

# Thermometrische Titrations von Alkalimetall- und Ammoniumionen mit Natriumtetraphenylborat (Kalignost)

L. STÄUDEL, A. STILLE und H. WÖHRMANN, Kassel\*)

Die naßchemische quantitative Bestimmung von Alkalimetall- und Ammoniumionen zählt zu den schwierigsten Aufgaben der analytischen Chemie. Die alternativ anzuwendenden Verfahren (Flammenphotometrie, Atomabsorption usw.) erfordern z. T. umständliche Vorarbeiten und haben eine relativ große Fehlerbreite. Auch stehen die notwendigen Apparaturen nicht überall zur Verfügung. Die wohl genaueste Methode der Kaliumbestimmung ist die Fällung mit Kalignost, bei der das schwerlösliche Kaliumtetraphenylborat ausgefällt und anschließend gravimetrisch bestimmt wird. Diese prinzipiell sehr zuverlässige Methode ist jedoch wegen der schweren Filtrierbarkeit des Niederschlags und der langwierigen gravimetrischen Auswertung wiederum fehleranfällig.

Als freiwillig ablaufende Fällungsreaktion besitzt die Bildung von Kaliumtetraphenylborat jedoch auch eine deutlich exotherme Bildungsenthalpie, wodurch diese Bestimmung der thermometrischen Endpunktanzeige zugänglich gemacht werden kann. Die Verminderung von Zeit- und Arbeitsaufwand wird bei der Anwendung thermometrischer Verfahren besonders augenfällig.

## Apparatur

Zur Durchführung thermometrischer Titrations müssen Temperaturänderungen in einem bestimmten Reaktionsvolumen mit großer Empfindlichkeit bestimmt werden. Man benötigt dazu einen Temperaturfühler, der bei gleichzeitig möglichst niedriger Zeitkonstante eine hohe Ansprechempfindlichkeit besitzt, damit die wahre Temperaturänderung so schnell gemessen wird, daß der Wärmeaustausch mit der Umgebung vernachlässigt werden kann. Eine solche Apparatur muß im wesentlichen aus folgenden drei Teilen bestehen:

### 1. Temperaturmeß- und -registrierung

Die Temperaturmessung erfolgt am günstigsten mit Widerstandsthermometern. Es wurden Thermistoren der Firma Siemens<sup>1)</sup> verwendet (Kenndaten: Thermistor 10 k $\Omega$  bei 25 °C; Zeitkonstante: 0,2 sec; Eigenerwärmungskonstante: 0,8 mW/ °C).

Die der Temperaturänderung in erster Näherung proportionale Widerstandsänderung wird mit einer Wheatstoneschen Brückenschaltung gemessen und mit Hilfe eines hochohmigen Schreibers in Form von Temperatur-Zeit-Kurven registriert.

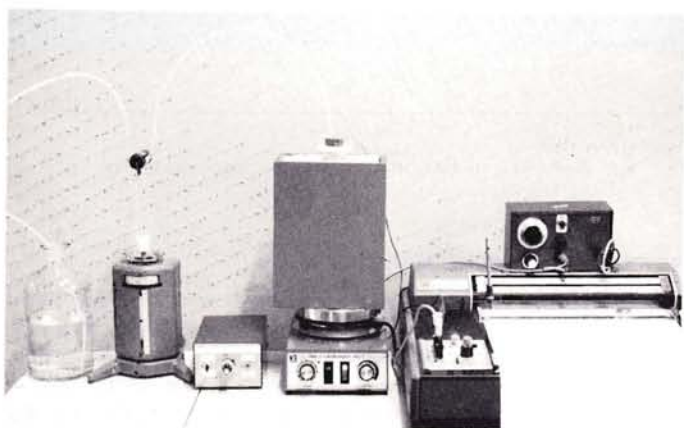


Abb. 1 Titrationsstand zur Durchführung Thermometrischer Titrations

### 2. Dosiergerät

Das Dosiergerät hat die Aufgabe, die Titerlösung mit konstanter Geschwindigkeit in das Reaktionsgefäß zu bringen. Hierbei dürfen weder zu große Verdünnungseffekte noch größere Änderungen der Wärmekapazität des Reaktionsgefäßes auftreten, was die Verwendung relativ konz. Titerlösungen erforderlich macht. Die genannten Bedingungen machen den Einsatz unterschiedlichster Dosiereinrichtungen bis hin zu vollautomatischen Geräten möglich. Von uns wurde ein Handdosimat der Fa. Metrohm verwendet, der durch elektronische Zusatzteile automatisiert war.

