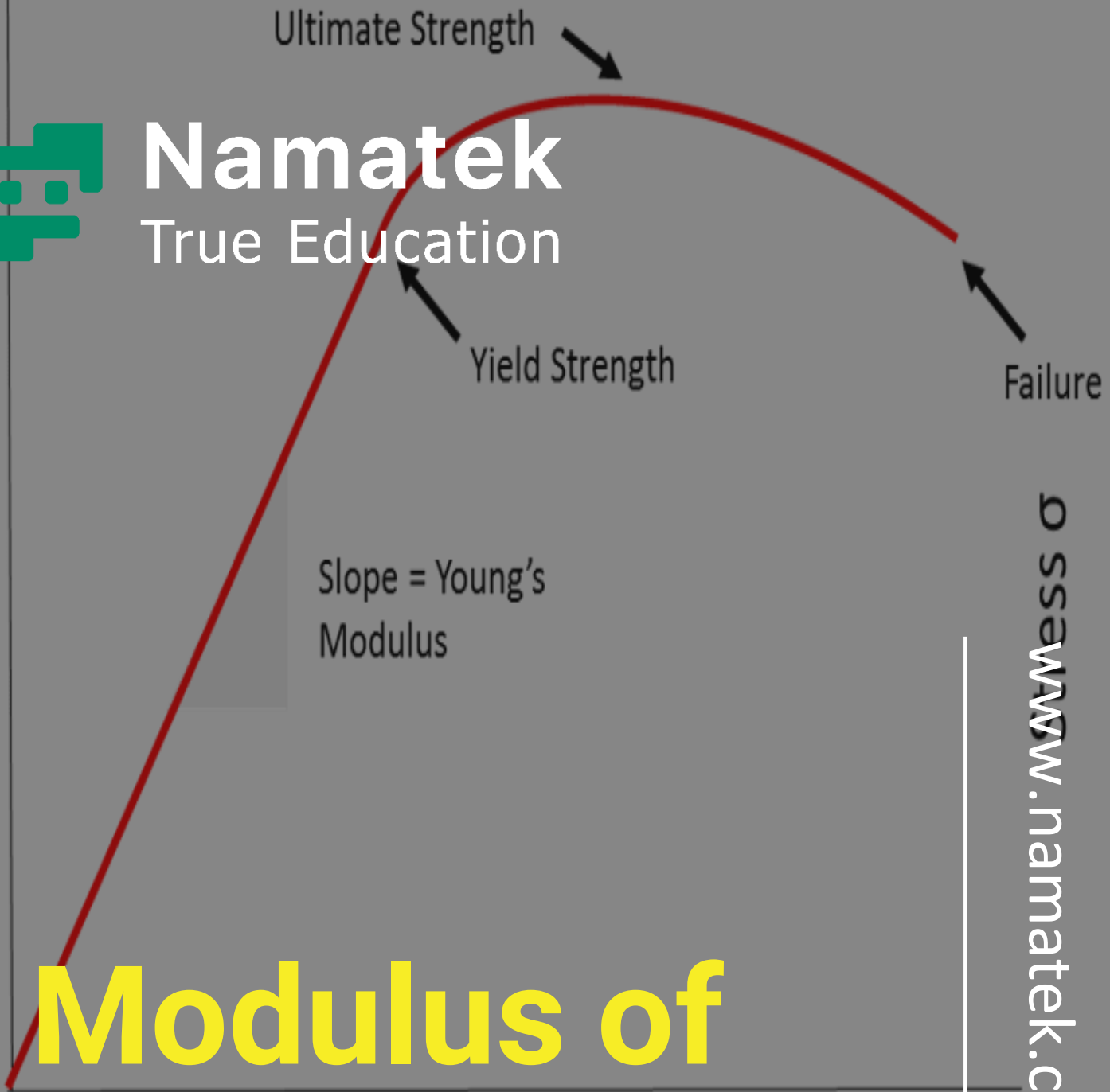




Namatek
True Education

Stress σ



Modulus of Elasticity

www.namatek.com

مدول الاستیسیته یا
مدول ینگ

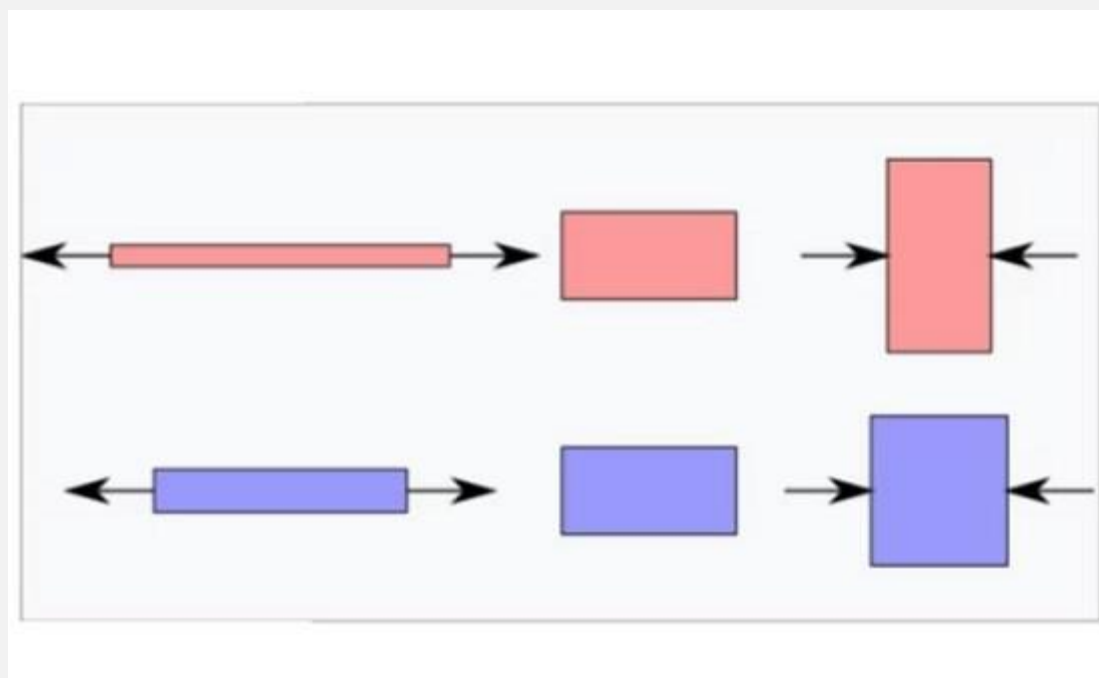
فهرست مطالب

۱. مدول الاستیسیته چیست؟
۲. نام گذاری و نحوه محاسبه مدول الاستیسیته
۳. مدول الاستیسیته در تعیین استحکام اجسام
۴. کاربردهای مدول الاستیسیته در صنعت
۵. مدول الاستیسیته و محاسبات مهندسی
۶. تاثیر دما بر مدول الاستیسیته مواد

مهندسان سازه و طراحان از یک سری اعداد و فرمول های خاص برای محاسبه مقاومت یک سازه استفاده می کنند و مدول الاستیسیته نیز یکی از این اعداد است. مدول یانگ یا الاستیسیته تاثیر بسیار زیادی در تعیین استحکام یک جسم دارد. اگر به مبحث مقاومت مصالح علاقه دارید تا انتهای این مطلب همراه ما بمانید.

#1 مدول الاستیسیته چیست؟

مدول الاستیسیته (Modulus of Elasticity) یا مدول یانگ (Young Modulus) یکی از تعاریف مهم در علم مقاومت مصالح است. مدول یانگ یک خاصیت مکانیکی است که نسبت تنش (Stress) به کرنش محوری (Axial Strain) را در ناحیه الاستیک ماده، نشان می دهد.



