

Scienza

Pressa il sodio e diventerà isolante

Lo conferma un articolo su «Nature» firmato anche da un studioso ticinese

Il sodio ad altissima pressione smette di condurre la corrente elettrica. Verrebbe voglia di fare spallucce: a chi può importare davvero, se non a qualche chimico-fisico, qualche geek appassionato di risultati scientifici strampalati? Adesso però pensate che questa scoperta è stata ottenuta con la collaborazione indispensabile di un ricercatore che opera a Manno, presso il Centro Nazionale Svizzero di Supercalcolo. E aggiungete che la ricerca è stata pubblicata da «Nature», una delle più prestigiose riviste scientifiche del mondo: insomma il Gotha della scienza. Fa già un altro effetto, no? Infine, riflettete sul fatto che questi studi sono preziosi per comprendere i pianeti (e già non è male) e magari, in futuro, per sviluppare nuovi materiali e nuove tecnologie dalle potenziali applicazioni pratiche (e qui la faccenda si fa davvero interessante).

PAGINA DI MARCO CAGNOTTI

■ Tutto comincia con una constatazione abbastanza semplice. Gli elementi chimici si dividono in due categorie: quelli che conducono bene la corrente elettrica e il calore, chiamati metalli, e quelli che invece sono isolanti. Esempi: il rame (conduttore) e lo zolfo (isolante). Secondo la teoria, gli isolanti diventano anch'essi conduttori quando vengono sottoposti a pressioni molto elevate. Per esempio, nel nucleo dei pianeti giganti gassosi, come Giove e Saturno, l'idrogeno diventa metallico, trasporta le cariche elettriche e genera un poderoso campo magnetico. Questo succede perché gli atomi nella struttura cristallina vengono schiacciati gli uni contro gli altri e i loro elettroni, non più confinati, possono muoversi liberamente.

La stranezza del sodio

Qualche anno fa, però, Yanming Ma, fisico della Jilin University, in Cina, ha un'intuizione: il sodio è diverso. Il sodio, secondo Ma, fa proprio il contrario: ad alte pressioni, da conduttore si trasforma in isolante. La spiegazione Ma la fornisce insieme ad Artem Oganov, un cristallografo teorico della Stony Brook University, negli Stati Uniti: gli elettroni non riescono più a muoversi nella struttura cristallina e rimangono bloccati negli interstizi fra un atomo e l'altro.

Avuta l'idea, bisogna però metterla alla prova. Si può fare? Ma e Oganov contattano Mikhail Eremets, che si occupa di pressioni estreme presso il Max Planck Institut für Chemie di Mainz, in Germania, e cercano di convincerlo a collaborare. Oganov ha sviluppato USPEX, un software potente che genera innumerevoli strutture cristalline. E lo fa con un procedimento genetico. Sulla base di pochissimi dati iniziali, produce molte strutture che vengono fatte mutare e incrociare, estraendo poi solo quelle più promettenti e lasciando estinguere tutte le altre. Poi però Oganov ha un problema: nella caterva di possibili strutture, come trovare proprio quella che potrebbe giustificare l'intuizione di Ma? Senza questa possibilità, anche solo teorica, è difficile persuadere gli sperimentalisti. Abbiamo a questo punto un cinese e un americano di origine russa che lavorano con un tedesco. E il Ticino che c'entra?

Salta fuori la struttura giusta

In Ticino c'è Mario Valle, un ingegnere elettronico che lavora presso il Centro Nazionale Svizzero di Supercalcolo nel gruppo «Data Analysis and Visualization». Valle, per dirla con una metafora, fa il minatore: sviluppa software che frugano in immense quantità di dati per ricavarne idee e correlazioni che abbiano un significato. Nulla di esotico e strampalato: sono programmi che servono per esempio alle aziende per analizzare i dati di vendita o le risposte ai questionari restituiti dai clienti oppure alla Polizia Scientifica per identificare le persone sulla base delle impronte digitali.

