B* **23**, 503 (1968).
949. VELTISHCHEV, YU. E.—ZEATKOVSKAYA, N. M.—FELDMAN, M. G.: *Lab. Delo* **1961**, 6.
950. VENGHIATTIS, A. A.: *Ann. Biol. Clin.* **25**, 1063 (1967).
951. VENGHIATTIS, A. A.: *Appl. Opt.* **7**, 1313 (1968).
952. VENGHIATTIS, A. A.: *Spectrochim. Acta, Part B* **23**, 67 (1967).
953. VENGHIATTIS, A. A.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 19 (1967).
954. VENGHIATTIS, A. A.—WHITLOCK, L.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 135 (1967).
955. VERHEVE, D.—LEVERT, J. M.: *Ind. Chim. Belge* **23**, 1126 (1968).
956. VERKHOTUROV, G. N.—VOLKOVA, B. D.: *Sb. Dokl. Nauch.-Tekh. Konf. Sib. Proekt. Nauch.-Issled. Inst. Tsuet. Met.* **1**, 243 (1966).
957. VERKHOVSKII, B. I.—GINZBURG, V. L.—MAIZIL, E. E.—SATARINA, G. I.: *Zh. Prikl. Spektrosk.* **3**, 156 (1968).
958. VICKERS, T. J.—MERRICK, S. P.: *Talanta* **15**, 873 (1968).
959. VLASTNIK, J.: *Hutn. Listy* **22**, 201 (1967).
960. VOINOVITCH, I. A.—LEGRAND, G.—HAMEAU, G.—LOUVRIER, J.: *Methods Phys. Anal.* **1966**, 213.
961. VOINOVITCH, I. A.—LEGRAND, G.—LOUVRIER, J.: *Methods Phys. Anal.* **1967**, 200.
962. VOORSUIJ, A. J. Z.—SLIK, W., VON DER: *Clin. Chim. Acta* **9**, 99 (1964).
963. VOSTERS, M.—DEUTSCH, S.: *Earth Planet. Sci. Lett.* **2**, 449 (1967).

964. WAELE, M., DE.: Bull. Rech. Agron Gembloux **2**, 600 (1967).
965. WAELE, M., DE—HARJADI, W.: Anal. Chim. Acta **45**, 21 (1969).
966. WAELE, M., DE—RAIMOND, Y.: Bull. Rech. Agron. Gembloux **2**, 613 (1967).
967. WALLACE, F. J.: Hilger J. **7**, 39 (1962).
968. WALLACE, F. J.: Hilger J. **7**, 65 (1962).
969. WALLACE, F. J.: Analyst **88**, 259 (1963).
970. WALKER, C. R.—VITA, O. A.: Anal. Chim. Acta **43**, 27 (1968).
971. WALKER, C. R.—VITA, O. A.—SPARKS, R. W.: Anal. Chim. Acta **47**, 1 (1969).
972. WALKER, C. R.—VITA, O. A.: U.S. At. Energy Comm. GAT-T-1470, 4 pp (1967). Avail. CFSTI.
973. WALSH, A.: Spectrochim. Acta **7**, 108 (1955).
974. WALSH, J. N.—HOWIE, R. A.: Inst. Mining Met., Trans. Sect. B **76**, B 119—B 121 (1967).
975. WARD, F. N.—NAKAGAWA, H. M.: U.S. Geol. Surv., Prof. Pap. 575-D, 239 (1967).
976. WARD, F. N.—NAKAGAWA, H. M.: Quart. Colo. Sch. Mines **64**, 497 (1969).
977. WEBBER, H. M.—WILSON, A. L.: Analyst **94**, 569 (1969).
978. WEBERLING, R. P.—COSGROVE, J. F.—BRACCO, P. J.: Appl. Spectrosc. **22**, 527 (1968).
979. WENDT, R. H.—FASSEL, V. A.: Anal. Chem. **38**, 337 (1966).
980. WEST, C. D.: Anal. Chem. **40**, 253 (1968).
981. WEST, T. S.—WILLIAMS, X. K.: Anal. Chem. **40**, 335 (1968).
982. WEST, T. S.—WILLIAMS, X. K.: Anal. Chim. Acta **42**, 29 (1968).
983. WEST, T. S.—WILLIAMS, X. K.: Anal. Chim. Acta **45**, 27 (1969).
984. WHEAT, J. A.: U.S. At. Energy Comm. BP-MS-67-68, 10 pp (1967). Avail. CFSTI.
985. WHITE, J. M.—WINGO, J. G.—ALLIGOOD, L. M.—COOPER, G. R.—GUTRIDGE, J.—HYDAKER, W.—BENACH, R. T.—DENING, J. W.—TAYLOR, F. B.: J. Amer. Diet. Ass. **50**, 32 (1967).
986. WHITE, R. A.: J. Sci. Instrum. **44**, 678 (1967).
987. WILDY, P. C.: Can. Spectrosc. **13**, 12, 18 (1968).
988. WILLIS, J. B.: Anal. Chem. **34**, 614 (1962).
989. WILLIS, J. B.: Nature **207**, 715 (1965).
990. WILLIS, J. B.: Appl. Opt. **7**, 1295 (1968).
991. WILLIS, J. B.: Spectrochim. Acta, Part B **23**, 811 (1967).

