

اهداف آموزشی:

- 1_ دانش آموزان با مفاهیم اساسی موضوعات (قطبی کردن به وسیله انعکاس, حالات ماده, کثافت, وزن مخصوصه, ارتجاعیت) آشنایی کامل دریافت کند.
- 2_ دانش آموزان با موارد استفاده از قطبی شدن و سرعت صوت آگاهی کامل کسب نمایند.
- 3_ دانش آموزان باید با اهمیت موضوعات هذا آشنا شده و بتوانند در زندگی روزمره شان تطبیق نمایند.

بخش اول:

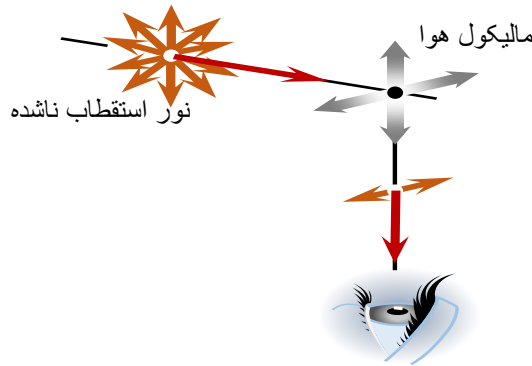
قطبی شدن نور (Polarization of Light Waves)

حوادث نوری تداخل و تفرق محض آشکار نمود، که طبیعت شعاع نوری موجیست، و این را توضیح نمی‌نماید، که این حالت موجی به شکل امواج طولی است، و یا به گونه امواج عرضی، اما استقطاب نوری این را واضع ساخت که شعاع نوری امواج عرضی است، یعنی اهتزاز ذرات اهتزازی به استقامت انتشار امواج شعاع نوری عمود است.

مستوی استقطاب (Plane of polarization)

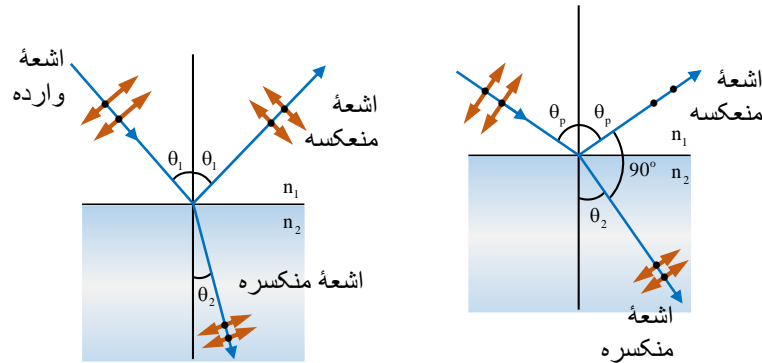
وقتی که نور عادی از کرسنال تورمالین می‌گذرد، قطبی می‌گردد، و این نور قطبی شده به استقامت انتشار نور عموداً اهتزاز می‌نماید، که در حقیقت به این نور، نور قطبی شده‌ی مستوی می‌گویند، مستوی اسقطاب آن مستوی است که اهتزاز در آن صورت می‌گیرد. در نگاره 14.16 اهتزازات بر مستوی قطبی عموداً صورت می‌گیرد. آن مستوی که در آن اهتزازها صورت می‌گیرد، به نام مستوی اهتزازی یاد می‌شود.

می‌دانیم که نور عادی از موج‌های زیاد تشکیل گردیده است، که هر موج آن به یک رنگ مشخصی که اهتزازات خطی، دایره‌ی و بیضه‌ی اجرا می‌نمایند، مطابقت می‌کند. از طرف دیگر این واضع است که اهتزازهای بیضوی و دایره‌ی از دو اهتزاز خطی که یکی بالای دیگری، عمود بوده و تفاوت فاز $\frac{\pi}{2}$ را دارد، به میان می‌آید. به همین علت است که هر اهتزاز به دو مرکبه که یکی بالای دیگری عمود باشد، تجزیه گردد. به این اساس اشعه نوری را که امواج عرضی اند، در دو مستوی xx' و yy' که یکی بالای دیگری عمود بوده و در عین زمان به استقامت انتشار نور هم عمود اند، به دو مرکبه تجزیه می‌نماییم. اهتزازاتی را که ذرات به موازات مستوی کاغذ به سر می‌رسانند مطابق نگاره (b) و آن اهتزازاتی که بر مستوی کاغذ عمود باشند به سیمبول (•) نشانی شده اند.



