

# scienza e tecnica

fisica

## Con Einstein a Princeton: materia e campo

ESCLUSIVO

Arrivati a Princeton un sabato, lasciai trascorrere una vuota domenica, e il lunedì mi presentai a Line Hall, per farvi i primi incontri. Chiesi alla segretaria quando avrei potuto vedere Einstein. Ella mi telefonò, e la risposta fu: «Il professor Einstein vuole vedervi subito».

Bussai alla porta 209 e udii un forte «here!».

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 stanca e ingiallita, ma aveva sempre gli stessi occhi vivaci. Portava la giacca di cuoio marrone, apparso in tante sue foto: qualcuno gli l'aveva data 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 marone erano pieni di macchie, e nelle scarpe non c'erano le calze. Mi aspettavo una breve conversazione personale, domande 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 prese 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 fisica, che da Galileo a Newton si svolse fino alla metà del secolo diciannovesimo, è una fisica della

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 trionfale 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 meccanistici 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 «sistema di particelle in moto disordinato». 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 vedeva manifestazioni del medesimo principio meccanico.

Il punto di vista meccanico decadde dopo una lunga e dura lotta, e un lento progresso. E' diventato un modello, 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 affermava: 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 un 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 feconda. 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 meccanistici sono insufficienti a descrivere i fenomeni fisici. Ma sono sufficienti i concetti del campo? E' essenzialmente tre punti di vista sono possibili.

1) Quello meccanistico, che riduce ogni cosa a particelle e a forze agenti fra esse, e dipendenti solo dalle distanze.

2) Quello del campo, che riduce tutte le concetti relativi ai cambiamenti continui dello spazio e del tempo.

3) Quello dualistico, che accetta l'esistenza sia della materia sia 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 preferire 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 siano riusciti finora a formulare una rappresentazione organica fondata sul solo concetto di campo? E' 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 fisica teorica all'Università di Varsavia. In molti anni collaboratore di Einstein negli Stati Uniti.

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 inter-dipendenti. Una è quella che corrisponde al progresso della tecnica, della navigazione cosmica: potenza dei reattori, precisione e sicurezza dei controlli, manovrabilità. In questa direzione grandi passi avanti sono stati fatti dai sovietici anche in questi giorni, come è 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 cosmici, fino a pochi anni or sono ritenuti «vuoti», e che invece si rivelano sede di fenomeni complessi. Anche in questo senso gli ultimi lanci sovietici e americani hanno permesso di raccogliere dati di estremo interesse.

Più l'esplorazione spaziale procede, più si rivela la ricchezza e la complessità dell'attività solare e le condizioni meteorologiche terrestri, e più varia, complessa e «dilatata» si rivela l'attività del Sole. Già da tempo era nota la concomitanza tra la comparsa delle «macchie solari» e le perturbazioni meteorologiche, ma l'esplorazione 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 un tempo brevissimo si verificano aumenti di attività dell'atmosfera terrestre, che riduce ogni cosa a particelle e a forze agenti fra esse, e dipendenti solo dalle distanze.

Attualmente queste tre ipotesi esauriscono le possibilità di interpretazione filosofica dei problemi fondamentali della fisica. La



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.

La presenza fino ad una distanza dalla superficie terrestre di circa 1000 chilometri; l'alta atmosfera, assai rarefatta, è in continuo, rapidissimo movimento, e la sua densità è rapidamente ed energicamente variabile. A quanto pare, il «vento solare» cui abbiamo accennato, influisce sui suoi movimenti e la sua densità; si ripercuotono sulle condizioni dell'alta atmosfera, che a loro volta condizionano l'assetto meteorologico. E questo appare come uno dei meccanismi di interazione Sole-clima terrestre, accanto al complesso dei fenomeni legati al campo magnetico terrestre, alle cariche elettriche che reggono «quella» da questo, ai processi locali che si svolgono nelle «fasce di Van Allen».

Giorgio Bracchi

il medico

## Tecnica elettronica per le diagnosi?

Assai spesso accade nelle visite ambulatoriali o negli studi medici affollati che manchi il tempo e la calma spirituale per giungere a diagnosi che non 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.

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 infermo, questi metteranno in moto lo schema che ad essi corrisponde, e da ciò verrà fuori il nome esatto della malattia in questione, senza che si debba affaticare il cervello umano in un lavoro di richiami mnemonici, di sottili deduzioni, di sintesi conclusive, lavoro che è pur sempre soggetto a errore.

Inoltre la macchina dopo aver fornito la diagnosi, è in grado anche di suggerire la

cura, e per di più scegliendo proprio quella più conveniente al caso particolare.

