

**Zeitschrift:** Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft.  
Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société  
Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative  
= Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

**Herausgeber:** Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

**Band:** 153 (1973)

**Vereinsnachrichten:** Sektion für Physik

**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:** 13.01.2026

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

## 17. Sektion für Physik

Schweizerische Physikalische Gesellschaft  
Société Suisse de Physique  
Società Svizzera di Fisica

Präsident: Prof. J. L. Olsen, Laboratorium für Festkörperphysik der ETH,  
Hönggerberg, 8049 Zürich

Sekretär: Prof. M. Guenin, Département de Physique théorique,  
32, boulevard d'Yvoy, 1211 Genève 4

Wissenschaftliche Sitzung / Séance scientifique

Freitag, 19. Oktober / Vendredi 19 octobre

Physique de la matière condensée

Resonanzeffekte-Zentren (ReZ)

**1.** J.J. Pilloud, M. Aegerter, C. Jaccard (Institut de Physique, Université de Neuchâtel): Etude par RPE des centres  $X_2^-$  dans les halogénures de césium

Des monocristaux de  $CsI:Tl^+$ ,  $CsI:Na^+$ ,  $CsBr:Tl^+$  et  $CsCl:Tl^+$  soumis aux rayons X à basse température (LNT pour  $CsBr$  et  $CsCl$ , LHeT pour  $CsI$ ) présentent des spectres de résonance paramagnétique électronique que l'on attribue aux centres  $X_2^-$  orientés dans une direction [100]. Ces spectres comportent  $2I+1$  raies,  $I$  étant le spin nucléaire total de deux halogènes voisins. De plus, les facteurs gyromagnétiques et les constantes de structure hyperfine sont voisins de ceux obtenus pour les centres  $V_K$  dans les halogénures alcalins de type cfc. Une étude théorique est en cours. En analysant les spectres de résonance en fonction de la température deux types de migration thermique de ces défauts ont pu être mis en évidence, l'un dû à un déplacement linéaire (saut à  $0^\circ$ ), l'autre dû à une rotation de  $90^\circ$ .

**2.** M. Ecabert, P. A. Schnegg, M. A. Aegerter, C. Jaccard (Institut de Physique, Université de Neuchâtel): Paires de centres  $F$  dans  $KCl$ : Influence du champ magnétique et de la RPE sur la constante d'absorption

Chiarotti et al. [1] ont observé à LNT dans  $KCl$  doté en centre  $F$  une variation de la constante d'absorption dans le domaine visible et proche IR lors d'une irradiation optique sélective dans la bande  $F$  ( $1s-2p$ ).

Des mesures similaires sont réalisées entre 4 °K et 77 °K sous champ magnétiques (0–5 kG) et micro-onde (bande *X*). Lorsque le champ magnétique croît, on observe dans certaines conditions une augmentation (resp. diminution) de la constante d'absorption de la bande *F* (resp. *F'*). A cette variation se superpose un signal de RPE du centre *F* correspondant à une diminution (resp. augmentation) de la constante d'absorption de la bande *F* (resp. *F'*). Cette résonance détectée par une nouvelle méthode optique, avait déjà été observée en luminescence [2]. Elle présente un facteur *g* légèrement supérieur à 2 et un long temps de relaxation. L'expérience corrobore le modèle du transfert électronique entre un centre *F* dans l'état excité relaxé et un centre *F* voisin dans l'état fondamental.

#### Bibliographie

1. Chiarotti, G. / Grassano, U.M.: Nuovo Cimento 46B: 78 (1966).
2. Schnegg, P.A. / Jaccard, C. / Aegerter, M.: Phys.Lett. 42A: 369 (1973).
3. W. Hillmer, H. Kugler (Physikalisches Institut der Universität Karlsruhe): Untersuchung der magnetischen Wechselwirkungen zwischen Er<sup>3+</sup>-Ionen in YVO<sub>4</sub> mit Hilfe der Elektronenspin-Resonanz

Das Elektronenspin-Resonanzspektrum von kernspinfreien Er<sup>3+</sup>-Ionen in YVO<sub>4</sub> zeigt eine ausgeprägte Satellitenstruktur, die von der magnetischen Wechselwirkung zwischen Er<sup>3+</sup>-Ionen auf verschiedenen Gitterplätzen herrührt. Aus diesen Satellitenspektren wurden die Parameter des anisotropen Anteils des magnetischen WW-Tensors für fünf verschiedene Er<sup>3+</sup>-Paare bestimmt.

Die experimentell bestimmten Parameter lassen sich für alle Er<sup>3+</sup>-Paare weitgehend durch magnetische Dipol-Dipol-WW erklären, kleinere Abweichungen durch magnetische Multipol-WW bzw. Superaustausch.

4. W. Hillmer, G. Schwab (Physikalisches Institut der Universität Karlsruhe): Messung «verbotener»  $\Delta M=0$ - und  $\Delta M=1$ -EPR-Übergänge an den Nicht-Kramers-Ionen Ho<sup>3+</sup>, Tm<sup>3+</sup> und Tb<sup>3+</sup> in Kristallen mit Zirkonstruktur

Lokale Verzerrungen bzw. die Jahn-Teller-Kopplung führen dazu, dass an Nicht-Kramers-Ionen, die in den tetragonalen Kristallen YAsO<sub>4</sub>, YPO<sub>4</sub> und YVO<sub>4</sub> ein Dublett als Grundzustand besitzen,  $\Delta M=0$ - bzw.  $\Delta M=1$ -Übergänge gemessen werden konnten. Für Ho<sup>3+</sup> in YAsO<sub>4</sub>, Tm<sup>3+</sup> in YAsO<sub>4</sub> und YVO<sub>4</sub> und Tb<sup>3+</sup> in YPO<sub>4</sub> wurden die Aufspaltungsfaktoren und Hyperfeinkonstanten bestimmt. Eine Aufspaltung des Dubletts durch die lokale Störung konnte in keinem Fall festgestellt werden, die Resonanzen zeigen die von der Theorie geforderte anomale Linienform.

5. J. Bilgram (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich):  
Punktdefekte in Eis am Crossover

Bei einer Temperatur  $T_c$  (Crossover-Temperatur) können die ionischen und die strukturellen Punktdefekte im Eis ihre Rollen in der protonischen Leitfähigkeit austauschen.  $T_c$  ist bestimmt durch die Dotierung des Kristalls. Bei dieser Temperatur kann die Beweglichkeit der Ladungsträger bestimmt werden. Durch Vergleich mit anderen Leitfähigkeitsmessungen erhält man die effektive Ladung der Defekte. Die Ergebnisse deuten auf die Existenz von nicht frei beweglichen Ionen im Kristall, die thermisch aktiviert werden können. Im reinen jungen Kristall beträgt die Konzentration dieser Ionen etwa  $8 \cdot 10^{-7} \text{ M/l} \pm 50\%$  bei  $0^\circ\text{C}$ . Dieser Wert stimmt mit den aus Segregationsmessungen gewonnenen Daten überein.

6. W.M. MacInnes, R. Huguenin, P.A. Probst (Institut de Physique expérimentale, Université de Lausanne): Radio frequency size effect in cadmium in a perpendicular magnetic field

A radio frequency size effect (RFSE) has been observed in thin high purity single crystal samples of cadmium, with surface normals (1120) and (0001), when the magnetic field  $H$  is perpendicular to the surface of the sample. (In the usual RFSE experiments,  $H$  is parallel or slightly tilted with respect to the surface.) The RFSE- $H_\perp$  signal is periodic in  $H$ . The period is proportional to the curvature of that part of the Fermi surface whose electrons produce the signal. The amplitude of the periodic signal is field dependent. This modulation results from an interference between the spatial trajectories of the RFSE- $H_\perp$  electrons and the spatial variation of the RF electric field, thereby enabling details of this field distribution near the surface of the sample to be probed. For the first time, the RFSE- $H_\perp$  signal has been observed to be temperature dependent. In studying the angular and  $T$  dependence of these signals, we have deduced the  $T$  dependence of the total mean free path (MFP), as in the tilted field effect. Both the phonon limited MFP ( $T$ -dependent) and the impurity limited MFP ( $T$ -independent) are anisotropic in cadmium.

7. E. Hiltbrand, R. Séchehaye, B. Borcard, G.J. Béné: Déplacement de la fréquence de Larmor de spins nucléaires sous l'influence d'un champ RF non-résonant

Les résultats obtenus ces dernières années sur les vapeurs atomiques [1] laissent prévoir un appréciable déplacement de la fréquence de Larmor de noyaux atomiques sous l'influence d'un champ RF non-résonant d'amplitude convenable. Nos résultats préliminaires de l'étude de spins nucléaires «habillés» mettent en évidence:

- 1° en résonance magnétique comme en précession libre les déplacements de la fréquence de Larmor des protons de l'eau. La fréquence de Larmor croît si celle du champ RF non-résonant est inférieure à la fréquence de Larmor
- 2° un élargissement important des raies de résonance ou une diminution de la constante de temps de la précession libre.

Ce travail est poursuivi expérimentalement et théoriquement.

#### Bibliographie

- 1. Cohen-Tannoudji, C. / Haroche, S.: CR Ac.Sc. partie B 262: 268 (1966).
- 8. K. Müller, F. Kneubühl (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Coriolis-Kopplung in axialsymmetrischen Molekülen  
Der Einfluss der Coriolis-Kopplung in zweifach entarteten Vibrationen axialsymmetrischer Moleküle auf die Winkelautokorrelationsfunktionen wird theoretisch untersucht. Die Resultate werden angewendet auf experimentelle Korrelationsfunktionen einfacher axialer Moleküle, z. B.  $\text{CHCl}_3$ , in der Gasphase und im gelösten Zustand.
- 9. R. K. Wehner (Laboratories RCA Ltd., 8048 Zurich) and W. R. Roach (RCA Laboratories, Princeton/New Jersey): Soft acoustic modes in elastic layers with electrostatic surface forces  
Electrostatic forces due to surface charges are suited to induce mechanical instabilities of surfaces. On the basis of a detailed investigation of the electrostatic field near deformed conducting surfaces the acoustic modes of elastic layers are calculated. The critical modes and their relation to the surface modes are studied.  
The investigated effect is of technical interest for light valves and image projection systems.

#### Thermische Effekte-Phasenübergänge

- 10. J. L. Olsen (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Optische Beobachtung von Resonanzen zweiten Schalles

Ein zylindrischer, teilweise mit He II gefüllter Resonator wurde im Frequenzbereich von 600–12000 Hz mit zweitem Schall angeregt. Die Resonanzen wurden mit einer Schlieren-Methode beobachtet [1]. Die Fre-

quenzen stimmen mit der Rayleighschen Theorie der Schwingungen ersten Schalles in einer ähnlichen Geometrie überein.

#### Literatur

1. Olsen, J. L.: *Physica* 66: 55 (1973).

Die Arbeit wurde teilweise vom Schweizerischen Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung finanziert.

**11. H. P. Baltes, G. Magens (Institut für Theoretische Physik, FU Berlin) and E. R. Hilf (Institut für Kernphysik, TH Darmstadt): Non-quadratic specific heat enhancement of grains**

Refined asymptotic expansions including surface- and curvature-terms of the thermodynamic functions of perfect gases in a finite box [1] are not sufficient to describe the low temperature behaviour of systems with less than a few hundred particles: As the level spacing is no longer small compared to  $kT$ , the summation over eigenstates cannot be replaced by integration over a density of states. We carried through the rigorous summation in question for geometrically simple boxes. We are able to explain the anomalies in the specific heat of spherical metal grains measured recently [2].

