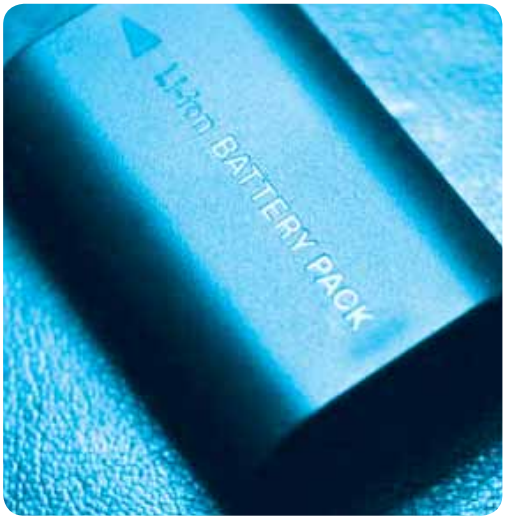
مرزهای فیزیک

تازه‌ترین اخبار پژوهشی

مریم عباسیان

باتری‌های بهتر برای تلفن همراه



ساینس دیلی (چهاردهم نوامبر ۲۰۱۱) ـ باتری تلفن همراهی را تصور کنید که برای بیشتر از یک هفته شارژ خود را نگه می‌دارد و شارژ مجدد آن فقط ۱۵ دقیقه به‌طول می‌انجامد. با پژوهش‌های انجام شده در دانشگاه نورث وسترن این باتری رویایی می‌تواند به واقعیت نزدیک‌تر شده باشد.

گروهی از مهندسان با درست کردن الکترودی برای باتری‌های یون لیتیم ـ باتری‌های قابل شارژ نظیر آنچه در تلفن همراه و آی‌پاد به‌کار می‌رود ـ ساخته‌اند که به باتری‌ها این امکان را می‌دهد که بیشتر از ده برابر شارژ کنونی را در خود نگه دارند. باتری‌های با الکترودهای جدید می‌توانند ده بار سریع‌تر از باتری‌های کنونی شارژ شوند.

پژوهشگران با ترکیبی از دو رهیافت مهندسی شیمی دو محدودیت عمده باتری ـ ظرفیت انرژی و میزان شارژ ـ را مدنظر قرار دادند. این فناوری علاوه بر باتری‌های بهتر برای تلفن همراه و آی‌پاد می‌تواند راه را برای باتری‌های کوچک‌تر و کارآمدتر خودروهای الکتریکی هموار کند. پژوهشگران می‌گویند فناوری جدید می‌تواند ظرف سه تا پنج سال آینده وارد بازار شود.

مقاله‌ای که این پژوهش را شرح می‌دهد در مجلهٔ ادونسد انرژی متریالز[1] به چاپ رسیده است.

به گفتهٔ هارولد کونگ[2] نویسنده ارشد این مقاله: «ما راهی برای افزایش طول عمر شارژ باتری‌های یون لیتیم به ۱۰ برابر را پیدا کرده‌ایم. حتی بعد از ۱۵۰ بار شارژ حدود یک سال کار باتری یا بیشتر را دربرمی‌گیرد باتری هنوز پنج بار بهتر از باتری‌های یون لیتیمی است که اکنون در بازار موجود هستند.»

کونگ استاد مهندسی شیمی و زیست‌شناسی در مدرسهٔ مهندسی و علوم مک‌کورمیک است. وی پژوهشگر برجستهٔ یک مؤسسهٔ پژوهشی نیز هست.

باتری‌های یون لیتیم از طریق یک واکنش شیمیایی شارژ می‌شود که در آن یون‌های لیتیم به دو سر یک باتری

یعنی آند و کاتد آن فرستاده می‌شوند. با مصرف انرژی در باتری، یون‌های لیتیم از آند در الکترولیت به کاتد می‌روند و در مرحله شارژ در جهت عکس حرکت می‌کنند.

با فناوری کنونی، عملکرد باتری یون لیتیم به دو طریق محدود می‌شود. ظرفیت انرژی آن، یعنی مدت زمانی که باتری شارژ خود را نگه می‌دارد را چگالی بار یا تعداد یون‌های لیتیمی که می‌تواند در آند و یا کاتد ذخیره شوند محدود می‌سازد. در عین حال، میزان شارژ باتری ـ سرعت شارژ مجدد باتری ـ را عامل دیگری محدود می‌کند که سرعت حرکت یون‌های لیتیم در الکترولیت و به طرف آند است.

