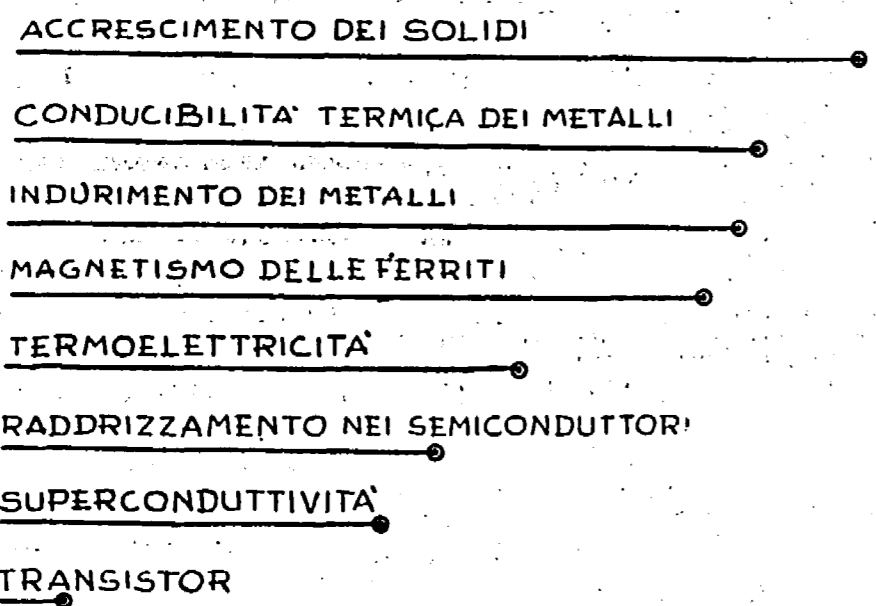


scienza e tecnica

Dal rame martellato dei nostri progenitori ai transistor e ai laser

Corpi solidi progettati come edifici o macchine

Le proprietà meccaniche, elettriche, magnetiche, termiche, dei metalli o dei cristalli non sono più accettate come si presentano in natura, ma modificate in base alle esigenze di impiego



Il grafico mostra il periodo intercorso — per ciascuna scoperta inerente alla fisica dei solidi — fra l'esperienza del fenomeno e l'interpretazione teorica



La « dislocazione a vite » di un cristallo

Si può avere una indicazione approssimativa del grado di sviluppo di un dato campo di ricerca semplicemente contando le pubblicazioni scientifiche apparse in un certo periodo. Se consideriamo la fisica dello stato solido — cioè il ramo della fisica che si occupa delle proprietà meccaniche, elettriche, magnetiche ecc. dei corpi solidi — desta un certo stupore la mole di lavoro compiuto in questo campo, e la tendenza ad un continuo, rapido sviluppo. Nel 1958 si valutava che gli scienziati attivi in tutto il mondo in questo campo fossero circa diecimila; credo di non sbagliare valutando che i « solidisti » italiani a quel tempo fossero meno di cinquanta; oggi, per fortuna, sono almeno raddoppiati e il ritmo di sviluppo pari a quello degli altri paesi progrediti.

Conduttori e isolanti

Fin dalla preistoria l'uomo studiò le proprietà dei materiali e tentò di ottenere materiali con caratteristiche tecniche più pregiate, procedendo per tentativi più o meno casuali; ancora oggi a una linea semiempirica è affidato in parte lo sviluppo nel campo della metallurgia e del magnetismo. Tra il Rinascimento e la fine del secolo scorso, hanno suscitato un certo interesse le proprietà di simmetria dei cristalli.

A partire dall'inizio del secolo scorso, con lo sviluppo della teoria atomica, ci si rese conto che i solidi cristallini sono formati, almeno in prima approssimazione, da atomi distribuiti simmetricamente nello spazio, e si cercò su questa base di interpretare le proprietà dei solidi ideali, o « perfetti ». Più recentemente ci si rese conto che molte proprietà fisiche dei solidi non sono interpretabili se non si ammette un certo grado di irregolarità nella disposizione degli atomi; si inaugurò così lo studio delle imperfezioni cristalline o dei « solidi reali ».

