

55635

1372)

**Central
Research
Institute
for
Physics
of the
Hungarian
Academy
of
Sciences**



YEARBOOK

'71

55635

YEARBOOK 1971



MTA • KÖZPONTI FIZIKAI KUTATÓ INTÉZET

CENTRAL RESEARCH INSTITUTE FOR PHYSICS
HUNGARIAN ACADEMY OF SCIENCES

EDITOR

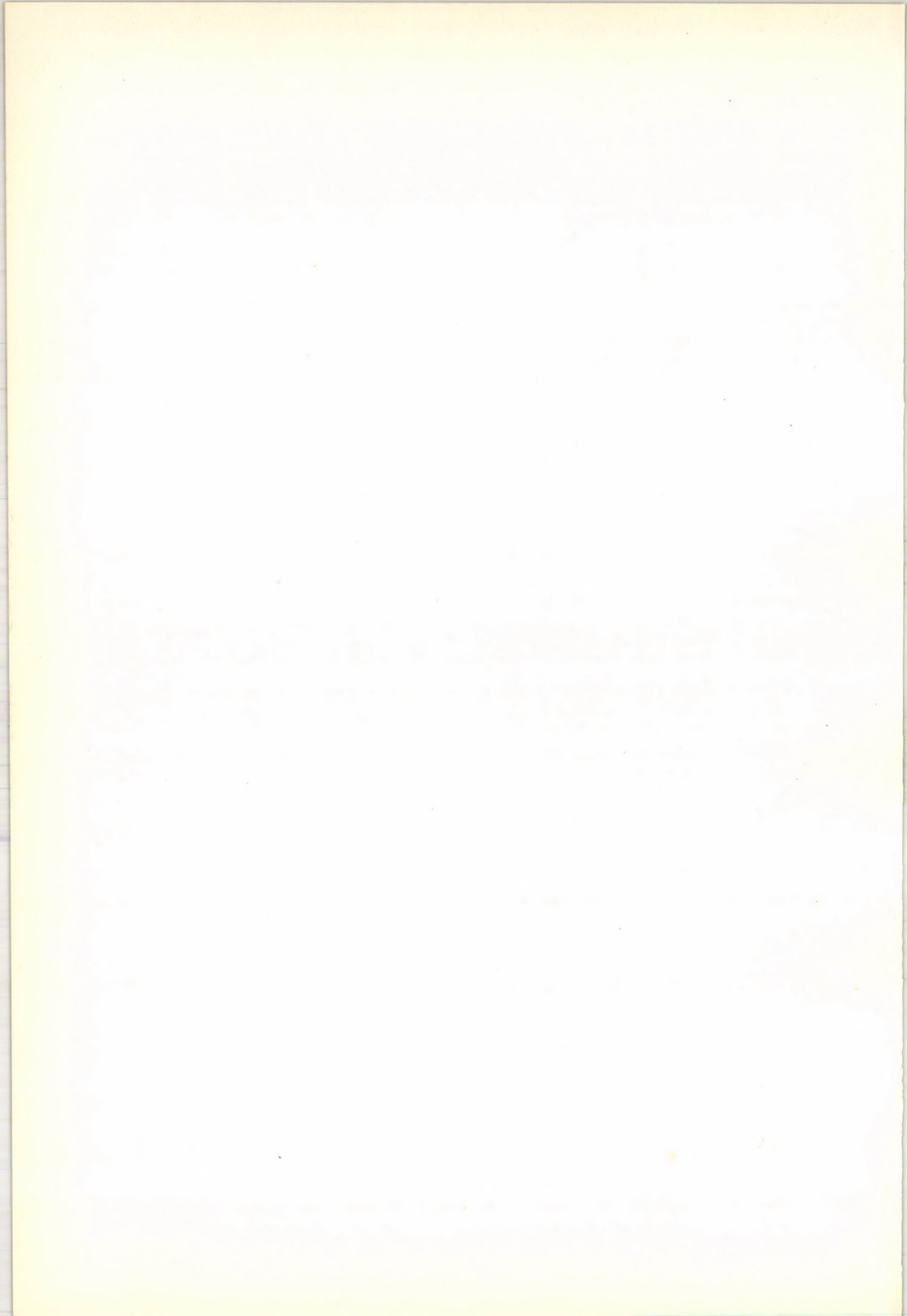
L. Keszthelyi

EDITORIAL BOARD

*A. Csákány, S. Farkas,
A. Kiss, I.S. Kiss (secretary),
R. Schiller, Z. Szathmáry, G. Zimmer*

CONTENTS

PREFACE	5
SHORT HISTORY OF THE CENTRAL RESEARCH INSTITUTE FOR PHYSICS (CRIP)	7
RESEARCH AND DEVELOPMENT MANAGEMENT OF THE INSTITUTE	35
RESEARCH GROUP FOR THEORETICAL PHYSICS	38
HIGH ENERGY PHYSICS DEPARTMENT	40
NUCLEAR PHYSICS DEPARTMENT	51
PHYSICAL OPTICS DEPARTMENT	70
SOLID STATE PHYSICS DEPARTMENT	83
CHEMISTRY DEPARTMENT	99
REACTOR DEPARTMENT	119
ELECTRONICS DEPARTMENT	135
COMPUTING TECHNIQUES DEPARTMENT	144
TECHNICAL DEPARTMENT	152
LIBRARY AND PUBLISHING DEPARTMENT	157



PREFACE

This is the first time that a report has appeared on the most prominent scientific activities of the Central Research Institute for Physics during the past year. An Annual Report can, of course, furnish only a highly condensed view of the year's achievements and the present survey has thus been written above all for those who would like to get some general insight into the work of the Institute.

The scientific results discussed here have been or will be published in the special journals and readers wishing for the details are referred to these for fuller information. Nevertheless every effort has been made to give reports which are not only informative to anyone with a special interest in any particular field but can also be appreciated by specialists in other disciplines.

As the 20th anniversary of the Institute's foundation was celebrated in 1970, it was thought that this event would justify the inclusion of a brief historical review of the past 20 years' progress for those who wish to know more about this, but find facts hard to come by.

The Central Research Institute for Physics is one of the largest research centres in the Hungarian People's Republic. It is engaged essentially in four major research programmes:

- a) solid state,*
- b) computer techniques,*
- c) nuclear energy and*
- d) particle and nuclear physics.*

Within this frame almost all types of research, from fundamental to applied and developmental research and even pilot scale production, are represented at the Institute. The resulting complexity is such as to be beneficial to almost all of the investigators and is standing proof that major research programmes can be most successfully executed in centres of complex organization.

Seeing that the short history of the Institute immediately follows this Preface, it is sufficient to make only a few general remarks about the Institute's organization.

The Central Research Institute for Physics is one of the institutes of the Hungarian Academy of Sciences. The structure of its research work is devised partly by the Academy, partly by other authorities, although ample opportunity is allowed for research activities initiated by the Institute on its own account in fields thought to be promising. Financially, the Institute is supported mainly by substantial state grants, although in recent years contractual activities have come to dominate several important fields, such as computer techniques. This means that alongside academic research in the classical sense, work is carried out on a business enterprise level as well, and it has been our experience at the Institute that this duality is highly beneficial to both lines. Indeed, it is in strong measure this hybridization of research work to which the rejuvenation of the Institute can be attributed. It may also explain why it is that one fails to find any evidence here to support Parkinson's acute law which predicts the decline of any establishment once it has passed its first 20 years of existence. Close association with practice is a permanent source of new problems to both theoretical and practical research, and it is the stimulus of these demands, along with the deliberately nurtured complexity, which enables the Institute to undertake its work with ever renewed zeal.

There can be little doubt that the researchers of the Institute are helping to maintain the traditionally high international repute of Hungarian science. They are invited as speakers to international meetings, act on the editorial boards of distinguished scientific publications, and many are members of learned societies and the executive councils of international scientific organizations. Their publications are referred to and colleagues from other countries are pleased to attend the scientific meetings organized here. The work of our scientists is appreciated in our own country, too, because it is realized that their results contribute to the social progress of our people.

May I, then, express the hope that the reader will find this booklet worthy of attention, and that its perusal will stimulate further interest in the Central Research Institute for Physics.

L. Pál

SHORT HISTORY OF THE CENTRAL RESEARCH INSTITUTE FOR PHYSICS (CRIP)

L. Pál

Director of the CRIP

INTRODUCTION

The truth of the oft-expressed statement, that physics has played, and is continuing to play, a special role in the scientific-technological revolution which society is undergoing, becomes perfectly obvious if we survey the events of the last half-century. It is enough to refer to the consequences of the liberation in macroscopic dimensions of the energy bound in atomic nuclei, or to the all-pervading effects of modern automation and computer techniques that have grown out of the results of research in the field of solid state physics. But while it may be stated without reservation that among the most important factors in this revolution are the new knowledge and laws discovered by physics, these can be utilized and become direct production forces only where activities are organized in the pursuit of definite objectives.

Physics has still another important influence, due to its penetration into the fields of many other sciences. Physical chemistry long ago gained acceptance as an independent science; in geology the theoretical and practical results of physical research are widely utilized by geophysics; modern biology cannot be imagined any more without biophysics; while astronomy and physics have profound links in the past.

Arguments supporting the importance of physics could be cited at length, but even without these the necessity and correctness of the decision, made in 1950, to found the Central Research Institute for Physics can be well understood.

The leaders of this country early recognized the importance of developing natural sciences. One programmatic declaration accepted in 1948 at the party congress reads: "Scientific research must

be harnessed to the development of the country's production forces, with the aim, through far-reaching material support of the state, of opening up its natural resources. Scientific work must be organized to ensure the success of this research."

In September 1948 the Hungarian Scientific Council started its shortlived existence with the development of plans for a large-scale, modernly equipped experimental physical research institute. At the foundation session of the Council it was said: "A whole series of new scientific research institutes must be created: a new institute for organic chemistry, one for inorganic chemistry, an iron and steel research institute, a research laboratory for fine mechanics and optics, an institute for applied mathematics, and a thoroughly modern physical institute."

At a committee session in May 1949 the Council dealt with the situation in physical research. Some standpoints voiced at this meeting are worth quoting: "The backwardness of physical research in Hungary is catastrophic. This backwardness cannot be relieved unless steps are taken to create at least one really contemporarily equipped physical institute, to increase the number of our research workers, and to solve the problem of training their replacements."

To alleviate the immediate shortage of experts, it was suggested that the responsible state organs should call home distinguished Hungarian experimental physicists living abroad. This was the basis on which *Prof. Lajos Jánossy*, who was at that time professor for physics at Dublin University and had a wide international reputation in the field of cosmic rays research, was invited back. The names of other outstanding Hungarian physicists living abroad were also mooted, but nothing materialized from these hopes.

The committee emphasized that: "The only one of our industrial physical institutes capable of relatively modern research is the research laboratory of *Egyesült Izzó* (TUNGSRAM Ltd.), where problems of lighting and telecommunications techniques are being dealt with. The Budapest University institutes are not suitable for modern education, let alone for research. Of the provincial institutes, the Physical Institutes at Szeged and Debrecen provide an adequate university training, moreover the latter also carries out nuclear physical investigations by means of elementary resources. A consequence of the deplorable state of the Budapest University institutes is that the need to train more experts cannot be met at all under the given circumstances."

After surveying the situation, the committee recommended the creation of a central institute for physics in Budapest by the Hungarian Scientific Council.

It is interesting to note that a decision had already been reached to site the Institute at Csillebérc, and the appropriation of about 50 acres had been suggested for this purpose. The creation of four departments was envisaged: one for radioactivity, one for nuclear physics, one for short waves and one for spectroscopy.

Even before its foundation, it was planned that the Central Research Institute for Physics should simultaneously carry out both fundamental and applied research and should also be prepared to tackle important industrial problems. It is worthwhile to quote again from among the old decisions an important recommendation of the first five-year plan: "The new Central Institute for Experimental Physics, the Institute for Organic and Inorganic Chemistry, the Institute for Agricultural Mechanization, etc. must be built and developed within five years. The Hungarian Academy of Sciences must be granted wide-ranging support for its development as the centre of a planned scientific and technological research effort whose primary aim must be the development of the country's production forces."

The Hungarian Scientific Council gave place to the reorganized Hungarian Academy of Sciences at the end of 1949. The de facto foundation of the Central Research Institute for Physics was laid down in the declaration of the president of the Hungarian Academy of Sciences of 7th July, 1950, which charged *Professor István Kovács* of the Technical University, Budapest to undertake the directorial duties.

THE PIONEERING YEARS

The history of the first five years of the Central Research Institute for Physics shows clearly that the new is not born easily. An immense number of discussions as to the function, organization and structure of the institute went on during the first five years. Anxiety arose even then as to whether it was proper and possible to organize all the research regarded as important by the contemporary leading personages of the institute into a single complex activity. The questions of how long the period of accumulating resources and preparation should be and when new scientific results could be ex-

pected were also much debated. Despite the impatience, and at times incomprehension, shown in these early days, it is clear that this concern sprang from a perfectly justified expectation that expenditure on research should pay a return in the form of either scientific results or directly utilizable products, equipment or processes.

The first objective to be settled on was the creation of a base for research on cosmic rays. It might be questioned why this particular field should have been chosen first. The trivial reply is that it was in this field that we had an expert under whose guidance really modern research could be started. The 20 years' history of the Institute shows unequivocally that the personality of a leading research worker is of key importance. Beautiful plans can be dreamed of, but they can only be realized by people possessing greater than average talent and experience. The more complete answer, containing the essence of the trivial reply as a necessary condition, is, that the military and economic importance of nuclear research was already obvious in the early fifties. The scanty information then available suggested that physicists who had previously carried out research on cosmic rays were able to play a decisive role in nuclear research. This is not to say that the equipment and instruments of cosmic rays research are the same as in the field of nuclear physics, but that the way of thinking and the methodological approach of the one serve as an excellent basis for the other. As the creation of the Central Research Institute for Physics was closely interrelated - according to the original conceptions of the government and the party - with the desire to make a start on nuclear research, there is no doubt, even by up-to-date considerations, about the wisdom of the decision to concentrate first of all on cosmic rays research. It turned out, in fact, that a significant number of the experts later needed when nuclear research was rapidly getting under way were physicists with initial experience in cosmic rays research.

The Institute became involved in many other areas of exploration in this early "pioneering" phase. For a time there existed a department for supersonics and acoustics, a department for theoretical physics was created but shortly afterwards became separated, and so on. Along with the research in the field of cosmic rays, and with an eye to the tradition built up in Hungary by the internationally recognized work of *Rezső Schmid* and *Loránd Gerő*, both of who had died before 1945, the Institute's

director, *Professor I. Kovács*, was in favour of building up molecular spectroscopical research. Investigations began with the help of a concave grid with 30.000 engravings per inch, then unique in the world.

A department for nuclear physics was created in 1952, under the direction of *Professor Károly Simonyi*. The first aim was to build accelerators for the production of particle beams suitable for initiating nuclear reactions. The initial plans included the construction of a 1,5 MeV Van de Graaff generator, a 4 MeV betatron, particle detectors, and an apparatus for manufacturing heavy water. The importance of research in nuclear physics was underlined during a session of the Party Central Committee in January 1953. Among the resolutions made at the session one finds the following: "In view of its high claims and costs, the development of nuclear physics is to be realized primarily at the Central Research Institute for Physics. The Institute should dispense with departments not in direct connection with this field and develop further those corresponding to this given profile."

This decision had its justifications, as has been pointed out, although it reflects a certain one-sidedness. Its general significance was in delineating a main task for a big institute still seeking its proper path, while the detailed program was, of course, largely left to the care of the advisory experts.

Yet the full truth is that the contemporary evaluation of the international political situation also played a part in prompting this decision. The outbreak of atomic war still seemed a very real possibility, and so the wish to speed the development of nuclear physical research at home, and in this way to increase the number of experts versed in the measurement of nuclear radiation and in the evaluation of its effects, is understandable.

To realize these wishes, a department for radiology was finally set up at the end of 1952, the main lines of its research programme being the development of instruments for radiation measurements and the setting up of research on radiation detection.

The emphasis of the early fifties on the importance of nuclear physical research has its justification, as mentioned before, yet it may rightly be felt that the idea of stimulating more vigorous research in solid state physics was not given due consideration. It

was already known that certain semiconducting materials (germanium and silicon) could be used in place of electronic tubes in amplifiers, rectifiers, and the like. High permeability soft magnetic materials, ferrites highly suitable for use in the high frequency range, etc. had already made their appearance, and it was also clear that more developments were to be expected. In short, it was possible to see that research into solid materials was going to cause revolutionary changes in the fields of electronics and telecommunications techniques, yet contemporary politicians unfortunately failed to recognize the implications of these developments. But though the neglect of solid state research may have been due partly to their underestimation of the potential of electronics and cybernetics, and even the rejection of the latter on ideological grounds, the main reason undoubtedly lies in certain erroneous conceptions of the contemporary policy of industrial development. Research and development work did, however, begin in one field of telecommunications, microwave techniques - again, like nuclear physics, mainly on the grounds of defence considerations.

This work was carried out in the Department for Electromagnetic Waves and, as a separate special institute for radar research was already in existence, was involved more with theoretical research, and above all questions of the interaction of electrons with electromagnetic radiation. One of the Department's main achievements, however, was to develop the first cyclotron in the country, a small microwave accelerator, the so-called microtron, which was able to supply electrons of several million eV energy.

Even if the case for solid state physics was not fully appreciated at higher official levels, the leaders of the Institute were aware its importance and planned to introduce such research under various disguises, such as in the framework of a department for metallurgical physics.

The first step in this direction was made at the end of 1953, when the Hungarian Academy of Sciences decided, on suggestion of the Institute's director, to create a Department for Magnetics. This department started its activities on January 1st, 1954, with the modest aim of securing a scientific background for the manufacture of magnetic materials required by the fast-developing telecommunications industry. Attention was first directed at the better understanding and improvement of the high-frequency properties of magnetic materials.

Up to now, these early years of the Institute's growth have been seen mainly in the light of the external influences that shaped it. But there were also a number of formative influences generated from within, that had a highly significant role in the cultivation of the scientific approach within the Institute. *Professor Jánossy* deliberately initiated a program of studies concerning the nature of light, as they were known, which outwardly seemed of importance only for the most recondite of fundamental research: "outwardly", because without these experiments - as will be seen later - the Institute could hardly boast today of many of the results obtained in laser research and metrology.

This is not the place to describe these experiments and their quantum-theoretical basis - or the conclusions drawn from them; let it suffice to say that the measurements made by *Jánossy*, *Náray*, *Varga* and *Ádám* are still quoted as basic experiments, under the name "studies concerning the nature of light", by numerous textbooks on quantum mechanics. At the beginning many doubted the value of these activities, but today there can be no argument about their having a permanent place among the recognized scientific results of the Institute.

THE YEARS OF CHANGE

The internal structure of the Institute was more or less settled by the beginning of 1955. Nevertheless a demand grew to take steps towards erecting a nuclear reactor for the sake of ensuring the development of our technological and scientific progress. The short publications available at the time had given our physicists some idea of how nuclear reactors operated and for what purposes they could be utilized, but detailed information was kept highly secret both in the Soviet Union and the United States. The year 1954 brought about a great turn in this respect. The relaxation in the international political tension, due in a not negligible measure to the breaking of the USA's nuclear monopoly by the Soviet Union, led to an agreement between the atomic powers to organize, under the sponsorship of UNO, an international conference devoted to nuclear energy, and to publish a significant part of the results obtained in the field of nuclear research.

Simultaneously the Soviet Union made an offer to supply the socialist countries with nuclear reactor and particle accelera-

tors to help development of their nuclear research, and invited governmental delegations from the individual countries to carry out the necessary negotiations. Hungary duly sent its delegation to the Soviet Union, where the installations of institutes performing nuclear research were shown for the first time to non-Soviet citizens. The visit ended with the signing of a contract guaranteeing the possibility of building an undisguised research reactor in our country. For the Institute this marked the opening up of new developments, as the government decided that it was to be the site for the reactor.

The siting of the reactor in the Institute brought about radical changes in its structure and in its scientific targets and was essentially responsible for the present very favorable situation in which the Institute carries out not only physical research, but also mathematical, chemical and technical research activities, both to underpin this physical research, as well as in their own right.

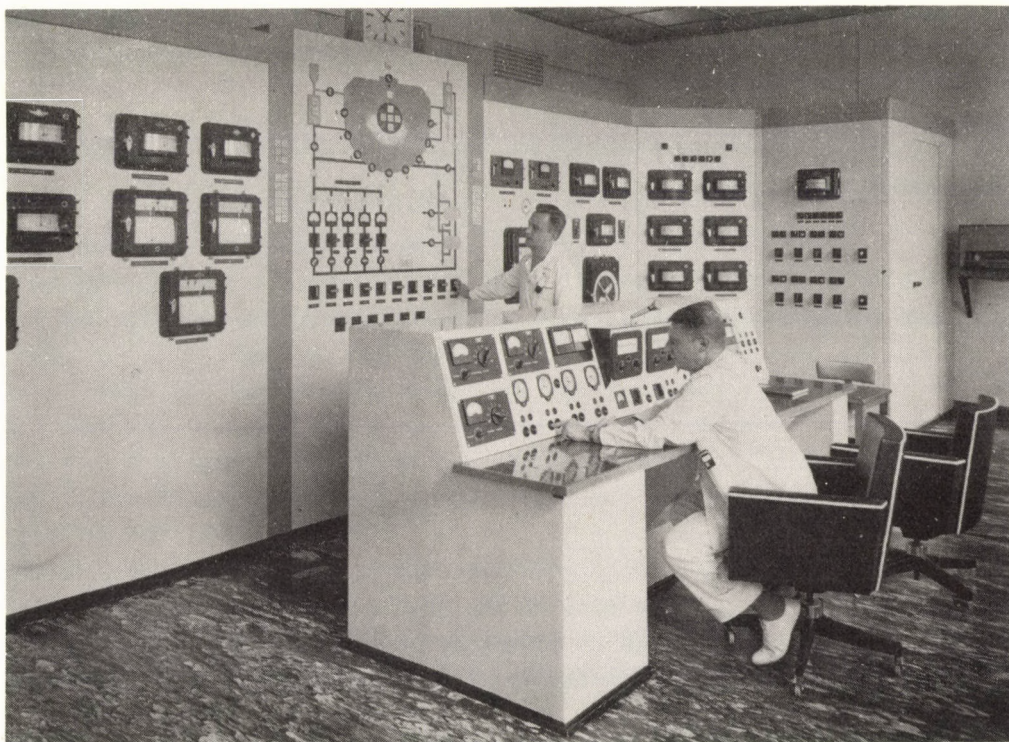


Fig. 1

Control room of the research reactor

It would be wrong to consider the consequences of the installation of the research reactor within the Institute alone. The reactor has stimulated technological and scientific progress in numerous fields throughout Hungary. Isotopes produced in the reactor have proved to be important in industry and agriculture, as well as medicine, not to speak of the fields where their application has brought about a real revolution in methodology.

As an intense neutron source the reactor has proved to be indispensable in nuclear physics, solid state physics, chemistry and also, in certain instances, in biology. Through studies of the reactor processes, a team of research workers has been formed which is capable of tackling urgent problems connected with the peaceful uses of nuclear energy. Indeed, one of the reasons for constructing the reactor was the conviction that sooner or later nuclear energy would have to play an important role in meeting the demands for energy in Hungary.

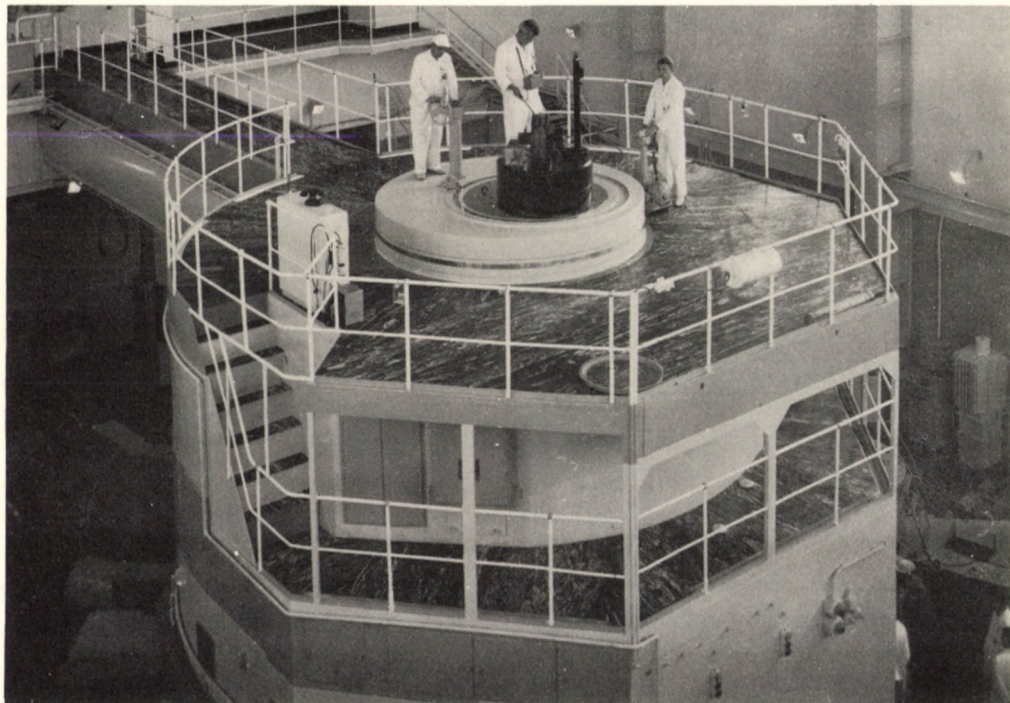


Fig. 2

The research reactor

Notions about what scientific uses the research reactor should be put to were formed within a relatively short time. Important help

was given in this connection by Soviet experts. Essentially the new research directions that emerged were neutron physics, reactor physics and nuclear chemistry.

The neutron physics research encompassed nuclear physics and investigations on the structure of materials made possible by the availability of neutrons. Some of the experimental staff in this field was recruited from Department for Cosmic Rays, others from the Department for Magnetics. Study of nuclear fission and the radiation capture of neutrons appeared as the new themes in the field of nuclear physics.

The construction of a neutron diffractometer was begun, with the aim of utilizing it in studies of the magnetic structures of solid materials. The development of a time-of-flight neutron spectrometer was also started; this equipment was utilized initially for the measurement of total cross-sections of hydrogenous materials important

for reactor technology. Later, some of the neutron physical research was transferred to the Department for Nuclear Physics, the rest to the Department for Solid State Physics.

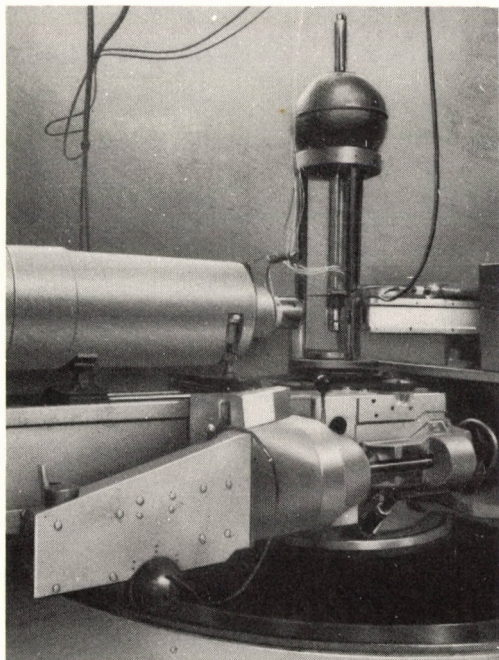


Fig. 3

Neutron diffractometer

Already by the time of the Second International Atomic Energy Conference the Institutes's workers were able to present important new results, while a number of the parameters measured are often cited in textbooks on reactor physics. The possibility of studying multiplier systems was provided by the construction from the reserve fuel elements of the research reactor first of a neutron multiplier system and, a little later, of a critical system. Today extensive studies are carried out on a whole series of the critical system and the results obtained are widely known and appreciated.

The Institute was among the first - before the initiative was taken up on an international scale - to investigate fluctuations in the

neutron density of reactors, and it was here that the overall theory of neutron density fluctuations was worked out. The theoretical activities led on to considerable experimental activity when it turned out that investigations of reactor noise can supply valuable information about the parameters determining a reactor's dynamic properties. The research was later completed by thermotechnical research, and today a very high level team is working in the field, considering the modest resources available.

The preparations for the production of isotopes made the cultivation of hot atom chemistry necessary, while the reactor opened up possibilities in radiation chemistry. In parallel, the Institute studied numerous practical problems of uranium-ore exploration, separation and analysis of uranium compounds, and the physical chemistry of uranium oxides. Our nuclear chemists offered important services by training experts for the uranium industry. In due course isotope production was taken over by the Institute for Isotopes. A new trend in chemical research at the Institute was the development of neutron activation analysis, which is so eminently suitable for the detection of trace contamination.

The present research structure in the Institute was, therefore, effectively formed between 1955-1960. This research structure comprises seven different, but closely interrelated, fields: research in high energy and nuclear physics, solid state physics, optics, chemistry, reactor sciences, and electronics. To these should be added an eighth, computer technology, as the Institute recognized the importance of this at an early stage and was the first in the country to operate an electronic computer.

During these years there was a vigorous development of the newly started research lines. The degree of material aid for nuclear physical research increased considerably and the volume of research in the field of electronics grew at a much higher rate than previously, as the new research programmes required the construction of many electronic measuring and data processing devices.

The first nuclear electronic devices had had to be obtained from the Soviet Union, but after the existing possibilities of the country had been assessed up, a research and development programme was embarked upon with the aim of creating a home production base for such instrumentation.

The difficulties which hampered the success of this initi-

ative at the time were closely connected with an underestimation of the importance of interests and actual needs. Nonetheless, the undertaking provided an excellent lesson in instilling that spirit of research without which no research with practical economic aims can be completed successfully.

THE YEARS OF ACTION

The ten years' period between 1960-1970 is characterized by the successful extension of scientific research and the growth of the international reputation of the Institute. This period could be called, by a gross simplification, the "years of action". To survey just the growth in the numbers of publications during these ten years, more than twice as many scientific reports were published in 1969 as in 1961, while the number of papers published in foreign periodicals of high international repute grew more than threefold. This is not to tie the success of the Institute's activities exclusively to the number of its scientific publications, but it does testify to a considerable development.

It is impossible to enumerate even the more important scientific results attained in 20 years. Here, only an insight can be given into the manifold activities of the Institute through recalling some more or less typical achievements.

The experiments concerning the nature of light have already been mentioned as having had a fundamental theoretical importance, but they were also of practical utility in that they prepared the ground for laser research. This Institute was the first in Hungary to construct laser light-sources and up to the present day it is still here that the most concentrated work is carried out in this field. After constructing of a He-Ne gas laser, work was continued on a pulse-operated ruby laser, a cadmium-ion laser and a dye laser. At the beginning the aim was to study the interactions between high intensity electromagnetic radiation and matter. With the help of refined experimental techniques one team was among the first to demonstrate and investigate multiphoton photoeffects. The published results created a great stir, and it was gratifying to read an issue of *Uspekhi Fisicheskikh Nauk* of 1969 in which this work received high praise. The success of the research is also shown by the fact that when Nobel prizewinner Basov visited the laboratories some years ago he willingly offered his cooperation with the research workers in this field. Since

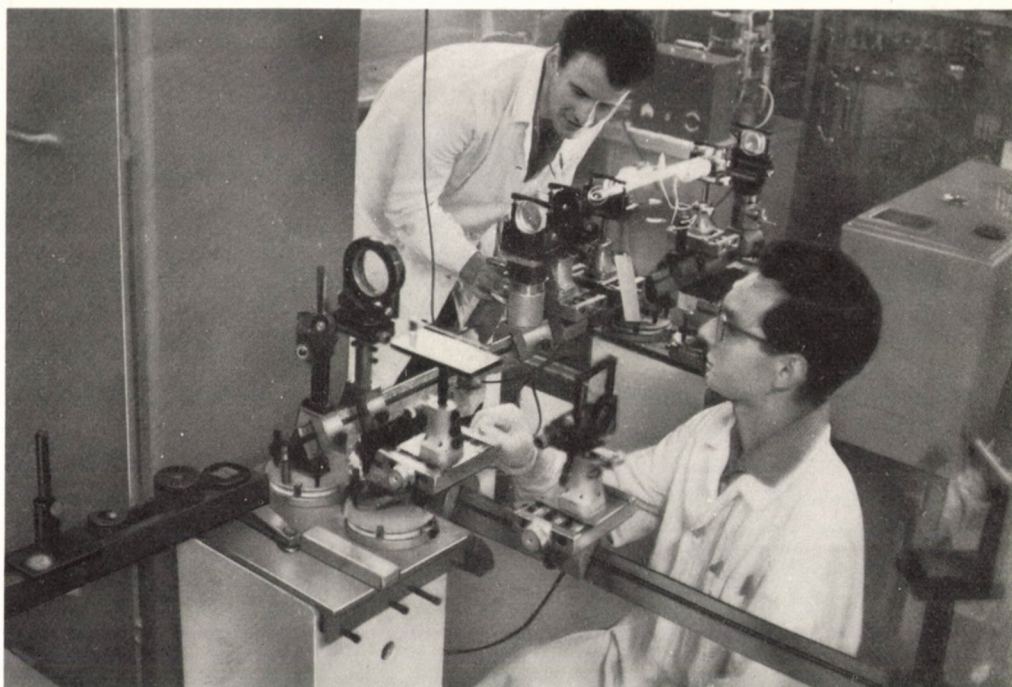


Fig. 4

The laser laboratory

then fruitful relations have been built up between the Institute and the Lebedyev Institute of Moscow.

Significant results have also been obtained in investigations into the statistical properties of laser light. But in the future it is likely that more practically oriented research will come to dominate activities in the laser field. Important future prospects for both microelectronics and information storage may be opened up by the creation of digitally controlled laser beams. For further development of laser research, plans are being made to organize studies on the properties of laser materials and their production.

In the field of nuclear physics mention may be made first of the successes obtained by work in application of the Mössbauer effect.

Within one year of the discovery of this effect a team was able to confirm its existence and within a few years produce noteworthy results in applying the effect both in nuclear physics and

in solid state physics. As is well known, the Mössbauer effect permits the determination of the magnetic field and electric field gradient

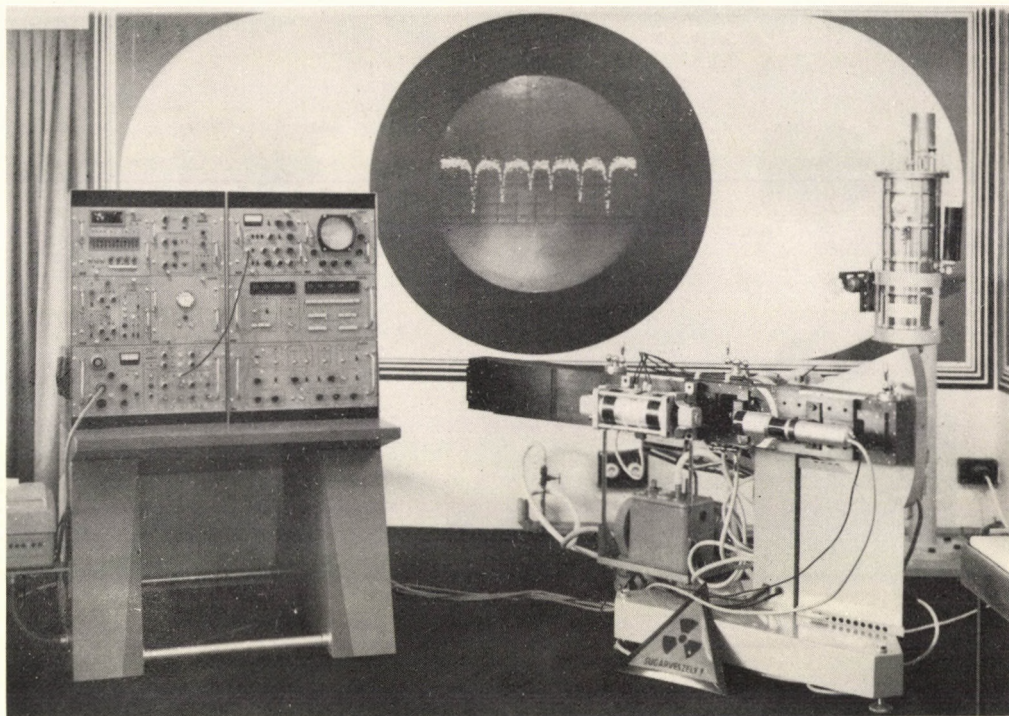


Fig. 5

Mössbauer spectrometer

prevailing at the sites of atomic nuclei. Great attention was aroused by the investigations of the structure of ice, and the importance of the Institute's work in this field is now recognized all over the world. Valuable conclusions were established as to the nature of the atomic ordering processes that occur under the influence of annealing in various alloys.

From among the many other results obtained in the field of nuclear physical research during the past two decades, reference should certainly be made to an older, but recently often quoted, result connected with positron annihilation in transition metals, as this marked the first step towards application of the technique in solid state physics and chemistry.

Measurements at the Institute of the g-factors characteriz-

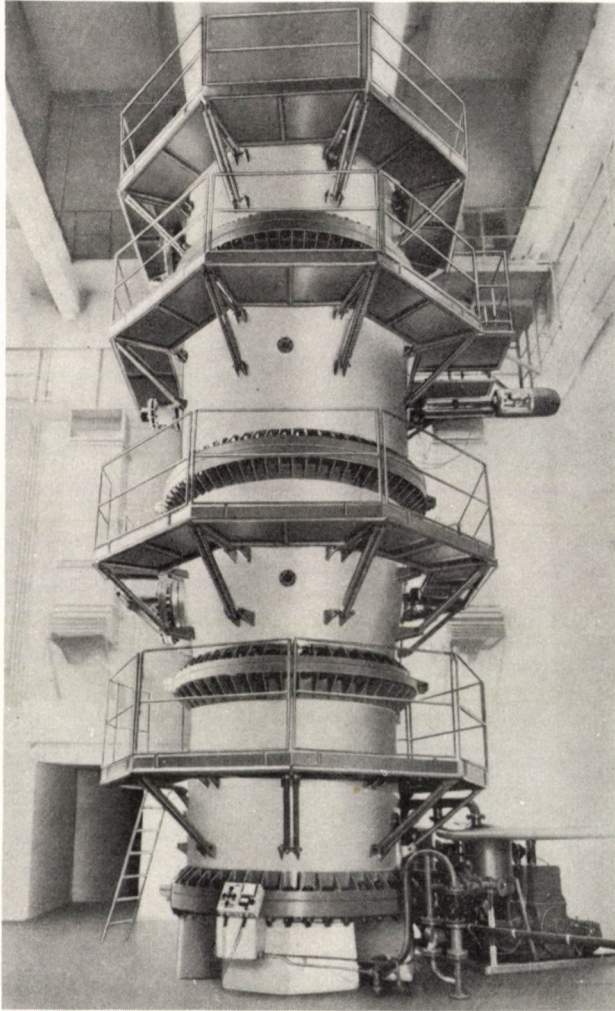


Fig. 6

The 5 MeV Van de Graaff generator

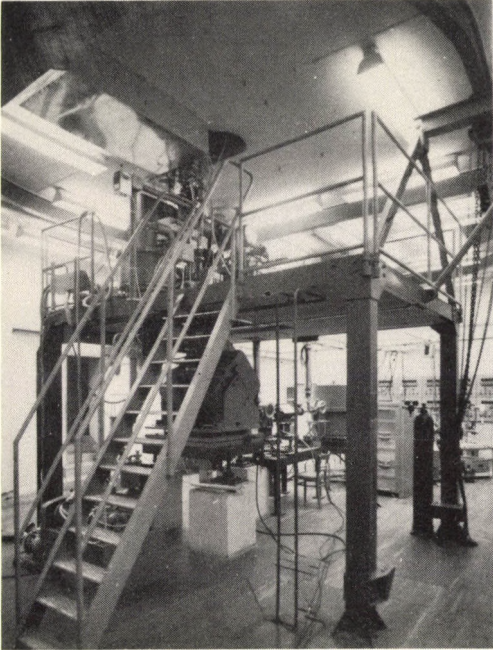


Fig. 7

Target room of the Van de Graaff generator

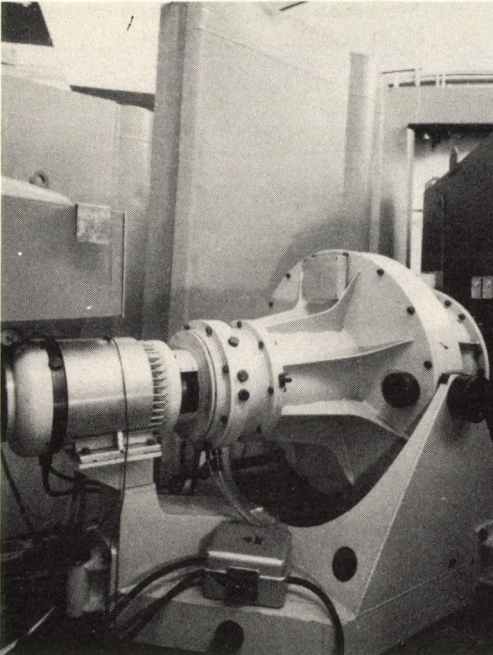


Fig. 8

Statistical neutron chopper for neutron spectroscopical research

ing the magnetic properties of nuclei in the excited state are of basic theoretical importance, and methodologically the on-line correlation method developed for measuring level lifetimes of the order of milliseconds, made possible by the *TPA* small computer developed in our Institute, is also worthy of attention. Many internationally quoted papers have been published on the radiation capture of neutrons and on studies concerning nuclear fission. The results obtained by the team of theoretical nuclear physicists are widely known and respected all over the world.

In high-energy particle physics both the theoretical and experimental achievements are considerable, and the International Conference on Cosmic Radiation organized in 1970 in Budapest has reinforced the wide recognition gained in this field. Many valuable results have been published since the first measurement of the lifetime of μ -mesons and the proof of the existence of S^0 resonance (an investigation carried out in an international cooperation).

In solid state research the main effort has been in exploiting the rich possibilities offered at the Institute of utilizing the methods of both nuclear physics and classical solid state physics. Originally, the centre of investigations was the study of the magnetic properties of matter. Our workers developed excellent experimental tech-

niques for the study of magnetic structures and, with the help of the completed neutron diffractometer, found numerous new magnetic structures and structural transitions, chiefly in manganese-based alloys, which brought wide recognition. With the help of a neutron spectrometer constructed for measuring the energy and momentum variations of neutrons scattered by solids, one of the research teams was the first to demonstrate the existence of more or less localized magnetic vibrations produced under the influence of foreign atoms embedded in magnetic crystals. The perturbing effect of foreign atoms introduced into pure metals is experienced, and in suitable conditions is indicated, by the nuclear magnetic moments.

Studies of these perturbations have been carried on with a new purpose-built nuclear magnetic resonance spectrometer.

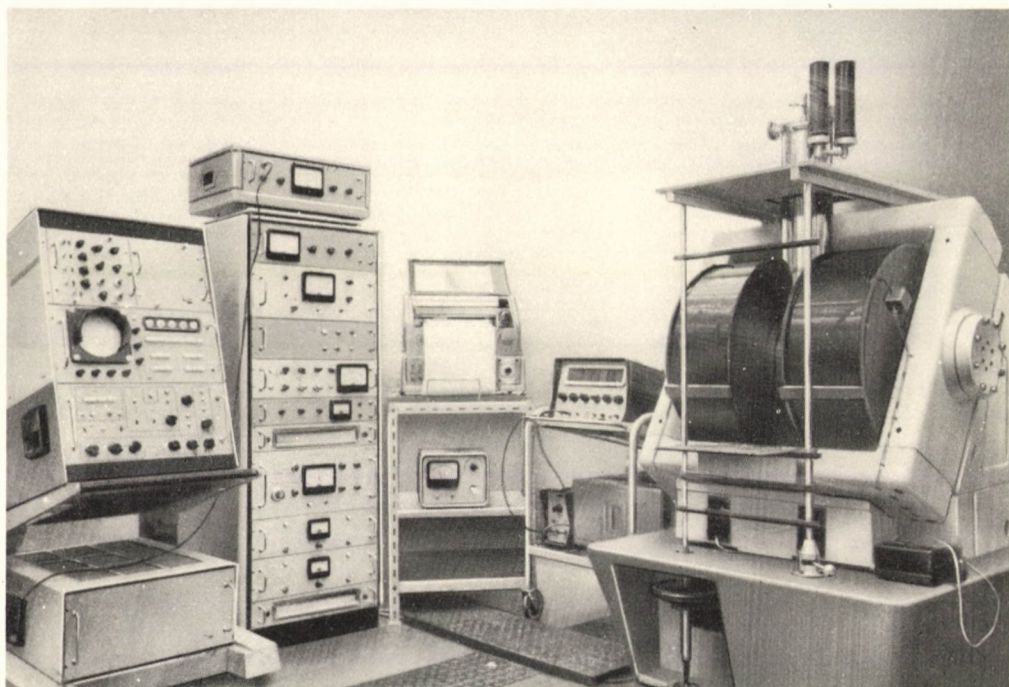


Fig. 9

Nuclear magnetic resonance spectrometer

The Institute was the first in the country to commence investigations of materials at extremely low (about 4°K) temperatures. The equipment and measuring devices which have been developed provide

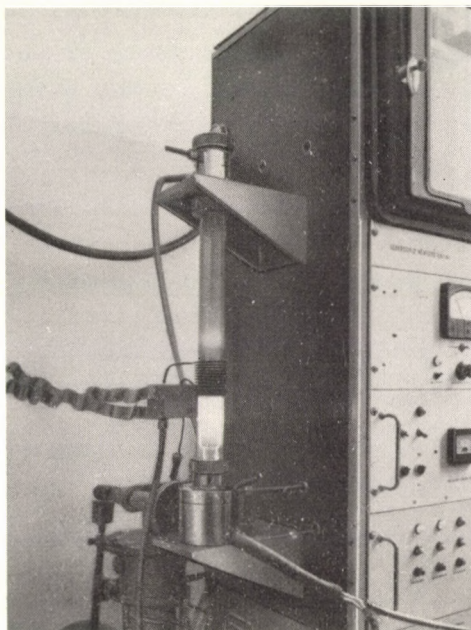


Fig. 10

The equipment used for growing metallic monocrystals

not only unique possibilities for fundamental research but also offer considerable help to industry in the grading of high-purity metals.

On the theoretical side, one should mention the progress made on the theory of second-order phase transitions and the widely acclaimed attempts to explain the effect of introducing foreign atoms into metals.

Chemical research at our Institute looks back on a past of nearly 15 years, in the course of which our chemists have achieved numerous outstanding successes. Results obtained in the field of uranium chemistry and the production of radioactive isotopes have been already mentioned. Elucidation of the anomalies which appear on altering the isotope composition, the so-

called isotope effects, is one more of the fields where our experts are of international repute.

Nuclear physical methods can be utilized in chemical analysis to great advantage. Various trace contaminants in materials can be

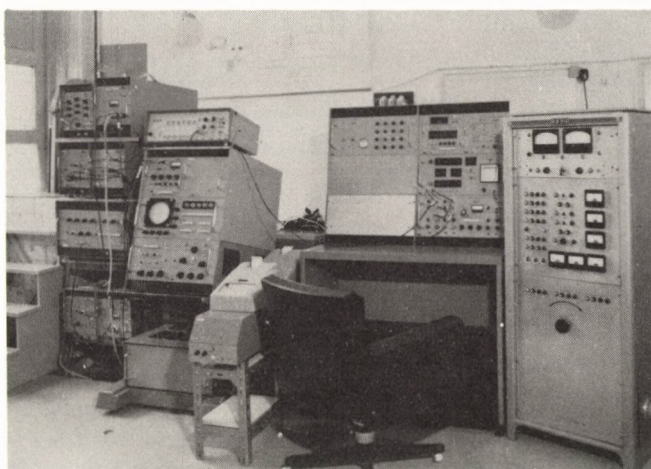


Fig. 11

The counting apparatus for neutron activation analysis

activated by neutron irradiation and in this way their presence can be determined quantitatively with the help of suitable standards. This possibility has been amply utilized in combination with classical chemical methods to develop a high-level technique of trace element analysis.

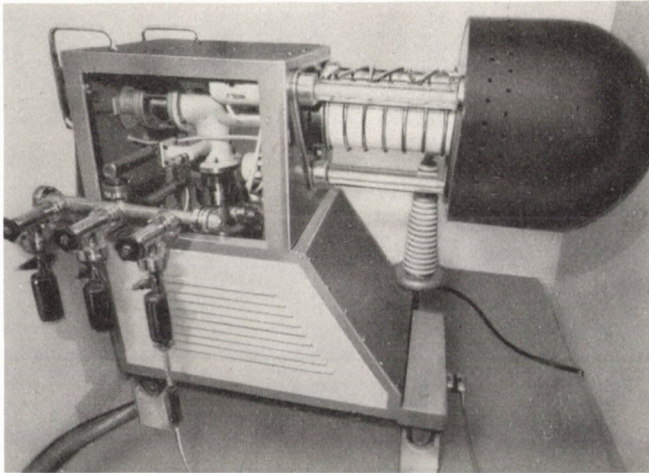


Fig. 12

The neutron generator used in neutron activation analysis

Another important field is the investigation of the chemical effects of nuclear radiation. The study of the resistance or instability of compounds to radiation is a source of numerous interesting observations. Significant results have been achieved in the investigation of the mechanism of energy transfer and in the theoretical and experimental study of the elementary processes of radiation effects.

The work on chemical structures and syntheses can claim several excellent accomplishments to its credit. Of special note are the preparation of xenon fluorides, garnet and ferrite monocrystals, and the insights gained into the complex world of coordination bonds.

Reactor research has been mentioned already, but one must not leave out of account the highly important theoretical work which has made available a nearly complete computer program that allows computation of all the essential parameters of zero-power reactors and which has proved to supply a good basis for the solution of computation tasks connected with power reactors.

On the experimental side, the Institute has won high repute

for the method worked out for determining flux distributions and spectral indices in fuel elements. Recent results in the field of reactivity measurements also deserve attention. A cooperation with the Institute of Physical Energetics of Obninsk has produced significant contributions to the theoretical and experimental development



Fig. 13

Control desk and instrumentation for studies of critical systems (zero reactors)

of an ingenious method for reactivity measurements proposed by Mogilner. Great success has also been attained in the further application of earlier neutron density fluctuation studies to the determination of the average lifetime of neutrons and the effective ratio of delayed neutrons. The results achieved in utilizing pulse-operation neutron generators for the study of reactor dynamics are outstanding.

Work on reactor technology was a modest undertaking at the outset. In the framework of a joint undertaking with the Kurchatov Atomic Energy Institute, investigations were carried out into the applicability of certain organic materials as cooling and working

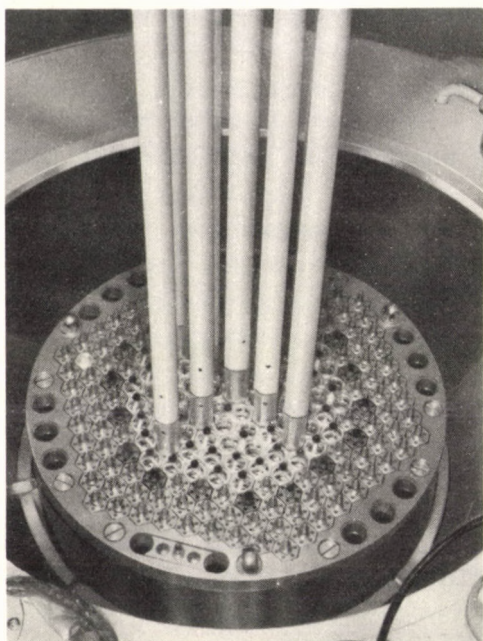


Fig. 14

Active zone of the critical system

media. Studies of the radiation stability of numerous materials were completed with thermotechnical and other measurements. The creation of a special so-called reactor loop has permitted the study of organic materials in the radiation field of the reactor and stands as a fine technical achievement. Reactor calorimetry is one of this team's specialities and in cooperation with the Kurchatov Atomic Energy Institute studies have been made of the thermodynamic properties of diphenyl-benzene mixture to obtain data for the planning of a "one-and-a-half circuit" nuclear power plant system, now developed and protected by a Soviet-Hungarian patent.

One of the Institute's greatest attractions in building

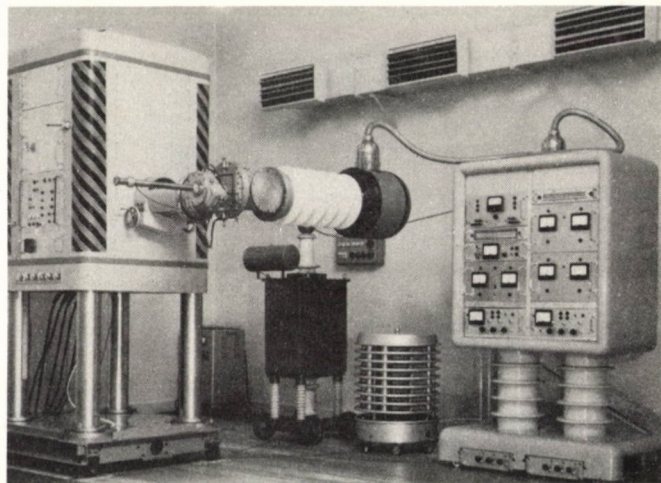


Fig. 15

Pulsed neutron generator for studies of critical systems

up its scientific connections is the high level of its metrological culture. This is evidenced especially in the electronics field, where research and development work has resulted in considerable interest

on the part of other socialist countries in utilizing both the Institute's experience and its own instrumentation. The first initiative in this field was prompted, as mentioned, by the neutron physical research activities, and perhaps the first important stage was the development of a series of multichannel analyzers.

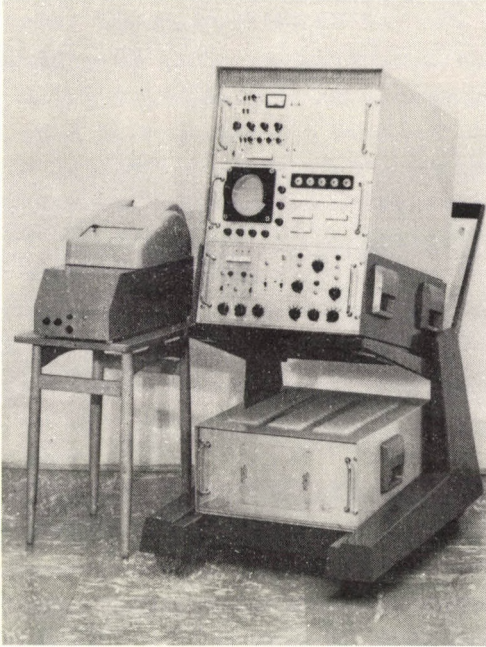


Fig. 16

The NTA-512 multichannel analyzer

The later success in developing a modern data-collecting and processing system was the fruit of an interaction between electronic research and activities in other fields, and the creation of the first Hungarian small computer, the TPA-1001, has proved convincingly that we have an excellent creative staff

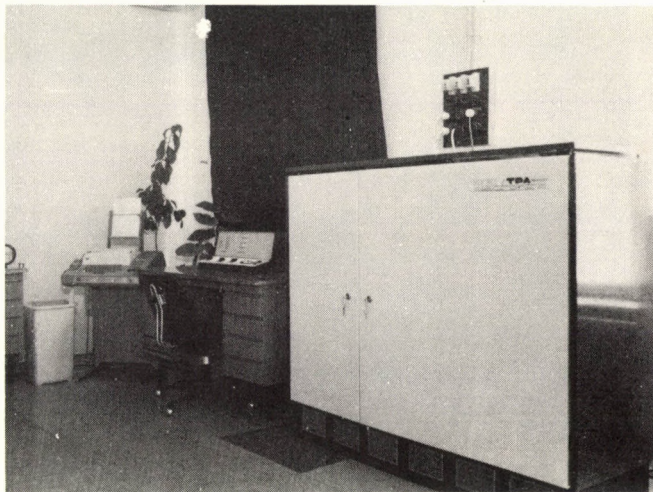


Fig. 17

The second-generation TPA-1001 small computer

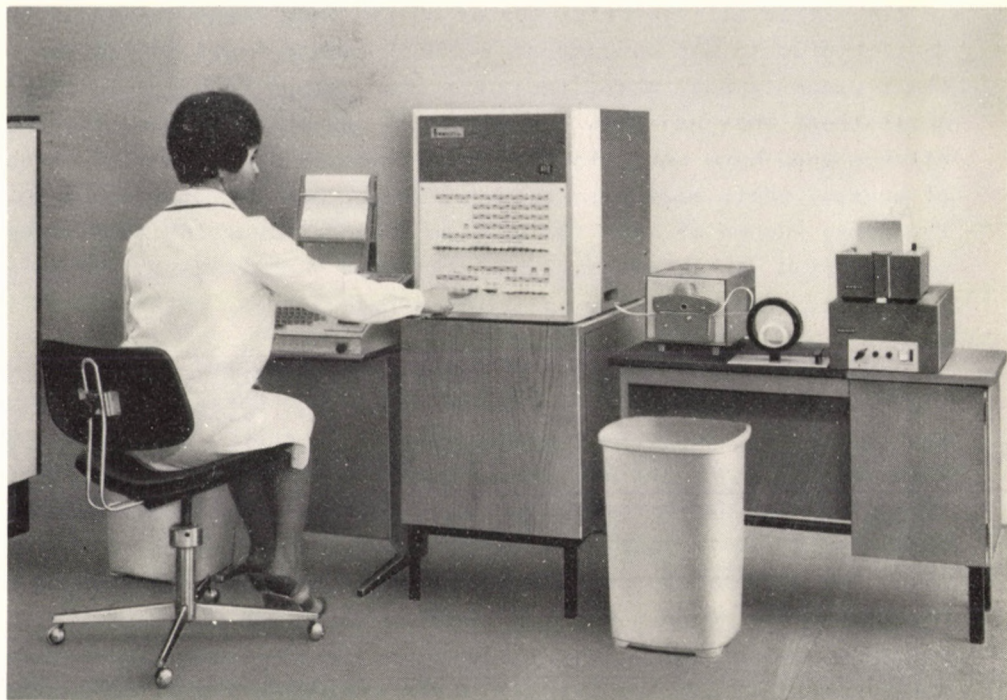


Fig. 18

The third-generation TPA/i small computer

in this field. There is a considerable demand for these machines from numerous Soviet institutes, and requests from other socialist countries continue to grow. At present nearly 30 of the computers are operated in the Soviet Union and the German Democratic Republic. The set of programs available for these machines is very comprehensive, ranging as it does not only over measurement control and data preparation, but also over various computational tasks. The work on the interfacing of two or more computers has also been of considerable value.

The Institute's mathematicians and computer experts have made considerable contributions to the creation of a thriving computer technology, both within the Institute and in the country as a whole, through their development work on the assembly program and advanced software services for the Institute's large *ICT-1905* computer.

SOME REFLECTIONS

This all too brief survey of the past achievements of the Institute would not be complete without some overall evaluation of their wider impact. What, then, has been gained from the Institute's activities? What has been the profit of the material and intellectual efforts that have been ploughed into research? These questions have, of course, their answer in terms of direct and indirect economic gain. The gross income of over 100 million Forints resulting from research work carried out under contract testifies that Hungarian industry appreciates these results and feels a need for our research activities.

Yet the activities of the Central Research Institute for Physics cannot be evaluated exclusively on the basis of direct economic gain. It is difficult to characterize, for instance, the undoubted effect the Institute has exerted in bringing about a general raising of scientific standards in Hungary. This effect makes a considerable contribution to social progress, even if the results which are responsible for it show no high peaks but rather reinforce a trend of technical and scientific advance which is more in line with developmental demands and interests of the country in general. In the final issue, then, the above questions can be answered in the following form: the biggest gain from the activities of the Institute up to now has been the indirect effect of promoting the general growth of the country's technical and scientific culture.

Another highly satisfying and profitable aspect of the Institute's successful scientific activity finds its expression in the growth of international recognition and reputation, not just of the Institute itself, but to some extent of Hungarian physics as a whole. This good name that is being built up is reflected, for instance, in the numbers of those attending our scientific conferences, in the response to papers published abroad, in the number of our workers elected to the editorial committees of foreign periodicals or to leading bodies of international organizations, etc.

A still more important expression of this reputation are the research activities being carried out in international collaboration. It goes almost without saying that for such research to be possible there must be a common interest in cooperation, and common interest exists only if both parties are able to bring attractive contributions to bear on the venture.

The importance of international scientific relations was early

recognized in the Institute and there has been a continual drive almost from the beginning to create, nourish and intensify our scientific contacts with the socialist countries, and particularly with the Soviet Union.

The fact that successful cooperations exist in the fields of solid state physics, nuclear physics and reactor physics with one of the greatest research centers of the Soviet Union, the Kurchatov Atomic Energy Institute, is alone a fine testimony to our results and our good name.

In the future we should like to continue along this path, as we are convinced that without effective interchange at the international level there can be little hope of raising the efficiency of our research work. The gain from international relations can be measured only by the results of the research activities, and, conversely, a multitude of examples prove that successful research activities are always backed by a significant measure of international cooperation.

Attractive though it is, the cultivation of scientific contacts abroad can not be allowed to overshadow the importance of scientific relations at home and within the Institute itself. Indeed, the neglect of efficient relations at the domestic level is an even bigger fault than underestimating the importance of international contacts, as without full communication the fast utilization of results in the country may be greatly hindered, research efforts may unknowingly be duplicated and scientific work lie practically unknown.

Our relations with industry have been considerably enhanced through means of research contracts, and experience in this area so far shows that this form of relationship satisfactorily represents the interests of all parties concerned. In the field of fundamental research, however, where such a contract framework is not possible, relations depend greatly on personal contacts. The situation is still further complicated by the fact that the value of the contributions of the cooperating parties can only be evaluated after a certain, often very long, time.

THE FUTURE

It is no easy task to look ahead to what lies in store for the Institute in the future. The characteristic of research work is that it ramifies: new ideas generally lead to the formulation of new

research aims. Expenditure on research, however, does not grow as fast as the number of ideas. It is necessary to brake the spontaneous divergence of research, or else a situation may arise where the success of the most important undertakings is endangered. Decisions must therefore be made as to which research should receive vigorous support, which research can only be supported at a more modest level sufficient for the comprehension and utilization of advances made in the rest of the world.

Material support for applied research seems today to be ensured. But the success of these research efforts depends in the long run on whether they are backed by a flourishing fundamental research, and it is here that the task of deciding what objectives to pursue is most difficult. Fundamental research aims to reveal as yet unknown relationships, laws, properties, and it is almost impossible to forecast whether enhanced support will bring corresponding results or, on the other hand, what disadvantages would be involved in decreasing the support. Historical examples could be amply quoted to testify that discoveries of high importance came to light where nobody expected them.

This does not mean that things should be entrusted to chance and that no extra efforts should be made to support seemingly important trends; it only calls our attention to the need to discard rigid schemes when it comes to supporting scientific trends and setting objectives. If a promising new result is produced in some field, the necessary support should be given, possibly even at the cost of less promising research.

To deliberately simplify the real situations, then, the research potential of the Central Research Institute for Physics is distributed essentially among four fields:

- a/ computers
- b/ solid state
- c/ nuclear energy
- d/ particle and nuclear physics.

a/ In the computer field the interest is mainly in still relatively small-scale "software" and the potentially high-capacity "hardware" research. The capacity exists to develop and produce computer facilities which can be competitive in the markets of the socialist countries. Of note is the international trend to adapt small and

fast data-processing computers to the most varied measuring facilities for the control of technological processes and for reliable scientific data-handling. In this field the main task of the coming years will be in applications of small and intermediate computers in scientific and other fields.

- b/ Solid state (or materials) research extends over the following scientific fields: solid state physics, chemistry, and to some extent physical optics. The diversity is considerable and it is planned to concentrate efforts in the future essentially on three closely connected tasks: study of materials for computer memories, with the aim of developing storage models utilizable in computers; research on lasers and laser materials, with a view to their applications in computer technology; and finally, trace element analytical research.
- c/ In the nuclear energy field the Institute has at present an effective, though in comparison to other socialist countries modest, research potential, but this is becoming progressively atrophied in consequence of the fast obsolescence of the existing large facilities.

Research objectives are determined in many respects by considerations of cooperation within a framework of socialist integration. In the coming years there seem to be prospects for a program, which is to be carried out in the Institute with the participation of the interested COMECON member states, that has as its main objectives the investigation of parameters of pressurized water type reactors under variable conditions and the provision of a more reliable experimental basis for applied computation methods. A certain extension of this program to thermotechnical and thermohydraulic experiments also seems to be justified.

- d/ In our country the possibility of experimental elementary particle research is entirely dependent on the facilities of the Joint Nuclear Research Institute at Dubna. Participation in this international socialist undertaking is only possible provided the Institute can bring its own contribution to the development of some branches of experimental technique. The chief area where such contributions can be made is in the field of measurement technics and data-processing.

The prospects for pure nuclear physics in the classical sense would

also be difficult to imagine without international cooperation, in view of the cost of facilities supplying variable energy, high-stability, monoenergetic particle beams. But there are several fields where nuclear physics impinges on other sciences that can be successfully cultivated at lesser expense. Many physicists throughout the world have been attracted by the physical and chemical applications of positron annihilation, a technique that has proved to have rather exciting possibilities and is also practically useful. Another example is the utilization of low-energy accelerators for the introduction of foreign atoms into crystals by ion implantation, and the study of implanted regions with the help of the so-called channeling effect.

The future is attractive, even if it is not free of cares, although these too have their value in stimulating thought and the more determined search for solutions to the problems.

RESEARCH AND DEVELOPMENT MANAGEMENT OF THE INSTITUTE

1971 meant for the Institute a year of continued evolution of its organizational structure and activities in response to the influences of changing national science policy and other factors. This evolution included the tailoring to desired forms of the various processes of differentiation and integration which characterize any complex institution, and also the reorganization of financing of scientific projects away from the earlier departmental basis towards a more up-to-date and flexible project-oriented mode.

Scientific and budgeting plans were drawn up for twelve programmes. Eight of these cover fields of fundamental and applied research, the remaining four - although giving scope for basic research - are essentially mission oriented. The research structure which has emerged from the reorganization is shown in *Fig. 1*.

The creation of mission-oriented research programmes has undoubtedly been the most far-reaching of the changes affecting the methods of research management at the Institute. Their introduction has given rise to a new organizational form, the project group. These project groups are constituted outside the departmental research framework, although in some cases they are recruited from the staff of several departments, and their programmes are linked to one of the Institute's main research directions, each under the management of a Deputy Director. Since the four programmes are all directed towards immediate economic goals, the switch-over to program-oriented financing has had a profound - and favourable - influence on the professional development of the research staff involved. Not only have staff members been persuaded to diversify and gain familiarity with new fields, but they have also had to adopt a mode of approach differing from that valid in fundamental research and more suited to this type of economically-slanted work. In compensation, researchers working on mission-oriented programmes find greater support not just in improved instrumentation and supplies of materials, but they also have incentive remuneration.

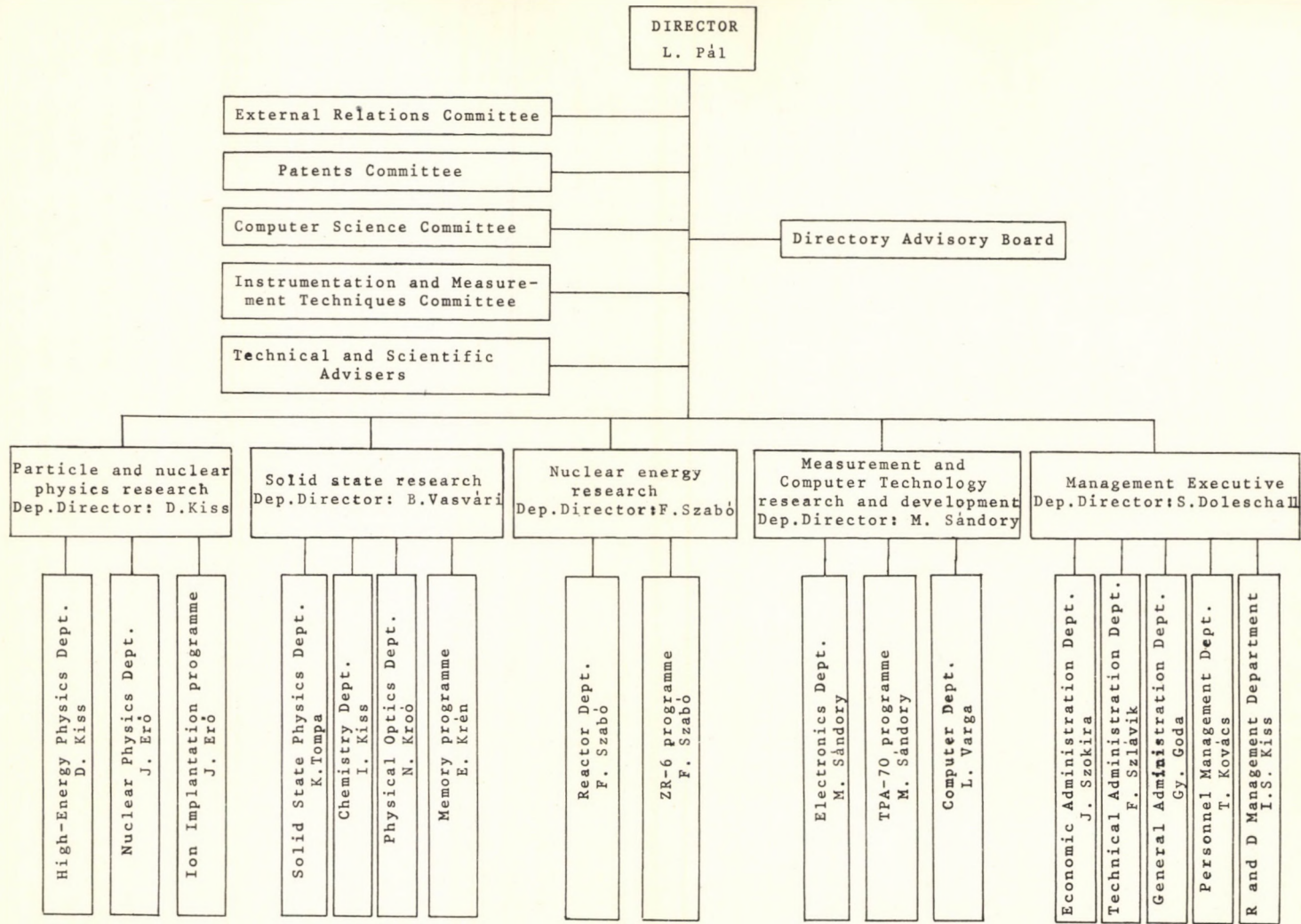


Fig. 1

Finance for mission-oriented programmes comes from three main sources. The first represents part of the expenditure that had been planned for allocation to the eight other research lines. The second source is appropriated from the Institute's own fund, and is donated principally for acquisition of necessary equipment. Last, but not least, increased attention is being paid to the possibilities of arranging finance on contract bases. The reason for this is clear enough. A glance at the list of the Institute's sponsors shows that about 60% of the total finance derives from industrial research and development contracts. (Among the more important partners one should mention ORION, the Magyar Optikai Művek, the Csepel Vas- és Fémmű, and VIDEOTON). A further important financial source, from the government side, is the State Office of Technical Development.

The ion implantation programme has already resulted in the establishment - in cooperation with the Kurchatov Institute of Moscow - of a sufficiently broad intellectual and technical base to open the possibility of applying this method in semiconductor technology. The experience gained so far demonstrates that if the Institute's management gives priority to a project and ensures a proportionally greater degree of support, then the concurrence of interest and opportunity means a shorter project running-in period and a greater responsiveness to smaller changes, which both enhance the chance of success and reduce the time required for visible results to be obtained.

RESEARCH GROUP FOR THEORETICAL PHYSICS

The activities out of which the Theoretical Group later arose started immediately after the foundation of the Institute. Prof. Jánossy and his co-workers, to begin with A. Ádám and P. Varga, later Zs. Náray and Gy. Farkas, started a series of fundamental experiments concerned with the nature of light, the theory for which was based on ideal "thought experiments".

Soon the necessity arose to start theoretical investigations for the purpose of analysing the experiments and planning new experiments. For this reason the team was divided. Work went on partly in the frame of the Laboratory of Physical Optics, the other part formed a small theoretical team. The latter group, under the supervision of Prof. Jánossy, was concerned with the question of how the Schrödinger equation can be brought into connection with the classical hydrodynamical model, and therefore the group was at first, somewhat incorrectly, called "Hydrodynamical Group". Later the name was changed to Research Group for Theoretical Physics.

The results reached by the Group in the interpretation of wave mechanics have been published in a series of articles, the eighth of which has just appeared. However, this has not been the only field of interest. The Group has done work on the theory and practice of the evaluation of measurements, which lead to a number of papers and eventually to the publication of a monograph on the subject by the Oxford University Press and later in Moscow, in Russian, and also at home, in Hungarian.

The Group has also been concerned with problems of the interpretation of the special and general

theories of relativity. On this subject another series of articles appeared and also a monograph.

PUBLICATIONS

1. JÁNOSSY, L.: A new approach to the theory of relativity II. Found. Phys., 1, 251 (1971)
2. JÁNOSSY, L.: The hydrodynamical model of wave mechanics VII. Acta Phys. Hung., 30, 131 (1971)
3. JÁNOSSY, L.: The hydrodynamical model of wave mechanics VIII. Acta Phys. Hung., 30, 139 (1971)
4. HUSZÁR, M.: Angular momentum and unitary spinor bases of the Lorentz group. Acta Phys. Hung., 30, 241 (1971)
5. HUSZÁR, M.: Spherical functions of the Lorentz group on the two-dimensional complex sphere of zero radius. Commun. Math. Phys., 23, 132 (1971)
6. HUSZÁR, M.: Symmetries of Wigner coefficients and Thomae-Whipple functions. KFKI-Report 71-76

EXTERNAL RELATIONS

LECTURES BY VISITING SCIENTISTS

- | | |
|-------------------|---|
| Yu. A. Tylov | (Institut Kozmicheskikh Issledovanií A.M.S.S.S.R.)
Quantum mechanics as a theory of relativistic Brownian motion |
| Prof. J. McConnel | (Dublin Institute for Advanced Studies and Royal Irish Academy)
Graph theory of weight multiplicities of Lie groups |
| H.J. Treder | (Zentralinstitut für Astrophysik der Deutschen Akademie der Wissenschaften, Potsdam-Babelsberg)
Zur Konstanz der Teilchenzahlen in der allgemeinen Relativitätstheorie |

STUDY TOUR

- | | | |
|-----------|--|---------|
| M. Huszár | Joint Institute for Nuclear Research,
Dubna | 3 years |
|-----------|--|---------|

HIGH ENERGY PHYSICS DEPARTMENT

Investigation of high energy elementary particle interactions has formed a part of the Institute's research programme ever since its foundation.

In the initial period (1950-1956), simultaneously with the development of experimental apparatuses and techniques, the prime field of activity was cosmic radiation research. Topics of interest then included accurate determination of meteorological effects on the observation of extensive air showers and local penetrating showers, precise measurement of the photon-electron ratio, and the determination of the shape of the density spectrum.

In 1956 a cooperative agreement with the Dubna Institute offered an opportunity for participation in elementary particle research with a high energy particle accelerator. The Department at first undertook the evaluation of nuclear emulsion plates and later bubble chamber photographs. More recently the experimental investigations within the Dubna cooperation programme have been extended to problems of electronic and bubble chamber experiments carried out at the Serpukhov accelerator.

Since 1968 bubble chamber photographs have been received for evaluation from CERN also. From these the branching ratio of the short-lived kaon decay and the interactions between positive pions and various nuclei are being studied.

The most interesting results of the latest investigations concern the existence of the S^0 meson, the neutral decays of η and ω mesons, the decay of short- and long-lived K^0 mesons, and the regeneration of the latter.

A theoretical particle physics group was formed in 1963-64. Studies have covered problems of reggeistics, current algebra, Toller-Domokos poles, hadron spectroscopy, symmetries and quasi-symmetries of weak interactions, gravitation theory, phenomenological theory and the classification of elementary particles.

Within the frame of the 1957-58 International Geophysical Year programme, investigations of cosmic radiation were initiated with the aim of studying the structure of interplanetary space. Outstanding results were the first observations of solar wind shock waves (Forbush effect) and of an azimuthal asymmetry around the Sun with a periodicity of 27 days at energies of about 10^{11} eV.

Both the cosmic radiation and the high energy accelerator experiments require advanced and complex electronic equipment, and in the last years the introduction of semi-automatic or fully automatized devices has become necessary. For the development and production of these equipments a special electronics group was formed in the early fifties. This group built such instruments as extensive air shower detectors, a 15-channel complex muon telescope system with automatic punch-tape recorder, semi-automatic measuring microscopes with digital output for the evaluation of bubble chamber photographs, etc., which made it possible to carry out the experimental investigations mentioned above.

The evaluation of data, especially those yielded by high energy accelerators, presents an exceedingly laborious task hardly conceivable without the aid of a computer. A special group in the Department deals with the elaboration and adaptation of appropriate programs, and in general with the development of an advanced data evaluation system.

RESULTS

EXPERIMENTAL PARTICLE PHYSICS - COUNTER-TYPE MEASUREMENTS

E. Nagy, L. Urbán, G. Vesztergombi

In a Dubna-Serpukhov-Budapest collaboration, K_L regeneration experiments were carried out with the aim of determining the differences between the amplitudes of $K^0 p$ and $\bar{K}^0 p$ forward scattering processes. The high energy behaviour of this amplitude difference can be predicted in terms of the axiomatic field theory, the Regge pole model and the dispersion relations, so that the experimental results can be utilized as a check of these theories. At the same time, the studies offer a possibility for the experimental investigation of the so-called Pomeranchuk theorem, which states that the difference between the imaginary parts of the forward scattering amplitudes tends to zero. The fundamental importance of this theorem is due to the fact that its formulation involves many general principles like causality, Lorentz invariance etc.

The measured data in the 14-42 GeV range of energies are summarized in Fig. 1. Analysis of the diagram has confirmed the validity of the Pomeranchuk theorem in this range of energies.

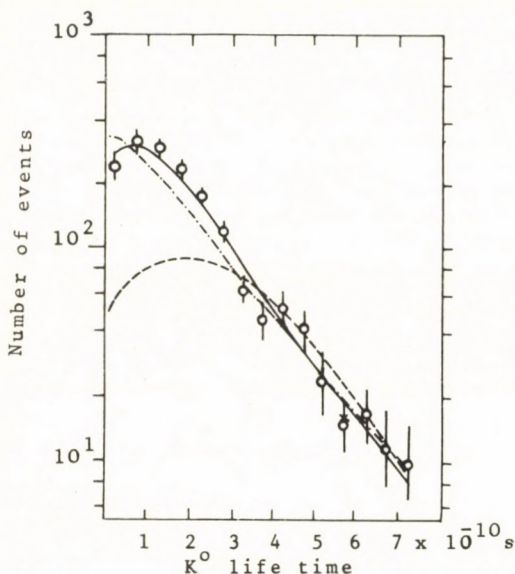


Fig. 1

Interference between short- and long-lived neutral kaons:

*o - experimental points
broken lines - no interference*

The measure of interference (i.e. the deviation of the solid from the broken lines) determines the so-called regeneration amplitude. The Pomeranchuk theorem, a fundamental theorem of high energy scattering processes, can be verified from the energy dependence of this amplitude. The measurements in the 20-40 GeV energy range indicate the validity of the theorem

EXPERIMENTAL PARTICLE PHYSICS - BUBBLE CHAMBER EXPERIMENTS

T. Gémesy, Vera Jánossy, Livia Jenik, S. Krasznovszky, G. Pintér,
M. Posch, F. Telbisz

Scanning and measuring work connected with a diffraction dissociation experiment conducted in cooperation with the Strasbourg Institute was completed. Photographs of the propane-freon bubble chamber irradiated with 11,7 GeV/c positive π -mesons in the CERN Laboratory were evaluated. In the first stage of the experiment the final states consisting of 3 and 5 charged π -mesons produced by pion-nucleus interaction were studied (Fig. 2). In the second stage, the final states

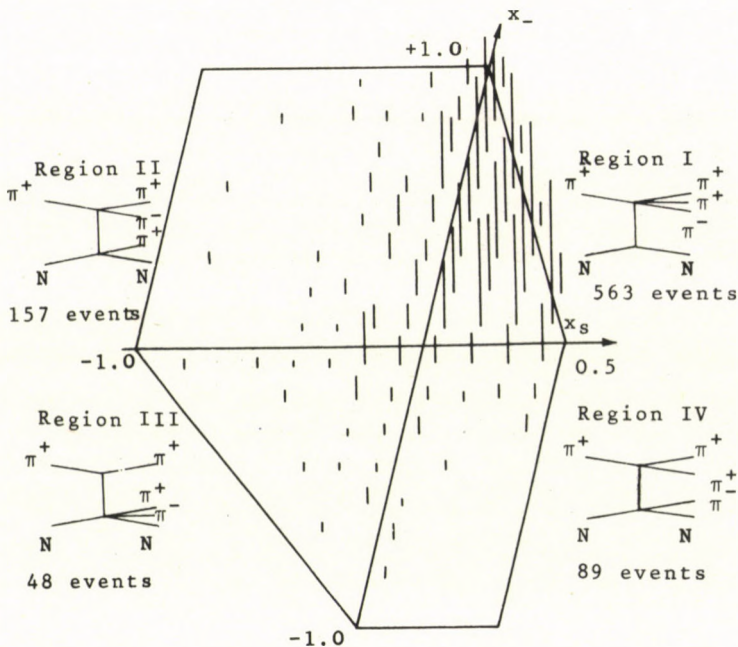


Fig. 2

Van Hove-type longitudinal phase-space plot for the $\pi^+ N \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- N$ reaction. It is apparent that a diffraction dissociation mechanism, describable by a Pomernanchuk exchange, is dominant in region I. The lengths of the lines are proportional to the number of events involved:

$$x_i = \frac{q_i}{\sum |q_i|}, \quad i = f, s, -, N$$

where q is the longitudinal momentum of the particles in the centre of mass system

- s - denotes slow π^+ -mesons
- f - denotes fast π^+ -mesons
- : denotes π^- -mesons
- N is the target

containing neutral π -mesons were analyzed. The aim of the experiment was to determine the ratio of neutral to charged decay products of A_1 meson, which in most cases decays by $\rho + \pi$ emission. Experimental evidence so far obtained has permitted inferences to be made on the 3π and $S^0\pi$ decays of A_1 mesons.

