

scienza e tecnica

fisica

Con Einstein a Princeton: materia e campo

ESCLUSIVO

Arrivati a Princeton un sabato, lasciati trascorrere una vuota domenica, e il lunedì mi presentai a l'ine Hall, per farvi i primi incontri. Chiesi alla segretaria quando avrei potuto vedere Einstein. Ella gli telefonò, e la risposta fu:

— Il professore Einstein vuole vedervi subito.

Bussai alla porta 209 e udii un forte « herein ». Quando spinsi l'uscio vidi una mano tesa con effusione. Einstein sembrava più vecchio di come lo avevo visto a Berlino, più vecchio di quanto i sedici anni trascorsi avrebbero dovuto farlo. I lunghi capelli erano grigi, la faccia stancha, invecchiata, ma aveva sempre gli stessi occhi vivaci. Portava la guancia di cuoio marrone, apparsa a tento, sia forse qualcuno che l'aveva dato per coprirsi meglio durante la traversata dell'Atlantico, ma gli era piaciuta tanto che la indossava ogni giorno. La sua camicia non aveva collo, i calzoni marzoni erano pieni di patene, e nelle scarpe non c'erano le calze. Mi aspettavo una breve conversazione personale, domandane sul mio viaggio, sull'Europa, su Born (il fisico teorico Max Born, con cui l'autore aveva lavorato in Gran Bretagna, ndr), eccetera. Invece niente del genere?

— Parlate tedesco?

— Sì — risposi.

— Forse posso dirvi a cosa sto lavorando.

Con calma presi un pezzo di gesso, si avvicinò alla lavagna, e cominciò a svolgere una perfetta lezione.

Nella evoluzione della fisica sono fondamentali due concetti: « campo » e « materia ». La vecchia teoria afferma: particelle e forze agenti fra esse sono la base della realtà. La nuova teoria afferma: i cambiamenti dello spazio, che si diffondono nel tempo attraverso l'intero spazio, sono la base della nostra rappresentazione. Questi cambiamenti caratterizzano il « campo ».

I fenomeni elettrici sono quelli che hanno dato origine al concetto di « campo ». Le stesse parole usate per parlare delle onde radio — trasmettere, diffondere, ricevere — implicano cambiamenti dello spazio, e perciò « campo ». Non le particelle in certi punti dello spazio, ma lo intero spazio continuo costituisce il luogo degli eventi che si manifestano nel tempo.

La transizione dalla fisica dei corpi alla fisica del campo è certamente uno dei maggiori progressi o, come sostiene Einstein, il più grande di tutti — conseguiti nella storia del pensiero umano. E' occorso grande coraggio, e molta immaginazione, per attribuire il ruolo principale nei fenomeni fisici non più ai corpi ma allo spazio, che era a lungo stato pensato come vuoto, e per formulare equazioni matematiche atte a descrivere i cambiamenti dello spazio e del tempo. Questa grande svolta nella storia della fisica si è dimostrata estremamente secca, nella teoria della elettricità e del magnetismo. Ad essa si deve, più che ad ogni altro fattore, il rilevante progresso tecnico dei nostri tempi.

La transizione dalla fisica dei corpi alla fisica del campo è certamente uno dei maggiori progressi o, come sostiene Einstein, il più grande di tutti — conseguiti nella storia del pensiero umano. E' occorso grande coraggio, e molta immaginazione, per attribuire il ruolo principale nei fenomeni fisici non più ai corpi ma allo spazio, che era a lungo stato pensato come vuoto, e per formulare equazioni matematiche atte a descrivere i cambiamenti dello spazio e del tempo. Questa grande svolta nella storia della fisica si è dimostrata estremamente secca, nella teoria della elettricità e del magnetismo. Ad essa si deve, più che ad ogni altro fattore, il rilevante progresso tecnico dei nostri tempi.

