

Nel Cuore delle Ande per catturare i raggi cosmici

Caccia al plasma di quark e gluoni
ApeNext. Diecimila miliardi di operazioni al secondo

«I Microscopi della Fisica»
un viaggio alla scoperta dell'invisibile

I dischi che danno la carica

A Varenna
per l'anno internazionale della Fisica

Nello spazio per studiare i terremoti



editoriale

di Roberto Petronzio
presidente Infn



A due anni dall'ultimo numero del Notiziario Infn ritorna la rivista dell'Istituto, con un nuovo nome, «Asimmetrie», una nuova veste grafica e una maggiore attenzione a un lettore esterno all'ambiente, al quale comunicare le sfide scientifiche nei campi della fisica sub-nucleare, astroparticellare e nucleare. Raccontare le imprese scientifiche richiede da sempre un equilibrio tra il linguaggio da utilizzare, comprensibile anche ai non addetti, e i contenuti concettuali che non vanno persi nel desiderio di renderli accessibili.

La nuova rivista intende sottolineare sia l'avanzamento della conoscenza, sia lo sforzo tecnologico che ne è alla base, segnalando, ove ciò accada, le potenziali ricadute di interesse applicativo e industriale. La arricchiranno varie rubriche, dal calendario dei convegni scientifici a breve termine, alle recensioni di libri a carattere scientifico, all'informazione delle iniziative in tema di comunicazione intraprese dall'Ente.

Infine, perché «Asimmetrie»? Il mondo che ci circonda non è simmetrico a prima vista, ma la sua interpretazione da sempre è stata guidata dalla ricerca di simmetrie che, stabilendo relazioni tra quantità fisiche, riducano la complessità delle leggi a cui esse obbediscono. Non tutte le simmetrie, però, si manifestano come tali, assumendo a volte forme nascoste in apparenti asimmetrie. Di alcune ne intuimmo la simmetria che le governa, per altre ci limitiamo a constatarne l'esistenza. Da esse traiamo spesso lo stimolo a spingere la ricerca e le nostre teorie delle forze fondamentali verso generalizzazioni o rivoluzioni future. Tra simmetrie e asimmetrie la natura ci guida alla sua comprensione.

La cosa importante
è non smettere mai

di interrogarsi

Albert Einstein

SOMMARIO



pagine 4-11

Caccia al plasma
di quark e gluoni di Eugenio Nappi
Al via al Cern il montaggio dell'esperimento Alice:
ci porterà indietro nel tempo fino al Big Bang



pagine 12-19

ApeNext. Diecimila miliardi
di operazioni al secondo di Michele Catanzaro
È la capacità di calcolo raggiunta dal nuovo supercomputer ApeNext.
Ci aiuterà a capire la natura dei quark e dell'antimateria. E molto altro...



pagine 20-21

La foto

Large Hadron Collider, il più grande acceleratore di particelle al mondo



pagine 22-29

Nel cuore delle Ande
per catturare i raggi cosmici di Giorgio Matthiae
Si è inaugurato a metà novembre l'osservatorio Auger, nella Pampa argentina.
Copre una superficie di 3000 chilometri quadrati e studierà i raggi cosmici di
altissima energia

Appunti di fisica



pagine 30-31

«I Microscopi della Fisica»,
un viaggio alla scoperta dell'invisibile.
La sfida di raccontare la fisica nucleare e subnucleare
di Barbara Gallavotti

L'esperimento



pagine 32-33

I dischi che danno la carica
di Franco Foresta Martin

In breve

A Varenna
per l'anno internazionale della Fisica

pagine 34-35

Nello spazio per studiare i terremoti

Recensioni

pagine 36-37

Agenda

pagine 38-39



A metà novembre si è inaugurato Auger, il nuovo occhio tecnologico che scruterà il cielo allo scopo di svelare alcuni dei segreti della pioggia di particelle provenienti dallo Spazio che colpisce incessantemente il nostro pianeta e che è chiamata radiazione cosmica. Proprio a Auger, che sorge nel cuore della Pampa argentina, è dedicato l'articolo di apertura di questo numero di Asimmetrie. In tutt'altra parte del pianeta, in particolare in Svizzera, al Cern di Ginevra, altri fisici sono impegnati nella costruzione dell'acceleratore Lhc e degli esperimenti che saranno ad esso connessi. In Lhc verranno prima accelerati ad altissima energia e poi fatti scontrare fasci di protoni e di nuclei di piombo. L'obiettivo è produrre nuove particelle che consentano di risolvere alcuni grandi quesiti della fisica moderna. La costruzione di questo acceleratore e dei suoi esperimenti è forse la più grande delle sfide con cui si misurano oggi i fisici nucleari e delle particelle. Asimmetrie terrà i propri lettori costantemente informati sui suoi progressi. In questo numero un articolo è dedicato ad Alice, uno dei quattro grandi esperimenti di Lhc. Se gli acceleratori sono lo strumento per eccellenza della fisica sperimentale, i fisici teorici a volte hanno bisogno di potentissimi calcolatori. Come quelli della famiglia Ape, nati per eseguire simulazioni necessarie a far luce su come i quark restano imprigionati nella materia nucleare. Oggi i computer Ape stanno rivelandosi utili anche in campi diversi dalla fisica, e Asimmetrie fa il punto sulla situazione. Buona lettura! (B.G.)



Caccia
al plasma di

QUARK e GLUONI

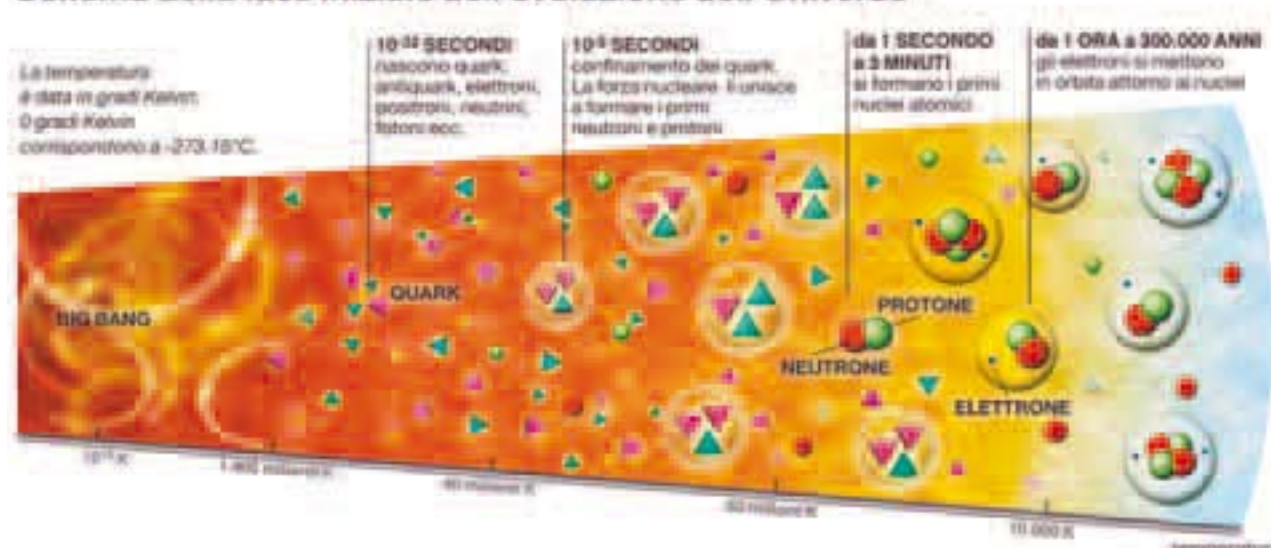
di Eugenio Nappi

Al via al Cern
il montaggio dell'esperimento Alice:
ci porterà indietro nel tempo
fino al Big Bang

La Camera a proiezione temporale (Tpc) dell'esperimento Alice. Questo cilindro del volume di 90 metri cubi tra meno di due anni, per centinaia di volte al secondo registrerà il passaggio di migliaia di particelle prodotte nella collisione tra nuclei di piombo.

Il colossale apparato sperimentale avrà un'altezza di quindici metri e una lunghezza di venticinque: il suo compito sarà quello di svelare la misteriosa alchimia che ha dato origine al nostro cosmo.

Schema della fase iniziale dell'evoluzione dell'Universo



Pochi milionesimi di secondo dopo il Big Bang il nostro universo era una bolla dalla temperatura di molte migliaia di miliardi di gradi e dalla densità quasi infinita. In quelle condizioni inimmaginabili, esisteva uno stato della materia chiamato plasma di quark e gluoni, nel quale questi costituenti elementari erano liberi di muoversi su distanze relativamente grandi. Poche frazioni di secondo dopo, la temperatura dell'Universo era già scesa abbastanza da cambiare radicalmente la situazione: quark e gluoni si trovarono prigionieri, confinati all'interno di particelle complesse come i protoni e i neutroni che costituiscono poi i nuclei degli atomi. Oggi i fisici cercano di ricreare quel primordiale e misterioso plasma e proprio per fornirci indizi risolutivi su di esso è stato concepito Alice: uno degli esperimenti in costruzione presso l'acceleratore Lhc al Cern di Ginevra. Il suo nome viene dall'acronimo di A Large Ion Collider Experiment ma, non casualmente, richiama anche la famosa fanciulla della fiaba di Lewis Carroll, guidata dalla sola curiosità in viaggi fantastici, come quello che ci porterebbe all'origine del nostro cosmo. L'acceleratore Lhc entrerà in funzione nel 2007, ma al Cern i lavori per il suo allestimento, e per quello degli esperimenti a esso connessi, sono in pieno fermento. E si tratta di una fase importantissima. Infatti, anche se per i grandi risultati scientifici occorrerà attendere il funzionamento degli strumenti, l'ideazione e la realizzazione di questi ultimi impongono di affrontare e vincere grandi sfide tecnologiche. È in questi momenti che vengono concepite soluzioni originali le quali spesso, dopo tempi più o meno lunghi, trovano impensate applicazioni anche in campi lontanissimi dalla fisica. Per quel che riguarda l'esperimento Alice, tutto è ormai pronto per dare il via al suo montaggio. Si tratterà di mettere insieme diversi pezzi incastrandoli uno dentro l'altro, un po' come le bambole di varie dimensioni che formano una matrioska russa. Solo che nel nostro caso la 'matrioska' avrà dimensioni straordinarie: una altezza complessiva di 15 metri e una lunghezza di 25 metri! Il gigantesco apparato verrà montato in una caverna connessa con Lhc e posta alle pendici dei monti del Jura, 45 metri sotto il livello stradale. I lavori di ristrutturazione della caverna, che in passato aveva ospitato altri esperimenti connessi con l'acceleratore Lep, che ha preceduto Lhc,

sono appena terminati. E dunque tutto è pronto per accogliere la monumentale e ipertecnologica fanciulla metallica. Ma come farà a guidarci alla scoperta del plasma di quark e gluoni?

Innanzitutto, occorre sottolineare che nell'Universo attuale, ormai raffreddato ed espanso, non esiste il plasma di quark e gluoni, in cui quark e gluoni si muovevano liberamente. La materia che ci circonda, infatti, è formata da atomi, i quali sono composti da elettroni in orbita intorno a un nucleo. Quest'ultimo è composto da neutroni e protoni, a loro volta costituiti da quark. I quark sono letteralmente 'incollati' fra loro grazie alla cosiddetta forza forte, la quale dal punto di vista fisico è descritta come un incessante scambio fra i quark di particelle neutre prive di massa: i gluoni (dal termine inglese *glue*, cioè colla). È praticamente impossibile privare un neutrone o un protone di un suo quark perché questa operazione richiederebbe un'energia sostanzialmente infinita. Infatti, i gluoni agiscono come elastici che legano un quark a un altro con una forza che è tanto più elevata quanto maggiore è la distanza che separa questi ultimi. Tuttavia, è possibile ipotizzare che i quark raggiungano una sorta di libertà in condizioni estremamente particolari, ad esempio al centro delle stelle di neutroni, dove in qualche chilometro è concentrata una massa paragonabile a quella del Sole e dunque vi è una densità enorme.

Alice, e l'acceleratore Lhc, permetteranno di realizzare quello che probabilmente è il più grandioso sogno della moderna fisica nucleare: ricreare in laboratorio uno stato di materia tanto densa e calda da essere simile a quella presente poco dopo il Big Bang. Nell'acceleratore Lhc si potranno fare avvenire urti frontali fra nuclei pesanti di piombo accelerati sino a raggiungere energie molto elevate rispetto alla loro massa. In queste condizioni, molti dei 208 protoni e neutroni che compongono i nuclei si sovrapporranno tra loro. Si creerà così una minuscola sfera dalla temperatura rovente: circa 2000 miliardi di gradi, oltre centomila volte quella del nucleo del sole. A causa dell'elevata compressione che subiscono i protoni e neutroni durante

Collaudo delle strutture meccaniche su cui verranno installati i rivelatori centrali dell'esperimento Alice.

