**آزمایش الاستیسیته با استفاده از بادکنک**

در این مقاله دکتر فرانسیسکا ویلر ، هماهنگ کننده شبکه معلمان IOP برای منچستر بزرگ و دکتر راسل گودال ، مدرس متالورژی در گروه علوم و مهندسی مواد در دانشگاه شفیلد یک آزمایش ساده و جالب را توصیف می کنند که می توانید با کلاس خود انجام دهید. که مربوط به رفتار رگ های خونی است. بادکنک های لاستیکی همیشه چیزهای سرگرم کننده ای است که در جشن ها برای کودکان و بزرگسالان به طور یکسان برگزار می شود ، اما می توانید از آنها در کلاس نیز برای نشان دادن انواع مفاهیم علمی استفاده کنید. بالون مهمانی با اولین بادکنک های لاستیکی که توسط مایکل فارادی در سال 1824 برای استفاده در آزمایش های خود با هیدروژن در رویال مؤسسه رویال در لندن ساخته شده است ، دارای یک تاریخ جالب است و از موادی که از آن ساخته شده ، "caoutchouc" (لاستیک خام) نامگذاری شده است. فارادی در فصلنامه ای علمی در همان سال نوشت: "كاتوچك بسیار الاستیک است". فارادی با برش دو ورقه لاستیکی که روی یکدیگر قرار گرفته و لبه ها را به هم چسباند ، بادکنک های خود را ساخت. بادکنک های لاستیکی به یک تعادل ظریف بین کشش پوست لاستیک و تفاوت بین فشار هوا در داخل و خارج از بادکنک تکیه می کنند که فشار داخل آن بالاتر از فشار اتمسفر در خارج است. هنگامی که هوا به داخل بالون وارد می شود، فشار داخل افزایش می یابد و بالون باد می شود. بادشدن هنگامی متوقف می شود که نیروها در داخل و خارج تعادل پیدا کنند. فشارهوای داخل، دیواره ی بادکنک را به سمت خارج فشار می دهد، در حالی که در بیرون، به طور مداوم نیروهای ترکیبی وجود دارد؛ فشار اتمسفر و فشار برگشت لاستیک به حالت قبل از کشش. ابتدا که هوا در بادکنک دمیده می شود ، فشار داخلی به حداکثر افزایش می یابد، به طور معمول هنگامی که بادکنک 40 درصد از قطر بزرگتر از زمان عدم کشش است.

هرکسی که سعی کرده است یک بادکنک را از طریق دهان منفجر کند ، در ابتدا متوجه شده است که کار در ابتدا چقدر دشوار است اما پس از آن بالون به راحتی كشیده می شود.

**آزمایش دو بالون**

آزمایش دو بالون نمایشی است که می توان از آن در کلاس استفاده کرد تا اثری را که غیرخطی بودن عملکرد فشار استرس بر فشار هوا در داخل آن دارد نشان دهد. این آزمایش ساده شامل دو بادکنک یکسان است که توسط یک لوله با یک شیر متصل شده و جریان هوا بین آنها را کنترل می کند. بالون ها هر دو متورم شده اند اما در اندازه های مختلف مانند شکل 1 نشان داده شده است. هنگامی که شیر آب باز می شود ، هوا بین بالون ها آزاد می شود. نتیجه تعجب آور است زیرا بیشتر افراد که در حال تماشای این تظاهرات هستند انتظار دارند که هر دو بالون به یک اندازه شوند، اما در عوض، بادکنکِ کوچکتر، کوچکتر می شود و بادکنکِ بزرگتر، حتی بیشتر باد می کند!