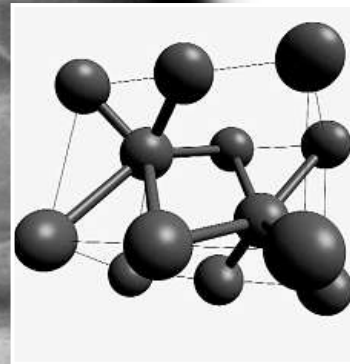
Mario Valle ha quindi sviluppato CrystalFp: un software che determina una sorta di «impronta digitale» numerica per ogni struttura cristallina e poi la confronta con tutte le altre impronte, per cercare delle somiglianze. Valle ha inoltre sviluppato STM4, che analizza i dati chimici e visualizza le strutture molecolari e cristalline. Dunque strumenti utilissimi a Yanming Ma e Artem Oganov per scovare proprio la struttura cristallina che potrebbe spiegare lo strano comportamento del sodio ad alta pressione. Oganov conosce bene il ricercatore ticinese perché, quando insegnava al Politecnico di Zurigo, era uno dei maggiori utenti del CSCS di Manno. «Integrando il software nell'algoritmo genetico di Oganov, abbiamo generato una valanga di strutture», spiega Valle, «alla ricerca di quella compatibile con l'idea originale di Ma». Risultato? «Ne abbiamo trovata una che

potrebbe spiegare i risultati degli esperimenti che mostra come la pressione necessaria sia alla portata della strumentazione», conclude il ricercatore ticinese. Ossia l'argomento per convincere Mikhail Eremets a effettuare la prova.

Il sodio diventa rosso e trasparente

Il resto della storia si svolge a Mainz. Con la minuscola incudi-

ne di una poderosa sa pressa, il gruppo di Mikhail Eremets sottopone il sodio a una pressione pari a 200 GigaPascal, quasi 2 milioni di atmosfere (un po' più della metà della pressione al centro della Terra). E il sodio cambia. Da bianco e conduttore diventa dapprima nero e isolante e poi, a 1,9 milioni di atmosfere, rosso e trasparente. L'ultima transizione, che lo renderebbe



MOLECOLE E PIANETI A sinistra, Giove ripreso dal Telescopio Spaziale «Hubble»: la conoscenza dei pianeti giganti gassosi dipende molto dalle simulazioni al computer e dagli esperimenti in laboratorio con la materia in condizioni estreme. Qui sopra, il Centro Nazionale Svizzero di Supercalcolo di Manno. Qui accanto, la struttura cristallina del sodio che può giustificare i risultati ottenuti dagli esperimenti. In basso, Mario Valle.

del tutto trasparente come il vetro, dovrebbe verificarsi a 3 milioni di atmosfere. Ma è ancora al di là delle possibilità strumentali. Il risultato è noto: un articolo pubblicato su «Nature» e firmato, fra gli altri, da Yanming Ma, Mikhail Eremets, Artem Oganov e Mario Valle. Al CSCS l'altra sera stappavano lo spumante.

A che serve tutto questo?

Giocattoli per scienziati, si potrebbe pensare. Chi si interessa davvero alla materia in queste condizioni estreme? In termini un po' brutali: alla casalinga di Melide che cosa importa? Mario Valle comprende l'obiezione: «È vero, non capita mai di incontrare queste pressioni nella vita quotidiana. Però...». Però? «Però anzitutto la materia si trova in quelle condizioni altrove nell'universo. Per esempio all'interno dei pianeti come Giove. Se vogliamo capire che cosa succede in questi astri, dobbiamo provare a riprodurre quelle condizioni sulla Terra, in laboratorio. E poi le applicazioni pratiche non si possono escludere. Se riuscissimo a trovare strutture cristalline strane nei materiali comuni, potremmo fornire indicazioni agli sperimentalisti per sintetizzarli in laboratorio. Prenda il boro, per esempio. Il boro? Che c'entra il boro? «Il boro c'entra, perché Artem Oganov ha pubblicato un altro articolo, stavolta sul boro, nel quale mostra come, a pressioni enormi, quest'elemento diventa straordinariamente duro. Molto più duro del diamante. E così difficile immaginare le applicazioni industriali?».

