

**Zeitschrift:** Helvetica Physica Acta  
**Band:** 36 (1963)  
**Heft:** V

**Vereinsnachrichten:** Compte rendu de la session de printemps à Berne les 3 et 4 mai 1963  
**Autor:** [s.n.]

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 31.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Compte rendu de la session de printemps à Berne les 3 et 4 mai 1963

Président: Prof. D. RIVIER, Vice-président: Prof. J.-P. BLASER  
Secrétaire: Prof. B. VITTOZ, Prof. J. ACKERET

*Vendredi, 3 mai:* Communications scientifiques, dont les résumés sont donnés plus loin (en page 476).

*Samedi, 4 mai:* 8 h. 30 assemblée générale:

1. La gestion financière de la Société est approuvée par les vérificateurs des comptes: Prof. O. HUBER et Dr B. HAHN, ainsi que par l'assemblée. Ces comptes se présentent comme suit:

### *Exercice financier du 1<sup>er</sup> avril 1962 au 30 avril 1963*

| <i>Entrées</i>   |                     | <i>Sorties</i>  |
|--|---------------------|---|
| Cotisation des membres:  | Fr. 6699.80         | Circulaires, port, papier,  |
| Remboursement de frais<br>d'impression HPA et<br>ZAMP . . . . .    | " 4245.—            | frais de réunions . . . Fr. 4421.65                                       |
| Dons de l'Industrie pour<br>les HPA . . . . .                      | " 10550.—           | Frais: taxes, droits CCP  |
| Intérêt de banque et<br>remboursement, im-<br>pôt anticipé . . . . | " 125.10            | et banque . . . . . " 28.45   |
| Remboursement frais du<br>Président à Schuls .                     | " 12.—              | Frais divers . . . . . " 1081.45  |
|  | <u>Fr. 21631.90</u> | Frais d'impression  |
|  |                     | HPA et ZAMP . . . . " 4952.60   |
|  |                     | Cotisation à l'Associa-<br>tion Suisse de l'Ener-<br>gie Atomique . . . . |
|  |                     | " 100.—   |
|  |                     | Versement des dons de<br>l'Industrie au Comité<br>de rédaction des HPA    |
|  |                     | " 10550.—   |
|  |                     | <u>Fr. 21134.15</u>   |
| Entrées . . . . .  | Fr. 21631.90        | Avoir au 31 avril 1962 Fr. 5115.49  |
| Sorties . . . . .  | " 21134.15          | Excédent des entrées . " 497.75   |
| Excédent des entrées .   | Fr. 497.75          | Avoir au 30 avril 1963 Fr. 5613.24  |
| L'Avoir se trouve:   |                     |   |
|  |                     | Au carnet d'épargne à Zurich . . . . . Fr. 3973.05                        |
|  |                     | Au compte de chèques postaux . . . . . " 1640.19                          |
|  |                     | <u>Fr. 5613.24</u>  |

*2. Indemnités versées par les instituts à leurs collaborateurs participant aux réunions de la S.S.P.*

Les instituts universitaires de physique ont répondu favorablement à l'enquête du professeur J.-P. BLASER sur l'*indemnité à verser aux collaborateurs des instituts participant aux réunions de la S.S.P.* L'assemblée approuve le principe d'une intervention du comité auprès des gouvernements cantonaux universitaires, du Fonds National et de l'ETH, dans le but d'obtenir leur accord sur le versement d'une indemnité aux collaborateurs des instituts pour le déplacement aux réunions de la S.S.P. Ces indemnités devront être fixées selon une règle commune et seront à inclure dans les budgets de recherches. Le comité informera du résultat de ses démarches.

*3. Le professeur A. MERCIER*, président du *comité de rédaction des H.P.A.*, rapporte sur les changements de structure de notre périodique. Le comité de rédaction est composé de 6 membres nommés par l'assemblée générale pour une durée de 6 ans. Il est renouvelé par moitié tous les trois ans. Les membres sortant ne sont pas immédiatement rééligibles.

Les membres actuels du comité de rédaction sont: jusqu'en 1965: les professeurs P. HUBER (Basel), A. MERCIER (Bern), J. ROSSEL (Neuchâtel); de 1962 à 1968: les professeurs J. M. JAUCH (Genève), W. KÄNZIG (ETH, Zurich), D. RIVIER (Lausanne). Le rédacteur est le professeur M. FIERZ (ETH, Zürich).

Pour combler le déficit des exercices 1961–1962 qui se monte à Fr. 25 600.— il a été nécessaire de recourir au fonds de réserve des H.P.A. et à des subventions de l'industrie. La plupart des maisons contactées ont répondu très favorablement à notre appel en versant généreusement des dons qui totalisent un apport de Fr. 18 000.— environ. La Société est extrêmement heureuse de l'encouragement des milieux industriels, parmi lesquels on compte même trois maisons étrangères établies en Suisse.

Un nouveau contrat avec la maison Birkhäuser Verlag, Basel, est entré en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1963. Le but principal est d'éviter dans le futur les difficultés financières des années précédentes. Aussi, a-t-il été nécessaire d'augmenter le prix de l'abonnement annuel de Fr. 52.— à Fr. 108.— et sans rabais pour les membres de la S.S.P. Certains membres de l'assemblée regrettent beaucoup cette mesure et craignent que le nombre des abonnements diminue par trop. Les professeurs A. MERCIER et M. FIERZ les tranquillisent et indiquent l'impossibilité de trouver une solution plus satisfaisante, les H.P.A. n'étant pas subventionnés par les pouvoirs publics.

Un nouveau règlement, à l'étude auprès du comité de rédaction fixera notamment les normes concernant les articles de fond et lettres à l'éditeur. Les comptes rendus des réunions de la Société seront publiés dans le bulletin de la S.S.P.

La revue *Scripta Technica* (USA) a été autorisée à traduire des articles des H.P.A. sur la demande de particuliers. Scripta Technica versera l'indemnité correspondante à Birkhäuser qui la virera au comité de rédaction.

L'assemblée approuve le rapport du comité de rédaction des H.P.A.

*4. Le professeur D. RIVIER*, président de la S.S.P., présente le rapport d'activité de la période 1961–1963. Il rappelle les exposés généraux organisés dans le cadre des réunions de la Société, ainsi que les cours de vacances de l'Association vaudoise des Chercheurs en Physique. Le président fait ensuite un exposé sur la nécessité d'avoir des relations plus étroites avec l'industrie, ce qui ne pourrait avoir que d'heureuses

conséquences pour celle-ci et pour la Société. Nous devons suivre de plus près le développement des besoins en physiciens dans notre pays et veiller dans la mesure de nos moyens à une meilleure coordination des efforts entrepris dans le domaine de la physique. Des échanges de vues ont actuellement lieu en vue de la création d'un institut suisse de physique des métaux, ainsi que pour une participation éventuelle des instituts de physique à la recherche spatiale européenne. Là encore, il faut s'efforcer d'éviter la dispersion des efforts et tenter l'établissement d'une collaboration efficace entre tous les milieux intéressés.

5. L'assemblée élit ensuite *le nouveau comité pour l'exercice 1963–1965* qui sera composé comme suit:

président: Prof. J.-P. BLASER (ETH., Zurich)

vice-président: Prof. O. HUBER (Fribourg)

secrétaire: Dr F. HEINRICH, assistant-professeur (ETH, Zurich)

secrétaire de la physique appliquée: Prof. J. ACKERET (ETH, Zurich)

Les vérificateurs des comptes sont ensuite désignés en la personne de MM. les Professeurs P. MARMIER et J. MÜLLER.

Enfin l'assemblée reçoit en qualité de nouveaux membres les personnes suivantes:

S. ALBEVERIO (Zurich), M. AUWÄRTER, (Balzers), K. BEHRINGER (Baden), A. CSAKI (Genève), P. EGLI (Fribourg), Mme L. ETIENNE (Genève), MM. R. FIVAZ (Genève), R. FROSCH (Basel), B. GOBBI (Zurich), H. GAUG (Fribourg), J. HATZ (Wabern), R. HESS (Zurich), U. HOCHSTRASSER (Berne), A. HONSBERGER (Bienne), E. HUGENTOBELER (Fribourg), D. ITSCHNER (Kilchberg), L. JANSEN (Genève), E. KOWALSKI (Berne), P. LANZ (Zurich), M. LENZLINGER (Riehen), J.-P. MARCHAND (Genève), J. MEHRA (Neuchâtel), H. MEINER (Arlesheim/BL), A. MEUTH (Zurich), J. MUHEIM (Zurich), R. PERRENOUD (Bienne), M. PETER (Genève), C. RIBORDY (Fribourg), M. ROMERIO (Neuchâtel), A. RUH (Schaffhouse), W. SCHNEIDER (Genève), U. SCHRYBER (Wettingen AG), A. SEGMÜLLER (Rüschlikon ZH), J. SICK (Basel), TH. STAMMBACH (Basel), W. TRÄCHSLIN (Riehen), E. UTZINGER (St. Gallen), R. VERREAU (Zurich), B. WALTHARD (Fribourg), A. WALTHERT (Basel), W. WULFLI (Zurich), J. ZICHY (Zurich), T. ZIMMERLI (Zurich).

6. L'assemblée suit ensuite avec attention les *exposés généraux*, présentés dans l'ordre suivant:

Prof. M. LÉVY (Sorbonne, Paris): Les conceptions dynamiques des particules élémentaires (pôles de Regge).

Prof. G. BUSCH (ETH): Elektronenmission aus Halbleitern.

Prof. D. SCHÖNBERG (Cambridge): The Haas-Van Alphen Effect and the electronic structure of metals.

## Résumés des Communications scientifiques

### Physique générale et appliquée

#### **Instrument Universel de Mesure des Effets galvanomagnétiques dans les Semiconducteurs**

par ROLAND FIVAZ

(Cyanamid European Research Institute, Cologny GE)

L'appareil consiste en un pont de mesure à basse impédance du type Dauphinee et Mooser, complété par un transformateur d'impédance décrit en détail, comprenant des électromètres à très grande résistance d'entrée. La gamme de mesure du pont est ainsi étendue jusqu'à  $10^{12} \Omega$ , et les mobilités de Hall sont mesurables avec une précision constante sur toute la gamme.

#### **Breitbandverstärker mit Transistoren**

von E. BALDINGER, A. SIMMEN

(Inst. für angewandte Physik der Universität Basel)

Übersicht über die klassischen Grundschatungen von Transistorverstärkerstufen. Zusammenschaltung dieser Grundschatungen in verschiedenen Kombinationen zu gleichstromgekoppelten Breitbandverstärkern und deren Vor- und Nachteile. Anhand der Eigenschaften von ausgeführten Verstärkern dieser Art mit  $2 \text{ ns}$  Anstiegszeit werden die heute erreichbaren Daten diskutiert.

#### **Schaltungen mit kleinem Energieverbrauch**

von E. BALDINGER, G. MATILE

(Inst. für angewandte Physik der Universität Basel)

Schaltungen mit extrem niedrigem Energieverbrauch begegnen einem steigenden Interesse. Anhand einiger Beispiele werden die heutigen Möglichkeiten mit Si-Planar-Transistoren und mit Tunneldioden diskutiert. (Oszillator mit ca.  $5 \cdot 10^{-8}$  Watt Energieverbrauch; Zähldekade: Speisespannung 2 Volt, Stromverbrauch 0,15 mA; Miller-Integrator.)

### **Ein schneller Impulshöhendiskriminator**

von H. JUNG, M. BRÜLLMANN, D. MEIER

(Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich)

Für Flugzeitmessungen schneller Neutronen wurde ein Diskriminator entwickelt, der bis zu hohen Stosszahlen ein diskretes Impulshöhenspektrum vom störenden Untergrund abtrennt. Die Eingangsimpulse haben eine Anstiegszeit von 2 ns und eine Abfallzeit von 10 ns. Überschreitet ihre Höhe eine vorgegebene Schwelle, wird die ansteigende Flanke unverzerrt an den Ausgang übertragen und unmittelbar daran ein Rechteckimpuls von einstellbarer Höhe und Breite angefügt. Der Ausgangsimpuls hat somit dieselbe Anstiegsflanke wie der Eingangsimpuls. Der minimale Impulsabstand ist bei 50 ns Impulslänge kleiner als 100 ns. Die Unschärfe der Durchlaufzeit für Impulse, die mehr als 4 V über der Schwelle liegen, ist kleiner als 0,1 ns. Die Zeitauflösung für Einheitsimpulse ist kleiner als 1 ps.