قطبی کردن به وسیله انعکاس

در سال 1880 میلادی یک ساینس دان به نام ملوس (malus) نشان داد، که شعاع منعکس شده از سطح یک شیشه عادی قطبی می‌شود. این عالم به واسطه یک تجربه شعاع نور عادی را بر شیشه مستوی وارد نموده و سپس شعاع منعکسه را از آن ذریعه کرسنال تورمالین آزمایش کرد که قطبی می‌شود یانه. موصوف در جریان تجربه کرسنال تورمالین را به استقامت شعاع منعکسه حرکت داده و بالاخره دید که در یک موقعیت معین و تحت زاویه وارده، شعاع منعکسه قطبی گردیده است. به این زاویه، زاویه استقطاب (قطبی شدن) می‌گویند.



در این جا شعاع منعکسه بر سطح شیشه عمود و به مرکبه‌های موازی به آن تجزیه می‌شود و دوباره موازی منعکس می‌گردد و مرکبه عمودی تحت زاویه معین قابل رویت می‌گردد، هم چنان شعاع منعکسه تحت زاویه‌های معین نیز مانند امواج سطح آب قطبی می‌شود، باید گفته شود که حادثه قطبی شدن بحث بسیار

$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow \rho = \frac{4\text{kg}}{0.5\text{m}^3} = 8 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

مثال 3. یک جسم جامد 4.5kg وزن و 3m³ حجم دارد، اگر $g = 981 \frac{\text{cm}}{\text{s}^2}$ باشد، کثافت جسم

مذکور چه قدر خواهد بود؟

حل.

$$\rho = \frac{w}{gv} = \frac{mg}{gv} = \frac{m}{v} \Rightarrow \rho = \frac{4.5\text{kg}}{3\text{m}^3} = 1.5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

مثال 4. 51gr تیل پترول 75cm³ حجم دارد، کثافت و وزن مخصوص این پترول را معلوم کنید؟

حل.

$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow \rho = \frac{51\text{gr}}{75\text{cm}^3} = 0.68 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

$$\text{Sp.gr} = \frac{\rho}{\rho_s} = \frac{0.68\text{gr}/\text{cm}^3}{1\text{gr}/\text{cm}^3} = 0.68$$

مثال 5. معلوم کنید که 300gr سیما (Hg) چه قدر حجم دارد، در حالی که کثافت سیما

$$\rho = 13600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \text{ است.}$$

حل.

$$\rho = \frac{m}{v} \Rightarrow v = \frac{m}{\rho} = \frac{300\text{gr}}{13.600\text{gr}/\text{cm}^3} = \frac{300}{13.600} \text{cm}^3 \approx 22\text{cm}^3$$

ارتجاعیت (Elasticity)

اگر یک جسم زیر عمل قوه خارجی شکل خود را تغییر دهد و بعد از دور شدن قوه، به حالت اولی خود برگردد، ارتجاعیت جسم گفته می شود. وقتی که یک جسم جامد از اثر قوه خارجی شکل خود را تغییر داده و بعد از دور شدن قوه، شکل قبلی خویش را دوباره اختیار ننماید، چنین جسم را غیر ارتجاعی می گویند.

اهداف آموزشی:

1_ دانش آموزان با مفاهیم اساسی موضوعات (فشار تراکی یا تنش، طول و فشار، مودول بلك، مودول شیر) آشنایی کامل دریافت کند.

2_ دانش آموزان با موارد استفاده از فشار تراکی و مودول شیر آگاهی کامل کسب نمایند.

3_ دانش آموزان باید با اهمیت موضوعات هذا آشنا شده و بتوانند در زندگی روزمره شان تطبیق نمایند.