برای درک بهتر این موضوع باید چند مفهوم را به صورت جداگانه تعریف کنیم.

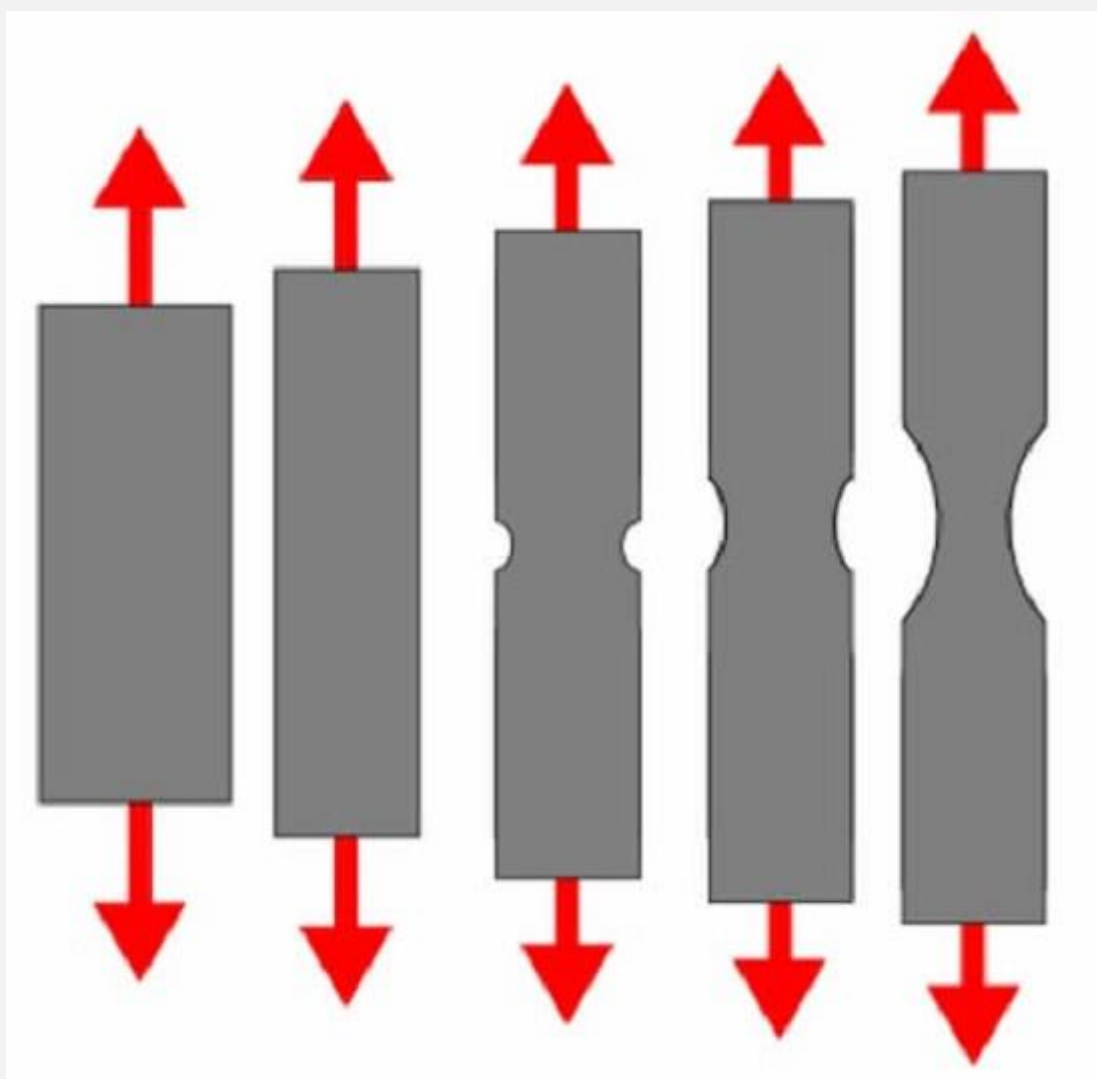
۱-۱# تنش فشاری (Compressive Stress)

یک فنر را تصور کنید. اگر دو طرف فنر را در دستان خودتان بگیرید و با دستانتان نیرویی در جهت عمودی به فنر وارد کنید تا فنر فشرده شود، نیروی شما فشاری است. به نیروی وارد شده در واحد سطح، تنش فشاری می‌گویند.



