

ANALITIKAI KÖZLEMÉNYEK

V. évfolyam 3. szám

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE ANALITIKAI SZAKOSZTÁLYÁNAK IDŐSZAKOS FOLYÓIRATA
MEGJELENIK HÁROMHAVONKÉNT, MINT A MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJÁNAK MELLÉKLETE

Szerkeszti dr. MÁZOR LÁSZLÓ egyet. docens, a kémiai tudományok kandidátusa

Ioncserélők alkalmazásának új lehetőségei a kémiai elemzésben

INCZÉDY JÁNOS*

Az ioncserélők alkalmazása mind laboratóriumi, mind pedig technológiai vonatkozásban új utakat teremtett a kémikusok számára. Bevezetésképpen három igen fontos eredményre szeretnék rámutatni, mely az ioncserélők alkalmazásával vált megoldhatóvá: 1. a ritka földfémek laboratóriumi és technológiai szétválasztása, 2. a prométium izolálása és végül 3. az uránon túli, mesterseges elemek szétválasztása.

A gyakorlati analitikus számára majd minden területen, a hétköznapi munkában is segítséget jelent az ioncserélők alkalmazása. Ioncserélőkkel a periódusos rendszer majdnem valamennyi eleme elválasztható egymástól az esetben, ha az elválasztandó elemekből, vagy azok egyikéből ionos vegyületet tudunk létrehozni.

Jelen beszámolóban, csak az analitikai alkalmazások jelenleg kibontakozásban levő új irányaira és az ezekkel kapcsolatos lehetőségekre kívánnék rámutatni. A beszámoló első részében a közönséges kation- és anioncserélő gyanták alkalmazásának módszereit kívánom ismertetni, majd az egyéb ioncserélő készítményekről, redox gyantákról, az ezekkel elért eredményekről és a velük kapcsolatos módszerekről kívánnék rövid áttekintést adni.

Kation-, anioncserélő gyanták alkalmazásának újabb módszerei

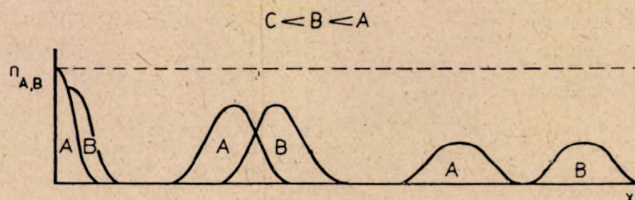
Kromatográfia

A ma már általánosan ismert összes sómeghatározás, anion-kation elválasztás, zavaró ionok elválasztása stb. mellett a legnagyobb fejlődés az ioncserélős kromatográfia területén tapasztalható. A jelenség teljesen érthető, hiszen éppen a hasonló tulajdonságú ionok elválasztása jelenti azt a problémát, melyet klasszikus módszerekkel, vagy egyáltalában nem, vagy csak nagyon nehezen tudott megoldani az analitikus kémikus.

Az amerikai K. A. Kraus, G. E. Moore és F. Nelson (1, 2), illetve Németországban D. Jentsch és munkatársai (3,4) igen elegáns módszert dolgoztak ki fémionok elválasztására. A módszer elve az, hogy sósavas oldatban a fémionok különböző mértékben hajlamosak klorokomplex képzésre. Megfelelő sósavkoncentráció megválasztásával sikerül

elérni azt, hogy egyik ion komplex anionként az anioncserélő gyantaoszlopon megkötődik, míg a másik, kationként az oszlopon átmesható. A sósavkoncentráció változtatásával szelektív eluálás, vagy az esetben, ha a klorokomplexek stabilitása közel azonos, kromatográfias elválasztás érhető el. Például: 2 n sósavas oldatból cink-ionok anioncserélő gyantán jól megköthetők, míg vas-, alumínium-ionok az effluensbe kerülnek. 9 n sósavas oldatból viszont a vas(III)ionok is mennyiségileg megköthetők és a komplexet nem képző alumíniumionoktól elválaszthatók.

