

NUOVA SERIE

Anno XIX - 1942

# IL NUOVO CIMENTO

PERIODICO FONDATA IN PISA DA C. MATTEUCCI E R. PIRIA

ORGANO DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI FISICA

SI PUBBLICA SOTTO IL PATRONATO  
DEL CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE  
IN 10 NUMERI ANNUALI

DIRETTORI:

A. CARRELLI - E. FERMI - Q. MAJORANA - A. POCHETTINO - L. PUCCIANTI



NICOLA ZANICHELLI, EDITORE

BOLOGNA 1942-XXI

## IN MEMORIA

DI

## RITA BRUNETTI

Z. OLLANO

Nata a Milano il 23 giugno del 1890 RITA BRUNETTI mostrò da giovanetta grande versatilità per gli studi: avviata verso quelli classici vi riusciva ottimamente come mostra la « licenza d'onore » conseguita presso il liceo Beccaria di Milano. All'Università avrebbe voluto studiare medicina, ma distoltane partecipò con felice esito, a un concorso per un posto di allieva esterna per le matematiche pure, presso la Scuola Normale Superiore di Pisa. Le scienze esatte non dovevano però essere quelle sulle quali la irrequieta e rara intelligenza si sarebbe fermata. Appresi i primi concetti, gli studi fisici l'appassionarono e verso questi più di tutti si sentì attratta.

La frequenza ai corsi universitari avvenne in Pisa in un periodo (1909-1913) dei più felici pel famoso Ateneo pisano; la Fisica sperimentale era sotto le direttive di A. BATTELLI e le cure di A. OCCHIALINI, allora aiuto alla cattedra della medesima. Sotto la valente guida di questo ultimo, trattò per tesi di laurea un interessante argomento di spettroscopia, e conseguì alle fine del 1913 la « laurea d'onore » in Fisica sperimentale. All'eccezionale allieva venne assegnato un premio « Lavagna » di perfezionamento in Fisica Matematica, che Le permise di avvantaggiarsi per un altro anno della preziosa guida del suo primo Maestro e di sviluppare la ricerca spettroscopica avviata.

Con questa si iniziò la sua produzione scientifica. Il lavoro destinato ad estendere in gas diversi lo studio della scarica oscillatoria fatto qualche anno prima da BATTELLI e MAGRI per l'aria e a chiarire dettagli spettroscopici, conclude con una minuta descrizione dello spettro nelle varie fasi della scarica in  $H$ ,  $O$ ,  $N$ ,  $CO_2$ , che è importante completamento alle ricerche precedenti e saggio dell'abilità e precisione della giovane Ricercatrice.

Compiuto l'anno di perfezionamento, un altro istituto fisico l'accoglie, quello di Firenze allora « Istituto di Studi Superiori » che presto traslocato e ordinato nella nuova sede di Arcetri Le offrì l'ambiente adatto a sviluppare i suoi studi. Al bello Istituto di Arcetri, perfetta organizzazione didattica e scientifica creata dal prof. A. GARBASSO, Ella rimase sempre affezionata ricordandolo spesso e portandolo ad esempio. In esso compì l'intera carriera di preparazione alla cattedra universitaria (1915-1926).

Particolarmente laboriosi Le dovevano essere i primi anni durante i quali l'Italia partecipava alla precedente guerra mondiale. Nell'esempio del Direttore, lo spirito di guerra e di patriottismo furono altamente sentiti fra i giovani fisici dell'Istituto, di modo che questo presto rimase con la sola giovane Assistente; il difficile e pesante compito di condurre l'intero Istituto e di impartire tutti gli insegnamenti relativi, venne compiuto con intelligente ardore e alto spirito di sacrificio. Tuttavia anche Ella volle rendersi utile alla Patria dedicando molte delle sue vacanze a un servizio radiologico volontario presso un ospedale della Croce Rossa. Di questo ulteriore sacrificio, che ha mostrato la generosità e bontà del suo animo, ebbe riconoscimento ufficiale.

Intorno al 1915 l'Istituto di Fisica di Arcetri era fecondo centro di studi e la spettroscopia, mezzo di indagine più immediato alle questioni di maggior interesse del momento, era tenuta in molto conto. Del Direttore Ella assistette solo all'ultimo contributo diretto portato nella Fisica sperimentale, ma usufruì largamente della preziosa guida della grande mente di A. GARBASSO, che generoso, abbondantemente si prodigava verso i giovani. Nell'arte di sperimentare L'addestrò per qualche tempo l'abile ricercatore A. LO SURDO allora aiuto dell'Istituto. Più tardi la presenza in Arcetri del giovane teorico E. FERMI e di F. RASSETTI influirono certamente nella formazione della sua mentalità fisica.

Nel 1923 conseguiva la libera docenza in Fisica sperimentale, nel 1926 vinceva il concorso alla cattedra universitaria di questo insegnamento per cui lasciava Firenze.

Sono del periodo fiorentino ricerche spettroscopiche nella regione visibile e in quella allora nuova dei raggi X e studi vari su questi ultimi.

Al suo arrivo in Arcetri si sperimentava precisamente sulla scissione delle righe spettrali in campo elettrico (effetto STARK-LO SURDO) scoperta due anni prima da LO SURDO in Italia e da STARK in

Germania per vie indipendenti e con tecniche diverse. Quella di A. LO SURDO più vantaggiosa per luminosità ed adattabilità a mettere in evidenza particolari aspetti sotto i quali l'effetto può presentarsi. Le ricerche di R. BRUNETTI hanno dimostrato appunto questo e scoperto una nuova azione del campo elettrico sugli atomi emettenti, la comparsa in campo elettrico di radiazioni la cui emissione è proibita in condizioni normali di eccitazione.

