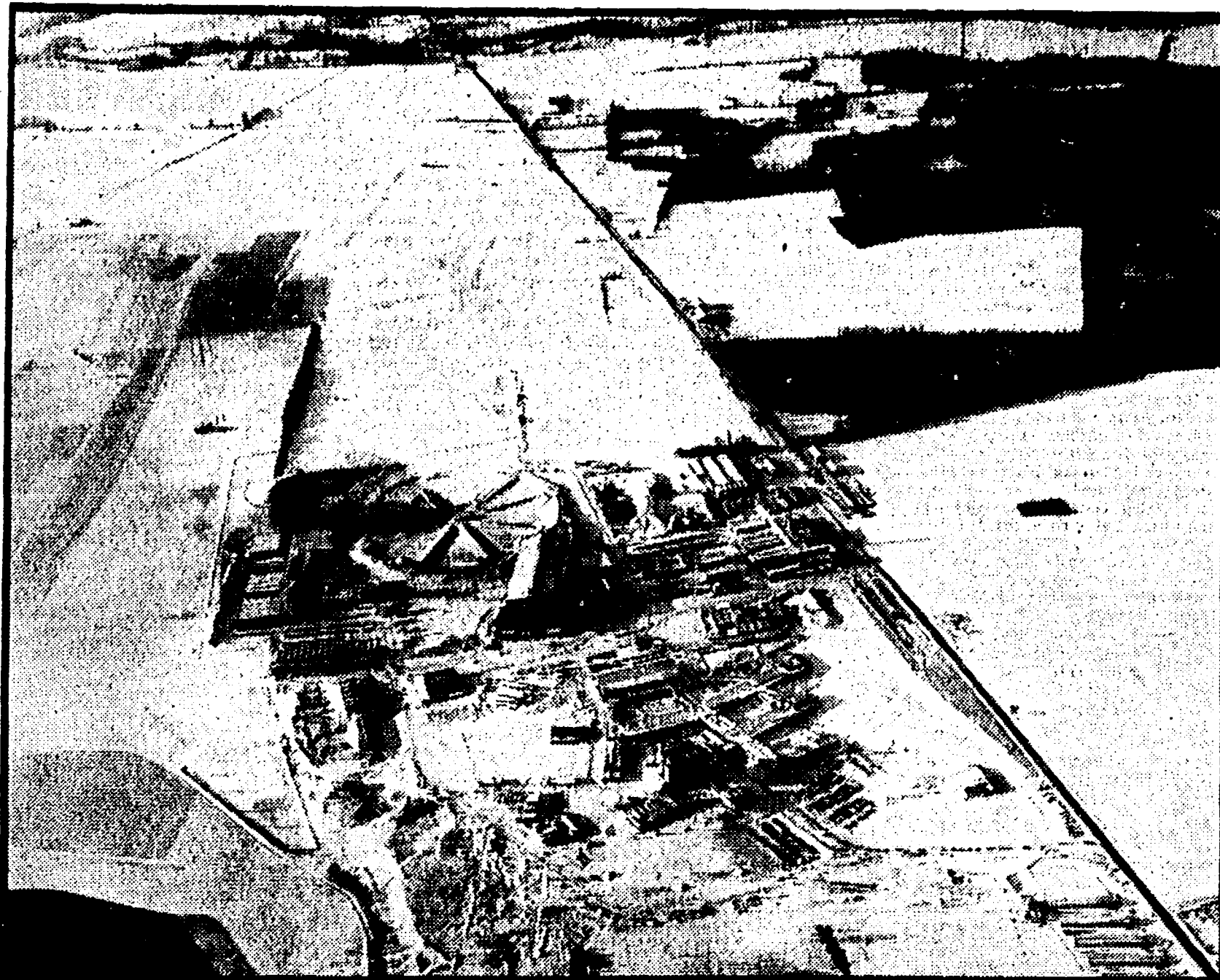


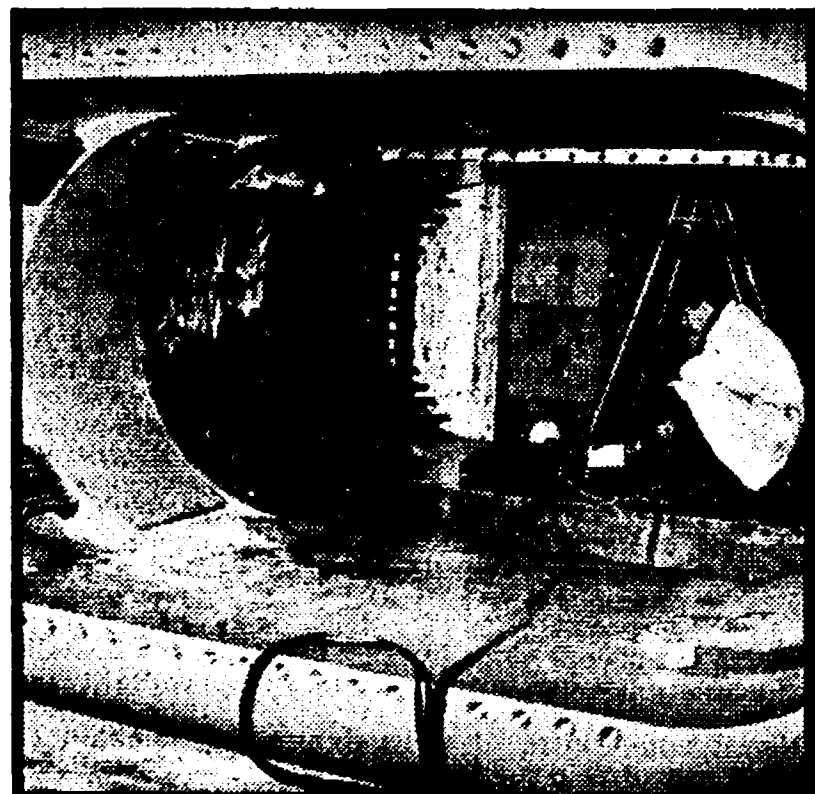
scienza e tecnica

Il proto-sincrotrone da 28.000 MeV segna una svolta nella tecnologia degli acceleratori di particelle. Incontro con il professor Puppi