در باتری‌های با قابلیت شارژ مجدد فعلی، آند از لایه‌های روی هم گرافن مبتنی بر کربن ساخته شده است که تنها می‌تواند یک اتم لیتیم را به ازای هر ۶ اتم کربن در خود جا دهند. برای افزایش ظرفیت انرژی دانشمندان قبلاً آزمایشی را درباره جایگزینی اتم‌های کربن با سیلیسیم انجام دادند چون سیلیسیم می‌تواند لیتیم‌های بیشتری را در خود جا می‌دهد: چهار اتم لیتیم به ازای هر اتم سیلیسیم. با این همه، سیلیسیم در فرایند شارژ به شدت منقبض و منبسط و باعث تکه‌تکه شدن و از دست رفت سریع شارژ می‌شود.

امروزه، سرعت شارژ باتری را شکل صفحه‌های گرافن محدود می‌کند: این صفحات بسیار نازک به ضخامت تنها یک اتم کربن و در عین حال بسیار دراز هستند. در فرایند شارژ، یون لیتیم قبل از ورود به ورقه‌ها و ساکن شدن بین آنها تمام راه تا لبه‌های خارجی ورقهٔ گرافن را طی کند و چون خیلی طول می‌کشد تا لیتیم به وسط ورقهٔ گرافن برسد، نوعی راه‌بندان یونی در اطراف لبه‌های ماده به‌وجود می‌آید.

اکنون، تیم پژوهشی کونگ با ترکیب دو روش هر دو مسئله را حل کرده‌اند. اول، پایدار کردن سیلیسیم به منظور حفظ بیشینهٔ ظرفیت بار، آنها خوشه‌های سیلیسیم را بین ورقه‌های گرافن ساندویچ کرده‌اند. این کار امکان حضور تعداد بیشتری اتم لیتیم در الکترود را فراهم می‌سازد و در عین حال از انعطاف ورقه‌های گرافن برای امکان تغییر حجم سیلیسیم در هنگام کار استفاده می‌کند. کونگ می‌گوید: «اکنون، بهترین نتایج را به‌دست آورده‌ایم و به همین خاطر سیلیسیم چگالی انرژی بسیار بیشتری دارد و ساندویچ کردن کاهش ظرفیت ناشی از انقباض و انبساط سیلیسیم را کم می‌کند. حتی اگر خوشه‌های سیلیسیم شکسته شوند، سیلیسیم از بین نخواهد رفت.»

تیم کونگ از فرایند اکسایش شیمیایی برای تولید حفره‌های کوچک (۱۰ تا ۲۰ نانومتر) در ورقه‌های گرافن ـ تحت عنوان نقص‌های موجود در صفحه ـ استفاده کرده‌اند تا یون‌های لیتیم راه میان‌بری به آند داشته باشند و در آنجا توسط واکنش با سیلیسیم ذخیره شوند. با این کار زمان لازم برای شارژ مجدد باتری تا ۱۰ بار کاهش می‌یابد.

این پژوهش بر آند تمرکز داشته است: مرحله دوم، پژوهش‌های جدیدی برای مطالعه تغییرات در کاتد است که باعث افزایش بیشتر کارآیی باتری‌ها می‌شود. آنها به بررسی دستگاه الکترولیت نیز پرداخته‌اند که اجازه می‌دهد باتری به صورت خودکار در دماهای بالا قطع شود ـ این یک سازوکار ایمنی است که کاربرد مهمی در خودروهای الکتریکی دارد.