### **Herstellung grossflächiger, selbsttragender Kohlenstoff-Folien als Träger für kernphysikalische Präparate durch Aufdampfen mit Hilfe der Elektronenstrahl-Heizung**

von E. B. BAS, H. LERCH

(Abteilung für industrielle Forschung, ETH Zürich)

und W. MENTI, M. MARTIN

(Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich)

Mit den für die elektronenmikroskopische Präparationstechnik üblichen Aufdampfmethoden für Kohlenstoff (Punkterhitzung, Lichtbogen) lassen sich die für die Herstellung grossflächiger, selbsttragender Folien erforderlichen Dicken nur durch wiederholte Anwendung des Verfahrens erzielen. Dagegen kann durch örtlich begrenztes Erhitzen eines Graphitstabes mit Hilfe eines Elektronenstrahles Kohlenstoff in beliebiger Dicke aufgedampft werden. Als Objekt dient eine Nickel-Folie, die mit Polystyrene Cement auf einen Aluminiumhaltering geklebt und nachher weggeätzt wird. Dadurch lassen sich selbsttragende Kohlenstoff-Folien von 10 mm Durchmesser und bis zu  $6\text{--}10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  kleinster Dicke herstellen.

### **Eine Miniatur-Aufdampfquelle mit Elektronenbombardement-Heizung und ihre Anwendung in der kernphysikalischen Präparationstechnik**

von W. MENTI, M. MARTIN

(Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich)

und E. B. BAS, H. O. VOGT

(Abteilung für industrielle Forschung, ETH Zürich)

Zur Herstellung dünner Targets für die kernphysikalische Forschung wurde eine Miniatur-Aufdampfquelle verwendet, welche die Verdampfung sehr kleiner Mengen von Stoffen hoher Verdampfungstemperatur gestattet. Ein Tiegelchen auf einem

Wolfram-Bolzen wird durch Elektronenbombardement geheizt. Bei einer Heizleistung von 45 Watt lassen sich damit Temperaturen bis zu 2600°C erzielen. Die Austrittsöffnung des Tiegelchens beträgt ca. 0,5 mm Durchmesser. Durch ein Blendensystem, welches zugleich als Strahlungsabschirmung dient, wird der Öffnungswinkel des Dampfstrahles begrenzt. Bei geeigneter Tiegelwahl (W, Mo, Ta, C) können kleinste Mengen der Elemente und ihrer Oxyde, wie NiO, TiO<sub>2</sub>, GeO<sub>2</sub>, Ga<sub>2</sub>O<sub>3</sub> usf., aufgedampft werden. Bei einmaliger Aufdampfung lassen sich hierbei Massendicken von einigen 100 µg/cm<sup>2</sup> erreichen.

### **Herstellung von Oberflächensperrsichtzählern**

von J. E. BENN, V. MEYER

(Physik-Institut der Universität Zürich)

Zur Energiebestimmung von ionisierenden Kernteilchen wurden Siliziumdioden mit Oberflächensperrsicht gebaut. Das Herstellungsverfahren ist ähnlich dem von G. DEARNALEY und A. B. WHITEHEAD<sup>1)</sup>), jedoch wurde von Leitsilberkittkontakte abgesehen und stattdessen das Silizium elektrochemisch vernickelt, was ein Kontaktieren mit Weichlot ermöglicht. Nach Verfertigen des Rückkontakte werden die hochreinen Siliziumscheiben in einer Ätze (Flußsäure, Salpetersäure) poliert, 3–6 Stunden gelagert und nach Abdecken mit Glimmer mit einer 20–40 µgr/cm<sup>2</sup> dicken Goldschicht bedampft. Der Frontkontakt wird durch einen Galvanometerfaden aus Gold hergestellt, der flach auf die Goldschicht gelegt und angeklebt wird. Die fertigen Dioden werden in ein Aluminiumgehäuse gebaut und in einen Koaxialstecker geschraubt. Die erreichte Energieauflösung bei 5,3 MeV Alpha-teilchen beträgt 0,3%.

<sup>1)</sup> AERE-Report 3662 Harwell, Berkshire 1961.

### **Ein Einschub für Flugzeitmessungen zum transistorisierten RCL-256-Kanalanalysator**

von A. BÄCHLI, K. BEHRINGER

(Eidg. Institut für Reaktorforschung, Würenlingen)

In Verbindung mit einem Chopper-Experiment zur Messung von thermischen Neutronenspektren im EIR wurde ein Einschub für Flugzeitmessungen zum trans. RCL-256-Kanalanalysator entwickelt. Ein Nullzeit-Signal löst bei jedem Burst einen Adress-Zyklus aus, bei welchem die einzelnen Kanäle der Reihe nach während eines vorgewählten Zeitintervalls zur Registrierung der Impulse vom Neutronendetektor geöffnet werden. Da für die Speicherung 14 µsec und bei jeder 10<sup>0</sup> Übertragung ( $n \geq 1$ ) weitere  $n \cdot 14$  µsec benötigt werden, wurde zur Elimination der Zeitskalenverschiebung bei der Registrierung von mehr als einem Ereignis pro Burst ein zweiter Adress-Zähler im Einschub vorgesehen, dessen Inhalt beim Eintreffen eines Ereignisses in den Adress-Zähler des Analysators geschoben wird. Der Transfer erfolgt über ein Zwischenregister als Pufferstufe, womit eine Reduktion der Totzeit erreicht wird. Die Zeitskala wird von einem 1 MHz-Quarz-Oszillatior abgeleitet. Die Kanalbreiten sind von 1 bis 512 µsec in Stufen von 2 einstellbar.

## Zählrohr für C<sup>14</sup>-Altersbestimmungen an kleinen Proben

von H. LOOSLI, H. OESCHGER

(Physikalisches Institut der Universität Bern)

Mit Hilfe speziell konstruierter Zählrohre mit kleinem Nulleffekt und möglichst grosser Zählausbeute ist es möglich, C<sup>14</sup>-Datierungen an Proben durchzuführen, die nur etwa 20–40 mg Kohlenstoff enthalten.

Im Bereich von 1000 bis 15000 Jahren werden Resultate ausreichender Genauigkeit erhalten. Sie sollen vorerst für die Altersbestimmung von Gletschereis anhand der organischen Einschlüsse und des eingeschlossenen CO<sub>2</sub> benutzt werden.

Weitere Anwendungsmöglichkeiten werden diskutiert.

## Über die Bestimmung der Ionendichte in einem Plasma

von E. CANTIENI, H. GAUG, H. SCHNEIDER, O. HUBER

(Physikalisches Institut der Universität Fribourg)

Die magnetoakustische Resonanz hat sich als neue Diagnostikmethode zur Bestimmung der Ionenidichte in einem zylindrischen Plasma erwiesen<sup>1)</sup>. Dieses Verfahren haben wir inzwischen weiterentwickelt, und eine ausführliche Publikation erscheint demnächst in den Helv. Phys. Acta. Als Vergleich wurde in demselben Plasma die Ionendichte aus der Starkverbreiterung der emittierten Spektrallinien bestimmt. Da die Verbreiterung der Argonlinien im hier untersuchten Bereich zu klein ist, haben wir dem Argon 5% Wasserstoff beigegeben und das Profil der H-Linie zeitlich aufgelöst gemessen. Der Vergleich mit der Theorie von GRIEM-KOLB-SHEN ergibt die Ionendichte. Die auf diese Weise gemessenen Ionendichten sind in guter Übereinstimmung mit denjenigen, welche mit Hilfe der magnetoakustischen Resonanz bestimmt wurden.

<sup>1)</sup> E. CANTIENI und H. SCHNEIDER, Helv. Phys. Acta 35, 245 (1962).

## Ein Flugzeitspektrometer zur Messung von Neutronenspektren am Reaktor DIORIT

von J. BRUNNER, T. DÖLLGAST, P. WYDLER

(Eidg. Institut für Reaktorforschung, Würenlingen)

Zur Messung von Neutronenspektren in multiplizierenden Medien wurde am EIR ein Flugzeitspektrometer mit einem mechanischen Chopper gebaut. Die Daten des Choppers aus rostfreiem Stahl (später Nimonic) sind folgende: Durchmesser 12 cm, Schlitzhöhe 4 mm, maximale Drehzahl (für Nimonic) 24000 rpm, Flugstrecke 2,8 m, Auflösung bei 0,025 eV (bei 12000 rpm) 4%. Verwendbarer Energiespektrum: 0,001 eV bis einige eV. Der Chopper wird durch einen 60 Watt Hysteresis-Motor angetrieben. In einem ersten Versuchsaufbau wurde das Energiespektrum des mit Hilfe eines bis zum Zentrum des Reaktors führenden Bestrahlungskanals extrahierten Neutronenstrahls ausgemessen. Die gemessene Maxwellverteilung bei 45° Moderatortemperatur entspricht 340°K. Die Untersuchung erstreckt sich besonders über den Bereich, in

dem die Maxwell-Verteilung in die  $1/E$ -Verteilung übergeht. Eine zur Kontrolle der Korrekturen durchgeführte Messung des totalen Wirkungsquerschnittes von Cd und Be zeigte sehr gute Übereinstimmung mit den Literaturwerten.

### **Messung von Neutronendiffusionsparametern in schwerem Wasser mit Hilfe eines gepulsten Neutronengenerators**

von E. UTZINGER

(Eidg. Institut für Reaktorforschung, Würenlingen)

Eine der besten Methoden, die Diffusionsparameter (makroskopischer Wirkungsquerschnitt, Diffusionskonstante, Diffusionskühlungskonstante) zu bestimmen, ist die Messung mit einem gepulsten Neutronengenerator. Man misst dabei den zeitlichen Verlauf des thermischen Flusses, nachdem ein Impuls von schnellen Neutronen an einem Punkt ins System eingeschossen wurde. Messungen dieser Art wurden im Tank (150 cm Ø, 250 cm Höhe) der unterkritischen Anlage MINOR durchgeführt. Der Tank war mit 1,8 t D<sub>2</sub>O gefüllt. Als Neutronengenerator wurde der 150 kV Beschleuniger TEXAS NUCLEAR benutzt. Die Tritium-Target, die über die  $T(d, n)$  He<sup>4</sup>-Reaktion 14-MeV-Neutronen lieferte, war ins Zentrum des Graphitsockels des MINOR justiert. Für die Zeitanalyse stand ein TMC-Analysator zur Verfügung. Der zeitliche Verlauf des thermischen Flusses wurde an verschiedenen Orten im Tank verfolgt. Dies gestattete, mit einem neuen Rechenprogramm (Analyse nach höheren Ortsharmonischen) die Diffusionsparameter zu bestimmen. Bei einer D<sub>2</sub>O-Konzentration von 99,88% und einer Temperatur von 22°C wurde  $vD = (2,02 \pm 0,01) \cdot 10^5 \text{ cm}^2/\text{sec}$  gefunden.

### **Isotopie-Effekte in Thermionenquellen**

von A. EBERHARDT, J. GEISS

(Physikalisches Institut der Universität Bern)

Es wurden Isotopie-Effekte untersucht, die während der Verdampfung von Mikrogramm-Mengen chemisch reiner Rb-, K- und Li-Salze auftreten. Die Relativgenauigkeit wurde mit Hilfe eines Doppelauffängersystems gesteigert. Die gemessenen Isotopenverhältnisse zeigen einen zeitlichen Gang, der einer Rayleighdestillationskurve angepasst werden kann. Als Fraktionierungsfaktor ergibt sich die Quadratwurzel aus dem Verhältnis der Massen. Nach totaler Materialabdampfung betragen die maximalen Anreicherungen für Lithium 45%, für Kalium 10% und für Rubidium 5%.

Ausserdem wurden Einflüsse des Bändchenmaterials und der chemischen Zusammensetzung der Probe auf das gemessene Isotopenverhältnis beobachtet.