992. WILLIS, J. B.—FASSEL, V. A.—FIORINO, J. A.: Spectrochim. Acta, Part B **24**, 157 (1969).
993. WILSON, L.: Anal. Chim. Acta **30**, 377 (1957).
994. WILSON, L.: Anal. Chim. Acta **40**, 503 (1968).
995. WINEFORDNER, J. D.: Rec. Chem. Progr. **29**, 25 (1968).
996. WINEFORDNER, J. D.—MANSFIELD, J. M., JR.: Appl. Spectrosc. Rev. **1**, 1 (1967).
997. WINEFORDNER, J. D.—McCARATHY, W. J.—ST. JOHN, P. A.: J. Chem. Educ. **44**, 80 (1967).
998. WINEFORDNER, J. D.—PARSONS, M. L.—MANSFIELD, J. M.—McCARATHY, W. J.: Anal. Chem. **39**, 436 (1967).
999. WINEFORDNER, J. D.—PARSONS, M. L.—MANSFIELD, J. M.—McCARATHY, W. J.: Spectrochim. Acta, Part B **23**, 37 (1967).
1000. WINEFORDNER, J. D.—VICKERS, T. J.: Anal. Chem. **36**, 161 (1964).
1001. WINEFORDNER, J. D.—VICKERS, T. J.: Anal. Chem. **36**, 1939 (1964).
1002. WINEFORDNER, J. D.—VICKERS, T. J.: Anal. Chem. **36**, 1947 (1964).
1003. WOLCOTT, J. F.: U.S. At. Energy Comm. IS-T-223, 40 pp (1968).
1004. WOLFF, J. P.: Ind. Aliment. Agr. (Paris) **83**, 1579 (1966).
1005. WOLFF, J. P.: Chim. Anal. (Paris) **50**, 18 (1968).
1006. WOODRUFF, R.—RAMELOV, G.: Spectrochim. Acta, Part B **23**, 665 (1968).
1007. WOODRUFF, R.—STONE, R. W.: Appl. Opt. **7**, 1337 (1968).
1008. WOODRUFF, R.—STONE, R. W.: Appl. Spectrosc. **22**, 408 (1968).
1009. WOODS, A. E.—CROWDER, R. D.—COATES, J. T.—WITT-RIG, J. J.: At. Absorption Newsletter **7**, 85 (1968).
1010. WOODS, J. S.: Appl. Spectrosc. **22**, 799 (1968).
1011. WORDINGHAM, M. L.: At. Energy Res. Estab. Anal. Method AM-96, 5 (1963).
1012. WRIGHT, E. R.—BERMAN, D. A.: U.S. Clearinghouse Fed. Sci. Tech. Inform., AD-676511, 8 pp (1967).
1013. WU, J. Y. L.—DROLL, H. A.—LOTT, P. F.: At. Absorption Newsletter **7**, 90 (1968).
1014. YAMAUCHI, F.—OTAKA, Y.: Bunseki Kagaku **17**, 1384 (1968).
1015. YAMAMOTO, Y.—KUMAMARU, T.—NAYASHI, Y.: Talanta **14**, 611 (1967).
1016. YAMAMOTO, Y.—KUMAMARU, T.—NAYASHI, Y.—OTANI, Y.: Bunseki Kagaku **17**, 92 (1968).