A kromatográfias módszereknek két fő formája alakult ki. Egyik a *megosztásos kromatográfia*, melynek gyakran alkalmazott változata az ún. „fokozatos kioldás” módszere. Másik, az analitikusok számára kevésbé jelentős *kiszorításos kromatográfia*. Megosztásos kromatográfias elválasztás esetében a szétválasztandó ionokat tartalmazó oldatot előzetesen gyengén abszorbeáló ionokkal telített ioncserélő oszlopra töltjük fel. Az oszlop legfelső részén az ionok megkötődnek. Ezután egy újabb elektrolit oldatával az oszlopot átmosni kezdjük. Ha pl. kationok elválasztásáról van szó, az újabb elektrolit, kevésbé abszorbeáló kationt tartalmazó egyszerű sav vagy sóoldat, vagy pedig komplexképző anyag, mely az elválasztandó ionokkal eltérő stabilitású komplexet képez. Az eluáló oldat hatására a gyantán megkötött ionok, a gyanta-, illetve oldatfázis közötti megosztásainak arányában elmozdulnak, szorpciós sávokra bomlanak szét és végül, megfelelő méretű oszlop megválasztása esetén, az effluensben egymás után, külön-külön megjelennek (5, 6). Az 1. ábrán bemutatjuk A és B ionok elválasztása esetén a koncentrációeloszlások alakulását a gyantafázisban, a gyantaoszlop hosszának (x) függvényében. Az ordinátán szereplő n az egyes ionok moltörtje a gyantafázisban. (Az ion aktuális „koncentrációja” osztva az összkapaci-



1. ábra

* Budapesti Műszaki Egyetem Általános Kémiai Tanszék.

tással.) Ha az eluáló elektrolit hasonló ionját C-vel jelöljük, az affinitások sorrendje a következő lesz: $C < B < A$. (Pl. az elválasztás elvét nátrium és kálium ionok esetére alkalmazva: $H^+ < Na^+, < K^+$) Az elválasztás eredményessége két tényezőtől függ. Egyik az ún. elválasztási tényező: α , mely egyenlő az elválasztandó két ion gyanta-, illetve oldatfázis közötti megoszlási hányadosainak arányával. Az elválasztás akkor lehetséges, ha α értéke 1-től eltérő. Az eluáló oldat koncentrációjával és pH-jával az α értéke befolyásolható. Több ion elválasztása esetén az eluáló oldat összetétele (koncentrációja, pH-ja) fokozatosan, esetleg folyamatosan változtatható. Ez esetben „fokozatos kioldás” (7, 8) módszeréről beszélünk. A másik tényező, mellyel az elválasztás hatékonysága befolyásolható, a rektifikáló-oszloptechnikában ismert „elméleti tányérszámnak” megfelelő gyantaoszlop magasság értéke: h . Ennek számszerű értéke a gyanta minőségétől, a szemcsemérettől, az átfolyási sebességtől függ. Jó elválasztást rendkívül lassú csepegési idővel és rendkívül finom gyantaszemcsékkel érhetünk el. Az α és h értékek ismeretében a teljes elválasztáshoz szükséges gyantaoszlop mérete kiszámítható. Az oszlop hossza egyes esetekben meghaladja az 1 métert. Fokozatos kioldás módszerével az alkáli- (9), földalkali- (10), ritka földfém- (11), halogén-ionok (12), különböző foszforsavak (13), aminosavak (14, 15) kromatográfiás szétválasztása végezhető el. A módszer analitikai jelentősége nagy, bár az eljárás egyes esetekben igen hosszadalmas. A szétválasztandó ionok mennyisége a teljes gyantakapacitáshoz viszonyítva kicsi: annak kevesebb mint 5%-a.

