

<http://physicsweb.org/article/news/11/3/1>

2007/03/02

گرافن و ضریب شکست منفی

گرافن و مواد با ضریب شکست منفی دو تا از داغ‌ترین زمینه‌ها ی فیزیک اند. کم‌تر کسی فکر می‌کند این دو به هم مربوط شوند. اما یک گروه فیزیک‌پیشه از بریتانیا و ایالات متحده پیش‌نهاد کرده اند گرافن را می‌شود به شکل یک عدسی ی ریز به کاربرد که از طریق ضریب شکست منفی الکترون‌ها را کانونی می‌کند. این عدسی هنوز ساخته نشده، اما شاید زمانی با آن بشود الکترون‌ها را دقیق‌تر از آن چه با عدسی‌های الکترون فعلی ممکن است کانونی کرد [1].

فکر این عدسی مال وادیم چیائوف [2] و ولادیمیر فالک [3] از دانش‌گاه لانکاستر [4] در بریتانیا، و بریس آلتشولر [5] از دانش‌گاه کلمبیا [6] در ایالات متحده است. چنین عدسی بی شامل دو الکتروند فلزی ی تخت خواهد بود که کنار هم و درست بالای یک نوار گرافن (اما بدون تماس با آن) اند. این نوار گرافن یک لایه ی از اتم‌ها ی کربن به کلفتی ی فقط یک اتم است.

یک الکتروند ولتاژ مثبت دارد و الکترون‌ها را به بخش ی از گرافن جذب می‌کند که زیر آن است. الکتروند دیگر ولتاژ منفی دارد و الکترون‌ها را از بخش ی از گرافن که زیر آن است می‌راند. به بیان دیگر حالا گرافن یک ناحیه ی p و یک ناحیه ی n دارد که بین شان یک پی‌وندگاه خوش‌تعریف pn است، در ناحیه ی بین این دو الکتروند.

این پژوهش‌گران حساب کردند چه می‌شود اگر یک چشمه ی الکترون در ناحیه ی n باشد. به گفته ی این گروه، الکترون‌ها یی که با زاویه ی θ نسبت به خط عمود بر پی‌وندگاه حرکت می‌کنند، می‌شکنند و با همان زاویه نسبت به خط عمود (اما در طرف مخالف) حرکت می‌کنند، درست شبیه وقت ی نور وارد محیط ی با ضریب شکست منفی می‌شود. در واقع الکترون‌ها یی که از یک چشمه ی نقطه‌ای در طرف n می‌آیند

باید در یک نقطه ی دیگر در طرف p کانونی شوند. از شبیه سازی ها یی که این پژوهش گران انجام داده اند بر می آید فاصله ی کانونی ی چنین عدسی یی حدود یک میکرومتر است.

این رفتار عجیب به خاطر ساختار نواری ی ویژه ی گرافن است، که ناشی از این است که اتم ها ی کربن در یک ساختار شش ضلعی آرایش یافته اند. به گفته ی این گروه، شکست منفی ناشی از الکترون ها یی است که از نوار رسانش گرافن به نوار ظرفیت آن می روند. نتیجه ی این حرکت آن است که مؤلفه ای از تکانه که با پیوندگاه موازی است منفی می شود.

متأسفانه این عدسی ها مشکلات ی هم دارند. فقط الکترون ها یی که عمود بر پیوندگاه حرکت می کنند 100% از پیوندگاه می گذرند. این کاهش تعداد الکترون ها در عبور از پیوندگاه نتیجه آش آن است که با چنین ابزارها یی نمی شود عدسی ها ی کامل ی ساخت که الکترون ها را به ناحیه ای کوچک تر از طول موج ذاتی الکترون ها کانونی کند در حال ی که چنین کاری، با مواد با ضریب شکست منفی ممکن است.

هم چنین انتظار می رود این عدسی ها تصویرها یی تار بسازند، چون پیوندگاه pn تیز نیست، بل که یک گذار تدریجی از n به p است. به علاوه این عدسی باید در دماها یی بسیار کم کار کند، چون افت و خیزها ی گرمایی تصویر را خراب می کنند.

بُریس آلتشولیر به فیزیکس وب [7] گفت ساختن این عدسی هم یک چالش خواهد بود. بیش تر الکترون ها باید کل عدسی را بپیمایند و پراکنده نشوند. با نمونه های گرافن فعلی نمی شود به چنین چیزی دست یافت. به علاوه، هنوز چیز زیادی در باره ی طرز ساختن پیوندگاه ها ی pn ی که به الکترون شفاف اند نمی دانیم. آلتشولیر خبر ندارد کس ی دارد چنین عدسی ها یی می سازد یا نه، اما می گوید همین حالا هم توانایی ی این کار در دست کم پنج آزمایش گاه مختلف در جهان هست.

[1] Science **315** 5816

[2] Vadim Cheianov

[3] Vladimir Fal'ko

[4] Lancaster University

[5] Boris Altshuler

[6] Columbia University

[7] PhysicsWeb