Ben presto la capacità di interpretare le proprietà dei solidi ebbe riflessi pratici di grande rilievo: divenne possibile fabbricare oggetti e dispositivi con proprietà e prestazioni predeterminate, superando i limiti di prestazione di materiali già esistenti in natura, o manipolati con criteri empirici.

Lo sviluppo della fisica dei solidi può essere illustrato scegliendo alcuni fenomeni tipici, non necessariamente interessanti per le loro applicazioni, e considerando il tempo intercorso tra la loro scoperta e l'interpretazione alla luce della moderna teoria atomica; per comodità introdurrò qualche semplificazione, che non altera il significato del discorso. Vediamo come primo esempio uno dei fenomeni dei solidi cristallini, che deve aver colpito i nostri lontanissimi progenitori: l'accrescimento di cristalli di sale da soluzione soprassatura di acqua di mare; possiamo ragionevolmente supporre, anche senza il conforto di prove dirette fornite da documenti archeologici, che una ventina di millenni fa, nell'età della pietra, gli uomini ricavarono sale dall'acqua di mare facendola evaporare lentamente al sole, per rendere più saporite le carni, o per conservarle meglio.

Quando, recentemente, si tentò di interpretare il fenomeno come dovuto alla formazione di nuovi strati di cristallo man mano che nuovi atomi (ioni) disciolti venivano ad attaccarsi alla superficie regolare del cristallo già formato, si andò incontro

ad un insuccesso; secondo un simile modello, un solido perfetto avrebbe una crescita enormemente più lenta di quella osservata in realtà. L'interpretazione di questo semplice fenomeno rappresenta uno dei successi della teoria dei cristalli reali; nel 1949 il fisico inglese Frank avanzò l'ipotesi che le superfici cristalline presentassero speciali irregolarità, « dislocazioni a vite », che avrebbero potuto facilitare la formazione di nuovi strati di cristallo; la teoria sviluppata da Frank fu brillantemente confermata qualche tempo dopo, quando le spirali di accrescimento previste poterono essere fotografate: circa una ventina di migliaia di anni quindi, fra la (presunta) scoperta di un fenomeno e la sua interpretazione corretta.

Un altro fenomeno fisico, nel quale l'uomo agli albori della storia si è certamente imbattuto, è la grande facilità dei metalli a trasmettere calore. Oro e rame allo stato nativo, cioè puri, sono i primi metalli usati dall'uomo; il rame sembra sia stato scoperto in Ungheria verso il 4000 avanti Cristo. Possiamo ragionevolmente supporre che, frugando nel fuoco con una asticciola di rame, qualche nostro progenitore si sia bruciato le dita, lasciandosi sfuggire impressioni verso le divinità più in voga in quell'epoca; da allora la distinzione fra conduttori ed isolanti termici entrò a far parte delle nostre nozioni empiriche. Bisogna aspettare ben quaranta secoli perché si giunga a capire, trattando i solidi cristallini con la meccanica quantistica (1928), che nei metalli gli elettroni sono liberi di variare la loro energia, trasportando il calore, mentre negli isolanti ogni variazione è proibita.

Le applicazioni più interessanti dei metalli non furono rivolte alle loro proprietà termiche, ma a quelle meccaniche, alla possibilità di lavorarli dando loro forme utili, alla durezza, alla resistenza, alla natura elastica. I metalli puri hanno proprietà meccaniche poco apprezzabili, perché molto teneri, quindi poco adatti per oggetti di uso pratico; all'inizio, infatti, furono impiegati prevalentemente per farne ornamenti. Più avanti ci si accorse che esistevano due modi per ottenere materiali più resistenti: avorando i metalli meccanicamente, per esempio martellandoli, e usandoli non allo stato puro, ma mescolati ad altri elementi. Il primo processo, a tutti ben noto (basti pensare a come indurisce un filo di ferro piegato e ripiegato consecutivamente per cinque o sei volte) pare sia stato introdotto verso il 3000 avanti Cristo: le prime leghe metalliche, rame misto a piccole quantità di arsenico o di stagno, risalgono alla fine del terzo millennio. Fenomeni così importanti non poterono essere spiegati prima del 1934, quando divenne chiaro che la deformità dei metalli è delle leghe connessa con la facilità con cui si sposta nel solido un altro tipo di difetto, la « dislocazione a spigolo »: per es. nei metalli lavorati a freddo e nelle leghe le dislocazioni sono bloccate, così che maggiore è lo sforzo necessario per smuoverle, quindi per deformare plasticamente il metallo.

