

NOTIZIARIO G. N. S. M.

GRUPPO NAZIONALE STRUTTURA DELLA MATERIA
DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE

Fisica degli atomi, delle molecole e degli stati condensati

ANNO II - n. 4 - OTTOBRE 1967

Comitato di redazione:

F. BASSANI - Università di Pisa
G. BOATO - Università di Genova
L. GIULOTTO - Università di Pavia

Direttore Responsabile:

G. LANZI - Istituto di Fisica Generale -
Università di Pavia - Telef. 34341-2-3-4

Reg. Trib. Pavia n. 137 del 25 luglio 1966

SPEDIZIONE IN ABBONAMENTO POSTALE - GRUPPO 4°

* Le informazioni contenute in
questo notiziario sono a
disposizione della Stampa *

Ordine e disordine nella ricerca scientifica

L. Giulotto - Istituto di Fisica dell'Università - Pavia.

Ritorniamo ancora sull'organizzazione e sui diversi sviluppi della ricerca scientifica nel dopoguerra allo scopo non dico di completare il precedente articolo, poichè l'argomento è terribilmente vasto, ma semplicemente per aggiungere alcune informazioni e alcuni dati.

Quando mi ero accinto a scrivere l'articolo comparso nel precedente numero di questo Notiziario, questo secondo non era previsto. Speravo allora di potermi procurare in un tempo ragionevole dati sufficienti per un confronto abbastanza significativo fra gli sviluppi dei vari settori della ricerca in Italia e all'estero. Le difficoltà incontrate sono state tuttavia superiori al previsto, così che ho dovuto rimandare la presentazione di alcuni dati, i quali per giunta non possono certo essere considerati completi ed esaurienti.

A mia giustificazione vorrei esporre brevemente la mia teoria sul disordine. Mi sembra che il disordine si possa distinguere in disordine di prima specie e in disordine di seconda specie. E' disordine di prima specie quello che si crea per cause naturali, non controllate. Esso può perciò in qualche modo collegarsi al principio dell'aumento dell'entropia. Per esempio il disordine che regna sul mio tavolo e nei miei cassetti è un disordine di prima specie. Esso non è in generale tanto grave che io non riesca, con un po' di pazienza, a ritrovare le carte che mi interessano.

Ma supponiamo che un bello spirito, durante la mia assenza, metta in disordine le mie carte e le mescoli abilmente allo scopo di impedirmi di ritrovarle. Mi sarà allora assai più difficile venirne a capo. Si tratterebbe infatti di un caso limite di disordine di seconda specie, che potrebbe dunque definirsi come un disordine creato a bella posta da esseri intelligenti. Questa definizione contiene però, appunto perchè si riferisce a un caso limite, una certa contraddizione in termini. E' infatti assai improbabile che persone intelligenti operino al solo scopo di creare del disordine. Anche il disordine creato dagli uomini può avere infatti una sua logica, anche se complicata e di difficile interpretazione. Un disordine che appare tale da un punto di vista generale, se è di seconda specie, esaminato da vicino si manifesta per lo più come costituito da ordini locali diversi, più o meno complessi e in parte sovrapposti.

Un quadro press'a poco di questo genere è quello che si presenta a chi cerca di approfondire l'esame della situazione della ricerca scientifica in Italia. Tuttavia anche all'estero, sia detto questo a nostra parziale consolazione, l'organizzazione della ricerca scientifica non corrisponde in generale a quella che ci si potrebbe immaginare come la più semplice e la più razionale.

LA TEORIA DELLE DIMENSIONI CRITICHE E I PERICOLI CHE ESSA COMPORTA PER L'UNIVERSITÀ

Scorrendo l'ultima relazione del Presidente del CNR sullo stato della ricerca scientifica e tecnologica in Italia si rimane alquanto impressionati dal notevole numero di enti, organizzazioni e iniziative che si occupano della ricerca scientifica. Uno squilibrio che appare abbastanza evidente, e che è già stato più volte notato, consiste in un impegno relativamente eccessivo dello Stato italiano per la partecipazione a iniziative internazionali (33,7 miliardi nel 1966) rispetto alla spesa sostenuta complessivamente dallo Stato per la ricerca scientifica (139,5 miliardi compresa la partecipazione a iniziative internazionali).

La relazione del CNR, benchè assai ricca di dati, può tuttavia considerarsi solo come una base di partenza per chi voglia accingersi all'ardua impresa di svolgere indagini più approfondite. Per esempio dalla relazione del CNR nessun dato è possibile ricavare sulla distribuzione, diciamo così, geografica dei fondi per la ricerca allo scopo di accertare se esistono, come in realtà esistono, degli squilibri regionali. Mi sembra che sarebbe pure molto interessante un confronto fra gli sviluppi relativi dei vari settori della ricerca in Italia e all'estero, allo scopo di accertare se nel nostro paese esistono, come in realtà esistono, notevoli squilibri settoriali. Solo il CNR, o eventualmente il costituendo Ministero per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica, potrebbero avere la competenza e i mezzi per svolgere indagini di questo genere, che sarebbero di estrema utilità ai fini di una più razionale distribuzione dei fondi per la ricerca nel nostro paese. Se questo fosse già stato fatto, certo avrei potuto risparmiarmi la fatica di svolgere io stesso un'indagine necessariamente incompleta, anche perchè a un singolo professore mancano i mezzi ed anche l'autorità per svolgere un'inchiesta su vasta scala.

Riprendendo in considerazione la complicazione veramente un po' eccessiva che esiste specialmente nel nostro paese nel campo della ricerca, mi sembra che essa può essere attribuita in parte a diverse esigenze organizzative nei diversi settori della ricerca, in parte al fatto che ci troviamo in una fase evolutiva ed in parte anche al prevalere di interessi particolari su interessi di carattere più generale. Ciò non sarebbe un gran male se, trovandosi l'organizzazione della ricerca appunto in una fase evolutiva, vi fossero indizi che ci muoviamo verso una sistemazione più razionale e più equa. Forti dubbi sorgono tuttavia in proposito se si esamina il disegno di legge concernente la costituzione del Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica, dal quale affiora qua e là una teoria alquanto pericolosa, quella cioè delle dimensioni critiche. Secondo questa teoria (rif. 8a dell'appendice, pag. 9) « per lo sviluppo di una attività di ricerca ad un livello soddisfacente esiste una dimensione critica, una soglia minima, variabile in funzione dei diversi settori scientifici, al di sotto della quale tale attività non può produrre risultati di rilievo, specie ai fini applicativi ». Ora mi sembra veramente che in Italia si insista un po' troppo su questi concetti, che, eccettuati alcuni campi particolari, fra i quali specialmente quello delle particelle elementari, hanno una validità molto relativa. Si hanno infatti anche al giorno d'oggi notevolissimi esempi di risultati scientifici importanti ottenuti con mezzi modesti. Per esempio Alfred Kastler, al quale è stato assegnato il premio Nobel per la fisica per il 1966, ha sempre lavorato con mezzi molto modesti, specialmente se paragonati con quelli di cui dispongono al giorno d'oggi molti laboratori di fisica. Sempre limitandomi al campo della fisica, sul quale posso avere una qualche maggiore informazione, potrei portare numerosi altri esempi di ottimi risultati ottenuti sia all'estero che in Italia presso laboratori che non dispongono di grandi attrezzature. Ciò non significa naturalmente che buona parte dei nostri laboratori non richiedano opportuni adeguamenti nelle loro attrezzature. D'altra parte occorre tener presente che anche un istituto di ricerca di dimensioni molto grandi, dotato di molti mezzi e di molto personale potrebbe non costituire l'ambiente ideale per il lavoro di ricerca quando non riuscisse a contemperare la sua burocratizzazione con alcune fondamentali esigenze di libertà di iniziativa.

Ma la teoria delle dimensioni critiche appare veramente pericolosa quando essa viene usata, come traspare dal disegno di legge per il Ministero della Ricerca, per preparare il terreno alla relegazione in una specie di limbo della grande maggioranza degli istituti universitari, limbo dal quale se ne salverebbero solo alcuni pochi. Per esempio a un certo punto del disegno di legge (rif. 8a, pag. 10) si afferma: « La prima di tali deficienze (di carattere organizzativo) risiede nel numero limitato di organismi di ricerca dotati di quella dimensione minima o critica dal punto di vista finanziario, del personale addetto e delle attrezzature, al di sotto della quale le attività di ricerca non possono produrre risultati « nuovi » a livello internazionale, stante gli enormi progressi che tali attività compiono in tutto il mondo e la sempre maggiore difficoltà di portare un contributo importante all'acquisizione di nuove conoscenze. Al di sopra di tale dimensione si pongono alcuni soltanto dei 2.000 istituti universitari (Istituti di fisica nucleare, istituti di chimica organica, cliniche mediche ecc.); alcuni istituti ed enti dipendenti da Amministrazioni dello Stato (Istituto Superiore di Sanità, Centri del Ministero della Difesa ecc.); infine il CNEN con i propri laboratori. Per quanto riguarda il CNR, si può affermare che l'ente contribuisce in misura fondamentale a far raggiungere ad alcuni istituti universitari tale dimensione, provvedendoli di personale e di fondi; tra i laboratori che da esso dipendono va ricordato tra l'altro, per l'organizzazione in dimensioni « ottime », il laboratorio di Genetica e Biofisica di Napoli ».

Così, con notevole disinvoltura si liquidano circa 2.000 istituti universitari come incapaci di produrre risultati « nuovi » a livello internazionale, senza probabilmente essersi preoccupati di dare almeno un'occhiata all'enorme produzione scientifica che ogni anno esce da questi istituti, per poterla valutare in base al suo reale valore e non semplicemente in base a criteri aprioristici basati sul presupposto delle dimensioni critiche.

In realtà è proprio grazie soprattutto al lavoro che si svolge negli istituti universitari che la scienza italiana è ancora abbastanza apprezzata all'estero. Senza dubbio molto è dovuto ai contributi del CNR in favore degli istituti universitari. Ma di tali contributi sembra che gli estensori del disegno di legge si rammarichino. Infatti in esso si legge fra l'altro (rif. 8b, pag. 9):

« Tuttavia, per il numero eccessivo, le minime dimensioni e le carenze organizzative illustrate in precedenza, gli istituti universitari, anche se rafforzati da personale e finanziamenti assegnati dal CNR, non hanno potuto, salvo lodevolissime eccezioni, predisporre programmi di ricerca di sufficiente impegno, tali da assorbire i fondi che avrebbero potuto essere resi disponibili: di qui il fenomeno della formazione di cospicui residui attivi ».

A commento di queste affermazioni possiamo osservare che i programmi di ricerca, se possono risultare utili da un punto di vista amministrativo, in pratica sono assai difficili da stabilire, specialmente a lunga scadenza, in quanto la ricerca, proprio per la sua stessa natura, presenta sempre degli aspetti imprevedibili. E la difficoltà di predisporre programmi è in generale tanto maggiore quanto più lontana è la strada che si vuole percorrere da quella già percorsa da altri, cioè quanto più originale è il lavoro di ricerca.

La formazione di residui attivi, che nel disegno di legge viene imputata alle piccole dimensioni e alle carenze organizzative degli istituti universitari, in realtà, per quanto posso esserne informato, è dovuta essenzialmente ad altre cause, quali i ritardi burocratici, i ritardi delle ditte fornitrici (che molto spesso son necessariamente ditte estere) ai ritardi dovuti al trasporto e agli sdoganamenti ed anche a una certa prudenza amministrativa da parte di chi non ha la certezza che le sovvenzioni verranno rinnovate in tempo nei successivi esercizi. Nulla in realtà vi sarebbe di più facile, anche per un istituto male organizzato, ma che abbandonasse ogni criterio di prudenza, che spendere o impegnare ingenti somme in poco tempo.

E' possibile che i giudizi poco favorevoli e alquanto sbrigativi sulla ricerca universitaria, quelli citati ed altri che si trovano nel disegno di legge, siano stati ispirati in parte da una certa moda che si è instaurata da qualche tempo di bistrattare le nostre università. Sembra tuttavia abbastanza evidente lo scopo a cui mira la teoria delle dimensioni critiche: quello di continuare a dare poco a chi ha avuto poco per poter dare sempre di più a chi ha avuto molto. E non sembra nemmeno molto difficile indovinare quali possono essere i principali sostenitori della teoria. Fra le numerose istituzioni per la ricerca che abbiamo ormai nel nostro paese, forse sarebbe opportuno istituire anche un Ministero per la difesa dei professori tranquilli, che compiono efficacemente il loro dovere senza agitarsi troppo e che costituiscono la grande maggioranza dei professori universitari.

COME SUDDIVIDERE LA RICERCA FISICA IN SETTORI?

Sembra dunque in via di sviluppo la tendenza italiana a concentrare sempre più in poche mani buona parte dei mezzi per la ricerca. Questa tendenza, manifestatasi dapprima nel campo della fisica, sta ora delineandosi anche in altre discipline. Nessuno mette in dubbio che certe ricerche comportano un notevole impiego di mezzi e di ricercatori. Volendo rimanere nel campo della fisica, specialmente le ricerche sulle particelle

elementari richiedono oggi impegni assai gravosi. Tuttavia il fenomeno della concentrazione di notevoli mezzi in poche mani è in Italia assai più considerevole di quanto ragionevolmente potrebbe essere e un pò più disordinato dello stretto necessario, attuandosi per lo più non tramite i competenti organi del CNR, ma attraverso interazioni dirette in sede politica. La concentrazione di ingenti mezzi in poche mani, quando non è strettamente necessaria, dà luogo a vari inconvenienti, poichè chi dispone di larghi mezzi può imporre facilmente i propri gusti in fatto di ricerca, togliendo o limitando la libertà di iniziativa ai singoli gruppi e creando così forti squilibri fra i diversi settori della ricerca.

I fisici italiani che hanno avuto occasione di recarsi all'estero o che hanno avuto rapporti di collaborazione con colleghi stranieri hanno avuto netta l'impressione dell'esistenza di forti squilibri settoriali fra la nostra fisica e quella dei paesi scientificamente e industrialmente più progrediti. Di tali squilibri si discute ormai da qualche tempo negli ambienti della fisica italiana. Tuttavia una loro valutazione quantitativa urta contro notevoli difficoltà.

La vecchia nostra tradizione di classificare la quasi totalità dei fisici italiani semplicemente come fisici sperimentali (o generali) e fisici teorici non facilita certo il compito di chi volesse cercare di stabilire un confronto con la situazione in altri paesi.

Nel caso della fisica dunque, più che a una suddivisione in base alle denominazioni delle cattedre di fisica nelle nostre università, dobbiamo riferirci a una suddivisione in base ai campi di ricerca che effettivamente vengono coltivati. Un modo di classificare la fisica, abbastanza spesso adottato dai fisici nucleari, consiste nel suddividerla in fisica delle alte energie, fisica delle basse energie e fisica delle bassissime energie. Sull'opportunità o meno di adottare queste denominazioni, che per i fisici hanno un ovvio significato, mi sembra molto istruttivo il seguente episodio, realmente accaduto, e riferito da Kastler nel suo discorso di chiusura al Colloquio Ampère che ha avuto luogo a Lubiana lo scorso anno.

Alcuni anni fa un ministro di un paese asiatico visitava Saclay e si faceva presentare due giovani ricercatori del suo paese, un giovanotto e un signorina, chiedendo loro in quale campo della fisica essi lavoravano. « Nel campo delle alte energie » disse il giovane. « Molto bene » rispose il ministro. « Nel campo delle basse energie » rispose la ragazza. « Signorina, disse il ministro, voi siete veramente troppo modesta ». Kastler, dopo aver riferito l'episodio, commentava: « Chissà che cosa avrebbe detto il ministro di noi che lavoriamo nel campo delle bassissime energie ».