1017. YAMAMOTO, A.—KUMAMARU, T.—NAYASHI, Y.—OTANI, Y.: *Anal. Lett.* **1**, 955 (1968).
1018. YANAGISAWA, M.—SUZUKI, M.—TAKEUCHI, T.: *Talanta* **14**, 933 (1967).
1019. YANAGISAWA, M.—SUZUKI, M.—TAKEUCHI, T.: *Anal. Chim. Acta* **43**, 500 (1968).
1020. YANAGISAWA, M.—SUZUKI, M.—TAKEUCHI, T.: *Anal. Chim. Acta* **47**, 121 (1969).
1021. YANAGISAWA, M.—TAKEUCHI, T.: *Kogyo Kagaku Zasshi* **70**, 2254 (1967).
1022. YASUDA K.: *Bunseki Kagaku* **17**, 289 (1968).
1023. YAZAMAKI, K.—TSUJI, H.: 8th Symp. on Combustion. Williams and Wilkins Co., Baltimore 1962.
1024. YOKOYAMA, YU.—IKEDA, SH.: *Spectrochim. Acta Part B.* **24**, 117 (1969).
1025. YOSHIMURA, K.—TSUBOTA, E.—OKADA, S.—ISAKA, H.—IGA, S.—NOGUCHI, M.—SHIBATA, T.—IKI, N.—KOCHI, Y.: *Eisei Shikenjo Hokoku* **85**, 14 (1967).
1026. YOSHIZAKI, T.: *Anal. Chem.* **35**, 2177 (1963).
1027. YURASH, B.—DEAL, B. E.: *J. Electrochem. Soc.* **115**, 1191 (1968).
1028. YURCHAKEVICH, YU. R.: *Teploenergetika* **14**, 49 (1967).
1029. ZACHA, K. E.—BRATZEL, M. P., JR.—WINEFORDNER, J. D.: *Anal. Chem.* **40**, 1733 (1968).
1030. ZACHA, K.—WINEFORDNER, J. D.: *Anal. Chem.* **38**, 1537 (1966).
1031. ZAINO, E. C.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 93 (1967).
1032. ZAORSKA, H.: *Zesz. Probl. Postepow Nauk Rolniczych* No. **626**, 157 (1966).
1033. ZAUGG, W. S.—KNOX, R. J.: *Anal. Biochem.* **20**, 282 (1967).
1034. ZEEGERS, P. J. T.—ALKEMADE, C. T. J.: *Coll. Spectr. Int.*, 12th, Exeter, Engl., **1965**, 290.
1035. ZEEMAN, P. B.—BRINK, J. A.: *Analyst* **93**, 388 (1968).
1036. ZEEMAN, P. B.—BUTLER, L. R. P.: *Appl. Spectrosc.* **16**, 120 (1962).
1037. ZELYUKOVA, YU. V.—NIKONOVA, M. P.—POLUEKTOV, N. S.: *Zh. Anal. Khim.* **21**, 1409 (1966).
1038. ZELYUKOVA, YU. V.—POLUEKTOV, N. S., NIKONOVA, M. P.: *Zavod. Lab.* **33**, 436 (1967).
1039. ZELYUKOVA, YU. V.—MESHKOVA, S. B.—POLUEKTOV, N. S.: *Redk. Shchelocknye Elem., Sb. Dokl. Vses. Soveshch.*, 2nd, Novosibirsk **1964**, 387 (1967. Publ.)
1040. ZETTNER, A.: *Amer. J. Clin. Pathol.* **50**, 514 (1968).
1041. ZETTNER, A.—MENSCH, A. H.: *Amer. J. Clin. Pathol.* **48**, 225 (1967).

