

وابستگی دمایی مقاومت ویژه چگونه است؟

در یک بلور کامل که همهی اتمها در جای خود قرار دارند، الکترونهاي آزاد در يك تحليل مكانيك كوانتومي درست مي‌توانند بدون هيچ برخوردی درون بلور حرکت کنند. ولي اتمها گرد مکان‌هاي تعادل خود ارتعاش مي‌کنند. با افزایش دما دامنه‌ي این ارتعاش‌ها افزایش یافته، برخوردها بیش‌تر تکرار می‌شوند، و زمان آزاد میانگین τ کاهش می‌یابد. در نتیجه این نظریه پیش‌بینی می‌کند که مقاومت ویژه‌ي يك فلز با دما افزایش می‌یابد. در يك ابر رسانا، به تقریب هیچ برخورد ناکشسانی وجود ندارد و مقاومت ویژه صفر است.

در يك نیم‌رسانا خالص نظیر سیلیسیوم یا ژرمانیوم، تعداد حامل‌هاي بار در واحد حجم، n ، ثابت نیست، بلکه با افزایش دما به‌طور خیلی سریع افزایش می‌یابد. این افزایش در n برتری بسیار زیادی بر کاهش زمان آزاد میانگین دارد، و در يك نیم‌رسانا مقاومت ویژه همواره با افزایش دما به سرعت کاهش می‌یابد. در دماهاي پایین، n بسیار كوچك است و مقاومت ویژه آنقدر بزرگ می‌شود که ماده را می‌توان عایق در نظر گرفت.

الکترونها بين برخوردها از طریق کاری که توسط میدان الکتریکی روی آنها انجام می‌شود انرژی کسب می‌کنند. در حین برخوردها مقداری از این انرژی را به اتم‌هاي ماده‌ي رسانا منتقل می‌کنند. این امر منجر به افزایش در انرژی درونی ماده و دما می‌شود؛ به این دلیل است که سیم‌هاي حامل جریان گرم می‌شوند. اگر میدان الکتریکی درون ماده به قدر کافی بزرگ باشد، يك الکترون می‌تواند بین برخوردها انرژی کافی برای کندن الکترونهايي که به‌طور معمول به اتم‌هاي درون ماده مقید شده‌اند کسب کند. سپس این الکترون‌ها نیز الکترون‌هاي بیشتری را می‌کند، و الي آخر، که ممکن است به يك جریان بهمن‌آسا منجر می‌شوند. این اساس میکروسکوپی فروشکست دي‌الکتریکی عایق‌هاست.