Il magnetismo nei solidi è un altro fenomeno noto, almeno per certi suoi aspetti, fin dall'antichità; la magnetite, un ossido di ferro con la proprietà di una calamita, pare debba il suo nome alla città di Magnesia, dove le sue proprietà magnetiche erano state individuate sette secoli prima di Cristo. Le applicazioni dei materiali magnetici, se prescindendo

dalla bussola, divennero importanti soprattutto nel secolo scorso, con lo sviluppo di macchine elettriche, trasformatori, ecc.; i materiali impiegati furono esclusivamente i cosiddetti metalli « ferromagnetici » (leghe di ferro o di metalli simili). Solo recentemente, soprattutto alla Philips durante l'ultima guerra, si svolse lo studio dei composti « ferromagnetici », come i vari tipi di ferrite, interessanti perché, avendo una resistività elettrica molto elevata, permettono di ridurre le correnti indotte parassite e trovano impiego in dispositivi che lavorano alle alte frequenze; oggi in alcuni tipi di ferrite si arriva a frequenze superiori a 10¹⁰ (diecimila miliardi) cicli al secondo. La interpretazione delle proprietà dei materiali ferromagnetici risale ad una quindicina di anni fa, quando il francese Neel sviluppò la sua teoria, basata sull'esistenza di piccoli magneti elementari, localizzati sugli ioni di ferro. L'intervallo fra la scoperta del fenomeno e la sua interpretazione è asceso a circa ventisei secoli.

Le valvole « solide »

Durante il secolo scorso si sviluppò lo studio dei fenomeni elettrici, e i successi furono tali da rivoluzionare in ogni senso la tecnica, e di riflesso, molti aspetti della nostra esistenza. Furono ideati e realizzati dispositivi di ogni genere, sempre più complessi e delicati. E' proprio nel campo delle valvole elettroniche (diodi, triodi, ecc.) che la fisica dei solidi sta riscuotendo il suo successo più clamoroso, grazie alla invenzione delle valvole « solide » o « a semiconduttori ». In quasi tutte le loro applicazioni i tubi a vuoto: si tratta degli oramai ben noti diodi a semiconduttore

re e dei transistor. Qui si giunge finalmente a realizzare uno dei principali obiettivi nel campo della fisica, quello di anticipare la previsione di un fenomeno, anziché di cercarne a posteriori l'interpretazione. Così, se fra i primi lavori sui raddrizzatori solidi (Brown, 1874) e la loro interpretazione passano una settantina d'anni, dal 1940 in poi nel campo dei semiconduttori la scoperta di nuovi fenomeni procede di pari passo con la loro interpretazione, quando non è addirittura anticipata. Basti ricordare il diodo a giunzioni, realizzato nel 1941, e il transistor (1948 e 1949), che fruttò il premio Nobel agli inventori.

Non si può chiudere questa rassegna senza un accenno alla più recente scoperta del Maser e del Laser, macchine capaci di emettere fascetti molto intensi di onde elettromagnetiche coerenti (microonde nel Maser, luce visibile nel Laser). Il Maser fu proposto da Townes nel 1951 e realizzato tre anni più tardi; il primo Laser fu realizzato meno di tre anni fa. Per avere un'idea delle eccezionali prestazioni del Laser, si pensi che al recente congresso di Parigi fu comunicato che con due Laser in serie si ottiene un impulso brevissimo, della eccezionale potenza di 10¹¹ (cento miliardi) di watt.

