

<http://physicsweb.org/article/news/6/2/8>

2002/02/08

## کاغذهای مچاله‌شده، در برابر فشار مقاومت می‌کنند

دفعه‌ی دیگر که یک صفحه کاغذ را مچاله کردید، به این توجه کنید که هر قدر گلوله‌ی کاغذ را فشار دهید، بیش از 75% از آن هوا است. یک گروه از فیزیک‌پیشه‌های ایالات متحده، با الهام از همین مقاومت زیاد کاغذ در برابر فشردن رابطه‌ی بین اندازه‌ی کاغذ مچاله‌شده با نیروی وارد بر آن را بررسی کردند [1].

یک کاغذ مچاله‌شده شامل قله‌هایی است که با لبه‌های خمیده به هم وصل شده‌اند. بیش‌تر انرژی در این لبه‌ها ذخیره شده است. بر اساس یک مدل ریاضی برای این قله‌ها و لبه‌ها، نیروی لازم برای مچاله کردن کاغذ، با کاهش اندازه‌ی کاغذ به‌طور نمایی زیاد می‌شود.

سیدنی نیچل [2] و هم‌کارانش از دانش‌گاه شیکاگو [3]، برای بررسی این رابطه صفحه‌های کروی مایلار آلومینیمی (به قطر 34 سانتی‌متر و ضخامت 12.5 میکرومتر) را درون یک استوانه‌ی پلاستیکی به قطر 10.2 سانتی‌متر گذاشتند. یک پیستون وزنه‌دار کاغذهای درون استوانه را فشرده می‌کرد، و گروه با سنجش ارتفاع پیستون نسبت به کف استوانه، مقدار فشردگی را تعیین می‌کرد.

شاید انتظار داشته باشید پیستون کاغذها را مچاله کند و در ارتفاع معینی متوقف شود. اما معلوم شد ارتفاع پیستون، تا سه هفته مرتباً کم می‌شود. تغییر ارتفاع بر حسب زمان لگاریتمی بود. گروه دریافت ارتعاش‌های آزمایش‌گاه ضعیف‌تر از آن‌اند که بر فشردگی کاغذ اثر داشته باشند، و نتیجه گرفت این فشردگی اضافی باید ناشی از اتلاف انرژی باشد. این اتلاف انرژی، یا ناشی از اصطکاک است، یا ناشی از دگرگونی پلاستیکی.

کاغذهای مچاله پس‌ماند هم نشان می‌دادند: وقت‌ی وزنه‌ها را از روی پیستون برمی‌داشتند، پیستون به ارتفاع اولیه بر نمی‌گشت. برای این که نتایج تکرارپذیر به دست

آید، باید کاغذها را به طور خاص ی آماده می کردند.

با این روش، گروه نشان داد با کاهش اندازه ی کاغذِ مچاله شده، نیروی لازم برای بیش تر مچاله کردن آن، به طورِ نمایی زیاد می شود. این نتیجه با رابطه ی مقیاس بندی حاصل از مدل ریاضی می خواند، اما مقدار تجربی نما، با پیش بینی نظری نمی خواند. پژوهش گران فکر می کنند شاید نیرویهای اتلافی و دگرگونی پلاستیکی باعث این ناسازگاری شده باشند. این نتایج سؤال های هم بر می انگیزند، که شاید اساس پژوهش های دیگری شوند. مثلاً، با تغییر ضخامت یا اندازه ی کاغذها، این رابطه چه تغییری می کند؟ کاهش ارتفاع کند پیستون ناشی از اصطکاک است یا دگرگونی پلاستیکی؟ گروه پیش نهاد می کند برای بررسی اثر دگرگونی پلاستیکی می شود از صفحه های لاستیکی استفاده کرد. در این حالت پدیده های پلاستیکی کمینه اند و ارتفاع پیستون سریع تر به حالت نهایی ش می رسد.

[1] Physical Review Letters 88 076101

[2] Sidney Nagel

[3] University of Chicago