#### References

1. Hilf, E. R.: *Z.f.Naturf.* 25A: 1190 (1970); Baltes, H. P.: *Appl.Phys.* 1: 39 (1973).
2. Novotny et al.: *Phys.Rev.Lett.* 28: 901 (1972) and preprint.

**12. E. Kaldis, A. Simanovskis (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Verdampfung von Festkörpern bei hohen Temperaturen EuTe**

Die Verdampfung von EuTe wurde gravimetrisch mit der Knudsen-Effusions- und der Langmuir-Methode der freien Verdampfung im Temperaturbereich von 1200–2050 °C untersucht. Den Berechnungen wurde die dissoziative Sublimation  $\text{EuTe}(f) \rightleftharpoons \text{Eu}(g) + \text{Te}(g)$  zugrunde gelegt. Lineare Interpolation der Messwerte der Knudsen-Methode ergab nach Verfeinerung mit Hilfe der Methode der kleinsten Quadrate die Dampfdruckgleichung

$$\log P(\text{Torr}) = - 0,92 \cdot 10^4 \cdot \frac{1}{T} + 9,53$$

und die Enthalpie- und Entropiewerte der Verdampfung  $\Delta H_{298} = 182,0 \text{ kcal/Mol}$ ,  $\Delta S_{298} = 64,6 \text{ cal/Mol} \cdot \text{grd}$ . Eine formelle Berechnung des Verdampfungskoeffizienten  $\alpha = P_L/P_K$  ergab einen Wert von  $\sim 0,3$  (bei 1800 °C), ein Hinweis dafür, dass der geschwindigkeitsbestimmende Schritt bei der Verdampfung die Oberflächenreaktion ist.

**13. E. Lüscher, G. Fritsch (Physik-Departement, Technische Universität München): Einige Experimente am Schmelzpunkt von Natrium**

Wir berichten über das Verhalten thermodynamischer Größen von hochreinem Natrium am Schmelzpunkt (Temperaturauflösung 1 mK). Zusätzlich werden Resultate über Schallgeschwindigkeiten in den Hauptkristallrichtungen diskutiert. In einem Temperaturbereich von etwa 40 mK unterhalb des Schmelzbeginns ergeben sich Abweichungen von bisher bekanntem Verlauf. Es wird versucht, aufgrund der Lage der Metastabilitätsgrenzen eine Interpretation der Resultate im Rahmen eines Phasenübergangs erster Ordnung zu skizzieren.

**14. W. Hess, R. Klein (Fachbereich Physik der Universität Konstanz): Zur Interpretation der Phononentransporttheorie für strukturelle Phasenübergänge**

Im Zusammenhang mit strukturellen Phasenumwandlungen in Dielektrika ist der quasielastische Response des wechselwirkenden Phononengases von Interesse, um Streuexperimente beschreiben zu können. Der mit Hilfe von Phononentransporttheorie berechnete dynamische Strukturfaktor enthält zwei wesentlich verschiedene Terme, die zu quasielastischer Streuung führen können.

Während einer der Beiträge Entropiefluktuationen entspricht, soll hier gezeigt werden, dass der von den Abweichungen der Phononendichte vom lokalen thermischen Gleichgewicht herrührende Anteil mit einer frequenzabhängigen Viskosität in Verbindung gebracht werden kann.

**15. P. F. Meier (IBM Zurich Research Laboratory, 8803 Rüschlikon): Soft optic phonon modes**

In analogy to Landau's treatment of Fermi liquids the concept of the quasi-particle interaction is applied to an interacting phonon system. It is shown that in this framework the softening of phonon modes is connected with an enhanced influence of the quasi-particle interaction. For the latter an integral equation is derived which can be solved under special assumptions. This allows a discussion of the temperature dependence of the soft-mode frequency as well as its relation to the critical behavior of the order parameter.

**16. M.J. Rice, W.R. Schneider, S. Strässler (Brown Boveri Research Center, Baden): Effects of fluctuations on the Peierls transition**

We present a theoretical model for the quasi-one-dimensional metal

$K_2Pt(CN)_4Br_{.3}3(H_2O)$ . To discuss the Peierls transition we include interchain coupling and the effects of fluctuations. We find that the transition temperature is strongly reduced compared to the molecular field value.

**17. E. Mooser, I.Ch. Schlüter, M. Schlüter (Laboratoire de Physique appliquée, EPF Lausanne): Die Ladungsdichten der Valenzelektronen in halbleitenden Schicht- und Kettenstrukturen**

Ausgehend von Bänderrechnungen mit der empirischen Pseudopotential-Methode haben wir die Ladungsdichten der Valenzelektronen in den halbleitenden Kristallen  $SnSe_2$ ,  $PbI_2$ ,  $GaSe$ ,  $Se$  und  $Te$  bestimmt. Aus der Diskussion der Resultate ergibt sich nicht nur eine Bestätigung, sondern auch eine Verfeinerung der weitgehend auf chemischer Intuition beruhenden Valenzbindungstheorie der Halbleiter. Interessante Aufschlüsse erhält man über die Natur der Kräfte, welche zwischen den Schichten und Ketten wirksam werden, aus denen die untersuchten Materialien bestehen. Im Falle des Tellurs haben wir den Übergang von der trigonalen in die einfach kubische Modifikation auf der Rechenmaschine simuliert. Die bei dieser Phasenumwandlung vom Halbleiter zum Metall auftretenden Ladungsdichtenänderungen werden diskutiert.

**18. P. Bohac, A. Gäumann, H. Arend (Institut für Technische Physik und Laboratorium für Festkörperphysik der ETH Zürich): Phasenumwandlungen im  $RbCdCl_3$**

Bei der Suche neuer Ferroelektrika im Rahmen von  $ABC_3$ -Verbindungen wurden bei  $RbCdCl_3$  dielektrische Anomalien gekoppelt mit einer komplizierten Phasenfolge gefunden [1]. DTA-Untersuchungen des Phasendiagrammes des Systems  $RbCl$ – $CdCl_2$  zeigten für  $RbCdCl_3$  nur eine reversible Umwandlung bei 114 °C (tetragonal-kubisch). Das Auftreten einer orthorhombischen Phase mit einem unterschiedlichen Umwandlungsverhalten wurde nur in wasserhaltigen  $RbCdCl_3$ -Kristallen beobachtet.

#### Literatur

1. Natarajan, M. / Prakash, B.: Phys.stat.sol. (a), 4: K167 (1971).
- 19. Ph. Schmid (Laboratoire de Physique appliquée, EPF Lausanne): Electron-optical phonon interaction in  $GaSe$**

In the layer compound  $GaSe$ , the charge carriers are strongly scattered by

optical phonons. This is explained by the crystal structure of this compound. Group theoretical arguments show that one homopolar optical mode dominates the electron-phonon interaction.

The theoretical results are in agreement with experiment and afford an interpretation of the temperature dependence of energy gap and Hall mobility of holes.

**20. A. Mercier, J.P. Voitchovsky (Laboratoire de Physique appliquée, EPF Lausanne): Spectres Raman et modes phononiques des cristaux mixtes  $\text{GaS}_x\text{Se}_{1-x}$**

Les composés GaS et GaSe forment une série continue de cristaux mixtes  $\text{GaS}_x\text{Se}_{1-x}$ . Leur structure est en couches, la symétrie d'une couche étant hexagonale. Le groupe de symétrie de ces cristaux diffère suivant le type d'empilement des couches les unes sur les autres. Nous avons mesuré la diffraction Raman d'un rayon laser par plusieurs cristaux mixtes correspondants à des valeurs de  $x$  différentes et observé que l'énergie des modes phononiques augmente lorsque la valeur de  $x$  croît. Certains modes sont actifs dans les composés mixtes, alors qu'ils sont inactifs dans le GaS ou le GaSe. Ces résultats sont discutés sur la base des représentations irréductibles des groupes de symétrie correspondants aux différents empilements possibles des couches du cristal.

**21. J.P. Voitchovsky, A. Mercier (Laboratoire de Physique appliquée, EPF Lausanne): Exciton résonnant dans le sélénium de gallium**

Nous avons mis en évidence le rôle important que joue l'exciton résonnant dans la luminescence du GaSe à basses températures. La nature résonnante de l'exciton a été attestée par les mesures d'absorption optique situant l'énergie des minima indirects de la bande de conduction au-dessous de l'état fondamental de l'exciton direct.

Des mesures de l'effet photovoltaïque fournissent également un argument en faveur de l'existence de cet état résonnant de l'exciton.

**22. G. Harbeke (Laboratories RCA Ltd., 8048 Zürich) und E. Tosatti (Cavendish Laboratory, Cambridge, England): Exziton-Polaritonen in anisotropen Kristallen**

Die Polaritonendispersion in anisotropen Kristallen wird für ein spezielles Modell der dielektrischen Funktion eines durch ein einachsiges Kristallfeld aufgespaltenen Exzitons berechnet. Für Wellenausbreitung entlang einer allgemeinen Richtung im Kristall tritt – verglichen mit dem kubi-

schen Fall – eine zusätzliche propagierende Mode auf. Zur Berücksichtigung der räumlichen Dispersion (endliche Exzitonenmasse  $m$ ) wird die Theorie von Hopfield und Thomas auf einachsige Kristalle erweitert. Die für verschiedene Werte von  $m$  und Dicke  $t$  der Hopfield-Schicht berechneten Reflexionskurven ermöglichen die Interpretation der in verschiedenen Konfigurationen an  $\text{PbI}_2$  gemessenen Spektren.

**23. W. Czaja, C. F. Schwerdtfeger (Laboratories RCA Ltd., 8048 Zürich): Hinweis auf die Bildung von «Elektron-Loch-Tropfen» in  $\text{AgBr}$**

Wir haben bei tiefen Temperaturen eine scharfe, stark temperaturabhängige Emissionslinie bei  $(4632,95 \pm 0,05)$  Å im Photolumineszenzspektrum von reinem  $\text{AgBr}$  beobachtet, deren Intensität unter der zurzeit verwendeten Anregung eine Sättigung bei etwa 1,5 K mit abnehmender Temperatur zeigt. Wir werden sowohl experimentelle als auch theoretische Gründe dafür angeben, dass diese Emission sehr wahrscheinlich von der Rekombination von e-h-Paaren in Plasmatropfen herrührt, wobei das Plasma durch Kondensation des Gases freier Exzitonen entsteht.

**24. F. Bassani (Istituto di Fisica, Università di Roma) et J.J. Forney, A. Quattropani (Département de Physique, EPF Lausanne): Classification des états du biexciton en tenant compte de l'énergie d'échange**

Des expériences de luminescence dans les semi-conducteurs ont été interprétées comme résultant de la recombinaison du biexciton, qu'on essaie également de mettre en évidence dans des mesures d'absorption à deux photons. On établit ici la classification des états possibles du biexciton en tenant compte du spin et en incluant tous les termes d'échange. Cela permet de lever les dégénérescences qui sont présentes dans l'approximation de la masse effective. On peut alors discuter, pour différentes symétries cristallines, les règles de sélection des transitions optiques à un et à deux photons qui impliquent le biexciton.