### **Zur Fluchtungsmessung mit dem Doppelspalt-Interferometer**

von W. LOTMAR

(Eidg. Amt für Mass und Gewicht, Bern)

Das Doppelspalt-Interferometer (Eintrittspalt, Doppelspalt in einem Abstand dahinter, Interferenz in dem von abgebeugtem Licht der beiden Spalte gemeinsam

überstrichenen Gebiet) kann zu Fluchtungsmessungen verwendet werden, da die Orte jedes Intensitätsmaximums oder -minimums jeweils eine Gerade im Raum darstellen (VAN HEEL). Als Einstellmarke wird meist das Maximum 0. Ordnung verwendet. Ersetzt man die Zweispalt- durch eine Vierspaltblende und fügt nahe der letzteren eine etwas exzentrisch angeordnete langbrennweitige Sammellinse bei, so entsteht ein Interferenzbild, das symmetrisch zu einer relativ scharfen schwarzen Mittellinie verläuft. Diese stellt ein achromatisiertes Minimum 1. Ordnung dar, wobei dessen Spektrum durch die Dispersion der Linse kompensiert ist. Sie kann vorteilhaft als Einstellmarke verwendet werden.

### **Zur Berechnung der aerodynamischen Koeffizienten von Flugkörpern im Überschallbereich**

von A. MONA

(Contraves AG, Zürich)

Der nur für kleine Anstellwinkel gültige Anwendungsbereich der Rechenmethode des NACA Berichtes 1307 zur Berechnung der Grösse und Lage der resultierenden Normalkraft an Flugkörpern wurde zunächst im Überschallbereich unter Berücksichtigung zusätzlicher Wirbeleffekte auf mittlere Anstellwinkel ausgedehnt. Der Vergleich zwischen Messung und Rechnung für eine Serie von Flugkörpern zeigte jedoch, dass die Lage der resultierenden Normalkraft nicht befriedigend vorausberechnet werden kann, wenn der Rumpfteil stromabwärts der Flächenanschlüsse am Rumpf lang ist. Um dieses Problem abzuklären, wurde eine Untersuchung eingeleitet, deren bisherige Resultate zeigen, dass die Berechnung von Flügel-Rumpf Kombinationen mit relativ einfachen Mitteln verbessert werden kann.

### **Physique du solide**

#### **Calculation of the Knight-shift in metallic Beryllium with an intermediate OPW-tight binding method**

by W. SCHNEIDER, L. JANSEN, L. ETIENNE-AMBERG

(Battelle Institute, Geneva)

Calculated values of the Knight-shift in metallic beryllium using the method of orthogenalized plane waves (OPW) are larger than the experimental upper limit by an order of magnitude. It is supposed that this discrepancy is due to the fact that the local character of the conduction electron wave functions near atomic nuclei in this metal is not accurately given by the OPW-method. A modified variational calculation is proposed with a basis set consisting of orthogonalized plane waves plus tight-binding valence functions. It is found that admixture of tight-binding 2s-functions results in a considerable decrease of the Knight-shift; the corresponding energy level lies a little below that obtained on the basis of three symmetrized orthogonalized plane waves.

## Quantum Oscillations in the Microwave Surface Impedance of Metals

by JOHN J. QUINN  
(Labs. RCA Ltd., Zurich)

By using the conductivity tensor of a quantum plasma in the presence of a uniform magnetic field<sup>1)</sup>, the de-Haas van-Alphen oscillations in the surface impedance can be derived. For the free electron model it is found that the oscillations for transverse and longitudinal polarizations depend upon different functions. For free electrons the two functions have the same period, but the results suggest that in anisotropic metals the periods could perhaps be different. A comparison with the quantum oscillations of the magnetic susceptibility will be made.

<sup>1)</sup> J. J. QUINN and S. RODRIGUEZ, Phys. Rev. 128, 2487 (1962).

## Neubestimmung der Kationenverteilung in Mg-Al-Spinell mittels Neutronenbeugung

von P. FISCHER, W. HÄLG, G. MAIER, E. STOLL  
(Delegation Ausbildung und Forschung, EIR, Würenlingen)

Kernresonanzmessungen von S. Hafner und Mitarbeitern an Spinell-Einkristallen lassen sich durch eine Abhängigkeit der Kationenverteilung von der thermischen Vorgeschichte der Probe deuten. Hingegen schloss Bacon (1952) bei einer synthetischen Pulverprobe, die nach Hafner eher ungeordnet sein sollte, aus Neutronenbeugungsuntersuchungen auf Normalstruktur. Die von uns durchgeföhrten Messungen mit dem Neutronendiffraktometer am DIORIT bestätigen den von Bacon bestimmten Sauerstoffparameter  $u = 0,3872 \pm 0,0005$ . Der Inversionsgrad liegt dagegen um 20% Al in Tetraederlagen und ist vermutlich in der Tat vorgeschichtsabhängig. Letzteres wird zur Zeit untersucht.

## Freie Weglängen im normalen und supraleitenden Zustand

von P. WYDER  
(Institut für kalorische Apparate und Kältetechnik, ETH Zürich)

Für viele Untersuchungen von Transportphänomenen von Metallen wird vorausgesetzt, dass die freien Weglängen der Elektronen im normalleitenden und supraleitenden Zustand gleich sind. Ausgehend von der BCS<sup>1)</sup>-Theorie der Supraleitung kann gezeigt werden<sup>2)</sup>, dass die beiden freien Weglängen bei nur elastischen Stößen gleich sein müssen. Durch Messen der Wärmeleitfähigkeit verschieden dicker Proben von hochreinem Indium, worin die freie Weglänge mit dem Probendurchmesser vergleichbar ist, kann diese im normalen und supraleitenden Zustand bestimmt werden («Freie Weglängen-Effekt»). Es zeigt sich, dass die beiden freien Weglängen gleich sind, nicht nur im Gebiete der elastischen Elektron-Verunreinigungs-Streuung, sondern auch in Anwesenheit unelastischer Elektron-Phonon-Streuung. Damit wird eine unserer Annahmen für die kürzlich gegebene Erklärung des Maximums des

Wärmewiderstandes im Zwischenzustandsgebiet durch Streuung der Elektronen an den Phasengrenzen bestätigt<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> J. BARDEEN, L. N. COOPER, and J. R. SCHRIEFFER, Phys. Rev. 108, 1175 (1957).

<sup>2)</sup> J. BARDEEN, G. RICKAYZEN, and L. TEWORDT, Phys. Rev. 113, 982 (1959).

<sup>3)</sup> S. STRÄSSLER and P. WYDER, Phys. Rev. Letters 10, (1963).

## Reflectivity of PbS, PbSe and PbTe in the fundamental absorption region

by D. L. GREENAWAY

(Laboratories RCA Ltd., Zürich)

The reflectivity of cleaved crystals of the lead salts has been measured over the energy range 1–12 ev, both at room-temperature and at 77°K. It is possible to make some limited analogies with the reflectivity of diamond and zincblende materials. One feature of the lead salts is that the main reflectivity peaks reveal a zero of very small temperature coefficient, in direct variance with zincblende semiconductors. Some tentative conclusions can be drawn about the general band structure of the lead salts, and of materials having similar crystalline structure (eg. SnTe and GeTe), by using the present results in conjunction with a recent band-structure calculation on PbTe.

## Wirbelströme in dünnen, einkristallinen Platten

von P. COTTI

(Institut für kalorische Apparate und Kältetechnik, ETH Zürich)

In einer kürzlich erschienenen Arbeit<sup>1)</sup> wurde gezeigt, wie aus Messungen der Abklingszeitkonstanten von Wirbelströmen in polykristallinen, dünnen Platten, die durch Magnetfeldänderungen parallel zur Oberfläche erzeugt wurden, die mittlere freie Weglänge der Leitungselektronen bestimmt werden kann. Die dort gefundenen Zusammenhänge können durch ein «Ineffectiveness concept» im Sinne PIPPARDS<sup>2)</sup> gedeutet werden. Sie lassen sich deshalb in Erweiterung der Verifikation von KAGANOV und AZBEL<sup>3)</sup> auch auf einkristalline Proben mit realer Fermi-Fläche übertragen, wobei die Abklingzeitkonstante proportional zu einem von der Richtung des Kickfeldes abhängigen Mittelwert des Krümmungsradius' der Fermi-Fläche wird. Solche Untersuchungen von Wirbelströmen in einkristallinen, dünnen Platten können deshalb wertvolle Informationen über die Form der Fermi-Fläche liefern.

<sup>1)</sup> P. COTTI, Physics Letters 4, 114 (1963).

<sup>2)</sup> A. B. PIPPARD, Proc. Roy. Soc. A 224, 273 (1954).

<sup>3)</sup> M. I. KAGANOV und M. Y. AZBEL, Doklady Akad. Nauk, SSSR 102, 49 (1955).

## Ein galvanomagnetischer Effekt in dünnen Metallplatten

von P. COTTI\*), J. G. DAUNT\*\*), M. KREITMAN\*\*), and J. L. OLSEN\*)

(\* Institut für kalorische Apparate und Kältetechnik, ETH Zürich)

(\*\*) Ohio State University, Columbus, Ohio)

Bekanntlich wird der elektrische Widerstand in dünnen Platten und Zylindern, wo Oberflächenstreuung wesentlich ist, durch ein Magnetfeld modifiziert.

Eine Reihe solcher Effekte sind beobachtet worden<sup>1)2)3)</sup>, doch war bisher die Suche nach der erwarteten Widerstandreduktion in Platten in Magnetfeldern parallel zur Plattenebene, aber senkrecht zur Stromrichtung, erfolglos<sup>4)</sup>. Dieser Effekt ist jetzt in Indium-Platten beobachtet worden.

Im Gegensatz zur Situation in Drähten sind Theorie und Experiment in recht guter Übereinstimmung. Die gewonnenen Ergebnisse können für eine Abschätzung der Grösse der Fermi-Fläche verwendet werden.

<sup>1)</sup> D. K. C. MACDONALD, Handbuch der Physik 14, 137 (1956).

<sup>2)</sup> J. L. OLSEN, Proc. Int. Conf. on Thin Metallic Layers, p. 338, Louvain 1961.

<sup>3)</sup> P. COTTI, Proc. Int. Conf. High Magnetic Fields, p. 539, MIT 1961.

<sup>4)</sup> D. K. C. MACDONALD, Phil. Mag. 2, 1 (1957).

## Über den Grüneisenparameter von seltenen Erdmetallen bei tiefen Temperaturen

von K. ANDRES

(Institut für kalorische Apparate und Kältetechnik, ETH Zürich)

Unter dem Grüneisenparameter eines festen Körpers versteht man das Verhältnis aus seinem Ausdehnungskoeffizienten dividiert durch die Kompressibilität mal die spezifische Wärme pro Volumeneinheit. Der Grüneisenparameter ist bei hohen Temperaturen ein Mass für die Anharmonizität des Gitterpotentials. Bei tiefen Temperaturen können angeregte Zustände von Elektronen (Leitungselektronen sowie Elektronen aus inneren ungefüllten Schalen) den Grüneisenparameter bestimmen. Ein Beispiel hierfür liefern die seltenen Erdmetalle Ce und Nd, welche bei tiefen Temperaturen anormal grosse negative thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen. Die Temperaturabhängigkeit dieses Koeffizienten deutet darauf hin, dass die thermischen Anregungen der 4f-Zustände in den einzelnen Atomen nicht unabhängig voneinander sind.