### 3. Reaktionsgefäß

Damit die im Reaktionsgefäß auftretenden Temperaturänderungen schnell gemessen werden können, muß einerseits dessen Wärmekapazität sehr gering sein (dünnwandiges Gefäß), zum anderen muß für eine schnelle Durchmischung der Reaktionspartner gesorgt werden, wobei zusätzlich etwaige Reibungswärmen (Rühreffekte) konstant bleiben müssen. Als universelles Reaktionsgefäß bietet sich ein handelsübliches großes Reagenzglas an. Zur Durchmischung benutzt man einen speziellen Magnetrührer. Die thermische Isolierung erfolgt durch einen Hartschaumblock. Abbildung 1 zeigt den gesamten Titrationsstand.

## Die Bestimmung von Alkalimetallionen mit Kalignost

### Prinzip

Zu der verdünnten, Kalium-Ionen enthaltenden Lösung wird eine eingestellte Kalignostlösung in kontinuierlich zeitlich-konstanten Mengen zugetropft und die Temperaturänderung beobachtet. Nach vollständiger Fällung des Kaliumtetraphenylborats erfolgt kein weiterer Temperaturanstieg mehr, lediglich Verdünnungseffekte führen noch zu leichten Temperaturänderungen. Der zeitliche Umfang der Temperaturänderung durch die freiwerdende Reaktionsenthalpie ist ein Maß für die in der Vorlage befindliche Alkalimenge und läßt die Berechnung der Ausgangskonzentration zu.

### Herstellung der Titerlösung

Zur Herstellung einer ca. 0,1 normalen Kalignostlösung werden ungefähr 3,3 g NaB $\phi_4$  (Merck, p. a.) in 100 ml dest. Wasser gelöst und, falls nötig, die Lösung filtriert. Die Titerstellung erfolgt gegen eine bekannte (0,1 n) Kaliumchlorid- oder -bromid-Lösung.

### Durchführung der Titration

Es hat sich als günstig erwiesen, folgende Versuchsbedingungen einzuhalten:

Bei Benutzung der von uns vorgeschlagenen Apparatur sollte die vorgelegte Lösung ein Volumen von 15 bis 25 ml haben, die Konzentration an K<sup>+</sup>-Ionen (bzw. Rb<sup>+</sup>, Cs<sup>+</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Ionen) sollte zwischen 0,01 und 0,1n liegen. Der pH-Wert der Lösung spielt bei reinen Alkalisalzlösungen keine Rolle, schwach saures Medium ist jedoch günstig (bei der Bestimmung von Ammoniumsalzen sogar notwendig). Störungen durch zweiwertige Metallionen können durch Zugabe von Tritriplex-III-Lösung (Tinitrioloessigsäure) vermieden werden, dreiwertige Metallionen werden durch Zusatz von NaF komplexiert (insbesondere Fe<sup>3+</sup>).

\*) Prof. Dr. Holger Wöhrmann, Gesamthochschule Kassel, Heinrich-Plett-Str. 40, 3500 Kassel

1) Bezugsquelle: z. B. Fa. Schuricht, Postfach 56 43, 3000 Hannover

Die Zulaufgeschwindigkeit der Titerlösung sollte ca. 5 ml pro Minute betragen, als Registriergeschwindigkeit sind Papiervorschübe um 5 cm/min geeignet, um eine Kurve mit leicht auswertbarem Knickpunkt zu erhalten. Bei Verwendung der Verstärkerschaltung und der angegebenen Meßfühler erfolgt die Registrierung im 10-mV-Bereich des Schreibers. Wichtig ist, die Zulaufkapillare erst nach Einstellung der Temperaturkonstanz im Probengefäß in die Lösung einzuführen und unmittelbar mit der Messung zu beginnen, damit eine Fällung im vorderen Teil der Kapillare (durch Diffusion) vermieden wird.