**25. M. Chab, J. Fünfschilling, V. v. Tscharner, I. Zschokke-Gränacher (Institut für Angewandte Physik der Universität Basel): Einfluss eines Magnetfeldes auf die Wechselwirkung von Triplettextzitonen in dotierten Anthrazenkristallen**

Bei der Annihilation von zwei Triplettextzitonen in Anthrazenkristallen wird der energetisch höher gelegene Singlettzustand angeregt, der unter Emission der verzögerten Fluoreszenz in den Grundzustand übergeht. In dotierten Kristallen wird neben der Wirtfluoreszenz auch die verzögerte

Gastfluoreszenz beobachtet. Wir haben die Abhängigkeit der verzögerten Fluoreszenz von der Richtung und von der Feldstärke eines Magnetfeldes in mit Tetrazen (Gast) dotierten Anthrazenkristallen (Wirt) für Wirt und Gast gemessen. Durch das Magnetfeld wird sowohl die Wirt-Wirt- wie auch die Wirt-Gast-Exzitonen-Annihilation beeinflusst. Die Resultate geben Auskunft über die Orientierung der Gastmoleküle im Anthrazenkristall und über die Kinetik der Triplettexzitonen in dem untersuchten System.

#### Nichtmetalle – optische Effekte und Struktur

**26. G. Güntherodt, P. Wachter (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Optische Eigenschaften von GdS, GdSe, GdTe und LaS**

Die Reflektivität von Einkristallen der Gd-Chalkogenide und von LaS wurde bei Zimmertemperatur im Spektralgebiet von  $40 \mu\text{m}$  bis 12 eV gemessen. Die optischen Konstanten wurden mittels der Kramers-Kronig-Analyse bestimmt. Durch diese Analyse konnte eine Kopplung der Plasmaresonanz der Leitungselektronen mit optischen Interbandübergängen und der dominante d-Charakter des Leitungsbandes nachgewiesen werden. Die Beiträge der Leitungselektronen und der Interbandübergänge zur Dielektrizitätsfunktion wurden separiert. Die «gekoppelte» Plasmaresonanz zeigt eine starke Verschiebung von etwa 3 eV nach 1 eV mit zunehmender Atomzahl der Anionen, was einer abnehmenden Ladungsträgerkonzentration entspricht. Eine analoge Verschiebung wurde für verschiedene Stöchiometrien der Proben gefunden, d.h. von Anion-Fehlstellen zu Kation-Fehlstellen. Die Position des 4f-Niveaus in GdS ergab sich durch Vergleich mit LaS zu 9 eV unterhalb  $E_F$ .

**27. M. Bösch, R. Hofmann, W. Käenzig (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Brechungsindex und Doppelbrechung von Alkalihyperoxiden**

Brechungsindizes, Doppelbrechung und Dispersion im sichtbaren Spektralbereich wurden gemessen bei Zimmertemperatur an Einkristallen von  $\text{NaO}_2$ ,  $\text{KO}_2$  und  $\text{CsO}_2$  mit Hilfe der Interferenzmethode von Jamin-Lebedeff.  $\text{KO}_2$  und  $\text{CsO}_2$  sind optisch einachsig mit hoher Doppelbrechung. Der Tensor der elektrischen Polarisierbarkeit des  $\text{O}_2$ -Molekül-Ions wurde berechnet auf Grund eines Punktdipolmodells. Ein Sellmeier-Oszillator-Modell wurde an die Dispersionsdaten angepasst.

**28. D. W. Pohl, S. E. Schwarz\*, V. Irniger (IBM Zurich Research Laboratory, 8803 Rüschlikon): Forced Rayleigh scattering**

A sensitive Rayleigh-scattering technique has been developed which combines the advantages of stimulated and classical scattering. Forward Rayleigh scattering (3 mrad angular separation) in NaF was observed between 300 and 20 °K. The scattered intensity varies by more than four orders of magnitude within this temperature interval. Quantitative agreement with theoretical values based on the Landau-Placzek theory is found for  $T > 80$  °K. Scattering rates considerably larger than expected are found for lower temperatures.

\* Present address: Dept. Electrical Engineering and Computer Sciences, University of California, Berkeley, Calif. 94720, USA

**29. H. Arend, P. Wachter (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Magnetooptische Untersuchungen am zweidimensionalen Ferromagnet  $(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{CuCl}_4$**

$(\text{CH}_3\text{NH}_3)_2\text{CuCl}_4$  ist ein zweidimensionaler Heisenberg-Ferromagnet mit  $S = 1/2$ , insofern als die  $\text{Cu}^{2+}$ -Ionen in einer Schichtstruktur angeordnet sind. Die Spins liegen dabei in den Schichten und benachbarte Schichten koppeln ferromagnetisch. An grossen, unverzwilligten Einkristallen wurde die optische Absorption von 6 eV bis  $40 \mu$  Photonenergie gemessen. Der Übergang bei der Absorptionskante im Grünen und eine Linie bei  $0,8 \mu$  werden dem Cu-Ion zugeschrieben, während ein linienreiches Spektrum im IR dem organischen Radikal zuzurechnen ist. Beim Abkühlen zeigen sich starke thermochromische Effekte, jedoch keine Anomalie bei  $T_c = 8$  K. Der natürliche lineare Dichroismus weist ebenfalls keine Anomalie bei tiefen Temperaturen auf. Anders dagegen der Faraday-Effekt und der lineare magnetische Dichroismus. Für  $H \rightarrow 0$  misst man offenbar in beiden Fällen dynamische Spinfluktuationen mit einem Maximum bei  $T_c$ , für grössere Felder als ein  $H_c$  dagegen die Magnetisierung.

**30. P. Cotti, P. Munz: Vektoreffekt der Photoemission aus EuO**

Bei der schiefen Einstrahlung von Licht auf einen Photoemitter können die beiden Komponenten des elektrischen Feldes (senkrecht und parallel zur Einfallsebene des Lichtes) mit sehr unterschiedlicher Wirksamkeit zur Auslösung von Photoelektronen beitragen. Dieser sogenannte Vektor-Effekt ist bei EuO für Photoenergien in der Nähe der Schwellenenergie sehr stark ausgeprägt. Er kann nur teilweise durch polarisationsabhängige Reflexionsverluste erklärt werden und liefert deshalb Information über den Mechanismus der Photoemission aus EuO.

- 31.** M. Campagna, K. Sattler, H.C. Siegmann (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Beobachtung magnetisch nicht gesättigter Oberflächenschicht auf polykristallinem  $\text{Eu}_3\text{P}_2$  und EuS unterhalb der Curie-Temperatur

Die Messung der Spinpolarisation  $P$  von Photoelektronen aus  $\text{Eu}_3\text{P}_2$ - und EuS-Schichten in Funktion des äusseren Magnetfeldes  $H$  bei  $4,2\text{ }^\circ\text{K}$  zeigt die Existenz einer magnetisch nicht gesättigten Oberflächenschicht bei einer Temperatur  $T = T_c/6$  bzw.  $T = T_c/4$ . Die Kurven  $P(H)$  können mit Hilfe von Oberflächen-Spinaustauschstreuung erklärt werden. Die Messungen an Schichten stehen mit denjenigen an reinen und dotierten EuO-Einkristallen im Einklang.

- 32.** W. Bührer (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Institut für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen): Neutronenstreu-Untersuchungen in Silberiodid

Silberiodid ist trimorph bei Normaldruck. Eine hexagonale ( $\beta$ -AgI) und eine kubisch-flächenzentrierte Phase ( $\gamma$ -AgI) können bis zu  $147\text{ }^\circ\text{C}$  koexistieren, wo beide in eine kubisch-raumzentrierte Modifikation ( $\alpha$ -AgI) übergehen. In dieser Hochtemperatur-Phase sind die Silberatome statistisch auf die Lücken im Jod-Untergitter verteilt; charakteristisch ist ihre grosse Beweglichkeit, welche sich in einer hohen Kationenleitfähigkeit zeigt. Durch elastische Neutronenstreuung wurden Struktur und Debye-Waller-Faktoren in der  $\alpha$ - und  $\beta$ -Modifikation untersucht.

## Supraleitung

- 33.** J. Lammer, L. Rinderer (Institut für Experimentalphysik, Universität Lausanne): Einfluss von Gasverunreinigungen auf die supraleitenden Eigenschaften von Niobium

An drahtförmigen Niobproben wurden die Magnetisierungskurven im longitudinalen Magnetfeld zwischen  $2\text{ }^\circ\text{K}$  und der kritischen Temperatur gemessen. Die Proben waren verschiedenen Wärmebehandlungen im Hochvakuum unterzogen worden und anschliessend mit Sauerstoff bzw. Stickstoff begast worden.

Die aus den Magnetisierungskurven gerechneten Suszeptibilitätswerte  $K_1$ ,  $K_2$  werden mit Messungen im niederfrequenten Magnetfeld verglichen, die zum Bestimmen der Oberflächen-Supraleitfähigkeit dienten.

Der Einfluss der Gasbehandlung auf die Suszeptibilität der Oberfläche und in der Gesamtprobe sowie auf das Restwiderstandsverhältnis werden mit Hilfe bestehender Theorien interpretiert.

**34. T. Yamashita, L. Rinderer (Institut de Physique expérimentale, Université de Lausanne): Pinning effect of Josephson junction**

Using the analog model of Josephson junction, magnetic field  $H$  dependences of critical current  $I_c$  were analyzed. The model was consisted of a line of many small pendulums along a flexible rubber string. For small junction,  $H$ - $I_c$  characteristics became Fraunhofer pattern. By analogy of pinning effect of type II superconductor, that of Josephson junction were analyzed for long junction compared to Josephson penetration length  $\lambda_J$ . It was found that  $I_c$  increases by introducing a pinning center.

**35. O. Daldini, P. Martinoli, J. L. Olsen (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich) and G. Berner (AFIF, ETH Zürich): Interaction of the vortex lattice with a periodic pinning configuration in superconducting films**

In a recent communication [1] we described a photoresistive technique to produce superconducting films with periodically modulated thickness. This method has been further improved and we are now able to obtain modulation periods,  $\lambda_g$ , of the order of  $1 \mu$  in granular Al-layers. These film structures represent well defined pinning configurations, whose interaction with vortex lines can be investigated by measuring the critical currents  $I_c$  as a function of the magnetic field  $H$ . When  $\lambda(T) > \lambda_g$ , where  $\lambda(T)$  is the penetration depth, several peaks appear in the  $I_c(H)$ -curves at characteristic values,  $H_n$ , of  $H$ .  $H_n$  satisfies the relation  $H_n = \varphi_0/(\lambda_g/n)^2$ , where  $n$  is an integer characterising the harmonic content of the thickness modulation. For  $\lambda(T) < \lambda_g$ , the peaks disappear and the  $I_c(H)$ -curves show a monotonic behaviour. We interpret these results as evidence for a matching effect between a 2-dimensional vortex lattice, where each line carries one flux quantum, and the 1-dimensional pinning structure. The quantitative behaviour of the  $I_c(H)$ -curves is discussed on the basis of a simple model.

Reference

1. SPS—Spring session 1973.

**36. A. Moser, H. Rohrer (IBM Zurich Research Laboratory, 8803 Rüschlikon): Supraleitung in bistabilen Widerständen**

GaAs-Schottky-Dioden zeigen nach einem Formierprozess (elektrischer Durchbruch) das Verhalten eines bistabilen Widerstandes, wobei sowohl der hochohmige als auch der metallene Zustand im stromlosen Zustand stabil sind [1]. Der metallene Zustand zeigt unterhalb  $6-8 \text{ }^\circ\text{K}$  partielle oder vollständige Supraleitung je nach Art des verwendeten Schottky-

Kontaktes (Rh, Ni, Pb). Die supraleitenden Eigenschaften des stromtragenden Filaments werden diskutiert und Schlüsse auf dessen Struktur und Schaltmechanismus gezogen.