## Spin-Lattice Relaxation of Ni<sup>3+</sup> in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

by U. HÖCHLI, O. S. LEIFSON\*)

(Physik-Institut der Universität Zürich)

\*) National Science Foundation (USA) Postdoctoral Fellow.

and K. A. MÜLLER

(Battelle Institute, Geneva and Physik-Institut der Universität Zürich)

Measurements of the ESR line width of Ni<sup>3+</sup> in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> have been made over the temperature range - 20°C to 200°C. The single isotropic line at g = 2,146, previously observed by GESCHWIND and REMEKA<sup>1)</sup>, belongs to the strong field ground state <sup>2</sup>E ( $d\epsilon^6 d\gamma$ ). In the temperature range 40°C to 200°C the line width  $\delta H$  obeys the relation  $\delta H = C \exp(-\Delta/K T)$  with  $\Delta = 830 \pm 40 \text{ cm}^{-1}$ . Assuming the line width is due to lifetime broadening we get  $1/T_{1e} = 10^{11} \exp(-1180/T)$ . Such an exponential temperature dependence for the spin-lattice relaxation time,  $T_{1e}$ , is typical of an Orbach mechanism<sup>2)</sup> and has previously been observed in the 3d group for isoelectronic Co<sup>2+</sup> in Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> between 10°K and 25°K<sup>3)</sup>. We believe that this in the first

Orbach relaxation observed at room temperature. The value thus obtained for  $\Delta$  gives an estimate of the  $2_E - 4_{T_1}$  level separation and should be of value in the optical spectrum analysis<sup>4)</sup>.

<sup>1)</sup> S. GESCHWIND, J. P. REMEYKA, J. Appl. Phys. Suppl. 33, 370 (1962).

<sup>2)</sup> R. ORBACH, Proc. Phys. Soc. London, 77, 821 (1961).

<sup>3)</sup> G. M. ZVEREV, N. G. PETELINA, Soviet Physics JETP 15, 820 (1962).

<sup>4)</sup> D. S. MCCLURE, J. Chem. Phys. 36, 2757 (1962).

### Einfluss von Druck auf die Supraleitung

von E. BUCHER\*), T. GEBALLE\*\*), M. LEVY\*\*\*) J. MÜLLER\*) und J. L. OLSEN\*\*\*)

(\*) Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

(\*\*) Bell Telephone Laboratories, New Jersey)

(\*\*\*) Institut für kalorische Apparate und Kältetechnik, ETH Zürich).

Unsere Untersuchungen über den Einfluss von Druck auf die Supraleitung sind auf weitere Metalle ausgedehnt worden. Die früher von uns<sup>1)</sup> geäusserte Vermutung wird bestätigt, dass der Unterschied zwischen den Mechanismen, die Supraleitung in den Übergangsmetallen und Nicht-Übergangsmetallen verursachen, sich in der Druckabhängigkeit der kritischen Temperatur widerspiegelt.

<sup>1)</sup> K. ANDRES, J. L. OLSEN, H. ROHRER. IBM Journ. Res. Dev. 6, 84 (1962).

### Zum Paramagnetismus von Niob-Legierungen

von D. BENDER, E. BUCHER, J. MÜLLER

(Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

Strukturuntersuchungen haben ergeben, dass sich das niobreiche Mischkristallgebiet in Nb-Ru mit leichter tetragonaler Deformation bis mindestens 45 At. % Ru erstreckt. Die elektronischen Eigenschaften dieses Systems dürften somit für Legierungen der Übergangsmetalle im Gebiet zwischen 5 und 6 Elektronen pro Atom repräsentativ sein. Messungen der spezifischen Wärme bei tiefen Temperaturen ergaben ein flaches Minimum der Zustandsdichte bei 5,7 Elektronen pro Atom. Einen verschiedenen Verlauf zeigt der an denselben Proben beobachtete Paramagnetismus. Die Interpretation der Daten gelingt, wenn in diesem und ähnlichen Legierungssystemen mit einem wesentlichen Beitrag eines Bahn-Paramagnetismus gerechnet wird, der mit steigender Elektronenzahl abnimmt.

### Paramagnetische Resonanz von Defektelektronen in NH<sub>4</sub>Cl

von L. VANNOTTI, H. ZELLER

(Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

Es ist bekannt, dass Defektelektronen in Alkalihalogeniden mit NaCl Struktur lokalisiert sind, selbst wenn sie nicht von anderen Gitterdefekten eingefangen werden

(self-trapping). Die Lokalisierung erfolgt durch Zusammenschluss zweier benachbarter Halogenid-Ionen zu einem Halogen<sub>2</sub>-Molekül-Ion, dessen Achse parallel zu den (110) Achsen des Kristalls orientiert ist.

Um festzustellen, ob diese Molekül-Ionen-Bildung auch in Halogeniden des CsCl Typs auftritt, haben wir NH<sub>4</sub>Cl Einkristalle bei der Temperatur des flüssigen Stickstoffes mit Röntgenlicht bestrahlt und mit Hilfe paramagnetischer Resonanz untersucht. Das Ergebnis ist folgendes:

1. Es werden Cl<sub>2</sub>-Molekül-Ionen gebildet, die nicht mit anderen Gitterdefekten assoziiert sind; d.h. das Defektelektron ist tatsächlich «self-trapped».
2. Die Achse des Molekül-Ions ist parallel zu (100). Seine elektronische Struktur ist trotzdem dieselbe wie in Kristallen vom NaCl Typ.
3. Die Zerfallstemperatur liegt zwischen 140°K und 150°K.

### **Ferroakustische Resonanz in Gallium-substituierten Eisen-Granaten**

von B. LÜTHI, F. OERTLE

(IBM Forschungslaboratorium, Rüschlikon ZH)

Die kürzlich entdeckte ferroakustische Resonanz<sup>1)</sup> wurde nun auch an Gallium-substituierten Eisen-Granaten der Zusammensetzung Y<sub>3</sub>Ga<sub>1,6</sub>Fe<sub>3,4</sub>O<sub>12</sub> in Funktion der Temperatur gemessen. Die daraus erhaltenen Werte für die magnetoelastische Kopplungskonstante b<sub>2</sub> und für die Spinwellenrelaxationszeit werden mit der Theorie verglichen. Die Linienform der ferroakustischen Resonanz wird diskutiert.

<sup>1)</sup> B. LÜTHI, Physics Letters 3, 285 (1963).

### **Bindungsscherung in elastisch verformten Germanium**

von A. SEGMÜLLER

(IBM Forschungslaboratorium, Rüschlikon ZH)

In einem elastisch verformten Einkristall mit Diamantstruktur sind nur die Verschiebungen der Atome innerhalb der zwei kubisch flächenzentrierten Untergitter eindeutig durch den Verschiebungstensor bestimmt. Für die Angabe der relativen Verschiebung der zwei Untergitter gegeneinander ist dagegen eine detailliertere Kenntnis der atomaren Kräfte erforderlich. L. Kleinman hat auf Grund seiner Berechnung der Deformationspotentiale eines in der (111)-Richtung verformten Siliziumkristalles vorausgesagt, dass in einem solchen Kristall die Abstände eines Atoms zu seinen vier nächsten Nachbarn abgesehen von einer geringen isotropen Dilatation ungeändert bleiben und nicht gemäss dem Verschiebungstensor gedehnt oder gestaucht werden. Dies bewirkt eine Änderung der Valenzwinkel zwischen drei Bindungen und der vierten in Richtung der angelegten Spannung, oder eine Bindungsscherung. Diese Bindungsscherung ist für Germanium durch das Auftreten von Röntgenbeugungsreflexen, die für das Diamantgitter verboten aber für das einfache kubisch flächenzentrierte Gitter erlaubt sind, nachgewiesen worden.

## Messung der optischen Konstanten des Gadoliniums im Ultrahochvakuum

von C. SCHÜLER, W. E. MÜLLER

(IBM Forschungslaboratorium, Rüschlikon ZH)

Die Transmission und Reflexion dünner Gd Schichten wurden zwischen  $\lambda = 0,2$  und  $\lambda = 2$  bei angenähert senkrechtem Lichteinfall bestimmt. Schwierigkeiten, die durch Verunreinigungen auftreten könnten, wurden vermieden durch Aufdampfung und Messung der Schichten im Ultrahochvakuum. Die jeweilige Dicke der Schichten wurde während des Experimentes aus der Frequenzänderung eines gleichzeitig mitbedampften Schwingquarzes ermittelt<sup>1)</sup>.

Es wird die Wellenlängenabhängigkeit des berechneten Real- und Imaginärteils der komplexen Dielektrizitätskonstanten  $\epsilon = (n^2 - k^2) + i(2nk)$  mitgeteilt.

<sup>1)</sup> G. SAUERBREY, Z. Phys. 155, 206 (1959).

## Conduction calorifique de l'étain pur et état intermédiaire

par FR. HAENSSLER, L. RINDERER

(Laboratoire de Physique de l'Université Lausanne)

Le minimum de la conductibilité calorifique que l'on observe dans certains superconducteurs à l'état intermédiaire peut être expliqué au moyen d'un modèle simple de structure de l'état intermédiaire basé sur la théorie de Landau. Des mesures optiques ont permis de mettre en évidence que pour des mêmes valeurs de champ magnétique transversal et de température, on peut obtenir différentes structures d'état intermédiaire pour un barreau cylindrique d'étain. En mesurant dans les mêmes conditions de champ magnétique et de température la conductibilité calorifique d'un barreau cylindrique d'étain pur pour les différentes structures d'état intermédiaire, on peut se faire une idée de l'influence de cette structure sur la valeur du minimum de la conductibilité calorifique.

## Der zeitliche Verlauf des Übergangs Supraleitung-Zwischenzustand in stromdurchflossenen zylindrischen Drähten

von L. RINDERER, H. PFEIFF

(Laboratoire de Physique de l'Université Lausanne)

Pippards Theorie zum zeitlichen Verlauf der Zerstörung der Supraleitung wird an stromdurchflossenen zylindrischen Proben von Bankazinn und spektroskopisch reinem Zinn nachgeprüft. Die Messergebnisse stehen mit den Voraussagen in Widerspruch. Die Diskrepanzen werden auf die falsche Voraussetzung isothermer Verhältnisse durch Pippard zurückgeführt. Neben elektromagnetischen Einflüssen scheinen magnetokalorische Effekte und latente Wärme eine wesentliche Rolle zu spielen. Mit Hilfe des London-Modells des Zwischenzustandes für stromdurchflossene Supraleiter lässt sich eine Interpretation der Messergebnisse angeben.

## **Das Verhalten von Si-Planar-Transistoren bei kleinen Strömen**

von E. BALDINGER, M. LENZLINGER

(Inst. für angewandte Physik der Universität Basel)

Der Verlauf der Stromverstärkung und des freien Kollektorpotentials als Funktion des Amitterstroms im Bereich von  $10^{-8}$  bis  $10^{-4}$  A erlaubt das Studium der Lebensdauer der Minoritätsladungsträger. Weitere Informationen werden durch Bestrahlung mit schnellen Neutronen und durch Änderung der Temperatur erhalten. Die Transistoren zeigen das zu erwartende Verhalten. Bemerkenswert ist die starke Ausheilung der durch Bestrahlung erzeugten Störstellen bei Lagertemperaturen von  $160^{\circ}\text{C}$ .

## **Anomale spezifische Wärme von Gold mit gelöstem Vanadium bei tiefen Temperaturen**

von J. MUHEIM, J. MÜLLER

(Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

An einem  $\text{Au}_{0,95}\text{V}_{0,05}\text{-}\alpha$ -Mischkristall von ca. 0,2 Gramm-Atom Substanz wurde mit einer empfindlichen Messmethode die spezifische Wärme im Temperaturbereich  $1,5\text{--}14^{\circ}\text{K}$  ermittelt. Der Vergleich mit derselben Messung an reinem Gold erlaubt folgende Aussage: Zulegierung von nur 5 At.-% Vanadium bewirkt eine Vergrösserung des auf  $0^{\circ}\text{K}$  extrapolierten « $\gamma$ » um ca. 300% gegenüber dem  $\gamma$ -Wert (Koeffizient der Elektronenwärme) von reinem Gold. Überdies ist die zusätzliche spezifische Wärme fast über den ganzen Messbereich linear in  $T$ . Dieses Ergebnis kann nur als magnetische Anomalie gedeutet werden. Eine detaillierte Abschätzung der Zusatzentropie ergibt eine effektive Magnetonenzahl von ungefähr  $1,1 \mu$  Bohr pro gelöstes Vanadium-Ion, in befriedigender Übereinstimmung mit dem aus Suszeptibilitätsmessungen ermittelten Wert<sup>1)</sup>. Die Anomalie steht im Einklang mit Friedel's theoretischer Voraussage.