Il dialogo sopra riferito fra il ministro e i due ricercatori costituisce un esempio tipico dei malintesi che possono nascere nei colloqui fra politici e scienziati. Diverse certamente sarebbero state le reazioni del ministro se qualcuno gli avesse spiegato in precedenza che la fisica delle alte energie non è la branca della fisica che si occupa delle bombe atomiche e all'idrogeno e delle centrali nucleari, come probabilmente egli riteneva, ma invece quella che si occupa delle particelle elementari, cioè un settore della fisica di alto interesse scientifico, ma lontano dalle applicazioni pratiche, che non prevede niente di pericoloso per l'umanità (tranne forse le spese che comportano i programmi di ricerca con le grandi macchine acceleratrici).

La fisica delle basse energie, che era tenuta in così scarsa considerazione dal ministro in visita a Saclay, è invece proprio quella che comprende, fra le più note sue applicazioni pratiche, le bombe atomiche e lo sfruttamento pacifico dell'energia nucleare.

La fisica delle bassissime energie, comprendente tutta la rimanente fisica, riveste pure una notevole importanza dal punto di vista applicativo. Basti ricordare, fra i settori in cui l'interesse applicativo è preminente, l'elettronica e la parte strumentale dell'ottica con i loro più recenti sviluppi. Inoltre appartengono alla fisica cosiddetta delle bassissime energie importanti campi dell'indagine moderna, come la fisica dello stato solido, che presenta pure grande interesse applicativo specialmente nello studio delle proprietà dei semiconduttori, dei metalli, delle leghe metalliche e dei materiali magnetici.

In conclusione, al fine di evitare eventuali malintesi da parte di lettori non iniziati, sembra sconsigliabile suddividere il campo della ricerca fisica in fisica della alte, delle basse e delle bassissime energie.

Nella nostra indagine che, per non aggravare eccessivamente il nostro compito, abbiamo limitato alla ricerca fondamentale, noi abbiamo adottato una suddivisione del campo della ricerca fisica in sottocampi quale si va affermando da alcuni anni specialmente negli Stati Uniti, anche se in maniera non sempre univoca. Più precisamente il criterio di suddivisione da noi adottato corrisponde a quello di un articolo comparso lo scorso anno su *Physics Today* (4) nel quale la ricerca fisica fondamentale è suddivisa nei seguenti sottocampi:

- atomi e molecole (cioè fisica atomica e molecolare)
- solidi (cioè fisica dello stato solido e degli stati condensati)
- nuclei (cioè fisica dei nuclei o fisica nucleare delle basse energie)
- particelle elementari (altrimenti chiamata fisica nucleare delle alte energie)
- astrofisica (comprendente anche l'astronomia)
- plasm

In una tale suddivisione non compare esplicitamente la fisica teorica, la quale tuttavia può per lo più classificarsi secondo lo stesso criterio. La classificazione da noi adottata corrisponde all'incirca anche a quella secondo la quale i lavori pubblicati sul « *Physical Review* » vengono suddivisi per argomenti negli indici che compaiono alla fine di ogni annata. Qualora si volesse prendere in considerazione anche la fisica applicata, vari altri sottocampi andrebbero aggiunti, come la elettronica, l'ottica, l'acustica ecc. (vedi per esempio i riferimenti 1 e 3 in appendice).

SQUILIBRI SETTORIALI NELLA FISICA ITALIANA

Il confronto con l'estero è stato da noi limitato agli Stati Uniti, non solo per la posizione preminente che quel paese ha in campo scientifico, ma anche perchè per gli Stati Uniti, meglio che per altri paesi, ci sono noti gli sviluppi relativi raggiunti dai diversi settori della ricerca fisica attraverso i risultati di alcune indagini condotte qualche anno fa.

Le fonti di informazione da noi consultate sugli sviluppi relativi dei vari settori della ricerca fisica fondamentale negli Stati Uniti e in Italia sono elencate in appendice con alcuni commenti sulle fonti stesse e sul grado di approssimazione dei dati che abbiamo potuto ricavarne, in modo da facilitare il compito di chi desiderasse approfondire l'indagine. Abbiamo creduto opportuno, almeno per ora, sintetizzare i risultati essenziali da noi raccolti con le due fig. 1 e 2, che riportano solo

dati relativi, tralasciando dati numerici assoluti che, specialmente per quanto riguarda la situazione italiana, sarebbero affetti da errori non del tutto trascurabili, non essendoci stato possibile completare in maniera del tutto soddisfacente la nostra indagine. Tuttavia, essendo i rapporti settoriali fra la fisica USA e quella italiana nettamente diversi, le deficienze della nostra indagine non possono essere considerate tali da alterare sensibilmente il significato di un confronto quale esso appare dalla osservazione delle figure 1 e 2.

In fig. 1A e 1B sono rappresentati i fondi per i diversi settori della fisica fondamentale negli Stati Uniti, relativi all'anno 1963, ma raccolti negli anni 1964 e 1965. La fig. 1A è relativa ai finanziamenti complessivi del governo federale e delle industrie, mentre la fig. 1B si riferisce ai soli finanziamenti del governo federale.

In fig. 1C sono rappresentati i contributi dello stato italiano relativi ai diversi settori della ricerca fisica fondamentale. Essi sono stati da noi ottenuti tenendo conto dei contributi del Ministero della Pubblica Istruzione, del CNR e del CNEN e del contributo dello Stato Italiano al CERN. Si è cercato di tener conto della parte di fisica fondamentale che si svolge presso il CISE e in qualche modo anche dei contributi che ritornano in Italia tramite l'Euratom e che vengono utilizzati per la fisica fondamentale.

Per poter giungere ai dati di fig. 1C è stato necessario adottare alcuni criteri abbastanza approssimativi, ai quali si accenna in appendice. La fig. 1C, che si riferisce, come si è detto, al contributo statale, può essere considerata in pratica come riferentesi al finanziamento globale italiano per la fisica fondamentale (stato più industria) potendosi considerare il contributo delle nostre industrie alla ricerca fisica fondamentale trascurabile rispetto a quello statale. I dati di fig. 1C, che riguardano il nostro paese, possono quindi essere confrontati, a seconda del criterio che si vuole adottare, sia con quelli di fig. 1A che con quelli di fig. 1B che si riferiscono agli Stati Uniti. Da tale confronto appaiono evidenti alcune grosse sproporzioni. Per esempio la fisica dello stato solido e la fisica atomica e molecolare, considerate in rapporto a tutta la fisica fondamentale, risultano percentualmente circa tre volte e mezzo meno finanziate in Italia che negli Stati Uniti se si considerano i soli contributi statali e circa quattro volte e mezzo meno finanziate se si considerano i contributi dello Stato e delle industrie. Se poi il confronto viene limitato fra la fisica dello stato solido e molecolare e la fisica delle particelle elementari, troviamo che in Italia per la fisica dei solidi e molecolare lo svantaggio nei rapporti fra i rapporti sale a circa sei se si considerano i soli contributi statali e a circa dieci se consideriamo anche i contributi dell'industria. Pure molto svantaggiata nei finanziamenti appare la fisica dei solidi e molecolare italiana rispetto alla fisica dei plasmi.

La fig. 2, analogamente alla fig. 1, si riferisce al personale ricercatore negli Stati Uniti e in Italia. Gli squilibri che si possono rilevare sono simili a quelli che si hanno per i finanziamenti. I dati di fig. 2C, che si riferiscono all'Italia, si possono confrontare sia con quelli di fig. 2A che con quelli di fig. 2B, che si riferiscono agli USA, essendo nel nostro paese il numero dei fisici impiegati nell'industria che si occupano di ricerca fondamentale in numero molto piccolo rispetto a quelli dipendenti dallo Stato.

La nostra indagine dunque, benchè alquanto approssimativa, permette di stabilire, anche con qualche dato numerico sui rapporti, che in Italia la fisica atomica e molecolare e la fisica degli stati condensati si trovano enormemente svantaggiate rispetto allo sviluppo raggiunto dalla fisica italiana nel suo complesso e in particolare rispetto a quello raggiunto nel settore delle particelle elementari.

Questa situazione appare veramente preoccupante anche perchè i dati più recenti mostrano che gli squilibri da noi rilevati tendono piuttosto ad aumentare che a diminuire.

Molto ci sarebbe da dire al fine di meglio illustrare il danno che anche dal punto di vista economico e sociale oltre che da quello scientifico può derivare al nostro paese da un così grave squilibrio. Ci limitiamo qui ad osservare che i contributi percentuali dell'industria privata negli Stati Uniti per i diversi settori della ricerca fisica fondamentale (come del resto si potrebbe ricavare facilmente dai dati delle fig. 1A e 2A) sono i seguenti: 45% per la fisica dello stato solido e degli stati condensati; 17% per l'astrofisica; 14% per i plasmi; il 13% per la fisica atomica e molecolare. Il contributo dell'industria privata in USA è pressochè nullo per la fisica delle particelle elementari e per la fisica dei nuclei (rif. 4, pag. 28). È stato inoltre calcolato che il costo della ricerca negli Stati Uniti per anno e per ogni singolo PhD. è di 21.000 dollari per la fisica atomica e molecolare, di 36.000 dollari per la fisica dello stato solido e di 160.000 dollari per la fisica delle particelle elementari (rif. 4, pag. 27).

La conclusione che possiamo trarre è che in Italia si sono gravemente trascurate proprio quelle branche della ricerca fisica fondamentale che sono fra le meno costose e che destano il maggior interesse da parte dell'industria americana.

La causa più diretta degli squilibri da noi rilevati va ricercata in analoghi squilibri esistenti nelle nostre Università. Per esempio secondo un'inchiesta americana del 1964 (rif. 2, pag. 64 e 68) nelle Università americane in grado di attribuire il titolo di PhD. il rapporto fra il numero dei professori specializzati in fisica dei solidi e molecolare e il numero dei professori specializzati in particelle elementari è circa 3. Nelle nostre Università l'analogo rapporto è circa 1/2.

Fra le cause che hanno determinato questi squilibri nel nostro paese già si è accennato nel precedente articolo alla creazione dell'Istituto nazionale di fisica nucleare (che in realtà, più che un istituto, è un'associazione di istituti) e a quella di centri di ricerca specializzati in particelle elementari come il CERN e Frascati senza che si provvedesse parallelamente a sostenere altri campi della fisica di alto interesse scientifico e tecnologico.

Le cause più remote vanno ricercate soprattutto nell'influenza indiretta che la figura di Fermi ha avuto sullo sviluppo della fisica italiana nel dopoguerra. L'essersi egli dedicato nell'ultimo periodo della sua attività di ricerca a questioni riguardanti le particelle elementari è stato interpretato spesso in Italia quasi come un suo testamento scientifico. A parte ogni considerazione sull'opportunità o meno che la fisica italiana tragga ispirazione ormai così remota, non va dimenticato che proprio Fermi, prima di occuparsi di particelle elementari, aveva portato fondamentali contributi in altri campi, fra i quali in primo luogo la fisica oggi chiamata dello stato solido e la fisica molecolare.

Era naturale che Fermi nei primi anni del dopoguerra incominciasse a rivolgere il suo interesse specialmente verso la fisica delle particelle elementari, che appariva allora il campo più promettente di nuove conquiste scientifiche. Tuttavia, considerando la molteplicità degli interessi scientifici di Fermi e i suoi importanti contributi in quasi tutti i campi della fisica, mi sembra che, se un insegnamento dobbiamo trarre dalla sua vita e dalla sua opera di scienziato, esso sia piuttosto quello di dedicarci ai problemi che di volta in volta ci sembrano più fecondi di sviluppi, seguendo la nostra inclinazione e il nostro intuito più che la moda del momento o il favore delle circostanze.

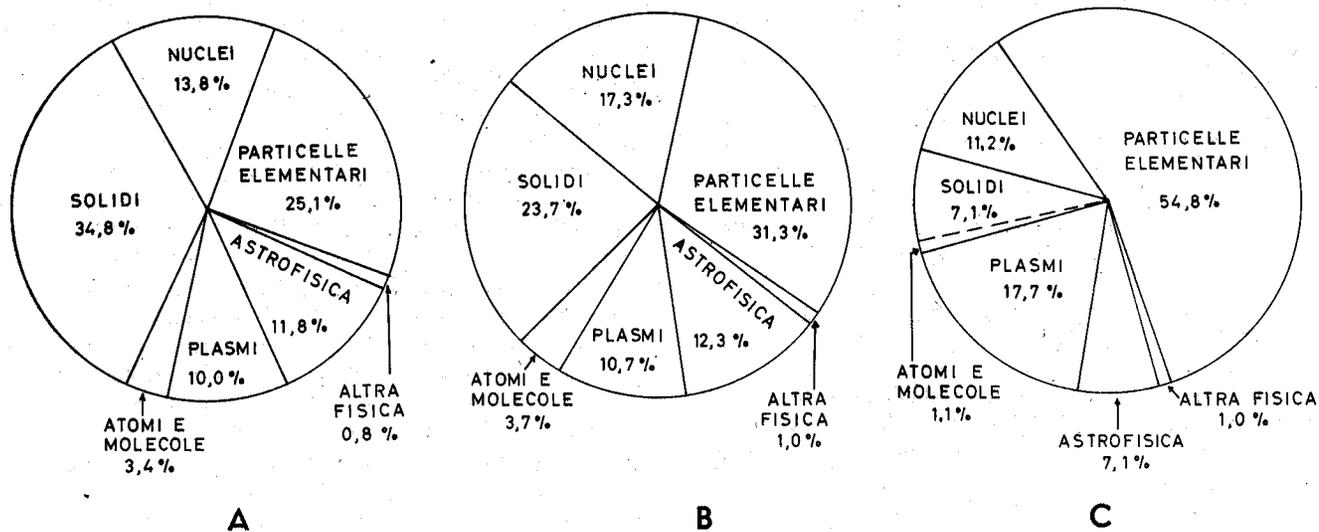


Fig. 1 - Finanziamenti percentuali negli Stati Uniti e in Italia per i diversi settori della ricerca fisica fondamentale: A, Stati Uniti, finanziamenti totali del governo federale e dell'industria; B, Stati Uniti, finanziamenti del solo governo federale; C, Italia, finanziamenti dello Stato (che rappresentano anche praticamente i finanziamenti totali).

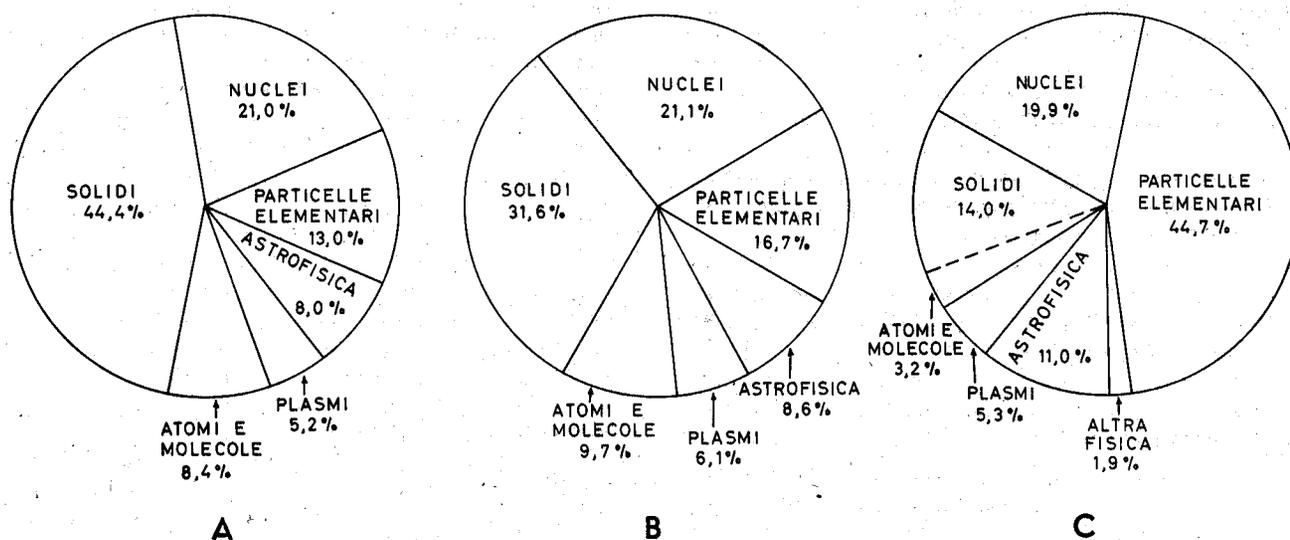


Fig. 2 - Distribuzione percentuale del personale ricercatore fra i diversi settori della ricerca fisica fondamentale: A, Stati Uniti, personale retribuito dallo Stato o dalle industrie; B, Stati Uniti, personale retribuito dallo Stato; C, Italia, personale retribuito dallo Stato (che rappresenta anche praticamente il personale totale). I dati di fig. 2B sono meno attendibili di quelli originali di fig. 2A, perchè desunti da una loro rielaborazione.