Az ioncserélős kromatográfia másik módszere az ún. *kiszorításos* eljárás. Ennek a módszernek főleg a preparatív munkában van jelentősége, bár egyes esetekben analitikai célokra is használható (16). A kiszorításos kromatográfia alkalmazása esetén az elválasztandó ionok a gyantakapacitás 50%-át is elfoglalhatják és leválasztás után az egyes ionok jóval nagyobb koncentrációjú oldatban nyerhetők. A módszer elve a következő: A gyantaoszlopot a szétválasztandó ionoknál gyengébben abszorbeálódó D-ionokkal telítjük. Ezután töltjük fel az A és B, szétválasztandó ionokat tartalmazó oldatot, majd mindhárom ionnál erősebben megkötődő C ionokat tartalmazó oldattal a kromatografálást megkezdjük. Az utóbbi elektrolit hatására a kötéserősség sorrendjében a gyantaoszlopban szorpciós sávok alakulnak ki, melyek állandó sebességgel mozognak tovább, majd az effluensben egymás után megjelennek. A gyantaoszlopon belül a koncentrációeloszlások

képét a 2. ábra szemlélteti. A szóbanforgó négy ion kötéserősségének sorrendje: $C > A > B > D$. Például nátrium- és kálium-ionok elválasztása esetén: $Ca^{++} > K^+ > Na^+ > H^+$. Mint az ábrából látható, vannak bizonyos zónák a gyantaoszlopban (x_T), illetve ennek megfelelően egyes frakciók az effluensben, hol a két anyag keverve van jelen. Az ábrából értelmezhető $\frac{x_A}{x_T}$ hányados, mely az A ionnak B iontól történő elválasztásának szelektivitására ad felvilágosítást, ez esetben is a már előzőekben említett α és h értékek függvénye. A módszer alkalmas ritkaföldfémek technikai előállítására (17).

Ion-kizárás

Míg szerves ionok esetében főleg a fokozatos kioldás vagy a kiszorításos kromatográfia vezet eredményhez, szerves anyagok elválasztására alkalmazható az *ion-kizárás* módszere. Ha nátrium ionokkal telített kationcserélő gyantaoszlopra nátriumkloriddal szennyezett glicerintöltetet öntünk fel, a Donnan-egyensúlynak megfelelően, a gyanta szemcsék közvetlen környezetében a nátriumkloridkoncentráció kisebb, míg távolabb nagyobb lesz. Ha a nátriumkloriddal szennyezett glicerint tiszta vízzel mossuk át az oszlopon, a tiszta glicerint a gyantaszemcsék felületén foglal helyet, míg a szennyező nátriumklorid előre siet: a glicerint és elektrolit egymástól elválasztható. Ezen elv alapján a módszer alkalmas elektrolitok nem elektrolitoktól, vagy erősebb savaknak gyenge savaktól történő elválasztására, illetve különböző erősségű szerves savak kromatográfiás szétválasztására (18, 19).

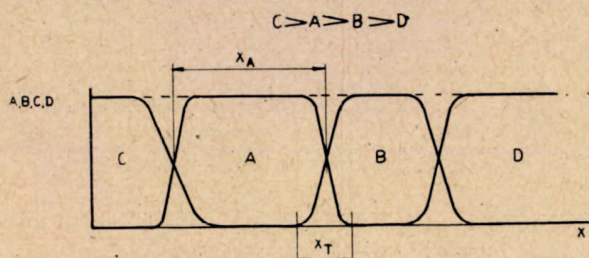
Átalakított ioncserélők alkalmazásai

Az ioncserélők felhasználásának következő, egyik igen eredményes területe az, melynél az ioncserélő oszlopon *előzetesen megkötött ionok* reagálnak az oszlopon átengedett oldat ionjaival. A módszer sok esetben szelektív elválasztásra alkalmas. Hidroxil-ionokkal töltött anioncserélőn cézium-, stroncium-ionok nem, de cirkonium-, niobium-ionok megkötődnek. Ha a gyantaoszlopot előzetesen oxalát-ionokkal telítjük, a stroncium elválasztható céziumtól (20). Klorid-ionokkal telített gyantaoszlop ezüst-ionok megkötésére alkalmas (21). O. Samuelson etilendiamintetraacetát-ionokat kötött meg anioncserélő gyantán és kationok szelektív elválasztását végezte el (22).

