

Communications in

Mathematical Physics

Chief Editor

R. Haag, Hamburg

Editorial Board

N. M. Hugenholtz, Groningen

D. Ruelle, Bures-sur-Yvette

L. Schwartz, Paris

A. H. Taub, Berkeley

Advisory Board

H. Araki, Kyoto

V. Glaser, Geneva

H. Joos, Hamburg

G. Källén, Lund

P. Kristensen, Aarhus

T. Regge, Princeton

R. F. Streater, London

Volume 5 · 1967

Springer-Verlag · Berlin · Heidelberg · New York



Alle Rechte, einschließlich das der Übersetzung in fremde Sprachen und das der fotomechanischen Wiedergabe oder einer sonstigen Vervielfältigung, vorbehalten. Jedoch wird gewerblichen Unternehmen für den innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V. und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens die Anfertigung einer fotomechanischen Vervielfältigung gestattet. Wenn für diese Zeitschrift kein Pauschalabkommen mit dem Verlag vereinbart worden ist, ist eine Wertmarke im Betrage von DM 0,30 pro Seite zu verwenden. *Der Verlag läßt diese Beträge den Autorenverbänden zufließen.*

Springer-Verlag/Berlin · Heidelberg · New York

Printed in Germany

Druck der Brühlschen Universitätsdruckerei Gießen

Contents of Volume 5

	Page
BACRY, H.: Space-Time and Degrees of Freedom of the Elementary Particle	97
BEIGLBÖCK, W.: The Center-of-Mass in Einsteins Theory of Gravitation . .	106
EFIMOV, G. V.: Non-Local Quantum Theory of the Scalar Field	42
EZAWA, H., and J. A. SWIECA: Spontaneous Breakdown of Symmetries and Zero-Mass States	330
GALLAVOTTI, G., and S. MIRACLE-SOLE: Statistical Mechanics of Lattice Systems	317
GLIMM, J.: Yukawa Coupling of Quantum Fields in Two Dimensions. I. . .	343
GUICHARDET, A.: Produits tensoriels continus d'espaces et d'algèbres de Banach	262
HAAG, R., N. M. HUGENHOLTZ, and M. WINNIG: On the Equilibrium States in Quantum Statistical Mechanics	215
HERMANN, R.: Analytic Continuation of Group Representations. IV	131
HERMANN, R.: Analytic Continuation of Group Representations. V	157
HUGENHOLTZ, N. M., s. HAAG, R., and M. WINNIG	215
LANGBEIN, W.: Zur physikalischen Interpretation manifest kovarianter Dar- stellungen der inhomogenen Lorentzgruppe zur Masse Null	73
LOVELOCK, D.: Weakened Field Equations in General Relativity Admitting an 'Unphysical' Metric	205
LOVELOCK, D.: A Spherically Symmetric Solution of the Maxwell-Einstein Equations	257
MIRACLE-SOLE, S., s. GALLAVOTTI, G.	317
ROBINSON, D. W., and D. RUELLE: Mean Entropy of States in Classical Statistical Mechanics	288
ROTENBERG, M. A., Ph. D.: Mixture of Outgoing and Incoming Electromag- netic Radiation. Change of Mass of the Source of Radiation	23
RUELLE, D., s. ROBINSON, D. W.	288
RUELLE, D.: A Variational Formulation of Equilibrium Statistical Mechanics and the Gibbs Phase Rule	324
SHEPLEY, L. C., and A. H. TAUB: Space-Times Containing Perfect Fluids and Having a Vanishing Conformal Divergence	237
STØRMER, E.: Large Groups of Automorphisms of C*-Algebras	1
STEPHANI, H.: Konform flache Gravitationsfelder	337
STREATER, R. F.: Local Fields with the Wrong Connection Between Spin and Statistics	88
SWIECA, J. A., s. EZAWA, H.	330
TAUB, A. H., s. SHEPLEY, L. C.	237
VÖLKELE, A. H.: On Local One-Particle Approximations and Locally Conserved Currents	57
WINNIG, M., s. HAAG, R., and N. M. HUGENHOLTZ	215
ZIESCHE, P.: Clusterentwicklung der Informationsgrößen im Besetzungszahl- Formalismus der klassischen Gleichgewichts-Statistik	191
ZIESCHE, P.: Das allgemeine Exponential-Verbundgraphentheorem	301

Communications in
Mathematical Physics

Chief Editor

R. Haag, Hamburg

Editorial Board

N. M. Hugenholtz, Groningen

D. Ruelle, Bures-sur-Yvette

L. Schwartz, Paris

A. H. Taub, Berkeley

Advisory Board

H. Araki, Kyoto

V. Glaser, Geneva

H. Joos, Hamburg

G. Källén, Lund

P. Kristensen, Aarhus

T. Regge, Princeton

R. F. Streater, London

Volume 5 · Number 1 · 1967

Springer-Verlag · Berlin · Heidelberg · New York

Commun. math. Phys.