APPENDICE

Sulla situazione della ricerca scientifica e della ricerca fisica in particolare negli U.S.A. e in Italia sono state consultate le seguenti pubblicazioni:

1. - Physics: Education, Employment, Financial Support, AIP, N.Y. 1964.
2. - Physics Manpower 1966 - Education and Employment Statistics, AIP, N.Y., 1966.
3. - S. Barisch: Some results of the 1962 Physics Roster, Physics Today vol. 17, april 1964, pag. 48, AIP, N.Y.
4. - Outlook for US Physics: Physics Today vol. 19, april 1966, pag. 23, AIP, N.Y.
5. - Ministero della Pubblica Istruzione: Ruoli di Anzianità del personale insegnante delle Università e degli Istituti Superiori d'Istruzione, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma 1966.
6. - Camera dei Deputati: Relazione Generale sullo Stato della Ricerca Scientifica e Tecnologica in Italia, 1966 (Relazione del Presidente del Consiglio Nazionale delle Ricerche), Stabilimenti tipografici Cart. Colombo, Roma.
7. - Consiglio Nazionale delle Ricerche, Comitato Nazionale per le Scienze Fisiche: Relazione Generale sulle Iniziative Scientifiche promossa dal Comitato Nazionale per le Scienze Fisiche nel periodo 1/7/1963-30/9/1965, Vol. 1-5.
8. - Disegno di legge per la Costituzione del Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica. In questo articolo si fa riferimento alla edizione apparsa in due fascicoli della Rivista « La documentazione italiana », anno VIII n. 16 del 16 febbraio 1967 (a) e anno VIII n. 17 del 20 febbraio 1967 (b). Una edizione ciclostilata del documento è reperibile presso il C.N.R.
9. - I.N.F.N. - Rapporto d'Attività Scientifica 1966, a cura del Servizio per le informazioni al pubblico dell'I.N.F.N.
10. - G. Tagliaferri: Le prospettive di occupazione dei laureati in fisica; Giornale di Fisica della S.I.F. vol. 5 n. 3 pag. 167, 1964, Ed. Zanichelli - Bologna.
11. - Relazioni provvisorie del Convegno « La Ricerca Industriale per l'Italia di Domani » tenutosi a Milano presso la FAST nel giugno 1967.

Le informazioni sulla ricerca fisica negli Stati Uniti sono state dedotte dalle pubblicazioni 1-4.

Le pubblicazioni 1 e 2 (che sono state precedute da una analoga pubblicazione del 1962) sono state edite, con l'appoggio della National Science Foundation, dall'American Institute of Physics (AIP), che è una federazione di sette società americane nel campo della fisica. Il volume dal titolo « Physics: Education, Employment, Financial Support » del 1964 (1) porta i risultati di una inchiesta relativa a diversi anni fino al 1963 sull'insegnamento della fisica negli U.S.A., sull'impiego dei fisici e sul finanziamento delle ricerche in fisica. Il volume dal titolo « Education and Employment Statistics » del 1966 (2), oltre a

informazioni sull'insegnamento della fisica nelle scuole medie e superiori, porta numerosi dati che arrivano fino agli anni 1964 e 1965 sulla distribuzione dei fisici secondo le specializzazioni e sul loro impiego. Particolarmente interessanti alcuni dati sui campi di ricerca dei professori di fisica nelle Università americane. La pubblicazione 3 ripresenta in forma più sintetica alcuni dati contenuti nella pubblicazione 1.

Molto utile per la nostra indagine si è rivelata la pubblicazione 4 che presenta una sintesi dei risultati di una inchiesta svolta durante gli anni 1964 e 1965 da una commissione di diciotto membri, presieduta da George E. Pake sulla ricerca fondamentale in fisica, escludendo la ricerca applicata. I dati riportati riguardano i finanziamenti sia del Governo federale che dell'Industria e la specializzazione dei fisici nei vari settori.

I dati sulla ricerca fisica in Italia sono stati dedotti principalmente dalle pubblicazioni 5-10 e in buona parte anche attraverso informazioni private. Mentre i dati da noi raccolti sulla situazione della fisica negli U.S.A. si riferiscono per lo più all'anno 1963, la maggior parte dei dati italiani che abbiamo potuto raccogliere si riferisce al 1965.

L'unica fonte di informazione italiana abbastanza precisa a nostra disposizione, che ci ha permesso di attribuire i finanziamenti per la fisica ai diversi settori in base ai programmi di ricerca, è costituita da un notevole lavoro svolto dal Comitato per la fisica del C.N.R. sotto forma di relazione generale in cinque volumi (7).

I dati riguardanti il personale universitario che svolge ricerca nei diversi settori della fisica è stato dedotto, per mancanza di più precise informazioni, semplicemente in base al numero delle cattedre di fisica specializzate nei vari campi della ricerca, dando alle cattedre stesse un peso opportuno. Con analogo criterio il finanziamento per la fisica del Ministero della Pubblica Istruzione, quale è indicato nella Relazione C.N.R. (6) è stato suddiviso nei diversi settori.

I dati riguardanti la fisica fondamentale finanziata dallo Stato italiano al di fuori dell'amministrazione universitaria e del C.N.R. sono stati desunti per lo più da informazioni private. Per quanto riguarda i Laboratori del C.N.E.N., si è tenuto conto solo di quello di Frascati, mentre, nei limiti della nostra approssimazione, si è ritenuto di poter omettere quella parte di fisica fondamentale che si svolge presso altri Laboratori del C.N.E.N. e presso laboratori dipendenti da Ministeri.

Nel complesso i dati riportati in fig. 2, che riguardano il personale, sono da considerarsi un po' più incerti di quelli riportati in fig. 1, che riguardano i finanziamenti. I dati di fig. 1A, 1B e di fig. 2A sono stati ricavati direttamente dall'articolo « Outlook for US Physics » (4). I dati di fig. 2B sono stati da noi desunti dallo stesso articolo, nell'ipotesi che i finanziamenti delle industrie americane presso le Università siano trascurabili rispetto a quelli dei laboratori di ricerca delle stesse Industrie. I dati di fig. 2B sono alquanto discordanti da quelli, che si possono ricavare dal volume « Physics: Education, Employment, Financial Support » (1) o dall'articolo di S. Barisch (3), trattandosi di due inchieste condotte con criteri diversi.

Per quanto riguarda la fisica italiana, i dati sulla fisica dei solidi e quelli sulla fisica atomica e molecolare sono stati ricavati per lo più complessivamente. Le linee tratteggiate di fig. 1C e 2C rappresentano perciò solo una probabile separazione fra i due settori corrispondenti.

Ringrazio vivamente la dott. A. Gerosa per il valido aiuto datomi in questo lavoro di indagine.

Rapporto sulla visita di una delegazione del GNSM - CNEN nell'Unione Sovietica

(17 - 28 aprile 1967)

G. Caglioti (CNEN - Ispra), **G. Chiarotti** (Università di Roma), **A. Ferro** (Università di Torino), **G. Nardelli** (Università di Milano), **A. Paoletti** (CNEN - Casaccia), **E. Polacco** (Università di Pisa), **F. P. Ricci** (Università di Roma).

Nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra il CNEN e il comitato statale per l'utilizzazione della energia nucleare dell'URSS (Goskomitet), una delegazione scientifica del GNSM e del CNEN si è recata, dal 17 al 28 aprile nell'Unione Sovietica per visitare alcuni laboratori operanti nel campo della fisica dello stato solido.

La delegazione era costituita dai professori Caglioti, Chiarotti, Ferro, Nardelli, Paoletti, Polacco, Ricci e dal dottor Ferrini della Divisione Affari Internazionali del CNEN.

Sono stati visitati, nell'ordine, i seguenti laboratori:

- Istituto Internazionale per le Ricerche Nucleari, Dubna;
- Istituto Fisico Tecnico A. F. Joffe, Leningrado;
- Istituto dei Semiconduttori, Leningrado;
- Istituto Metalli Ferrosi, Mosca;
- Istituto Fisico dell'Accademia delle Scienze dell'Ucraina, Kiev;
- Istituto Fisico Tecnico dell'Accademia delle Scienze dell'Ucraina, Kharkov;
- Istituto I. V. Kurchatov, Mosca.

La visita ha offerto un panorama abbastanza completo delle ricerche sovietiche di fisica dei solidi (1) e ne ha messo in evidenza l'elevato livello scientifico ed il grande sviluppo.

In questo breve rapporto verranno fatte alcune considerazioni generali sullo sviluppo delle ricerche fisiche nell'URSS e verranno descritte le esperienze e i risultati più interessanti venuti a conoscenza della delegazione italiana.

La ricerca (in particolare quella fisica) gode nell'Unione Sovietica di un altissimo prestigio e di un notevole peso morale. Una stretta connessione tra ricerca scientifica e progresso tecnologico è alla base della pianificazione economica statale.

La fisica dei solidi assorbe una parte considerevole dei finanziamenti per le ricerche di fisica. Non è stato possibile avere dei dati ufficiali sulla distribuzione dei fondi di ricerca tra le varie branche della fisica, tuttavia secondo il Dr. Kaminier, Vice Direttore dell'Istituto di Fisica Tecnica Joffe di Leningrado, l'Unione Sovietica spenderebbe il 40% dei fondi destinati alla fisica per ricerche di fisica dei solidi (2).

Una considerazione interessante, per il lettore italiano, è che il programma di ricerca sovietico permette con ugual facilità la acquisizione dei grandi e costosi strumenti di ricerca e il grande sviluppo (modesto in Italia) di progetti che richiedono

singolarmente apparecchiature assai semplici, ma che nel loro insieme permettono un brillante sviluppo di un campo specifico di ricerca.

Insieme alle grandi macchine acceleratrici e al reattore pulsato da 25 MW picco di Dubna, o ai grandi reattori di Leningrado e Kiev la delegazione ha avuto modo di osservare interi reparti per la crescita di nuovi materiali semiconduttori, grandi laboratori per lo studio e la applicazione di materiali termoelettrici, ferrimagnetici, ferroelettrici etc.;

E' stato notato un grande sviluppo della fisica dei solidi applicata, specie nel campo dei nuovi semiconduttori ferroelettrici e ferrimagnetici.

In genere la ricerca fondamentale e quella applicata sono svolte negli stessi laboratori e si compenetrano felicemente. All'Istituto Semiconduttori di Leningrado in stanze adiacenti si sviluppavano e costruivano piccoli frigoriferi e termostati termoelettrici e si studiava, mediante l'interazione quadrupolare, il volume di interazione di Ag negli alogenuri alcalini. All'Istituto Kurchatov nella stessa stanza veniva osservato un nuovo effetto magneto-ottico con periodicità in $1/H$ e veniva sviluppato un dispositivo piezofotoelettrico per la misura di piccoli sforzi uniaxiali.

Presso alcuni laboratori sono operanti delle fabbriche di strumenti scientifici alle dirette dipendenze dell'Accademia delle Scienze.

Tutti i laboratori di fisica dei solidi visitati hanno raggiunto notevoli proporzioni sia per i finanziamenti che per la concentrazione di persone. Per esempio l'Istituto dei semiconduttori di Leningrado è costituito da una ventina di ricercatori a livello di professori, una cinquantina di candidati (equivalenti ai nostri liberi docenti), 150 ricercatori e 200 tra tecnici e progettisti.

I laboratori di ricerca hanno, in generale, un'ottima e vasta attrezzatura scientifica ed eccellenti servizi tecnici.

Il « confort » è invece ridotto al minimo essenziale (o forse è inferiore al minimo secondo il nostro standard).

Le formalità burocratiche e le misure di sicurezza connesse alla visita della delegazione sono state inesistenti. L'accoglienza dei fisici russi è stata dovunque estremamente cordiale e molto calorosa. L'organizzazione del viaggio assai accurata.

Qui di seguito verranno descritte le ricerche, le esperienze e le realizzazioni di maggiore interesse che sono state notate, suddivise per laboratorio o centro visitato.

Istituto Internazionale per le Ricerche Nucleari, Dubna.

Le direttrici lungo cui si svolge l'attività dell'Istituto sono le seguenti:

- i) fisica delle particelle elementari
- ii) fisica dei nuclei e reazioni nucleari
- iii) fisica e spettrometria dei neutroni
- iv) fisica teorica
- v) calcolo e automazione.

(1) Purtroppo non è stato possibile visitare, per un contratto, l'Istituto Lebedev dell'Accademia delle Scienze di Mosca.

(2) A questo dato fa riscontro quello ufficiale del 36% per la frazione spesa per ricerche di struttura della materia negli U.S.A.

La delegazione si è soffermata principalmente sul campo di attività (iii) limitandosi per il resto alla visita dell'acceleratore di ioni pesanti che ha consentito nel 1964 la scoperta del nuovo elemento di numero atomico 104.

Particolare attenzione è stata dedicata alla visita del laboratorio diretto dal prof. F. L. Shapiro, dotato, come è noto, del primo reattore pulsato per ricerca (potenza media 6 KW, nocciolo di Plutonio, riflettore ruotante di Uranio, durata degli impulsi pari a 50 μ sec senza microtrone funzionante in fase, pari a 1 μ sec con microtrone funzionante in fase). Fra i lavori condotti mediante il reattore pulsato, ricordiamo i seguenti:

- scattering da liquidi al punto critico (es. piombo);
- misura del coefficiente di diffusione di etilene ed acetilene nelle vicinanze del punto di transizione liquido-solido.
- scattering di neutroni polarizzati su nuclei anch'essi polarizzati. Interessante il metodo dinamico usato per polarizzare i neutroni: un fascio di neutroni non polarizzati viene filtrato da un campione di $\text{La}_2\text{Mg}_3(\text{NO}_3)_{12} \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$, mantenuto alla temperatura dell'elio liquido in un campo magnetico elevato. In detto campo magnetico la polarizzazione dei protoni dell'acqua di cristallizzazione viene alimentata da un campo di microonde. I protoni polarizzati presentano ai neutroni non polarizzati incidenti sezioni d'urto diverse a seconda dell'orientamento reciproco degli spin. Ciò consente di ottenere neutroni polarizzati al 70% fino ad energie di 30 KeV, con una efficienza del 15% circa.

— Spettroscopia di gruppi molecolari in solidi e liquidi. Tali studi vengono effettuati mediante uno spettrometro a tempo di volo ad elevata risoluzione, nel quale i neutroni collimati provenienti dal reattore pulsato, diffusi dal campione in studio, attraversano, prima di pervenire al rivelatore, un analizzatore costituito da un filtro di berillio e un monocromatore di zinco.