**Bestimmung von alkali- und ammoniumionenhaltigen Lösungen**

Zunächst wird eine Blindprobe titriert. Die dabei aufgenommene Temperaturkurve zeigt einen kontinuierlichen Temperaturanstieg, der auf die in diesem Konzentrationsbereich der Kalignost-Lösung auftretende Verdünnungswärme zurückzuführen ist (Abb. 2a).

**K<sup>+</sup>-Ionenbestimmung**

Die Durchführung erfolgt nach Maßgabe der weiter oben genannten Bedingungen. Man erhält ein Temperaturdiagramm wie in Abb. 2b wiedergegeben.

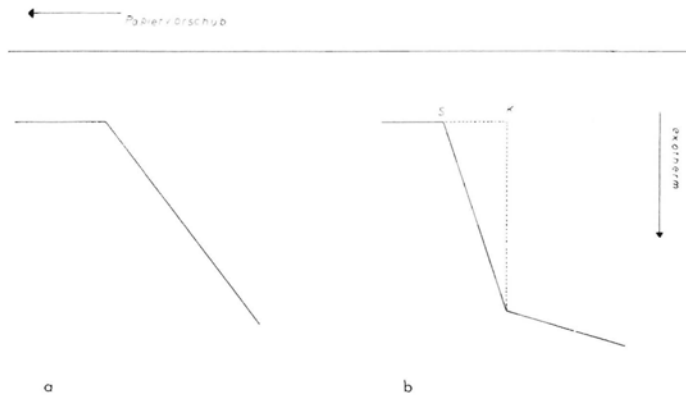


Abb. 2 a) Blindprobe  
b) K<sup>+</sup>-Bestimmung

**Auswertung:** Es wird die Strecke vom Startpunkt des Temperaturanstiegs bis zum Abknicken (Lot auf die Basislinie) ermittelt. Daraus wird der Verbrauch an Kalignostlösung während der Fällungsreaktion bzw. die Konzentration der Lösung von Alkalimetallionen berechnet.

Liegen Ionen der genannten Art gleichzeitig in einer Lösung vor, so wird bei der thermometrischen Titration die Summe ihrer Konzentrationen erfaßt. Da die Bildungsenthalpien der Fällungsprodukte alle von gleicher Größenordnung sind, läßt die Titrationskurve auch keinen sukzessiven Verlauf der Reaktion erkennen und gibt somit keine Auskunft über die Anteile der Ionensorten.

Durch geeignete Auswahl von Fällungs- oder Komplexbildungsreaktionen vor der Titration kann aber nach einer Summenbestimmung auch eine Einzelbestimmung einer Ionenart erfolgen. Beispiel:

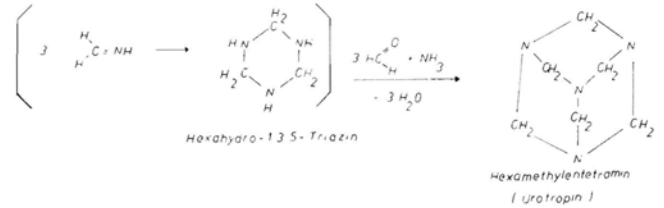
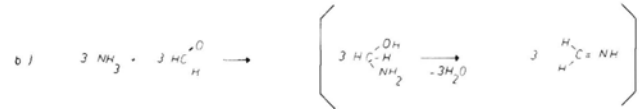
Ag<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>: Ausfällung des Ag<sup>+</sup> als AgCl durch Zusatz von NaCl oder HCl, anschließend Bestimmung der K<sup>+</sup>-Konzentration wie oben.