A questi brillanti risultati seguirono, dopo una parentesi dedicata a studi su raggi X, ricerche su strutture fini; le righe del mercurio 5461 e 4358 Å vennero esaminate mediante due reticoli a gradinata del MICHELSON incrociati. Della delicata e poco nota disposizione ottica introdotta per raggiungere alti poteri risolutivi, la Sperimentatrice precisò con calcolo la posizione degli spettri dei vari ordini e quella di satelliti della radiazione primaria. L'osservazione fatta per assorbimento fu messa in relazione con i livelli energetici di eccitazione del mercurio e con i suoi isotopi. Con lo stesso mezzo di esame, risolse pure una controversia che esisteva fra vari autori circa la struttura fina della 5876 Å dell'elio.

Nella regione dei raggi X la tecnica di analisi di questa radiazione colpì da prima il suo interesse. Partendo dalla proposta di DE-BROGLIE e LINDEMANN di usare nella disposizione spettroscopica lamine a superficie cilindrica, allo scopo di avere contemporaneamente tutti gli angoli di incidenza ed eliminare la rotazione del cristallo, riuscì a costruire con speciali accorgimenti delle lamine di salgemma di tale sagoma, che diedero spettri di maggiore intensità e dispersione di quelli forniti dalle lamine di mica. Di questa innovazione sperimentale Ella fece la trattazione analitica completa e indicò il modo migliore per utilizzarla, documentando con copiosi risultati ottenuti in vari tempi. Il paziente ed importante lavoro ebbe dalla R. Accademia dei Lincei un premio SELLA (1917).

I tre lavori degli anni 1918-19-20 vanno considerati in relazione alla incerta Fisica atomica del tempo e in particolare nell'ordine di idee di allora, circa il processo di emissione della radiazione X. Il primo tratta dell'impossibilità di osservare coi campi magnetici disponibili e i poteri risolvanti raggiungibili, una scissione delle righe spettrali X analoga a quella osservata nell'effetto ZEEMAN per le righe di bassa frequenza e riferisce esperienze di risultato appunto negativo.

Gli altri due, contengono numerose e minute misure che ebbero l'intento di portare qualche contributo sperimentale a sostegno

di ipotesi sul processo di emissione della radiazione X caratteristica e di quella emessa dietro il catodo (raggi X postcatodici).

Trascorsero gli anni di sviluppo della Fisica atomica; la struttura dell'atomo raggiunse basi solide ed un edificio definitivo che serve bene a rappresentare i vari fenomeni anche nei loro dettagli. Così l'assorbimento della radiazione X presenta delle discontinuità lungo lo spettro in regioni che sono in stretta relazione con le energie possedute dagli elettroni dell'atomo assorbente; queste bande hanno struttura fina per cui KOSSEL propose una interpretazione qualitativa. R. BRUNETTI completò e precisò questa interpretazione mettendo in relazione l'assorbimento nella regione dei raggi X con quello nella regione visibile lungo una serie ottica.

In altro lavoro trattò degli spostamenti che si debbono attendere lungo lo spettro, per le righe X caratteristiche, i limiti delle discontinuità di assorbimento e le componenti della struttura fina di queste, quando l'elemento che si considera è legato in composti chimici diversi. Le considerazioni teorico-empiriche furono messe in relazione con dati sperimentali e fu posta in evidenza in maniera suggestiva la differenza di grandezza fra atomi e ioni.

Lo stato di polarizzazione della radiazione X non caratteristica è altro argomento trattato; per esso le misure avevano indicato una debole polarizzazione che, riferita alla radiazione globale di tutto lo spettro, diminuiva col crescere del potenziale di funzionamento del tubo e lungo lo spettro cresceva con la frequenza, in modo che il massimo coincideva col limite dello spettro continuo. Questi dati sperimentali non trovavano riscontro nella teoria secondo la quale la polarizzazione risultava totale. R. BRUNETTI considerata nel processo di emissione (frenamento degli elettroni catodici da parte dei nuclei atomici del materiale dell'anticatodo) la diffusione subita dagli elettroni nell'attraversare piccoli spessori dell'anticatodo, attribuì a questa lo stato di polarizzazione della radiazione. Il calcolo, seguito sulla linea di quello di KRAMERS per valutare l'energia lungo lo spettro continuo, diede appunto uno stato di polarizzazione con l'andamento indicato dalle misure e valori numerici molto vicini a quelli misurati.

Altro calcolo interessante è quello condotto per stabilire l'azione biologica prodotta da radiazione X dura o gamma sul tessuto organico, sulla base che tale azione debba attribuirsi al bombardamento degli elettroni liberati nel tessuto. Per l'ammontare di energia del quanto di radiazione impegnato, il processo fotoelettrico è trascu-

rabile e i corpuscoli negativi sono esclusivamente dovuti alla diffusione COMPTON. Nello sviluppo del calcolo venne precisato il così detto fattore di efficacia biologica della radiazione e furono dedotte delle espressioni analitiche che compendiano quanto è conosciuto dall'esperienza nella terapia.

Negli anni 1924 e 1926 R. BRUNETTI sviluppò, ancora nel campo dei raggi X, la delicata ricerca che decise sull'esistenza del florenzio, elemento a numero atomico 61. Il suo riscontro nel gruppo delle terre rare era di grande importanza, non soltanto per la scoperta del nuovo elemento in sè, ma anche per il sostegno che avrebbe portato al processo di formazione della tavola periodica proposto da BOHR e soggetto a qualche discussione.