La temperatura di un corpo qualunque esprime la velocità media con cui all'interno di esso si muovono le molecole. Ma naturalmente alcune molecole si muovono più in fretta, altre meno. Supponiamo ora di avere vapo caldo nella caldaia di una locomotiva: immesso nei cilindri esso si espanderà e spinge i pistoni. Cioè, la velocità di cui sono animate, in media, le molecole della massa di vapore determina, contro la parete dello stantuffo, una forza che muove la macchina. Ma allora le molecole rallentano, cioè il vapore diventa meno caldo, e perciò si condensa, torna alla forma di acqua liquida. Tuttavia, anche in questo nuovo stato, in cui la velocità media delle molecole è diminuita, ve ne saranno prima lente e di meno lente: alcune potranno anzi essere ancora veloci come le erano prima dell'urto contro il pistone. Ma non possiamo più usare la loro velocità individuale come abbiamo usato prima quella dell'intera massa, di miliardi di molecole, per compiere un lavoro. Non possiamo nemmeno distinguere nella massa oramai fredda le molecole più veloci che certamente si sono e catturate con una rete da farfalla, raggruppate, lanciate contro un nuovo ostacolo da vincere. Questa è la impossibilità dell'energia ter-

materia. Il vecchio punto di vista « meccanicistico » è fondato sulla credenza che sia possibile spiegare tutti i fenomeni della natura postulando l'esistenza di corpi o particelle, e di semplici forze agenti su esse. Un'ottimale modello di questo modo di vedere è quello offerto dalla meccanica, relativa al moto dei pianeti attorno al sole. Il sole e i pianeti sono considerati come corpi, mentre le forze che si esercitano fra essi dipendono solo dalle loro distanze relative. Le forze decrescono quando le distanze crescono. Questo è un modello tipico, che i meccanicisti vorrebbero poter applicare, con alcuni mutamenti superficiali, alla descrizione di tutti i fenomeni fisici.

Il gas contenuto in un recipiente e, per il fisico, un assieme di particelle in moto discordato.

Anche questa raffigurazione è di natura meccanica. Le forze agenti fra le molecole di un gas dipendono solo dalle distanze. Nel moto delle stelle, dei pianeti, delle particelle di un gas, il pensiero del diciannovesimo secolo è il medesimo principio meccanico.

Il punto di vista meccanicistico decadde dopo una lunga e dura lotta, e un lento progresso. E' diventato evidente che le semplici idee di particelle e forze non sono sufficienti per spiegare tutti i fenomeni di natura. Come spesso accade in fisica, nel momento del bisogno e del dubbio nacque una nuova grande idea: quella del « campo ».

La vecchia teoria afferma: particelle e forze agenti fra esse sono la base della realtà. La nuova teoria afferma: i cambiamenti dello spazio, che si diffondono nel tempo attraverso l'intero spazio, sono la base della nostra rappresentazione. Questi cambiamenti caratterizzano il « campo ».

I fenomeni elettrici sono quelli che hanno dato origine al concetto di « campo ». Le stesse parole usate per parlare delle onde radio — trasmettere, diffondere, ricevere — implicano cambiamenti dello spazio, e perciò « campo ». Non le particelle in certi punti dello spazio, ma lo intero spazio continuo costituisce il luogo degli eventi che si manifestano nel tempo.

La transizione dalla fisica dei corpi alla fisica del campo è certamente uno dei maggiori progressi o, come sostiene Einstein, il più grande di tutti — conseguiti nella storia del pensiero umano. E' occorso grande coraggio, e molta immaginazione, per attribuire il ruolo principale nei fenomeni fisici non più ai corpi ma allo spazio, che era a lungo stato pensato come vuoto, e per formulare equazioni matematiche atte a descrivere i cambiamenti dello spazio e del tempo. Questa grande svolta nella storia della fisica si è dimostrata estremamente secca, nella teoria della elettricità e del magnetismo. Ad essa si deve, più che ad ogni altro fattore, il rilevante progresso tecnico dei nostri tempi.

Sappiamo ora con certezza che i vecchi concetti meccanicistici sono insufficienti a descrivere i fenomeni fisici. Ma sono sufficienti i concetti del campo?

Essenzialmente tre punti di vista sono possibili:

1) quello meccanicistico, che riduce ogni cosa a particelle e a forze agenti fra esse, e dipendenti solo dalle distanze;

2) quello del campo,

generazione passata credeva nella prima ipotesi. Nessuno dei fisici della presente generazione vi crede più. Quasi tutti i fisici accettano ora il terzo punto di vista, che suppone l'esistenza sia della materia, sia del campo.

Ma il sentimento di bellezza e di semplicità è essenziale per ogni creazione scientifica, e aiuta a prefigurare le teorie future, dove condurrà lo sviluppo della scienza? La mescolanza di campo e materia non è forse temporanea, accolta solo per necessità, perché non siamo riusciti finora a formulare una rappresentazione organica fondata sul solo concetto di campo? È possibile formulare una teoria del solo campo e far scaturire dal campo ciò che ci appare come materia?