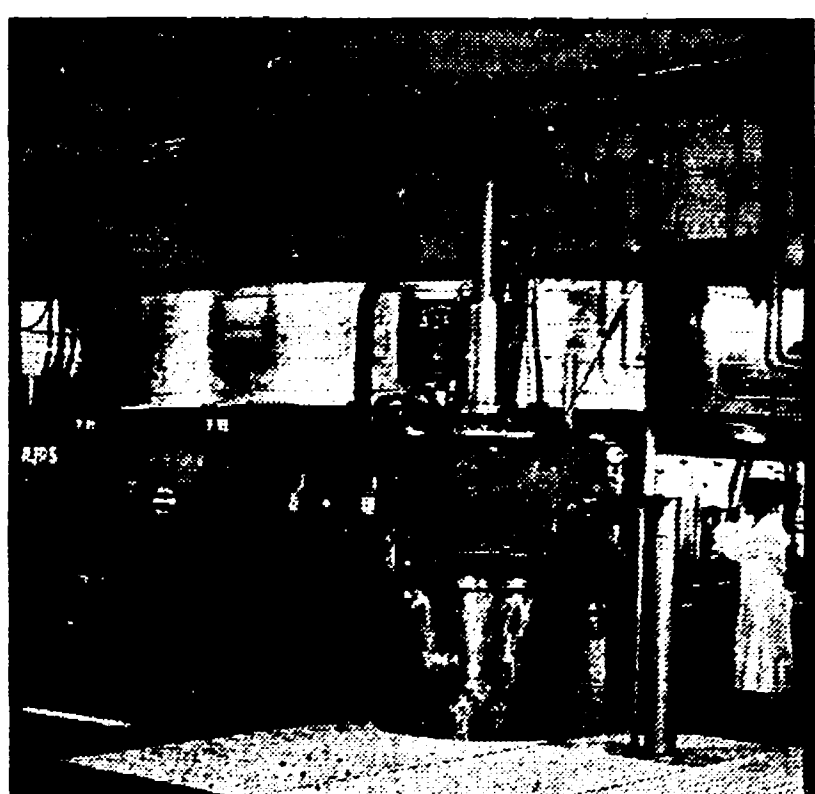


Veduta aerea del complesso del CERN, presso Ginevra, sotto la neve; la grande struttura circolare interrata è il protosincrotrone da 28.000 MeV, intersecato in due punti da edifici che comprendono le sale per le esperienze.