1042. ZETTNER, A.—MENSCH, A. H.: Amer. J. Clin. Pathol. **49**, 196 (1968).
1043. ZHIGALOVSKAYA, T. N.—MAHKONKO, E. P.—SACHKOVA, E. S.: Tr. Inst. Prikl. Geofiz. **8**, 119 (1967).
1044. ZIJLSTRA, W. G.—ASSEDELFT, O. W., VAN—KAMPEN, E. J. VAN—HOECK, W.: Amer. J. Clin. Pathol. **50**, 513 (1968).
1045. ZOLOTAVIN, V. L.—BUKREEV, YU. F.—TOLSTOV, L. K.: Zh. Prikl. Spektrosk. **9**, 18 (1968).
1046. ZWEIBAUM, F.—MOORHEAD, J.: At. Absorption Newsletter **6**, 134 (1967).
1047. ZYTKIEWICZ, A.: Pol. Tygod. Lek. **22**, 1520 (1967).
1048. ARMENTRAUT, D. N.: Anal. Chem. **38**, 1235 (1966).
1049. CAPACKO-DELGADO, L.—MANNING, D. C.: Spectrochim. Acta **22**, 1505 (1966).
1050. CHAKRABARTI, C. L.—ROBINSON, J. W.—WEST, P. W.: Anal. Chim. Acta **34**, 269 (1966).
1051. DAGNALL, R. M.—WEST, T. S.—YOUNG, P.: Talanta **13**, 803 (1966).
1052. ELLIS, D. W.—DEMERS, D. R.: Anal. Chem. **38**, 1943, (1966).
1053. KHALIFA, H.—SVEHLA, GY.—ERDEY, L.: Talanta **12**, 703 (1965).
1054. MANNING, D. C.: At. Absorption Newsletter **5**, 63 (1966).
1055. MANSFIELD, J. M.—WINEFORDNER, J. D.—VEILLON, C.: Anal. Chem. **37**, 1049 (1965).
1056. MULFORD, C. E.: At. Absorption Newsletter **5**, 26 (1966).
1057. MULFORD, C. E.: At. Absorption Newsletter **5**, 88 (1966).
1058. OVCHAR, L. A.—VITKUN, R. A.—POLUEKTOV, N. S.: Zh. Anal. Khim. **20**, 554 (1965).
1059. PRUDNIKOV, E. D.: Zh. Anal. Khim. **20**, 1248 (1965).
1060. PRUDNIKOV, E. D.: Zh. Anal. Khim. **21**, 1015 (1966).
1061. SACHDEV, S. L.—ROBINSON, J. W.—WEST, P. W.: Anal. Chim. Acta **37**, 12 (1967).
1062. STAMM, D.—HERRMANN, R.: Z. Clin. Chem. **3**, 193 (1965).
1063. LA FLAMME, Y.: At. Absorption Newsletter **7**, 101 (1968).
1064. MANNING, D. C.: At. Absorption Newsletter **6**, 75 (1967).
1065. BUTLER, L. R. P.: Spectrosc. Lett. **1**, 317 (1968).

Függelék (könyvek, összefoglalók)

1066. ALKEMADE, C. T. J.: Appl. Opt. **7**, 1261 (1968).
1067. ANGINO, E. E.—BILLINGS, G. K.: Atomic Absorption Spectrometry in Geology. 144 p, Elsevier, New York 1967.