LA STIMA DI ARTEM OGANOV

«Mario Valle, uno scienziato estremamente creativo»

■ Mario Valle, dopo essersi laureato in ingegneria elettronica presso l'Università «La Sapienza» di Roma, ha lavorato presso la Advanced Visual Systems e la Digital Equipment. Vive a Varese e dal 2003 lavora presso il CSCS di Manno, dove si occupa di software per la visualizzazione. Ha pure insegnato visualizzazione e comunicazione visuale al Politecnico di Zurigo. Artem Oganov, che ha insegnato al Politecnico di Zurigo e quindi, da

utente del Centro Nazionale Svizzero di Supercalcolo, conosce bene Valle, in una comunicazione privata a Dominik Ulmer, del CSCS, si esprime su di lui in termini molto lusinghieri: «La collaborazione con Mario Valle è stata molto preziosa per me. Nell'articolo per «Nature» abbiamo usato alcuni strumenti di analisi sviluppati da lui. Mario è un eccellente ricercatore e uno scienziato estremamente creativo».



QUANDO NON SI PUÒ ANDARE IN LABORATORIO

Fra la teoria e la sperimentazione gioca un ruolo fondamentale la simulazione

■ C'è uno scienziato (il teorico) che si sprema le meningi e formula una teoria e ce n'è un altro (lo sperimentale) che si sprema le meningi e va a verificare quella teoria in laboratorio: questa è la vulgata dell'epistemologia, ossia la branca della filosofia che si occupa della conoscenza in generale e di quella scientifica in particolare. Peccato che questa vulgata sia, se non proprio sbagliata, almeno semplicistica. Tanto per cominciare, il passaggio non è così immediato. Poi sul concetto di «verifica» ci sarebbe molto da discutere (Karl Popper parlava piuttosto di «falsificazione»). Inoltre fra il teorico e lo sperimentale c'è una zona grigia di ricercatori con le competenze degli uni e degli altri, indispensabili affinché la teoria venga messa alla prova. Infine ci sono scienze che un laboratorio proprio non ce l'hanno. Perché? Semplice: perché nessuno è in grado di riprodurre certi fenomeni sulla Terra. Troppo alta la temperatura. Oppure troppo elevata la pressione. O magari troppo lunghi i tempi di sviluppo del fenomeno.

Per esempio, che cosa accade nel nucleo del Sole? Difficile dirlo: ancora non si riesce a tenere sot-

to controllo una fusione nucleare permanente a 15 milioni di gradi. Per la verità sarebbe bello: quando ne saremo capaci, avremo risolto i nostri problemi energetici in maniera efficiente, pulita e definitiva. In attesa di quel momento, e anche per prepararlo, studiare in laboratorio le condizioni nel nucleo del Sole è impossibile. E allora? Allora, sulla base della teoria, si fa una simulazione al computer, se ne ricavano delle previsioni sulle proprietà misurabili del Sole (come la temperatura superficiale o l'emissione di neutrini) e si va poi a controllare se quelle previsioni sono corrette.

E ancora: come evolvono le stelle? Certo non è possibile osservarne una e aspettare che nasca, si sviluppi e muoia: i tempi, dell'ordine delle centinaia di milioni di anni, sono al di fuori della portata di una vita umana. Dunque mano alle simulazioni, poi alle previsioni e infine alla verifica osservando gli astri nelle loro diverse fasi, nell'immenso campione celeste a disposizione degli astrofisici.

Esempi troppo remoti? In fondo, a chi importa del nucleo del Sole e dell'evoluzione delle stelle? Tor-

niamo allora (letteralmente) coi piedi per terra, e chiediamoci come si comportano le rocce sottoposte ad altissime pressioni durante un terremoto: una domanda importante e concreta. Certo non si può replicare un sisma in laboratorio, e neppure è pensabile aspettare che se ne verifichi uno su misura. Perciò, di nuovo, si effettuano delle simulazioni al computer.

Solo che il computer per questi compiti non può essere quello che troneggia sulle scrivanie dei nostri uffici. Servono macchine assai più potenti, con software studiati su misura. E no, non guardate alla Silicon Valley. Guardate a Manno, invece, dove c'è il CSCS, ossia il Centro Nazionale Svizzero di Supercalcolo. Perché troppo spesso gli stessi ticinesi pensano a questo triangolo di Svizzera come alla terra dei bocalini, delle formaggelle, dei castelli e del Festival del Cinema, e semmai anche della finanza luganese. Ma accanto a tutto questo c'è un centro di ricerca che molti ci invidiano. Un centro grazie al quale si è fatta chiarezza sul sodio ad alta temperatura e si è giunti alla pubblicazione su «Nature».