Leopold Infeld

L'autore di questo articolo ordinario di « Scienza e tecnica » all'Università di Varsavia, fu per molti anni collaboratore di Einstein negli Stati Uniti



Si è infranta sulla Luna — Questa sfera, di legno di balsa, del diametro di circa sessanta centimetri, doveva essere lasciata cadere sulla Luna dall'astronave USA Ranger, che, come è noto, è sfuggita ai controlli ed è andata distrutta nell'urto. La sfera — se le cose fossero andate bene — doveva invece toccare la Luna alla velocità piuttosto moderata di 250 km/ora, e spaccarsi dolcemente, come una mela, deponendo il suo carico di preziosi strumenti: un sismografo, termografi, e apparecchiature radio per inviare i dati alle stazioni terrestri.

lo spazio

Polvere di Sole a tonnellate sulla Terra

Le attività spaziali si sviluppano su due linee, che non diremo parallele, perché sono connesse e interdipendenti. Una è quella che corrisponde al progresso della tecnica, della navigazione cosmica: potenza dei raddrizzi, precisione e sicurezza dei controlli, manovrabilità. In questa direzione grandi passi avanti sono stati fatti dai sovietici anche in questi giorni, come ben noto, a conclusione degli esperimenti condotti con la serie delle astronavi *Cosmos*. L'altra linea di sviluppo è quella relativa alla conoscenza del mezzo in cui le astronavi si muovono, degli spazi costanti, fino a pochi anni or sono ritenuti « vuoti », e che invece si rivelano sede di fenomeni così complessi. Anche in questo senso gli ultimi lanci sovietici e americani hanno permesso di raccogliere dati di estremo interesse.

Più l'espansione spaziale procede, più stretti si rivelano i legami tra l'attività solare e le condizioni meteorologiche terrestri, e più varia, complessa e dilatata si rileva l'attività del Sole. Già da tempo era nota la concomitanza tra la comparsa dei « macchie solari » e i vari eventi perturbatori meteorologici, ma l'espansione spaziale condotta fino ad oggi ha permesso di individuare una serie di altri fenomeni che e della massima importanza conoscere e studiare a fondo. Il Sole, oltre ad emettere raggi luminosi e termici, emette raggi ultravioletti e raggi X. Durante le « tempeste solari », nelle quali in varie zone aumenta l'attività dell'atmosfera, aumenta energeticamente l'emissione dei raggi X, mentre l'emissione dei raggi ultravioletti rimane più o meno costante. E' stata pure registrata un'emissione corpuscolare di Sole di densità notevole, fino all'altezza dell'orbita della Luna.

Questo continuo flusso corpuscolare, che gli stessi astronomi chiamano ormai « vento solare », procede nei cosiddetti periodi di calma, a una velocità di 400 chilometri al secondo, ma « soffia » a 1500 chilo-

metri al secondo nei periodi di « burra », ossia di massima attività solare.

Nella zona esterna della corona solare sono state individuate polveri i cui granelli hanno un diametro stimato a 0,01 millimetri, e tali polveri si estendono, seppure assai rarefatte, in zone molto ampie dello spazio fra Terra e naturalmente, escretando su di esse la sua attrazione gravitazionale. Le raccolte militari di tonnellate di polveri installate a bordo dei satelliti hanno permesso di registrare la presenza di un granella per metro quadrato e per secondo nelle vicinanze della superficie terrestre, ma questa densità scende a un granella per metro quadrato ogni mille secondi, a 2-3000 chilometri dal solo.

Quanto all'atmosfera, le osservazioni più recenti permettono di considerar-

Giorgio Bracchi

il medico

Tecnica elettronica per le diagnosi?

Assai spesso accade nelle visite ambulatoriali o negli studi medici affollati che manca il tempo e la calma spirituale per giungere a diagnosi. Ma anche quando si tratta di casi complessi, specie nei casi dubbi, piuttosto approssimative. Ed ecco dunque venire in soccorso la macchina. Si può immaginare, grosso modo, che le cose vadano così:

Se in un calcolatore elettronico, studiato e costruito a tal fine (contenente cioè i vari schemi sintomatologici relativi alle varie ma-

lattie col nome delle medesime) si introducono i dati raccolti su un inferno, questi metteranno in moto lo schema che ad essi corrisponde, e da ciò verrà fuori il nome e il sintomo della malattia in questione, senza che ci siano, specie nei casi dubbi, piuttosto approssimative. Ed ecco dunque venire in soccorso la macchina. Si può immaginare, grosso modo, che le cose vadano così:

