

## PROLUSIONE

Sarebbe desiderabile che in un corso di Fisica superiore venissero trattati in modo abbastanza approfondite tutti quegli argomenti che più particolarmente sono oggetto delle attuali ricerche. Ma a causa della loro molteplicità e vastità l'insegnante si trova di fronte al dilemma; pochi argomenti sufficientemente approfonditi e pochi ~~trattati~~ molti trattati superficialmente?

Questa molteplicità e vastità di argomenti, conseguenza degli enormi progressi compiuti dalla Fisica specialmente negli ultimi decenni, possono lasciare perplesse non solo l'insegnante, ma anche il ricercatore, che spesso è riunito nella stessa persona. Questi si trova infatti fin dall'inizio della sua carriera di fronte a un dilemma analogo: limitare le proprie indagini a uno o a pochi argomenti per poter penetrare più in profondità, oppure cercare di allargare la cerchia della propria attività?

La difficoltà e la complessità degli dei problemi di Fisica che oggi si agitano consigliano a chi non sia dotato di mente eccezionalmente eclettica il metodo della specializzazione, anche se questo non soddisfa il nostro spirito come il dedicarsi di volta in volta ai problemi che più ci attraggono. La specializzazione tende infatti ormai a diffondersi anche nel campo delle ricerche. Per lo più ciascun ricercatore si dedica, almeno per un certo numero di anni, e talvolta anche per tutta la vita, a un solo problema molto particolare. Spesso la ricerca moderna esige la collaborazione di due o più specialisti, ciascuno dei quali è competente in una particolare tecnica sperimentale, e è più specificamente versato a trattare il problema dal punto di vista teorico.

Se vasto è il campo della ricerca non è però da credere che tutti i fenomeni fisici nel senso classico che può avere questa espressione, cioè tutti quei fenomeni che si possono trovare descrit-

ti e interpretati in un trattato di Fisica siano ugualmente oggetto delle odierne ricerche. Anzi a queste riguardo si può dire, con un'espressione tolta dal linguaggio dei fisici, che la ricerca è oggi fortemente polarizzata. Ovviamente non si eseguono più, se non per scopi didattici, esperienze che riguardano leggi e fenomeni ormai ben acquisiti e dalle quali quindi niente di nuovo possiamo aspettarci. Anche però non pochi argomenti, che tuttavia non sarebbero del tutto esauriti dalla ricerca, sono ora abbandonati e destano scarso interesse, quasi fossero considerati fuori moda.

Se per Fisica vogliamo intendere non quella già consacrata nei trattati, <sup>ma</sup> ~~ma~~ la scienza di cui si occupano oggi giorno i Fisici, essa va piuttosto considerata come la scienza di quei soli problemi che più direttamente riguardano la costituzione della materia e le leggi fondamentali che governano quei fenomeni elementari dei quali i fenomeni che noi osserviamo comunemente sono la risultante macroscopica.

Essendo oggi la Fisica, più ancora che nel passato, una scienza d'avanguardia, il fisico moderno vive una vita <sup>altamente</sup> ~~piuttosto~~ agitata. Di quando in quando un fatto nuovo e talvolta imprevisto lo costringe a modificare più o meno profondamente le idee e gli schemi precedenti, l'indirizzo delle sue ricerche, e il modo di interpretare i suoi risultati.

La teoria della relatività, nata all'inizio di questo secolo e la meccanica quantistica, sviluppatasi in forma definitiva in tempi più recenti, rappresentano per se stesse due sostanziali e profonde riforme del modo di pensare che era familiare ai fisici del secolo scorso e anche in parte a quelli del principio di questo secolo. Queste nuove teorie sono sorte dalla necessità di spiegare alcuni fatti sperimentali che secondo le vecchie teorie sembravano in contraddizione fra loro.

Ma altre sorprese sono venute ai fisici più direttamente dall'esperienza, per lo più con la scoperta di nuove particelle.

Così, verso la fine del secolo scorso la scoperta dell'elet-

trene, particella carica negativamente, avente una massa alcune migliaia di volte più piccola di quella degli atomi, ha sfatato il mito dell'indivisibilità dell'atomo, e quella della radioattività ha costretto i fisici ad ammettere qualche tempo dopo che gli elementi possano trasformarsi l'uno nell'altro.