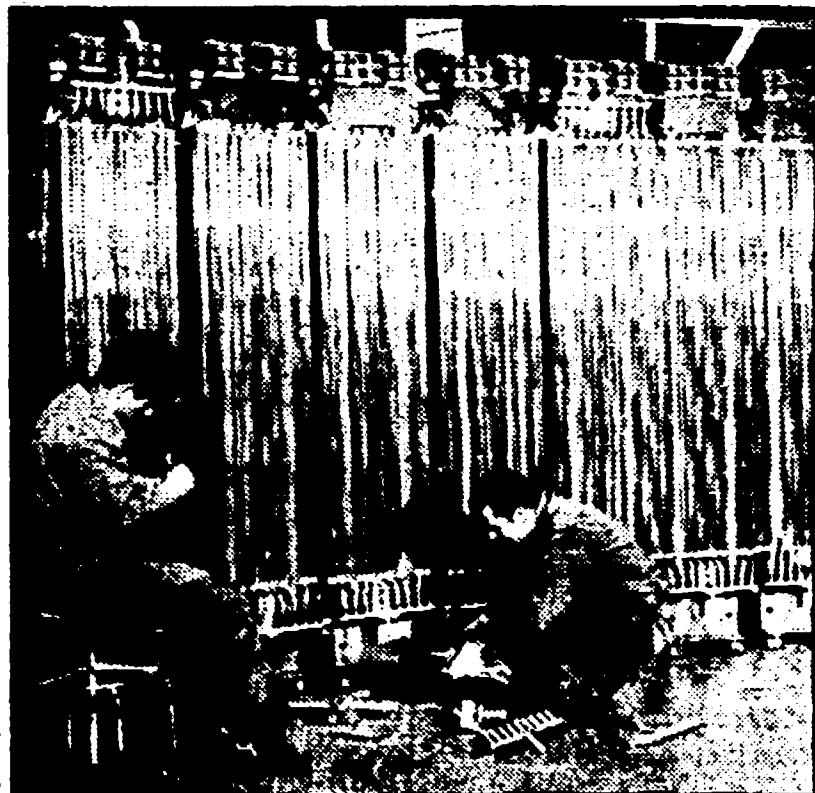
Il protosincrotrone del CERN ha queste caratteristiche: particelle accelerate: protoni; durata dell'accelerazione: 1 secondo circa; energia a fine accelerazione: 28,3 GeV, cioè 28.300 MeV; numero dei giri: 480.000; distanza percorsa: 300.000 km circa; velocità a fine accelerazione: 99,94 % della velocità della luce (300.000 km/sec); massa dei protoni a fine accelerazione: 28-29 volte maggiore della massa di riposo; intensità del fascio: 6×10^{11} , cioè 600 miliardi di protoni; iniettore: linac da 50 MeV (reso necessario dal fatto che il campo magnetico del PS non può scendere mai sotto un certo valore minimo, che è notevole, perché i protoni devono essere immessi con energia sufficiente ad avviarsi in tali condizioni sull'orbita di equilibrio); pre-acceleratore: Cockcroft-Walton da 0,5 MeV (dal quale i protoni passano nel linac).



Montaggio della grande camera a bolle di due metri (la camera vera e propria è collocata nella cavità in cui si vede un tecnico al lavoro), sistemata in apposito edificio anti-esplorazioni.



Il sincrociclotrone da 600 MeV.



Montaggio di una grande camera a scintille.

Un'Europa migliore di quella del Mercato Comune

Collaborazione internazionale e ricerca fisica al CERN di Ginevra

Il Centro europeo di ricerche nucleari (CERN), che opera presso Ginevra, nella contrada di Meyrin, al limite della frontiera francese, non ha nulla in comune con le organizzazioni «europee» in senso stretto, come l'Euratom, nato sotto l'egida dell'UNESCO, l'ente culturale delle Nazioni Unite, appartiene (in misura proporzionale ai rispettivi redditi nazionali, le cifre in parentesi indicano le quote percentuali di ciascuno) ai seguenti paesi: Austria (1,92%), Belgio (3,78%), Danimarca (2,05%), Francia (18,34 per cento), Germania federale (22,47%), Gran Bretagna (24,17%), Grecia (0,60 per cento), Italia (10,65%), Norvegia (1,46%), Olanda (3,87%), Svezia (4,18%), Svizzera (3,15%).

Bohr inaugurò il «PS»

Per alcuni anni ha partecipato anche la Jugoslavia, che poi si è ritirata perché l'onere finanziario risultava eccessivo rispetto alle sue possibilità attuali. Tuttavia i membri jugoslavi del gruppo permanente del CERN sono rimasti al lavoro; d'altra parte scienziati di tutti i paesi soggiornano frequentemente presso il CERN per condurre esperienze, non di rado recando complesse apparecchiature allestite nelle proprie sedi, e dalle quali si abbia ragione di attendere risultati interessanti in seguito alla esposizione a una delle due macchine acceleratrici. Gli scambi più frequenti e regolari sono con i ricercatori americani finanziati dalla Ford Foundation, e con i ricercatori sovietici del centro di Dubno.