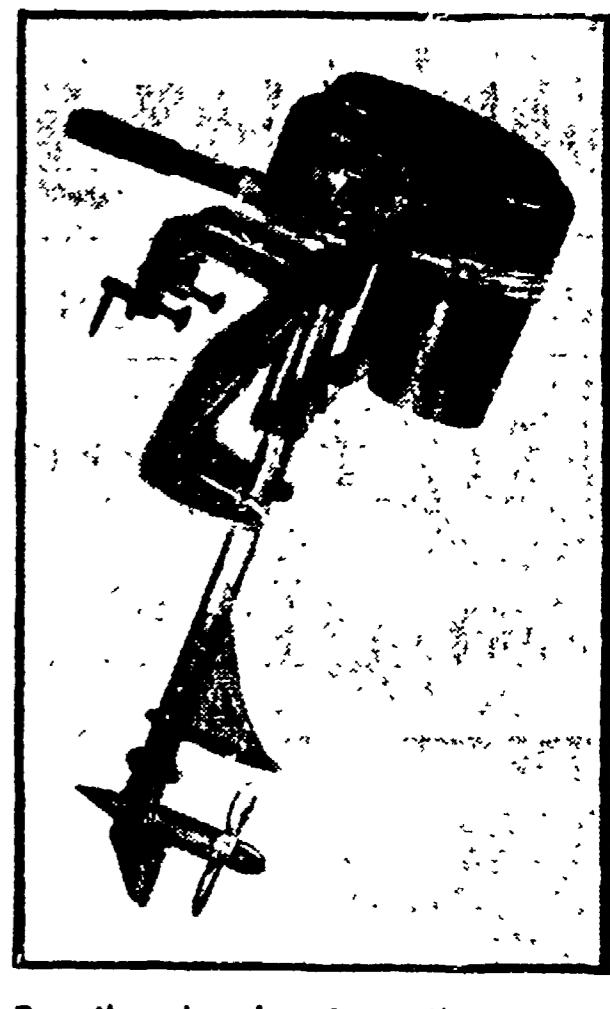
Inoltre la macchina, dopo aver fornito la diagnosi, è in grado di suggerire la terapia, e per di più sempre soggettiva di errore.

Questa pagina, dedicata a « Scienza e tecnica », uscirà ogni giovedì.

motori

Le « utilitarie » del mare

Caratteristiche e prezzi delle novità alla Fiera di Milano: i fuoribordo



Il mercato e la tecnica dei motori fuoribordo, specialmente di potenze piccole e medie (dai 2-3 cavalli ai 10-15) hanno avuto un tale sviluppo, negli ultimi anni, che non è facile orientarsi tra tanti modelli, tante applicazioni diverse.

Si qualunque barca a remi e possibile innestare, in pochi minuti, un motorino non troppo costoso, leggero, capace di spingere lo scafo ad una discreta andatura (10-20 chilometri all'ora) sulle acque del mare, dei fiumi e dei laghi. E lo stesso motorino, quando non viene usato, può esser tenuto in un ripostiglio, anche in casa, senza particolari riguardi. E' abbastanza comune, ormai, vedere un gruppo di giovani che arrivano al mare, al lago o al fiume su un'utilitaria, ne scarica un canotto di gomma e un motorino, e parte dopo meno di mezz'ora, imbarcato.

Ed a questi compratori, in numero crescente, si rivolge un folto gruppo di costruttori, alcuni forti di una tradizione costruttiva di molti anni, altri coraggiosamente lanciati su nuove esperienze tecniche (la recentissima Fiera di Milano ce ne ha presentato un'ampia rassegna).

In primo luogo, un motore fuoribordo deve essere efficacemente protetto contro l'azione dell'acqua, in quanto viene sempre abbondantemente spruzzato.

C'è poi il problema del raffreddamento, affidato al « vento » della corsa nelle motociclette: nel fuoribordo occorre provvedere ad un'energica circolazione d'aria o d'acqua attorno al blocco motore. Sono quindi sempre presenti una ventola, ad azione centrifuga, per la circolazione dell'aria, oppure una pompa, a elettrico o anch'essa centrifuga, per la circolazione dell'acqua.