Nel corso della visita al laboratorio del Prof. Shapiro è stata fornita qualche indicazione sul progetto (approvato dai comitati scientifici consultivi) del nuovo reattore pulsato di Dubna, la cui potenza media è prevista pari a 1 MW. Trattasi di un nocciolo a base di ossido di plutonio raffreddato. La data di entrata in funzione è prevista per il 1973.

Può essere infine interessante segnalare che, a Dubna, viene data particolare importanza ai contatti e agli scambi scientifici con i Paesi occidentali. Attualmente l'Istituto di Dubna è in rapporti di collaborazione, ad esempio, con il CERN, con il N. Bohr Institute di Copenhagen, con il Centro di Saclay e con il Centro Internazionale di Fisica Teorica dell'IAEA in Trieste. Ogni anno sono disponibili 15 borse di studio per studiosi dei Paesi non membri. I contatti relativi a possibili scambi di personale ricercatore devono avvenire direttamente con il centro di Dubna.

Istituto Fisico Tecnico Joffe di Leningrado.

L'Istituto possiede un reattore della potenza di 17 MW ad Uranio arricchito al 36%, con riflettore di Berillio. Il flusso massimo è $\Phi_{\text{max}} = 3 \times 10^{14}$ n/cm² sec.

Oltre alle esperienze di Fisica Nucleare delle basse energie sono in campo le seguenti esperienze di fisica dei solidi: — Scattering critico di neutroni in ferromagneti. Viene studiato nel Ni mediante scattering di neutroni polarizzati a basso angolo ($< 10^\circ$). Viene messa in evidenza una inversione di polarizzazione in corrispondenza della temperatura critica. (cfr. Drabkin et al. J.E.T.P. Letters 2, 336 (1966) e S. V. Maleev J.E.T.P. Letters 2, 338 (1966);

— Scattering di neutroni da mezzi idrogenati.

Mediante la tecnica del tempo di volo si osserva la variazione dello spettro fononico con lo stress, in alcuni mezzi idrogenati (polietilene, terilene).

— Misura di spettri fononici.

Mediante la tecnica del tempo di volo si misura la funzione $g(\omega)$, densità degli stati, dello spettro fononico in campioni policristallini.

— Scattering da onde di spin.

Si studia lo scattering di neutroni polarizzati per mettere in evidenza onde di spin stazionarie eccitate mediante microonde in un campione di granato di Ittrio.

— Studio di strutture magnetiche.

Vengono esaminati dei granati con la struttura della perovskite, in particolare si studiano granati in cui sia presente Vanadio (es. $\text{Ca}_3\text{Fe}_{3,5}\text{V}_{1,5}\text{O}_{12}$).

Nelle esperienze di scattering da neutroni polarizzati la polarizzazione è ottenuta mediante l'uso di specchi magnetizzati.

Un selettore di velocità che si basa su un principio assai interessante è stato sviluppato da S. M. Drabkin. Esso consiste nel far passare un fascio di neutroni in un campo magnetico costante cui è sovrapposto un campo che varia spazialmente in modo da esser visto dai neutroni alternativamente come positivo e negativo. Se la velocità del neutrone ha un valore appropriato, la variazione del campo è vista alla frequenza di Larmor e il neutrone subisce l'inversione dello spin.

Istituto dei semiconduttori dell'Accademia delle Scienze di Leningrado.

Di questo Istituto sono state visitate due sezioni: la sezione materiali ferroelettrici e ferriti e la sezione termoelettrici.

Sezione ferriti e ferroelettrici.

La sezione comprende i seguenti reparti: preparazione di monocristalli, raggi X, misure magnetiche ed elettriche diverse, risonanze, misure ottiche diverse.

— I cristalli prodotti, tipiche ferriti e materiali ferroelettrici, erano di dimensioni dell'ordine di qualche millimetro. Essi venivano cresciuti generalmente per cristallizzazione spontanea a partire dal fuso o da una soluzione. Tipici cristalli cresciuti erano fluoruri misti (KNiF_3 , NaNiF_3 , RbNiF_3 , KCoF_3 , NaCoF_3 , RbCoF_3); in particolare RbNiF_3 che è debolmente ferromagnetico a bassa temperatura e presenta un forte effetto Faraday.

Altri materiali in studio sono ad esempio le magnetoplumbiti con struttura tipo Perovskite ($\text{PbFe}_{0,5}\text{Nb}_{0,5}\text{O}_3$; $\text{PbFe}_{2/3}\text{W}_{1/3}\text{O}_3$); granati e affini YMnO_3 ; BiMnO_3 e soluzioni solide di questo composto con CaMnO_3 ; composti, questi ultimi, che presentano interessanti anomalie nella conduttività e diverse transizioni magnetiche.

Un altro materiale assai interessante è il $\text{PbCo}_{0,5}\text{W}_{0,5}\text{O}_3$ che presenta un debole ferromagnetismo sotto 9°K, un punto di Neel antiferromagnetico a 68°K e un punto di transizione antiferroelettrico a 32°C.

Altri cristalli studiati sono ancora cristalli misti di BiFeO_3 ; YFeO_3 ; RbFeO_3 ; LiNbO_3 . La Al_2O_3 , etc. Misure tipiche eseguite sui ferroelettrici sono le perdite dielettriche e la costante dielettrica fino a frequenza di 150 M Hz. La suscettività magnetica è misurata statisticamente con bilancia di torsione.

Alcune ricerche in corso che sembrano particolarmente interessanti sono:

— Studi sull'interazione magnone-fonone su granato di ittrio a frequenze dell'ordine di un G Hz con tecniche di ultrasuoni ad altissima frequenza secondo il metodo di Bommel e Dransfield (Phys. Rev. 117, 1245, 1960).

- Studi di risonanza magnetica quadrupolare nell'intorno dei punti di Curie.
- Proprietà piezoelettriche di titanati e zirconati.
- Effetti non lineari in cristalli paraelettrici e piezoelettrici con misure di costante dielettrica in alternata in presenza di impulsi di alta energia (2 KV) applicati contemporaneamente.
- Effetti piezooptici.
- R.M.N. per lo studio dei campi magnetici interni nelle ferriti e la distribuzione delle densità di spin.
- Assorbimenti ottici nelle fluoriti fino a temperatura dell'He liquido.
- Effetto Faraday nel Rb Ni F₃.

Il reparto raggi X era attrezzato unicamente per misure sussidiarie sui cristalli provenienti dal reparto di preparazione.

Sezione semiconduttori.

In questa sezione dell'Istituto Joffe, la cui denominazione non corrisponde strettamente alle finalità, l'indirizzo principale di ricerca è quello dello studio e delle applicazioni delle proprietà termoelettriche di alcune leghe ternarie di BiTeSb e BiTeSe. Vengono inoltre studiate proprietà elettriche di semiconduttori fortemente drogati e dei difetti nei cristalli ionici.

La delegazione, nel corso della brevissima visita a questa sezione si è soffermata principalmente nel reparto termoelettricità dove è stato possibile prendere visione di alcune fra le numerosissime applicazioni dell'effetto Peltier. Vengono qui costruiti mini o micro-frigoriferi che operano fino a -65°C con coefficienti di utilizzazione della potenza elettrica dissipata pari al 25% (a una potenza entrante di 2 W corrispondono 0,5 W di raffreddamento). Tali frigoriferi, che operano a temperature che possono essere regolate entro 10^{-2}°C con un semplice controllo della corrente che fluisce nel circuito, vengono utilizzati ad esempio in applicazioni alla biologia, alla chimica, alla fisica, alla medicina (per raffreddamenti locali del cervello, operazioni di cataratta, etc.), come trappole per gli alti vuoti, per il raffreddamento dei fotocatodi nei fotomoltiplicatori allo scopo di diminuire il rumore di fondo, etc.

La delegazione si è quindi intrattenuta con alcuni dei fisici che studiano le proprietà dei difetti in cristalli ionici. Una delle ricerche che sono state illustrate concerne lo studio del campo di rilassamento elastico attorno ad uno ione sostituzionale mediante misure di conducibilità termica in cristalli imperfetti. I risultati sperimentali sembrano indicare che il numero di atomi coinvolti nella distorsione elastica è molto elevato (dell'ordine del centinaio), e ciò sembra essere sorprendente in cristalli ionici se paragonato con analoghi risultati ottenuti dalla scuola americana. Su questo argomento non sono stati segnalati da parte dei ricercatori sovietici riferimenti bibliografici precisi, e non è stato illustrato il modello teorico con cui sono stati analizzati i dati sperimentali.

Un'altra ricerca riguarda la semilarghezza della riga di assorbimento I.R. del centro U. In questo caso i risultati presentati non sono sembrati essere di estrema novità, in quanto da tempo la scuola europea (Inghilterra, Germania e Italia) aveva già fornito interpretazioni più che soddisfacenti in termini di effetti di concentrazione finita e di anarmonicità.

Apparentemente, entrambe queste ricerche sono eseguite da gruppi sperimentali senza troppa connessione con gruppi teorici.

Istituto dei metalli ferrosi I. P. Bardin (Mosca).

Nell'Istituto vengono studiati vari problemi di metallurgia e fisica dei metalli ferrosi sia fondamentali che applicati. La parte di ricerca più strettamente applicativa sembra preponderante. La visita è stata limitata al reparto per le applicazioni dei

radioisotopi alla metallurgia e le ricerche sul danno di radiazione.

Le ricerche più interessanti sviluppate in questo campo nell'Istituto riguardano essenzialmente:

— Ricerche sistematiche colla tecnica dei radioisotopi sulla cinetica di diffusione nei metalli.

Sono state messe in evidenza le anomalie del comportamento del Zr e Ti, che sono caratterizzati da una velocità di diffusione estremamente elevata. Questi metalli presentano una transizione di fase ad alta temperatura cui è associata la presenza di una elevata densità di dislocazioni che costituiscono uno short-circuiting path per la diffusione.

Analogamente sono state trovate notevoli deviazioni dalla legge di Arrhenius nella diffusione del ferro nella regione immediatamente al di sotto della transizione $\gamma\text{-}\alpha$.

— Misure di attrito interno e misure delle proprietà magnetiche.

— Studio con i raggi X del danno di radiazione prodotto dal bombardamento con neutroni veloci per dosi fino a 10^{19} . Vengono osservati su ferro ricotto con circa l'1% di C la diminuzione dell'intensità e l'allargamento delle linee di diffrazione dei raggi X dopo bombardamento, mettendo in evidenza una dipendenza della caduta di intensità dal quadrato della somma degli indici del piano cristallografico che dà luogo alla riflessione. La diminuzione di intensità risulta maggiore per i piani della classe (nnn) e minore per quelli della classe (noo). Si ottengono così informazioni sia sulle dimensioni che sull'orientazione dei difetti introdotti dal bombardamento.

— Studio della formazione delle zone di Guinier-Preston associate alla preprecipitazione della fase σ delle leghe Fe-Cr, con tecniche di diffusione di neutroni a piccolo angolo.

— Studio dell'effetto della pressione sui cambiamenti di fase con diffrazione di neutroni. Vengono in particolare studiate le transizioni antiferromagnetiche del Cr e le leghe di Sn Bi.

Nell'Istituto vengono condotte inoltre molte ricerche con scopi più decisamente industriali. Sono stati ad esempio messi a punto metodi precisi per la misura continua dello spessore di laminati o di blooms con uscita digitalizzata. La precisione ottenuta con queste tecniche è fino a 0,02 mm. nel campo di spessori tra 4 e 25 mm.

E' in corso la messa a punto di metodi per la misura automatica dello spessore delle pareti dei tubi Mennesmann ad alta temperatura. Le soluzioni in istudio sono essenzialmente due: una basata sulla misura dell'intensità della radiazione riflessa e una, per attraversamento, con sorgente mobile in cui si misura la larghezza delle due regioni di forte assorbimento corrispondenti all'attraversamento tangenziale della parete del tubo. Un'ultima applicazione dei radioisotopi di notevole interesse industriale è data dalla misura del livello del minerale nell'altoforno. Il metodo messo a punto è oggetto di brevetti di cui è in corso la cessione anche a industrie italiane.

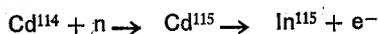
Istituto fisico dell'Accademia delle Scienze dell'Ucraina, Kiev.

Sono stati visitati:

- i) il laboratorio per lo studio dei materiali irraggiati
- ii) il laboratorio del reattore
- iii) il laboratorio di spettroscopia.

i) - Nel laboratorio materiali irraggiati vengono studiate principalmente le proprietà luminescenti di CdS e CdSe sottoposti a varie radiazioni. Dall'analisi del decadimento luminescente viene determinato lo schema dei livelli elettronici introdotti nel cristallo dall'irraggiamento.

Un'interessante applicazione alla fisica nucleare si ha nello studio della reazione



L' In^{115} agisce da centro di ricombinazione e influenza notevolmente il processo fotoconduttivo. Dal decadimento della corrente fotostimolata si misura la vita media dell'isotopo Cd^{115} .

Un'interessante applicazione tecnica sviluppata nel laboratorio alcuni anni fa è un generatore elettrico di impulsi di bassissima frequenza che si ottiene semplicemente illuminando un cristallo di CdSe cui è applicato un campo elettrico costante. La frequenza dell'oscillazione dipende dall'intensità della luce e dal campo elettrico. Il processo sembra sia dovuto alla ionizzazione termica di centri « pompati » otticamente dalla luce eccitatrice. (Konozenko et al. *Fisika Everdogo Tela* 4, 833 (1962)).

Lo studio del danno da radiazione in vari altri materiali viene affrontato con tecniche diverse tra cui interessante appare quella della trasmissione anomala dei raggi X (d'altronde assai nota) che permette di distinguere difetti puntiformi da complessi di dimensioni maggiori.

ii) - Il laboratorio del reattore possiede un reattore moderato ad acqua da 10 MW analogo a quello dell'Istituto Joffe. Il flusso massimo è di 10^{14} n/cm² sec.

Oltre alle esperienze di fisica nucleare delle basse energie si eseguono le seguenti esperienze di fisica dei solidi:

1) Misure di scattering anelastico in acqua, polietilene, grafite, idruro di zirconio etc. Le misure vengono eseguite usando un chopper su beam monocromatico ottenuto da monocristallo.

2) Studio della transizione ordine disordine nelle leghe di Heucler $\text{Cu}_{0.5}\text{Mn}_{0.25}\text{Al}_{0.25}$. Sembra che i risultati possano essere interpretati ammettendo che nei due sottoreticoli le transizioni ordine-disordine avvengono a diverse temperature.

Anche in questo reattore viene effettuata la maggior parte delle esperienze mediante la tecnica del tempo di volo.

iii) - Laboratorio di spettroscopia.

Le ricerche dirette dall'accademica Prihotka riguardano la risposta ottica di cristalli isolanti non ionici. In particolare la ricerca che ci è stata esposta riguarda l'ossigeno solido. La tecnica usata è quello delle sorgenti Laser. Di notevole interesse i risultati sperimentali sulla banda di assorbimento dovuto a quelle transizioni elettroniche che coinvolgono due atomi di ossigeno adiacenti (l'analogo dell'assorbimento dovuto alla molecola libera).

La banda sembra coinvolgere anche il campo fononico del cristallo e l'accademica Prihotka è sicura di aver riconosciuto nella forma della linea di assorbimento un processo a due fononi.

Per quanto riguarda gli effetti specifici dovuti alla coerenza della luce, l'opinione della accademica Prihotka è che questi riguardino più il comportamento statistico delle eccitazioni elementari, che le eccitazioni elementari in se stesse, in accordo con quanto ritenuto da molti ricercatori occidentali.

Un altro gruppo di ricercatori, sotto la guida di Davidov, studia teoricamente e sperimentalmente i livelli eccitonici nei cristalli molecolari. Essi preparano cristalli purissimi con la tecnica della purificazione per zone. La purezza è controllata spettroscopicamente (i cristalli puri hanno spettri molto più semplici dei cristalli usuali nei quali le impurezze danno origine a righe e bande « spurie »; il cristallo è considerato « puro » quando successive purificazioni non ne modificano più lo spettro).