#۱-۲ تنش کششی (Tensile Stress)

اگر برخلاف حالت قبل، به جای این که فنر را فشرده کنید به فنر نیرویی وارد کنید تا کاملا باز شود، نیروی کششی به وجود می آید. تنش کششی، نیروی کششی وارد شده بر واحد سطح است.



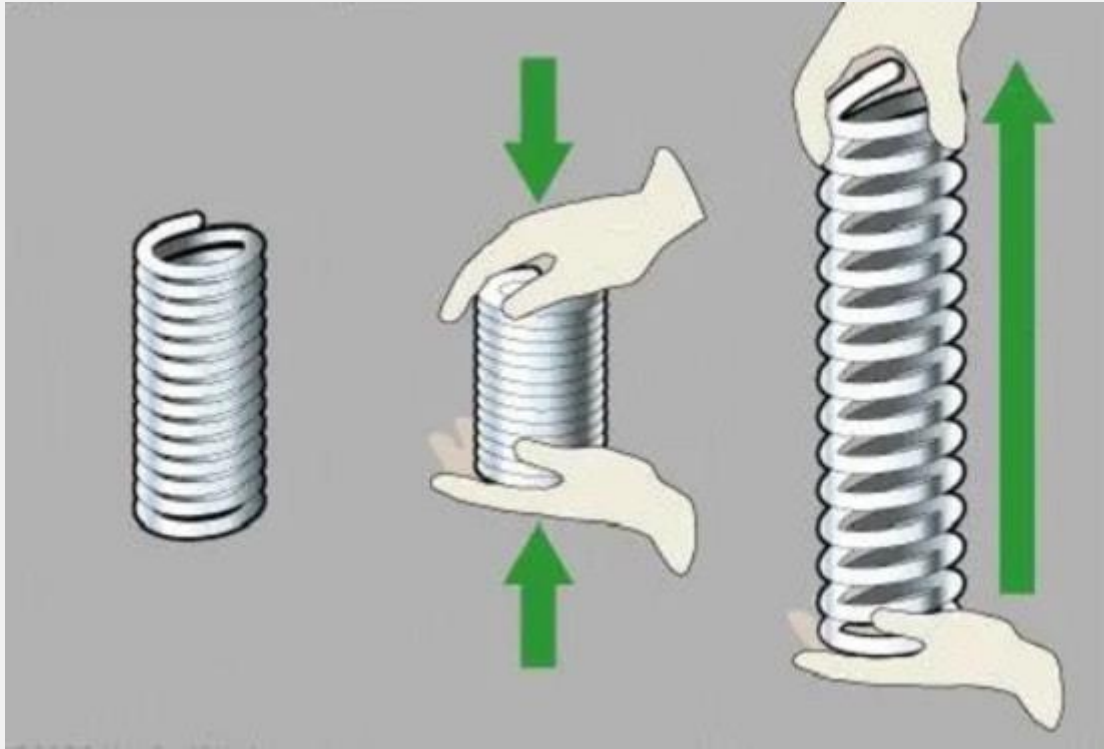
۳-۱# کرنش محوری (Axial Strain)

فرقی ندارد که تنش فشاری یا کششی به فنر وارد کنید. وقتی نیروی وارد شده از حدی فراتر برود، فنر تغییر شکل می دهد. در این حالت فنر به صورت افقی جا به جا می شود. به تغییر شکل ناشی از نیرو، کرنش گفته می شود. چون این تغییر شکل در جهت محوری است، آن را کرنش محوری می نامیم.