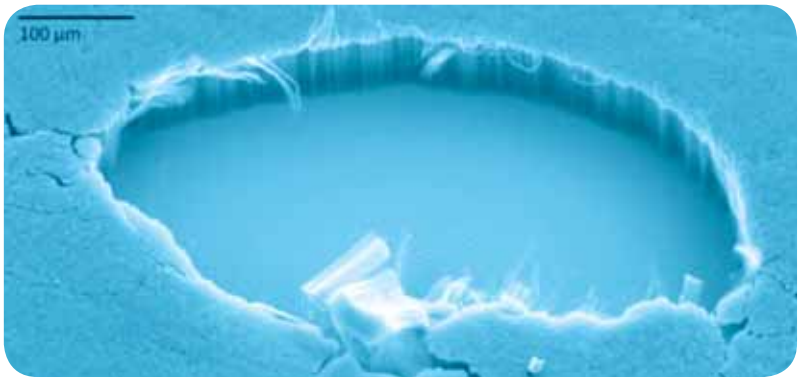
پی‌نوشت

1. Advanced Energy Materials
2. Harold Kung

منبع

ScienceDaily
14 نوامبر 2011

مادهٔ اَبَرسیاه، نور را در چند نوار طول موج جذب می‌کند



این نمایی بسیار نزدیک (با پهنای تنها حدود ۰/۰۳ اینچ) از ساختار داخلی نانولوله کربنی است که حدود ۹۹ درصد از امواج فرابنفش، مرئی، فروسرخ و فروسرخ دوری را که بر آن فرود می‌آید جذب می‌کند. بخشی از پوشش

بر روی سیلیسیم هموار عمداً برداشته شده تا جهت‌گیری عمودی لوله قابل مشاهده شود.

دانشمندان ناسا ماده‌ای را تولید کرده‌اند که به‌طور میانگین بیش از ۹۹ درصد امواج فرابنفش، نور مرئی، فروسرخ و فروسرخ دوری را که بر آن فرود می‌آید جذب می‌کند ـ این دستاورد نویدبخش گشایش مرزهای جدیدی در فناوری فضایی است.

تیم مهندسان مرکز پروازهای فضایی گودارد ناسا واقع در گرین بلت، مریلند، اخیراً یافته‌های خود را در کنفرانس فوتونیک و اپتیک SPIE گزارش دادند. این بزرگ‌ترین اجلاس مربوط به رشته‌های مختلف فنی و دانش هوا ـ فضاست. جان هاگوپیان مدیر این طرح که شامل ۱۰ متخصص است می‌گوید تیم ما از زمان کنفرانس تا به حال قابلیت‌های جذبی ماده را با انجام آزمایش‌های دیگری مجدداً تأیید کرده‌اند.

هاگوپیان می‌گوید: «آزمایش‌های بازتابندگی نشان داد تیم ما گسترهٔ قابلیت‌های جذبی ماده را ۵۰ برابر بهبود بخشیده است. گرچه دیگر پژوهشگران از جذب تقریباً کامل امواج فرابنفش و نور مرئی خبر می‌دهند ولی این ماده جدید در چند نوار طول موج، از فرابنفش گرفته تا امواج فروسرخ دور نور را تقریباً به صورت کامل جذب می‌کند. هیچ‌کس دیگری هنوز نتوانسته به این مهم دست یابد.»

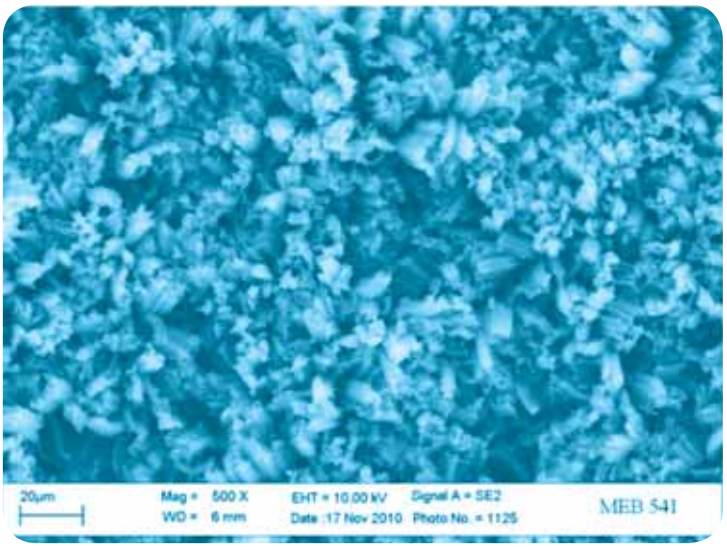
این پوشش مبتنی نانوفناوری شامل لایه نازکی از نانولوله‌های کربنی چندجداره است، لوله‌های توخالی کوچکی از جنس کربن خالص حدود ۱۰۰۰۰ بار نازک‌تر از یک تار مو، تشکیل شده‌اند. لوله‌ها به مانند پرزهای فرش به صورت عمودی روی مواد زیرساختاری مختلف قرار می‌گیرند. این تیم، نانولوله‌ها را روی سیلیسیم، نیترید سیلیسیم، تیتانیم و فولاد ضدزنگ، موادی که عموماً در ابزارهای علمی ـ فضایی استفاده می‌شوند، رشد داده‌اند. (در رشد نانولوله‌های کربنی پژوهشگر گودارد، استفانی گتی[۲]، از یک لایهٔ آهن کاتالیزگر بر روی زیرلایهٔ سیلیسیم، تیتانیم یا مواد دیگر استفاده می‌کند. سپس این ماده را در کوره تا حدود ۱۳۸۲ درجه فارنهایت گرم می‌کند. در حین گرمادهی، این ماده در حمام گاز کربن قرار می‌گیرد.)