About the middle of the year, photographs taken at the Serpukhov 2 m propane bubble chamber under irradiation with 40 GeV/c negative π -mesons were received for analysis (Fig. 3). The first result of this work, which is being carried out in a multiple collaboration, was the determination of the average multiplicity of secondary charged particles. Further investigations on this material will include measurements of neutral secondaries (V^0 , π^0 , η^0 etc.) and the analysis of diffraction-dissociation type interactions. Test measurements are already in progress.

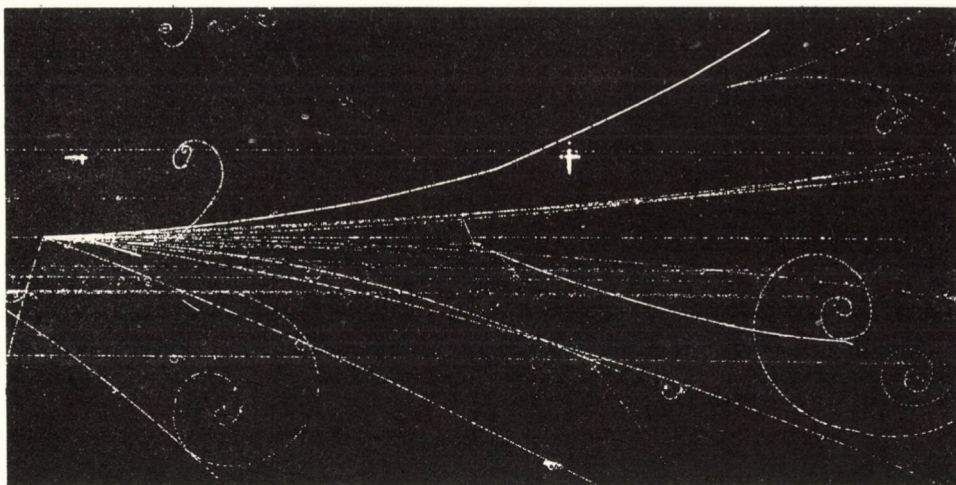


Fig. 3

Characteristic interaction of a 40 GeV π -meson in the Serpukhov 2 m propane bubble chamber

PUBLICATIONS

1. ARNOLD, R.,* GÉMESY, T., JÁNOSSY, V., KRASZNOVSZKY, S., PINTÉR, G., POSCH, M., TELBISZ, F.: Coherent production of 3 charged pions analysed by means of the longitudinal phase space plot. Phys. Letters, 36B, 261 (1971)

* Laboratoire de Physique Corpusculaire, Strasbourg, France

2. STRUGALSKI,* Z.S., GÉMESY, T., KRASZNOVSZKY, S., PINTÉR, G.: Neutral decay modes of the η particle. Nuclear Phys., B27, 429 (1971)
3. KRASZNOVSZKY, S.: Spin test for a fermion ($J < \frac{1}{2}$) decaying into a spin ($-\frac{1}{2}$) fermion 1^0 plus a spin -1 photon. Nuclear Phys., B25, 519 (1971)
4. KRASZNOVSZKY, S., NÉMETH, G., PINTÉR, G.: On the importance of using exact forms for scattering amplitude in Regge pole theory. Acta Phys. Hung., 30, 83 (1971)
5. CSÜRÖS, M., KRASZNOVSZKY, S., MANNO, I.: Determination of generalized multipole parameters from the conditions on the density matrix for particles of arbitrary spin. KFKI-Report 71-80

THEORETICAL PARTICLE PHYSICS AND FIELD THEORY

A. Frenkel, P. Hasenfratz, B. Lukács, Julia Nyiri, Z. Perjés, A. Sebestyén,
K. Szegő, K. Tóth

The analytical properties of the relativistic scattering amplitudes of strong two-particle interactions are of a highly complex nature if unequal masses and zero momentum transfer are involved. These amplitudes, which have to be known for the proper description of the scattering process, have been the subject of several years' study by the theoretical group. The completion in 1971 of the mathematical analyses of the properties in question has left a much sounder theoretical basis for investigations of the high energy behaviour of strong interactions.

The analysis of systems involving more than two particles has led to two important results. The solution to the group equations was obtained in a closed form in terms of the symmetry groups of the non-relativistic quantum mechanical three-body problem. For relativistic electron+nucleon scattering the cross-section for electron+pion+anything final states could be predicted in good agreement with the experimental values in the range of nucleon fragmentation, that is, for low energy pions.

Exact solutions to the gravitational field equations were obtained, making use of covariant spinor calculus, for initial conditions which may figure in descriptions of processes occurring in the formation and development of stars, including gravitational collapse.

* Joint Inst. of Nuclear Research, Dubna

PUBLICATIONS

1. PERJÉS, Z.: General relativity in spinorial form and Petrov types. KFKI-Report 71-3
2. PERJÉS, Z.: SU/1,1/ spin coefficients. KFKI-Report 71-51
3. PERJÉS, Z.: Solutions of the coupled Einstein - Maxwell equations representing the fields of spinning sources. KFKI-Report 71-61
4. SZEGŐ, K., TÓTH, K.: SL/2C/ representations in explicitly energy-dependent basis I. J. of Math. Phys., 12, 846 (1971)
5. SZEGŐ, K., TÓTH, K.: SL/2C/ representations in explicitly energy-dependent basis II. J. of Math. Phys., 12, 853 (1971)
6. SZEGŐ, K., TÓTH, K.: The representations of the Poincaré group as functions of the eigenvalues of Casimir operators. KFKI-Report 71-38
7. SZEGŐ, K., TÓTH, K.: Expansions of the unequal-mass scattering amplitude in terms of Poincaré representations and complex angular momentum at zero energy. KFKI-Report 71-60
8. HASENFRATZ, P.: Construction of the effective Lagrangian of pionic processes for arbitrary SU/2/ x SU/2/ breaking. KFKI-Report 71-33
9. HASENFRATZ, P., GÁLFI, L.: Dip inelastic e-p scattering in the proton fragmentation region. ITP 301 (1971) Budapest

COSMIC RADIATION

G. Benkő, T. Gombosi, A. Holba, J. Kóta, A. Somogyi, G. Válas, L. Vancsek, A. Varga

The upper limit of the solar modulation spectrum is being studied using a semi-cubic telescope system with a $2 \times 1.5 \text{ m}^2$ sensitive surface mounted 20 m underground below a layer of earth absorber equivalent to a water column about 40 m deep (Fig. 4.)

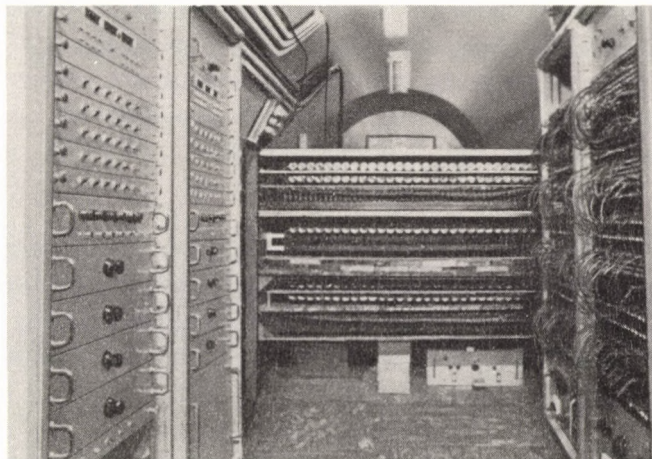


Fig. 4

The Institute's underground measuring station

Measurements extended over an initial period from 1958 to 1964 and have been running from 1967 onwards without interruption.

The telescope system records continuously and automatically the incidence of cosmic ray particles originating from primaries having energies of about 10^{11} eV and thus provides information about the fluctuations in particle intensity at this energy. One aim of these measurements is the examination of the azimuthal asymmetry of interplanetary space around the sun, which is reflected in a 27-day quasi-periodicity of the fluctuation of cosmic radiation intensity. A further objective is the analysis of the observations in order to establish the existence or non-existence around the sun of an asymmetry of constant configuration of several years' duration. The results obtained hitherto - which are due to be published in 1972 - give no indication of a persistent asymmetry, at least at energies about 10^{11} eV. On the theoretical side, some hitherto unknown consequences of the corotation of cosmic particles around the sun (certain types of periodicity and asymmetry) have been inferred.

Measurements for the determination of the angular distribution of galactic cosmic radiation are being conducted at two high-altitude sites: one in the Tien-Shan mountains near Alma-Ata, at 3,330 m above sea-level (with the cooperation of the Physical Institute of the Soviet Academy of Sciences), the other on Peak Musala in the Rila mountains in Bulgaria, at 2,930 m (with the cooperation of the Physical Institute of the Bulgarian Academy of Sciences). (*Fig. 5.*) To avoid



Fig. 5

The measuring station of the Bulgarian Academy of Sciences on Peak Musala

the modulating effect of the sun, which can distort measurements at energies below 10^{12} eV, the investigations cover particles in the energy range from 10^{14} to 10^{15} eV, as these are relatively easy to detect by means of the extensive air showers they give rise to. The Tien-Shan set-up incorporates a fast timing system permitting the direction of the particles generating the observed showers to be determined.

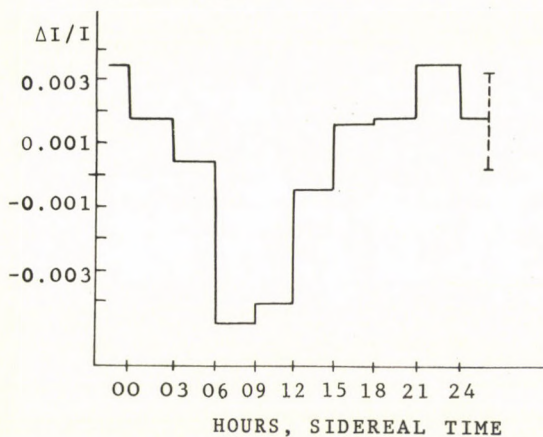


Fig. 6

The anisotropy of galactic cosmic radiation, as inferred from the measurements at Peak Musala

that the geometry and stability of the measuring arrangement need to be improved and the sensitive area enlarged. This work progressed according to schedule in 1971.

Within the framework of the Hungarian space research programme, preparations for a direct study of the interplanetary space structure have started in close cooperation with other socialist countries.

PUBLICATIONS

1. SOMOGYI, A.: Transient modulation (rapporteur paper). Collected papers of the 12th Int. Conf. on Cosmic Rays. Hobart, 1971. KFKI Preprint 71-79.
2. ASEIKIN*, V.S., BENKÓ, G., KABANOVA*, N.V., NESTEROVA*, N.M., NIKOLSKAYA*, N.M., ROMAKHIN*, V.A., STAMENOV**, J.N., STANEV**, T., YAMNINCHEV**, V.D.: Electron and muon number spectra of extensive air showers at 3340 m a.s.l. Conference Papers of the 12th Int. Conf. on Cosmic Rays, Hobart, 6, 2152 (1971)

* FIAN, Moscow

** Fizicheskii Institut BAN, Sofia

The Bulgarian measurements have been in progress for more than two years, and a preliminary evaluation of the first year's results has now been completed. An isotropy of about 0.1% has been detected in the galactic angular distribution of the intensity, at a confidence level of a few per cent. Systematic errors (mainly from meteorological corrections) are still under investigation (*Fig. 6*).

At the Tien-Shan station, only calibrating measurements have been made as yet. These have shown

3. BENKÓ, G., ASEIKIN, V.S.*, KABANOVA, N.V.*, NESTEROVA, N.M.*, NIKOL'SKAYA, N.M.*, RAMAKHIN, V.A.*, STAMENOV, J.N.***, STANEV, T.**, YANMINCHEV, V.D.**: Spektre shirokikh atmosferykh livnei po chislu elektronov i po chislu myonov. SZV. AN SSSR ser. fiz., 35, 2128 (1971)
4. GOMBOSI, T., SOMOGYI, A.: Vosstonovlenie kodirovannykh v analogovoi forme tsifrovyykh rezultatov izmereniy. KFKI-Report 71-77
5. KOCH, J., SOMOGYI, A.: Predlozhenie po issledovaniyu strukture mezplanetnogo prostranstva s pomoshchyu kosmicheskovo izlucheniya. KFKI-Report 71-10

COMPUTER EVALUATION OF ELEMENTARY PARTICLE PHYSICS AND COSMIC RADIATION MEASUREMENTS

K. Hajdu, A. Holba, L. Jenik, I. Manno, M. Posch, F. Telbisz, I. Wagner

The group's efforts are devoted partly to the preparation and running of programs serving for the processing and evaluation of cosmic-ray and bubble chamber experiment, partly to the development of measurement and on-line evaluation techniques.

The 11.7 GeV/c positive π -meson irradiated bubble chamber photographs were evaluated as a contribution to the cooperation programme with the Strasbourg Institute and work was started on adaptation of the programs processing the 40 GeV/c negative π -meson irradiated propane chamber data from Serpukhov.

Adaptation of a kinematic fit program (GRIND) of large memory requirement to the CDC 3300 machine is in progress. Some of the programs of a package for on-line bubble chamber measurements were completed and are now being tested on the 8 K memory TPA-101 small computer. The Department's measuring capacity is expected to increase by a factor of 1.5-2 with the introduction of on-line techniques, since these will essentially eliminate the need for repeated measurements of the photographs. For the Serpukhov K^0 regeneration experiment development is proceeding on an on-line set-up to control the multipliers of the scintillation detectors and provide crude evaluation of the measured data on the TPA computer.

* FIAN, Moscow

** Fizicheskiy Institut BAN, Sofia

TECHNICAL DEVELOPMENT

ELECTRONICS

J. Koch, I.T. Szücs, G. Thaler

The first stage of the microscope system was completed by the assemblage of the third digital measuring microscope. One of the microscopes was linked on-line to the TPA computer of the Department as a prelude to the construction of the second stage. A data collector and sensitivity stabilizer system coupled to the TPA-I computer was built for use in the K^0 regeneration measurements at Serpukhov.

A measuring arrangement was developed for assessment of the counting efficiency of scintillation counters.

A high-precision time signal generator with a quartz oscillator was constructed for the laboratory's use.

EXTERNAL RELATIONS

LECTURES HELD BY VISITING SCIENTISTS

W. Kummer	(High Energy Physics Institute, Vienna) High Energy Physics in the Vienna High Energy Physics Institute
V.I. Logachev	Study of heavy nuclei in primary cosmic radiation

GUEST

Iwaki Acko	Japan	2 years
------------	-------	---------

STUDY TOURS

G. Vesztergombi	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna:	2 years
-----------------	---	---------

NUCLEAR PHYSICS DEPARTMENT

Nuclear physics research started at the Atomic Physics Laboratory of the Institute in 1952. In the early years, efforts were devoted mainly to the development and installation of basic experimental equipment, including the construction of four particle accelerators, such as an open air Van de Graaff generator, two cascade generators and a neutron generator. The first experimental achievements were connected with the nuclear photo-effect, angular correlation and neutron cross-section measuring techniques.

Theoretical research began simultaneously with the experimental efforts, with work on problems of the nuclear density and the saturation of binding energies, while interesting contributions were made to the theory of symmetries and models of hadrons.

Research gained a substantial impetus in 1955 with the planned installation of the nuclear research reactor. The Neutron Physics Laboratory was formed to take charge of its utilization for nuclear experiments. The research programme initially covered topics connected with nuclear fission, (n, gamma) reactions and the measurement of reactor-physical parameters. Special equipments (mechanical selector, crystal spectrometer etc.) were built for these experiments.

In 1960 the research activities of the two laboratories were merged within the newly formed Nuclear Physics Department. By this time the experimental teams engaged in nuclear physics were working on the statistical theory of nuclear reactions, study of excited nuclear levels by the resonance scattering of gamma rays, the mechanism of nuclear reactions involving light nuclei, cascade proces-

ses in the gamma radiation following neutron capture, the mechanism of nuclear fission, and inelastic neutron scattering. These studies provided the basis for the present research activities.

A special Accelerator Laboratory is now devoted to the development of particle accelerators. The most important achievement has been the construction of a 2,5 MV pressurized Van de Graaff ion accelerator, completed in 1963. This equipment was later reconstructed and transformed to a 5 MV accelerator. Its technical parameters comply with the highest standards for its type and it is regarded as the most important experimental facility of the department.

Design and development of necessary nuclear instrumentation has always been a fundamental activity, and the electronics staff now forms a separate Laboratory for Measuring Techniques. The most important products have been basic instruments of special design, a modular quasi-fast measuring system, a family of vacuummeters, various semi-automatic measuring devices, and finally a family of transistorized modular nuclear instruments.

RESULTS

FUNDAMENTAL RESEARCH

G. Györgyi, P. Hráskó

One current theme is study of the dynamical symmetry groups in classical and quantum mechanics. Fock's theory of the hydrogen atom was formulated using the formalism of extended canonical transformations. The relation between the Fock and Schrödinger descriptions was determined utilizing the concept of the Dirac bracket. The problems involved in the interpretation of integrating the infinitesimal elements of the dynamical symmetry group and the evaluation of non-invariance generators were analyzed. The eigenfunctions of the hydrogen atom were evaluated in terms of pure algebra.

Another study was concerned with the law of motion of magnetic dipoles. If consecutive account is taken of energy and momentum conservation, it is found that the equation of motion for point-like magnetic dipoles requires a modification. The new equation of motion leads to an

acceleration of the charged magnetic dipoles in the field direction for a homogeneous magnetic field. The modified equation of motion allows an analogon of the Aharonov-Bohm effect for uncharged particles with magnetic moment.

The contribution from charge exchange interaction to nuclear ground states was investigated in a self-consistent approach. The analysis of (p,n)-type nuclear reactions convincingly points to the existence of a contribution from charge exchange to the optical potential acting on the nucleons. This contribution has not yet been taken into account in the description of the nuclear ground states. Nevertheless, it was shown that the ground state correlation of the analogue states is manifested by charge mixture of the single particle states. This is the origin - and at the same time a consequence - of the charge exchange potential.

PUBLICATIONS

1. HRASKÓ, P.: Self-consistent charge exchange potential. KFKI-Report 71-27
2. HRASKÓ, P.: Forces acting on magnetic dipoles. *Nuovo Cim.*, **3B**, 213 (1971)
3. HRASKÓ, P.: Quantum mechanical effect without force for spinning particles. KFKI-Report 71-44

THE NUCLEAR THREE-BODY PROBLEM

P. Beregi, Gy. Bencze, F. Doleschall, E. Dénes, I. Lovas, J. Révai

The theoretical description of nuclear reactions is generally based on the assumption that reaction channels involve at most two fragments. As a result, such theories cannot be applied to describe e.g. breakup reactions and they also fail to give a proper interpretation of rearrangement reaction dynamics. However, in several cases this difficulty can be overcome by applying the exact mathematical methods of the three-body problem.

A simple three-body model of resonance reactions, which has an exact solution, was worked out in terms of the Faddeev integral equations for the three-body problem. Different versions of the model were successfully applied to describe the resonances occurring in elastic and inelastic scattering, the phenomena observed in isobar-analogue resonances, and the low energy kaon-nucleon collision process.

A set of computer programs was developed for the analysis of three-body scattering processes taking place above the threshold of three-particle breakup. These programs solve the Faddeev integral equations within the separable (t-matrix) model for particles of any spin and mass and for any partial wave interaction. The programs were used to solve the integral equations of the n-d scattering problem for the case of tensor forces and a model-p-wave interaction. It was shown that elastic neutron polarization cannot be interpreted in terms of the tensor force arising in the nucleon-nucleon interaction (Figs. 1, 2). Further investigations are in progress concerning a realistic three-body model of nuclear collision with deuterons.

Fig. 1

Angular distribution of the (n-d) elastic scattering at $E_n=14.1$ MeV lab. energy

- - - s-wave central interaction
- s-wave interaction with tensor force
- . . . s+p wave interaction
- o o o experimental points

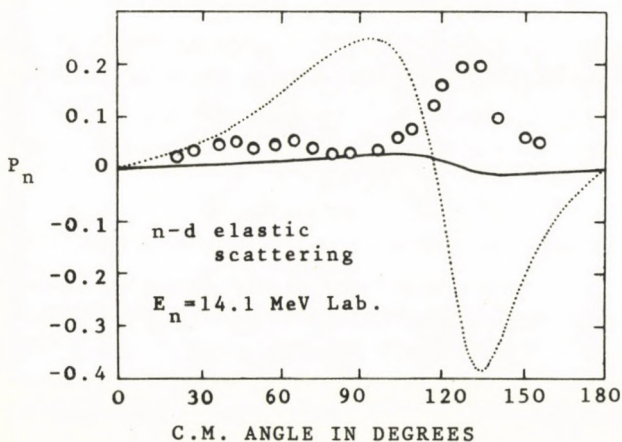
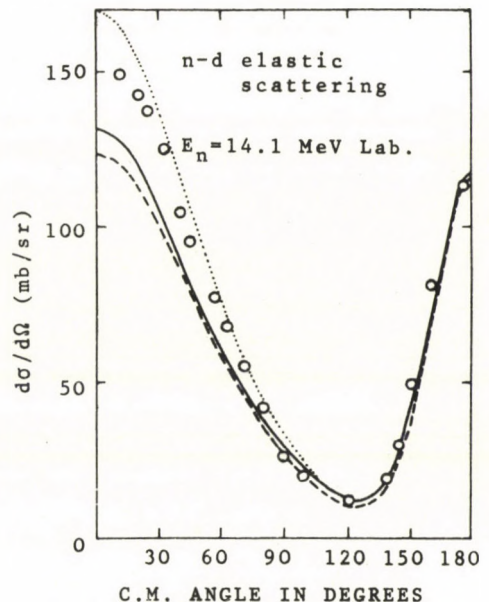


Fig. 2

Angular distribution of polarization in (n-d) elastic scattering at $E_n=14.1$ MeV lab. energy

- . . . s+p wave interaction
- with s-wave tensor force
- o o o experimental points

PUBLICATIONS

1. BEREGI, P.: Graphical method for the determination of resonance parameters. JINR-Preprint, E4-54 56 (1971)
2. BEREGI, P., LOVAS, I.: A three-body model for study of resonance phenomena. Z. Für Physik, 241,410 (1971)
3. BEREGI, P.: On the number of resonances of non-local separable potentials. Lett. Nuovo Cimento, 2, 233 (1971)
4. DOLESCHALL, P.: A three-body calculation with tensor force for n-d elastic scattering. KFKI-Report 71-62
5. RÉVAI, J., RAYNAL, J.*: Application of the hyperspherical approach to the three-body scattering problem. Saclay Preprint DPLT/1971-40

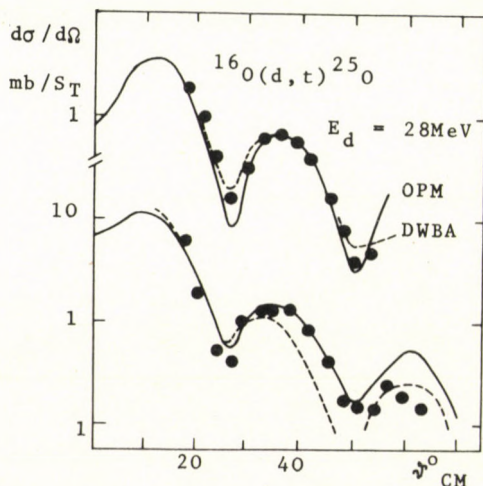
NUCLEAR REACTIONS, THEORY

I. Borbély, T. Dolinszky, J. Zimányi

The peripheral model explicitly calculates the peripheral part of the reaction amplitude, which is determined by the nearest singularity in the $\cos^2\theta$ plane, and by cutting off the low partial wave amplitudes with $\ell < L \approx kR$ it phenomenologically takes into account the contribution of other singularities and also the effect of other channels. It was shown that this physically simple model, which works with a single parameter, is able to describe correctly the nucleon exchange peak in reactions between light particles, particularly in that it gives reliable spectroscopic information. In the case of neutron transfer reactions on light nuclei the model describes well the angular distribution and it provides the same spectroscopic information as the DWBA method (Fig. 3).

Fig. 3

OPM and DWBA calculations for (d,t) angular distributions. The spectroscopic information given by both theories is the same within 20% in the above cases



* C.E.N. Saclay, France

The scattering problem of compound nuclei has been reduced by Feshbach to the scattering of two structureless particles. Generalizing Feshbach's idea, it was shown that the calculation of the scattering amplitude for a rearrangement process can be reduced to a pair of effective two-particle problems, one occurring in the ingoing, the other in the outgoing channel. In the argument an earlier established relation between the stationary and time-dependent scattering amplitude is utilized. The effective two-particle problem of the outgoing channel leads - contrary to Feshbach's case - to an inhomogeneous integral equation. It is precisely the appearance of this inhomogeneous term which makes it possible to perform the critical normalization of the effective scattering wave function of the outgoing channel by employing Lippmann's integral equation, which is particularly suited to treat rearrangement.

Model calculations were carried out to compare the different form factors proposed for the description of decaying states. The Gamow, Weinberg and scattering wave functions were determined for a single-channel and for a coupled two-channel square well model. The form factors obtained in this way have nearly identical real parts in all six cases. However, the imaginary terms, which become important outside the potential well, exhibit different patterns. In the cases under consideration the different normalizing procedures proposed for the form factors yielded similar results within one per cent deviation.

PUBLICATIONS

1. BORBÉLY, L.: Application of the nonrelativistic peripheral model to reactions between light particles. *Phys. Letters*, 35B, 388 (1971)
2. DOLINSZKY, T.: Reduction of the problem of rearrangement processes to a pair of two-particle problems. KFKI-Report 71-56
3. GYARMATI, B.*, LOVAS, R.G.*, ZIMÁNYI, J.: Comparison of the most often used unbound state wave functions in a square well model. *Physics Letters*, 33B, 549 (1971)
4. CSÜRÖS, M., CAMERON, J.A.***, ZÁMORI, Z.: Calculation of the nuclear properties of ^{53}Cr by the unified model. *Can. Journ. Physics*, 49, 1582 (1971)
5. CSÜRÖS, M., CAMERON, J.A.***, ZÁMORI, Z.: Intermediate coupling in ^{55}Fe *Can. Journ. Physics*, 49, 1832 (1971)

* ATOMKI Debrecen

**

McMaster University, Hamilton, Canada

NUCLEAR FISSION

L. Jéki, G. Kluge, A. Lajtai, G. Pálka, I. Vinnay

The cross-sections for the excitation of spontaneously fissioning isomeric states in ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu , ^{242}Pu , ^{243}Am by (n,2n) and (n,n') reactions were measured. It was found that some of the known spontaneously fissioning isomeric states cannot in practice be excited by reactions with neutrons.

The distorting effect of the recently identified delayed gamma radiation on the neutron energy spectrum obtained from the hitherto reported measurements on the spontaneous fission of ^{252}Cf was studied. The values of the most probable temperature parameter of the neutron spectrum from 0,5 to 6 MeV were determined. Some recent experimental data were thoroughly analyzed to show that the existence of the so-called retarded neutrons that are used to interpret certain measured neutron spectra needs further confirmation. Measurements of the low-energy range of the ^{252}Cf fission neutron spectrum (0,002-1 MeV) with ^6Li glass detectors provided further evidence for the appearance of excess neutrons through comparison with the values predicted for the low-energy range by extrapolation (Fig. 4). Neutron energy spectrum calculations for the ^{252}Cf fission proved that the earlier spectrum formulae having a single parameter only can be used to a first approximation and that the anomaly found in the low-energy range of the spectrum may be a consequence of the high angular momenta of fragments.

Microscopic cascade calculations were carried out to evaluate neutron emission from different fission fragments. Information about the properties of the so-called scission neutrons was gained by comparison of the calculated values with data reported in the literature. The calculations indicated that present experimental data provide no foundation for a scission mechanism that would result in a 10-15% contribution to the total number of prompt fission neutrons from direct scission neutrons. As a check on the neutron cascade calculations, the differential cross-section $d\sigma/dE$ was evaluated for (n,2n) reactions on a wide range of nuclei. The predictions were found to be in very good agreement with the experimental data.

PUBLICATIONS

1. GANGRSKII, Yu.P.*, NAGY, T., VINNAY, I., KOVÁCS, I.: Polutsheniye shpontanno dyeljastchihsya izomerov urana, plutoniya i americiya v reakciyah s neytronami. JINR Preprint P-3-5528 (1971)

* FEI, Obninsk, USSR

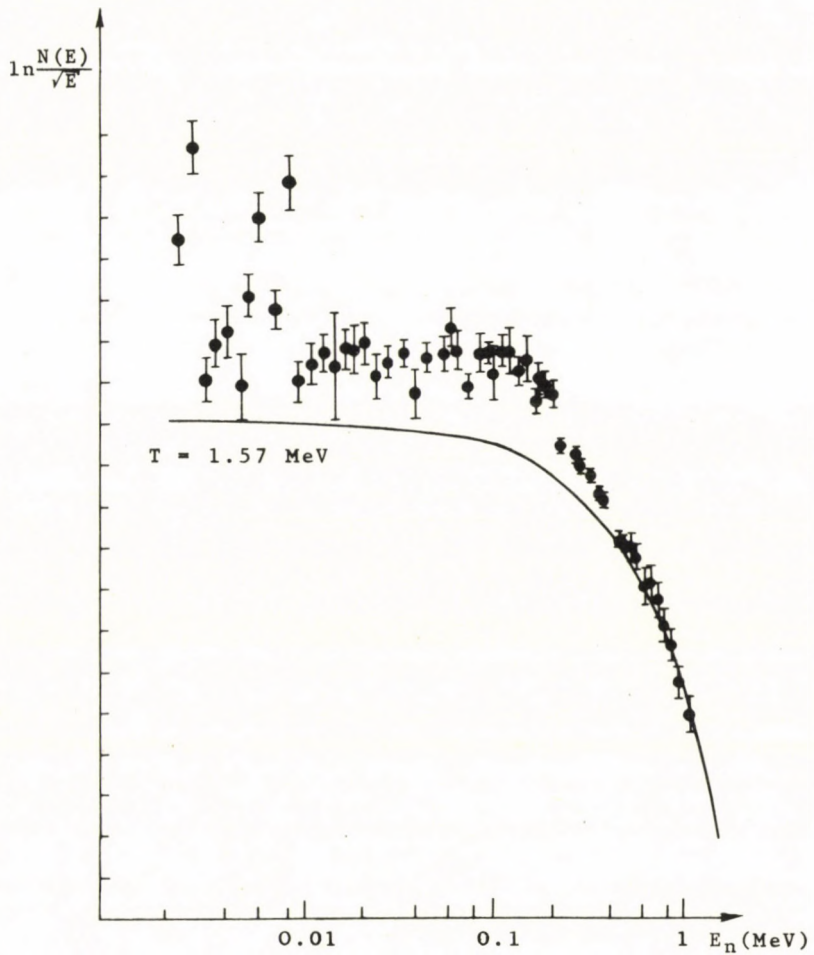


Fig. 4

Neutron energy spectrum of the spontaneous fission of ^{252}Cf in the range from 0,002 to 1 MeV. The solid curve is a Maxwellian distribution for parameter $T = 1,57 \text{ MeV}$ and well describes the experimental data available for energies above 0,5 MeV

2. JÉKI, L.: Phenomenological formula for (n,2n), (p,2n) and (p,3n) reaction cross-sections. KFKI-Report 71-8
3. JÉKI, L., KLUGE, Gy., LAJTAI, A.: Survey of measurements of the fission neutron spectrum of ^{252}Cf . KFKI-Report 71-9
4. JÉKI, L., KLUGE, Gy., LAJTAI, A.: Remarks on the existence of retarded neutrons in fission. KFKI-Report 71-35 and INDC-Report HUN-005/G
5. JÉKI, L., KLUGE, Gy., LAJTAI, A., DYACHENKO, P.P.*, KUZMINOV, B.D.*: Fission neutron spectrum of ^{252}Cf from 0.002 to 1 MeV. KFKI-Report 71-63
6. PÁLLA, G.: Small-angle scattering of neutrons by deformed nuclei. Phys. Letters, 25B, 477 (1971)
7. KLUGE, Gy.: Prompt fission neutron spectra. KFKI-Report 71-55
8. KLUGE, Gy.: On the emission of prompt fission neutrons. Physics Letters, 37B, 217 (1971)
9. GANGRSKII, Yu.P.*, NAGY, T., VINNAY, I., KOVÁCS, I.: Poluchenye spontanno delyashchikhsya izomerov urana, plutonya y ameritsya v reaktsiyakh s neytronami. Atomnaja Energia, 31, 156 (1971)
10. GANGRSKII, Yu.P.*, DALHSUREN, B.*, MARKOV, B.N.*, NAGY, T., LAJTAI, A., VINNAY, I., JÉKI, L., KLUGE, Gy.: Isledovanye spektrov gamma-luchey privodyashchikh k obrazovanyu spontanno delyashchevosya izomere ^{236}U . Report JINR, P-15-6147, Dubna, (1971)

D(n,np)n REACTION

T. Czibók, J. Kecskeméti

To study the deuteron break-up reaction induced by 14 MeV neutrons, an experimental arrangement was designed and built which allows the energy and angular distributions of one of the outgoing neutrons as well as the proton energy to be measured. The measuring geometry is expected to furnish considerably more information than is obtainable from reported measurements. Preliminary experiments have already been performed to establish the efficiency of the neutron detector and the response function of the proton detector.

ANALOGUE-ANTILOGUE TRANSITIONS

I. Szentpétery, J. Szűcs

Measurements were made to study the analogue-antianalogue M1 gamma transitions on nuclei belonging to the upper half of the 1f-2p shells. These transitions, which are especially intense in the 2s-1d shells, are known to be inhibited by several orders of magnitude in the lower half of the 1f-2p shells. It was found that, contrary to expecta-

* FEI, Obninsk, USSR

tion the $g_{9/2}$ isobar-analogue resonances arising on proton bombardment of $^{58,60,62}\text{Ni}$ and $^{64,66}\text{Zn}$ target nuclei show very intense magnetic dipole gamma transitions to their antianalogue states (Fig. 5).

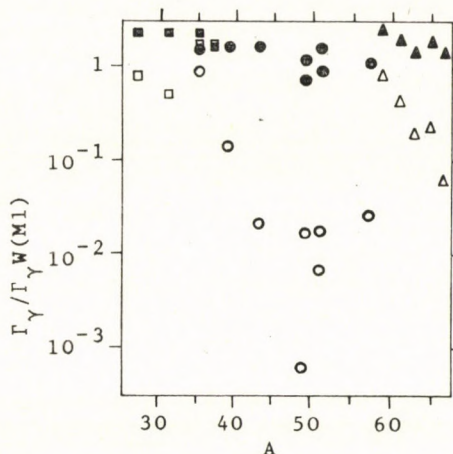


Fig. 5

Analogue to anti-analogue M1 transition strengths in Weisskopf units. Squares indicate $f_{7/2} \rightarrow g_{7/2}$ transitions; circles $p_{3/2} \rightarrow p_{3/2}$ transitions; triangles $g_{9/2} \rightarrow g_{9/2}$ transitions. The open signs are experimental values, filled signs are values for single-particle transitions with a spinless core calculated with Schmidt g -factors

PUBLICATIONS

1. SZENTPÉTERY, I., SZÜCS, JUDIT; M1 transition from $g_{9/2}$ analogue to anti-analogue state in the ^{59}Cu , ^{61}Cu , ^{65}Ga and ^{67}Ga nuclei. KFKI-Report 71-52
2. DEMETER, I., FODOR, ILONA, KESZTHELYI, L., SZÜCS, JUDIT, SZŐKEFALVINAGY, Z., VARGA, L., ZIMÁNYI, J.: Investigation of gamma-spectra of certain (p,γ) resonances. Act. Physica Hung., 30, 1 (1971)

(n,γ) REACTIONS

B. Kardón, I.B.A. Manuaba, I. Pintér, Z. Zámori

The gamma radiation emitted following thermal neutron capture by xenon of natural isotopic abundance was studied on solid XeF_2 . Energy and intensity were determined for 145 gamma transitions in the energy range 0.2 to 9.3 MeV. In natural xenon ^{129}Xe is responsible for 19%, ^{131}Xe for 80% of the neutron capture, thus the gamma radiation yields information about the decay scheme of ^{130}Xe and ^{132}Xe . All the energy levels of ^{130}Xe and ^{132}Xe are known from radioactive decay to be of positive parity. The energy spectrum of the measured gamma rays displays two very intense lines, one at 6467.5 ± 1 KeV, the other at 6380.1 ± 1 keV, which populate the ^{132}Xe levels at 2473 keV and 2560 keV, respectively. If these intense transitions are assumed to have an electric dipole character, the levels involved are found to be 3^- states. The investigations

are being continued in order to determine the spin of these levels by angular correlation measurements.

PUBLICATION

1. KARDON, B., MANUABA, I.B.A., GRÓZ, P.: Thermal neutron capture gamma-ray studies of natural xenon. KFKI-Report 71-46

HYPERFINE INTERACTIONS

I. Demeter, L. Keszthelyi, G. Mezei, Z. Szókefalvi-Nagy, L. Varga, Z. Zámori

The temperature dependence of the hyperfine field at W nuclei in $\text{Fe}_{0,95}\text{W}_{0,05}$ alloy was measured using the first excited states of ^{182}W (100 keV) and ^{184}W (110 keV). The integral rotation $\omega\tau = g \mu \text{H}\tau/\hbar$ of the angular distribution of the emitted gamma radiation was found to be the same within $\pm 6\%$ at the temperatures 115° , 210° and 303°K . The values obtained from the reported value of the internal field (630(12) kG) and Mössbauer effect data for the g-factors of the first excited levels in the two W isotopes were $g_{\text{hf}}(182) = 0,264/6/$ and

$g_{\text{hf}}(184) = 0,288/7/$. The average values measured in an external field are $g_{\text{ext}}(182) = 0.236/10/$ and $g_{\text{ext}}(184) = 0.276/10/$. The differences expressed in the form $g_{\text{hf}}/g_{\text{ext}} = 1 + \delta$ are $\delta(182) = + 0.12/5/$ and $\delta(184) = + 0.045/45/$ and they can be explained as due to the hyperfine anomaly.

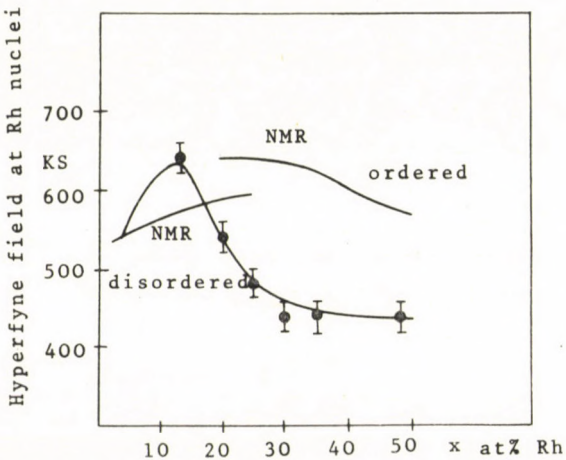


Fig. 6

Hyperfine magnetic field in Fe-Rh alloy as a function of Rh concentration

The concentration dependence of the hyperfine field at Rh nuclei in the Fe-Rh alloy system was studied by the same method as above. The measured hyperfine field was normalized to the value of 550 kG reported in the literature for the alloy with 3 at.% Rh. The concentration dependence is shown in Fig. 6, where the points are pres-

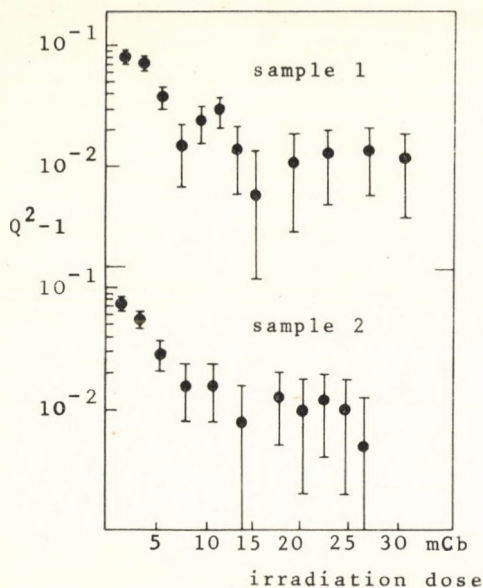


Fig. 7

The quantity (Q^2-1), which is proportional to the hyperfine magnetic field, as a function of the absorbed dose in $Fe_{51.5}Rh_{48.5}$ alloy

ent data and the solid line the NMR data. On the alloy with 48.5 at.% Rh content a dependence of the hyperfine field on the irradiation dose was observed (*Fig. 7*). This and the deviations apparent in *Fig. 6* can be explained as due to radiation damages.

The g-factors for the 298 and 360 keV levels of ^{103}Rh were determined from the measured data as $g(298) = 0.26/30$, $g(360) = 0.53/5$. These values cannot be explained in terms of the known nuclear models.

The angular correlation of the 72-134 keV gamma cascade of ^{187}Re was measured by Ge(Li) detector; the value of $A_2 = -0.006/2$ obtained from the experimental data is lower by an order of magnitude than the reported data.

PUBLICATIONS

1. CAMERON, J.A.* , GARDNER, P.R.* , KESZTHELYI, L. , PRESTWICH, W.V.* , ZÁMORI, Z. , SANTRY, D.C.*: Perturbed angular correlation study of Ta in Fe, Ni, Cu and Mg. Hyperfine interactions of excited nuclei. Ed. by G. Goldring and R. Kalish; Gordon and Breach, New York (1971) p. 99
2. CAMERON, J.A.* , GARDNER, P.R.* , PRESTWICH, W.V.* , ZÁMORI, Z. , SANTRY, D.C.**: Hyperfine field at ^{181}Ta nuclei in a nickel lattice. *Canad. J. Phys.*, **48**, 1725 (1971)
3. KESZTHELYI, L. , CAMERON, J.A.* , SANTRY, D.C.**: Larmor precession of the first rotational level of ^{181}Ta , *Canad. J. Phys.*, **49**, 2646 (1971)
4. CAMERON, J.A.* , ZÁMORI, Z.: B(E2) of the first 2^+ level of ^{150}Sm . *Canad. J. Phys.*, **49**, 2690 (1971)

* McMaster University, Hamilton, Canada

** Chalk River Nuclear Laboratories, Chalk River, Canada

STUDIES BY MÖSSBAUER TECHNIQUE

I. Dézsi, L. Keszthelyi, B. Molnár, D.L. Nagy

The structures of iron complexes in frozen solutions and the origin of the asymmetry in the lines of the FeCO_3 spectrum were studied by Mössbauer effect measurements. Simultaneous Mössbauer and differential thermogravimetric measurements on frozen $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2$ solutions dem-

onstrated directly a correlation between the changes of the Mössbauer pattern and the appearance of the thermal effects revealed by differential thermal analysis (*Fig. 8*).

It was shown that the Fe^{3+} ions in organo-iron complexes with molecules containing three Fe^{3+} ions have identical structures. This fact is of importance for the interpretation of intramolecular exchange reactions.

In the case of FeCO_3 , it was found that the anisotropy of the lattice vibrations is much less reflected by the Mössbauer spectrum than was believed in the light of the earlier measurements. A hitherto unobserved

phase transformation was identified in the crystalline hydrate $\text{FeBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

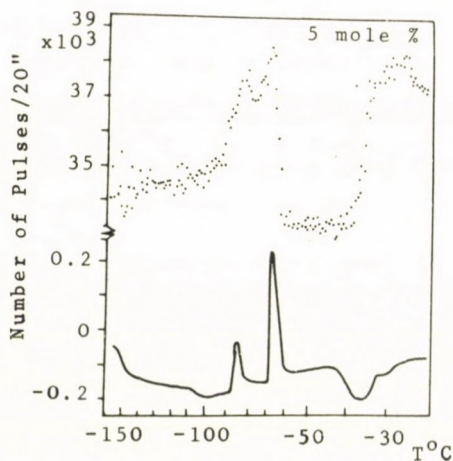


Fig. 8

DTA and zero-velocity Mössbauer absorption of 5 mole % $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2$ solution

PUBLICATIONS

1. CAMERON, J.A.*, GARDNER, P.R.*, KESZTHELYI, L., PRESTWICH, W.V.*: Dynamical effects on ^{181}Ir nuclei in ice. Proc. Conf. Appl. Mössbauer Effect (Tihany 1969). Ed. by I. Dézsi, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971, p. 613
2. CAMERON, J.A.*, KESZTHELYI, L., NAGY, G.***, KACSOH, L.**: Mössbauer effect of ferrous ions in cubic ice. Chem. Phys. Letters, 8, 628 (1971)
3. DÉZSI, I., OUSEPH, P.J.***, THOMAS, P.M.***: Mössbauer and thermoanalytical studies of ferrous chloride hydrates. Bull. Amer. Phys. Soc., 16, 23 (1971)

* McMaster University Hamilton, Canada

** Technical University, Budapest, HUNGARY

*** University of Louisville, USA

4. DÉZSI, I., OUSEPH, P.J.***, THOMAS, P.M.***: Mössbauer study of $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and its disintegration product. *Chem. Phys. Letters*, 9, 390 (1971)
5. DÉZSI, I., KULCSÁR, K., NAGY, D.L., PÓCS, L.: On the Mössbauer spectra of FeCO_3 (Siderite). *Proc. Conf. Appl. Mössbauer Effect (Tihany 1969)*. Ed. by I. Dézsi, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971, p. 247
6. THOMAS, P.M.***, SANDERS, M.***, DÉZSI, I., OUSEPH, P.J.***: Study of frozen solutions of ferrous compounds by Mössbauer effect and differential thermal analysis DTA. *Chem. Phys. Letters*, 11, 42 (1971)
7. CSER, L., GLADKIH, I.A., KESZTHELYI, L., NAGY, D.L., VINCZE, I.: Decomposition of the Mössbauer spectrum of magnetite at 4.2 °K. *Proc. Conf. Appl. Mössbauer Effect (Tihany 1969)*. Ed. by I. Dézsi, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971, p. 553

POSITRON ANNIHILATION

A. Ádám, D. Horváth, P. Hráskó, Zs. Kajcsos, Marianne Lábodi

The antiferromagnetic to ferromagnetic transformation of FeRh alloys observed by measuring the positron annihilation radiation can furnish experimental evidence for the validity of theories proposed to explain this transformation. The angular correlation of the two annihilation gamma rays was measured in both phases of the alloy. The non-significant difference between the two measured curves is inconsistent with Kouvel's assumption that the phase transformation is due primarily to a change in electron entropy.

TECHNICAL PROGRESS

ACCELERATORS

Gy. Berecz, G. Bürger, P. Gyalog, L. Királyhidi, E. Klopfer, P. Kostka, E. Pásztor, P. Riedl, J. Roósz, L. Vályi

The EG-2R pressurized Van de Graaff ion accelerator was operated for 3006 working hours in the period from January 1 to July 19, 1971. A He_4^+ ion source was completed and tested under operational conditions. It has already been employed in the accelerator for nuclear physics measurements. Developmental work on a He_4^{++} ion source was also completed.

University of Louisville, USA

A 6-ply flax-rubber belt and a natural silk-rubber belt of the same structure were fabricated as a part of the developmental work on the charging belt for the particle accelerator in cooperation with industry. The advanced technology applied in the manufacture has lent a better mechanical strength and a longer lifetime (over 700 working hours) to the belts.

A new water-cooled analyzing magnet with a 30 mm gap and a deflecting radius of 680 mm was built into the drift channel of the accelerator. This permits protons or He_4^{++} ions of maximum 19,4 MeV energy, deuterons of maximum 9,7 MeV and He_4^+ ions of maximum 4,85 MeV energy to be deflected. Two electrostatic beam-steering-plate pairs and a quadropole lens were mounted between the accelerator tube and the analyzing magnet. Rotating pin beam indicators were placed in ionoptically appropriate points of the beam path.

PUBLICATIONS

1. PÁSZTOR, E., KOSTKA, P., KLOPFER, E.: The new 5 MeV electrostatic ion accelerator at the Central Research Institute for Physics, Budapest, Hungary. 1971 Particle Accelerator Conference, Accelerator Engineering and Technology, Chicago, March 1-3, IEEE Transactions on Nucl. Sci. Vol. N5-18, 82 (1971)
2. GOMBOS, P.: Investigations on the high frequency ion source of the 5 MeV Van de Graaff generator. KFKI-Report 71-17

ELECTRONICS

Gy. Kozma, L. Lohonyai, D. Placher, Gy. Serény, L. Szabó, M. Bodonhelyi, L. Vereba, A. Zarándy

In 1971 the electronics shop built 123 new units of the modular nuclear instrument family. The expansion of this family of 17 instruments was continued by adding seven new types (a 3 kV, max. 10 mA, $2 \cdot 10^{-4}$ stability high voltage power supply; a 10 MHz 6-decade counter with integrated circuits, etc.). At present the upgrading of the instrument family by means of integrated circuits is in progress.

Special efforts were concentrated on the development of nanosecond measuring set-ups and high-precision energy (amplitude) measuring systems. The parameters of these equipments match the highest standards.

MEASURING CENTRES

Measuring centres were completed for the EG-2R Van de Graaff generator and the NG-200 neutron generator of the Laboratory by adding TPA-type small computers to the existing analyzer modular-nuclear electronic equipment. These computers are provided both with the conventional peripherals (Teletype, Reader, Puncher) and with analog-digital converters, autonomous displays, as well as real-time clocks. One of them has in addition an incremental plotter, the other an incremental tape recorder. Programs were written to permit the on-line operation of both computers in control and analysis of nuclear reaction experiments.

EXTERNAL RELATIONS

LECTURES BY VISITING SCIENTISTS

- | | |
|---------------|---|
| G. Alaga | (Institute Ruder Boskovic, Zagreb)
Vibrational states of even-odd nuclei. |
| B. Antolkovic | (Institute Ruder Boskovic, Zagreb)
Investigation of break-up reactions by photoemulsion. |
| B. Baldin | (Joint Institute for Nuclear Research, Dubna)
Nuclear physics research with high energy protons. |
| Yu. Belyayev | (Kurchatov Institute of Atomic Energy, Moscow)
Nuclear reactions induced by Li ions. |
| L. Fonda | (International Centre for Theoretical Physics, Trieste)
S-matrix poles and the resonances. |
| Yu. Gangrskii | (Joint Institute for Nuclear Research, Dubna)
Nuclear fission studies. |
| W.M. Gibson | (Bell Telephone Laboratories, Murray Hill)
Investigations connected with the channel effect. |
| R.H. Herber | (Rutgers University, New Brunswick)
Chemical application of the Mössbauer effect. |
| P.E. Hodgson | (Oxford University)
The shell model potential of bound single particle states. |

- I. Ilakovac (Institute Ruder Boskovic, Zagreb)
Higher order electromagnetic transitions.
- I. Kulisic (Institute Ruder Boskovic, Zagreb)
Proton-alpha reactions.
- K.V. Laurikainen (Research Institute for Theoretical Physics,
University of Helsinki)
Physical research in Finland.
- H.D. Lemmel (International Atomic Energy Authority, Vienna)
Activities of the Nuclear Data Group of the Agency.
- V. Lopac (Institute Ruder Boskovic, Zagreb)
Vibrational states of even-even nuclei.
- J.W. Mayer (California Institute of Technology, Pasadena)
Measurement of surface layer properties by back-scattering method.
- V.A. Minejev (Joint Institute for Nuclear Research, Dubna)
Production of light nuclei with excess neutrons.
- F. Rendic (Institute Ruder Boskovic, Zagreb)
Study of nuclear reactions by neutron time-of-flight technique.
- G. Ripka (International Centre for Theoretical Physics, Trieste)
Hartree-Fock calculations for deformed nuclei.
- P. Thomas (Institute Ruder Boskovic, Zagreb)
Topics of experimental nuclear physics in the Zagreb research institute.
- J.C. Walker (The Johns Hopkins University, Baltimore)
Mössbauer studies at the Johns Hopkins University.

CONFERENCES

Symposium on the Nuclear Three-Body Problem and Related Topics,
Budapest, July 8-11, 1971

STUDY TOURS AND TEMPORARY APPOINTMENTS ABROAD

P. Beregi	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, USSR	2 years
I. Fodor	Centre d'études de Recherches Nucléaires, Saclay, France	1 years
G. Hrehuss	Kernforschungsanlage, Jülich, FRG	2 years
P. Koncz	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, USSR	2 years
P. Kostka	Technische Hochschule, München, FRG	1 years
T. Nagy	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, USSR	3 years
G. Pállá	University of Hamburg, Hamburg, FRG	14 months
Gy. Páris	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, USSR	4 years
L. Pócs	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, USSR	2 years
J. Révai	Centre d'Études de Recherches Nucléaires, Saclay, France	2 years
Z. Seres	Kernforschungsanlage, Jülich, FRG	2 years
I. Szentpétery	Niels Bohr Institute, Copenhagen, Denmark	1 year
Z. Szőkefalvi-Nagy	University of Uppsala, Uppsala, Sweden	4 months
J. Szücs	University of Oxford, Oxford, England	6 month

GUEST RESEARCHES

J.A. Cameron	McMaster University, Hamilton, Canada	6 month
P. Kemény	Institute of Atomic Physics, Bucharest, Romania	1 year
A. Sanad	University of Cairo, Egypt	4 years
A.O. Shaker	University of Cairo, Egypt	1 year

DISSERTATIONS

- A. Ádám: Experimental investigations with 14 MeV neutrons
(for the degree of Doctor of Physical Sciences)
- D. Dolinszky: Fundamentals of nuclear reaction dynamics
(for the degree of Candidate of Physical Sciences)
- G. Györgyi: Dynamical symmetries. The $-1/r$ potential
(for the degree of Doctor of Physical Sciences)
- I. Lovas: Resonance phenomena in nuclear reactions
(for the Degree of Doctor of Physical Sciences)
- G. Pálla: Investigation of elastic scattering of neutrons on heavy nuclei
(for the degree of Candidate of Physical Sciences)

PHYSICAL OPTICS DEPARTMENT

Physico-optical research, that is the study of fundamental physical problems by optical methods, was one of the fields in which the Institute began its activities. The first problem to be tackled was that of the extent to which wave-particle dualism of light, which is the basis of quantum mechanics, can be regarded as being confirmed by experimental evidence. Experiments performed with a Michelson interferometer to examine the wave properties were unable to detect any change in the interferometer fringe pattern even at extremely low intensities. Studies of the complementary particle properties of light led to investigation of the fluctuations of the intensity of light. These fluctuations are governed essentially by two major factors: the processes within the light-emitting source and the optical system outside the light source, including the detection processes (photoeffect).

The study of the internal processes in the light source initiated a long-term research programme, which resulted in measurement of the fine structure of the hydrogen spectrum for purposes of comparison with structure predicted by theory, and study of excitation mechanism and life-times of excited states in atoms.

Investigation of the optical system was directed to study of the coherence of light beams in time and space. Linearity of the photoeffect was observed even at very low light intensities and with short light pulses. The latter experiments were repeated recently with lasers.

The advent of lasers provided a new tool and far-reaching new possibilities. In experiments with high-intensity solid state lasers, the non-linear photoeffect

and multiphoton photoionization from excited atomic states were demonstrated directly. Alongside this, the necessity to solve a number of practical problems stimulated intensive work on the construction of lasers, which has resulted in the development of reliable lasers with well defined technical parameters that are now being utilized or explored in measuring techniques, geodesy and recently as possible media for information storage.

RESULTS

NONLINEAR PHOTOEFFECT

G. Farkas, Z. Horváth, I. Kertész

The successful demonstration of the multi-photon photoeffect in the earliest laser experiments prompted study of this effect under pure conditions where masking effects do not arise. This was made possible by application of the mode-locking technique to synchronize the phases of the randomly oscillating modes and so produce a train of uniformly spaced, ultrashort (10^{-12} sec) light pulses of extremely high intensity ($1 \div 10$ GW). With pulses of such short duration, interference from lower order processes, such as thermionic emission, becomes negligible, while the high intensities attainable permit the effect to be investigated in a much higher range of power densities (~ 1 GW/cm²). Since the multiphoton effects are coherence dependent, a further advantage of the mode-locked pulse trains is the negligible change in the coherence from pulse to pulse as compared with the much less favourable coherence properties of giant-pulse lasers.

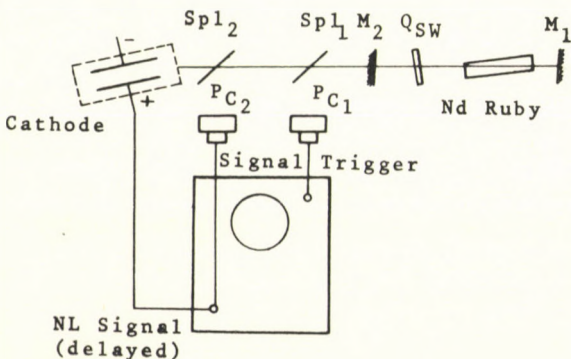


Fig. 1

Measuring arrangement for the nonlinear electron emission experiment

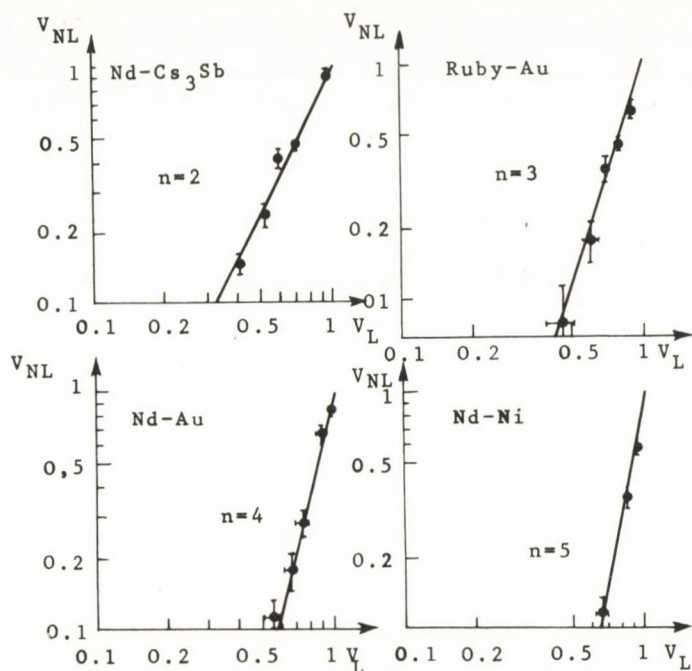
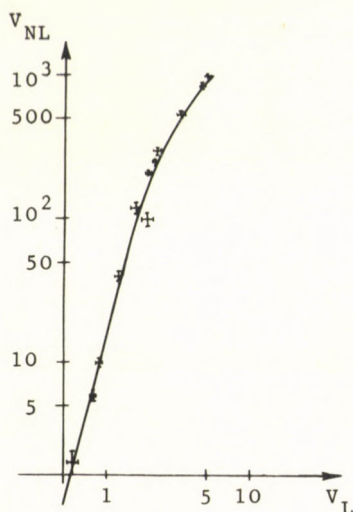


Fig. 2

Intensity curves for photoeffects of order $n = 2, 3, 4$ or 5

- | | |
|-------------------------------|-----------|
| a) Nd laser - Cs_3Sb target | ($n=2$) |
| b) Ruby laser - Au target | ($n=3$) |
| c) Nd laser - Au target | ($n=4$) |
| d) Nd laser - Ni target | ($n=5$) |

The measuring arrangement is shown in Fig. 1. Mode-locked trains of pulses spaced at 33 nsec intervals were produced in the about 5 m long laser resonator. The linear signal was given by a fast-rise photodiode. The results obtained for Cs_3Sb , Au and Ni targets with a Nd^{3+} and ruby laser are shown in Fig. 2. It has to be noted that most measurements showed the asymmetry between the leading and trailing edges of the laser pulse train that can be seen in the figure; that is, the linear signals of identical magnitudes observed in the different edges are accompanied by nonlinear signals of different magnitudes, which indicates a continuous change in the length of the individual pulses within the mode-locked train. As the intensity is increased, the dependence of the electron current on laser intensity, as measured on a carefully polished gold target, undergoes a change at about 5 GW (Fig. 3). This seems to be due to the fact that at such high intensities a fraction of the electrons comes to be emitted by tunnel effect. The measured



data essentially agree with those predicted theoretically for the transition region between the multiphoton photoeffect and the tunnel effect.

Fig. 3

Intensity dependence of nonlinear electron emission at extremely high ($\sim 10 \text{ GW cm}^2$) light intensities. Transition from the multiphoton photoeffect to field emission

PUBLICATIONS

1. FARKAS, Gy., HORVÁTH, Z.Gy., KERTÉSZ, I., KISS, G.: Nonlinear photoelectric electron emission induced by picosecond mode-locked laser pulses. *Lett. al Nuovo Cim.*, 1, 314 (1971)
2. FARKAS, Gy., MAINFRAY*, G., THEBAULT, J.*: Production et mesure d'une impulsion de quelques centaines de picosecondes issue d'un laser à modes synchronisés. *Rev. Phys. Appl.*, 6, 329 (1971)

MULTI-PHOTON PHOTOIONIZATION

J. Bakos. A. Kiss, Gy. Rubin

Studies of nonlinear photoionization from excited atomic states performed in collaboration with Soviet colleagues at the Lebedev Institute, Moscow have been continued at home in investigations of multiphoton-ionization from metastable helium states by the use of a ruby laser. It was found, surprisingly, that, contrary to the theory which predicts ionization cross sections from the singlet state about three orders of magnitude greater than those from the triplet state, the results definitely showed the ionization to take place from the triplet state. To investigate this deviation more closely, experiments with a Nd laser were performed. In this case the ionization of the singlet

* Service de Physique Atomique, CERN-Saclay, France

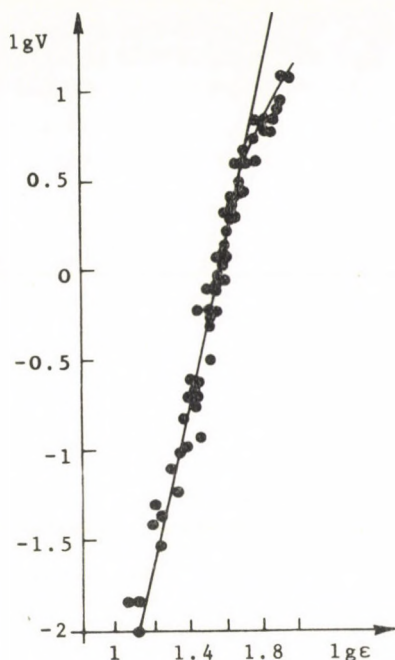


Fig. 4

Intensity dependence of multiphoton photoionization in the Nd-laser induced ionization from metastable helium

PUBLICATIONS

1. ARSLANBEKOV, T.U.* , BAKOS, J., KISS, Á., NAGAEVA, N.L.* , PETROSIAN, K.B.** , RÓZSA, K.: Multiphoton ionization of the excited helium atoms. Conf. on Phenomena in Ionized Gases. Oxford. 1971. Contributed Papers. Ed. by T.N. Franklin. Donald Parsons Co. Ltd. Oxford, 1971. p. 43
2. ARSLANBEKOV, T.U.* , BAKOS, J., KISS, A., NAGAEVA, N.L.* , PETROSIAN, K.B.** , RÓZSA, K.: Mnogofotonnaya ionizatsiya vzbuzhdennoy atoma geliya, Moscow, FIAN preprint No 64. (1971)

COLLISIONS OF SECOND KIND

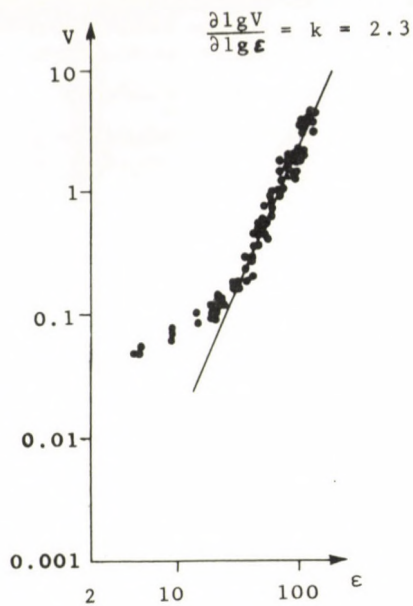
J. Bakos, A. Kiss, Zsuzsa Sörlei, J. Szigeti

The concentration of excited states in gas depends on the electron excitation, on the lifetimes of the excited states and the colli-

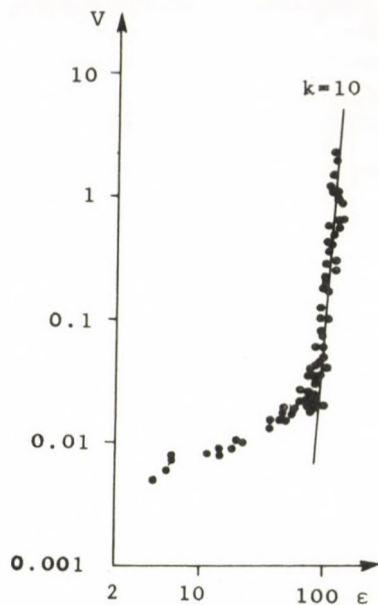
* P.N. Lebedev Physical Institute, Academy of Sciences the USSR, Moscow

** Research Institute for Physics, Armenian SSR Academy of Sciences, Erevan

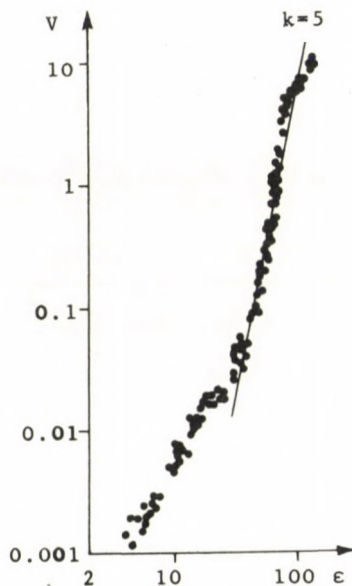
metastable state requires the energy of four, ionization of the triplet state that of five, photons. The findings verified here too that multi-photon ionization occurs from the triplet metastable state (*Fig. 4*). The discrepancy between the theory and the experimental data can be explained by a more thorough consideration of atomic structure. On irradiation with Nd laser, resonances take place at the higher principal quantum numbers. In a strong electromagnetic field, owing to the Stark effect, these resonances can substantially affect the dependence of non-linear ionization probability on laser intensity. The influence of the resonances can be well observed by tuning the laser frequency (*Fig. 5*).



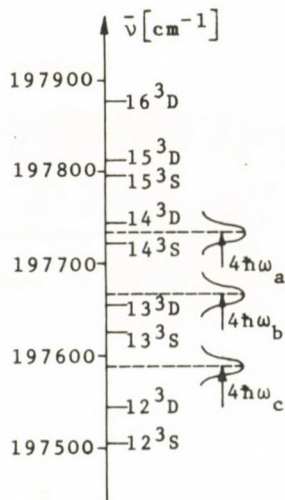
a.



b.



c.



d.

Fig. 5

The role of resonances in multiphoton ionization
 a, b, c : Intensity dependence of the number of ions
 at different laser wavelengths

d : relative positions of the energy of the Nd laser
 and the levels in the cases a, b, c.

sions of second kind between the excited atoms. The electron excitation cross section and the lifetimes of the excited states in helium are reliably known from reported data, but only some selection rules /resonance characteristics, spin conservation/ are known about the collisions of second kind. Moreover, the discrepant results of the reported measurements, usually made by indirect methods, have even renewed the controversy over the validity of Wigner's spin conservation rule. In the case of helium this rule prohibits the process



which means that a helium atom in the singlet excited state cannot be brought by collision to a triplet excited state. To clarify this problem, measurements were performed on excited helium gas using a method developed at the laboratory. Essentially the technique is the following: metastable He atoms are produced by pulsed excitation in a gas discharge tube, then optically pumped from the metastable into the measured excited state. About 50 μsec after termination of the exciting pulse the tube contains only He atoms in the ground and metastable states, so that the process under investigation can be analyzed under relatively pure conditions. The collision cross

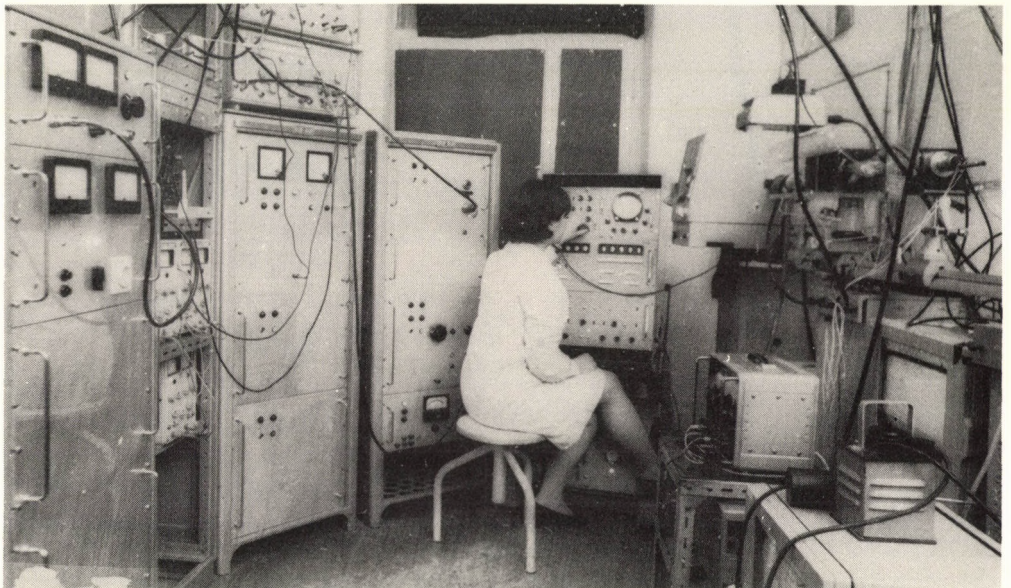


Fig. 6

Measuring arrangement for collisions of second kind

sections for singlet-singlet and singlet-triplet transitions were measured as

$$\begin{aligned}
 Q(3^1P-3^1D) &= 14.10^{-16} \text{ cm}^2 & Q(3^1P-3^3D) &= 0.026.10^{-16} \text{ cm}^2 \\
 Q(4^1P-4^1D) &= 25,5.10^{-16} \text{ cm}^2 & Q(4^1P-4^3D) &= 40.5.10^{-16} \text{ cm}^2 \\
 Q(5^1P-5^1D) &= 44,2.10^{-16} \text{ cm}^2 & Q(5^1P-5^3D) &= 175.10^{-16} \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

The measured values show that the Wigner spin conservation rule holds for low principal quantum numbers but its validity appreciably decreases as the principal quantum number increases. This observation is consistent with the fact that LS-coupling gets weaker as the spin-orbit interaction strengthens with increasing principal quantum numbers, while the spin conservation rule holds only in strictly LS-coupled systems (*Fig. 6*).

PUBLICATIONS

1. BAKOS, J., KISS, Á., SÖRLEI, Zs., SZIGETI, J.: Dependence of cross-sections for collisions of second kind in helium on different experimental parameters. VII. ICPEAC Conference on Electronic and Atomic Collisions Amsterdam, 1971. Ed. by N.L. Bramscomb et.al., North Holland Pub. Co. Amsterdam, 1971. p. 613.

He-Cd LASER

L. Csillag, M. Jánossy, K. Rózsa

After the first reports of the discovery of the He-Cd laser, which emits continuous light at 4416 \AA wavelength, an experimental a.c. excited He-Cd laser was built. In experiments with this laser the interesting observation was made that with increasing discharge tube current the laser intensity first increases up to saturation (*Fig. 7*) and then, after a critical current density is reached, increases again. It is usually assumed that the excitation of the laser transition of the Cd ion at a wavelength of 4416 \AA is due to a Penning ionizing collision process between metastable He atoms and the ground state Cd atom which results in ionization of the latter and excitation to the upper laser level in a single step. The above-mentioned current dependence of laser power, however, cannot be explained by this theory. A detailed analysis of the experimental data suggests that the Penning-type ionization actually dominates only in the range of low current densities, while the excitation above the critical current is due to collision between electrons and ground state Cd ions,

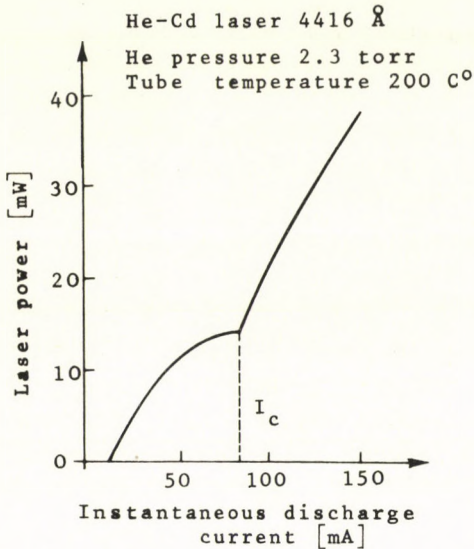


Fig. 7

Dependence of the output power of the a.c. (50 Hz) excited He-Cd laser on the instantaneous discharge current

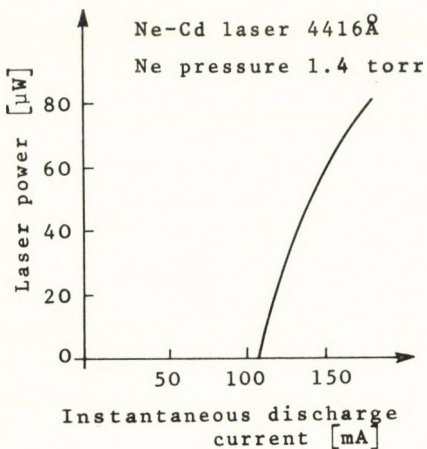


Fig. 8

Dependence of the output power of the a.c. (50 Hz) excited Ne-Cd laser on the instantaneous discharge current

the majority of which is produced by Penning-type ionization.

This excitation mechanism was indirectly confirmed by experiments with the Ne-Cd laser of 4416 Å wavelength. In the power versus current curve of this laser (see Fig. 8), the first excitation segment in the low current range cannot be observed, since the energy of metastable Ne atoms is insufficient for the excitation of the upper laser level by direct Penning-type ionization. The laser power dependence at high currents is similar to that observed for He-Cd laser in the same range of currents and is due to the collision with electrons.

The theory formulated from the assumed excitation mechanism explains the dependence of the critical current on He pressure and Cd concentration and reveals the importance of He and Ne gas pressure when it comes to choosing the optimum electron temperature for excitation of the 4416 Å wavelength laser transition of Cd ions by electronic collisions. The He and Ne gas pressures predicted from the theory were found to be in good agreement with the experimental data.

For scientific measurements and other practical purposes, a d.c. excited He-Cd laser was developed which yields a continuous laser output of 50 mW. In this, the following principle is utilized: Cd

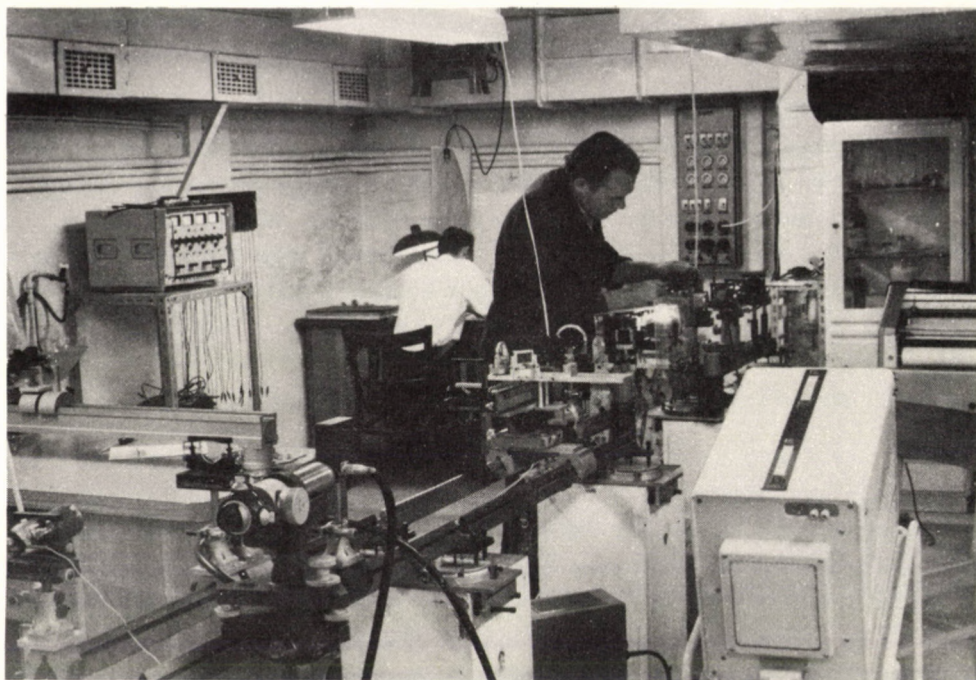


Fig. 9

Part of the Laser Physics Laboratory

metal is evaporated from a small furnace mounted at one end of the discharge tube. The Cd atoms entering the gas discharge are ionized and the electric field induced along the discharge tube drives the ions across the discharge tube. In this way a uniform Cd concentration can be obtained in the tube by cathaphoresis, while the tube is kept sufficiently warm by the current to prevent Cd condensation.

PUBLICATION

1. CSILLAG, L., ITAGI, V.V.* , JÁNOSY, M., RÓZSA, K.: Laser oscillation at 4416 Å in a Ne-Cd discharge. *Phys. Letters*, 34A, 110 (1971)

*

Marathwada University, Aurangabad, India

OPTICAL MEMORIES

G. Kiss, J. Rónaky, P. Varga, Cs. Zakar

Several theoretical and experimental problems of information storage by holography are currently being considered. The aim is to develop a holographic technique which will provide means and methods for further optical memory research. The efforts so far have been concerned with the holographic qualification of the ORWO LP2 and LP3 and the Gawaert Agfa Scientia 8E75 photographic plates, the introduction of an appropriate technique for the development of amplitude and phase holograms, the preparation of holograms and their evaluation from a regular 64 x 64 element checker board.

The first task was to design and build equipment for the holographic qualification and development of photographic plates. The grading equipment fixes the interference pattern between two plane waves. The number of interference lines per mm is altered by modifying the angle between the two beams, while the depth of intensity modulation of the lines is varied by changing the relative intensities of the beams. The holograms are exposed on the different photographic plates with different exposure times. The diffraction efficiency in the different orders is then measured when the amplitude and phase holograms thus obtained are reconstructed. The development system reproducibly develops the amplitude and phase holograms at stabilized temperature in a vertically arranged plate holder by mixing with bubbling nitrogen.

The second task was the preparation of amplitude and phase holograms from a regular checker board. In order to ensure vibration-free conditions, work is carried out in a laboratory built on a rock surface 10 meter underground. The true and reconstructed pictures are displayed and compared by means of an image converter and a monitor.

TECHNICAL DEVELOPMENT

OPTICAL THIN LAYERS

A. Lutter

Optical thin layers are needed for mirrors and filters utilized in quantum electronical experiments. The technology of producing extremely high stability dielectric thin layers was elaborated in order to provide the solid state lasers with mirrors that can be used at light power densities up to several GW/cm^2 .

LASER SYNCHRONIZING ELECTRONICS

Judit Kántor (Electronics Department), Gy. Rubin

A synchronizing equipment was developed for rotating prism Q-switched lasers. This permits instruments operating with the laser to be controlled in 1 μ sec steps on a time axis of $\pm 0,25$ usec accuracy in the range of ± 1 msec before and after the appearance of the laser pulse.

EXTERNAL RELATIONS

LECTURES GIVEN BY VISITORS FROM ABROAD

L. Krause	(Windsor, Canada)	Inelastic collisions of excited atoms at thermal energies
R. Petit	(Marseille)	Optical gratings
F.V. Bunkin	(Moscow)	Vynuzhdennoye komtonovskoye rasseyaniye
G.A. Delone	(Moscow)	Mnogofotonnaya ionizatsiya atomov
V. Arutyunyan	(Jerevan)	Vzaimodeistviye sobodnykh elektronov s silnom elektromagnitnym polyem

GUEST RESEARCHERS

V.V. Itagi	Marathwada University, Aurangabad	6 months
K.B. Petrosian	Research Institute for Physics, Armenia SSR Academy of Sciences, Erevan	3 months
E.S. Sarkisian	Research Institute for Physics, Armenian SSR Academy of Sciences, Erevan	3 months

Yu. Nechaev	P.N. Lebedev Physical Institute, Moscow	3 months
Dang Thi Nga	Hanoi University, North Vietnam	3 years
Le Van Tang	Hanoi University, North Vietnam	3 years

STUDY TOURS

Gy. Nagy	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, USSR	2 years
J. Szigeti	Leningrad University, USSR	2 years
Gy. Farkas	Commissariat à l'Energie Atomique Centre d'Etudes Nucléaires Saclay, France	1 year

SOLID STATE PHYSICS DEPARTMENT

Solid state physics research has been going on in the Institute now for almost twenty years.