Die gemeinsame Bestimmung von Ammonium- und Kaliumionen, deren praktische Anwendung eine besondere Bedeutung hat, wird im folgenden Abschnitt ausführlich beschrieben.

**Bestimmung von Kalium- und Ammoniumionen bei gemeinsamen Vorliegen**

Zunächst wird eine Summenbestimmung wie beschrieben in schwach saurem Medium vorgenommen. Eine zweite Probe wird mit

5 ml 10%iger Formaldehydlösung versetzt und bis zur schwach alkalischen Reaktion 2 n Natronlauge zugefügt. Dadurch werden die Ammoniumionen nach Gleichung 1 gebunden und eine Einzelbestimmung des K<sup>+</sup>-Anteils ermöglicht.



Über die Zwischenstufen des Aldehydammoniak und des Formalimin wird durch Polymerisation Hexahydro-1.3.5-triazin gebildet, durch Kondensation mit weiteren drei Molekülen Formaldehyd und einem Ammoniakteilchen bildet sich Hexamethylentetramin, bekannt als Urotropin.

Durch das Vorhandensein von überschüssigem Formaldehyd sind bei der folgenden K<sup>+</sup>-Bestimmung die Reaktionsbedingungen so verändert, daß ein leicht abgewandelter Kurvenverlauf auftritt. Die Mischung von Formalin- und Kalignost-Lösung zeigt einen endothermen Effekt, dem dann die exotherme Temperaturänderung der Niederschlagsbildung überlagert wird. Es empfiehlt sich daher, auch hier zunächst eine Blindprobe (alkalische Formalinlösung) zu titrieren. Die erhaltenen Titrationskurven sind vom Typ der abgebildeten Diagramme (Abb. 3a und 3b).

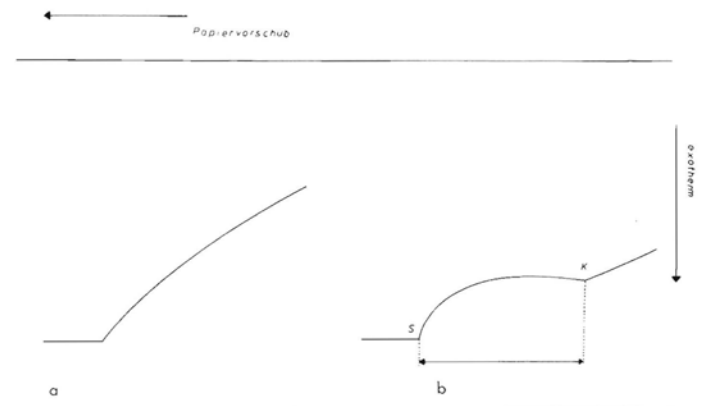


Abb. 3 a) Blindprobe  
b) K<sup>+</sup>-Bestimmung in Gegenwart von Formaldehyd, alkalisches Medium

**Anwendungsbeispiel: Düngereanalyse**

Pflanzendünger, besonders Universaldünger, zeichnen sich meist durch hohe Konzentrationen von Ammonium- und Kaliumionen aus, welche beide pflanzenphysiologisch besonders wichtig sind. Die ansonsten umständliche Bestimmung von K<sup>+</sup>- und NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-Ionen wird durch Anwendung der thermometrischen Titration zu einem einfachen Verfahren, das in nur zwei Arbeitsschritten schnell brauchbare Ergebnisse liefert. Um Störungen durch andere zwei- und dreiwertige Metallionen auszuschalten, muß neben der oben beschriebenen Vorbereitung auch ein Zusatz von Komplexbildnern erfolgen. Die hier ver-

wendete Hilfslösung zur Maskierung besonders der  $\text{Fe}^{3+}$ - und  $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ -Ionen erhält man durch Auflösen von 1 g NaF in 100 ml Titriplex-III-Lösung 0,1 n (EDTA). Davon gibt man 2 bis 5 ml zur Probe, führt zuerst die Summenbestimmung für  $\text{K}^{+}$ - und  $\text{NH}_4^{+}$ -Ionen durch, danach die Einzelbestimmung für den Alkalimetallanteil. Dabei wird außer der beschriebenen Komplexbildnerlösung die oben angegebene Formalinlösung zugesetzt und in alkalischem Medium gearbeitet. Wegen der Differenzbildung hat man hier jedoch bei der Auswertung mit einem etwas größeren Fehler zu rechnen, der sich durch Eichung mit bekannten Gemischen aber klein halten läßt.