Ioncserélő gyanták a *minőségi csepp-elemzésben* is jól felhasználhatók. Előzetesen α , α -dipiridillel kezelt kationcserélő gyantaszemcsékkel, mikroszkóp alatt, 0,0025 γ vas mutatható ki (23). Hasonló módszerrel germánium (24), kobalt (25) rendkívül érzékeny kimutatása végezhető el.

Legújabbán szintelen ioncserélő-gyantán adszorbeált savbázis *indikátorokat* (timolkék, bromkrezolvörös, fenolftalein) ajánlanak egyes kutatók, sav-bázis titrálás végpontjelzésére (26).

Közönséges kation és anioncserélő gyantaoszlopok segítségével *redox reakciók* is végrehajthatók, ha előzetesen a gyantát redukcióra vagy



2. ábra

oxidációra képes, erősen megkötődő ionokkal töltjük meg (27, 28). A módszernek előnye, hogy az oxidálandó, vagy redukálandó anyag felöntés után az oszlopon át távozik és így mind az oxidáló, mind a redukáló anyag egymástól azonnal elválasztható, egyik a másikat nem szennyezi. Újabban a vas(III)ionok és vanadát ionok redukciónak elvégzését szolgálják. Kationcserélőn megkötött vas(III)ionok redukciónak elvégzésére aszkorbinsavoldatot alkalmaztunk. Redukció után a vas(III)ionokat híg kénsavval leoldottuk, majd káliumpermanganát mérőoldattal megitráltuk. A módszernek nemcsak az az előnye, hogy a vas-ionokat a kísérő és a meghatározást zavaró anionoktól (klorid-, foszfát-, szerves ionok) tudjuk elválasztani, hanem az is, hogy a vas(II)ionok leoldása sokkal gyorsabban elvégezhető, mint a nem redukált vas(III)ionoké. Anioncserélő gyantaoszlopon $2n$ sósavas oldatból az ón(II)ionok klorokomplex alakjában jól megköthetők. Az ón(II)ionokat tartalmazó oszlop vas(III)-, vanadát ionok, egyes szerves anyagok redukciónak elvégzésére redukorként alkalmazható (28).

Újabb ioncserélő készítmények és alkalmazásuk

Specifikus gyantakészítmények

Hasonló töltésű ionok kromatográfiás elválasztásában a gyanta aktív csoportjainak általában nincs nagy szerepe. Legtöbbször nem az ionok gyantával szemben mutatkozó affinitáskülönbsége, hanem a komplexképző eluáló szerrel alkotott komplexek stabilitásainak különbözősége az irányadó. Az első specifikus csoportokkal rendelkező gyantát *A. Skogseid* (29) norvég kutató készítette. A gyanta dipikrilamin hatócsoportjai kálium ionokra specifikusak. Azóta ismeretesek antranilsav- (30), aminosav- (31), 8-oxikinolin- (32), hidroxámsav- (33) aktív csoportokat tartalmazó gyantakészítmények is. A 8-oxikinolin csoportokat viselő gyanta réz-, nikkel-, kobalt-, a hidroxámsav vas(III)ionokra specifikus. Újabban *E. Blasius* és *G. Olbrich* (34) m-fenilendiamintetraacetatsavból készítettek *khelát-gyantát*, melynek segítségével alkáli-, földalkáli- és nehézfémionokat választanak el. A gyantán megkötött kationok közül az egyes csoportok különböző koncentrációjú sósavval szelektíve eluálhatók. A khelát-gyanták hátránya, hogy működésük lassú, hasonlóan a gyengén savas vagy bázikus gyanták működéséhez. Sok esetben az erősebben savanyú kémhatású csoportokkal is sikerül szelektív elválasztást elérni. Fenolos hidroxilokat tartalmazó gyanta réz(II)ionok (35), metilenszulfonsav csoportokkal rendelkező gyanta pedig cézium ionok (36) szelektív összegyűjtésére alkalmas.