The Laboratory for Magnetism established in 1953 determined for a long time the scope of the magnetic investigations carried out in the Institute. The research activities were centred above all on studies by classical magnetic measurements and magnetic resonance techniques of magnetization processes and phase transformations in magnetic materials and ordering phenomena.

The installation of the research reactor in 1959 considerably increased the capacity and potentiality of solid state physics investigations. The application of neutron physical methods to solid state research started in the Neutron Physics Department. Besides reactor physical investigations (neutron slowing down, testing of moderator materials) the adoption of neutron physical methods (neutron diffraction, neutron scattering experiments) in magnetic research gained increasing importance.

In 1959 the two departments mentioned above were merged to form the Solid State Physics Laboratory, now the Solid State Physics Department. The research activities of the Laboratory were at first devoted mainly to the theoretical and experimental investigation of phase transformations, magnetic structures and ordering processes. The magnetic studies were soon extended to problems in pure metals and dilute alloys. The new experimental techniques adopted by the Laboratory—nuclear magnetic resonance, measurement of transport properties, application of Mössbauer effect—and the intense basic

research has led to internationally acknowledged results in the interpretation of second-order phase transformations, electric and magnetic properties of dilute alloys and in the theory accounting for the effects of impurity atoms in metals.

The Laboratory's technical staff has contributed substantially to the experimental results by the construction of special equipment, electronic instruments, preparation of samples and in implementing the low-temperature techniques required for up-to-date solid state research.

The Laboratory has also devoted efforts to the field of applied research. In 1967 investigations were started on soft magnetic alloys as copper- and aluminium-based alloys. Since 1969 much work has been done towards the exploration of computer memory materials.

RESULTS

THEORETICAL SOLID STATE PHYSICS

P. Fazekas, Cs. Hargitai, J. Kollár, N. Menyhárd, E. Praveczy, G. Solt, J. Sólyom, I. Túttó, A. Zawadowski

The theoreticians are engaged in the mapping and understanding of the new fields of solid state physics to gauge the possibilities and necessity of extending the present scope of experimentation. The main topics at present are theories of magnetism, dilute alloys and phase transformation.

Magnetite undergoes a metal to non-metal transformation at $T = 119$ °K under atmospheric pressure, but as the pressure is raised the transformation temperature shifts to increasingly lower values. The transformation under high pressure was investigated as an extrapolation at $T = 0$ °K and the phenomenon was attributed to Wigner electron crystal formation due to electron-electron interaction.

In dilute magnetic alloys the amplitudes of the charge density oscillations arising around the impurity at low temperatures display a characteristic temperature dependence of the form $1 - \frac{T^2}{\Theta^2}$, where Θ denotes the spin fluctuation temperature. The experimental data have

been successfully interpreted in the framework of the localized spin fluctuations model.

The experimental values of cohesive energy, atomic volume and compressibility vary in a similar way with the atomic number in all three transition metal periods, with characteristic extrema occurring around the middle of each period. These tendencies were explained with the help of simple band models for the s and d electrons.

Phonon-phonon interaction leads to a departure of the Debye-Waller factor exponent from the usual k^2 behaviour. Investigation of the temperature dependence of the k^4 term of the expansion for NaCl provided a means of interpreting the results of a new measurement utilizing Mössbauer diffraction, and of estimating the value of the anharmonicity parameter.

Neutron scattering experiments on solid ^4He reveal an anomalous phonon branch. It was demonstrated that the anomaly can be attributed to the markedly anharmonic nature of helium lattice vibrations. The phonon-phonon interaction brought about by the anharmonicity can lead to a two-phonon bound state which, through hybridization with single phonon states, appears in the neutron scattering spectrum.

Raman scattering experiments on superfluid ^4He permit the temperature dependence of roton lifetimes to be determined by measuring the width of the maximum corresponding to the two-roton bound state. An interpretation of the lifetime of rotons was given by taking into consideration the interactions of rotons with one another and with other elementary excitons.

Investigation of one-dimensional superconductivity has been prompted by the idea of possible superconduction at room temperature. Bychkov, Gorkov and Dzhshaloshinskiy have concluded from parquet-type diagrams that the superconductive transition can also take place in one-dimensional systems. The same result was obtained in the Department by applying the Lie equation of the renormalization group and evaluating the infinitesimal generator up to the second order of the perturbation calculation.

PUBLICATIONS

1. GRÜNER, G., HARGITAI, C.: Temperature dependence of the charge oscillation around nearly magnetic impurities. Phys. Rev. Letters, 26, 772 (1971)

2. KOLLÁR, J., SOLT, G.: On the variation of the cohesive properties within a transition metal series. KFKI-Report 71-15
3. BUTT, N.M., SOLT, G.: Anharmonic non-Gaussian contribution to the Debye-Waller factor for NaCl. *Acta Cryst.*, **A27**, 238 (1971)
4. MEZEI, F., ZAWADOWSKI, A.: Kinematic change in the conduction electron density of states due to impurity scattering I. *Phys. Rev.*, **3B**, 167 (1971)
5. MEZEI, F., ZAWADOWSKI, A.: Kinematic change in the conduction electron density of states due to impurity scattering II. *Phys. Rev.*, **3B**, 3127 (1971)
6. MENYHÁRD, N., SÓLYOM, J., ZAWADOWSKI, A.: Effect of the s-d interaction on the spin lattice relaxation. *Phys. Rev.*, **3B**, 113 (1971)
7. SCOTT, J.F.*, DAMEN, T.C.*, ZAWADOWSKI, A.: Plasmon-Phonon Interference in CdS. *Phys. Rev.*, **3B**, 1295 (1971)
8. RUVALDS, J.*, ZAWADOWSKI, A.: Resonance of two phonons from different branches. *Solid State Commun.*, **9**, 129 (1971)

MAGNETIC STRUCTURES AND PHASE TRANSFORMATIONS

M.P. Horváth, G. Kádár, E. Koszó-Kisdi, E. Krén, I. Nagy, L. Pál,
P. Tarnóczy, G. Zimmer, É. Zsoldos

The Magnetism Group is concerned with studies of magnetic structures and phase transformations, research of atomic and magnetic ordering interactions. Another research theme encompasses the magnetic properties of some computer memory types (e.g. bubble memories). Equipment is available for measurement of the static and dynamic magnetic properties of a large variety of materials over a wide range of temperatures. The transformations of magnetic and crystal lattice structures in ordered alloys are studied by neutron diffraction and x-ray diffraction measurements.

The magnetic and crystal structures of the Mn-Pt system were studied by following the concentration and temperature dependence of the observed phase transformations. A complete magnetic phase diagram was constructed.

The phase diagram of the Mn-Pt system constructed from the experimental data is shown in *Fig. 2*. The intermetallic compounds Mn_3Pt and $MnPt_3$ have a Cu_3Au -type, while $MnPt$ has a tetragonal $CuAu$ -type structure. *Figs. 3 and 4* show the theoretically allowed magnetic structures in Cu_3Au and $CuAu$ types of crystal structures; the stability ranges of the actually formed magnetic structures can be seen in *Fig. 2*.

* University of Virginia, Charlottesville, USA

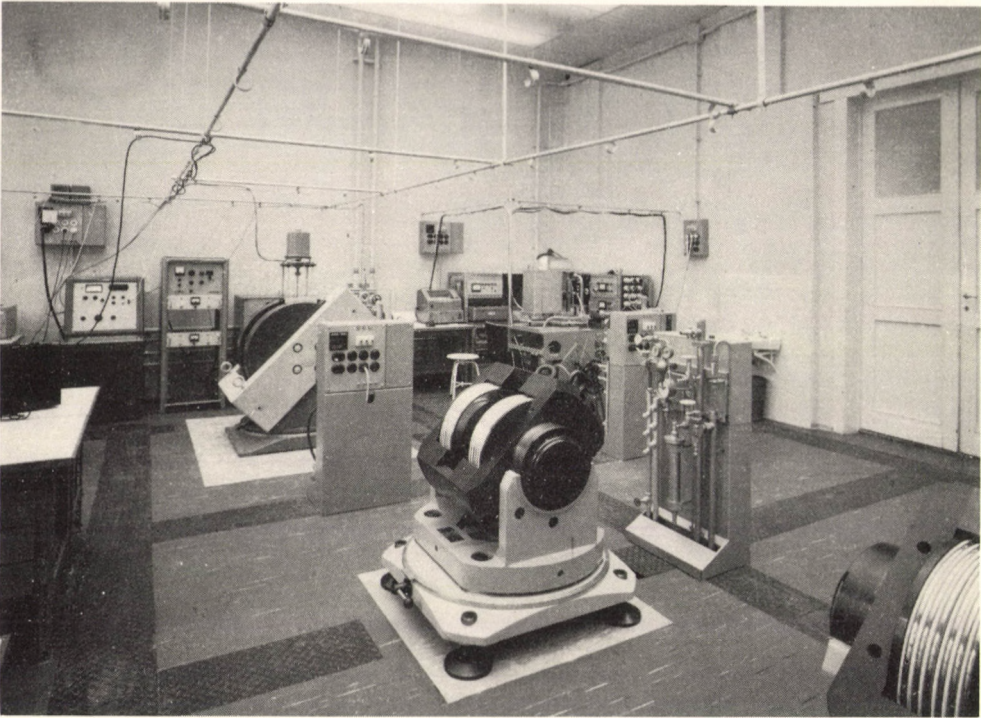


Fig. 1

Magnetics Laboratory

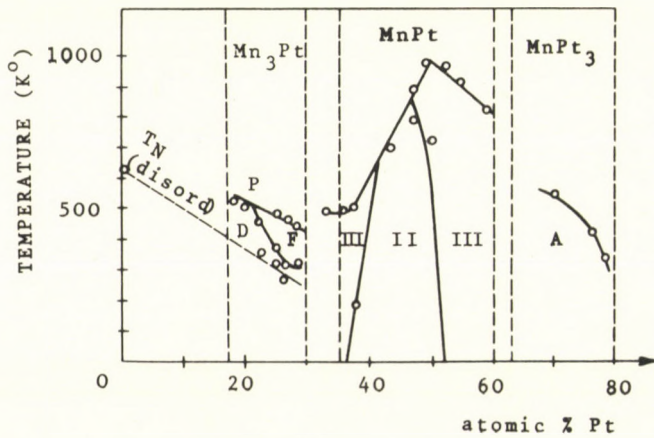


Fig. 2

Phase diagram of the Mn-Pt system

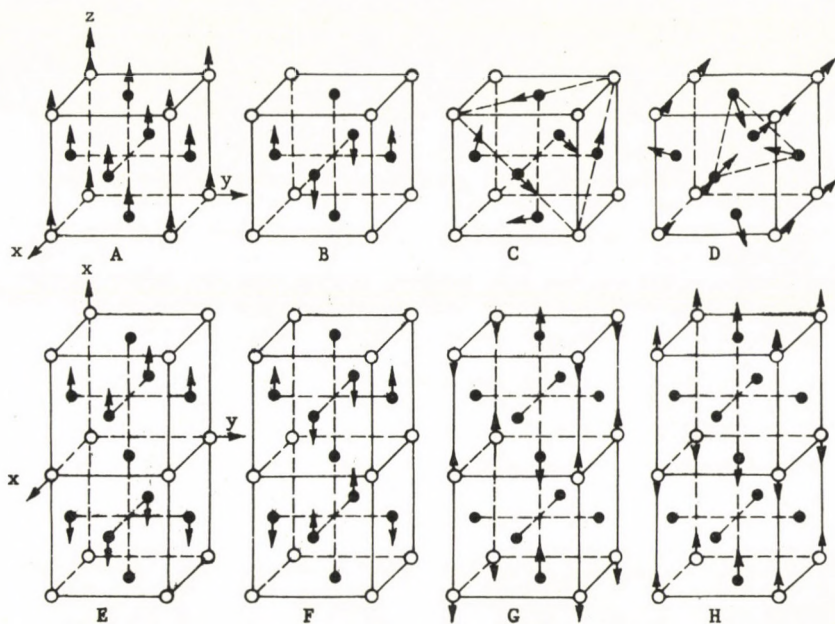


Fig. 3

Magnetic structures allowed in Cu_3Au -type crystal lattice

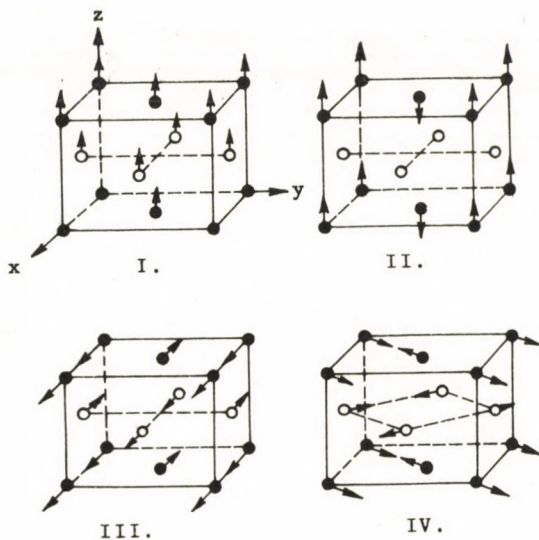


Fig. 4

Magnetic structures allowed in CuAu type crystal lattice

For the determination of the complete magnetic and crystal structure phase diagram of the Mn-Pd system the effects of ordering and heat treatments on the magnetic structure were studied and several new intermetallic compounds and magnetic transformations not yet reported were observed.

While investigating the crystal structure of the intermetallic compounds Mn_3Ge and Mn_3Ga , it was found that the hexagonal phase stable at high temperatures transforms to a tetragonal structure at lower temperatures. It was shown that the Mn_3Sn compound, which has a similar hexagonal crystal structure, does not form a tetragonal phase, but a first-order triangular to helical magnetic transformation takes place instead.

The first-order magnetic phase transformation of FeRh alloy was studied at extremely high pressures in the presence of a magnetic field. It was found that the observations cannot be fully described by any of the theories advanced to date. To improve the models the electronic specific heat of the alloy was studied and it was found that if rhodium is replaced by iridium, an anomalous contribution to specific heat is observed which cannot be accounted for at the present stage of our knowledge.

Dilute NiMn alloy was studied magnetically in order to determine the effect of a small quantity of impurity with ordered magnetic structure. The magnetization of the Mn atoms displayed a temperature curve which differs from that of the matrix atoms. This was attributed to a temperature-dependent perturbation of the electronic structure caused by the impurity.

In nickel and iron anomalies were observed in the electrical resistance and thermopower measurements near the ordering temperature T_c .

It was shown that in the range $\left| \frac{T-T_c}{T_c} \right| < 5 \cdot 10^{-3}$ the thermopower has a minimum below the Curie point and a maximum above this temperature. For the interpretation of the experimental data a model was suggested which takes account of the impurity effect. To verify the model, measurements are in progress which should provide information about the effect of 3d-transition metal impurities on thermopower.

The study of the high-temperature structure of antiferromagnetic MnNi alloy containing non-magnetic impurity and exposed to magnetic field revealed unidirectional magnetic anisotropy and a suscep-

tibility anomaly, which have been interpreted as consequences of the redistribution of the impurities in the magnetic sublattices.

The reorientation process and the effect of impurities on the reorientation temperature in rare earth orthoferrites were investigated by neutron diffraction and magnetic measurements. The domain structure and the so-called magnetic bubble were observed in terbium orthoferrite by optical method.

PUBLICATIONS

1. KRÉN, E., KÁDÁR, G., PÁL, L., ZSOLDOS, E.: Neutron diffraction study of ordered Mn alloys. *J. Phys.*, 32, C1-980 (1971)
2. KRÉN, E., ZSOLDOS, E.: Magnetic properties of Mn_3Pt_{1-x} crystals. *Solid State Commun.*, 9, 27 (1971)
3. PÁL, L., TARNÓCZI, T., ZIMMER, G.: Magnetic field induced unidirectional anisotropy in antiferromagnets with ferromagnetic impurities. *J. Phys.*, 32, C1-107 (1971)
4. VINCZE, I., TARNÓCZI, T.: Anomalous temperature dependence of the Mn moment in Ni shown by average magnetization measurement. *Solid State Commun.*, 9, 1239 (1971)
5. NAGY, I., PÁL, L.: Thermoelectric power and electrical resistivity of Ni near the Curie point. *J. Phys.*, 32, C1-531 (1971)
6. PÁL, L., ZIMMER, G., HORVÁTH, M.P., PAITZ, J.: Impurities in anti-ferromagnets at lattice sites of zero exchange field. *J. Phys.*, 32, C1-861 (1971)
7. VINOKUROVA, L.*, PARDAVI-HORVÁTH, M.: Pressure dependence of the magnetic transition in an FeRhIr alloy. *Phys. Status Solidi*, 48b, K31 (1971)
8. KÁDÁR, G., KRÉN, E.: Neutron diffraction study of Mn_3Ge . *Internat. J. Magnetism*, 1, 143 (1971)
9. KRÉN, E., KÁDÁR, G., BARBERON, M.**; FRUCHART, R.** Neutron diffraction study of the hexagonal nitrides $Mn_2RhN_{0,20}$ and $Mn_3PtN_{0,25}$. *Internat. J. Magnetism*, 1, 341 (1971)

METAL PHYSICS

L. Cser, G. Grüner, A. Jánossy, T. Kemény, G. Mészáros, D.L. Nagy, G. Serfözó, A. Sütő, K. Tompa, T. Tóth, B. Vasvári, I. Vincze

The Metal Physics Group is in charge of the theoretical and experimental investigation of problems connected with the electron structure of metals and dilute alloys, particularly those of indus-

* Academy of Science, USSR

** Centre d'Etudes de Chimie Metallurgique, Vitry, France

trial importance (copper, aluminium, iron and nickel and their alloys). Among the techniques at the research workers' disposal are nuclear magnetic resonance, Mössbauer effect, low temperature specific heat, electrical resistance and thermopower measurements.

A very simple empirical model potential was formulated from measured parameters of the Fermi surface of copper which can be used satisfactorily to calculate the band structure of copper and to interpret a number of the metal's optical properties. The parameters of the model potential were also evaluated for Ni and Fe.

To clarify the asymptotic behaviour of charge density oscillations around impurities in alloys, using Cu-based alloys as model, the systems Cu-Ag, Cu-Ge and Cu-Fe were investigated. The wipe-out numbers of the first order quadrupole effect, which are proportional to the charge density oscillation amplitudes, were compared with those predicted from the phase shifts of scattered partial electron waves reported in the literature. The agreement was found to be satisfactory and consistent with that obtained for the earlier analyzed systems (Cu-Zn, Cu-Au, Cu-Ni, Cu-Pd, Cu-Pt, Cu-Mn).

The charge perturbation around 3d-transition metal impurities was measured in Al-based dilute alloys. The wipe-out number of the first order quadrupole effect was shown to be temperature dependent, and characteristic temperatures were determined for Mn and Cr impurities. Theoretical calculations were made to find out the possible causes of this temperature dependence.

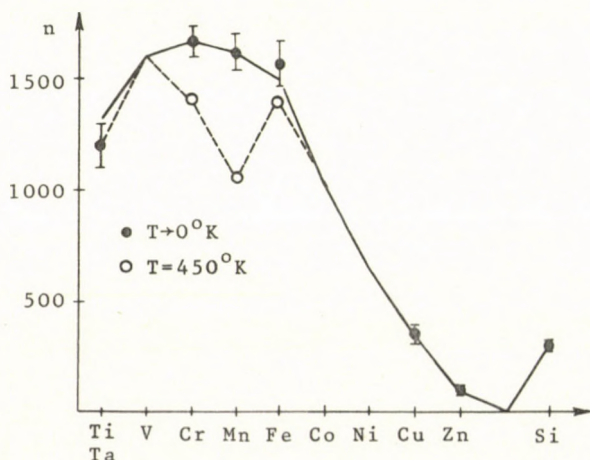


Fig. 5

Experimental first order wipe-out numbers at 450 °K and low temperatures in Al-based dilute alloys

Low-temperature electrical resistance measurements on Al-based dilute alloys (Al-Cu, Al-Mn, Al-Cr) suggested that the anomalous temperature dependence is probably due to a phonon drag effect.

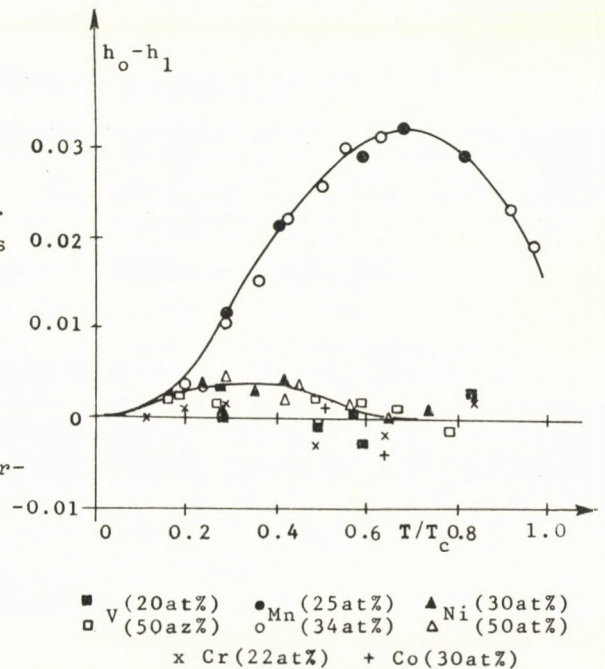
Iron-based dilute alloys were studied by Mössbauer spectroscopy to explore the spin and charge density variations due to the perturbing effect of impurity atoms and thereby gain some insight into the electronic structure of these alloys. It was shown that the distance dependence of the perturbed charge density has an oscillating character, with an oscillation amplitude much greater than that predicted by the Ruderman-Kittel-Kasuya-Yoshida model. Consequently, the changes of the hyperfine field (which are proportional to the changes of spin density) observed around the impurity can be attributed mainly to the polarized state of the electrons scattered by the impurity potential.

It was shown that the temperature dependence of the hyperfine field in iron-based alloys containing transition element impurities cannot be explained in terms of the Heisenberg model. For certain impurities (e.g. Ru, Os, Pd, Pt, Mn and Ni - the latter two are shown in Fig. 6) the temperature dependence of the hyperfine field measured at iron atoms near the impurities exhibits an anomaly which is due to the high density of states close to the Fermi surface caused by the d-level of the impurity atoms.

Information on the state of ordering in FeSi alloys can be obtained by Mössbauer effect measurements. It was found that these alloys

Fig. 6

The difference between the hyperfine fields at iron atoms with zero and one first neighbour impurity atom as a function of the reduced temperature: Mn and Ni show anomalous behaviour with respect to the normal curve for Cr



display an ordering which differs from random distribution; according to the measurements, the combined effect of two Si atoms is not equal to twice the effect of a single Si atom.

In connection with problems encountered in the manufacture of aluminium oxide in Hungary, the NMR spectra of a few aluminium hydroxide polycrystals were measured on proton nuclei in the temperature range from 173 to 273 °K. Analysis of the second moment of the absorption signal indicated a different proton distribution from that in the ideal crystal structure determined by Kroon and Glenser.

PUBLICATIONS

1. IVARSSON, J.* , PICKETT, G.R.* , TÓTH, J.: The electronic heat capacity of nearly stoichiometric ordered FeRh alloys. *Phys. Letters*, 35A, 3 (1971)
2. GRÜNER, G., HARGITAI, C.: Temperature dependence of the charge oscillation around nearly magnetic impurities. *Phys.Rev.Letters*, 26, 772 (1971)
3. GRÜNER, G., CSETÉNYI, E.K., TOMPA, K., VASSEL, C.R.**: ^{27}Al NMR spectra in Al-3d transition metal alloys. *Phys. Status Solidi*, 45, 663 (1971)
4. JÁNOSSY, A., GRÜNER, G.: Satellite structure due to charge perturbation around a nearly magnetic impurity. *Solid State Commun.*, 9, 1503 (1971)
5. GRÜNER, G., TOMPA, K., VASSEL, C.R.**: NMR study of metallurgical effects in dilute AlFe alloys. KFKI-Report 71-32
6. GRÜNER, G., VINCZE, I.: Hyperfine field distribution and average hyperfine field in dilute FeCo alloys. KFKI-Report 71-41
7. GRÜNER, G., PATON, B.E.**: LSF effects in Al-3d transition metal alloys: low temperature dHvA experiments and the temperature dependence of the charge perturbation around the impurities. KFKI-Report 71-49
8. SERFŐZŐ, G., GRÓZ, P.: NMR studies on KNiF_3 and RbFeF_3 . KFKI-Report 71-34
9. VINCZE, I., GRÜNER, G.: Temperature dependence of the hyperfine field at iron atoms near 3d-impurities. KFKI-Report 71-54
10. VINCZE, I.: Average magnetization of Fe-Al alloys. KFKI-Report 71-43
11. VINCZE, I.: Anomalous temperature dependence of the impurity moment in iron with 4d- and 5d- impurities. KFKI-Report 71-57
12. TOMPA, K.: Oscillation of Conduction Electron Density near the solute atoms in dilute Cu-Mn alloy. *Proc. of the 12th Internat. Conf. on Low Temperature Physics LT-12. Kyoto /Japan/ Sept. 4-12 1970* Academic Press of Japan, 1971. p. 783
13. CSER, L., NAGY, D.L.: A possible method for the evaluation of electron hopping time from Mössbauer data. *Proc. of the Conf. on the Application of the Mössbauer Effect, Tihany, 1969. Akad.Kiadó, Bp. 1971 p. 165*

* Technical University, Helsinki

** Institute for Nonferrous Metals, Budapest

*** Royal Society Mond Laboratory, Cambridge

14. DÉZSI, I., KULCSÁR, K., NAGY, D.L., PÓCS, L.: On the Mössbauer spectra of FeCO_3 /siderite/. Ibid. p. 247.
15. VINCZE, I., CSER, L., NAGY, D.L.: Conduction electron polarization investigated by the temperature dependence of the hyperfine magnetic field in Fe-Mn alloy. Ibid. p. 389
16. CSER, L., KONCZOS, G., NAGY, D.L., OSTANEVICH, J.M.*, PÁL, L.: Investigation of the local behaviour of the DO_3 type ordered FeAl alloys. Ibid. p. 419
17. CSER, L., GLADKIH, I.A., KESZTHELYI, L., NAGY, D.L., VINCZE, I.: Decomposition of the Mössbauer spectrum of magnetite at 4.2 K. Ibid. p. 553
18. DÉZSI, I., KESZTHELYI, L., NAGY, G., NAGY, D.L.: Further investigations of frozen solutions. Ibid. p. 607
19. VINCZE, I., CSER, L.: Temperature dependence of the hyperfine field at iron atoms in FeSn. KFKI-Report 71-58
20. VINCZE, I., CSER, L.: Temperature dependence of the hyperfine field at iron atoms around the nonmagnetic impurities Al and Ga. KFKI-Report 71-59
21. VINCZE, I., TARNÓCZI, T.: Anomalous temperature dependence of the Mn moment in Ni shown by average magnetization measurement. Solid State Commun., 9, 1239 (1971)
22. CSER, L., VINCZE, I.: Mössbauer experiments on dilute iron-based alloys with non-transition elements. J. Phys., 32, C1-787 (1971)
23. OVANESIAN, N.S.***, TRUKHTANOV, V.A.***, ODINEC, G.Yu.***, NOVIKOV, G.V.***, CSER, L.: Temperature-dependent reorientation of spins in a natural pyrrhotine (in Russian: Temperaturnaiia reorientatsia spinov v prirodnom pirrotine $\text{Fe}_{0.88}\text{S}$). Pisma v ZHETF 13, 488 (1971)
24. NOVIKOV, G.J.***, FROLOV, V.N.***, CSER, L., LIKHTENSHEIN, G.J.***, SIRTSOVA, L.A.***, TRUKHTANOV, V.A.***, GOLDANSKII, V.J.***: Mössbauer investigations on the electron states of iron ions in a model albumen of iron-sulfur type (in Russian: Issledovanie elektronnogo sostoiania ionov zheleza v modelnom zhelezo-sernom belke metodom iadernogo gamma rezonansa). Dokladi Akademii Nauk SSSR, 196, 390 (1971)

MICRODYNAMICS OF CONDENSED SYSTEMS (SOLIDS AND LIQUIDS)

L. Bata, N. Kroó, F. Mezei, I. Vizi

The Neutron Physics Group is engaged in the study of the microdynamics of condensed systems, with special regard to the dynamics of phase transformations in magnetic crystals, the perturbing effects of impurity atoms introduced in magnetic and non-magnetic crystals, and the one- or two-dimensional ordering shown by liquid crystals.

The special facilities at the disposition of this Group (correlation time-of-flight spectrometer, triple-axis neutron spectrometer

* Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

**Institute for Chemical Physics, Moscow

etc.) and close international cooperation ensure successful work in this field. Neutron spectroscopical investigations are carried out at the Dubna IBR-30 Pulsed Reactor and at the research reactor of the Institute.

In investigations on the Mn impurity effect on the spin wave spectra of KNiF_3 and BiFeO_3 crystals, the appearance of virtual s_0 modes was observed in both cases.

Neutron scattering experiments were performed in order to study the behaviour of Mn impurities in Al matrix. The measured scattering pattern is in good agreement with the Kondo model.

A sensitive measuring procedure combining correlation technique with spin polarization analysis was developed for investigating the presence of magnetic scattering centres at low concentrations.

A correlation spectrometer employing a mechanical chopper was put into operation and its potentialities for investigations of liquid crystals were assessed.

Calculations were made concerning the kinetic changes in the state of conduction electrons of non-magnetic metals brought about by scattering on magnetic impurities.

PUBLICATIONS

1. KROÓ, N., SZENTIRMAJ, Zs.: Zero bias anomaly induced by Mn impurities in Al-I-Al tunneling junctions. Proc. of the 12th Internat. Conf. on Low Temperature Physics, LT-12. Kyoto (Japan), Sept. 4-12 (1970) Academic Press of Japan, 1971. p. 559
2. DEME, S., HORVÁTH, I., KROÓ, N., SZLÁVIK, F., ZSIGMOND, G.: Synchronized chopper time-of-flight spectrometer at the Dubna pulsed reactor IBR-30. Dubna-Report E14-5731 (1971)
3. KROÓ, N., PELLIONISZ, P.: Correlation technique at pulsed neutron sources. KFKI-Report 71-45
4. KROÓ, N., SZENTIRMAJ, Zs., JOVICS, D.*: Investigation of the Kondo state in Al(Mn) alloy (in Russian: Issledovanie Kondo sostoiania v splavah Al Mn). Dubna-Report P14-5624 (1971)
5. MEZEI, F., ZAWADOWSKI, A.: Kinematic change in the conduction electron density of states due to impurity scattering I. Phys. Rev., 3B, 167 (1971)
6. MEZEI, F., ZAWADOWSKI, A.: Kinematic change in the conduction electron density of states due to impurity scattering II. Phys. Rev., 3B, 3127 (1971)

* "Boris Kidrich" Institute of Nuclear Research, Belgrade

TECHNICAL DEVELOPMENT

EXPERIMENTAL APPARATUS

B. Horváth, G. Kovács, B. Szigeti, G. Zsigmond

Equipments constructed:

An automated neutron diffractometer for the study of single crystals in the wavelength range 0,9-1,2 Å at temperatures from 300° to 1.300 °K.

A correlation-type neutron time-of-flight spectrometer (KORID) with an accessory stochastic neutron chopper for inelastic neutron scattering experiments.

A neutron time-of-flight spectrometer for the Dubna IBR-30 pulsed reactor.

LOW-TEMPERATURE EQUIPMENT

J. Balla

Facilities developed and built:

³He-⁴He cryostat for the production of extremely low (below 0,1 °K) temperatures (currently under trial).

A gas-flow-type probe for NMR measurements of the hyperfine magnetic field at temperatures from 4,2° to 500 °K.

A family of low-temperature probes which can be assembled from modular elements for measurements at temperatures from 2° to 500° K.

MATERIALS RESEARCH

G. Koczoros, A. Lovas, J. Paitz, K. Zámbo

An equipment was constructed for growing MnAs single crystals and the important parameters of crystal growth (p-T-x diagram) were determined.

PUBLICATION

1. PAITZ, J.: Growth of MnAs single crystals. *J. Cryst. Growth*, 11/2/, 110 (1971)

INSTRUMENTATION

O. Bakos, J. Hering, P. Horváth, J. Paitz, F. Tóth

Instruments developed and built:

An A.C. (lock-in) device for measurement of signals below noise level. The device has a sensitivity better than 10 nV over a frequency band from 1 Hz to 100 kHz.

A temperature controller consisting of eight different units. The test model will be built by the Electronics Department.

Measuring equipment for determination of the complex permeability of magnets over a wide range of frequencies from room temperature to 900° C.

Instruments for measurement of the magnetic and memory parameters of wire memories to the accuracy set by international standard.

A set of machines for the continuous production of wire memories with on-line parameter analysis and assessment is nearing completion.

Programmed fast-pulse measuring techniques were developed for the analysis of wire memory parameters.

EXTERNAL RELATIONS

LECTURES BY VISITING SCIENTISTS

- | | |
|---------------|---|
| A.F. Andersen | (Institut for Atomenergi, Kjeller)
Neutron diffraction study of MnBi alloys |
| V.P. Peskov | (Institute of Physical Problems, Moscow)
Physical properties of ^3He and $^3\text{He}-^4\text{He}$ solution
and its utilization for the generation of very low
temperatures |
| J.M. Ziman | (H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol)
Percolation model of electron charge transport |
| J. Zittartz | (Universität zu Köln, Cologne)
First order superconductive phase transformation
in dilute alloys |

CONFERENCES

"Electric and Magnetic Properties of Dilute Alloys"

Tihany, 20-24 September, 1971

Cosponsored by the Csepel Metal Works and the Eötvös Loránd Physical Society.

STUDY TOURS AND TEMPORARY APPOINTMENTS ABROAD

Cs. Hargitai	Imperial College, London	4 months
A. Jánossy	Université Paris-Sud, Orsay	1 year
G. Kádár	Centro di Studi Nucleari Della Casaccia, Roma	1 year
G. Konczos	Zentralinstitut für Festkörper-Physik und Werkstoffforschung, Dresden	15 months
N. Kroó	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna	3 years
E. Praveccky	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna	3 years
G. Solt	International Centre for Theoretical Physics, Trieste	6 months
P. Szabó	Centro Nacional de Investigaciones Cientificas, La Habana	3 years

GUEST RESEARCHERS

M.A. Adawi	Cairo University, Cairo	2 years
H. Abou-Helal	Cairo University, Cairo	3 years

PATENTS

J. Balla	Automatic liquid level controller. Patent claim MA 2046
----------	---

DISSERTATION

K. Tompa	Asymptotic behaviour of the charge density oscillation around impurities in copper-based dilute alloys. (For the degree of Doctor of Physical Sciences.)
----------	--

CHEMISTRY DEPARTMENT

In the early fifties the main efforts of the Institute were devoted to nuclear research. It was soon realized, however, that chemical research constitutes an important part of nuclear investigations. The Laboratory for Nuclear Chemistry, formed in 1955, began work in five important fields. The study of stable isotopes commenced with the enrichment of boron isotopes on a technological scale for use in neutron counters and other neutron physics experiments. Uranium chemistry figured in the research programme in connection with the processing of Hungarian uranium ores. Analytical work centred on the development of high-sensitivity methods for the grading of reactor materials. Isotope chemistry was studied with a view to the production of short-lived radioisotopes in the reactor. Radiation chemical research was initially concerned with the chemical transformations induced by radiation in water and organic coolant-moderators of reactors.

Numerous technological problems were tackled by the Laboratory already in the earliest years of its existence and many of the nuclear techniques that were worked out have since been introduced into the later established special institutions which are now concerned with uranium technology and isotope production. After the analytical team had reached its original objectives it turned its attention to the development of activation analytical methods.

In more recent years increasing emphasis has been given to solid state research connected with electronics and computer techniques. Some exceedingly important problems in this field arise in connection with the

production and grading of basic materials, the mechanism of the processes involved in their production and various properties of their structure. Current investigations are therefore spread over three main topics:

1) In solid state chemistry the greater part of the work is on the production of new inorganic compounds, special single crystals and thin layers, development of magnetic memory materials, and study of amorphous semiconductors and liquid crystals. The fundamental research associated with the development activities is centred on the laws governing the relationship between the practically useful properties of these new materials and their origin and structure.

2) Analytical research is directed mainly at developing appropriate techniques, with the emphasis on activation analysis for the solution of analytical problems encountered in the Institute and in industry.

3) Research in physical chemistry is concerned primarily with interactions between molecules, ions, electrons and radicals at different energy levels.

RESULTS

CHEMISTRY OF OXIDES, FLUORIDES AND SINGLE CRYSTALS

G. Csath, P. Farkas, M. Fodor, P. Grósz, K. Kertész, B. Keszei, F. Molnár, Z. Pokó, A. Révész, J. Vandlík

The formation, thermal dissociation and phase transformations of rare earth orthoferrites and garnets are under investigation. The technology of the growing of perovskite and garnet-type oxide monocrystals from solvent melts by "flux" method was further improved. The new technique was utilized to grow 10x10 mm monocrystals with the compositions: $TbFeO$; $Sm_{0,55} Tb_{0,45} FeO_3$; $Sm_{0,60} Er_{0,40} FeO_3$; $YFeO_3$; $KNi_{0,95} Mn_{0,05} F_3$. A method for chemical analysis of the main constituents in rare earth orthoferrites was developed, and a technique for the determination of the more important trace elements (Pt, Rh, Pb, F, B) is now under investigation (Figs. 1, 2).

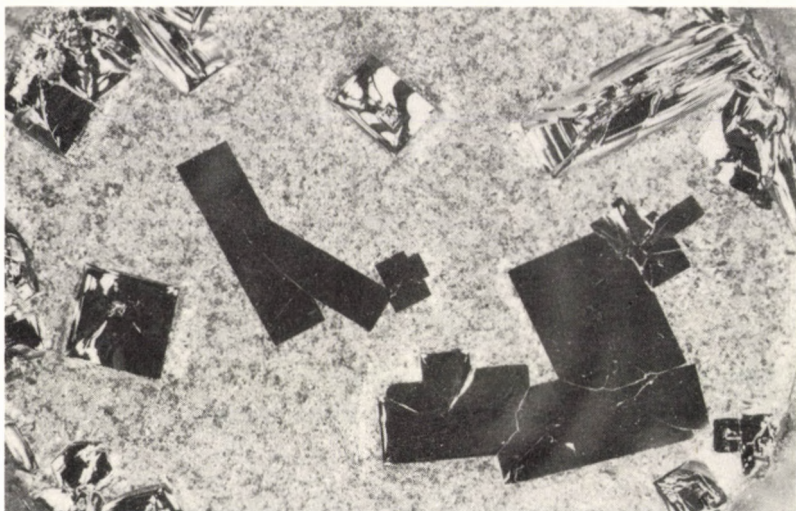


Fig. 1

TbFeO₃ monocrystals

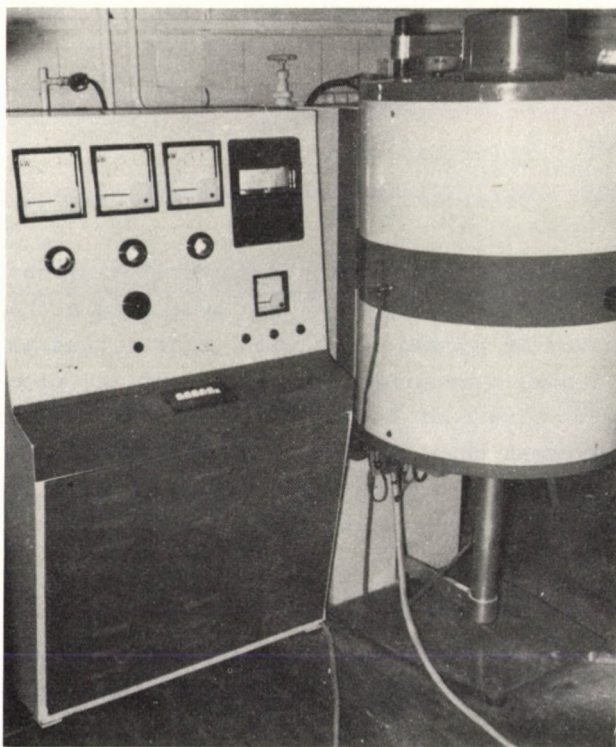


Fig. 2

Crystal-growing equipment

PUBLICATIONS

1. GRÓZ, P., SERFŐZŐ, G.: NMR studies of KNiF_3 and RbFeF_3 . KFKI-Report 71-34
2. KARDON, B., MANUABA, I.B.A., GRÓZ, P.: Thermal neutron capture gamma-ray studies of natural xenon, KFKI-Report 71-46
3. Atlas of Thermoanalytical Curves. Ed. G. Liptay, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971 and Heyden and Son Ltd. London, 1971, Collaborator: M. Fodor, Contributor: Z. Pokó

PHYSICAL CHEMISTRY OF AMORPHOUS MATERIALS

J. Balog, M. Gécs-Erő, M. Hegyháti, I. Kósa-Somogyi, K. Pintér, K. Ritvay, L. Tóth

The basic laws governing ionic processes in non-crystalline systems are being studied with a view to production of switching and memory elements of amorphous structure.

Three types of amorphous semiconductor were prepared and their electric properties thoroughly studied:

- (I) $\text{Al}(\text{Al}_2\text{O}_3)\text{Au}$,
- (II) $\text{Al}(\text{tetracene})\text{Au}$,
- (III) $\text{Ni}(\text{As}_4\text{Ge}_{15}\text{Te}_{31})$ beryllium-bronze whisker.

The first two, "sandwich structure" semiconductor types have very similar electrical properties and switching mechanisms. Virgin samples, prepared by vacuum deposition, show a resistance of the order of 10^{10} - 10^{13} ohm. A reversible breakdown of the element occurs under an applied d.c. voltage of 8 - 10 V. If suitable voltage pulses are applied, the element thus "formed" can be brought to states of either low (10^3 ohm) or high ($\sim 10^7$ ohm) impedance and will remain in either state even when no voltage is applied (Fig. 3).

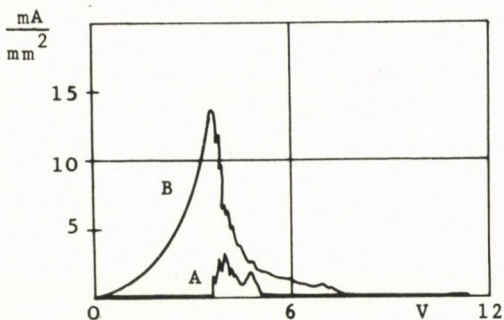


Fig. 3

I-V characteristics of $\text{Al}(\text{Al}_2\text{O}_3)\text{Au}$ and $\text{Al}(\text{tetracene})\text{Au}$ -type switching memory elements

curve "A" :

high impedance (OFF) state

curve "B" :

low impedance (ON) state

The third, so-called chalcogenide type displays in its virgin form a resistance of the order of $5 \cdot 10^5 - 10^6$ ohm. By applying a gradually increasing d.c. voltage from a high impedance voltage supply, the resistance of the sample can be reduced to 10 - 500 ohms in the range 35 - 45 V. This low resistance state persists after the voltage is switched off, but can be reversed to the high resistance state again by applying a sufficiently high current pulse (Fig. 4). At present the lifetimes of the switching elements are being studied.

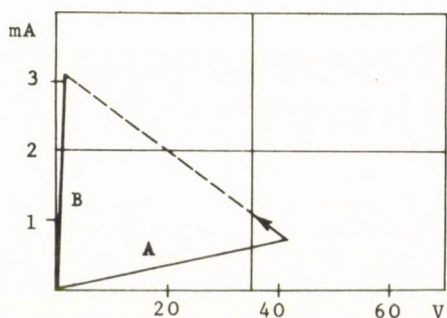


Fig. 4

I-V characteristics of Ni(As₄Ge₁₅Te₈₁) beryllium-bronze whisker-type switching memory element

curve "A":

high impedance (OFF) state

curve "B":

low impedance (ON) state

Charge carriers were produced in solid amorphous 3-methylpentane and 3-methylhexane glasses by flash photolysis and steady irradiation with gamma rays. The sum of the positive and negative ion mobilities and the rate constant of homogeneous ion recombination were determined from the values of the ion current measured as a function of temperature.

OH radicals were identified in alcohol glasses on irradiation with gamma rays and the proton addition to the radicals was determined by ESR measurements. Calculations were made to predict from a theoretical model the site of proton addition, and it was found that this is determined not by the "free valency state" but by the total pi-electron energy.

The anisotropic interactions of irradiated aromatic compounds were studied by ESR-technique. The magnitude of the α -interaction was found to be substantially different from that observed with saturated compounds.

PUBLICATIONS

1. ERŐ-GÉCS, M., HEGYHÁTI, M.: ESR study of the alkyl derivatives of DPPH. J. Chem. Phys., 55, 2561 (1971)

2. KÓSA-SOMOGYI, I.: Electrical conductivity of irradiated dielectric organic liquids and glasses. KFKI-Report 71-11
3. KÓSA-SOMOGYI, I., TÓTH, L., BALOG, J.: Electrical conductivity of irradiated insulating organic liquids and glasses. KFKI-Report 71-25
4. BALOG, J., TÓTH, L., PINTÉR, K.: Ionic processes in gamma-irradiated 3-methylhexane. KFKI-Report 71-24

RADIOCHEMICAL SEPARATION, REACTOR ACTIVATION ANALYSIS

*L. András, L. Bakos, J. Bogács, G. Csada, M. Csajka, A. Elek, M. Ürdögh, G. Pernecky, A. Simonits, E. Szabó, J. Szabon. Visiting fellows:
T. Bereznay, H. Rausch, A. Salamon*

The 1971 activities were distributed in two main areas; firstly, the continued development of radiochemical separation and activation analytical techniques; secondly, the provision of routine analysis services for external establishments.

In connection with the production of wire memory elements, methods were developed for the determination of iron and nickel in concentrations of the order of milligrams by separation of the constituents, followed by titrimetry and, for small samples, spectrometry.

The substoichiometric group extraction technique for chemical separation was improved. The composition, equilibrium relations and stability constants were determined for dizone and dithizone complexes used for the separation of metals. Investigations of the structure and degree of association of the organic and aqueous solutions of dibutyl phosphoric acid suggest the formation not only of monomers and dimers, but also of larger polymeric species. Further investigations by spectroscopic methods are possible.

New programs were worked out for spectrum evaluation to handle the new measuring and evaluating procedures required by the introduction of semiconductor detectors.

Measurements were performed for Tungstam Ltd. to determine trace contaminants in tungsten and semiconductor grade silicon. The nondestructive analysis of meteorites was studied in cooperation with the Geochemical and Analytical Institute of the USSR. A lunar powder sample received from the Luna 16 automatic moon station was analyzed by nondestructive method. The analysis covered the elements Co, Cr, Fe, Sc, Mn, Na and Al.

At the request of the Chinoïn Pharmaceutical Works, a method

was developed for the quantitative determination of the trace elements Mo and V in mammalian blood. The irradiation times were optimized in these studies.

PUBLICATIONS

1. SZABÓ, E., CSADA, G.I., ÖRDÖGH, M., AMBRUS, G., NAGY, O., SZABÓ, J.: Analysis of impurities and their removal from reactor cooling water. KFKI-Report 71-18
2. CSADA, G.I., ÖRDÖGH, M., SZABÓ, E.: Separation methods used in the analysis of reactor cooling water. III. Conf. Nationala de Chimie Analitica. Ed. E. Jercan, Brassó, 1971. Vol. IV. p. 459.
3. MIRISZLAI, E., ÖRDÖGH, M., BODANSZKY, H.: Experimentelle Untersuchungen bei Flüssigkeitsverlusten an Perilymphe bei Säugetieren. Wiss. Z. Univ. Halle XX'71, M, H.1, S.-140-144
4. ÖRDÖGH, M., CSATH, G., SZABÓ, E.: Chemical separation methods for the determination of trace elements in blood by neutron activation analysis. III. Conf. Nationala de Chimie Analitica. Ed. E. Jercan, Brassó, 1971. Vol. IV. p. 35
5. ÖRDÖGH, M., CSATH, G., SZABÓ, E.: Neutron activation of impurities in thorium and zirconium matrices. J. Radioanal. Chem., 7, 249 (1971)
6. CSAJKA, M.: Fast chemical separation of cobalt for activation analysis. III. Conf. Nationala de Chimie Analitica Ed. E. Jercan. Brassó, 1971. Vol. IV., p. 230
7. SZABÓ, F., CSOM, Gy., ÖRDÖGH, M., SZABÓ, E., VORSATZ, B.: The role of a research reactor in science, technology and education in Hungary. 3rd Int. Conf. of Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva 1971. A/Conf. 49/A/326.
8. VADASDI, K., BAUXBAUM, P., SALAMON, A.: Spectrophotometric determination of traces of Tl in tungsten. J. Anal. Chem., 43, 381 (1971)
9. RAUSCH, H., SALAMON, A., SZABÓ, E.: Problems in the utilization of secondary nuclear reactions. J. Radioanal. Chem., 5, 30 (1971)

NEUTRON GENERATOR ACTIVATION ANALYSIS

E. Kelen, A. Nagy, Sz. Vass, B. Vorsatz, E. Zemplén

The work of the past year can be characterized in general as concerning the development of measurement methods and data evaluation procedures and their applications in new fields.

As a part of investigations on the accuracy of radiochemical determination, a family of programs consisting of three independent segments was developed which calculates the flux from sources of cylindrical symmetry and finite dimensions. At the same time a program was prepared for display of the calculated curves fitted to the measuring points.

From analysis of the oxides occurring as inclusions in various steels it was established the oxygen content of the steel provides information on the composition and formation of the inclusions. Apart from the oxides, aluminium, manganese, iron and barium were also determined.

A method developed for the determination of oxygen in aluminium proved useful for the elucidation of some problems of aluminium metallurgy.

Analytical work was carried out on nitrogen determination in steel, and the evaluation of aluminium, silicon and potassium concentrations in tungsten powders.

PUBLICATIONS

1. NAGY, A.Z., CSÖKE, A., SZABÓ, E., VORSATZ, B., CSEH, S., SALY, S.: Method for the determination of additive elements in sintered tungsten metal rods by fast neutron activation analysis. KFKI-Report 71-26
2. VASS, Sz., VORSATZ, B., KELEN, E., SZABÓ, E., SALY, S., CSEH, S.: Simultaneous non-destructive determination of Al, Si and K in tungsten with 14 MeV neutrons. Journal of Radioanal. Chem., 2, 325 (1971)
3. VORSATZ, B., SZARKA, Gy.: Möglichkeiten der Aktivierungsanalyse mit 14 MeV Neutronen in der Metallurgie. Neue Hütte 8, 713 (1971)

SPECTROSCOPIC STUDIES

J. Szöke. Visiting fellows: B. Bak, E. Dudar, A. Kiss, K. Raksányi

To study the electron excitation processes in uranyl compounds, the reflexion, luminescence and absorption (solution) spectra of crystalline uranyl salts and complexes were measured down to liquid nitrogen temperature (*Fig. 5*). The spectra were found to be extremely temperature sensitive. The spectra with hyperfine structures obtained at low temperatures were decomposed by fitting Gaussian or Voigt functions (*Fig. 6*). For a more accurate assignment of the spectral transitions, the FIR absorption and Raman spectra were also measured. The observed limitations of the vibrational selection rules can be attributed to perturbation of the central symmetry of the ligand field. The multiplet structure of the normal vibrations indicates the different positions of individual molecules in the crystal field.

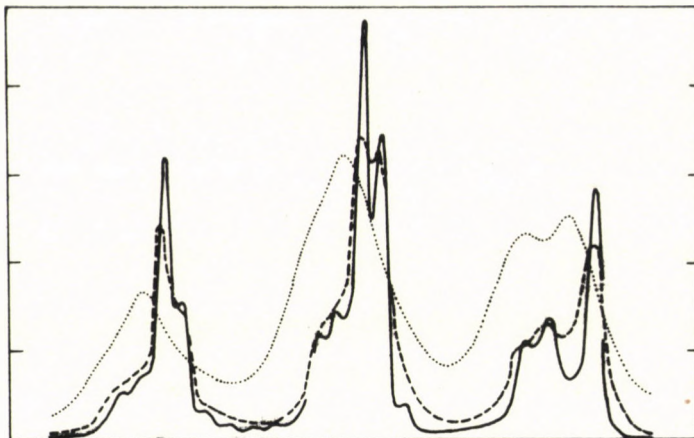


Fig. 5

Fluorescence spectra of solid ammonium uranyl-tris-carbonate at different temperatures. The fine structure of the spectrum appears at low temperatures and can be analyzed by computer technique

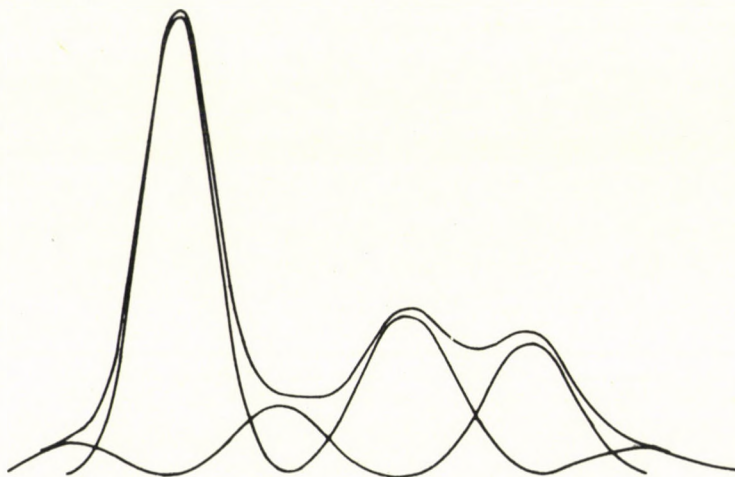


Fig. 6

Decomposition of the 0,0 transition region of the fluorescence spectrum of solid ammonium uranyl-tris-carbonate by fitting Gaussian functions. This method not only gives accurate transition energies, but also allows numerical values to be obtained for the integral intensity, which is proportional to the transition probability

A low-temperature, high-resolution digital experimental technique developed at the laboratory permits the energies of electronic transitions to be measured to a very high accuracy. The accurate data provide useful parameters for quantum chemical calculations. The spectra of the derivatives of various benzene substituents (mono-, di-, tri-substituted - OH, -F, -Cl, -NH₂ and -CO -) were studied and a Pariser-Parr-Pople β -variation method was worked out in order to determine the basic set of parameters necessary for the calculation of spectral transition energies to the accuracy of conventional absorption spectroscopy (± 2 nm). The spectra generated by computer from the calculated parameters show, however, that the method is unsatisfactory for intensity predictions.

The low-temperature electron spectra of β -carotene, γ -carotene and lycopene were measured as part of an investigation on linearly conjugated polyene systems. It was found that the formation of β -type double bonds in the molecule leads to shifts in the relative potential curves of the ground and the excited states and in the half-widths of frequency bands, thereby causing a change in the intensity distribution of the vibronic states and blurring the fine structure. At low temperatures the band-width decreases and the fine structure becomes analysable, which allows the integral intensity to be evaluated numerically. The normal vibrational frequencies combining with the electronic transitions are not appreciably affected by the β -double bonding.

PUBLICATIONS

1. LÁNG, L., BARTECKI, A., HORVÁTH, G., SZŐKE, J., VARSÁNYI, G.: Absorption spectra in the ultraviolet and visible region. Vol. 16 Akadémiai Kiadó, Budapest and Academic Press, New York, 1971
2. LÁNG, L., BARTECKI, A., HORVÁTH, G., SZŐKE, J., VARSÁNYI, G.: Absorption spectra in the ultraviolet and visible region. Vol. 17. Akadémiai Kiadó, Budapest and Academic Press, New York, 1971
3. KISS, A., SZŐKE, J.: π -electron SCF MO calculations for mono-substituted derivatives of benzene. Chem. Phys. Letters, 11, 52 (1971)
4. DUDAR, E., SZŐKE, J.: Computer generation of UV spectra. Proc. of CSI XVI Heidelberg: Ed. K. Laqua, Hilger, London, 1971. p. 298
5. SZŐKE, J.: Digital spectroscopic laboratory and computerized spectrum library. Proc. of CSI XVI. Heidelberg; Ed. K. Laqua, Hilger, London, 1971. p. 321

ISOTOPE EFFECTS

H. Illy, G. Jákly, G. Jancsó, L. Matus, I. Nyári, I. Opauszky

Differences in the thermodynamical behaviour of isotopic compounds are under study at both experimental and theoretical levels. The isotopic systems are produced by a gas chromatographic method developed at this laboratory and the products are analyzed by mass spectroscopy.

The vapour pressure isotope effect (VPIE) studies were continued to establish the relationship between VPIE and the structure of the liquid or gas phase of the system under investigation. The latest measurements covered the VPIE of aqueous salt solutions chosen so that both the cation and anion effects can be determined.

Aqueous solutions of alkali and alkaline earth halogenides were also measured, and it was found that the VPIE of the studied solutions was always lower as compared with that of pure water at the same temperature. This is an indication of the structure-breaker nature of all ions. The extent of the destructive effect was found to increase in the orders $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{Cs}^+$ and $\text{F}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$. (This study was carried out by Gy. Jákly at the Faculty of Chemistry of the University of Tennessee, Knoxville, USA, under the leadership of Prof. A. Van Hook).

The method developed here for the production and purification of deuterium-labelled compounds now employs a Carlo Erba Fractovap P gas chromatograph. Combined with mass spectrometric analysis, the same set-up serves also for the determination of contaminants in industrial products at different phases of their processing.

In the theoretical field, studies were made of the applicability of the minimax approximation worked out for the calculation of the reduced partition function ratio of isotopic molecules to prediction of the isotope effect on thermodynamic functions. The approximation was first elaborated for the calculation of the differences between the heat capacities of isotopic molecules. It was found that in this case the minimax approximation yields far poorer results than for the reduced partition function ratio. The approximation can be improved by narrowing the range covered by the approximation.

High-precision measurements of the $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ ratio in rainfall

were continued on the precipitations systematically sampled in Budapest over the whole year. Evaluation of the measurements for the last two years is expected to be carried out the coming year, in collaboration with the International Atomic Energy Agency.

PUBLICATIONS

1. ILLY, H., JÁKLI, Gy.: A simple gas chromatographic method for normalizing ^{18}O enriched water. *J. Lab. Comp.* 7,4 (1971)
2. NÉMETH, G., GELLAI, B., JANCSÓ, G.: Application of the minimax approximation to the reduced partition function of isotopic molecules. *J. Chem. Phys.*, 54, 1701 (1971)
3. GELLAI, B., JANCSÓ, G.: Interpretation of the vapour pressure isotope effect of $\text{H}_2\text{S}/\text{D}_2\text{S}$. *Ber. Bunsenges. Phys. Chemie.*, 75, 156 (1971)
4. KISS, I., JÁKLI, Gy., ILLY, H., JANCSÓ, G.: Isotope effect on vapour pressure V. Effect of deuterium substitution of the vapour pressure of methylamine, ethylamine and propylamine. KFKI-Report 71-68
5. GELLAI, B., JANCSÓ, G.: Application of the minimax approximation to the isotope effect on heat capacity of ideal gases. KFKI-Report 71-70

HOT ATOM CHEMISTRY

K. Berei, A.G. Nagy, L. Vasáros

Current investigations aim at the elucidation of the mechanisms of reactions brought about by energetic atoms. The reactions of halogen atoms formed in nuclear transformations in organic compounds were studied.

The high-energy substitution reactions of nucleogenic halogen atoms in meso- and rac-2,3-dichloro-butane diastereomers were investigated. It was found that high-energy halogen substitution takes place with either the retention or the inversion of the original configuration. The stereochemical effects of the halogen substitution reactions of hot fluorine, chlorine and bromine atoms produced by (n, γ) and $(n, 2n)$ reactions are appreciably influenced by the equilibrium concentration of the rotational isomers of the diastereomeric 2,3-dichloro-butanones. The retention to inversion ratio can be varied over a wide range by using solvents with different dielectric constants and by varying the solvent concentrations to cause a shift in the equilibrium concentration of the rotational isomers.

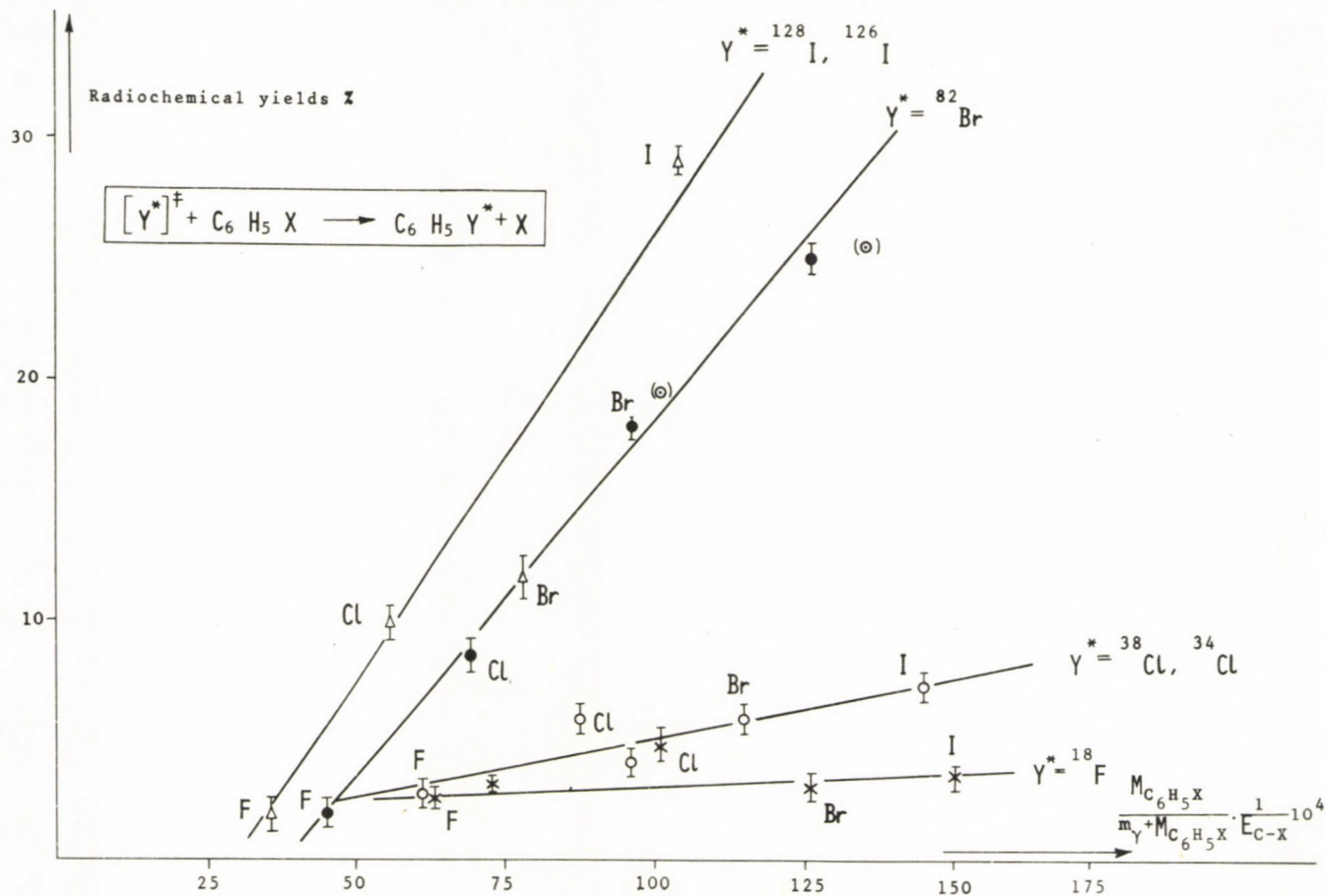


Fig. 7

The energetic halogen substitution yield varies approximately linearly with the binding energy of the substituted halogen atom. This indicates the formation of an activated complex

The high-energy substitution reactions of ^{18}F from (n,2n) reaction were studied in aromatic systems. In agreement with the results obtained for hot chlorine, bromine and iodine atoms studied at an earlier stage of the investigations, it was found that:

- a) the hot halogen substitution reaction yield depends primarily on the binding energy of the substituted halogen atom and not on the relative masses of the colliding atoms (*Fig. 7*):
- b) the isomer distribution in the products of hot hydrogen substitution differs slightly from the statistical law, in accordance with the aromatic orientation rule.

It can be inferred from the observations on the diastereomeric and aromatic halogenides that substitution reactions in these systems do not occur by a direct "knock-on" mechanism but through the formation of an activated complex.

These studies were carried out in part by L. Vasáros in the Radiochemical Institute of the Kernforschungsanlage, Jülich, GFR, under the direction of *Prof. G. Stöcklin*.

PUBLICATIONS

1. BEREI, K., STÖCKLIN, G.*: Reactions of nucleogenic halogen atoms in liquid halobenzenes. *Radiochim. Acta*, 15, 39 (1971)

RADIATION AND ELECTRON CHEMISTRY

I. Kules, M. Roder, R. Schiller, E. Zádor

Current investigations are concerned with the identification of the elementary processes involved in radiation-induced chemical transformations, the properties of the primary radiolytic products, and the relationship between the observed phenomena and the properties of the irradiated liquids.

The radiolysis of aromatic hydrocarbon mixtures was followed to establish the nature of the interactions between the different

* Kernforschungsanlage, Jülich

components of the mixtures. The radiation chemical yields of gases in two-component mixtures of hexamethylbenzene with cyclohexane, benzene or toluene irradiated with gamma rays were determined as a function of the relative concentration of the components. The results suggest that the effect on radiolysis observed at low hexamethylbenzene concentrations can be attributed to an intermolecular energy transfer.

The nature of the negative charge carriers formed in nonpolar organic systems is still a matter of controversy. Their diffusion is similar to that of heavy ions, whereas their spectra and chemical behaviour suggest a structure similar to that of solvated electrons in dipolar liquids. The behaviour of the negative charge carriers was studied in hexane isomers, by photoinjecting electrons from a metal surface into the liquids and measuring the interaction potential between the excess electrons and the liquid. The interaction was found to be weak, but in all cases attractive. According to present theory, this should exclude the formation of localized electronic states, although there is other experimental evidence to suggest the contrary. It was shown that electron localization can be explained by a simple refinement of the theory as due to a substantial polarizing effect of electrons, from which it follows that electron localization in hydrocarbons represents an intermediate case between the situations in liquid rare gases, where localized electrons are formed exclusively as a result of repulsive forces, and in dipolar liquids, where they are formed preponderantly as a result of attractive forces.

The kinetics of radiolytic OH radicals as a function of temperature were investigated in aqueous solutions by the technique of competing scavengers in both normal and supercooled systems. The reduction of the OH rate constants was found to be accompanied in each case by a decrease in the activation energy (*Fig. 8*). This finding is in contradiction with the usual kinetic predictions and proves that all OH reactions are diffusion-controlled processes, irrespective of the magnitude of the rate constant. The latter is related to the diffusivity through the Noyes formula.

A method for the catalytic decomposition of hydrogen peroxide formed in the primary cooling circuit of the nuclear reactor was tested. Calculations were made to predict the radiation chemical and electrochemical behaviour of the coolant water after alkalization with ammonia.

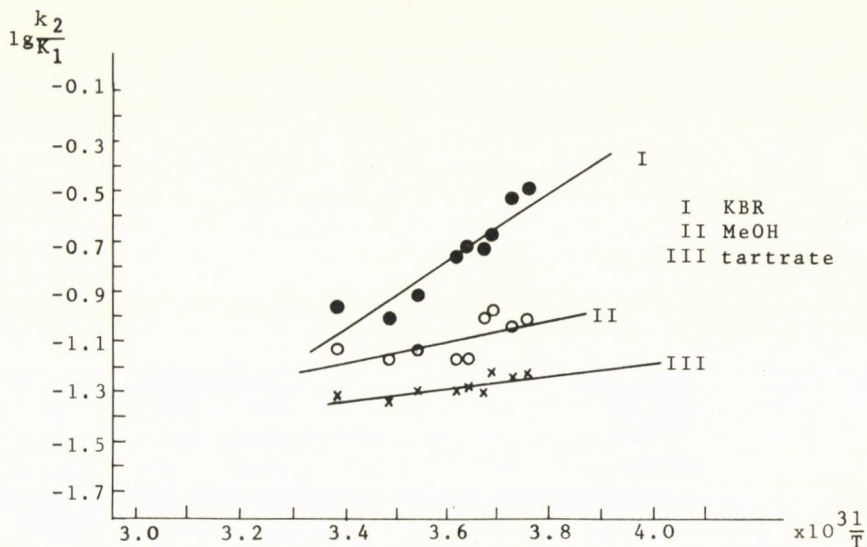


Fig. 8

Arrhenius representation of competing radiation chemical reactions: k_1 is the rate constant of the *p*-nitroso-dimethylaniline + OH reaction, k_2 that of the $\text{Br}^- + \text{OH}$ (I), methanol + OH (II) and tartrate + OH (III) reactions. The greater slopes of the lines in the upper region indicate that the activation energy rises with increasing reaction rate constant

PUBLICATIONS

1. RODER, M.: On the radiolysis of hydrocarbon mixtures. KFKI-Report 71-23
2. KULES, I., SCHILLER, R.: The radiation chemistry of supercooled water. *J. Phys. Chem.*, **75**, 2997 (1971)
3. KULES, I., SCHILLER, R.: The kinetics of OH radical reactions in irradiated ordinary and supercooled water. KFKI-Report 71-21
4. SCHILLER, R.: Some problems of ion-electron recombination. *Progr. and Problems in Contemporary Rad. Chem.* Ed. J. Teplý (Academia, Prague 1971) p. 221

TECHNICAL DEVELOPMENT

CRYSTAL GROWING

G. Csath, P. Farkas, M. Fodor, P. Gróz, K. Kertész, B. Keszei, F. Molnár, Z. Pokó, A. Révész, J. Vandlík

A new crystal-growing equipment with programmed temperature control was built in which monocrystals can be grown in a volume of 500 ml.

MASS SPECTROMETRY

L. Matus, I. Nyári, I. Opauszky

Measurements were started with the AEI MS-702R mass spectrometer, which is the first double-focused equipment with spark ion source to be employed in Hungary. The spectrometer lends itself to the determination of all elements of the periodic chart in the concentration range from 10^{-6} to 10^{-9} .

MAGNETIC THIN LAYERS

E. Kádár, J. Molnár, E. Szirmai

As a preliminary to work aimed at eventual production of soft magnetic thin layers for wire memories and hard layers for magnetic disc memories, a number of reported experiments were reproduced. The results already obtained with the electropolishing of aluminium and beryllium bronzes and electroplating of copper sheaths and magnetic layers are a promising start in this direction.

PUBLICATIONS

1. MOLNÁR, J., MOLNÁR, I.: Elektroosazhdenie izotopov iridiya i platini, svobodnikh ot nositielei. Acta Chim. Hung., 68, 237 (1971)
2. MOLNÁR, J., MOLNÁR, I.: Elektroosazhdenie izotopov osmiya, svobodnikh ot nositielei, i metod ikh koncentrirovaniya v malom obyome. Acta Chim. Hung., 68, 245 (1971)
3. MOLNÁR, J., MOLNÁR, I.: Elektroosazhdenie izotopov volframa i reniya svobodnikh ot nositielei. Acta Chim. Hung., 67, 23 (1971)
4. MOLNÁR, J., MOLNÁR, I.: Elektroosazhdenie tantala, svobodnikh ot nositielei. Acta Chim. Hung., 67, 15 (1971)

OPTICAL SPECTROSCOPY

J. Szöke

Monochromators and a low-temperature optical cryostat applicable in the range from room to liquid helium temperature were developed to expand the basic equipment of the laboratory. Some complete measuring set-ups were assembled from the modules, partly for use in on-line operated spectroscopic equipment, partly for special photometric analysis. A high-resolution spectroluminometer developed as part of this programme is illustrated in (Fig. 9).

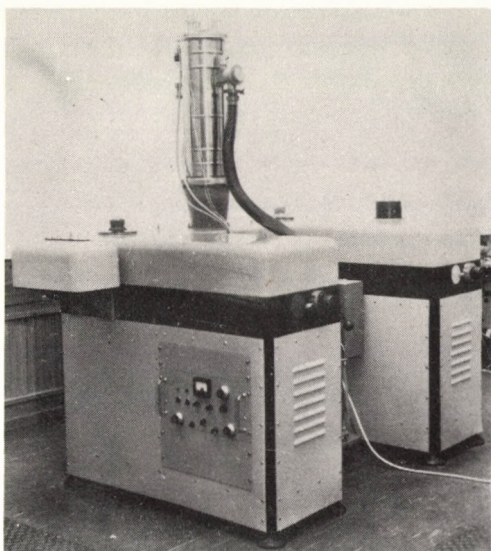


Fig. 9

Spectroluminometer. The equipment consists of two 1 m. plane grid monochromators, a He cryostat variable from room to liquid He temperature, and interchangeable sample chambers which enable one to study all electron excitation processes. The measuring system is linked on-line to a TPA-type small computer. The removable light source is either a 450 W xenon or a 500 W mercury vapour lamp

For evaluation of spectroscopic data a TPA small computer is used to program the measurements and data preparation. Prepared data are transferred to punched or magnetic tape for off-line evaluation on the large ICT-1905 computer. After the elimination of noise, the data block being processed is transformed by an interpolation procedure to a data block with equidistant x-coordinates. The true spectrum is then constructed in terms of the experimental instrument function (through elimination of the distortion caused by deconvolution). The spectra obtained are finally evaluated either analytically or spectroscopically.

CHEMICAL ANALYSIS

Vorsatz, B.

A carbon analyser was developed for the determination of the carbon content of cast iron on industrial scale.

EXTERNAL RELATIONS

LECTURES BY VISITING SCIENTISTS

V.D. Shantarovich (Institute for Chemical Physics, Moscow)
Positronium Chemistry

- N.N. Dogatkin (Institute for Geochemistry and Analytical Chemistry, Moscow)
Activation Analysis of High-purity Substances
- D.N. Power (University of Salford)
Ion Binding of Penicillin by Hydrated Electrons
- L.G. Christophorou (Oak Ridge National Laboratory)
Interaction of Slow Electrons with Molecules
- A. Hutton (Institute FRAE, Bologna)
Conductivity Studies in Aqueous Solutions
- P. Albert (Centre d'Études de Recherches Nucléaires, Saclay)
Trace-contaminants of Pure Metals by Activations Analysis
- A. Van Hook (University of Tennessee, Knoxville)
Isotope Effect on Virial Coefficients
- I.G. Csizmadia (University of Toronto)
Quantum-chemical Methods in Biology
- I.P. Alimarin (Lomonosov State University, Moscow)
Radioanalytical Methods - Their Role in the Chemical Analysis
- Z. Herman (Institute for Physical Chemistry, Prague)
Kinematics of Ion-molecule Reactions
- V. Cermak (Institute for Physical Chemistry, Prague)
Penning-ionization
- W. Stiller (Zentralinstitut für Isotopen und Strahlenforschung, Leipzig)
Theory of Fast Chemical Reactions

CONFERENCES

1. 3rd International Symposium on Radiation Chemistry, Tihany, May, 1971
2. Radioanalytical Conference, Pécs, November, 1971

STUDY TOURS

M. Ördögh	Centro di Studi Nucleari della Casaccia CNEN, Italy	3 months
A. Csöke	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna	3 months
L. Vasáros	Kernforschungsanlage, Jülich	1 1/2 years
Gy. Jákly	University of Tennessee, Knoxville	1 year
Ágnes Nagy	Brookhaven National Laboratory, Upton	1 year
J. Vandlík	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna	2 1/2 year
F. Molnár	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna	2 years
Erika Zádor	Interuniversitair Reactor Instituut, Delft, Netherlands	1 year

GUEST RESEARCHERS

N.N. Dogatkin	Moscow	10 months
---------------	--------	-----------

DISSERTATIONS FOR CANDIDATE'S DEGREE

Klára Berei:	Reactions of nucleogenic halogen atoms with aromatic compounds.
G. Jancsó:	Vapour pressure isotope effects as interpreted in terms of statistical thermodynamics.
Ágnes Nagy:	Effect of medium density on the measurement of moisture by neutron scattering technique.

REACTOR DEPARTMENT

The formation of the Reactor Department dates back to the installation of the WWRS research reactor, which went critical in 1959 and has served ever since not only as a base for the training of reactor engineering specialists and reactor physics research, but also as a neutron source for solid state physics, neutron physics and other research activities, as well as in the production of radioisotopes and material tests. In 1967, the reactor was reconstructed, its power being increased from the original 2 MWt to max. 5 MWt, along with which came an extension of its fields of exploitation.

Reactor physics research started on a subcritical SR-1 assembly essentially at the same time as the WWRS reactor began to operate. This first assembly was followed by the water-moderated ZR-1 and ZR-2 critical assemblies built with EK-10 fuel elements. The experiments on these reactors permitted the investigators to acquire the know-how requisite for the most important reactor physical measurements and furnished a large number of experimental data later used as a basis for the experimental checks of the subsequently elaborated reactor codes. The experiments needed for the reconstruction of the WWRS were carried out on the ZR-3 critical assembly. A homogeneous, solid-polyethylene-moderated ZR-4, built in 1966 and still operating, lends itself particularly well to reactor physical investigations, owing to its simplicity and flexibility. The Department was in charge of the design, installation and starting-up of a water-moderated, EK-10 fuel element training reactor for the Budapest Polytechnical University. For the zero-power experimental studies connected with this project a ZR-5 critical assembly was used. The latest member of this series of critical assem-

blies is the ZR-6 system, which is being built in COMECON cooperation for experiments connected with the development of WWER-1000 pressurized-water nuclear power stations. Simultaneously with the experimental work on this assembly a reactor calculation model will be worked out.

The research program concerning the thermo-hydraulic behaviour of different reactor cores has now turned away from the earlier concern with organic reactors to concentrate on the problems of pressurized-water nuclear power plants. With the support of the Ministry for Heavy Industry, work on the development and construction of an experimental assembly of 2 MW heating power has got under way.

The reactor physical experiments have entailed continuous development of the reactor safety and interlock logic systems and instrumentation ensuring the safe operation of the successive critical systems. For the ZR-1 and ZR-2 assemblies the logic control circuits were built with the use of relays, and the instrumentation consisted of units employing electronic tubes. A considerable advance was achieved with the logic system for the ZR-4 by the incorporation of transistorized logic block circuits: besides the fundamental safety and interlock logics, the system incorporates additional circuitry for automatic self-checking of its proper operation. These extremely reliable systems served as a starting point for the development of the logic circuitry for the Polytechnical University Training Reactor, completed in 1971, and for the safety and interlock system of the ZR-6 now under construction.

The workshop of the Department was one of the first in this country to appreciate and utilize the possibilities of electron beam welding. Initially the technique was applied for the solution of special laboratory problems, but the interest shown by industrial companies prompted further developmental work, the first fruit of which was the ESH-21 model equipment (completed in 1965) intended in particular for instrument manufacturers. A second model was put into operation in the Factory of Mechanical Instruments. The development of the welding equipment is

still continuing in the light of the experience gained from its performance under industrial conditions.

For the design and building of the instruments needed in reactor physics experiments an electronics group was formed, which since 1968 has been continuing its activities as the Measurement Automation Laboratory. The mainly third-generation measuring chains employed in reactor physical measurements were developed by this Laboratory, later to be followed by d.c. chains, also for reactor applications. These special-purpose equipments led to the construction of the Korall A and Korall B correlator models. Further special-purpose equipments included an rpm-controller and phase stabilizer, and various automated systems (NEDDA, EDINA, HELENA, reactor physical measuring module etc.), which are at present undergoing computerization.

The Health Physics Laboratory of the Institute is also managed by the Reactor Department. In the period from 1960 to 1965 the main activities of this laboratory were devoted to the organization and implementation of the health physics measures in the working places and their surroundings. A whole body counter built in 1964 still plays an important role in personal monitoring. The health physics service continued its progress in the years 1965-1970. The concentration of gamma emitters in waste waters and the concentration of radioaerosols are continuously monitored. The number of gamma dose-level monitoring stations was increased and two new types of the aerosol monitor family were developed. Incorporation studies were extended to tritium measurements. The neutron dosimetric group performed calculations of reactor spectra which have passed through different shields.

Two types of measuring systems were developed and built for the measurement of average neutron energy, and the dose field around the WWRS reactor was mapped. A semiconductor neutron detector was developed at the Laboratory and at present experimental investigations on a thermoluminescent dosimeter are in progress.

RESULTS

ZR-6 PROJECT

L. Gácsi, A. Gizella, Z. Gyimesi, Z. Szabó

The Institute was chosen to accommodate an international group of researchers engaged in the study of reactor physical problems in pressurized-water power reactors. The experimental assembly, the ZR-6 critical system, which lends itself to the investigation of different reactor cores constructed from power plant fuel elements, is now at the building stage.

A five-year research programme has been devised by the representatives of the participant countries in panel meetings.

A clay mock-up of the ZR-6 assembly is shown in *Fig. 1*.

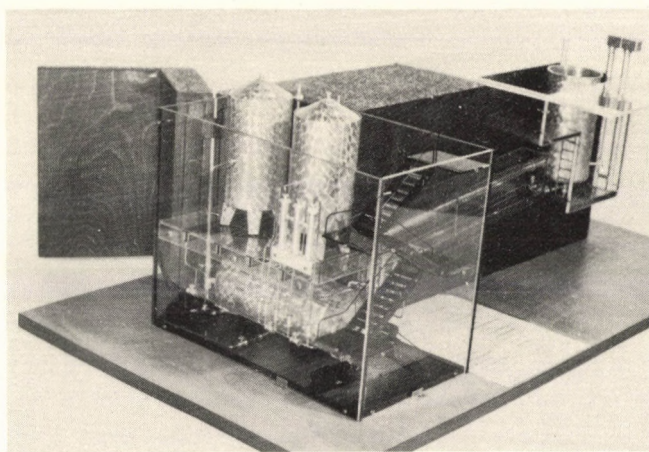


Fig. 1

Clay mock-up of the ZR-6 critical assembly

REACTOR PHYSICS

Anna Bagyinszky, L. Bod, A. Fischer, J. Gadó, I. Lux, A. Kondor,
G. Kosály, L. Meskó, F. Szabó, Z. Szatmáry, L. Turi, J. Valkó,
P. Vértés, J. Vigassy

It has to be noted that reactor physics research on almost every topic was carried out in close cooperation with the Institute for Physico-Energetics, Obninsk and the Kurchatov Institute, Moscow.