#### Literatur

1. Moser, A.: *Appl.Phys.Lett.* 20: 244 (1972).

#### Metalle – mechanische Effekte

- 37.** C. Weinmann, S. Steinemann (Institut de Physique expérimentale, Université de Lausanne): Etude des propriétés élastiques du palladium

Nous analysons les diverses contributions au comportement des modules élastiques dans le cas général des métaux de transition paramagnétiques. Parmi ces effets, la contribution d'énergie de bande électronique est analysée sur la base d'un modèle de potentiel de déformation dont les valeurs peuvent être obtenues à partir des corrélations avec la susceptibilité magnétique. Une autre contribution à la variation des modules élastiques avec la température provient de l'anharmonicité. Le cas particulier du Pd est présenté. Les diverses contributions aux modules élastiques peuvent être obtenus séparément à partir des mesures à haute température et sous pression hydrostatique. Les résultats sont discutés et permettent d'obtenir la valeur des constantes de Grüneisen.

- 38.** C. Weinmann, S. Steinemann (Institut de Physique expérimentale, Université de Lausanne) et E. Walker (Institut de Physique de la Matière condensée, Université de Genève): Modules élastiques d'alliages de Pd—Rh et Pd—Ag sous pression hydrostatique et à haute température

Les modules élastiques d'alliages de Pd—Rh et Pd—Ag préparés par l'un de nous ont été mesurés entre 295 et 850 °K ainsi que sous pression hydrostatique jusqu'à 7000 kg/cm<sup>2</sup>. Les diverses contributions aux modules élastiques ainsi obtenues expérimentalement sont présentées et analysées en fonction de la contribution de bande électronique selon le modèle de potentiel de déformation et en fonction de l'anharmonicité.

- 39.** T. Jalanti, M. Mondino, B. Vittoz (Laboratoire de Génie atomique, EPF Lausanne): Maximum de frottement intérieur dépendant de l'amplitude dans l'or recristallisé

Lors de mesures de frottement intérieur dans l'or écroui on observe bien un pic de Bordoni indépendant de l'amplitude de vibration. Les auteurs ont observé dans l'or écroui puis recristallisé un maximum de frottement intérieur comparable au pic de Bordoni mais dont la hauteur et la température du maximum dépendent de l'amplitude de vibration.

**40. A. Isoré, O. Mercier, W. Benoit (Laboratoire de Génie atomique, EPF Lausanne): Variations du frottement intérieur et du défaut de module au cours de la recristallisation d'échantillons d'argent**

Au cours de la recristallisation primaire d'échantillons métalliques, on observe toujours de grandes variations du frottement intérieur et du défaut de module. Au cours de sa recristallisation, un échantillon peut être considéré comme formé de domaines écrouis et de domaines recristallisés qui, chacun, apportent leur contribution aux grandeurs expérimentales citées plus haut. Le but de ce travail est la mise en évidence de ces différentes contributions.

**41. O. Mercier, A. Isoré, W. Benoit (Laboratoire de Génie atomique, EPF Lausanne): Etude de la restauration des défauts ponctuels aux stades II et III de la résistivité dans des échantillons d'or écrouis et irradiés par des mesures de frottement intérieur et d'anomalie de module**

La mesure du frottement intérieur et de l'anomalie de module d'échantillons écrouis et irradiés permet de mettre en évidence l'épinglage des dislocations par les défauts ponctuels créés par l'irradiation. Il est ainsi possible de déterminer l'énergie de diffusion et la fréquence de saut limite de ces défauts. Le but de ce travail est de donner un modèle de restauration des défauts ponctuels aux stades II et III de la résistivité qui soit en accord avec les résultats obtenus par les mesures anélastiques.

**Metalle – magnetische Zentren**

**42. Y. Talmor, J. Sierro (DPMC, Université de Genève): Effet Kondo de l'ytterbium dilué dans les alliages or-argent**

Dans l'or, l'ytterbium est trivalent et magnétique et dans l'argent, bivalent non magnétique. Dilué dans des alliages or-argent, l'ytterbium change progressivement de valence en présentant tous les effets associés à un niveau 4f proche du niveau de Fermi. Ce système se révèle être un modèle pour l'étude de l'effet Kondo.

**43. R. Tournaire, J. Sierro (DPMC, Université de Genève): Comportement magnétique des éléments 3d dilués dans le titane, le zirconium ou l'hafnium**

Certains éléments 3d dilués dans le titane, le zirconium ou l'hafnium portent un moment magnétique et provoquent des anomalies dans les propriétés de transport électrique. Nous avons étudié la résistivité électrique et la thermo-électricité de ces alliages et déterminé les conditions métallurgiques favorables pour l'observation de l'effet Kondo.

**44. D. Roulet, E.C. Sanz, P. Donzé, J. Sierro, A. Treyvaud (DPMC, Université de Genève): Résistivité électrique et susceptibilité magnétique du cérium dilué dans des alliages d'yttrium-scandium**

Dans l'yttrium, le cérium a un comportement magnétique (effet Kondo) indiquant une valence voisine de +3. Dans le scandium, il est non magnétique, valence +4. A l'aide d'une série d'alliages scandium-yttrium, nous avons étudié ce changement de valence et la disparition des effets magnétiques qui l'accompagne.

**45. L. Schlapbach (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Magnetisches und nichtmagnetisches Ce in flüssigen Legierungen**

Festes Ce erfährt unter Druck oder bei tiefer Temperatur und auch in einigen intermetallischen Verbindungen einen Phasenübergang vom magnetischen in den nichtmagnetischen Zustand, verbunden mit einem partiellen Übergang des 4f-Elektrons ins 5d-Band.

Wir berichten über Messungen der magnetischen Suszeptibilität flüssiger Legierungen des Ce mit normalen Metallen verschiedener Wertigkeit und mit 3d- und 4d-Übergangsmetallen. In Legierungen mit Co [1], Ni und Rh wurde ein Übergang des Ce in den nichtmagnetischen Zustand festgestellt. Der Übergang kann als Druckeffekt, begünstigt durch die grosse Differenz der Elektronegativität beider Legierungskomponenten, interpretiert werden.

#### Literatur

1. Doriot, P.A. / Güntherodt, H.-J. / Schlapbach, L.: Phys.Lett. 37A: 213 (1971).

Samstag, 20. Oktober / Samedi 20 octobre

Metalle – magnetische Effekte und Struktur

- 46.** G. Meier, A. H. Millhouse, P. Fischer (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Institut für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen): Magnetic properties of Tb—Dy alloys

Single crystal samples of Tb—Dy alloys have been prepared and studied by means of neutron diffraction. The virgin state magnetic structure phase diagram has been determined for the alloy system. The effects of an applied magnetic field in the helix phase and in the ferromagnetic state have been studied. The results of these measurements are compared with the existing theory.

- 47.** W. Becher, H. Kalbfleisch, K. Melchior (Physikalisches Institut der Universität Karlsruhe, BRD): Magnetisches Phasendiagramm von  $\text{GdVO}_4$

Die magnetische Suszeptibilität von  $\text{GdVO}_4$  wurde in Abhängigkeit von Temperatur und Magnetfeld untersucht. Das magnetische Phasendiagramm der Substanz wurde vollständig vermessen. Die Néel-Temperatur ergibt sich zu  $T_N = 2,47$  K. Die kritischen Felder bei  $T = 0$  K sind:  $H_c^1 = 10,8$  kOe (antiferromagnetische → flop-Phase) und  $H_c^2 \approx 20$  kOe (flop → paramagnetische Phase). Die Anisotropie- und Austauschfelder werden angegeben.

- 48.** R. M. Waterstrat, B. Dickens (National Bureau of Standards, Washington, D.C.), J. E. Cox (Naval Research Laboratory, Washington, D.C.) and A. Treyvaud (Département de Physique de la Matière condensée, Genève): Atomic ordering and magnetic properties of vanadium-nickel and vanadium-cobalt A15-type compounds

Neutron diffraction powder patterns were obtained from the vanadium-nickel and vanadium-cobalt A15-type compounds at room temperature. For  $\text{V}_3\text{Co}$ , a pattern was also obtained at 4.2 K. The results indicate that the vanadium atoms occupy the atom-chains (A-sites) while the nickel and cobalt atoms are located on the b.c.c. lattice (B-sites) to the maximum extent permitted by the alloy composition. No long-range ferro- or anti-ferromagnetic ordering was observed in  $\text{V}_3\text{Co}$  at 4.2 K and neither of these compounds is apparently a superconductor or ferromagnetic above 15 mK. Magnetic susceptibility data will also be presented.

**49. R. Flükiger, A. Paoli (Département de Physique de la Matière condensée, Université de Genève): La stabilité de la phase A15 et ses propriétés électroniques dans les alliages Mo—X et Cr—X**

La redétermination des limites de la phase A15 dans les systèmes binaires Mo—X et Cr—X nous a permis d'établir certaines régularités dans la position de cette phase par rapport aux phases voisines. Si X est un élément de transition, la limite riche en Mo ou en Cr se situe près de  $e/a = 6,5$ : la phase A15 n'est parfois stable qu'à moins de 75% de Mo ou de Cr; les chaînes n'étant plus complètes, le caractère linéaire de la structure A15 est perdu: une description selon le modèle de Labbé-Friedel est exclue. Les systèmes pseudobinaires Mo—Ir—Re et Mo—Pt—Re ont été étudiés afin d'extrapoler le domaine de phase A15 métastable dans le binaire Mo—Re: celui-ci se situe près de la composition équi-atomique, tandis que la température supraconductrice dépasse  $10^{\circ}\text{K}$ . Nous avons déterminé le paramètre d'ordre cristallin des alliages binaires et sa variation en fonction de la température.

**50. C.P. Susz, R. Flükiger: Détermination des diagrammes de phase V—Os par des mesures de la résistivité électrique à haute température et de la température de transition supraconductrice**

Le domaine d'existence de la phase A15 du système V—Os est stable à haute température et se décompose eutectoïdiquement à  $1580^{\circ}\text{C}$  (cas unique avec Mo—Pt pour les phases A15).

Ces travaux nous ont incité à préciser le diagramme de phase complet par des mesures de résistivité électrique jusqu'à une température de  $1800^{\circ}\text{C}$ , de la température de transition supraconductrice  $T_c$ , car toutes les phases sont supraconductrices, et par des mesures des constantes réticulaires. Les résultats sont confirmés par les observations métallographiques, les microduretés et par microsonde.

Ce système est particulièrement intéressant car la phase A15 est stable près de la composition équiatomique et que le maximum de  $T_c$  ( $5,6^{\circ}\text{K}$ ) est atteint pour l'alliage le plus riche en Os (51% at Os). Ce comportement est certainement dû à l'influence des électrons  $d$  sur les chaînes, mais aussi sur les sites cubiques.

**51. J.-L. Staudenmann (Département de Physique de la Matière condensée, Université de Genève): Observation du facteur Debye-Waller anisotrope du vanadium dans  $\text{V}_3\text{Si}$**

Divers cristaux et une bille monocristalline de  $\text{V}_{.75}\text{Si}_{.25}$  ont été analysés à l'aide des rayons X sur un diffractomètre à 4 cercles Philips. Les résultats confirment que les atomes de V vibrent anisotropiquement en accord avec les propriétés de symétrie ponctuelle. L'importance de cette anisotropie est probablement en rapport avec la forte compression des V sur les chaînes. D'autre part, l'examen des graphes de Fourier montre que c'est le Si qui est donneur d'électrons.