E' stata studiata la dipendenza della temperatura degli spettri di fluorescenza di cristalli molecolari puri. Aumentando

la temperatura i livelli eccitonici si allargano per la presenza di fononi e si allargano le righe (bande di fluorescenza). Aumentando ulteriormente la temperatura si ha un forte accoppiamento tra fononi ed eccitoni e lo stato risultante può avere simmetria diversa dallo stato eccitonico puro. Compiono così nuove righe che a basse temperature risultano proibite dalle regole di selezione.

Istituto di Fisica Tecnica dell'Accademia delle Scienze dell'Ucraina, Kharkov.

L'Istituto svolge ricerche di fisica dei solidi, basse temperature, fisica nucleare, plasmi.

i) - Ricerche sui superconduttori.

Viene studiata la dipendenza della temperatura critica dalla pressione. Pressioni elevate (fino a 2000 atmosfere) vengono ottenute annegando il campione in vari liquidi (acqua o miscele di acqua e alcool etilico), che vengono poi congelati a volume costante.

Nel caso del TI la variazione della temperatura critica con la pressione dipende dalla resistenza residua (cioè dal contenuto di impurezze). Presumibilmente vengono riempite di elettroni le zone della superficie di Fermi vicine ai contorni della zona di Brillouin la cui occupazione è molto sensibile alla variazione del parametro reticolare (B.U. Macarov *JETP* 48, 1065 (1965)).

Il gruppo teorico è diretto dal prof. Lifshitz ed è in buona parte impegnato nello studio delle proprietà degli elettroni nei metalli a bassa temperatura e, più in generale, alla struttura della superficie di Fermi.

Un altro fenomeno interessante osservato nel laboratorio è il marcato aumento della temperatura critica che si ottiene in un metallo evaporato in modo disordinato su un supporto isolante. Per l'Al la temperatura critica passa da 1.2°K a 3.9°K e si hanno campi critici dell'ordine del Kgauss (Somnenko, *Doklady* 165, 1277 (1966)).

ii) - Proprietà di trasporto in ferromagneti e antiferromagneti.

Vengono studiati i vari meccanismi di scattering degli elettroni nei materiali magnetici: scattering da parte delle onde di spin (che dà un termine proporzionale a T); scattering dalle pareti di Bloch (che dà un termine indipendente dalla temperatura). La sezione d'urto per lo scattering dalle pareti di Bloch dipende da H e deve essere tenuta in considerazione quando si usa la resistenza residua per valutare la purezza di un materiale magnetico.

Le ricerche teoriche si affiancano essenzialmente a due tecniche sperimentali: quella già esposta delle alte pressioni e quella degli ultrasuoni.

Particolare interesse presentano quei metalli la cui superficie di Fermi è topologicamente disconnessa quando, per esempio, esistono minimi relativi in punti diversi dal centro zona nella banda di conduzione. Le alte pressioni modificano in modo essenziale la superficie di Fermi nell'intorno di questi punti, e ciò si riflette in modo marcato nella dipendenza dalla pressione della temperatura critica T_c di transizione del superconduttore a conduttore.

La discussione è però stata prevalentemente rivolta a problemi di attenuazione di ultrasuoni in superconduttori, in relazione alla dipendenza del gap di energia dal punto nello spazio k. E' ben noto che nella fase conduttrice gli ultrasuoni sono, a bassa temperatura, essenzialmente attenuati tramite

processi di creazione di coppie lacuna-elettrone nell'intorno della superficie di Fermi. Le condizioni di conservazione del momento e dell'energia impongono che tali processi avvengano nei punti della superficie di Fermi ove k_F è sensibilmente perpendicolare al momento q dell'ultrasuono. In un normale conduttore le condizioni di conservazione possono sempre essere soddisfatte e ciò implica che il coefficiente di attenuazione α sia finito a $T = 0^\circ\text{K}$, crescente con T essenzialmente in seguito a processi anarmonici del campo fononico.

La situazione è completamente diversa in un superconduttore. A $0 < T < T_c$ tutti gli elettroni nell'intorno della superficie di Fermi sono impegnati a costituire coppie di Cooper e l'energia Δ per rompere una di tali coppie, per quanto piccola, è notevolmente maggiore dell'energia fononica nel campo di frequenza degli ultrasuoni. Ne segue che, a $T = 0$, il fonone non può essere assorbito per ragioni di conservazione dell'energia e, quindi, $\alpha_s(T = 0) = 0$.

A $0 < T < T_c$ non tutti gli elettroni sono però legati in coppie di Cooper; ne segue che parte degli elettroni rispondono agli ultrasuoni in modo simile ad un conduttore normale, e il coefficiente di assorbimento $\alpha(T)$ dipende in modo esponenziale dalla temperatura, cioè

$$\alpha_s(T) \sim e^{-2\Delta(q)/k_B T}$$

dove $\Delta(q)$ dipende a sua volta dall'orientamento del vettore d'onda dell'ultrasuono rispetto agli assi cristallografici.

Da misure di $\alpha_s(T)$ a varie temperature è possibile dedurre $\Delta(q)$ e quindi, variando la direzione dell'ultrasuono rispetto agli assi, rilevare la dipendenza di $\Delta(q)$ da q . Non è però immediato connettere questi dati con i punti della superficie di Fermi. E' infatti necessario conoscere la relazione di dispersione ϵ vs. k per gli elettroni non legati nella fase superconduttrice, al fine di risalire alla legge con cui varia il gap di energia Δ al variare del punto sulla superficie di Fermi. Maggiori dettagli possono essere trovati nei seguenti riferimenti bibliografici J.E.T.P. (Russian ed.) **45**, 2076 (1963); **48**, 1054 (1965); **51**, 746 (1966), Cryogenics (Engl. Transl.) **6**, 103 (1966).

A differenza di quanto notato in altri Istituti, a Karkov si è avuta la netta impressione che gruppi teorici e sperimentali lavorano in stretta collaborazione.

iii) - Effetti isotopici sulla struttura dei solidi.

Vengono determinati i parametri reticolari per varie serie isotopiche scelte sia fra i solidi di van der Waals, sia fra i solidi ionici sia fra i solidi metallici (per esempio He^3 , He^4 , H_2 , T_2 , D_2 ; Ne^{20} , Ne^{22} ; Id^6 , Id^7 , Ni^{58} , Ni^{59} , Li^6F , Li^7F , LiH , LiD etc.). Si osserva che l'effetto isotopico nel parametro reticolare

$$\frac{\Delta a}{a} = f \left(\frac{\Delta m}{m} \right)$$

è molto pronunciato per i solidi di van der Waals, meno per quelli ionici e praticamente assente nei solidi metallici. La tecnica è diffrazione di raggi X. Le misure vengono tutte effettuate alla stessa temperatura di $4,2^\circ\text{K}$.

iv) - Misure di viscosità in liquidi semplici.

Il coefficiente di viscosità in H_2 , HD e D_2 liquidi è stato determinato per stati termodinamici lungo la curva di vaporizzazione dal punto triplo al punto critico. Il ben noto effetto quantistico sulla viscosità è messo in evidenza; una caratteristica di particolare importanza è che le misure al punto critico non mostrano nessuna anomalia. La tecnica usata per le misure nell'intorno del punto critico è quella del cilindro oscillante.

v) - Ricerche sulla plasticità dei cristalli.

I lavori riguardano soprattutto le proprietà dei metalli alle bassissime temperature.

Per ottenere grandi deformazioni plastiche è stato costruito un piccolo laminatoio a moto alterno immerso in He liquido. Un risultato interessante ottenuto è la comparsa di fenomeni di ricristallizzazione già alla temperatura ambiente nel ferro dopo la deformazione a bassissima temperatura. Altri effetti studiati sono, ad esempio:

— l'aumento di plasticità del litio e del sodio alle bassissime temperature legati alla transizione della struttura da cubica a corpo centrato a cubica a facce centrate;

— lo studio della nucleazione di geminati sotto sforzo nella calcite e lo studio delle dislocazioni associate.

Il geminato formato sotto sforzo può essere fatto scomparire quasi reversibilmente togliendo lo sforzo stesso e così una frazione rilevante delle dislocazioni associate.

— lo studio dell'attrito interno dei metalli a bassa frequenza e messa in evidenza di effetti legati alla variazione di pressione sul provino. (Doklady **118**, 3, 479, 1958; Phys. M.M. **13**; 2, 314, e **13**, 5, 735, 1962).

— lo studio col microscopio ionico di Muller della formazione di microfessure della lunghezza di pochi passi atomici come conseguenza della tempra di un metallo.

vi) - Reparto criogenico e alti vuoti.

Il reparto criogenico comprende un liquefattore di idrogeno della capacità di 45 l/h e un liquefattore di He della capacità di 24 l/h.

Molto sviluppata la tecnica criogenica per il vuoto. Vengono costruite pompe ad adsorbimento (con carbone, Zeolite, gel di silice raffreddati alle temperature di N_2 liquido o H_2 liquido) a uno o due stadi che permettono di ottenere velocità di pompaggio di 270 l/sec a pressioni di 10^{-7} mm Hg.

Notato l'accoppiamento di queste grandi pompe a forni ad altissima temperatura per la fusione sotto vuoto dei metalli.

Istituto I. V. Kurchatov del Goskomitet. Mosca.

Le attività di ricerca dell'Istituto Kurchatov si svolgono nel campo della Fisica dei Solidi, Fisica Nucleare, Fisica dei Reattori, Fisica dei Plasmi, Radiobiologia. La descrizione è limitata alle esperienze di fisica dei solidi.

i) - Misure di campi magnetici al nucleo in matrici ferromagnetiche.

Sono state effettuate su impurezze di Au , Sb e In in Fe . L'andamento del valore del campo interno in funzione della impurezza sonda viene messo in relazione con la teoria di Daniel e Friedel sulla polarizzazione degli elettroni di conduzione tramite l'accoppiamento s-d. La tecnica sperimentale consiste nello studio della distribuzione angolare nel decadimento dei nuclei radiattivi orientati. (Risultati preliminari sono apparsi in B. N. Samoilov, U. N. Agureev, V. D. Gorobchenko, V. V. Sklyarevskii, O. A. Chilashvili, Proc. of IX Int. Conf. of Low temp. Phys. pag. 925 - Ed. J. C. Daunt, D. O. Edwards; F. J. Milford, M. Yaqub, Plenum Press New York 1965).

Viene inoltre studiato il campo magnetico al nucleo in antiferromagneti e ferromagneti e ferroelettrici alla temperatura di transizione. Di particolare interesse è il lavoro sul Gadolinio in cui hanno messo in evidenza forti deviazioni dalla curva di magnetizzazione macroscopica. Similmente ai Laboratori di Dubna e Kiev, anche al Kurciatov esiste una stretta connessione

fra Gruppi teorici e sperimentali. Le ricerche che sono state illustrate alla nostra delegazione fanno in buona parte capo, come attività teorica, al prof. Kagan. Negli ultimi sei, sette anni gli interessi di questo dinamico e brillante teorico sono stati essenzialmente di due tipi: studio degli effetti dovuti ai modi risonanti nei cristalli metallici, e studio dell'interazione fotone-nucleo nei cristalli nel range delle energie X, in presenza di risonanze nucleari.

Il risultato più rilevante ottenuto da Kagan nel primo campo di ricerca è quello di aver mostrato che le deviazioni dalla legge di Mathiessen per la resistività residua dovuta a impurezze a bassa temperatura è essenzialmente dovuto allo scattering inelastico elettrone-impurezza, e che tale scattering è adeguatamente descritto dall'effetto della sola variazione di massa dello ione sostituzionale sulla dinamica reticolare del metallo ospite. Tale risultato è particolarmente importante perché spiega anche l'esistenza di un termine proporzionale a T^2 nella resistività a bassa temperatura, termine che da altri autori era stato attribuito a scattering elettrone-elettrone.

Nello stesso campo di ricerca, un altro risultato significativo è quello concernente la capacità termica a bassa temperatura dei metalli imperfetti. Questo studio, che è il duale di quello fatto dal gruppo della Cornell University sui cristalli ionici, ha suffragato il primo nel concludere che, per una larga classe di ioni sostituzionali l'effetto sulla dinamica reticolare è essenzialmente quello dovuto alla sola variazione di massa.

Per quanto riguarda le ricerche sull'accoppiamento fotone-nucleo nei cristalli, nel range di energia dei raggi X, Kagan ha particolarmente contribuito allo studio dell'effetto Borman suggerendo, su base teorica, l'esistenza di uno stato collettivo di eccitazione nucleare sostenuto dallo stesso campo di radiazione X, stato questo che comporta la soppressione dei canali anelastici nello scattering nucleare risonante dei raggi X.

In questo caso la verifica sperimentale non è ancora stata eseguita, ma è in corso di sviluppo presso uno dei gruppi sperimentali dello stesso Kurciatov. Maggiori dettagli possono essere trovati nei seguenti lavori: JETP (Engl. transl.) **23**, 737 (1966); JETP Letters (URSS) Issue of August 1965; JETP (Engl. transl.) **21**, 215 (1965), **22**, 1032 (1966), **23**, 178 (1966); JETP Letters, **5**, 51 (1967).

Vengono inoltre studiate le intensità delle righe Mössbauer al variare della temperatura nei ferroelettrici all'intorno del punto di Curie (esempio; $Pb(Fe_{2/3}W_{1/3})O_3$) e in terre rare (gadolinio). Sono in funzione due tipi di apparecchiature Mössbauer, una a velocità costante, l'altra ad accelerazione costante.

ii) - Risonanze antiferromagnetiche.

Viene studiata la magnetizzazione dinamica non lineare in alti campi magnetici (300 K Oersted pulsati) in dielettrici antiferromagnetici (CoF_2CoC etc.). In Fe_2O_3 si osservano due risonanze a seconda che il campo pulsato sia applicato parallelamente o perpendicolarmente alle pareti dei domini. Tra la strumentazione è stato notato uno spettrometro per estremo infrarosso (100—2000 μ) con rivelatore a Ge Au raffreddato a 4,2 °K.

iii) - Comportamento elettrico di vapori metallici per temperature maggiori della temperatura critica a varie densità.

Viene misurata sia la resistività che la densità del mercurio fino a 2000 °C e 5000 atm. Per densità ρ 9 gr/cm³ non si hanno drastiche variazioni attraversando il punto critico; per densità minori della densità critica la resistività nella regione delle alte temperature ($T > 1500$ °C) aumenta di un fattore 10^3

rispetto alla resistività del mercurio liquido a temperatura ambiente. L'andamento della resistività con la temperatura a densità costante è simile a quello di un semiconduttore intrinseco. (Risultati preliminari erano apparsi in: I. K. Kikoin, A. P. Scuchekov, E. B. Golman, M. M. Korsunsky, S. P. Namzakov, Doklady **49**, 124 (1965) ed. russa).

iv) - Effetto Hall in gas neutri.

Gli effetti del campo magnetico sulla viscosità dei gas (generalizzazione dell'effetto Senftleben) è stato studiato per l'ossigeno allo scopo di verificare la dipendenza da H/P (dove H è il campo magnetico e P la pressione del gas). Hanno trovato che a differenza di quanto predetto dalle teorie esistenti gli effetti non sono una funzione lineare solo di H/P.

(Risultati preliminari sono apparsi in): J. K. Kikoin, K. I. Babashov, S. D. Lasarev, R. E. Neushtadt, Physics Letters **24A**, 165 (1967).

v) - Effetti fotomagnetici e piezofotoelettrici nei semiconduttori.