Al principio del 1924 i chimici ROLLA e FERNANDES, durante il frazionamento di terre rare del gruppo del didimio estratte dalla monazite brasiliana, ebbero il sospetto che il loro materiale contenesse l'elemento non ancora identificato, che nella tavola periodica doveva trovarsi fra il neodimio e il samario e per decidere vollero l'intervento fisico di R. BRUNETTI. Ella avviò la ricerca a mezzo dell'esame delle discontinuità X di assorbimento. Era la prima volta che un tale metodo veniva usato per rintracciare un elemento sconosciuto e la scelta può sembrare strana a causa della piccola sensibilità; ad essa invece si deve l'esito positivo della ricerca. La quantità minima del prezioso materiale posto a disposizione dai chimici, la univocità della posizione spettrale delle bande di assorbimento in relazione al numero atomico dell'elemento, furono le ragioni principali che lo fecero preferire all'esame dello spettro X d'emissione comunemente usato. Fin dai primi esami, fatti nel 1924 su scarso materiale in polvere, R. BRUNETTI identificava l'elemento cercato; tuttavia per prudenza consegnò la nota destinata a comunicare la scoperta in plico chiuso alla R. Accademia dei Lincei in attesa di altro risultato. Questo venne nel 1926 quando, migliorata l'attrezzatura sperimentale ed eliminate alcune incertezze, l'esame eseguito su nuovo e più copioso materiale in soluzione non Le lasciò più dubbio sulla presenza della banda da attribuire all'elemento 61. Le fotometrie delle lastre relative decisero anche esse in questo senso.

La scoperta fu annunciata ufficialmente dal Prof. L. ROLLA nel settembre del 1926 in occasione del congresso della SIPS e fece molto clamore con eco in molti giornali. Gran parte della pubblicità a una ricerca a carattere puramente scientifico si deve attribuire al fatto che il 61 è stato intorno al 1926 di moda; lo si cercava oltre

che in Italia in Germania e in America. HARRIS, HOPKINS e YNTEMA comunicarono nel giugno di quell'anno, di aver ottenuto le righe  $L_{\alpha}$  e  $L_{\beta}$  del 61 da materiale pure proveniente da monazite brasiliana; nell'agosto DEHLINGER, GLOCKER e KAUPP ne ottennero la  $K_{\alpha_1}$ ,  $K_{\alpha_2}$ ,  $K_{\beta}$  nei valori calcolati da CORK e STEPHENSON, nel dicembre CORK, JAMES e FOGG diedero notizia di aver ottenuto sette righe della serie  $L$  dello stesso elemento. Invece AUER VON WELSBACH ancora nel 1926 disse di non aver trovato tracce del 61 nelle mescolanze di neodimio e samario estratte da cerite. La diversa provenienza del materiale al quale questo risultato negativo si riferisce, non toglie sicurezza agli altri; tuttavia negli anni successivi anche per altre ricerche dello stesso esito fra cui in Italia non condotte da R. BRUNETTI e relative a materiale diverso e di altra manipolazione chimica, l'esistenza del florenzio ricomparì più volte oggetto di discussione.

La cattedra universitaria portò la prof. R. BRUNETTI a Ferrara; qui si iniziarono ad esplicitare le sue attitudini organizzative. Del troppo modesto Istituto fisico cercò subito fare un ambiente accogliente alle ricerche che aveva in corso e verso le quali desiderava instradare i suoi allievi. La cosa però richiedeva del tempo; la sua permanenza di due anni fu appena sufficiente a trovarne i finanziatori. Intanto per non rinunciare all'attività scientifica chiese ospitalità in altro Istituto; la ebbe in quello vicino di Bologna, diretto dal Prof. Q. MAJORANA, dove Le fu anche affidato l'incarico della Fisica superiore.

Nell'ospitale e bene attrezzato Istituto svolse importanti ricerche di policroismo e di paramagnetismo.

H. BECQUEREL aveva eseguito un accurato studio del fenomeno del policroismo cristallino presentato dai sali di terre rare e pubblicato un lavoro che è rimasto classico. In base ai risultati in esso riportati e per quelli ottenuti dall'esame diretto su buoni cristalli di praseodimio e neodimio forniti dal Prof. L. ROLLA, R. BRUNETTI concludeva che tale policroismo è dovuto all'orientamento degli ioni nel campo elettrico intramolecolare, la cui direzione è collegata con l'asse o gli assi di simmetria del cristallo. Successivamente, precedendo altri autori, ebbe la geniale intuizione di attribuire la struttura dello spettro di assorbimento dei composti di terre rare in diversi stati termici e di aggregazione, all'azione del campo elettrico inter o intramolecolare sui livelli energetici dell'ione.

Nel campo del paramagnetismo, si occupò della verifica della legge di CURIE quantistica. Era noto, da questa teoria, che la suscet-

tività di un corpo paramagnetico può variare con la temperatura, non soltanto in relazione al cambiamento dell'agitazione termica delle particelle che lo costituiscono (CURIE-WEISS) ma anche per eccitazione termica degli atomi o ioni (HUND VAN WLECK). Mancava però la verifica sperimentale di ciò, in quanto tutte le determinazioni di suscettività erano state eseguite o su ioni in stato fondamentale semplice (difficilmente eccitabili) o in regioni termiche non adatte.