Plasma di quark e gluoni

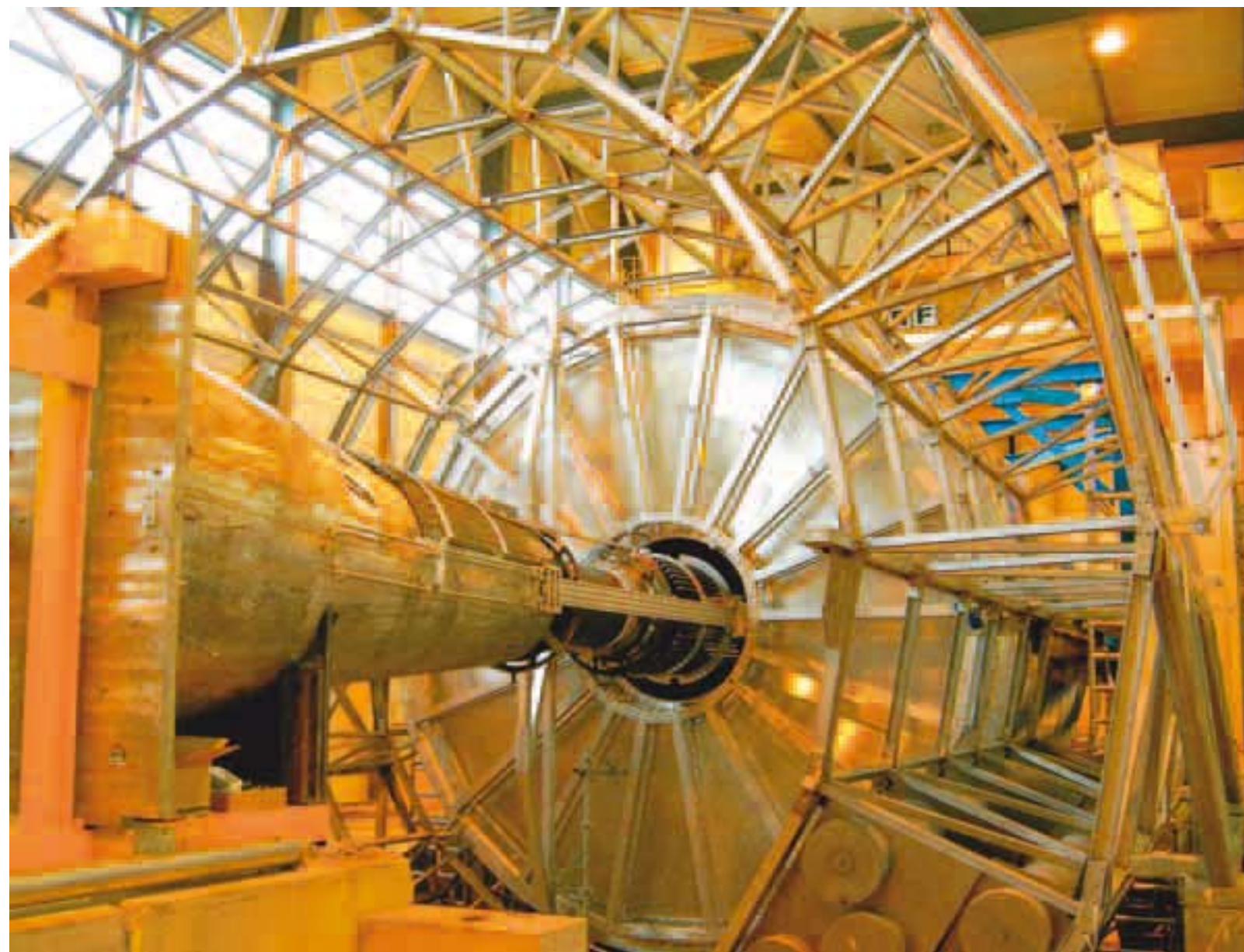
L'enorme pressione e calore che si sviluppano nell'interazione tra due nuclei di piombo alle energie di Lhc, costringono protoni e neutroni a sovrapporsi sino a perdere la loro identità. Si forma in tal modo una sfera di fuoco in cui i quark sono liberi di muoversi: il plasma di quark e gluoni, il medesimo stato che si è verificato pochi milionesimi di secondo dopo il Big Bang.



l'urto, la 'sfera' avrà anche una densità mai raggiunta finora in nessun esperimento di fisica delle alte energie.

In queste particolarissime condizioni i quark e i gluoni, non più confinati all'interno di protoni e neutroni, si muoveranno liberamente. La sfera di fuoco avrà una vita effimera:

durerebbe appena un milionesimo di secondo, il tempo che la luce impiega ad attraversare un nucleo atomico. Quindi si espanderà rapidamente e si raffredderà producendo diverse decine di migliaia di particelle che saranno poi rivelate dagli apparati dell'esperimento Alice.



Alice: come è fatta

**Rivelatore per l'identificazione di particelle ad alto impulso
(High Momentum Particle Identification)**



Il Rivelatore per l'identificazione di particelle ad alto impulso (Hmpid) permetterà di effettuare l'identificazione delle particelle cariche veloci misurando il cono di luce Cherenkov emesso dal passaggio in un liquido trasparente con un elevato indice di rifrazione. La luce Cherenkov è una emissione di fotoni che si verifica quando una particella carica attraversa un materiale a una velocità superiore a quella della luce nello stesso materiale. Il cono di luce Cherenkov è caratterizzato dalla velocità della particella che lo produce.

**Sistema di tracciamento interno
(Inner Tracking System)**



Il Sistema di tracciamento interno (Its) è costituito da sei rivelatori cilindrici di silicio. I rivelatori circondano la regione in cui avviene la collisione tra i nuclei di piombo e misurano, con precisione di alcuni millesimi di millimetro, le coordinate spaziali delle particelle prodotte nell'urto. Il sistema di tracciamento interno identificherà, inoltre, le particelle contenenti quark di massa più elevata di quelli che formano il protone e il neutrone, ricostruendo i punti in cui si trasformano in altre particelle.

**Rivelatore di radiazione di transizione
(Transition Radiation Detector)**



Il Rivelatore di radiazione di transizione (Trd) permetterà di distinguere gli elettroni e i positroni (identici agli elettroni ma dotati di carica positiva) dalle altre particelle cariche grazie alla misura dei raggi X emessi nell'attraversamento di una serie di strati di materiali sottili (radiazione di transizione).

**Spettrometro di fotoni
(Photon Spectrometer)**



Lo Spettrometro di fotoni (Phos) è stato concepito per determinare la temperatura delle collisioni fra nuclei di piombo, attraverso la misura dell'energia dei fotoni che emergono dalla sfera di fuoco prodotta dall'urto. Un fotone assorbito dai cristalli di tungstato di piombo (nella foto) genera un bagliore di luce, detto scintillazione, la cui intensità è proporzionale all'energia del fotone.

**Tempo di volo
(Time Of Flight)**



Le particelle cariche di basso impulso sono identificate dal rivelatore Tempo di volo (ToF) il quale misura il tempo che esse impiegano per muoversi da un punto ad un altro. Le particelle più pesanti sono più lente e quindi impiegano più tempo per raggiungere gli strati più esterni del rivelatore.

**Magnete dipolare
(Dipole Magnet)**



Il Magnete dipolare (Dm) genera un campo magnetico il quale, curvando la traiettoria delle particelle cariche, permette a uno spettrometro muonico di misurare la carica e l'impulso dei muoni prodotti in seguito agli urti fra i nuclei di piombo. È il più grande Magnete dipolare caldo mai costruito: 6.7 metri di larghezza, 5 metri di lunghezza e 9 metri di altezza. Ha una potenza di circa 4 milioni di Watt e pesa 890 tonnellate.

**Camera a proiezione temporale
(Time Projection Chamber)**



La Camera a proiezione temporale (Tpc) è contenuta all'interno del magnete centrale ed è un cilindro dal volume di 90 metri cubi. È il più grande rivelatore a gas mai costruito al mondo. Permette di misurare il momento, cioè il prodotto della massa e velocità, delle particelle prodotte nell'interazione tra i nuclei di piombo.

**Spettrometro muonico
(Muon Spectrometer)**



Lo Spettrometro muonico (Ms) misura coppie di particelle chiamate muoni che riescono a superare il materiale assorbente posto davanti ai rivelatori traccianti. Queste coppie muoniche derivano da particelle instabili contenenti quark pesanti, cioè dotati di una massa più elevata rispetto ai quark leggeri.

Ciò che i fisici osserveranno, dunque, saranno in realtà anomalie nella produzione e nel comportamento delle particelle rispetto a quanto si verifica nelle collisioni che avvengono a energie più basse. Si avrà insomma una immagine indiretta del plasma di quark e gluoni, un po' come l'immagine di una radiografia restituisce le caratteristiche del corpo umano basandosi sul diverso assorbimento dei raggi X da parte di ossa e di tessuti molli.

Come avviene ormai da tempo nei grandi esperimenti di fisica nucleare e subnucleare, Alice è anche un esempio di grande cooperazione internazionale. Nel suo progetto e nella sua costruzione sono coinvolti circa 1000 scienziati e ingegneri provenienti da 80 istituti di ricerca di 30 nazioni, e di essi oltre 160 sono italiani afferenti alle sezioni Infn di Bari, Bologna, Catania, Padova, Roma, Torino e Trieste, ai Laboratori Nazionali di Legnaro e ai gruppi collegati di Alessandria, Salerno e Udine.

Alice è costruita per rivelare le diverse decine di migliaia di particelle, prodotte nelle collisioni frontali con una frequenza di circa 100 volte al secondo e questo ambizioso obiettivo ha richiesto significativi miglioramenti nella tecnica di rivelazione delle particelle: uno sforzo di inventiva che ha portato alla creazione di tecnologie all'avanguardia, alcune delle quali hanno già risvegliato l'interesse per applicazioni in settori come quello spaziale e medico. È il caso di una strategia messa a punto per ottenere sensori al silicio delle dimensioni di pochi millesimi di millimetro, concepiti in collaborazione con fisici, ingegneri e tecnici impegnati nell'allestimento di un altro esperimento che sarà operativo presso Lhc, chiamato Lhcb. Questa tecnica, e la relativa elettronica, ha trovato utilizzo nella mammografia digitale e in dispositivi Pet di nuova concezione in via di sviluppo .

E. N., responsabile di Alice Italia
eugenio.nappi@ba.infn.it

Fascio di fibre in quarzo sintetico utilizzate nel rivelatore Calorimetro a Zero Gradi (Zdc). Quando le particelle cariche passano attraverso il Calorimetro, nelle fibre al quarzo si produce l'emissione di lampi di luce detta luce Cherenkov. Questo fenomeno si verifica quando una particella carica attraversa un materiale a una velocità maggiore a quella della luce nello stesso materiale, analogamente alle onde d'urto emesse da un aereo a una velocità supersonica. Naturalmente, nulla va più veloce della luce nel vuoto; tuttavia, nei materiali densi essa si propaga più lentamente e, talvolta, persino più lentamente di particelle molto energetiche. La rivelazione della luce Cherenkov nel rivelatore Zdc permetterà di risalire all'energia dei frammenti di piombo che non hanno interagito nella collisione.

Fase di costruzione della Camera a proiezione temporale (Tpc) di Alice. Nel passaggio delle particelle, gli elettroni strappati dagli atomi del gas che riempie la Camera a proiezione temporale si muovono verso i contatori posti ai due lati della Camera stessa. La misura del tempo impiegato per raggiungere i contatori, oltre alla misura del segnale elettrico generato, consentono di determinare la traiettoria delle diverse decine di migliaia di particelle prodotte in ciascuna collisione fra nuclei di piombo.



Il contributo italiano ad Alice

L'Italia ha un ruolo centrale in Alice. È la nazione con il maggior numero di partecipanti e contribuisce al 30% del costo di costruzione dell'esperimento attraverso la responsabilità a livello internazionale di quattro sistemi di rivelazione: il tracciatore di silicio, due sistemi d'identificazione di particelle e il Calorimetro a Zero Gradi. Il tracciatore di silicio permetterà di ricostruire il percorso seguito dalle particelle con precisioni di alcuni millesimi di millimetro in presenza di un elevato numero di particelle che, nelle regioni immediatamente vicine al vertice dell'interazione, raggiungeranno anche le centinaia per cm^2 . Il primo sistema di identificazione, chiamato Tof, è basato su una tecnologia innovativa completamente ideata e sviluppata da italiani, ricopre una superficie cilindrica di 160 m^2 e sarà in grado di misurare il tempo impiegato dalla particella per percorrere una determinata traiettoria (Tempo di volo) con una precisione di circa dieci milionesimi di secondo. Il secondo sistema, attraverso la rivelazione di una debole luce, denominata Cherenkov, prodotta da una particella che si muove all'interno di materiali densi e trasparenti a velocità superiore a quella che impiega la luce per attraversare lo stesso materiale, permetterà di misurare la velocità della particella con una

Controlli di qualità eseguiti presso la Sezione Infn di Bologna sugli elementi di base del rivelatore Tempo di Volo (Tof) dell'esperimento Alice.



precisione di dieci parti su un milione. La selezione degli eventi di maggior interesse sarà effettuata grazie a un rivelatore chiamato Calorimetro a Zero Gradi (Zdc), il quale misurerà l'energia dei frammenti del fascio che non hanno interagito. Determinante il contributo italiano anche nello Spettrometro dei muoni, nella parte riguardante la costruzione dei rivelatori che misureranno e selezioneranno la traiettoria dei muoni rilevanti ai fini dell'indagine fisica.





ApeNext

Diecimila miliardi
di operazioni
al secondo

di Michele Catanzaro

È la capacità di calcolo raggiunta
dal nuovo supercomputer ApeNext.

Ci aiuterà a capire la natura dei quark e dell'antimateria.
E molto altro...

Svelare i segreti della forza che tiene uniti i quark all'interno dei nuclei, simulare il Big Bang e osservare in che modo la materia si coagula in stelle e pianeti. Oppure, riprodurre la 'danza molecolare' dei geni e delle proteine. Sono solo alcune delle numerose applicazioni dei computer alla ricerca scientifica.

Nicola Cabibbo, promotore del progetto Ape.