Il calcolatore elettronico, essendo stato già preparato in precedenza con gli schemi terapeutici richiesti non solo da ogni malattia, ma da ogni variante della medesima, può rispondere subito, e in quanto al medicamenti nuovi che si succedono di giorno in giorno è ovvio che aggiornarlo è continuo, con l'introduzione assidua di sempre nuove schede, è cosa che può essere fatta tempestivamente e con

Gaetano Lisi

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 (dal 2,3 cavalli ai 10-15) hanno avuto un tale sviluppo, negli ultimi anni che non è facile orientarsi tra tanti tanti modelli, tante applicazioni diverse.

Su 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 arriva 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 e motorizzato.

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 dev'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 motociatole: 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 eccentrico 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 motociatole) 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 intasamento.

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 un motore brillante, anche se con una «vita» relativamente breve, giacché le ore di funzionamento non saranno molte, e saranno scaglionate 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



Fuoribordo elettrico - Il motore, che è nella custodia cilindrica sulla destra, trasmette il moto all'albero dell'elica con una cinghia trapezoidale e una coppia di pulegge

noleggio o da pesca leggera, e di soddisfare le esigenze di quegli appassionati, non tanto rari, che percorrono chilometri su chilometri, tenendo in servizio il loro motore anche per dieci ore al giorno.

Per questi impieghi pesanti, è necessario che il motore sia più robusto, più pesante, abbia un regime di rotazione più basso, e sia costruito con materiali di caratteristiche più elevate. E' comprensibile quindi come sul mercato, si notino notevoli differenze di peso, prezzo, regime di rotazione e caratteristiche costruttive tra motori della stessa potenza.

Troviamo ad esempio un tipo da due cavalli e mezzo super-economico che costa 40.000 lire, accanto ad un tipo da due cavalli che ne costa 116.000, ma è costruito con blocco motore in bronzo speciale, e gli altri organi in acciaio di elevate caratteristiche.

Motore elettrico

Lo stesso si verifica nel campo dei motori da 3-4 cavalli: alcuni costano 90.000 lire, altri 150.000, altri, naturalmente, una cifra intermedia. I costruttori che presentano motori di pari potenza nelle due versioni e cioè normale e «da traino», li mettono sul mercato con una differenza di prezzo che si aggira sul 30%.

I prezzi, naturalmente, salgono con la potenza: motori da 5-8 cavalli costano dalle 130 alle 200.000 lire, mentre, quando si superano i 10 cavalli le cifre salgono rapidamente. Siamo ormai tra i tipi di «basso», adatti per motoscafi veloci, per lo sci nautico, e a disposizione di un ristretto pubblico di ricchi, che può agguagliare al costo di uno scafo veloce altre centinaia di migliaia di lire per motorizzarlo: mezzo milione, poco più o poco meno, per un motore da una cinquantina di cavalli.

Ma torniamo alle piccole ed alle medie cilindrate, 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 cielo a due tempi, ottenere motori semplici, con una maggior 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 sagoma 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 elica (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 efflusso 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, purtroppo, tutt'altro che raro e sempre piuttosto grave.

L'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, dev'essere sostituita o ricaricata. L'autonomia dell'imbarcazione risulta perciò limitata, ma il motore stesso risulta assolutamente silenzioso, pregio indiscusso nel caso della pesca costiera e della caccia in padule.

Paolo Sassi

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



Leopold Infeld

## risposte ai lettori

Ho letto in un articolo la parola «entropia»; potreste spiegarne il significato?

(E. R., Firenze)

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 vapore caldo nella caldaia di una locomotiva: immesso nei cilindri esso si espande 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, un urto 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 di più lente e di meno lente: alcune potranno anzi essere ancora veloci come lo 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 vi sono, e calare le loro vite da farle, raggruppare, lanciare contro un nuovo ostacolo da vincere. Questa parte inesorabile dell'energia ter-

mica iniziale trova una rappresentazione matematica piuttosto complessa nella grandezza che i fisici chiamano «entropia». E' secondo il principio della termodinamica, il quale afferma appunto che l'entropia tende ad aumentare.

Ho notato varie contraddizioni a proposito della polverina usata dai macellai per truccare la carne. Di che si tratta?

(S. T. Genova)

Sì, la stampa ha fatto qualche confusione nei riguardi della ormai famosa «polverina». Quando l'ha definita bisfinito solido, altri l'ha definita solido, altri addirittura solido, ma si tratta invece di solfina solida, «solfina» comunemente nota, come l'iposolfito per il suo impiego in bagni fotografici. Il solfina solido (solfina) è il sale mazzioniano usato perché più stabile di quello idratato. I suoi usi industriali sono molto vasti: idropulverizzatore e fissatore fotografico, agente di sbianca per fibre tessili, riducete nella fabbricazione di coloranti, anticolori, ecc. Tali usi dipendono dalle sue proprietà antiossidanti che sono poi quelle sfruttate nel caso della frizione alimentare delle carni, nota da moltissimi anni, e come tale usata in vari paesi, come per esempio in Germania dal 1902.