

L'interazione elettromagnetica IV (08/02/2006)

Stavolta ci rilassiamo davvero e parliamo solo di un argomento semplice. Discuteremo delle vere e proprie **forze a contatto**, che sono le forze con cui abbiamo familiarità giorno per giorno. Infatti, in questo caso possiamo parlare proprio di **forze in senso stretto**, e non d'**interazioni**.

Quando appoggiamo la mano su un oggetto e lo spingiamo, sentiamo la reazione dell'oggetto contro la nostra mano, e dunque la percezione tattile c'informa che stiamo "**toccando**" qualcosa. Ma cosa significa "toccare" e "spingere" dal punto di vista delle quattro interazioni fondamentali della natura? Che le "forze a contatto" rappresentino un nuovo e differente tipo d'interazione? O sono un caso particolare di quelle già conosciute? La risposta giusta è la seconda, anche se le cose sono (ovviamente) un po' più complicate di quanto ci sembrerebbe indispensabile.

La materia normale è composta d'atomi e molecole; in particolare quella vivente che, pur contenendo grandi quantità di molecole semplici come quella dell'acqua, si basa su molecole complicatissime formate di decine di migliaia d'atomi. In conseguenza, anche la nostra pelle è formata da molecole molto complesse. Ma cos'è una molecola? È un insieme d'atomi, vale a dire di nuclei atomici e orbitali elettronici, in cui gli orbitali stessi si raggruppano in modo stabile e un certo numero d'atomi restano legati tra loro. Cosa c'è dunque alla superficie più esterna della nostra pelle? Orbitali elettronici. E sulla superficie dell'oggetto che stiamo spingendo? Altri orbitali elettronici, appartenenti a molecole diverse. Il contatto fisico è dunque l'interazione tra elettroni nel nostro corpo che, avvicinandosi agli elettroni dell'oggetto che stiamo spingendo, esercitano una forza di repulsione elettrica. La reazione fisica, che dal nostro punto di vista è il senso del **tatto**, non è altro che un caso particolare d'interazione elettromagnetica.

Dunque, in senso strettissimo, noi non veniamo mai in contatto fisico con gli atomi d'altri oggetti, poiché se gli orbitali elettronici delle molecole della nostra pelle penetrassero negli orbitali elettronici di un altro oggetto, avremmo una frattura di molecole, e magari anche una ionizzazione d'atomi. Ma la forza elettromagnetica tra gli orbitali d'oggetti diversi (e anche la "forza di Pauli", di cui faremo cenno riparlando di Meccanica Quantistica nel contesto delle particelle elementari) è talmente intensa che gli oggetti cominciano a spostarsi prima che gli orbitali elettronici possano compenetrarsi.

Ma allora cosa succede, quando ci tagliamo la pelle con la lama di un coltello? Anche in questo caso, non abbiamo spezzato nessuna molecola. Abbiamo invece esercitato una forza elettrica così localizzata che, spingendo le molecole, queste si sono fatte da parte, e dunque il metallo del coltello ha finito per spostare intere cellule e penetrare all'interno di un vaso sanguigno. Per quanto il risultato possa essere cruento, nessuna molecola è stata danneggiata. Un'arma bianca può uccidere per semplice spostamento di molecole e intere cellule. Questo è consolante.

Un'arma da fuoco uccide sostanzialmente nello stesso modo, ma in questo caso ci possono essere anche molecole che sono letteralmente spezzate. Infatti, il problema è tutto d'energetica. Le molecole **organiche**, sono tenute assieme da legami **deboli**. Di fatto, è sufficiente riscaldarle fino a temperature di un centinaio di gradi o anche meno, e s'innesci il fenomeno di **cottura**, che è una vera e propria distruzione di massa di molecole poco legate e loro riaggregazione in molecole più stabili. Ma anche un proiettile d'arma da fuoco possiede un'energia cinetica sufficiente a spezzare le molecole che incontra. Per confrontare i legami che tengono assieme le molecole organiche e altri tipi di molecole, ricordiamo che quella dell'acqua può resistere fino a temperature di 4000 °C.

Pensiamo ora a un martello che batte su un chiodo: la situazione delle **forze a contatto** è differente? No. In quel caso, il ferro si presenta sotto forma atomica; orbitali d'atomi di ferro che si respingono con orbitali d'altri atomi di ferro. Il che ci fa sorgere un dubbio: come fanno gli atomi di ferro del martello a "sapere" che appartengono al martello e non al chiodo? Non ci sarà il rischio che una martellata finisca per "saldare" martello e chiodo? Bene: finché trattiamo di martello e chiodo è quasi impossibile che questo avvenga, poiché si tratta di leghe diverse, con reticoli cristallini diversi, pieni d'imperfezioni, irregolarità fisiche e chimiche. Ma provate a martellare due lamine sottili d'oro puro sovrapposte. O provate a prendere due "mattoni" di rame purissimo con superfici molto ben rettificata e pulite da ogni impurità chimica, e appoggiarli uno sull'altro.