Reactor statical calculations continued with further work on the code system, the so-called reactor physical model. The three codes, THERMOS, RIFF RAFF and GRACE, written earlier for neutron spectrum calculations were subjected to experimental tests by the use of own and reported data. Efforts were made to reduce their running times. This could be best achieved for the most frequently used criticality code SISYPHUS. New codes completed during the year are RAM, for control rod calculations, and RJG2, which solves the space-dependent slowing-down equation. Experimental check of these codes is still in progress. The library of group constants needed for the calculations with these codes was updated with cross-section compilations supplied by the I.A.E.A.

The elaboration of biological shielding computation methods was started. Calculations with the use of the reactor physical model were performed in connection with the training reactor project of the Polytechnical University, Budapest and the safety report for the ZR-6. In Fig. 2 the measured flux distribution of the training reactor is

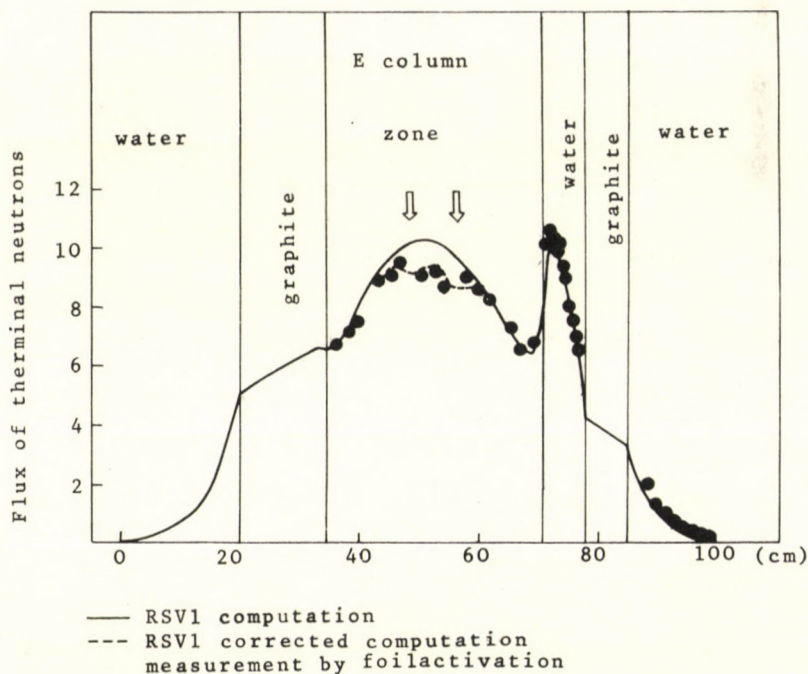


Fig. 2

Comparison of measured and calculated flux distributions in the Training Reactor of the Budapest Polytechnical University

compared with that calculated by the codes. Even with this rather complicated geometry the curves show an excellent agreement.

For the experimental determination of neutron spectrum the RFSP code was worked out to unfold the neutron spectrum from foil activities. The method is well applicable over the entire range of energies except in the resonance region (1 eV - 1 keV), where the accuracy needs to be improved. To this end further investigations are in progress.

In the field of reactor kinetics the pulsed neutron source method for subcritical reactivity measurements was investigated. The extensively used Gozani and Sjöstrand methods were studied with a new kind of analysis, and some, as yet little known, basic problems were pointed out. For the evaluation of the problematical effects, detailed numerical tests were performed using the WIGLE space-time dependent diffusion code. In addition, methods were developed which are more laborious than the above procedures but suppress many of their errors. The verification of the numerical and theoretical results is now in progress on the ZR-4 critical assembly, shown in *Fig. 3*.

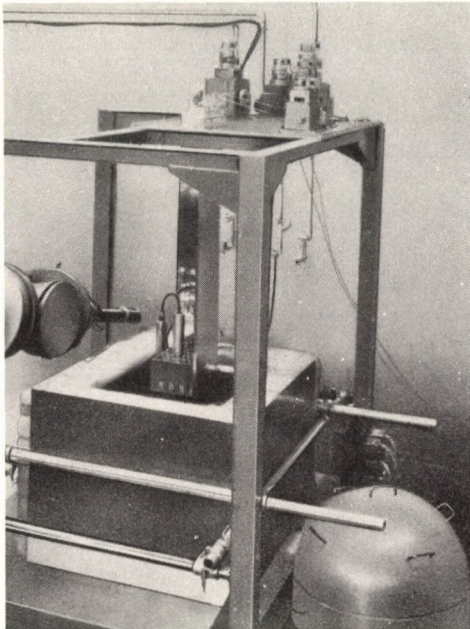


Fig. 3

The ZR-4 critical assembly

So far reactor kinetics has been used in the sense "forced kinetics", that is, conditions under which the steady operation is interrupted, the reactor is forced to a time-dependent behaviour, and the parameters of interest are evaluated from the measured time dependence. However, as characteristic of the reactor as the forced time-dependent states is the fluctuation of neutron density, an "unforced" kinetic phenomenon. Measurement of such fluctuations without perturbation of steady-state operation yields parameter values which are as useful as those obtained from the time behaviour.

Reactor noise studies have a long tradition in the Institute. The

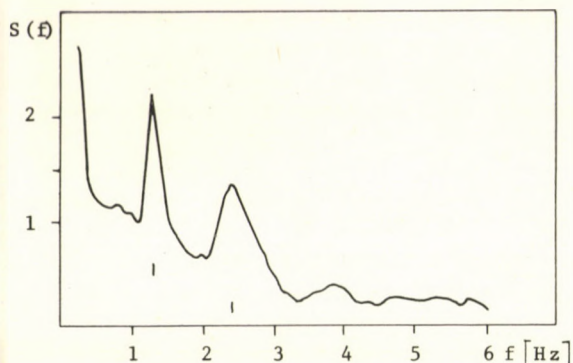


Fig. 4

A typical noise spectrum of the WWR-S reactor

earlier investigations of zero-power reactor noise have now given way to the studies of power reactor noise. New theoretical expressions were derived for the fluctuations due to mechanical vibrations caused by turbulent flow of the coolant. The technique of noise spectrum measurements was improved. A noise spectrum recorded with this new technique is shown in *Fig. 4*.

PUBLICATIONS

1. SZABÓ, F., CSOM, Gy., ÖRDÖGH, M., SZABÓ, E., VORSATZ, B.: The role of a research reactor in science, technology and education in Hungary. IV. Geneva Conference (1971) A/CONF.49/A326
2. VALKÓ, J.: A time dependent one-dimensional post-burnout heat transfer code. Preprint RISÖ-M-1383
3. KOSÁLY, G., VALKÓ, J.: Investigation of the area-ratio method of pulsed reactivity determination. *J. of Nucl. Energy*, 25, 297 (1971)
4. SZATMÁRY, Z., VANUXEEM, J.*, LUFFIN, J.*: Interpretation des analyses chimiques de combustibles irradiés. Ajustement du code Coregraf 2, mise à jour. Rapport S.P.M. No 1157, CEN de Saclay
5. QURESHI, I.H.** , LARSEN, E.** , TURI, L., OLSEN, J.** , and HONGAARD, H.**: Mass-spectrometric measurement of burn-up in UO₂ fuel using stable fission product neodymium. Preprint IAEA/SM-149 (1971)
6. OLSEN, J.** , TURI, L.: The measurement of the fast neutron fluence by means of a germanium detector. AEK Risö, Internal report (1971)
7. OLSEN, J.,** TURI, L.: The determination of Uranium-235 in Dragon particles by means of a germanium detector. AEK Risö, Internal report (1971)
8. TURI, L., OLSEN, J.**: Description of the computer program KIEGES. Internal report Risö-M-1433 (1971)
9. TURI, L., OLSEN, J.**: Burn-up measurements on single Dragon type particles. Internal report RISÖ-M-1435 (1971)
10. VÉRTES, P.: A MUFT-type forty-group constant library. INDC/HUN/-6/1, IAEA Nuclear Data Section, Vienna
11. VÉRTES, P.: PRODGROUP - A program for the production of multigroup reactor constants from the evaluated nuclear data available at IAEA. KFKI-Report 71-4

* Centre d'Etudes Nucléaires, Saclay, France

** Research Establishment, Risø, Denmark

THERMOHYDRAULICS

*L.M. Kovács, L. Maróti, I.G. Máthé, L. Szabados, I. Tóth, A. Török,
P. Windberg*

The installation and safe and economic operation of the planned Hungarian power reactor require the establishment of a suitable scientific base. As a contribution to this, a research program was started in 1969 for the thermohydraulic investigation of WWER-type reactors. The objectives of this program include the development of thermohydraulic theory to gain a better understanding of two-phase flow and critical heat flux phenomena, the construction of a computer model of the reactor, with special regard to the operational problems of power reactors, and experimental investigation of the reactor core on a set-up operating at 160 ata pressure and 2 MWt power.

In 1971 these activities were centred mainly on the design of equipment needed for the research program. An up-to-date data-collecting system which should permit computer evaluation of measured data was developed for work in conjunction with the experimental set-up.

Preliminary work was carried out with the aim to obtain data for the hydraulic and mechanical design of test sections for fuel assemblies.

A set of numerical experiments was carried out with WWER-440 data in order to improve the computer model of the reactor. The results of the calculations are in reasonable agreement with the actual parameters of the power plant.

REACTOR AUTOMATION

L. Bollók, A. Kovács, G. Sándor

Taking advantage of the Institute's engagement in computer production, research in this section has been devoted since 1969 to the application of computers in the automatic control and safety systems of the reactor. The main objective is to study the possibilities of ensuring safe operation under a wide range of operational conditions. As first step, attention was given to elaboration of procedures and algorithms with which the computer can handle optimally the problems occurring in reactor operation. If the operational conditions show a departure from normal, the computer will be able to trace the cause of the anomaly and call such algorithms as are required to re-set the

reactor to the power allowed by the safety requirements. The mathematical models used for the elaboration of the algorithms take account of the actual operational limits of the reactor and solve such simplified and interconnected partial problems which together will enable rapid and reliable control of the power plant.

The potential hazards and the complicated nature of the operation of a nuclear power plant necessitate experimental investigation of the control algorithms. For these experiments a hybrid computer combining MEDA 80 T analog computer (ARITMA, Czechoslovakia) and one of the Institute's 8K memory TPA computer was built in 1971 in cooperation with the Electronics Department. The two computers are coupled by an interface system allowing bi-directional analog and digital information transfer.

RADIOINCORPORATION

A. Andrási, Eva Beleznay, J. Biró, I. Fehér, Gabriella Szende

Within the scope of a silicosis research program the excretion of labelled quartz from rats was measured with a high-sensitivity whole body counter designed for small animals. These measurements have proved that radiotracer technique is well suited to the quantitative determination of the quartz burden and is useful for study of the relationship between exposure to quartz dust and the resulting silicosis.

Radiotoxicological investigations were carried out on rats. The special whole body counter was used to study the enhancing effects of external gamma irradiation on the biological half-life of ^{85}Sr and the effect of some inhibitors in reducing ^{85}Sr uptake.

The metabolic breakdown of the ^{58}Co -DTPA complex in rats was studied. The experiments have shown that the labelled material is suitable for human experiments.

Routine analysis of tritium in the urine of persons working near neutron generators was considerably facilitated by the TRI-CARB liquid scintillator spectrometer introduced this year. The combustion time of the wipe tests was reduced by a factor of 20 by using a fast burner developed at the laboratory. A personal sampler built for the determination of aerosol tritium concentrations has also proved to work well for the assay of lead concentration in the air. A measuring equipment with ionization chamber was developed for measurement

of the number and energy distribution of beta particles emitted from the surface of tritium targets.

PUBLICATIONS

1. FEHÉR, I., ANDRÁSI, A.: Computer data processing for a whole-body counter. KFKI-Report 71-64

NEUTRON DOSIMETRY AND THE "INTERCOSMOS" PROGRAM

L. Koblinger, S. Makra, B. Szabó, P.P. Szabó, P. Zaránd

The spectra of the WWRS reactor neutrons after passage through aluminium, beryllium and iron shields were calculated. Neutron spectra were also calculated for water, polyethylene, concrete and iron shields for monoenergetic incoming neutrons. The calculated spectra were used for the evaluation of dose-meter readings. The calculations have shown that it would be useful to introduce an "albedo" personal neutron dosimeter covering the range from thermal energies to 10 keV. Participation in the Oak Ridge meeting on the intercomparison of nuclear accident dosimeters, organized by the IAEA, proved to be highly stimulating for the development of these dosimeters.

Dosimetric studies of the 10/K biological irradiation facility of the reactor were furthered by the introduction of computer evaluation of the doses. The threshold neutron detector data are compared with the calculated spectrum by a computer fit. The variations of the dose rate with burn-up and re-fuelling of the core were studied. A double ionization chamber set-up was built for the measurement of neutron and gamma dose rates.

Within the frame of the INTERCOSMOS program an integrated circuit reader for TLD evaluation was constructed. A Monte Carlo program was written for the determination of doses absorbed by Snyder-type homogeneous and inhomogeneous phantoms irradiated by gamma radiation from an external source. The program was used for the evaluation of dose burdens from diagnostical X-ray examinations.

PUBLICATIONS

1. MAKRA, S., ZARÁND, P.: Construction and dosimetry of biological irradiation facilities of light-water moderated reactors. KFKI-Report 71-74

2. KOBLINGER, L.: Two codes for calculation of dose distribution in human phantoms irradiated by external photon sources. KFKI-Report 71-12
3. MAKRA, S., BÉKÉS, E.: Calculation of dose fractions of slow, intermediate and fast neutrons behind different shields, as well as readings of selected dosimeters. IAEA, Vienna, 425 (1971)
4. ZARÁND, P., MAKRA, S., SÁNTHA, A.: Dosimetry for a biological irradiation facility at a thermal reactor. Phys. Med. Biol., 16, 479 (1971)
5. MAKRA, S.: Calculation of neutron dosimeter readings for different spectra. Radiation Dosimetry Vol. 2, pp 281-289, Proc. Int. Summer School on Rad. Prot., Cavtat, Boris Kidrich Inst. Beograd (1971)

BIOLOGICAL DOSIMETRY

Irma Laboda

The haematological changes induced by irradiation were investigated. A semi-automatic blood corpuscle counter was built for use in studies of the variation of binuclear lymphocyte counts with absorbed dose. Collection of data on the dose dependence of the counts is now in progress.

Investigations of the relationship between the dose absorbed by the human organism and leukocyte alkaline phosphatase activity have shown that chronic exposure to low doses of radiation leads to a definite reduction in the enzyme activity.

TECHNICAL DEVELOPMENT

REACTOR OPERATION MAINTENANCE

*S. Balogh, R. Czíkó, L. Frankl, T. Füstös, L. Goda, Z. Honti,
S. Horányi, G. Mucsikai, A. Németh, D. Pallagi, M. Tóth, L. Várkonyi,
G. Vizdos*

The WWRSM reactor was operated this year for 3,396 hours at an average power of 4 MWt. During this period approximately 1,000 irradiations were carried out over 90,000 container-hours. The horizontal channels serving for solid state physics, nuclear physics and biological experiments operated for about 10,000 hours. For neutron activation analysis 2,000 irradiations were carried out in the channels utilized by the pneumatic system.

In addition to the routine operational and maintenance tasks, work of a research and development nature has been carried out on:

- fuel element failures
- technological reactor noise
- gamma radiation tolerance of filament optics
- break resistance of irradiated steel samples
- regeneration of the worn-out secondary cooling circuit

The workshop contributed to the installation of the Polytechnical University's training reactor by carrying out the operational test and making the reactor critical. The assemblage on the site began on the 1st of February, 1971.

A pneumatic system for the reactor was also delivered to the University, on-site work started in December of last year. The main parts (ball valves, dispatcher-receiver station, switch points and the core segments) were built by the Technical Department of the Institute, while this laboratory saw to the assemblage and the development and mounting of the complete electronic equipment.

PUBLICATION

1. PALLAGI, D., HORÁNYI, S.: Power reactor noise studies using a polarity correlator. KFKI-Report 71-31

RADIATION PROTECTION SERVICE AND ENVIRONMENT MONITORING

D. Bolla, I. Erdélyvári, L. Molnár

To improve the environmental monitoring within the Institute new cables were laid to link four new detectors to the net of gamma dose rate monitors, while modification of the equipment monitoring the beta concentration of the waste water was started. Seven radiation protection measures were revised during the year. A novel four-channel linear ratemeter was developed to improve the monitoring instrumentation.

PUBLICATION

1. MOLNÁR, L.: Continuous measurement of the activity concentration of radioiodine in air. KFKI-Report 71-13

REACTOR INSTRUMENTATION

Gy. Kozmann, Gy. Messing

The following instruments were built:

- (1) A complete set of reliable and up-to-date units for pulse-measuring chains (preamplifiers, amplifiers, discriminators, ratemeters etc.).
- (2) Models of a 3.5 kV and 1,000 V high voltage power supplies for use within the Institute.

D.C. INSTRUMENTS

Gy. Kozmann, Gy. Somogyi

A "Lin-Log picoammeter" was developed for special reactor requirements. The "Femtoammeter" constructed here (*Fig. 5*) is thought to be one of the best of its kind, with sensitivity of 10^{-15} A, a zero point stability of 0.5%/week and TTL level outputs in analog (+1 V, -1 V) and BCD code forms. It has proved to be highly useful in radiation protection, for the analysis of fission products as well as in other fields, and was found to be suitable for serial production.

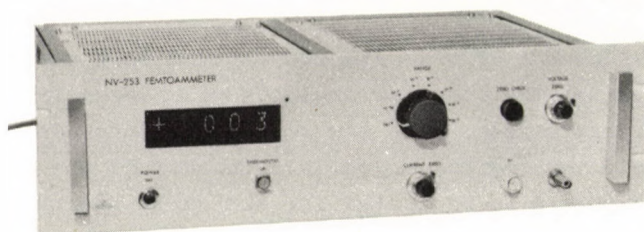


Fig. 5

The Femtoammeter developed by the Measurement Automatics Laboratory

REACTOR PHYSICAL MEASURING SYSTEMS

Gy. Messing

The pulse-measuring chains for the Polytechnical University's training reactor were put into operation and are performing highly satisfactorily. The d.c. current and pulse chain measuring systems for the ZR-6 assembly were developed and substantial progress was made in the assemblage. Under Soviet-Hungarian cooperation, a 40-channel pulse chain designed here was mounted in Dubna.

STOCHASTIC MEASURING TECHNIQUES

Gy. Kozmann, P. Pellionisz, F. Szlavik

The development of stochastic measuring techniques and equipment carried out under an IAEA contract has this year produced

- (1) A new technique for magnetic neutron diffraction analysis by means of stochastic spin modulation
- (2) A classical stochastic and a double stochastic chopper system for the separation of elastic from inelastic neutron scattering.

A new technique was adopted for the stochastic neutron scattering measurement by chopper at the Dubna pulsed reactor. The accuracy of the stochastic time-of-flight technique was improved by a spectrum-filtering method which removes the high-intensity peaks from the time-of-flight spectra.

Development efforts are now centred on a new procedure which should enable on-line computer analysis of changes in the stationarity of stochastic processes. This so-called Kolmogorov-Smirnov detector provides rapid information on certain changes of the observed processes and is expected to be useful for the early identification of imminent reactor failures.

PUBLICATIONS

1. PELLIONISZ, P.: Statistical chopper method for separation of elastic and inelastic scattered neutrons in time of flight experiments. *Nuclear Instrum. Methods*, 92, 125 (1971)

2. PELLIONISZ, P.: A new equipment for measuring stochastic processes: statistical analyzer. KFKI-Report 71-42
3. PELLIONISZ, P.: Double statistical chopper for the elimination of inelastic scattered neutrons in time-of-flight experiments. Atomkernenergie (ATKE), 17, 4 (1971)
4. KROÓ, N., PELLIONISZ, P.: Correlation technique at pulsed neutron sources. KFKI-Report 71-45

PUBLIC RELATIONS

LECTURES BY VISITING SCIENTISTS

- | | |
|---------------|--|
| Dr. G. Testa | (Centro di Studi Nucleari della Casaccia, Italy)
Present status and perspectives of the Italian Nuclear Energy Programme |
| Dr. P. Grillo | (Centro di Studi Nucleari della Casaccia, Italy)
Reactor thermohydraulics research and fuel element development within the CNEN plutonium programme |
| Ch. Reiche | (Zentralinstitut für Kernforschung, Rossendorf)
Codes and methods of reactor calculations |

CONFERENCES

Panel meeting on the research program concerning the ZR-6 critical assembly. Budapest, 17-23 August, 1971.

STUDY TOURS

- | | | |
|---------------|--|-----------|
| I. Pálmai | Joint Institute for Nuclear Research, Dubna | 2 years |
| P. Pellionisz | Institut Langevin, Grenoble | 18 months |
| B. Szigeti | Centro di Studi Nucleari della Casaccia, Roma | 1 year |
| L. Turi | Danish Atomic Energy Commission Research Establishment, Risø | 1 year |

J. Valkó	Danish Atomic Energy Commission Research Establishment, Risø	1 year
P. Vértes	Kernforschungszentrum, Karlsruhe	1 year
J. Vigassy	Kernforschungsanlage, Jülich	1 year

VISITING RESEARCHERS

Szajed Elvakil	Cairo, Egypt	3 years
----------------	--------------	---------

ELECTRONICS DEPARTMENT

The Electronics Department was one of the earliest organizational units of the Institute. Its objective has always been to supply the electronic equipments needed for physics experiments requiring special apparatuses. This objective naturally takes in not only the development of models, but also their reproduction to adequately high standards. Thus the "manufacturing shop" of the Department has always worked in close cooperation with the research and development laboratory.

Each phase of the Department's history can be most conveniently characterized by some type of instrument or equipment on which efforts were centred at the time. In the early fifties, there were basic nuclear instruments, such as amplifiers, pulse discriminators, counters etc. A number of models developed at the Institute were subsequently adopted for routine production on an industrial scale. The next stage can be called the analyzer period. The development of multichannel analyzers was commenced on the initiative of nuclear physicists. The first model to be designed still incorporated electronic tubes, but it was soon replaced by bigger models with more channels and of transistorized construction. The development of the transistorized analyzers required considerable efforts to overcome a number of design and manufacturing problems. The model that evolved is not only of a high technical standard but also has remarkable versatility, with applications in a number of special jobs (e.g. analysis of activation potentials in biological experiments). Up to the late sixties, approximately 200 analyzers had been produced and are now in use in various research establishments in Hungary and abroad.

The years dominated by the analyzer development programme were followed by a period in which efforts were concentrated on the elaboration of a comprehensive data-processing system for the Institute. Several measuring substations were set up. The "Reactor Substation" serves four reactor channels at which pulse height analysis or time-of-flight measurements by conventional or correlation techniques can be performed. A special substation is destined for multiparametric neutron spectroscopic measurements. Various spectroscopic data (optical, mass and Mössbauer spectroscopy, NMR measurements) are processed in the "Solid State Physics Substation". The "Accelerator Substation" handles measurements of pulse height and the angular distributions of nuclear reaction products. All of these substations are installed around a computer centre to which the data can be transferred on telephone lines across the data transfer system developed for this purpose in the Department.

An important unit of the data transfer system is the TPA universal small computer, which since 1969 has been produced in small series for use in other establishments both at home and abroad. This machine serves for the on-line control of and data collection from physical experiments and can also be utilized as an independent small calculator. It operates with great reliability and has a remarkably comprehensive software supply.

Apart from the activities connected with the Institute's research work, the Electronic Department is routinely commissioned by other establishments to carry out development work. These activities are closely related to the national project concerned with the development of digital data processing systems and small computers.

RESULTS

SMALL COMPUTERS

J. Bagyinszki, F. Bánki, J. Bogdány, L. Budai, K. Dady, K. Ebergényi, T. Gergely, T. Görbe, A. Horváth, A. Iványi, P. Karádi, E. Király, K. Kocsis, E. Korenchy, K. Kovács, E. Reé, I. Rényi, J. Rosta, E. Vas, M. Zsenei

The work on small computers is devoted to two main lines. First, the continued improvement of the TPA models. To the second generation TPA-1001 transistorized machine a third generation version with integrated circuits has now been added. The dimensions and manufacturing costs of the latest model have been considerably reduced as compared with the earlier types, while the reliability and operation speed have been increased. A host of technological problems had to be solved to make the machine suitable for serial production.

The other line of activity is concerned with a new small computer design. This new model, the TPA-70, is planned to be a fast operating type with a very efficient instruction system. The design principles and the system of instructions have been already elaborated and now the building of the hardware is in progress. In order that the design should permit a favourable interplay of hardware and software, the work has to be complex in nature, comprising theoretical investigations of machines and systems, their mathematical analysis, application problems of peripheral equipments.

PUBLICATIONS

1. FOKAL 1971 Manual (KFKI ed.)
2. SLANG-2 Manual (KFKI ed.)
3. SYMBOLIC EDITOR Manual (KFKI ed.)
4. FOKAL How to use its internal subroutines (KFKI ed.)
5. GERGELY, T.: Analytical self-adjusting control system of teaching. *Automatica*, 1971. No.2, p. 21
6. GERGELY, T.: Probability models for computer systems. Proc. of the Symposium on Comp. and Aut. ed. by A.E. Laemmel, Polytechnic Press, New York, 1971 p. 115
7. GERGELY, T., YEZHOV, I.I.: Quasi-Markovian series. *Studia Scientiarum Mathematicarum Hungarica*, 6, 213 (1971)
8. GERGELY, T., YEZHOV, I.I., TSUKANOV, I.N.: On a mass-serving system. *Dokladi A.N. USSR*, 33A, 963 (1971)
9. GERGELY, T., MEDVEDEV, V.P.: Investigation of the ergodic properties of digital mass-service system. *Theoretical Cybernetics*, 1971. No.3. p. 98

MEASUREMENT AND DATA COLLECTION SUBSTATIONS

J. Biri, M. Blasovszky, N. Buchmüller, G. Reznikov, M. Sándor, L. Somlay, K. Somlay, L. Szanyi, K. Tarnay, K. Ziegelmann

Expansion of the substation network has been continued and two new stations were added this year: one built for multiparametric neutron spectroscopy, the other to handle measurements made at the reconstructed accelerator (principally pulse height analysis and angular distribution data). A new feature of both substations is that in addition to output data collection and preliminary processing some parameters can be continuously monitored and, if necessary, corrected during the runs. Thus, the TPA-1001 computer of the substation is able to intervene directly to set the measuring conditions to the optimum or to programmed parameter values.

The most recent development efforts have been devoted to the design of a variety of GAMAC compatible real-time peripherals to match

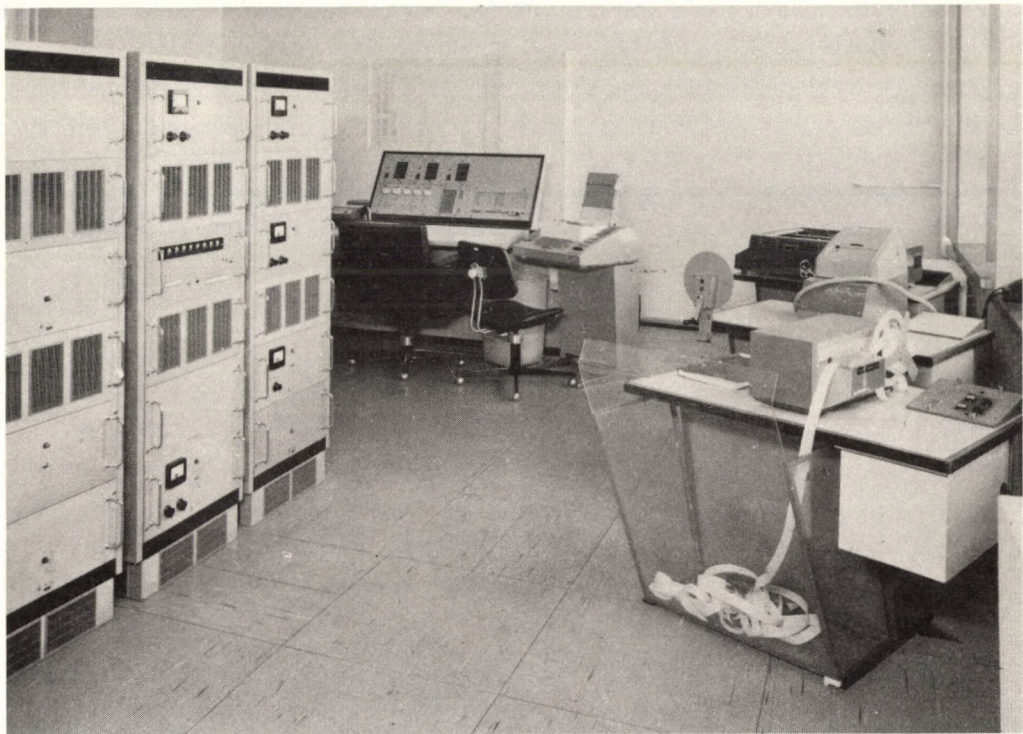


Fig. 1

Data processing substation installed close to the reactor

the third generation machine. These peripheral modules will be suitable for assembly as data collector or process controller set-ups.

PUBLICATIONS

1. REZNYIKOV, G., TARNAY, K.: Bystryy amplitudno-tziffrovoy preobrazovatel s vysokoy razreshayushtshei sposobnostyu. PTE, 1971. No.2. p. 103
2. TARNAY, K., REZNYIKOV, G.: Simulation of analog-digital conversion by the computer ICT 1905. Proc. of the JUREMA, 1971, p. 87

REMOTE DATA PROCESSING

Gy. Ambrózy, L. Bürger, E. Hamza, A. Jávör, Sz. Könye, T. Rázga, J. Sulyán, E. Végh



Fig. 2

Equipment for digital data transfer by telephone line

Last year's activities were devoted partly to the production of some new equipments, partly to the execution of system technological experiments. The former work led to the development for the TPA-1001 and TPA/I small computers of a data transfer interface and a multiplexor with eight teletype/telex inputs. These equipments were used in the construction for demonstration and experimental purposes of a mini time-sharing system with eight telex inputs. The AHM 1200 equipment for data transfer by telephone lines developed in preceding years was modified to comply to the standardized computer system of the COMECON countries. The work on simulation of data transmission networks continued with the development of new, more general simulation methods and procedures, useful primarily in the design of digital computer systems.

PUBLICATIONS

1. VÉGH, E.: A simple recurrent code for time division multiplexing of numerous telex channels. Proc. XVIII. Rassegna Internazionale Eletttronica e Nucleare. Roma, 1971. p. 459

2. JÁVOR, A., CSÁKÁNY, A: Some achievements in the investigation of data transmission networks by using a flexible simulation system. Proc. XVIII. Rassegna Internazionale Elettronica e Nucleare. Roma, 1971, p. 329

MAN-MACHINE INTERACTION

R. Alpár, L. Sándor, L.T. Sándor, F. Törő, E. Vadócz, F. Vajda

New equipments and methods to facilitate the direct interaction between the computer and the operator utilizing the machine are being investigated. Study of the application and design of graphical tools resulted in the development of an interface which links the 1010B-type small computer directly to a high-capacity raster type alphanumeric display. Another interface connects the TPA/I computer to a positioning sphere, an alphanumeric and functional keyboard and a graphical data input table. Much research on the system technological problems has gone into the design of these devices.

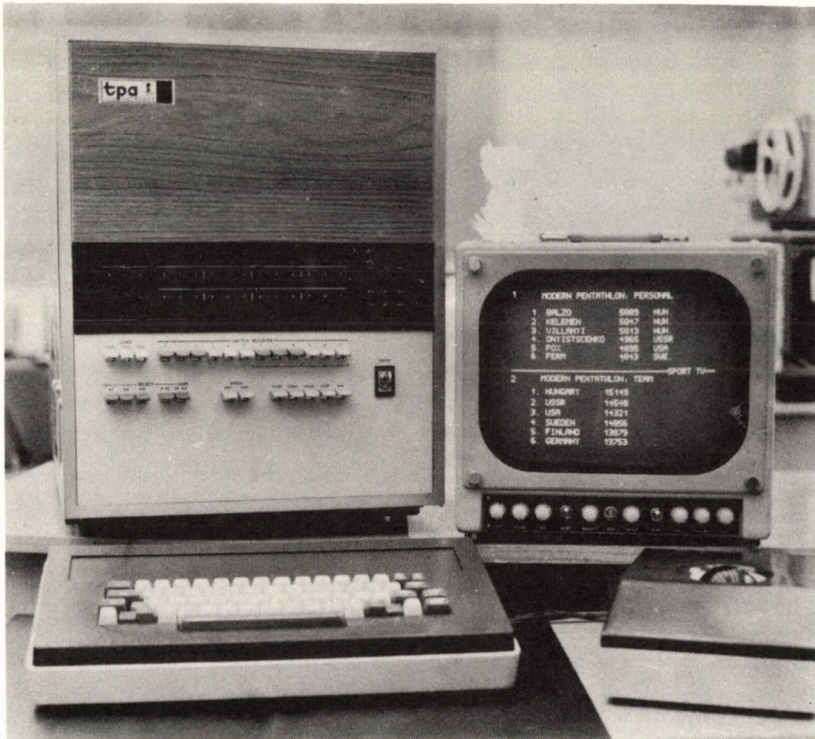


Fig. 3

Alphanumeric display interfaced with small computer

PUBLICATIONS

1. TÖRÖ, F., VAJDA, F.: A simple display system utilizing TV techniques. Proc. XVIII. Rassegna Internazionale Elettronica e Nucleare. Roma, 1971, p. 255

MEMORY SYSTEMS

J. Kántor, Z. Nyitrai, E. Pápai

Work on this topic is aimed in the first place at the development of RAM-type ferrite cores for small computers and data collector equipments. A 1,2 μ sec cycle time memory for the TPA/I computer, a 1 μ sec cycle time memory for the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna, and various memory testing instruments were produced during the year.

LARGE MAGNETIC PERIPHERIES

K. Bein, I. Kóvári, Z. Simon, G. Vas

This group is working on the adaptation of magnetic tape recorders to digital computer systems, preparation of optimum test programs, determination of the mechanical and electronical parameters of interface electronics. During the year, an incremental magnetic tape recorder was connected to the TPA-1001 machine of one of the measuring substations, and investigations of the off-line application possibilities of similar magnetic tape stores were begun. Within the scope of a cooperative agreement with the German Democratic Republic, a process for controlling small computers with a magnetic tape memory, and in cooperation with the Dubna Institute, the interfacing of the TPA-1001 to a large computer were studied. The application of magnetic disc memories was also a subject of some investigations.

TECHNOLOGICAL AND DESIGN PROBLEMS

G. Binder, E. Gaál, A. Hartai, J. Mikulajcsik, V. Szabó, K. Tobiás, N. Törő, J. Zemberi

The production of small computers and complex digital equipments in small series requires a considerable technological background. An important contribution to this is the semi-automatic chemical coppering line and an optical hole-checking equipment. A chemical plating process

for protection against corrosion was also successfully developed. Design work resulted in the construction of a display control rod and a signaling sphere of novel type.

EXTERNAL RELATIONS

LECTURES GIVEN BY VISITORS FROM ABROAD

Dr. I.N. Hooton A. Lewis	(Atomic Energy Res., Harwell) The application of CAMAC modules in data collection
R. Kitai	(Mc. Master University, Hamilton, Canada) Electronic research and development at McMaster University
H. R. Lehmann	(VEB Narva Combinat, Berlin) Management of an industrial combine
O.K. Nefedev, E.V. Sarapova	(Joint Institute for Nuclear Research, Dubna) Application of display systems
J.P. Drimalik	(Institute for Cybernetics, Kiev) Methods of planning computers in Institute for Cybernetics, Kiev
N.V. Yermolaev, V.I. Chulkov	(Joint Institute for Nuclear Research, Dubna) Problems of data handling by small computers

GUEST RESEARCHERS

Edgardo Felippo Riveron	Research Institute for Cybernetics, Havana, Cuba	1,5 year
Perfekto Dipotet	Research Institute for Cybernetics, Havana, Cuba	6 mont
Heinz Behnke	Akademie-Werkstätten für Forschungsbedarf, Berlin, GDR	6 mont
Yuri I. Nechaev	Joint Institute for Nuclear Research Dubna	3 mont

STUDY TOURS ABROAD

E. Kindzierszky	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna	2,5 years
B. Lendvai	- " -	2 years
M. Sándor	- " -	2 years
W. Rusz	- " -	2 years
I. Horváth	- " -	3 months
I. Piszker	- " -	2 years
M. Szalay	Institut für Hochenergiephysik, Berlin-Zeuthen	1,5 years
J. Haraszti	Joint Institute for Nuclear Research, Dubna	2 years
M. Haraszti	- " -	2 years
I. Láng	- " -	2 years
F. Vajda	Mc Master University, Hamilton, Canada	1 year

COMPUTING TECHNIQUES DEPARTMENT

On the national scale the Institute has something of a tradition in the computer field. The second computer in the country, a URAL-I from the USSR, was installed in the Institute in 1960. The importance of computers was thus early recognized and extensively exploited in research activities.

The Computing Techniques Department was formed in 1959 for the handling of the bulkier mathematical tasks thrown up in experimental work and for the research of computer methods and techniques.

The problems handled in the Institute soon outgrew the capacity and performance of the URAL I machine. This had been operating for about five years when it was replaced by an ICT 1905 computer whose capacity is such that in about one day it is capable of handling all the calculations that had been dealt with by the URAL-I. Nevertheless, the URAL-I had its merits in introducing the Institute's research staff to and familiarizing them with computing techniques.

The ICT 1905, at that time the computer with the highest performance in our country, started to operate in September 1966. The central processor and slow peripherals were expanded in 1967 by the addition of six magnetic tape units.

The TPA-1001 small computer, developed at the Institute, has been operating in the Department since 1969, in combination with a paper tape reader and punch, a magnetic tape unit and a graph plotter. In 1970 the hardware and software needed for the on-line connection of the small computer to the ICT 1905 central processor were

completed and the work of the computer centre is now organized on this dual computer system basis.

The configuration of the central computer system as it stands at present is shown by Fig. 1.

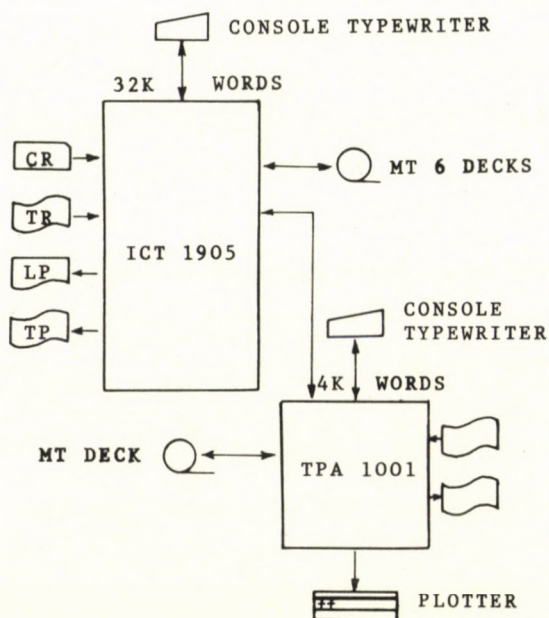


Fig. 1

The configuration of the central computer system

ICT 1905

Core store: 32,768 word (24 bits/word)
 6 magnetic tape units
 2 paper tape readers
 2 paper tape punches
 1 line printer
 1 card reader
 1 console typewriter
 operational speed about 100,000 operations/sec

TPA 1001

Core store: 4,096 words (12 bits/word)
 1 magnetic tape unit
 1 paper tape reader

1 paper tape punch
1 graph plotter
1 teletype unit

RESULTS

The Department is first and foremost concerned with ensuring the efficient technical and software running of the computer centre of the Institute. The remaining capacity of the Department is taken up by participation in the Computer Centre Development Programme and the high-priority research programme on "Application of Computing Techniques" of the Hungarian Academy of Sciences.

Accordingly, activities can be grouped as follows:

- a) technical and software operation of the computers in the computer centre
- b) application of computing methods
- c) development of software, designing of computer program systems.

TECHNICAL OPERATION OF THE COMPUTER CENTRE

K. Bánáti, T. Benkő, Lili Major

The efficient and satisfactory running of the ICT 1905 and TPA-1001 computers naturally requires adequate preventive maintenance, and periodical overhaul and repair work. Simultaneously, new accessories for improving the machines' performance are developed or adapted and put into operation.

The two computers operate continuously. In the first 10 months of 1971 the efficiency of the full ICT 1905 configuration was 92.18%, that of the central processor itself 99.36%. It has to be noted that operating at this efficiency entails relatively much more work with the now five years old computer than was needed a few years ago.

SOFTWARE OPERATION OF THE COMPUTER CENTRE

Mária Ivanyos, Erika Lovas, I. Mező, Margit Vizi

The organization of work on the dual computer system is helped

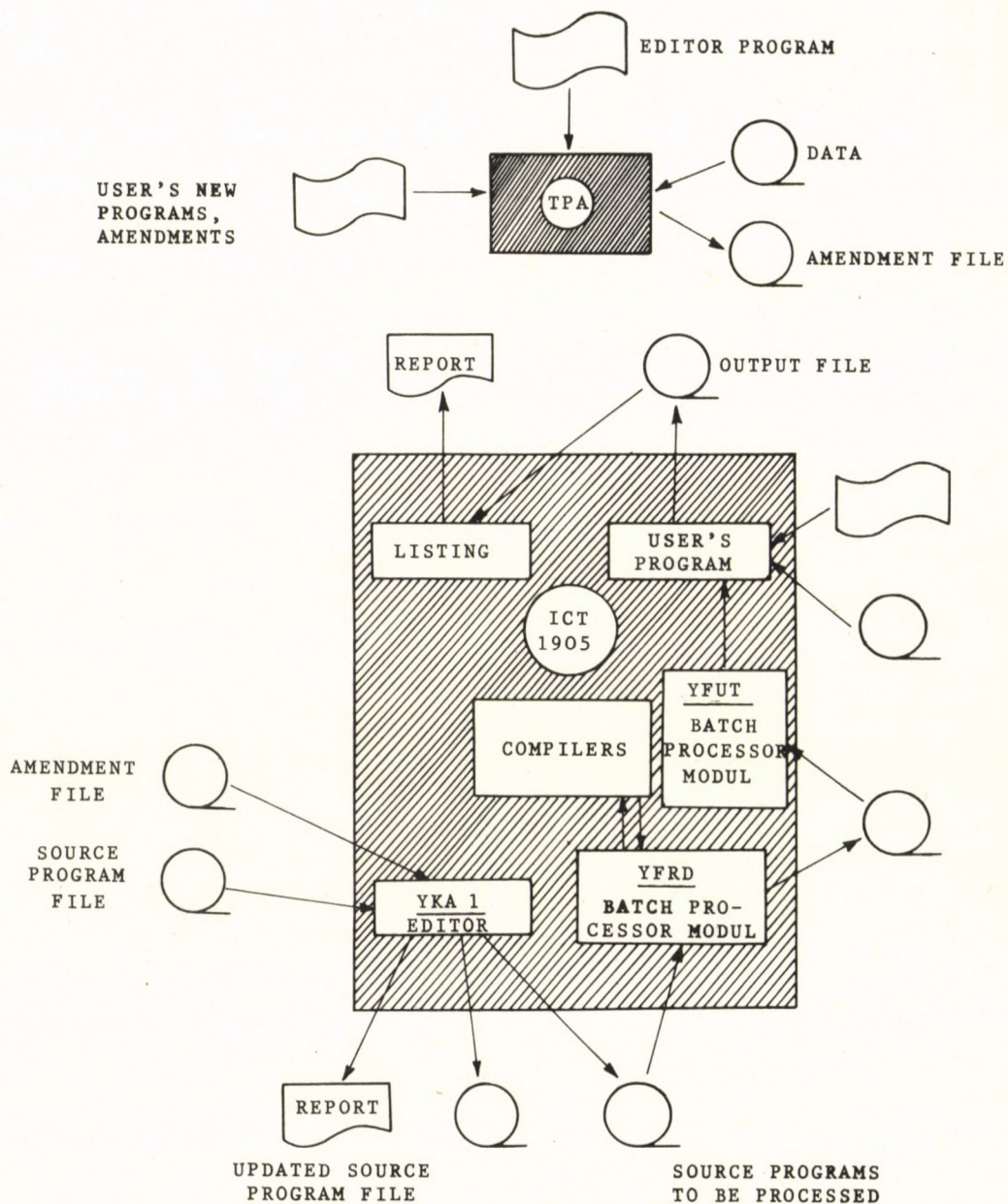


Fig. 2

The Y Batch-operating system

by a Y- operating system designed and developed in the Department. This system controls amendment , compilation and running of ALGOL and FORTRAN programs during their debugging and testing. The programs handled by the Y system are stored on magnetic tape in source language; these are referred to as the set of source language programs. Since the programs stored on magnetic tape can be processed efficiently only consecutively, in the order of their storage, the Y system works in the so-called "batch" mode; that is the programs are not subjected separately to the above three phases of the operation, but they are first successively amended, as required, then compiled and finally transferred to magnetic tape, from which they are successively loaded into the computer for a test run (*Fig. 2*).

The Y-system, then, consists of the following three modules:

1. Editor Module (YKA 1)

This module stores, edits and prepares source programs for compilation. The set of ALGOL and FORTRAN programs is stored on magnetic tape in source form.

The Editor can execute the following tasks:

- Insertion of a new program into the source file.
- Amendment of a program in the source file.
- Deletion of a program from the source file.
- Punching a copy of a source program onto paper tape.
- Preparation of a program for compilation.

The amendment phase takes place on the ICT computer, but the preliminary work, which requires a number of slow peripheral transfers and operator intervention, is performed by the TPA small computer.

2. Module Controlling Batch Compilation (YFRD)

This module controls batch compilation of the ALGOL and FORTRAN programs stored in the source file by the appropriate compiler program. As no intervention by the human operator is required, compilation time is reduced considerably. Compilation takes place according to the so-called "Program Description" specified by the programmer. The YFRD program sends successfully compiled programs in binary form to a magnetic tape file.

3. Module Controlling Batch Processing (YFUT)

YFUT controls test runs of the batch of successfully compiled programs stored on magnetic tape. It loads these programs successively into core store and reduces the time loss incurred by the deletion and loading of programs. The program seldom requires human intervention, since it performs the majority of the machine operator's activities.

The extension of the Y-operating system to the ICT-TPA dual system should result in a more efficient utilization of the ICT 1905 machine, as all the slow peripheral transfers and nearly all operations requiring the intervention of human operators will in future be performed by the TPA. The first phase of the extended Y-system (which affects most of the slow peripheral transfers and operator interventions) has already been tested, and it was found that the TPA can reduce ICT running time for this by about 40%.

Another possibility realizable with the ICT-TPA dual system is the input of data to the TPA for preprocessing before direct transfer to the ICT central processor. Several programs, suitable for different input and output data structures, were prepared for this procedure. Data input to the TPA can be arranged from either punched tape or a MAGDA NZ 607 model magnetic tape recorder.

The two-computer system was also utilized as a data bank during the testing and demonstration of the KFKI TIME SHARING NETWORK system developed by the Electronics Department.

MATHEMATICAL AND NUMERICAL METHODS, INFORMATION THEORY

Borbála Gellai, Cs. Hegedüs, Gy. Kötél, Katalin Kulcsár, Anna Lee, Katalin Marton, Magda Zimányi

The efforts in this field are centred mainly on numerical methods for the solution of mathematical problems arising in the physical research carried out at the Institute. During the year subroutines were worked out for the Program Library for the following calculations: numerical calculation of spherical Bessel, Hankel and Neumann functions, determination of roots and poles of complex functions, computation of generalized inverses of matrices, and numerical quadrature.

New methods for the construction of generalized inverses of matrices and for the determination of the eigenvalues and eigenvectors of complex matrices were suggested.

Basic problems of information theory and measure theory are being investigated.

Source coding theorems were proved by generalizing the results of Pinsker and Gallager for sources defined by fidelity criteria in cases where these allow synchronization errors. It was shown that measures defined on a lattice can be extended to the smallest σ -lattice containing that lattice, provided certain conditions are satisfied.

COMPUTER-BASED INFORMATION DISSEMINATION METHODS

I. Horváth

To promote and facilitate the activities of researchers at the Institute and at other scientific establishments in the country, the Institute's Library instigated computer storage and processing of bibliographic data of journal articles, technical reports etc. The data stored on magnetic tape are supplied by the Chemical Abstracts Services and INSPEC (Information Service in Physics, Electrotechnology, Computers and Control). A program package for the processing, searching and listing of bibliographic data according to queries to the system was worked out in the Department.

PROBLEM-ORIENTED PROGRAM PACKAGES

Cs. Hegedüs, Katalin Kulcsár, L.D. Nagy, L. Pócs

For the evaluation of multichannel analyser data obtained in various physical measurements performed at the Institute, a uniform program package was developed in cooperation with various Departments concerned. The programs of this package execute data transfer to magnetic tape, correction of data, printout on line printer or plotting on graph plotter, and the least squares fitting of linear combinations of Gaussian curves for gamma spectra and of Lorentzian curves for Mössbauer spectra. The initial values for parameters used in curve fitting are determined by the program package, by Routti's method (from the second derivatives) in the case of Gaussians, and by Fourier transformation, through selection of an appropriate filter function, for Lorentzians. The package is completed by an energy calibration program.

SOFTWARE DEVELOPMENT

Irina Gladkih, I. Horváth, Mária Ivanyos, Erika Lovas, Gy. Lőcs, I. Mező, M. Nagy, Éva Viszt, Magda Zimányi

In order to keep up with current developments in software methods, a study was made of macro-processors and list processor systems. A simple macroprocessor suitable for the translation of application-oriented languages was adapted for the ICT 1905 machine and tried out for some translations. J. Weizenbaum's machine-independent Symmetric List Processor (SLIP) was implemented on the CDC 3300 and the ICT 1905 computers.

The brunt of software development work is at present devoted to the implementation of a uniform software system for the French patented VIDEOTON 1010/B small computer produced by the VIDEOTON Factory (Székesfehérvár, Hungary). The plans for a software package for this computer, the VIDEOTON Data Oriented System (VIDOS), were worked out in collaboration with the INFELOR Company. As it is intended that the computer should have the widest possible range of applications, provision has to be made for not only business planning and data processing, but also not too voluminous scientific and technical calculations, as well as process control. In view of the special demands for educational and data bank services, operation in time-sharing mode will also be catered for. The software system is now being developed on the basis of this plan. A relocatable loader program and the ASA FORTRAN compiler program are now nearing completion.

For the testing of VIDOS programs, a simulator program was constructed which simulates the operation of the VT 1010/B machine on the ICT 1905 computer. This program provides a variety of tests facilitating the detection of errors, and in addition can carry out the functions of certain service programs (CHARGER LOADER, SORTI BINER, ASTROL).

PUBLICATION

1. MARTON KATALIN: Asymptotics of the ϵ -entropy of discrete stationary sources. /In Russian./ Probl. Pered. Inf., 7, 3 (1971)

TECHNICAL DEPARTMENT

In the years immediately following the foundation of the Institute, construction of the necessary experimental equipment called for no more than a few skilled technicians in each laboratory. As research developed, however, the need for ever larger and more sophisticated apparatuses gradually became such that the capacity of the small special workshops was quite inadequate to cope with the demands, a situation which led to the creation of the Technical Department 10 years ago. While small technical staffs remained in each research department to run, service and maintain laboratory equipment, design engineers and a considerable number of skilled workers were appointed to the Department to attend to the major technical developmental work.

Besides the development and manufacture of the increasingly complex assemblies required by the research departments, the activities of the Technical Department have branched out in the last five years to delivery to other research or industrial establishments of complete special laboratory outfits assembled from research tools developed at the Institute. Two such types of laboratory are now supplied: a Mössbauer Laboratory and a Laboratory for Neutron Generator Activation Analysis.

The Mössbauer Laboratories are built around the NP 255-type Mössbauer Spectrometer with a source-driving mechanism able to displace samples over a velocity range of 0-30 cm/sec with less than 1/1000 instability during runs of 10 to 12 hours. A discus-shaped vacuum furnace keeps the sample to 0.1 °C accuracy at any temperature from 20° to 800 °C. The other units are a special support, vacuum system, cryostats, detector holder and electronic measuring system. Two such laboratories are in operation

at this Institute, two in Czechoslovakia and one in the United Arab Republic.

The central unit of Neutron Generator Activation Analysis Laboratory, the NA2 type neutron generator, utilizes ${}^3\text{T}(d,n){}^4\text{He}$ reaction for the production of 14.7 MeV energy neutrons. The maximum target current of 1 mA ensures a neutron yield of 10^{10} neutrons/sec; the maximum accelerator voltage is 120 kV. A twin-track pneumatic tube system is provided for the simultaneous irradiation and measurement of the sample and the reference standard. Samples up to a maximum weight of 50 grams can be transported at an average velocity of 10 m/sec. The measuring unit is either a special-purpose equipment (e.g. for determination of oxygen in steel an NK-214.A three-channel analogue setup) or a universal type based on the NTA-512 multichannel analyzer, which is suitable for spectrum decomposition by digital computer. The minimum detectable quantity varies from 50 to 300 μg , depending on the elements being analyzed. Two laboratories of this type are in operation at the Institute and one each at the Dunaujváros Steel Works, the Geophysical Institute, the Joint Institute for Nuclear Research at Dubna. Apart from these, a total of seven NA-2 type neutron generators has been supplied by the Department: two each to Hungary and Poland, and one each to the USSR, Czechoslovakia and Brazil.

SOLID STATE PHYSICAL EQUIPMENTS

L. Muzznay, I. Péter, E. Kiss, E. Serf, L. Várhalmi, B. Horváth, F. Csonka

Several instruments for neutron physical experiments were built in 1971. One is a new fully automatic, electronically driven neutron diffractometer adjustable to an accuracy of 0.01° . Synchronization of the driving mechanism with the electronics was achieved by utilizing the neutron beam from the reactor. Measurements above room temperature up to 800°C are made possible by a special vacuum furnace equipped with a goniometer for single crystals.

A field homogeneity meter, movable in three directions, was completed for use with the earlier built universal laboratory magnets. A H--3 forevacuum pump operating at a pumping rate of $3\text{ m}^3/\text{hour}$ was added to the set of pumps. The construction of power supplies and

titanium pumps capable of operating at a rate of 100 litres/sec has greatly facilitated experiments requiring oil-free, pure vacuum.

The test model of an equipment for the preparation of wire memories was built.

An outstanding result of the development work connected with solid state investigations is the realization of a laboratory model of a digital angular display unit having a scale division of 3600, accurate to 0.1° , which can display 6000 coded numbers per second.

CHEMICAL EQUIPMENTS

I. Horváth, J. Németh, I. Péter, E. Serf, J. Váradi, J. Várhalmi

For chemical research (optical spectroscopy) the prototype of a spectroluminometer, a laser Raman monochromator "bench" model and a number of helium-filled sample coolers were built.

A new version of the Activation Analytical Laboratory was assembled; this is equipped with the more advanced NA-3 type neutron generator, a pneumatic "rabbit" system and a fully automated measuring set-up. The laboratory will first be operated in Dubna before delivery to Hanoi.

The NA-3 neutron generator is an improved version of the NA-2; lifetimes of target and ion source are longer, reliability greater, and handling is easier. With a maximum target current of 1 mA, neutron yields as high as 10^{11} n/sec can be achieved. The target lifetime is increased by a factor of two by means of a titanium pump vacuum system.

NUCLEAR PHYSICS EQUIPMENT

L. Házkötő, B. Horváth, E. Kiss, I. Péter, M. Szalók

Reconstruction work on the EG-2R Van de Graaff generator is continuing with the expansion of the target room. The magnet and the ion-channels needed for this expansion were completed this year.

For nuclear physics experiments the most important equipment built lately is a set of sorption pumps capable of producing a fore-vacuum free from oil contamination down to pressures of 10^{-4} mmHg.

REACTOR RESEARCH EQUIPMENTS

B. Egri, I. Bencze, L. Muzsnay, J. Németh, V. Próbáld, R. Schmidt

Efforts last year centred on the construction and manufacture of the mechanical and electronic parts for the ZR-6 Critical Assembly; the completion of this work is foreseen for 1972. A safety servo-mechanism driving a 10 kg safety rod and the control console for the experimental reactor were constructed. Emergency valves for the safety system, developed in the German Democratic Republic, were also manufactured and tested.

Utilizing the experimental data obtained in the past year, a high precision water level indicator was designed which can measure the water level in the reactor to an accuracy of 0.02 mm. The design of eight other important components was completed. A cooling trap for the 2 MW thermohydraulic reactor circuit was developed.

HEALTH PHYSICS EQUIPMENTS

I. Mészáros

Improvements continued to be made to the whole body counter operated at the Institute.

Plans have been drawn up for an aerosol generator to be operated in conjunction with an inhalation spectrometer. The generator is to be built first in order to gain experience for the further development work.

The aerosol sampler family was complemented with a stationary sampler, a transportable unit and a measuring-sampling equipment. The personal aerosol sampler was modified by some technical improvements.

This personal sampler has a sampling filter surface area of 4.9 cm^2 and weighs 1 kg; it can be battery-operated continuously for 10 hours.

PHYSICO-OPTICAL EQUIPMENTS

L. Házkötő, A. Szulyovszky, L. Várhalmi

The most important equipment completed this year is an Ultra-vacuum evaporator (*Fig. 1*). After the 320 mm diameter vacuum chamber

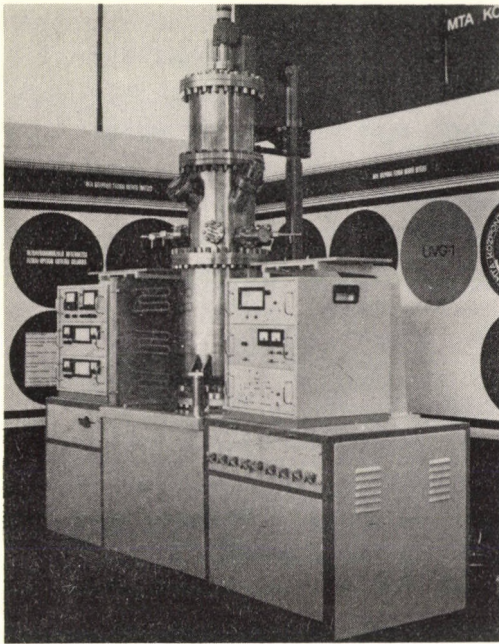


Fig. 1

Ultravacuum Evaporator

Analizers with stored programs and mechanical units of the TPA computers were supplied. On a recent demand six plane memories were prepared. Each of these magnetic foil memory units can store 16 K bits (i.e. approximately 250,000 bits of information). The position of the 250 mm diameter foil is pneumatically controlled to an accuracy of 5-7 microns.

has been frozen out with liquid nitrogen, the built-in oil diffusion and titanium sublimation pumps can produce a vacuum of 3×10^{-9} Torr in two hours without heating, and 2×10^{-10} Torr after heating at 200°C for 11 hours. An electron gun for this apparatus will be completed in 1972.

The design study for an atomic beam generator was completed and the drawings and specifications were prepared.

A power supply was built which enables quick starting and reliable operation of lasers.

MECHANICAL PARTS OF ELECTRONIC EQUIPMENTS

R. Nagy

LIBRARY AND PUBLISHING DEPARTMENT

The Central Library of the Institute was established in 1953. It moved to its present building in 1960.

The Library aims to collect all the documentation pertinent to the activities of the Institute, essentially in the fields of physics, but also in certain areas of chemistry, mathematics, electronics and mechanics.

The stock of the Library consists of 40,000 books, 13,000 bound volumes of periodicals and nearly 40,000 reports.

Apart from a complete collection of the Hungarian literature, the Library holds most of the publications of interest in the above fields in English, Russian, German and French. The yearly average increase in books runs to about 2,500 volumes. A weekly list is circulated to inform the research laboratories of recent acquisitions.

The books are catalogued by alphabetical author and subject indexes. A catalogue for book series and a special catalogue on conference proceedings indexed according to the localities of the conferences are also provided.

The stock of periodicals increases by about 1000 bound volumes annually; 825 periodicals are currently subscribed to. For orientation an alphabetical retrospective catalogue of the bound volumes is available.

The yearly addition to the material of the report library runs to about 4000 items, nearly all of them received on exchange from laboratories all over the world. The collection consists of scientific reports, annual reports and dissertations. Retrieval is effected with the help of cumulative computer-written catalogue. For quick information about recent acquisitions a weekly list is issued for the readers. During 1971 the Department has introduced two computer-based SDI services,

utilizing the magnetic-tape versions of Chemical Abstracts Condensates and the INSPEC publications, respectively, in order to help the scientific workers of the Institute to keep up with the current literature in their specialist fields.

The Library has a reference room with handbooks and other reference materials, and two reading rooms in which the most recent books and current issues of journals are shelved.



Fig. 1

Reading room

A well equipped photo-laboratory and photocopy service meet the reprographical requirements.

The Library maintains extensive lending and exchange connections with home and foreign special libraries. The most important techni-

cal and special libraries all over the world are included in the mailing list of the Publishing Department.

The publishing activities of the Department started in 1953 with the edition of the periodical "KFKI Közlemények" (Communications of the Central Research Institute for Physics). This periodical ceased to appear on the 31st December, 1970. The activities of the Department developed along with the growth of the Institute and at present editing, translating, typing, duplicating, printing and binding sections are engaged in publication work. The Department publishes preprints, numbered reports on the scientific activities of the Institute, conference proceedings, catalogues of instruments, instruction manuals and other mimeographed material.



Fig. 2

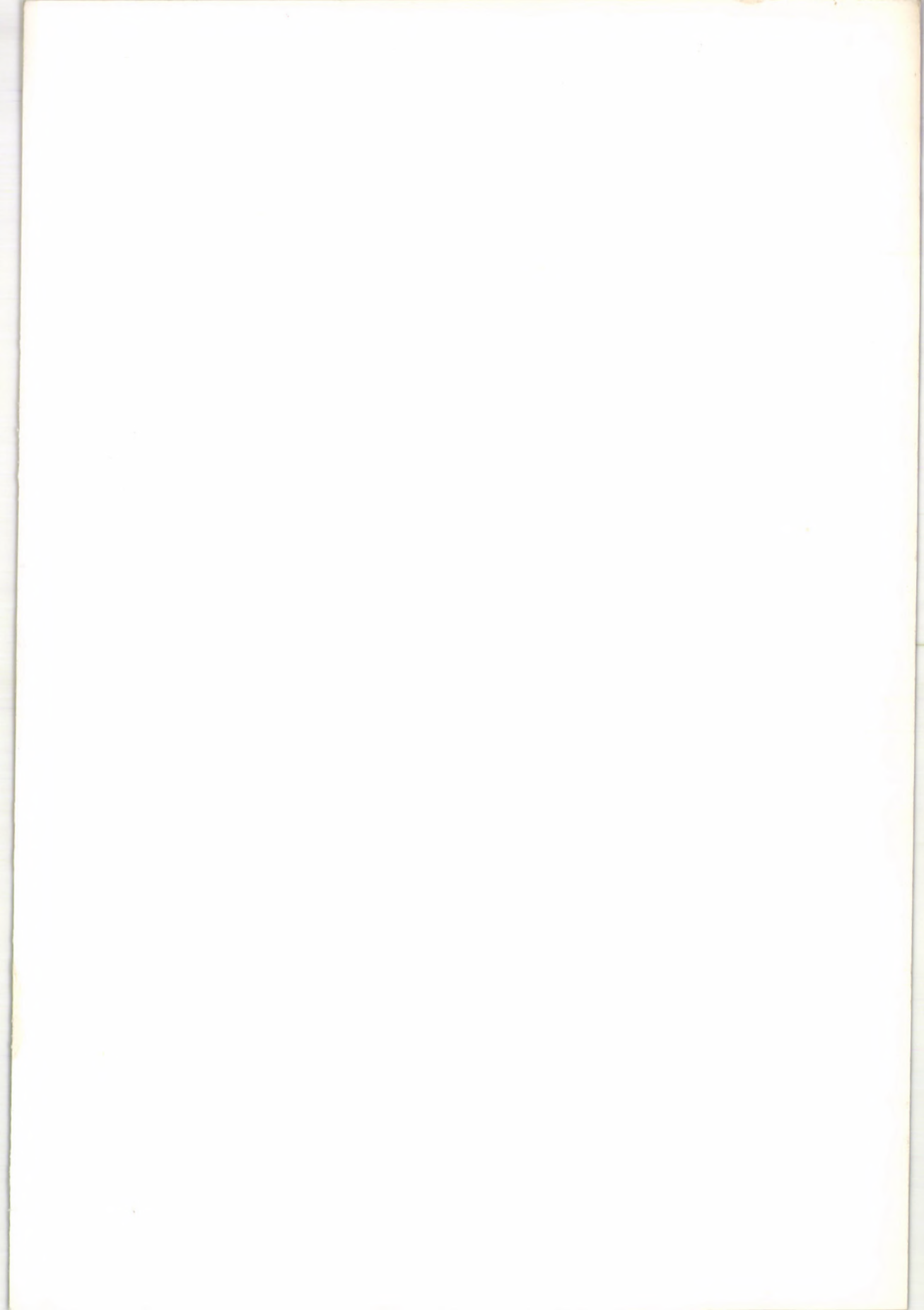
Part of the library's reference section



Kiadja a MTA Központi Fizikai Kutató Intézet
Felelős kiadó: Pál Lénárd igazgató

Technikai szerkesztő: Nagy Imréné
Készült: 1000 példányban

HESZ Nyomda





55635

1372

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ
ФИЗИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ВЕНГЕРСКОЙ
АКАДЕМИИ
НАУК



ЕЖЕГОДНИК

'71

55635

2569

АЛЪМАНАХ 1971



MTA • KÖZPONTI FIZIKAI KUTATÓ INTÉZET

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
••••• ВЕНГЕРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК •••••

РЕДАКТОР

Л. Нестхейи

СОСТАВ РЕДКОЛЛЕГИИ

А. Чакань, Ж. Фаркаш,
А. Ниш, И.Ш. Ниш (секретарь),
Р. Шиллер, Э. Сатмари, Г. Циммер

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ИНСТИТУТА ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	8
НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА	37
ГРУППА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ	41
ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ	43
ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ	55
ОТДЕЛ ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКИ	76
ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА	89
ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ХИМИИ	106
РЕАКТОРНЫЙ ГЛАВОТДЕЛ	128
ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ЭЛЕКТРОНИКИ	146
ОТДЕЛ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	155
ТЕХНИЧЕСКИЙ ГЛАВОТДЕЛ	165
БИБЛИОТЕКА И ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ	170

ПРЕДИСЛОВИЕ

В этом году впервые за время своего существования Центральный институт физических исследований выпускает альманах, освещающий наиболее важные результаты, достигнутые в прошлом году. Естественно, что альманах может содержать только сводную информацию о деятельности института в истекшем году.

Научные результаты были опубликованы нашими сотрудниками в соответствующих научных журналах. Поскольку в альманахе часто приводятся ссылки на эти работы, читатель, интересующийся подробностями, может получить более детальную информацию, прочитав цитированные труды. Альманах же предоставляет необходимые сведения тем, кто хочет получить только общее представление о деятельности Центрального института физических исследований.

В 1970-ом году институт отмечал свой двадцатилетний юбилей. Мне кажется целесообразным опубликовать в этом первом альманахе исторический обзор, подводящий итоги двадцатилетней деятельности института, конечно, без стремления к полноте, с целью ознакомления с историей нашего института и его организационным опытом всех тех, кто интересуется прошлым Центрального института физических исследований и важнейшими результатами, достигнутыми им за 20 лет.

Редакторы альманаха стремились по мере возможности изложить деятельность отдельных научных областей в такой форме, чтобы она была понятной и интересной также и тем лицам, которые работают в других областях исследований.

Центральный институт физических исследований является самым крупным исследовательским институтом страны, в котором по существу осуществляется выполнение четырех крупных исследовательских программ, а именно в области физики твердого тела, вычислительной техники, ядерной энергии, физики частиц и ядерной физики. В нашем институте представлены почти все виды исследовательской деятельности, в том числе фундаментальные и прикладные исследования, а также имеет место экспе-

риментальное производство измерительных приборов и средств вычислительной техники. Плоды такой многосторонней деятельности института облегчают труд каждого исследователя и заодно подтверждают ту истину, что в организованных комплексным образом институтах и научных центрах имеются гораздо более благоприятные условия для осуществления крупных исследовательских начинаний.

Моя задачу по написанию предисловия облегчает то обстоятельство, что упомянутый исторический обзор помещен в самом начале альманаха, в связи с чем здесь я могу ограничиться лишь некоторыми общими замечаниями.

Центральный институт физических исследований работает в системе Венгерской Академии наук, в связи с чем работа института направлена на выполнение задач, определяемых частично Академией, частично другими организациями. Наряду с этим институт обладает обширными возможностями для проведения по собственной инициативе исследований также и в таких областях, где можно рассчитывать на получение новых научных результатов. Хотя институт получает значительную бюджетную субсидию, в последнее время в некоторых важных областях, например, в вычислительной технике направление исследовательской деятельности стали определять контрактные работы. Это означает, что исследовательская деятельность института, помимо своего классического академического характера, приобрела также черты, свойственные работе производственных предприятий, причем согласно нашему опыту этот дуализм оказал весьма благоприятное воздействие на обе стороны исследовательской деятельности института. Можно утверждать, что эта своеобразная гибридизация исследовательской деятельности в значительной мере способствовала обновлению института. Пожалуй, именно в этом заключается причина того, что в отношении нашего института оказался недействительным весьма остроумный закон Паркинсона, согласно которому двадцатилетние учреждения уже начинают идти под гору. Действительно, тесная связь с практикой постоянно предъявляет к фундаментальным и прикладным исследованиям новые и новые требования, под воздействием которых наш институт, опираясь на свой очень даже сознательно выработанный комплексный характер, снова и снова со свежими силами принимается за выполнение возникающих таким образом исследовательских задач.

Венгерские ученые пользуются хорошей репутацией во всем мире, и мне кажется, что это относится и к сотрудникам нашего института. О доброй славе наших сотрудников свидетельствует то, что многих из них приглашают читать доклады на международных конференциях, избирают в редколлегии известных международных журналов, научные общества и руко-

водящие органы международных научных организаций, цитируют их труды, а также то обстоятельство, что наши зарубежные коллеги охотно приезжают на наши научные мероприятия. Наряду с этим наши сотрудники пользуются также и признанием своих соотечественников, поскольку своими научными результатами они оказывают содействие прогрессу нашего общества.

В заключение я хотел бы предложить альманах любезному вниманию интересующихся читателей. Надеюсь, что, перелистав его, читатели получат более полное представление о Центральном институте физических исследований, чем они имели до сих пор.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ИНСТИТУТА ФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Л. ПАЛ
директор Института

ВВЕДЕНИЕ

Если обратиться к событиям последних 50 лет, полностью очевидным станет для нас правота много раз высказанного утверждения о том, что физика играла и играет особую роль в научно-технической революции, призванной ускорить развитие общества. Здесь достаточно сослаться на освобождение гигантской энергии, скрывающейся в атомных ядрах, или упомянуть о революционных изменениях в области современной автоматики и вычислительной техники, выросших из результатов исследований в области физики твердого тела. Можно с полной правотой утверждать, что один из самых важных факторов научно-технической революции составляют открытые физикой новые знания и закономерности, которые, конечно, могут быть использованы и становятся непосредственными производительными силами в деятельности, организованной для достижения какой-нибудь определенной цели.

Физика имеет еще одну особенность, которая связана с тем, что физика проникла в целый ряд других наук. В химии физическая химия уже давно завоевала право на существование как суверенная наука; в геологии геофизика широко использует теоретические и практические результаты физических исследований; современную биологию нельзя представить без биофизики; связь между физикой и астрономией давно известна.

Руководители нашей страны во-время признали важность развития естественных наук. В принятом на объединительной партийной конференции в 1948 году программном заявлении читаем: "Исследования в области естественных наук нужно связывать с задачей развития производительных сил страны, разведыванием натуральных ресурсов при всемерной материальной поддержке со стороны государства. Для обеспечения результативных научных исследований нужно организовать планомерность научной работы".

В сентябре 1948 года был образован Венгерский Научный Совет, который в течение своего кратковременного существования приступил к

разработке планов создания большого, современно оборудованного института физических исследований. На первом организационном заседании Венгерского Научного Совета прозвучало: "Мы должны создать целый ряд новых научно-исследовательских институтов: новый институт органической химии, институт неорганической химии, институт по исследованиям металлов, исследовательскую лабораторию точной механики и оптики, институт прикладной математики, а также мы должны построить и соответствующим образом оборудовать полностью современный физический институт."

На проведенном в мае 1949 года заседании Коллегии Венгерского Научного Совета обсуждалось положение в области физических исследований. Стоит процитировать некоторые решения заседания: "Отсталость физических исследований в Венгрии является катастрофичной. Эта отсталость не будет преодолена, если не проявить заботу о создании хотя бы одного, действительно современным образом оборудованного института физики, об увеличении числа научных сотрудников и о решении вопроса о воспитании и обучении кадров." Для решения вопроса, связанного с недостатком специалистов коллегия предложила компетентным государственным органам пригласить вернуться на Родину нескольких проживающих за границей авторитетных венгерских физиков. На основе этого предложения вместе с другими был приглашен на Родину Лайош ЯНОШИ, который в то время был профессором физики в дублинском университете и пользовался большим международным авторитетом в области исследований космических лучей. Была высказана мысль о приглашении на Родину и других известных венгерских физиков, проживающих за границей, однако это не могло быть осуществлено.

Упомянутое выше решение коллегии подчеркивало: "Среди наших промышленных институтов для относительно современных исследований пригодна только исследовательская лаборатория завода Эдьешкют Иззо, где занимаются вопросами освещения и средств связи. Будапештские ВУЗ-ы не способны не только проводить исследования, они не пригодны и для современного обучения. Среди институтов в провинции сегедский Физический институт, а также дэбреценский Физический институт пригодны для обучения, в последнем проводят и исследования по ядерной физике с помощью элементарных средств. Следствием плачевного состояния будапештских учебных институтов является то, что в данных условиях задача подготовки специалистов не может быть решена вообще."

Вслед за выяснением существующего положения коллегия высказалась за то, чтобы Венгерский Научный Совет создал центральный институт для исследований по современной экспериментальной физике. Интересно, что уже тогда решили, что институт будет расположен в Чиллеберце и его

площадь будет 50 холд. Было предложено образование следующих 4-х отделов: радиоактивности, атомной физики, коротких волн и спектроскопии.

Уже перед основанием ЦИФИ было сформулировано, что он должен проводить как фундаментальные, так и прикладные исследования и заниматься решением конкретных промышленных вопросов.

Вероятно, стоит еще из старых решений процитировать важную для нас часть из законопроекта о первом пятилетнем плане: "В течение 5 лет нужно построить и развить новый институт экспериментальной физики, институт органической и неорганической химии, институт механизации сельского хозяйства и т.д. Всемирную помощь нужно оказывать Венгерской Академии наук, которая должна стать центром планомерных научных и технических исследований, служащим в первую очередь для развития производительных сил страны."

В конце 1949 года Венгерский Научный Совет передал свое место реорганизованной Венгерской Академии наук. Действительное создание Центрального института физических исследований было провозглашено в решении Президиума Венгерской Академии наук от 7-го июля 1950 г., директором Института был назначен профессор Будапештского политехнического института Иштван КОВАЧ.

ВРЕМЯ ПОИСКОВ

Пять первых лет истории ЦИФИ ясно показывают, что новое не рождается легко. Уже в самом начале было много споров о задачах, организации, структуре Института. Возникло опасение, можно ли, правильно ли объединить в комплексную деятельность те исследования, которые в то время считали важными тогдашние руководители. Много споров было о том, сколько времени потребуется на накопление сил, подготовку и с какого времени можно ожидать появления новых научных результатов. В документах того времени чувствуется определенное нетерпение, что свидетельствует, с одной стороны, о непонимании внутреннего механизма современных исследований, а с другой стороны, о полностью обоснованном желании, чтобы затраты на исследования оправдывали себя или в форме научных результатов или в виде непосредственно используемых продуктов, устройств, процессов.

Первой задачей было создание отечественной базы для современных исследований в области космических лучей. Может возникнуть вопрос, почему начали именно с этого. На этот вопрос есть тривиальный ответ: в этой области был специалист, под руководством которого могли начаться

действительно современные исследования. Двадцатилетняя история Института однозначно доказывает, что роль руководящей личности в исследованиях очень велика. Можно мечтать о великолепных планах, но осуществить их могут только те, кто имеет опыт и знания, превышающие средние.

На поставленный вопрос можно ответить и сложнее, и этот ответ, как необходимое условие, включает в себя правоту тривиального ответа. Сложный ответ несколько длиннее.

Уже в самом начале 50-ых годов стало очевидным военное и экономическое значение ядерных исследований. Скромная информация, имевшаяся в то время, показывала, что в ядерных исследованиях решающую роль играют физики, занимавшиеся ранее исследованиями космических лучей. Конечно, речь идет не о том, что для ядерных исследований нужны те же устройства и приборы, что и для исследований космических лучей, а о том, что метод мышления и культура измерительной техники, развитые в одной области, могут служить отличной исходной точкой для другой.

Т.к. создание ЦИФИ по первоначальным представлениям Партии и Правительства было тесно связано с желанием начать в стране исследования атомного ядра, даже сегодня нельзя сомневаться в правильности решения руководителей Института, определивших в качестве первой задачи исследования космических лучей. Оказалось действительно, что позднее, в период сильного развития исследований атомного ядра, значительная часть необходимых специалистов была выбрана из физиков, выросших на исследованиях космических лучей.

Естественно, что в период поисков, Институт принимался за решение многообразных задач. Одно время существовал отдел ультразвука и акустики, затем он был распущен; было решено создать в Институте отдел теоретической физики, который вскоре выделился из Института и т.д.

Вместе с исследованиями космических лучей началось и усиленное развитие исследований по спектроскопии, имевшей в Венгрии богатые традиции на основе всемирно признанной деятельности Р. ШМИД и Л. ГЕРЁ, умерших еще до 1945 г. Иштван КУВАЧ, тогдашний директор Института, придавал большое значение этим исследованиям и началась работа на 6,5 м конкавной решетке с 30 000 линий на 1 дюйм, которая в то время и на мировом уровне считалась уникальной.

Исследования по ядерной физике по существу развернулись в созданном в 1952 году Отделе атомной физики, под руководством Кароя ШИМОНИ. Первой целью было построение таких ускорителей частиц, с помощью кото-

рых можно создавать пучки частиц для изучения ядерных реакций. В первых планах имело место построение генератора Ван-де-Граафа на 1,5 мэв, бетатрона на 4 мэв, устройств для детектирования частиц и аппарата для производства тяжелой воды. Важность исследований по ядерной физике подчеркивалась на январском пленуме ЦК Партии 1953 г., в решениях которого написано: "В связи с большими потребностями и расходами по ядерной физике, ее развитие должно происходить в первую очередь в ЦИФИ. ЦИФИ должен ликвидировать те свои подразделения, которые не связаны непосредственно с этой областью, и, с другой стороны, должен способствовать развитию отделов, соответствующих данному профилю." Это решение имело свои основания, хотя здесь отражается и определенная односторонность. Общее значение решения состояло в том, что оно определило для института, находящегося в состоянии поиска путей, главную задачу. Конечно, в том, что конкретно должно быть главной задачей, большая роль принадлежала специалистам, принимавшим участие в подготовке решения. Для полной справедливости нужно сказать, что оценка международного политического положения того времени тоже способствовала принятию этого решения. Считалось возможным развязывание ядерной войны, и поэтому является понятным желание увеличить количество специалистов, разбирающихся в измерениях ядерного излучения и в оценке его действия.

Для выполнения этих задач в 1952 г. был образован Радиологический отдел. Определение его программы исследований, конкретных задач было тесно связано с упомянутым партийным решением.

Подчеркивание важности исследований по ядерной физике, как это уже упоминалось, было обоснованным. Однако, если сегодняшним взглядом посмотреть на те тенденции развития, которые были заметны уже в начале 50-х годов, то по праву можно утверждать, что невнимание к исследованиям твердого тела не имело никаких оснований. Уже в то время было известно, что некоторые полупроводниковые материалы (германий и кремний) пригодны для употребления вместо электронных ламп в усилителях тока, выпрямителях и т.д. Началось сильное развитие исследований и производства применяемых в области техники и связи специальных магнитных материалов. Появились новые мягкие магнитные материалы с высокой проницаемостью, ферритовые материалы, отлично применяемые в области высоких частот и т.д. Одним словом, уже в начале 50-х годов было видно, что исследования твердых тел приведут к революционным изменениям в электронике, в промышленности средств связи. Однако, к сожалению, тогдашняя политика не придавала этому нужного значения. По-видимому, есть определенная связь между относительной заброшенностью этой области и недооценкой электроники, кибернетики и отклонения последней на идеоло-

гической основе; впрочем, мне кажется, что самую главную причину недооценки исследований твердого тела нужно искать в отдельных ошибочных концепциях развития промышленности того времени.

Однако, в одной отрасли связи, в микроволновой технике — в первую очередь, опять же на основе забот об обороне — началась значительная исследовательско-проектировочная работа.