1068. BAUDIN, M. G.—NORMAND, J.: *Method. Phys. Anal.* **1966**, 186.
1069. BEAMISH, F. E.—LEWIS, C. L.—LOON, J. C., VAN: *Talanta* **16**, 1 (1969).
1070. BUTLER, L. R. P.: *S. Afr. Chem. Process.* **3**, CP83—CP88 (1968).
1071. CLECHET, P.: *Chim. Mod.* **11**, 207, 219, 285 (1966).
1072. COX, H. L. M.: *Pharm. Weekbl.* **102**, 483 (1967).
1073. DEAN, J. A.: *Develop. Appl. Spectry* **4**, 443 (1963).
1074. DEAN, J. A.: *Develop. Appl. Spectrosc.* **5**, 317 (1965).
1075. DEAN, J. A.: *Flame Photometry*. McGraw Hill, London 1960.
1076. DEMERS, D. R.: *Appl. Spectrosc.* **22**, 797 (1968).
1077. ELLIS, D. W.—DEMERS, D. R.: *Advan. Chem. Ser.* **73**, 326 (1968).
1078. ELWELL, W. T.—GIDLEY, J. H. F.: *Atomic-Absorption Spectrophotometry*. Pergamon Press, Oxford 1961, 1966.
1079. ERDEY, L.: *Zh. Anal. Khim.* **24**, 48 (1969).
1080. FABRY, J.: *Ann. Gembloux* **74**, 53 (1968).
1081. FRISTRAM, R. M.—WESTENBERG, A. A.: *Flame Structure*. McGraw Hill, New York 1965.
1082. GALAN, L. DE: *Chem. Weekbl.* **64**, 11 (1968).
1083. GILBERT, P. T.: *Anal. Chem.* **34**, 210R—220R (1962).
1084. GILBERT, P. T., JR.: *Proc. Natl. Anal. Instr. Symp.*, 10th, San Francisco 1964, 193.
1085. GOODFELLOW, G. I.: U.K. At. Energy Auth., At. Weapons Res. Estab., Rep. No. AWRE O-87/66. 19 pp (1967).
1086. HERRMAN, R.: *Fortschr. Chem. Forsch.* **5**, 515 (1966).
1087. HERRMANN, R.—ALKEMADE, C. T. J.: *Flammenphotometrie*. Springer Verlag, Berlin 1960.
1088. KAHN, H. L.: *Instrum. News* **17**, 1, 9 (1967).
1089. KAHN, H. L.: *Advan. Chem. Ser.* **73**, 183 (1968).
1090. KAHN, H. L.—MULFORD, C. E.—SLAVIN, W.: *Amer. Chem. Soc., Div. Water Waste Chem., Preprints* **7**, 103 (1967).
1091. KIRKBRIGHT, G. F.: *Lab. Pract.* **17**, 906 (1968).
1092. KOIRTYOHANN, S. R.: *At. Absorption Newsletter* **6**, 77 (1967).
1093. LANG, W.: *Z. anal. Chem.* **217**, 161 (1966).
1094. LEWIS, L. L.: *Anal. Chem.* **40**, (12), 28A (1968).
1095. LVOV, B. V.: *Atomno Absorptsionnyi Analiz*. 392 pp. Izd. Nauka, Moscow 1966.
1096. MARGOSHES, M.—SCRIBNER, B. F.: *Anal. Chem.* **40**, 223 (1968).
1097. MASSMAN, H.: *Chimica* **21**, 217 (1967).