May 3, 1967



In order to avoid delay in publication, this journal is issued at indefinite intervals, according to the material received, and consists of loose numbers, for subsequent assembly in volumes. The price is DM 98,— per Volume.

It is a fundamental condition that no manuscript submitted shall have been or will be published elsewhere either at home or abroad.

Unless special permission has been granted by the publishers, no photographic reproductions, microfilms, microphotos or other reproductions of a similar nature may be made of the journals, of individual contributions contained therein or of extracts therefrom.

Die Zeitschrift erscheint im Interesse rascher Veröffentlichung nach Maßgabe des eingehenden Materials zwanglos in Heften, die zu Bänden vereinigt werden. Der Preis des Bandes beträgt DM 98,—.

Grundsätzlich dürfen nur Arbeiten in deutscher, englischer oder französischer Sprache eingereicht werden, die vorher weder im Inland noch im Ausland veröffentlicht worden sind. Der Autor verpflichtet sich, sie auch nachträglich nicht an anderer Stelle zu publizieren. Mit der Annahme des Manuskriptes und seiner Veröffentlichung durch den Verlag geht auch das Recht der fotomechanischen Wiedergabe oder einer sonstigen Vervielfältigung an den Verlag über. Jedoch wird gewerblichen Unternehmen für den innerbetrieblichen Gebrauch nach Maßgabe des zwischen dem Börsenverein des Deutschen Buchhandels e. V. und dem Bundesverband der Deutschen Industrie abgeschlossenen Rahmenabkommens die Anfertigung einer fotomechanischen Vervielfältigung gestattet. Wenn für diese Zeitschrift kein Pauschalabkommen mit dem Verlag vereinbart worden ist, ist eine Wertmarke im Betrage von DM 0,30 pro Seite zu verwenden. *Der Verlag läßt diese Beträge den Autorenverbänden zufließen.*

Afin d'assurer la publication la plus rapide possible, la revue paraît à intervalles non réguliers, dans la mesure des articles reçus, sous forme de fascicules séparés qui seront reliés en volumes. Le prix de chaque volume est de 98 DM.

Ne doivent être en principe envoyés que les ouvrages qui n'ont jamais été et ne seront jamais publiés ni dans le pays même de l'auteur ni à l'étranger.

En outre, il n'est pas permis sans l'autorisation expresse des éditeurs de faire des reproductions photographiques, des microfilms, des microphotos, etc. . . ., des revues publiées, des communications individuelles ou d'extraits de ces dernières.

“Communications in Mathematical Physics” publishes original articles in theoretical physics and, on occasion, mathematical contributions which are of direct interest to the theoretical physicist.

It is one of the goals of this journal to generate among mathematicians an increased awareness and appreciation of current problems in physics, just as we are hoping to acquaint a growing number of physicists with methods and results of modern mathematics. This should not be interpreted as an encouragement of physicists to confine themselves to rigorous mathematical argumentation. Conjectures, intuitive judgments and plausibility arguments indeed have their place, so long as it is made clear that they are not to be regarded as proofs.

At present “Communications in Mathematical Physics” is devoted primarily, though not exclusively, to the following topics: the quantum theory of fields and fundamental questions regarding the symmetries and dynamics of “elementary particles”, the many-body problem and statistical mechanics, and general relativity.

“Communications in Mathematical Physics” veröffentlicht Originalarbeiten auf dem Gebiet der theoretischen Physik. Auch rein mathematische Arbeiten, von denen angenommen werden kann, daß ihr Inhalt von direktem Interesse für die theoretische Physik ist, können aufgenommen werden.

Es ist eines der Ziele dieser Zeitschrift, das Verständnis und Interesse von Mathematikern für Gegenwartsprobleme der Physik zu fördern, ebenso wie wir wünschen, daß Physiker in wachsendem Maße mit Arbeitsmethoden und Ergebnissen moderner Mathematik vertraut werden. Dies bedeutet nicht, daß mathematische Strenge in physikalischen Arbeiten regieren soll. Intuitive Schlüsse, Vermutungen und Plausibilitätsargumente haben ihren Platz, wenn klargestellt ist, daß sie nicht als Beweise verstanden werden sollen.

