Podstata supravodivosti

V letech 1956 - 1957 se objevila *BCS* teorie, pojmenovaná podle autorů: amerických fyziků Johna Bardeena (1908 - 1991), Leona Coopera (narozen 1930) a Johna Roberta Schrieffera (narozen 1931); všichni jsou spolunositelé Nobelových cen. Tato teorie se pokusila o vysvětlení podstaty supravodivosti. Při zkoumání supravodičů I. druhu se zjistilo, že supravodivé vlastnosti (kritická teplota) jsou závislé na izotopu daného prvku - tzv. **izotopový jev**. Na první pohled byla tato závislost nepochopitelná, protože izotopy se liší jen počtem neutronů v jádře (a tedy i hmotností), ale počet elektronů, elektronové stavy, ... jsou stejné. To vedlo vědce k myšlence, že vysvětlení jevu nebude závislé jen na elektronech, ale že se na jevu supravodivosti podílí i krystalická mřížka, neboť hmotnost jader ovlivňuje podstatně její dynamiku. Při snížení teploty pod teplotu kritickou se vlastnosti mřížky už neprojevují, ale přesto ovlivňuje chování elektronů.

Cooper to vysvětluje tak, že při nízkých teplotách dochází k párování elektronů (vznikají tzv. **Cooperovy páry**), přičemž se párují elektrony s opačným spinem. Existuje interakce, která je drží pohromadě i přes odpudivé Coulombovské síly, ale sama vazba není příliš silná. Tento pár (dvou fermionů) se chová navenek jako boson. Existuje-li v daném materiálu Cooperův pár elektronů, je materiál supravodivý. Při teplotě $0\,\mathrm{K}$ vzniká jeden pár na 10^6 elektronů. S rostoucí teplotou klesá počet vytvářejících se párů, až při kritické teplotě T_c neexistuje žádný.

Fermiony jsou částice z nichž se skládá hmota (elektron, proton, neutron, ...), zatímco bosony jsou částice, které přenášejí silové interakce (foton, gluon, ...). Oba druhy částic se liší svými vlastnostmi (spin, hmotnost, ...).

Párování elektronů je dáno vlastnostmi krystalové mřížky - elektrony spolu interagují prostřednictvím mřížky. Letící elektron totiž ovlivňuje kmitání atomů mřížky ve svém okolí. Ostatní elektrony na tuto změnu reagují, přičemž nejcitlivěji reaguje elektron nejbližší danému elektronu, který má opačný spin. Vazbu Cooperových párů elektronů tedy zprostředkovává dynamika mřížky.

Spin elektronu souvisí s jeho magnetickým momentem. Vložením supravodiče do vnějšího magnetického pole dojde ke stáčení spinu elektronu do směru magnetických indukčních čar vnějšího magnetického pole. Tak se postupně rozpadnou Cooperovy páry a materiál přestane vykazovat supravodivé vlastnosti.

Tato teorie byla velmi dobře potvrzena u supravodičů I. druhu. Vysokoteplotní supravodivost, kde se jedná o materiály komplikované struktury, tímto způsobem není možné vysvětlit. Ověření různých hypotéz a konečný výklad tedy bude ještě nějakou dobu trvat.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.