Ioncserélő papírok

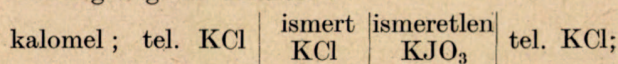
Kismennyiségű anyagok vizsgálatára, vagy gyors minőségi vizsgálatok céljára az ioncserélő kromatográfia ioncserélő papíron, papírkromatográfia módszerével is elvégezhető. Ioncserélő

papírok egyszerűen gyantaszuszpenzióval vagy oldószeres gyantaoldattal impregnált papírpépből készíthetők (37). Az ioncserélő gyanták aktív csoportjaihoz hasonló szulfosav, vagy amin-bázis csoportokkal rendelkező cellulózból is készítenek ioncserélő papírokat (38). Ioncserélő papíron szelén és tellur választható el egymástól, híg sósavas futtatással (39). Az elválasztás azon alapszik, hogy gyengén savanyú oldatban a szelén kevésbé kation-jellegű mint a tellur. A kromatogram előhívása sósavas ón(II)klorid oldat permetezésével történik. Ioncserélő-papír segítségével egyes aminosavak gyors elválasztása is elvégezhető (40). Egyes kromatogramok esetében mennyiségi kiértékelés is lehetséges a papírkromatográfiában ismert módszerekhez hasonlóan (41).

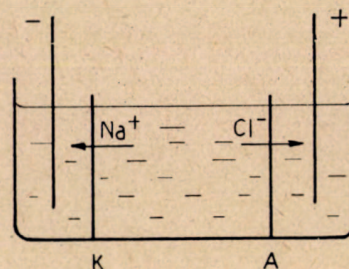
Ioncserélő hártályak.

Bár a biológiában régen ismert jelenség a sejtfalon át lejátszódó szelektív ioncsere, technikai célokra ioncserélő hártályakat csak nem régen állítanak elő. A kationcserélő hártályak kationok, az anioncserélő hártályak anionok számára szelektíve átjárhatóak. Jelentőségük főleg elektrokémiai alkalmazásukban van. Eleinte kollódiumba ágyazott ioncserélő-anyagokkal kísérleteztek, ma már azonban készen kaphatók ioncserélő-fóliák, melyeknek mechanikai tulajdonságaik jók, igen szelektívek és elektromos ellenállásuk csekély. Ilyen készítmények a Permaplex, Nalfilm stb. nevű anyagok.

Ioncserélő hártályak alkalmasak ionaktivitás mérésére (42). Ennek különösen akkor van jelentősége, ha olyan ionok aktivitásának méréséről van szó, melyekkel reverzibilis elektród nem valószínűsíthető meg, pl. acetát, nitrát, fluorid stb. ionok, vagy, ha megfelelő elektród vizes oldatban elő nem állítható, pl. alkali-, földalkáli-ionok esetében. A hártályval körülvett elektród működése egyébként az üvegelektrod működéséhez hasonló. Ismeretlen káliumjodát oldatban a kálium-ionok aktivitása az alábbi összeállítású koncentrációs elem segítségével mérhető:



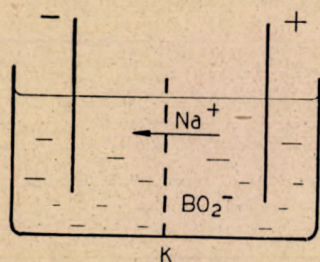
Az ismert és ismeretlen káliumaktivitású oldat között foglal helyet a kationcserélő hártály. A két oldatba bemező telített kalomel elektród között mért EME ismeretében, a Nernst-egyenlet alapján az ismeretlen ionaktivitás kiszámítható. A mérés elvégezhető úgy is, hogy a kisebb káliumaktivitású oldatot ismert káliumklorid oldattal titráljuk 0 potenciáljig.