## Metalle – Kristallfeldeffekte

- 52. H. Heer, A. Furrer (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Institut für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen): Dynamische Austauschwechselwirkung in Seltenen-Erden-Verbindungen**

Bei der Beschreibung des magnetischen Verhaltens von Systemen Seltener Erden wird im allgemeinen die dynamische Austauschwechselwirkung  $\mathcal{H}_{\text{dyn}}$  zwischen den magnetischen Ionen vernachlässigt. In der vorliegenden Arbeit wird die Wichtigkeit dieses Terms zur korrekten Beschreibung magnetischer Eigenschaften am Beispiel des NdSb demonstriert. Mit Hilfe der allgemeinen Fluktuationstheorie erhalten wir für die Wahrscheinlichkeitsverteilung des dynamischen Austauschfeldes

$$W(H_{\text{dyn}}) \sim \exp(-H_{\text{dyn}}^2 / 2 k_B T \lambda)$$

wobei die Molekularfeldkonstante  $\lambda$  aus den experimentell bestimmten Austauschparametern [1] berechnet wird.

### Literatur

1. Furrer, A., et al.: Phys. Rev. (to be published).

- 53. A. Furrer, A. H. Millhouse (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Institut für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen): Crystal field splitting in  $\text{Ce}_x\text{Y}_{1-x}$  alloys**

Neutron inelastic scattering experiments have been carried out to determine the energies and widths of the crystalline electric field levels in hcp  $\text{Ce}_x\text{Y}_{1-x}$  alloys. The energy level sequence is derived from the observed crystal field transition peak intensities, which are in good agreement with calculations based on elementary crystal field theory. Some magnetic properties are calculated on the basis of a Hamiltonian containing an affective field, a crystal field and a dynamical exchange interaction term.

- 54. A. Furrer (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Institut für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen), L. Warming (AEC Research Establishment Risø, DK-4000 Roskilde) und E. Kaldus (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Kristallfeldeffekte und magnetische Eigenschaften der Neodynam-Monochalkogenide**

Wir haben die Kristallfeldniveaus der Neodynam-Monochalkogenide NdS, NdSe und NdTe mittels inelastischer Neutronenstreuung bestimmt. Die

Gültigkeit des elementaren Kristallfeldmodells wird diskutiert. Die magnetischen Eigenschaften werden in der effektiven Feldapproximation unter Einschluss des Kristallfeldes und dynamischer Austauscheffekte berechnet.

**55.** P. Fischer (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Institut für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen), P. Schobinger-Papamantellos (Institut für Kristallographie und Petrographie) und E. Kaldis (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Antiferromagnetische Ordnung von Monochalkogeniden Seltener Erden

Neutronenbeugungsuntersuchungen wurden an den metallischen Verbindungen CeS, NdS, NdSe, NdTe und an TbSe mit NaCl-Struktur durchgeführt. Die magnetischen Strukturen (Ordnung fcc II) unterscheiden sich im Falle der leichten Seltenen Erden wesentlich von denjenigen der Monopnictide. Die geordneten magnetischen Momente zeigen eine starke Reduktion unter den Wert  $gJ\mu_B$  des freien Ions infolge von Kristallfeldeffekten.

**56.** J. V. Mahoney\* (Delegation für Ausbildung und Hochschulforschung am Eidg. Institut für Reaktorforschung, 5303 Würenlingen) and W. E. Wallace (Department of Chemistry, University, Pittsburgh, Pa., USA): A crystal field investigation on  $\text{PrAl}_3$  through thermal, electrical and magnetic measurements

Heat capacity, resistivity and magnetic measurements performed on  $\text{PrAl}_3$  between 1.5 and 300 °K are utilized to characterize the influence of the hexagonal crystal field on the ground state multiplet of the rare earth ion. A theoretical analysis of the crystal field interaction, based upon the operator equivalent method, is developed using the crystal field Hamiltonian

$$\mathcal{H}_{CF} = W_{246} \left\{ (1 - |y|) O_2/F_2 + y [x O_4/F_4 + (1 - |x|) O_6/F_6] \right\}$$

Good agreement, between experimental and calculated heat capacity, resistivity and susceptibility was obtained using the parameters  $x = - .60$  and  $y = .65$  with a positive value of  $W_{246}$ . A singlet ground state results with an overall splitting of the crystal field states of 132 °K. Furthermore, a calculation based upon the point charge model is shown to provide reasonable agreement with the experimental data.

\* This work was completed while the author was at the University of Pittsburgh.

## Physique appliquée et autres domaines de la Physique

Freitag, 19. Oktober / Vendredi 19 octobre

1. R. Reimann (Schweizerisches Institut für Nuklearforschung, Villigen): Rückwirkungsfreie Intensitätsmessung an einem gepulsten Ionenstrahl

Es wird eine Apparatur für die rückwirkungsfreie Messung der Intensität eines gepulsten Ionenstrahls beschrieben. Sie besteht im wesentlichen aus einem koaxialen Resonator, der mittels eines Regelsystems automatisch auf die Impulsfolgefrequenz des Ionenstrahls (50 MHz) oder einer Harmonischen derselben abgestimmt wird. Dieser durchfliegt den Resonator in axialer Richtung und regt ihn zum Schwingen an (TM-Mode), wobei die Amplitude der erzeugten HF-Schwingungen ein Mass für den Strahlstrom ist.

2. K. Appert, D. Berger, R. Gruber, J. Rappaz, F. Troyon (Centre de Recherches en Physique des Plasmas, EPF Lausanne): Etude numérique des modes propres d'un plasma cylindrique homogène par la méthode des éléments finis

Il est possible, par une étude analytique, de classer les modes propres d'un plasma cylindrique homogène en trois branches. L'une d'elle, la branche d'Alfvèn, correspond à une valeur propre infiniment dégénérée.

La reproduction numérique du spectre, la levée de la dégénérescence par discrétisation, la convergence des résultats numériques en fonction du pas du réseau et les conditions d'obtention de modes propres raisonnables seront présentés.

3. K. Appert, D. Berger, R. Gruber, J. Rappaz, F. Troyon (Centre de Recherches en Physique des Plasmas, EPF Lausanne): Numerische Untersuchung der Eigenschwingungen eines Screw Pinches mit finiten Elementen

Ausgehend vom stabilen Zustand ohne longitudinalen Strom  $j_z$  zeigen wir durch Veränderung des Stromes die Evolution der drei Klassen von Eigenschwingungen eines Screw Pinches zum instabilen Zustand. Weiter diskutieren wir den Einfluss der Intervalleinteilung auf die Konvergenz der Eigenwerte.

4. T.H. Nguyen (Centre de Recherches en Physique des Plasmas, EPF Lausanne): Parametric excitation of transverse and longitudinal waves in a magnetized plasma by an inhomogeneous HF electric field

Since the development of high power lasers, the problem of parametric instabilities in a plasma interacting with a high frequency electric field has received increasing interest. In the present paper we investigate the excitation of transverse and electrostatic waves, in a magnetized plasma, by an externally-driven electric field of finite wavelength. We have obtained the dispersion relation for the coupled waves under consideration and calculated the threshold value of the applied field, and the maximum growth rate of the excited waves. The results are compared with those obtained in the case of an unmagnetized plasma, and that of an homogeneous (infinite wavelength) laser field.

5. P. Kocian (Laboratoire de Physique appliquée, EPF Lausanne): Die Radialverteilung des elektrischen Feldes im Niederdruckplasma der Molekülgase

Weil die Methode der Sondencharakteristiken für die Molekülgase nicht korrekte Ergebnisse gibt, wurde die Radialkomponente  $E_r$  des elektrischen Feldes im Niederdruckplasma in  $N_2$  und  $CH_4$  mit Hilfe der Equipotentialflächen bestimmt. Die nötige Axialkomponente  $E_z$  wurde mit der Methode der beweglichen Elektrode und mit den elektrostatischen Sonden gemessen. Die Ergebnisse wurden mit den Parametern der Atomgase verglichen.

6. M.S. Petty, O.E. Lanz (Brown-Boveri-Forschungszentrum, Baden): A double pulse ruby laser

For many types of mechanical investigation a double pulse ruby laser is of great importance but the electrical circuitry employed in double pulse production is generally quite complicated.

A method of producing double pulses is described. It is comparatively simple, giving pulses of moderate energy separable in time from one microsecond upwards. The coherence properties of the laser are discussed and some hologram reconstructions are presented as an indication of the capabilities of the method.

7. F. Conti, H.J. Schötzau, F. Kneubühl (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Massenspektroskopie und Diagnostik der  $CO_2$ — $N_2$ —He-Niederdruckentladung

Wir haben die chemischen Reaktionen, die sich in der  $CO_2$ — $N_2$ —He-Niederdruckentladung abspielen mit einem Quadrupol-Massenspektrometer untersucht. Es ist möglich, die Chemie der Entladung mit vier

dominierenden Reaktionen zu beschreiben. Die massenspektroskopischen Resultate stimmen mit den Arbeiten von Wiegman et al., bei denen kein Massenspektrometer verwendet wird, weitgehend überein.

8. H.J. Schötzau, B. Adam, M. Siegrist, F. Kneubühl (Laboratorium für Festkörperphysik, ETH Zürich): Spektroskopie und Massenspektroskopie der TEA-CO<sub>2</sub>-Laserentladungen

Im TEA-CO<sub>2</sub>-Laser wird immer beobachtet, dass die Ausgangsleistung bei Zunahme der Impulsrepetitionsfrequenz stark absinkt. Die Ursache ist zurzeit unbekannt. Wir haben daher begonnen, die verwendeten Gasgemische sowohl mit IR-Spektroskopie als auch mit einem Massenspektrometer zu untersuchen. Wider Erwarten ist es bereits mit einer einfachen experimentellen Anordnung möglich, eine Abhängigkeit der chemischen Zusammensetzung des Lasergases von der Impulsrepetitionsfrequenz nachzuweisen.

9. J.-P. Genoud (Laboratoire de Génie atomique, EPF Lausanne): Etude du couplage entre deux zones multiplicatrices, par une méthode stochastique

L'analyse probabiliste du phénomène de couplage entre deux zones multiplicatrices aux propriétés nucléaires différentes et séparées par un modérateur, conduit à choisir les populations de neutrons et de précurseurs des deux zones comme variables aléatoires. Le modèle est développé en supposant les zones homogènes, entièrement décrites par leur comportement ponctuel, suivant un processus de Markov. Le transfert interzone est représenté à l'aide d'ondes neutroniques dont l'affaiblissement et la vitesse sont fonction de la pulsation. Utilisant l'approximation de Fokker-Planck, on est conduit à un système d'équations différentielles pour les fonctions de corrélation qui dépendent du temps de «vol». Une approximation de ce système est faite en développant en série de Taylor ces fonctions de corrélation, en considérant le temps de «vol» infiniment petit.

10. A. S. Tai (Laboratoire du Génie atomique, EPF Lausanne): Détermination de quelques paramètres importants du réacteur selon le modèle Binodal.

Les paramètres importants du réacteur, tels que le coefficient effectif de multiplication, la réactivité, la fraction effective des neutrons différés, le

temps de vie et le temps de génération sont déterminés sur la base du modèle Binodal, dans le cas général. Utilisant la méthode des neutrons pulsés, certains de ces paramètres sont obtenus en particulier dans le cas de systèmes symétriques.

**11. M. Bidlas, R. Fuchs, D.G. Maeder (Département de Physique nucléaire et corpusculaire, Université de Genève): L'effet des transducteurs piézo-électriques sur le facteur de qualité des résonateurs cylindriques**

Le facteur de qualité des résonateurs destinés à la recherche des ondes gravitationnelles dépend de  $\mu$  (=masse transductrice relative), de  $Q_P$  (=facteur de qualité des transducteurs), de la qualité des collages (facteur  $Q_B$ , épaisseur  $L_B$ ) et de  $r$  (=réflexion aux interfaces). Pour la configuration choisie (couplage fort,  $\mu$  élevé avec  $r \approx 0$ ),  $Q_{sys} \ll Q$  métal. A part divers assemblages en anticorodal-100 collés sans transducteurs, nous avons construit plusieurs résonateurs de 22 kg chacun, avec  $\mu = 0,27\%$ ,  $0,9\%$  et  $1,8\%$ . Les valeurs  $Q_{sys}$  mesurées, de  $15000 \dots 4000$ , concordent avec une formule dans laquelle l'effet des collages  $\propto L_B Q_P / Q_B$ , où  $Q_B \approx 15$  pour les meilleures colles. Le produit  $\mu \cdot Q_{sys}$  atteint des valeurs comparables à celles obtenues avec les configurations à faible couplage.