(تصویر پایین صفحه)

این تصویر بزرگ شده، با یک میکروسکوپ الکترونی گرفته شده و منظرهٔ نزدیک‌تری از نانولوله‌های توخالی کربنی را نشان می‌دهد. پوششی از ماده اَبَر سیاه نور را در چند نوار طول موج جذب می‌کند.

آزمایش‌ها نشان می‌دهند که مادهٔ نانولوله‌ها به ویژه در فناوری‌های مختلف سفرهای فضایی کاربرد دارد که در آن مشاهده در چند نوار طول موج برای کشفیات علمی مهم است. یکی از این کاربردها از بین بردن نورهای ناخواسته است. گاف‌های کوچک بین لوله‌ها، نورهای زمینه را گردآوری کرده و گیر می‌اندازند تا مانع از بازتابش آنها از سطوح و تداخلشان با نوری شود که دانشمندان واقعاً می‌خواهند اندازه‌گیری کنند. چون تنها کسر کوچکی از نور از این پوشش بازمی‌تابد، چشم انسان و آشکارسازهای حساس این ماده را سیاه می‌بینند.

این تیم به‌ویژه دریافت که این ماده ۹۹/۵ درصد نورفرابنفش و مرئی را جذب می‌کند و با نزدیک شدن به محدوده طول موج‌های بلندتر یا فروسرخ دور این مقدار به ۹۸ درصد می‌رسد. هاگوپیان می گوید: «مزیت این ماده بر دیگر مواد این است که ویژگی جذب بسته به طول موج نور موردنظر بین ۱۰ تا ۱۰۰ برابر تغییر می‌کند.



مانوئل گوئیجادا، یکی از نویسندگان مقاله ارائه شده در اجلاس SPIE و مهندس گودارد می‌گوید: «نتایج ما را اندکی شگفت‌زده کرد. می‌دانستیم که این ماده قابلیت جذب دارد اما تصور نمی‌کردیم گسترهٔ جذب آن از فرابنفش تا فروسرخ دور باشد.»

هاگوپیان می‌گوید: «استفاده از این فناوری در آشکارسازها و دیگر اجزای تجهیزات به دانشمندان این امکان را می‌دهد که اندازه‌گیری‌های تقریباً امکان‌ناپذیر، در مورد اجسامی در کهکشان‌های دور که ستاره‌شناسان نمی‌توانند آنها را در نور مرئی ببینند یا آنهایی که در مناطق با کنتراست بالا قرار می‌گیرند. مانند سیاره‌هایی که در حرکت مداری نزدیکی دیگر ستاره‌ها هستند را امکان‌پذیر می‌سازد. دانشمندان زمین‌شناسی که اقیانوس‌ها و جو را مطالعه می‌کنند نیز از این کشف بهره می‌برند. بیش از ۹۰ درصد نوری که ابزارهای دیدبان زمین گردآوری می‌کنند ناشی از جو است، که سیگنال ضعیفی که آنها تلاش می‌کنند بازیابند را در تحت‌الشعاع قرار می‌دهد.»