R. BRUNETTI rilevato che gli ioni delle terre rare hanno configurazione elettronica che consente la detta verifica in intervalli di temperatura accessibili, la progettò per l'ione ceroso, per cui HUND aveva indicato lo stato fondamentale  $^2F$  doppio e SOMMERFELD valutato la separazione fra i sotto livelli di  $2500 \text{ cm}^{-1}$ . Ella calcolò la costante magnetica per il livello inferiore e per quello superiore, mise in relazione questi valori con quello misurato a temperatura ordinaria deducendo che a questa temperatura gli ioni sono totalmente nello stato fondamentale più basso. Invece intorno ai  $1000^\circ$  assoluti almeno uno ione su trenta è sul livello superiore e in corrispondenza la costante magnetica diviene almeno  $1/10$  maggiore di quella a temperatura normale. L'esperienza da Lei eseguita confermò queste previsioni e indicò una separazione fra i livelli  $^2F$  di  $1500 \text{ cm}^{-1}$ . La differenza di  $1000 \text{ cm}^{-1}$  fra questo valore e quello dato da SOMMERFELD per l'ione libero fu attribuito da R. BRUNETTI all'azione della struttura del composto chimico in cui si trova legato l'ione sperimentato.

Per trasferimento da Ferrara il novembre del 1928 la prof. R. BRUNETTI andò a Cagliari. L'Istituto che qui trovò aveva proprio bisogno della sua coraggiosa iniziativa. Trascurato da parecchi anni era rimasto molto indietro col tempo; per renderlo utile al lavoro scientifico dell'epoca bisognò ricostruirlo da principio. L'opera non fu nè facile nè svelta, nel vecchio edificio universitario ove l'Istituto fisico era allora alloggiato. Solo la ferma volontà della nuova Direttrice potè superare, se pure a costo di sacrifici personali, le infinite difficoltà che sorsero per trasformare le modeste stanze in decorosi laboratori. Il materiale esistente ordinato ed arricchito negli anni successivi, costituì alla fine un corredo sufficiente ai bisogni degli insegnamenti e a ricerche in molti campi della Fisica, fra cui quello allora modernissimo della Fisica nucleare. Ed oggi questo materiale può avere più comoda utilizzazione nella nuova sede da Lei stessa progettata.

Sono dei primi anni trascorsi a Cagliari le continuazioni degli studi avviati a Bologna.

Il paramagnetismo degli ioni degli elementi dei gruppi di passaggio nella tavola periodica, veniva trattato seguendo le idee già esposte sull'orientamento degli ioni del campo elettrico intramolecolare dei composti chimici. La ricerca per l'ione ceroso, aveva indicato che questo campo agisce sull'ione magnetico nei composti di terre rare con azione del tipo debole. Invece per gli ioni degli elementi del gruppo del ferro le costanti magnetiche misurate si inquadrano bene in una nuova teoria da Lei proposta, dove è posto che il campo intramolecolare nei composti chimici agisca sugli ioni paramagnetici in maniera forte distruggendo la scissione dello stato fondamentale. La non esistenza dei sottolivelli giustifica anche i valori della suscettività ottenuti a temperature elevate da HONDA e JSHIWARA su composti del gruppo del ferro e da CHATILLON su sali cobaltosi. L'importante teoria sfortunatamente non può avere riscontro presso gli altri gruppi di passaggio, per mancanza di dati sperimentali adatti. I pochi raccolti da BOSE e BOHR sono infatti ottenuti da sali dove l'ione ha perduto la sua caratteristica. Tuttavia essa presenta il vantaggio su quella formulata da BOSE, di rientrare nei concetti generali acquisiti, senza bisogno di ipotesi e condizioni eccezionali per particolari ioni e di giustificare maggior numero di fatti sperimentali.

Questa trattazione che mostra il grande e geniale intuito della Autrice suscitò la lode dei maggiori fisici; SOMMERFELD ne parlò al congresso di Solvay sul paramagnetismo.

Riprendeva in seguito le questioni relative al policroismo cristallino dei sali delle terre rare, per precisare come l'azione del tipo debole del campo intramolecolare sull'ione, giustifichi tutti i dettagli (anche quelli relativi allo stato di polarizzazione) del loro spettro di assorbimento e le modifiche che si presentano quando intervenga l'azione di un campo magnetico esterno. Queste considerazioni con l'idea prima da cui derivano contenuta nel lavoro pubblicato nel 1928, coincidono con quanto fu portato a concludere J. BECQUERELL alla fine del 1929, dopo venti anni di ricerche sperimentali sugli spettri di assorbimento delle terre rare e sulle loro variazioni per azioni termiche e magnetiche.

Successivamente dai valori degli spostamenti che subiscono le radiazioni assorbite col variare della temperatura, valutava l'ordine di grandezza delle variazioni del campo intramolecolare. Di più, con una esperienza nella quale è realizzato per la prima volta l'effetto

STARK-LO-SURDO su un composto solido, determinava l'ordine di grandezza del campo elettrico intramolecolare in composti di didimio.

Questo ultimo lavoro iniziato a Cagliari e continuato per insufficienza di attrezzatura nell'Istituto Fisico di Firenze durante l'estate del 1929, è in collaborazione con chi scrive. La stessa collaborazione continuò ininterrottamente in quasi tutti i lavori successivi, e diede a chi ebbe la fortuna di lavorare accanto a Lei per lungo tempo, una preziosa e affettuosa guida nel difficile campo della ricerca.

Nel 1928, nel fenomeno della diffusione della luce, si scopriva l'effetto Raman e poco dopo CARRELLI, PRINGSHEIM e ROSEN ne mostravano l'utilità a mettere in evidenza in soluzioni ioni di elettroliti. Intuita subito l'importanza del nuovo mezzo di indagine, R. BRUNETTI cercò di realizzare nella maniera più rapida l'attrezzatura mancante nel suo Istituto per ricerche in questo campo. Un grosso spettrometro di Fuess esistente fu smontato e trasformato in spettrografo, sorgenti luminose acquistate alla svelta, e alla fine del 1929 iniziava con chi scrive ricerche a mezzo dell'effetto Raman.