Для выполнения этой работы в ЦИФИ был создан отдел под названием Отдел электромагнитных волн, который должен был заниматься микроволновыми исследованиями. Т.к. интерес к микроволновым исследованиям был велик и так как независимо от ЦИФИ и еще до его образования был создан институт для проведения исследований в области радарной техники, Отдел электромагнитных волн все больше смещался в сторону теоретических исследований и, в первую очередь, занимался вопросом взаимодействия электромагнитного излучения с электронами. Одним из главных достижений отдела было изготовление первого в стране циклического ускорителя, малого микроволнового ускорителя, т.н. микротрона, который имел энергию до нескольких миллионов электрон-вольт.

Несмотря на то, что исследования физики твердого тела явно недооценивались на высоком партийном и правительственном уровне, руководители ЦИФИ осознавали их важность и под различными названиями проектировали начало исследований в области твердого тела, например, — созданием отдела физики металлов. Первый шаг был сделан в 1953 году, когда по предложению директора Института Академия наук решила создать Отдел магнитных исследований. Этот отдел начал свою работу 1-го января 1954г. с целью обеспечить научную базу для начавшей развиваться в то время отечественной промышленности средств связи. Целью исследований было лучшее понимание свойств магнитных материалов при высоких частотах и на этой основе улучшение этих свойств.

До сих пор первые годы развития Института рассматривались в свете внешних воздействий, формировавших его. Однако нельзя пренебречь факторами внутренней инициативы, которые тоже сыграли свою немаловажную роль в сложном процессе создания научного мышления.

Академик Яноши проявил инициативу в проведении таких экспериментов, которые, на первый взгляд, представлялись важными только для самых абстрактных исследований; "на первый взгляд" — потому, что скоро стало ясным, что без этих исследований мы сегодня вряд ли могли бы гордиться результатами наших лазерных исследований и многими другими методами измерительной техники, полученными из этих затрагивающих чисто фундаментальные законы физики исследований.

Я не могу здесь остановиться ни на описании этих экспериментов, ни на их теоретическом обосновании, ни на сделанных из них выводах, хотелось бы только отметить, что сегодня уже в целом ряде учебников по квантовой механике результаты этих измерений упоминаются как фундаментально важные эксперименты в обосновании квантовой механики. В самом начале многие сомневались в важности этих опытов, но сегодня они имеют неоспоримое место среди крупных научных результатов, достигнутых в Институте.

ПЕРИОД ИЗМЕНЕНИЙ

В начале 1955 г. внутренняя структура института представлялась более или менее сложившейся. Несмотря на это все чаще возникала потребность, чтобы для стимулирования нашего научно-технического процесса были приняты меры по строительству ядерного реактора. Наши физики из скудной информации имели определенные представления о том, как работают и для чего могут применяться ядерные реакторы, однако, как в Советском Союзе, так и в Соединенных Штатах научно-техническая информация по ядерным реакторам была строго засекречена. Большие перемены принес 1955 год. Ослабление напряженности в международной политической атмосфере, что произошло в большой мере благодаря тому, что Советский Союз сломал атомную монополию Соединенных Штатов, привело к тому, что ведущие атомные державы договорились о проведении под эгидой Организации Объединенных Наций международной конференции по мирному использованию атомной энергии и опубликованию значительной части достигнутых в области ядерных исследований результатов.

Одновременно с этим решением Советский Союз предложил социалистическим странам поставить на льготных и выгодных условиях ядерные реакторы и ускорители частиц, необходимые для развития атомных исследований, и пригласил правительственные делегации отдельных стран для проведения необходимых переговоров. Наша страна также направила делегацию в Советский Союз, где впервые были показаны иностранным ученым установки отдельных институтов, занимающихся ядерными исследованиями. Посещение завершилось подписанием договора, в рамках которого перед нашей страной открылась возможность создания исследовательского реактора. Это решение стало началом нового прогресса в нашем Институте, т.к. Правительство решило, что реактор должен быть построен в ЦИФИ.

Постройка исследовательского реактора в нашем Институте вызвала радикальные изменения в постановке научных целей и по существу создала то сегодняшнее, очень благоприятное положение, которое характеризу-

ется тем, что в нашем Институте проводятся не только физические исследования, но также и математические, химические и технические, поддерживающие физические исследования и, в то же время, преследующие свои собственные научные цели.

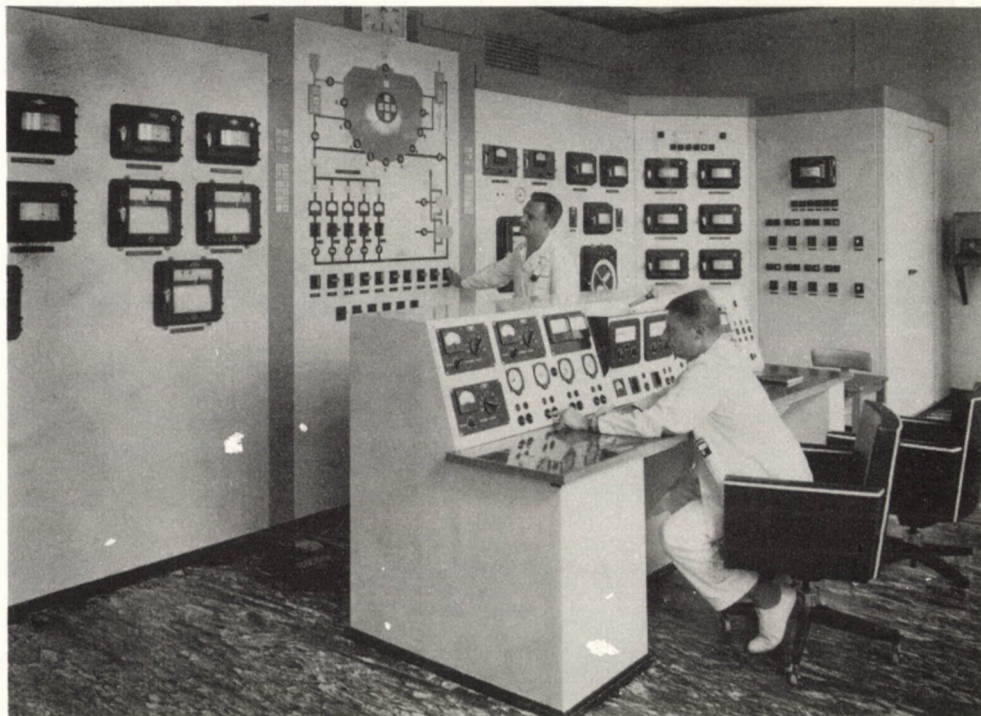


Рис. I

Зал управления исследовательского реактора ЦИФИ

Было бы ошибкой рассматривать результаты создания реактора, ограничивая их лишь пределами в пользу нашего Института. Пуск исследовательского реактора у нас в стране во многих областях ускорил научно-технический прогресс. Полученные на реакторе изотопы важны как в промышленности и сельском хозяйстве, так и в медицине, не говоря уже об областях, где применение изотопов вызвало настоящую революцию в исследовательских методах. Реактор как интенсивный источник нейтронов стал необходимым средством исследований для ядерной физики, физики твердого тела, химии и в отдельных случаях и для биологии. При исследованиях на реакторе выросли те научные кадры, которые в настоящее время способны решать задачи по мирному использованию атомной энергии в нашей стране.

Среди доводов в пользу создания реактора было осознание того, что в удовлетворении потребностей в энергии венгерского народного хозяйства раньше или позже значительную роль должна играть ядерная энергия.

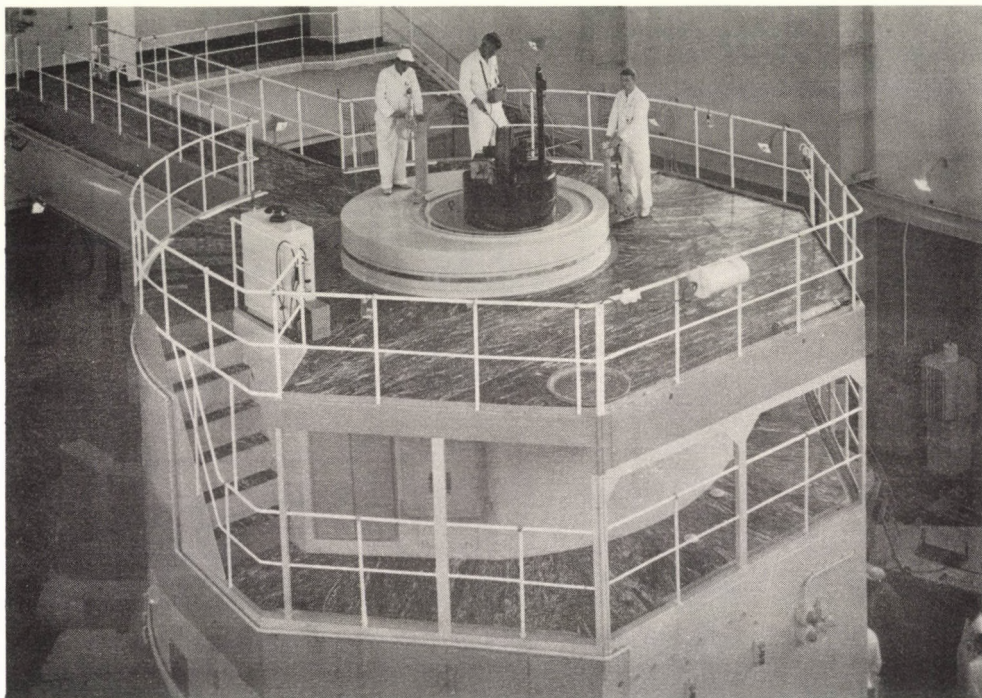


Рис. 2
Исследовательский реактор ЦИФИ

Планы по научному использованию исследовательского реактора были созданы за относительно короткое время. В этом значительную помощь оказали советские специалисты. По существу развернулись следующие новые направления: нейтронная физика, реакторная физика и ядерная химия.

Исследования по нейтронной физике охватывали исследования ядерной физики и структуры материалов, проводимые с помощью нейтронов. Научный персонал для этой области был собран из отдела космических лучей и из отдела магнитных исследований. В области ядерной физики как новая тема появились исследования по делению ядер и радиационному захвату нейтронов различными ядрами. Научные работники приступили к созданию нейтронного диффрактометра с тем, чтобы позднее использовать его для исследований магнитных структур твердых материалов. Началась разработка нейтронного спектрометра времени пролета, который вначале использовался

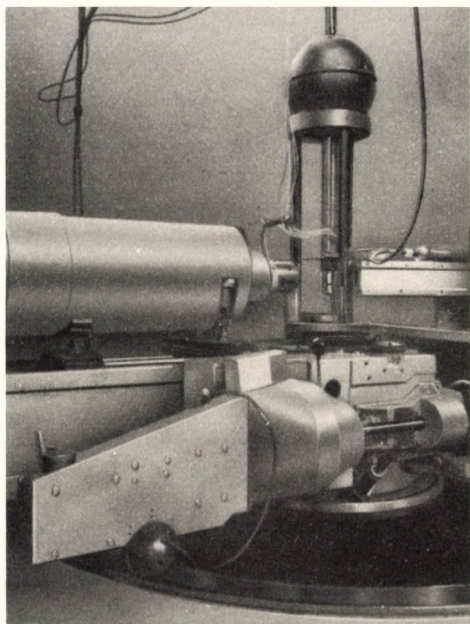


Рис. 3
Нейтронный диффрактометр для
изучения поликристаллических
веществ

для измерения полного эффективного сечения водородосодержащих материалов, интересных с точки зрения реакторной техники, а затем для изучения неупругого рассеяния нейтронов в магнитных кристаллах. Позднее часть исследований по нейтронной физике перешла к Главному отделу ядерной физики, а другая часть — к Главному отделу физики твердого тела.

На II-ой Международной конференции по мирному использованию атомной энергии наши сотрудники, работающие в области физики реакторов, смогли отчитаться о новых результатах. Измеренные ими параметры имеются во многих справочниках по реакторной физике. Возможности для исследований размножающих сред открылись после того, когда из запасных тепловыделяющих элементов исследовательского реактора вначале удалось построить усилитель нейтронов, а несколько позд-

нее, критическую сборку. После этого на целой серии критических систем проводились исследования, и наши результаты широко известны и должным образом оцениваются.

В области физики реакторов, несколько опережая международную инициативу, мы среди первых стали заниматься изучением флуктуации нейтронной плотности (шумом реактора). Была разработана общая теория флуктуации плотности нейтронов, и под влиянием теоретической деятельности развернулась значительная активность в области экспериментов, когда выяснилось, что изучение шумов реактора дает ценные сведения о наиболее важных параметрах, определяющих динамические свойства реактора. Исследования по физике реакторов дополнились позднее исследованиями по теплотехнике, и сегодня мы имеем группу высококвалифицированных специалистов в этой области.

Подготовка к производству изотопов сделала необходимым изучение химии высокорadioактивных атомов, а реактор как источник излучения дал начало исследованиям по радиационной химии. На-

ряду с этим наш Институт занимался вопросами, связанными с поиском урановых руд, разделением урановых соединений, аналитической и физической химией окисей урана.

Впоследствии производство изотопов взял на себя Институт изотопов, и после этого в ЦИФИ, как новое направление в исследованиях ядерной химии, появился чрезвычайно пригодный для обнаружения примесных элементов метод: нейтронно-активационный анализ.

Практически между 1955 и 1960 гг. образовалась та структура, которая и сегодня имеется у нас в Институте.

Эта структура включает в себя следующие семь различных, но сильно взаимосвязанных научных направлений: исследования элементарных частиц (физика высоких энергий), исследования по ядерной физике, исследования по атомной физике (физическая оптика), исследования по физике твердого тела, химические исследования, исследования по физике и технике реакторов и исследования по электронике. К перечисленным семи направлениям нужно добавить восьмое: исследования по вычислительной технике, поскольку ЦИФИ рано осознал важность этой области и был первым институтом в стране, имевшим электронную вычислительную машину.

За этот период чрезвычайно сильно развились как старые, так и новые направления исследований. Значительно увеличилось материальное обеспечение исследований по ядерной физике, и усиленно увеличивался также объем исследований по электронике, т.к. новые задачи требовали использования сложных электронных измерительных устройств и систем обработки данных.

Первые ядерные электронные устройства были получены из Советского Союза, но, взвесив отечественные возможности, мы приступили к значительной исследовательской и проектной работе в целях создания отечественного производства ядерных приборов. Трудности, которые стояли тогда на пути этой инициативы, для сегодняшнего глаза совершенно понятны и тесно связаны с неверным соотношением между заинтересованностью и действительными потребностями. Несмотря на всё это конкретная работа была отличной школой в освоении такого исследовательского духа, который необходим для успешного проведения исследований, направленных на достижение экономических целей.

ПЕРИОД ДЕЙСТВИЙ

Период времени от 1960 до 1970 г., который, сильно упрощая, можно назвать периодом действий, был временем развертывания успешных научных исследований в широком круге областей, увеличивающегося международного признания Института. Если посмотреть, как сложилась статистика публикаций за эти 10 лет, то оказывается, что в 1969 г. появилось в 2,5 раза больше научных сообщений, чем в 1961 г., а количество статей, опубликованных в имеющих международный авторитет журналах, увеличилось в 3 раза. Естественно, результаты работы Института нельзя характеризовать только увеличением числа научных публикаций, но все же этот факт свидетельствует о значительном развитии.

Конечно, невозможно перечислить все достигнутые за 20 лет научные результаты Института. Можно только попытаться упомянуть о нескольких более или менее типичных результатах, достигнутых в многообразной работе Института.

О значении экспериментов по природе света было уже сказано, что наряду с фундаментальным значением проведенных экспериментов они

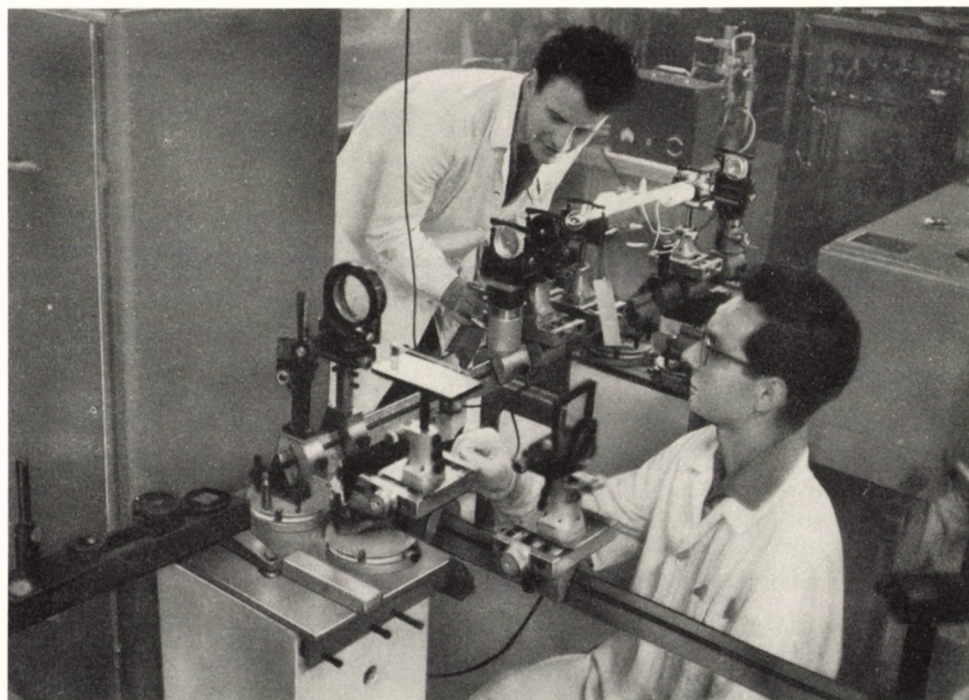


Рис. 4

Лазерная лаборатория

были полезны и практически, т.к. они подготовляли почву для лазерных исследований. В Венгрии лазерные источники света были созданы впервые в нашем Институте, и до сегодняшнего дня в этой области в Институте ведется напряженная работа. После создания газового лазера He-Ne были изготовлены рубиновый лазер, работающий в импульсном режиме, лазер на углекислом газе, кадмиево-ионный лазер и разные лазеры на красителях. Вначале изучалось взаимодействие электромагнитного излучения с веществом. С помощью точной экспериментальной техники нам удалось — одним из первых — показать существование многофотонного фотозффекта. Опубликованные материалы вызвали большой отклик, и с немалым удовольствием мы можем взять в руки, например, один из номеров журнала "Успехи физических наук" за 1969 г., в котором венгерские результаты получили большое признание. На успех исследований, проводящихся в этой области, указывает и то, что, когда несколько лет назад лауреат Нобелевской премии Басов посетил наши лаборатории, он предложил сотрудничество с научными работниками нашего Института. С того времени у нас создались плодотворные связи с Физическим институтом АН им. Лебедева. Значительными считаются и результаты исследований по статистическим свойствам лазерного света.

В будущем в этой области можно значительно увеличить объем работы, преследующей практические цели. С помощью создания пучка лазера, управляемого цифровым образом, разворачивается большая перспектива для микроэлектроники и для запоминания информации. Дальнейшее развитие лазерных исследований требует организации работы по изучению свойств лазерных материалов.

Среди результатов исследований по ядерной физике на первое место хотелось бы выдвинуть успехи, достигнутые в области применения эффекта Мессбауэра. По истечении одного года со дня открытия эффекта мы в Институте уже тоже смогли подтвердить его существование, и через несколько лет как в ядерной физике, так и в физике твердого тела появились интересные результаты в области применения эффекта Мессбауэра. Как известно, этот эффект дает возможность для определения магнитного поля и градиента электрического поля, имеющихся на месте атомных ядер. Наибольшее внимание вызвали исследования по структуре льда, и в этой области наша работа получила всемирную известность. Ценные результаты были получены и в области упорядочения некоторых сплавов, происходящего в процессе термообработки.

Среди результатов исследований в области ядерной физики, достигнутых за последние 20 лет, хотелось бы упомянуть один более давний, но в последнее время все чаще цитируемый результат. Речь идет об

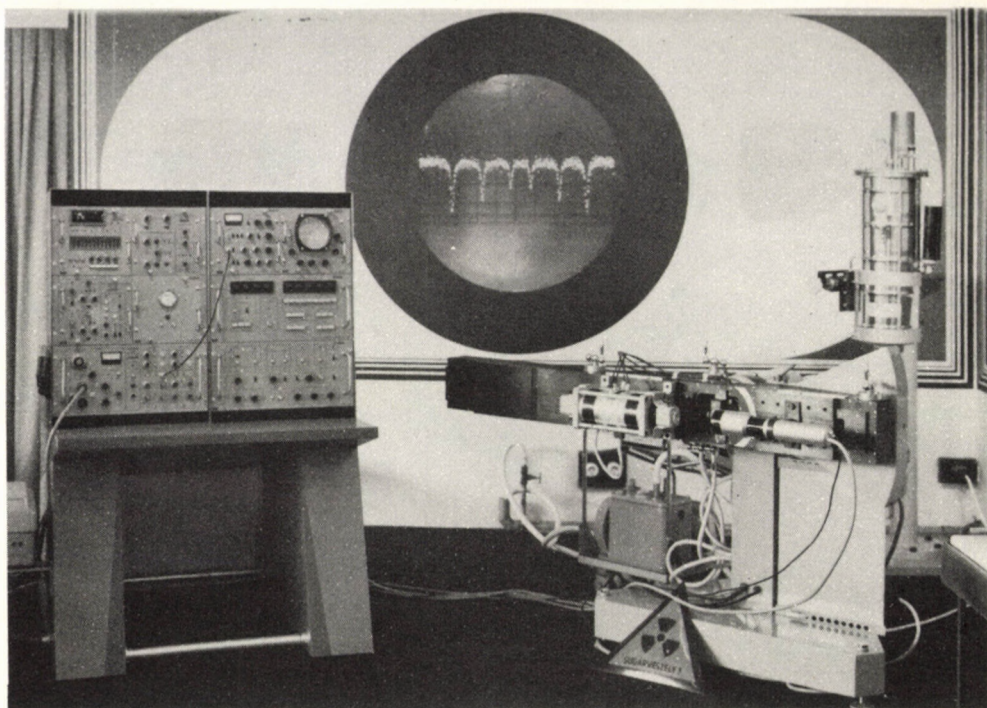


Рис. 5
Мессбауэровский спектрометр

об аннигиляции позитронов в переходных металлах, что означало один из первых шагов применения этого явления как метода в физике твердого тела и химии.

Значительными являются измерения g -фактора, характеризующего магнитные свойства возбужденных состояний атомных ядер, а методически заслуживает внимания корреляционный "он-лайн" метод, разработанный для определения времени жизни уровней порядка миллисекунд, возможность осуществления которого была дана применением разработанной в Институте малой электронной вычислительной машины типа ТРА. Появилось много цитируемых и в международной литературе работ, связанных с исследованиями по радиационному захвату нейтронов и делению ядер. Результаты, достигнутые группой теоретиков ядерной физики, известны и высоко оцениваются во всем мире.

В области физики высоких энергий на первом месте нужно упомянуть результаты, достигнутые в теоретической области. Значительными являются и достижения экспериментальных исследований, что подтверждается проведением в 1970-ом году в Будапеште Международной конференции по

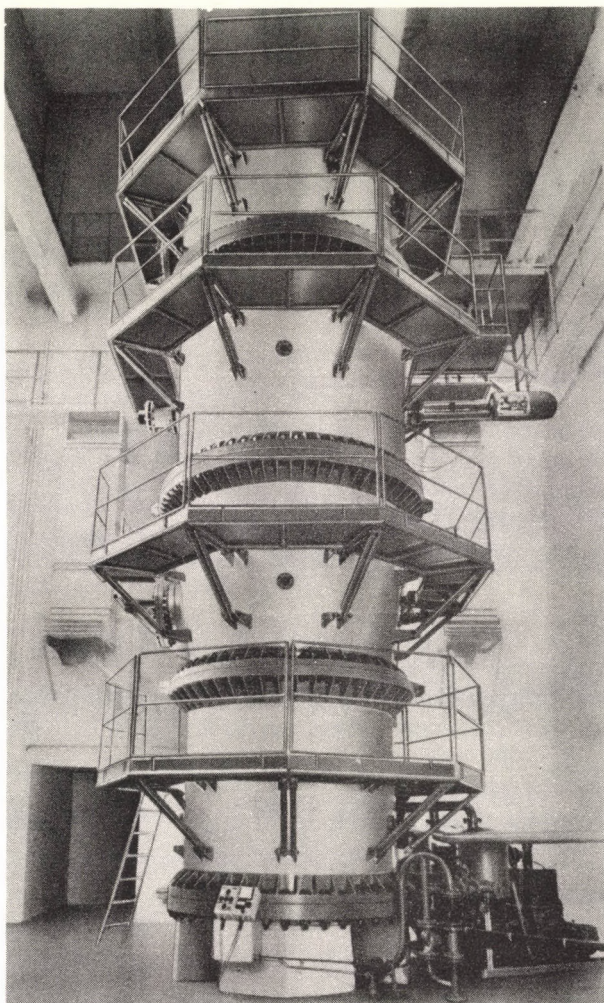


Рис. 6
Электростатический генератор с энергией 5 Мэв



Рис. 7

Измерительный зал при электростатическом генераторе

знание. С помощью нейтронного спектрометра, построенного для измерения энергии и импульса нейтронов, проходящих через твердые тела, мы одними из первых доказали существование возникающих под влиянием введенных в магнитный кристалл примесных атомов более или менее локализованных магнитных колебаний.

Атомные ядра, располагающие магнитным моментом, чувствуют возмущающее действие примесных атомов, находящихся в чистых металлах, и при соответствующих условиях могут служить для их детектирования. Для целей исследований такого рода был построен спектрометр для ядерно-магнитного резонанса.

В нашем Институте были проведены первые в стране исследования материалов при сверхнизких температурах (4°K). Разработанные методы измерений и устройства криогенной техники не только обеспечили уникальные возможности для проведения фундаментальных исследований, но их использование для квалификации сверхчистых металлов означает значительную помощь и для промышленности.

космическим лучам. Много ценных результатов вышло в свет со времени измерения времени жизни μ -мезона до доказательства существования резонанса s° , что, между прочим, произошло в международном сотрудничестве.

В области исследований твердого тела мы стремились к использованию возможностей, связанных с совместным применением ядерных и классических твердотельных методов измерений. В центре исследований стояло изучение магнитных свойств материалов. Наши сотрудники разработали отличную экспериментальную технику для исследований магнитных структур и с помощью построенного нейтронного дифрактометра нашли большое количество таких новых магнитных структур и структурных превращений, в первую очередь в сплавах на основах марганца, которые завоевали большое международное при-

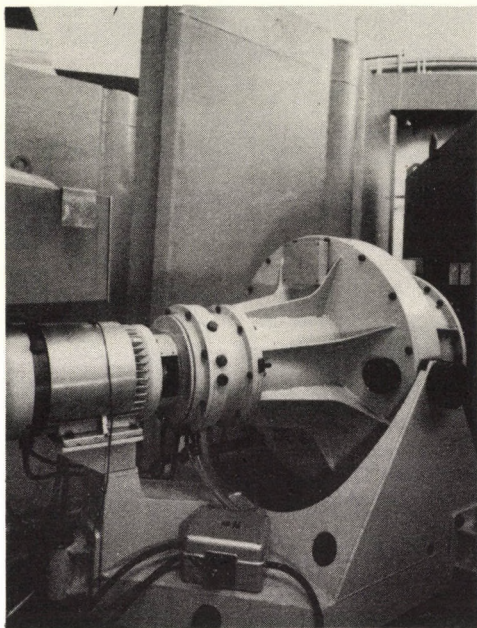


Рис. 8
Стохастический прерыватель для исследований по нейтронной спектроскопии

В области теории физики твердого тела была обобщена теория фазовых переходов второго рода; значительные международные успехи свидетельствуют о результатах, достигнутых в объяснении действия примесных атомов, внесенных в чистые металлы.

Исследования в области химии в нашем Институте имеют почти 15-летнее прошлое, и за это время наши химики достигли многих выдающихся результатов. Результаты, полученные в химии урана и в области производства радиоактивных изотопов, уже упоминались. Большое международное признание завоевали наши исследователи открытием некоторых аномалий, которые возникают в результате изменения изотопного состава соединений (изотопный эффект).

Методы ядерной физики могут быть отлично применены в химическом анализе. Различные примеси, имеющиеся в материалах, под действием облучения нейтронами становятся радиоактивными, и, таким образом, можно обнаружить их присутствие, а с помощью соответствующих эталонов можно даже определить их количество. Эта возможность была отлично использована нашими химиками, и комбинацией классических и ядерно-физических методов аналитической химии была разработана находящаяся на высоком уровне техника определения примесных элементов.

В области изучения химического воздействия ядерного излучения исследование стойкости химических соединений к излучению, или, напротив их разложение может стать источником большого количества новых знаний. Были достигнуты значительные результаты в области исследования механизма передачи энергии в органических молекулах и в теоретическом и экспериментальном изучении элементарных процессов действия излучения.

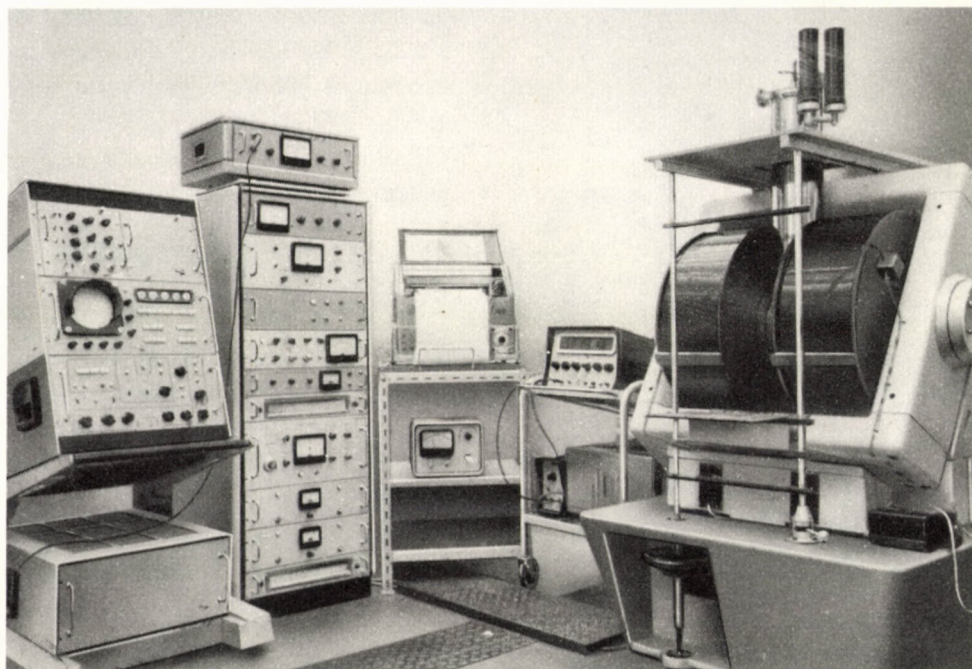


Рис. 9

Спектрометр ядерного магнитного резонанса

К результатам, достигнутым в исследованиях структур неорганических соединений и в синтезе материалов, относится разработка синтеза флуридов ксенона, монокристаллов гранатов и ферритов и та работа, которая позволяет заглянуть в сложный мир координационных связей.

Исследования по физике реакторов уже упоминались. Однако хотелось бы остановиться на очень важной теоретической работе, в результате которой наши физики-реакторщики имеют почти полный комплекс программ для вычисления всех существенных параметров реакторов с нулевой мощностью и которая может служить хорошей основой и для решения задач, связанных с энергетическими реакторами.

В экспериментальных исследованиях получил большое признание разработанный в Институте метод, с помощью которого удалось определить микро-распределение потока нейтронов внутри тепловыделяющих элементов и их спектральные индексы. Заслуживают внимания и новые результаты, достигнутые в области измерения реактивности: совместно с обнинским

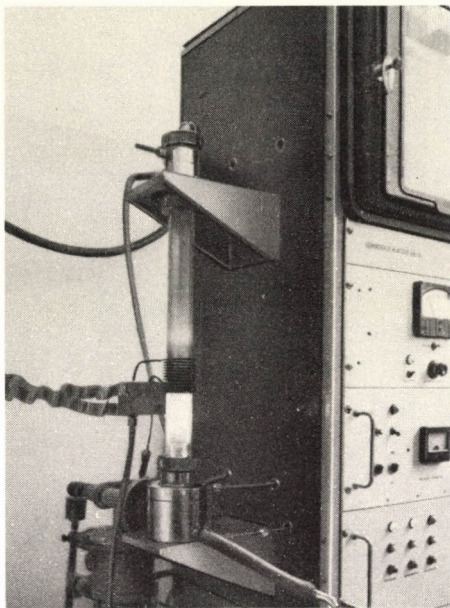


Рис. IО
Установка для выращивания
монокристаллов металлов

Физико-энергетическим институтом наши сотрудники внесли значительный вклад в дальнейшее теоретическое и экспериментальное развитие нового, — предложенного Могильнером, — чрезвычайно остроумного метода измерения реактивности.

Успешно продолжались и применялись исследования флуктуации плотности нейтронов для определения среднего времени жизни нейтронов внутри реактора и эффективного отношения запаздывающих нейтронов. Выдающимися являются и те результаты, которые получены в исследованиях динамики реакторов с помощью импульсных нейтронных генераторов.

Начатая нами работа в области технологии реакторов велась со скромными перспективами. Вместе с Институтом атомной энергии им. Курчатова мы включились в исследования

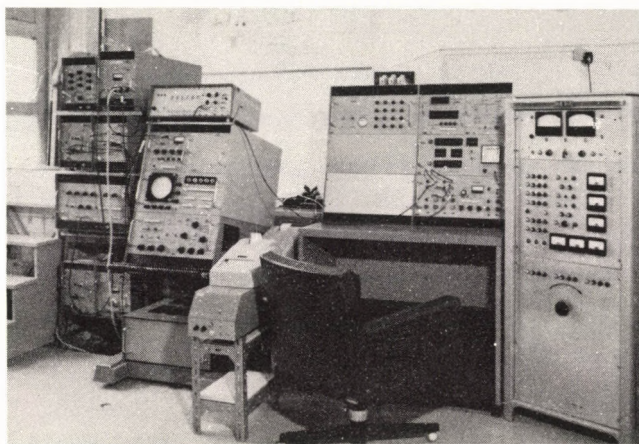


Рис. II
Устройство для нейтронно-активационных
измерений

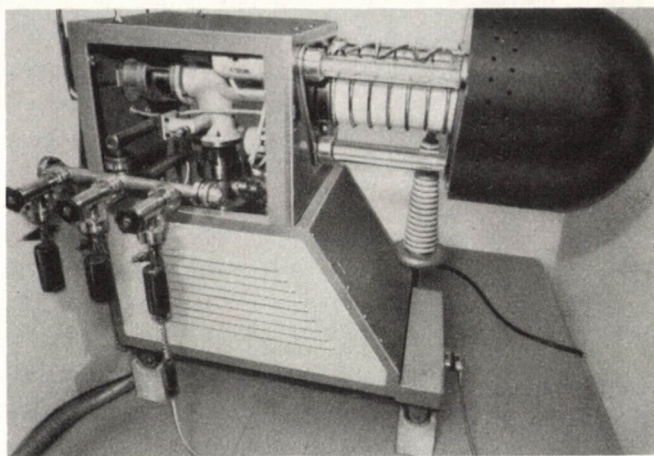


Рис. 12

Нейтронный генератор для целей нейтронно-активационного анализа



Рис. 13

Зал управления установки для изучения критических сборок

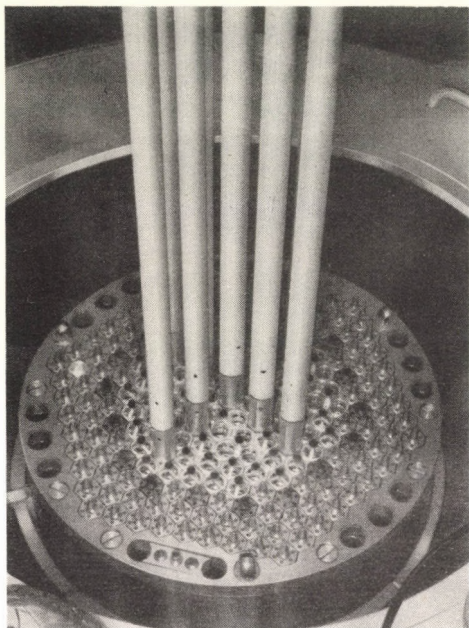


Рис. 14
Активная зона
критической сборки

органических реакторов. Была изучена радиационная стойкость многих материалов, и эти исследования дополнялись тепло-техническими и другими технологическими экспериментами.

Интересным техническим результатом было введение в исследовательский реактор т.н. реакторной петли, с помощью которой открылась возможность исследования разных органических материалов в радиационной зоне реактора. К этим исследованиям относится наша деятельность в области реакторной калориметрии.

Совместно с Институтом атомной энергии им. Курчатова мы провели исследования термодинамических свойств смеси диффенил-бензола с целью получить данные для проектирования т.н. "полутораконтурной" системы для энергетических реакторов. Раз-

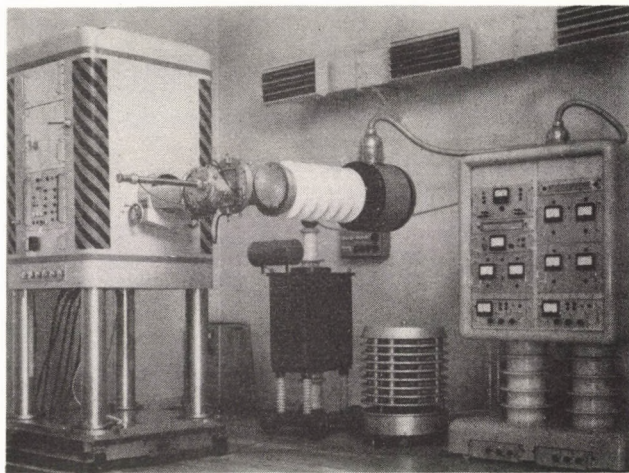


Рис. 15
Нейтронный генератор для изучения
критическихборок, работающих в импульсном
режиме

работанная система теперь защищается советско-венгерским патентом.

Об обстоятельствах образования и развития наших исследований в области электроники говорилось уже много раз. Достигнутые результаты не могут быть перечислены здесь, но хотелось бы сделать одно общее утверждение. В образовании международных связей одной из самых привлекательных черт нашего Института является его высокий уровень измерительной техники. Это особенно ясно выражается в области, где социалистические страны проявляют большой интерес в перенятии и использовании наших результатов.

Первая инициатива в этой области берет свое начало от исследований по нейтронной физике, и первым большим результатом была разработка многоканальных анализаторов. Однако, ради справедливости, нужно сказать, что первая инициатива в этой области исходила от физиков, занимающихся нейтронной физикой.

Позднее, построение современной системы накопления и обработки данных было результатом того плодотворного взаимовлияния, которое со-

здавалось между исследованиями по электронике и в других областях. Создание первой отечественной малой вычислительной машины ТРА убедительно доказало, что в этой области мы располагаем отличными кадрами. Имеется значительный спрос на эти вычислительные машины со стороны многих советских институтов, и умножаются заказы и из других социалистических стран. В настоящее время около 30 таких машин работают в СССР и ГДР. Эти машины обладают весьма хорошей системой математического обеспечения и пригодны не только для управления измерениями, для предварительной обработки данных, но и для выполнения не очень сложных математических вычислений. Наши сотрудники достигли хороших результатов и в организации совместной работы двух или более ЭВМ.

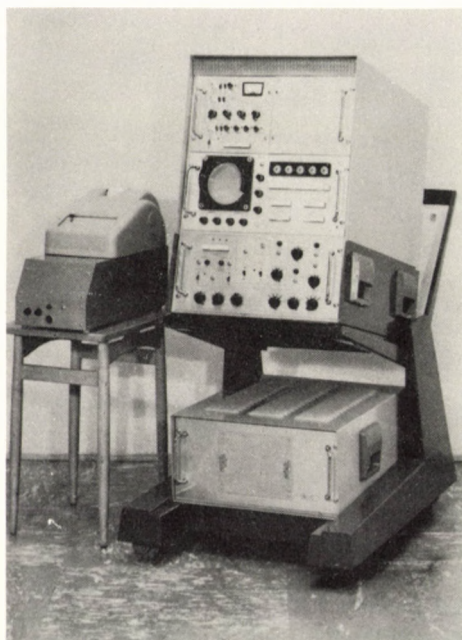


Рис. 16

Многоканальный анализатор
типа NTA-512

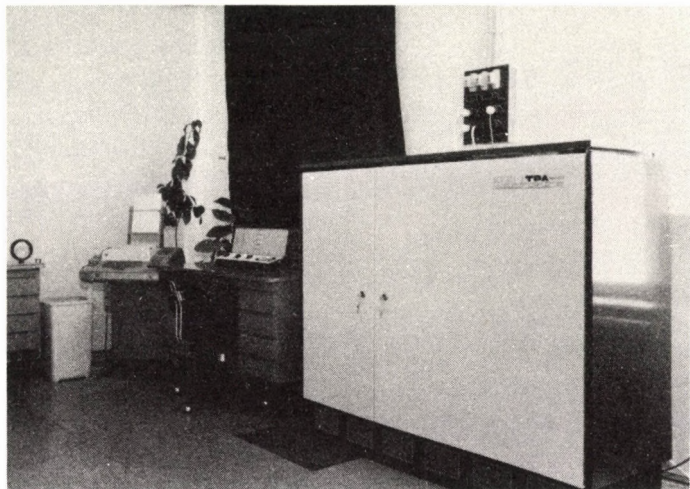


Рис. 17
Малая ЭВМ второго поколения, ТРА-1001

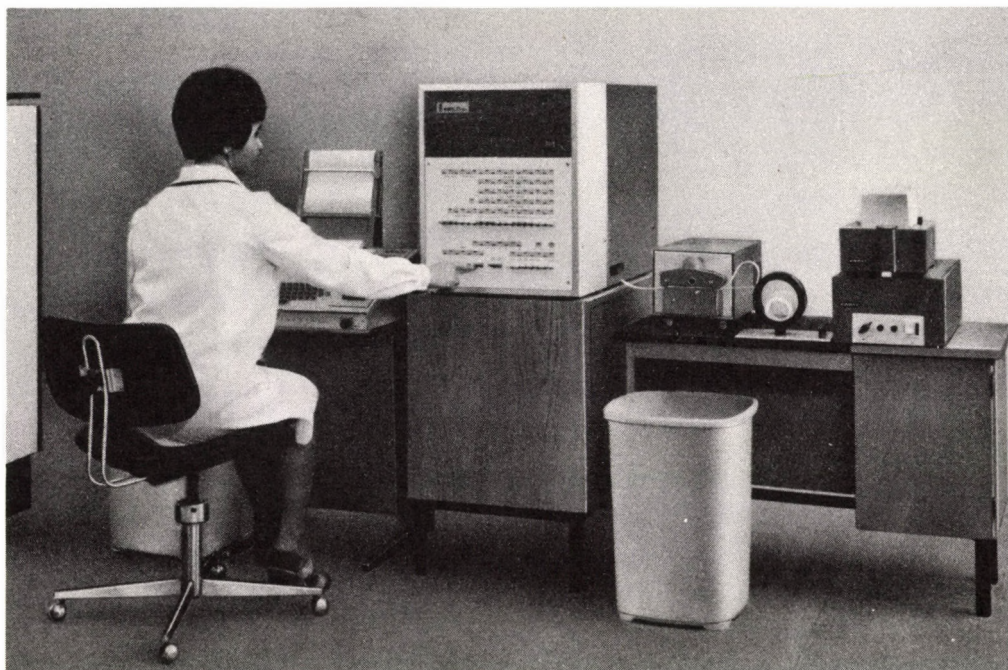


Рис. 18
Малая ЭВМ третьего поколения, ТРА-1001/1

Наши специалисты в области вычислительной техники и математики правильной организацией работ на институтской ЭВМ типа 1СТ-1905, созданием программы для обслуживания машины, развитием системы математического обеспечения внесли значительный вклад в распространение культуры вычислительной техники в стране.

Это короткое перечисление результатов работы Института было бы неполным без попытки ответить на некоторые вопросы общего характера. Какая польза была для страны из всей прошедшей деятельности ЦИФИ? Что же было получено из всех материальных и духовых затрат на исследования? Конечно, на эти вопросы можно искать ответ в пользе, прямой или косвенной, принесенной народному хозяйству научными результатами ЦИФИ. Тот факт, что брутто доход от наших договорных исследований в этом году значительно превышает 100 миллионов форинтов, сам по себе свидетельствует о том, что промышленность оценивает наши результаты и требует исследовательской деятельности.

Однако оценку деятельности ЦИФИ нельзя проводить только на основе экономической пользы. Трудно охарактеризовать, например, влияние научных коллективов, выражающееся в общем повышении научного уровня в стране. Это влияние значительно способствует прогрессу общества и тогда, когда сами научные результаты не являются выдающимися, но они усиливают в научно-техническом развитии такие тенденции, которые соответствуют интересам страны и требованиям общего развития.

В конечном итоге на поставленные вопросы в самой общей форме можно ответить так: наибольшей пользой деятельности ЦИФИ было и остается то косвенное влияние, которое способствовало общему росту технических и естественных наук в стране.

Успешная научная деятельность нашего Института выражается также в росте и авторитета не только ЦИФИ, но и венгерской физики в целом.

Хорошая международная репутация выражается в большой посещаемости наших научных конференций, в отзывах о работах наших сотрудников, публикуемых за границей, в избрании наших ученых в редакционные коллегии заграничных журналов, в руководящие органы международных научных организаций и т.д. и т.п.

Международное признание нашего Института проявляется еще в одном, более важном в своих последствиях явлении: в широком развертывании совместных работ в рамках международного сотрудничества. Сегодня уже естественно, что условием совместных исследований является взаим-

ная заинтересованность сторон, которая может существовать только тогда, если обе стороны могут внести положительный вклад в совместное дело.

Институт давно осознал значение международных научных связей, и с самого начала мы постоянно стремились к развитию и углублению связей с социалистическими странами и, в первую очередь, с Советским Союзом. Мы уже несколько лет плодотворно сотрудничаем с одним из наиболее крупных научных учреждений Советского Союза, Институтом атомной энергии им. Курчатова, в области физики твердого тела, ядерной физики и реакторной физики, что явно свидетельствует о признании наших результатов и нашей хорошей репутации.

В будущем мы хотим идти дальше по этому пути, ибо мы убеждены, что без хороших международных связей невозможно увеличивать эффективность исследовательской работы. Польза международных связей сказывается в результатах исследований, и множество примеров доказывает, что за успешной исследовательской работой всегда стоит значительное международное сотрудничество.

Важность международных научных связей не может оттеснить на задний план значение научных связей внутри страны и, главным образом, внутри Института. На самом деле, пренебрежение внутренними связями можно считать большей ошибкой, чем недооценку международных связей. Научные и технические связи внутри страны обеспечивают быстрое использование достигнутых результатов, устраняют параллелизм в исследованиях, способствуют разделению научного труда, имеющего все большее значение.

Наши связи с промышленными предприятиями значительно увеличились благодаря возможностям контрактов на исследования, и полученный до сих пор опыт показывает, что эта форма соответствует лучше всего интересам обеих сторон. В области фундаментальных исследований, где такая форма связей не очень возможна, связи сильно зависят от личных контактов. Положение усложняется еще и тем, что действительную научную ценность вклада сотрудничающих сторон можно определить только после определенного, часто довольно длительного, промежутка времени, т.к. сами фундаментальные исследования не могут быть оценены в короткий срок.

Обзор нашей внутренней жизни показывает, что организационно наш Институт является таким исследовательским центром, в котором имеется несколько располагающих относительно большой автономностью областей исследования и они охватывают, за небольшим исключением, как фундаментальные, так и прикладные исследования, а также и новые разработки, а в области электронных исследований имеется даже и опытное производство.

Такая структура Института часто ставит вопрос: имеется ли между различными научными областями такое сильное взаимовлияние, которое обосновывает единую организационную структуру? Говоря по-другому, нельзя ли рассматривать Институт как ансамбль расположенных локально в одном месте нескольких меньших по размеру институтов, которые, может быть, могли бы быть жизнеспособными и отдельно?

Те, кто оставляет вне внимания то, что сегодня вряд ли имеется такая исследовательская задача, к разрешению которой не нужно привлекать различные отрасли науки, по-видимому могли бы так размышлять. Но и для них убедительным должен быть довод о том, что отдельные большие исследовательские установки (реактор, вычислительная машина, ускоритель) или отдельные сложные процессы (современная обработка данных, технологические методы высокого уровня) не могут быть использованы без создания соответствующего интегрирующего органа.

Однако наиболее важный довод за организационную интеграцию состоит в том, что значительные научные начинания невозможно успешно провести, если не соединить все различные способы; если невозможно привлечь то, что дает физика, химия, математика, электроника в целях достижения поставленной задачи. Поддержка многогранного, удароспособного исследовательского потенциала, сплоченного в единую организацию, обосновывается, с одной стороны, такими фундаментальными исследованиями, которые требуют больших установок и организованных групповых работ, с другой стороны и главным образом, теми направленными на выполнение конкретных целей исследованиями, которые без необходимого критического потенциала и комплексной деятельности не могут быть успешно осуществлены.

В том случае, если целью исследований в области электроники является создание устройства, превосходящего заданную степень сложности, действительный результат исследований может быть оценен тогда, если данное устройство производится в серии, эксплуатируется в усиленном режиме и на основании полученного опыта будут проведены соответствующие улучшения. Для этого имеется необходимость в экспериментальном производстве, опирающемся на передовую технологию, на что отдельно указано в решениях, записанных в документе "Принципы научной политики ВСРП". Считаю важным подчеркнуть, что в нашем Институте взаимное влияние между электронными исследованиями и другими направлениями, использующими результаты этих исследований, играло большую роль в постановке цели, и, по существу, это взаимное влияние сделало возможным быстрое развитие культуры измерительной техники. Наше начинание в разработке малой вычислительной машины, используемой для научных и других целей, только потому имело успех, что было понимание вопроса, был потенциал выше кри-

тического, был необходимый технологический уровень, а также упомянутое взаимовлияние между различными подразделениями Института.

МЫСЛИ О БУДУЩЕМ

Рассматривая многообразные события прошлого, иногда я позволял себе заглянуть в будущее, но впрямую о том, какие мысли могут возникнуть на основе 20-летнего опыта о стоящих перед нами годах еще не говорил. На самом деле, это не такая уж легкая задача. Трудно сказать, что предстоит нашему Институту в будущем.

Одна из характерных особенностей исследовательской работы состоит в том, что она все время расширяется, поскольку новые мысли постоянно ведут к формулированию новых исследовательских целей. А сумма затрат, отпускаемых на исследования, не растет пропорционально росту количества идей. Необходимо тормозить спонтанную расходимость в исследованиях, в противном случае может получиться, что большое количество начинаний будет угрожать успеху решения важнейших задач. Как раз поэтому нужно определить какие исследования должны получить более основательную поддержку и для каких исследований можно обеспечить только скромный уровень, достаточный для освоения международных результатов.

В случае исследований, направленных на достижение конкретной экономической цели, материальная поддержка желаемых размеров в настоящее время представляется обеспеченной. Однако, результативность этих исследований в перспективе в решающей степени зависит от того, базируются ли они на обширных фундаментальных исследованиях, и как раз в этой области решить, что нужно развивать в более полную меру и что нет, — не легкая задача. Целью фундаментальных исследований является вскрытие еще не известных закономерностей, свойств — и таким образом вряд ли можно сказать заранее, к каким результатам приведут поддержанные исследования или с какими недостатками будет связано уменьшение поддержки. Можно привести исторические примеры, которые свидетельствуют о том, что новые значительные открытия часто рождались там, где никто их не ожидал. Из этого, однако, не следует, что, надеясь на случайность, не нужно направлять силы на поддержку важных в данный момент направлений. Это ломающее обычное представления появление новых результатов обращает наше внимание на то, что при поддержке научных направлений, целей, нам нельзя применять жесткие схемы. Если в какой-нибудь области рождается обнадеживающий результат, то ему надо своевременно оказать необходимую поддержку за счет другого, менее перспективного исследования.

Если сознательно упростить действительное положение, то исследовательский потенциал ЦИФИ разделяется, по существу, на следующие 4 области:

- а) исследования по вычислительной технике
- б) исследования по физике твердого тела
- в) исследования по ядерной энергетике
- г) исследования по физике частиц и ядерной физике

а) К первой области относятся находящиеся в полном развитии работы по системам математического обеспечения и связывающие большое количество сотрудников работы по аппаратным средствам. Этот исследовательский потенциал представляется пригодным для разработки новых устройств вычислительной техники, конкурентноспособных на рынке социалистических стран. Заслуживает большого внимания разворачивающаяся в международных масштабах тенденция адаптации малых ЭВМ для различных измерительных устройств. Эти приборы благодаря быстрой обработке данных измерений значительно помогают как в контроле технологических процессов, так и в эффективности и надежности накопления научных данных. В области исследований по малым и средним ЭВМ главной задачей на последующие годы будет развитие использования этих машин для решения научных и других задач.

б) Исследования твердых тел включают в себя следующие научные области: физика твердых тел, химия и частично физическая оптика. Неоднородность этих областей велика, и в будущем планируется концентрация сил на 3 тесно связанных друг с другом задачах: исследование материалов для запоминающих устройств ЭВМ с целью изготовления модели, используемой в ЭВМ; исследования лазеров и лазерных материалов с целью применения лазеров в вычислительной технике и технологии и, наконец, исследования методов анализа примесных элементов.

в) В области ядерной энергетики Институт обладает реальным, но по отношению к другим социалистическим странам скромным потенциалом, который все более сокращается из-за старения имеющихся исследовательских установок. Мы должны смотреть в глаза этому факту и выработать такие соображения, которые усиливают имеющийся в области ядерных исследований потенциал и ставят его на службу частью отечественных целей, частью же — международных в рамках социалистической интеграции.

Задачи исследований во многих отношениях определяются требованиями сотрудничества, разворачивающегося в рамках интеграции социалистических стран.

На последующие годы хорошей инициативой представляется программа, которая, с участием заинтересованных стран СЭВ, будет выполнена в нашем Институте и главной целью которой является исследование параметров водяных реакторов под давлением при изменяющихся условиях на более надежное экспериментальное обоснование применяемых расчетных методов. Представляется обоснованным определенное распространение этой программы в направлении исследований по тепловой технике и термогидравлике.

г) В нашей стране право на существование экспериментальных исследований по физике элементарных частиц опирается на Объединенный институт ядерных исследований. Участие в этом международном предприятии социалистических стран может быть результативным только тогда, если в развитие той или иной отрасли экспериментальной техники мы можем внести свой вклад. Здесь, в первую очередь, имеется в виду участие в разработке измерительной техники и обработке данных.

Перспективы ядерной физики, если понимать ее в классическом смысле, также трудно представимы без международного сотрудничества из-за большой стоимости установок, дающих высокостабильные моноэнергетические пучки частиц с изменяемой энергией.

Однако, имеются области, где ядерная физика перекрывается другими науками, в которых исследования могут проводиться и при меньших материальных затратах. Например, физическое и химическое применение аннигиляции позитронов во всем мире привлекло много физиков-ядерщиков, и по имеющемуся опыту в этой области имеются практически полезные результаты. Еще один пример: ускорители с малой энергией отлично применимы для внесения примесных атомов в кристаллы или для исследования примесных областей, введенных в кристаллы.

Будущее заманчиво и тогда, если он не свободно от забот. А заботы заставляют задумываться, искать решения.

НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОРГАНИЗАЦИИ И ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ИНСТИТУТА

1971-й год явился годом дальнейшего усовершенствования в организации работы института. Характерные для развития комплексных исследовательских институтов процессы разветвления и интеграции приобрели формы, определившиеся прежде всего внешними факторами, в том числе политикой в сфере науки. Соответственно духу государственного перспективного научного плана в институте продолжалось усовершенствование организационной системы с целью улучшения работы, т.е. при финансировании научных тем произведен переход от финансирования организаций к более современной и гибкой системе финансирования заданий.

Научные и финансовые планы 1971-го года были рассчитаны на 12 заданий, имеющих общепланетарное значение. Восемь из них носили характер фундаментальных и прикладных исследований, а в рамках остальных четырех велась комплексная деятельность, в основном направленная на создание определенных материалов и продуктов, хотя она содержала частично и фундаментальные исследования. В результате этого в отделах, проводящих фундаментальные и прикладные исследования, образовались структуры "team", соответствующие программе исследования. Эти четыре программы соответствуют главным направлениям исследований, проводимых в институте, и возглавляются четырьмя заместителями директора. Соответствующая структура института приведена на рис. 1.

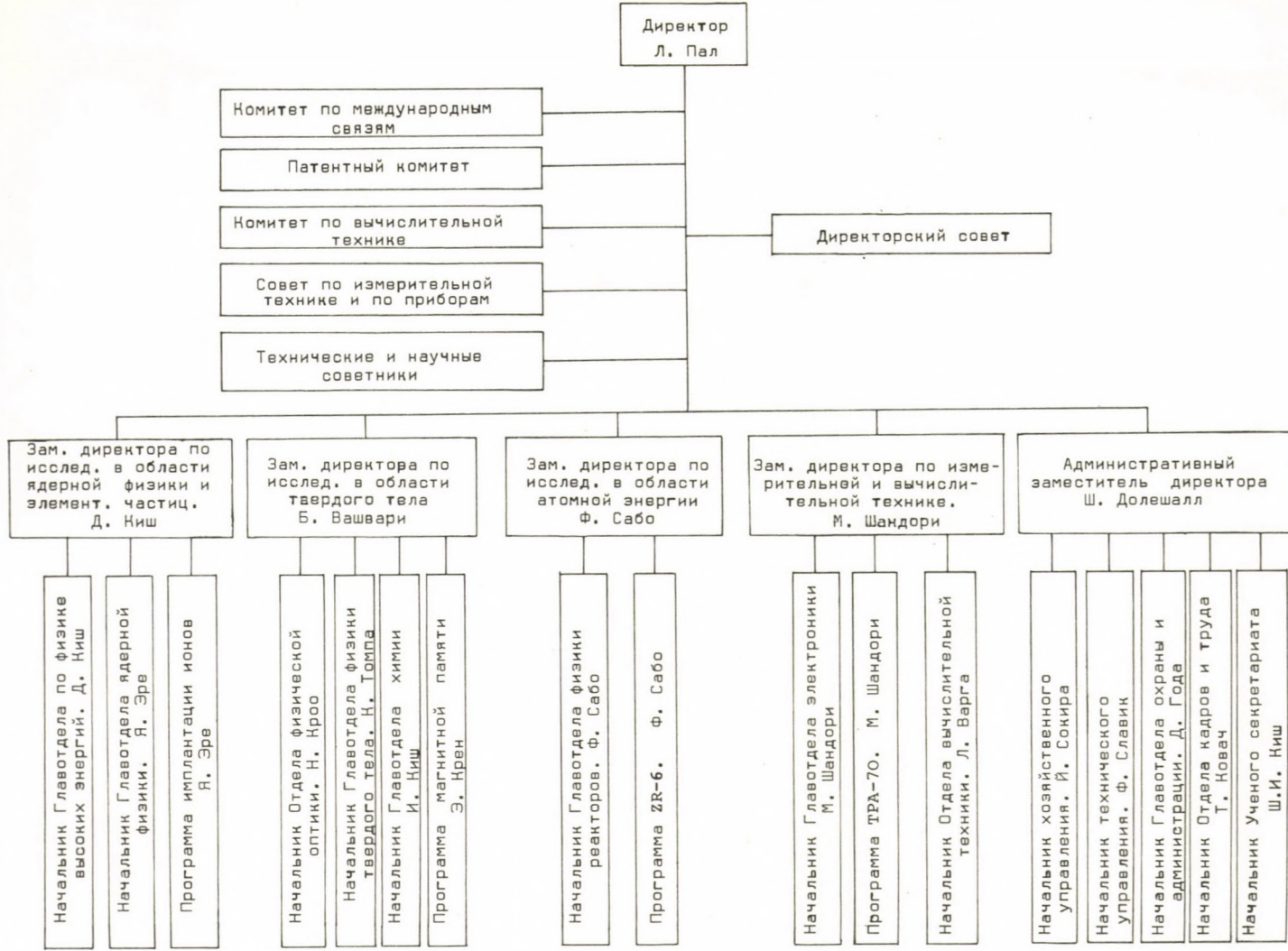
Помимо программ первостепенной важности, в институте проводятся и другие исследовательско-конструкторские работы, направленные на решение конкретных экономических задач. Из расходов на работы, проводимые в институте, 60% покрываются доходами от контрактных исследовательских и разрабатываемых работ. Нашими главными партнерами являются "ORION", Венгерский завод оптических приборов, Чепельский металлургический комбинат и "videoton". Среди организаций, финансирующих наши исследования, значительное место занимает Государственный Комитет по техническому развитию ВНР. Имеются хорошие контакты с различными исследовательскими институтами, находящимися как в пределах страны, так и за границей. Для сотрудничества с исследовательскими институтами социалистических стран важную роль играет совместное использование наших

результатов в области измерительной и вычислительной техники. Существует хорошее сотрудничество также и с ВУЗ-ами. В 1971-ом году был передан в эксплуатацию учебный реактор Будапештского Политехнического института, расчеты и критическая сборка которого были выполнены в нашем институте.

Важнейшим изменением методов управления исследованиями в институте является выделение институтских программ первостепенной важности. Переход к новой форме управления исследованиями вместе с финансированием заданий привели к таким экономическим результатам, которые действуют даже на развитие профессионального уровня исследователей. Исследования, квалифицированные как институтские программы, заставили исследователей заняться освоением новых областей. Наши исследователи показали подготовленность и в вопросах ведения работы по новому стилю. Дело в том, что помимо освоения новых знаний, исследователи вынуждены были научиться и работать по-новому, поскольку в рамках программы проводятся прикладные и разрабатывающие работы, от которых, в отличие от фундаментальных исследований, ожидается определенный и непосредственный экономический эффект. Такой подход, естественно, отличается от существовавшего прежде стиля работы.

Особенно быстро были достигнуты результаты в программе по имплантации ионов. В рамках сотрудничества с Институтом атомной энергии им. И.В. Курчатова нашими исследователями была создана такая техническая и теоретическая база, которая позволяет применять современные методы микролегирования в технике полупроводников. В программах по имплантации ионов и разработке магнитных запоминающих устройств участвуют сотрудники разных отделов без новой и особой организационной формы.

Результаты, достигнутые в новых областях, подтверждают эффективность механизма управления нового типа, т.е.: когда руководство института придает какому-то заданию первостепенную важность и выделяет необходимую материальную поддержку в силу совпадения научного интереса и материальных возможностей (личных и научных) успех достигается быстрее и требует незначительных организационных перемен, которые увеличивают вероятность успеха исследования и сокращают срок, необходимый для достижения результатов.



Особая материальная поддержка осуществляется руководством института из трех источников. С 1971 года уменьшены запланированные расходы на восемь главных направлений и сэкономленная сумма обращена на институтские программы. Из фонда развития института также выделяется сумма, позволяющая приобретать приборы для исследователей, участвующих в программах. И наконец, но не в последнюю очередь, особое внимание уделяется созданию условий финансирования программ за счет внешних контрактных работ. Исполнители программы получают особую поддержку не только снабжением материалами и приборами, но и получением более высоких премий.

С помощью изложенной здесь кратко системы управления исследованиями, примыкающей к методу финансирования заданий, можно достигнуть того, что сократятся расходы на направленные исследования без ущерба для результативности фундаментальных исследований и, в то же время, в незначительной мере уменьшится обеспечение материалами исследователей, если их деятельность примыкает к направленным программам, получаемым особой институтской поддержкой.

ГРУППА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования, на основе которых позднее возникла группа, начались почти сразу с момента образования института. Профессор Л. Яноши и его сотрудники А. Адам, П. Варга, Ж. Нараи и Д. Фаркаш приступили к осуществлению серии фундаментальных экспериментов по изучению природы света. Основной целью этих экспериментов являлось проведение реальных экспериментов в той области, в которой теория основывалась только на мысленных экспериментах.

Скоро возникла необходимость в теоретических исследованиях для анализа результатов эксперимента и для планирования новых измерений. Поэтому группа разделилась на две части. Часть работы проводилась в Лаборатории физической оптики, а для выполнения другой части работ сформировалась небольшая теоретическая группа. Эта группа под руководством профессора Л. Яноши приступила к изучению вопроса о возможности связывания уравнения Шредингера с классической гидродинамической моделью, и поэтому группу стали называть, не вполне конкретно, "Гидродинамической группой".

Позднее группа была названа "Группой теоретических исследований". Группа занимается не только вопросами интерпретации волновой механики. Результаты в этой области опубликованы в серии работ, из которых восьмая только что вышла в свет. Группа работала также над проблемами теории и практики обработки данных экспериментов, о чем свидетельствует ряд публикаций и монография, появившаяся в издании "Oxford Press" и которая позднее была издана на русском языке в Москве и на венгерском в Венгрии.

Группа работает также над проблемами интерпретации специальной и общей теории относительности. Результаты, посвященные этой теме, опубликованы в ряде работ и в монографии.

ПУБЛИКАЦИИ

1. JÁNOSSY, L.: A new approach to the theory of relativity II. Founds.Phys., 1, 251 /1971/
2. JÁNOSSY, L.: The hydrodinamical model of wave mechanics VII. Acta Phys. Hung., 30, 131 /1971/
3. JÁNOSSY, L.: The hydrodinamical model of wave mechanics VIII. Acta Phys. Hung., 30, 139 /1971/
4. HUSZÁR, M.: Angular momentum and unitary spinor bases of the Lorentz group. Acta Phys. Hung., 30, 241 /1971/
5. HUSZÁR, M.: Spherical functions of the Lorentz group on the two-dimensional complex sphere of zero radius. Commun. Math. Phys., 23, 132 /1971/
6. HUSZÁR, M.: Symmetries of Wigner coefficients and Thomaе-Whipple functions. KFKI-Report 71-76

ДААННЫЕ

ДОКЛАДЫ ИНОСТРАННЫХ ГОСТЕЙ

Ю.А. РЫЛОВ (Институт космических исследований АН СССР)

Quantum mechanics as a theory of relativistic Brownian motion.

Prof. J. McConnell/Dublin Institute for Advanced Studies and Royal
Irish Academy/

Graph theory of weight multiplicities of Lie groups.

H.J. Treder /Zentralinstitut für Astrophysik der Deutschen Akademie der
Wissenschaften, Potsdam-Babels/

Zur Konstanz der Teilchenzahlen in der allgemeinen Relativitätstheorie.

ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАГРАНИЧНЫЕ КОМАНДИРОВКИ

М. ХУСАР

ОИЯИ, Дубна

3 года

ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ФИЗИКИ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

Исследование взаимодействий элементарных частиц высоких энергий представляет органическую часть исследовательской программы института со дня его основания.

На первых порах (1950–1956), помимо подготовки техники эксперимента, проводились измерения взаимодействий элементарных частиц высоких энергий в космических лучах. За этот период появились результаты о форме спектра плотности, о точном определении отношения числа фотонов и электронов, о метеорологических эффектах в широких атмосферных ливнях и в локальных проникающих ливнях.

Сотрудничество с ОИЯИ, начавшееся с 1956 г., открыло возможность для изучения взаимодействия элементарных частиц с помощью большого ускорителя. В первое время мы участвовали в обработке эмульсионных следов, а позднее перешли к обработке снимков пузырьковых камер. В последние годы в рамках сотрудничества с ОИЯИ мы участвуем в экспериментах, проводимых на ускорителе в Серпухове с помощью пузырьковой камеры и электронных приборов.

С 1968 года мы принимаем участие в обработке снимков пузырьковых камер, сделанных в ЦЕРН-е. Изучены отношения ветвей распада короткоживущих нейтральных K -мезонов, а также взаимодействия положительных π -мезонов с атомными ядрами.

Среди новейших результатов следует особо отметить обнаружение s_0 -мезона, исследование нейтрального распада мезонов η и ω , и изучение отношения ветвей распада короткоживущих и долгоживущих K -мезонов и регенерации последних.

В 1963–64 гг. образовалась теоретическая группа отдела физики элементарных частиц. Результаты работы группы относятся к следующим областям: полюсы Рэджа, алгебра токов, полюсы Толлертоненц-Домокоша, спектроскопия адронов,

принципы симметрии и квази-симметрии в слабых взаимодействиях, общая теория относительности, феноменологическая теория и классификация элементарных частиц.

В 1957-58 гг. в рамках программы Международного Геофизического Года началось исследование структуры межпланетного пространства с помощью космических лучей высоких энергий. Среди достигнутых результатов выдающимся является обнаружение ударных волн солнечного ветра (эффект Форбуша) и азимутальной асимметрии вокруг Солнца (27-дневная периодичность) в области энергии прибл. 10^{11} эв.

Исследование космических лучей, а также эксперименты на ускорителях требуют высокоразвитой и сложной электронной аппаратуры, а в настоящее время — уже и применения полуавтоматических или автоматических измерительных устройств. Для создания необходимой электроники уже в начале 50-х годов была организована группа электронщиков. Созданные ими приборы (аппаратура для исследования широких атмосферных ливней; 15-канальный μ -мезонный телескоп, автоматически регистрирующий данные на перфоленты; полуавтоматические микроскопы для обработки снимков пузырьковых камер с цифровым выходным устройством и т.д.) дали возможность достигнуть перечисленных выше результатов.

Обработку данных измерений, особенно тех, которые получены с помощью больших ускорителей, нельзя представить без применения вычислительных машин. В нашем отделе работает специальная группа по созданию необходимых программ; к обязанностям группы относятся также и адаптация программ, полученных из-за границы, и разработка современных систем обработки данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ФИЗИКА ЧАСТИЦ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ СЧЕТЧИКОВ

Э. Надь, Л. Урбан, Д. Вестэргомби

В рамках сотрудничества Дубна-Будапешт-Серпухов группа принимала участие в эксперименте по регенерации K_L , целью которого являлось определение разности между амплитудами рассеяния вперед в процессах

$K^0_P - \bar{K}^0_P$. Поведение указанной величины в области высоких энергий можно предсказать по разным теориям (аксиоматическая теория поля, модель полюсов Редже, дисперсионные соотношения), поэтому эксперимент может служить проверкой перечисленных теорий. В том числе, представляется возможность экспериментально исследовать теорему Померанчука, предсказывающую стремления разности мнимых частей амплитуд к нулю при повышении энергии. Фундаментальное значение теоремы заключается в том, что при её выводе используются только общие принципы, как, например, Лоренцова инвариантность, причинность и т.д.

Результаты измерения в области энергии 14-42 Гэв представлены на рис. 1. Анализ данных подтверждает теорему Померанчука.

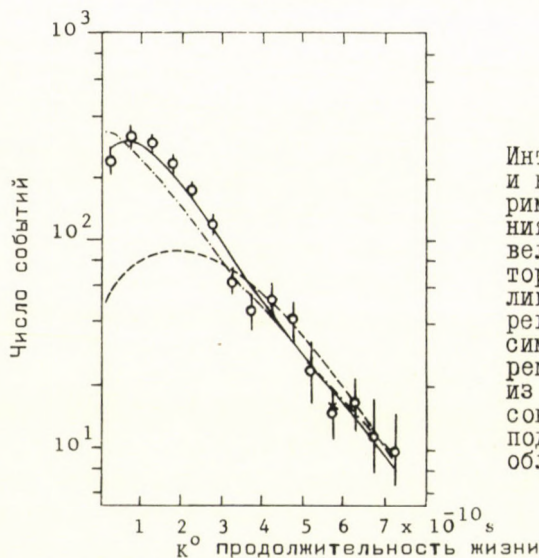


Рис. 1

Интерференция нейтральных долгоживущих и короткоживущих K -мезонов: O — экспериментальные точки; непрерывная линия — интерференция отсутствует. Из величины интерференции (величину которой определяет разность между двумя линиями) можно определить амплитуду регенерации, по энергетической зависимости которой можно проверить теорему Померанчука, являющуюся одной из основных теорем рассеяния при высоких энергиях. Наши исследования подтверждают правильность теоремы в области энергии 20-40 Гэв

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ С ПОМОЩЬЮ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЫ

Д. Пинтэр, Т. Гемеш, Ш. Красновски, В. Яноши, Ф. Тэлбис, М. Пош, Л. Еник

Закончены измерения и сканировочные работы по экспериментам дифракционной диссоциации, проведенным в сотрудничестве Страсбург-Будапешт. Работа производилась на снимках пропан-фреонной пузырьковой камеры, облученной π^+ мезонами с импульсом 11,7 Гэв/с в ЦЕРН-е. В первый период эксперимента исследовались конечные состояния $3X$ и $5H$ заряженных π -мезонов, образованных при взаимодействии π^+ + атомное ядро (рис. 2). Во второй период предметом исследования стало конечное

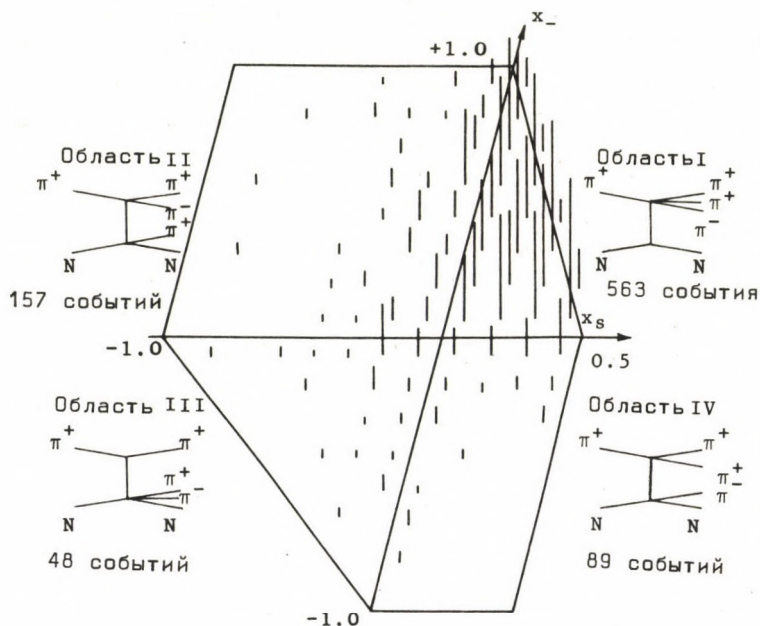


Рис. 2

Многомерное изображение продольного фазового пространства Ван-Ховэ в случае реакции $\pi^+ N \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- N$. Видно, что доминирует дифракционный диссоциативный механизм, попадающий в область I, описываемый передачей полюса Померанчука. Длина линий пропорциональна числу событий.

$$x_i = \frac{q_i}{\sum |q_i|}, \quad i = f, s, -, N$$

где q — продольный импульс в системе центра масс взаимодействия; s — относится к медленным π^+ ; f — относится к быстрым π^+ ; $-$ — относится к π^- ; N — относится к мишени (нейтрон)

состояние из нейтральных π -мезонов. Целью эксперимента явилось определение отношения количества нейтральных продуктов распада к количеству заряженных продуктов распада при распаде мезона A_1 , распадающегося по схеме $\rho + \pi$. Получены намеки существования распада A_1 мезона по теоретически ожидаемым схемам 3π и $S^0\pi$.

В середине года начата обработка снимков, сделанных на 2^х-метровой пропановой камере, облученной π^- -мезонами с импульсом 40 Гэв/с в Серпухове (рис. 3). Первым результатом эксперимента, проведенного в сотрудничестве с многочисленной группой, явилось определение средней множественности вторичных заряженных следов.

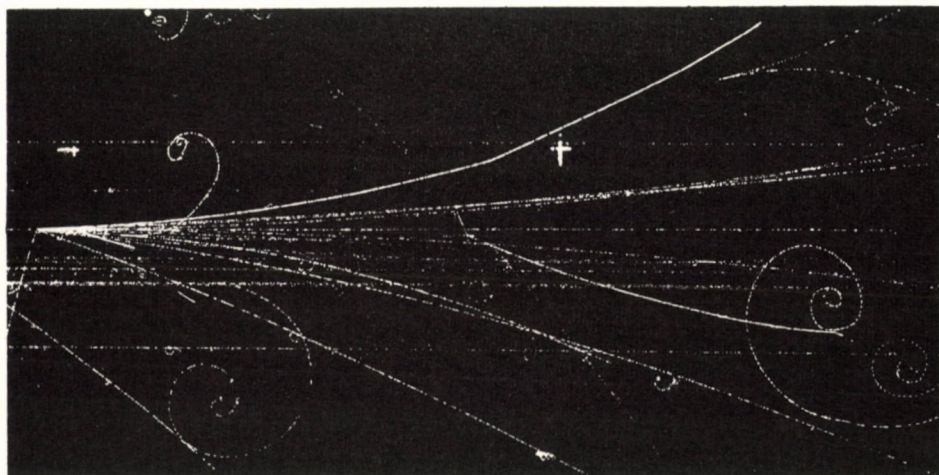


Рис. 3

Характерное взаимодействие π^- мезона с 40 Гэв/с. Снимок сделан на двухметровой пропановой камере в Серпухове

В будущем планируются исследования инклюзивных реакций, измерение нейтральных вторичных частиц (ν^0 , π^0 , μ^0 и т.д.), и изучение взаимодействия дифракционно-диссоциационного типа.

ПУБЛИКАЦИИ

1. ARNOLD, R., GÉMESY, T., JÁNOSSY, V., KRASZNOVSZKY, S., PINTÉR, G., POSCH, M., TELBISZ, F.: Coherent production of 3 charged pions analysed by means of the longitudinal phase space plot. Phys. Letters, 36B, 261, /1971/

2. STRUGALSKI, Z.S. , GÉMESY, T., KRASZNOVSZKY, S., PINTÉR, G.: Neutral decay modes of the η particle. Nuclear Phys., B27, 429 /1971/
3. KRASZNOVSZKY, S.: Spin test for a fermion $|J > \frac{1}{2}|$. Decaying into a spin $-\frac{1}{2}$ fermion $|l^0|$ plus a spin -1 photon. Nuclear Phys., B25, 519 /1971/
4. KRASZNOVSZKY, S., NÉMET, G. and PINTÉR, G.: On the importance of using exact forms for scattering amplitude in Regge pole theory. Acta Phys. Hung., 30, 83 /1971/

ТЕОРИЯ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ И ТЕОРИЯ ПОЛЯ

А. Френкел, П. Хазенфрац, Б. Лукачи, Ю. Нири, Э. Перьеш, А. Шебештен, К. Сеге, К. Тот

Аналитические свойства релятивистской амплитуды рассеяния сильного взаимодействия двух частиц при нулевой передаче импульса и неравных массах являются очень сложными, а в то же время играют важную роль при описании рассеяния. После многолетнего исследования, законченного в 1971 г., удалось выяснить эти свойства с математической точки зрения и тем самым поставить изучение поведения сильных взаимодействий при высоких энергиях на более твердый фундамент.

В области изучения свойств систем, состоящих более чем из двух частиц, достигнуты два важных результата. Удалось записать в аналитическом виде решения уравнений группы симметрии нерелятивистской квантовомеханической проблемы трех тел.

Для случая релятивистского рассеяния электрон + нуклон удалось теоретически рассчитать эффективное сечение образования конечного состояния электрон + π -мезон + что угодно в области фрагментации нуклона, т.е. для π -мезона низкой энергии. Расчет хорошо согласуется с экспериментом.

С помощью применения спинорного исчисления удалось найти точные решения гравитационных уравнений при таких начальных условиях, которые могут играть роль в описании образования и развития звезд, в том числе - в исследовании гравитационного коллапса.

ПУБЛИКАЦИИ

1. PERJÉŠ, Z.: General relativity in spinorial form and Petrov types. KFKI-Report 71-3
2. PERJÉŠ, Z.: Solutions of the coupled Einstein-Maxwell equations representing the fields of spinning sources. KFKI-Report 71-61
3. SZEGŐ, K., TÓTH, K.: SL/2c/ representations in explicitly energy - dependent basis I. J. Math.Phys., 12, 846 /1971/
4. SZEGŐ, K., TÓTH, K.: SL/2c/ representations in explicitly energy - dependent basis II. J.Math.Phys., 12, 853 /1971/
5. SZEGŐ, K., TÓTH, K.: The representations of the Poincaré group as functions of the eigenvalues of Casimir operators. KFKI-Report 71-38
6. SZEGŐ, K., TÓTH, K.: Expansions of the unequal-mass scattering amplitude in terms of Poincaré representations and complex angular momentum at zero energy. KFKI-Report 71-60
7. HASENFRATZ, P.: Construction of the effective Lagrangian of pionic processes for arbitrary SU/2/ x SU/2/ breaking. KFKI-Report 71-33
8. HASENFRATZ, P., GÁLFI, L.: Dip inelastic e-p scattering in the proton fragmentation region. ITP Report 301 /1971/ Budapest

ИССЛЕДОВАНИЕ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ

А. Шомоди, Д. Бенко, Т. Гомбоши, А. Холба, Й. Нота, Д. Валаш,
Л. Ваничек, А. Варга

Изучался верхний предел солнечного модуляционного спектра с помощью полукубического детектора с чувствительной поверхностью $2 \times 1,5 \text{ м}^2$, расположенного в глубине 20 м под землей, что соответствует слою воды толщиной 40 м (рис. 4). Измерения проводились непрерывно в интервале 1958-1964 гг. и снова с 1967 г.

Телескопная система регистрирует (в непрерывном автоматическом режиме) такие частицы космического излучения, которые возникают от частиц первичного космического излучения, имеющих энергию примерно в 10^{11} эв. По временной зависимости числа зарегистрированных частиц можно судить об изменении интенсивности частиц с энергией в 10^{11} эв. Целью исследований является главным образом изучение азимутальной асимметрии межпланетного пространства вблизи Солнца. Эта асимметрия проявляется в 27-дневной квази-периодичности интенсивности космического излучения.