در حال حاضر، سازندگان دستگاه‌ها به موج گیرها و دیگر اجزا رنگ سیاه می‌زنند تا مانع از برگشت نورهای ناخواسته از سطوح شوند. با این همه، رنگ‌های سیاه تنها ۹۰ درصد نور فرودی را جذب می‌کنند. اثر چندین واجهش مزیت کلی این پوشش را بیشتر هم می‌کند که باعث کاهش چند صدمرتبه‌ای نور ناخواسته می‌شود.

به‌علاوه، رنگ‌های سیاه در دماهای زمزاییک دیگر سیاه نمی‌مانند. اد وولاک[4] دانشمند گودارد می‌گوید: «آنها کیفیتی براق، تا حدودی نقره‌ای می‌گیرند. وی این ماده نانولوله کربنی را برای استفاده‌هایی نظیر مدرج‌کنندهٔ ابزارهای حسگر فروسرخ دور که باید در شرایط بسیار سرد کار کنند بسیار مهم ارزیابی می‌کند. در این دستگاه‌ها باید سیگنال‌های ضعیف فروسرخ دور گسیل شده از اجسام بسیار دور در عالم گردآوری شوند. اگر این ابزارها سرد نباشند، گرمای حاصل از ابزارآلات و رصدخانه، موج فروسرخ بسار ضعیفی را که باید گردآوری کنند از بین خواهد برد.»

جیم تاتل[5] مهندس گودارد می‌گوید: مواد سیاه کاربرد مهم دیگری در ابزارهای سفینه‌های فضایی علمی به‌ویژه دستگاه‌های حسگر فروسرخ دارند. هرچه ماده سیاه‌تر باشد، گرمای بیشتری را تابش می‌کند. به بیان دیگر، مواد اَبَر سیاه، مانند پوشش نانولولهٔ کربنی در ابزارهایی که گرما را از دستگاه‌های تابش و به عمق فضا گسیل می‌کنند قابل استفاده هستند. با این کار، دستگاه‌هایی که به سیگنال‌های ضعیف حساس‌تر هستند تا دماهای کمتر خنک می‌شوند.

برای اینکه رنگ‌های سیاه ویژگی‌های جذبی و تابشی خود در طول موج‌های بلند را از دست ندهد، طراحان دستگاه‌ها امروزه از رنگ‌های اپوکسی دارای فلزات رسانا به عنوان پوشش سیاه استفاده می‌کنند. اگرچه، این ترکیب باعث افزایش وزن می‌شود که همواره برای طراحان ابزارآلات باعث نگرانی است. اما با نانولوله کربنی، این ماده چگالی کمتری دارد و بدون افزودنی‌های دیگر سیاه می‌ماند و در نتیجه در جذب نور و دفع گرما مؤثرتر عمل می‌کند. وولاک می‌گوید: «این ماده بسیار نویدبخش است. ماده‌ای محکم، سبک و بسیار سیاه‌رنگ است و اصلاً قابل مقایسه با رنگ سیاه نیست.»

تولید نور از خلأ

دانشمندان دانشگاه فنی چالمرز[1] با مشاهده اثری که ۴۰ سال قبل پیش‌بینی شده بود، موفق به تولید نور از خلأ شدند. آنها در آزمایشی خلاقانه توانستند برخی از فوتون‌هایی را که در خلأ پیوسته پدیدار و ناپدید می‌شوند

پی‌نوشت

1. Goddard Space Flight Center
2. StePhanie Getty
3. Manuel Quijada
4. Ed Wollack
5. Jim Tuttle

منبع

www.physorg.com
9 نوامبر 2011

به دام اندازند.

این آزمایش مبتنی یکی از نامأنوس‌ترین قانون‌های فیزیک است که یکی از مهم‌ترین اصول مکانیک کوانتومی محسوب می‌شود و بیان می کند که خلأ به هیچ‌وجه نبود همه‌چیز نیست. در واقع خلأ مملو از ذرات مختلفی است که مدام در افت‌وخیز بین وجود و عدم هستند. آنها برای لحظه کوتاهی ظاهر شده، خود را نشان می‌دهند و سپس دوباره ناپدید می‌شوند. چون موجودیت آنها بسیار گذراست، معمولاً آنها را ذرات مجازی می‌نامند.

