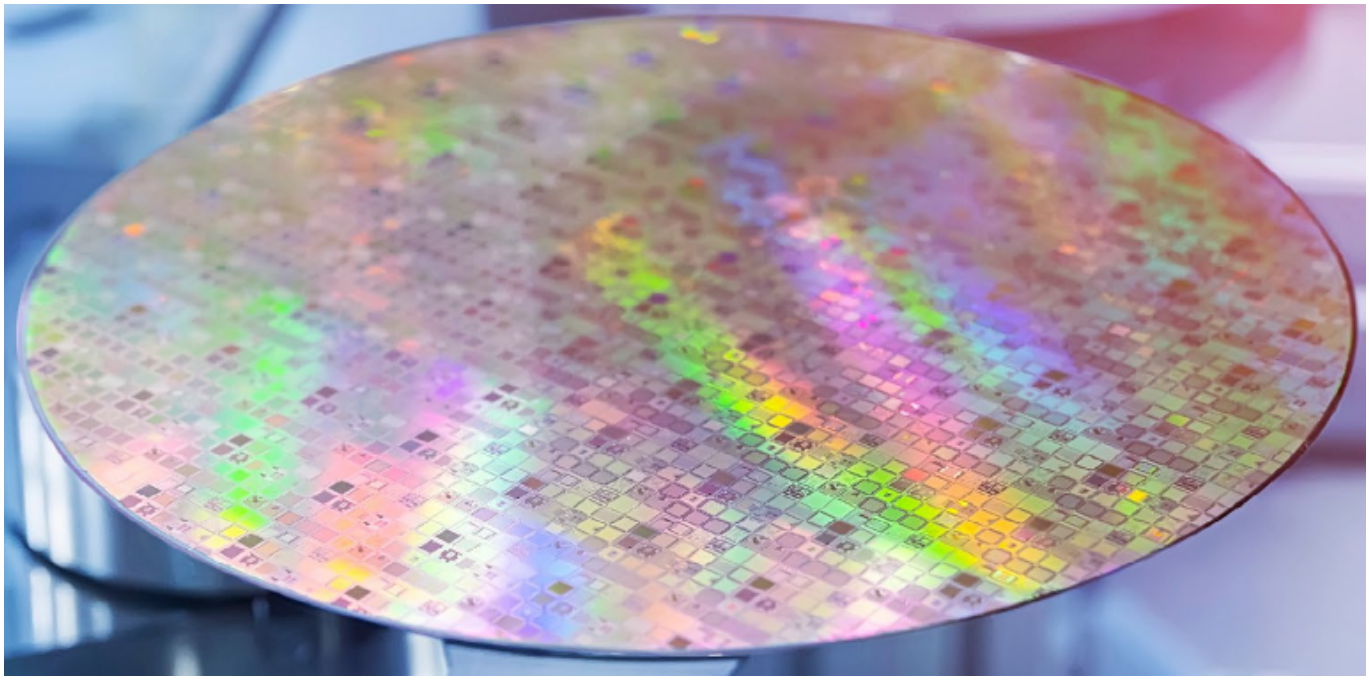
La corrente elettrica – la conduzione – metalli e semiconduttori



Ogni anno, nel mondo si vendono più di 1’000 miliardi di chip (140 per ogni abitante della terra); stanno cambiando gli equilibri mondiali per effetto della civiltà del silicio: non solo per effetto della microelettronica e questo da solo basterebbe, ma anche per tutte le problematiche legate alla questione energetica e al fotovoltaico. In termini di miniaturizzazione nei chip i singoli componenti hanno raggiunto la dimensione di qualche nanometro (pari alle dimensioni di quache atomo) e dunque anche l’insegnamento della fisica generale si deve dare una mossa se non vogliamo costruire una *civiltà di zombie* che camminano con in mano uno smartphone sempre più evoluto, ma hanno un livello di consapevolezza sempre più basso.

Ecco a voi la nuova versione del capitolo 4 della V parte: mi sono fatto una semplice domanda. Ha senso continuare a presentare le correnti elettriche come se non vivessimo ormai

nella civiltà del silicio e dei semiconduttori? Così il capitolo che, in origine parlava solo della corrente elettrica e della legge di Ohm è stato quasi integralmente riscritto.