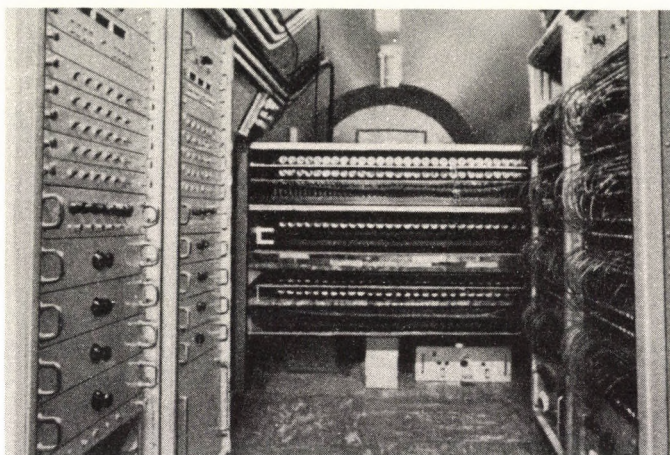


Рис. 4

Снимок подземной регистрирующей станции ЦИФИ

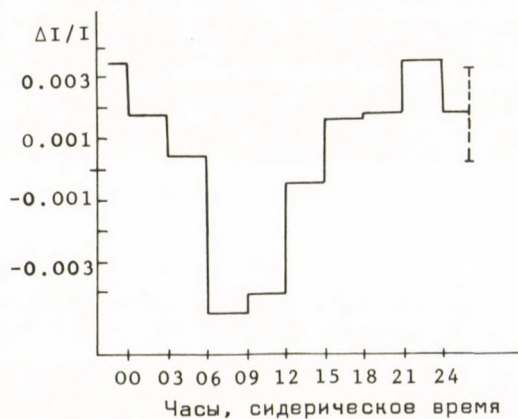
Изучается проблема существования постоянной на несколько лет асимметрии вокруг Солнца. С этой целью мы продолжали исследования в 1971 г. Из результатов, которые по всей вероятности будут опубликованы в 1972 г. следует, что такой асимметрии не существует. Выявлены некоторые, до сих пор не известные, теоретические аспекты коротации вблизи Солнца частиц космических лучей (возникновение некоторых типов периодичности и асимметрии).

Для определения распределения по направлению космического излучения галактического происхождения проводятся измерения в двух местах. Поскольку возмущающее действие Солнца искажает результаты измерения ниже энергий в 10^{12} эв, наблюдения проводятся в области энергии 10^{14} - 10^{15} эв, которая легко исследуется при помощи широких атмосферных ливней. Эксперимент целесообразно выполнять на большой высоте над уровнем моря, поэтому измерения проводятся, с одной стороны, совместно с Физическим институтом Академии наук СССР на высоте 3330 м над уровнем моря в горах Тянь-Шань, вблизи Алма-Аты, а с другой стороны, совместно с Физическим институтом Болгарской Академии наук на высоте 2930 м над уровнем моря на пике Мусала в Рильских горах (рис. 5). Установка, расположенная на Тянь-Шане, снабжена устройством для измерения времени в наносекундной области, которое позволяет определять направления каждого ливня в отдельности (т.е. направление первичных частиц с энергией 10^{14} - 10^{15} эв).



Рис. 5
Фотография станции Болгарской Академии наук на пике Мусала

Измерения в Болгарии продолжаютя уже более двух лет. Закончена обработка данных измерения за первый год работы. Зависимость интенсивности от галактического направления обнаруживает анизотропию порядка 0,1%. Однако эта величина лежит на пределе ошибок и изучение систематических ошибок (главным образом метеорологические коррекции) еще не закончено (рис. 6).



На Тянь-Шане измерения носят пока что калибровочный характер. На основе этих измерений пришлось улучшить геометрию прибора, увеличить его стабильность и чувствительную поверхность. Эти работы выполнялись в 1971 г. согласно намеченному плану.

В рамках программы изучения космического пространства в тесном сотрудничестве с социалистическими странами началось непосредственное изучение структуры космического пространства.

Рис. 6
Анизотропия галактического космического излучения по измерениям, сделанным на пике Мусала.

Создан план работы по изучению структуры космического пространства при помощи космических лучей. Началась подготовительная работа. В связи с этим мы включились в работу ранее начатого советско-чехословацкого сотрудничества, в которой на нашу долю выпала разработка математических статистических методов обработки данных. Значительная часть обработки выполняется также нами.

ПУБЛИКАЦИИ

1. SOMOGYI, A.: Transient modulation /rapporteur paper/. Collected papers of the 12th Int. Conf. on Cosmic Rays, Hobart, 1971
2. БЕНКО, Д., АШЕИКИН, В.С.*, КАБАНОВА, Н.В.*, НЕСТЕРОВА, Н.М.*,
НИКОЛЬСКАЯ, Н.М.*, РАМАХИН, В.А.*, ШТАМЕНОВ, Ю.Н.***, ШТАНЕВ, Т.**,
ЯНМИНЧЕВ, В.Д.***: Спектры широких атмосферных ливней по числу электронов
и по числу мюонов. СВ АН СССР сер. физ., 35, 2128 /1971/
3. ГОМБОШИ, Т., ШМОДИ, А.: Восстановление кодированных в аналоговой форме цифровых результатов измерений. КФКИ-Report 71-77
4. КОХ, Й., ШМОДИ, А.: Предложение по исследованию структуры межпланетного пространства с помощью космического излучения. КФКИ-Report 71-10

ОБРАБОТКА ДАННЫХ ИЗМЕРЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ И ПО ФИЗИКЕ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ

Н. Хайду, А. Холба, Л. Еник, И. Манно, М. Пош, Ф. Тэлбис,
И. Вагнер

Задача группы двойная. С одной стороны, группа должна разрабатывать программы обработки данных измерения по физике космических лучей и снимков пузырьковых камер, вести соответствующий машинный счет, адаптировать полученные из других институтов программы, с другой стороны, развивать технику обработки данных ("он-лайн").

В этом году в рамках сотрудничества с Страсбургским Институтом обработаны снимки, полученные в тяжелой камере, облученной π^+ -мезонами 11,7 Гэв/с, и началась подготовка программ для обработки снимков пропановой камеры, облученной π^- -мезонами 40 Гэв/с в Серпухове.

В этом же году началась адаптация на машине CDC 3300 кинематической программы (GRIND), требующей большой памяти.

* ФИАН, Москва

**Физический институт БАН, София

Частично готовы программы для измерений с пузырьковой камерой в режиме "он-лайн", и начат пробный счет на машине тра 1001 с памятью в 8 К. С помощью метода "он-лайн" пропускная способность измерения увеличивается втрое, поскольку можно избежать повторного измерения снимков.

Готовится устройство "он-лайн" для измерения регенерации K^0 -мезона в Серпухове, управляющее фотоумножителями сцинтилляционных детекторов и проводящее предварительную обработку данных измерения.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

ЭЛЕКТРОННЫЕ УСТРОЙСТВА

Й. Нох, И. Т. Сяч, Д. Талер

Созданием третьего измерительного микроскопа с цифровым представлением данных закончено развитие первой ступени системы микроскопов. Один из микроскопов работает в режиме "он-лайн" с малой вычислительной машиной тра. Это является первым шагом к развитию второй ступени.

К концу 1971 г. закончится монтаж устройства, накапливающего данные и стабилизирующего чувствительность. Устройство служит для целей измерения регенерации K^0 -мезонов и непосредственно связано с машиной тра 1.

Создан прибор для измерения вероятности срабатывания сцинтилляционных детекторов.

До конца года будет готова аппаратура метки времени с кварцевым вибратором.

ДААННЫЕ

ДОКЛАДЫ ИНОСТРАННЫХ ГОСТЕЙ

W. KUMMER /High Energy Physics Institute, Vienna/:

High Energy Physics in the Vienna High Energy Physics Institute.

В.И. Логачев:

Исследование тяжелых ядер в первичном космическом излучении.

ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАГРАНИЧНЫЕ КОМАНДИРОВКИ

Д. ВЕСТЭРГОМБИ	ОИЯИ, Дубна	2 года
----------------	-------------	--------

ГОСТИ ИЗ-ЗА ГРАНИЦЫ

Иваки АЦКО	Япония	2 года
------------	--------	--------

ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Ядернофизические исследования начались в 1952 году в отделе атомной физики института. В первые годы основные усилия были направлены на создание основных экспериментальных установок. За сравнительно короткий период были созданы четыре ускорителя (один генератор Ван-де-Граафа, два каскадных генератора и один генератор нейтронов). Успешно продвигались работы по созданию необходимых электронных приборов. Первые результаты появились при изучении ядерного фотоэффекта, по технике измерения угловых корреляций и по определению нейтронных эффективных сечений.

Параллельно с экспериментальной работой начались и теоретические исследования. В первую очередь изучались вопросы плотности ядерной материи и насыщения ядерных сил. Немаловажные результаты были достигнуты в области исследования моделей и симметрии адронов.

В 1955 году работы по ядерной физике значительно расширились. Был создан отдел нейтронной физики для подготовки строительства экспериментального реактора, а также физических опытов, проводимых при нем. В том числе, выполнялись эксперименты по делению ядер, реакциям (n , гамма), по определению физических параметров реакторов. Создавались необходимые для измерения установки (механический прерыватель, кристалл-спектрометр).

В 1960 году оба вышеуказанных отдела объединились в Главный отдел ядерной физики.

Темы работ, проводившихся в период объединения отделов, стали основой дальнейших исследований. Приведем краткий перечень этих исследований: экспериментальная проверка статистической теории ядер, изучение

возбужденных состояний ядер с помощью резонансного рассеяния гамма-квантов, изучение механизма ядерных реакций на легких ядрах, исследование каскадных процессов гамма-излучения при захвате нейтронов, изучение механизма деления ядер и неупругого рассеяния нейтронов.

Усовершенствование ускорителей проводилось в специальном, так называемом "отделе ускорителей" Главного отдела ядерной физики. Важнейшим результатом была постройка в 1963 году электростатического генератора под давлением с энергией 2,5 Мэв. Позднее, энергия установки, вследствие её реконструкции, была повышена до 5 Мэв. По своим параметрам ускоритель не уступает мировым стандартам и ныне является одной из опорных баз экспериментальной работы, проводимой в Главном отделе.

Разработка и конструирование необходимых ядернофизических приборов всегда была существенной частью деятельности отдела. Маленькая группа электронщиков, начавшая заниматься этой работой, постоянно росла и представляет теперь самостоятельный отдел измерительной техники. Главные этапы его деятельности: разработка уникальных приборов для решения основных проблем ядерной физики, модульная система квази-быстрой электроники, разработка и производство вакуумметров, разработка и производство транзисторной модульной системы ядерных приборов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

Г. Дьерди, П. Храшко

Одной из тем является изучение роли динамических групп симметрии в классической и квантовой механике. Теорию атома водорода Фока сформулировали с помощью формализма обобщенных канонических преобразований. Используя понятие скобок Дирака, установили связь между подходами Фока и Шредингера. Провели анализ проблемы интерпретации генераторов и интегрируемости инфинитезимальных элементов динамической группы симметрии. Чисто алгебраическим путем определили собственные функции атома водорода.

Другим вопросом исследования был закон движения магнитных диполей. Если последовательно учесть законы сохранения энергии и импульса, то необходимо модифицировать уравнение движения точечных магнитных диполей. Новое уравнение движения приводит к тому, что электрически заряженные магнитные диполи в однородном магнитном поле ускоряются по направлению поля. Модифицированные уравнения движения допускают аналог эффекта Ахаронова-Бома для незаряженных частиц, обладающих магнитным моментом.

В рамках самосогласованного подхода исследовали влияние зарядово-обменных взаимодействий на структуру основных состояний ядер. Изучение реакции (p, n) убедительно подтверждает присутствие зарядово-обменного вклада в оптический потенциал, действующий на нуклоны. Однако, до сих пор не пытались учесть этот вклад при описании основных состояний. Работа, проведенная группой, заполнила этот пробел, показав, что корреляции в основных состояниях, принадлежащих к аналоговым состояниям, проявляются в зарядовом смещении одночастичных состояний. Это обстоятельство является причиной и следствием зарядово-обменного потенциала.

ПУБЛИКАЦИИ

1. HRASKÓ, P.: Self consistent charge exchange potential. KFKI-Report 71-27
2. HRASKÓ, P.: Forces acting on magnetic dipoles. Nuovo Cim., 3B, 213 /1971/
3. HRASKÓ, P.: Quantum mechanical effect without force for spinning particles. KFKI-Report 71-44

ПРОБЛЕМА ТРЕХ ТЕЛ В ЯДЕРНОЙ ФИЗИКЕ И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ

П. Береги, Д. Бенце, П. Долешал, Е. Денеш, И. Ловаш, Я. Реван

Разработанные для теоретического описания ядерных реакций методы основываются на предположении о том, что система может разделиться только на два фрагмента. Однако, это предположение исключает возможность объяснить реакции распада с помощью существующих теорий. Кроме того, не представляется возможным конкретное рассмотрение реакции с перераспределением.

Применяя точные математические приемы проблемы трех тел, возможно устранить некоторые недостатки теории ядерных реакций.

На основе интегральных уравнений Фаддеева разработана простая трехтельная модель резонансных реакций, допускающая точное решение. Различные варианты модели с успехом применимы для описания резонансов в упругом и неупругом рассеяниях, для анализа явлений, связанных с изобарическими аналоговыми резонансами, а также для рассмотрения взаимодействия связанного нуклона с К-мезонами низких энергий.

Для изучения процессов рассеяния трех тел выше порога распада разработана система программ для ЭВМ, решающая интегральные уравнения Фаддеева в случае модели сепарабельной t -матрицы для частиц с любым спином и массой и для взаимодействия с любыми парциальными волнами. С помощью программы удалось решить систему интегральных уравнений для задачи рассеяния (n - d) в случае действия тензорной силы и модельного взаимодействия типа p -волны. Показано, что упругое рассеяние нейтронов

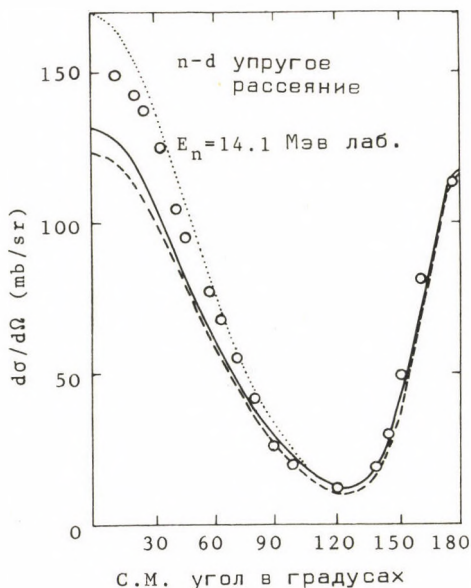


Рис. I

Угловое распределение упругого (n - d) рассеяния при энергии $E_n = 14,1$ Мэв

- - - нейтральные взаимодействия типа S-волны
- тензорные взаимодействия типа S-волны
- взаимодействия типа s+p волн
- o o o экспериментальные данные

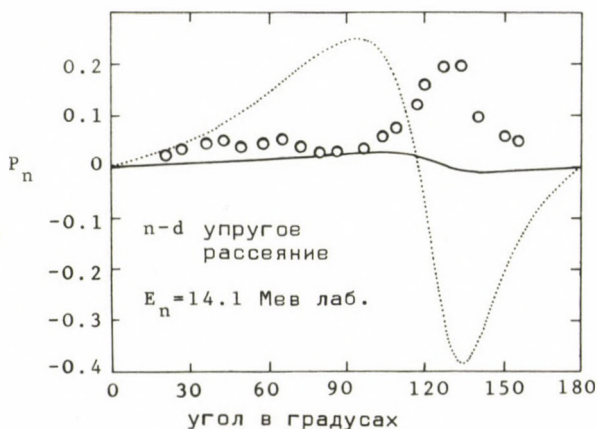


Рис. 2

- Угловые распределения поляризации упругого (d, t)
 рассеяния при $E = 14,1$ Мэв
 - - - взаимодействие типа $s+p$
 ————— тензорное взаимодействие типа p -волны
 о о о ($p-d$) экспериментальные данные

необъяснимо тензорной силой, возникающей в взаимодействии нуклонов.
 Исследования продолжаются с целью разработки реалистической трехтельной
 модели столкновения ядер с дейтерием.

ПУБЛИКАЦИИ

- BEREGI, P.: Graphical method for the determination of resonance parameters. JINR Preprint E4-54 56
- BEREGI, P., LOVAS, I.: A three-body model for the study of resonance phenomena. Z. für Physik, 241, 410 /1971/
- BEREGI, P.: On the number of resonances of non-local separable potentials. Lett. Nuovo Cim., 2, 233 /1971/
- DOLESCHALL, P.: A three-body calculation with tensor force n-d elastic scattering. KFKI-Report 71-62

5. RÉVAI, J., RAYNAL, J.*: Application of the hyperspherical approach to the three-body scattering problem. Saclay Preprint DPLT/1971-40

ТЕОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

И. Борбей, Т. Долински, Й. Зимани

Проведены исследования в области изучения периферической модели ядерных реакций. Эта модель точно учитывает периферические парциальные амплитуды, которые определены ближайшей к физической области особенностью амплитуды реакции, а действие остальных особенностей и других открытых каналов учитывается только феноменологически, опусканием низких парциальных амплитуд. Показано, что эта простая модель, в настоящей форме имеющая лишь один параметр, в случае реакции с участием легких частиц хорошо описывает пик нуклонного обмена, т.е. хорошо аппроксимирует абсолютное значение углового распределения (рис. 3).

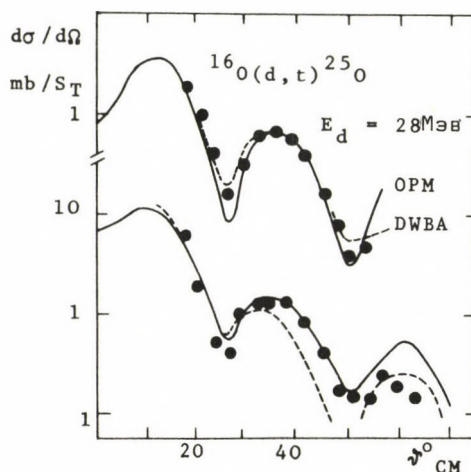


Рис. 3

OPM и DWBA расчеты (d, t) углового распределения. Спектроскопическая информация по двум теориям совпадает в пределах 20%

*CEN, Saclay, France

В случае реакции передачи одного нуклона на легких ядрах модель правильно описывает угловые распределения, и спектроскопическая информация, извлекаемая из неё, совпадает с результатами метода искаженных волн (DWBA).

Решение проблемы рассеяния составных ядер было приведено Фешбахом к проблеме рассеяния двух бесструктурных частиц. Обобщая идею Фешбаха, можно показать, что расчет амплитуды рассеяния реакции перераспределения приводит к решению двух (эффективных) задач двух частиц по одной для входного и выходного канала. Ход рассуждения основывается на показанном ранее нами соотношении между понятиями амплитуд рассеяния, вводимых в стационарной и нестационарной теориях рассеяния. Эффективная задача двух тел в выходном канале в отличие от случая Фешбаха приводит к неоднородному интегральному уравнению. Именно эта неоднородность способствует решению критической проблемы нормировки эффективной волновой функции рассеяния в выходном канале, используя Липпманновскую альтернативу интегрального уравнения точной волновой функции рассеяния, прилегающую к случаю перестройки.

Проведены модельные расчеты для сравнения формфакторов, вытекающих из разных предположений об описании распадающихся состояний. Были определены функции Гамова, Вайнберга, а также обычная функция рассеяния в случае прямоугольной потенциальной ямы для одной одноканальной и одной связанной двухканальной задачи. Во всех шести случаях действительные части формфакторов оказались почти одинаковыми. Мнимые части, доминирующие вне потенциальной ямы, однако, показывают отличное друг от друга поведение. В рассмотренных случаях разные нормирующие процедуры, предложенные для этих формфакторов, приводят к тождественному результату с точностью в один процент.

ПУБЛИКАЦИИ

1. BORBÉLY, L.: Application of the nonrelativistic peripheral model to reactions between light particles. Phys. Letters, 35B, 388 /1971/
2. DOLINSZKY, T.: Reduction of the problem of rearrangement processes to a pair of two-particle problems. KFKI-Report 71-56
3. GYARMATI, B.*, LOVAS, R.G.*, ZIMÁNYI, J.: Comparison of the most often used unbound state wave functions in a square well model. Phys. Letters, 33B, 549 /1971/

*АТОМКИ, Debrecen

4. BORBÉLY, I.: Comparison of spectroscopic information given by the peripheral model and DWBA. Phys. Letters, 37B, 243 /1971/
5. CSÜRÖS, M., CAMERON, J.A.** , ZÁMORI, Z.: Calculation of the nuclear properties of ^{53}Cr by the unified model. Canad. J.Phys., 49, 1582 /1971/
6. CSÜRÖS, M., CAMERON, J.A.** , ZÁMORI, Z.: Intermediate coupling in ^{55}Fe . Canad. J.Phys., 49, 1832 /1971/

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕЛЕНИЯ ЯДЕР

Л. Йеки, Д. Клуге, А. Лайтан, И. Виннаи, Г. Палла

Сотрудники группы определили эффективное сечение возникновения спонтанно-делящихся изомерных состояний, получаемых в реакциях (n, n') и $(n, 2n)$ на ядрах ^{235}U , ^{238}U , ^{239}Pu , ^{242}Pu , ^{243}Am . Оказалось, что некоторые известные, спонтанно-делящиеся изомерные состояния в нейтронных реакциях совершенно не возбуждаются.

Исследовали, в какой степени искажаются прежние измерения спектра энергии нейтронов, возникающих при спонтанном делении ^{252}Cf вследствие открытия запаздывающих гамма-излучений; далее, определили наиболее вероятное значение температурного параметра в области спектра 0,5–6 Мэв. В последнее время появились сообщения о существовании задержанных нейтронов в нейтронных спектрах. Тщательным анализом данных показали, что это предположение недостаточно обосновано. Применяя стеклянные детекторы с ^6Li , измерили низкоэнергетическую область (0,002–1 Мэв) спектра нейтронов деления ^{252}Cf и подтвердили возникновение добавочных нейтронов, по сравнению с оценкой, полученной из экстраполяции формы спектра в области высших энергий (рис. 4). Расчеты спектра нейтронов спонтанно-делящегося ^{252}Cf показали, что ранее используемые однопараметрические формы спектра применимы только в первом приближении, а с другой стороны, что аномалия, найденная в низкоэнергетической части спектра, может возникнуть из-за большого углового момента продуктов деления.

Микроскопические расчеты каскадов, относящихся к нейтронам, испущенным из отдельных осколков деления, имеют большой принципиальный интерес. Результаты расчетов в сочетании с опубликованными данными измерения позволяют судить о свойствах (так называемых scission)

** McMaster University, Hamilton, Canada

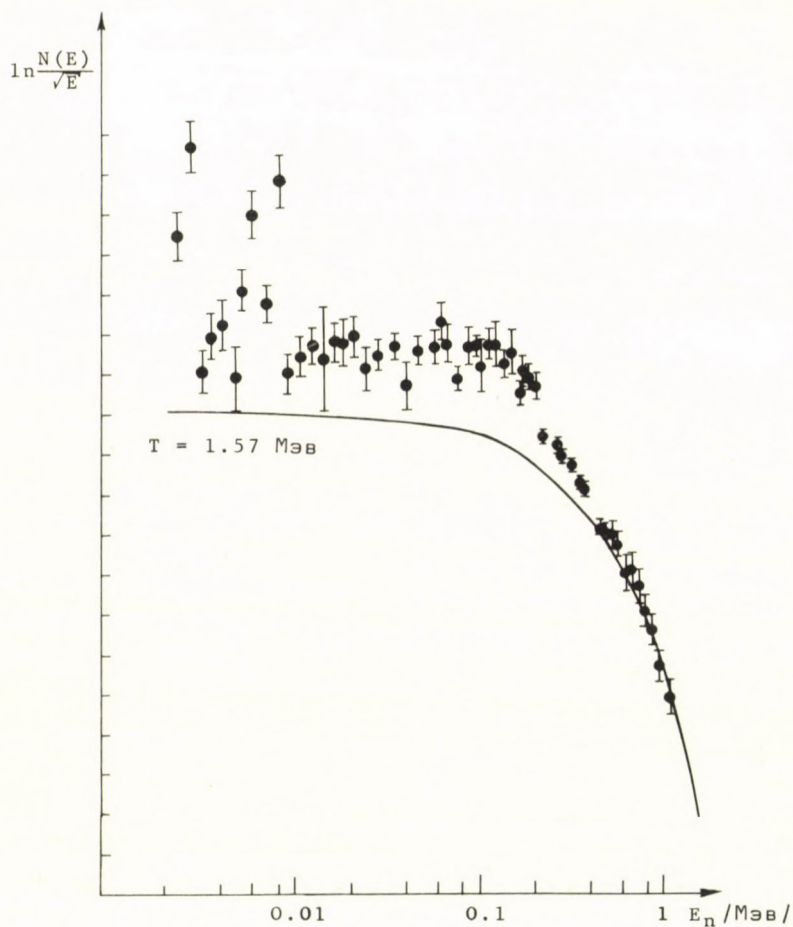


Рис. 4

Измеренный энергетический спектр нейтронов, образующихся при спонтанном делении ^{252}Cf в диапазоне энергии от 0,002 до 1 Мэв. Непрерывная кривая изображает распределения Максвелла с $T = 1,57$ Мэв и хорошо описывает литературные данные выше 0,5 Мэв

нейтронов, возникающих в момент разрыва. Расчеты показали, что предполагать такой механизм разрыва ядер, при котором 10-15% нейтронов вылетают в момент деления, необосновано. Для проверки упомянутых расчетов нейтронных каскадов рассчитали для широкого энергетического интервала эффективное сечение $\frac{d\sigma}{dE}$ реакции $(n,2n)$ и получили хорошее согласие с экспериментами.

ПУБЛИКАЦИИ

1. ГАНГРСКИЙ, Ю.П.*, НАДЬ, Т., ВИННАИ, И., КОВАЧ, И.: Получение спонтанно делящихся изомеров урана, плутония и америция в реакциях с нейтронами. ОИЯИ Препринт РЗ-5528
2. ЖЕКИ, L.: Phenomenological formula for $/n,2n/$, $/p,2n/$ and $/p,3n/$ reaction cross-sections. KFKI-Report 71-8
3. ЖЕКИ, L., KLUGE, GY., LAJTAI, A.: Survey of measurements of the fission neutron spectrum of ^{252}Cf . KFKI-Report 71-9
4. ЖЕКИ, L., KLUGE, GY., LAJTAI, A.: Remarks on the existence of retarded neutrons in fission. KFKI-Report 71-35 and Report INDC/HUN/-005/G
5. KLUGE, GY.: Prompt fission neutron spectra. KFKI-Report 71-55
6. ЖЕКИ, L., KLUGE, GY., LAJTAI, A., DYACHENKO, P.P.***, KUZMINOV, B.D.***: Fission neutron spectrum of ^{252}Cf from 0.002 to 1 MeV. KFKI-Report 71-63
7. KLUGE, GY.: On the emission of prompt fission neutrons. Phys. Letters, 37B, 217 /1971/
8. PÁLLA, G.: Small-angle scattering of neutrons by deformed nuclei. Phys. Letters, 35B, 477 /1971/

* ОИЯИ, Дубна

*** ФЭИ, Обнинск

ИЗУЧЕНИЕ РЕАКЦИИ $D(n, np)n$

Т. Цибок, Й. Нечкемети

Исследовалась реакция распада дейтрона, возникающая под действием нейтронов с энергией 14 Мэв. Измеряется энергия и угол вылета одного из нейтронов и энергия протона. Геометрия опыта позволяет в значительной мере увеличить получаемую информацию по сравнению со всеми известными опытами. Создана установка для измерения и проведены предварительные ориентировочные эксперименты. В настоящее время проводится определение коэффициента полезного действия нейтронного детектора и характеристики протонного детектора.

АНАЛОГОВО-АНТИАНАЛОГОВЫЕ ПЕРЕХОДЫ

И. Сентпетери, Ю. Сяч

Известно, что столь интенсивные в $2s-1d$ оболочках аналогово-антианалоговые гамма-переходы типа $m1$ на несколько порядков занижены в нижней части $1f-2p$ оболочки. Для исследования свойств указанных переходов провели измерения на ядрах, относящихся к верхней части $1f-2p$ оболочек. Показали, что образующиеся изобарические аналоговые резонансы $g_{9/2}$ при бомбардировке ядер $^{58,60,62}\text{Ni}$ и $^{64,66}\text{Zn}$ протонами, вопреки ожиданиям, показывают очень интенсивные $m1$ гамма-переходы на их антианалоговые состояния.

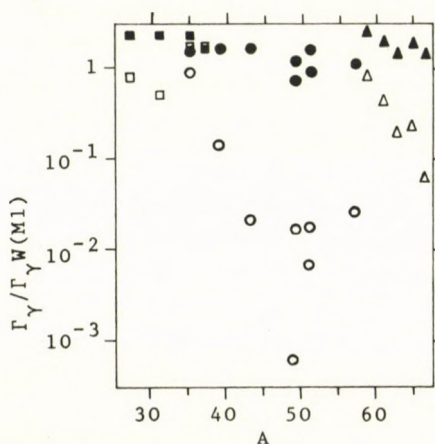


Рис. 5

Сила аналогово - антианалогового перехода типа $m1$ в единицах Вейскопфа. Квадраты обозначают переход $f_{7/2} \rightarrow f_{7/2}$, круги - переход $p_{3/2} \rightarrow p_{3/2}$, а треугольники - переход $g_{9/2} \rightarrow g_{9/2}$. Все незачерченные обозначения относятся к экспериментальным значениям, а зачерченные - к расчетным одночастичным переходам для случая бесспинового остова с использованием g -факторов Шмидта

ПУБЛИКАЦИИ

1. SZENTPÉTERY, I., SZÜCS, J.: M1 transition from $g_{9/2}$ analogue to anti-analogue state in the ^{59}Cu , ^{61}Cu , ^{63}Cu , ^{65}Ga and ^{67}Ga nuclei. KFKI-Report 71-52
2. DEMETER, I., FODOR, I., KESZTHELYI, L., SZÜCS, J., SZŐKEFALVI-NAGY, Z., VARGA, L., ZIMÁNYI, J.: Investigation of γ -spectra of certain (p,γ) resonances. Acta Phys. Hung., 30, 1 /1971/

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ (n,γ) РЕАКЦИИ

Б. Нардон, И.Б.А. Мануаба, И. Пинтер, Э. Замори

Исследовалось гамма-излучение ксенона с естественным составом изотопов, возникающее после захвата термического нейтрона. Образец состоял из твердого соединения XeF_2 . Определились энергия и интенсивность 145 гамма-переходов в области энергии 0,2-9,3 Мэв. Захват нейтронов в 19%-ах случаев происходит ядрами ^{129}Xe , а в 80%-ах - ядрами ^{131}Xe . Поэтому исследование гамма-спектра дает информацию о структуре уровней изотопов ^{130}Xe и ^{132}Xe . Энергетические уровни изотопов ^{130}Xe и ^{132}Xe известны из радиоактивного распада. Все уровни имеют положительную четность. Характерными и очень интенсивными гамма-переходами в гамма-спектре, следующими за захватом нейтронов, являются линии с энергиями 6467,5±1 кэв и 6380,1±1 кэв, которые заселяют уровни с энергией 2473 и 2560 кэв изотопа ^{132}Xe . Предполагая, что эти переходы имеют характер электрического диполя, уровни оказываются с отрицательной четностью и со спином 3. Намечены исследования для определения спина этих уровней с помощью метода угловых корреляций.

ПУБЛИКАЦИИ

1. KARDON, B, MANUABA, I.B.A., GRÓZ, P.: Thermal neutron capture gamma-ray studies of natural xenon. KFKI-Report 71-46

ИССЛЕДОВАНИЕ СВЕРХТОННЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

И. Деметер, Л. Нестхейи, Г. Мезеи, З. Секефальви-Надь, Л. Варга, Э. Замори

Исследовалась температурная зависимость сверхтонкого поля на ядрах ^{182}W и ^{184}W в сплаве $\text{Fe}_{0.95}\text{W}_{0.05}$ в случае первых возбужденных уровней с энергиями 100 и 110 кэв, соответственно. Интегральный поворот углового распределения испущенного гамма-излучения ($\omega_T - g_{\mu_N} \hbar \tau / \hbar$) с точностью до 6% не меняется при разных (115, 210 и 303°K) температурах. Используя известное значение внутреннего поля (630 ± 12 кОе) и результатов по эффекту Мессбауэра, удалось определить g -факторы первых возбужденных состояний, имеющие значения $g_{\text{hf}}(I82) = 0,264/6/$ и $g_{\text{hf}}(I84) = 0,288/7/$. Среднее значение результатов измерений в внешнем поле: $g_{\text{вн.}}(I82) = 0,236/10/$ и $g_{\text{вн.}}(I84) = 0,276/10/$. Выражая разность в форме $g_{\text{hf}}/g_{\text{вн.}} = 1 + \delta$, получаем $\delta(I82) = +0,12/5/$ и $\delta(I84) = +0,045/45/$. Величины δ объяснимы с помощью сверхтонкой аномалии.

С помощью того же метода изучали зависимость сверхтонкого поля на месте ядер Rh в системе сплавов FeRh от состава. Сверхтонкое поле в случае сплава с 3 ат.% Rh нормировалось к значению 550 кв, взятому из литературы. Зависимость сверхтонкого поля от состава изображена на рис. 6. Точками обозначены наши результаты, сплошной линией — результаты измерения ЯМР. В случае сплава 48,5 ат.% Rh наблюдается зависимость сверхтонкого поля от дозы облучения (рис. 7). Этот последний

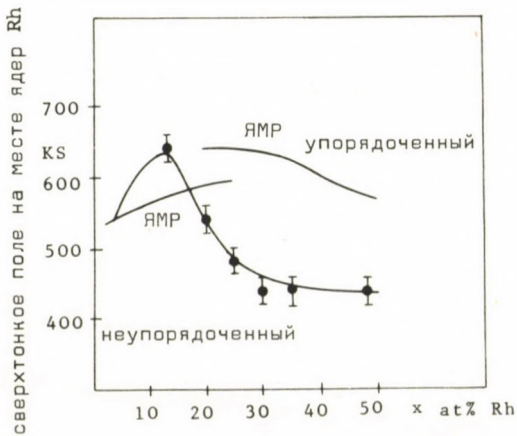


Рис. 6

Сверхтонкое поле в сплаве Fe-Rh как функция Rh состава

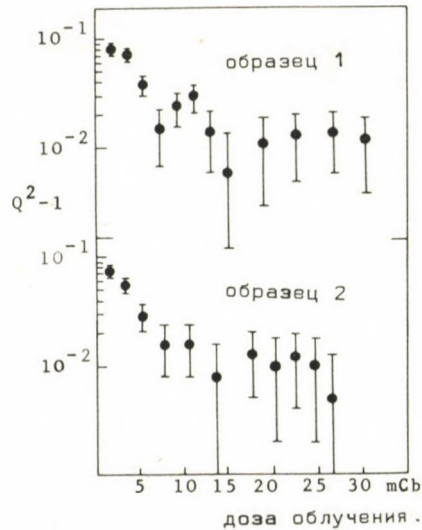


Рис. 7

Зависимость (Q^2-1) величины (пропорциональной сверхтонкому полю) от дозы облучения для сплава $\text{Fe}_{51.5}\text{Rh}_{48.5}$

результат и результаты на предыдущем рисунке объясняются радиационными разрушениями.

Определили g -факторы уровней 298 кэВ и 360 кэВ ядра ^{103}Rh , $g(298) = 0,82(8)$, $g(360) = 0,44(5)$. Полученные значения нельзя объяснить на основе ни одной из известных моделей ядер.

При измерении угловой корреляции гамма-каскада 72-134 кэВ ядра ^{187}Re с помощью детектора $\text{Ge}(\text{Li})$ получили значение $A_2 = 0,006(2)$, т.е. на порядок меньше литературных данных.

ПУБЛИКАЦИИ

1. CAMERON, J.A.* , GARDNER, P.R.* , PRESTWICH, W.V.* , ZÁMORI, Z., SANTRY , D.C.*: Perturbed angular correlation study of Ta in Fe, Ni, Cu and Mg. Hyperfine interactions of excited nuclei ed. by G. Goldring and R. Kalish; Gordon and Breach, New York p. 99 /1971/
2. CAMERON, J.A.* , GARDNER, P.R.* , PRESTWICH, W.V.* , ZÁMORI, Z., SANTRY , D.C.*: Hyperfine field at ^{131}Ta nuclei in a nickel lattice. *Canad.J.Phys.*, 48, 1725 /1971/
3. KESZTHELYI, L., CAMERON, J.A.* , SANTRY, D.C.*: Larmor precession of the first rotational level of ^{181}Ta . *Canad.J.Phys.*, 49, 2646 /1971/
4. CAMERON, J.A.* , ZÁMORI, Z.: B/E2/ of the first 2^+ level of ^{15}Sm . *Canad.J.Phys.*, 49, 2690 /1971/

ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭФФЕКТА МЕССБАУЭРА

И. Дежи, Л. Кестхейи, Л.Д. Надь, Б. Молнар

С помощью эффекта Мессбауэра исследовались структура замороженных растворов комплексных соединений железа и происхождение асимметрии линий спектра FeCO_3 . В случае замороженных растворов в рамках одного эксперимента показали существование корреляции между измерениями параметров мессбауэровских спектров и термических процессов, измеренных с помощью дифференциального термического анализа. Результаты измерения приведены на рис. 8. В случае комплексных соединений, содержащих три иона Fe^{3+} , показали, что они одинаковы с химической точки зрения. Этот факт существенен для понимания внутримолекулярного обмена.

* Mc Master University, Hamilton, Canada

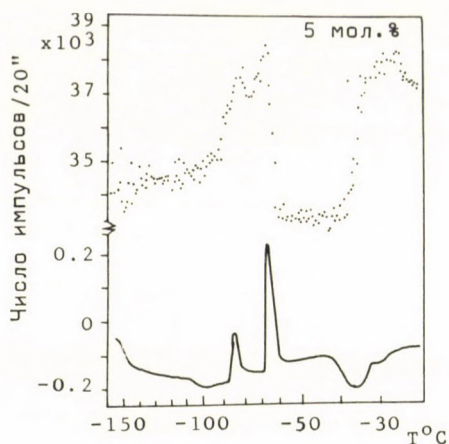


Рис. 8
Поглощение мессбауэровских квантов при нулевой скорости и кривая дифференциального термического анализа в случае 5 мол.%-ного раствора $\text{Fe}(\text{ClO}_4)_2$

Измерения на FeSO_3 показали, что влияние анизотропии колебания решетки на мессбауэровский спектр намного меньше, чем это предполагалось на основе прежних измерений.

В кристалле $\text{FeBr}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ обнаружен новый, до сих пор не известный, фазовый переход. По изменениям параметров мессбауэровских спектров показана димеризация иона $\text{Fe}(\text{CN})_5\text{H}_2\text{O}^{3-}$, образующегося при гидролизе иона $\text{Fe}(\text{CN})_6^{4-}$.

ПУБЛИКАЦИИ

1. CAMERON, J.A.*, GARDNER, P.R.*, KESZTHELYI, L., PRESTWICH, W.V.*: Dynamical effects on ^{181}Ir nuclei in ice. Proc. Conf. Appl. Mössbauer effect /Tihany 1969/ ed. by I. Dézsi, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971 p.613
2. CAMERON, J.A.*, KESZTHELYI, L., NAGY, G.**, KACSON, L.**: Mössbauer-effect of ferrous ions in cubic ice. Chem. Phys. Letters, 8, 628 /1971/
3. DÉZSI, I., OUSEPH, P.J.***, THOMAS, P.M.***: Mössbauer and thermoanalytical studies of ferrous chloride hydrates. Bull. Am. Phys. Soc., 16, 23 /1971/
4. DÉZSI, I., OUSEPH, P.J.***, THOMAS, P.M.***: Mössbauer study of $\text{FeCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and its disintegration product. Chem. Phys. Letters, 9, 390 /1971/

* Mc Master University, Hamilton, Canada

** Technical University, Budapest

*** University of Louisville, USA

5. THOMAS, P.M.***, SANDERS, M.***, DÉZSI, I., OUSEPH, P.J.***: Study of frozen solutions of ferrous compounds by Mössbauer effect and differential thermal analysis /DTA/. Chem. Phys. Letters, 11, 42 /1971/
6. CSER, L., GLADKIN, I.A., KESZTHELYI, L., NAGY, D.L., VINCZE, I.: Decomposition of the Mössbauer spectrum of magnetite at 4,2°K. Proc. Conf. Appl. Mössbauer effect /Tihany 1969/ ed. by I. Dézsi, Akadémiai Kiadó Budapest, 1971 p. 553

АННИГИЛЯЦИЯ ПОЗИТРОНОВ

А. Адам, П. Храшко, Д. Хорват, Ж. Найчош, М. Лабади

Исследование антиферромагнитного-ферромагнитного фазового перехода первого рода с помощью аннигиляции позитронов позволяет проверить реальность той или иной модели, выдвинутой для объяснения фазового перехода. Измерено угловое распределение аннигиляционных гамма-квантов в обеих фазах. Кривые заметно не отличаются друг от друга, что противоречит предположению Кувела, согласно которому движущей силой фазового перехода является изменение электронной энтропии.

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ЭКСПЕРИМЕНТА

Д. Берез, Г. Бюргер, П. Дялог, Л. Нирайхеди, Э. Клопфер, П. Костка, Э. Пастор, П. Ридл, Я. Рос, Л. Вайи

Ускоритель H^3 -2 типа Ван-де-Граафа проработал 3006 часов за период от 1 января до 19 июля 1971 года. Сделан и испытан ионный источник He_4^+ , с помощью которого уже проведены систематические ядерно-физические измерения. Успешно закончена разработка ионного источника He_4^{++} .

В сотрудничестве с промышленными предприятиями усовершенствовали конструкцию ленты передачи заряда ускорителя. Сделана лента из шести слоев льна-резины, и другая, имеющая подобную структуру, из натурального шелка и резины. Благодаря модернизированной технике склеивания, при той же способности передачи заряда обеспечено увеличение механической жесткости и времени жизни (свыше 700 часов) ленты.

***University of Louisville, USA

В ионный канал ускорителя вмонтирован магнитный анализатор с водяным охлаждением, имеющий 30-миллиметровую щель и 60 мм-ый радиус отклонения, что обеспечивает отклонение протонов с максимальной энергией. 19,4 Мэв или ионов He_4^{++} с энергией 9,7 Мэв, или же ионов He_4^+ с энергией 4,85 Мэв на угол 90° . Перед анализатором расположены электрический корректор положения пучка и квадрупольная линза. В ионооптических узловых пунктах пучка расположены индикаторы пучка с вращающимися иголками.

ПУБЛИКАЦИИ

1. GOMBOS, P.: Investigations on the high frequency ion source of the 5 MeV Van de Graaff generator. KFKI-Report 71-17
2. PÁSZTOR, E., KOSTKA, P., KLOPFER, E.: The new 5 MeV electrostatic ion accelerator at the Central Research Institute for Physics, Budapest. 1971 Particle Accelerator Conference, Accelerator Engineering and Technology, Chicago, March 1-3, NS-13 /The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc. New York/ /1971/ 82

ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

Д. Козма, Л. Лохоняи, Д. Пахер, Д. Шерень, Л. Сабо,
М. Бодонхейи, Л. Вереба, А. Заранди

Производственная база в 1971 году выпустила 123 прибора, принадлежащего к 17 типам ядерных приборов модульной системы.

В рамках конструкторской работы модульная система была расширена 7 типами новых приборов (высоковольтный блок питания на 3 кв, 10 ма со стабильностью $2 \cdot 10^{-4}$, 6-декадный счетчик на интегральных схемах на 10 МГц и т.д.), а с другой стороны, началось усовершенствование всего семейства ядерных приборов применением интегральных схем.

Важной частью работы является разработка измерительных систем времени наносекундного диапазона, а также цепей прецизионных измерителей энергии (амплитуд). Технические показатели приборов достигают мировых стандартов.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ

Главотдел ядерной физики организовал два измерительных центра. Один из них расположен при ускорителе Ван-де-Граафа EG-2R, а другой — при нейтронном генераторе NG-200. Измерительные центры, помимо уже существующих анализаторов и ядерных электронных приборов, снабжены каждый одной малой вычислительной машиной типа TRA. Кроме стандартных периферийных устройств (телетайп, считыватель и перфоратор), вычислительные машины обладают следующей аппаратурой: аналогово-цифровым преобразователем, автономным прибором визуального представления, генератором реального времени, шаговым рисующим устройством и шаговым магнитофоном. Для обеих машин составлены программы, позволяющие работать на ускорителях в режиме "он-лайн".

ДАнные

ДОКЛАДЫ ИНОСТРАННЫХ ГОСТЕЙ

- Г. АЛАГА (Институт им. Р. Бошковица, Загреб)
Вибрационные состояния четно-нечетных ядер.
- Б. АНТАЛКОВИЧ (Институт им. Р. Бошковица, Загреб)
Исследование реакции распада с помощью фотоэмульсии.
- Б. БАЛДИН (ОИЯИ, Дубна)
Ядернофизические исследования с помощью протонов высокой энергии.
- Ю. БЕЛЯЕВ (Институт атомной энергии им. И.В. Курчатова, Москва)
Ядерные реакции, вызванные ионами лития.
- Л. ФОНДА (ИСТР, Триест)
Полюсы S-матрицы и резонансы.
- Ю. ГАНГРСКИЙ (ОИЯИ, Дубна)
Исследования по физике деления.
- В.М. ДЖИБСОН (Белл Телефон Лаб. Муррей Хилл)
Исследования по ченелингу.
- Р.Х. ХЕРБЕР (Университет Ратгерс, Нью-Брунсвик)
Химические применения эффекта Мессбауэра.

- П.Е. ХОДЖСОН (Оксфордский университет, Оксфорд)
Потенциал связанных одночастичных состояний в оболочечной модели.
- И. ИЛАКОВАЦ (Институт им. Р. Бошковица, Загреб)
Электромагнитные переходы высшего порядка.
- И. КУЛИШИЧ (Институт им. Б. Кидрича, Белград)
($p-\alpha$) реакции.
- К.В. ЛАУРИКАИНЕН (Иссл. институт по теоретической физике, Хельсинский университет)
Физические исследования в Финляндии.
- Х.Д. ЛЕММЕЛ (МАГАТЭ, Вена)
Работа группы "Ядернофизические данные" при МАГАТЭ.
- В. ЛОПАЦ (Институт им. Р. Бошковица, Загреб)
Вибрационные состояния четно-четных ядер.
- Й.В. МАЙЕР (Калтек, Пасадена)
Исследование свойств поверхностных слоев методом рассеяния назад.
- В.А. МИНЕЕВ (ОИЯИ, Дубна)
Образование легких ядер с избытком нейтронов.
- Ф. РЕНДИЧ (Институт им. Р. Бошковица, Загреб)
Исследование ядерных реакций методом времени полета нейтронов.
- Г. РИПКА (ИСТР, Триест, СЕРН Саклэ)
Расчет деформированных ядер по методу Хартри-Фока.
- П. ТОМАС (Институт им. Р. Бошковица, Загреб)
Работы по экспериментальной ядерной физике в Загребе.
- Дж.С. УАЛЬКЕР (Джон Хопкинс Университет, Балтимор)
Исследования по эффекту Мессбауэра в Университете Дж. Хопкинса.

НОНФЕРЕНЦИЯ

Symposium on the Nuclear Three-Body Problem and Related Topics.
Будапешт, 8-11 июля 1971 г.

ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАГРАНИЧНЫЕ КОМАНДИРОВКИ

П. БЕРЕГИ	Дубна	2 года
И. ФОДОР	Саклэ	1 год
Д. ХРЕХУШ	Юлих	2 года
П. КОНЦ	Дубна	2 года
П. КОСТКА	Мюнхен	1 год
Т. НАДЬ	Дубна	3 года
Г. ПАЛЛА	Гамбург	14 месяцев
Д. ПАРИШ	Дубна	4 года
Л. ПОЧ	Дубна	2 года
Я. РЕВАИ	Саклэ	2 года
Э. ШЕРЕШ	Юлих	2 года
И. СЕНТПЕТЕРИ	Копенгаген	1 год
Э. СЁКЕФАЛЬВИ-НАДЬ	Уппсала	4 месяца
Ю. СЮЧ	Оксфорд	5 месяцев

ИНОСТРАННЫЕ УЧЕНЫЕ, ПРИБЫВШИЕ В ГЛАВОТДЕЛ НА ДЛИТЕЛЬНЫЙ СРОК

Дж.А. КАМЕРОН	(Гамильтон, Канада)	6 месяцев
М. КЕМЕНЬ	(Бухарест, Румыния)	1 год
А. САНАД	(Каир, ОАР)	4 года
А.О. ШАКЕР	(Каир, ОАР)	1 год

ДИССЕРТАЦИИ

Г. ДЬЁРДИ:

Динамические симметрии. Потенциал $-\frac{1}{r}$. (Диссертация на соискание ученой степени доктора физических наук).

И. ЛОВАШ:

Резонансы в ядерных реакциях. (Диссертация на соискание ученой степени доктора физических наук).

Т. ДОЛИНСКИ:

Об основах динамики ядерных реакций. (Диссертация на соискание ученой степени кандидата физических наук).

А. АДАМ:

Экспериментальные исследования с помощью нейтронов, имеющих энергию 14 Мэв. (Диссертация на соискание ученой степени доктора физических наук).

Г. ПАЛЛА:

Исследование упругого рассеяния нейтронов на тяжелых ядрах.
(Диссертация на соискание ученой степени кандидата физических наук.)

ОТДЕЛ ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

Одновременно с образованием института начались исследования по физической оптике, целью которых являлось изучение фундаментальных вопросов физики с помощью оптических методов. В качестве первого вопроса была поставлена задача о правильности экспериментальных основ квантовой механики, — а именно вопрос дуального (частица-волна) характера квантово-механических объектов. Эксперименты, подвергнутые соответствующему анализу, показали, что интерференционная картина в интерферометре Майкельсона не изменяется вплоть до экстремально малых интенсивностей падающего светового пучка. В качестве следующего шага были выполнены эксперименты дополнительного характера для выяснения корпускулярных свойств световых волн. Результаты эксперимента обратили внимание на флуктуацию интенсивности светового потока. Флуктуация, в основном, определяется двумя факторами: внутренними процессами в источнике света и оптической системой (вне источника), включая процессы регистрации (фотоэффект).

Исследование явлений, происходящих в источнике света, оказалось исходным шагом длительной программы исследований, в рамках которой проверялось согласие теории тонкой структуры спектра водорода с экспериментом; изучался механизм возбуждения атомов и время жизни возбужденных состояний.

При изучении оптической системы исследовались пространственные и временные условия когерентности световых пучков. Проверялась линейность фотоэффекта при экстремально низкой интенсивности и коротких импульсах света. Последняя работа была выполнена при помощи лазера.

Появление лазеров дало новые средства и возможности к осуществлению поставленных перед нами целей. С помощью твердотельных лазеров высокой интенсивности были обнаружены нелинейный фотоэффект и, позднее, многофотонная фотоионизация атомов, находящихся в возбужденном состоянии. В то же время конструирование лазеров стало необходимым также и с точки зрения выполнения многих практических задач. После разработки надежных, имеющих высокие технические показатели, лазеров началось их применение в области геодезии, измерительной техники, а в последнее время лазеры применяются даже для запоминания информации.

РЕЗУЛЬТАТЫ

НЕЛИНЕЙНЫЙ ФОТОЭФФЕКТ

Д. Фаркаш, З. Хорват, И. Кертеc

Обнаруженный ранее многофотонный фотоэффект был подвергнут проверке в более чистых условиях, исключая всевозможные мешающие наблюдению эффекта процессы. Проведение такого эксперимента делает возможным применение техники ультракоротких импульсов (mode locking). Сущность метода заключается в следующем: при синхронизации фаз беспорядочных колебаний, существующих в резонаторе, возникает результирующее биение в виде цуга ультракоротких периодических (10^{-12} сек) импульсов с экстремальной интенсивностью ($1 + 10$ Гвт). При использовании таких коротких импульсов влияние процессов более низкого порядка, в том числе термических, пренебрежимо мало. Дальнейшим преимуществом применения сверхкоротких импульсов является достижение больших интенсивностей, что позволяет расширить область исследования эффекта до ~ 1 Гвт/см². Поскольку многофотонные эффекты сильно зависят от когерентности, большим преимуществом применения серии самосинхронизирующих импульсов является то, что когерентность меняется от импульса к импульсу незначительно, и её можно считать постоянной по сравнению с когерентностью гигантского импульсного лазера.

Принципиальная схема проведенного измерения приведена на рис. 1. В 5-метровом лазерном резонаторе импульсы в самосинхронизированном цуге следовали друг за другом с интервалом в 33 нсек. Линейный сигнал задавался быстродействующим фотодиодом. Результаты, полученные на образцах Cs_3Sb , Au и Ni с помощью nd^{3+} и рубинового лазера, приведены на рис. 2. Надо отметить, что в большинстве измерений замечена

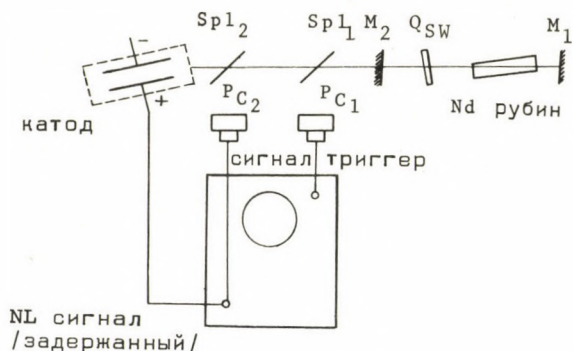


Рис. 1
Установка для изучения нелинейного фотоэффекта

асимметрия между передним и задним фронтом лазерного пучка импульсов, т.е. в этих двух областях к линейным импульсам одинаковой величины относятся нелинейные сигналы разной величины, из чего следует, что длина отдельных импульсов непрерывно меняется вдоль самосинхронизированного пучка. При дальнейшем увеличении интенсивности, при световой мощности ~ 5 Гвт, зависимость электронного тока, измеренного на тщательно полированном золотом образце, от лазерной интенсивности меняется (рис. 3). Причина изменения заключается в том, что при

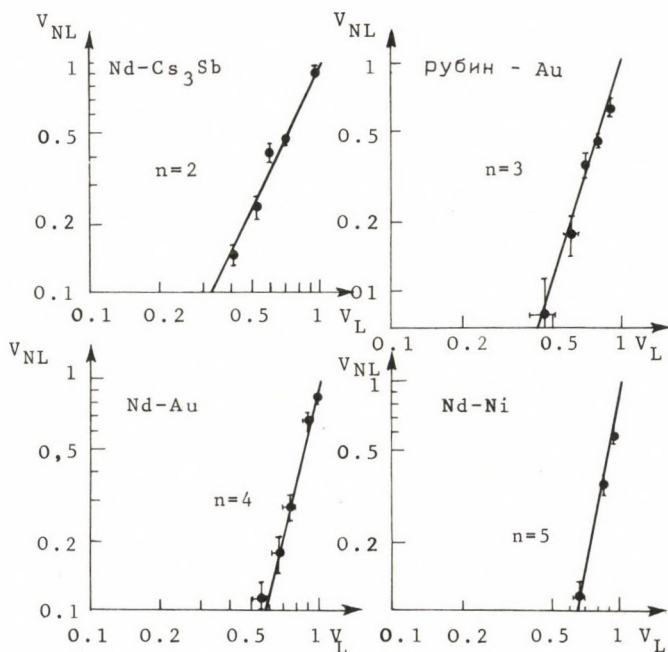
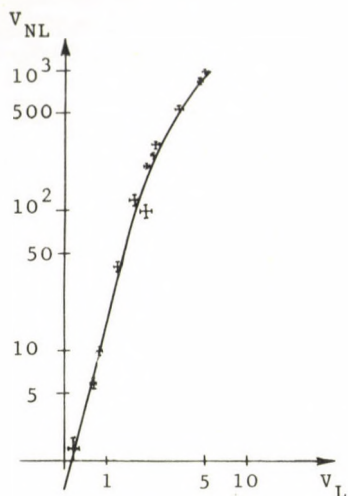


Рис. 2
Зависимость фотоэффекта (второго, третьего, четвертого и пятого порядка) от интенсивности

- | | |
|--|-------------|
| а) Nd-лазер образец Cs_3Sb | ($n = 2$) |
| б) рубиновый лазер образец Au | ($n = 3$) |
| в) Nd-лазер образец Au | ($n = 4$) |
| г) Nd-лазер образец Ni | ($n = 5$) |



таких интенсивностях часть электронов покидает металл, в результате туннельного эффекта.

Рис. 3

Зависимость нелинейной электронной эмиссии от интенсивности при сверхвысоких интенсивностях (~ 10 Гвт/см²) света. Переход от многофотонного фотоэффекта к туннельному эффекту.

Сравнение результатов измерения с теорией показывает, что имеется неплохое согласие в случае многофотонного фотоэффекта и туннельного эффекта в переходной области.

ПУБЛИКАЦИИ

1. FARKAS, GY., HORVÁTH, Z.GY., KERTÉSZ, I., KISS, G.: Nonlinear photoelectric electron emission induced by picosecond mode-locked laser pulses. Lett. al Nuovo Cim., 1, 314 /1971/
2. FARKAS, GY., MAINFRAY, G*, THEBAULT, J.*: Production et mesure d'une impulsion de quelques centaines de picosecondes issue d'un laser a modes synchronisés. Rev. Phys. Appl., 6, 329 /1971/

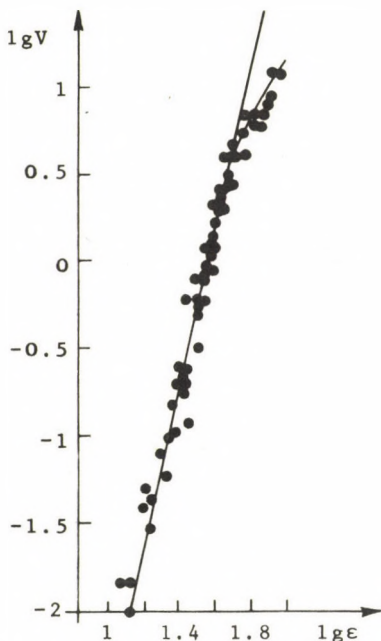
МНОГОФОТОННАЯ ФОТОИОНИЗАЦИЯ

Й. Бакш, А. Ниш, Д. Рубин

Исследование нелинейной фотоионизации возбужденных состояний атомов началось в Москве совместно с сотрудниками Физического института им. Лебедева. Достигнутые там результаты стимулировали развитие отечественных исследований. С помощью рубинового лазера изучался процесс многофотонной ионизации метастабильного состояния гелия. Серия проведенных экспериментов привела к неожиданным результатам. Оказалось, что, вопреки теоретическим ожиданиям, предсказывающим на три порядка большее эффективное сечение ионизации метастабильного синглетного состояния по

*Service de Physique Atomique, CEN-Saclay

отношению к метастабильному триплетному состоянию, результаты измерения однозначно подтверждают, что ионизация происходит из триплетного метастабильного состояния. Для того, чтобы выяснить причину расхождения между теорией и экспериментом, изучался процесс многофотонной фотоионизации под действием nd -лазера. В случае nd -лазера для ионизации синглетного метастабильного состояния необходима энергия 4^X фотонов, а для триплетного состояния - 5^M фотонов. Полученный результат (рис. 4)



доказал, что многофотонная ионизация происходит и в этом случае из триплетного состояния. Разрешение противоречия между теорией и экспериментом станет возможным при более тщательном учете атомной структуры. При облучении с помощью nd -лазера при высоких значениях главных квантовых чисел возникают резонансы. Из-за эффекта Штарка, возникающего под действием сильного электромагнитного поля, существование резонансов сильно влияет на зависимость вероятности нелинейной ионизации от интенсивности излучения лазера. Перестраивая частоту лазера, можно наблюдать усиление действия резонансов (рис. 5).

Рис. 4

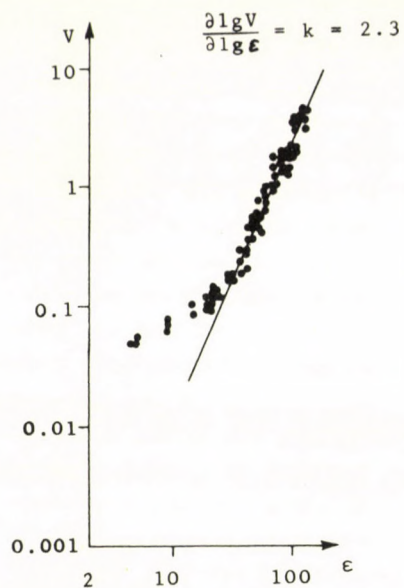
Зависимость многофотонной фотоионизации от интенсивности под действием nd -лазера в случае ионизации гелия в метастабильном состоянии.

ПУБЛИКАЦИИ

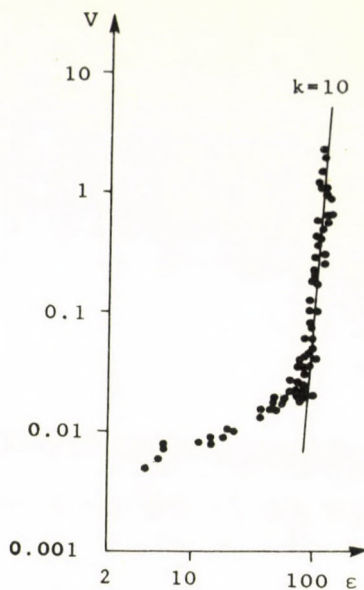
1. ARSLANBEKOV, T.U.*, BAKOS, J., KISS, Á., NAGAEVA, N.L.*, PETROSIAN, K.B.**; RÓZSA, K.: Multiphoton ionization of the excited helium atoms. Conf. on Phenomena in Ionized Gases. Oxford, 1971. Contributed Papers. Ed. by R.N. Franklin. Donald Parsons Co. Ltd. Oxford, 1971. p.43
2. АРСЛАНБЕКОВ, Т.У.* , БАКОШ, Й, КИШ, А., НАГАЕВА, Н.Л.*, ПЕТРОСЯН, К.Б.**; РОЖА, К.: Многофотонная ионизация возбужденного атома гелия. Москва. ФИАН Препринт № 64 /1971/

* Физический институт АН СССР им. Лебедева, Москва

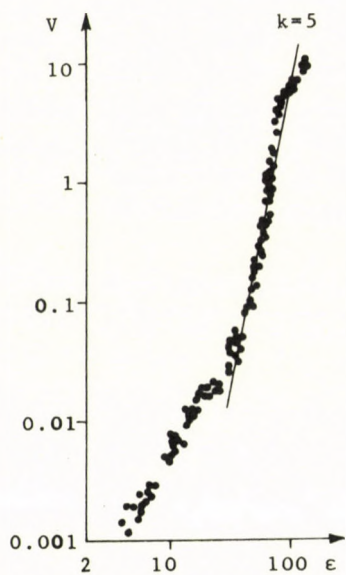
** Физический институт Армянской Академии наук, Ереван



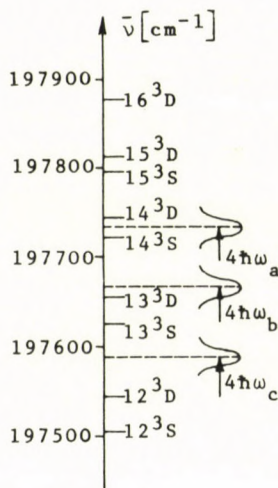
a.



b.



c.



d.

Рис. 5

Роль резонансов при многофотонной ионизации.

а, б, в : зависимость числа образованных ионов от интенсивности в случае разных длин волн излучения лазера;

г : относительное расположение уровней Ne и уровней Nd-лазера в случаях а, б, в

СТОЛКНОВЕНИЯ ВТОРОГО РОДА

Й. Бакош, А. Ниш, Ж. Шерлеи, Я. Сигети

Концентрация возбужденных состояний в газах определяется процессами возбуждения электронов, временем жизни возбужденных состояний и столкновениями второго рода между возбужденными состояниями. В случае гелия хорошо известны эффективное поперечное сечение электронного возбуждения и время жизни возбужденных состояний. В то же время поперечное эффективное сечение столкновений второго рода известно только частично, благодаря некоторым правилам отбора (резонансный характер, сохранение спина). Значение эффективного поперечного сечения столкновений второго рода определено с большим разбросом, как результат различных косвенных экспериментов. Вследствие разброса результатов в литературе возобновился спор о правильности закона сохранения спина по Вигнеру. Этот принцип в случае гелия запрещает следующий переход:



т.е. атому гелия, находящемуся в возбужденном синглетном состоянии вследствие соударения, запрещено переходить в триплетное возбужденное состояние.

С помощью разработанного ранее в нашем отделе метода измерения изучалось поперечное сечение процесса. Сущность метода заключается в следующем: в газоразрядной трубе, наполненной гелием, при помощи импульсного возбуждения порождаются возбужденные атомы в метастабильном состоянии. Оптическая накачка переводит атомы из метастабильного состояния в соответствующее изучаемое возбужденное состояние. По истечении короткого времени (прибл. 50 мксек) после прекращения возбуждающего импульса в измерительной трубе, кроме атомов в основном состоянии, присутствуют только атомы в метастабильном состоянии. Это обстоятельство позволяет провести эксперимент в очень чистых условиях и определить эффективное поперечное сечение синглет-синглет и синглет-триплет переходов:

$$\begin{aligned} Q(3^1\text{P}-3^1\text{D}) &= 14 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2 & Q(3^1\text{P}-3^3\text{D}) &= 0,026 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2 \\ Q(4^1\text{P}-4^1\text{D}) &= 25,5 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2 & Q(4^1\text{P}-4^3\text{D}) &= 40,5 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2 \\ Q(5^1\text{P}-5^1\text{D}) &= 44,2 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2 & Q(5^1\text{P}-5^3\text{D}) &= 175 \cdot 10^{-16} \text{ см}^2 \end{aligned}$$

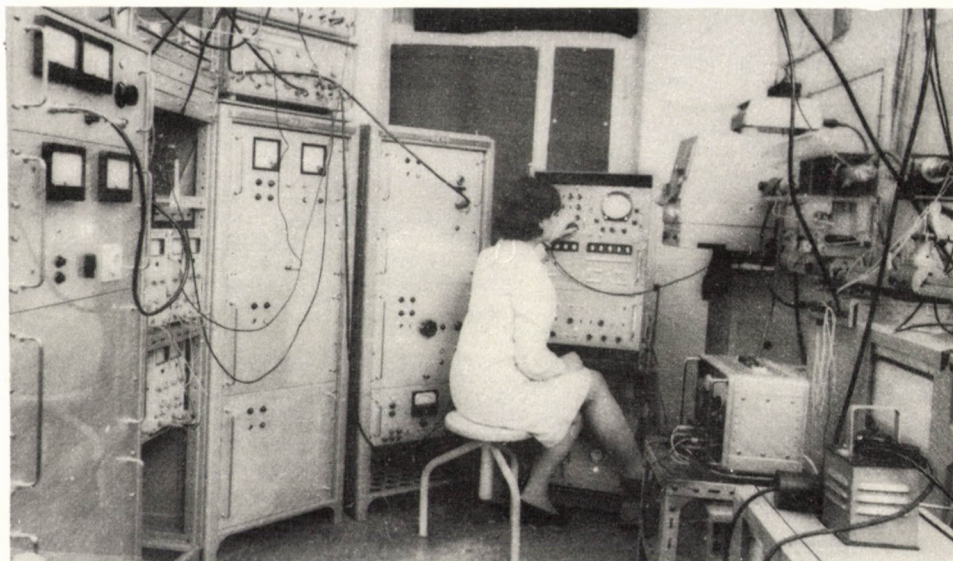


Рис. 6

Установка для изучения столкновений второго рода

Из результатов измерения следует, что вигнеровское сохранение спина выполняется хорошо при низких значениях главного квантового числа и нарушается при его увеличении, что объясняется тем, что при увеличении главного квантового числа спин-орбитальное взаимодействие усиливается, следовательно, LS-связь ослабевает, а закон сохранения спина выполняется только в случае систем с чистой LS-связью.

ПУБЛИКАЦИЯ

1. BAKOS, J., KISS, A., SÖRLEI, ZS., SZIGETI, J.: Dependence of cross-sections for collisions of second kind in helium on different experimental parameters. VII. ICPEAC Conference on Electronic and Atomic Collisions. Amsterdam, 1971. Ed. by N.L. Bramscomb et al., North Holland Pub. Co. Amsterdam. 1971. p. 613

He-Cd ЛАЗЕР

Л. Чиллаг, М. Яноши, К. Рожа

Открытие He-Cd лазера непрерывного излучения при длине волны 4416 Å явилось значительным шагом в области газовых лазеров. Сразу

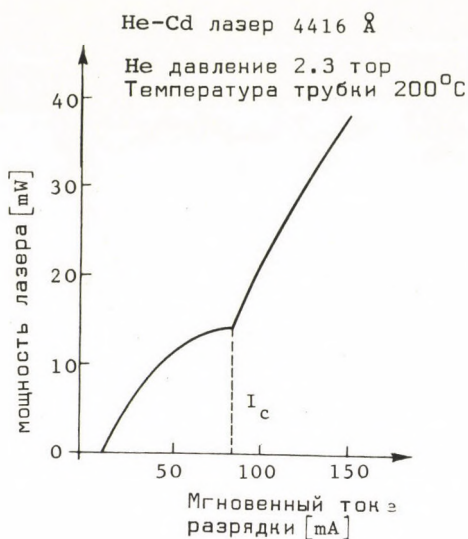


Рис. 7

Зависимость мощности лазера He-Cd, возбуждаемого переменным током 50 гц, от мгновенного значения тока разряда

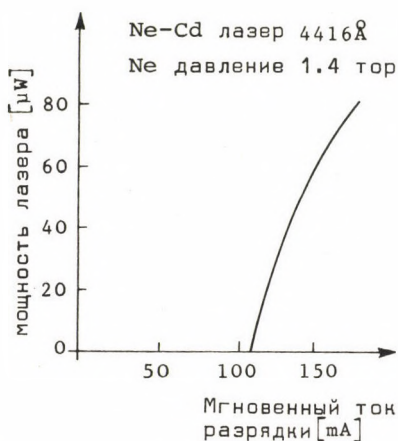


Рис. 8

Зависимость мощности лазера He-Cd, возбуждаемого переменным током 50 гц, от мгновенного значения тока разряда

после первых зарубежных публикаций нами был создан экспериментальный He-Cd лазер, возбуждаемый переменным током. Изучение лазера привело к очень интересному результату, показывающему зависимость мощности лазера от тока разрядной трубки. В начале рост силы тока приводит к росту интенсивности лазерного излучения (рис. 7) с последующим переходом в насыщение. Но насыщение является только переходной стадией, поскольку при достижении некой критической плотности тока мощность лазера опять увеличивается. В литературе принято предполагать, что возбуждение лазерного перехода иона кадмия с длиной волны 4416 Å происходит благодаря пеннинговским ионизирующим столкновениям, согласно которым атомы гелия, находящиеся в основном состоянии, переводят его непосредственно на верхний лазерный уровень. Наблюдаемая нами зависимость мощности лазера от силы тока не укладывается в рамки описанного процесса возбуждения. Из подробного анализа экспериментальных данных следует, что при низких плотностях тока доминирующим механизмом возбуждения действительно является прямая ионизация Пеннинга, а выше критического тока возбуждение происходит благодаря столкновениям электронов с атомами кадмия, находящимися в основном состоянии. Ионы кадмия, участвующие в этом процессе, естественно образуются в основном по механизму Пеннинга.

Открытие He-Cd лазера с длиной волны 4416 Å дало косвенное подтверждение предложенного механизма. В зависимости мощности He-Cd лазера от тока (рис. 8) отсутствует первый

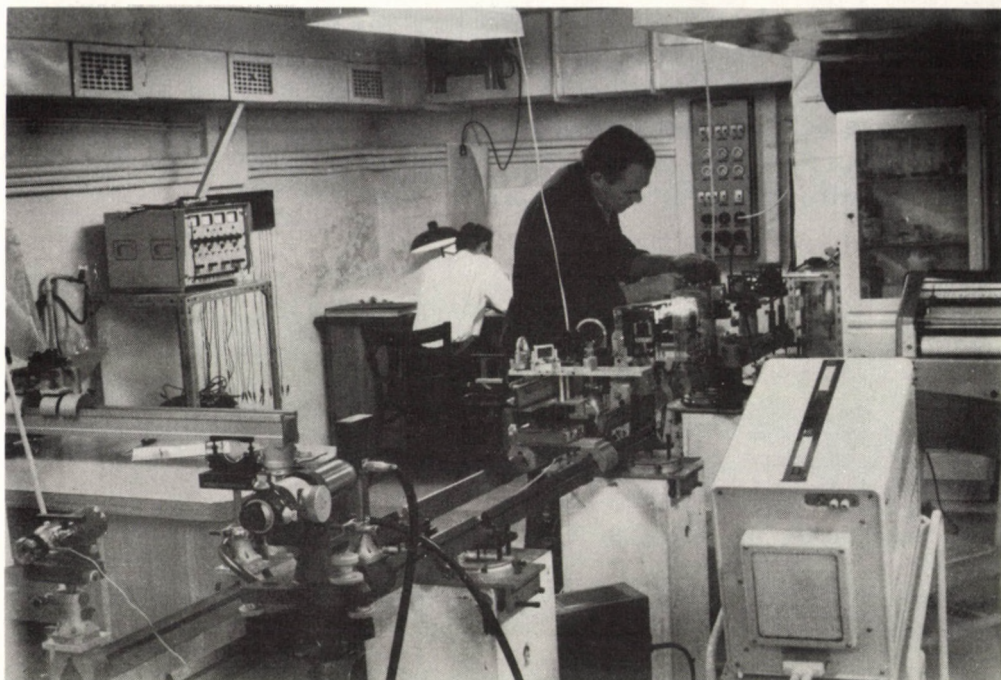


Рис. 9

Лаборатория физики лазеров

низкоточный механизм возбуждения, потому что энергия метастабильного атома неона недостаточна для прямого (непосредственного) возбуждения верхнего лазерного уровня по механизму ионизации Пеннинга. Область высокой плотности тока, где возбуждения происходят электронными соударениями, показывает очень сходную с He-Cd лазером токовую зависимость.

Построенная на основе предложенного нами механизма теория успешно объясняет зависимость критического тока от давления гелия и от концентрации кадмия. Выяснилось кроме того, что давление газов He и Ne играет важную роль в установлении оптимальной электронной температуры, необходимой для возбуждения лазерного перехода иона кадмия с длиной волны 4416 \AA с помощью электронных соударений. Оптимальные значения давления газов He и Ne, выведенные теоретически, хорошо согласуются с экспериментальными значениями.

Начата разработка He-Cd лазера, возбуждаемого постоянным током, необходимого как для научных, так и для практических целей. Принцип работы лазера постоянного тока следующий: на одном конце разрядной трубки расположена печка, испаряющая металлический кадмий. Попадающие

в газовый разряд атомы кадмия ионизируются, а электрическое поле, возникающее вдоль разрядной трубки, распространяет эти ионы по всей трубке. Таким образом, достигается равномерная концентрация кадмия, а ток поддерживает необходимую температуру в трубке для того, чтобы кадмий участвовал в разряде. Построенный по такому принципу He-Cd лазер в нашей лаборатории достигает мощности в 50 вт.

ПУБЛИКАЦИЯ

1. CSILLAG, L., ITAGI, V.V.*, JÁNOSSY, M., RÓZSA, K.: Laser oscillation at 4416 Å in Ne-Cd discharge. Phys. Letters, 34A, 110 /1971/

ИССЛЕДОВАНИЕ ОПТИЧЕСКИХ ЗАПОМИНАЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Г. Киш, Й. Ронаки, П. Варга, Ч. Закар

Группа занимается теоретическими и экспериментальными вопросами запоминания информации в голографической форме.

Целью нашей работы являлась разработка такой голографической техники, методы и средства которой открывают новые перспективы в области исследования оптических методов запоминания. Среди прочих была выполнена работа по голографической аттестации фотопластинок ORWO LP2 и LP3, Gewaert Agfa Scientia 8E75. Второй целью, поставленной нами, явилось введение соответствующей техники проявления амплитудных и фазовых голограмм, приготовление и интерпретация голограмм правильной шахматной доски 64x64.

Сперва была разработана и построена установка для проявления и аттестации голографических фотопластинок. Установка регистрирует интерференцию двух плоских волн. Изменением угла между двумя пучками изменяется количество полос, попадающих на один миллиметр, а изменением отношения интенсивностей двух пучков изменяется глубина модуляции полос. Голограммы регистрируются на двух разных фотопластинках при двух разных временах экспозиции. При восстановлении амплитудных и фазовых голограмм измеряется дифракционное эффективное действие в различных порядках.

Система проявления служит для повторяемого проявления амплитудных и фазовых голограмм. Проявление производится при стабилизированной температуре, в кассете вертикальной конструкции, а смешивание раствора осуществляется пропуском пузырей азота.

* Marathwada University, Arangabad, India

Второй задачей, как мы уже отмечали, является приготовление амплитудной и фазовой голограммы правильной шахматной доски. Для того, чтобы избавиться от паразитных вибраций, работа проводится в лаборатории, расположенной на глубине 10 метров под землей в скале. Реальная и восстановленная картины сравнивались с помощью ЭОП-а.

ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

ОПТИЧЕСКИ ТОНКИЕ СЛОИ

А. Луттер

Решение задач квантовой электроники требует изготовления зеркал и фильтров с нанесенными на них высококачественными оптически тонкими покрытиями. В прошедшем году нами была разработана надежная технология производства диэлектрических тонких слоев высокой прочности, которая позволила изготовить лазерные зеркала хорошего качества для твердотельных лазеров мощностью в несколько Гвт/см².

СИНХРОНИЗИРУЮЩАЯ ЭЛЕКТРОНИКА ЛАЗЕРОВ

Ю. Кантор /Главотдел электроники/, Д. Рубин

Во многих случаях, в частности при исследовании фотоионизации возбужденных состояний, необходимо знать момент появления лазерного импульса, поскольку требуется осуществить целый ряд операций в строго определенных моментах до вспышки. Эта задача требует высокой степени синхронизации.

Разработано синхронизирующее устройство для синхронизации лазеров с модулированной добротностью и вращающимися призмами, которое позволяет управлять аппаратурой во временном интервале ± 1 мсек до и после вспышки шагами 1 мксек и с точностью 0,25 мксек.

ДААННЫЕ

ДОКЛАДЫ ИНОСТРАННЫХ ГОСТЕЙ

L. KRAUSE /Windsor, Canada/

Inelastic Collisions of Excited Atoms at Thermal Energies

R. PETIT /Marseille/

Optical Gratings

Ф.В. БУНКИН (Москва):

Вынужденное комптоновское рассеяние

Г.А. ДЕЛОНЕ (Москва):

Многофотонная ионизация атомов

В. АРУТЮНЯН (Ереван):

Взаимодействие свободных электронов с сильным электромагнитным полем

ИНОСТРАННЫЕ ГОСТИ

V.V. ITAGI	Marathwada University, Arangabad, Индия	6 месяцев
К.Б. ПЕТРОСЯН	Физический институт Армянской Академии наук, Ереван	3 месяца
Э.С. САРКИСЯН	Физический институт Армянской Академии наук, Ереван	3 месяца
Ю. НЕЧАЕВ	Физический институт Академии наук СССР им. П.Н. Лебедева, Москва	3 месяца
DANG THI NGA	Hanoi University	3 года
LE VAN TANG	Hanoi University	3 года

ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАГРАНИЧНЫЕ КОМАНДИРОВКИ

Д. НАДЬ	ОИЯИ, Дубна, СССР	2 года
Я. СИГЕТИ	ЛГУ, СССР	2 года
Д. ФАРКАШ	Commissariat à l'Energie Atomique, Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay, Франция	1 год

ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Исследования в области физики твердого тела начались в нашем институте почти двадцать лет назад.

"Ферромагнитный отдел", созданный в 1953 году, на длительное время определил направление исследований магнитных явлений. Главными вопросами исследований являлись изучения процессов намагничивания, фазовых переходов в магнитных веществах и явлений упорядочивания. Эксперименты велись с помощью классических измерений и ферромагнитного резонанса.

После постройки исследовательского реактора (1959 г.) число и продуктивность методов исследований по физике твердого тела в значительной мере увеличились. Применение методов нейтронной физики в области твердотельных исследований началось в Отделе нейтронной физики. В этом отделе помимо вопросов физики реакторов (замедление нейтронов, исследование свойств замедлителей) все более существенная роль отводилась применению методов нейтронной физики (дифракция нейтронов, рассеяние нейтронов) при изучении магнитных материалов.

Из двух вышеупомянутых отделов в 1959 году образовалась Лаборатория физики твердого тела. Основным направлением Лаборатории стало теоретическое и экспериментальное изучение фазовых переходов, магнитных структур и процессов упорядочивания. Исследования в области магнетизма вызвали интерес к изучению чистых металлов и разбавленных сплавов. Новые экспериментальные методы (ЯМР, измерение явлений переноса, эффект Мессбауэра), а также интенсивные теоретические исследования позволили достигнуть всемирно признанных результатов в области электрических и магнитных свойств разбавленных сплавов, по теории фазовых переходов второго рода, по созданию теории влияния примесных атомов в металлах.