Il maggior motivo di prestigio è di orgoglio del CERN è il grande protosincrotrone da 28.000 MeV, in funzione dal febbraio 1960, esattamente da tre anni. Per puro caso, la nostra visita — ci informa Roger Anthoine, incaricato delle «Relazioni pubbliche» — è caduta proprio nell'anniversario del giorno (il 5 febbraio) di tre anni or sono, in cui Niels Bohr, il grande fisico danese recentemente scomparso, pronunciò il discorso ufficiale nella cerimonia di inaugurazione del «PS», come la macchina viene fa-

miliamente chiamata dagli intimi, da quelli che lavorano nella sua prossimità. Bohr, gli italiani Amaldi e Bernardini, l'olandese Bakker (che ne è stato il primo direttore), l'inglese sir John Cockcroft e altri scienziati eminenti sono stati fra i fondatori del CERN, e hanno partecipato in varia misura e in tempi diversi anche alla progettazione delle due macchine: il «PS» e pre-acceleratore di quella più piccola detta «SC», cioè sincrociclotrone, in funzione dal 1957.

Si è già parlato in queste pagine abbastanza recentemente (il 10 gennaio scorso) degli acceleratori di particelle, e anche in particolare del PS di Ginevra, prendendo lo spunto dal libro del professor Querziani, dedicato a tale argomento. In linea di principio sarà dunque sufficiente rammentare che le macchine di questo tipo hanno l'ufficio di accumulare, in un fascio di particelle elementari (nel caso di Ginevra, sia nel PS sia nel SC, protoni), un'energia maggiore di quella che si manifesta nei «legami» nucleari, e perciò sufficiente a disfare tali legami nei nuclei colpiti, dando l'avvio a una serie di «interazioni» indicative della struttura della materia. L'energia è fornita da un campo elettrico alternativo, attraverso il quale le particelle — costrette in un'orbita chiusa — passano successivamente un gran numero di volte.

Il PS di Ginevra è specialmente interessante, in due sensi: in primo luogo, esso ha portato di colpo l'Europa (non nella frequentazione ristretta di un campo elettrico alternativo, attraverso il quale le particelle — costrette in un'orbita chiusa — passano successivamente un gran numero di volte, ma in un campo in cui fino a pochi anni avanti paesi come la Gran Bretagna, l'Italia, la Francia, con grandi tradizioni scientifiche, non avevano la possibilità di svolgere un programma di lavoro autonomo nella ricerca fisica fondamentale, o delle alte energie, chiave della struttura della materia. In secondo luogo, il protosincrotrone del CERN segna una tappa molto notevole nello sviluppo di questi essenziali strumenti di indagine; esso ha aperto alla tecnologia degli acceleratori di particelle una strada importante, sulla quale è stato seguito ben presto dalla macchina analoga in fun-