$$\text{مدول الاستیسیته} = \frac{\text{تنش کششی یا فشاری}}{\text{کرنش محوری}}$$

۴-۱# حد الاستیک ماده (Elastic Limit)

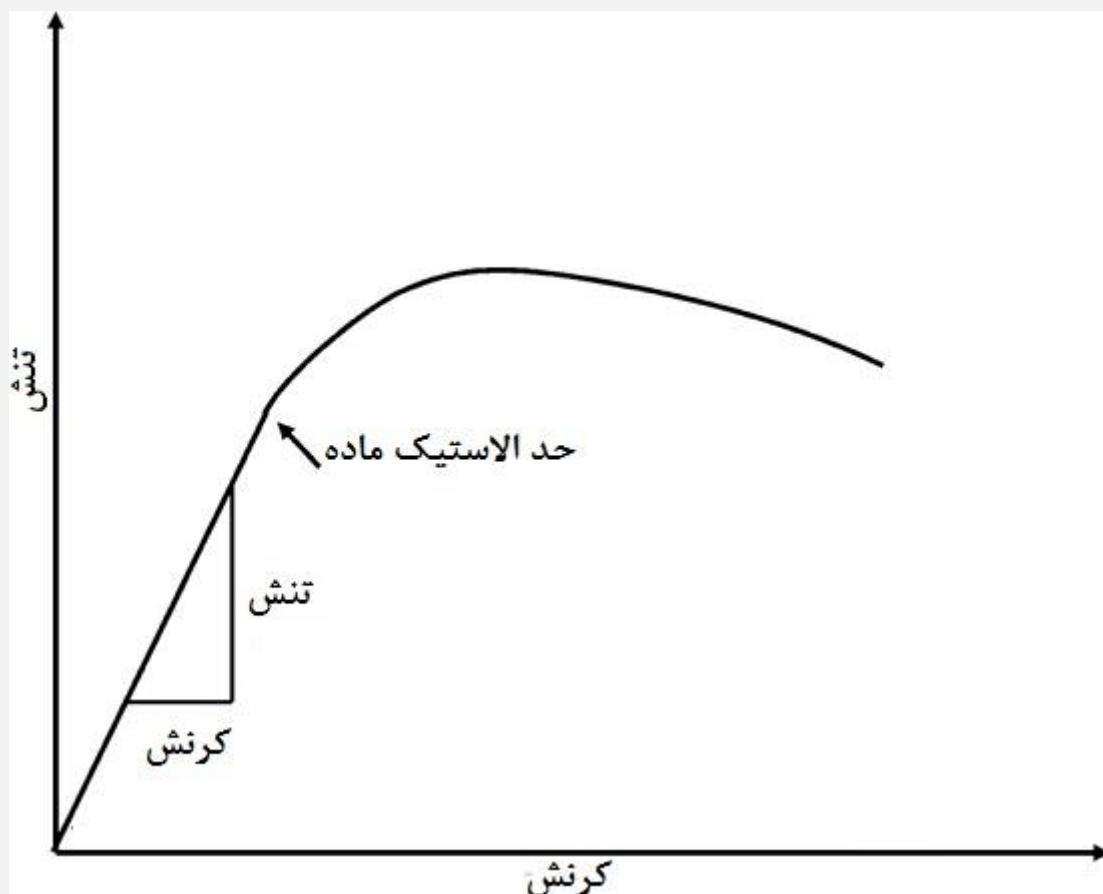
وقتی فنر را تا حدی باز می کنید و سپس رها می کنید، فنر به محل اولیه خودش بر می گردد؛ اما وقتی فنر را به شدت بکشید و سپس رها کنید، فنر کمی تغییر شکل می دهد و دیگر به حالت اولیه برنخواهد گشت. در واقع در این حالت تغییر شکل دائمی خواهد بود. به تغییر شکل موقتی، تغییر شکل الاستیک و به ناحیه ای که تا آن نقطه، ماده دچار تغییر شکل دائمی نشود، حد الاستیک می گویند. اگر نیروی وارده به یک جسم از حد الاستیک فراتر رود، آن جسم دچار تغییر شکل دائمی می شود.