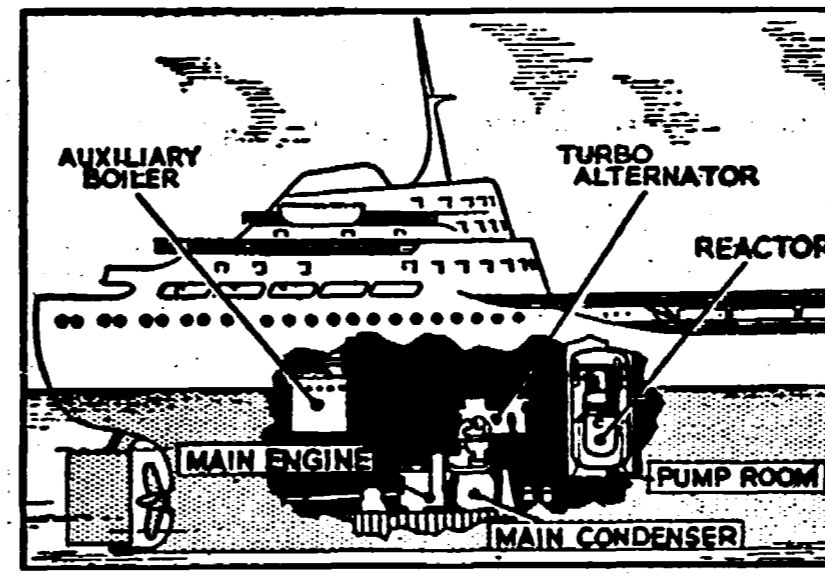
Per concludere, da quando la fisica dello stato solido è nata come branca della fisica moderna, anche nel campo delle applicazioni tecnologiche il procedimento di ricerca per tentativi empirici è stato in molti casi sostituito da ricerche per nuovi materiali e nuovi dispositivi sulla base di considerazioni teoriche; di conseguenza lo sviluppo delle applicazioni pratiche è proceduto ad un ritmo rapidissimo, e talvolta secondo linee nuove, a priori imprevedibili.

Roberto Fieschi

Fra industria privata e Stato

Contrasti in Inghilterra sulle navi nucleari

Preferiti due progetti dell'ente statale AEA a uno della Rolls Royce



L'ente britannico per l'energia nucleare (Atomic Energy Authority) è venuto in contrasto con l'industria privata — rappresentata dal gruppo Rolls Royce e dalla compagnia Mitchell per i programmi relativi alla propulsione nucleare navale. La Rolls Royce con la sua associata Vickers e la Mitchell avevano infatti preparato due progetti di reattori per la propulsione navale, che sarebbero stati scartati, mentre hanno avuto miglior fortuna altri due progetti studiati — uno totalmente e l'altro parzialmente — dalla AEA.

Il fatto è che questi progetti, sui quali riferisce il Financial Times, sembrano molto interessanti: il primo di essi concerne un reattore ad acqua bollente — detto « integrale » perché anche le pompe, i controlli e i congegni sussidiari sono contenuti nel recipiente cilindrico a pressione o pressione zero — di dimensioni straordinariamente ridotte: quattro

metri circa in altezza per due in larghezza. Il secondo progetto è di avanzata concezione e si riferisce infatti a un reattore del tipo detto a spectral shift, nel quale il moderatore è costituito da una miscela di acqua ordinaria e acqua pesante; la proporzione di quest'ultima aumenta via via che i nuclei di idrogeno della prima catturano alcuni dei neutroni prodotti dalla fissione.

« Due navi nucleari — a parte quelle da guerra — sono attualmente in navigazione », ricorda il Financial Times — « la NS Saratoga, di proprietà della Amministrazione per la marina del Dipartimento del Commercio degli Stati Uniti, e la Lenin, un rompighiaccio russo che è stata la prima nave di superficie a propulsione nucleare ».

Nel grafico, il reattore « integrale » (il cilindro a destra) nel quadro di un progetto per una petroliera a propulsione nucleare.

Con un metodo non molto diverso da quello attuale

La trapanazione del cranio già nota all'inizio del neolitico

Strumenti di selce o conchiglie e antisettici vegetali - Sette operazioni riuscite su uno stesso cranio



Il famoso teschio di Cuzco (Perù) con sette trapanazioni guarite, conservato al British Museum - (da Il Tesoro della scienza, ed. Sansoni)

Già nel secolo scorso erano venuti in luce negli scavi preistorici crani e resti umani presentanti forme patologiche curate con interventi chirurgici che possono meravigliare in forma di cultura primitiva: uno degli interventi più conosciuti era appunto la trapanazione del cranio, che, iniziata nel neolitico, è perdurata fino ai nostri giorni in molte regioni dell'Europa, in particolare in Algeria, in Cornovaglia, Montenegro, Albania, Turchia in Algeria, nelle isole della Melanesia e Polinesia, in Nuova Zelanda e nell'America Meridionale dove veniva già praticata in epoca precolombiana.