کریستوفر ویلسون و همکارانش در دانشگاه چالمرز موفق شدند فوتون‌ها را از حالت مجازی خارج کرده و آنها را به صورت فوتون واقعی درآورند، که همان نور قابل اندازه‌گیری است. مور[2] فیزیک‌دان در سال ۱۹۷۰ پیش‌بینی کرده بود که این حالت وقتی رخ می‌دهد که فوتون‌های مجازی از آینه‌ای واجهند که با سرعت بسیار نزدیک به سرعت نور حرکت می‌کند. این پدیده که به اثر دینامیکی کازیمیر معروف است اکنون برای اولین بار در آزمایش جالبی مشاهده شده است که دانشمندان دانشگاه چالمرز انجام داده‌اند.

پر دلسینگ[3] استاد فیزیک تجربی دانشگاه چالمرز می‌گوید: «چون به حرکت درآوردن آینه با سرعت کافی امکان‌پذیر نیست ما روش دیگری را برای دستیابی به این اثر برگزیدیم. به جای تغییر فاصله فیزیکی تا آینه، فاصله الکتریکی تا مدار کوتاه الکتریکی را تغییر دادیم که برای ریزموج‌ها به عنوان آینه عمل می‌کند.»

این «آینه» شامل یک قطعهٔ کوانتوم الکترونیکی موسوم به SQUID[4] (ابزار تداخل کوانتومی ابررسانا) بسیار حساس به میدان‌های مغناطیسی است.

دانشمندان با تغییر دادن جهت میدان مغناطیسی چندین میلیارد بار در ثانیه توانستند این «آینه» را با سرعتی حدود ۲۵ درصد سرعت نور به ارتعاش درآورند.

پر دلسینگ می‌گوید: «نتیجه این بود که فوتون‌ها به صورت زوج از خلأ پدیدار شدند، که توانستیم آنها را به شکل تابش ریزموج اندازه‌گیری کنیم. به علاوه توانستیم ثابت کنیم که این تابش درست ویژگی‌هایی را دارد که نظریه کوانتومی برای فوتون‌هایی که به‌صورت زوج به این روش تولید می‌شوند پیش‌بینی می‌کند.»

آنچه در این آزمایش رخ می‌دهد آن است که این «آینه» بخشی از انرژی جنبشی خود را به فوتون‌های مجازی انتقال می‌دهد که به آنها کمک می‌کند صورت واقعی به خود بگیرند. طبق مکانیک کوانتومی، انواع مختلف ذرات مجازی در خلأ وجود دارند. گوران یوهانسون[5] دانشیار فیزیک نظری می‌گوید علت به وجود آمدن فوتون‌ها در این آزمایش آن است که فاقد جرم هستند بنابراین برای برانگیخته کردن آنها از حالت مجازی مقدار نسبتاً ناچیزی انرژی لازم است. قاعدتاً باید بتوان ذرات دیگری، مانند الکترون‌ها و پروتون‌ها را نیز از خلأ به‌وجود آورد اما به انرژی بسیار بیشتری نیاز داریم.»

دانشمندان فوتون‌هایی که به صورت زوج در این آزمایش به‌وجود می‌آیند برای بررسی دقیق جالب توجه یافته‌اند. شاید بتوان از آنها در پژوهش‌های مربوط به اطلاعات کوانتومی از جمله پیشرفت رایانه‌های کوانتومی استفاده کرد. با این همه، ارزش اصلی این آزمایش آن است که شناخت ما را از مفاهیم بنیادی فیزیک مانند افت و خیزهای خلأ ـ پدیدار و ناپدید شدن مداوم ذرات مجازی در خلأ ـ افزایش می‌دهد اما این باور وجود دارد که افت و خیزهای خلأ با «انرژی تاریک» که باعث انبساط شتاب‌دار عالم می‌شود در ارتباط باشد. کشف این شتاب‌گیری امسال با اعطای جایزه نوبل فیزیک ارج نهاده شد.

پی‌نوشت

1. Chalmers university of Technology
2. Moore
3. Per Delsing
4. Superconducting Quantum Interference Device
5. Goran Johansson

منبع

www.physorg.com 17 نوامبر 2011