<sup>1)</sup> E. VOGT und D. GERSTENBERG, Ann. Physik 4, 145 (1959).

## **Supraleitung und Antiferromagnetismus im Chrom-Rhenium-System**

von T. BINKERT, E. BUCHER, F. HEINIGER, J. MÜLLER

(Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

Supraleitende Legierungen der 2. und 3. Periode der Übergangsmetalle zeigen zwischen 6 und 7 Valenzelektronen pro Atom im allgemeinen ein Maximum der kritischen Temperatur. Komplizierter sind die Verhältnisse, wenn als Komponenten magnetische Elemente der ersten Periode beteiligt sind. In chromreichen Mischkristallen des Systems Cr-Re konnten wir erstmals Supraleitung innerhalb eines Homogenitätsbereiches der Chrom-Struktur feststellen, wobei die höchste kritische Temperatur  $5,5^{\circ}\text{K}$  erreicht. Anderseits ergaben Messungen der elektrischen Widerstandanomalie für geringe Rhenium-Konzentrationen ein Ansteigen und anschliessen-

des Wiederabfallen der Néel-Temperatur. Innerhalb der tetragonalen, komplexen  $\sigma$ -Phase um 60 At. % Re variiert die supraleitende kritische Temperatur ähnlich wie im kubischen Gebiet.

### Kristallachsenlagen in Hagelkörnern

von A. N. AUFDERMAUR, R. LIST, W. C. MAYES

(Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Davos)

Die Anwendung der Ätztechnik auf angeschnittene Hagelkörner erlaubt die Feststellung der Achsenlagen einzelner Einkristalle auf Grund der Interpretation von Replicas (dünne Häutchen mit Abdrücken der Ätzfiguren).

Eine Zusammenstellung zeigt die Achsenverteilungen der Eiskristallite innerhalb verschiedener Schalen von natürlichen Hagelkörnern sowie von im Hagelversuchskanal I künstlich erzeugten Vereisungsprodukten.

### Energieverteilung der Thermoemission aus Silizium

von R. BACHMANN, G. BUSCH, A. H. MADJID

(Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

Die Normalenergie-Verteilung der thermischen Elektronenemission aus  $p$ -Typ Silizium (111)-Oberflächen wurde nach der Methode von H. Shelton gemessen<sup>1)</sup>. Die Resultate zeigen, dass die Bildkraftbarriere keine wesentliche Reflexion verursacht, dass aber trotzdem ein bedeutender Teil der Elektronen bis zu 2 eV über dem Nullniveau in der Verteilung fehlt. Im Gegensatz zu Tantal<sup>1)</sup> und Wolfram<sup>2)</sup> also, weicht die Verteilung für Silizium stark von der Maxwell-Verteilung ab.

<sup>1)</sup> H. SHELTON, Phys. Rev. 107, 1553 (1957).

<sup>2)</sup> P. KISLIUK, Phys. Rev. 122, 405 (1961).

### Feldemission aus Silizium

von G. BUSCH, T. FISCHER

(Laboratorium für Festkörperphysik, ETH, Zürich)

Die Feldemission wurde an verschiedenen dotierten Siliziumspitzen bei Temperaturen zwischen 90°K und 770°K gemessen und der Zusammenhang zwischen der Stromdichte und der Feldstärke bestimmt. Die daraus berechneten Austrittsarbeiten und die am Emissionsbild beobachtete Anisotropie können mit der Strattonschen Theorie nicht erklärt werden. Es werden daher einige bisher unberücksichtigte Einflüsse diskutiert:

1. Der kleine Krümmungsradius verändert den Verlauf des Makropotentials in der Spitze im Vergleich zu einer ebenen Oberfläche.
2. An der Oberfläche kann die Energie-Impuls-Beziehung gegenüber dem Innern verändert sein.
3. Wegen der innern Felder können heisse Elektronen auftreten.

### **Graues Zinn mit kleinem Ge-Gehalt**

von G. BUSCH, A. MENTH, B. NATTERER und J. WULLSCHLEGER  
 (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

Die magnetische Suszeptibilität wurde von  $\alpha$ -Sn-Proben mit sieben verschiedenen Ge-Konzentrationen gemessen. Aus der Übereinstimmung der Temperaturabhängigkeit der kompakten Proben (At. % Ge grösser als 0,2) mit derjenigen von reinen pulverförmigen Proben<sup>1)</sup> folgern wir, dass Ge weder als Donator noch als Akzeptor wirkt. Die Temperatur  $T_U$  des Phasenüberganges von  $\alpha$ - zu  $\beta$ -Sn nimmt mit der Ge-Konzentration zwischen 0 und 1 At. % von 13 bis 74°C zu. Der Wert für 1 At. % Ge steht im Einklang mit früheren Messungen<sup>2)</sup>. Aus elektrischen Messungen wurden die Ladungsträgerkonzentrationen ähnlich wie in früheren Arbeiten<sup>3)4)</sup> bestimmt. Mit der effektiven Masse der Elektronen aus optischen Messungen<sup>5)</sup> lassen sich die Suszeptibilitätsanteile der Elektronen und Löcher separieren.

- <sup>1)</sup> G. BUSCH und E. MOOSER, Helv. Phys. Acta 26, 211 (1953).
- <sup>2)</sup> A. W. EWALD, J. Appl. Phys. 25, 1436 (1954).
- <sup>3)</sup> G. BUSCH und J. WIELAND, Helv. Phys. Acta 26, 697 (1953).
- <sup>4)</sup> A. W. EWALD und E. E. KOHNKE, Phys. Rev. 102, 1481 (1956).
- <sup>5)</sup> M. CARDONA und D. L. GREENAWAY, Phys. Rev. 125, 1291 (1962).

### **Messung der Thermoemission und der elektrischen Leitfähigkeit an Silizium bei hohen Temperaturen**

von R. BACHMANN, G. BUSCH, A. H. MADJID  
 (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

Die Stromdichte der Thermoemission  $j$  aus einer  $p$ -Typ Silizium (111)-Oberfläche und die Leitfähigkeit der Siliziumkathode  $\sigma$  wurden im Temperaturbereich 1200 bis 1600°K gemessen. Aus dem  $1/T$ -Verlauf der Grössen  $\ln(j/T^2)$  und  $\ln(j/T^2 \cdot \sigma)$  erhält man die linear auf  $T = 0$ °K extrapolierten Werte der Austrittsarbit  $W^\circ = 4,05 \pm 0,04$  eV und der Elektronenaffinität  $\chi^\circ = 3,39 \pm 0,04$  eV. Das Silizium ist bei diesen Temperaturen in der Eigenleitung und  $W^\circ$  setzt sich additiv aus  $\chi^\circ$  und der auf das Fermi-niveau bezogenen Energie des unteren Leitungsbandrandes  $E_c^\circ$  zusammen. Der Wert  $E_c^\circ$  wurde rechnerisch zu  $0,66 \pm 0,03$  eV bestimmt, wobei nach einem Vorschlag von C. HERRING<sup>1)</sup> die elektrostatische Wechselwirkung von Elektronen und Löchern berücksichtigt wurde.

## Die Beziehung

$$W^0 = \chi^0 + E^0,$$

$$4,05 \pm 0,04 \text{ eV} = 3,39 \pm 0,04 \text{ eV} + 0,66 \pm 0,03 \text{ eV}$$

wird von den berechneten und den gemessenen Werten also gut erfüllt.

<sup>1)</sup> F. J. MORIN und J. P. MAITA, Phys. Rev. 94, 1525 (1954).

**Supraleitung in Verbindungen mit Cobaltin-Struktur**

von F. HULLIGER

(Cynamid European Research Institute, Cologny GE)

und J. MÜLLER

(Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

Die Frage, ob eine Verbindung metallisch oder nichtmetallisch sei, kann auf Grund der Halbleiter-Kriterien in den meisten Fällen beantwortet werden. Für eine weitere Unterteilung der Metalle in Supra- und Normalleiter stehen uns bis jetzt nur die empirischen Regeln von Matthias zur Verfügung. Es ist auffallend, dass Verbindungen, welche die Halbleiter-Kriterien beinahe erfüllen, sich häufig als Supraleiter erweisen. Diese Tatsache bewog uns, die metallischen Cobaltin-Verbindungen auf Supraleitung zu prüfen, zumal magnetische Messungen zeigten, dass das überschüssige d-Elektron bei den Pd- und Pt-Verbindungen vollständig delokalisiert ist. Bei PdSbSe, PdBiSe, PdSbTe, PdBiTe, PtBiSe und PtBiTe fanden wir in der Tat einen Übergang zu Supraleitung bei Temperaturen von  $1 \div 1,5^\circ\text{K}$ .

**Thermokraft von geschmolzenem Tellur**

von Y. TIÈCHE, A. ZAREBA

(Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich)

Die Thermokraft  $\alpha$  von geschmolzenem Te wurde im Temperaturbereich von  $460^\circ\text{C}$  bis  $880^\circ\text{C}$  gemessen. Die Messmethode wird beschrieben. Die Werte von  $\alpha$  sind im ganzen Messbereich positiv und nehmen von  $25 \mu\text{V}/\text{Grad}$  bis  $16 \mu\text{V}/\text{Grad}$  mit steigender Temperatur ab.

Die Hallkonstante  $R_H$  von geschmolzenem Te in demselben Temperaturbereich ist dagegen negativ<sup>1)</sup>.

Ein Modell von quasi-freien Elektronen mit einer temperaturabhängigen Konzentration gibt eine Erklärung für den Temperaturverlauf der Hallkonstanten  $R_H$  und der elektrischen Leitfähigkeit  $\sigma$ . Mit der Annahme eines Sprung-Mechanismus für die Bewegung der Elektronen können das positive Vorzeichen und das Temperaturverhalten von qualitativ erklärt werden.

<sup>1)</sup> G. BUSCH und Y. TIÈCHE, Proc. Int. Conf. Semicond. Exeter (1962), S. 237.

## Physique nucléaire

### (p, p')-Reaktionsmechanismus bei 5,8 MeV

von B. GOBBI, R. SZOSTAK, R. E. PIXLEY

(Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich)

Gemessen wurde die ( $\phi, \phi'$ )-Winkelkorrelationsfunktion zwischen den am ersten angeregten Niveau von Cr<sup>52</sup>, Fe<sup>56</sup>, Zn<sup>64</sup> und Zn<sup>68</sup> inelastisch gestreuten Protonen und den entsprechenden Gammastrahlungen. Eine ausführliche Arbeit wird demnächst erscheinen.

### Spectres de paires internes dans le Nd<sup>144</sup>

par J. H. BRUNNER, R. LOMBARD, C. F. PERDRISAT

(Laboratoire de Physique des hautes énergies, EPF Zurich)

Les effets de structure nucléaire observés dans la conversion interne devraient aussi se manifester sur la formation de paires internes. Parallèlement à une étude théorique, nous avons mesuré à l'aide du spectromètre à lentille les spectres de paires de 2 transitions El issues du niveau 2,18 MeV dans le Nd<sup>144</sup>. Pour séparer les composantes du spectre de paires, nous avons utilisé une forme théorique. Le coefficient relatif de formation de paires de la transition de 2,18 Mev a été déterminé par comparaison avec le spectre bêta. L'imprécision du résultat provient essentiellement du rapport d'embranchement de la transition bêta,  $(1,04 \pm 0,22) \times 10^{-2}$  et des intensités relatives des 2 transitions gamma 1:  $(0,40 \pm 0,03)$ . Le coefficient est  $\alpha_\pi$  (El; 2,18) =  $(6,6 \pm 1,1) \times 10^{-4}$  à comparer avec la valeur théorique de  $6,59 \times 10^{-4}$ . L'erreur expérimentale augmentant aux faibles énergies, la détermination de  $\alpha_\pi$  (El; 1,48) est aléatoire. Les évaluations théoriques indiquent que les effets de structure peuvent être du même ordre de grandeur que dans la conversion interne et que leur influence sur la forme des spectres de paires doit se manifester principalement au voisinage de l'énergie limite. La correction nécessaire par la résolution finie du spectromètre est donc indispensable. Un dépouillement dans ce sens est en cours.

