

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 Siemens¹⁾ verwendet (Kenndaten: Thermistor 10 k Ω 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.

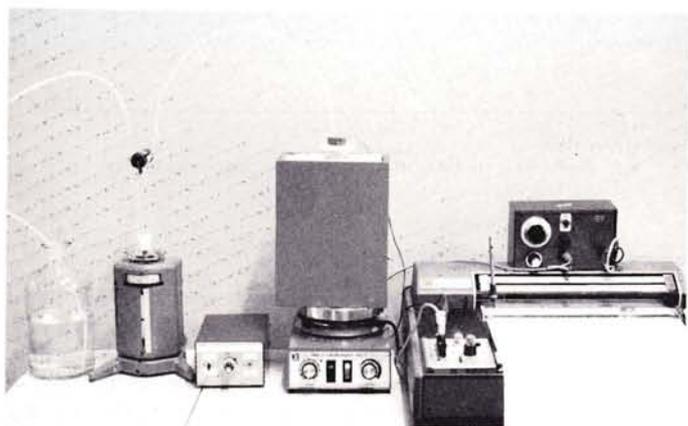


Abb. 1 Titrierstand zur Durchführung Thermometrischer Titrations

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 Titrierstand.

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 ϕ_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⁺-Ionen (bzw. Rb⁺, Cs⁺, NH₄⁺-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 Fe³⁺).

*) 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⁺-Ionenbestimmung

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

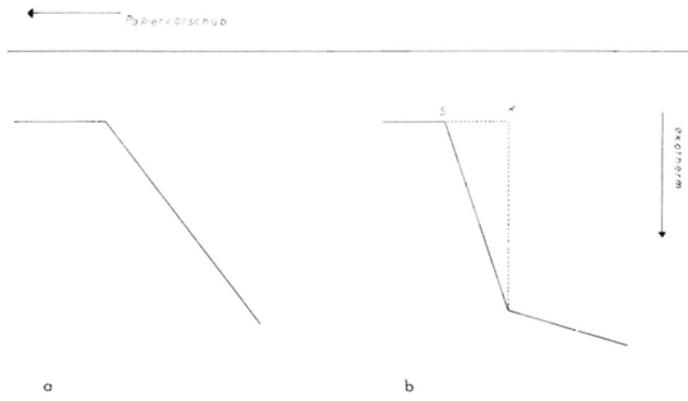


Abb. 2 a) Blindprobe
b) K⁺-Bestimmung

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:

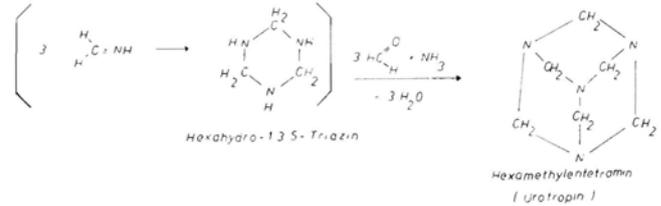
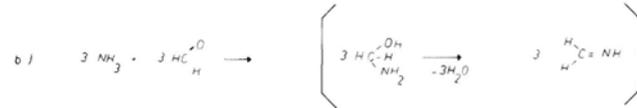
Ag⁺/K⁺: Ausfällung des Ag⁺ als AgCl durch Zusatz von NaCl oder HCl, anschließend Bestimmung der K⁺-Konzentration wie oben.

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⁺-Anteils ermöglicht.



Über die Zwischenstufen des Aldehydammoniaks 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⁺-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).

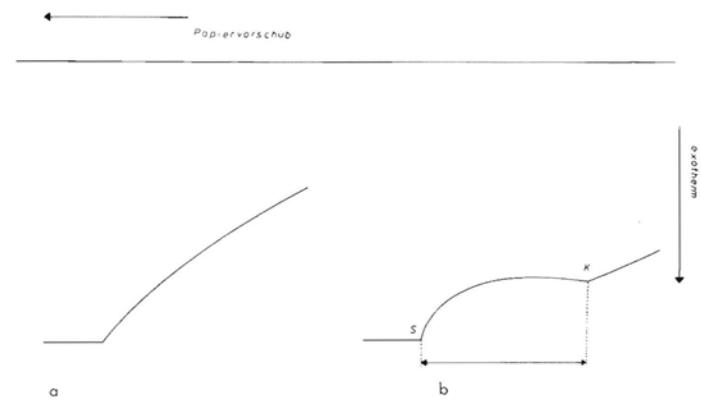


Abb. 3 a) Blindprobe
b) K⁺-Bestimmung in Gegenwart von Formaldehyd, alkalisches Medium

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⁺- und NH₄⁺-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 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 K^{+} - und 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 ₂ -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	Große Labor-Kühlzentrifuge	
		für die klinische Chemie, Forschung und Industrie	
P. ADRIAN		Bereits der Vorgänger der hier vorgestellten SORVALL [®] -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	GIT · Kenn-Nummer 100	
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[®]-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.