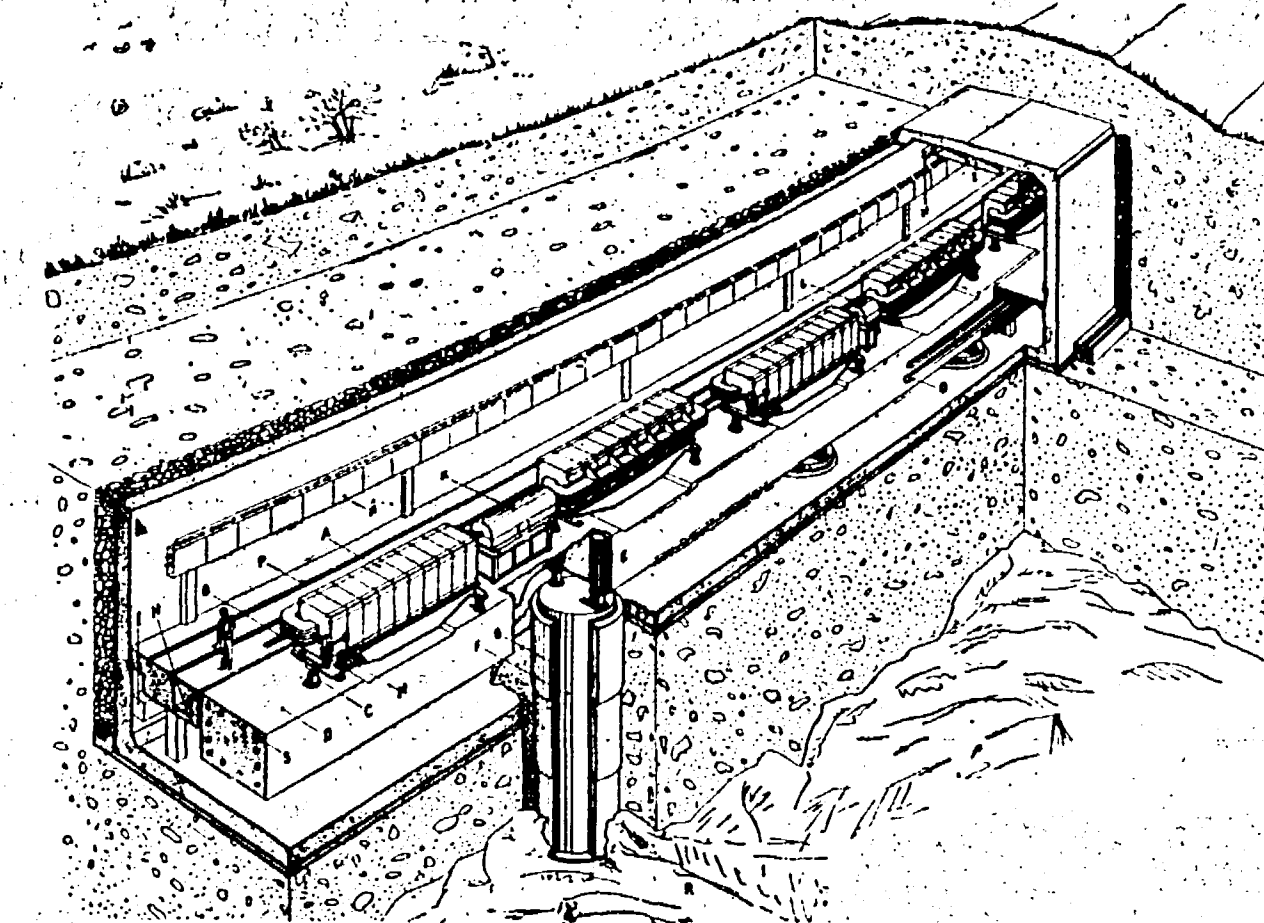
zione dal luglio '60 nei laboratori americani di Brookhaven (leggermente più potente poiché raggiunge i 33.000 MeV), mentre esemplari ispirati agli stessi principi e due o tre volte più potenti sono già in costruzione nell'URSS e altrove.

La svolta tecnologica consiste nella adozione della cosiddetta «focalizzazione a gradienti alternati», che caratterizza i nuovi acceleratori rispetto a quelli della generazione precedente, come il Bevatrone di Berkeley e il Sincrofasotrone di Dubno, costruito dal professor Veksler, e che era fino a tre anni o sono il più potente del mondo, con i suoi protoni da 10.000 MeV. Ma la macchina di Ginevra, 28 volte più potente, è assai più leggera e meno costosa di quella di Dubno, proprio grazie al nuovo principio della «focalizzazione a gradienti alternati».