Era suo progetto di studiare per questa via, la costituzione dell'acido nitrico in soluzione acquosa discussa dai chimici, di determinare la separazione dei livelli  ${}^2F$  dell'ione ceroso già ottenuta dalla ricerca magnetica e di identificare in soluzione ioni vari non ancora riscontrati per via fisica. Questi ultimi come oggetto di ricerche dei suoi allievi.

Per l'interpretazione degli spettri Raman che si sarebbero ottenuti, era però necessario conoscere esattamente quello del solvente puro e le modifiche eventuali in esso portate da un elettrolita disciolto. Per l'insufficienza dei dati a proposito, eseguì prima di tutti gli spettri Raman dell'acqua pura e di soluzioni di acido cloridrico e nitrico a diverse concentrazioni. Precisò così le bande Raman dell'acqua, in struttura e posizione spettrale, per lo stato puro e di solvente. Per l'acido nitrico stabilì gli ioni presenti nelle soluzioni a diversa concentrazione e confermò il legame polare per l'acido diluito, e quello omeopolare per l'acido ad alta concentrazione. Solo in data molto posteriore questi importanti risultati venivano ottenuti con l'effetto Raman da altri autori.

Anche la delicata ricerca sul cerio fu di esito felice. Il suo risultato costituisce uno dei pochi casi noti, dove è ottenuto per effetto Raman un salto elettronico. Il valore della separazione dei livelli  ${}^2F$  cercata risultò d'accordo con quello della misura precedente.

Con questi lavori si giungeva verso la fine del 1931; nel frat-

tempo l'opera costruttiva dell'Istituto non aveva sostato. Installati gli impianti generali gli sforzi organizzativi pel materiale da ricerca si erano orientati verso il campo appena aperto della Fisica nucleare, ricco di promesse e di attraenti novità. Qui un semplice strumento, il contatore di GEIGER e MÜLLER, era entrato come prezioso misuratore di radiazioni e di corpuscoli.

Mentre R. BRUNETTI ne studiava la sensibilità come rivelatore di raggi X metteva in evidenza, con chi scrive, un nuovo fenomeno di attivazione del metallo costituente la parete. Tale attività si presenta quando il contatore è irraggiato con raggi X di durezza media od è assoggettato a scariche interne debolissime a potenziale invertito rispetto al normale. Il decadimento di questa attività, diverso a seconda del metallo, ha per lo più legge esponenziale non semplice. Per identificare il processo responsabile e sopra tutto per cercare di separare il fenomeno dallo strumento, che ne era lo stesso rivelatore, conduceva in seguito, con chi scrive, a più riprese esperienze varie i cui risultati non hanno ancora portato a una decisione univoca e sono rimasti impubblicati.

Nel recentissimo fascicolo V del 1942 di *Helvetica Physica Acta*, è contenuta la notizia che ROGGEN e SCHERRER hanno appena ottenuto, pure in contatori di GEIGER e MÜLLER irraggiati con raggi X, l'attività ora detta con le caratteristiche totalmente contenute nei lavori ora riferiti. Anche questi autori non hanno per il momento termini sufficienti per stabilire l'origine dell'attività.

Nell'ottobre del 1936 l'Università di Pavia chiamava la prof. R. BRUNETTI per la cattedra di Fisica sperimentale e per la direzione dell'Istituto « A. Volta », anche questo bisognoso della sua preziosa e instancabile attività organizzativa. L'Istituto trasportato di recente in nuova e più ampia sede, necessitava di riordino e completamento per essere reso sufficiente alle cresciute esigenze didattiche e alle ricerche della Fisica del tempo. Le nobili tradizioni dell'Università pavese, il nome illustre del Patrono sotto cui è posto l'Istituto fisico indicarono, a chi era impegnata nella ricostruzione, un livello da raggiungere giustamente elevato. Ed anche qui il lavoro fu grande e faticoso.

Oggi però, benchè l'opera di ricostruzione condotta da R. BRUNETTI con tanto entusiasmo non abbia avuto il completamento da Lei progettato, l'Istituto A. Volta ha raggiunto una attrezzatura e una organizzazione degna del massimo rilievo. Corretti e maggiormente potenziati gli impianti generali, ordinato e completato il materiale

per l'insegnamento, le cure furono orientate verso quello da ricerca nel nuovo indirizzo della moderna Fisica nucleare. Tuttavia, la spettroscopia, già discretamente dotata, fu presa in considerazione e completata la sua attrezzatura. Un generatore di ultrasuoni fu realizzato per ricerche minori. Ancora per la Fisica nucleare un impianto ad alta tensione continua di mezzo milione di volt, veniva dopo molto lavoro portato a termine durante l'inverno scorso.

Mentre R. BRUNETTI attendeva di poter superare per questo impianto gravi difficoltà sorte con l'inizio della guerra, si serviva con chi scrive per ricerche di Fisica nucleare di una nuova tecnica entrata da poco in uso. Questa utilizza lastre fotografiche speciali che si comportano nei riguardi degli ioni veloci come una camera del WILSON registrando il loro passaggio nella gelatina sensibile. Le tracce che si ottengono, costituite da una successione coordinata di centri sviluppati di forma più o meno regolare, hanno aspetto diverso per distanza fra i granuli e il loro volume a seconda dell'ione che le ha causate. Per risalire dalla traccia al corpuscolo responsabile, Ella stabilì principii simili a quelli esistenti per la camera del WILSON, fissando il limite del loro significato.