Inviando un fascio di luce monocromatica (di ν poco superiore alla soglia) lungo l'asse x di un semiconduttore degenerato (In As di tipo n o Sb As) disposto in un campo magnetico H_y (fino a 30 K Oersted) si osserva, in direzione z, una f.e.m. con andamento oscillante periodico in $\frac{1}{H}$. In campi molto alti le oscillazioni presentano una parziale inversione di segno. Il lavoro è in corso di pubblicazione su JETP.

È stato sviluppato nello stesso laboratorio uno « strain gauge » che rivela l'effetto incrociato di un fascio di luce (che si propaga in un cristallo di Ge nella direzione (III)) e di uno sforzo elastico nella direzione (2 I I). Per una pressione di 30 Kg/mm² si osserva una d.d.p. di 40 mV. (la d.d.p. dipende però anche dall'intensità della luce). La pressione uniaassiale dissimmettizza le energie dei quattro ellissoidi che costituiscono la banda di conduzione del Ge e le transizioni indirette (provocate dalla luce) creano una distruzione asimmetrica di elettroni che dà origine alla d.d.p. elettrica. L'effetto dovrebbe essere molto marcato per ν di poco inferiore alla soglia indiretta.

vi) - Reparto criogenico e servizio magneti superconduttori.

Il reparto criogenico dispone di un liquefattore di H_2 della capacità di 30 l/h; uno di He della capacità di 18 l/h e uno di Ne della capacità di 14 l/h.

Nel servizio magneti superconduttori vengono sviluppati solenoidi superconduttori per campi di 35 K Oersted in regioni di diametro di 135 mm e più alti in volumi più piccoli. Vengono anche eseguiti i trattamenti termici dei metalli superconduttori per i magneti. Il servizio fornisce ai vari laboratori dell'Istituto i magneti e i criostati per He che funzionano senza camicia di N_2 liquido (Cryogenics **7**, 3 (1967)).

vii) - Laboratorio di spettrometria neutronica.

In esso ad opera del Dr. M. G. Zemljanov, e di N. A. Chernoplekov e collaboratori vengono studiati (mediante un reattore della potenza di 4 MV comprendente 11 canali orizzontali): problemi di struttura di idruri metallici (CeH_2 , CeH_3 , ThH_2 , UH_3 , NbH , TaH , UH) e di dinamica dell'idrogeno in detti idruri, lo spettro di frequenza dei modi vibrazionali in sistemi metallici contenenti impurezze: vengono in particolare studiate le modificazioni che lo spettro di frequenze del metallo puro subisce quando in esso vengono sciolte impurezze (Pb in Mg, U in Ti, Be in Ni etc.), che originano modi vibrazionali localizzati.

Il laboratorio di spettrometria neutronica dispone di un diffrattometro per neutroni, che funziona su un piano verticale, ed è equipaggiato mediante un cristallo di $\text{Fe}_{0.98}\text{Si}_{0.02}$ curvo (con conseguente guadagno di intensità per un fattore 4). Il laboratorio ha anche in dotazione uno spettrometro a tempo di volo ad alta luminosità (costituito da un filtro di berillio della lunghezza di 50 cm raffreddato mediante azoto liquido) da un chopper che ruota alla velocità di 20.000 giri al minuto, dal campione e da 6 cammini di volo della lunghezza di m 4, (centrati su angoli di diffusione pari a 90° , 75° , 60° , 45° , 30° e 15°), ciascuno dei quali è servito da contatori aventi un'area di $45 \times 45 \text{ cm}^2$, e uno spessore di 18 mm. Per risolvere problemi di schermaggio di ingombro questi cammini di volo che individuano, unitamente al fascio incidente, un piano verticale, sono interrati. Lo spettrometro a tempo di volo utilizza un analizzatore a 2048 canali.

viii) - Laboratorio di ricerche sul danno da radiazione.

Nell'Istituto viene eseguita una notevole mole di lavoro sul danno da radiazione. Il laboratorio, piuttosto vasto, è dotato di numerose celle calde con apparecchi a raggi X e microscopi per osservazioni su materiali irradiati. Il laboratorio dispone di un microscopio elettronico giapponese recente (potere risolvibile 5 \AA) e un microscopio russo pure recente (potere risolvibile 5 \AA). Le ricerche sviluppate in questo laboratorio negli ultimi anni riguardano essenzialmente:

— Studio delle variazioni di parametro reticolare del diamante per bombardamento con neutroni. Il parametro cresce con la dose in modo molto regolare con effetti di saturazione intorno a 10^{19} . La dilatazione è tanto più piccola quanto più è elevata

la temperatura di irradiazione. Le misure di dilatazione del diamante vengono anche utilizzate reciprocamente come un preciso metodo dosimetrico, mentre piccoli campioni di diamante irradiato vengono utilizzati per il controllo della temperatura raggiunta in organi poco accessibili, come le palette di turbine, utilizzando i fenomeni di recovery della dilatazione stessa con la temperatura.

— Lavori di microscopia elettronica sulle tracce dei frammenti di fissione nell'ossido di uranio e nella allumina. E' messa in evidenza la relazione tra energia cinetica del frammento e il diametro della traccia. Viene inoltre messo in evidenza che le tracce corrispondono a evaporazione di materia. In una bella esperienza, un cristallino di magnesia ricoperto su una sola faccia di grafite e bombardato con frammenti di fissione evapora parzialmente sulle sole facce non ricoperte dalla grafite stessa.

— Studi diversi sulla formazione di clusters da bombardamento in film sottili di oro.

— Studio delle variazioni di cristallinità nell'ossido di uranio irradiato. Le variazioni di intensità delle righe dello spettro di Debye di cristalli irradiati mette in evidenza variazioni diverse a seconda della classe di righe.

— Ricerche sulla resistività elettrica in funzione della dose neutronica di metalli con temperatura di fusione elevata: Nb, Mo e W e del recovery della resistività stessa. Si suggerisce che lo stadio III del recovery che si osserva a $0,15 T_f$ ($T_f =$ temperatura di fusione) è legato alle vacanze, lo stadio IV a vacanze-impurezze. Nel W effetti molto vistosi di aumento di resistività alle dosi più alte sono legati alle trasmutazioni radioattive (essenzialmente formazione di Os).

Congressi e Scuole

Relazioni

INTERNATIONAL SUMMER SCHOOL ON THE MANY BODY PROBLEM IN SOLID STATE PHYSICS

Les Houches (Francia), 3 luglio - 26 agosto 1967

La Scuola Estiva di Fisica Teorica di Les Houches aveva già dedicato nel 1958 una sessione, poi divenuta famosa, al problema a molti corpi (many body problem), inteso come « lo studio degli effetti delle interazioni sul comportamento di un sistema a molte particelle ». Gli anni scorsi hanno visto i vari metodi, desunti dalla teoria quantistica dei campi, allora proposti, unificarsi in un formalismo di tale efficacia e generalità che si è pensato, nella sessione di quest'anno, di portarlo a conoscenza anche dei fisici sperimentali interessati allo studio di un tipico sistema a molti corpi: il solido. E' auspicabile che iniziative di questo tipo facilitino l'applicazione della teoria generale a casi concreti, togliendo così al formalismo quel carattere astratto e sofisticato che gli viene spesso rimproverato.

La Scuola è stata diretta da Cécile De Witt e Røger Balian. I corsi, ciascuno della durata di due settimane, sono stati svolti da un gruppo di docenti, americani e francesi, che oltre ad essere « esperti » negli argomenti trattati, vi hanno spesso contribuito personalmente in maniera fondamentale.

J. des Cloizeaux, dopo richiami introduttivi al formalismo della seconda quantizzazione, ha illustrato il concetto di eccitazione elementare e trattato le approssimazioni di Hartree-Fock e R.P.A. (Random Phase Approximation). La fenomenologia di

superconduttori e superfluidi, da un punto di vista unificato, è stata presentata da P. G. De Gennes. P. C. Martin ha introdotto le funzioni di correlazione da un punto di vista fenomenologico, mentre C. de Dominicis ha svolto in dettaglio il formalismo delle funzioni di Green. Conclusa così la prima parte della Scuola, a carattere introduttivo e prevalentemente formale, si è passati alla seconda parte, dedicata alle applicazioni della teoria.

P. Nozières ha mostrato come essa consenta una giustificazione soddisfacente della teoria di Landau dei liquidi di Fermi ed ha trattato inoltre le interazioni elettrone-fonone ed elettrone-magnone. V. Ambegaokar ha presentato la teoria del legame forte della superconduttività (strong coupling), un'area della teoria della superconduttività « in cui i tentativi intelligenti di generalizzare le teorie già esistenti hanno invariabilmente condotto a grossi errori e la teoria quantistica dei campi, se già non fosse esistita, avrebbe dovuto essere inventata ». P. W. Anderson ha trattato il problema delle impurezze magnetiche nei metalli e l'effetto Kondo, illustrando i vari approcci alla sua interpretazione; nonostante questo fenomeno impegni attualmente i più famosi teorici dei molti corpi, il formalismo ha rivelato finora una certa inefficienza nei suoi confronti. W. Kohn, infine, ha parlato di sistemi (metalli e isolanti), dove, se la approssimazione ad un elettrone spiega soddisfacentemente le caratteristiche fisiche principali, esistono tuttavia punti interessanti in cui essa fallisce. In particolare ha trattato la transizione metallo-isolante e l'« isolante eccitonico ».

J. Ranninger e R. E. Prange, infine, hanno tenuto due seminari sulla conducibilità termica e sull'impedenza di superficie.

Hanno preso parte alla Scuola una quarantina di studenti (metà circa francesi, i rimanenti ripartiti tra varie nazionalità). La tranquillità del luogo, l'atmosfera amichevole, l'assoluta mancanza di « distacco » tra docenti e studenti e probabilmente anche il « miscuglio » tra sperimentali e teorici (circa in uguali proporzioni) hanno reso la sessione eccezionalmente stimolante.

Come di consueto le lezioni saranno in parte raccolte in un volume che sarà pubblicato tra breve. (B. BOSACCHI).

XLII CORSO SCUOLA INTERNAZIONALE DI FISICA E. FERMI: OTTICA QUANTISTICA.

Varenna, 31 luglio - 19 agosto 1967

A quattro anni di distanza dal corso su « Elettronica quantistica e luce coerente », la Società Italiana di Fisica ha di nuovo organizzato un corso su argomenti affini. Si tratta di un campo di frontiera della fisica dove confluiscono contributi di discipline alquanto distinte, quali la Spettroscopia atomica e molecolare da una parte, e l'Elettrodinamica quantistica o la Meccanica statistica dall'altra.

Questa posizione di frontiera è indicata dalla stessa incertezza sia nella denominazione (Elettronica, oppure Ottica, quantistica) sia nella localizzazione sull'indice analitico per soggetto della Physical Review (per cui l'autore di un lavoro in questo campo deve di volta in volta scegliere un diverso numero di riferimento come per esempio 23 (Emissione stimolata, Laser e Masers), 44.3 o 4 (Emissione o assorbimento ottico, propagazione e proprietà ottiche), 33 (Termodinamica e Fisica Statistica) o 62.4 (Elettromagnetismo e Ottica)).

Più che impegnarsi in una definizione, conviene pertanto tentare una classificazione degli interessi dell'Ottica quantistica. Si è chiamata inizialmente con Elettronica quantistica quella parte della fisica delle risonanze magnetiche, o ottiche, che sfrutta fenomeni di emissione stimolata per realizzare sorgenti di radiazione e.m. coerente.

In questa prima fase prevaleva l'interesse per la spettroscopia dei materiali utilizzati come sorgenti. Successivamente, ci si è posto il problema di chiarire le proprietà statistiche della radiazione e.m., sia nel processo di generazione coerente, sia dopo un processo di diffusione da un mezzo con particolari proprietà statistiche (quali i sistemi a molte particelle con forti correlazioni, specie in vicinanza del punto critico di una transizione ordine-disordine). A questa seconda fase si dà più propriamente il nome di ottica quantistica.

Pertanto l'Elettronica Quantistica da una parte offre degli strumenti nuovi per l'indagine sulla fisica degli stati condensati, dall'altra chiarisce problemi fondamentali sul campo e.m.

Al corso di Varenna diretto da R. J. Glauber con la collaborazione di F. T. Arecchi, nello spazio di tre settimane, si sono avuti 8 gruppi monografici di lezioni (Arecchi, Cummins, Ducuing, Glauber, Hopfield, Loudon, Louisell, Scully) e circa 25 seminari, in media di due ore ciascuno, che hanno ripreso e ampliato alcuni dei punti cruciali trattati nelle lezioni. Riferiamo brevemente su ciascun gruppo di lezioni.

Ha aperto il corso R. J. Glauber (Università di Harvard) riassumendo i punti fondamentali della sua teoria della coerenza, che si può ritenere il punto di partenza dell'Ottica quantistica. Usando il formalismo degli stati coerenti, Glauber ha quindi trattato del problema dell'irreversibilità in un sistema di oscillatori accoppiati e si è servito di questo modello per trattare il problema della fotoregistrazione evitando approssimazioni di tipo perturbativo.

W. Louisell (University of Southern California) ha sviluppato in maniera molto didattica i problemi delle fluttuazioni statistiche in un sistema atomi-campo interagenti, adattando concetti classici (quale l'equazione di Langevin o quella di Fokker-Planck) al formalismo quantistico degli stati coerenti.

M. Scully (M.I.T.) ha presentato la teoria dell'oscillatore laser sviluppata in collaborazione con Lamb. E' stato utile il confronto fra il formalismo degli stati coerenti (quale usato da Glauber e Louisell) e la trattazione di Scully in termini di elementi di matrice dell'operatore densità nel più familiare spazio di Fock.

F. T. Arecchi (Università di Milano) ha presentato la traduzione in termini di effettive operazioni di misura della teoria elaborata da Glauber, discutendo gli esperimenti di statistica dei fotoni fatti in questi anni dal suo gruppo, e presentando un'analisi sperimentale delle proprietà statistiche del laser. Arecchi ha anche presentato un esperimento di statistica su un insieme non-stazionario in cui l'assenza del vincolo $[p, H] = 0$, di commutatività dell'operatore densità con la hamiltoniana del campo, permette di dare significato operativo a quantità nulle a regime stazionario ma fisicamente importanti per la dinamica di un sistema. Egli ha concluso presentando le prime applicazioni della statistica dei fotoni a esperimenti di diffusione della luce.

H. Cummins (J. Hopkins University) ha trattato la diffusione della luce da fluttuazioni termodinamiche, in particolare dai punti critici delle transizioni di fase, presentando dati sperimentali ottenuti con analisi in frequenza della luce diffusa.

J. Ducuing (Institut d'Optique, Orsay) ha trattato l'ottica non lineare, riassumendo i risultati già conseguiti e presentando i punti aperti di ricerca in questo campo.

Infine Loudon (Univ. of Essex) e Hopfield (Univ. of Princeton) hanno svolto lezioni molto correlate, sulla diffusione di luce da eccitazioni collettive nei solidi. Più che insistere sulle proprietà del campo, essi hanno sottolineato le proprietà del mezzo diffusore, preparando così il terreno a eventuali analisi statistiche.

Estremamente qualificato il contributo dei « Seminar speakers » che purtroppo, per ragioni di spazio, dobbiamo descrivere in poche parole. Ricordiamo fra gli altri, i seminari di Kastler sugli esperimenti di pompaggio ottico che lo hanno portato al premio Nobel; di Weldlich sulla teoria della misura e su un'analisi comparativa delle varie teorie del laser; di Van Kampen, sul problema della diffusione trattato poi più estesamente da Cummins; di Toraldo di Francia sulla fluorescenza di risonanza; di Shen sulla statistica degli effetti non lineari; di Ter Haar sulla storia del concetto di fotone da Planck all'ottica quantistica.