#۲ نام گذاری و نحوه محاسبه مدول الاستیسیته

فرمول مدول یانگ اولین بار در قرن نوزدهم میلادی توسط دانشمندی به نام توماس یانگ (Thomas Young) بیان شد. بعدها این فرمول به پاس قدردانی از زحمات توماس یانگ به نام خودش نام گذاری شد.

برای محاسبه مدول یانگ باید ابتدا نمودار تنش-کرنش (Stress-Strain) ماده را رسم کنید. سپس باید روی نمودار، حد الاستیک ماده را مشخص کنید. شیب نمودار در حد الاستیک ماده، نشان دهنده مدول یانگ یا مدول الاستیسیته ماده است. یکا یا واحد مدول الاستیسیته، گیگاپاسکال (Giga Pascal) است.



#۳ مدول الاستیسیته در تعیین استحکام اجسام

در تنش و کرنش نزدیک به صفر، منحنی تنش-کرنش خطی است. در این شرایط طبق قانون هوک (Hooke Law)، تنش و کرنش ارتباط مستقیمی با هم دارند؛ یعنی هر چه تنش بیشتر باشد، میزان کرنش نیز افزایش می یابد. فرض کنید مدول یانگ یک ماده ۱ گیگاپاسکال است. تنش وارده بر جسم ۱۰۰ مگاپاسکال و کرنش، ۱۰ سانتی متر است. حال اگر مدول یانگ ده برابر شود، برای داشتن کرنشی مساوی، باید نیرویی معادل ۱۰۰۰ مگاپاسکال یعنی ده برابر حالت قبلی وارد کنید. به بیانی دیگر استحکام

ماده شما ده برابر افزایش می یابد. پس ایده آل ترین مدول یانگ برای یک جسم، مدول الاستیسیته بی نهایت است. هرچه مدول الاستیسیته افزایش یابد، استحکام جسم نیز بیشتر خواهد شد.