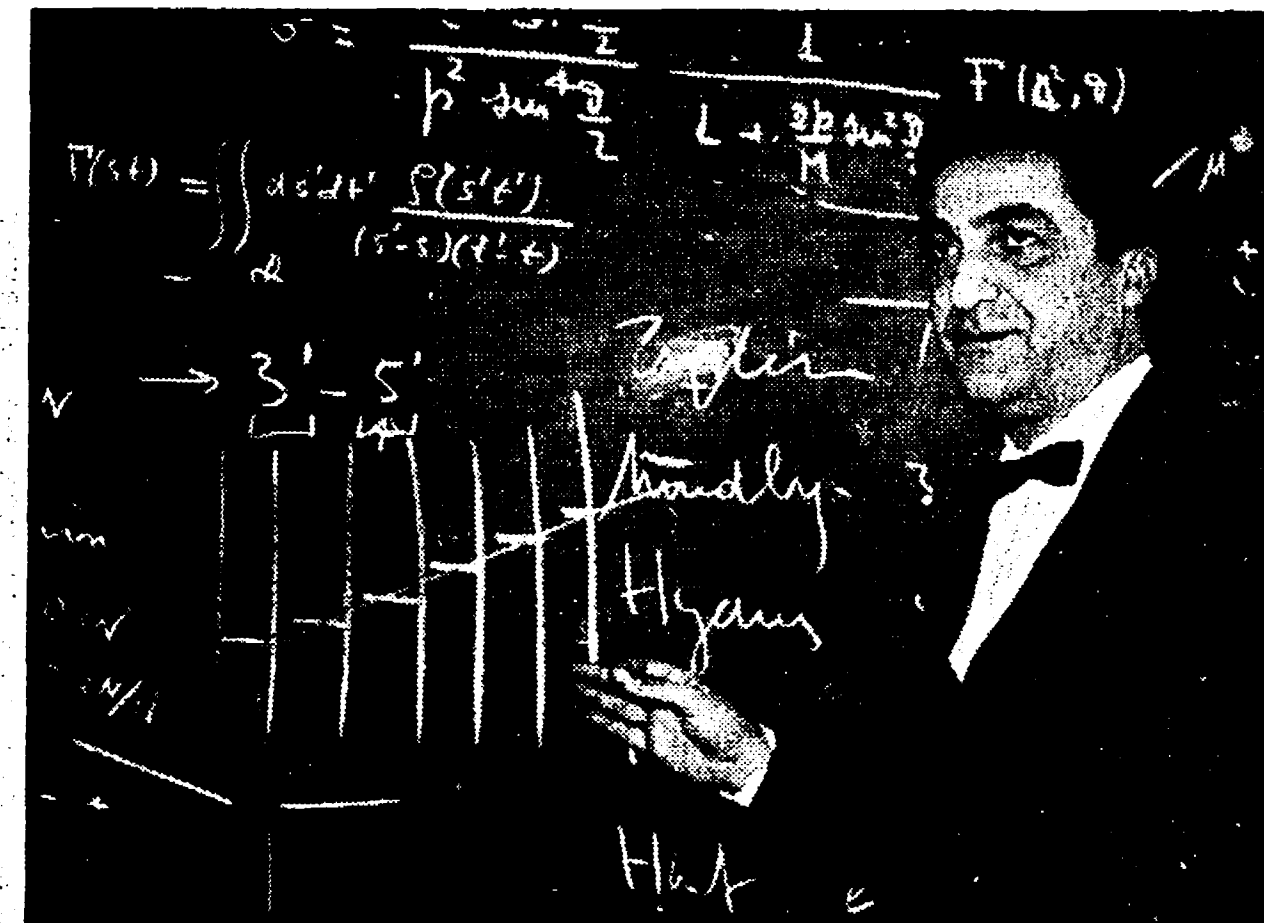
Nuovi i «gradienti alternati»

Il confronto che esprime meglio, anche per i profani, il significato della svolta è quello che si riferisce alle rispettive dimensioni, al grande anello cavo in cui corrono i protoni: la ciambella di Dubno, su un diametro di 56 metri, presenta una sezione di soli 14,2 centimetri. Ciò significa evidentemente che il fascio di protoni a Ginevra è molto più stretto e concentrato che a Dubno, grazie appunto al nuovo metodo di focalizzazione; la costruzione di una macchina di simile potenza — a prescindere dalle molte difficoltà di altra natura — avrebbe dunque richiesto una spesa forse decupla, o maggiore. Il sin-

crofasotrone di Dubno è entrato in funzione nel 1957, era cioè già in fase di avanzata costruzione quando si è pensato al nuovo metodo di focalizzazione, in base al quale un nuovo progetto è stato prontamente elaborato in URSS: quello relativo a un acceleratore di 60-70.000 MeV, attualmente in allestimento presso Mosca, a Serpukov, che comincerà probabilmente a funzionare tra un paio d'anni, e sarà a sua volta per qualche tempo il più potente del mondo, come già sono stati, nell'ordine, quelli di Berkeley, Dubno, Ginevra, Brookhaven. In questo campo, le conoscenze teoriche non hanno nazionali, sono patrimonio comune, mentre l'applicazione pratica dipende dal contesto dei programmi più approvati e in corso, e dalle possibilità di investimento. Nell'URSS queste possibilità sono, in ordine alla ricerca scientifica, maggiori che in ogni altro singolo paese, e naturalmente si tende a profittarne, a Serpukov come già a Dubno, per fare — in base agli stessi principi applicati altrove — macchine più grandi, la cui costruzione richiede più tempo, ma dalle quali ci si può attendere risultati di rilievo.



Una sezione del grande anello del protosincrotrone, con il tunnel aperto per mostrare la struttura delle fondazioni: A — una delle cento sezioni del magnete; B — la ciambella; C — supporto a vite millimetrica; D — lo zoccolo anulare di cemento armato; E — supporti elastici; F — pilastri di cemento in roccia; G — camicia di bitume; H — carro-ponte da 200 tonnellate; I — tubi di ventilazione; J — cavità a radiofrequenza per l'accelerazione delle particelle; L — lente elettromagnetica; M — pompa a vuoto; N — cavi elettrici; O — circolazione d'acqua per il magnete; P — binari; Q — strato sabbioso; R — strato roccioso; S — circolazione d'acqua per mantenere uniforme la temperatura del cemento sull'intera lunghezza dell'anello.