**12. H.P. Tschanz (Institut für angewandte Physik, Universität Bern): Messung der Rotation von Farbstoffmolekülen in Lösungen**

Durch Beobachtung des zeitlichen Verlaufs des Polarisationsgrades der Fluoreszenz nach Anregung mit kurzen Lichtblitzen (FWHM = 1,8 ns) ist es möglich, die Rotationsdiffusionskonstanten  $D_R$  von gelösten Farbstoffmolekülen zu bestimmen. Die bei solchen Messungen auftretenden Probleme und ihre Lösung in einer Einphoton-Apparatur werden diskutiert. Erste Messungen zeigen, dass bei einer Fluoreszenzabklingzeit von 5 ns Diffusionskonstanten  $D_R$  von  $10^\circ$  bis  $10^9 \text{ s}^{-1}$  bestimmt werden können.

**13. Martin C.E. Huber\*, Giuseppe Tondello\*\* (Harvard College Observatory, Cambridge, Mass., USA): Refractivity measurements on helium gas between 920 and 1910 Å**

The wavelengths where knowledge of the refractivities of many gases ( $\text{H}_2$ ,  $\text{Ne}$ ,  $\text{Ar}$ ,  $\text{Kr}$ ,  $\text{Xe}$ , etc.) would be of great interest to atomic and molecular physics, lie in the vacuum ultraviolet, i.e., in a region, where con-

ventional interferometers do not operate. Refractivities can, however, be determined in that wavelength region by comparing the wavelengths of spectral lines in vacuum and in the gas in question by use of a spectrograph. The measurements to be reported were made on He with a 3-m vacuum spectrograph. They agree with the theoretical refractivity derived by Victor, Dalgarno, and Taylor (J.Phys.B, 1, 13, 1968).

Research supported by NASA grant NGL-22-007-006

\* Also at Gruppe für Atom- und Astrophysik, ETH Zürich

\*\* Also at Centro Gas Ionizzati C.N.R., Università di Padova, Italy

**14. H. Völkle, J. Halter, O. Huber, L. Ribordy, P. Winiger (Universität Fribourg):  $\alpha$ -Spektroskopie mit einer Gitterionisationskammer**

Zum Nachweis von  $\alpha$ -Strahlern in Proben aus der Biosphäre wurde eine Messanlage mit Gitterionisationskammer aufgebaut. Durch Optimalisierung von Kammer und Messelektronik konnte eine gute Energieauflösung (35,5 keV FWHM für eine elektrolytische Po-210-Quelle) bei sehr schwachem Untergrund (7,2 Imp./h im Intervall von 4–6 MeV) erreicht werden. Daher können Pu-239-Aktivitäten von wenigen pCi/g mineralisierter Substanz noch gut nachgewiesen werden. Zur Aufnahme des  $\alpha$ -Spektrums werden 20–30 mg des mineralisierten Probenmaterials in geeigneter Lösung auf dem Quellenträger eingedampft. Wenn nötig, wird Plutonium oder Uran chemisch aus der Lösung abgetrennt (mit TiOA oder TTA) und separat gemessen.

**15. Jm. Aeschlimann, P. Cornaz, E. Geneux, P. Meystre (Laboratoire d'Optique physique, EPF Lausanne) et A. Faist (Laboratoire de Physique théorique, EPF Lausanne): Détection optique du couplage alignement-orientation de l'état excité  $5^3P_1$  du Cd**

Une vapeur de Cd est excitée optiquement dans l'état  $5^3P_1$  «aligné» du Cd. Un champ électrique  $E$  continu ou oscillant à  $45^\circ$  de l'«alignement» crée un état d'«orientation» perpendiculaire au plan formé par  $E$  et l'alignement. La détection de cette orientation se fait par une technique de dépolarisation magnétique. On observe en direction normale à  $E$  des variations d'intensité de la lumière de fluorescence polarisée.

Les résultats expérimentaux confirment les travaux théoriques de A. Faist [1].

**Bibliographie**

1. Faist, A.: thèse, Genève (1970).

- 16. A. Faist (Laboratoire de Physique théorique, EPF Lausanne): Dépendance en fréquence et en intensité des résonances de cohérence de seconde espèce**

En présence d'un champ électrique modulé donnant naissance à un couplage alignement-orientation, la première harmonique apparaît dans la lumière de fluorescence lorsque la valeur moyenne du champ électrique est non nulle. L'intensité de cette composante est analysée en fonction de la fréquence d'oscillation et des intensités respectives des parties statiques et oscillantes du champ électrique.

- 17. P. Thomann, P. Chatelain, P. Cornaz, E. Geneux (Laboratoire d'Optique physique, EPF Lausanne): Résonances de cohérence dans le référentiel tournant et résonances à quanta multiples**

Nous avons étudié les résonances de cohérence en référentiel tournant lorsque la fréquence du champ modulé  $B_1$  varie autour de la fréquence de Larmor du champ statique  $B_0$ . Il apparaît un lien entre les résonances à quanta composés dues à la modulation de  $B_1$  (résonances en bandes latérales) et les résonances de cohérence. On peut passer d'un type de résonance à l'autre en faisant varier la fréquence et l'amplitude de  $B_1$ .

- 18. W. Rüegg, W. Willi (Laboratorium für Hochenergiephysik, ETH Zürich) und C. Anner, W. Schneider (Laboratorium für anorganische Chemie, ETH Zürich): Mössbauereffekt an hydrolysierten Eisen(III)-Chloridlösungen**

Mononukleares Eisen(III) wurde durch stöchiometrische Basenzugabe zu mehrkernigen Komplexen hydrolysiert. Mit Mössbauermessungen wurden die durch die Basenzugabe und die Alterung hervorgerufenen Polymerisationseffekte an eingefrorenen Lösungen verfolgt. Als Mass für den Polymerisationsfortschritt dient die Übergangstemperatur, bei welcher die magnetische Hyperfeinaufspaltung wegen der kürzer werdenden Relaxationszeit verschwindet. Das innere Magnetfeld ( $H_{\text{int}} = 450 \pm 15$  kG) und die Isomerieverschiebung ( $\text{IS} = -0,42 \pm 0,04$  mm/s) sind bei fast allen Proben gleich und weisen auf  $\beta\text{-FeOOH}$  hin.

- 19. W. Rüegg, W. Willi (Laboratorium für Hochenergiephysik, ETH Zürich) und W. Helfenstein (Lehrstuhl für Automatik, ETH Zürich): Mössbauer- und Laserinterferometrische Messungen am Innenohr von Katzen**

Um die Funktionsweise des Innenohrs zu studieren, wurde mit einer in [1] beschriebenen Mössbauereffekt-Messmethode Amplituden- und Phasen-

gang an verschiedenen Stellen der Basilmembran im Innenohr einer narkotisierten Katze gemessen. Mit Hilfe eines am Steigbügel befestigten Trippelspiegels konnte mit einem Laserinterferometer [2] das akustische Signal am Eingang des Innenohrs (ovales Fenster) gemessen werden. Diese Messungen gestatten die Bestimmung der Übertragungsfunktion des Innenohrs.

#### Literatur

1. Rüegg, W., et al.: Helv.Phys.Acta 46: 35 (1973).
2. Helfenstein, W.: Neue Technik 5: 207 (1973).

#### **20. M. Kiener (AFIF, ETH Zürich): Schwellspannung von MOS-Transistoren auf inhomogen dotiertem Si-Substrat**

Der Einfluss inhomogener Störstellenprofile (wie sie z. B. durch Redistributionseffekte während der Transistorherstellung entstehen) wird berechnet und bei der Herstellung von komplementären MOS-Schaltungen berücksichtigt. Weiter wird ein Verfahren angegeben, um die komplementären Substratkonzentrationen zu optimieren. Die Optimierung bewirkt, dass sich eine relativ schlechte Reproduzierbarkeit der Flachbandspannung von run zu run minimal auf die Ausbeute auswirkt.

#### **21. P. A. Probst, J. Rittener (Institut de Physique expérimentale, Université de Lausanne): Système programmable d'acquisition de données**

Nous avons réalisé un système d'acquisition de données simple et bon marché. L'élément essentiel du système est une unité de contrôle qui contient des mémoires intégrées à MOS. On enregistre à l'aide d'un clavier les différentes adresses analogiques, digitales, et les caractères de contrôle. Les résultats étant stockés dans une mémoire ultrarapide à MOS, le système effectue un cycle de mesure à la vitesse maximum des instruments; le voltmètre qui sert de convertisseur A-D fait 30 mesures/s avec une précision de  $10^{-4}$ , la vitesse du fréquence-mètre dépend de la résolution désirée. A la fin du cycle, les résultats sont transférés sur un perforateur de ruban ou sur un enregistreur à cassettes et sont directement lisibles par un ordinateur.

#### **22. G. Bonani, Ch. Stoller, M. Suter, W. Wölfli, R. Müller, U. Peyer, P. Marmier (Laboratorium für Kernphysik, ETH Zürich): Hochempfindliche Elementenanalyse durch Messung der durch Protonen bzw. Schwerionen induzierten charakteristischen Röntgenstrahlung**

Mit den neusten hochauflösenden Halbleiterdetektoren kann die charakteristische Röntgenstrahlung sämtlicher Elemente des periodischen Sy-

stems vom Kohlenstoff an aufwärts gemessen werden. Die Anregung der Röntgenstrahlung durch Protonen bzw. schwere Ionen hat im Vergleich zu den normalerweise verwendeten Photonen oder Elektronen den grossen Vorteil, dass die Ausbeute für *K*- und *L*-Röntgenlinien gross und der Kontinuumsuntergrund sehr klein ist. Zusammen ergibt dies eine hochempfindliche Methode, die es gestattet, die Art der Elemente sowie deren Konzentration in beliebigen Materialproben mit einer Empfindlichkeit im Bereich von  $10^{-12}$  Gramm nachzuweisen. Anhand eines praktischen Beispiels werden die Vorteile und die Grenzen dieser Methode diskutiert.

**23. P. Affolter (Labor für Angewandte Physik und Messtechnik, Brown Boveri & Cie. AG, Baden): Resonanzaufspaltung bei dielektrischen Kugelresonatoren aus Keramik**

Im Rahmen von Mikrowellenuntersuchungen an sehr rund geschliffenen dielektrischen Keramikkugeln wurde beobachtet, dass die nach der Rechnung erwarteten eindeutigen Resonanzen isotroper, freischwingender bzw. offener Kugelresonatoren meistens in zwei oder drei Einzellinien aufspalten. Durch Vergleichsmessungen mit monokristallinen, isotropen ( $\text{SrTiO}_3$ )- und anisotropen ( $\text{TiO}_2$ )-Kugeln kann gefolgert werden, dass Keramiken, auch bei sorgfältiger Pressung und Sinterung, stets eine gewisse makroskopisch wirksame Anisotropie bzw. Inhomogenität aufweisen. Anhand von Experimenten mit einer  $\text{TiO}_2$ -Einkristallkugel wird eine einfache Theorie zur Bestimmung der beiden möglichen TE-Grundresonanzfrequenzen (TE<sub>11</sub>-Modi) zweiachsig anisotroper Kugeln diskutiert.