Dopo che Rutherford nel 1911 aveva esplorato mediante particelle  $\alpha$  l'interno dell'atomo, queste appariva costituita da un nucleo centrale carico positivamente, che, pur occupando un volume assai piccolo in confronto a quello di tutto l'atomo, ne contiene quasi tutta la massa, e da un certo numero di elettroni che gli ruotano intorno come i pianeti intorno al sole. I nuclei si immaginavano costituiti dalle due particelle elementari allora conosciute, che erano il nucleo dell'atomo di idrogeno e protone e l'elettrone. La carica positiva sembrava quindi necessariamente legata alla massa materiale.

Due nuove particelle, scoperte negli anni 1932 e 1933, cioè l'elettrone positivo e il neutrone, costrinsero i fisici ad abbandonare questi concetti. L'elettrone positivo è infatti una particella avente la stessa massa dell'elettrone negativo, mentre il neutrone è una particella priva di carica avente circa la stessa massa del protone. Dal tempo della scoperta del neutrone i fisici sono d'accordo nel ritenere i nuclei costituiti dalla riunione di protoni e di neutroni.

Nel 1937 una nuova particella, chiamata mesone perchè di massa intermedia fra quella del protone e quella dell'elettrone, ha fatto la sua comparsa, veramente non del tutto inaspettata, la sua esistenza essendo stata presupposta per ragioni teoriche.

Nuovo interesse nel mondo dei fisici ha suscitato fin dal 1939 la scoperta di un nuovo tipo di reazione nucleare fino ad allora inaspettate, cioè la scissione dei nuclei di uranio sotto l'azione dei neutroni. All'interesse dei fisici ha fatto seguito anche quello dei profani per la realizzazione di quell'ordigno infernale che la nuova scoperta ha reso possibile.

Ogni nuova scoperta, che dapprima appare per lo più modestamente sotto la veste di una timida ipotesi, nasce sul terreno già preparato dalle osservazioni precedenti, ed è seguita da un nuovo fervore di ricerche intese a confermarla e a precisarla.

~~Già la scoperta della radioattività incominciò a richiamare l'interesse dei fisici verso il nucleo atomico.~~

Già alcuni anni dopo la scoperta della radioattività l'interesse dei fisici incominciò a rivolgersi verso il nucleo atomico. I nuclei radioattivi, senza che nessuna causa apparente intervenisse, inviavano spontaneamente i loro messaggi sotto forma di particelle  $\alpha$  (nuclei di elio) e  $\beta$  (elettroni) dimostrando chiaramente di, come già accadde per gli atomi, di non essere indivisibili, e destando quindi la curiosità dei fisici nel cercare di scoprire come fossero costituiti.

Il desiderio di indagare sui più intimi segreti della natura ha fatto poi convergere le ricerche di Fisica <sup>sempre più</sup> ~~quasi esclusivamente~~ verso il nucleo atomico, specialmente da quando, circa vent'anni fa, le questioni riguardanti il resto dell'atomo sono state risolte almeno in linea di principio con la definitiva sistemazione della meccanica quantistica.

Il progredire della tecnica sperimentale ha finora sempre aperte nuove possibilità di indagine nel campo della fisica nucleare

Un primo importante passo avanti venne compiuto quando si riuscì per la prima volta a provocare l'emissione di messaggi infernali anche da parte di quei nuclei che sono naturalmente stabili.

Molteplici sono oggi i mezzi di cui oggi i fisici dispongono per le loro ricerche, sia quelli capaci di influire in qualche modo sui nuclei, sia quelli atti a registrare le trasformazioni che possono aver luogo.

In confronto alle energie necessarie a perturbare la tenue atmosfera elettronica dell'atomo, quelle che si richiedono per cimentare i nuclei sono di gran lunga maggiori. Assumendo come unità

di energia l'elettrovolta, che corrisponde a 1/13 dell'energia necessaria a separare l'elettrovolta dal protone a cui è legato nell'atomo di idrogeno, le energie necessarie a produrre modificazioni nei nuclei sono per lo più di alcuni milioni di elettrovolta.

Analogamente a quanto avviene in una reazione esotermica, in seguito alla trasformazione subita il nucleo può restituire una energia maggiore di quella ricevuta. Al guadagno di energia corrisponde <sup>allora</sup> una perdita ~~di~~ di massa, secondo il principio relativistico di equivalenza della massa all'energia.

Il ~~cimento~~ <sup>a cui il nucleo viene sottoposto</sup> ~~a cui il nucleo può venir sottoposto~~ può essere costituito da una particella che, lanciata contro il nucleo, getta lo scompiglio nel suo interno turbando le condizioni di equilibrio.