Il professor Gianpiero Puppi, direttore della Ricerca al CERN, svolge una lezione sulle camere a scintille.

crofasotrone di Dubno è entrato in funzione nel 1957, era cioè già in fase di avanzata costruzione quando si è pensato al nuovo metodo di focalizzazione, in base al quale un nuovo progetto è stato prontamente elaborato in URSS: quello relativo a un acceleratore di 60-70.000 MeV, attualmente in allestimento presso Mosca, a Serpukov, che comincerà probabilmente a funzionare tra un paio d'anni, e sarà a sua volta per qualche tempo il più potente del mondo, come già sono stati, nell'ordine, quelli di Berkeley, Dubno, Ginevra, Brookhaven. In questo campo, le conoscenze teoriche non hanno nazionali, sono patrimonio comune, mentre l'applicazione pratica dipende dal contesto dei programmi più approvati e in corso, e dalle possibilità di investimento. Nell'URSS queste possibilità sono, in ordine alla ricerca scientifica, maggiori che in ogni altro singolo paese, e naturalmente si tende a profittarne, a Serpukov come già a Dubno, per fare — in base agli stessi principi applicati altrove — macchine più grandi, la cui costruzione richiede più tempo, ma dalle quali ci si può attendere risultati di rilievo.

che fino a pochi anni or sono chiunque avrebbe giudicato insormontabili, e che sono state superate per la prima volta al CERN con soluzioni di grande interesse: il problema consisteva, evidentemente, nell'ottenere un allineamento delle cento sezioni che formano il magnete circolare, non solo di una esattezza estrema, ma tale da non poter essere turbato dalle vibrazioni di qualunque origine, che possono intervenire lungo un anello di ben cento metri di raggio. Lo si è risolto fra l'altro con un sistema di supporti elastici che collegano la prima fondazione, anch'essa circolare, di calcestruzzo, alle rocce sottostanti, attraversando un intero strato geologico.

1.000.000 di foto all'anno

Direttore generale del CERN è l'austriaco Weisskopf; il direttore per la Ricerca è stato finora il professor Gilberto Bernardini (progettista, assieme con il professor Giorgio Salvini, anche dell'elettrosincrotrone di Frascati), il quale sta per rientrare a Roma mentre a Ginevra lo sostituisce un altro italiano, il professor Gianpiero Puppi, ordinario di Fisica superiore alla Università di Bologna, praticamente già insediato nella sua nuova e davvero non lieve responsabilità. Lo abbiamo incontrato che tornava appena da una puntata in Italia, era arrivato in ufficio direttamente dall'aeroporto; ci è sembrato profondamente convinto della importanza e utilità del

CERN, soprattutto per i paesi che, come l'Italia, la Gran Bretagna e alcuni altri, posseggono una scuola solida e bene avviata nel campo della ricerca nucleare, e spendono in sede nazionale a questo fine una somma annua almeno tre volte superiore alla loro quota di partecipazione al Centro ginevrino (il bilancio globale del CERN per il 1962 è stato di 92,5 milioni di franchi svizzeri, pari a circa 13,5 miliardi di lire).

Il nostro paese — egli ci ha detto — è in grado di dare contributi notevoli al CERN (dove il numero dei ricercatori italiani eccede leggermente quello previsto dalla quota) proprio perché fa un buon lavoro in questo campo anche fuori del CERN. Quanto alle attività di ricerca complessivamente svolte presso il Centro, il professor Puppi ci ha spiegato che essa finora ha dato risultati apprezzabili soprattutto nell'ambito del lavoro condotto con la «piccola» macchina, il sincrociclotrone da 600 MeV, grazie allo spiegamento di una grande finezza sperimentale. Attorno al PS sono ora in corso di allestimento le attrezzature sperimentali (in particolare, grandissime camere a bolle e a scintille, capaci di fissare una lunga successione di interazioni), che permetteranno il pieno sfruttamento delle capacità della macchina. Fin d'ora, l'esame (scanning) delle fotografie relative ai fenomeni secondari prodotti dal fascio di protoni del PS, più di un milione di fotografie in un anno, impegna regolarmente ricercatori e Istituti di un gran numero di paesi.