Il materiale raccolto è dunque molto abbondante, ma non è ancora ben chiaro lo scopo di questa operazione: è senz'altro connessa con fattori etnico-religiosi, ma, specialmente per i reperti appartenenti al neolitico, è molto difficile assumere una posizione precisa in merito.

Esistono tre categorie di trapanazioni craniche: trapanazione in vita con sopravvivenza del paziente, trapanazione in vita con decesso, trapanazione post-mortem. A queste si possono aggiungere le trapanazioni incomplete e le pseudo-trapanazioni che possono essere dovute a particolari forme patologiche, a fattori fisici e chimici che dipendono dal terreno in cui le ossa sono conservate, a micro parassiti, ad animali roditori.

I crani degli individui sopravvissuti si distinguono per i processi di cicatrizzazione dei bordi della apertura cranica, che possono essere dovuti a particolari forme patologiche, a fattori fisici e chimici che dipendono dal terreno in cui le ossa sono conservate, a micro parassiti, ad animali roditori. I crani degli individui sopravvissuti si distinguono per i processi di cicatrizzazione dei bordi della apertura cranica, che possono essere dovuti a particolari forme patologiche, a fattori fisici e chimici che dipendono dal terreno in cui le ossa sono conservate, a micro parassiti, ad animali roditori.

Questi strumenti venivano usati in modo diverso, a seconda che si intendesse asportare una rondella cranica, oppure raschiare la sostanza ossea. Nel primo caso, secondo alcuni, si producevano due solchi curvilinei delimitanti un ovale che veniva poi staccato; secondo altri si praticavano numerosi fori su un piccolo pezzo di osso, successivamente riuniti da incisioni che ne mettevano l'ossificazione di un disco osseo; in seguito si regolarizzavano i margini della ferita e si procedeva alla medicazione con sostanze vegetali. Contrariamente a quanto si può immaginare, la mortalità era molto bassa: molto dipendeva dall'abilità dell'operatore natural-

mente, ma non bisogna dimenticare le possibilità terapeutiche delle sostanze vegetali: ad esempio il liquido di nocce di cocco acerbato usato in Melanesia come disinfettante, è stato riconosciuto antisettico. Né bisogna dimenticare la resistenza fisica dei pazienti: non sono rari infatti i crani presentanti più di una trapanazione guarita, senza apparire al numero eccezionale di sette, riscontrata in un cranio maschile adulto.

Le cause che originarono quest'atto operatorio, deono essere ricercate naturalmente presso le popolazioni primitive vicine per cultura a quelle neolitiche: nella Melanesia e nelle Ande la trapanazione viene esercitata a scopo terapeutico, e probabilmente, dato che l'area della trapanazione coincide con l'area culturale delle popolazioni che usano la clava e la fionda, le ferite prodotte da queste armi avranno indotto i « medici » a praticare quest'operazione per eliminare le schegge ossee che potevano essere rimaste conficcate nel cranio; più tardi la pratica fu estesa a tutte le malattie di supposto origine endocranica, assumendo sfondi magico-religiosi.

La trapanazione post-mortem assume infatti questo carattere: noi sappiamo che fino a circa cinquant'anni fa in Europa si curava l'epilessia appunto con questo metodo e che era diffusissimo l'uso delle rondelle craniche come amuleti contro tutte le forme di follia. Questo fenomeno si può spiegare in parte col fatto che gli individui colpiti da tale malattia e guariti sopravvivendo all'operazione, fossero considerati esseri superiori, e quindi un frammento del loro cranio doveva essere un amuleto portentoso. Una conferma a questo si può trovare in una sepoltura neolitica rinvenuta in una grotta presso Roma, dove era stato sepolto un individuo deforme e sottoposto a trapanazione per malattia: la sua sepoltura era la più ricca di tutte, e non è improbabile che individui del genere fossero anche stregoni.