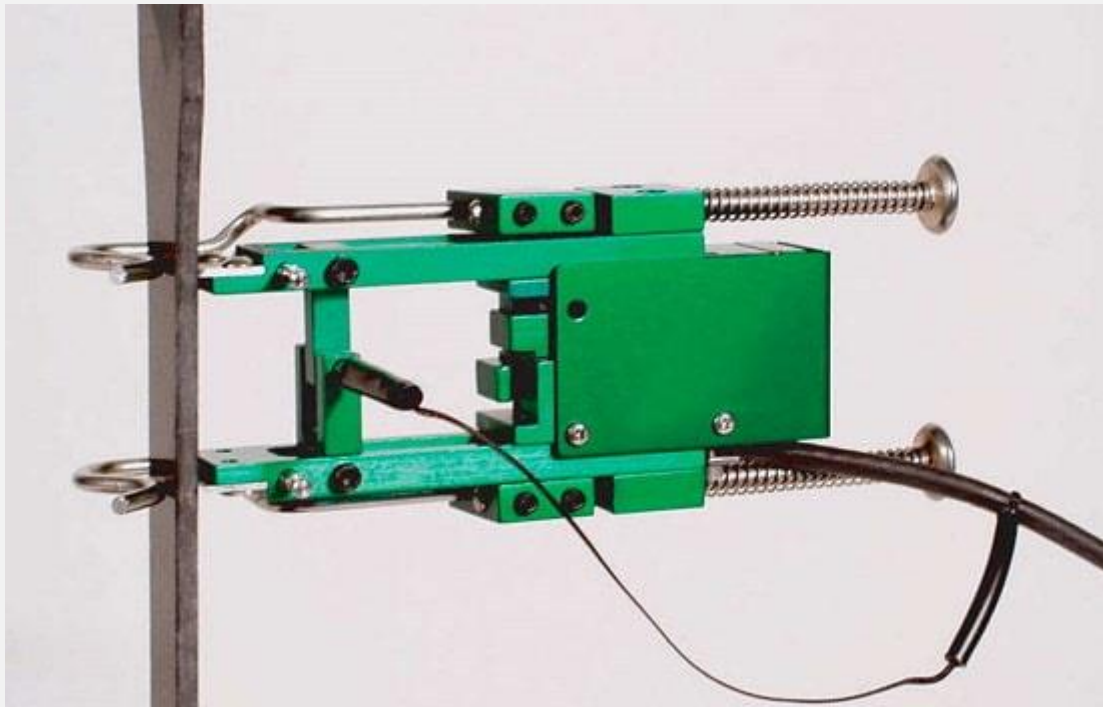


#۴ کاربردهای مدول الاستیسیته در صنعت

از یک خانه ساده گرفته تا یک سازه بسیار پیشرفته و پیچیده همگی نیاز به یک پایه یا فونداسیون دارند. از میله های عمودی به عنوان پایه سازه ها استفاده می شود؛ مثلا یک خانه روی ستون ها و تیرآهن های عمودی بنا می شود. یک چهارپایه روی پایه هایش استوار است. تمامی وزن شما وقتی روی صندلی می نشینید نیز به پایه های صندلی وارد می شود. کاربردهای مدول الاستیسیته بسیار فراتر از صندلی و تخت خواب و میز است. وقتی یک جرثقیل قرار است ده ها تن بار را از روی سقف چند خانه جا به جا کند و به طبقه بیستم یک برج ببرد، تنش فشاری غیر قابل تصویری به ستون های جرثقیل وارد می شود.

یک اشتباه محاسباتی از مهندس طراح و در نظر نگرفتن مدول یانگ می تواند باعث سقوط جرثقیل و کشته شدن ده ها نفر شود. از مدول

الاستیسیته برای پیش بینی استحکام ستون های عمودی در برابر تنش های فشاری و کششی استفاده می شود؛ بنابراین برای ایجاد ایمنی در صنعت اهمیت بسیار زیادی دارد.



#۵ مدول الاستیسیته و محاسبات مهندسی

شاید فرمول مدول الاستیسیته را در ذهن خودتان تصور کنید و محاسبه آن کمی برایتان سخت باشد. از طرفی یک مهندس سازه شاید به مدول یانگ فولاد، آلومینیوم، چدن، برنز و ده ها فلز دیگر نیاز داشته باشد. آیا یک مهندس هر روز باید ده ها بار مدول یانگ اجسام مختلف را محاسبه کند؟

اصولا این گونه نیست. مهم ترین و پرکاربردترین مواد صنعتی مثل فولاد و آلومینیوم توسط مهندسان و متخصصان در شرایط آزمایشگاهی، بررسی شده اند و با رسم منحنی تنش-کرنش آن ها، مدول یانگ تمامی این مواد پرکاربرد قبلا محاسبه شده است. پس شما فقط کافی است به یک کتاب یا مرجع معتبر مراجعه کنید و با خواندن جداول استاندارد مدول یانگ، مقدار استحکام هر ماده را به دست بیاورید. به عنوان مثال مدول یانگ آلومینیوم ۶۹ گیگاپاسکال است.



#۶ تاثیر دما بر مدول الاستیسیته مواد

دما تاثیر به سزایی در مدول یانگ دارد. مدول الاستیسیته مواد مختلف تحت دما تغییر می کند و هر ماده به تنش حرارتی واکنش متفاوتی نشان می دهد. به طور کلی واکنش مواد به حرارت یکسان نیست. طبق جداول و استانداردهای خاصی قبل از طراحی سازه باید دمای موجود در شرایط کاری را به دست بیاورید و تاثیر دما بر مدول الاستیسیته را نیز در محاسباتتان وارد کنید.