I primi proiettili impiegati con successo a queste scoperture furono le stesse particelle  $\alpha$  emesse dalle sostanze radioattive, che possiedono energie di alcuni milioni di elettrovolta. Fu durante ~~esperimenti di questo genere che venne osservata~~ bombardamenti di questo genere su alcuni nuclei leggeri che venne osservata per la prima volta l'emissione di neutroni. Queste particelle, che sono, insieme ai protoni i mattoni di cui sono formati i nuclei, a loro volta si sono rivelate molto efficaci nel provocare trasformazioni nucleari, perchè, essendo prive di carica, non subiscono l'azione repulsiva dei nuclei che incontrano lungo il loro cammino.

Mentre al tempo delle prime esperienze con le particelle  $\alpha$  sembrava azzardato sperare di poter produrre artificialmente proiettili altrettanto energici, oggi queste particelle naturali sono ~~già~~ già cadute in disuso come proiettili per aggredire i nuclei, perchè le moderne macchine acceleratrici, i ciclotroni, mostri giganteschi il cui peso può arrivare ad alcune migliaia di tonnellate, sono capaci di fornire particelle  $\alpha$  artificiali e protoni di energie

di gran lunga superiori, che possono giungere fino ad alcune centinaia di milioni di elettroni volt.

Energie così elevate vengono raggiunte deviando le particelle dalla traiettoria rettilinea mediante un opportuno campo magnetico in modo da costringerle a subire un grandissimo numero di successive accelerazioni mentre attraversano periodicamente il campo elettrico fornito da un oscillatore a radiofrequenza. Così, prima di colpire il bersaglio le particelle, girando vertiginosamente, raggiungono velocità prossime a quella della luce.

E' già in funzione da qualche anno a Berkeley un ciclotrone capace di fornire particelle  $\alpha$  artificiali e protoni di 400 milioni di e.v. di energia.

Ma queste energie già così elevate non sono giudicate ancora sufficienti per uno studio approfondito di alcuni problemi di fisica nucleare. Un altro ciclotrone del diametro di 50 metri, già in fase di collaudo, sarà presto capace di fornire particelle di 1 miliardo di e.v., mentre è in progetto un nuovo ciclotrone della potenza di 6 miliardi di e.v.

Anche le moderne sorgenti di neutroni sono di gran lunga più efficaci delle prime usate, che erano costituite da una sorgente di particelle  $\alpha$  naturali, come il radio, mescolata a berillio.

E' con una sorgente di questo genere che Fermi e i suoi collaboratori avevano potuto provocare artificialmente la formazione di nuovi nuclei non esistenti in natura. Successivamente sorgenti di neutroni assai più intense sono state ottenute bombardando con nuclei di idrogeno pesante alcuni elementi come il litio e il berillio. Da qualche anno anche queste sorgenti di neutroni, che pure vengono ancora impiegate, sono state superate di molte in intensità dalle pile atomiche.

Queste vengono costruite mescolando uranio con una sostanza che ha la proprietà di rallentare i neutroni, e che può essere idrogeno pesante o carbonio. Si possono, con opportuni artifici, raggiun-

gere condizioni di regime nelle quali tutta la massa è percorsa da neutroni che sono originati in processi di scissione nucleare. L'intensità di neutroni che del fascio di neutroni che si può ricavare dipende dalla potenza della pila e può corrispondere a quella di una sorgente di parecchie tonnellate di radio mescolate con berillio. Oltre ad un numero imprecisato di pile già funzionanti in America, sono già in funzione anche in Europa tre pile atomiche, di cui due in Inghilterra e una in Francia. Esse vengono fra l'altro impiegate per la preparazione di isotopi radioattivi in quantità ponderabili, ora largamente usati anche in ricerche di biologia.

Gli apparecchi rivelatori permettono di contare le singole particelle, di misurarne l'energia, di osservarne le traiettorie. Se una particella carica veloce attraversa un gas, essa perde la sua energia di volta in volta per piccole frazioni quando incontra le molecole del gas. Il lavoro che compie è quello di strappare un elettrone dalle molecole urtate, così che la sua traiettoria risulta segnata da una successione di cariche elettriche libere.

Queste possono venir sfruttate in due modi diversi allo scopo di rivelare la particella che le ha prodotte.