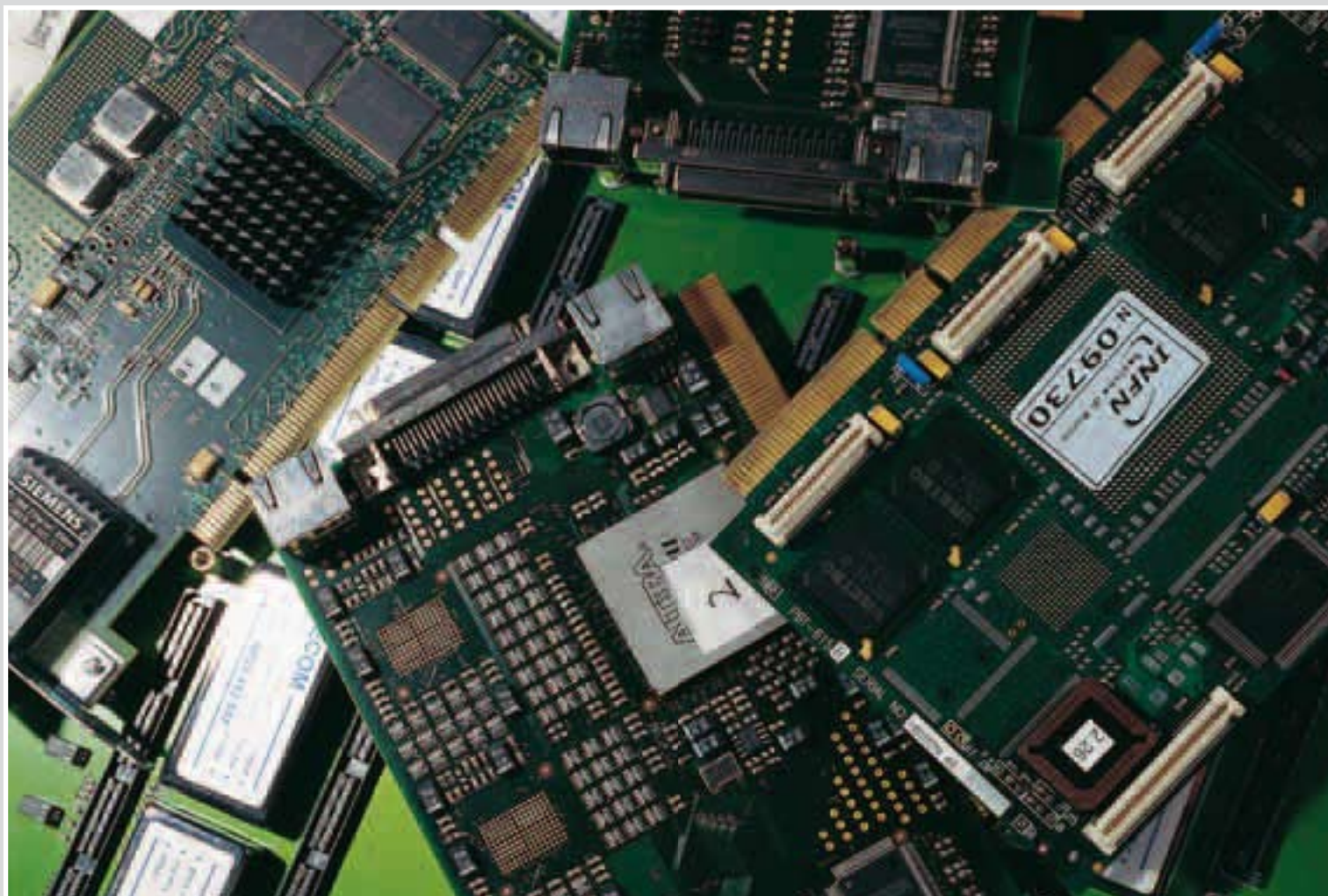
Negli ultimi anni è diventato sempre più chiaro il ruolo fondamentale per la scienza di microprocessori e schede di memoria. La ragione sta nella natura stessa della conoscenza scientifica. Infatti, se anche un giorno riuscissimo a comprendere tutte le leggi fondamentali della natura, saremmo solo all'inizio del nostro compito. Perché quel giorno, se mai arriverà, non sapremmo ancora predire l'evoluzione di fenomeni ad alta complessità come quelli citati sopra. Per capirli non basta conoscere le equazioni che descrivono gli atomi, le molecole, gli organismi e i pianeti. Bisogna anche saperne calcolare le conseguenze nel caso di situazioni molto complicate. Nelle quali riuscire a 'fare i conti' può essere un obiettivo irraggiungibile. Per fortuna, però, non dobbiamo aspettare una 'teoria finale' per porci questi problemi: molti campi della scienza sono già abbastanza maturi per affrontarli. E soprattutto, gli scienziati hanno a disposizione un'alternativa al gettare la spugna di fronte a calcoli impossibili da fare con carta e penna.

È arrivato ApeNext

«Dove la matematica non basta o è troppo complicata, il computer viene in nostro soccorso», spiega Nicola Cabibbo, autore di scoperte fondamentali nella fisica teorica degli ultimi decenni e promotore del progetto Ape (Array Processor Experiment, che potrebbe essere tradotto come Esperimento di batterie di processori). Si tratta di un supercalcolatore tutto italiano sviluppato per la ricerca in fisica delle particelle e costituito da centinaia di unità di calcolo collegate in un reticolo e operanti in parallelo. È dell'inizio del 2005 la notizia che la macchina, con un ulteriore balzo di potenza, è giunta alla sua quarta generazione, ApeNext. «È un passo avanti importante, perché in molti casi il confine delle conoscenze scientifiche moderne è dato proprio dalla potenza dei computer esistenti», chiarisce Guido Martinelli, professore presso il dipartimento di Fisica dell'Università degli studi di Roma 'La Sapienza', che si è avvalso di Ape nelle sue ricerche: «Il computer si utilizza soprattutto in quei casi nei quali si sa di cosa sono fatti e quali forze subiscono gli oggetti dello studio, ma è assolutamente proibitivo prevederne il comportamento attraverso dei calcoli matematici. Questo, però, non vuol dire rinunciare a pensare». Anzi, il calcolatore serve proprio a verificare fino a che punto sono validi i modelli teorici elaborati dalla creatività dei ricercatori. È un po' come se gli scienziati ricostruissero nella macchina la natura come se la immaginano. E osservassero, poi, se questa natura 'virtuale' si comporta come quella vera. Un controllo che si fa verificando se i dati delle simulazioni coincidono con quelli degli esperimenti.

I 'mattoni' della materia

Proprio in questo consiste il lavoro degli scienziati che hanno sviluppato Ape. Sono fisici che si occupano di particelle elementari, ovvero dei costituenti fondamentali e indivisibili di tutti gli oggetti della natura. In particolare il loro interesse si concentra sui quark, i 'mattoni' di cui sono fatti i protoni e i neutroni, che a loro volta formano il nucleo degli atomi. La questione può sembrare piuttosto esoterica, ma, come sintetizza Martinelli, «nella sua soluzione si nasconde la spiegazione degli stati legati di quark che ci circondano, come ad



Schede di Ape: le unità di calcolo che operando in parallelo garantiscono le alte prestazioni del supercomputer.

esempio protoni e neutroni». In realtà le leggi delle particelle elementari sono ben note agli scienziati. «Il problema è che i quark hanno fra di loro un'interazione molto forte, – chiarisce Cabibbo – e questo complica enormemente i calcoli. Per prevedere il comportamento di altre particelle, come i neutrini, si può trascurare l'effetto della loro debole interazione: si commetterà un piccolo errore, ma in cambio si ricaveranno delle formule molto più semplici. Con i quark invece non si può fare». Analoghe difficoltà s'incontrano studiando l'altro affascinante problema affrontato da Ape; ovvero, l'asimmetria fra materia e antimateria. Quest'ultima è presente nell'universo e può essere riprodotta in laboratorio. È costituita da particelle identiche a quelle della materia, ma di carica opposta. Ad esempio, l'antiparticella dell'elettrone, il positrone, ha la sua stessa massa, ma la carica è positiva. La domanda è: visto che materia e antimateria sono così simili, perché è solo la prima che costituisce tutto quello che vediamo e tocchiamo? La questione è ancora aperta ma, grazie ad Ape, è stata simulata una violazione della simmetria fra materia e antimateria. Ovvero un fenomeno fisico nel quale si evince una differenza di comportamento fra le due, che potrebbe essere un indizio per risolvere il problema. E, quel che più conta, il fenomeno simulato ha trovato riscontro nei dati sperimentali.

Una macchina dedicata

Questo e gli altri successi sono il risultato della particolare struttura del calcolatore. Ape è una macchina 'dedicata', come si dice in gergo. «I personal computer, – spiega infatti Cabibbo – sono concepiti per svolgere una gran quantità di operazioni diverse. I chip di Ape, invece, sono ottimizzati per risolvere i particolari problemi fisici che ci interessano, e quindi sono molto più efficienti». Il segreto di Ape, però, sta nella sua architettura. In primo luogo in una macchina Ape ci sono moltissime 'unità di calcolo' ('impacchettate' in singoli chip), e quindi è come se si disponesse di un gran numero di sistemi equivalenti a un personal computer che operano in parallelo, cioè in maniera coordinata e contemporanea. Le unità di calcolo sono distribuite in modo da formare i nodi di una fitta rete di processori interconnessi. Concretamente, se si osserva un Ape si vedranno tante schede inserite in grossi armadi, collegate da un fitto intrico di cavi. Se si potesse distendere questa rete nello spazio, però, si vedrebbe un reticolo cubico tridimensionale: la stessa struttura del cristallo di sale da cucina. Ai vertici delle celle cubiche stanno quelli che si possono considerare l'equivalente delle Cpu (Central Processing Unit) dei comuni personal computer, ovvero i 'nodi di calcolo': nel caso di Ape, il 'nodo di calcolo' è realizzato dalla memoria locale, dall'elettronica di interconnessione con altri nodi e dai chip di calcolo veri e propri. Questo schema tridimensionale di collegamenti consente di realizzare computer ad 'alto parallelismo' in volumi di spazio ridotto, dove il compito da svolgere viene ripartito fra le varie unità di calcolo, ognuna delle quali esegue lo stesso programma contemporaneamente a tutte le

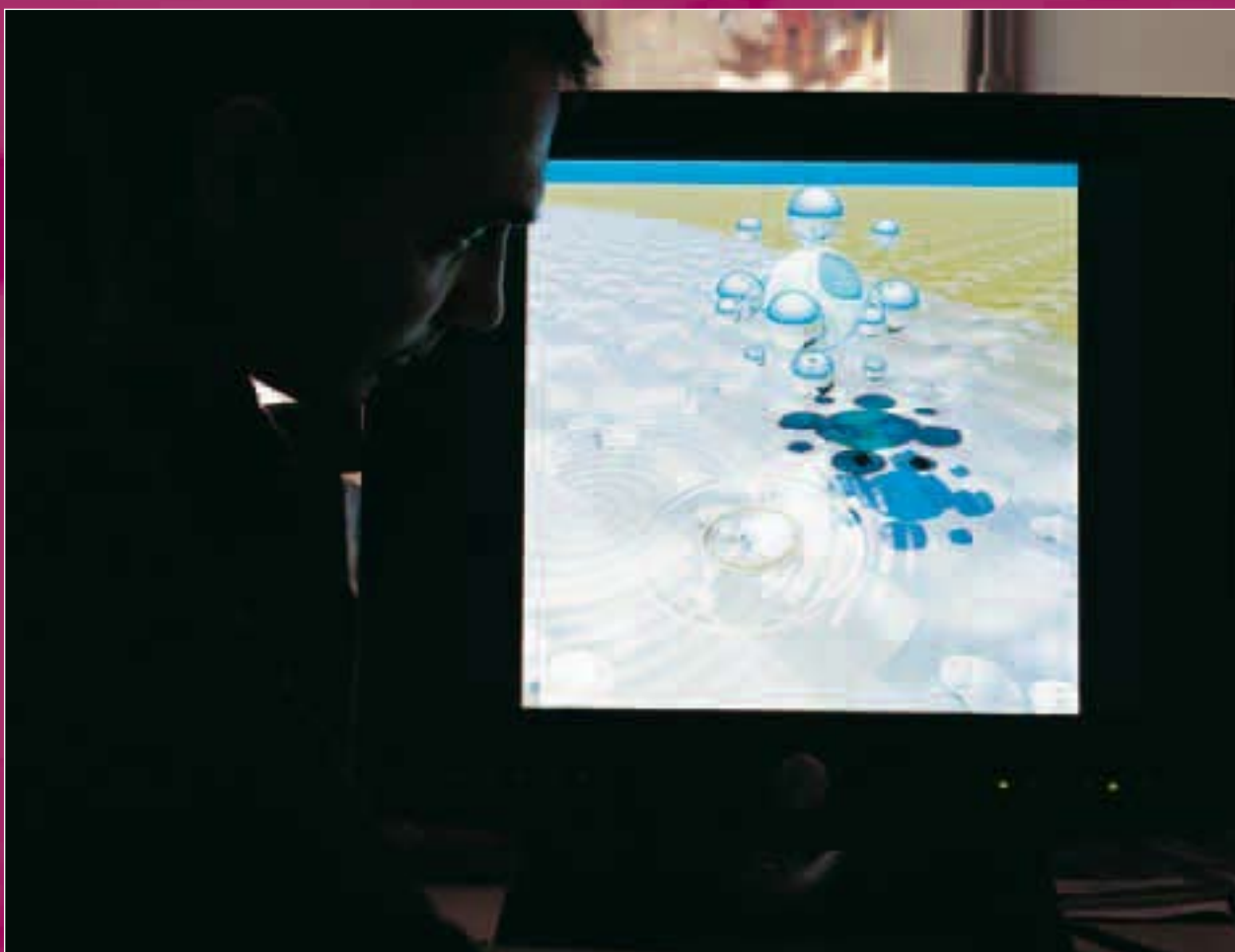
A destra, un computer della famiglia Ape. A differenza di altri supercalcolatori della stessa classe, che occupano centinaia e addirittura migliaia di metri quadrati di superficie, ApeNext ha dimensioni ridotte ed è alloggiato in alcuni 'rack' modulari. Sono meno di una decina, in tutto il mondo, i progetti di supercalcolatori con potenza analoga a quella di ApeNext. Ma la potenza di calcolo è solo uno dei parametri di cui tenere conto, perché in realtà entro certi limiti può essere aumentata mettendo sempre più macchine in parallelo. Ciò che realmente conta nei supercomputer è la combinazione di quattro fattori: potenza di calcolo, consumo di energia, spazio occupato e costo del sistema. ApeNext è sicuramente ai vertici mondiali per l'ottimizzazione di questi parametri.