Pel bombardamento spontaneo della radiazione penetrante le lastre fotografiche vanno dal momento della loro preparazione arricchendosi di tracce relative agli ioni veloci liberati dagli agenti cosmici nei nuclei atomici del materiale che le costituiscono. In previsione che in ciò vi fosse indicazione di processi nucleari sconosciuti ma possibili alla grande energia della radiazione cosmica R. BRUNETTI effettuava l'esame di oltre cinquecento tracce.

Nella loro interpretazione oltre ai processi nucleari già osservati della ionizzazione, evaporazione (stelle protoniche), e trasmutazione, mise in evidenza l'esplosione in due o più frammenti del nucleo atomico. La prima è indicata da tracce a due rami, di cui uno cortissimo e grosso rispetto all'altro, relative ad un processo di ionizzazione successivo o contemporaneo alla rottura di un nucleo pesante (*Ag* o *Br*). La seconda riscontrata per nuclei più leggeri, è rappresentata da tracce a molti rami provenienti dai più pezzi in cui è ridotto il nucleo.

È ovvia la grande importanza del riscontro di questi nuovi processi, sia per la conoscenza del nucleo, come per quella dell'agente che li ha prodotti.

Successivamente studiò, con chi scrive, le condizioni sotto cui un mesone può lasciare su queste lastre traccia riconoscibile e di-

mostrò che alcune tracce di particolare aspetto osservate, sono da attribuire precisamente a tali corpuscoli, di cui con un mezzo ideato apposta ne valutò la massa .

Purtroppo queste dovevano essere le sue ultime ricerche portate a termine solo qualche mese fa; la morte, il 28 dello scorso giugno, La ha tolta alla scienza quando l'Istituto A. Volta, quasi terminato nel nuovo ordine ed indirizzo, Le avrebbe permesso di dedicarsi di nuovo completamente alla ricerca, dove per il suo ingegno, ulteriori successi non potevano mancare.

Negli studi condotti da R. BRUNETTI vi è un unico intento: quello di indagare la struttura della materia. Gli sviluppi che i mezzi di indagine e le teorie nuove hanno via via portato in questo campo sono in essi seguiti molto da vicino e veramente meravigliosi sono gli sforzi da Lei compiuti per rimanere a contatto durante i rapidi progressi della Fisica nucleare. Di ciò fanno testimonianza anche le numerose pubblicazioni a carattere compilativo.

Nel 1921 e 1922 trattava ampiamente del concetto di isotopia e della nascente struttura del nucleo atomico, rendendo questi argomenti intuitivi anche ai non iniziati. Nel 1926 riferiva chiaramente dell'effetto Compton, della sua interpretazione classica e quantistica e delle relative verifiche sperimentali. Nel 1927 metteva a punto le nozioni acquisite sull'importante fenomeno della radioattività. Chiara ed aggiornata è pure la trattazione che fece nel 1930 di tutti i fatti sperimentali che hanno stabilito l'esistenza del momento magnetico del nucleo.

Nel 1932 vedeva la luce la sua maggiore compilazione: il volume « L'atomo e le sue radiazioni » di 460 pagine. Questa oltre i pregi delle minori ha un grande valore didattico. L'opera è infatti dedicata a chi voglia apprendere le nozioni fondamentali della Fisica atomica. A stabilirne il valore, meglio del giudizio di chi scrive, valgono quelli dati da M. DE BROGLIE, GROTRIAN, MANNEBACK, SEEMANN e ZEEMAN concordi nel trovarlo originale e senza equivalente, anche fra le pubblicazioni straniere.

Anche la struttura della materia vivente destò più volte il suo interesse, per cui trattò argomenti a confine tra la Fisica e la Biologia. Sono tali il calcolo relativo all'azione della radiazione X dura e gamma sul tessuto organico, le ricerche condotte sulla radiazione del GURWITSCH, di cui fece pure una interessante critica dei mezzi sperimentali usati dai vari autori nel metterla in evidenza e propose una interpretazione della sua emissione. Nell'interessante rassegna

tenuta al 1° congresso di Elettromiologia, commentò i vari intenti che può raggiungere la spettroscopia nella Biologia.

La simpatia per questo campo si è palesata anche in una missione di studio all'estero affidatale dalla R. Accademia d'Italia durante la quale nel visitare vari Istituti fisici ne scelse di quelli diretti a collaborare con la Medicina e la Biologia.

Di vastissima coltura e facilità a esporre amava divulgare; divulgazione elevata che pur rendendo chiaro e accessibile a tutti l'argomento confina con l'esposizione scientifica. Scritti vari e conferenze mostrano la sua abilità nel cogliere il punto essenziale dell'argomento che esposto nel suo bello e piacevole stile riesce sempre a interessare tutti.

Fin dal 1927 la Acc. delle Sc. fisiche dell'Ist. di Bologna La nominava socia corrispondente, nel 1934 il Consiglio Nazionale delle Ricerche membro per la Fisica, nel 1938 il R. Ist. Lombardo di Sc. e Lett. socia corrispondente. Socia dal 1926 della Società Italiana di Fisica partecipò sempre con zelo e amore a tutte le sue adunanze scientifiche.

La sua vita fu sempre molto attiva, la sua opera dedicata tutta al lavoro scientifico e didattico destinato al suo Istituto. Da questo non volle mai distrarsi rifiutando offerte di prestazioni industriali o altro, i cui facili guadagni erano superflui alle sue modeste abitudini.