Thematisch wollen sich die “Communications in Mathematical Physics” in erster Linie (wenn auch nicht ausschließlich) mit folgenden Problemkreisen befassen: Quantentheorie der Felder und grundsätzliche Fragen der Symmetrie und Dynamik von „Elementarteilchen“; Vielkörperproblem und statistische Mechanik; allgemeine Relativitätstheorie.

Le journal «Communications in Mathematical Physics» publie des articles originaux de physique théorique et occasionnellement des articles mathématiques qui intéressent directement le physicien théoricien.

Un des buts de ce journal est de susciter chez les mathématiciens, une conscience et une connaissance accrues des problèmes actuels de la physique; de même, nous espérons familiariser un nombre croissant de physiciens avec les méthodes et les résultats des mathématiques modernes. Ceci ne doit pas être interprété comme un encouragement pour les physiciens à n'utiliser que des raisonnements mathématiques rigoureux. Les conjectures, les arguments intuitifs ou heuristiques sont admis pour autant qu'il soit clair qu'ils ne doivent pas être considérés comme des démonstrations.

Pour le moment «Communications in Mathematical Physics» est consacré principalement mais non exclusivement aux sujets suivants: la théorie quantique des champs et les problèmes fondamentaux liés aux symétries et à la dynamique des particules élémentaires, le problème des N corps et la mécanique statistique, la relativité générale.

Richtlinien für die Mitarbeiter

Die Autoren werden freundlichst gebeten, folgende Punkte zu beachten:

1. Manuskripte müssen in doppelter Ausführung, möglichst zeitig geschrieben, eingereicht werden. Sie können in deutscher, französischer oder englischer Sprache abgefaßt sein. In jedem Fall soll aber eine englische Übersetzung der Zusammenfassung (Abstract) beigelegt werden.

2. Sorgfalt in der Vermeidung von sprachlichen Mängeln und Unklarheiten aller Art ist ein Gebot elementarer Höflichkeit. Ein Autor, der in einer Sprache schreibt, in der er selbst kein sicheres Gefühl besitzt, sollte das Manuskript *vor der Einsendung* von einem Kollegen durchsehen lassen. Nur in Ausnahmefällen können sich die Herausgeber damit befassen, orthographische und grammatikalische Fehler oder stilistische Mängel zu korrigieren. In den Korrektur-Abzügen sollen nur Druckfehler verbessert, jedoch keine inhaltlichen oder stilistischen Änderungen vorgenommen werden. Nachträgliche (vom Manuskript abweichende) Korrekturen müssen den Autoren in Rechnung gestellt werden.

3. Die verwendeten Symbole müssen so klar bezeichnet sein, daß auch beim Laien kein Zweifel über Stellung und Deutung auftreten kann. Die Zugehörigkeit zum griechischen oder gotischen Alphabet wird, wo nötig, durch einfaches farbiges Unterstreichen ausgedrückt, und zwar rot für Griechisch, grün für Gotisch. Fettdruck wird durch Unterstreichen mit einer Bleistiftwellenlinie angezeigt (bei griechischen oder gotischen Buchstaben zusätzlich zur farbigen Markierung), Schreibschrift (Script) durch doppeltes Unterstreichen in blau. Die Unterscheidung zwischen großen und kleinen Buchstaben wird, wo nötig, durch ein in Bleistift beigelegtes *cap.* (für capital) und *l.c.* (für lower case) angedeutet.

Sämtliche Buchstaben in *Formeln*, Einzelbuchstaben im Text sowie unterstrichene Textstellen werden automatisch kursiv gesetzt. Daher müssen z. B. in Formeln auftretende Abkürzungen, die in Antiqua gesetzt werden sollen, besonders gekennzeichnet werden. Man vermeide in Formeln und bei mathematischen Symbolen das Unterstreichen mit Tinte oder Schreibmaschine; dies würde zwangsläufig als zum mathematischen Sinn gehörig interpretiert und daher mitgesetzt werden. Die Unterscheidung zwischen den Zahlen 0, 1 und den Buchstaben o, l sollte, wo Mißverständnisse drohen, sichtbar gemacht werden.