### Genauigkeit der Methode

Die Alkalimetall- bzw. Ammoniumbestimmung wurde von uns durch parallele Leitfähigkeitsmessungen überprüft. Beide Verfahren sind bezüglich der Reproduzierbarkeit der Endpunktsanzeige vergleichbar, die Kalignostlösung ist jedoch in weitem Umfang unempfindlich gegen Fremdionenkonzentrationen, welche die Leitfähigkeitsunter-

suchung bereits beim Vorliegen kleiner Mengen deutlich stören würde.

Die Genauigkeit hängt von folgenden Faktoren ab: Konstanz des Titerzuflusses, des Papiervorschubs, Trägheit des Schreibers, Isolierung des Meßgefäßes und schließlich der Schreiberbreite. Für die von uns gewählten Gehalte der Proben und die übrigen Versuchsbedingungen ergab sich ein Fehler von 2 %. Bei Eichung auf wiederkehrende Standardbedingungen läßt sich dieser Fehler weiter verkleinern.

### Literatur:

G. A. VAUGHAN, Thermometric and Enthalpiometric Titrimetry Van Nostrand Reinhold Series in Analytical Chemistry, London, 1973

L. S. BARK, A Review of Thermometric and Enthalpiometric Titrimetry, Estratto da Cronache di Chimica n. 41- Settembre 1973

## **Thermometrische Titrations von Alkalimetall- und Ammoniumionen mit Natriumtetraphenylborat (Kalignost)**

Die naßchemische quantitative Bestimmung von Alkalimetall- und Ammoniumionen zählt zu den schwierigsten Aufgaben der analytischen Chemie. Die alternativ anzuwendenden Verfahren (Flammenphotometrie, Atomabsorption usw.) erfordern z. T. umständliche Vorarbeiten und haben eine relativ große Fehlerbreite. Die wohl genaueste Methode der Kaliumbestimmung ist die Fällung mit Kalignost, bei der das schwerlösliche Kaliumtetraphenylborat ausgefällt und anschließend gravimetrisch bestimmt wird. Als freiwillig ablaufende Fällungsreaktion besitzt die Bildung von Kaliumtetraphenylborat jedoch auch eine deutlich exotherme Bildungsenthalpie, wodurch diese Bestimmung der thermometrischen Endpunktsanzeige zugänglich gemacht werden kann. Die Verminderung von Zeit- und Arbeitsaufwand wird bei der Anwendung thermometrischer Verfahren besonders augenfällig. **Seite 291**

## **Vielseitiges programmierbares Pumpsystem**

Ursprünglich zur Blutförderung konzipiert, kann dieses Pumpsystem vielseitige Aufgaben erfüllen. Unter anderem ist die Simulation des Blutdruckes möglich. Durch einfache Manipulation kann es jedoch ebenso vorteilhaft als Dosierpumpe, bei der z. B. die Füllmenge zeitlich variiert, eingesetzt werden. Eine Reihe von weiteren Anwendungen ist dank der Programmierbarkeit denkbar. Die Programmierung selbst ist in der Anwendung recht einfach; der gewünschte zeitliche Druck- oder Volumenverlauf wird in einem Diagramm z. B. auf Millimeterpapier dargestellt, vom System übernommen und von dem Pumpsystem bei jedem Pumpzyklus ausgeführt, wobei die Wiederholrate bzw. Pumpfrequenz beliebig gewählt werden kann. **Seite 265**