Di resistenza e costanza singolari non si concedeva che molto di rado riposo o svago, trovando grande godimento e soddisfazione nei suoi studi e nelle sue ricerche. Amava il suo Istituto come si può amare la propria casa e di esso curava i minuti particolari trascorrendovi moltissimo del suo tempo. Tuttavia della vita fuori di esso non si astraeva partecipando agli avvenimenti giornalieri. Di sentimenti altamente patriottici seguiva molto da vicino gli episodi di questa guerra e ultimamente rimpiangeva di non sentirsi abbastanza in buona salute per prestare un'altra volta la sua opera ai nostri soldati.

Del Fascismo, di cui aveva subito capito lo spirito e in cui aveva assoluta fiducia, volle da morta indossare la divisa.

Il male ha improvvisamente spezzato a 52 anni la vita di RITA BRUNETTI in piena attività scientifica e didattica, ha privato la Fisica di uno dei suoi migliori elementi. Chi Le è stato accanto nel lavoro La ricorderà per molto tempo con affetto e ammirazione; la Fisica La ricorderà sempre nella sua opera scientifica e nei due Istituti che a Lei debbono la loro esistenza organica e vitale.

## PUBBLICAZIONI SCIENTIFICHE 1914-1942

1914.

- 1) *Lo spettro della scarica oscillatoria in vari gas.* « Nuovo Cimento », vol. VII.

1915.

- 2) *Il fenomeno di Stark-Lo Surdo nell'elio.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », vol. XXIV.  
 3) *Altre ricerche sul fenomeno di Stark-Lo Surdo nell'elio.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », vol. XXIV.

1917.

- 4) *Spettri ad alta frequenza con lamine di salgemma cilindriche.* « Nuovo Cimento », vol. XIII.

1918.

- 5) *Il campo magnetico e lo spettro ad alta frequenza degli elementi.* « Nuovo Cimento », vol. XVI.

1919.

- 6) *La legge di eccitazione dei raggi X caratteristici primari.* « Nuovo Cimento », vol. XVIII.

1920.

- 7) *Raggi X postcatodici.* « Nuovo Cimento », vol. XIX.

1921.

- 8) *Sulla isotopia degli elementi.* « Nuovo Cimento », vol. XXII.  
 9) *Il nucleo atomico.* « Nuovo Cimento », vol. XXII.

1922.

- 10) *Elementi isotopi.* « L'Elettrotecnica », vol. IX.  
 11) *Il nucleo atomico.* « L'Elettrotecnica », vol. IX.

1923.

- 12) *Reticoli del Michelson incrociati.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », vol. XXXI.  
 13) *Analisi strutturale per assorbimento su una componente della radiazione 5461 U. A. (mercurio).* « Rend. R. Acc. dei Lincei », vol. XXXII.  
 14) *Spettro di emissione dei raggi X.* « L'Elettrotecnica », vol. X.

1924.

- 15) *Radiazione verde. ( $\lambda = 5460,97$  U. A.) e isotopi del mercurio.* « Nuovo Cimento », Nuova Serie, Anno I.  
 16) *Inversione selettiva della radiazione 4358,34 U. A. del mercurio.* « Nuovo Cimento », Nuova Serie, Anno I.  
 17) *Di un errore sistematico nella misura delle distanze fra radiazioni con reticolo a gradinata del Michelson.* « Nuovo Cimento », Nuova Serie, Anno I.

- 18) *Sulla struttura fina della radiazione 5876 U. A. dell'elio.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », Vol. XXXIII.
- 19) *Giovan Battista Amici.* « Lo Sperimentale », Vol. LXXVII.
- 1925.
- 20) *Assorbimento continuo lungo una serie ottica e struttura delle discontinuità d'assorbimento ad alta frequenza.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », Vol. II.
- 21) *Effetto del legame chimico sull'energia dei livelli intraatomici.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », Vol. II.
- 22) *Sulla grandezza relativa di atomi e ioni.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », Vol. II.
- 1926.
- 23) *L'effetto Compton.* « Nuovo Cimento », Anno III.
- 24) *Sulla teoria della polarizzazione dei raggi X indipendenti.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », Vol. IV.
- 25) *Sull'azione biologica delle radiazioni dure.* « Arch. di Fisiologia », Vol. XXIV.
- 26) *Sopra l'esistenza dell'elemento a numero atomico 61.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », Vol. IV.
- 27) *Sull'identificazione dell'elemento a numero atomico 61.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », Vol. IV.
- 28) *A proposito della scoperta del Florenzio.* « Atti della SIPS ».
- 1927.
- 29) *Ueber die Entdeckung und die Absorptionskante des Elementes mit der Ordnungszahl 61.* « ZS f. Allg. u. An. Chemie », Vol. 160.
- 30) *Ricerche Rontgenografiche per l'identificazione dell'elemento a numero atomico 61 (Florenzio).* « Gazz. Chim. Ital. », Anno LVII.
- 31) *Recenti vedute sul meccanismo della radioattività.* « Nuovo Cimento », Anno IV.
- 1928.
- 32) *Moderna alchimia.* Discorso inaugurale, Università di Ferrara.
- 33) *Policroismo e orientazione degli ioni nei cristalli di terre rare.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », Vol. VII.
- 34) *Polychroismus und Orientierung der Ionen in den Kristallen der seltenen Erden.* « Phys. ZS. », Vol. 29.
- 35) *Osservazioni sullo spettro d'assorbimento di composti di praseodimio in diversi stati termici e di aggregazione.* « Nuovo Cimento », Anno V.
- 1929.
- 36) *La verifica della legge di Curie nella forma quantistica per lo ione tri-valente del cerio.* « Nuovo Cimento », Anno VI.
- 37) *Teoria del paramagnetismo per ioni soggetti ad azione molecolare forte.* « Rend. R. Acc. dei Lincei », Vol. IX.