### Winkelverteilung von Neutronen aus der T (d, n)<sup>4</sup>He-Reaktion mit polarisierten Deuteronen

von W. TRÄCHSLIN, R. E. BENENSON, H. BÜRGISSE, G. MICHEL, H. R. STRIEBEL

(Physikalisches Institut der Universität Basel)

Die T (d, n)<sup>4</sup>He- und die dazu spiegelbildliche <sup>3</sup>He (d, p)<sup>4</sup>He-Reaktion dienen häufig zur Analyse des Polarisationszustandes von Deuteronen. Unter der Annahme, dass diese Reaktionen nur durch Deuteronen mit Bahndrehimpuls 0 induziert werden, lässt sich aus der Anisotropie der Winkelverteilung die Tensorpolarisation und aus der Neutronenpolarisation die Vektorpolarisation der einfallenden Deuteronen berechnen. Mit der Basler Quelle polarisierter Deuteronen <sup>1</sup>wurden Winkelverteilungen der

Neutronen aus der  $dT$ -Reaktion oberhalb der S-Wellen-Resonanz (107 keV) als Funktion der Energie (zwischen 130 und 520 keV) gemessen. Dabei ergaben sich besonders in Vorförwärtsrichtung Abweichungen von der Winkelverteilung einer reinen S-Wellen-Reaktion. Im Bereich zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$  nimmt die Anisotropie der Neutronenemission mit steigender Deuteronenenergie ab, was beweist, dass der Beitrag zur Reaktion von andern als S-Wellen wesentlich wird. Eine Analyse der Messresultate steht noch aus. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen jedoch, dass sich die Deuteronenpolarisation nur aus Messungen bei der Resonanzenergie unter Vernachlässigung aller andern als der S-Wellen berechnen lässt.

- <sup>1)</sup> H. RUDIN, H. R. STRIEBEL, E. BAUMGARTNER, L. BROWN und P. HUBER, Helv. Phys. Acta 34, 58 (1961).

### **Einfluss magischer Nukleonenzahlen auf die Niveaudichte hochangeregter Kerne**

von R. PLATTNER, P. HUBER, C. POPPELBAUM, R. WAGNER  
(Physikalisches Institut der Universität Basel)

Mit Hilfe der Flugzeitmethode wurden die Spektren von inelastisch gestreuten 14 MeV-Neutronen gemessen. Die Kerntemperaturen wurden durch Analyse nach LE COUTEUR<sup>1)</sup> gefunden. Dabei ging es uns im besonderen darum, festzustellen, ob die magische Protonenzahl 50 eine gegenüber den benachbarten Elementen erhöhte Kerntemperatur ergibt. Hinweise auf einen solchen Effekt gibt z.B. ROSENZWEIG<sup>2)</sup>. Andererseits gibt die Theorie des Niveaudichtekoeffizienten von NEWTON<sup>3)</sup> eine Erhöhung der Kerntemperaturen bei magischen Neutronenzahlen. Gemessen wurden folgende Elemente: Mo, Ag, Cd, Sn (magische Protonenzahl 50), Sb, I, Te, Ba (magische Neutronenzahl 82), Ce. Die Resultate zeigen deutlich den magischen Effekt bei Ba, hingegen fehlt dieser bei Sn.

- <sup>1)</sup> K. J. LE COUTEUR and D. W. LANG, Nuclear Physics 13, 32 (1959).  
<sup>2)</sup> N. ROSENZWEIG *et al.*, Proc. 2nd Conf. on the Peaceful uses of atomic energy, Geneva 1958, Vol. 14, p. 58.  
<sup>3)</sup> T. D. NEWTON, Can. J. Phys. 34, 804 (1956).

### **Absolutmessungen radioaktiver Quellstärken mit Hilfe der verbesserten Koinzidenzmethode**

von R. FROSCH, F. WIDDER, P. HUBER, A. WALTHERT  
(Physikalisches Institut der Universität Basel)

Eine Verbesserung der von MEYER *et al.*<sup>1)</sup> ausführlich beschriebenen Methode zur Absolutbestimmung radioaktiver Quellstärken wurde von uns bereits erörtert<sup>2)</sup>. Das Wesentliche dabei ist eine Aufteilung der Ansprechwahrscheinlichkeit in zwei Faktoren: die «Ansprechwahrscheinlichkeit in engerem Sinne»  $W_{ij}$  und die «Zählwahrscheinlichkeit»  $V_{ij}$ . Durch geeignete Justierung der Apparatur, wobei gewisse Nebenbedingungen zwischen den  $W_{ij}$  und  $V_{ij}$  erfüllt werden, kann erreicht werden, dass die gesuchte Quellstärke eine einfache Funktion der gemessenen Zählraten wird.

In der Praxis hat sich jedoch ein anderes Verfahren bewährt: Man lässt die eine Bedingung (zwischen den  $V_{ij}$ ), die experimentell nicht ganz einfach zu erfüllen ist, fallen und bringt dafür am Messergebnis eine entsprechende, leichter zu bestimmende Korrektur an. Innerhalb der Messfehlergrenzen erhielten wir bei Co<sup>60</sup>-Eichpräparaten Übereinstimmung mit folgenden international anerkannten Eichstellen: NBS, Washington (0,5%); PTB, Braunschweig (1%) und NPL, Teddington (1%).

- <sup>1)</sup> K. P. MEYER, P. SCHMID und P. HUBER, Helv. Phys. Acta 32, 423 (1959).
- <sup>2)</sup> R. FROSCH, P. HUBER und F. WIDDER, Compte rendu de la réunion de la Société Suisse de Physique, Lucerne 1962.

### **$\gamma$ -Kaskaden im Be<sup>8</sup>-Zerfall**

von P. TRUÖL, V. MEYER

(Physik-Institut der Universität Zürich)

Die  $\gamma$ -Strahlung der Li<sup>7</sup>( $p, \gamma$ )Be<sup>8</sup>-Reaktion wurde bei der Resonanz von  $E_p = 440$  KeV auf Kaskaden untersucht. Zwei 3"  $\times$  3" N<sub>a</sub>J-Detektoren in Koinzidenzschaltung<sup>1)</sup> mit einer Auflösungszeit von  $\tau = 20$  ns registrierten  $\gamma$ -Quanten mit Energien von  $E_\gamma \geq 3,2$  MeV, resp.  $E_\gamma \geq 4,7$  MeV. Die Gesamtausbeute an koinzidenten  $\gamma$ -Quanten ergab als obere Grenze für den relativen Anteil einer Kaskade an der gesamten  $\gamma$ -Intensität den Wert von  $4 \cdot 10^{-3}$ .

In Be<sup>8</sup> existieren also keine  $\alpha$ -stabilen,  $\gamma$ -instabilen Zustände zwischen 3,2 MeV und 14,4 MeV Anregungsenergie, es sei denn, ihr Drehimpuls wäre  $I \geq 3$ .

- <sup>1)</sup> W. GRUHLE, Nucl. Instr. 4, 112 (1959).

### **Diffusion inélastique de neutrons de 14,1 MeV sur le carbone**

par C. JOSEPH, J. C. ALDER, G. A. GRIN, J. F. LOUDE, B. VAUCHER

(Laboratoire de Recherches nucléaires de l'EPUL, Lausanne)

Un spectromètre de neutrons rapides par temps de vol – convertisseur temps-amplitude<sup>1)</sup> – avec détection de la particule alpha associée, a permis de mettre en évidence les groupes de neutrons diffusés inélastiquement sur les premier, deuxième, troisième et quatrième niveaux excités du C<sup>12</sup> (les deux derniers étant superposés). Un spectre de temps de vol a été relevé pendant 200 heures pour un angle de diffusion de 30°, une distance de vol de 2 mètres et un échantillon parallélopipédique de 5  $\times$  5  $\times$  8 cm placé à 50 cm de la cible. Les neutrons diffusés sont détectés, par les protons de recul d'énergie supérieure à 500 KeV, au moyen d'un scintillateur NE 213 de  $\varnothing$  2"  $\times$  2", associé à un circuit de discrimination de forme  $\gamma - n$ . Avec ce seuil de 500 KeV, la résolution du spectromètre (largeur à mi-hauteur), mesurée en vol direct, est de 2,1 ns; alors que la largeur à mi-hauteur des pics correspondant aux neutrons diffusés élastiquement et inélastiquement sur le premier niveau est de 2,4 ns.

Les nombres d'événements intéressants contenus dans le spectre de temps de vol, après soustraction des coïncidences fortuites, mais sans correction d'efficacité, sont

de 1416 (erreur probable  $\pm 3,2\%$ ) pour le premier niveau excité, 201 ( $\pm 20\%$ ) pour le deuxième, et 820 ( $\pm 6,8\%$ ) pour les niveaux trois et quatre superposés.

Cette mesure est la première d'une série dont le but est de déterminer la distribution angulaire de la diffusion inélastique sur les premiers niveaux du Carbone 12.

<sup>1)</sup> G.-A. GRIN, C. JOSEPH, J.-C. ALDER et B. VAUCHER, Helv. Phys. Acta 34, 490 (1961).

## Time-Energy Response of NaI Crystals to 14 MeV Neutrons

by G. D. HICKMAN, F. HEGEDÜS

(Swiss Federal Institute for Reactor Research, Würenlingen)

Two NaI crystals ( $1\frac{1}{2}'' \times 2''$  and  $3'' \times 3''$ ) were activated with neutrons which were produced from a Philips Neutron Generator. The ratio of fast to thermal neutrons incident on the crystal was changed by inserting various thicknesses of paraffin between the neutron source and the crystal. After activation the decay was followed for approximately 4 hours. The total activity (from  $E_c$  to 5 MeV) was observed for 4 different values of  $E_c$ : 0,14, 0,66, 1,14 and 2,5 MeV. The activity was found to be the result of several different reactions, all of which have been identified. Originating from the Na were two fast reactions (threshold 6 MeV),  $\text{Na}^{23}(n, p) \text{Ne}^{23}$  (38 s) and  $\text{Na}^{23}(n, \alpha) \text{F}^{20}$  (11 s). A small activity was observed as arising from the Al which surrounds the crystal,  $\text{Al}^{27}(n, \gamma) \text{Al}^{28}$  (2,3 min). For longer times the only prevailing activity was identified as  $\text{I}^{127}(n, \gamma) \text{I}^{128}$  (25 min). The ratio of 11s + 38s to the 25 min activity was found to vary with the ratio of thermal to fast neutrons and could possibly be used as a spectral indicator. Similar measurements on a CsI crystal showed the absence of short lived activities.

## Messung der Li- $\gamma$ -Strahlung mit einem hochauflösenden Paarspektrometer

von R. BALZER, D. BHARUCHA, F. HEINRICH, A. HOFMANN

(Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich)

Das  $\gamma$ -Spektrum der mit einem Kaskadengenerator erzeugten Reaktion  $\text{Li}^7(\rho, \gamma) \text{Be}^8$  wurde mit einem hochauflösenden, magnetischen Paarspektrometer gemessen. Das Spektrometer hat bei 17 MeV, je nach Einstellung der Detektorbreiten, eine apparative Linienbreite von 150 bis 300 keV. Die Unsicherheit in der absoluten Energiebestimmung ist kleiner als  $\pm 15$  keV.

Bei einer Protonenenergie von  $444 \pm 3$  keV wurde unter dem Winkel von  $90^\circ$  zum Protonenstrahl gemessen. Als Energie für die 17 MeV-Strahlung ergab sich der Wert von  $17,647 \pm 0,015$  MeV. Das Intensitätsverhältnis der 17 MeV-zur 14 MeV-Strahlung beträgt  $1,8 \pm 0,2$ . Für das erste angeregte Niveau wurde die Energie zu  $2,6 \pm 0,15$  MeV bestimmt. Aus der bekannten apparativen Ansprechfunktion des Spektrometers für eine unendlich schmale Linie und auf Grund der experimentellen Breite von 1 MeV konnte die natürliche Breite des ersten angeregten Zustandes von  $\text{Be}^8$  zu

$\Gamma = 0,7 \pm 0,1$  MeV ermittelt werden.  $\Gamma$  ist die Breite im Sinne einer modifizierten Breit-Wigner-Formel, die zu dem unter Berücksichtigung der Übergangswahrscheinlichkeit eines M1-Überganges korrigiert wurde.