E' quindi abbastanza logico pensare che le prescrizioni in uso in età storica, attraverso il medioevo fino ai nostri giorni, che impongono l'uso di ossa del cranio umano contro l'epilessia, abbiano avuto la loro origine nel neolitico, attraverso un lungo processo che aveva rivestito di un alone di magia un fine originariamente solo terapeutico.

Largamente adottato il motore a turbina sugli elicotteri in URSS

I modelli V-2, V-8, V-10, Mi-6 sono più economici, veloci e capaci dei precedenti tipi a pistone

A soli quattordici anni dal decollo del primo elicottero sovietico prodotto in serie, migliaia di elicotteri sorvolano i cieli sovietici e vengono esportati all'estero. Ce n'è di tipi snarissimi, dai piccoli Mi-1 e Ka-15 agli odierni Mi-6, mentre nuovi progetti di elicotteri sono stati creati recentemente dal Premio Lenin Mikhail Mil.

Qual è la loro differenza dai primi modelli? La maggiore è costituita probabilmente dal fatto che sugli elicotteri sono stati installati motori a turbina. Si tratta di un grande cambiamento. Ad esempio, benché il V-2 abbia peso e dimensioni approssimativamente uguali a quelle del Mi-1 e il V-8 somigli molto al Mi-4, le loro caratteristiche sono rese profondamente diverse dalla presenza dei più leggeri e potenti motori a turbina. Mentre il Mi-1 può portare soltanto tre passeggeri, il V-2 ne accoglie sette. Così pure, il V-8 può portare 24 passeggeri invece degli 11 del Mi-4. La velocità delle nuove macchine è maggiore e il costo più basso.

Tanto il V-2 quanto il V-8 hanno due piccoli motori a turbina, ma possono volare anche con uno solo. Ciò accresce considerevolmente la sicurezza nel volo. Sia l'uno che l'altro hanno comode cabine passeggeri ed ampi finestrini. Il rumore e le vibrazioni all'interno sono minori che nei precedenti elicotteri con motore a pistone. L'eccellente isolamento termico e sonoro, il riscaldamento, la ventilazione e la comodità delle poltrone rendono il volo un vero piacere.

I progettisti si sono an-



che occupati dei bisogni dei servizi medici per via aerea. Ad esempio, un V-2 adattato a tali usi può contenere 4 cuccette con pazienti e un dottore o un'infermiera, mentre un V-8 può essere trasformato in un piccolo ospedale aereo, con un medico e dodici pazienti.

Una variante del V-2, che è destinata ai lavori agricoli, può contenere più di 900 chilogrammi d'insediabili, e i costi delle operazioni sono circa la metà di quelli che si hanno col Mi-1.

Il V-8 è fornito di un sistema di sospensione esterna che permette di trasportare carichi molto voluminosi e di peso superiore a 2,5 tonnellate. Sopra la porta della cabina del V-8 è installato un braccio di gru che consente di ricevere i carichi senza atterrare, il che ha molta importanza nei lavori di soccorso durante le inondazioni, ecc. La maggior parte del carburante sia nel V-2 che nel V-8 è contenuta in due recipienti

smontabili, appesi all'esterno. Ciò facilita la sistemazione dei carichi e la guida degli elicotteri.

Gli strumenti sono di tipo nuovissimo e consentono il volo anche di notte e in condizioni meteorologiche sfavorevoli.

Un altro nuovo elicottero è il pesante V-10, che in sostanza non è che una gru volante. Da tempo nell'Unione Sovietica si usano elicotteri per la costruzione di centri ripetitori della TV, per le riparazioni ai grandi edifici, per sistemare gasdotti e linee ad alta tensione, ma l'utilizzazione degli elicotteri convenzionali comporta alcune difficoltà, mentre non se ne hanno coll'elicottero-gru, il cui telaio è alto quattro metri. Nell'estate del 1961, durante la parata aerea di Tushino, una gru volante posò sul campo d'aviazione una casa prefabbricata di tipo standard per spedizioni geologiche, avente una superficie di base di 40 mq.

(Agenzia Novosti) NELLA FOTO: il V-2