I motori oggi sul mercato applicano tutti e due i sistemi, (alcuni costruttori presentano addirittura lo stesso motore nelle due versioni), per venire incontro a diverse esigenze tecniche. In questi motori, chiamati a funzionare quasi sempre al massimo numero di giri, ed alla massima potenza (fattore che non si verifica mai in campo motociclistico) il raffreddamento ad acqua, avendone a disposizione in quantità illimitata, presenta indubbi vantaggi. Però, se lo scafo procede a lungo su fondali bassi e fangosi, si può avere una rapida usura del dispositivo di raffreddamento, ed in certi casi, il suo inasfalto.

I motori oggi sul mercato applicano tutti e due i sistemi, (alcuni costruttori presentano addirittura lo stesso motore nelle due versioni), per venire incontro a diverse esigenze tecniche. In questi motori, chiamati a funzionare quasi sempre al massimo numero di giri, ed alla massima potenza (fattore che non si verifica mai in campo motociclistico) il raffreddamento ad acqua, avendone a disposizione in quantità illimitata, presenta indubbi vantaggi. Però, se lo scafo procede a lungo su fondali bassi e fangosi, si può avere una rapida usura del dispositivo di raffreddamento, ed in certi casi, il suo inasfalto.

Quanto ai dispositivi di raffreddamento ad aria, permettono di costruire motori più leggeri e più semplici, nel campo delle piccole potenze, ma risultano sicuramente meno efficaci, specialmente se l'afflusso e l'efflusso dell'aria non sono perfettamente liberi attorno al blocco motore.

Raffreddamento

Come abbiamo detto, i motori fuoribordo funzionano praticamente sempre al loro regime massimo, fattore di importanza assolutamente primaria per la loro progettazione e la loro costruzione: d'altra parte, nella maggior parte dei casi, trattandosi di macchine che funzionano pochi giorni all'anno, durante le ferie e a fine settimana, basta avere una motore brillante, anche se con una « vita » relativamente breve, giacché le ore di funzionamento non saranno molte, e saranno scagliate in un rilevante numero di anni.

E' un fattore, questo, di primaria importanza, tanto che gli stessi costruttori specificano chiaramente le caratteristiche dei loro motori, e in certi casi contraddistinguono con la dicitura « da traino » i tipi capaci di svolgere un servizio pesante, ad esempio su imbarcazioni da

trattare, certo più interessanti, offerte a un gran numero di sportivi, di turisti e di appassionati. Questi motori, salvo qualche eccezione, sono tutti a due tempi, per evitare il delicato complesso delle valvole e dei relativi comandi, oltre che la pompa dell'olio e il relativo circuito di lubrificazione. La cosa appare logica conoscendo le condizioni di funzionamento dei motori stessi: è possibile, col ciclo a due tempi, ottenere motori semplici, con una maggiore potenza specifica (e cioè per ogni cc di cilindrata) e di buon rendimento, dato che sono praticamente chiamati a funzionare sempre allo stesso regime.

Le soluzioni costruttive, e la stessa gamma dei diversi tipi sul mercato, sono in complesso stabilizzate, allo stato attuale della tecnica. Qualche cosa, però, ha « lanciato » di recente qualcosa di nuovo, che il tempo e l'esperienza si incaricheranno di giudicare. E' indubbiamente interessante il tipo che sostituisce l'elica con un apparato completamente chiuso, denominato « idrogetto », nel quale la girante (preposta a convogliare un getto d'acqua all'indietro, per provvedere alla marcia in avanti dello scafo) è completamente racchiusa in una custodia metallica munita di bocche di effusione e di fori. Con tale tipo di fuoribordo, è possibile circolare presso le spiagge affollate di bagnanti senza pericolo che l'elica possa ferire qualcuno; incidente, tutt'altro, tutt'altro che raro e sempre pericoloso.

Un'altra cosa, infine, ha messo sul mercato un piccolo tipo di fuoribordo elettrico, nel quale, cioè, al posto del normale motore a scoppio troviamo un motore elettrico a corrente continua a bassa tensione, che deve essere azionato da una batteria d'automobile o da camion. La batteria, naturalmente, una volta scarica, deve essere sostituita o ricaricata. L'autonomia dell'imbarcazione risulta perciò limitata, ma il motore stesso sarà sempre indispensabile anzitutto per il rilievo dei dati necessari, di quelli innanzitutto sintomatici, che costituisce da tempo una branca della medicina chiamata « semiologia ».