Vita da 'Apista'

Lavorare con Ape è un'esperienza speciale. Basta vedere come se la cavano, anche fuori dall'ambiente della ricerca, gli 'apisti', come loro stessi amano definirsi. Nel 1997 Giuseppe Bastianello, un laureando in fisica di Roma, decide insieme ad altri studenti di sfruttare le competenze acquisite presso il gruppo Ape per avviare un'impresa. L'anno successivo si uniscono a loro Simone Cabasino e Pier Stanislao Paolucci, due ricercatori dell'Infn (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) in congedo temporaneo. Nasce così Nergal, una società che sviluppa alta tecnologia con applicazioni che vanno dalle telecomunicazioni, al commercio elettronico, ai media. Cabasino spiega così il successo dell'azienda, che oggi conta un centinaio fra dipendenti e collaboratori: «Più delle competenze tecnologiche, conta il metodo sperimentale che si acquisisce facendo ricerca». E infatti Nergal mantiene rapporti di collaborazione con diverse università ed è riconosciuta come Laboratorio Nazionale dallo

Stato italiano. Ma l'onda lunga di Ape non si esaurisce qui. Dopo l'esperienza di Nergal, Paolucci ha creato Ipitem, un centro di ricerca situato a Roma, dove fisici e ingegneri stanno sviluppando un progetto basato sulla tecnologia di Ape con applicazioni nel campo dell'audio e delle telecomunicazioni. «Questo lavoro è interamente finanziato da una società di semiconduttori americana - afferma Paolucci - ma la nostra esperienza dimostra che la ricerca di base, che è e deve restare finanziata dallo Stato, non manca mai, anche a distanza di anni, di dare i suoi frutti industriali». E i frutti spesso sono i più inattesi. Come nel caso di Gian Marco Todesco, che ha sviluppato per Digital Video il software 'Toonz', utilizzato per animare cartoni come Balto o Anastasia. «Toonz non usa il software di Ape. Ma l'esperienza di ricerca per me è stata impagabile. E mi ha insegnato a risolvere creativamente i problemi informatici». E, a quanto pare, è proprio la creatività a far volare Ape così in alto.



Un ricercatore al lavoro per eseguire simulazioni complesse.



Il progetto ApeNext ha radici saldamente italiane ed è il risultato di uno sviluppo e di una complessa opera di ottimizzazione e ingegnerizzazione che ha visto il coinvolgimento dell'Infn e dell'impresa Eurotech.

altre, ma sul particolare insieme di dati che gli è affidato. In questo modo la potenza dei diversi processori viene sommata e cresce con il numero di processori stessi, dunque il sistema può essere ampliato a piacimento. È grazie a questo sistema che Ape riesce a compiere miliardi di operazioni al secondo: in particolare ApeNext raggiunge 10 teraflops (floating point operations per second), cioè 10.000 miliardi di operazioni al secondo. Anche l'architettura, poi, è pensata appositamente per studiare i quark. Il problema del loro comportamento può essere assimilato a quello della dinamica di un fluido, il quale può essere analizzato convenientemente dividendolo, appunto, in cubetti e studiando separatamente il comportamento di ogni cella. Questa struttura, ottimizzata per un particolare problema di fisica delle particelle, può essere utilizzata per tutti gli altri problemi che sono in qualche misura riconducibili a quel modello.

Infatti, esemplari di Ape sono stati usati per la meteorologia e per la dinamica dei fluidi. I Servizi tecnici dello Stato se ne avvalgono per prevedere il tempo nella regione del mare Adriatico e l'acqua alta a Venezia. A Maranello, grazie ad Ape, è stata migliorata l'aerodinamica della Ferrari. E l'Enea (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente) se ne è avvalso per simulare la chimica delle molecole complesse. Dal 1984, anno di nascita del primo Ape, a oggi, il numero di operazioni al secondo compiute dal calcolatore è passato da uno a 10.000 miliardi. E ogni passo avanti è stato accompagnato da nuovi successi. Dunque non ci resta che aspettare le sorprese che ci riserverà l'utilizzo intensivo di ApeNext **A**

michele.catanzaro@upc.es



Particolare di un computer Ape h.



Nicola Cabibbo è fisico teorico di vastissimi interessi, ben noto soprattutto per la sua scoperta del fenomeno del 'mescolamento dei quark': una delle conquiste più significative della fisica moderna. La sua attività di ricerca comprende anche l'applicazione dei supercomputer a problemi di fisica teorica e in questo quadro è uno dei principali ideatori della famiglia dei supercalcolatori 'paralleli' Ape. È membro di accademie italiane ed estere, tra cui l'Accademia Nazionale dei Lincei, l'Accademia delle Scienze di Torino, la National Academy of Science, la American Academy for Arts and Sciences degli Stati Uniti, ed è presidente della Pontificia Accademia delle Scienze. Attualmente è professore di Fisica delle Particelle Elementari presso l'Università degli studi di Roma 'La Sapienza'.



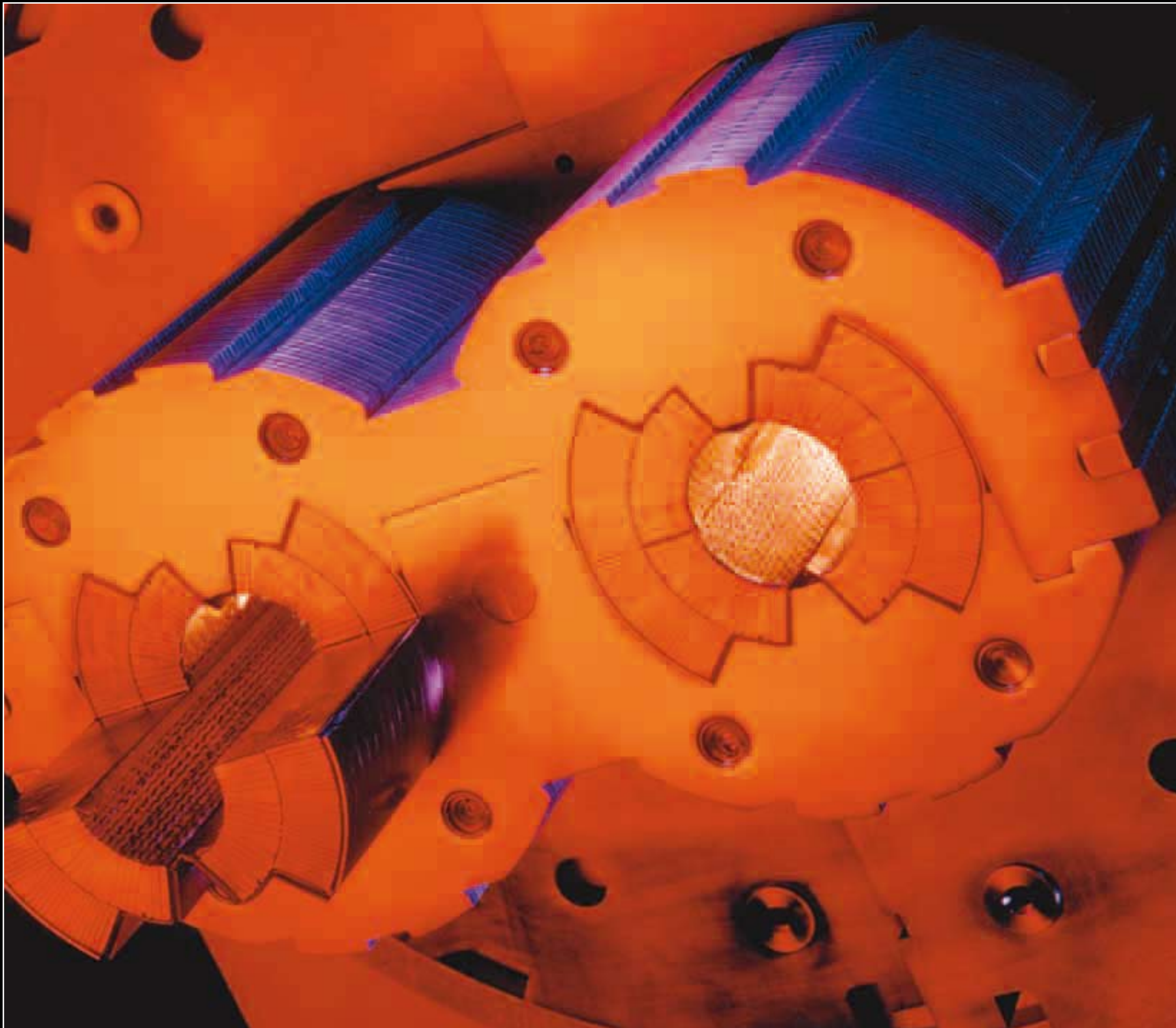
I calcolatori più potenti del mondo

Oggi esistono sostanzialmente due classi di supercomputer: la prima è quella delle 'macchine dedicate' mentre la seconda è quella dei 'computer cluster'. Alla prima classe appartengono tutti quei sistemi che, come Ape, sono basati su architettura di sistema 'proprietary', i quali non prevedono l'utilizzo di prodotti commerciali (come personal computer o loro parti) ma sono realizzati attraverso l'impiego di tecnologie pensate ad-hoc. I cluster computer sono invece un'evoluzione piuttosto recente del concetto di 'rete di calcolatori', resa possibile grazie all'impressionante potenza di calcolo raggiunta dai singoli personal computer e dalla incredibile capacità di trasmissione dati offerta dalle moderne tecnologie di rete. In pratica, un cluster computer di ultima generazione è un sistema realizzato da centinaia, o migliaia o addirittura decine di migliaia, di personal computer commerciali interconnessi da un sistema di rete anch'essa commerciale. Ciascuna delle due soluzioni offre i propri vantaggi. Ad esempio un cluster computer richiede un investimento iniziale in ricerca notevolmente ridotto, ma d'altro canto i supercomputer dedicati permettono di massimizzare alcuni parametri come l'efficienza computazionale (il rapporto tra potenza di picco e numero reale di operazioni effettuabili) e il rapporto flops per watt (quante operazioni sono possibili per ogni watt di consumo). Attualmente il primato di computer più potente del mondo spetta ad un supercomputer 'dedicato' denominato 'Blue Gene/L', nato per effettuare simulazioni del comportamento delle proteine e dei fenomeni ambientali. È frutto di uno sforzo congiunto Ibm e Dipartimento dell'Energia americano e, grazie ai 65.000 processori della ver-

sione attuale, raggiunge la soglia dei 185 teraflops, corrispondenti a 185.000 miliardi di operazioni per secondo! Il primo esempio di cluster computer si trova invece al terzo posto nell'attuale classifica dei computer più potenti al mondo: è il 'Columbia' della Nasa, capace di 60 teraflops di potenza di calcolo. Costruito tramite un'aggregazione di 10000 processori commerciali della Intel (Itanium), interconnessi con una rete commerciale di ultima generazione e' stato realizzato per il supporto alle missioni spaziali dell'agenzia. A poca distanza segue l'Earth Simulator di Yokohama, in Giappone: questo supercomputer dedicato, che raggiunge i 40 teraflops, è stato concepito per simulare, con una risoluzione spaziale di un chilometro, fenomeni come i disastri ambientali, i terremoti o il surriscaldamento del pianeta. Nel prossimo futuro si prevede che le richieste di potenza di calcolo cresceranno in maniera sensibile, nell'ambito ad esempio della ricerca in bioinformatica, e, di conseguenza, l'impressionante sviluppo della tecnologia continuerà a sorprenderci con nuovi sistemi capaci di superare qualsiasi record appena stabilito. Giappone ed USA prevedono di realizzare in 5 anni supercomputer dedicati sempre più potenti e anche l'Infn, forte della sua tradizione nel supercalcolo, parteciperà alla sfida: è in cantiere infatti un nuovo progetto caratterizzato da un'ampia collaborazione industria-ricerca, che porterà entro 2010 alla realizzazione di macchine capaci di compiere milioni di miliardi di operazioni al secondo.

Piero Vicini
responsabile di sistema della macchina Ape
piero.vicini@roma1.infn.it

La foto



Presso il Cern di Ginevra è in costruzione il Large Hadron Collider che, con i suoi 27 chilometri di circonferenza, sarà il più grande acceleratore di particelle al mondo. Al suo interno verranno accelerati lungo un percorso circolare due fasci di protoni che procederanno in direzioni opposte e saranno poi fatti scontrare frontalmente. I ricercatori studieranno cosa avviene in questi urti, con l'obiettivo principale di osservare una particella chiamata bosone di Higgs, prevista dai calcoli teorici ma fino ad oggi mai osservata direttamente. Osservare il bosone di Higgs è cruciale per la fisica moderna, perché la teoria prevede che l'esistenza di questa particella spieghi la massa di tutte le altre. Per far sì che le particelle seguano la giusta traiettoria all'interno dell'acceleratore Lhc occorrono ben 1200 magneti superconduttori. Ciascuno di essi crea un intenso campo magnetico che ha una particolare geometria spaziale detta 'di dipolo' e ha lo scopo di incurvare il fascio di particelle lungo il percorso.