Ho conservato alcune delle cose che consideravo e considero degli elementi di forza:

- la attenzione al fatto che alcuni elementi che diamo per scontati o per ovvi, tali non sono; parlo della comprensione che la elettricità, storicamente nata come insieme di mondi separati, era una cosa unitaria il cui carattere unitario era da dimostrare attraverso esperimenti in cui si evidenziasse che le diverse forme di elettricità (comune, chimica, termoelettrica, magnetica, animale, …) potevano produrre gli stessi fenomeni; parlo anche del fatto che una legge importante come la legge di Ohm è nata quando non esistevano generatori affidabili e non esistevano gli strumenti di misura con cui la presentiamo oggi e dunque Ohm utilizzò come generatori di corrente delle coppie bimetatalliche e come misuratori del passaggio di corrente degli aghi magnetici
- la sottolineatura del fatto che la nozione di corrente elettrica è stata elaborata prima che si poitesse iniziare a parlare di cariche in moto e con Ampere la corrente ha un carattere primigenio
- il fatto che la differenza di potenziale (legata al carattere conservativo della forza elettrica), la forza elettromotrice (legata necessariamente a campi diversi dal campo elettrostatico) e la caduta di tensione sono cose concettualmente diverse diverse anche se si misurano tutte in volt
- la necessità di utilizzare principi riduzionistici con cui, attraverso modellii, si dà una interpretazione microscopica di eventi macroscopici; ma nel farlo, non bisogna affezionarsi troppo a tali modelli sia perché hanno natura provvisoria, sia perché, spesso, non

spiegano molte altre cose, la cui esistenza non va nascosta sotto il tappeto. Per esempio il modello della conduzione nei solidi, basato su un gas di elettroni in moto disordinato, spiega alcune cose relativamente al comportamento dei metalli, ma incontra difficoltà sul altri fronti e non spiega, banalmente, come mai questo gas di elettroni ceda al reticolo cristallino solo la energia del moto ordinato, parte infinitesima di quella del suo moto disordinato anche se, in base al modello, il gas e il reticolo cristallino presentano temperatura molte diverse.

Dunque l'impianto generale è rimasto ma, come accennavo in premessa, ho deciso che era ora di incominciare a parlare seriamente della conduzione nei solidi (metalli, semiconduttori e dielettrici). Parlarne era importante per poter trattare almeno a livello introduttivo dei semiconduttori; ma per trattare della conduzione nei solidi occorre introdurre questioni come livelli energetici discreti, numeri quantici e modifiche ai livelli energetici quando gli atomi si avvicinano e si dispongonoi secondo strutture regolari, come accade nei solidi cristallini in cui si presentano le cosiddette bande.

Ho fatto, ovviamente, delle scelte di compromesso e, senza entrare troppo nei dettagli di tipo tecnico che richiedono conoscenze, sia fisiche, sia matematiche di tipo superiore. Per questa ragione ho lasciato perdere faccende come i livelli di Fermi e la statistica da cui quel concetto deriva. Per la stessa ragione non sono entrato troppo in dettaglio sulle leggi quantitative che riguardano la conduzione nei semiconduttori.

Così le spiegazioni sul funzionamento delle giunzioni da cui nascono i diodi e i transistor sono date in maniera semiqualitativa, ma intanto ci sono e dunque troverete un po' di cose sugli elementi bipolari (diodi raddrizzatori, zener, led, …) e tripolari (transistor) su cui si basa la moderna

microelettronica (naturalmente ci sono anche le celle fotovoltaiche).

Alla fine siamo passati da circa 40 a 70 cartelle, ma non sentitevi obbligati a leggere tutti i paragrafi e soprattutto a leggere le cose in maniera sequenziale. Sul piano applicativo ho scelto, per quanto riguarda le parti nuove di introdurre molto poco perché si tratta di un corso di fisica generale e non di elettronica o di fisica dei solidi.

La pagina del corso di fisica – Il link al capitolo 0504