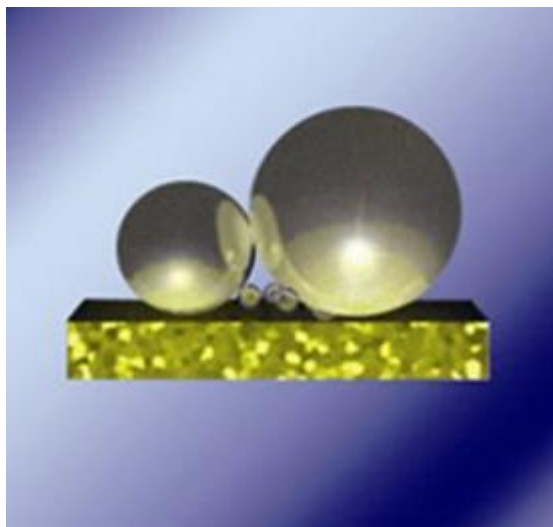


## موتورهای دنیای نانو

دنیاهای خیلی کوچک در حال دریافت یک ماشین پر قدرت است. دانشمندان آزمایشگاه برکلی موفق به ساخت کوچکترین موتور الکتریکی جهان شده‌اند که ممکن است در آینده از آن به عنوان موتور محرک در نانوآبزارهای راه رونده، خزنده، شناگر و پرواز کننده استفاده شود

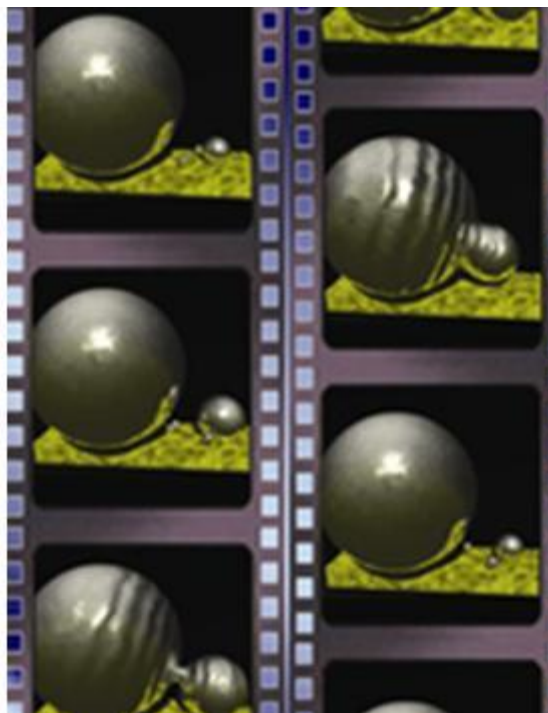


شکل 1: با اضافه شدن نانوپایه‌ها و نانوبال‌ها به این موتور و استفاده از نسل آینده نانولوله‌ها در آن می‌توان آنها را به ابزارهایی به سرعت و چابکی مگس تبدیل کرد

اگر چه هنوز تصمیم‌گیری درباره این که این موتور چه چیزی را حمل کند خیلی زود است- شاید پروب دارورسان به نقطه‌ای داخل بدن و یا نانوبوکت بالدار برای کشف مواد منفجره- اما می‌توان گفت در این محفظه ریز توان بسیار زیادی نهفته است. طول این موتور 200 نانومتر است اما چگالی توان آن 100 میلیون برابر بیشتر از یک موتور شش سیلندر با قدرت 225 اسب بخار است .

این قدرت زیاد مربوط به کشش سطحی است. همان نیروی چسبندگی بین مولکول‌های مایع که اجازه تشکیل حباب روی سطح آب را داده، باعث حرکت حشرات روی آب می‌شوند. کریس رگان، عضو بخش علم مواد آزمایشگاه برکلی، که با همکاری گروهی از محققان علم و مواد موفق به ساخت این موتور شده‌اند می‌گوید: "هر چه اندازه جسم کوچک‌تر شود کشش سطح از اهمیت بیشتری برخوردار خواهد شد و در ابعاد نانو این کشش سطحی غالب است." این محققان از ابزار و وسایل مبتنی بر نانولوله‌های کربنی استفاده کردند. سال گذشته دانشمندان آزمایشگاه برکلی روشی برای حرکت ذرات ایندیم در طول این لوله‌ها ارائه دادند که مانند حرکت قطعات در یک خط مونتاژ می‌باشد. نوار نانومقیاس انتقال دهنده آنها می‌تواند هر جایی که دانشمندان بخواهند جرمی را به صورت اتم به اتم به آن برسانند قرار گیرد، که شرط لازم ساخت ابزار قدرتمند نانوسامانه‌ای است .

این دانشمندان نورهای انتقال دهنده را به یک موتور کوچک با قدرت خیلی زیاد منتقل کرده‌اند. برای ساخت این موتور، دو قطره ایندیم مذاب، یکی کوچک و یکی بزرگ در کنار یکدیگر بر روی یک نانولوله کربنی قرار داده می‌شوند. سپس یک جریان الکتریکی به داخل نانولوله فرستاده می‌شود. این جریان باعث می‌شود که اتم‌های ایندیم قطره بزرگ به سمت قطره کوچک‌تر حرکت کنند، رشد قطره کوچک تا رسیدن به قطره بزرگتر ادامه یافته، آنگاه کشش سطحی اتفاق می‌افتد. در زمانی کمتر از یک نانو ثانیه قطره کوچک به قطره بزرگ متصل شده، اثری از قطره کوچک باقی نمی‌ماند. رگان می‌گوید: "این پدیده همانند برخورد دو مهره با یکدیگر که رویدادی پر انرژی است می‌باشد، در واقع به این ترتیب مقدار زیادی انرژی به داخل سیستم وارد و به سرعت آزاد می‌شود." بعد از این مرحله دوباره همین چرخه تکرار می‌شود. اتم‌های قطره بزرگ به اتم‌های قطرات کوچک مجاور منتقل شده و یک‌بار دیگر به مجرد تماس دو قطره با هم اتم‌های قطره کوچک به قطره بزرگ‌تر منتقل شده اثری از قطره کوچک نمی‌ماند.