Nella camera di Wilson il gas attraversato viene reso sovrassaturo di vapor acqueo. Allora il cammino della particella risulta visibile come un filo di nebbia. Nei dispositivi elettronici di rivelazione la carica liberata determina un debole impulso di corrente elettrica, che, opportunamente amplificato, può essere sfruttata per il conteggio automatico e può anche fornire una misura dell'energia della particella.

Spesso i due metodi di rivelazione vengono associati l'uno all'altro, ed anche i dispositivi elettronici possono venir opportunamente collegati fra loro, in modo che il funzionamento di un dispositivo sia condizionato da quello di altri. Ad artifici di questo genere, frutto di raffinate tecniche elettroniche si ricorre quando si debba ad esempio stabilire se due o più particelle vengono

emesse contemporaneamente, oppure quando si vogliono selezionare le particelle che provengono da una direzione prestabilita.

L'uso della lastra fotografica come rivelatore nucleare risale alla scoperta della radioattività avvenuta nel 1896. In quell'anno infatti alcune impressioni comparse per caso su una lastra fotografica che si trovava per caso in vicinanza di alcuni sali di uranio richiamarono per la prima volta l'attenzione del fisico francese Henry Becquerel. Oggi la lastra fotografica come rivelatore nucleare, dopo un lungo periodo di abbandono e di impiego assai scarso, ritorna di moda grazie ai recenti perfezionamenti raggiunti nella preparazione di strati sensibili appositamente studiati per l'impiego in ricerche di fisica nucleare. Nell'interno della gelatina si possono osservare mediante un microscopio le tracce delle particelle che appaiono come delle file di puntini neri.

In molti casi la lastra nucleare per la sua leggerezza, per il fatto di non richiedere complicati dispositivi accessori e ancora per la continuità del suo funzionamento viene ora preferita alla camera di Wilson.

Oggi, forse ancor più dei fenomeni di urto di particelle veloci contro nuclei complessi, che sono accompagnati per lo più da una rapidissima trasformazione del nucleo urtato, sono considerati interessanti gli urti elastici di protoni contro protoni e di neutroni contro protoni. Lanciando contro nuclei di idrogeno dei neutroni e dei protoni abbastanza veloci può capitare che due particelle nucleari si avvicinino tanto che incomincino a entrare in azione le forze nucleari, cioè quelle stesse forze che agiscono fra protoni e neutroni nell'interno dei nuclei. Il risultato sarà che in seguito all'urto le due particelle che vi hanno preso parte si muoveranno in generale entrambe in direzioni diverse da quella della particella urtante. Confrontando i numeri delle particelle deviate nelle diverse direzioni è possibile ricavare importanti informazioni sulla natura delle forze nucleari.



Se le trasformazioni che avvengono nell'interno dei nuclei sono accompagnate da variazioni di energia assai grande, esistono però anche dei fenomeni che riguardano i rapporti di carattere magnetico fra i nuclei e il mondo esterno, che si possono immaginare dipendenti da variazioni di orientazione dei nuclei in un campo magnetico, nei quali invece entrano in gioco energie che si trovano verso l'altre estreme della scala.

L'indagine in questo campo di fenomeni richiede una tecnica completamente diversa, e le difficoltà di queste ricerche sono dovute proprio all'estrema piccolezza delle energie in gioco.

Le prime informazioni sulle proprietà magnetiche dei nuclei sono state ricavate attraverso l'indagine spettroscopica. Essa rivela, già con spettroscopi di potere risolutivo non molto elevate, che le righe spettrali emesse dagli atomi non sono nella maggior parte dei casi delle righe semplici, ma sono invece fermate da un certo numero di righe vicine che ne costituiscono la cosiddetta struttura fine. Se però la radiazione emessa dagli atomi viene analizzata con un potente spettroscopio interferenziale capace di separare radiazioni che differiscono di appena qualche milionesimo di lunghezza d'onda, compare anche la cosiddetta struttura iperfine delle righe: ciascuna componente la struttura fine appare-ei risulta cioè a sua volta costituita da un certo numero di componenti, le cui distanze reciproche sono, come ordine di grandezza, un millesimo della distanza che separa le componenti la struttura fine.

La struttura fine è stata spiegata ammettendo che l'elettone e gli elettroni facenti parte dell'involucro più esterno dell'atomo, che sono i responsabili dell'emissione della luce, possiedono le proprietà di un girescopio e insieme quelle di un minuscolo magnete, come se si trattasse di cariche elettriche ruotanti su se stesse. La struttura iperfine ha trovato successivamente una spiegazione soddisfacente attribuendo al nucleo proprietà meccaniche e magnetiche simili a quelle dell'elettone. Essa è dovuta cioè all'influenza

esercitata dal campo magnetico creato dal nucleo sul moto degli elettroni.