4. Literaturzitate sollen nicht als Fußnoten, sondern als geschlossenes nummeriertes Verzeichnis am Ende der Arbeit erscheinen. Sie enthalten Initialen und Namen aller Autoren, den nach internationalen Regeln gekürzten Zeitschriftentitel, Band-, Seiten- und Jahreszahl. Bücher werden mit Autor, vollem Titel, Auflage, Ort, Verlag und Jahr zitiert. Hinweise auf Literaturzitate werden im Text durch die eckig eingeklammerten, auf der Zeile stehenden Ziffern bezeichnet (z. B. [5]).

5. Schemata und Figuren werden getrennt vom Text auf besonderen Blättern erbeten. Es genügt eine unmißverständlich klare Skizze; sie wird vom Verlag umgezeichnet.

6. Von jeder Arbeit erhalten die Autoren insgesamt 75 Sonderdrucke kostenlos. Weitere Separata können von den Autoren zum Selbstkostenpreis bezogen werden.

7. Manuskripte können eingereicht werden an

Prof. R. Haag, Institut für theoretische Physik der Universität, 2 Hamburg-Bahrenfeld, Luruper Chaussee 149

Prof. N. M. Hugenholtz, Inst. f. theoret. Phys., 34 Westersingel, Univ. of Groningen, Holland

Prof. D. Ruelle, Inst. des Hautes Etudes Scientifiques, Bures-sur-Yvette (S. et O.), Frankreich

Prof. L. Schwartz, Département de Mathématiques, 11 rue de Pierre Curie, Paris V, Frankreich

Prof. A. H. Taub, Computer Center, Univ. of California, Berkeley 4, California, USA

8. Alle die Zeitschrift betreffenden *geschäftlichen Mitteilungen* werden erbeten an den Springer-Verlag, 69 Heidelberg 1, Postfach 1780, Tel. 49101, Fernschr. 04-61723

Directions for Authors

Authors are kindly requested to note the following points:

1. Manuscripts should be submitted in duplicate, with double spacing. They may be written in English, French or German, but in every case a summary (abstract) in English should be enclosed.

2. Care in avoiding ambiguities and linguistic errors is a demand of simple courtesy. An author writing in a language in which he does not feel sure of himself should ask a colleague to look over his manuscript *before sending it in*. In exceptional cases only the editors will be able to concern themselves with the correction of grammatical and orthographical errors and stylistic deficiencies. Only typographical errors should be corrected in the proofs; changes in content and style are to be avoided. Expenses accruing from such additional corrections will be charged to the authors.

3. The symbols employed must be so clearly indicated that a layman would have no doubts as to their placing or interpretation. Use of a Greek, Gothic or script letter should be indicated, where necessary, by underlining once in red for Greek, once in green for Gothic, twice in blue for script. Boldface letters should be underscored with a wavy line in pencil. The distinction between capital and small (lower case) letters is denoted, where necessary, by an accompanying *cap.* or *l.c.*, respectively. All letters in *formulas*, single letters in the text, and underlined parts of the text are automatically set in Italics. If, for example, an abbreviation, appearing in a formula is to be set in antiqua (the type normally used in the text), this must be specified explicitly. Underlining of mathematical symbols and parts of formulas with a pen or typewriter (except, of course, where it is an intrinsic part of the notation) is to be avoided, for such markings are automatically set along with the underlined expression. The distinction between the numerals 0, 1 and the letters o, l should be made apparent in all cases where confusion is possible.

4. References to the literature should appear not as footnotes but as a numbered and complete bibliography at the end of the article. Journal articles should be cited by initials and name(s) of the author(s), the internationally recognized abbreviation for the name of the journal, the volume and page numbers and the year of publication. Citations of books should include the author, full title, edition, place of publication, publisher and year of publication. In the text a reference to the bibliography should be indicated by the corresponding number enclosed in square brackets and placed on the same level as the rest of line (e.g. [5]).

5. Diagrams and illustrations should be submitted on separate sheets apart from the text. A clear unambiguous sketch is satisfactory, since it will be redrawn by the publisher.

6. Authors receive a total of 75 reprints of their article free of charge, and may obtain further copies at cost.

7. Manuscripts may be sent to

Prof. R. Haag, Institut für theoretische Physik der Universität, 2 Hamburg-Bahrenfeld, Luruper Chaussee 149

Prof. N. M. Hugenholtz, Inst. f. theoret. Phys., Univ. of Groningen, 34 Westersingel, The Netherlands

Prof. D. Ruelle, Inst. des Hautes Etudes Scientifiques, Bures-sur-Yvette (S. et O.), France

Prof. L. Schwartz, Département de Mathématiques, 11 rue Pierre Curie, Paris V, France

Prof. A. H. Taub, Computer Center, Univ. of California, Berkeley 4, California, U.S.A.