Dal punto di vista tecnico, i dipoli magnetici superconduttori di Lhc (in foto) sono potenti elettromagneti di forma cilindrica, con un diametro di 1 metro e una lunghezza di 15, i cui avvolgimenti sono realizzati con cavi superconduttori. Alla realizzazione di questi sofisticati magneti, in particolare dei loro prototipi e del primo di essi, hanno partecipato in modo significativo l'Infn e l'industria italiana (Ansaldo, Europa Metalli, E. Zanon e altre aziende).

Dipoli magnetici superconduttori del Large Hadron Collider (Lhc).

Nel cuore delle Ande per catturare i raggi cosmici

di Giorgio Matthiae



Il nuovo occhio tecnologico scruterà il cielo per
catturare la pioggia di particelle cosmiche che
inonda incessantemente il nostro pianeta.
Lo scopo: fare luce sulla loro misteriosa origine...



La cordigliera delle Ande è un complesso sistema montuoso che segue il bordo pacifico dell'America Meridionale, estendendosi per una lunghezza di oltre 7.000 km, tra le latitudini 10° nord e 55° sud, attraverso Venezuela, Colombia, Ecuador, Perù, Bolivia, Cile e Argentina.

Le Ande descrivono un semicerchio da Trinidad fino ad Arica, in Cile, e di qui si prolungano, all'incirca lungo il meridiano di 70° a ovest di Greenwich, fino alla Terra del Fuoco.

In basso, uno dei quattro edifici in cui sono alloggiati i telescopi di fluorescenza. A lato la torre con le antenne per la trasmissione dei dati via radio al laboratorio.



A ridosso della cordigliera delle Ande, nel cuore della Pampa argentina e a 1400 metri di altezza, si trova un'ampia regione pianeggiante. In questa sorta di deserto d'alta quota, un tempo al centro di quell'impero Inca che aveva elevato gli astri al rango di dei, un nuovo occhio supertecnologico è puntato verso il cielo. Si tratta dell'osservatorio Auger, un colosso che occupa una superficie di tremila chilometri quadrati ed è frutto di una collaborazione fra 15 Paesi, tra cui l'Italia rappresentata dall'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare. Il suo obiettivo è studiare i raggi cosmici, chiamati anche radiazione cosmica: una pioggia di particelle cariche dotate di un'energia straordinaria. Si tratta di una pioggia regolare che giunge dallo Spazio, o forse dovremmo dire di una grandine continua e costante nel tempo che non si cura della posizione del Sole o della Luna e neppure della Via Lattea. Si abbatte sul nostro pianeta fin dai tempi in cui esso era ancora una palla rovente, senza traccia di vita e butterato da vulcani in eruzione: è una grandine che tutto circonda. La sua intensità è tale che ogni superficie di un metro quadrato riceve circa 100 particelle al secondo! Nonostante la loro scoperta risalga a circa un secolo fa, ci sono ancora molti misteri da scoprire sull'origine e sul comportamento dei raggi cosmici. Proprio per svelare questi misteri è stato costruito Auger, ufficialmente inaugurato nel corso di una cerimonia tenutasi dal 10 al 12 novembre 2005. A quanto sappiamo oggi, il meccanismo più probabile che permetterebbe la generazione di raggi cosmici formati da particelle cariche è quello che fu proposto da Enrico Fermi, secondo il quale essi verrebbero prodotti nell'esplosione di supernovae. Si tratta di eventi cosmici straordinari e piuttosto rari che avvengono al termine della vita di alcune stelle di grandi dimensioni, le quali per così dire muoiono in una spettacolare esplosione proiettando nello Spazio enormi quantità di materia (dell'ordine di diverse masse solari). L'onda d'urto prodotta dall'esplosione è in grado di imprimere a particelle cariche accelerazioni sorprendenti. Proprio queste particelle accelerate tempesterebbero il nostro pianeta sotto forma di raggi cosmici. Per il momento riteniamo che i raggi cosmici che osserviamo sulla superficie della Terra provengano da esplosioni di supernovae avvenute nella Via Lattea, cioè nella nostra galassia. Solo quelli più energetici presumibilmente proverrebbero da galassie lontane.

Negli anni trenta del secolo scorso furono compiuti grandi progressi nella comprensione della natura e del comportamento dei raggi cosmici. In particolare furono scoperti grandi sciame di particelle che si propagano nell'atmosfera. Essi hanno origine quando le particelle di alta energia provenienti dal cosmo urtano le molecole dell'atmosfera producendo altre particelle di alta energia denominate 'raggi cosmici secondari'. Questi a loro volta si propagano e interagiscono di nuovo producendo altri raggi cosmici seguendo uno straordinario processo di moltiplicazione che dà luogo a un vero e proprio sciame di particelle. Durante lo sviluppo dello sciame le nuove particelle prodotte hanno energie progressivamente inferiori rispetto a quelle di partenza, ed è una vera fortuna perché se fossimo ininterrottamente colpiti da particelle dotate di una energia paragonabile a quella in possesso dei raggi cosmici prima di essere schermati dall'atmosfera, i danni al nostro organismo sarebbero irreparabili. Gli sciame si estinguono

Telescopio di fluorescenza fotografato dalla parte dello specchio. È visibile il diaframma circolare (chiuso al momento della fotografia) e la camera, parte sensibile del telescopio, che rivela la luce di fluorescenza messa a fuoco dallo specchio.



L'edificio di fluorescenza fotografato dall'alto della torre per le comunicazioni. All'interno sono installati sei telescopi.

quando vengono prodotte particelle dotate di energia così bassa da non essere più in grado di produrre nuovi raggi cosmici secondari. Il numero complessivo di particelle dello sciame può essere misurato ed è proporzionale all'energia del raggio cosmico primario, cioè della particella proveniente dallo Spazio che dà origine allo sciame stesso: più essa è dotata di alta energia e maggiore sarà il numero delle particelle 'figlie' prodotte dalla sua interazione con l'atmosfera.

Si è osservato che fra i raggi cosmici che colpiscono la Terra ve ne sono alcuni in possesso di una energia enorme, dell'ordine di 10^{20} elettron-volt (si tratta di una cifra che può essere scritta come 1 seguito da 20 zeri, ed è



circa pari a quella che avrebbe una palla da tennis tirata da un campione, ma concentrata in una singola particella!). Il numero di questi ultimi però è molto piccolo: ogni secolo ne giungerebbe sulla Terra appena uno per chilometro quadrato. Eppure proprio questi rarissimi eventi di altissima energia sono al centro delle ricerche per le quali è stato costruito Auger, il quale mira a raccogliere un numero abbastanza elevato da gettare finalmente luce sulla loro misteriosa natura.

Tecnicamente Auger può essere definito un rivelatore ibrido. Ciò significa che combina in un singolo esperimento le due tecniche fondamentali usate per studiare gli sciame di raggi cosmici: rivelatori di superficie distribuiti sul suolo e telescopi per misurare la luce di fluorescenza. In particolare, Auger è costituito da 1600 rivelatori posti a una distanza di 1500 metri l'uno dall'altro e autonomi in quanto dotati di batterie e pannelli solari. Quando uno sciame di particelle cosmiche che si sviluppa nell'atmosfera raggiunge il suolo, un certo numero di questi rivelatori entra in azione, registrando il passaggio delle particelle e fornendo un segnale elettronico che viene trasmesso via radio al laboratorio centrale dell'osservatorio Auger.

Contemporaneamente, nelle ore notturne, un sistema di telescopi a fluorescenza, sempre parte di Auger, cattura la debolissima luce emessa dalle molecole di azoto dell'atmosfera quando vengono eccitate dal passaggio delle particelle che formano lo sciame. Si tratta di luce al limite del visibile, nell'ultravioletto vicino, che tuttavia il telescopio può captare permettendo di seguire lo sviluppo dello sciame nell'atmosfera così come possiamo fare ad occhio nudo quando, guardando il cielo, abbiamo la fortuna di osservare una meteora che produce una traccia luminosa nell'atmosfera. Combinando le due informazioni dai rivelatori di superficie e dai telescopi di fluorescenza, i fisici dell'esperimento Auger saranno in grado di misurare energia e direzione di provenienza dei raggi cosmici primari. E potremo così entrare in possesso di nuove e preziose informazioni su aspetti sconosciuti della natura del nostro Universo **A**

G. M.
corresponsabile del progetto Auger
giorgio.matthiae@roma2.infn.it

Gli occhi di Argo

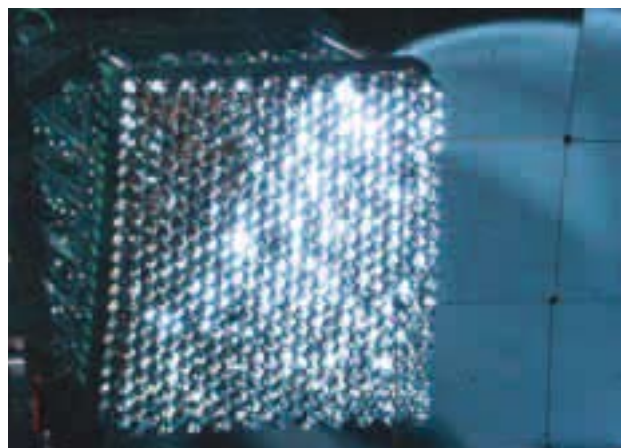
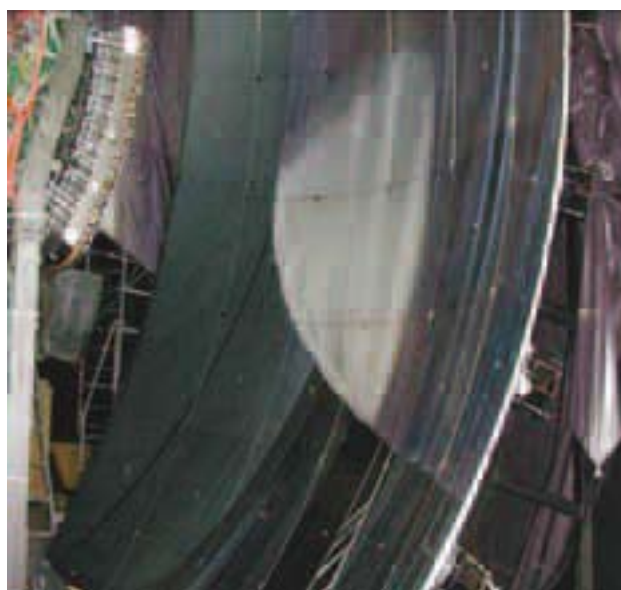
Si chiama Argo e si trova in Tibet, nel Laboratorio d'alta quota di YangBaJing a 4300 metri di altezza: il suo obiettivo è identificare le sorgenti dei raggi cosmici dotati di energie sino a circa un milione di miliardi di elettron-volt (10^{15} elettron-volt) ed è frutto di una collaborazione tra l'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Infn) e l'Accademia Cinese delle Scienze (Cas).

Secondo la teoria oggi più accreditata, i raggi cosmici dotati di energie che giungono fino a circa 10 milioni di miliardi di elettron-volt, sono generati principalmente all'interno di supernovae. Essi vengono accelerati in gigantesche onde d'urto e iniettati nello Spazio ove risiedono per milioni di anni subendo continue deviazioni da parte dei campi magnetici galattici. Sono proprio queste continue deviazioni a mascherarne la direzione di provenienza, impedendoci di risalire al loro punto di origine! Eppure, vi è un modo per identificarne la misteriosa sorgente. Infatti questi raggi cosmici, prima di lasciare lo Spazio che circonda il punto dove vengono prodotti, possono interagire con il gas circostante generando raggi gamma (fotoni) di altissima energia. Questi ultimi viaggiano in linea retta verso di noi senza essere deviati fino a che non raggiungono l'atmosfera terrestre. Urtando con le molecole di quest'ultima i raggi gamma generano sciame di particelle per molti versi simili a quelli prodotti da altre particelle che compongono la radiazione cosmica. Argo è stato concepito proprio per analizzare questi sciame, grazie a rivelatori sviluppati in Italia per esperimenti al Cern di Ginevra e poi modificati e ottimizzati per operare in alta quota e rivelare sciame di particelle con altissima densità (sino a centomila elettroni o più per metro quadro!) concentrati in una finestra temporale molto piccola, pari a 10 miliardesimi di secondo. I rivelatori di Argo, posti l'uno accanto all'altro senza soluzione di continuità, occupano una superficie grande quanto un campo di calcio. Circa 18.500 elementi sensibili rappresentano gli occhi di Argo e prelevano il segnale generato nei rivelatori dalle particelle dello sciame, consentendo di ricostruire le caratteristiche del raggio cosmico primario che l'ha generato, in particolare energia e direzione. L'apparato è ora in fase di presa dati, tuttavia occorrerà attendere il 2006 perché sia del tutto completato e funzioni a pieno regime. Alle soglie del 2010 si prevede che Argo avrà raccolto una notevole mole di informazioni fornendo risposte a un ampio panorama di questioni scientifiche riguardanti la radiazione cosmica primaria e le sue misteriose sorgenti.

Benedetto D'Ettore Piazzoli
responsabile italiano dell'esperimento Argo
dettorre@na.infn.it

In alto, un telescopio di fluorescenza di Auger fotografato dalla parte del diaframma. Si vede una parte del grande specchio sferico (3,5 m x 3,5 m) che mette a fuoco la luce sulla camera.

In basso, la camera del telescopio di Auger vista di fronte. La superficie di circa un metro quadrato è coperta di rivelatori di luce (fotomoltiplicatori). Appare luccicante per la presenza dei concentratori di luce che fanno convergere la luce di fluorescenza sui fotomoltiplicatori.



