

<http://physicsweb.org/article/news/11/5/13>

2007/05/15

مقاومت - منفی در یک گاز - الکترونی در دو بُعدی

آن‌ها پی که فیزیک می‌خوانند از همان ابتدا می‌آموزند که مقاومت - الکتریکی با جریان - بار مخالفت می‌کند، و ذاتاً مثبت است. اما یک گروه پژوهش‌گرا ترکیه و آلمان که گازها الکترونی در دو بُعدی در دماها ی کم در یک اَبَرسانا را بررسی می‌کنند مدعی اند مقاومت - منفی دیده اند. آن‌ها می‌گویند این پدیده ی غریب را می‌شود برای ساختن - چشمه‌ها ی ریز - تابش - تراهرتس به کار برد. چنین تابش ی را نوعاً فقط در ابزارها ی بسیار بزرگ‌تر مثل - سینکروترون می‌شود تولید کرد [1].

در رساناها ی معمولی، مقاومت - الکتریکی نتیجه ی حرکت - ذره‌ها ی باردار (معمولاً الکترون‌ها) بین - دو پایانه تحت - تاثیر - یک میدان - الکتریکی است. الکترون‌ها در مسیر - شان با یون‌ها و ناخالصی‌ها برخورد می‌کنند و این برخوردها به مقاومت و اتلاف - انرژی می‌انجامد.

پس اگر ماده ای مقاومت - منفی داشته باشد، یعنی به طریق ی انرژی به الکترون‌ها منتقل می‌شود و حرکت - الکترون‌ها سریع‌تر می‌شود. مشکل این جا است که انرژی از هیچ درست نمی‌شود. چنین روی داد ی قانون - اول - ترمودینامیک را نقض می‌کند. بر اساس - این قانون انرژی ی یک سیستم - بسته پایسته است.

ایسمت کایا [2] از دانش‌گاه - سابانجی [3] در ترکیه، و کارل ایرل [4] از مؤسسه ی ماکس پلانک [5] در آلمان می‌گویند مقاومت - منفی در رسانا یی با سه پایانه در یک خط ممکن است. به طور - نظری ممکن است بخش ی از انرژی یی که در حرکت - الکترون‌ها از یک پایانه به پایانه ی دوم تلف می‌شود، به الکترون‌ها یی برسد که از پایانه ی دوم به پایانه ی سه‌وم می‌روند. در این صورت این الکترون‌ها می‌توانند بر خلاف - نیروی الکتریکی (به بیان - دیگر با مقاومت - منفی) حرکت کنند، و در عین - حال قانون - اول -

ترمودینامیک هم نقض نشود.

مشکل - این نظریه این است که لازم است تعداد ی الکترون - داغ به شکل - یک باریکه از بخش - اول به بخش - دوم بروند و انرژی ایشان را منتقل کنند. اما در حالت - عادی اصل - طرد - پاولی [6] با این پدیده مقابله می کند. یک نتیجه ی این اصل آن است که الکترون ها در همه ی جهت ها توزیع انرژی ی یک نواخت ی دارند. کایا و ایرل، با ساختن - یک ساختار - کوچک به طول - $10 \mu\text{m}$ از جنس - GaAs و AlGaAs این مشکل را حل کرده اند. در این ساختار الکترون ها مثل - یک گاز - دو بُعدی رفتار می کنند. با سرد کردن - این ساختار تا 4.1 K ، الکترون ها یی که به پایانه ی اول تزریق می شوند می توانند موقتاً اصل - طرد را دور بزنند و انتقال انرژی ی لازم را انجام دهند.

کایا به فیزیکس وی [7] گفت این پدیده ی مقاومت منفی را می شود برا ی ساختن - یک چشمه ی تابش - تراهرتس به کاربرد: کافی است یک القاگر به این ساختار افزوده شود. تابش - تراهرتس بین - ناحیه ها ی میکرو موج و فرسرخ - طیف - الکترومغناطیسی است، و شاید زمان ی با آن بشود با با آهنگ - زیاد داده منتقل کرد. اما فعلاً فقط در ابزارها ی بزرگ ی مثل - شتاب دهنده های ذرات - سینکروترون است که چنین تابش ی تولید می شود.

[1] Physical Review Letters **98** 186801

[2] Ismet Kaya

[3] Sabancı

[4] Karl Eberl

[5] Max-Planck

[6] Pauli

[7] PhysicsWeb