Le spettroscopie dunque, che è state in un recente passato il più importante strumento che ha permesso di studiare le proprietà degli elettroni che circondano il nucleo, rende ancora preziosi servizi al fisico nelle indagini sulle proprietà magnetiche dei nuclei. Esso tuttavia non è il solo mezzo oggi impiegato in ricerche di questo tipo. Indagini in queste campi, che confermano e completano quelle che possono venir eseguite con le spettroscopie, sono condotte ora anche con complicati dispositivi nei quali gli atomi vengono fatti passare successivamente attraverso campi magnetici costanti e variabili a radiofrequenza, che sono fra le più meravigliose realizzazioni della tecnica sperimentale moderna.

Le proprietà magnetiche dei nuclei appaiono ancora in modo straordinariamente evidente in recenti esperienze che mostrano come un sistema costituito da un numero sufficientemente grande di nuclei sottoposto a un campo magnetico costante è capace di assorbire e di rimettere in misura apprezzabile radiazioni di frequenza opportuna.

,Dai tempi di Galileo i fisici non si <sup>limitano ad</sup> ~~accontentano~~ di osservare i fenomeni come si presentano in natura, perchè le condizioni nelle quali si manifestano sono per lo più così complesse da renderne assai difficile l'interpretazione. Il fisico cerca perciò di provocare ad arte il fenomeno che vuole studiare, ponendo la massima cura nel farvi intervenire solo le cause essenziali al suo manifestarsi, in condizioni quantitativamente precise e ben controllabili.

Così per esempio il fenomeno della diffusione della luce solare da parte della nostra atmosfera, che può assumere aspetti così diversi e suggestivi capaci di ispirare poeti e pittori, secondo un punto di vista puramente fisico presenta un interesse piuttosto scarso. Infatti come centri diffondenti della luce solare, che già per se stessa è complessa, essendo costituita dall'insieme di radiazioni di diversa lunghezza d'onda, funzionano, oltre alle molecole

dei gas di cui è costituita l'atmosfera, anche goccioline d'acqua e particelle di pulviscole. Le condizioni sarebbero quindi tutt'altre che favorevoli alle studio per esempio del fenomeno della diffusione molecolare della luce.

Nella nostra atmosfera hanno luogo però anche fenomeni di un tipo del tutto diverso, i quali, se non interessano gli artisti perchè non sono direttamente avvertibili dai nostri sensi, destano invece un interesse assai grande nei fisici. Si tratta dei processi nucleari provocati da quella pioggia di particelle veloci di origine ancora alquanto misteriosa, che costituisce la radiazione cosmica, e la ragione del loro attuale interesse sta soprattutto nella speciale importanza che oggi viene attribuita ad alcuni particolari eventi nei quali intervengono particelle dotate di energie elevatissime, quali si possono riscontrare nella radiazione cosmica.

Nella gara iniziata da alcuni anni fra i fisici e la natura nella produzione di particelle veloci la natura con la radiazione cosmica detiene infatti ancora il primato, ed i fisici sono perciò ancora costretti <sup>in questo campo</sup> ad adattarsi al suo capriccio.

In questa gara forse i mezzi impiegati dai fisici e dalla natura non sono sostanzialmente molto diversi, se può considerarsi attendibile una ~~teoria~~ teoria recente sull'origine dei raggi cosmici, secondo la quale questi si creerebbero negli spazi interstellari per la presenza di deboli campi magnetici variabili. La piccolissima intensità di questi campi in confronto a quelli di cui può disporre il fisico verrebbe compensata ad usura dagli enormi valori che possono assumere gli altri due parametri che entrano in gioco nel processo naturale, lo spazio e il tempo.

I fisici, costretti ancora a servirsi di questa sorgente naturale di particelle estremamente veloci cercano ora di portare le loro apparecchiature alle maggiori altezze possibili, dove l'intensità della radiazione è maggiore per la diminuzione dell'assorbimento atmosferico e dove può giungere ancora in misura rilevante la radiazione cosmica primaria, che è costituita in massima parte, secondo

recenti osservazioni, da protoni.

In regioni di alta montagna sono stati pe- installati laboratori di ricerca. Uno fra i meglio attrezzati, nel quale sono già state fatte importanti osservazioni, si trova in Italia presso la vetta del Cervino.