- 38) *Questioni relative al policroismo cristallino*. Atti della SIPS, «Nuovo Cimento», Anno VI.
- 39) *Le variazioni del policroismo cristallino sotto l'azione del campo magnetico*. «Rend. R. Acc. dei Lincei», Vol. X.
- 40) *L'azione del campo elettrico sulle radiazioni degli ioni di terre rare in composto chimico*. (in coll. con Z. Ollano) «Nuovo Cimento», Anno VI.

1930.

- 41) *L'effetto Raman nell'acqua pura ed in alcune soluzioni*. (in coll. con Z. Ollano). «Rend. R. Acc. dei Lincei», Vol. XII. «Giornale di Chimica Ind. ed Appl.», Anno XII.
- 42) *L'effetto Raman nell'acqua pura e in alcune soluzioni*. (in coll. con Z. Ollano), Atti della SIPS, «Nuovo Cimento», Anno VII.
- 43) *Sulla fotografia e l'eccitazione delle radiazioni del Gurwitsch*. (in coll. con G. Maxia) «Atti Soc. Cultori delle Scienze Med. e Naturali».
- 44) *Il momento magnetico del nucleo atomico*. «Nuovo Cimento», Anno VII.

45) *Physica Mater Artium*. Discorso inaugurale R. Università di Cagliari. 1931.

- 46) *Sulla costituzione dell'acido nitrico in soluzione acquosa*. (in coll. con Z. Ollano) «Rend. R. Acc. dei Lincei», Vol. XIII; «Nuovo Cimento», Anno VIII.
- 47) *Ricerca della separazione fra i livelli  $2F$  del ione ceroso*. (in coll. con Z. Ollano). «Rend. Sem. Fac. Scienze di Cagliari», Vol. I.
- 48) *Ricerca della separazione fra i livelli  $2F$  dell'ione ceroso*. (in coll. con Z. Ollano) «Nuovo Cimento», Anno VIII.
- 49) *Die aufspaltung zwischen den  $2F$  Niveaus des Ce IV*. (in coll. con Z. Ollano) «ZS. f. Phys», Vol. 75.

1932.

- 50) *Punto di vista fisico relativamente all'effetto Gurwitsch*. «Riv. di Radiol. e Fisica Medica», Vol. IV.
- 51) *L'atomo e le sue radiazioni*. Un volume. Pubblicazione dell'Istituto Nazionale di Ottica.
- 52) *Attivazione temporanea dei contatori di Geiger e Müller conseguente a trattamento con raggi X* (in coll. con Z. Ollano). «Nuovo Cimento», Anno X. Rend. Sem. Facoltà Scienze Cagliari, Vol. III.
- 53) *L'azione di scariche interne sul funzionamento successivo dei contatori a filo di Geiger e Müller* (in coll. con Z. Ollano). «Nuovo Cimento», Anno X.
- 54) *Antonio Garbasso. La vita, il pensiero e l'opera scientifica*. «Nuovo Cimento», Anno X.

1934.

- 55) *Le dinamo costruite da Pacinotti a Cagliari*. «Rend. Sem. Facoltà di Scienze di Cagliari», Vol. IV.

- 56) *Spettroscopia e biologia*. Atti del I Congresso di Elettromiologia, Vol. I.
- 57) *L'effetto del Raman dei vetri di ottica*. Rel. al Congresso di Ottica.
- 58) *La fisica prima e dopo il 1930*. Capitolo del Volume « I misteri dell'atomo » di G. Thomson, Hoepli, Milano.
- 1936.
- 59) *Onde e corpuscoli*. Un volume. Hoepli, Milano.
- 60) *Come vediamo l'invisibile*. « Sapere ».
- 61) *La fisica moderna e i suoi rapporti con la biologia e con la medicina*. Estratto da « Viaggi di studio », Vol. IV.
- 1938.
- 62) *Celebrazione della scoperta dei raggi X e del radio*. Estratto da « Sez. di Pavia della Lega Ital. per la lotta contro i tumori ».
- 1939.
- 63) *Fisica nucleare e Biologia*. « Panorama ».
- 64) *Laboratorio di Fisica. Uranio e transuranici. L'elemento 43 masurio. Isotopia nucleare*. « Panorama ».
- 1940.
- 65) *La torpedine elettrica e la prima interpretazione dell'elettricità animale*. « Boll. Soc. Ital. di Biologia Sperimentale », Vol. XV.
- 66) *L'Istituto di Fisica « A. Volta » della R. Università di Pavia*. « Vita Universitaria ».
- 1941.
- 67) *Alcune reazioni nucleari da raggi cosmici registrate su lastra fotografica*. (in coll. con Z. Ollano). « La Ricerca Scientifica », Anno XII.
- 1942.
- 68) *Galileo e la Fisica*. Conferenza commemorativa.
- 69) *Un particolare tipo di disintegrazione nucleare rivelato dalla lastra fotografica sottoposta ad agenti cosmici* (in coll. con Z. Ollano). « La Ricerca Scientifica », Anno XIII.
- 70) *Osservazioni su tracce di mesoni rilevate nella lastra fotografica* (in coll. con Z. Ollano) « Rend. R. Ist. Lombardo di Sc. e Let. », Vol. LXXV.
- 71) *Per l'interpretazione delle tracce di ioni veloci nella lastra fotografica*. (in coll. con Z. Ollano), « Rend. R. Ist. Lombardi di Sc. e Let. », Vol. LXXV.
-