## **Das Suspensions-Verfahren, eine ergänzende Probenpräparationsmethode zur KBr-Preßtechnik für die Infrarotspektroskopie**

Wie schon im Artikel über die KBr-Preßtechnik (siehe GIT, Februar 1979) erwähnt, gibt es Proben, die aufgrund ihrer chemischen Zusammensetzung nicht für das Verpressen in KBr geeignet sind. Es können dies Verbindungen mit OH- und NH-Gruppen sein oder solche, die mit an das KBr angelagertem Wasser reagieren (z. B. Säurechloride, Anhydride, um nur einige Beispiele zu nennen). In diesen Fällen hat man mit dem Suspensions-Verfahren, auch Aufschlamm-Technik genannt, ein Verfahren zur Hand, das bei sorgfältiger Ausführung zu Ergebnissen führt, die

denen der KBr-Preßtechnik oder der Lösungsmitteltechnik in nichts nachstehen.

**Seite 271**

## **Photoakustische Spektroskopie – Ergänzung oder Alternative zur Optischen Spektroskopie**

Wo klassische spektroskopische Methoden versagen, findet man in der Photoakustischen Spektroskopie (PAS) oft die alternative Analysenmethode. Die Möglichkeit der PASpektroskopie beruht auf dem sogenannten photoakustischen Effekt (auch optoakustischer Effekt). Die probenspezifischen sowie die apparativen Größen, welche im wesentlichen das PA-Meßsignal beeinflussen, werden ausführlich diskutiert. Schließlich werden noch einige interessante Anwendungsmöglichkeiten, wie die steuerbare Tiefenauflösung und die gesonderte Bestimmung optischer und thermischer Eigenschaften des zu untersuchenden Probenmaterials, behandelt. **Seite 281**

## **Laborinstallationen und Laboreinrichtungen nach dem Baukastensystem**

Ein zentrales Thema bei der Planung und Errichtung von Laborgebäuden ist die zweckmäßige installationstechnische Erschließung des Gebäudes und in Verbindung mit den Laboreinrichtungen die der Laborräume. Das neue ZFE-Laborgebäude der Siemens AG in München-Perlach gibt hierzu wesentliche Hinweise und Anregungen. **Seite 294**

## **Verbindungselemente von Laborglasgeräten**

Überblickt man die Entwicklung der Verbindungselemente von Laborglasgeräten, dann scheint es keinen Stillstand zu geben. Ihre Zahl hat sich in den letzten Jahren weiter erhöht, so daß ein Überblick über die Verbindungselemente, die sich in der Praxis durchgesetzt haben, nützlich erscheint.

Der kegelförmige Normschliff, der sich seit 1927 nur sehr zögernd gegen die Gummistopfen-Verbindung und den „wilden“ Schliff durchsetzen konnte, ist heute Allgemeingut. Die weitaus überwiegende Anzahl von Verbindungen an Laborglasgeräten sind heute kegelförmige Normschliffe. Sie sind weltweit genormt und deshalb weltweit austauschbar. **Seite 276**

## **Aus der Technik**

In dieser Rubrik stellen wir regelmäßig bewährte, verbesserte und neue Geräte, Apparaturen und Hilfsmittel für die tägliche Arbeit im Labor vor.

Zu diesen redaktionellen Kurz-Informationen unter Kenn-Nummer können Sie über unseren Leserdienst die ausführlichen Unterlagen anfordern. **Seite 304**

# impresum

## **Herausgeber/Chefredakteur:**

Ernst Giebeler

## **Redakteur:**

Walter Depner

## **Mitarbeiter der Redaktion:**

G. Baron, H. H. Gustke, H.-G. Mehl, F. Pangerl, E. H. Reimerdes, W. Schramm, G. Sorbe

## **Anzeigenleitung:**

Jörg P. Matthes

## **Anzeigenverkauf:**

Holger Metzner

## **Herstellung:**

Dietmar Edhofer

## **G - I - T Verlag Ernst Giebeler**

Alsfelder Str. 10, D-6100 Darmstadt 11  
Postfach 110572  
Tel. 0 61 51/7 50 91, Telex 04 19 576