Chi scrive è consapevole di non aver riferito su contributi altrettanto importanti, ma chiede scusa al lettore, pregandolo di considerare questa come una semplice antologia. (F. T. ARECCHI).

SCUOLA DI PERUGIA DEL G.N.S.M.

Perugia, 4-23 settembre 1967

Presso l'Istituto di Fisica dell'Università di Perugia diretto dal Prof. Amedeo Giacomini si è svolto il secondo corso della Scuola Nazionale di Struttura della Materia del G.N.S.M., patrocinato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche.

La Scuola, come già illustrato da R. Fieschi nel primo numero di questo notiziario, ha lo scopo di trattare in modo organico argomenti di carattere generale nel campo della Struttura della Materia, contribuendo a colmare il « gap » culturale tra i corsi universitari e le scuole avanzate di specia-

lizzazione e fornendo le basi per una certa qualificazione professionale per i giovani ricercatori del G.N.S.M. La Scuola consente inoltre ai giovani laureati di riunirsi per tre settimane, liberi da altri impegni, e di potersi dedicare allo studio sotto la guida di riconosciuti esperti italiani e stranieri.

Mentre la Scuola dell'anno scorso era centrata sullo studio di un particolare sistema fisico, il solido ideale, sulla teoria e sulle tecniche sperimentali atte a studiarlo, la Scuola di quest'anno, diretta dal Prof. Giovanni Boato dell'Università di Genova, ha avuto invece un tema generale: i fenomeni di trasporto nella materia (gas, solidi, liquidi). Ai vantaggi di una maggiore organicità ha fatto purtroppo riscontro la mancanza di corsi a carattere sperimentale.

Due dei sette corsi in cui si articolava la Scuola, hanno avuto carattere generale e introduttivo: il prof. R. Fieschi dell'Università di Parma ha tenuto alcune lezioni sui fondamenti di meccanica statistica e sulla termodinamica dei processi irreversibili, mentre il prof. P. Résibois dell'Università di Bruxelles (Introductory Course on non-equilibrium statistical mechanics) ha svolto, con grande rigore e completezza, un moderno corso sulla meccanica statistica dei processi di non-equilibrio, a partire dai primi principi fino alle deduzioni dell'equazione generalizzata del trasporto e dell'equazione di Kubo.

Il Prof. J. J. M. Beenakker del Kamerling Onnes Laboratorium di Leida (The transport properties of dilute polyatomic gases) ha mostrato, con qualche sorpresa da parte dei non iniziati, quanto interessante e aperto sia ancora il campo delle proprietà di trasporto nei gas, discutendo in particolare i recenti risultati ottenuti a Leida sulle proprietà di trasporto in campi magnetici e le informazioni che se ne traggono sul comportamento delle molecole poliatomiche.

Alle proprietà di trasporto nei solidi erano devoluti tre corsi riguardanti le tre interazioni fondamentali. Il Prof. A. Sjolander dell'Università di Göteborg (Lectures on phonon-phonon interaction) ha trattato con grande chiarezza gli aspetti fisici della interazione fonone-fonone prima discutendo gli effetti anarmonici nel reticolo cristallino e le loro conseguenze sulle proprietà termodinamiche e di trasporto, indi discutendo il fonone come particella singola e l'equazione di Boltzmann per i fononi. Il Prof. L. Hedin dello stesso Istituto (Electron-Electron interaction) ha sviluppato un formalismo più avanzato (seconda quantizzazione, funzioni di Green, etc.) per discutere in dettaglio l'interazione tra elettroni. Il Prof. J. Tavernier dell'Università di Parigi (Some aspects of the Electron-Phonon interaction) si è soprattutto soffermato su alcuni aspetti significativi dell'interazione elettrone-fonone (attenuazione acustica, effetti di schermo, amplificazione ultrasonica), dedicando notevole tempo ai semiconduttori.

Infine le proprietà di trasporto nei liquidi sono state trattate nel corso del Prof. F. P. Ricci, Università di Roma, il quale ha fatto un'analisi accurata dei dati sperimentali sulle proprietà macroscopiche di trasporto e un confronto con le teorie statistiche (Kirkwood, Rice e Allnatt, etc.). Due ulteriori lezioni teoriche del Prof. Sjolander hanno inoltre contribuito a chiarire alcuni aspetti del moto di particella singola e dei moti collettivi nel liquido.

Hanno svolto seminari su argomenti attinenti al corso i proff.: Boato (Univ. di Genova), Caglioti (Laboratori CNEN, Ispra), Cercignani (Univ. di Milano), Giura, (Univ. di Roma), Robinson (Argonne National Laboratory, Chicago, U.S.A., attualmente alla Università di Pisa), Scoles (Univ. di Genova). Hanno preso parte al corso circa 55 tra studenti ed osservatori. Le dispense dei corsi sono pronte e verranno inviate prossimamente al capigruppo G.N.S.M., ai Direttori degli Istituti di Fisica e delle Scuole di Perfezionamento in Fisica.

Una relazione dei Proff. Boato e Fieschi sui problemi relativi

alla prosecuzione della Scuola, agli esami ed alle prospettive per gli studenti che li supereranno, verrà pubblicata nel prossimo numero di questo notiziario. (G. CASANOVA).

1° SIMPOSIO INTERNAZIONALE SUI FASCI MOLECOLARI DI ALTA E MEDIA ENERGIA

Cannes, 4-7 luglio 1967

Dal 4 al 7 luglio si è svolto a Cannes il 1° Simposio Internazionale sui Fasci Molecolari di Alta e Media Energia. L'organizzatore, il Prof. F. M. Devienne del Laboratoire Méditerranéen des Recherches Thermodynamiques di Nizza, aveva specificato nell'invito che un fascio molecolare che venga chiamato di bassa, media e alta energia è formato da molecole la cui energia media è rispettivamente inferiore a 0,5 eV, compresa tra 0,5 e 25 eV e superiore a 25 eV. Pur essendo latente da qualche anno, questa definizione è stata proposta in questa occasione per la prima volta ed è molto verosimile che venga accettata dalla maggioranza dei ricercatori impegnati in questo campo.

Il limitato numero dei partecipanti, il molto tempo lasciato all'esposizione ed alla discussione dei lavori, l'altissimo livello dei lavori di rassegna introduttivi a ciascun argomento ed infine la perfetta organizzazione del Palazzo dei Congressi di Cannes hanno reso il Simposio un vero successo.

Tra gli altri citiamo il chiarissimo lavoro di rassegna presentato dal Prof. I. Amdur del M.I.T. di Boston sulle Applicazioni dei fasci molecolari alla misura delle sezioni d'urto e alla determinazione delle forze intermolecolari ed in questo campo il lavoro di W. Neumann e H. Pauly in cui per la prima volta, almeno crediamo, si è potuto risolvere quantitativamente con esperienze di scattering molecolare i contributi di due potenziali diversi presenti tra una stessa coppia di molecole collidenti: nel caso in questione il Sodio ed il Cesio.

Il Prof. F. C. Hurlbut ha parlato sulle applicazioni aerospaziali dei fasci molecolari ad energie intermedie soffermandosi soprattutto sul concetto e sulla misura dei coefficienti di accommodation di energia e quantità di moto di molecole che collidono con superfici. In questo campo vi è stato tra l'altro un notevole contributo sperimentale portato dal gruppo del prof. F. M. Devienne ed un apprezzato contributo teorico del prof. S. Nocilla del Politecnico di Torino.

Tra le applicazioni si sono notati molti tentativi di uso dei fasci molecolari condensati nella fisica dei plasmi e un interessante studio di P. Haymann e altri sulla crescita epitassiale dei cristalli d'oro che risulterebbe di molto facilitata se gli atomi che si depositano sul film sono di energia intermedia invece che di bassa energia come normalmente si usa.

Le discussioni che si sono svolte per lo più nel pomeriggio sono state molto animate. La discussione sulla produzione e rivelazione dei fasci molecolari ha visto anche la partecipazione del Gruppo G.N.S.M. di Genova che ha riferito sui propri recenti risultati in questo campo. (G. SCOLES).

INTERNATIONAL SUMMER COURSE ON SOLID STATE PHYSICS

Gent (Belgio), 28 agosto - 8 settembre 1967

Dal 28 agosto all'8 settembre 1967 si è svolto a Gent (Belgio) l'«International Summer Course on Solid State Physics» dedicato, quest'anno, ai difetti paramagnetici nei cristalli.

La Scuola, finanziata dalla N.A.T.O., è stata organizzata dal prof. W. Dekeyser, direttore del Laboratorio di Cristallografia e Fisica dello Stato Solido dell'Università di Gent, e dai suoi collaboratori.

I corsi, tenuti da illustri docenti europei ed americani, hanno avuto lo scopo di trattare la teoria della risonanza paramagnetica elettronica e della doppia risonanza elettronica e nucleare, con particolare riferimento ai solidi, e l'applicazione di queste tecniche allo studio dei centri paramagnetici nei cristalli ionici e nei semiconduttori.

M. H. L. Pryce (University of Southern California) ha svolto un corso introduttivo alla risonanza paramagnetica elettronica con particolare riguardo allo studio dell'effetto del campo cristallino sugli ioni degli elementi di transizione. K. W. H. Stevens (University of Nottingham) ha trattato l'applicazione della teoria dei gruppi alla risonanza paramagnetica, mentre A. Abragam (Centre d'Études Nucleaires, Saclay) ha introdotto il rilassamento nucleare e la polarizzazione dinamica da parte di impurezze paramagnetiche nei cristalli. Le tecniche sperimentali dell'EPR e dell'ENDOR sono state illustrate in grande dettaglio da D. E. J. Ingram (University of Keele). M. W. P. Strandberg (Physics Department, M.I.T.) ha svolto un corso introduttivo al rilassamento spin-reticolo con applicazioni riguardanti l'ione Cr^{3+} in posizione sostituzionale nel cobalto-clanuro di potassio e nel corindone. Il rilassamento spin-reticolo dei centri di colore (in particolare centri F , V_k , O_2^-) è stato l'oggetto delle lezioni di T. G. Castner (University of Rochester). F. S. Ham (General Electric Company, Schenectady) ha trattato l'effetto di perturbazioni esterne, come gli sforzi ed i campi elettrici applicati, sulla risonanza paramagnetica e l'effetto Jahn-Teller. Una interessante rassegna di risultati sperimentali ottenuti con l'EPR e l'ENDOR sui centri di colore negli alogenuri

alcalini è stata esposta da H. Seidel (Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, Stuttgart) e sui semiconduttori da J. Schneider (Physikalisches Institut der Universität, Freiburg).

Hanno partecipato ai corsi circa un centinaio di giovani ricercatori e studiosi appartenenti ad università e centri di ricerca di venti nazioni.

Particolarmente interessante è stata la visita, effettuata dai partecipanti alla Scuola, all'Istituto di Cristallografia e Fisica dello Stato Solido dell'Università di Gent. L'edificio che ospita l'Istituto, costruito nel 1966, presenta notevoli caratteristiche funzionali e moderne soluzioni architettoniche: ad esempio le pareti interne che delimitano i laboratori sono prefabbricate e costituite di un materiale isolante acustico montato su telai d'alluminio facilmente componibili.

Per concludere desidero segnalare l'efficienza e la perfetta organizzazione della Scuola e la cordialità dell'accoglienza riservata ai partecipanti dagli organizzatori. (E. R. MOGNASCHI).

5° CORSO SULLE APPLICAZIONI ELETTRONICHE DELLA FISICA DEI SOLIDI

Burolo - Maggio, Giugno e Luglio 1967

Nei mesi di maggio, giugno e luglio 1967 si è tenuto presso l'Istituto Tecnologico della Olivetti S.p.A. a Burolo un corso sulle applicazioni elettroniche della Fisica dei solidi, diretto dal prof. G. Chiarotti.

Una relazione sul corso sarà pubblicata sul prossimo numero di questo Notiziario.

Annunci

CONGRESSO DELLA S.I.F. Bologna 23-28 ottobre 1967

Sezione Stati Aggregati

Diamo qui alcune notizie sul Congresso della Società Italiana di Fisica, limitatamente alla Sezione Stati Aggregati. Oltre a numerose comunicazioni, per i giorni 23 e 24 ottobre, sono previsti i seguenti « invited papers »:

- A. Frova (Università di Roma), Effetti elettroottici e magnetooptici nei solidi (23 ottobre ore 9).
- J. Robinson (Argonne National Laboratory), Electron-phonon interactions in the solid alkali metals (24 ottobre ore 9).
- P. Manca (Università di Cagliari), Legame interatomico e semiconduzione nei solidi (24 ottobre ore 9,45).
- C. Cercignani (Università di Milano), Metodi di soluzione dell'equazione di Boltzmann (24 ottobre ore 15).
- G. Bonera e A. Rigamonti (Università di Pavia), Applicazione delle tecniche NMR ad alcuni problemi di fisica dello stato solido (24 ottobre ore 15,45).

Sono inoltre previste per il giorno 26 ottobre le seguenti Relazioni Generali:

- E. Fatuzzo (Divisione Ricerche, Società Ferrania), Recenti sviluppi nel campo della ferroelettricità (ore 9,10).
- A. Gozzini (Università di Pisa), Il pompaggio ottico (ore 10,15).
- F. Bassani (Università di Pisa), Spettroscopia dei solidi (ore 11,30).

CONVEGNO NAZIONALE DELL'ASSOCIAZIONE ITALIANA DI CHIMICA FISICA

Perugia 9-11 novembre 1967

Si terrà a Perugia nei giorni 9-11 novembre 1967, presso l'Istituto di Chimica Fisica il 2° Convegno Nazionale di Chimica

Fisica. Il Convegno, per il quale si prevede una larga partecipazione di Chimici, Chimici Fisici e di Fisici si articolerà in una serie di Relazioni su invito su « Forze intermolecolari » e « Risultati e prospettive di tecniche spettroscopiche avanzate » e in una serie di brevi comunicazioni, anch'esse su invito, relative agli argomenti suddetti.

Per ulteriori informazioni, corrispondere a: Prof. C. Furlani, Istituto di Chimica Generale ed Inorganica, Via Elce di Sotto, Perugia.

CONGRESSINO GNSM SULLE « APPLICAZIONI DELLA SPETTROMETRIA DEI NEUTRONI ALLA STRUTTURA DELLA MATERIA »

Trieste, 23-24 novembre 1967

Nei giorni 23 e 24 novembre 1967 presso il Centro Internazionale di Fisica Teorica dell'IAEA di Trieste avrà luogo un Convegno organizzato dal Gruppo Nazionale Struttura della Materia del C.N.R. che avrà per argomento le Applicazioni della Spettrometria dei Neutroni alla Struttura della Materia ».

Sono previste un limitato numero di comunicazioni generali e qualche comunicazione sui lavori attualmente in corso presso i vari gruppi operanti nel campo.

Durante il Convegno sarà inoltre tenuta una Tavola Rotonda sulla Spettrometria Neutronica Impulsiva.

Ulteriori informazioni e i moduli di partecipazione possono essere richiesti al seguente indirizzo: Convegno sulle Applicazioni della Spettrometria dei Neutroni alla Struttura della Materia, all'attenzione del Prof. G. Caglioti, Centro Internazionale di Fisica teorica, Piazza Oberdan, 6 - 34100 Trieste.

Recenti pubblicazioni del G. N. S. M.

Fisica dei metalli

M. Asdente, M. Dellitala - (C.I.S.E., Milano) - Magnetocrystalline Energy, Electronic Charge Distribution, and Fermi Surface of Iron from a Tight-Binding Calculation - *Phys. Rev.*

M. Asdente - (C.I.S.E., Milano) - Some Properties of Iron deduced from Tight-Binding Calculation - Lavoro presentato all'International Congress on Magnetism, Boston 11-15 settembre 1967.