شکل 2: این شکل‌های صامت رایانه‌ای طرز کار کوچکترین موتور جهان را نشان می‌دهد، قطره بزرگ تعدادی از اتم‌های خود را به قطره کوچکتر می‌دهد. با این کار قطره کوچکتر رشد کرده، به قطره بزرگتر رسیده و با آن یکی می‌شود.

در واقع این عمل تقلیدی است از حرکت سریع عقب و جلو که بسیاری از حیوانات برای راه رفتن، شنا کردن و پرواز به کار می‌برند. برای مثال، یک مگس مانند هواپیما پرواز نمی‌کند. پرواز در اثر حرکت سریع‌تر بال‌هایش در یک جهت خاص نسبت به جهات دیگر است. که این جریان باعث ایجاد گردابی می‌شود که مگس را بلند می‌کند. و حرکت یک شناگر در آب نیز به دلیل آن است که فشار در دو جهت جلو بیشتر از فشار در جهت عقب است. به همین ترتیب اگر بتوان حرکت سریع و کند موتور را به نانوپایه‌ها و نانوایه‌های آن منتقل نمود. نانوایه‌هایی را در اختیار خواهیم داشت که با همان سرعت و چابکی ماهی و یا مگس حرکت کنند.

یک بسته انرژی بسیار کوچک  
به گفته رگان از موتور ابداعی آنها می‌توان به عنوان لوکوموتیو کشنده در ابعاد نانومتری هم استفاده نمود زیرا نسبت به اندازه خود قدرتمند است. قدرت این موتور ناشی از کشش سطحی حاصل از توان ضربه‌ای موتور است که هنگام از هم‌پاشیدگی قطره کوچک ایجاد می‌شود.

این کشش سطحی با کوچک‌تر شدن شدن اندازه ذره اهمیت بیشتری می‌یابد و علت آسانی استفاده حشرات از این کشش سطحی هم همین مورد می‌باشد.

حتی برخی از حشرات به این روش حباب‌ها را برای تنفس خود به درون آب می‌برند.  
به بیان دیگر این کشش سطحی بیش از آن که برای انسان‌ها مهم باشد برای حشرات با ابعاد میلی‌متری اهمیت دارد که این اهمیت در ابعاد میکرون بیشتر هم می‌شود. از این رو است که دانشمندان از آن در ساخت وسایل میکروالکترو مکانیکی برای اندازه‌گیری یک میلیونیم متر استفاده می‌کنند. در ابعاد نانو اهمیت کشش سطحی به حد اعلا خود می‌رسد.  
موتور ابداعی محققان آزمایشگاه برکلی توانی معادل 20 میکرو وات را هنگامی که کشش سطحی باعث از بین رفتن قطره کوچک می‌شود مصرف می‌کند که نشان‌دهنده توان ویژه‌ای بسیار کمتر از توان مصرفی موتورهای عادی است.  
علاوه بر این سرعت موتور را می‌توان با تغییر ولتاژ جریان DC که باعث حرکت اتم‌های ایندیم از یک قطره به قطره دیگر می‌شود کنترل نمود.

بر این اساس هر چه ولتاژ پایین‌تر باشد سرعت انتقال اتم‌ها کمتر بوده و نوسان قطره‌ها نیز کندتر می‌شود و ولتاژهای بالاتر می‌تواند فرکانس موتور را تا حد مگاهرتز افزایش دهد. که این بدان معنی است که قطره‌ها در هر ثانیه بیش از یک میلیون بار نوسان می‌کند. تولید چنین فرکانسی با ولتاژ DC به معنای آن است که می‌توان بدون نیاز به جریان فرکانس بالا، انرژی لازم برای این موتور را با یک باتری و یا پیل خورشیدی تأمین نمود. به این ترتیب این موتور به وسیله‌ای ایده‌آل برای کاربرد در وسایل متحرک کوچک، تبدیل می‌شود.

این موتور همچنین اولین نوسانگر با فاز لخت 1 حاصل است.  
نوسانگرهای لخت 2 با دو مقیاس زمانی مشخص می‌شوند، ایجاد آهسته کشش و به دنبال آن تخلیه سریع انرژی. یک شیر آب چکه کننده نمونه‌ای از چنین نوسانگری است که در این مورد، کشش سطحی در مرحله ایجاد قطرات آب اهمیت دارد، به طوری که کشش سطحی تا زمانی که جاذبه بر آن غلبه نکند، از تشکیل قطرات بعدی جلوگیری می‌کند.

در موتور نانومقیاس الکتروسیسته، باعث ذخیره انرژی و کشش سطحی باعث آزاد شدن سریع آن می‌شود.  
رگان می‌گوید: "این کار سریع، ساده و خیلی قدرتمند انجام می‌شود. به علاوه آن که یک رکورد جهانی در زمینه مکانیک پیچیده ترکیبی به شمار می‌آید. ما در این موتور دو قسمت متحرک داریم که در جعبه‌ای با اندازه 200 نانومتر قرار گرفته و هیچ

ماشین ساخته بشر این قدر کوچک نیست.»  
سرمایه‌گذاری این پروژه را بنیاد ملی علوم و وزارت انرژی آمریکا انجام داده است