## **Bankkonten:**

Stadt- u. Kreissparkasse Darmstadt  
Konto-Nr. 588 911 (BLZ 508 501 50)  
Deutsche Bank Darmstadt  
Konto-Nr. 101 600 (BLZ 508 501 00)  
Postscheckkonto Frankfurt/Main  
Nr. 30 74 96-601 (BLZ 500 100 60)  
Schweizerische Bankges., Basel,  
Konto-Nr. 619.097.01 M

1979 erscheinen:

12 Ausgaben „Allgem. Labortechnik“  
Druckauflage: 8800,  
versandte Auflage 8580

## **Abonnement**

12 Ausgaben DM 60,-  
Einzelheft DM 10,-  
incl. Porto, Verpackung, MwSt.

Abonnements - Bestellungen gelten bis auf Widerruf; Kündigungen 6 Wochen vor Jahresfrist; Versandreklamationen nur innerhalb von 4 Wochen nach Erscheinen möglich.

Z. Z. gilt Anzeigenpreisliste Nr. 16 vom 1. Januar 1979

Die namentlich gekennzeichneten Beiträge stehen in der Verantwortung des Autors.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion und mit Quellenangaben gestattet.

## **Druck:**

D + V Paul Dierichs KG & Co.,  
D-3500 Kassel, Presse und Druckzentrum am Park Schönfeld,  
Telefon 05 61/20 31, Telex 09 9 635  
Printed in Germany