Da diversi punti della terra vengono ora anche lanciati palloni sonda che portano nelle più alte regioni dell'atmosfera quei preziosi strumenti rivelatori di particelle che sono le lastre nucleari.

Finora alcune scoperte di importanza fondamentale sono state fatte grazie alla radiazione cosmica, fra cui quella dell'elettone positivo e quella del mesone.

E' intorno al mesone che si concentra ora il crescente interesse dei fisici, e molte delle attuali ricerche costituiscono dei tentativi di carpire qualcuno dei segreti che ancora racchiude in sé questa particella che, come recentemente è stata scoperta grazie all'impiego di lastre nucleari, durante la sua brevissima esistenza può subire delle trasformazioni che modificano la sua massa e le sue ~~prop- prop~~ proprietà.

L'importanza di questa particella è in relazione al fatto che essa, secondo le moderne teorie, costituisce il mezzo di scambio dal quale si fanno derivare le forze attrattive che agiscono nell'interno dei nuclei fra le particelle nucleari, i protoni e i neutroni.

Fra i vari processi nucleari provocati dalla radiazione cosmica ora si cerca di cogliere e di studiare quelli dai quali hanno origine i mesoni. Essi compaiono in fenomeni di esplosione nucleare provocati dall'urto di una particella nucleare avente un'energia di qualche miliardo di elettroni volt, e che può appartenere alla radiazione cosmica primaria e provenire a sua volta da una esplosione precedente.

L'interpretazione dei singoli processi, che vengono ora per le più registrati su lastre nucleari, è però spesso incerta perchè *non sempre* dai pochi elementi di giudizio che si possono ricavare dall'esame delle tracce è possibile arrivare a dati sufficientemente precisi sulla natura delle particelle e sulla loro energia.

Si sente ora la necessità di uno studio sistematico di questi processi, quale sarebbe consentite dall'impiego di una sorgente artificiale di particelle di alcuni miliardi di e. v. di energia.

Secondo le più recenti notizie processi nucleari con produzione di mesoni, simili a quelli che si osservano nella radiazione cosmica, sono già stati provocati artificialmente grazie all'impiego del ciclotrone di Berkeley

Per un indagine approfondita di questi problemi di interesse così attuale occorrerebbe avere a disposizione particelle artificiali di energie ancora maggiori di quelle oggi impiegate. Lo scopo potrà essere raggiunto in un avvenire forse non molto lontano.

Probabilmente allora l'attuale interesse per la radiazione cosmica diminuirà, e sarà soprattutto limitata, se ancora non sarà stata risolta, al problema della sua origine.

Se i prossimi sviluppi delle ricerche riguardanti i problemi centrali della fisica saranno questi, c'è da aspettarsi che simili ricerche, che esigono l'impiego di mezzi colossali, diventino sempre più il monopolio di quei paesi che, come gli U. S. A. ne possono disporre.

Se la radiazione cosmica, che piovendo indistintamente sul ricco e sul povero, ha permesso fino ad oggi di compiere importanti ricerche anche in Italia, non presenterà più un giorno l'interesse che era presenta, grave danno ne deriverà alla fisica italiana.

Si può essere tentati di spingere lo sguardo ancora più avanti sull'avvenire della Fisica. Ci si può chiedere se il suo recente rapido sviluppo, che finora è stato possibile grazie a un continuo potenziamento e perfezionamento dei mezzi di ricerca, continuerà in avvenire sempre con le stesse ritme attuale, oppure se un giorno

devrà rallentare e addirittura fermarsi perchè i mezzi di indagine avranno raggiunte i limiti delle possibilità umane.

La situazione della Fisica in avvenire potrebbe però anche presentarsi in modo del tutto diverso. Può darsi infatti che, come già è accaduto per i problemi atomici extranucleari, un giorno si possa arrivare a una definitiva sistemazione logica anche delle questioni riguardanti il nucleo. L'interesse per le indagini sperimentali sui nuclei, almeno del tipo di quelle che oggi vengono condotte, diventerebbe in tal caso assai meno vivo di quello attuale. Sorgeranno allora altri problemi, che oggi non possiamo prevedere e che potranno venir affrontati col metodo scientifico?

Ci si può chiedere in termini più generali se i confini fra fisica e metafisica, fra scienza e filosofia, che finora si sono sempre spostati a vantaggio della scienza, continueranno a spostarsi indefinitamente anche in avvenire oppure si fermeranno quando gli uomini conosceranno tutto quanto è loro consentito di conoscere.