Schema dell'Osservatorio Auger

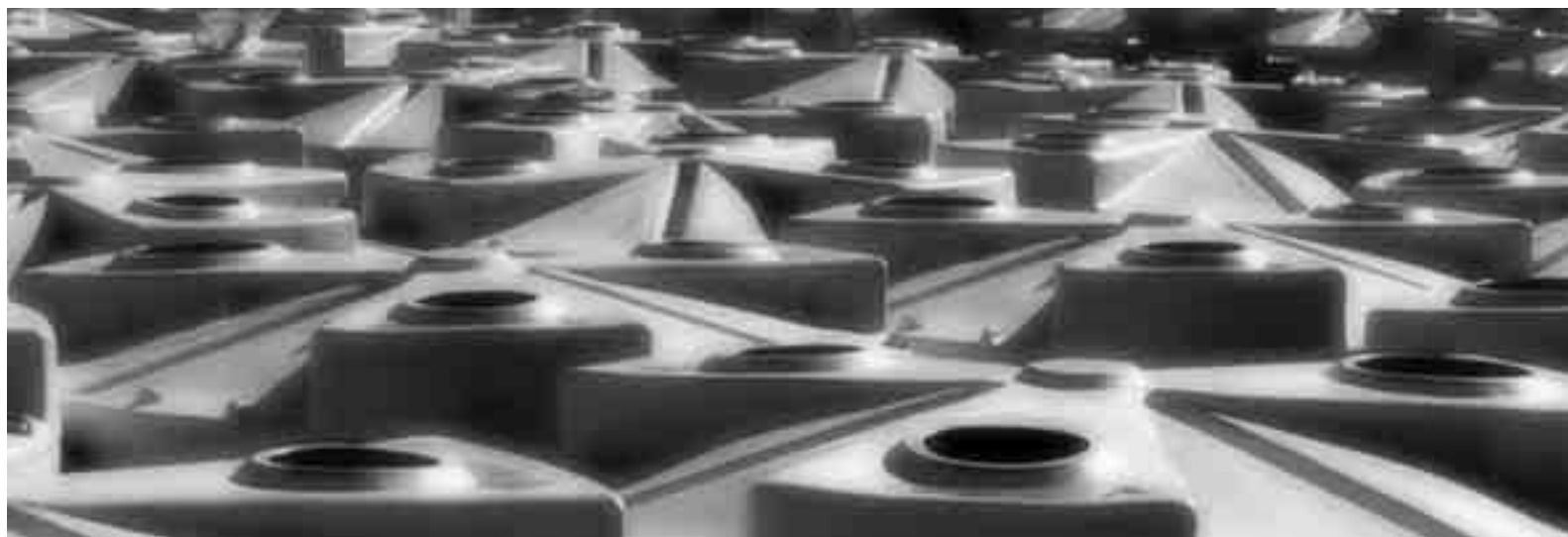
Lo sviluppo dello sciame di particelle che si forma quando i raggi cosmici primari interagiscono con l'atmosfera viene registrato da un rivelatore della fluorescenza atmosferica (tondeggianti e al centro). Questo è formato da un sistema di telescopi che captano la luce al limite del visibile: combinando le immagini registrate da ciascun telescopio si ottiene poi l'immagine completa. L'intero rivelatore a fluorescenza può essere paragonato a un occhio di insetto, nel quale diversi elementi chiamati ommatidi 'vedono' indipendentemente parti dell'immagine, che il sistema nervoso dell'animale ricompone poi come in un mosaico. Quando le particelle dello sciame arrivano al suolo attivano i rivelatori di superficie (rappresentati dai cilindri), alimentati con batterie solari e dotati di antenne per la trasmissione dei dati. Combinando l'informazione fornita dai rivelatori in superficie e dai telescopi, si determina la direzione di arrivo e l'energia dei raggi cosmici primari.

Interno del laboratorio che ospita il rivelatore di raggi cosmici Argo (Astrophysical Radiation with Groundbased Observatory). È situato in Tibet ed è la prima collaborazione tra Infn e Cina. Una parte di Argo è entrata in funzione nel dicembre 2004 e ha consentito non solo di verificarne le prestazioni, ma anche di produrre le prime osservazioni scientifiche significative, tra cui una variazione dei raggi cosmici di bassa energia dovuta ad una 'tempesta solare' (un cosiddetto Forbush decrease) e l'oscuramento della radiazione cosmica primaria prodotto dal disco lunare (un fenomeno chiamato 'ombra della Luna').

Identikit dei raggi che vengono dallo spazio

L'incessante pioggia di raggi cosmici che bombarda il nostro pianeta è costituita da particelle cariche di diverso tipo, ma soprattutto da protoni e da nuclei carichi positivamente. Dal cosmo, in realtà, arrivano anche particelle prive di carica come i fotoni, che compongono la luce, e i neutrini. Questi ultimi sono talmente numerosi che in un secondo attraverso la punta di un dito ne passano ben 60 miliardi: la loro abbondanza nell'universo è inferiore solo a quella dei fotoni. I neutrini, però, nonostante siano abundantissimi sono anche estremamente difficili da studiare, perché interagiscono molto debolmente con le altre particelle e dunque quasi non lasciano traccia del loro passaggio. Il loro studio può essere possibile solo in ambienti estremamente riparati dal 'rumore di fondo' prodotto dal mare di particelle cariche che tempesta il nostro pianeta, come, ad esempio, in laboratori sotterranei o sottomarini.

(G.M.)



A sinistra, un centinaio di rivelatori di superficie stazionario nel cortile del laboratorio in attesa di essere completati e trasportati nella Pampa.

A destra, la foto mostra una parte del lato posteriore della camera con l'elettronica associata ai fotomoltiplicatori e i cavi per la trasmissione dei segnali. Di fronte, una parte dello specchio.



Un fantoccio per i viaggi intercontinentali

Qui sulla Terra, protetti da uno strato di atmosfera spesso circa 20 chilometri, possiamo sentirci relativamente al sicuro dal nocivo effetto dei raggi cosmici sul nostro organismo. Ma se ci si trova su un aereo che vola ad alta quota le cose sono diverse: è molto importante valutare gli eventuali rischi per la salute dei passeggeri e soprattutto degli equipaggi, i quali necessariamente accumulano un gran numero di ore di volo. A questo scopo, presso la sezione di Torino dell'Infn è stato messo a punto uno speciale fantoccio di nome Jimmy. È realizzato utilizzando materiali che simulano la composizione dei tessuti umani e possiede cavità localizzate in corrispondenza degli organi maggiormente radiosensibili. All'interno di queste ultime sono alloggiati dosimetri in grado di misurare l'energia rilasciata in quei punti in particolare dai neutroni che compongono la radiazione cosmica. Il fantoccio ha viaggiato da giugno 2001 a marzo 2002, compiendo 8 voli su rotte intercontinentali a bordo di aerei di linea Alitalia. Grazie a Jimmy si è potuto verificare che la percentuale di dose su rotte polari risulta essere circa il doppio rispetto a quella presente a bordo durante rotte equatoriali poiché, a latitudini differenti, il campo magnetico terrestre ha un diverso effetto schermante sulla radiazione. Inoltre, i dati raccolti hanno permesso di stimare che il personale di volo impegnato abitualmente in viaggi intercontinentali riceve mediamente nell'arco di un anno una dose di radiazione cosmica pari circa a una volta e mezza il fondo di radioattività naturale terrestre: una quantità apparentemente non eccessiva, anche se occorre tener presente che non esiste un

valore soglia al di sotto del quale sia possibile parlare di assenza di rischi per la salute.

(B.G.)

Jimmy 'impacchettato' a bordo di un aereo di linea Alitalia. Non solo missioni ad alta quota per il fantoccio di casa Infn. Dopo la misurazione del fondo di neutroni dovuto alle apparecchiature usate per il trattamento radioterapico dei tumori, nell'agosto del 2004 Jimmy è volato in Bolivia, ospite del laboratorio di Chacaltaya, il più alto del mondo. Scopo del viaggio, valutare a 5400 metri di altitudine la dose di raggi cosmici.



Tutte le trappole tese ai raggi cosmici

I raggi cosmici sono per loro natura molto vari. Non solo le particelle che li compongono possono essere di molti tipi diversi, ma anche l'energia in loro possesso varia moltissimo: quella dei raggi cosmici di origine galattica ed extragalattica va dai 10^8 elettronvolt a 10^{20} elettronvolt. Queste caratteristiche, unite al fatto che le particelle di più alta energia sono molto più rare di quelle dotate di energia più bassa, fanno sì che per studiare i raggi cosmici occorra mettere a punto una ampia varietà di strategie e di apparati sperimentali. Per catturare le misteriose particelle venute dallo Spazio l'Infn dispone di strumenti molto diversi, che vanno dagli apparati su satelliti in orbita ai laboratori nascosti nelle viscere delle montagne. Alcuni esperimenti sono terminati da tempo, altri sono in corso o saranno operativi nei prossimi anni. Ecco un breve quadro degli esperimenti attualmente in attività o in preparazione:

- Apparati sulla Stazione Spaziale Internazionale: Ams, in allestimento
- Apparati su satellite: Pamela, in attesa di lancio, Agile e Glast, entrambi in allestimento
- Apparati su palloni stratosferici: Cream, in attività sui ghiacci antartici
- Apparati in alta quota: Argo, Magic e Auger, in attività rispettivamente in Tibet, sull'isola di La Palma nell'arcipelago delle Canarie e in Argentina

- Apparati nelle viscere delle montagne: Lvd, in attività presso i Laboratori Nazionali del Gran Sasso
- Apparati sottomarini: Antares, in preparazione in Francia al largo delle coste di Tolone, e Nemo, in fase di allestimento (è previsto che venga installato al largo delle coste di Catania).

(B.D.P.)

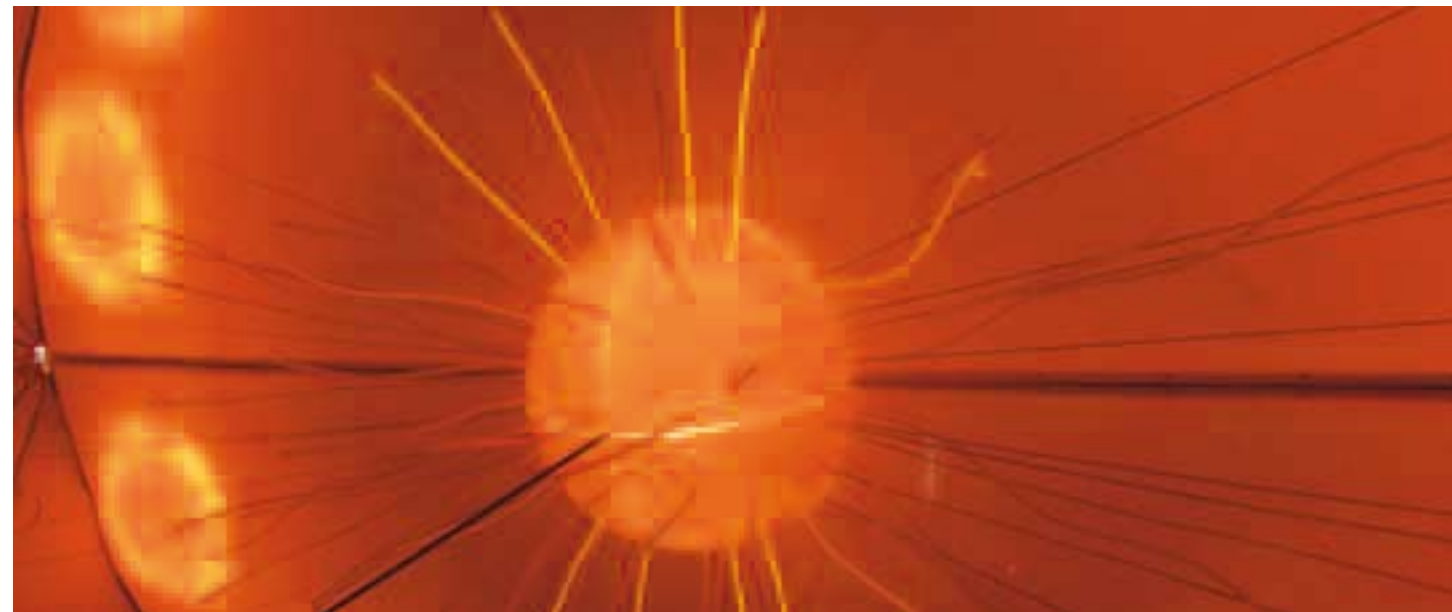
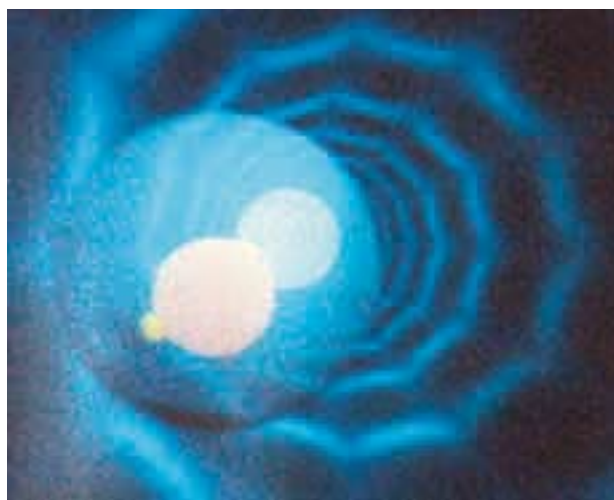


«I Microscopi della Fisica», un viaggio alla scoperta dell'invisibile. La sfida di raccontare la fisica nucleare e subnucleare di Barbara Gallavotti

Raccontare la moderna fisica nucleare e subnucleare a partire dagli strumenti che hanno consentito le grandi scoperte dell'ultimo secolo: questo è l'obiettivo de «I Microscopi della Fisica», la mostra interattiva progettata e realizzata dall'Infn in occasione del 2005, Anno Internazionale della Fisica. L'enorme crescita delle conoscenze scientifiche avvenuta nell'ultimo secolo ha posto molte discipline, e in particolare la fisica, di fronte a una sfida: raccontare i propri risultati al pubblico in modo 'scientifico', non come una serie di fatti mirabolanti. Tuttavia l'impresa è estremamente ardua; infatti, oggi solo una ristretta cerchia di esperti possono comprendere il ragionamento scientifico o i passi sperimentali che sono dietro una 'scoperta'.

