

<http://physicsweb.org/article/news/6/7/11>

2002/07/16

سیستم‌ها ی کوچک به قانون - دوم احترام نمی‌گذارند

برای اولین بار، یک انحراف - تجربی از قانون - دوم - ترمودینامیک دیده شده است. دنیس اوانس [1] از دانشگاه ملی استرالیا [2]، و هم‌کاران - اش نشان داده اند ممکن است در سیستم‌ها ی کوچک، برای مدت ی کوتاه، انترپی مصرف شود نه این که تولید شود. این یافته تئیدی است بر یک پیش‌بینی ی ده‌سال پیش - اوانس و هم‌کاران - اش [3].

بر اساس - قانون - دوم - ترمودینامیک، انترپی (یا بی‌نظمی) ی هر سیستم - منزوی یی، طی ی هر فرآیند - چرخه‌ای، یا زیاد می‌شود یا ثابت می‌ماند. اما این قانون فقط برای سیستم‌ها ی بزرگ و زمان‌ها ی بزرگ درست است. اوانس و هم‌کاران - اش، برای توصیف - رفتار - سیستم‌ها ی کوچک ترقضیه ی افت و خیز - شان را به کار گرفتند و احتمال - مصرف شدن - انترپی در هر نقطه ی چرخه را حساب کردند. آن‌ها دریافتند این قضیه انحراف‌ها ی سنجش‌پذیری از قانون - دوم (برای سیستم‌ها ی کوچک طی ی مقیاس زمانی‌ها ی کوچک) پیش‌بینی می‌کند.

این پژوهش‌گران، برای آزمودن - این ایده حدود - 100 دانه ی کائوچو (هر یک به قطر - $6.3 \mu\text{m}$) را درون - یک باخته ی پراز آب گذاشتند، و این باخته را زیر - میکروسکپ گذاشتند. سپس یک لیزر را روی یک ی از دانه‌ها کانونی کردند. این لیزر یک دو قطبی در دانه القا می‌کرد، و آن را به سوی ناحیه ای می‌رُود که شدت - میدان - الکتریکی ی باریکه ی لیزر بیشینه بود. نیروی وارد بر این ذره، در نزدیکی ی کانون - لیزر هم‌آهنگ بود.

وقت ی دانه به تله افتاده بود، این پژوهش‌گران صفحه ی میکروسکپ را متناوباً عقب و جلو بردند، چنان که دانه متناوباً از کانون - لیزر بیرون کشیده شود و به سوی آن جذب

شود. صفحه ی میکروسکپ طی ی ده ثانیه 540 چرخه را گذراند، و این گروه هرثانیه هزار بار جا ی دانه را سنجید. گروه اوانس، با ترکیب کردن این سنجشها با توان لیزر و پس آر-شاره، توانست نیروها ی وارد بر دانه (و تولید انترپی ی آن طی ی حرکت آس) را حساب کند.

اوانس و همکاران آس دریافتند طی ی بعضی از مسیرها، انترپی تولید نمی شود بل که مصرف می شود. این پدیده زمان ی مشاهده می شد که این پژوهشگران رفتار دانه طی ی دوره های بی حدود یک دهم ثانیه را بررسی می کردند. وقت ی این دوره به دو ثانیه نزدیک می شد، نسبت مسیرها ی انترپی مصرف کن کم می شد، و در دوره های بیش از دو ثانیه، چنین مسیرها ی دیده نمی شد. این گروه ضمناً دریافت نتایج آس به خوبی با یک شبیه سازی ی کامپیوتری ی قضیه ی افت و خیز سازگار است.

اوانس و همکاران آس می گویند شاید کشف شان در طراحی ی نانوماشینها مهم باشد. آنها ضمناً می گویند سیستمها ی ترمودینامیک، هر چه کوچک تر می شوند، احتمال این که برعکس حرکت کنند بیش تر می شود، و شاید این تصویر مان از طرز کار بسیار ی از سیستمها ی زیستی (مثلاً موتورهای پروتئینی) را بهتر کند.

[1] Denis Evans

[2] Australian National University

[3] Physical Review Letters **89** 050601