### **Eigenschaften eines doppelfokusierenden Eisen-Beta-Spektrometers mit Feldform-Steuerung**

von T. Y. CHEN, O. HUBER, J. KERN, L. SCHELLENBERG  
(Physikalisches Institut der Universität, Fribourg)

Die Eigenschaften des von WILD und HUBER<sup>1)</sup> geplanten Spektrometers wurden untersucht. Zuerst wurde empirisch die Feldform so justiert, dass ein Linienprofil (K-Konversion Linie des Cs-137) möglichst schmal und hoch wird. Weiter wurde kontrolliert, dass die berechneten radialen Blendenöffnungen optimale Eigenschaften ergeben. Es hat sich gezeigt, dass der experimentelle Raumwinkel  $\sim 83\%$  des theoretischen Wertes erreicht. Die Beziehung Luminosität-Auflösung verläuft parallel zur theoretischen Voraussage. Die für eine bestimmte Auflösung erhaltene Luminosität ist aber  $\sim 35\%$  kleiner als erwartet, wenn die Quellenhöhe nach Theorie dimensioniert ist. Die Höhe kann aber ohne Einbusse der Auflösung wesentlich vergrössert werden. Die höchste erreichbare Auflösung wurde mit der 411,8 KeV L-Konversion Linie in Hg-198 untersucht; 0,056% und 0,036% wurde mit 0,4, bzw. 0,2 mm breiten Quellen erzielt.

<sup>1)</sup> H. WILD und O. HUBER, Helv. Phys. Acta 30, 3 (1957).

### **Projekt für einen hochintensiven Beschleuniger für Protonen von 500 MeV**

von H. A. WILLAX, J. P. BLASER  
(Laboratorium für Hochenergiephysik, ETH Zürich)

Der Beschleuniger soll in folgenden Richtungen Forschungsmöglichkeiten bieten:  $\pi$ - und  $\mu$ -Mesonenphysik, evtl. Neutrino-physik, Mesonische Atome, Nukleonstreuung und Kernphysik bei hohen Energien, Radiobiologie usw., wobei die hohe Intensität (100–1000 mal vergl. zu existierenden Synchrozyklotrons) neue Möglichkeiten eröffnet. Es handelt sich um ein Isochronzyklotron (kontinuierlicher Strahl) mit 8 Sektormagneten, in das Protonen bei 70 MeV aus einem kleinen Zyklotron (ebenfalls mit Sektorfokussierung) eingespritzt werden. Die freie Mitte gestattet die Benutzung wirksamer Beschleunigungskavitäten (Energiegewinn über 1 MeV pro Umlauf), was sehr hohe Auslenkräten verspricht. Das Sektorfokussierungsprinzip soll von 50 auf 500 MeV ausgedehnt werden. Die Bahndynamik, die magnetische Genauigkeit, die Strahlauslenkung sowie die Erzeugung der Sekundärstrahlen und die Beherrschung der auftretenden, sehr starken Neutronenstrahlung und Radioaktivität stellen die Hauptprobleme dar. Die Entwicklung würde von der ETH in Zusammenarbeit mit der Industrie übernommen, während die Benutzung der Anlage auf gesamtschweizerischer Basis evtl. unter Mitwirkung ausländischer Forschungsgruppen vorgesehen ist.

**Monte-Carlo-Berechnung der Nukleonenkaskade in der Atmosphäre**

von E. A. BRUNBERG

(Königliche Technische Hochschule Stockholm)

H. DEBRUNNER

(Physikalisches Institut der Universität Bern)

Für die Auswertung der seit dem Internationalen Geophysikalischen Jahr durchgeführten Messungen über die Schwankungen der kosmischen Strahlung ist die Kenntnis der Korrelationen zwischen der Primärstrahlung oberhalb der Atmosphäre und der Zählrate der Detektoren Voraussetzung. Erst damit können die zeitlichen Primär-Variationen in Erdnähe ermittelt werden. Für die Analyse der Neutronenmonitor-Daten wurden bisher die Resultate von L. I. DORMAN benutzt. Es wird aber gezeigt, dass diese mit grossen Fehlern behaftet sind. Wir haben nun ein Programm für die IBM-709 (0) aufgestellt, das es erlaubt, die Nukleonenkaskade in der Atmosphäre mit der Monte-Carlo-Methode zu berechnen. Es werden die Rechnungsmethoden und die Elementarteilchen-Wirkungsquerschnitte diskutiert, die die Grundlage unserer Berechnung darstellen. Resultate werden Ende 1963 vorliegen.

**Die Meteoritenklassen und ihre Strahlungsalter**

von P. EBERHARDT, J. GEISS

(Physikalisches Institut der Universität Bern)

Die Verteilung der Strahlungsalter von Meteoriten zeigt folgende Besonderheiten:

1. Strahlungsalter sind immer viel niedriger als radioaktive Alter.
2. Eisenmeteorite haben im allgemeinen Strahlungsalter von einigen  $10^8$  Jahren, Steinmeteorite von einigen  $10^7$  Jahren.
3. In den kontinuierlichen Verteilungen der Strahlungsalter heben sich einige Gruppierungen ab, von denen angenommen werden muss, dass sie bedeutenden Kollisionsprozessen entsprechen. Aus einem Vergleich der Helium-3 Konzentrationen mit den Eisengehalten ergibt sich, dass in einem Kollisionsprozess vor etwa 25 m.y. nur Chondrite aus der von Urey und Craig gefundenen low iron group entstanden sind. Aus den relativ hohen Strahlungsaltern der Aubrite, einer speziellen Art von Steinmeteoriten, wird geschlossen, dass die Bahnen und damit wahrscheinlich auch der Herkunftsor dieser Meteorite verschieden sein müssen von denen der anderen Steinmeteorite.

**Apparatur zur Untersuchung der Kerne grosser Luftschaue**

von P. GRIEDER

(Physikalisches Institut der Universität Bern)

Die Strukturabhängigkeit der Kerne grosser Luftschaue von der Art des die Schauer auslösenden hochenergetischen Primärteilchens wird diskutiert.

Eine zur Zeit in Betrieb stehende Probeanlage, welche die Analyse der Kerne grosser Luftschauder gestattet, wird besprochen und erste Resultate über ihre Charakteristiken werden präsentiert.

### **Ladungsaustausch $\pi^-$ -p bei 10,5 GEV**

von F. STEINRISSE, B. HAHN, W. LINDT  
(Physik-Institut der Universität Fribourg)

In einer mit Freon CBrF<sub>3</sub> gefüllten Blasenkammer wurde der Ladungsaustausch an komplexen Kernen untersucht. Elastische Ereignisse konnten in den Fällen nachgewiesen werden, wo sich beide vom hochenergetischen  $\pi^0$  herrührenden  $\gamma$ -Quanten innerhalb der Kammer in Elektronenpaare umwandelten. Auf diese Weise erhielt man aus sehr wenigen Ereignissen einen approximativen Wert für den Wirkungsquerschnitt und eine Andeutung, dass die Winkelverteilung diffraktionsähnlich sein kann.

Zusätzlich ergaben sich noch Angaben über das in 2  $\gamma$ 's zerfallende  $\eta^0$ -Meson. Wirkungsquerschnitt und Winkelverteilung sind ähnlich wie beim elastischen Ladungsaustausch.

### **Elastische und quasielastische Streuung von 22,5 GeV-Protonen an komplexen Kernen**

von P. BREITENLOHNER, H. WINZELER  
(Physikalisches Institut der Universität Bern)

Die differentielle Winkelverteilung von elastisch und quasielastisch an komplexen Kernen in Emulsion gestreuten Protonen wurde ermittelt. Sie wird verglichen mit einem Modell für quasielastische Streuungen an einzelnen gebundenen Nukleonen und für die Beispiele ohne sichtbare Kernanregung mit dem optischen Modell.

### **Ein «Brennfleck-Experiment» zur Untersuchung langsamer Sekundärteilchen aus p-Nukleus-Kollisionen mit Hilfe eines gepulsten Magnetfeldes**

von R. SCHNEEBERGER, P. GRIEDER, E. JEANNET, J. PAHL, H. WINZELER  
(Physikalisches Institut der Universität Bern)

und G. SACERDOTI  
(Laboratori Nationali di Frascati)

Es werden Aufbau und erste Resultate eines Experiments beschrieben, welches dazu dient, die Erzeugung und Wechselwirkung negativ «barionischer» Teilchen, nahe einer kleinen, schweren, mit hochenergetischen Protonen bestrahlten «Quelle», mit Hilfe eines Magnetfeldes von 165 000 Gauss zu untersuchen.

## **Über den Mechanismus der p-Nukleus-Wechselwirkung bei hohen Energien**

von H. WINZELER

(Physikalisches Institut der Universität Bern)

Um Hinweise auf den Mechanismus der Kernzertrümmerung bei Wechselwirkungen hochenergetischer Teilchen in Kernemulsion zu bekommen, wurde eine detaillierte Statistik für 2 grössere «Samples» bei 6,2 und bei 22,5 GeV Primärenergie aufgestellt. Häufigkeiten, Impulse und Winkelverteilungen der schwarzen, grauen und dünnen Spuren lassen den Schluss zu, dass ein gewöhnliches «Kaskadenmodell» bei der höheren Energie die experimentellen Ergebnisse nicht mehr richtig wiedergeben kann.

## **Physique théorique**

### **A propos d'une mécanique quantique quaternionienne**

par GERARD EMCH

(Institut de Physique théorique, Université de Genève)

Les principales observables et les équations d'évolution trouvant un cadre commun dans la théorie des représentations du groupe de Lorentz dans un espace de Hilbert complexe, on peut se demander ce qu'il advient lorsqu'on change de réalisation et qu'on prend, pour espace des représentations, un espace de Hilbert quaternionien. Si l'on exige une interprétation cohérente des générateurs des translations dans l'espace-temps comme composantes du quadrivecteur énergie-impulsion, les représentations irréductibles du groupe de Lorentz propre dans un espace de Hilbert quaternionien peuvent être mises en correspondance biunivoque avec les représentations dans un espace de Hilbert complexe de même dimension. De même, le casse-tête de la théorie des types de BARGMANN, WIGNER et WIGHTMAN persiste dans notre réalisation. Enfin, si l'on suppose vrai le postulat de MICHEL, affirmant que toutes les observables peuvent être obtenues à partir des générateurs des transformations du groupe de Lorentz propre et des charges, on trouve que les réalisations quaternionienne et complexe des mécaniques quantiques satisfaisant à ces axiomes sont isomorphes au sens de la théorie des treillis.

### **On the Type of the Algebra generated by the Field Operators**

by M. GUEPIN, B. MISRA

(Institute of Theoretical Physics, University of Geneva)

We take a space-time domain, such that it contains firstly an open domain and secondly such that there exists a non empty domain which is totally space like with respect to it. Now we take the set of all test functions the support of which is contained in such a domain. To each test function there corresponds a field operator.

This set of field operator generates a von Neumann algebra, and it is known that this algebra is a factor. Using the usual postulates of field theory we have proved that this factor is not of finite type, i.e. not of type  $I_n$  nor  $II_1$ . We have further some indications that it is not of type  $I_\infty$ , but our investigations are not yet completed.

### **Commutativity of Unbounded Operators**

by M. GUENIN and B. MISRA

(Institute of Theoretical Physics, University of Geneva)

The commutativity of two bounded, as well as of one bounded and one unbounded operator is a well defined operation. Further, two self-adjoint operators (bounded or not) are usually said to commute if their respective spectral projectors commute. Now, two unbounded (not necessarily self-adjoint) operators  $A$  and  $B$  are said to commute if the products  $AB$  and  $BA$  are defined on a common dense domain and if they are equal on this domain.

We give two other definitions of the commutativity valid for all closed operators.