3. ábra

Ioncserelő hárták oldatok sómentesítésére is alkalmasak. Analitikai laboratóriumban a fehérje-hidrolizátum sómentesítésének van jelentősége (43). A kation- és anioncserelő hárták (K és A) közé helyezett fehérjehidrolizátumból a nátriumklorid elektrodializissal történő eltávolítása előnyösebb mint az ioncserelő oszlopon történő sómentesítés. A módszerrel ugyanis nagymennyiségű só távolítható el az oldat felhígulása és nagyobb pH változás nélkül (3. ábra).

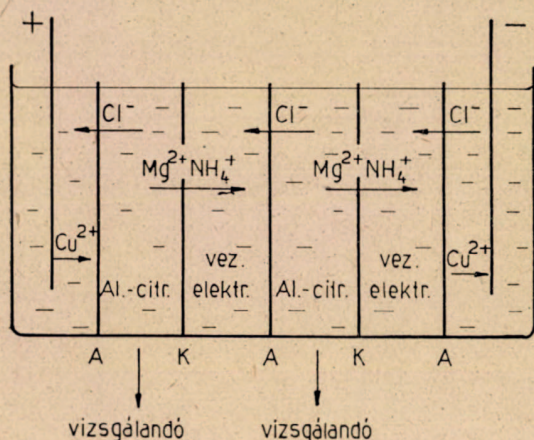
Az ioncserelő hárták közvetlen analitikai elválasztások elvégzésére is alkalmazhatók. Nátriumhidroxid oldatból bór nyomok elválasztása a 4. ábrán vázolt készülékkel végezhető el. Az



4. ábra

anódtérbe öntjük a borát-ionokat tartalmazó nátriumhidroxid oldatot, míg a katódtérbe vezető elektrolitként híg nátriumhidroxid oldatot töltünk. Elektromos áram hatására a nátrium-ionok a kationcserelő hártán (K) át a katódtérbe vándorolnak, míg a borát ionok az anódtérben maradnak. Az elektrolízist addig folytatjuk, míg a nátriumhidroxid koncentráció 0,007 n-ra nem esik. A módszer fémnátrium bór tartalmának meghatározására, vagy borát-ion mentes nátriumhidroxid előállítására alkalmas (44).

E. Blasius, G. Lange (45) cellasorozatokat készítettek kationcserelő hártákkal. Elektrodokként fém rezet alkalmaztak, melyek réz ionokat tartalmazó oldatba merültek. Ezzel elkerülték a katódtér ellúgosodását, az anódtér elsavanyodását és a gázképződést. Készülékük analitikai elválasztások elvégzésére alkalmas. Az 5. ábrán látható készülék segítségével alumínium- és magnézium-ionok elválasztását végezték el. 7,5 pH-jú, ammo-



5. ábra

niumcitrátot is tartalmazó oldatból. A vizsgálandó oldatból a magnézium-, ammonium-ionok a kationcserelő-, a klorid-ionok az anioncserelő hártákon át dializálhatók, míg az alumíniumcitrát-komplex a cellában marad. A készülékkel egy időben két párhuzamos elválasztás végezhető el. Elválasztás után a cellák alul csappal üríthetők és az elválasztott ionok a szokásos módszerek szerint meghatározhatók. A készülék preparatív célokra is alkalmas. Segítségével a rosszul oldódó talliumkloridból és káliumnitrátból talliumnitrát állítható elő.