Un convegno a Bologna

La fisica della salute

Il IX Congresso di fisica sanitaria, tenuto a Bologna nei giorni scorsi, ha portato un apprezzabile contributo alla definizione dei compiti e degli obiettivi di questa nuova branca della scienza, che si va affermando giorno per giorno. Finora essa si era limitata sostanzialmente allo studio del controllo e della protezione sanitaria contro le contaminazioni radioattive, sia nell'atmosfera (il full-out) sia negli ambienti di lavoro dei centri e dei laboratori nucleari. Oggi, man mano che la collaborazione tra medici, fisici e biologi, l'orizzonte si allarga e si vanno scoprendo nuovi motivi di ricerca e di studio.

Nei paesi anglosassoni e nell'Unione Sovietica questo lavoro di équipe ha già dato frutti positivi, che hanno stimolato ancor più l'iniziativa e la fantasia degli studiosi: il simposio internazionale di Vienna del giugno 1961, ad esempio, offrì una ricca messe di spunti interessanti. Ciò che fa difetto sono, come al solito, nel nostro paese i mezzi materiali. Esistono infatti in Italia solo tre laboratori che si occupano specificamente di questa materia, e uno solo di essi, quello di Bologna, è ospitato presso un istituto universitario, ma più per l'ampiezza di vedute del professor Puppi, direttore dell'Istituto di Fisica, che per merito del ministero della Pubblica Istruzione.

Gli altri due laboratori, anch'essi finanziati dal CNEN (Comitato Nazionale per l'Energia Nucleare), hanno sede presso i relativi centri nucleari di Frascati e della Casaccia, entrambi in provincia di Roma. Tutti e tre costituiscono le tre sezioni nelle quali si sviluppa e si ripartisce l'attività della divisione di biologia e protezione sanitaria del CNEN, ognuna con compiti particolari.

La sezione di Bologna, ad esempio, diretta dalla professoressa Rimondi, alla quale il comune è stato prodigo di aiuti, è specializzata nella dosimetria fotografica e nella elettronica strumentale di sviluppo, ed in questi settori ha raggiunto un livello che è riportato ai mezzi impiegati può apparire sorprendente. Basti dire che ogni mese essa provvede, per mezzo di un dispositivo speciale, al controllo di circa tremila Film-Badges, cioè di quelle targhette che portano all'occhiello dei tecnici radioattivi, tutti gli esposti al rischio di radiazioni da raggi X, raggi gamma, neutroni veloci e neutroni lenti. Questi films servono come laboratorio di Bologna da tutta Italia, vengono rapidamente letti e tradotti in cifre, che segnalano agli interessati il livello di assorbimento radioattivo al quale è stato sottoposto fino a quel momento il loro organismo.

Lo stesso avviene con i campioni degli aerosol radioattivi dell'atmosfera e del fall-out che provengono incessantemente dalle otto stazioni dislocate nel paese (Milano, Trieste, Bologna, Genova, Pallanza, Napoli, Bari e Palermo).

Da cinque anni la sezione di Bologna effettua giornalmente o mensilmente la misura della contaminazione atmosferica, di questo tipo particolare di lavoro, che ha un valore teorico ed è eseguito da studiosi per stabilire eventuali correlazioni tra i parametri meteorologici e la radioattività atmosferica. Ma tutto ciò che è di grande utilità ed interesse, come dicevamo, fa ancora parte del primo capitolo della fisica sanitaria, quella del controllo e della protezione.

Oggi si tende a nuovi e più ambiziosi obiettivi, per i quali non è più sufficiente che il fisico appronti per il medico e l'igiene alcuni dati generali, utili ed interesse, come dicevamo, fa ancora parte del primo capitolo della fisica sanitaria, quella del controllo e della protezione.

E' con questi mezzi che la fisica sanitaria si sta trasformando, e sviluppando in «fisica medica» nel senso più ampio del termine. L'appassionato interesse con cui le nuove leve studentesche (le iscrizioni a questi corsi di specializzazione vanno aumentando anno per anno con progressione geometrica) ed alcuni tra i più illuminati studiosi e docenti si avvicinano a questi nuovi campi dello scibile e della sperimentazione sta a documentare il valore e le prospettive.

Non è azzardato sperare che proprio da questi nuovi laboratori possa uscire la chiave dei nuovi misteri che ancora circondano alcuni tra i più angosciosi problemi della medicina. Il cosiddetto «metabolismo degli elettroliti», per citare un solo esempio, è un processo ancora in gran parte oscuro e studiato fino ad oggi solo empiricamente, del quale si sa soltanto che è alla base di equilibri spesso mortali (come nel caso di gravi traumi; vedi per tutti l'incidente apparentemente banale che costò la vita al compianto attore Mario Riva) e che ora affiora su una base scientifica che probabilmente ne chiarirà presto l'origine e lo sviluppo.

Mario Cennamo

Francesco Pistolesi