Di norma, divulgando la scienza si chiede silenziosamente, a coloro che non sono addentro al campo di volta in volta trattato, di 'credere' a fenomeni controintuitivi; ad esempio, l'esistenza dello spazio-tempo, il fatto che l'Universo sia nato dal Big Bang o che il nostro sviluppo e gran parte della nostra esistenza siano governati da circa due metri di una molecola chiamata Dna, avvolta come un minuscolo gomitoletto e nascosta in ognuna delle nostre cellule. Come mai il pubblico, di fatto, accetta come vere affermazioni che sembrano contraddire il senso comune? Evidentemente ciò avviene grazie alla fiducia che esiste verso chi le pronuncia: i ricercatori, cioè persone immerse in un ambiente che ha in sé forti meccanismi di controllo reciproco grazie ai quali viene verificata la correttezza di ogni informazione. Il solo fatto che vi sia un enorme numero di persone che segue la divulgazione scientifica, sui giornali o in televisione, vuol dire dunque che esiste una diffusa fiducia verso il mondo della ricerca (si potrebbe addirittura obiettare che certe volte questa stessa fiducia è eccessivamente cieca, e può generare, ad esempio, la speranza di immediate cure contro certe malattie e di conseguenza dolorosi sentimenti di delusione).

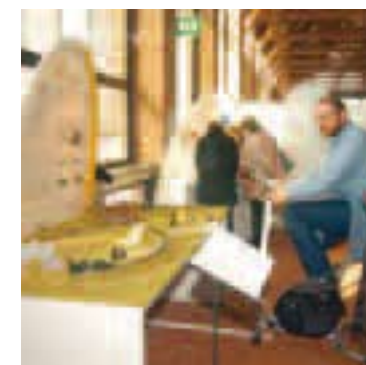
Se ammettiamo che le scoperte scientifiche vengano in prevalenza accettate dal pubblico grazie a un tacito ma solido rapporto di fiducia con i ricercatori che le hanno prodotte, risulta evidente che ci troviamo in un equilibrio molto pericoloso. In particolari circostanze la fiducia negli scienziati può venir meno, o diversi ricercatori possono avere posizioni opposte su una medesima questione (per non parlare del fatto che per chi non è addentro alla specifica questione, a volte non è facile neppure distinguere fra una persona impegnata in una ricerca seria e un'altra che non lo è). E inoltre c'è un problema di fondo: chiedendo di 'credere' in una affermazione solo per l'autorevolezza di chi la compie, si domanda al pubblico di fare la cosa più antiscientifica immaginabile. La scienza, infatti, per come è stata universalmente intesa dopo Galileo Galilei, è incentrata unicamente sulle evidenze sperimentali. Come può la



Alcuni allestimenti della mostra «I Microscopi della Fisica».

comunicazione della scienza affrontare questo problema? È evidente che non possiamo informare dettagliatamente il pubblico su come funziona ogni singolo esperimento o su quali sono i particolari teorici che sostengono ciascuna teoria. A mio avviso, tuttavia, è fondamentale comunicare i meccanismi di base che governano l'avanzare della scienza. Ciò vuol dire, in primo luogo, migliorare la conoscenza generale del metodo scientifico, cioè del procedimento per ipotesi e verifiche sperimentali che è alla base della scienza stessa. In tal modo si fornisce al pubblico uno strumento: una sorta di chiave universale per capire cosa avviene nel mondo della ricerca, per comprendere e accettare il margine di dubbio intrinseco in ogni suo enunciato e la mancanza di risposte definitive che ne anima il progresso. Gli allestimenti interattivi, che negli ultimi decenni hanno determinato un nuovo modo di raccontare la scienza nei musei di tutto il mondo, sembrano particolarmente adatti a comunicare il metodo scientifico e, spesso attraverso metafore, anche i risultati più avanzati. Proprio per questa ragione «I Microscopi della Fisica» sono stati concepiti come una mostra costituita da una serie di allestimenti interattivi i quali, soprattutto attraverso metafore e simulazioni, mirano a raccontare ai visitatori come funzionano gli strumenti utilizzati dai fisici nucleari e subnucleari. Manovrando diversi oggetti, i visitatori compiono un viaggio nel mondo degli acceleratori e dei rivelatori di particelle, scoprendo attraverso di essi, quasi in prima persona, ciò che sappiamo degli atomi, e più in generale delle particelle che esistono nell'universo, delle forze che le tengono insieme e degli eventi cosmici che in tempi remotissimi hanno generato tutto ciò che esiste. E scoprendo anche le domande a cui gli strumenti di oggi non possono ancora dar risposta, ma che saranno chiarite dalla ricerca del futuro. Uno speciale spazio è dedicato alle ricadute interdisciplinari della fisica nucleare e subnucleare. Perché se è vero che è il desiderio di pura conoscenza a muovere gli studi in questo campo, è altrettanto vero che essi hanno più volte portato ad applicazioni in precedenza imprevedibili e poi divenute essenziali nella vita quotidiana. Il pubblico ha riservato a «I Microscopi della Fisica» un'ottima accoglienza, (oltre 40 mila visitatori nelle sei tappe visitate dall'esposizione nei primi undici mesi del 2005). La mostra è stata già richiesta per buona parte del 2006, e dallo scorso settembre ha ricevuto l'Alto Patronato della Presidenza della Repubblica. Per l'Infn la realizzazione di questa mostra è stato soprattutto un esperimento di comunicazione. E i risultati sono molto incoraggianti **A**

barbara.gallavotti@presid.infn.it
<http://www.infn.it/comunicazione/microscopi/>



L'Esperimento I dischi che danno la Carica

di Franco Foresta Martin

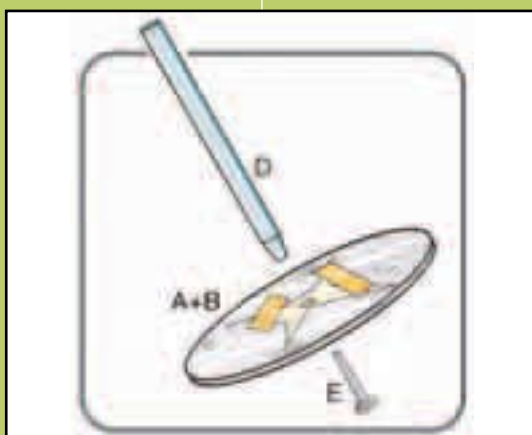
Come costruire una macchina elettrostatica

L'esperimento che proponiamo riguarda la costruzione di un apparato che serve ad accumulare e trasferire elettroni ricorrendo all'elettrizzazione per strofinio e all'induzione (cioè alla creazione di un accumulo di cariche elettriche che si verifica avvicinando un corpo carico a un altro momentaneamente neutro). L'esperimento si presta quindi a spiegare con un esempio pratico come si manifestano questi semplici fenomeni elettrici.



Elenco dei materiali occorrenti

A, cartoncino rigido; B, carta di alluminio; C, nastro adesivo; D, un astuccio di plastica vuoto (senza ricarica) di penna a biro; E, una vite con testa piatta di dimensioni tali che si avviti a una estremità dell'astuccio di penna a biro; F, panno di lana; G, disco di vinile a 33 giri.



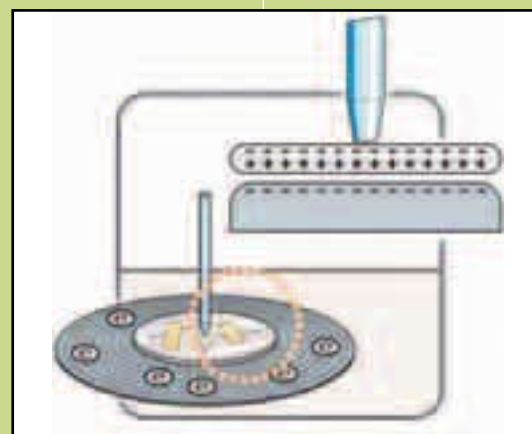
Realizzazione del disco di carica

Ritagliare dal cartoncino un disco di circa 10 cm di diametro e avvolgerlo con la carta di alluminio in modo che la ricopertura risulti perfettamente liscia da una parte. Fissare con del nastro adesivo le piegature eventualmente presenti sull'altra. Praticare un foro al centro del disco e farci passare la vite in modo che la sua testa piatta si presenti sul lato liscio. Avvitarla a un'estremità dell'astuccio in modo che quest'ultimo costituisca il manico del disco.



La carica del disco

Appoggiare il 33 giri su un tavolo e strofinarlo col panno di lana. Poiché i materiali plastici tendono ad accumulare elettroni per strofinio, la superficie del disco si carica accumulando cariche elettriche negative.



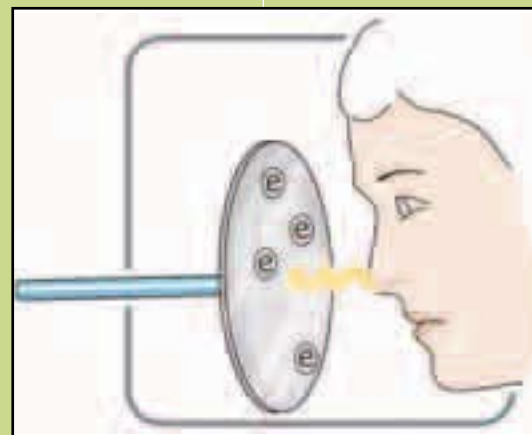
Separazione delle cariche

Prendere il disco di carta per l'estremità del manico e appoggiarlo sul 33 giri. A causa dei fenomeni di induzione elettrostatica, sul disco di carta si opera una separazione: le cariche positive vengono attratte verso la parte inferiore, cioè verso gli elettroni del 33 giri, mentre le negative vengono respinte verso l'alto.



Trasferimento di cariche

Toccare con un dito l'estremità superiore del disco di carta. Gli elettroni passeranno sulla mano lasciando sul disco un eccesso di carica elettrica positiva.



La scossa

Sollevare lentamente il disco di carta per l'estremità del manico e avvicinarlo al naso di una persona: un piccolo flusso di elettroni passerà dal naso al disco, per riequilibrare la carica mancante. Il fenomeno sarà accompagnato da una piccola scintilla e da un leggero crepitio.

Insieme a Varenna per l'anno internazionale della Fisica



I 17 e 18 giugno si è svolto a Varenna, sul lago di Como, l'incontro internazionale «Fisica, dalla scuola al lavoro» (Physics: from school to the job market). Si è trattato di un evento di ampio respiro, organizzato dalle facoltà di scienze delle università di Torino e di Roma Tor Vergata, di concerto con la Conferenza Nazionale dei Presidi delle facoltà di Scienze e Tecnologie e con la Sif (Società Italiana di Fisica), con la sponsorizzazione del Miur e il supporto delle Fondazioni San Paolo e Cassa di Risparmio di Torino (Crt) e dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (Infn). L'iniziativa è stata una delle più importanti fra le molte che sono state prese per celebrare degnamente il 2005, dichiarato anno mondiale della fisica dall'Assemblea generale dell'Onu per celebrare il compimento di un secolo dal 1905: l'anno straordinario in cui Albert Einstein pubblicò, su tre argomenti, lavori destinati a divenire pietre miliari della fisica di tutti i tempi. Due di essi, che aprono il ventesimo secolo a quelle grandi rivoluzioni del pensiero, e non solo scientifico, saranno la

internazionale fra i quali il presidente della Società di Fisica Europea, membri della Commissione Europea, della statunitense National Science Foundation, rettori e presidi di facoltà di scienze italiane, membri dell'Infn, della Sif e di altre prestigiose istituzioni italiane ed estere. La folta partecipazione di studiosi europei ed americani ha permesso di mettere a confronto diversi metodi d'insegnamento della fisica e differenti prospettive e realtà economiche. Il titolo stesso dell'iniziativa «Fisica: dalla scuola al lavoro» dà il taglio dell'incontro che si è collocato nel solco del progetto Lauree Scientifiche che il Ministero (nella sua doppia componente Università e Istruzione scolastica) ha messo in opera insieme a Confindustria e alla Conferenza nazionale dei Presidi delle facoltà di Scienze e Tecnologie. In due giorni di discussione piena si è fatto il punto sul difficile momento della scienza, e della fisica in particolare, che in Italia e in tutto il mondo industrializzato sta preoccupando fortemente gli addetti ai lavori e i responsabili politici (a cominciare dal Presidente della Repubblica, il quale più volte ha attirato l'attenzione sul problema). Importante è stato il confronto tra le misure che si stanno prendendo in Italia a questo riguardo e quelle che altri Paesi hanno già attuato o stanno per attuare. In particolare, l'Ocse, che sta studiando il problema sotto il doppio aspetto di cause e di rimedi, segue con grande interesse il progetto Lauree Scientifiche e a novembre 2005 ha organizzato un convegno ad Amsterdam nel quale questo progetto sarà uno dei punti in discussione. Unanime il consenso sul piano internazionale: il rilancio economico e scientifico di un Paese passa attraverso una politica decisa di incentivazione della ricerca scientifica.