Redoxgyanta készítmények

A kutatók kb. 10 év óta foglalkoznak azzal, hogy az ioncserélők működéséhez hasonló, de nem ioncserélő, hanem redukcióra és oxidációra képes, reverzibilis redox-csoportokkal rendelkező nagy-molekulás "redoxgyanta"-készítményeket állítsanak elő. Redoxgyantákkal, az ismert oszlop-technika alkalmazásával, egyes vegyületek oxidációja vagy redukciója végezhető el. A redoxgyantaoszlop redukáló vagy oxidáló anyag oldatának felöntésével regenerálható. Az első készítmények vinil-hidrokinon polimerizálásával készültek (46). Ezeknek hatócsoportja a kinon-hidrokinon redoxrendszer. A gyantával víz oldott oxigéntartalma vagy szabad halogéntartalma távolítható el folyamatosan (47). Később erőteljesebben redukáló polithiosztírol-alapú gyantát is készítettek, mely alkalmas volt egyes laboratóriumi feladatok megoldására (48). Legújabbán B. Sansoni (49) metilénkéék aktív csoportokkal rendelkező, erősen redukáló tulajdonságú gyantát állított elő. A gyanta nátriumdithionit oldattal redukált formává alakítható. Vas(III)-ionokat vas(II)-vé redukál. A gyantaoszlop kezelése azonban kényes, mert a redukált leukometilénkéék a levegő oxigénjére igen érzékeny. — Jó redoxgyanta előállítására nem egyszerű feladat. A szerves műgyanta-vázba beépítendő reverzibilis, megfelelő redoxpotenciálú redoxrendszer megválasztásán kívül még egyéb mechanikai és kinetikai szempontok is szerepet játszanak. Éppen ezért, analitikai mérésekhez jól alkalmazható, redoxgyantaoszlopon végzett teljes értékű redukcióról vagy oxidációról nem igen tudunk.

Összefoglalva ismertetőnként, megállapíthatjuk, hogy bár az ioncserélők alkalmazása fejlődésének kezdeti szakaszán áll, már is igen sok, a gyakorló analitikus számára hasznosítható módszert nyújt. Míg az új ioncserelő és redoxkészítmények teljesen új utakat jelentenek az analitikusok számára, a közönséges kation- és anioncserelő gyanták alkalmazásának területe is rendkívül termékenyen és bőségesen kiaknázhatónak látszik.

IRODALOM

- (1) K. A. Kraus, G. E. Moore: J. Am. Chem. Soc. 75. 1460. (1953).
- (2) K. A. Kraus, F. Nelson: Proc. International Conf. Peaceful Uses At. Energy, Paper 837, 7. 113. (1956).
- (3) D. Jentzsch: Z. anal. Chem. 148. 321, 325 (1955); 150. 241. (1956); 152. 134. (1956).