Значительный вклад в достигнутые результаты внесла техническая база Лаборатории, которая обеспечивала экспериментаторов необходимыми приборами, специальными образцами, а также столь важной при современных твердотельных исследованиях техникой низких температур.

Кроме фундаментальных исследований в Лаборатории физики твердого тела (с 1970 года - Главный отдел физики твердого тела) проводились также исследования, носящие прикладной характер. Начиная с 1967 года, по контрактным соглашениям с промышленными предприятиями проходят исследования магнитомягких сплавов и разбавленных сплавов на основе меди и алюминия. С 1969 года Главный отдел приступил к решению важных задач по изучению магнитных материалов для элементов памяти запоминающих устройств вычислительных машин.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ТЕОРИИ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

П. Фазекаш, Ч. Харгитан, Я. Коллар, Н. Меньхард, Э. Правецки, Д. Шолт, Е. Шойом, И. Тютто, А. Завадовски

Теоретики представляют группу, обеспечивающую теоретическую базу исследований. Параллельно с этой работой они же следят за развитием физики твердого тела, выявляют новые тенденции и после тщательного взвешивания фактов обращают внимание экспериментаторов на необходимость расширения исследований в новых направлениях. Основной областью исследований этой группы являются вопросы магнетизма, разбавленных сплавов и теории фазовых переходов.

Известно, что при атмосферном давлении и температуре $T = 119^{\circ}\text{K}$ в магнетите наблюдается Моттовский переход металл-неметалл. Температура перехода уменьшается с увеличением давления. Исследования направлялись на выяснение характера взаимодействия электронов при $T = 0^{\circ}\text{K}$ и при больших давлениях. Результаты согласуются с гипотезой Вигнера о "кристаллизации" электронного газа.

При низких температурах амплитуда осцилляции плотности вокруг примесных атомов в разбавленных магнитных сплавах показывает характерную температурную зависимость вида $1 - \frac{T^2}{\theta^2}$. В рамках теории локализо-

ванной спиновой флуктуации было дано простое теоретическое объяснение упомянутого явления.

Энергия связи, атомный объем и сжимаемость как функция от атомного номера показывают сходное поведение во всех трех периодах переходных металлов с характерными экстремальными значениями в середине периода. С помощью простых предположений о структуре зон s - и d -электронов удалось найти теоретическое объяснение указанных фактов.

Фонон-фононные взаимодействия приводят к отклонению от типичной K^2 -ной зависимости в экспоненте фактора Дебая-Валлера. Исследовалась температурная зависимость следующего члена разложения (по K^4) в случае NaCl . Расчеты позволяют понять результаты новых экспериментов, а также оценить величину параметра, характеризующего эффекты ангармоничности.

Эксперименты по рассеянию нейтронов на твердом He^4 указывают на существование аномальной ветви в фононном спектре. Было показано, что эта ветвь возникает вследствие сильной ангармоничности колебаний решетки гелия. Имеющийся сильный ангармонизм приводит к возникновению связанных двухфононных состояний, которые в свою очередь гибридизируются с однофононными состояниями, что, в конечном итоге, проявляется в спектре рассеяния нейтронов.

Измерением ширины максимума рамановского спектра рассеяния в сверхтекучем He^4 можно определить время жизни связанных состояний двух ротонов как функцию от температуры. С учетом ротон-ротонных взаимодействий, а также взаимодействий ротонов с другими элементарными возбуждениями нами объяснена продолжительность жизни ротонов.

Исследование одномерной сверхпроводимости вызывает интерес в связи с поисками сверхпроводимости при комнатной температуре. Бычков, Горков и Дзялошинский, просуммировав диаграммы типа "паркет", пришли к выводу, что переход к сверхпроводящему состоянию возможен и в одномерном случае.

Применяя уравнение группы Ли перенормировки и вычисляя инфинитезимальные операторы до второго порядка, удалось достигнуть результата, подобного вышеуказанному.

ПУБЛИКАЦИИ

1. GRÜNER, G., HARGITAI, C.: Temperature dependence of the charge oscillation around nearly magnetic impurities. Phys. Rev. Letters, 26, 772 /1971/
2. KOLLÁR, J., SOLT, G.: On the variation of the cohesive properties within a transition metal series. KFKI-Report 71-15
3. BUTT, N.M., SOLT, G.: Anharmonic non-Gaussian contribution to the Debye-Waller factor for NaCl. Acta Cryst., A27, 238 /1971/
4. MEZEI, F., ZAWADOWSKI, A.: Kinematic change in the conduction electron density of states due to impurity scattering I. Phys. Rev. 3B, 167 /1971/
5. MEZEI, F., ZAWADOWSKI, A.: Kinematic change in the conduction electron density of states due to impurity scattering II. Phys. Rev., 3B, 3127 /1971/
6. MENYHÁRD, N., SÓLYOM, J., ZAWADOWSKI, A.: Effect of the s-d interaction on the spin lattice relaxation. Phys. Rev. 3B, 113 /1971/
7. SCOTT, J.F.*, DAMEN, T.C.*, RUVALDS, J.*, ZAWADOWSKI, A.: Plasmon-phonon interference in CdS. Phys. Rev. 3B, 1295 /1971/
8. RUVALDS, J.*, ZAWADOWSKI, A.: Resonance of two phonons from different branches. Solid State Commun., 9, 129 /1971/

ИССЛЕДОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СТРУКТУР И ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ

М.П. Хорват, Д. Кадар, Е. Кишди-Носо, Э. Крен, И. Надь, Л. Пал, Т. Гарноци, Д. Циммер, Е. Жолдош

Группа магнитных исследований проводит изучение магнитных структур, магнитных фазовых переходов и взаимодействия атомных и магнитных упорядочений.

Второй, не менее важной, задачей группы является определение магнитных свойств веществ, пригодных для применения в качестве магнитной памяти электронных вычислительных машин (например, пузырьковая память). В распоряжении группы имеются такие приборы и оборудование, с помощью которых представляется возможным определить статические и динамические магнитные характеристики самых разных веществ в широком температурном диапазоне. К изучению магнитных и структурных превращений в упорядоченных сплавах привлекаются методы нейтронной дифракции и дифракции рентгеновских лучей. Было проведено исследование магнитной и кристаллической структуры системы Mn-Pt, изучение зависимости температуры фазовых переходов от состава и температуры, была описана полная магнитная фазовая диаграмма.

* University of Virginia, Charlottesville, USA

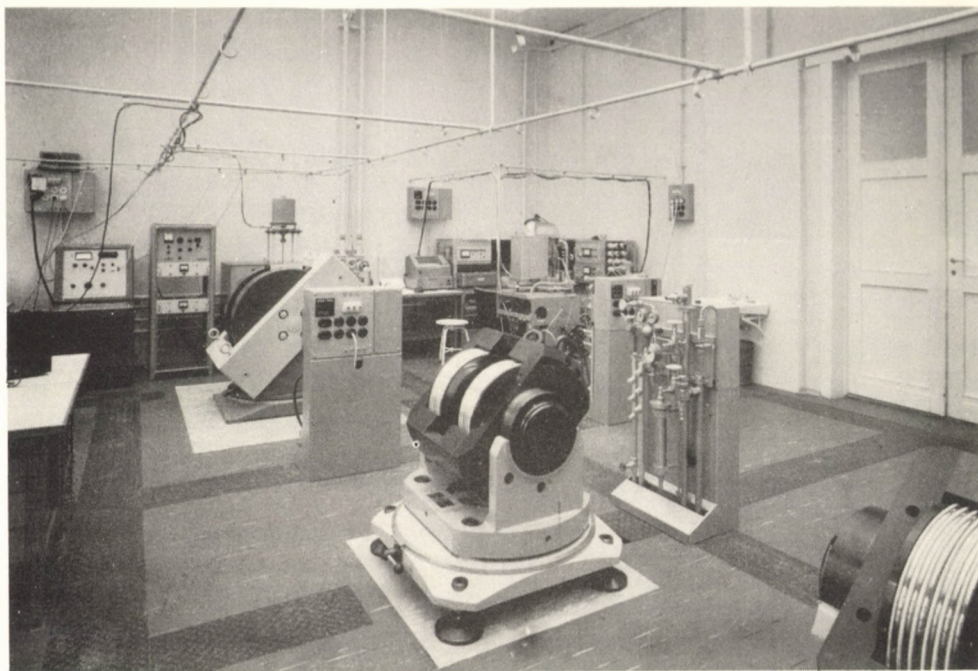


Рис. 1
Лаборатория магнитных измерений

Определенная из экспериментов фазовая диаграмма сплава Mn-Pt изображена на рис. 2. Интерметаллические соединения Mn_3Pt и $MnPt$ обла-

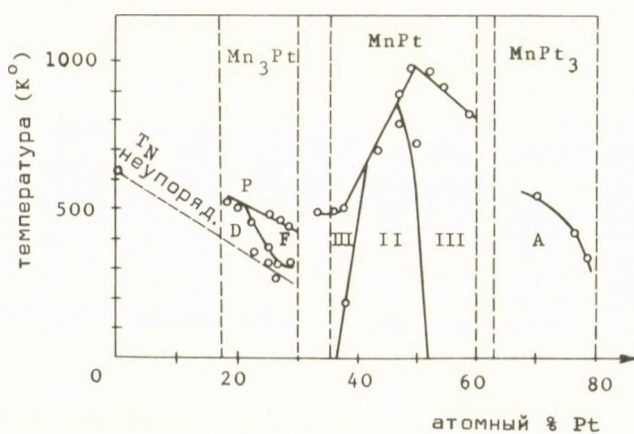


Рис. 2
Фазовая диаграмма системы марганца-платины

дают кубической кристаллической структурой типа Cu_3Au , а структура MnPt является тетрагональной, типа CuAu . Рисунки 3 и 4 показывают возможные магнитные структуры, которые с теоретической точки зрения осуществимы в кристаллических структурах типа Cu_3Au и CuAu . Области стабильности реальных структур указаны на рис. 2.

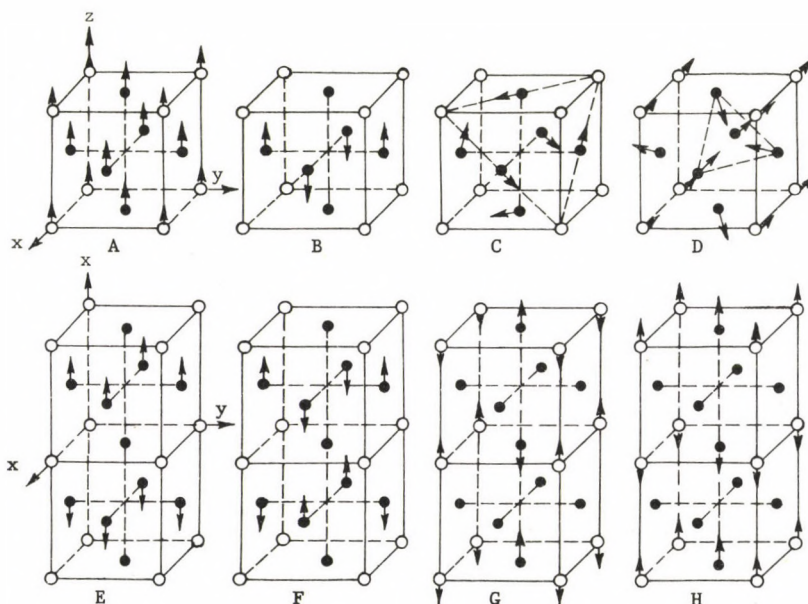


Рис. 3

Возможные магнитные структуры в решетке типа Cu_3Au

Была определена полная магнитная и структурная фазовая диаграмма системы Mn-Pd , изучено влияние упорядочения и термообработки на магнитную структуру. Были найдены новые интерметаллические соединения и новые магнитные фазовые переходы.

При изучении кристаллической структуры интерметаллических соединений Mn_3Ge и Mn_3Ga мы определили, что гексагональная фаза, стабильная при высоких температурах, при охлаждении превращается в тетрагональную фазу. Был установлен характер изменения магнитной структуры, сопутствующего изменению кристаллической структуры. Показано, что соединение Mn_3Sn , имеющее аналогичную предыдущим гексагональную структуру, не переходит в тетрагональную структуру, однако, обнаруживает магнитный фазовый переход первого рода из спиральной структуры в трехугольную.

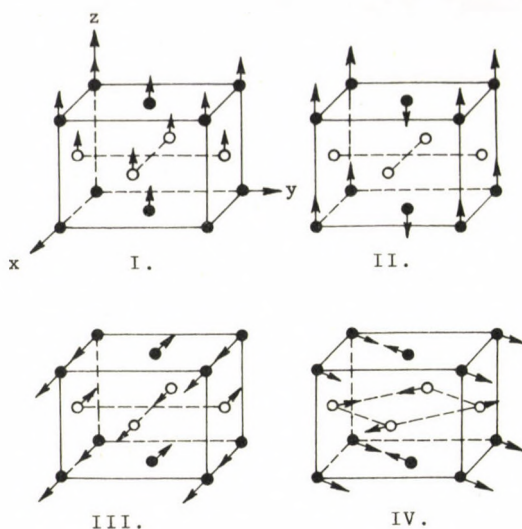


Рис. 4

Возможные магнитные структуры в решетке типа CuAu

Магнитный фазовый переход первого рода, возникающий в сплаве FeRh , исследовался при высоких давлениях и в сильных магнитных полях. Было установлено, что полученные результаты не укладываются безупречно в рамки ни одной известной теории. Измерения электронной теплоемкости, необходимые для улучшения теоретической модели сплава, показали, что замена родия на иридий приводит к возникновению до сих пор необъяснимого аномального вклада в теплоемкость.

Для определения влияния примесных атомов на намагниченность магнитно упорядоченного металла исследовали сплав Ni-Mn . Намагниченность атомов марганца показала температурную зависимость, отличную от той же зависимости атомов никеля, что объясняется возмущающим влиянием примесных атомов на электронную структуру, зависящем от температуры.

Измерения сопротивления и термо-ЭДС при точке Кюри никеля и железа выявили аномальное поведение. Было установлено, что в области температуры $\left| \frac{T-T_c}{T_c} \right| < 5 \cdot 10^{-3}$ ниже T_c термо-ЭДС имеет минимум, а выше T_c максимум. Предложенная нами модель, объясняющая эффект, опирается на учет действия примесей. Эксперименты, протекающие в настоящее время, направлены на выяснение влияния $3d$ -примесей на термо-ЭДС.

Исследуя структуры, образующиеся под действием немагнитных примесей в антиферромагнитном сплаве $MnNi$ в магнитном поле при высоких температурах, установили возникновение однонаправленной магнитной анизотропии и наличие аномалий в восприимчивости.

Процессы переориентации спина и влияние примесей на температуру переориентации в редкоземельных ортоферритах исследовались с помощью дифракции нейтронов и магнитных измерений. Оптическим путем наблюдалась доменная структура ортоферрита тербия и возникновение цилиндрических доменов (так называемых магнитных пузырей).

ПУБЛИКАЦИИ

1. KRÉN, E., KÁDÁR, G., PÁL, L., ZSOLDOS, E.: Neutron diffraction study of ordered Mn alloys. J.Phys., 32, C1-980 /1971/
2. KRÉN, E., ZSOLDOS, E.: Magnetic properties of Mn_3Pt_{1-x} crystals. Solid State Commun., 9, 27 /1971/
3. PÁL, L., TARNÓCZI, T., ZIMMER, G.: Magnetic field induced unidirectional anisotropy in antiferromagnets with ferromagnetic impurities. J.Phys., 32, C1-107 /1971/
4. VINCZE, I., TARNÓCZI, T.: Anomalous temperature dependence of the Mn moment in Ni shown by average magnetization measurement. Solid State Commun., 9, 1239 /1971/
5. NAGY, I., PÁL, L.: Thermoelectric power and electrical resistivity of Ni near the Curie point. J.Phys., 32, 531 /1971/
6. PÁL, L., ZIMMER, G., HORVÁTH, M.P., PAITZ, J.: Impurities in antiferromagnets at lattice sites of zero exchange field.
7. VINOKUROVA, L.*, PARDAVI-HORVÁTH, M.: Pressure dependence of the magnetic transition in an FeRhIr alloy. Phys. Status Solidi, 48b, K31 /1971/
8. KÁDÁR, G., KRÉN, E.: Neutron diffraction study of Mn_3Ge . Internat. J. Magnetism, 1, 143 /1971/
9. KRÉN, E., KÁDÁR, G., BARBERON, M**, FRUCHART, R.**: Neutron diffraction study of the hexagonal nitrides $Mn_3RhN_{0,20}$ and $Mn_3PtN_{0,25}$. Internat. J. Magnetism, 1, 341 /1971/

* Academy of Science, USSR

** Centre d'Etudes de Chimie Metallurgique, Vitry, France

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ МЕТАЛЛОВ

Л. Чер, Д.Л. Надь, И. Винце, К. Томпа, Д. Грюнер, А. Яноши, Г. Шерфезе, Й. Тот, Т. Немень, Д. Месарош, А. Шюте, Б. Вашвари

Группа физики металлов занимается в основном экспериментальным и теоретическим изучением вопросов, связанных с электронной структурой таких металлов и разбавленных сплавов, которые представляют немаловажный интерес для отечественной металлургии (медь, алюминий, железо, никель и их сплавы). Исследования проводятся разными, друг друга хорошо дополняющими методами: ЯМР, эффект Мессбауэра, измерение теплоемкости при низких температурах, измерение электрического сопротивления и термо-ЭДС.

С помощью экспериментально определенных параметров поверхности Ферми меди удалось сконструировать простой модельный потенциал, успешно применявшийся для расчета зонной структуры меди, а также для интерпретирования некоторых оптических свойств меди. Параметры модельного потенциала экстраполировались на ферромагнитные металлы Ni и Fe.

Для изучения асимптотического поведения осцилляции зарядовой плотности вокруг примесных атомов в меди были рассмотрены разбавленные сплавы Cu-Ag, Cu-Ga и Cu-Fe. Определенные числа тушения квадрупольного эффекта первого рода сопоставлялись с расчетными значениями этих величин, полученными по сдвигу фаз парциальных волн, известных из литературы. Найденное согласие является удовлетворительным, подобно результатам более ранних исследований в сплавах Cu-Zn, Cu-Au, Cu-Ni, Cu-Pd, Cu-Pt, Cu-Mn.

В разбавленных сплавах алюминия (Al-Cu, Al-Mn, Al-Cr) при низких температурах наблюдаются аномалии сопротивления. Из наших измерений мы сделали вывод, что, по-видимому, отклонение температурной зависимости сопротивления от нормального поведения возникает вследствие фононного ветра.

Измерялось возмущение зарядовой плотности вблизи $3d$ -примесей в разбавленных сплавах алюминия. Число тушений, которое пропорционально амплитуде осцилляции зарядовой плотности, проявляет температурную зависимость. Было установлено, что эта температурная зависимость характеризуема с помощью характеристической температуры, определенной нами в случае примесных атомов Mn и Cr. Был проведен теоретический анализ возможных причин явления.

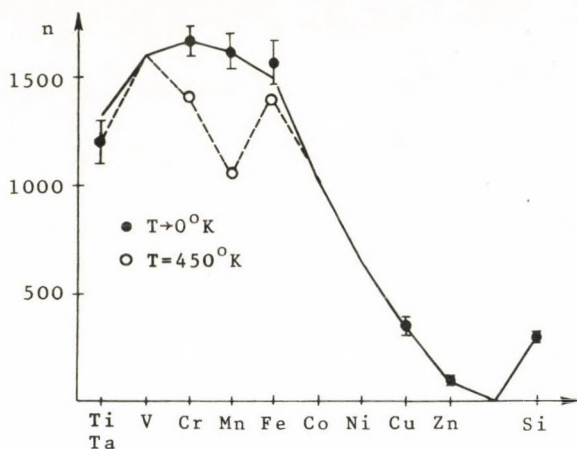


Рис. 5

Экспериментальные значения числа тушей в разбавленных сплавах алюминия при 450°K и при низких температурах

С помощью эффекта Мессбауэра изучались разбавленные сплавы железа. Главной целью исследования явилось определение изменения спиновой и зарядовой плотности, т.е. электронной структуры сплава, возникающего под возмущающим действием примесного атома. Было показано, что зависимость зарядовой плотности как функция расстояния от примесного атома имеет осциллирующий характер и амплитуда осцилляции значительно больше величины, ожидаемой по модели Рудермана-Киттеля-Касуя-Уошиды. Следовательно, изменение сверхтонкого поля (которое пропорционально изменению спиновой плотности) происходит в основном потому, что электроны, рассеянные на потенциале примесных атомов, поляризованы.

Эффект Мессбауэра позволяет получать информацию о степени порядка сплавов FeSi . Установлено, что распределение атомов кремния отличается от случайного, кроме того показано, что совместное влияние двух атомов Si в первой координационной сфере на спиновую и зарядовую плотность всегда превосходит двойное действие одного атома Si .

Другим предметом мессбауэровских исследований были измерения температурной зависимости сверхтонких полей в разбавленных сплавах железа с примесями α -металлов. Выяснилось, что температурная зависимость не соответствует гейзенберговской модели ферромагнетизма. Однако температурная зависимость сверхтонких полей на ядрах Fe , имеющих в ближайшем окружении некоторые примеси, как например, Ru , Os , Pd , Pt или Mn и Ni (см. рис. 6), ведет себя аномально, что объясняется в данном случае большой плотностью состояний вблизи поверхности Ферми, возникающей вследствие d -уровней примесных атомов.

Некоторые проблемы отечественной добычи глинозема поставили перед нами задачу определить химическое состояние протонов в некоторых поликристаллических образцах гидроксида алюминия. Второй момент ЯМР спектра, определенный в области температуры $173\dots 273^\circ\text{K}$,

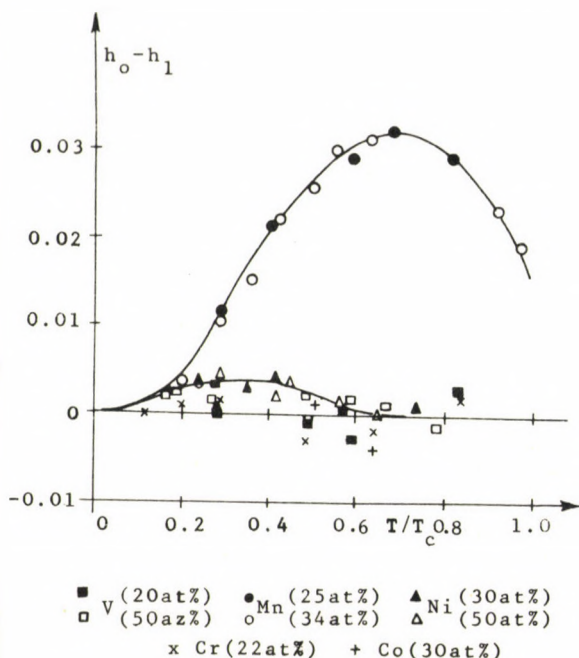


Рис. 6

Температурная зависимость разности приведенных сверхтонких полей, относящихся к случаям 0 и I-го примесного атома в первой координационной сфере железа. FeMn и FeNi показывают аномалию, а V, Cr, Co нет

показал, что распределение протонов отличается от ожидаемого в идеальной структуре Крона-Глемзера.

ПУБЛИКАЦИИ

1. IVARSON, J.*, PICKETT, G.R.*, TÓTH, J.: The electronic heat capacity of nearly stoichiometric ordered FeRh alloys. *Phys. Letters*, **35A**, 3 /1971/
2. GRÜNER, G., HARGITAI, C.: Temperature dependence of the charge oscillation around nearly impurities. *Phys. Rev. Letters*, **26**, 772 /1971/
3. GRÜNER, G., CSETÉNYI, E.K., TOMPA, K., VASSEL, C.R.**: ^{27}Al NMR spectra in Al-3d transition metal alloys. *Phys. Status Solidi*, **45**, 663 /1971/
4. JÁNOSSY, A., GRÜNER, G.: Satellite structure due to charge perturbation around a nearly magnetic impurity. *Solid State Commun.*, **9**, 1503 /1971/
5. GRÜNER, G., TOMPA, K., VASSEL, C.R.**: NMR study of metallurgical effects in dilute AlFe alloys. KFKI-Report 71-32
6. GRÜNER, G., VINCZE, I.: Hyperfine-field distribution and average hyperfine field in dilute FeCo alloys. KFKI-Report 71-41
7. GRÜNER, G., PATON, B.E.***: LSF effects in Al-3d transition metal alloys: low temperature dHVA experiments and the temperature dependence of the charge perturbation around the impurities. KFKI-Report 71-49
8. SERFÖZÖ, G., GRÓZ, P.: NMR studies on KNiF_3 and RbFeF_3 . KFKI-Report 71-34

* Technical University, Helsinki

** Institute for Nonferrous Metals, Budapest

*** Royal Society Mond Laboratory, Cambridge

9. VINCZE, I., GRÜNER, G.: Temperature dependence of the hyperfine-field at iron atoms near 3d-impurities. KFKI-Report 71-54
10. VINCZE, I.: Average magnetization of Fe-Al alloys. KFKI-Report 71-43
11. VINCZE, I.: Anomalous temperature dependence of the impurity moment in iron with 4d- and 5d-impurities. KFKI-Report 71-57
12. TOMPA, K.: Oscillation of conduction electron density near the solute atoms in dilute Cu-Mn alloy. Proc. of the 12th Internat. Conf. on Low Temperature Physics LT-12. Kyoto /Japan/ Sept. 4-12 /1970/. Academic Press of Japan, 1971, p. 783
13. CSER, L., NAGY, D.L.: A possible method for the evaluation of electron hopping time from Mössbauer data. Proc. of the Conf. on the Application of the Mössbauer Effect, Tihany, 1969. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971, p. 165
14. DÉZSI, I., KULCSÁR, K., NAGY, D.L., PÓCS, L.: On the Mössbauer spectra of FeCO₃ /siderite/. Ibid. p. 247
15. VINCZE, I., CSER, L., NAGY, D.L.: Conduction electron polarization investigated by the temperature dependence of the hyperfine magnetic field in Fe-Mn alloy. Ibid. p. 389
16. CSER, L., KONCZOS, G., NAGY, D.L., OSTANEVICH, Yu.M.****, PÁL, L.: Investigation of the local behaviour of the DO₃ type ordered FeAl alloys. Ibid. p. 419
17. CSER, L., GLADKIH, I.A., KESZTHELYI, L., NAGY, D.L., VINCZE, I.: Decomposition of the Mössbauer spectrum of magnetite at 4,2K. Ibid. p. 55 p. 553
18. DÉZSI, I., KESZTHELYI, L., NAGY, G., NAGY, D.L.: Further investigations of frozen solutions. Ibid. p. 607
19. VINCZE, I., CSER, L.: Temperature dependence of the hyperfine field at iron atoms in FeSn. KFKI-Report 71-58
20. VINCZE, I., TARNÓCZI, T.: Temperature dependence of the hyperfine field at iron atoms around the nonmagnetic impurities Al and Ga. KFKI-Report 71-59
21. VINCZE, I., TARNÓCZI, T.: Anomalous temperature dependence of the Mn moment in Ni shown by average magnetization measurement. Solid State Commun., 9, 1239 /1971/
22. CSER, L., VINCZE, I.: Mössbauer experiments on dilute iron-based alloys with non-transition elements. J.Phys., 32, C 1-787 /1971/
23. OVANESIAN, N.S.****, TRUKHATONOV, V.A.****, ODINEC, G.Yu.****, NOVIKOV, G.V.****, CSER, L.: Temperature-dependent reorientation of spins in a natural pyrotine /in Russian: Temperaturnaia reorientatsia spinov v prirodnom pirrotine Fe_{0,88}S/. Pisma v ZhETF 13, 488 /1971/
24. NOVIKOV, G.J.****, FROLOV, V.N.****, CSER, L., LIKHTENSTEIN, G.J.****, SIRTSOVA, L.A.****, TRUKHTANOV, V.A.****, GOLDANSKII, V.J.****: Mössbauer investigations on the electron states of iron ions in a model albumen of iron-sulfur type /in Russian: Issledovanie elektronogo so-stoiania ionov zheleza v modelnom zhelezo-sernom belke metodom iadernogo gamma-rezonansa/. Doklady Akademii nauk SSSR, 196, 390 /1971/

**** Joint Institute for Nuclear Research, Dubna

***** Institute for Chemical Physics, Moscow

ИЗУЧЕНИЕ МИКРОДИНАМИКИ КОНДЕНСИРОВАННЫХ СРЕД /ТВЕРДЫЕ ТЕЛА И ЖИДКОСТИ/

Л. Бата, Н. Кроо, Ф. Мезви, И. Визи

Группа нейтронной физики занимается исследованием динамических процессов, фазовых переходов в магнитных кристаллах, изучением возмущающего действия примесных атомов в магнитных и немагнитных кристаллах, а также исследованием одно- или двухмерных порядков в жидких кристаллах.

Находящиеся в распоряжении группы специальные установки (корреляционный спектрометр времени полета, трехосный нейтронный спектрометр и т.д.), а также широкие международные связи способствуют решению поставленных задач.

Измерения с помощью нейтронной спектроскопии проводились на импульсном реакторе ИБР-30 в ОИЯИ (г. Дубна) и на экспериментальном реакторе ЦИФИ.

Исследовалось влияние примесных атомов Mn на спектр спиновых волн в антиферромагнитных кристаллах $KNiF_3$ и $ViFeO_3$, и в обоих случаях наблюдались моды типа S_0 .

С помощью рассеяния нейтронов изучалось поведение примесных атомов в решетке алюминия. Полученный спектр находится в хорошем согласии с моделью Кондо.

Комбинируя корреляционную технику с приемами поляризационного анализа, мы разработали новый, очень чувствительный метод наблюдения спектров магнитных рассеивающих центров низкой концентрации.

Был введен в эксплуатацию корреляционный спектрометр с механическим прерывателем. Изучались возможности его применения в области исследования жидких кристаллов.

Проведены расчеты, оценивающие кинетические изменения состояния электронов проводимости в случае рассеяния на магнитных примесях, находящихся в немагнитных металлах.

ПУБЛИКАЦИИ

1. KROO, N., SZENTIRMAI, Zs.: Zero bias anomaly induced by Mn impurity in Al-I-Al tunneling junctions. Proc. of the 12th Internat. Conf. of Low Temperature Physics, LT-12. Kyoto /Japan/, Sept. 4-12 /1970/. Academic Press of Japan, 1971. p. 559

2. DEME, S., HORVÁTH, I., KROÓ, N., SZLÁVIK, F., ZSIGMOND, G.: Synchronized chopper time-of-flight spectrometer at the Dubna pulsed reactor IBR-30. Dubna-Report E14-5731 /1971/
3. KROÓ, N., PELLIONISZ, P.: Correlation technique at pulsed neutron sources. KFKI-Report 71-45
4. KROÓ, N., SZENTIRMAI, Zs., JOVICS, D. : Investigation of the Kondo state in Al/Mn/ alloy /in Russian: Issledovanie Kondo sostoiania v splavah Al/Mn//. Dubna-Report P14-5624 /1971/
5. MEZEI, F., ZAWADOWSKI, A.: Kinematic change in the conduction electron density of states due to impurity scattering I. Phys. Rev., 3B, 167 /1971/
6. MEZEI, F., ZAWADOWSKI, A.: Kinematic change in the conduction electron density of states due to impurity scattering II. Phys.Rev., 3B, 3127 /1971/

ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Б. Хорват, Д. Новач, Б. Сигети, Д. Жигмонд

Изготовлен автоматический дифрактометр нейтронов для изучения монокристаллов в области температуры 300–1300⁰К и при длине волны нейтронов 0,9–1,2 Å.

Введен в эксплуатацию корреляционный спектрометр времени полета нейтронов (CORID) с случайным прерывателем, предназначенный для исследования неупругого рассеяния нейтронов.

Построен нейтронный спектрометр времени полета для реактора ИБР-30 в Лаборатории нейтронной физики ОИЯИ.

ТЕХНИКА НИЗКИХ ТЕМПЕРАТУР

Я. Балла

Сконструирована система охлаждения, работающая на He³-He⁴ для создания сверхнизких температур (ниже 0,1⁰К). Работа находится в стадии проверки.

Изготовлена газовая конвекционная измерительная головка для ЯМР спектрометра в области температур от 4,2 до 500⁰К.

Разработана единая система измерительных головок для разных низкотемпературных экспериментов в области температур 2...500⁰К.

ТЕХНОЛОГИЯ МАТЕРИАЛОВ

Г. Нонцош, А. Ловаш, Й. Паитц, Н. Замбо

Построена установка для выращивания монокристаллов $MnAs$, с помощью которой определили важные с точки зрения выращивания параметры (диаграмма p - T - x).

ПУБЛИКАЦИЯ

1. PAITZ, J.: Growth of $MnAs$ single crystals. J. Cryst. Growth, 11/2/, 110 /1971/

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

О. Бакош, Е. Херинг, П. Хорват, Й. Паитц, Ф. Тот

Разработана измерительная система переменного напряжения для измерения малых (ниже уровня шума) сигналов. Разрешающая способность прибора лучше, чем 10^{-9} в, в полосе от 1 гц до 100 кгц.

Создана электронная система регулировки температуры из восьми единиц, и документация передана Главному отделу электроники для серийного производства.

Разработан прибор для определения комплексной восприимчивости магнитных веществ в широком диапазоне частот и в области температур от комнатной до $900^{\circ}C$.

Созданы приборы для измерения магнитных параметров и запоминающих свойств проволочной памяти, с помощью которых могут быть определены необходимые параметры согласно международным стандартам.

В последней стадии разработки находится конвейер, производящий проволочную память, контролирующий качество и параметры проволоки в процессе производства.

Разработаны методы быстрого измерения импульсов для исследования проволочной памяти.

ДААННЫЕ

ДОКЛАДЫ ИНОСТРАННЫХ ГОСТЕЙ

A.F. ANDERSEN (Institut for Atomenergi, Kjeller, Норвегия):

Исследование сплава MnV методом нейтронной дифракции.

В.П. ПЕШКОВ (Институт физических проблем, Москва, СССР):

Использование физических свойств раствора He^3 и He^3-He^4 для создания сверхнизких температур.

J.M. ZIMAN (H.H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol, Англия):

Percolation Model of Electron Charge Transport.

J. ZITZARTZ (Universität zu Köln, Köln, ФРГ):

Фазовый переход первого рода в сверхпроводящее состояние в разбавленных сплавах.

КОНФЕРЕНЦИЯ

"Электрические и магнитные свойства разбавленных сплавов".

Тихань, 20-24 сентября 1971 года.

Конференция была организована совместно с Чепельским металлургическим комбинатом и Физическим обществом имени Этвеша Лоранда.

ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАГРАНИЧНЫЕ КОМАНДИРОВКИ

Ч. ХАРГИТАИ	Imperial College, London, Англия	4 месяца
А. ЯНОШИ	Université Paris-Sud, Orsay, Франция	I год
Д. КАДАР	Laboratorio di Fisica Nucleare Applicata, Centro di Studi Nucleari della Casaccia, Roma, Италия	I год
Г. КОНЦОШ	Zentralinstitut für Festkörper- physik und Werkstofforschung, Dresden, ГДР	15 месяцев
Н. КРОО	ОИЯИ, Дубна, СССР	3 года
Э. ПРАВЕЦКИ	ОИЯИ, Дубна, СССР	3 года

Д. ШОЛТ	Int. Center for Theor. Physics, Trieste, Италия	6 месяцев
Е. ШОЙОМ	Inst. Max von Laue-P. Langevin, Grenoble, Франция	18 месяцев
П. САБО	Centro Nacional de Investi- gaciones Cientificas La Habana, Куба	3 года

СТАЖЕРЫ

М.А. АДАВИ	Каирский университет, Каир	2 года
Х. АБУ	Каирский университет, Каир (аспирант)	3 года

ПАТЕНТ

Я. БАЛЛА: Патент № МА 2046 "Автоматический регулятор уровня жидкости".

ДИССЕРТАЦИЯ

К. ТОМПА:

Асимптотическое поведение осцилляции зарядовой плотности вблизи примесей в разбавленных сплавах меди.

ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ХИМИИ

В середине пятидесятих годов главнейшими задачами института были ядерные исследования. Отечественный и зарубежный опыт ясно показывает, что химические исследования представляют органическую часть ядерных исследований. Перед Отделом радиохимии, организованным в 1955 году, стояло пять важных задач. Исследование по стабильным изотопам началось с обогащения изотопов бора в технологическом количестве для счетчиков нейтронов и для других целей нейтронной физики. В связи с проблемой переработки отечественных урановых руд начались исследования по химии урана. Исследования по аналитической химии ставили перед собой цель разработать сверхчувствительные методы контроля чистоты реакторных материалов. Исследования по химии радиоактивных изотопов были направлены на приготовление короткоживущих радиоактивных препаратов в атомных реакторах. Предметом исследований по радиационной химии явилось изучение химических превращений органических соединений и воды (под действием облучения), использованных в реакторе в качестве замедлителей нейтронов или в качестве охлаждающей среды.

Уже в первые годы своего существования отдел успешно справился с решением многих технологических задач. Достиженные результаты были переданы новым, созданным специально для этой цели организациям. В том числе, применение и усовершенствование технологии урана, производство радиоактивных изотопов осуществляется в настоящее время в других организациях. После решения задач первого периода химии-аналитики перешли к разработке методов нейтронного активационного анализа.

В последние годы на первый план вышли исследования по физике твердого тела, связанные с электроникой и вычислительной техникой. Основную задачу в этой области представляет производство необходимых материалов, определение их

качества, изучение механизма процессов, связанных с производством материалов, и детальное исследование тонкостей их структуры. В результате такого развития в данный период химические исследования посвящены трем большим темам.

Целью исследований по химии твердого тела являются приготовление новых неорганических соединений, специальных монокристаллов и тонких слоев, усовершенствование материалов магнитной памяти, исследование свойств аморфных полупроводников и жидких кристаллов, а также изучение закономерных связей между условиями образования новых материалов, их строением, и их важными с точки зрения практического применения свойствами. В рамках исследований по аналитической химии, в первую очередь, решаются проблемы методов исследования при помощи нейтронного активационного анализа. Физико-химические исследования в основном направлены на выяснение закономерностей взаимодействия между молекулами, ионами, электронами и свободными радикалами, находящимися в разных энергетических состояниях. Естественно, что в нашей научной деятельности успешно используется та практика, которая была усвоена в прежней исследовательской работе в области радиохимии.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ХИМИЯ МОНОКРИСТАЛЛОВ, ОКСИДОВ И СОЕДИНЕНИЙ ФТОРА

М. Фодор, Г. Чат, П. Фаркаш, П. Гроз, К. Кертес, Б. Кесеи, Ф. Молнар, З. Поко, А. Ревес, Я. Вандлик

Исследовались условия образования, термический распад и фазовые переходы ортоферритов и гранатов редкоземельных металлов, а также монокристаллов. Усовершенствовалась технология выращивания монокристаллов оксидов типа перовскита и граната из расплава с растворителем по методу "флюкс". На основе этих результатов выращивались монокристаллы $TbFeO_3$, $Sm_{0,55}Tb_{0,45}FeO_3$, $Sm_{0,60}Er_{0,40}FeO_3$, $YFeO_3$, $KNi_{0,95}Mn_{0,05}F_3$ размером $10 \times 10 \text{ мм}^2$ (рис. 1 и 2). Разработаны методы химического анализа главных компонент ортоферритов редкоземельных металлов. Началась работа по определению важнейших микропримесей (Pt, Rh, Pb, F, V).

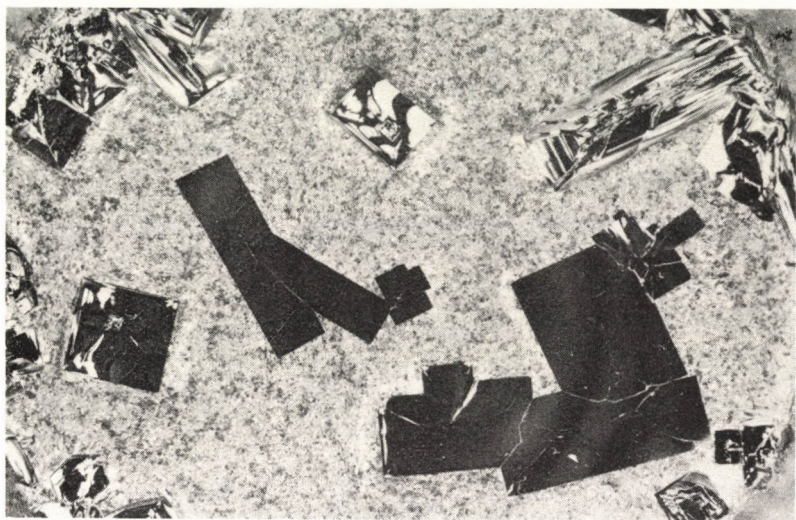


Рис. 1
Монокристаллы $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$

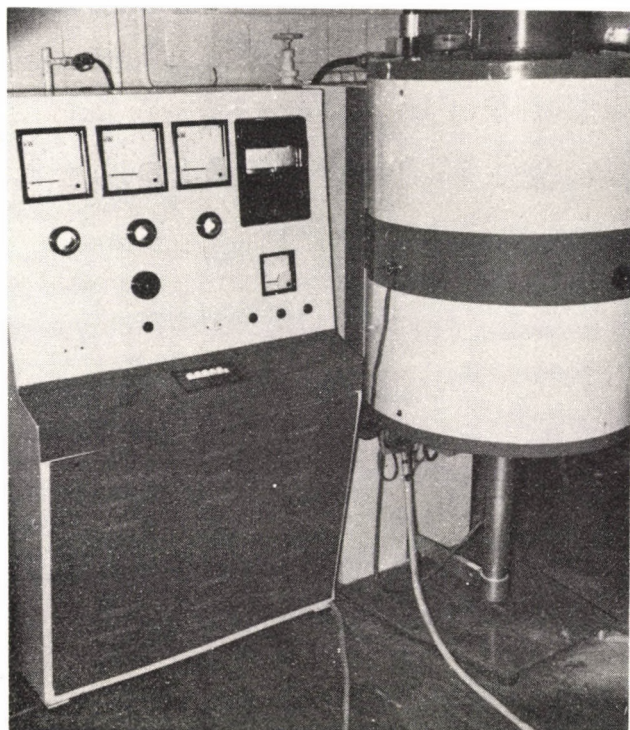


Рис. 2
Установка для выращивания монокристаллов

ПУБЛИКАЦИИ

1. SERFŐZŐ, G., GRÓZ, P.: NMR studies of KNiF_3 and RbFeF_3 . KFKI-Report 71-73
2. KARDON, B., MANUABA, I.B.A., GRÓZ, P.: Thermal neutron capture gamma-ray studies of natural xenon, KFKI-Report 71-46
3. Atlas of Thermoanalytical Curves. Ed.G. Liptay, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1971 and Heyden and Son Ltd. London, 1971, Collaborator: M. Fodor, Contributor: Z. Pokó

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ АМОРФНЫХ МАТЕРИАЛОВ

И: Коша-Шомоди, Я. Балог, М. Эре, М. Хедьхати, К. Пинтер, Н. Ритваи, Л. Тот

С целью применения аморфных материалов в качестве элементов магнитной памяти и переключения исследовались основные закономерности ионных процессов в некристаллических системах.

Изготовлены три типа аморфных полупроводниковых элементов памяти и переключения. Подробно изучены электрические свойства следующих элементов:

1. Al (Al_2O_3) Au
2. Al (тетрацен) Au
3. Ni ($\text{As}_4\text{Ge}_{15}\text{Te}_{31}$) иголка из бериллиевой бронзы.

Первые два типа, имеющие трехслойную структуру, обладают примерно одинаковыми электрическими свойствами и механизмом переключения. Сопротивление образцов, изготовленных вакуумным напариванием, составляет примерно 10^{10} – 10^{13} ом. При действии постоянного напряжения в 8–10 вольт происходит обратимой пробой. Обработанный таким способом

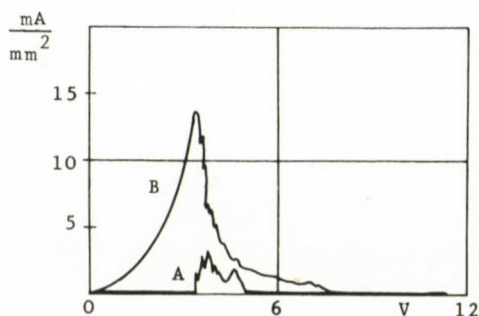


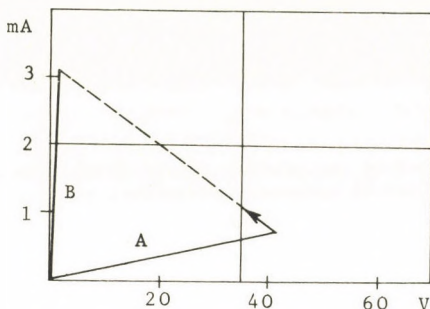
Рис. 3

Вольт-амперная характеристика сформированных элементов памяти и переключения типа Al(Al_2O_3) и Al(тетрацен) Au.
Кривая "А": высокоомное (OFF) состояние.
Кривая "В": низкоомное (ON) состояние.

элемент под действием соответствующих импульсов напряжения можно перевести в состояние низкого (10^3 ом) или высокого (10^7 ом) сопротивления (рис. 3 и 4). При отключении напряжения элемент может остаться в любом из этих двух состояний.

Рис. 4

Вольт-амперная характеристика элемента памяти и переключения типа иголки из $\text{Ni}(\text{As}_4\text{Ge}_{15}\text{T}_{81})$ бериллиевая бронза. Кривая "А": высокоомное (OFF) состояние. Кривая "В": низкоомное (ON) состояние.



Характеристика третьего элемента, т.н. калкогенидного типа, отличается от предыдущих двух. Сопротивление необработанного образца $5 \cdot 10^5 - 10^6$ ом. Если на электроды подать постоянное напряжение порядка 35–45 вольт от источника питания с высоким выходным сопротивлением, то сопротивление элемента понижается до 10–500 ом, и после отключения напряжения элемент остается в этом состоянии. Обратный переход в высокоомное состояние достигается большим импульсом тока. Дальнейшей задачей является исследование времени жизни элементов.

В твердых аморфных стеклах 3-метил-пентана и 3-метил-гексана под действием импульса ультрафиолетового света или стационарного гамма-облучения вырабатывались носители заряда. С помощью измерения ионного тока была определена суммарная подвижность положительных и отрицательных ионов и температурная зависимость константы скорости однородной рекомбинации ионов.

В стекловидных спиртах при облучении гамма-квантами вырабатывались радикалы OH и с помощью ЭСР определялся процесс аддиции протона. Проведен приближенный модельный расчет для выявления места аддиции и установлено, что оно определяется не "свободной валентностью", а суммарной энергией π -электронов.

С помощью метода ЭСР были изучены анизотропные взаимодействия облученных ароматических соединений. Установлено, что величина альфа-взаимодействия значительно отличается от значений, определенных для насыщенных соединений.

ПУБЛИКАЦИИ

1. ERŐ-GÉCS, M., HEGYHÁTI, M.: ESR study of the alkyl derivatives of DPPH, *J. Chem. Phys.*, 55, 2561 /1971/
2. KÓSA SOMOGYI, I.: Electrical conductivity of irradiated dielectric organic liquids and glasses. KFKI-Report 71-25
3. KÓSA SOMOGYI, I., TÓTH, L., BALOG, J.: Electrical conductivity of irradiated insulating organic liquids and glasses. KFKI-Report 71-25
4. BALOG, J., TÓTH, K., PINTÉR, K.: Ionic processes in gamma-irradiated 3-methylhexane. KFKI-Report 71-24

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ РАДИОХИМИЧЕСКОГО РАЗДЕЛЕНИЯ НЕЙТРОННОГО АКТИВАЦИОННОГО АНАЛИЗА ПРИ РЕАКТОРЕ

М. Эрдэг, Л. Андраш, Л. Бакош, Я. Боганч, Г. Чада, М. Чайка, А. Элек, Г. Пернецки, А. Шимонич, Э. Сабо, Я. Сабон. Прикомандированные сотрудники: Г. Рауш, А. Шаламон, Т. Березнаи

В этом году исследования проводились в двух направлениях. С одной стороны, мы улучшили технику методов нейтронного активационного анализа и радиохимического разделения, а с другой стороны, проводили обширные серийные измерения, отчасти по заказу и в кооперации со внешними организациями.

В связи с приготовлением проволочной памяти мы занимались определением железа и никеля в миллиграммных количествах. Определение можно провести только после разделения металлов. Если количество железа или никеля было порядка миллиграмма, то после разделения применялись титриметрические методы, в случае же меньшего количества применялись спектрофотометрические методы анализа.

Усовершенствовался метод группового субстехиметрического экстракционного химического разделения. Были определены состав, условия равновесия и константы стабильности комплексных соединений дizona и ди-тizona, используемые для разделения металлов. Исследование структуры и степени ассоциации органических и водных растворов дибутилфосфористой кислоты, играющей важную роль в экстракции металлов, показало, что помимо мономеров и димеров надо еще предполагать существование полимерных соединений с более высокой степенью агрегации. Для дальнейшего изучения явления необходимо применение спектроскопических методов.

Применение полупроводниковых детекторов привело нас к введению новых систем измерения и обработки данных. Были разработаны новые программы для обработки гамма-спектров.

По заказу промышленного предприятия "Egyesült Izzó" определялся состав микропримесей в вольфраме и в полупроводниковом кремнии. Совместно с Институтом геохимии и аналитики АН СССР проводился анализ состава различных типов метеоритов без разложения образца. Методом нейтронного активационного анализа без разложения был исследован состав 1 г лунного грунта, доставленного автоматической станцией "Луна-16" из Моря Изобилия, и определено содержание элементов Co, Cr, Fe, Sc, Mn, Na и Al.

По заказу фармацевтической фирмы "Chinoïn" разработан метод количественного определения микропримесей Mo и V в крови млекопитающих животных. Произведена оптимализация времени облучения.

ПУБЛИКАЦИИ

1. SZABÓ, E., CSADA, G.I., ÖRDÖGH, M., AMBRUS, G., NAGY, O., SZABÓ, J.: Analysis of impurities and their removal from reactor cooling water. KFKI-Report 71-18
2. CSADA, G.I., ÖRDÖGH, M., SZABÓ, E.: Separation methods used in the analysis of reactor cooling water. III. Conf. Nationala de Chimie Analitica. Ed. E. Jercan, Vol. IV. p. 459, Brassó, 1971.
3. MIRISZLAI, E., ÖRDÖGH, M., BODANSZKY, H.: Experimentelle Untersuchungen bei Flüssigkeitsverlusten an Perillymphe bei Säugetieren, Wiss. Z. Univ. Halle XX'71, M, H.1, S.-140-144
4. ÖRDÖGH, M., CSATH, G., SZABÓ, E.: Chemical separation methods for the determination of trace elements in blood by neutron activation analysis. III. Conf. Nationala de Chimie Analitica. Ed. E. Jercan, Brassó, Vol. IV. p. 35
5. ÖRDÖGH, M., CSATH, G., SZABÓ, E.: Neutron activation of impurities in Thorium and Zirconium matrices. J. Radional. Chem., 7, 249 /1971/
6. CSAJKA, M.: Fast chemical separation of Cobalt for activation analysis. III. Conf. Nationala de Chimie Analitica. Ed. E. Jercan. Vol. IV. p. 230
7. SZABÓ, F., CSOM, Gy., ÖRDÖGH, M., SZABÓ, E., VORSATZ, B.: The role of a research reactor in science, technology and education in Hungary. 3rd Int. Conf. of Peaceful Uses of Atomic Energy, Geneva, 1971. A/Conf. 49/A/326
8. VADASDI, K., BAUXBAUM, P., SALAMON, A.: Spectrophotometric determination of traces of Tl in Tungsten. J. Anal. Chem., 43, No.3. 381 /1971/
9. RAUSCH, H., SALAMON, A., SZABÓ, E.: Problems in the utilization of secondary nuclear reactions. J. Radioanal. Chem., 5, XXX /1971/

АНТИВАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕРАТОРА НЕЙТРОНОВ

Б. Форзац, Э. Келен, А. Надь, С. Ваш, Е. Земплен

Группа занималась как развитием методики измерения и обработки данных, так и внедрением уже разработанных методов в новые области применения.

В результате исследования степени точности различных методов радиохимического анализа было создано семейство программ, состоящее из трех отдельных частей. С помощью этих программ рассчитывается плотность потока конечного источника излучения с цилиндрической симметрией. Приготовлена также программа, дающая визуальное представление расчетных кривых или же аппроксимирующих кривых, полученных из точек измерения.

Исследовались вростки окисей в различных сталях. Определение содержания кислорода во вростках позволяет судить о составе и о механизме образования этих окисей. Кроме определения окисей мы занимались и определением содержания алюминия, кремния, марганца, железа и бария.

Разработан метод определения содержания кислорода в алюминии, применение которого способствовало решению важных проблем в металлургии алюминия.

Было определено содержание азота в сталях и содержание калия, алюминия и кремния в различных порошках вольфрама.

ПУБЛИКАЦИИ

1. NAGY, A.Z., CSÖKE, A., SZABÓ, E., VORSATZ, B., CSEH, S., SALY, S.: Method for the determination of additive elements in sintered tungsten metal rods by fast neutron activation analysis. KFKI-Report 71-26
2. VASS, Sz., Vorsatz, B., KELEN, E., SZABÓ, E., SALY, S., CSEH, S.: Simultaneous non-destructive determination of Al, Si and K in tungsten with 14 MeV neutrons. J. of Radioanal. Chem., 2, 8, 235 /1971/
3. VORSATZ, B., SZARKA, GY.: Möglichkeiten der Aktivierungsanalyse mit 14 MeV Neutronen in der Metallurgie, Neue Hütte, 8, 713 /1971/

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Й. Секе, прикомандированные сотрудники: А. Киш, Э. Дудар, Б. Бак

В связи с исследованием процесса возбуждения электронов в уранильных соединениях измерены спектры отражения и поглощения (в растворах), а также люминесцентные спектры кристаллических уранильных солей и комплексных соединений при низких температурах вплоть до температуры жидкого гелия. Эти спектры чрезвычайно чувствительны к изменению температуры. Низкотемпературные спектры, имеющие тонкую структуру, были разложены на компоненты по функциям Гаусса и Файта. Для более однозначного определения переходов были измерены рамановские спектры и спектры поглощения в далекой инфракрасной области. Установлено,

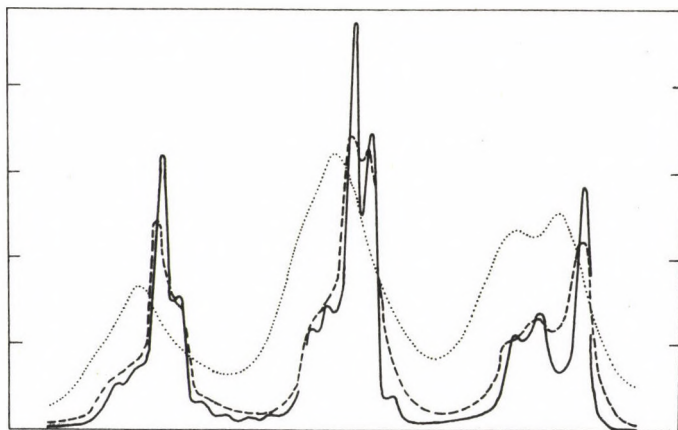


Рис. 5

Флуоресцентный спектр твердой аммониевой соли уранил-трис-карбоната при разных температурах. При низких температурах появляется тонкая структура спектра, анализ которой проводится с помощью вычислительной машины

что правила отбора колебания имеют ограниченное значение, что связано с пертурбацией (центра) асимметрии поля лигандов. Мультиплетная структура нормальных колебаний указывает на различное положение отдельных молекул в кристаллическом поле.

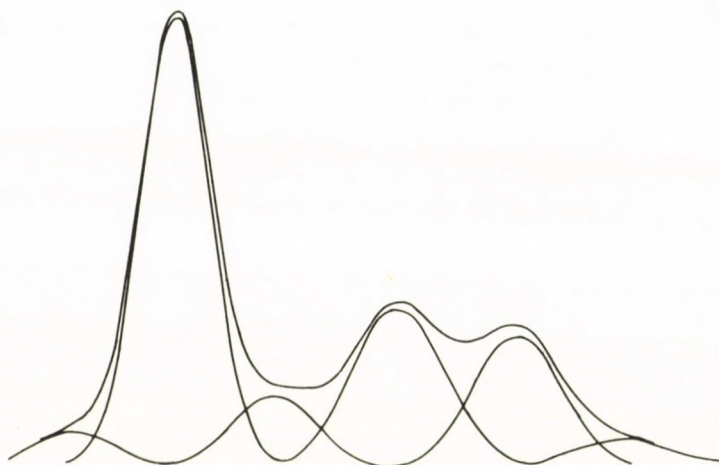


Рис. 6

Разложения на компоненты флуоресцентного спектра твердой аммониевой соли уранил-трис-карбоната вблизи 0,0-перехода с помощью функции Гаусса. Метод, помимо определения точной энергии перехода, дает надежные численные значения для интегральной интенсивности, пропорциональной вероятности перехода

Созданная в нашем институте низкотемпературная экспериментальная техника с высокой разрешающей способностью и цифровыми устройствами позволяет очень точно определять энергии электронных переходов, значение которых является основой для подгонки параметров приближенных расчетов квантовой химии. Были изучены спектры различных (моно-, ди- и три-замещенных) дериватов бензола (-ОН, -F, -Cl, -NH₂ и -CO), и с помощью разработанного нами бета-вариационного метода Паризера-Парра-Попла был определен основной набор параметров, при помощи которого с общепринятой для абсорбционной спектроскопии точностью (± 2 нм) можно рассчитать энергию спектральных переходов.

Метод не дает надежных результатов для расчета значений интенсивностей, что подтверждается спектрами, составленным на ЭВМ из рассчитанных нами параметров.

Изучались низкотемпературные спектры таких линейно сопряженных полиенных систем, как бета-каротин, гамма-каротин и ликопин. Установлено, что введение двойной связи бета-типа в молекулу приводит к относительному снижению потенциальных кривых основного и возбужденного состояний и к смещению полуширины полос, непосредственным следствием чего является изменение распределения интенсивностей вибрационных переходов и размытие тонкой структуры. При низких температурах ширина полос уменьшается, можно определить тонкую структуру и можно провести численный расчет интегральной интенсивности. На значение частоты нормальных колебаний, комбинированных с электронными переходами, двойная бета-связь существенно не влияет.

ПУБЛИКАЦИИ

1. LÁNG, L., BARTECKI, A., HORVÁTH, G., SZÖKE, J., VARSÁNYI, G.: Absorption spectra in the ultraviolet and visible region. Vol. 16. Akadémiai Kiadó, Budapest and Academic Press, New York, 1971.
2. LÁNG, L., BARTECKI, A., HORVÁTH, G., SZÖKE, J., VARSÁNYI, G.: Absorption spectra in the ultraviolet and visible region. Vol. 17. Akadémiai Kiadó, Budapest and Academic Press, New York, 1971.
3. KISS, A., SZÖKE, J.: Pi-electron SCF MO calculations for mono-substituted derivatives of Benzene. Chem. Phys. Letters, 11, 52 /1971/
4. DUDAR, E., SZÖKE, J.: Computer generation of UV spectra, in Proc. of CSI XIV. Heidelberg; Ed. K. Laqua, Hilger, London, 1971. p. 298
5. SZÖKE, J.: Digital spectroscopic laboratory and computerized spectrum library, in Proc. of CSI XIV. Heidelberg; Ed. K. Laqua, Hilger, London, 1971. p. 321

ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗОТОПНЫХ ЭФФЕКТОВ

И. Опауски, Х. Илли, Д. Якли, Г. Янчо, Л. Матуш, И. Няри

Группа изучает отличие термодинамических свойств различных изотопных соединений, с помощью экспериментальных и теоретических методов. Составной частью этих исследований является получение изотопных соединений с помощью газовой хроматографии — по методу, разработанному ранее этой же группой, — и масс-спектрометрический анализ полученных соединений.

Продолжалось изучение изотопных эффектов давления паров (в дальнейшем ИЭДП) с целью выяснения взаимосвязи ИЭДП со структурой жидкой или газообразной фазы. В этом году проводились исследования ИЭДП в водных растворах солей. Были выбраны такие системы, в которых одинаковым образом можно наблюдать катионный и анионный эффект.

Изучались водные растворы галогенидов щелочных и щелочно-земельных металлов. Согласно полученным данным все исследованные растворы при любых температурах показывают меньший ИЭДП, чем чистая вода. Из этого следует, что все исследованные ионы имеют разрушающее действие на структуру воды (structure-breaker), в следующем порядке: $\text{Li}^+ < \text{Na}^+ < \text{K}^+ < \text{Cs}^+$ и $\text{F}^- < \text{Cl}^- < \text{Br}^- < \text{I}^-$. Исследования проводились под руководством проф. А. Ван Гука на химическом факультете Университета штата Теннесси.

Очистка материалов, необходимых для экспериментов, и получение соединений, меченных дейтерием, проводились по разработанной нами ранее методике газовой хроматографии (Carlo Erba Fractovapp). Этим же способом были очищены и материалы для других исследований. Комбинируя газовую хроматографию с масс-спектрометрией, мы определили присутствие различных загрязнений в промышленных продуктах, полученных в отдельных фазах производства.

В ходе теоретической работы исследовалась возможность применения метода приближения минимум-максимум, разработанного для расчета приведенного отношения сумм состояний изотопных молекул, с целью приближенного определения изотопных эффектов термодинамических функций. В первую очередь, приближение минимакс было применено для расчета разности в теплоемкости изотопных молекул. Из результатов следует, что приближение минимакс в этом случае дает далеко не такие хорошие результаты, как, например, в случае расчета отношения сумм состояний. Степень приближения можно улучшить сужением интервала приближения.

Продолжалось определение с высокой точностью соотношения $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ в образцах осадков, собиравшихся систематически в течение всего года со всей территории Будапешта. Обработка данных проводится в сотрудничестве с МАГАТЭ.

ПУБЛИКАЦИИ

1. ILLY, H., JÁKLI, GY.: A simple gas chromatographic method for normalizing ^{18}O enriched water. J. Lab. Comp., 7/4/, 551 /1971/
2. NÉMETH, G., GELLAI, B., JANCSÓ, G.: Application of the minimax approximation to the reduced partition function of isotopic molecules. J. Chem. Phys., 54, 1701 /1971/
3. GELLAI, B., JANCSÓ, G.: Interpretation of the vapour pressure isotop effect of $\text{H}_2\text{S}/\text{D}_2\text{S}$, Ber. Bunsenges. Phys. Chemie, 75, 156 /1971/
4. KISS, I., JÁKLI, GY., ILLY, H., JANCSÓ, G.: Isotop effect on vapour pressure V. Effect of deuterium substitution of the vapour pressure of methylamine, ethylamine and propylamine. KFKI-Report 71-68
5. GELLAI, B., JANCSÓ, G.: Application of the minimax approximation to the isotop effect on heat capacity of ideal gases. KFKI-Report 71-70

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ХИМИИ ГОРЯЧИХ АТОМОВ

Л. Вашарош, К. Береи, А.Г. Надь

Главной целью этих исследований является изучение механизма реакций атомов, обладающих высокой энергией. В этом направлении проведены работы по изучению реакций атомов отдачи галогенов с органическими соединениями.

В том числе изучались высокоэнергетические реакции замещения горячих атомов галогенов с диастереомерами, мезо- и d, l-2,3-дихлорбутаном. Установлено, что высокоэнергетические реакции замещения могут протекать как по механизму сохранения оригинальной конфигурации молекулы (удержание), так и по типу Вальденовского обращения (инверсия). Равновесная концентрация изомеров вращения диастереомеров 2,3-дихлорбутана в значительной мере влияет на стереохимические последствия реакций замещения атомов отдачи F, Cl и Br, образованных в ядерных реакциях (α, γ) и ($n, 2n$). Таким образом, отношения выхода продуктов замещения с удержанием конфигурации к выходу с инверсией можно изменять в широком интервале добавлением растворителей с различными диэлектрическими постоянными или же изменением концентрации данного растворителя, что, в конечном итоге, приводит к изменению равновесной концентрации изомеров вращения диастереомеров 2,3-дихлорбутана.

Были также изучены высокоэнергетические реакции замещения атомов отдачи ^{18}F , полученных в ядерной реакции $(n, 2n)$, с галоидными производными бензола. Полученные результаты (рис. 7) — в соответствии с данными реакций горячих атомов хлора, брома и иода — показывают, что а) выход высокоэнергетических реакций замещения галогенов, прежде всего, зависит от энергии замещенного атома галогена, а не от соотношения масс сталкивающихся ядер, и б) распределение изомерных продуктов высокоэнергетических реакций замещения водорода в ароматическом ядре незначительно отличается от статистического, с тенденцией, соответствующей правилу ароматического направления.

Исходя из экспериментальных результатов, можно сделать заключение, что в изученных системах реакции замещения горячих атомов галогенов протекают главным образом путем образования короткоживущего возбужденного промежуточного комплекса, а не по механизму прямых соударений горячего атома с замещаемыми атомами молекулы.

Часть работы выполнена в Институте радиохимии Ядерного исследовательского центра (Юлих) под руководством проф. Г. Штеклин.

ПУБЛИКАЦИЯ

1. BEREI, K., STÖCKLIN, G*: Reactions of nucleogenic halogen atoms in liquid halobenzenes. *Radiochim. Acta*, 15, 3946 /1971/

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РАДИАЦИОННОЙ ХИМИИ И ХИМИИ ЭЛЕКТРОНОВ

Р. Шиллер, М. Родэр, И. Сабо, Э. Задор

Целью исследований являлось изучение элементарных процессов химических превращений, происходящих в различных жидкостях под действием облучения, установление свойств первичных продуктов превращений и выяснение взаимосвязей процессов со свойствами жидкостей.

Для выяснения характера взаимодействий между компонентами исследовался радиолит различных смесей ароматических углеводородов. С этой целью двухкомпонентные смеси гексаметилового бензола с циклогексаном, бензолом и толуолом были подвергнуты гамма-облучению и определялся выход выделения газовых продуктов как функция состава.

* Kernforschungszentrum, Jülich, BRD

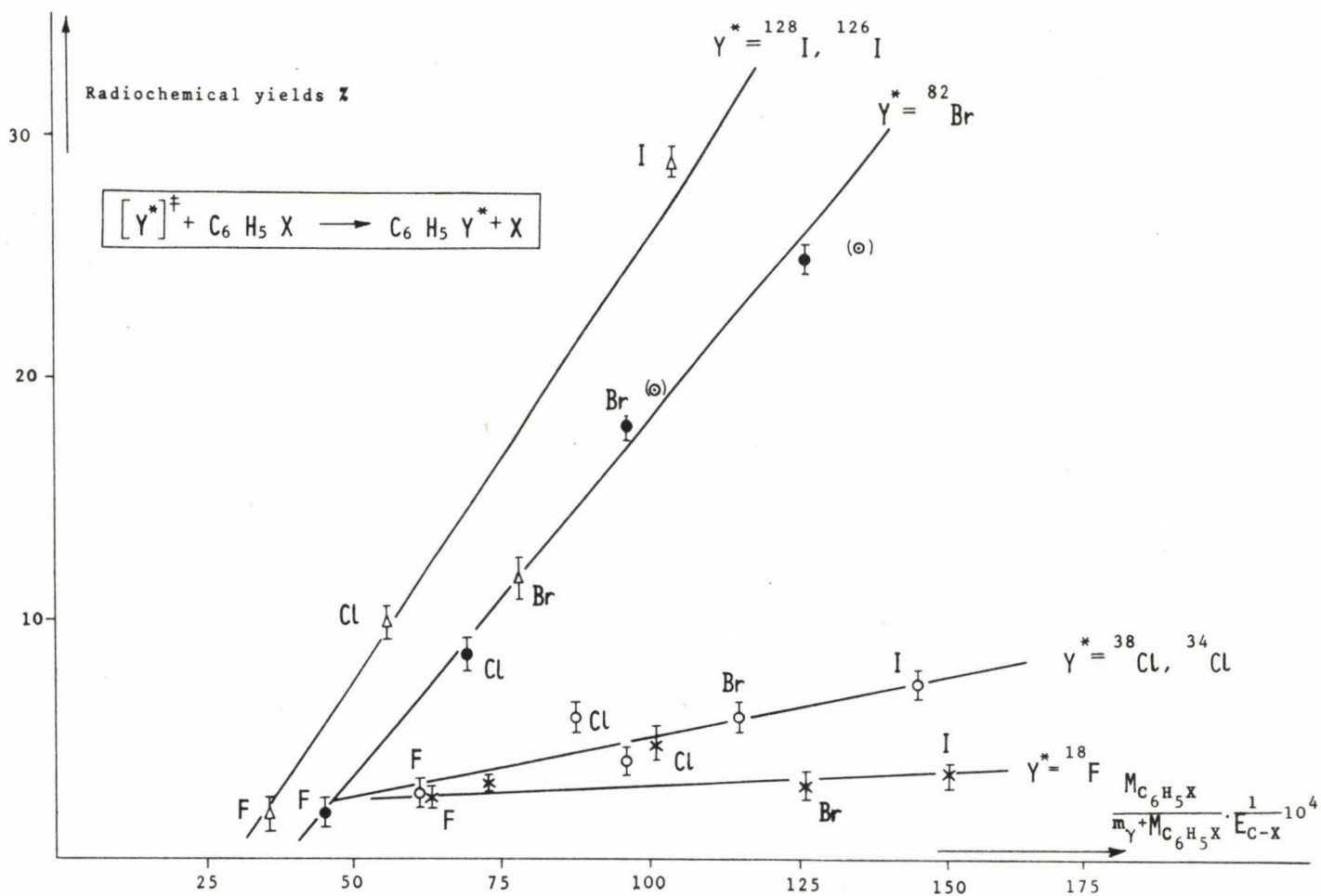


Рис. 7

Выход продуктов горячих атомов галогенов примерно линейно зависит от энергии связи замещенного атома галогена. Это свидетельствует о возможности возникновения промежуточного комплекса.

Результаты указывают на то, что защитное действие, возникающее при малых концентрациях гексаметилового бензола, появляется из-за межмолекулярной передачи энергии.

Природа отрицательных носителей заряда, возникающих в неполярных органических системах, все еще установлена однозначно. Диффузионные свойства носителей напоминают тяжелые ионы, но спектр и химическое поведение указывают на то, что их структура подобна структуре сольватированных электронов в полярных жидкостях. Свойства отрицательных носителей заряда изучались с помощью изомеров гексана. С помощью инжектированных электронов, полученных методом фотоэффекта на поверхности металлов, был определен потенциал взаимодействия избыточных электронов

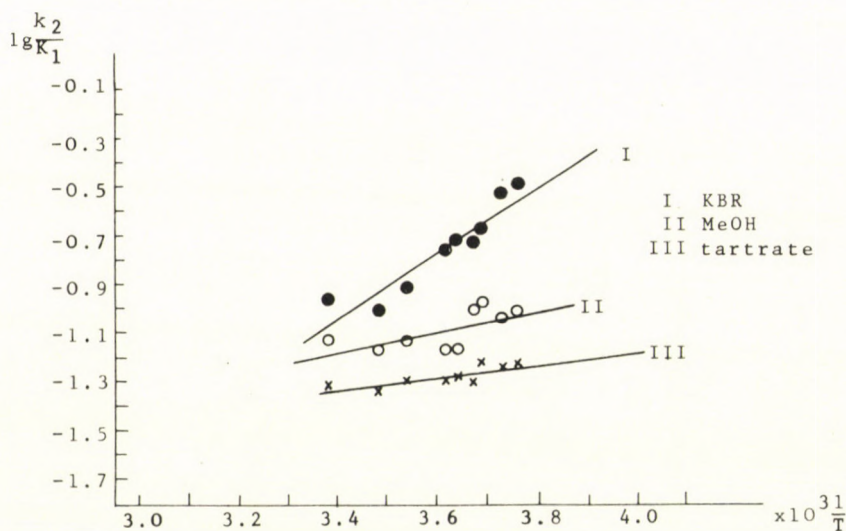


Рис. 8

Изображения конкурирующих процессов радиационной химии по закону Аррениуса. K_1 - константа скорости реакции р-нитрозо-диметил-анилин + OH; K_2 - константа скорости реакций $\text{Br}^- + \text{OH}$ (I), метанол + OH (II) и тартарат + OH (III). Вышерасположенные прямые в то же время являются более крутыми, из этого следует, что большая константа скорости реакции соответствует большому значению активационной энергии

с жидкостями. Согласно опыту, это взаимодействие является слабым и в каждом случае притягивающим. Это явление, согласно существующей теории, исключает возникновение локализованных электронных состояний, однако другие эксперименты указывают на их существование. После внесения соответствующих поправок в теорию можно показать, что из-за заметного поляризационного действия электронов все-таки могут возникать локализованные электронные состояния. Итак, локализованные в углеводородах электроны занимают промежуточное место между электронами в полярных жидкостях, локализованными из-за чисто отталкивающих взаимодействий, где поляризованные силы в основном являются притягивающими.

Исследовалась кинетика радикалов OH в водных растворах при помощи метода конкурирующих ловушек радикалов в нормальных и переохлажденных системах как функция температуры (рис. 8). Оказалось, что во всех изученных случаях уменьшение константы скорости реакции радикалов OH сопровождается уменьшением активационной энергии. Этот результат, противоречащий обычным кинетическим предсказаниям, доказывает, что все реакции радикала OH независимо от константы скорости реакции контролируются диффузией и взаимосвязь между константой скорости реакции и коэффициентом диффузии устанавливается соотношением Нойса.

Был определен возможный способ каталитического разложения перекиси водорода, образующейся в первичном водяном витке атомных реакторов. Проведены расчеты для выяснения радиационного и электрохимического поведения воды, циркулирующей в первичном витке и содержащей аммиак.

ПУБЛИКАЦИИ

1. RODER, M.: On the radiolysis of hydrocarbon mixtures. KFKI-Report 71-23
2. KULES, I., SCHILLER, R.: The radiation chemistry of supercooled water. J. Phys. Chem., 75, 2997 /1971/
3. KULES, I., SCHILLER, R., The kinetics of OH radical reactions in irradiated ordinary and supercooled water. KFKI-Report 71-21
4. SCHILLER, R.: Some problems of ion-electron recombination. Prog. and Problems in Contemporary Rad. Chem. Ed. J. Teplý /Academia, Prága, 1971/ p. 221

ТЕХНИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ

ХИМИЯ ОКСИДЕЙ, ФТОРИДОВ И МОНОКРИСТАЛЛОВ

М. Фодор, Г. Чат, П. Фаркаш, П. Гроз, Н. Кертес, Б. Кесеи, Ф. Молнар, Э. Поко, А. Ревес, Я. Вандлик

Введен в эксплуатацию аппарат для выращивания монокристаллов в объеме 500 мл с программным управлением терморегулятора.

МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЯ

И. Опауски, Л. Матуш, И. Няри

Начались регулярные измерения на масс-спектрометре типа MS 702 R, производства АЕІ, который является первым устройством в стране с искровым ионным источником и двойной фокусировкой. Установка позволяет определить все элементы периодической системы в области концентрации 10^6 - 10^9 .

ТОНКИЕ МАГНИТНЫЕ СЛОИ

Й. Молнар, Э. Кадар, Е. Сирмаи

Непосредственной практической целью исследований является, с одной стороны, приготовление проволоки, покрытой слоем магнитно-мягкого материала, необходимой для конструирования магнитной проволочной памяти, а с другой стороны, приготовление магнитно-жесткого слоя магнитного диска. За имевшийся в нашем распоряжении сравнительно короткий срок мы ограничивались исследованиями воспроизводящего характера. Достигнутые до сих пор обнадеживающие результаты в области электрополировки бериллиевой бронзы и гальванизации носительных медных и покрывающих магнитных слоев представляют реальную основу для решения данной задачи.

ПУБЛИКАЦИИ

1. МОЛНАР, Й., МОЛНАР, И.: Электроосаждение изотопов иридия и платины, свободных от носителей. Acta Chimica, 68, 237 /1971/
2. МОЛНАР, Й., МОЛНАР, И.: Электроосаждение изотопов осмия, свободных от носителей, и метод их концентрирования в малом объеме. Acta Chimica, 68, 245 /1971/

3. МОЛНАР, Й., МОЛНАР, И.: Электроосаждение изотопов вольфрама и рения, свободных от носителей. *Acta Chimica*, 67, 23 /1971/
4. МОЛНАР, Й., МОЛНАР, И.: Электроосаждение изотопов тантала, свободных от носителей. *Acta Chimica*, 67, 15 /1971/

РАЗРАБОТКА ОПТИЧЕСКО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Й. Секе

В качестве первого шага решены основные электронные и оптически-механические проблемы, возникающие при разработке спектроскопических приборов. Разработаны и изготовлены служащие основной измерительной аппаратурой монохроматоры и оптический криостат для низких температур, позволяющий проводить измерения в интервале от комнатной температуры до температуры жидкого гелия.

Из типовых блоков построено несколько комплексных измерительных установок, которые отчасти представляют основную аппаратуру нашей спектроскопической лаборатории, работающей в режиме "on-line", а с

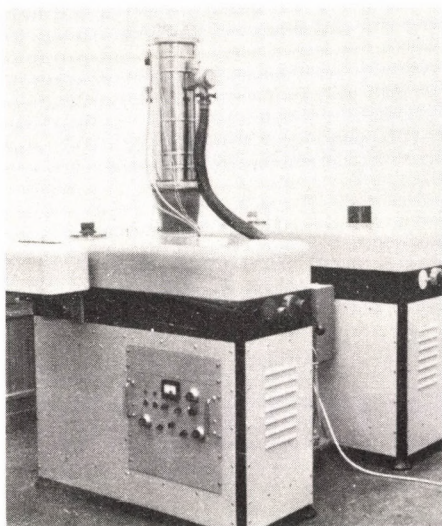


Рис. 9

Спектролюминометр. Установка состоит из двух однометровых монохроматоров с плоской решеткой, гелиевого криостата, работающего в интервале от температуры жидкого гелия до комнатной температуры и заменяемых держателей образца. Установка позволяет изучать все возможные процессы возбуждения электронов. Измерительная система имеет связь "on-line" с ЭВМ типа ТРА. Источник света также заменяемый (ксеноновая лампа с мощностью 450 Вт или ртутная лампа в 500 Вт.)

другой стороны, служат для решения целевых задач фотометрического анализа. Один из приборов, разработанный в нашей лаборатории – спектролюминометр с высокой разрешающей способностью – изображен на приложенной фотографии (рис. 9).

Обработка спектроскопических данных с помощью вычислительной машины начинается с программ измерения и приготовления данных, написанных для ЭВМ типа ТРА. С малой ЭВМ типа ТРА данные попадают "off-line" на большую ЭВМ в виде перфоленты или магнитной ленты. На большой ЭВМ программа, прежде всего, исключает шумы, и далее массив путем экстраполяции данных преобразуется в массив с эквидистантными значениями координаты x . С помощью экспериментальной аппаратной функции определяется реальный спектр (исключение деконволюционного искажения). Полученный спектр представляет объект основной процедуры обработки, которая носит либо спектроскопический, либо аналитический характер.

Разработан и введен в эксплуатацию аппарат для определения содержания углерода в чугунах в производственных условиях.

ДААННЫЕ

ДОКЛАДЫ ИНОСТРАННЫХ ГОСТЕЙ

В.Д. ШАНТАРОВИЧ (Институт химической физики, Москва)

Н.Н. ДОГАТКИН (Институт геохимии и аналитической химии им. Вернадского, Москва)

D.N. POWER /University of Salford/
Ion Binding of Penicillin by Hydrated Electrons

L.G. CHRISTOPHOROU /Oak Ridge National Laboratory/
Interaction of Slow Electrons with Molecules

A. HUTTON /Institute FRAE, Bologna/
Conductivity Studies in Aqueous Solutions

P. ALBERT /Centre d'Etudes de Recherches Nucléaires, Saclay/
Trace-contaminants of Pure Metals by Activations Analysis

A. Van HOOK /University of Tennessee, Knoxville/
Isotope Effect on Virial Coefficients

I.G. CSIZMADIA /University of Toronto/
Quantum-chemical Methods in Biology

- I. P. ALIMARIN /Lomonosov State University, Moscow/
Radioanalytical Methods - Their Role in the Chemical Analysis
- Z. HERMAN /Institute for Physical Chemistry, Prague/
Kinematics of Ion-molecule Reactions
- V. CERNAK /Institute for Physical Chemistry, Prague/
Penning-ionization
- W. SCHILLER /Zentralinstitut für Isotopen und Strahlenforschung,
Leipzig/
Theory of Fast Chemical Reactions

НОНФЕРЕНЦИИ

1. Международная конференция по радиационной химии, Тихань, май 1971 г.
2. Конференция по радиохимическому анализу, Печ, ноябрь 1971 г.

ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАГРАНИЧНЫЕ КОМАНДИРОВКИ

М. ЭРДЕГ	Centro di Studi Nucleare della Casaccia, Италия	3 месяца
А. ЧЁКЕ	ОИЯИ, Дубна, СССР	3 месяца
Л. ВАШАРОШ	Kernforschungsanlage, Jülich	1,5 года
Д. ЯКЛИ	University of Tennessee, Knoxville	1 год
Агнеш НАДЬ	Brookhaven National Laboratory, Upton	1 год
Я. ВАНДЛИК	ОИЯИ, Дубна, СССР	2,5 года
Ф. МОЛНАР	ОИЯИ, Дубна, СССР	2 года
Эрика ЗАДОР	Interuniversitaar Reactor Instituut, Delft, Голландия	1 год

ИНОСТРАННЫЕ ГОСТИ

Н.Н. ДОГАТКИН	СССР, Москва	10 месяцев
---------------	--------------	------------

КАНДИДАТСКИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Клара БЕРЕИ:

Реакции горячих атомов галогенов, образованных при ядерных реакциях, с ароматическими соединениями.