### Physique théorique

Freitag, 19. Oktober / Vendredi 19 octobre

**1. P. Meystre, E. Geneux (Laboratoire d'Optique physique, EPF Lausanne) et A. Quattropani, A. Faist (Laboratoire de Physique théorique, EPF Lausanne): Approximation semi-classique dans la diffusion rayonnement-atomes**

La validité de l'approximation semi-classique est discutée dans le cadre d'un modèle simple décrivant l'interaction entre le rayonnement électromagnétique et des atomes isolés.

2. A. Hintermann, Ch. Gruber (Laboratoire de Physique théorique, EPF Lausanne): Implication of Poissons formula for general spin lattice systems

Any arbitrary spin lattice system can be characterized by means of two compact abelian groups. We show that the low temperature expansion of the partition function can be obtained from the high temperature expansion using the Poisson formula for abelian groups.

3. W. Baltensperger, E. Isler, J. Denoth (Seminar für Theoretische Physik, ETH Zürich): Variationsansätze für Vielteilchenzustände von Fermionen

Fermionenzustände der Form

$$|\psi\rangle = \prod_a \pi f_a(c_{a\uparrow}^+, c_{a\downarrow}^+) |0\rangle$$

wo  $c_{a\sigma}^+$  den Erzeugungsoperator zur Bahn  $a$  und Spin  $\sigma$  und wo  $|0\rangle$  das Vakuum darstellt, enthalten repulsive Zweiteilchenkorrelationen. Das Variationsproblem führt zu einem Satz von Selbstkonsistenzgleichungen. Die Hartree-Fock-Gleichungen stellen dazu triviale Lösungen dar.

Arbeit unterstützt durch den Schweizerischen Nationalfonds

4. H.P. Baltes, M. Pabst (Institut für Theoretische Physik, FU Berlin): Temporal coherence of a finite photon gas

There is much current interest in the long-time behaviour of correlation functions and their size dependence in the case of finite systems [1]. We present one of the few soluble 3-dimensional examples, viz. the autocorrelation function  $\langle \bar{E}(0)\bar{E}(t) \rangle$  of the stochastic electrical field  $\bar{E}$  belonging to the thermal radiation field enclosed in a cube-shaped cavity. In the thermodynamic limit, an exponential relaxation is found for intermediate times  $t$ , whereas a “long-tail”  $t^{-4}$  prevails for long times. This behaviour is greatly modified for the finite photon system.

#### Reference

1. Alder and Wainwright, Phys. Rev. A1 (1970) 18; Mazur, Phys. Norveg. 5 (1971), 291; Lebowitz and Sykes, J. Stat. Phys. 6 (1972) 157.

5. R. Schilling, W. Baltensperger (Seminar für Theoretische Physik, ETH Zürich): Beschreibung eines Heisenberg-Ferromagneten für  $T \ll T_c$  durch eine Differenzengleichung

Aus dem Heisenberg-Modell wird unter Benutzung der Holstein-Prima-

koff-Transformation eine Differenzengleichung für Spinwellenzustände hergeleitet. Damit können thermodynamische Größen für inhomogene Systeme berechnet werden. Als Anwendung wird die Magnetisierung im ferromagnetischen Halbraum behandelt.

**6. Philippe A. Martin (Laboratoire de Physique théorique, EPF Lausanne): Temps de délai dans la diffusion à canaux multiples**

On propose une définition du temps de délai qui puisse s'appliquer aux processus de diffusion à canaux multiples. Dans ce cas, l'interaction est non seulement cause de délais dans le mouvement des fragments, mais aussi de leur absorption par d'autres canaux. Ce second phénomène provoque un retard apparent (puisque une partie des fragments disparaît du canal) qui ne doit cependant pas être compté comme partie constituante du temps de délai pour le canal considéré. Il est donc nécessaire de modifier la définition usuelle valable pour un système de diffusion simple. La définition modifiée est étudiée mathématiquement dans un modèle simplifié de diffusion avec absorption défini par un hamiltonien complexe dissipatif. On montre qu'à ses valeurs propres complexes sont en général associés des maxima du temps de délai. Enfin, on indique formellement que la même relation existe dans la diffusion à canaux multiples entre les maxima du temps de délai et les valeurs propres complexes des hamiltoniens réduits des canaux tels qu'ils sont définis par Newton et Fonda dans leur théorie générale des résonances, légitimant ainsi leur emploi de ce dernier terme.

Recherche financée par le Fonds national suisse de la Recherche scientifique

Samstag, 20. Oktober / Samedi 20 octobre

**7. J. Bernasconi (Brown-Boveri-Forschungszentrum, Baden): Transport-eigenschaften in anisotropen ungeordneten Systemen**

Ungeordnete klassische Widerstandsnetzwerke (d. h. Netzwerke, in denen die einzelnen Leitwerte  $\sigma_i$  gemäss einer vorgegebenen Wahrscheinlichkeitsdichte  $\varrho(\sigma)$  verteilt sind) dienen als Modellsysteme für das Studium von Transporteigenschaften in ungeordneten physikalischen Systemen. Eine selbstkonsistente «Effective-Medium-Theorie» wird verallgemeinert, so dass auch eine Beschreibung von Systemen mit einer anisotropen Verteilung  $\varrho(\sigma)$  möglich wird. Anwendungen auf einige mathematische und physikalische Modelle führen zu interessanten Resultaten bezüglich der Leitfähigkeit und ihrer Anisotropie in anisotropen ungeordneten Systemen.

8. J. Halin, H. Th. Auerbach, W. Hälg, J. Mennig (Institut für Reaktortechnik, ETH Zürich): Semianalytische Lösung der Neutronen-transportgleichung für anisotrope Streuung

Zur Lösung der Neutronentransportgleichung wird als Näherung oft die sogenannte  $S_n$ -Methode verwendet, bei welcher die Dichtefunktion sowohl bezüglich der Orts- als auch der Richtungsabhängigkeit diskretisiert wird. 1966 haben Mennig und Marti [1] eine als  $S_\infty$  bezeichnete Methode eingeführt, welche die Winkelvariable vollanalytisch behandelt. Die vorliegende Arbeit stellt eine Erweiterung dar, indem sie für den Fall von Multigruppen beliebige Anisotropie des Streuwirkungsquerschnittes zulässt und die Ortsdiskretisierung mit Intervallen unterschiedlicher optischer Dicke gestattet. Die Integration über die Winkelvariable erfolgt dabei mittels Potenzreihen und analytischer Fortsetzung. Resultate werden mit denjenigen aus einem  $S_n$ -Code verglichen.

#### Literatur

1. Mennig, J. / Marti, J. T.: Nuclear Science and Engineering 31: 365–368 (1968).

9. C. Lepori, H. Th. Auerbach, W. Hälg, J. Mennig (Institut für Reaktortechnik, ETH Zürich): Analytische Lösung des ortsabhängigen, ebenen Neutronentransportproblems unter Berücksichtigung von anisotroper Streuung und mehrerer Energiegruppen

Das orts-, energie- und richtungsabhängige Neutronentransportproblem wird gewöhnlich vollnumerisch durch Diskretisation der Variablen gelöst. Diese Methoden benötigen beachtliche Rechenzeiten und sind besonders bei Systemdimensionen, welche vielen mittleren freien Weglängen (mfW) der Neutronen entsprechen, instabil. Es werden zwei neue Lösungsverfahren diskutiert, bei denen die Ortsvariable analytisch behandelt wird. Das erste Verfahren basiert auf einem Exponentialansatz, wobei die Entwicklungskoeffizienten und Integrationskonstanten noch numerisch ermittelt werden müssen. Die Methode liefert brauchbare Resultate für Systemabmessungen bis 50 mfW, ist aber empfindlich auf das Vorhandensein ähnlicher Eigenwerte in verschiedenen Energiegruppen. Im zweiten Verfahren wird diese Begrenzung vermieden durch Entwicklung der Verteilungsfunktionen in Potenzreihen mit analytischer Fortsetzung. Die Methode erweist sich für beliebige Systemabmessungen als sehr stabil. Die Resultate beider Verfahren werden mit einem vollnumerischen Code verglichen.

10. W. Hälg, H. Th. Auerbach, J. Gassmann, J. Mennig (Institut für Reaktortechnik, ETH Zürich): Zum Einsatz von Walsh-Funktionen bei der Lösung von Neutronentransportproblemen

Gewisse Näherungsverfahren zur Lösung des Neutronentransportes basieren auf einer Diskretisierung der Energievariablen sowie auf einer Entwicklung der Richtungsabhängigkeit der Dichtefunktion und der Streuquerschnitte in Legendresche Kugelfunktionen. In der Nachrichtentechnik finden seit einiger Zeit vollständige Orthogonalsysteme mit diskreten Werten Verwendung. Es wird gezeigt, wie sich diese sogenannten Walsh-Funktionen zur Berechnung der Richtungsabhängigkeit der Boltzmannschen Dichtefunktion einsetzen lassen und wie sie bei der Behandlung der Energievariablen genutzt werden können.

**11. B. Sigg, J. Mennig (Institut für Reaktortechnik, ETH Zürich): Eine Modifikation der  $P_L$ -Approximation zur Behandlung des mehrdimensionalen Neutronentransports**

Bei Verwendung der Kugelfunktionsentwicklung für die Darstellung der Raumwinkelabhängigkeit der Teilchendichte und der üblichen Methode, diese Entwicklung abzubrechen, lässt sich in mehrdimensionalen heterogenen Transportproblemen für Vakuumzonen keine eindeutige, stationäre Lösung festlegen und an Materialgrenzen nicht mehr Stetigkeit für alle Momente verlangen. Die Hinzunahme gewisser Zusatzglieder führt in orthogonalen Koordinatensystemen auf die sogenannte Erweiterte  $P_L$ -Approximation ( $EP_L$ ), bei welcher diese Mängel nicht auftreten. Das Prinzip wird anhand der  $P_1$ - $EP_1$ -Näherung dargelegt und sodann aufgezeigt, wie mit Hilfe eines fiktiven Parameters eine Lösungsschar erzeugt werden kann, die zwischen der  $EP_1$  und der  $P_1$  liegt.

## Physique nucléaire et corpusculaire

Freitag, 19. Oktober / Vendredi 19 octobre

**1. D. Aebischer, B. Favier, G. Greeniaus, R. Hess, A. Junod, C. Lecha noine, J.C. Nikles, D. Rapin, D.W. Werren (Département de Physique nucléaire, Université de Genève): Diffusion élastique proton-proton dans la région d'interférence nucléaire-coulombienne entre 300 et 600 MeV**

La diffusion élastique proton-proton a été étudiée dans la région d'interférence nucléaire-coulombienne à l'aide d'un système de chambres à fils en régime proportionnel et d'une cible à hydrogène liquide. La section efficace différentielle a été mesurée, entre 2 et 7 degrés lab, aux énergies cinétiques suivantes: 292, 347, 424, 468, 500 et 577 MeV. L'analyse de ces

données a permis de déterminer le rapport de la partie réelle à la partie imaginaire de l'amplitude de diffusion nucléaire vers l'avant, indépendant du spin.