1098. MAVRODINEANU, R.: *Encycl. Ind. Chem. Anal.* **2**, 11 (1966).
1099. MAVRODINEANU, R.—BOITEUX, H.: *Flame Spectroscopy*. Wiley and Sons Co., New York, London 1965.
1100. ORREN, M. J.: *S. Afr. Chem. Process* **3**, CP35, CP40 (1968).
1101. PERRAULT, G.: *Can. Spectry* **11**, 19 (1966).
1102. PICCOLO, B.—O'CONNOR, R. T.: *J. Amer. Oil Chem. Soc.* **45**, 789 (1968).
1103. POLUEKTOV, N. S.—ZELYUKOVA, YU. V.: *Zavodsk. Lab.* **30**, 33 (1964).
1104. POLUEKTOV, N. S.: *Techniques in Flame Photometric Analysis*. Consultants Bureau, New York 1961.
1105. PRUGGER, H.: *Glas. Instr. Tech.* **10**, 610 (1966).
1106. PUNGOR, E.: *Hung. Sci. Instr.* **1966**, No. 8.1—9.
1107. PUNGOR, E.: *Kém. Oszt. Közlem.* **25**, 59 (1966).
1108. PUNGOR, E.: *A lángfotometria elméleti alapjai*. Akadémiai Kiadó, Budapest 1962.
PUNGOR, E.: *Flame Photometry Theory*. Van Nostrand Ltd. London 1967.
1109. RAMIREZ-MUNOZ, J.: *Inform. Quim. Anal. (Madrid)* **19**, 198 (1965).
1110. RAMIREZ-MUNOZ, J.: *Ion (Bucaramanga, Colombia)* **2**, 15 (1966).
1111. RAMIREZ-MUNOZ, J.: *Atomic Absorption Spectroscopy and Analysis by Atomic-Absorption Flame Photometry*, 493 pp. Elsevier, New York 1968.
1112. ROBINSON, J. W.: *Develop. Appl. Spectrosc.* **5**, 255 (1965).
1113. ROBINSON, J. W.: *Develop. Appl. Spectry* **4**, 455 (1965).
1114. ROBINSON, J. W.: *At. Absorption Spectroscopy*. M. Dekker Inc., New York 1966.
1115. ROONEY, R. C.: *Glas-Instrum. Tech.* **11**, 155 (1967).
1116. ROUSSELET, F.: *Spectrophotometrie par Absorption Atomique, Appliquée à la Biologie*. 164 pp. C.D.U.-S.E.D.E.S., Paris 1967.
1117. RUBESKA, I.: *Chem. Listy* **61**, 865 (1967).
1118. SLAVIN, W.: *Proc. Natl. Anal. Instr. Symp.*, 10th., San Francisco 1964, 235.
1119. SLAVIN, W.: *At. Absorption Newsletter* **4**, 193—211 (1965).
1120. SLAVIN, W.: *Atomic Absorption Spectroscopy*. 307 pp. Interscience, New York 1968.
1121. TAKEUCHI, T.—SUZUKI, M.: *Kagaku No Ryoiki* **18**, 38 (1964).
1122. TAMURA, S.: *Taisha*, 939 (1966).
1123. WEBER, K.: *Kem. Ind. (Zagreb)* **14**, 733 (1965).
1124. WEBERLING, R. P.—COSGROVE, J. F.: *Trace Anal.* **1965**, 245.

1125. WEST, T. S.: *Endeavour* **26**, 44 (1967).
1126. WILLIS, J. B.: *Rev. Pure Appl. Chem.* **17**, 111 (1967).
1127. WINEFORDNER, J. D.—MANSFIELD, J. M.: *Fluorescence* **1967**, 565.
1128. WOUDSMA, J.: *J. Chem. Tech. (Amsterdam)* **23**, 349 (1968).
1129. ZOLOTOV, YU. A.—KOZMIN, N. M.: *Zh. Anal. Khim.* **22**, 773 (1967).
1130. SKOGERBOE, R. K.—HEYBEY, A. T.—MORRISON, G. H.: *Anal. Chem.* **38**, 1821 (1966).

A kiadásért felelős az Akadémiai Kiadó igazgatója
Felelős szerkesztő: Benkő Jenő — Műszaki szerkesztő: Csákvári András
A kézirat nyomdába érkezett 1970. — Példányszám: 1600. Terjedelem: 7,75 (A/5) ív
70.69644 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

A KÉMIA ÚJABB EREDMÉNYEI

3. kötet

A könyvsorozat 3. kötete a szerves kémiának két, napjainkban rohamosan fejlődő területével foglalkozik.

Medzihradzky Kálmán A., természetes peptidek szintézisének legújabb eredményei" című munkájában olyan — a peptidkémia és a molekuláris biológia, sőt perspektívikusan a kémiai ipar fejlődése szempontjából is — fontos eredményekről számol be, amelyekhez a Bruckner Győző akadémikus vezetésével folyó hazai kutatások jelentősen járultak hozzá. A beszámoló a peptidkémiai szintézis módszertani problémáinak tárgyalása mellett bemutatja, hogy milyen vegyületeket sikerült szintézissel előállítani, és hogy e munka mennyiben segítette elő az élő szervezetben lejátszódó folyamatok lényegének és mechanizmusának megismerését.

Markó László és Speier Gábor „Nitrogénfixálás szintetikus rendszerekben enyhe reakciókörülmények között" című munkájában azokat az alapkutatás jellegű ismereteket foglalja össze, melyek nem-biológiai rendszerek és a nitrogén közötti, atmoszferikus nyomáson és szobahőmérsékleten lezajló reakciókkal kapcsolatosak, s amelyeknek perspektívikusan nagy gyakorlati jelentőségük lehet.



AKADÉMIAI KIADÓ, BUDAPEST

Ára: 23,— Ft