If  $T = WH$ ,  $R = VS$  is the polar decomposition of two closed operators  $T$  and  $R$  ( $W$  and  $V$  are partially isometric operators,  $H$  and  $S$  are self-adjoint and positive). We say that  $T$  and  $R$  commute strongly if  $H$  commutes with  $S$ ,  $W$  with  $V$ ,  $H$  with  $V$  and  $W$  with  $S$ . We say further that  $T$  and  $R$  commutes hyperstrongly if the von NEUMANN algebra generated by  $T$  is contained in the commutant of the von NEUMANN algebra generated by  $R$ . The strong, hyperstrong and usual commutation are inequivalent if the operators are non normal. The great advantage of the hyperstrong commutation is that it does not use any domain property and may be defined for two operators, even if their product does not exist.

### **Asymptotische Bedingung, S-Matrix und Streuquerschnitt im Falle der Potentialstreuung**

von B. MISRA, D. SPEISER, GY. TARGONSKI

(Institut de Physique Théorique, Université de Genève)

Im Falle der klassischen Streuung eines Teilchens an einem zentralen, kugelsymmetrischen Potential können u.a. vier Fragen gestellt werden.

1. Ist die JAUCHISCHE asymptotische Bedingung erfüllt?
2. Existiert die S-Matrix?
3. Existiert der differentielle Wirkungsquerschnitt?
4. Existiert der totale Wirkungsquerschnitt?

Es ist nicht vollkommen abgeklärt, wie die Antworten auf diese Fragen miteinander zusammenhängen.

Es wird anhand eines mit der Entfernung quadratisch abnehmenden, kurz vor dem Zentrum «abgeschnittenen» Potentials gezeigt, dass die JAUCHISCHE Bedingung erfüllt sein und die S-Matrix so wie der differentielle Wirkungsquerschnitt existieren kann,

ohne dass der totale Wirkungsquerschnitt existiert. Der zu diesem Potential gehörende S-Operator wird im Rahmen der von NEUMANN'schen Theorie der CARLEMAN'schen Integraloperatoren untersucht.

## **Peut-on exclure l'existence de variables cachées en mécanique quantique?**

par J. M. JAUCH

(Institut de Physique théorique, CERN, Genève)

et C. PIROU

(Institute de Physique théorique, EPUL, Genève)

Réexaminant la question, on montre, que l'existence de variables cachées n'est possible, que si chaque proposition (mesure du type oui-non) est compatible avec chaque autre. On montre de plus que cette propriété est en contradiction avec les faits expérimentaux. Ce résultat s'obtient comme généralisation d'un théorème de VON NEUMANN sur le même sujet.

## **Die Beziehung zwischen Zerfall und Resonanz**

von J.-P. MARCHAND

(Physikalisches Institut der Universität Genf)

Ein System sei beschrieben durch die beiden Hamiltonoperatoren  $H_0$ ,  $H$ .  $H_0$  enthalte  $n$  gebundene Zustände  $\varphi_\nu$  zu den Energieniveaus  $\lambda_\nu$ . Das Potential  $V \equiv H - H_0$  bringe diese Zustände zum Zerfall. Ferner sei das System zugleich ein Streusystem<sup>1)</sup> was eine Diskussion der Streuamplituden und damit der Resonanzen erlaubt. Wir nennen das so definierte System ein «Zerfallsystem».

Das Potential sei schwach genug, eine Störungsrechnung zu ermöglichen. In erster Näherung entkoppeln sich die Zerfallsgesetze der  $n$  Zustände  $\varphi_\nu$  bzw. die  $n$  Resonanzen der Streuamplitude, und sie können charakterisiert werden durch die je  $2n$  Parameter Zerfallsenergie, Lebensdauer bzw. Resonanzenergie, Resonanzbreite.

Problem: Durchs Experiment seien entweder die Zerfallsgesetze oder die Resonanzen gegeben. Überdies sei  $H_0$  bekannt bis auf seine  $n$  diskreten Eigenwerte  $\lambda_\nu$ . Man bestimme diese Eigenwerte  $\lambda_\nu$  sowie den totalen Hamiltonoperator  $H$  so, dass  $H_0$ ,  $H$  erstens ein Zerfallsystem definieren und zweitens die gegebenen Zerfallsgesetze resp. Resonanzen in erster Näherung wiedergeben.

Lösungen dieses Problems existieren (unter gewissen technisch-mathematischen Einschränkungen) immer und sind in der Tat bei weitem nicht eindeutig. Man kann z. B. die  $n$  Vektoren  $V\varphi_\nu$  im Hilbertraum beliebig vorgeben bis auf ihre Längen  $\|V\varphi_\nu\| = l_\nu$ ; in diesem Fall bestimmt das Problem die  $2n$  reellen Zahlen  $\lambda_\nu$  und  $l_\nu$  eindeutig.

<sup>1)</sup> JAUCH, Helv. Phys. Acta 31, 127 (1958).

**Resonant states of nucleon and bilocal field theory**

by J. RAYSKI

(Institute for Theoretical Physics, Berne University)

Among the recently discovered resonant states are of special interest for us the 2nd and 3rd Resonant States of Nucleon with spins  $3/2$  and  $5/2$  respectively. This seems to be not the end but the beginning of the story: we expect that an infinite family of excited states of nucleon exists with higher and higher spins and masses.

The problem is to formulate a theory of families of particles with higher and higher spins. Such a theory was initiated by YUKAWA (nonlocal fields) and FIERZ. The present author discusses the problem of interaction between a non-local field (a model of nucleon) and a local field (a model of pion) and shows that the only natural Ansatz for interaction yields a general coupling of any member of the family with any other member of the family through the pion field with a common coupling constant. There appear (almost uniquely) covariant formfactors guaranteeing convergence. These formfactors do not satisfy CHRETIEN and PEIERLS criteria of macro-causality. Nevertheless, the violation of causality is negligible in the low energy region. Its increase with energy is interpretable as a disturbance of our apparatus of measurement if situated too close to the high energy event.

**Calculations of vibrational spectra  
for even-even spherically symmetric nuclei**

by J. BRO-JORGENSEN, A. HAATUFT\*)

(Seminar für theoretische Physik der Universität Basel)

(\*) Present address: Institute of Physics, University of Bergen, Bergen, Norway.

The low energy spectra of the even-even nuclei in the regions around closed major shells may approximately be described in terms of collective vibrations of the nuclei around spherical equilibrium shapes. This may be understood, at least qualitatively, if one assumes that the nucleons move in a spherically symmetric shell model potential and interact through residual forces containing a short range component, which favors the spherical form of the nucleus, and a long range component, which tries to deform the nucleus. The vibrational spectrum then arises through the competition between these two parts of the residual interaction.

By simulating the short range force by the pairing force and the long range force by the quadrupole force and using a method suggested by AAGE BOHR, L. S. KISSELLINGER and R. A. SORENSEN<sup>1)</sup> have calculated the quadrupole vibrational spectra for single closed shell nuclei. We have extended the calculations to nuclei containing both protons and neutrons outside closed major shells, assuming that one may neglect the short range interaction between the protons and the neutrons. In some of the regions we have been able to reproduce the variations in the vibrational energy and lifetime of the first excited state spectra as function of the numbers of protons and neutrons fairly well, by applying values for the strength of the paring force, which seems to

be systematically somewhat smaller than the values estimated from the odd-even mass difference.

<sup>1)</sup> L. S. KISSLINGER and R. A. SORENSEN, Mat. Fys. Medd. Dan. Vid. Selsk. 32, no 9 (1960).

## Exakte Berechnung der inelastischen Elektronenstreuung an Kernen

von TH. H. SCHUCAN, K. ALDER, CH. PAULI

(Seminar für theoretische Physik der Universität Basel)

Die bisherigen Berechnungen der inelastischen Streuung von hochenergetischen Elektronen an Kernen basieren meistens auf der Bornschen Näherung. Da die Voraussetzungen für deren Anwendbarkeit für mittelschwere bis schwere Kerne nur sehr schlecht erfüllt sind, wurde neu der Einfluss des Coulombfeldes auf die Wellenfunktionen der Elektronen durch eine Zerlegung in Partialwellen berücksichtigt.

Der Kernanregung wurde das Vibrationsmodell zugrundegelegt, was einer auf der Oberfläche des Kernes verteilten, für den Übergang verantwortlichen, «transition charge» entspricht.

Es wurden differentielle Wirkungsquerschnitte und Formfaktoren im Falle der Monopolstreuung für verschiedene Kerne ( $Z = 20$  bis  $Z = 80$ ) und verschiedene Elektronenenergien (20 MeV bis 200 MeV) berechnet. Der Vergleich der Resultate mit der Bornschen Näherung zeigt – ähnlich wie bei der elastischen Streuung – vor allem zwei Unterschiede: Die scharfen Minima der Bornschen Näherung werden ausgeschmiert, und ihre Lage wird gegen kleinere Winkel hin verschoben.

## Angular correlation functions for compound inelastic nucleon scattering

by ERIC SHELDON

(Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich)

Although the formal expression for the correlation function for compound inelastic nucleon scattering has long been known, it has hitherto explicitly been evaluated only for e-e target nuclei having  $0+$  ground states and  $2+$  first excited states. In order to extend its applicability to consideration of other spin-parity combinations, the requisite Racah algebra has now been carried through to obtain the absolute double-differential cross section in explicit polynomial form suitable as input for a simple computer code. In order to curb the complexity of the respective hand calculations, incoming and outgoing nucleon orbital angular momenta have been restricted to  $l \leq 2$  and no account has been taken of spinorbit interaction. For the case of a  $0+ \rightarrow 2+$  transition sequence, detailed correlation studies have established justification for these approximations.

In particular, expressions for the correlation function have been evaluated for nuclei with zero-spin ground states when inelastic scattering leads to population of excited states higher than the first (e.g., second excited states of spin-parity  $0+$ ,

$2+, 3-, 4+$ ), as also for target nuclei having nonzero ground state spins. The detailed angular dependence of certain of these correlations is illustrated and proposals for experimental investigation are outlined.

### **Mehrfache Coulombanregung eines reinen Rotationsbandes**

von W. BIERTER, K. ALDER, M. SIMONIUS, A. ZWICKY

(Seminar für theoretische Physik der Universität Basel)

Schwere Ionen hoher Energie stehen heute dank einigen neuen Beschleunigern zur Verfügung. Die Wechselwirkung zwischen Targetkern und Projektil wird dabei so gross, dass mehrfache Coulombanregung auftreten kann. Differentielle und totale Wirkungsquerschnitte für inelastische Streuung unter gleichzeitiger Anregung in die verschiedenen Rotationszustände wurden berechnet. Die Winkelverteilung der dem Anregungsprozess folgenden  $\gamma$ -Strahlen wurde ebenfalls bestimmt. Die Rechnung wurde mit Hilfe der plötzlichen Approximation durchgeführt. Die Gültigkeit dieser Annahme wird diskutiert und die Ergebnisse werden auch mit den Resultaten der Störungsrechnung verglichen.

Sind mehrere Rotationsbänder in einem Kernspektrum vorhanden, so sind sie nur schwach miteinander gekoppelt. Unter dieser Voraussetzung wurden die Anregungswahrscheinlichkeiten sowie die differentiellen und totalen Wirkungsquerschnitte für die Anregung des zweiten Bandes in zwei wichtigen Fällen berechnet.

### **Mehrfache Coulombanregung eines nicht axialen Rotationsmodells**

von M. SIMONIUS, K. ALDER, W. BIERTER, A. ZWICKY

(Seminar für theoretische Physik der Universität Basel)

Von DAVYDOV und Mitarbeitern<sup>1)</sup> wurde vorgeschlagen, die niederenergetischen kollektiven Kernspektren durch ein asymmetrisches Rotationsmodell zu erklären. Die Anregungsenergien und Wellenfunktionen der verschiedenen Kernzustände wurden neu bestimmt. Mit Hilfe dieser Daten konnten Anregungswahrscheinlichkeiten sowie differentielle und totale Wirkungsquerschnitte für mehrfache Coulombanregung gewonnen werden. Die Resultate werden mit den Ergebnissen eines symmetrischen Rotationsmodells verglichen.

<sup>1)</sup> A. S. DAVYDOV und G. F. FILIPPOV, Nucl. Phys. 8, 237 (1958); A. S. DAVYDOV und V. S. ROSTOVSKY, Nucl. Phys. 12, 1258 (1959).