2. D. Aebischer, B. Favier, G. Greeniaus, R. Hess, A. Junod, C. Lecha-noine, J.C. Nikles, D. Rapin, D.W. Werren (Département de Physique nucléaire, Université de Genève): Mesure du pouvoir d'analyse proton-carbone entre 400 et 600 MeV

Le pouvoir d'analyse des protons diffusés à petits angles sur une cible de carbone a été mesuré à l'aide d'un système de chambres à fils en régime proportionnel. Cette mesure a été faite à trois énergies du proton incident: 399, 462 et 577 MeV. Un faisceau de protons de 595 MeV, extrait du synchrocyclotron au CERN, était polarisé par une première diffusion sur une cible de carbone et ensuite dégradé pour les deux énergies les plus basses. Les événements présentant un angle de diffusion inférieur à  $4,5^\circ$  étaient rejettés par une électronique rapide. On a observé la distribution de l'angle azimutal du proton diffusé sous un angle polaire compris entre  $4,5^\circ$  et  $11^\circ$ . D'autre part, l'étude de la contribution des canaux inélastiques a été faite en limitant l'inélasticité à moins de 35 MeV.

3. M. T. Tran, C. Joseph, L. H. Lê, B. Vaucher, E. Winkelmann (Institut de Physique nucléaire, Lausanne), W. Bayer, H. Hilscher, H. Schmitt, C. Zupancic (Universität München) et P. Truöl (Universität Zürich): Capture radiative des  $\pi^-$  par l'hydrogène autour de la résonance P33 (1236)

Des résultats récents de photoproduction dans la région de la première résonance ont soulevé le problème de l'existence de composantes exotiques du courant électromagnétique des hadrons (composante isotonosérielle, violation de l'invariance par renversement du temps) [1]. Nous avons mesuré les sections efficaces différentielles de la réaction  $\pi^- p \rightarrow \gamma n$  pour des impulsions de pions incidents de 207 à 390 MeV/c et à des angles  $\Theta_\gamma^*$  de  $60^\circ$ ,  $90^\circ$  et  $120^\circ$ . La détermination de ces sections efficaces, rendue difficile par la présence de la réaction – beaucoup plus probable – d'échange de charge, repose sur la localisation simultanée du gamma et du neutron et sur la mesure du temps de vol de ce dernier. La comparaison de nos résultats préliminaires à  $\Theta_\gamma^* = 60^\circ$  et  $90^\circ$  à ceux existants de photoproduction, ne permet pas de conclure à l'existence de courants exotiques.

#### Bibliographie

1. Donnachie, A. / Shaw, G.: Phys. Rev. D5: 1117 (1972).

4. R. Jenefsky, C. Joseph, B. Vaucher, E. Winkelmann (Institut de Physique nucléaire, Université de Lausanne), T. Bressani, E. Chiavassa, G. Venturello (INFN Torino e Università di Torino) and H. Schmitt, C. Zupancic (Sektion für Physik, Universität München): Measurement of the differential cross section for  $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$  between 120 and 270 MeV

The angular distribution of the differential cross section for the reaction  $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$  has been measured over the angular range  $35^\circ \leq \Theta_{\pi^0}^{CM} \leq 175^\circ$  at beam laboratory kinetic energies from 120 to 270 MeV. Together with recently measured cross sections for  $\pi^\pm p \rightarrow \pi^\pm p$  [1], these data permit a test of the triangle inequality  $\lambda(\sigma^+, \sigma^-, 2\sigma^{ex}) \leq 0$  imposed by isospin invariance, where  $\sigma^+, \sigma^-$  and  $\sigma^{ex}$  are the elastic  $\pi^\pm p \rightarrow \pi^\pm p$  and  $\pi^- p \rightarrow \pi^0 n$  cross sections, respectively, and  $\lambda(x, y, z) = x^2 + y^2 + z^2 - 2(xy + xz + yz)$ .

#### Reference

1. Bussey, B.J. / Carter, J.R., et al.: RPP/H/107, 1973 (submitted to Nuclear Physics).

5. M. Camani, A. Schenck (Institut für Hochenergiephysik, ETH Zürich): Untersuchung über myonische Heliumatome

Wir planen am SIN ein Experiment durchzuführen, mit dem Ziel, die mögliche Bildung des Atoms  $\text{He}^{++} \mu^- e^-$  in Helium-Xenon-Gasmischungen zu untersuchen sowie die Polarisation der  $\mu^-$  in diesem Zustand zu messen. Es wird über die Phänomene berichtet, die während der Formierung von polarisierten  $\text{He}^{++} \mu^- e^-$ -Atomen eine massgebende Rolle spielen (Depolarisationsmechanismen, Ladungseinfang-Reaktionen in Gasgemischen). Der Nachweis von polarisierten myonischen Heliumatomen würde die Durchführbarkeit eines myoniumähnlichen Resonanzexperimentes beweisen, in welchem die Hfs des  $\text{He}^{++} \mu^- e^-$ -Atoms gemessen wird.

Diese Untersuchung ist aus einer Zusammenarbeit mit V. W. Hughes und Mitarbeitern entstanden.

6. L. Ph. Roesch, F. Horber, R. Kulessa, H. P. Seiler, P. Marmier (Laboratoire de Physique nucléaire, ETH Zürich): Interaction quadripolaire dans un monocristal

Des ions lourds ont été utilisés pour exciter et planter des noyaux  $^{182, 184, 186}\text{W}$  dans un monocristal de Zn. La perturbation de la corrélation angulaire entre les ions rétrodiffusés et les photons des transitions gamma  $2^+ \rightarrow 0^+$  montre une interaction prononcée du moment quadripolaire avec le gradient du champ électrique dans le cristal. L'extraction

de valeurs absolues de ces mesures intégrales pose cependant certains problèmes si l'on prend en considération la possibilité d'interactions combinées.

7. R. D. Viollier, G. R. Plattner, K. Alder (Physikalisches Institut der Universität Basel): Modellunabhängige Bestimmung von  $G_{p\bar{p}\pi^0}^s$  aus  $p\bar{p}$ -Streuphasen

Aus den Livermore-Streuphasen [1] wie auch aus den neuesten Effective-range-Parametern [2] für die  $p\bar{p}$ -Streuung bestimmen wir die «ungeladene» Pion-Proton-Kopplungskonstante vermittels des coulombmodifizierten Dispersionsformalismus [3] zu  $G_{p\bar{p}\pi^0}^s = 15,4 \pm 0,3$ .

#### Literatur

1. McGregor, M. H., et al.: Phys. Rev. 182: 1714 (1969).
2. Noyes, H. P.: Ann. Rev. Nucl. Sci. 22: 465 (1972).
3. Viollier, R. D., et al.: Nucl. Phys. A 206: 498, 513 (1973).
8. G. Szaloky, F. Seiler, W. Schröder (Universität Basel) und W. Gruebler, V. König, P. Marmier (ETH Zürich): Elastische Streuung von Protonen an polarisierten  $^3\text{He}$ -Kernen

Die Links-Rechts-Asymmetrie von Protonen, elastisch gestreut an polarisierten  $^3\text{He}$ -Kernen, wurde bei fünf Energien zwischen 2,3 und 8,8 MeV und bei je zwölf  $SP$ -Winkeln zwischen  $46^\circ$  und  $156^\circ$  gemessen. Die Targetpolarisation betrug im Mittel 19%. Die Asymmetrie ist bei 2,3 MeV klein und durchwegs positiv. Mit zunehmender Energie wird die Asymmetrie grösser (bis zu 20%), negativ bei Vorwärts- und positiv bei Rückwärtswinkeln. Eine Phasenanalyse zur Auswertung aller bisher bekannten Messungen in diesem Energiebereich ist in Vorbereitung.

9. B. Leemann, R. Casparis, M. Preiswerk, H. Rudin, R. Wagner (Physikalisches Institut der Universität Basel): Polarisationsmessung der  $n\bar{p}$ -Streuung bei 14,2 MeV Neutronenenergie

Die bei der Streuung niederenergetischer (10–30 MeV) Neutronen an Protonen beobachtete Polarisation  $A_y$  wird beschrieben durch

$$\sigma_0(\Theta) A_y(\Theta) = \frac{3 \sin \Theta}{k^2} \sin^2 \delta_{01} \left\{ \Delta_{LS}^P + 5 \Delta_{LS}^D \cos \Theta \right\}$$

Eine Polarisationsmessung bei  $\Theta_{CM} = 90^\circ$  ermöglicht die Bestimmung des Spin-Bahn-Kopplungstermes  $\Delta_{LS}^P$  für  $p$ -Wellen. Die polarisierten

14,2-MeV-Neutronen werden durch die  $T(\vec{p}, \vec{n})$ -He-Reaktion gewonnen, wobei vektorpolarisierte 140-KeV-Deuteronen in einer Atomstrahlquelle erzeugt werden. Der Strom polarisierter Deuteronen auf der Target beträgt  $0,5 \mu\text{A}$ . Die Bestimmung der Neutronenpolarisation  $P_y$  mit Hilfe der  ${}^4\text{He}(\vec{p}, \vec{n})$ - ${}^4\text{He}$ -Streuung ergab  $p_y = 0,53 \pm 0,02$ . Das Analysatorvermögen wird mit einer Begleitpartikelflugzeitanordnung gemessen.

**10. F. Widder (EIR Würenlingen): Neutroneneinfangquerschnitt von Tantal im Energiebereich von 0,02–30 eV**

Mit Hilfe des Flugzeitspektrometers am DIORIT-Reaktor und eines Moxon-Rae-Detektors wurde der Neutroneneinfangquerschnitt von Tantal im Energiebereich von 0,02–30 eV gemessen. Ziel der Messungen war die Absolutbestimmung eines neuen Standardeinfangquerschnittes als Ergänzung zum Goldquerschnitt. – Für die genaue Berechnung der Korrektur betreffend die  $\gamma$ -Selbstabsorption im Probenmaterial musste eine neue Methode entwickelt werden, da die üblichen, bisher verwendeten Verfahren hierfür nicht ausreichen.

**11. H.S. Pruys, E.A. Hermes, H.R. von Gunten (EIR Würenlingen): Der Zerfall von  ${}^{152\text{m}1}\text{Eu}$ (9,3 h)**

Genaue Energien und Intensitäten der Gammalinen im Spektrum von  ${}^{152\text{m}1}\text{Eu}$  wurden mit einem Ge(Li)-Detektor gemessen. Aus den Messergebnissen wurde das Zerfallsschema von  ${}^{152\text{m}1}\text{Eu}$  konstruiert und die logt-Werte für EC und Betazerfall berechnet. In  ${}^{152}\text{Sm}$  wurden zwei neue Übergänge, 547,4 keV ( $1510,8 \rightarrow 963,4$ ) und 826,0 keV ( $1510,8 \rightarrow 684,7$ ), gefunden. In  ${}^{152}\text{Gd}$  wurde auf Grund der erstmals beobachteten 1756,2-keV-Linie und der neuen Zuordnung der 1411,9-keV-Linie ( $1756,2 \rightarrow 344,25$ ) ein neues Niveau postuliert.

**12. Th. Hinderling, H.H. Staub (Physik-Institut der Universität Zürich): Präzisionsmessung der Schwellenenergie  $E_s$  der Reaktion  ${}^{14}\text{C}(\text{p}, \text{n})$   ${}^{14}\text{N}$**

Die Schwellenenergie der Reaktion  ${}^{14}\text{C}(\text{p}, \text{n})$   ${}^{14}\text{N}$  wurde mit Hilfe des absoluten  $210^\circ$  magnetischen Spektrometers mit einer Protonstrahlauflösung von 110 eV an isotopenreinen  ${}^{14}\text{C}$ -Targets von mehr als 3 keV Dicke auf Nickel gemessen. Zu ihrer Herstellung wurde eine spezielle Cracking-Prozedur entwickelt. Das Resultat der Messung ist

$$E_s = 670,90 \pm 0,09 \text{ keV}$$

Die Vorträge werden in den Helvetica Physica Acta bzw. in der Zeitschrift für angewandte Mathematik und Physik (ZAMP) veröffentlicht.