8. All *business communications* should be directed to

Springer-Verlag, 69 Heidelberg 1, Germany, Postfach 1780, Tel. 49101, Fernschreiber 04-61 723

Directives destinées aux auteurs

Les auteurs sont priés de prêter attention aux détails suivants

1. Les manuscrits doivent être soumis en double exemplaire avec un interligne aussi grand que possible. Ils peuvent être écrits en Anglais, Français ou Allemand mais doivent être, dans tous les cas, accompagnés d'un résumé (abstract) en Anglais.

2. La simple courtoisie exige d'éviter les ambiguïtés et les erreurs linguistiques. Un auteur qui écrit dans une langue qui lui est peu familière devrait demander à un collègue de relire son manuscrit *avant de le soumettre pour publication*. Les éditeurs ne pourront qu'exceptionnellement se charger de corriger les fautes de grammaire et d'orthographe et les insuffisances de style. Les auteurs sont priés de ne corriger dans les placards que des fautes d'impression et de n'apporter plus aucune modification de forme ou de fond. Des corrections supplémentaires (c'est-à-dire divergent du manuscrit) seront portées au débit des auteurs.

3. Les symboles doivent être employés de manière suffisamment claire pour qu'un profane n'ait aucun doute quant à leur position et leur interprétation. Lorsqu'il est nécessaire de signaler l'usage d'une lettre grecque, gothique ou cursive, il convient de le faire en soulignant une fois en rouge pour une lettre grecque, une fois en vert pour une lettre gothique et deux fois en bleu pour une lettre cursive. Les lettres en caractères gras seront soulignées d'un trait ondulé au crayon. On distinguera les caractères majuscules des minuscules (lorsque c'est nécessaire) en indiquant suivant le cas *cap.* ou *l. c.*

Toutes les lettres des formules, les lettres isolées dans le texte et les parties soulignées du texte sont automatiquement imprimées en italique. Si une abréviation apparaissant dans une formule doit être imprimée en antiqua (le caractère normalement utilisé dans le texte) il faudra donc l'indiquer explicitement. Evitez de tracer un trait à la plume ou à la machine sous des symboles mathématiques ou des parties de formules (sauf évidemment lorsque ce trait est une partie de la notation) car ces expressions seront automatiquement considérées comme soulignées. La distinction entre les chiffres 0, 1 et les lettres o, l doit être explicitée chaque fois qu'une confusion est possible.

4. Les références à la littérature n'apparaîtront pas dans des notes en bas de page mais formeront une bibliographie complète à la fin de l'article. La référence à un article de revue comprendra: les initiales et le nom de l'auteur, l'abréviation internationalement reconnue du nom du journal, le numéro du volume et de la page, et l'année de publication. Dans le cas d'un livre il faut indiquer l'auteur, le titre complet, l'édition, le lieu de publication, la maison et l'année d'édition. Dans le texte on se référera à la bibliographie en plaçant le chiffre approprié entre crochets carrés au niveau du texte (par ex. [5]). Les notes en bas de page sont indiquées par des astérisques etc.

5. Les diagrammes et illustrations seront soumis sur des feuillets séparés du texte. Un croquis clair et non ambigu est suffisant, puisqu'il sera redessiné par l'éditeur.

6. Les auteurs reçoivent gratuitement 75 tirages à part de leur article et peuvent en obtenir davantage à leurs frais.

7. Les manuscrits peuvent être envoyés à

Prof. R. Haag, Institut für theoretische Physik der Universität, 2 Hamburg-Bahrenfeld, Luruper Chaussee 149

Prof. N. M. Hugenholtz, Inst. f. theoret. Phys., 34 Westersingel, University of Groningen, Pays-Bas.

Prof. D. Ruelle, Inst. des Hautes Etudes Scientifique, Bures-sur-Yvette (S. et O.) France

Prof. L. Schwartz, Département de Mathématiques, 11 rue Pierre Curie, Paris V, France

Prof. A. H. Taub, Computer Center, Univ. of California, Berkeley 4, California USA

8. Toutes les communications d'affaires doivent être dirigées au

Springer-Verlag, 69 Heidelberg 1, Allemagne, Postfach 1780, Tel. 49101, Fernschreiber 04-61 723