M. Castagna, A. Ferro, F. S. Rossi, G. Seville - (Istituto Elettrotecnico « G. Ferraris » di Torino) - On the Effect of Nitrogen on the Mechanical Properties of Neutron Irradiated Pure Iron - *Proc. Americ. Soc. Test. Mat., Atlantic City Conference*, (1966).

G. Boato - (Istituto di Fisica, Università di Genova), Y. Vig - (University New Brunswick, New Jersey U.S.A.) - The Thermopower of Aluminium with Transition Metal Impurities - *Solid State Comm.* **5**, 649 (1967).

Bordin - (Istituto di Fisica, Università di Ferrara) - Hall Effect in Zn with Small Concentration of Impurity - *Ric. Sc.* **8**, 677 (1966).

Fisica dei semiconduttori

M. Bertolotti, T. Papa, D. Sette, G. Vitali - (Istituto di Fisica, Fac. di Ingegneria - Roma) - Evidence for Damage Regions in Si, GaAs and InSb Semiconductors Bombarded with High-Energy Neutrons - *J. Appl. Phys.* **38**, 2645 (1967).

F. Calzecchi, A. Gardini, P. Gondi - (Istituto di Fisica, Università di Bologna) - Preparation and Analysis of Germanium Slices having Prevalence of either Schew or Edge Dislocations - *Il Nuovo Cimento* **50B**, 263 (1967).

Superfluidi e superconduttori

C. F. Ratto - (Istituto di Fisica, Università di Genova), A. Blauidin (Laboratoire de Physique, Faculté des Sciences, Orsay, France) - Correlation Effects and Superconductivity in Dilute Alloys, with Localized States - *Phys. Rev.* **156**, 513 (1967).

Maraviglia (Istituto di Fisica, Università di Roma) - Motion of ions in the saturated film of He II - *Phys. Lett.* **25A**, 99 (1967).

I. Modena, F. P. Ricci - (Istituto di Fisica, Università di Roma) - Mobility of Electrons in dense He⁴ fluid - *Phys. Lett.* **25A**, 213 (1967).

I. Modena, F. P. Ricci (Istituto di Fisica, Università di Roma) - Mobility of Electrons in Liquid He³ at the Critical point - *Phys. Rev. Lett.* **19**, 347 (1967).

A. Coniglio, M. Marinaro - (Istituto di Fisica Teorica, Università di Napoli) - Breakdown of Symmetry and Gapless Spectrum in Many-Boson Systems - *Il Nuovo Cimento* **48B**, 262 (1967).

Proprietà magnetiche

G. Caglioti, M. J. Cooper - (C.N.E.N. Ispra), V. J. Minkiewicz - (Atomic Energy Res. Est., Harwell, England) - Magnetic Form Factor of Ni in the Paramagnetic State - *J. of Appl. Phys.* **38**, 1245 (1967).

A. Ferro, G. P. Soardo - (Istituto Elettrotecnico Nazionale « G. Ferraris », Torino) - Sur les Effects de Polygonisation due aux Transitions de Phase sur les Propriétés Magnétiques du Fer de très haute Perméabilité - *Colloque International sur le Fer de très Haute Pureté*, Paris sept. 1966.

B. Antonini, F. Menzinger, A. Paoletti - (Laboratori C.N.E.N., Casaccia - Roma) - Magnetization Distribution in Disordered CoPt Alloy - *Phys. Lett.* **25A**, 372 (1967).

A. Paoletti, F. P. Ricci - (Laboratori C.N.E.N., Casaccia - Roma) - Coexisting Phases in Partially Ordered MnNi₃ - *Phys. Lett.* **24A**, 371 (1967).

G. Asti, M. Colombo, M. Giudici, A. Leviaidi - (Istituto di Fisica, Università di Parma) - Domain Wall Motion in Barium Ferrite Single Crystals - *J. Appl. Phys.* **38**, 2195 (1967).

G. Buttino, A. Cecchetti, A. Drigo - (Istituto di Fisica, Università di Ferrara) - Changes of Reversible Permeability associated with Irreversible Displacements of Bloch Walls - *I.E.E.E. Transactions on Magnetics* **2**, 430 (1966).

G. Fratucello, G. C. Cecchi - (Istituto di Fisica, Università di Ferrara) - Domini di opposta magnetizzazione rivelati con l'effetto Barkhausen durante la rimagnetizzazione del Fe-Si a grani orientati - *Ric. Sci.*, **37** (I-A), 9 (1967).

D. Candolfo, A. Cecchetti, G. Zini - (Istituto di Fisica, Università di Ferrara) - Perdite di energia in dischi ferromagnetici rotanti in campi magnetici continui ed alternati sovrapposti - *Ric. Sci.*, **36** (IX-A), 813 (1967).

Proprietà ottiche

A. Baldareschi, F. Bassani - (Istituto di Fisica, Università di Pisa) - Landau Levels and Magneto-Optic Effects at Saddle Point - *Phys. Rev. Lett.* **19**, 66 (1967).

S. Ballarò, A. Balzarotti, V. Grasso - (Istituto di Fisica, Università di Roma) - Influence of an Electric Field on the Exciton Absorption in KBr - *Phys. Lett.* **23**, 405 (1966).

A. Frova - (Istituto di Fisica, Università di Roma) - P. J. Boddy, Y. S. Chen (Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, New Jersey) - Electromodulation of the Optical Constants of Rutile in the u v - *Phys. Rev.* **157**, 700 (1967).

A. Frova - (Istituto di Fisica, Università di Roma) - P. J. Boddy - (Bell Telephone Laboratories, Murray Hill, New Jersey) - Optical Field Effects and Band Structure of some Perovskite - Type Ferroelectrics - *Phys. Rev.* **153**, 606 (1967).

Proprietà dielettriche

A. Rigamonti - (Istituto di Fisica, Università di Pavia) - Quadrupole Spin-Phonon Relaxation and Ferroelectric Transition - *Phys. Rev. Lett.* **19**, 436 (1967).

C. Bucci - (Istituto di Fisica, Università di Parma) - Dielectric Relaxation in Additively Colored KCl: Sr Cl₂ Crystals - *Phys. Rev.* **152**, 833 (1966).

Risonanze Magnetiche e Spettroscopia a Microonde

A. Dall'Olio, G. Dascola e V. Varacca - (Istituto di Fisica, Università di Parma) - E.P.R. Evidence of Exchange-Coupled Ion Pairs and of Isolated Ions in some chlorosubstituted cupric Acetates, *Phys. Stat. Sol.* **22**, 365 (1967).

A. Chierico, G. Del Nero, G. Lanzi e E. R. Mognaschi - (Istituto di Fisica, Università di Pavia) - Nuclear Magnetic Resonance Study of Polymethylsorbate, *Europ. Polymer J.* **3**, 501 (1967).

Struttura dei Solidi e dei liquidi - Dinamica reticolare

M. Giura, R. Marcon, T. Papa, F. Wanderlingh - (Istituto di Fisica, Fac. di Ingegneria - Roma) - Magnetoacoustic Measurement of Fermi Surface in Bismuth - *Il Nuovo Cimento* **51**, 150 (1967).

S. Benci, G. Gasparrini, T. Rosso - (Istituto di Fisica, Università di Parma) - Diffusion of Cobalt in Cu₃Au alloy - *Phys. Lett.* **24A**, 418 (1967).

G. Mastinu - (Istituto di Fisica, Università di Roma) - Apparatus to Determine Excess Molar Volume: Application to H_2-N_2 Mixture - Rev. Sci. Instr. **38**, 1114 (1967).

G. Mastinu - (Istituto di Fisica, Università di Roma) - Excess Volumes in System N_2-H_2 - J. Chem. Phys. **31** (1967).

F. P. Ricci - (Istituto di Fisica, Università di Roma) - Diffusion in Simple Liquids - Phys. Rev. **156**, 184 (1967).

A. Paoletti, F. P. Ricci - (Istituto di Fisica, Università di Roma) - Coexisting Phases in Partially Ordered $MnNi_3$ - Phys. Lett. **24A**, 371 (1967).

Argomenti vari

D. Messinò, D. Sette, F. Wanderlingh - (Istituto di Fisica, Fac. di Ingegneria, Roma) - Effects of Solid Impurities on Cavitation Nuclei in Water - J. of Acoust. Soc. of America **41**, 573 (1967).

D. Sette, F. Wanderlingh - (Istituto di Fisica, Fac. di Ingegneria, Roma) - Thermodynamic Theory of Bubble Nucleation Induced in Liquids by High-Energy Particles - J. of Acoust. Soc. of America **41**, 1074 (1967).

P. Mezzetti, G. P. Soardo - (Istituto Elettrotecnico Nazionale « G. Ferraris » di Torino) - Line Spectrum of a Series of Time Correlated Pulses having Random Shape and Amplitude - I.E.E.E. - I.T. Transactions, Oct. 1967.

U. Gellone, P. Mezzetti - (Istituto Elettrotecnico Nazionale « G. Ferraris » di Torino) - Line Spectrum and Spectral Power Density of Amplitude Correlated Random Pulse Trains - Joint Automatic Control Conference, Philadelphia 1967 - Proceedings JACC 1967.

A. Gainotti, C. Ghezzi, M. Manfredi, L. Zecchina - (Istituto di Fisica, Università di Parma) - Positron Annihilation in Lithium Hydride - Phys. Lett. **25A**, 316 (1967).

C. Bussolati, S. Cova, L. Zappa - (Istituto di Fisica, Politecnico di Milano) - Effective Electron Density for Free Positron Anni-

hilation in Organic Compounds - Il Nuovo Cimento **50B**, 256 (1967).

M. Bertolaccini, C. Bussolati, S. Cova, S. Donati, V. Svelto - (Istituto di Fisica, Politecnico di Milano) - Statistical Behaviour of the Scintillation Counter: Experimental Results - Nucl. Instr. Methods **51**, 325 (1966).

E. S. Machlin - (Cavendish Laboratory, University of Cambridge) - Low Order Proton Channeling - Phys. Lett. **24A**, 173 (1967).

A. Alberigi Quaranta, A. Bertin, G. Matone, F. Palmonani, A. Placci, P. Dalpiaz, G. Torelli, E. Zavattini - (Istituto di Fisica Università di Modena) - Elastic Scattering of Mesoatoms on Hydrogen and on Deuterium: Determination of the Total Spin State of the p Mesoatoms - Il Nuovo Cimento, **47B**, 1 (1967).

A. Alberigi Quaranta, A. Bertin, G. Matone, F. Paimonani, A. Placci, P. Dalpiaz, G. Torelli, E. Zavattini - (Istituto di Fisica, Università di Modena) - Measurement of the Transfer Rates of Muons from Hydrogen to Xenon and some other monoatomic Elements - Il Nuovo Cimento **47B**, 1 (1967).

A. Alberigi Quaranta, M. Martin, G. Ottaviani, G. Zanarini - (Istituto di Fisica, Università di Modena) - First Results Proton Deuteron Discrimination with a Single Detector - Nuclear Instr. and Met. **50**, 169 (1967).

A. Alberigi Quaranta, F. Baracchi, M. Prudenziati - (Istituto di Fisica, Università di Modena) - Study of Transistors' Overload in Active Region Operated by Large Pulses' Trains - Alta Frequenza **36**, 440 (1967).

V. Emma - (Istituto di Fisica, Università di Catania) - Ionizzazione dell'ossigeno per urto elettronico - Livelli elettronici e vibrazionali dell' O_2^+ . - Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat. Catania **8**, 742 (1966).

C. Dardini, G. Iaci, M. Lo Savio, R. Visentin - (Istituto di Fisica, Università di Catania) - A Transistorized Time-to-Amplitude Converter - Nucl. Instr. & Meth. **47**, 233 (1967).

NOTIZIE IN BREVE

D. D. L. Ministero Ricerca - Un disegno di legge per la costituzione del Ministero della Ricerca Scientifica e Tecnologica è stato recentemente distribuito alle Camere. In esso, dopo alcune considerazioni generali sul progresso tecnico, sullo sviluppo economico e sulla ricerca scientifica, si passa a considerare lo stato della ricerca scientifica in Italia, l'organizzazione della ricerca scientifica all'estero e i lineamenti delle strutture amministrative per la definizione e l'attuazione della politica della ricerca scientifica e tecnologica in Italia. Infine il D.D.L. prevede in 14 articoli la definizione dei compiti del nuovo Ministero. Ulteriori informazioni sul D.D.L. difficilmente potrebbero essere condensate in poche righe. Per quanto ci riguarda più in particolare ci limitiamo ad osservare che il D.D.L. ignora per lo più l'esistenza di altra fisica oltre alla fisica nucleare. In particolare l'art. 4 del D.D.L. prevede che, fra gli altri, facciano parte della commissione consultiva presso il CIPE il Presidente del CNEN e il Presidente dell'INFN, mentre nessun rappresentante specifico è previsto per settori della fisica di grande interesse scientifico e applicativo come la Struttura della Materia e l'Elettronica.

Piano quinquennale Fisica - Una riunione preliminare per aggiornare il piano quinquennale per la Fisica ha avuto luogo il 14-7-1967, promossa dal Comitato per la Fisica del C.N.R., presieduto dal prof. M. Merlin. Il G.N.S.M. era rappresentato nella riunione dal suo presidente, prof. G. Chiarotti. Nella sua riunione del 10-7-1967 il Consiglio Direttivo del G.N.S.M. ha espresso sull'iniziativa del Comitato per la Fisica del C.N.R. il suo parere, che può essere così riassunto.

Per quanto riguarda la situazione del personale e dei fondi, dovrebbe essere presa in particolare considerazione la situazione di inferiorità in cui si trovano i gruppi del C.N.R. rispetto a quelli dipendenti da altri Enti. Per quanto riguarda l'impostazione vera e propria di un piano, essa dovrebbe essere preceduta da un'analisi della distribuzione attuale dei finanziamenti fra i vari settori della fisica e dei relativi sviluppi negli ultimi anni, in modo da poter pianificare uno sviluppo dei vari settori che porti, in un decennio, ad una situazione relativa non dissimile da quella esistente nei paesi scientificamente più sviluppati.

Il punto di vista del G.N.S.M. sarà sviluppato e illustrato in seno alla commissione che elaborerà il piano quinquennale dai proff. G. Boato, F. Bassani, F. Fumi, R. Fieschi.

• • •

Riordinamento INFN - La Gazzetta Ufficiale (fasc. dell' 8-9-1967, parte I, n. 226) pubblica un decreto in data 26 luglio 1967 del Ministro della Pubblica Istruzione di concerto col Ministro per l' Industria, il Commercio e l' Artigianato e col Ministro per il Coordinamento della Ricerca Scientifica e Tecnologica sul riordinamento dell' Istituto nazionale di fisica nucleare (INFN). Il decreto sostanzialmente accetta, sia pure con qualche modifica, la struttura che di fatto l' INFN ha avuto in passato. Gli istituti universitari favoriti dal decreto non vengono esplicitamente menzionati, ma vengono tuttavia implicitamente definiti col riconoscimento della situazione attuale.

L' INFN era stato creato nel 1951 con decreto del Presidente del C.N.R. sotto forma di alcuni centri universitari fra loro associati per ricerche in fisica nucleare. Fin dall' inizio perciò l' INFN, più che di un istituto, ha avuto la struttura di un' associazione di istituti e di centri universitari (denominati sezioni, sottosezioni e gruppi). Essendosi successivamente staccata dal C.N.R. ed essendo stata finanziata in misura relativamente considerevole dal CNEN, l' associazione INFN ha potuto estendersi e svilupparsi notevolmente al di fuori delle norme dell' Università e del C.N.R., favorendo in particolare lo studio delle particelle elementari. Altri campi della fisica, che non hanno potuto usufruire di condizioni ugualmente favorevoli, hanno avuto di conseguenza in Italia uno sviluppo del tutto inadeguato.

ASF - Pavia