نکته اصلی، درک رفتار بادکنک ها در تفاوت فشار هوا در داخل هر بالون است که مربوط به میزان کشش انجام شده توسط هر بالون است. هنگامی که شیر آب باز شود ، هوا از بادکنک بزرگتر به بادکنک کوچکتر جریان مییابد، چون فشار هوا در بادکنک بزرگتر، بیشتر است. اما لاستیکِ بادکنک کوچکتر، فشار بیشتری دارد، زیرا لاستیک آن نیروی الاستیک بیشتری را به همراه دارد و هوا را به بالون بزرگتر هل می دهد، که لاستیک آن باعث اعمال نیروی الاستیک پایین تر می شود. هنگامی که فشار در دو بالون یکسان باشد ، جریان هوا متوقف می شود.

لاستیک بادکنک را باید به صورت الاستیک تصور کنیم؛ یک پلیمر که از زنجیره های طولانی عمدتاً کربن و هیدروژن تشکیل شده است. در حالت عادی ، این زنجیره ها مانند بسیاری از پلیمرها ، به شکل تصادفی در اطراف یکدیگر درهم هستند. برخلاف سایر پلیمرها ، زنجیرها با پیوندهای شیمیایی به یکدیگر (که به آن متصل متقاطع گفته می شود) پیوند دارند و بسیار قوی تر از نیروهای بین مولکولی هستند. وقتی لاستیک را به صورت الاستیک تغییر شکل می دهیم ، مولکول ها از هم غلاف میشوند. هنگامی که لاستیک آزاد می شود ، مولکول ها دوباره جمع می شوند و به شکل اصلی باز می گردند. در بیشتر مواد ، رفتار الاستیک به دلیل کشش پیوندهای بین اتمیِ تحت بار است و انعقاد آنها باعث می شود که مواد دوباره به شکل خود بازگردند. لاستیک به دلیل آنتروپی، الاستیک است. از آنجا که یک مولکول سیم پیچ بالا کشیده می شود ، تعداد روش های مختلف ترتیب پیوندها کاهش می یابد ، بنابراین ترتیب در سیستم (آنتروپی پایین) افزایش می یابد. هنگام بارگیری ، آنتروپی با افزایش بی نظمی سیستم به دلیل پیچیدن مولکول ها می تواند افزایش یابد (جهت تغییر خود به خود) و قراردادهای لاستیکی این امر منجر به رفتار غیرمعمول لاستیک می شود ، به شکل 3 مراجعه کنید. همانطور که مولکول ها درهم تنیده و کشیده می شوند ، تغییر آنتروپی با کشش اضافی، کمتر می شود و کشش بیشتر، آسان تر می شود. در نهایت ، با افزایش کامل مولکول ها نیرو شروع به جمع شدن در برابر اتصالات متقاطع می کند و کشش بیشتر، دوباره دشوار می شود. به همین دلیل است که بادکنک ها در ابتدا منفجر می شوند ، سپس نازک تر می شوند. دریابید که این بدان معناست که فشار به صورت خطی با تورم مرتبط نیست (دقیقاً همانگونه که منحنی استرس کرنش در شکل 3 خطی نیست) و تورم های مختلف می توانند در همان فشار به عنوان یک نتیجه پایدار باشند. آزمایش دو بالون که در بالا توضیح داده شد این است که سیستم در دو تورم مختلف تحت فشار یکسان تثبیت میشود وجالب است که بافت های طبیعی مانند رگ های خونی این نوع رفتار را نشان نمی دهند .در صورت انجام این کار ، خطر وجود دارد از وجود یک برآمدگی جزئی که به تورم خطرناک تبدیل می شود. آنوریسم آنها به جای منحنی های S شکل، شکل J دارند ، که تمایل دارند در مقابل تورم مقاومت کنند. هرچه این مواد کشیده شوند ، در برابر گسترش بیشتر مقاوم می شوند. اطلاعات بیشتر در مورد لاستیک ، بادکنک و خاصیت الاستیک بافتهای بیولوژیکی را می توانید در بسته های آموزش و یادگیری در http://www.doitpoms.ac.uk/tiplib/stiffness-ofrubber/index.php و http: // www مشاهده کنید. doitpoms.ac.uk/tlplib/bioelasticity/index.php.