Nello spazio per studiare i terremoti



La missione Eneide ha portato in orbita lo scorso mese di aprile, oltre al cosmonauta Roberto Vittori, il prototipo di uno strumento innovativo sviluppato dalle sezioni Infn di Perugia, Roma Tor Vergata e Roma 3, e dai Laboratori Nazionali di Frascati in collaborazione con l'Istituto Mephi di Mosca. Lo strumento, chiamato Lazio-Sirad, impiega sottili rivelatori di particelle a base di silicio sviluppati dall'Infn per le missioni spaziali dedicate alla ricerca dell'antimateria e della materia oscura. Esso è in grado di misurare con precisione la direzione dei raggi cosmici nella vicinanza del nostro pianeta. Lo strumento comprende anche un magnetometro, Egle, in grado di misurare piccole variazioni del campo magnetico terrestre. L'obiettivo è studiare l'interazione tra le fasce di Van Allen, scoperte nel 1958, e fenomeni di tipo geofisico come gli eventi sismici. La Terra è infatti circondata da un mare di particelle elementari (elettroni, protoni) intrappolate dal campo magnetico a distanze che variano tra centinaia e migliaia di chilometri dalla superficie dell'atmosfera.

In breve



L'esperimento Lazio-Sirad installato sulla parte russa della Stazione spaziale internazionale durante la missione Eneide

paese come l'Italia a forte rischio sismico, ma essendo l'esperimento svolto nello spazio l'interesse supera naturalmente le frontiere di un singolo paese. Sebbene Lazio-Sirad sia ancora in orbita, la sua prima fase di presa dati è terminata e le informazioni finora raccolte sono state portate a Terra e sono attualmente in corso di analisi. Questo speciale sensore, basato su tecnologia e ricerche tipiche degli esperimenti agli acceleratori di particelle, sarà in futuro installato su dei microsatelliti. Lo strumento ha inoltre portato per la prima volta nello spazio dei rivelatori a scintillazioni letti da fotomoltiplicatori al silicio, sensori di nuova concezione, in grado di misurare i singoli fotoni, ma aventi un ingombro, peso e potenza molto minore dei tradizionali fotomoltiplicatori. Lazio-Sirad è stato realizzato in meno di cinque mesi da un gruppo di giovani ricercatori e tecnici, grazie alle competenze ed alle strutture disponibili presso i gruppi dell'Infn che svolgono ricerche in campo spaziale. Tutta la qualifica spaziale, ad esempio, è stata realizzata a Terni, presso il Laboratorio Serms della sezione di Perugia, dove sono disponibili tutti gli strumenti necessari per verificare il corretto funzionamento di strumentazione scientifica nelle condizioni ambientali estreme che si incontrano durante una missione spaziale.

Roberto Battiston
direttore della sezione Infn di Perugia
battiston@pg.infn.it



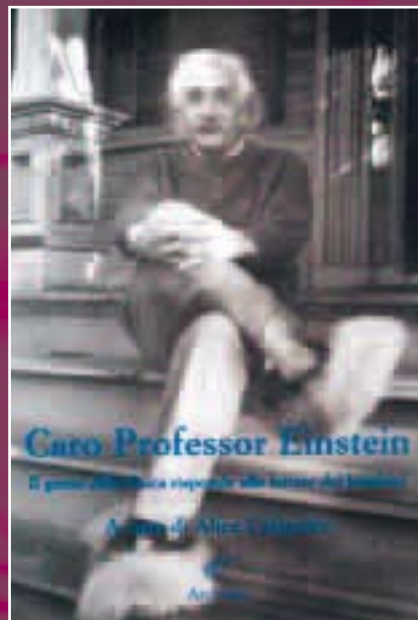
relatività e la meccanica quantistica, mentre il terzo, il moto browniano, supera una delle grandi controversie scientifiche del diciannovesimo secolo con la dimostrazione concreta della realtà fisica dei costituenti della materia. Le lezioni di apertura e di chiusura dell'incontro sono state tenute rispettivamente da Roberto Petronzio, presidente dell'Infn, e Piero Benvenuti, presidente dell'Inaf (Istituto Nazionale di Astro Fisica). Hanno anche partecipato vari rappresentanti del mondo scientifico

Il ritardo che l'Italia deve colmare è forte e consiglierebbe di usare bene l'occasione rappresentata dal fatto che è oggi in discussione una riforma dell'Università, così da non perdere uno degli ultimi treni disponibili.

Enrico Predazzi
presidente della Conferenza Nazionale
dei Presidi delle facoltà di Scienze e Tecnologie

Questo mare di particelle si comporta come una gigantesca antenna sensibile alle più piccole variazioni del campo magnetico: misure preliminari raccolte da ricercatori russi suggeriscono come questa antenna possa rivelare fenomeni precursori di intensi terremoti con circa 4-5 ore di anticipo, permettendo anche la localizzazione della zona in cui avverrà l'evento tellurico. L'esperimento Lazio-Sirad è il prototipo di un sensore progettato per verificare questa affascinante ipotesi. È evidente l'interesse di queste ricerche in un

Recensioni



Caro professor Einstein.
Il genio della fisica
risponde alle lettere dei bambini
 a cura di Alice Calaprice
 Archinto, Milano 2005
 pagine 179, Euro 15.00

«3 giugno 1952: Gentile Signor Einstein, Ti scrivo per scoprire se esisti davvero. Ti sembrerà strano, ma alcuni dei miei compagni di classe pensavano che eri un personaggio dei fumetti... Distinti saluti, June». È una delle lettere scritte dai bambini ad Albert Einstein e raccolte in questi piccolo e irresistibile libro, dove figurano anche alcune risposte dello scienziato. La prefazione è di Evelyn Einstein, la quale conobbe negli specialissimi panni di nonno colui che viene considerato il più rivoluzionario fisico del secolo. Una lunga introduzione racconta gli eventi principali della vita di Einstein e alcuni aspetti della sua personale esperienza scolastica.



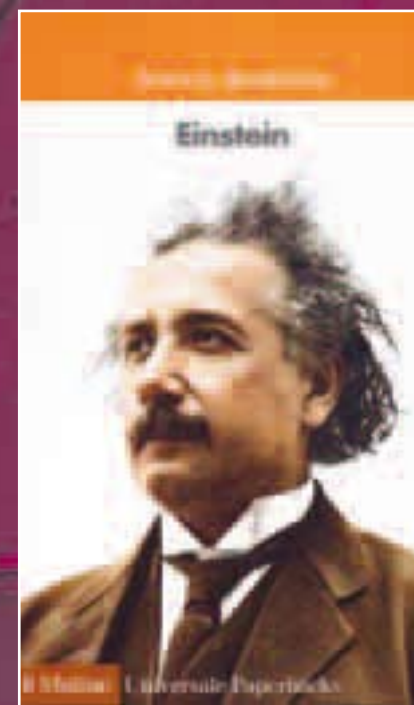
Ipazia.
Scienziata alessandrina; 8 marzo 415 D.C.
 di Adriano Petta e Antonino Colavito
 Lampi di Stampa editore
 Pagine 287, Euro 15.00

Su Ipazia di certo si conosce pochissimo. Si dice che sia stata filosofa, medico, matematica e astronoma, scienziata sperimentale e ultima discendente di quello stuolo di pensatori che coltivò il proprio sapere nella biblioteca di Alessandria giungendo a compiere scoperte straordinarie in ogni campo della scienza. Si ritiene che con lei sia finita la scienza alessandrina, nel modo più drammatico possibile: agli albori del Cristianesimo venne trucidata da una folla di fanatici che vedevano la conoscenza come una minaccia per la nuova religione. Adriano Petta e Antonino Colavito ripercorrono in modo romanzesco la vita e gli studi di Ipazia, tentando di ricostruire l'ambiente nel quale si svolse la sua esistenza.



Comunicare la scienza.
Kit di sopravvivenza per ricercatori
 di Giovanni Carrada
 Sironi, Milano 2005
 pagine 160, Euro 10.00

Ogni dialogo deve essere preceduto da un tacito accordo tra gli interlocutori: la reciproca promessa di usare lo stesso linguaggio. Altrimenti ognuno parlerà solo per sé e, quando i due si separeranno con un cordiale saluto, delle idee dell'altro non ci sarà traccia. O peggio, ciascuno ne avrà una sua errata interpretazione. La comunicazione insomma avrà fallito. È quello che succede spesso nella comunicazione fra ricercatori e pubblico. Il libro di Giovanni Carrada mette in guardia contro le più frequenti sorgenti di incomprensioni e ne suggerisce qualche rimedio. Rielaborando il meglio della tradizione anglosassone in tema di comunicazione della scienza, ma aggiungendo un pò di quel che occorre per districarsi specificamente nel mondo dei media italiani.



Einstein
 di Jeremy Bernstein
 Il Mulino, Bologna 2004
 pagine 232, Euro 12.00

La prima edizione inglese del libro è del 1973, ma gli anni non hanno appannato la piacevolezza del grande stile divulgativo di Jeremy Bernstein. L'autore analizza quelli che all'inizio del Novecento erano i grandi quesiti della fisica, evidenziando il contesto di cultura scientifica nel quale si formò Einstein. Emergono con chiarezza dapprima la forza innovativa del pensiero del grande scienziato, e poi l'evoluzione seguita dalle sue idee nei decenni successivi alla formulazione della teoria della relatività.

Agenda

dicembre
marzo

2005-2006

dicembre

28 novembre - 1 dicembre

I^{wm} 2005 International Workshop on Multifragmentation and Related Topics
Infn-Laboratori Nazionali del Sud (Catania)
<http://www.dg-talengine.it/iwm2005/index.htm>



6 dicembre

VIII Roma Tre Topical Seminar on Subnuclear Physics:
The new wave of Hadron Spectroscopy
Roma, Università degli Studi Roma Tre
<http://www.roma3.infn.it/seminari/topical/spectroscopy.html>

6 - 7 dicembre

Advanced Molecular Imaging Techniques in the diagnosis, therapy and follow-up of prostate cancer
Palazzo Barberini, Roma
<http://www.iss.infn.it/congresso/prostate/>

7 dicembre

Rilevazione e stima di segnali mediante wavelets
Infn-Laboratori Nazionali di Legnaro (Padova)
<http://www.lnl.infn.it/>

13 dicembre

String breaking in QCD
Infn-Gruppo collegato di Parma, sala Feynman
<http://www.pr.infn.it/seminari/seminari.html>

12 - 15 dicembre

IIIrd Space Part Conference, Particle and Fundamental Physics in Space
Pechino, Beijing University of Aeronautics and Astronautics (Buaa)
www.pg.infn.it/spacepart05
<http://ev.buaa.edu.cn/>

gennaio

9 - 27 gennaio

Advanced School and Conference on Representation Theory and Related Topics
Infn-Trieste
<http://www.ictp.it/pages/events/calendar.html>

febbraio
marzo

28 febbraio - 3 marzo

International Workshop On Discoveries In Flavour Physics
At e+e- Colliders
Infn-Laboratori Nazionali di Frascati (Roma)
<http://www.lnf.infn.it>



Asimmetrie

Rivista dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
anno I numero 1- novembre 2005

Direttore responsabile

Roberto Petronzio, presidente Infn

Direttore esecutivo

Barbara Gallavotti

Comitato Scientifico

Angelo Scribano (presidente), Roberta Antolini,
Roberto Battiston, Ugo Braico,
Giorgio Chiarelli, Gianni Fiorentini,
Silvia Giromini, Giuseppe Pappalardo, Andrea Vacchi

Redazione

Cecilia Migali
Francesca Scianitti
Catia Peduto
Antonella Varaschin

Hanno collaborato a questo numero:

Roberto Battiston, Michele Catanzaro,
Benedetto D'Ettorre Piazzoli, Franco Foresta Martin,
Giorgio Matthiae, Eugenio Nappi, Enrico Predazzi, Piero Vicini

Progetto editoriale e redazione

D.D.D. Srl, Nuova Argos, via Gregorio VII, 96, 00165 Roma
Telefono +39 (0)6 97746204 Fax +39 (0)6 39387716
info@datdonatdicat.it

Progetto grafico

Marco Bellini, per D.D.D. Srl

Stampa

Arti grafiche, Pomezia, su carta riciclata priva di cloro

Nuova Argos è un marchio della Dat Donat Dicat srl,
proprietaria delle edizioni Argos e CLEAR

Registrazione del Tribunale di Roma n. 435/2005
dell' 8 novembre 2005

Rivista trimestrale, pubblicata da Nuova Argos

© testi, Infn Roma

© progetto editoriale, D.D.D. Srl

ISSN 1827-1383

Crediti iconografici

ALICE: grafico © CERN Geneva; TOF © Infn; ITS (p. 7) © CERN Geneva; fibre (p. 11) © CERN Geneva; TPC © CERN Geneva; TPC (p. 10) © CERN Geneva - Photographer Peter Ginger / APE: © Infn / LA FOTO (pp. 18-19): Dipoli magnetici superconduttori di Lhc © Cern Geneva / AUGER (per gentile concessione dell'Osservatorio Auger): Argo p. 27 ©Infn; Jimmy (p. 28) ©Infn / APPUNTI DI FISICA: I Microscopi della Fisica ©Infn / IN BREVE: Lazio-Sirad p. 34 ©Infn / Agenda: Laboratori nazionali di Frascati, e Laboratori nazionali del Sud ©Infn; archivio iconografico Nuova Argos. Per i grafici 'universo' (p. 6), 'plasma di quark e gluoni' (p. 7), 'raggi cosmici' (p. 29), e le illustrazioni dell'articolo 'I dischi che danno la carica' (pp. 32-33) ©Infn; i grafici sono stati realizzati da InternoseiDesign (Massimo Ciafrei, Francesca Cuicchio)

Tutti i diritti sono riservati. Nessuna parte della rivista può essere riprodotta, rielaborata o diffusa senza autorizzazione scritta dell'Infn, proprietario della rivista.

Per contattarci:

Infn-presidenza

00186 Roma – Piazza dei Caprettari, 70

www.Infn.it

comunicazione@presid.Infn.it