in diesem heft .....	249	Stickstoffbestimmungssystem .....	308
impressum .....	249	Kunststoff-Pultgehäuse .....	309
nachrichten .....	252	Schwefelbestimmungsgerät .....	309
report		Eichgerät für Schwefelbestimmer .....	309
Platten und Bleche entgraten .....	256	Spezial-Wärmeaustauscher für geringe Temperatur-Differenzen .....	310
Neue Detektoren für die Gas-Chromatographie .....	256	Formbeständigkeits-Prüfgeräte für Kunststoffe .....	310
Über Druckmeßröhrchen .....	256	Universal-Absauggerät .....	311
Die Pilot-Gefriertrockner .....	256	Multigas-Laser .....	311
Die kontinuierliche automatische Durchfluß-Analyse .....	256	Elcometer Modell 211 .....	312
Lecksuch- und Leckmeßgeräte .....	256	Quantitative Wasserbestimmung .....	312
Kleinstregelventile .....	256	Wasserstoff- und Sauerstoffmessung in Gasen .....	313
Eine Ultra-Zentrifugalmühle .....	256	Präparativer Flüssigkeitschromatograph .....	313
Über Kreisskalen-Meßinstrumente .....	256	Sicherheitslaborstecker .....	314
Motorventile .....	256	Feinstzerstäuber .....	314
Ohne elektrischen Strom .....	256	Alarm-Netzstecker .....	315
Für Feuchtigkeitmessungen .....	256	Leitfähigkeitsmeter .....	316
Verriegelte Reihenkombinationen .....	258	Photometer-Meßplatz für enzymatische Analytik .....	317
Präzisionspotentiometer .....	258	Flachbett-Schreiber .....	317
Ein Photo-Leitfähigkeitsdetektor .....	258	Schnelle Analyse von C und S .....	318
Ein optisch gepumpter CO <sub>2</sub> -Laser für das ferne Infrarot .....	258	Gasflaschenmonitor .....	318
Ein netzunabhängiges Oberflächenrauigkeits-Meßgerät .....	258	Berechnungszahl-Bestimmung .....	318
Über ein Raman-Spektrometer .....	258	Digitaler Temperatur-Kleinregler .....	320
Die Elektrolytautomaten .....	258	Flammenmelder auf UV-Basis .....	320
Elektrische Stromstärken messen .....	258	Gas- und Rauchmelder .....	320
Ein neuer Thermodrucker .....	258	Vakuum-Monochromator .....	321
Der Phasenschieber-Generator VP0602 .....	258	bücher .....	322
Piezoresistive Druckaufnehmer .....	258	druckschriften .....	325
Ein elektronischer Temperaturregler .....	258	tagungen .....	327
personalia .....	260	dokumentation .....	328
Berufliche Bildung im Fachbereich Chemie mit Video-Bändern .....	261	einkaufsnachweis .....	329
normung .....	262		
G. BRAMM und H. HARTMANN		Zum Titelbild:	
Vielseitig programmierbares Pumpsystem .....	265	<b>Große Labor-Kühlzentrifuge</b>	
		für die klinische Chemie, Forschung und Industrie	
P. ADRIAN		Bereits der Vorgänger der hier vorgestellten SORVALL <sup>®</sup> -Zentrifuge	
Das Suspensions-Verfahren, eine ergänzende		RC-3B wurde als zuverlässiges „Arbeitspferd“ überall dort ge-	
Probenpräparationsmethode zur KBr-Preßtechnik für die		schätzt, wo es galt, größere Mengen in möglichst kurzer Zeit zu zentri-	
Infrarotspektroskopie .....	271	fugieren. 4 x 1000 ml bei einer relativen Zentrifugalbeschleunigung	
H. MATSCHKE		von 7120 oder 6 x 1000 ml bei 5136 x g sind zwei Rotor-Werte. Der	
Verbindungselemente von Laborglasgeräten .....	276	hermetisch gekapselte Kompressor hält die Temperatur im Bereich	
H. PREHN		von 0 bis + 30 °C konstant.	
Photoakustische Spektroskopie .....	281	Darüber lesen Sie auf Seite 302	
W. VERHEIJEN		(Werkfoto: Du Pont de Nemours [Deutschland] GmbH, Abt. Analytische Instrumente / SOR-	
Zentrales Isotopen-Laboratorium führt Analysen für		VALL, Bad Nauheim)	
32 Universitätsabteilungen durch .....	290	<b>GIT · Kenn-Nummer 100</b>	
L. STÄUDEL, A. STILLE und H. WÖHRMANN			
Thermometrische Titrationsen			
von Alkalimetall- und Ammoniumionen			
mit Natriumtetraphenylborat (Kalignost) .....	291		
H. KNISZ			
Laborinstallationen und Laboreinrichtungen nach dem			
Baukastensystem .....	294		
Große Labor-Kühlzentrifuge für die klinische Chemie,			
Forschung und Industrie .....	302		
aus der technik			
Polymeren-Auftrennung durch HPLC .....	304		
Neue Methode zur Wasserbestimmung .....	304		
Neues Schüttel-Wasserbad .....	304		
3-D-Systemelemente .....	306		
Dosiergerät .....	306		

Zum Titelbild:

## Große Labor-Kühlzentrifuge

für die klinische Chemie, Forschung und Industrie

Bereits der Vorgänger der hier vorgestellten SORVALL<sup>®</sup>-Zentrifuge RC-3B wurde als zuverlässiges „Arbeitspferd“ überall dort geschätzt, wo es galt, größere Mengen in möglichst kurzer Zeit zu zentrifugieren. 4 x 1000 ml bei einer relativen Zentrifugalbeschleunigung von 7120 oder 6 x 1000 ml bei 5136 x g sind zwei Rotor-Werte. Der hermetisch gekapselte Kompressor hält die Temperatur im Bereich von 0 bis + 30 °C konstant.

Darüber lesen Sie auf Seite 302

(Werkfoto: Du Pont de Nemours [Deutschland] GmbH, Abt. Analytische Instrumente / SORVALL, Bad Nauheim)

**GIT · Kenn-Nummer 100**

## Leserdienstkarten

zur Anforderung weiterer Informationen finden Sie am Ende dieses Heftes.

Für dringende Anfragen verwenden Sie bitte die Direktleser-Karten.

Diese Karten dienen im besonderen auch für Anfragen zum GIT-Einkaufsnachweis.