Г. ЯНЧО:

Толкование изотопных эффектов давления паров с помощью статистической термодинамики.

А. НАДЬ:

Действие плотности среды при измерении влажности с помощью рассеяния нейтронов.

РЕАКТОРНЫЙ ГЛАВОТДЕЛ

Образование Реакторного главотдела совпадает с созданием исследовательского реактора типа ВВРС, который вступил в строй в 1959 году. Реактор служит источником нейтронов для многочисленных твердотельных, ядернофизических и прочих экспериментов, для получения радиоактивных изотопов, для исследования различных материалов, является базой воспитания квалифицированных отечественных специалистов по реакторной технике; с него начались реакторно-физические исследования в нашей стране. В 1967 году реактор был реконструирован, его мощность повысилась с 2 Мвт до 5 Мвт, расширилась область применения.

Исследования по физике реакторов начались одновременно с началом работы реактора ВВРС на подкритической системе ZR-1. Следующим этапом работы были реакторы нулевой мощности ZR-1 и ZR-2 на ТВЭЛ-ах типа ЕК-10 с водяным замедлителем. В процессе измерений были освоены основные экспериментальные методы физики реакторов, а также набрано большое количество экспериментальных данных, впоследствии использованных для проверки разработанной нами расчетной модели реакторов. Необходимые для реконструкции реакторов ВВРС эксперименты проводились на сборке ZR-3. В 1966 году был построен реактор ZR-4 с твердым однородным полиэтиленовым замедлителем. Этот реактор действует до настоящего времени, поскольку гибкое и простое устройство делает его особенно пригодным для проведения экспериментов по реакторной физике. Планирование, сооружение и пуск учебного реактора Будапештского Политехнического института, работающего на ТВЭЛ-ах типа ЕК-10 с водяным замедлителем, проводились сотрудниками Реакторного главотдела. Необходимые для решения этой задачи эксперименты проводились на сборке ZR-5. Серию сборок продолжает реактор ZR-6, построенный для экспериментов по планированию атомной электростанции типа ВВЭР-1000 в рамках сотрудничества между странами-уча-

стницами СЭВ. Параллельно с экспериментальной работой, проводимой на критической сборке, разрабатывается расчетная модель реактора.

Программа исследований термогидравлических соотношений в зонах реакторов направлена на проблемы водяных реакторов под давлением. Эта программа заменила работы по реакторам с органическим замедлителем. В сотрудничестве с соответствующим отделом Министерства Тяжелой Промышленности началось создание экспериментального стенда с мощностью в 2 Мвт.

Программа экспериментов по реакторной физике повлекла за собой усовершенствование логической системы блокировки, а также приборов, обеспечивающих безопасную эксплуатацию критических систем. Система управления реакторов ZR-1 и ZR-2 была построена на базе реле, а приборы работали на электронных лампах. Существенный шаг вперед был сделан при создании системы управления ZR-4, которая состояла уже из полупроводниковых схем, и, помимо основных задач блокировки и техники безопасности, автоматически осуществляла проверку собственной работоспособности. Эта чрезвычайно надежная самопроверяющая система легла в основу системы управления учебного реактора Политехнического института, пущенного в 1971 году, а также строящегося реактора ZR-6.

Наш институт среди первых приступил к разработке метода сварки с помощью электронного пучка. На первом этапе новый метод сварки применялся только для специфических лабораторных целей, однако результаты привлекли внимание целого ряда промышленных предприятий, что заставило нас разработать, кроме экспериментальных и лабораторных установок, также и промышленный вариант сварочного аппарата. В 1965 году был построен аппарат есн-21, в первую очередь, пригодный для задач приборостроения. В 1966 году заработал второй экземпляр аппарата на заводе Механических измерительных приборов. На основе накопленного лабораторного и промышленного опыта аппарат был усовершенствован.

Для создания электронных приборов, необходимых для исследований по физике реакторов, была организована группа электронщиков, которая в 1968 г. превратилась в Отдел автоматизации измерений. Отделом было разработано семейство приборов, в основном третьего поколения, для целей реакторных измерений. За разработкой импульсных каналов следовала разработка каналов постоянного тока, служащих также для реакторных измерений. Из целевых устройств образовались корреляторы "КОРАЛЛ А" и "КОРАЛЛ Б". Рядом с ними создан целый ряд других приборов (например, регулятор числа оборотов и стабилизатор фазы) и целевых автоматических устройств (НЭДДА, ЭДИНА, ХЕЛЕНА, блок измерения по физике реакторов и т.д.). В настоящее время последние уже заменяются автоматикой, основывающейся на ЭВМ.

К Реакторному главному отделу относится и Отдел радиационной безопасности института. В период с 1960 до 1965 годов работа отдела главным образом сводилась к контролю рабочих мест и их окружения. Важную роль в контроле личной радиационной безопасности играет аппарат, созданный в 1964 г. для измерения радиоактивности всего человеческого тела одновременно.

За период с 1965 до 1970 гг. деятельность отдела по контролю рабочих мест и окружающей территории усилилась. Помимо непрерывного контроля концентрации радиоактивных веществ в канализационных отходах и контроля радиоактивного аэрозольного содержания воздуха, отделом создана на территории института система измерения уровня дозы гамма-лучей, разработано два новых типа приборов, относящихся к семейству измерителей аэрозоля. В измерения радиоактивного содержания организма включено определение содержания трития. В области нейтронной дозиметрии произведен расчет для вычисления спектра нейтронов, проходящих через различные защитные слои. Сконструированы две системы, измеряющие среднюю энергию нейтронов, и изготовлена дозиметрическая карта реактора ВВРС. По линии усовершенствования дозиметрических приборов в отделе разработан полупроводниковый детектор нейтронов, и с 1967 года ведутся опыты по созданию термолюминесцентного дозиметра.

РЕЗУЛЬТАТЫ

ПРОГРАММА ZR-6

Л. Гачи, А. Гизелла, Э. Димеши, Э. Сабо

В нашем институте работает международный исследовательский коллектив, изучающий вопросы реакторной физики больших энергетических реакторов с водой под давлением.

Установка, т.е. критическая сборка ZR-6, для исследования активных зон, составленных из ТВЭЛ-ов атомной электростанции, находится в стадии монтажа.

На совещаниях специалистов стран-участниц программы разработан план работы на ближайшие 5 лет и намечены соответствующие формы сотрудничества.

На рис. I виден макет строящейся критической сборки ZR-6 .

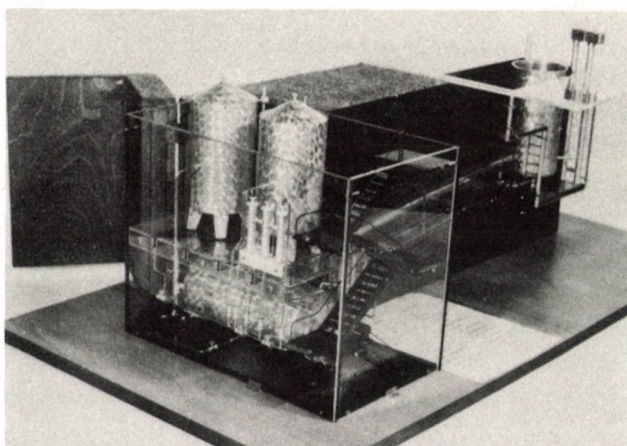


Рис. I

Фотография макета строящейся критической сборки ZR-6 .

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФИЗИКЕ РЕАКТОРОВ

Яношнэ Бадински, Л. Бод, А. Фишер, Я. Гадо, И. Лукс, А. Кондор, Д. Кошай, Л. Мешко, Ф. Сабо, З. Сатмари, Л. Тури, Я. Валко, П. Вертеш, Й. Вигаши

В качестве предварительного замечания отметим, что исследования по физике реакторов почти без исключения проводятся в тесном контакте с Обнинским Физико-энергетическим институтом и Московским Институтом атомной энергии им. И.В. Курчатова.

Была расширена система программ, т.н. реакторнофизическая модель, разработанная для расчетов статических свойств реакторов. Из числа ранее написанных программ расчета нейтронных спектров три программы — THERMOS, RIFF RAFF и GRACE — подверглись подробной экспериментальной проверке с использованием результатов собственных экспериментов и литературных результатов. Важной частью задачи усовершенствования имеющихся программ является сокращение времени счета. Максимальный успех в этом отношении был достигнут при сокращении времени счета чаще всего используемой программы SISURNUS, применяемой для расчета критичности. Из новейших программ закончены программа RAM, выполняющая расчет стержней регулировки, и программа RJG2, решающая уравнения пространственного замедления, хотя экспериментальная проверка этих программ не закончена. Применяя компиляции эффективных поперечных сечений, полученных от МАГАТЭ, мы модернизировали библиотеку групповых постоянных, необходимую для использования вышеуказанных программ. И, наконец, следует отметить, что нами была начата разработка системы расчета биологической защиты реакторов. В качестве результата применения реакторнофизической модели приведем расчеты для учебного реактора Будапештского Политехнического института и расчеты, необходимые для документации безопасности реактора ZR-6. На рис. 2 показаны измеренное и расчетное распределения нейтронного потока в реакторе. Расчетная и измеренная кривые хорошо согласуются, несмотря на относительно сложную геометрию реактора.

Программа RFSP разработана для определения нейтронных спектров. Нейтронный спектр на месте активации восстанавливается по измерениям радиоактивности фольг, активированных в данной точке реактора. Метод оправдал себя во всей области энергии, за исключением резонансной области (I эв—I кэв), где точность малоудовлетворительна. Целью дальнейших исследований является заполнение этого пробела.

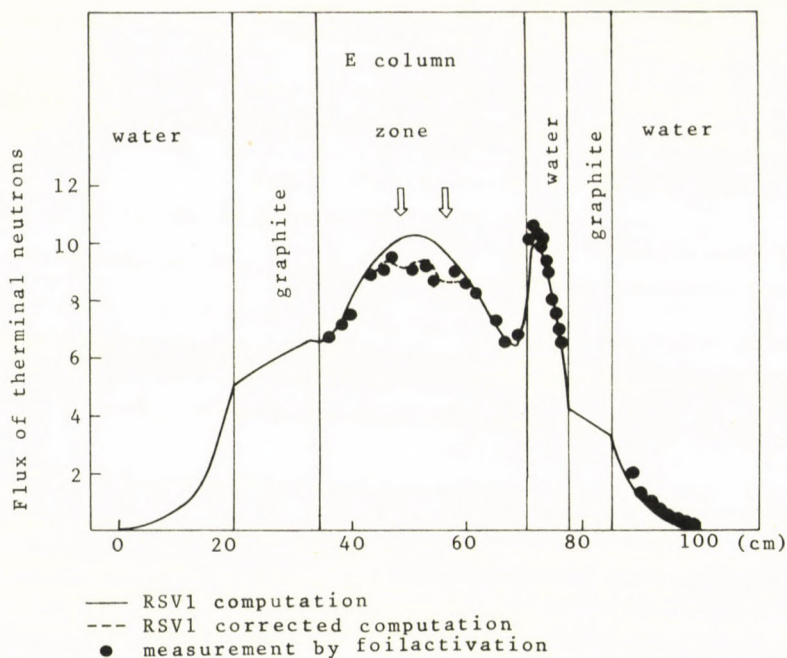


Рис. 2

Сопоставление измеренного и расчетного потока учебного реактора Будапештского Политехнического института.

В области кинетики реакторов изучался метод определения подкритичной реактивности с помощью импульсного источника нейтронов. Найден новый теоретический подход к общепринятым методам Гозани и Шёстранда, и выявлены их некоторые малоизвестные принципиальные проблемы. Для количественного исследования этих эффектов выполнялись численные расчеты с помощью временно-пространственной программы диффузии WIGLE. Были развиты более трудоемкие методы, свободные от недостатков предыдущих. Экспериментальная проверка выводов, сделанных теоретическим путем или с помощью численных расчетов, проводится на критсборке ZR-4, изображенной на рис. 3.

До сих пор под кинетикой реактора подразумевали т.н. "вынужденную кинетику", т.е. тот случай, когда стационарный режим реактора прерывается и реактор вынужден работать в режиме, зависящем от времени. Измеряя эту временную зависимость, получаем определенные параметры системы. Однако, флуктуация нейтронной плотности является собственным, невынужденным кинетическим явлением в реакторе и характеризует его

так же хорошо, как и вынужденные, зависящие от времени состояния. Итак, экспериментальное изучение флуктуаций позволяет определить характерные параметры системы без нарушения стационарного режима реактора. Исследование шумов реактора имеет большие традиции в нашем институте. После перерыва в несколько лет снова были сделаны крупные шаги в этом направлении, причем на этот раз изучались шумы энергетических реакторов, тогда как в предыдущие годы исследования шумов ограничивались только реактором нулевой мощности. Были рассмотрены теоретические вопросы флуктуационных явлений, возникающих вследствие механических колебаний, вызванных турбулентным течением охлаждающей жидкости. Усовершенствовалась техника измерения шумовых спектров. Рис. 4 изображает шумовый спектр, измеренный с помощью усовершенствованной аппаратуры.

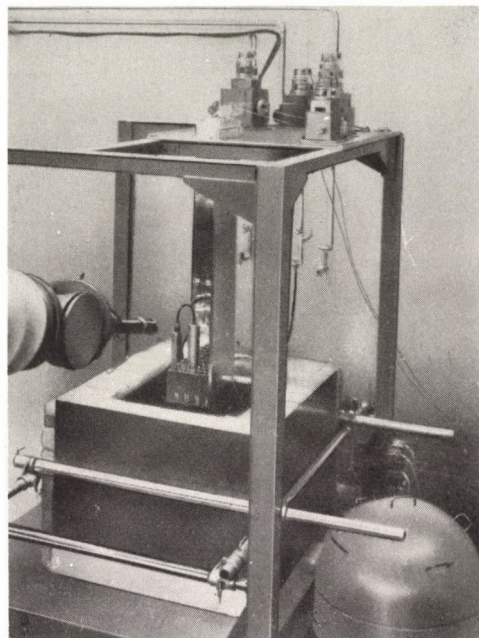


Рис. 3
Критическая сборка ZR-4

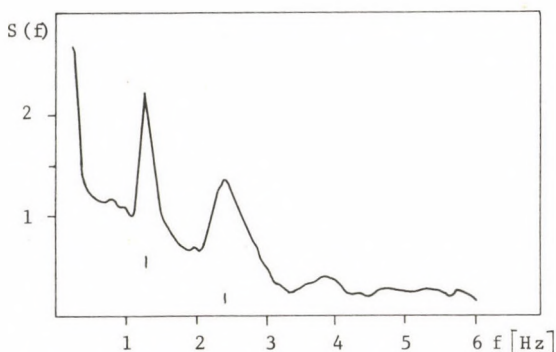


Рис. 4
Типичный шумовый спектр реактора ВВРС

ПУБЛИКАЦИИ

1. SZABÓ, F., CSOM, GY., ÖRDÖGH, M., SZABÓ, E., VORSATZ, B.: The role of a research reactor in science, technology and education in Hungary. IV. Geneva Conference, /1971/ A/ CONF. 49/A/326
2. VALKÓ, J.: A time dependent one-dimensional post-burnout heat transfer code. Preprint, RISÖ-M-1383
3. KOSÁLY, G., VALKÓ, J.: Investigation of the area-ratio method of pulsed reactivity determination. J. Nucl. Energy, 25, 297 /1971/
4. SZATMÁRY, Z., VANUXEEM, J.*, LUFFIN, J.*: Interpretation des analyses chimiques de combustibles irradiés. Ajustment du code Coregraf 2, mise à jour. Rapport S.P.M. N° 1157, CEN de Saclay
5. QURESHI, I.H.***, LARSEN, E.***, TURI, L., OLSEN, J.***, HONGAARD, H.***: Mass-spectrometric measurement of burn-up in UO₂ fuel using stable fission product neodymium. Preprint, IAEA/SM-149/13 /1971/
6. OLSEN, J.***, TURI, L.: The measurement of the fast neutron fluence by means of a germanium detector. AEK Risö, Internal report /1971/
7. OLSEN, J.***, TURI, L.: The determination of Uranium-235 in Dragon particles by means of a germanium detector. AEK Risö, Internal report /1971/
8. TURI, L., OLSEN, J.***: Description of the computer program KIEGES. Internal report, RISÖ-M-1433 /1971/
9. TURI, L., OLSEN, J.***: Burn-up measurements on single Dragon type particles. Internal report, RISÖ-M-1435 /1971/
10. VÉRTES, P.: A MUFT-type forty-group constant library. INDC/HUN/-6/L, IAEA Nuclear Data Section, Vienna
11. VÉRTES, P.: PRODGROUP - A program for the production of multigroup reactor constants from the evaluated nuclear data available at IAEA. KFKI-Report 71-4
12. KONDOR, A., KOSÁLY, G.: Analysis of pulsed-source reactivity determination in a reflected-reactor. J. Nuclear Energy, 25, 589 /1971/

* Centre d'Etudes Nucléaires, Saclay, France

** Danish Atomic Energy Commission, Risö

ТЕРМОГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Л.М. Ковач, Л. Мароти, Д.И. Матэ, Л. Сабадош, И. Тот, А. Терек, П. Виндберг

Для создания венгерской атомной электростанции и безопасной, экономной эксплуатации реактора требуется наличие соответствующей отечественной научной базы. Начатые в 1969 г. термогидравлические исследования реакторов типа ВВЭР являются частью этой программы. Среди намеченных целей программы отметим следующие: развитие теории термогидравлики прежде всего для лучшего понимания явления двухфазных течений и критических тепловых потоков; моделирование реактора с помощью вычислительной машины; при особом внимании к проблеме эксплуатации атомной электростанции; экспериментальное исследование зоны реактора.

Наиболее важной частью работы 1971 года явилось сооружение необходимой экспериментальной установки. Разработана современная система накопления данных к установке с мощностью 2 Мвт и с давлением 160 ати, позволяющая обрабатывать результаты измерения с помощью вычислительной машины.

Проведена подготовительная работа для получения данных, необходимых для расчета механических и гидравлических параметров измерительных участков стержневых пучков.

Применяя данные по ВВЭР-440, проведена серия "численных" экспериментов для проверки моделирования реактора с помощью вычислительной машины. Результаты расчетов и реальные значения параметров атомной электростанции совпадают с точностью, требуемой как при конструировании, так и эксплуатации.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ РЕАКТОРОВ

Л. Боллок, Д. Шандор, Э. Зобор

Исследования по автоматизации реакторов, базирующиеся на вычислительных машинах, производимых в институте, имеют целью применение ЭВМ для решения задач управления и защиты. Основной целью, поставленной перед группой, является изучение возможностей обеспечения безопасной работы реактора или атомной электростанции в широком диапазоне режимов эксплуатации. Для достижения поставленной цели начата разработка методов и алгоритмов, направляющих работу вычислительной машины на решение проблем, возникающих при нормальном или почти нор-

мальном режиме реактора, таким образом, чтобы при нормальном режиме ЭВМ была занята оптимальным управлением, а при отклонении от нормального режима установила бы причину возмущения и включила алгоритмы, допускающие эксплуатацию реактора в пределах допущенной мощности, удовлетворяющей требованиям безопасности. Математические модели, применяемые при разработке алгоритмов, учитывают реальные технологические ограничения и решают упрощенные, взаимосвязанные частные проблемы, которые совместно обеспечивают быстрый и надежный контроль атомной электростанции.

Сложность и потенциальная опасность эксплуатации атомной электростанции требует экспериментальной проверки алгоритмов управления. Для решения этой задачи была создана гибридная вычислительная машина из комбинации МЕДА 80 Т (Агитма, Чехословакия) и ТРА с оперативной памятью 8 К (производства ЦИФИ). Две вычислительные машины соединяются с помощью промежуточного устройства, изготовленного совместно с Главотделом электроники и обеспечивающего двухстороннюю передачу информации в цифровом или аналоговом представлении. Построением гибридной машины расширяется не только экспериментальная база исследования по автоматизации реакторов, но и внедрение нового эффективного метода гибридной вычислительной техники.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВНУТРЕННЕГО ОБЛУЧЕНИЯ И ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

И. Фехер, А. Андраши, Ф. Белезнаи, Г. Сендэ

По программе исследования силикоза нами проведены измерения выделения радиоактивного меченного кварца из крысы с помощью чувствительного счетчика, снимающего показания со всего тела животного. Эксперименты подтвердили применимость техники радиоактивно меченных атомов для количественного определения введенного кварца и для изучения связи между дозой кварца и вызванным ею силикозом.

С помощью того же счетчика проводились радиотоксикологические исследования увеличения времени биологического полураспада под действием внешнего гамма-облучения в организме крыс, а также исследования уменьшения усвоения ^{85}Sr организмом при применении некоторых ингибиторов.

Были определены метаболические постоянные комплекса ^{52}Co -ДТРА для крыс. Сделан вывод, что вещество пригодно для исследования человека.

Спектрометр с жидким сцинтиллятором TRI-CARB, введенный в эксплуатацию в этом году, способствовал исследованиям процесса введения трития в организм; с его помощью регулярно определяется содержание трития в моче. Сжигание мазков, снятых на этих же рабочих местах, уменьшено в двадцать раз благодаря печке быстрого сжигания, сделанной силами группы. Для измерения аэрозольной концентрации трития в воздухе сделан аппарат для забора проб, который успешно применялся для определения содержания свинца в городской атмосфере. Кроме этого, приготовлен измерительный прибор с ионизационной камерой для определения количества и энергетического распределения бета-частиц, испущенных с поверхности тритиевых мишеней.

ПУБЛИКАЦИЯ

1. FENÉR, I., ANDRÁSI, A.: Computer data processing for a whole-body counter. KFKI-Report 71-64

НЕЙТРОННАЯ ДОЗИМЕТРИЯ И ИССЛЕДОВАНИЯ "ИНТЕРКОСМОС"

Ж. Макра, Л. Коблингер, П.П. Сабо, Б. Сабо, П. Заранд

В качестве продолжения работы, начатой в предыдущие годы, был определен выходной спектр различных экранированных источников нейтронов. В том числе - рассчитан спектр нейтронов, выходящих из реактора ВВРС через алюминиевый, бериллиевый и железный защитные слои, а также для случая моноэнергетических источников нейтронов, окруженных водяной, полиэтиленовой, бетонной и железной стенками. При помощи рассчитанных спектров было определено, какой сорт дозиметров целесообразно применять на данном месте.

Результаты расчетов указывают на целесообразность введения персональных альbedo дозиметров, работающих в области энергии от термической до 10 кэв. Мы приняли участие в сравнении дозиметров, применяемых при несчастных случаях, организованном МАГАТЭ в Ок-Ридже, что значительно способствовало усовершенствованию этих дозиметров.

Продолжалось дозиметрическое обследование биологического канала IO/K реактора ВВР-СМ. В связи с этими работами мы перешли к обработке дозиметрических данных с помощью вычислительной машины: данные, полученные пороговыми детекторами, аппроксимируются расчетным спектром с помощью программы. Изучалась зависимость интенсивности доз от пере-

стройки и выгорания зоны, была изготовлена двойная ионизационная камера для измерения интенсивности гамма- и нейтронных доз.

В рамках программы Интеркосмоса мы занимались усовершенствованием приборов и расчетами доз. Сделан прибор на интегральных схемах, оценивающий TLD. Составлена программа вычисления доз гамма-лучей, полученных из внешнего источника однородным и неоднородным макетами типа Снайдера. С помощью программы рассчитывается дозовая нагрузка при медицинских диагностических рентгеновских исследованиях.

ПУБЛИКАЦИИ

1. MAKRA, S., ZARÁND, P.: Construction and dosimetry of biological irradiation facilities of light-water moderated reactors. KFKI-Report 71-74
2. KOBLINGER, L.: Two codes for calculation of dose distribution in human phantoms irradiated by external photon sources. KFKI-Report 71-12
3. MAKRA, S., BÉKÉS, E.: Calculation of dose fractions of slow, intermediate and fast neutrons behind different shields, as well as readings of selected dosimeters. IAEA, Vienna, 425-433 /1971/
4. ZARÁND, P., MAKRA, S., SÁNTHA, A.: Dosimetry for a biological irradiation facility at a thermal reactor. Phys.Med.Biol., 16, 479 /1971/
5. MAKRA, S.: Calculation of neutron dosimeter readings for different spectra. Radiation Dosimetry Vol.2, pp. 281-289, Proc.Int.Summer School on Rad.Prot., Cavtat, Boris Kidric Inst. Beograd /1971/

БИОЛОГИЧЕСКИ -ДОЗИМЕТРИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

И. Лабода

Изучались гематологические изменения, возникающие под действием лучевой нагрузки. Создан полуавтоматический счетчик кровяных телец, с помощью которого исследовалось изменение числа лимфоцитов с двумя ядрами, как функция от дозы облучения. В настоящее время производится накопление данных, необходимых для определения соотношения дозы и вызванного ею эффекта.

Соотношение между дозой, поглощенной человеческим организмом, и содержанием фермента щелочнометаллического фосфата лейкоцитов однозначно указывает на уменьшение активности фермента под действием малых, но регулярно поступающих, доз.

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ

ЭКСПЛУАТАЦИЯ РЕАКТОРА

Ш. Балог, Р. Цико, Л. Франкл, Т. Фюштеш, Л. Года, З. Хонти, Ш. Хорани, Д. Мучкаи, А. Нэмет, Д. Паллаги, М. Тот, Л. Варкони, Г. Виздош

В течение года реактор ВВР-СМ проработал 3396 часов при средней тепловой мощности 4 Мвт.

За этот период произведено около 1000 облучений в количестве 90.000 образец-часов.

Горизонтальные каналы (пучки нейтронов), служащие для твердотельных, ядернофизических и биологических исследований, позволили провести эксперименты с общим временем в 10.000 часов.

В каналах, снабженных пневматической почтой, число облучений достигло 2000. В этих каналах выполняются облучения образцов для акти-вационного анализа.

Помимо выполнения задач эксплуатации и ухода за реактором проводились и научно-исследовательские работы, и работы по модернизации.

Были выполнены следующие эксперименты:

- исследование причин возникновения неисправностей ТВЭЛ-ов;
- исследование технологического шума реактора;
- определение предела выдержки оптических волокон при гамма-облучении;
- определение прочности облученных стальных образцов на излом;
- приступили к реконструкции устаревшего вторичного охлаждающего контура реактора.

Было принято участие в завершении монтажа атомного реактора Будапештского Политехнического института, где проведены необходимые испытания, и реактор введен в эксплуатацию по назначению. Монтажные работы на месте началась 1 февраля сего года.

Сдана в эксплуатацию и система пневматической почты атомного реактора Будапештского Политехнического института. Монтаж на месте начался в декабре прошлого года. Главные узлы системы (шаровые клапаны, стартовые и приемные станции, разветвления и участки труб, находящихся в активной зоне реактора) были изготовлены Техническим

Главотделом. Монтажные работы исполнил Отдел эксплуатации реактора. Управляющая электроника тоже является продукцией отдела.

ПУБЛИКАЦИЯ

1. PALLAGI, D., HORÁNYI, S.: Power reactor noise studies using a polarity correlator. KFKI-Report 71-31

СЛУЖБА РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И КОНТРОЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

И. Эрдэйвари, Л. Молнар, Д. Болла

В целях развития системы контроля на территории института создана кабельная система для четырех новых детекторов измерения уровня радиации гамма-лучей и начата реконструкция прибора для непрерывного измерения концентрации бета-лучей в канализационных водах. Среди организационных работ отметим введение семи измененных правил радиационной безопасности. К числу институтских приборов радиационной безопасности нами был добавлен четырехканальный линейный измеритель интенсивности излучения.

ПУБЛИКАЦИЯ

1. MOLNÁR, L.: Continuous measurement of the activity concentration of radioiodine in air. KFKI-Report 71-13

РЕАКТОРНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ПРИБОРЫ

Д. Мессинг, Д. Нозманн

В этой области достигнуты следующие результаты:

Созданы современные и надежные элементы импульсного измерительного канала (предусилители, одноканальные анализаторы, измерители среднего числа импульсов и т.д.). Решена проблема блоков высоковольтного питания с разработкой блоков на 3,5 кв и 2х1000 в.

ПРИБОРЫ ПОСТОЯННОГО ТОНА

Д. Козманн, Д. Шомоди

Разработан прибор "Lin-Log picoammeter", удовлетворяющий всем требованиям реакторной техники. Прибор "Femtoammeter" - один из лучших в мире среди приборов подобного назначения (рис. 5). Его чувстви-



Рис. 5

Фемтоамперметр, разработанный в Отделе автоматизации измерений.

ность: 10^{-15} а, стабильность точки нуля: 0,5%/неделя, на выходе сигнал появляется и в аналоговой форме (+I в, -I в) и в коде ВСП на уровнях TTL. Поскольку прибор "Femtoammeter" одинаково хорошо применим и в Главотделе (например, дозиметрия, исследование продуктов деления) и вне его, планируется передача прибора в серийное производство.

ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПО РЕАКТОРНОЙ ФИЗИКЕ

Д. Мессинг

Успешно закончилась сдача в эксплуатацию импульсного канала учебного реактора БПИ. Разработана и частично изготовлена измерительная система зр-6, состоящая из системы эксплуатационных импульсных каналов и каналов постоянного тока. В рамках советско-венгерского сотрудничества в Дубне введен в эксплуатацию 40-канальный импульсный канал, сконструированный нами.

СТОХАСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

Д. Нозманн, П. Пеллионис, Ф. Славик

Наша деятельность по разработке приборов и измерительных методов стохастического действия, которую мы проводим в рамках очень выгодного для института контракта с МАГАТЭ, была успешной и в 1971 году. Разработан новый метод магнитной нейтронной дифракции, использующий стохастическую спиновую модуляцию. Разработан метод разделения упругого и неупругого рассеяния нейтронов сначала с применением классического-стохастического, впоследствии двойного стохастического прерывателя. Предложен новый метод, позволяющий проводить измерения с помощью стохастического прерывателя на дубнинском импульсном реакторе. Поскольку присутствие интенсивных пиков в спектре, полученном с помощью статистического метода времени полета, ухудшает точность измерения, нами разработан метод фильтрации спектра.

Новый метод, предназначенный для исследования стационарности стохастических процессов с помощью вычислительной машины в режиме "он-лайн", находится пока в стадии разработки. Этот так называемый детектор Колмогорова-Смирнова позволяет за короткое время получать информацию о некоторых изменениях исследуемого процесса. Ожидается, что эту методику успешно можно будет применить как добавочное средство индикации определенных аварийных тенденций реактора.

ПУБЛИКАЦИИ

1. PELLIONISZ, P.: Statistical chopper method for separation of elastic and inelastic scattered neutrons in time of flight experiments. Nuclear Instrum. Methods, 92, 125 /1971/
2. PELLIONISZ, P.: A new equipment for measuring stochastic processes: statistical analyzer. KFKI-Report 71-42
3. PELLIONISZ, P.: Double statistical chopper for the elimination of inelastic scattered neutrons in time of flight experiments. Atomkernenergie /ATKE/ Bd. 17 /1971/ Lfg.4
4. KROB, N., PELLIONISZ, P.: Correlation technique at pulsed neutron sources. KFKI-Report 71-45

ДАННЫЕ

КОНФЕРЕНЦИЯ

Совещание специалистов по разработке развернутой программы исследований на критической сборке типа ВВЭР. Будапешт, 17-23 августа 1971 г.

ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАГРАНИЧНЫЕ КОМАНДИРОВКИ

И. ПАЛМАИ	ОИЯИ, Дубна, СССР	2 года
П. ПЕЛЛИОНИС	Институт им. Ланжевена, Гренобль, Франция	1,5 года
Б. СИГЕТИ	Centro di Studi Nucleari della Casaccia, Италия	1 год
Л. ТУРИ	Danish Atomic Energy Commission Risø Research Establishment, Дания	1 год
Я. ВАЛКО	Danish Atomic Energy Commission Risø Research Establishment Дания	1 год
П. ВЕРТЕШ	Kernforschungszentrum, Karlsruhe, ФРГ	1 год
Й. ВИГАШИ	Kernforschungsanlage Jülich, ФРГ	1 год

ИНОСТРАННЫЙ СТАЖЕР

Саед ЭЛВАКИЛ	ОАР	3 года
--------------	-----	--------

ЛЕКЦИИ, ПРОЧИТАННЫЕ ИНОСТРАННЫМИ ГОСТЯМИ

- Dr. Gabriele TESTA /Centro di Studi Nucleari della Casaccia, Италия/:
Перспективные планы и современное положение итальянской программы по атомной энергии.
- Dr. Padi GRILLO /Centro di Studi Nucleari della Casaccia, Италия/:
Исследования по усовершенствованию ТВЭЛ-ов и по термогидравлике реакторов в рамках плутониевой программы СНЕН.

Christian REICHE /Zentralinstitut für Kernforschung, Rossendorf, ГДР/:
Методы и программы расчета реакторов.

ГЛАВНЫЙ ОТДЕЛ ЭЛЕКТРОНИКИ

Главный отдел электроники является одним из первых отделов института. Главная задача отдела – обеспечение физических экспериментов необходимыми сложными электронными устройствами. Естественно, что для достижения поставленной цели, помимо конструирования новых моделей, необходимо было и их малосерийное производство. Поэтому производственные мастерские всегда имели тесный контакт с отделами, выполняющими исследовательскую работу.

Отдельные периоды истории Главотдела лучше всего характеризуются теми приборами или семействами приборов, которые были созданы в нем. В 1950-х годах на первом плане стояли ядерные приборы: усилители, дискриминаторы, счетчики и т.д. Часть этих приборов стала выпускать впоследствии отечественная промышленность. Второй период можно именовать периодом анализаторов. По инициативе физиков-ядерщиков началось проектирование многоканальных анализаторов. Первый анализатор работал еще на электронных лампах, но в скором времени уже появились транзисторные анализаторы с увеличенным числом каналов. Серийный выпуск анализаторов заставил Главный отдел электроники решать многочисленные технологические проблемы, научиться составлять документацию приборов и т.д. В качестве большого достижения, помимо отличных технических показателей анализаторов, нужно отметить их пригодность для выполнения многих специальных функций (например, измерение различных сигналов в биологических исследованиях). Во второй половине 1960-х годов было выпущено примерно 200 анализаторов, большинство которых введено в эксплуатацию в зарубежных и отечественных исследовательских институтах.

На смену периоду анализаторов пришел период разработки систем обработки данных. В течение этого периода вступило в строй несколько измерительных центров. Измери-

тельный центр реактора централизует измерения по четырем каналам и позволяет проводить исследования с помощью методов амплитудного анализа или измерения времени полета, причем последний метод может быть применен в комбинации с корреляционной техникой. Отдельный измерительный центр служит для решения многопараметровых задач нейтронной спектроскопии. Обработка данных, полученных разными спектроскопическими методами, производится в измерительном центре Отдела физики твердого тела (например, мессбауэровские, ЯМР-спектры и спектры масс-спектрографа). В измерительном центре ускорителя ведется накопление и обработка амплитудных спектров и угловых распределений продуктов ядерных реакций. Все измерительные центры сгруппированы вокруг вычислительного центра, с которым в принципе возможно установление связи через передачу данных по телефонной линии. Вся система связи опирается на систему передачи данных, сконструированную в Главном отделе электроники.

Важным звеном системы обработки данных является универсальная малая вычислительная машина типа "ТРА", которая с начала 1969 года выпускается в небольших сериях для институтских, отечественных и экспортных целей. Машина может управлять физическими экспериментами, накапливать данные, а также работать в режиме универсальной вычислительной машины. Машина обладает высокой надежностью и очень развитой системой математического обеспечения.

Главотдел электроники, помимо решения задач, носящих характер исследования или усовершенствования экспериментальной базы института, принимает заказы и со стороны внешних фирм. Выполнение таких заказов тесно связано с планом развития отечественной техники вычислительных машин и цифровой обработки данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ

РАЗРАБОТКА МАЛЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ МАШИН

Т. Гергей, Я. Бадински, Н. Дади, Я. Богдань, Е. Ре, Ф. Банки, И. Рени, П. Каради, А. Ивани, Э. Нирай, Е. Коречни, Э. Ваш, Н. Кочиш, А. Хорват, Т. Гербе, Н. Ковач, Я. Рошта, М. Женей, Л. Будай, Н. Эбергени

По этим темам работа ведется в двух направлениях. Первое касается малых вычислительных машин типа ТРА-1001, выпускающихся в небольших сериях. Вначале эта машина выпускалась в варианте второго поколения, т.е. на транзисторах, а в текущем году появился вариант этой машины третьего поколения, работающей на интегральных схемах. Это привело к уменьшению габаритов и себестоимости машины и в то же время к увеличению надежности и скорости действия. Для выпуска машины необходимо было решить многочисленные технологические проблемы.

Научные сотрудники выполняют также конструкторскую работу по вычислительной машине нового типа "ТРА-70", которая будет малой быстродействующей машиной с очень эффективной системой команд. В этом году были разработаны основные принципы конструкции и начались работы по организации внутренней структуры машины. Эта многосторонняя работа охватывает теоретическое изучение машин и систем, их математического описания, вопросы внешних устройств и разработку внутренней организации машин в тесной связи с математическим обеспечением.

ПУБЛИКАЦИИ

1. FOKAL 1971 Manual /KFKI ed./
2. SLANG-2 Manual /KFKI ed./
3. SYMBOLIC EDITOR Manual /KFKI ed./
4. FOKAL How to use its interval subroutines /KFKI ed./
5. GERGELY, T.: Analytical self-adjusting control system of teaching. Automatica, 1971. No.2, p. 21
6. GERGELY, T.: Probability models for computer systems. Proc. of the Symposium on Comp. and Aut. ed. by A.E. Laemmel, Polytechnic Press, New York, 1971, p. 115
7. GERGELY, T., YEZHOV, I.I.: Quasi-Markovian series. Studia Scientiarum Mathematicarum Hungarica, 6, 213 /1971/
8. GERGELY, T., YEZHOV, I.I., TSUKANOV, I.N.: On a mass-serving system. Dokladi AN USSR, 33A, 963 /1971/
9. GERGELY, T., MEDVEDEV, V.P.: Investigation of the ergodic properties of digital mass-service system. Theoretical Cybernetics, 1971. No. 3. p. 98

НАКОПЛЕНИЕ ДАННЫХ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ЦЕНТРЫ

Я. Бири, М. Блашовски, К. Тарнаи, Л. Шомлаи, Л. Сани, Г. Резников,
М. Бухмюллер, Л. Шомлаи, К. Цигельман, М. Шандор

В течение года система институтских измерительных центров продолжала расширяться: вступили в строй два новых центра. Первый из них служит для многопараметровых измерений в области нейтронной спектроскопии, а другой — для проведения измерений с помощью реконструированного ускорителя. Он пригоден более всего для измерений амплитудных спектров и угловых распределений. Новой чертой обоих новых центров по сравнению со старыми является то, что здесь, помимо накопления и обработки данных, представляется возможность непрерывно следить за определенными параметрами экспериментальных установок во время измерения и в случае необходимости вносить коррективы. Таким образом машина "ТРА-1001", управляющая экспериментом, в состоянии вмешиваться в процесс измерения с целью выполнения заданной программы и оптимального проведения эксперимента.

Начата разработка системы периферийных устройств "real-time" к машинам третьего поколения, совместимых с системой "САМАС", что оз-

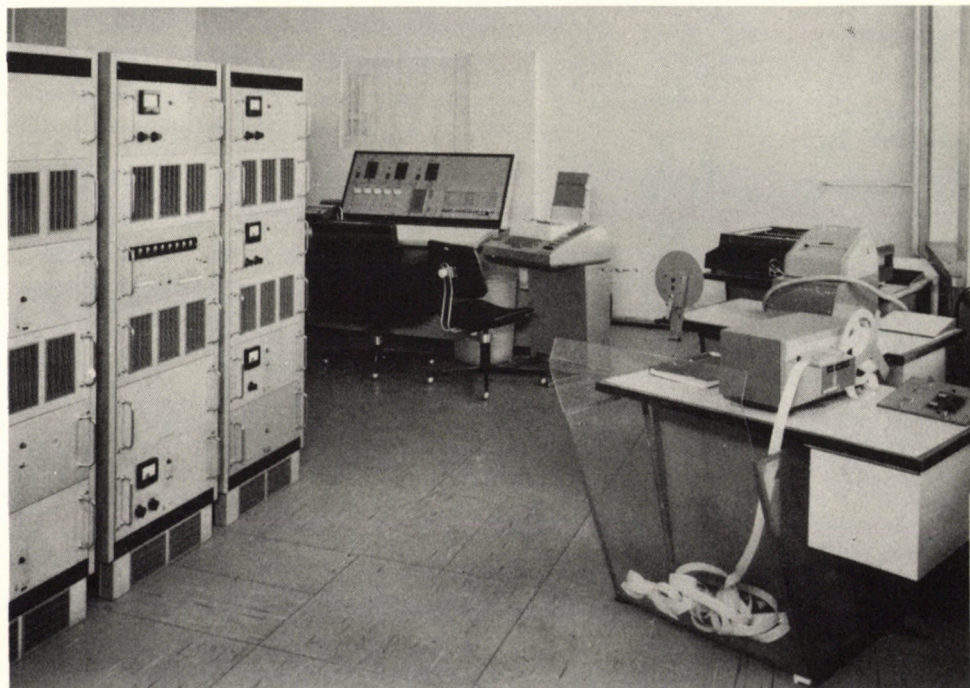


Рис. 1
Измерительный центр при реакторе

начает новое направление темы. Из блоков этой системы простейшим образом можно будет составлять системы для накопления данных или управления любыми процессами.

ПУБЛИКАЦИИ

1. РЕЗНИКОВ, Г., ТАРНАЙ, К.: Быстродействующий аналогово-цифровой преобразователь с высокой разрешающей способностью. Приборы и техника эксперимента № 2, 1971 г.
2. TARNAY, K., REZNIKOV, G.: Simulation of analog-digital conversion by the computer ICT 1905. Proc. of JUREMA, 1971, p. 87

ТЕЛЕОБРАБОТКА ДАННЫХ

Д. Амбрози, Л.Бюргер, Э. Хамза, А. Явор, С. Кене, Т. Разга, Я.Шуян, Э.Вег



Рис. 2

Аппаратура для передачи данных по телефонной линии

Работа, проведенная в текущем году, направлялась на разработку некоторых устройств и на проведение экспериментов по конструкции систем. В рамках указанной работы появились стыкующие устройства, позволяющие, с целью передачи данных, соединять машины "ТРА-1001" и "ТРА/1" и 8-канальный мультиплексер для телекса/телетайпа.

Названная аппаратура позволила построить и испытать созданную для демонстрационных целей 8-канальную микросистему распределения времени. Была выпущена аппаратура передачи данных по телефонной линии типа АНМ I200, разработанная в прошлом году в соответствии с Единой системой вычислительных машин СЭВ-а. В качестве нового круга задач были разработаны общие процедуры и методы симуляции, необходимые для имитации работы сети передачи данных. Эта работа в большой мере способствует конструированию систем цифровых вычислительных машин.

ПУБЛИКАЦИИ

1. VÉGH, E.: A simple recurrent code for time division multiplexing of numerous telex channels. Proc. XVIII. Rassegna Internazionale Elettronica e Nucleare. Roma, 1971. p. 459
2. JÁVOR, A., CSÁKÁNY, A.: Some achievements in the investigation of data transmission networks by using a flexible simulation system. Proc. XVIII. Rassegna Internazionale Elettronica e Nucleare. Roma, 1971, p. 329

СВЯЗЬ ЧЕЛОВЕК-МАШИНА

Ф. Вайда, Ф. Тере, Л.Т. Шандор, Р. Алпар, Э. Вадоц

Целью работы по этой теме является обеспечение непосредственного контакта между машиной и человеком, использующим её.

В этой области проводится исследование новых методов и аппаратуры. В этом году основные результаты достигнуты в области разработки и применения графических устройств представления данных, подключаемых к малым вычислительным машинам. Создан блок согласования между

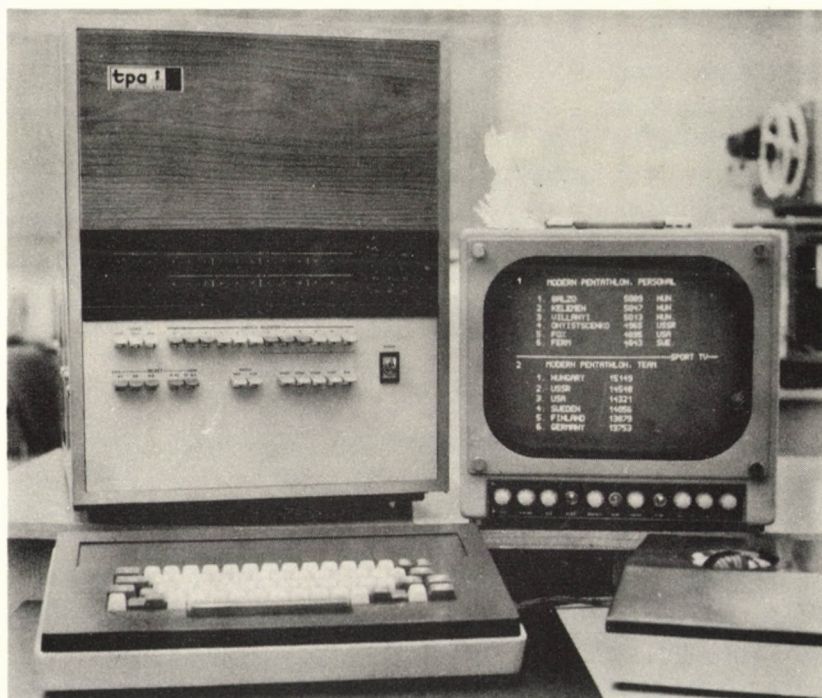


Рис. 3

Алфавитно-цифровое устройство представления данных (дисплей), подключенное к малой ЭВМ типа ТРА/Г

малой машиной 1010В и алфавитно-цифровым устройством представления данных, имеющим большую пропускную способность. Блок согласования осуществляет связь с машиной через прямой доступ к памяти. Были сделаны далее следующие устройства: блок согласования к тра/1, позиционирующий шар, алфавитно-цифровой и функциональный регистр переключения и табло ввода данных в графическом представлении. В связи с внедрением перечисленных устройств проведена большая исследовательская работа по теории сложных систем.

ПУБЛИКАЦИЯ

1. TÖRÖ, F., VAJDA, F.: A simple display system utilizing TV techniques. Proc. XVIII. Rassegna Internazionale Eletttronica e Nucleare. Roma, 1971, p. 255

ЗАПОМИНАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

3. Нитраи, Ю. Кантор, Э. Папани

По этой теме прежде всего проводится усовершенствование памяти с произвольной выборкой на ферритовых кольцах, пригодной для малых вычислительных машин и накопителей данных. За текущий год создано запоминающее устройство к машине тра/1 с временем цикла 1,2 мксек, запоминающее устройство по заказу ОИЯИ с временем цикла 1 мксек, а также аппаратура для проверки запоминающих устройств.

ВНЕШНИЕ ЗАПОМИНАЮЩИЕ МАГНИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

- И. Кевари, К. Бейн, Г. Ваш, Э. Шимон

Перед этой темой стоят следующие задачи: стыковка накопителей на магнитной ленте с системой цифровых вычислительных машин, изготовление оптимальных проверочных программ, определение механических и электрических параметров стыкующих устройств. В этом году группа провела стыковку инкрементального накопителя на магнитной ленте с машиной тра-1001, находящейся в одном из измерительных центров, с целью изучения возможности применения подобных запоминающих устройств на магнитной ленте при односторонней связи. В рамках международного сотрудничества (ГДР и ОИЯИ, Дубна) велись работы по связи большой ЭВМ и тра-1001, а также малых вычислительных машин, управляющих процессами, и магнитной лентой. Исследовалась возможность применения магнитных дисков.

ТЕХНОЛОГИЯ, ВОПРОСЫ КОНСТРУИРОВАНИЯ

Д. Биндер, Й. Жембери, Н. Тобиаш, Й. Микулайчик, А. Хартан,
Н. Тере, Э. Гал, В. Сабо

Производство малых вычислительных машин и сложных цифровых устройств в небольших сериях требует наличия значительной технологической базы. В этом году были изготовлены полуавтоматический конвейер для нанесения слоя меди химическим путем и оптическое устройство для контроля качества отверстий. Разработано высококачественное химическое оловянное покрытие, защищающее от коррозии. Из конструкторских проблем необходимо выделить разработку панели управления для системы визуального воспроизведения (дисплей) и позиционирующего шара.

ДОКЛАДЫ ИНОСТРАННЫХ ГОСТЕЙ

Dr. I.N. HOOTON /Atomic Energy Res., Harwell/
A. LEWIS

The application of CAMAC modules in data collection.

R. KITAI /Mc Master University, Hamilton, Canada/

Electronic research and development at Mc Master University.

H.R. LENMANN /VEB Narva Combinat, Berlin/

Management of an industrial combine.

О.К. НЕФЕДЕВ /Объединенный институт ядерных исследований, Дубна/
Е.В. ШАРАПОВА

Возможности применения дисплейных систем.

И. П. ДРИМАЛИК /Институт кибернетики, Киев/

Методы конструирования вычислительных машин в киевском Институте кибернетики.

Н.В. ЕРМОЛАЕВ /Объединенный институт ядерных исследований, Дубна/
В.И. ЧУЛКОВ

Проблемы обработки данных с помощью малых вычислительных машин.

ГОСТИ ИЗ-ЗА ГРАНИЦЫ

Edgardo Felippo RIVERON Research Institute for
Cybernetics, Havana, Cuba

1,5 года

Perfecto DIPOTET Research Institute for
Cybernetics, Havana, Cuba

6 месяцев

Heinz ВЕНКЕ	Akademie-Werkstätten für Forschungsbedarf, Berlin, DDR	6 месяцев
Ю.И. НЕЧАЕВ	Объединенный институт ядерных исследований, Дубна	3 месяца

ДЛИТЕЛЬНЫЕ ЗАГРАНИЧНЫЕ КОМАНДИРОВКИ

Э. КИНДЗИЕРСКИ	ОИЯИ, Дубна, СССР	2,5 года
Б. ЛЕНДВАИ	"	2 года
М. ШАНДОР	"	2 года
В. РУС	"	2 года
И. ХОРВАТ	"	3 месяца
И. ПИСКЕР	"	2 года
М. САЛАИ		1,5 года
Я. ХАРАСТИ	ОИЯИ, Дубна, СССР	2 года
М. ХАРАСТИ	"	2 года

ОТДЕЛ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

Наш институт имеет значительные традиции в стране в области вычислительной техники; в 1960 г. у нас ввели в эксплуатацию вторую в Венгрии вычислительную машину советского производства Урал I. Итак, ЦИФИ своевременно осознал важность вычислительных машин и стал активно применять их для решения своих задач.

Отдел вычислительной техники возник в 1959 г. для решения задач большого объема, возникающих в отделах института, а также для исследований в области вычислительных методов.

Очень скоро машина Урал I — как количественно, так и качественно — уже не могла справляться со всеми математическими задачами, возникающими в институте. Мощность машины оказалась маленькой, и поэтому со всей очевидностью встали трудности применения её системы программирования.

Машина Урал I проработала в отделе примерно 5 лет. С её помощью было решено столько вычислительных задач, сколько может решить нынешняя институтская машина IСТ 1905 примерно за 1 день. И все же нельзя недооценивать роль машины Урал I в внедрении и развитии вычислительной культуры в институте.

В 1966 и 1967 гг., в два приема, был реализован план, направленный на удовлетворение потребностей института в вычислительной технике: фирма IСТ поставила электронную вычислительную машину IСТ 1905, которая тогда была в стране вычислительной машиной с самой большой мощностью.

Сама машина и медленные периферийные устройства начали работать с сентября 1966 г., а в 1967 г. комплекс машины был расширен 6^ю блоками магнитной ленты.

С 1969 г. в нашем отделе работает малая вычислительная машина типа ТРА 1001, к которой, помимо медленных

периферий для перфоленты, относятся также один блок магнитной ленты и один графопостроитель.

В 1969–70 гг. в ЦИФИ были созданы hardware и software, необходимые для связи двух машин, и с тех пор организация работы, протекающей в вычислительном центре, основана на системе, состоящей из двух машин.

Система вычислительных машин ВЦ ЦИФИ представлена следующим комплексом (рис. 1):

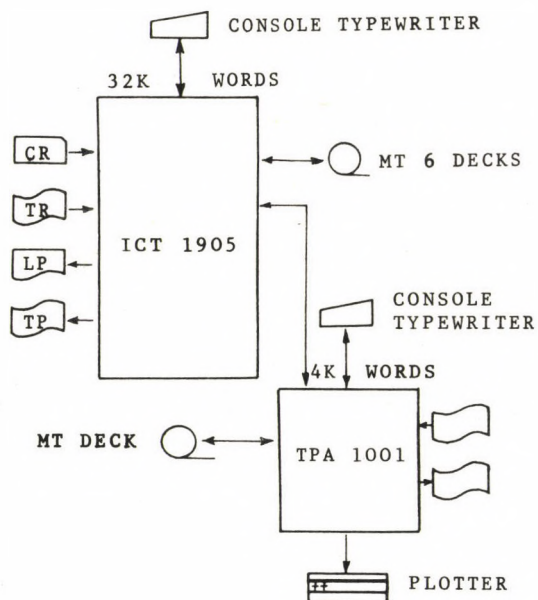


Рис. 1
Центральная система ЭВМ ЦИФИ

ИСТ-1905

Оперативная память - 32 768 слов (размер слова 24 двоичных разряда).

6 блоков магнитной ленты
 2 считывающих устройства с перфоленты
 2 перфорирующих устройства на перфоленту
 I алфавитно-цифровое печатающее устройство
 I считывающее устройство с перфокарт
 I консольная машина
 Скорость действия машины - 100 000 операций/сек

ТРА-1001

Оперативная память - 4096 слов (размер слова 12 двоичных разрядов).

I блок магнитной ленты
 I считывающее устройство с перфоленты
 I перфорирующее устройство на перфоленту
 I графопостроитель
 I телетайп

РЕЗУЛЬТАТЫ

Главной задачей Отдела вычислительной техники является высококачественная техническая и математическая эксплуатация институтского центрального парка вычислительных машин. Это означает, что участие отдела в решении других заданий должно соответствовать тем силам, которые останутся после выполнения главной задачи. Отдел участвует в Центральной программе по Вычислительной технике и в исследовательском задании преимущественной важности Академии наук ВНР, озаглавленной "Применение вычислительной техники". Итак, согласно вышеуказанному, исследовательская работа отдела сгруппирована вокруг следующих трех тем:

- а) техническая и "software" эксплуатация центрального парка вычислительных машин института;
- б) применение методов вычислительной техники;
- в) развитие математического обеспечения машин и разработка программных систем.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
МАШИН ИНСТИТУТА

Н. Банати, Т. Беке, Л. Майор

Деятельность Отдела вычислительной техники по "hardware" эксплуатации проводится на системе, состоящей из машин 1СТ 1905 и ТРА 1001. Целью этой работы являются эксплуатация центрального парка вычислительных машин с большим коэффициентом полезного действия и поддержание соответствующего технического уровня машины.

Соответственно поставленной цели проводится постоянная профилактика, периодический капитальный ремонт машины, разработка вспомогательных устройств, служащих для повышения технического уровня эксплуатации, согласование и введение в строй новых устройств.

Система двух вычислительных машин работала непрерывно. Коэффициент полезного действия комплекса 1СТ 1905 за 10 месяцев 1971 г. составляет 92,18%, а к.п.д. центрального устройства 99,36%. Надо отметить, однако, что достижение таких показателей на машине, эксплуатируемой более пяти лет, требует значительно большего труда, чем требовалось для этого несколько лет назад.

"SOFTWARE" ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПАРКА ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ
МАШИН ИНСТИТУТА

И. Иваньеш, Э. Ловаш, И. Мезе, М. Визи

Организация работы системы, состоящей из машин 1СТ 1905 и ТРА 1001, облегчается благодаря операционной системе Y. Операционная система Y служит для обработки отлаживаемых программ, написанных на языках алгол и фортран. Это означает, что исправление, перевод и счет этих программ производятся и управляются соответствующей программой, входящей в операционную систему.

Те программы, которые обрабатываются операционной системой Y, хранятся на исходном языке на магнитной ленте. Их совокупность называется набором программ на исходном языке. Поскольку для экономной обработки требуется считаться с порядком хранимых программ, операционная система работает в режиме "batch" (рис. 2). Это означает, что каждая программа не обрабатывается отдельно по всем трем стадиям, а сначала все программы исправляются, потом переводятся, переведенные программы записываются на магнитную ленту и, наконец, проводится счет программ по порядку их записи.

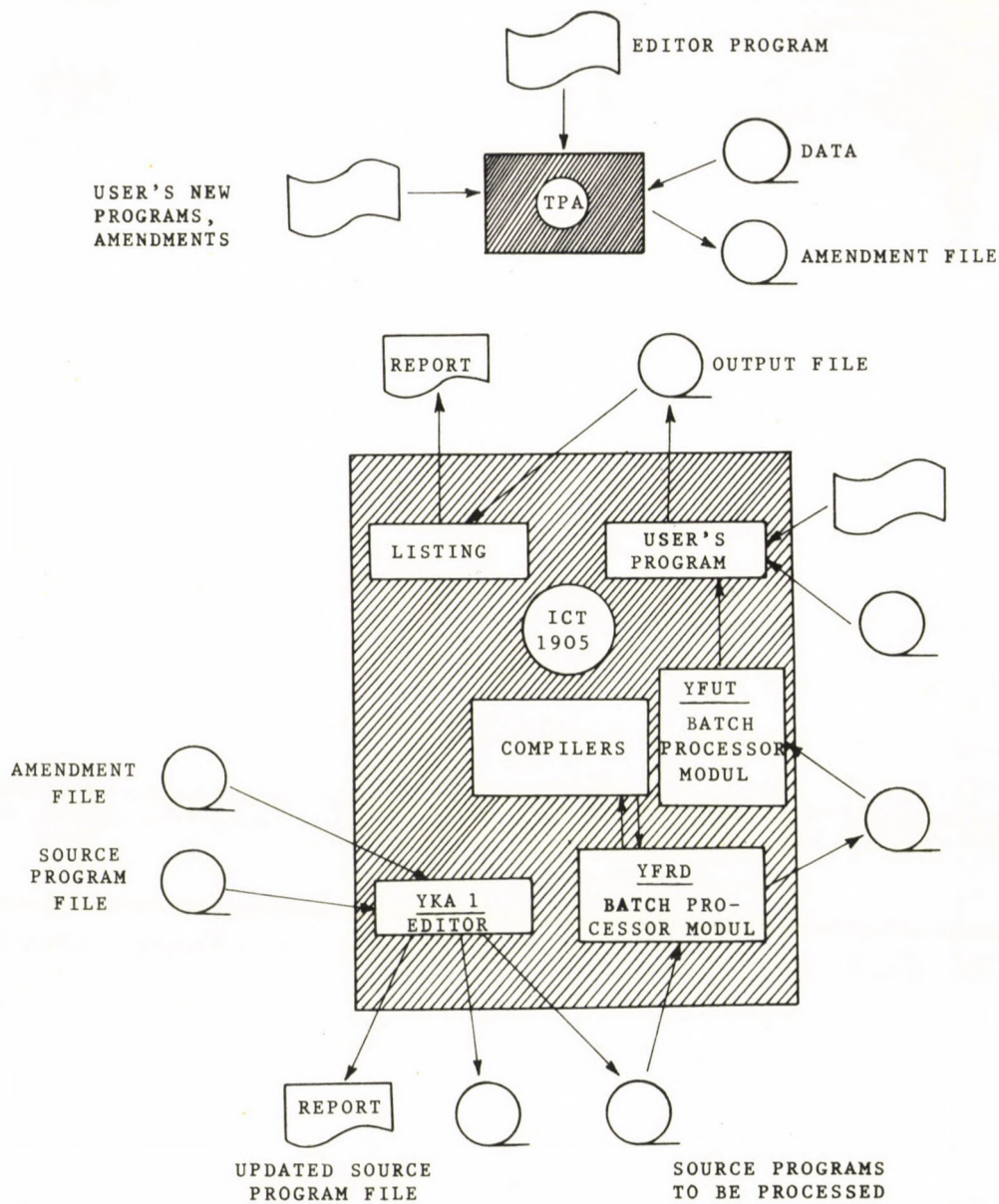


Рис. 2

Оперативная система Y batch

Операционная система γ состоит из следующих трех программ:

I. Editor modul /YKA1/

Эта программа производит запоминание, исправление и подготовку программ, написанных на исходном языке. Набор программ на языках алгол и фортран, используемый в вычислительном центре, хранится на магнитных лентах (в так называемых накопителях данных). Программа yka1 производит обновление (редакцию) "активного" набора программ на так называемом основном накопителе ("активный" набор включает программы, которые использовались в последнее время), подготавливает программы к трансляции и осуществляет необходимую передачу данных между основным и запасным накопителем (запасной накопитель содержит программы, которые длительное время не использовались).

С помощью программы YKA1 можно производить следующее:

- занесение новой программы в основной накопитель;
- исправление программы, находящейся в основном накопителе;
- стирание программы с основного накопителя;
- получение копии программы на перфоленте;
- подготовка программы к трансляции.

Обновление накопителей проводится на машине ICT, а подготовительная работа, требующая медленнodelствующей периферийной передачи в большом количестве и частого вмешательства оператора, происходит на машине TRA.

2. Программа управления трансляцией "batch" (YFRD)

Программа управляет серийным переводом программ на языках алгол и фортран, обрабатываемых операционной системой γ , и выполняет следующие функции: перевод программ, подготовленных к переводу, с помощью соответствующей транслирующей программы без вмешательства оператора, согласно пожеланиям программиста, задаваемым с помощью так называемой вводной информации; осуществление наиболее экономичного занесения транслированных программ в память; подготовка к счету.

3. Программа управления счетом "batch" (YFUT)

Программа управляет серийным счетом переведенных и собранных на магнитной ленте программ. Программы, переведенные и собранные на магнитной ленте в процессе предыдущих операций, по очереди загружаются в оперативную память машины. Программа в значительной мере уменьшает потери

времени, возникающие при смене программ, выдает сообщения для оператора на консольной пишущей машине и требует минимального вмешательства оператора, поскольку большая часть работы выполняется автоматически.

Расширение операционной системы Y на использование системы машины ИСТ-ТРА способствует лучшему использованию возможностей машины ИСТ 1905, поскольку операции медленных периферийных передач данных и действия оператора выполняются на малой вычислительной машине ТРА. В течение года расширение и испытание в рабочих условиях первой фазы усовершенствованной операционной системы Y, включающей те операции, которые больше всего требуют периферийной передачи и действий операторов, успешно выполнены. Согласно опыту, накопленному во время испытаний, машинное время ИСТ 1905, затрачиваемое на первую фазу обработки программ, сокращается на 40% благодаря применению машины ТРА.

Второй областью применения системы ИСТ-ТРА является ввод и преобразование данных с помощью ТРА и последующая их передача на машину ИСТ для дальнейшей обработки.

Для выполнения этой задачи сделано несколько программ соответственно структуре вводной и выводной информации. Ввод информации в ТРА осуществляется либо с перфоленты, либо с помощью системы регистрации данных на магнитной ленте "MAGDA NZ 607".

Применение двойной системы в качестве накопителя данных производилось при испытании системы "КФКИ TIME SHARING MINTANALBZAT" (модель для работы с разделенным временем), сделанной в Главном отделе электроники.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКЕ,
ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ, ТЕОРИЯ ИНФОРМАЦИИ

Б. Геллаи, Ч. Хегедюш, Н. Нулчар, Д. Кетел, А. Ли, Н. Мартон, М. Зимани

Первоочередной задачей группы является применение численных методов для решения математических задач, возникающих при физических исследованиях, проводимых в институте. Результаты работы представлены в форме стандартных программ, сделанных для библиотеки программ ЦИФИ. Были сделаны программы для решения следующих задач: численное определение сферических функций Бесселя, Ханкеля, Неймана, определение корней и полюсов комплексных функций, обращение обобщенных матриц, численные квадратуры.

Теоретические исследования проводились в области линейной алгебры, теории информации и теории меры.

Разработаны новые методы обращения обобщенных матриц и предложены новые способы определения собственных значений и собственных векторов комплексных матриц.

Обобщая результаты Пинскера и Галлагера, доказаны теоремы кодирования для источников, определенных с помощью доверительных критериев, для таких случаев, при которых доверительные критерии допускают ошибку синхронизации. Доказано далее, что определение меры на сетках, при выполнении некоторых условий можно обобщить на наименьшую σ -сетку, содержащую сетку, на которой определена мера.

ИЗУЧЕНИЕ МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

И. Хорват

С целью облегчения ориентации научных сотрудников в специальной литературе и поддержки исследовательской работы в нашем институте и в других исследовательских институтах страны в прошлом году началась разработка методов обработки и хранения данных публикаций специальной литературы при помощи вычислительных машин. Магнитные ленты, содержащие данные по физике, электронике и вычислительной технике, поступают от компании INSPEC (Information Service in Physics, Electrotechnology, Computer and Control) и от Chemical Abstract Service. Программа, обрабатывающая данные публикаций, т.е. производящая отыскание данных публикаций с определенной тематикой и вывод их на печатающее устройство, разработана Отделом вычислительной техники.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСНЫХ ПРОГРАММ И ПРОЦЕДУР ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЗАДАЧ

Ч. Хегедюш, Н. Кулчар, Д.Л. Надь, Л. Поч

Для обработки данных различных физических экспериментов, накопленных в многоканальных анализаторах, в сотрудничестве с другими отделами института была создана единая комплексная программа. Отдельные процедуры комплексной программы производят следующие операции: запись данных измерений на магнитную ленту, направление данных, представление данных на АУПУ или на графических рисующих устройствах, аппроксимация кривых разными функциями (в случае гамма-спектров суперпозиций кривых Гаусса, а в случае Мессбауэровских спектров суперпозиций кривых Лоренца). Для определения начальных параметров, необходимых для наложения кривых, в случае кривых Гаусса программа применяет метод Рутти (применение вторых производных), а в случае кривых Лоренца программа производит преобразование Фурье с выбором соответствующей фильтрующей функции. Комплексная программа дополнена процедурой, производящей калибровку энергии гамма-спектров.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

И. Гладких, И. Хорват, М. Иваньеш, Д. Леч, И. Мезе, М. Надь, Э. Вист,
М. Зимани, Э. Ловаш

Ознакомление с методами листов и макропроцессоров обосновало применение в 1971 г. современных методов усовершенствования математического обеспечения. На машине ICT 1905 был применен простой макропроцессор трансляции специальных языков, развитых для конкретных задач. На основе статьи Вейценбаума было создано представление языка Symmetric List Processor (SLIP), не зависящего от сорта машины, для машин CDC 3300 и ICT 1905.

Значительная часть работы по усовершенствованию математического обеспечения была направлена на создание системы математического обеспечения малой электронной вычислительной машины VIDEOTON 1010/B, производимой по французской лицензии заводом VIDEOTON (Секешфехервар, Венгрия).

В рамках сотрудничества с предприятием INFELOR был разработан план единой системы математического обеспечения VIDEOTON Data Oriented System (VIDOS) для указанной малой вычислительной машины. При разработке было необходимо учесть то обстоятельство, что машина будет иметь широкую область применения, поэтому, кроме решения задач экономического управления, обработки информации на предприятиях, машина должна быть приспособлена также к проведению небольших научных и технических расчетов. А применение машины в качестве накопителя данных потребовало создания возможности работы машины в режиме мультипрограммирования.

В связи с указанной выше работой проводится разработка единой системы математического обеспечения. Завершена программа загрузки и распределения, сделана подробная схема программы перевода языка ASA FORTRAN и проводится разработка других программ.

Для испытания и проверки программ системы VIDOS была создана программа-симулятор, которая имитирует на машине ICT 1905 принцип действия машины VT 1010/B. Программа обладает целым рядом возможностей, облегчающих испытание программ системы и нахождение ошибок.

Помимо имитации работы машины VT 1010/В эта программа выполняет также функции некоторых служебных программ (CHARGEUR, LOADER, SORTI, VINER, ASTROL).

ПУБЛИКАЦИЯ

МАРТОН, К.: Асимптотика ϵ -энтропии дискретных стационарных источников. Проблемы передачи информации, 7, № 2 3-15 /1971/.

ТЕХНИЧЕСКИЙ ГЛАВОТДЕЛ

Деятельность в этой области началась с момента основания института и, таким образом, имеет двадцатилетнюю традицию. В первые годы существования института необходимые экспериментальные средства создавались в мастерских лабораторий, располагающих небольшим персоналом. С развитием исследовательской работы стало необходимым создание более крупных и сложных средств исследования: установок, изготовление которых превосходило возможности мелких технических единиц.

Поэтому 10 лет назад было решено создать Технический главотдел. Концентрация инженеров-конструкторов и значительного количества квалифицированных рабочих обеспечило лучшее удовлетворение растущих потребностей. А с целью выполнения эксплуатационных или ремонтных работ на экспериментальной аппаратуре в каждом отделе сохранились небольшие технические силы.

Технический главотдел является центральной технической базой института, которая удовлетворяет все растущим потребностям исследовательских отделов в более сложных работах, носящих разрабатывающий или производственный характер. За последние 5 лет деятельность главотдела расширилась в направлении создания и сбыта комплексных лабораторий, состоящих из отдельных экспериментальных установок, которые применимы и в других исследовательских учреждениях или в промышленных лабораториях. В последнее время завершена работа над двумя аппаратами подобного типа: мессбауэровская установка и лаборатория активационного анализа с нейтронным генератором.

Блок управления движением источника мессбауэровского спектрометра типа № 255 позволяет задавать скорость движения источника в области 0 ± 30 см/сек со стабильностью $0,1\%$ за время измерения в 10–12 часов. В вакуумной печи, имеющей форму диска, температура образца меняется от 20°C

до 800°C с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$. Кроме этого, спектрометр имеет следующие части: специальная стойка, вакуумная система, криостаты, держатель детектора и электронная измерительная система. Два экземпляра спектрометра действуют в нашем институте, два — в Чехословакии, а один — в ОАР.

Лаборатория активационного анализа располагает генератором нейтронов типа NA-2. Нейтроны с энергией $14,7\text{Мэв}$ образуются в ядерной реакции $3\text{T/d, n/}^4\text{He}$. Эта энергия достаточна и для активации кислорода. Максимально достигаемый эксплуатационный ток на образце составляет 1 ма , чему соответствует выход нейтронов 10^{10} нейтрон/сек. Максимальное напряжение ускорения 120 кв . Пневматическая система, служащая для транспортировки, является удвоенной, что позволяет одновременно подвергать облучению и образец, и контрольный препарат. Максимальный вес образца 50 пондов при средней скорости в 10 м/сек . В случае применения измерительной системы для конкретной задачи (например, определение кислорода), система снабжается трехканальным аналоговым измерительным блоком типа НК-214А, а в случае применения её для общих лабораторных целей система расширяется многоканальным анализатором типа NTA-512, что позволяет получать спектры, пригодные для математической обработки с помощью вычислительной машины. Минимальное количество определяемого вещества зависит от конкретного элемента и составляет $50\text{--}300\text{ мкг}$. Лаборатории активационного анализа с нейтронным генератором работают в следующих местах: две лаборатории в ЦИФИ, одна на комбинате в г. Дунауйварош, одна в Институте геофизики, две в Чехословакии и одна в ОИЯИ (Дубна). Нейтронные генераторы типа NA-2, сделанные для решения самостоятельных задач, работают в следующих местах: два генератора в Венгрии, два в Польше, один в СССР и по одному в Чехословакии, Бразилии и ГДР.

РЕЗУЛЬТАТЫ

АППАРАТУРА ДЛЯ ФИЗИКИ ТВЕРДОГО ТЕЛА

Л. Мужнаи, И. Петер, Э. Киш, Э. Шерф, Л. Вархалми, Б. Хорват, Ф. Чонка

В течение года завершено несколько установок для нейтронной физики. Одна из них — новый диффрактометр нейтронов — позволяет установить угол измерения с точностью до $0,01^{\circ}$. Механическим движением

управляет электронная система, допускающая программное управление. Совместная наладка механических частей с электронной автоматикой производилась уже в 1971-ом году при реакторе с помощью нейтронного пучка. Специальная вакуумная печь с гониометром для монокристаллов позволяет проводить измерения при высоких температурах, вплоть до 800°C.

К универсальным лабораторным магнитам, изготовленным раньше, изготовлен прибор, способный двигаться в трех направлениях, для измерения однородности магнитных полей. Сделан форвакуумный насос для газа ^3He мощностью в 3 м³/час. Производство титановых насосов мощностью в 100 л/сек и необходимого к ним блока питания очень важно для тех областей исследования, в которых необходимо иметь вакуумный объем без паров масла.

Сделан первый экземпляр аппарата, производящего проволочную память.

Как выдающееся техническое достижение 1971-го года в области аппаратуры для твердотельных исследований необходимо отметить создание лабораторного экземпляра цифрового индикатора угла поворота с 3600 делениями и с точностью в $0,1^\circ$, позволяющего выдачу 600 кодированных цифр в секунду.

ХИМИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА

И. Петер, Й. Нэмет, И. Хорват, Э. Шерф, Й. Варади, Л. Вархалми

Для химических исследований по оптической спектроскопии: первый экземпляр спектролюминометра, "досковая" модель лазерного рамановского монохроматора и основные экземпляры устройства гелиевого охлаждения образцов.

В 1971-ом году завершен новый вариант лаборатории активационного анализа с помощью быстрых нейтронов с энергией 14 Мэв, которая снабжена усовершенствованным генератором нейтронов типа на-3, а пневматическая почта и полная измерительная система служат для быстрого проведения автоматических измерений высокой точности. Такая лаборатория установлена сначала в Дубне, а впоследствии в Ханое. Крупным техническим результатом в 1971 году является создание усовершенствованного генератора нейтронов на-3. Увеличено время жизни мишени и ионного источника, улучшена устойчивость работы и упрощено обращение с генератором. Максимальное значение тока мишени 1 ма, а выход нейтронов достигает значения $5 \cdot 10^{10}$. Вакуумная система с титановым насосом увеличивает время жизни мишени в два раза.

АППАРАТУРА ДЛЯ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

Б. Хорват, И. Петер, М. Салок, Э. Ниш, Л. Хазнете

После реконструкции генератора Ван-де-Граафа типа EG-2R в этом году проводилось расширение экспериментального зала. Из механических работ, необходимых для расширения, завершены магнит и ионные каналы.

Для проведения ядерно-физических исследований в 1971-ом году разработаны и введены в строй несколько сорбционных насосов, позволяющих получить форвакуум до 10^{-4} мм рт.ст. без загрязнения парами масла.

АППАРАТУРА ДЛЯ ФИЗИКИ РЕАКТОРОВ

Л. Мужнаи, И. Бенце, В. Пробалд, Р. Шмидт, Й. Нэмет, Б. Эгри

В прошлом году продолжались конструкторские и производственные работы, необходимые для создания критической сборки ZR-6. Часть работы переходит на 1972 год, хотя уже в этом году изготовлен и испробован в Техническом главотделе сервомеханизм защиты, приводящий в движение защитные стержни весом 10 кг. Сделан пульт управления экспериментального реактора, сделаны и испытаны аварийные клапаны, служащие для защитных целей. При разработке последних использовались конструкции, полученные из ГДР.

На основе экспериментов, проведенных в этом году, сконструирован чувствительный уровнемер, позволяющий измерять уровень воды в реакторе с точностью 0,02 мм.

Для реакторной техники сконструирована система охлаждения термогидравлического контура с тепловой мощностью 2 Мвт.

АППАРАТУРА ДЛЯ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

И. Месарош

В прошлом году продолжалось усовершенствование счетчика, снимающего показания со всего тела.

Проводились конструкторские работы по ингаляционному спектрометру аэрозольного генератора. Сначала будет изготовлен генератор и, соответственно накопленному на нем опыту, будут продолжаться дальнейшие работы.

В рамках усовершенствования семейства приборов для забора аэрозольных проб были улучшены конструкции стабильного, переносного, измерительного и личного приборов взятия аэрозольных проб.

Вес личного аэрозольного прибора 1 кг, а батарея позволяет проводить 10 часовую непрерывную работу. Поверхность фильтра $4,9 \text{ см}^2$.

АППАРАТУРА ДЛЯ ФИЗИЧЕСКОЙ ОПТИКИ

А. Шуйовски, Л. Хазкете, Л. Вархалми

Одним из созданных аппаратов является сверхвакуумный напылитель, в рабочем объеме (диаметром 320 мм) которого с помощью диффузионного и титаново-сублимационного насоса после вымораживания жидким азотом, но без отжига, достигается вакуум 3×10^{-9} торр за 2 часа, а после 11-и часового отжига при температуре 200°C можно достичь вакуума в 2×10^{-10} торр. (Рис. 1. Сверхвакуумный напылитель). Однако изготовление электронной пушки, необходимой для напылителей, переходит на 1972 год.

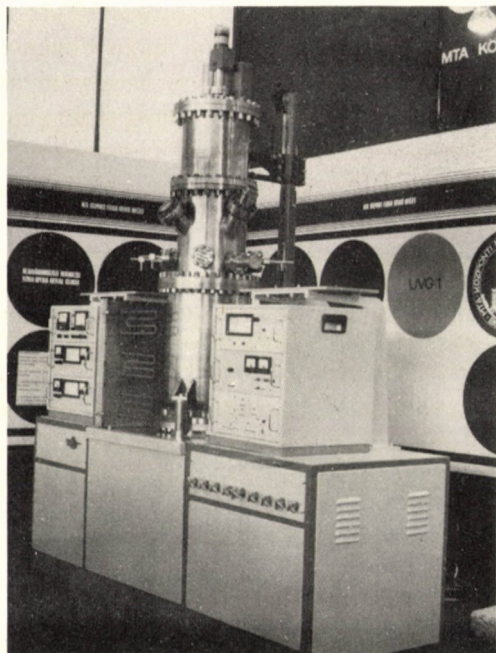


Рис. 1
Сверхвакуумный напылитель

соответствии с основной конструкцией регулировка положения магнитной фольги с диаметром 250 мм осуществляется с помощью пневматического устройства с точностью до 5-7 микрон.

Вторым аппаратом, созданным в этой же области, является установка "атомного пучка". В настоящее время разработан план, подготовлены конструкционные чертежи и документация для производства.

Изготовлен блок питания, обеспечивающий быстрый запуск и устойчивую эксплуатацию лазеров.

МЕХАНИЧЕСКИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ЭЛЕКТРОНИКИ
Р. Надь

Технический отдел обеспечивает механическими деталями вычислительные машины тра и анализаторы с записанными программами. Изготовлены 6 штук плоских памяти, то есть таких магнитных фольговых запоминающих устройств, которые могут запоминать информацию в одном блоке 16 К, а это соответствует 250 000 информации. В

БИБЛИОТЕКА И ИЗДАТЕЛЬСКИЙ ОТДЕЛ

Центральная библиотека института была основана в 1953-ем году. На нынешнем месте она находится с 1960-го года. Задачей библиотеки является накопление публикаций и литературы, соответствующей деятельности института, главным образом – в области физики, а также и в некоторых областях химии, математики, электроники и машиностроения.

Библиотека имеет 40.000 книг, 13.000 томов периодической литературы и примерно 40.000 препринтов.

Кроме полной коллекции венгерской научной литературы в библиотеке имеется основная литература на английском, русском, немецком и французском языках. Ежегодно количество книг увеличивается на 2.500 томов. Еженедельно выпускается список новых поступлений для информации исследовательских лабораторий.

На весь фонд книг имеются алфавитный и предметный каталоги. Созданы специальные каталоги для материалов конференций по месту проведения конференций и для многотомных изданий.

Количество периодических изданий ежегодно увеличивается примерно на 1.000 томов, 825 из них поступают по постоянному заказу (по подписке). Для облегчения ориентации в периодической литературе составлен алфавитный ретроспективный каталог этой литературы.

Материал библиотеки препринтов увеличивается ежегодно примерно на 4.000 изданий, и почти все из них поступают по обмену с лабораториями всего мира. Коллекция состоит из научных препринтов, ежегодных изданий и диссертаций. Нахождение единиц коллекции производится с помощью каталога, обрабатываемого при посредстве вычислительной машины. Еженедельно выпускается список новых материалов для обеспечения быстрой информации читателей.

За 1971 год отдел ввел в эксплуатацию два новых типа обслуживания SDI, основанных на вычислительной технике и применяющие "Chemical Abstract Condensates" и публикации INSPEC, получаемые на

магнитной ленте, с целью помочь научным сотрудникам института следить за текущей литературой в их области.

В библиотеке имеются специальный зал для справочников и каталогов и два читательных зала. Новые книжные и журнальные поступления находятся на полках читального зала.



Рис. I
Читальный зал

Хорошо оборудованная фотолаборатория и группа фотокопирования удовлетворяют потребностям по приготовлению фотокопий.

Библиотека поддерживает широкий обмен материалами с отечественными и зарубежными техническими библиотеками. Адреса важнейших технических и специальных библиотек включены в почтовые списки Издательского отдела. Издательская деятельность отдела началась в 1953-ем году

изданием "KFKI közlemények" (Сообщения Центрального института физических исследований), появляющихся периодически до 31-го декабря 1970 года. Деятельность отдела росла вместе с ростом института и в настоящее время отдел располагает машинопечатной, переплетной, типографической, копировальной, издательской секциями и группой переводчиков. Отдел выпускает препринты, отдельные сообщения, публикующие научные результаты института, материалы конференций, каталоги и инструкции по эксплуатации приборов, а также и другие материалы, изготовленные с помощью множительного аппарата.



Рис. 2
Часть справочного отдела библиотеки



Kiadja a MTA Központi Fizikai Kutató Intézet

Felelős kiadó: Pál Lénárd igazgató

Technikai szerkesztő: Nagy Imréné

Készült: 1000 példányban

HESZ Nyomda