- (4) *D. Jentsch, I. Pawlik*: Z. anal. Chem. 146. 88. (1954); 147. 21. (1955).
- (5) *Inczédy J.*: Magy. Kém. Lapja 13. 293. (1958).
- (6) *B. Tremillon*: Bull. Soc. Chim. Fr. 1958. 502, 508.
- (7) *E. C. Freiling*: J. Phys. Chem. 61. 543. (1957).
- (8) *K. A. Piez*: Anal. Chem. 28. 1451. (1956).
- (9) *D. Jentsch, I. Frotsher*: Z. anal. Chem. 144, 1. (1955).
- (10) *M. Lerner, W. Riemann III.*: Anal. Chem. 26. 610. (1954).
- (11) *W. E. Nervik*: J. Phys. Chem. 59. 690. (1955).
- (12) *H. Schwab, W. Riemann III, P. A. Vaughan*: Anal. Chem. 29, 1357. (1957). —
- (13) *J. A. Grande, J. Beukenkamp*: Anal. Chem. 28. 1497. (1956).
- (14) *P. B. Hamilton*: Anal. Chem. 30. 914. (1958).
- (15) *Richter J.*: Magy. Kém. Lapja 11. 266. (1956).
- (16) *J. Coursier, J. Hure*: Anal. Chim. Acta 18. 272. (1958).
- (17) *J. Massone*: Chem. Technik 10. 591 (1958).
- (18) *D. Reichenberg, W. F. Wall*: J. Chem. Soc. 1956. 3364.
- (19) *D. Reichenberg*: Chem. Ind. 1956. 958.
- (20) *J. L. Woodhead, A. J. Fudge, E. N. Jenkins*: Analyst 81. 570. (1956).
- (21) *R. A. Heacock, C. Nerenberg*: Can. J. Chem. 36. 853. (1958).
- (22) *O. Samuelson, E. Sjöstrom*: Anal. Chem. 26. 1908. (1954).
- (23) *M. Fujimoto*: Bull. Chem. Soc. Japan 30. 283. (1957); Z. anal. Chem. 160. 48. (1958).
- (24) *H. Kakihana*: Mikrochim. Acta 1956. 682.
- (25) *M. Fujimoto*: Bull. chem. Soc. Japan 30. 278. (1957); Z. anal. Chem. 160. 49. (1958).
- (26) *W. E. Miller*: Anal. Chem. 30. 1462. (1958).
- (27) *B. Sansoni*: Angew. Chemie 66. 143. (1954).
- (28) *Inczédy J.*: Műszaki doktori értekezés. Budapest, 1959.
- (29) *Skogseid*: Noen Derivater av Polystyrol. Aas Wahls, Oslo 1948.
- (30) *E. Jenckel, von H. Lillin*: Kolloidzeitschr. 146. 159. (1956).
- (31) *D. K. Hale*: Research 9. 104. (1956).
- (32) *J. R. Parrish*: Chem. and Ind. 1956. 137.
- (33) *J. P. Cornaz, H. Deüel*: Experientia 10. 137. (1954).
- (34) *E. Blasius, G. Olbrich*: Z. anal. Chem. 151. 81. (1956).
- (35) *Gerstner*: Z. Elektrochemie 57. 221. (1952).
- (36) *S. A. Ring*: Anal. Chem. 28. 1200. (1956).
- (37) *M. Lederer*: Anal. Chim. Acta 12. 142. (1955).
- (38) *U. Ströle*: Z. anal. Chem. 144. 256. (1955).
- (39) *M. Lederer, S. Kertész*: Anal. Chim. Acta 15. 226. (1956).
- (40) *M. M. Tuckerman*: Anal. Chem. 30. 231. (1958).
- (41) *H. Witkowski*: Roczn. Chem. 30. 549. (1956).
- (42) *H. P. Gregor, K. Sollner*: J. Phys. Chem. 58. 409. (1954).
- (43) *J. D. Blainey, H. J. Yardley*: Nature 177. 83. (1956).
- (44) *D. Logie*: Chem. and Ind. 1957. 225.
- (45) *E. Blasius, G. Lange*: Z. anal. Chem. 160. 169. (1958).
- (46) *H. G. Cassidy és munkatársai*: J. Am. Chem. Soc. 71. 402, 407. (1949); 75. 1610, 1615. (1953); 78. 2525. (1956); 79. 4360. (1957).
- (47) *G. Manecke*: Angew. Chemie 67. 613. (1955).
- (48) *H. P. Gregor, G. K. Hoeschele*: J. Am. Chem. Soc. 77. 3675. (1955).
- (49) *B. Sansoni*: Chem. Technik 10. 580. (1958).

AKTÍV TÖLTŐANYAGOK A GUMIIPAR SZÁMÁRA

AGYAG-GÉL

POLIR-FEHÉR

A papíriparban baritfehér alkalmazásával és alkalmazása nélkül kromo-, műnyomat- és glazéppapír gyártásánál bevonásra használják

ELŐÁLLÍTJA:

VEB (K) Platten- und Chemieverk Dresden – Niedersedlitz

Német Demokratikus Köztársaság

MEGRENDELHETŐ:

DIA Chemie Berlin

vállalatnál, Berlin C 2 Schicklerstrasse 5–7