بخش اول:

استریس (Stress) و استرین (Strain) کششی

مواد (Matter)	کثافت ρ (gr / cm ³)
(Gold)	19.3
(Uranium)	18.7
(Mercury)	13.6
(Lead)	11.3
(Iron)	7.86
(Water, 15°C)	1.025
(Water, 4°C)	1.00
(Ice)	0.917
(Alcohol)	0.806
(Air)	1.29×10^{-3}
(Water _{gas} , 100°C)	5.98×10^{-4}
(Hydrogen ^g)	8.99×10^{-5}

کثافت هر ماده و کثافت یک ماده استندرد را به نام وزن مخصوصه (Specific gravity) یاد می کنند، معمولاً برای مایعات و جامدات (آب در 4°C) و برای گازها هوا می باشد، برای همیشه وزن مخصوصه بدون واحد می باشد.

$$\text{Sp.gr} = \frac{\rho}{\rho_s} = \frac{\text{کثافت ماده استندرد}}{\text{وزن مخصوصه}}$$

و باید گفت که اگر $\rho \times g$ گردد، کثافت وزنی (ρ_w) حاصل می شود.

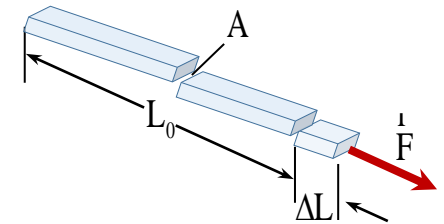
مثال 1. مقدار $0.082 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$ را از جنس $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ دریابید.

حل. برای همیشه مقدار $1\text{gr}/\text{cm}^3$ مساوی به $1000\text{kg}/\text{m}^3$ می گردد.

$$0.082 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} = 0.082 \times 10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 82 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

مثال 2. کثافت جسمی را از جنس دریابید که کتله آن 4kg و حجم آن 0.5m³ باشد.
حل.

در نگاره زیر جسمی را نشان می‌دهد، که در اول دارای سطح مقطع یک‌نواخت با مساحت A و طول L_0 است، سپس قوه F به انتهای آن وارد می‌کنیم، جسم به اندازه ΔL دراز می‌گردد، در این صورت می‌گوییم که جسم تحت کشش است، که برای همیشه قوه عمود بر سطح مقطع وارد می‌شود، که استریس کششی δ در سطح مقطع را به صورت نسبت قوه F به مساحت سطح مقطع A تعریف می‌شود. دراز شدن جسم فقط از نتیجه بزرگی فاصله بین مالیکول‌ها و یا اتوم‌ها به میان می‌آید. فشاری که در مقطع معین سیم به واسطه قوه F به وجود می‌آید تحت تأثیر قوه ثابت F با مقطع سیم معکوساً متناسب است. یعنی با باریک شدن سیم، فشار بالای آن زیاد می‌شود. اگر این کار دوام پیدا کند، فشار فوق‌العاده زیاد می‌گردد و ممکن است که سیم کنده (قطع) شود. اگر مقطع سیم ثابت نگه‌داشته شود، با زیاد شدن قوه فشار بالای جسم افزایش می‌یابد و این به معنای آن است که سیم دیگر نمی‌تواند فشار را تحمل کند و ارتباط بین اتوم‌های ساختمانی جسم قطع می‌گردد و سیم قطع خواهد شد. گاه‌گاهی طوری واقع می‌شود که سیم قطع نمی‌شود، بلکه در شکل فیزیکی آن تغییر به وجود می‌آید که در تخنیک این خاصیت فلزات در نظر گرفته می‌شود و کوشش می‌شود که تغییر شکلی که در اثر حوادث مختلف تحت تأثیر قوه به وجود می‌آید، بعد از دور شدن قوه، جسم حالت اولی خویش را اختیار نماید، که در حقیقت به این خصوصیت حالت ارتجاعی فلز یا جسم گفته می‌شود.



$$\text{Stress} = \frac{\text{Force}}{\text{Area}} \Rightarrow \delta = \frac{F}{A} = \frac{kx}{A}, \left(\frac{N}{m^2} = \text{pa} \right)$$

در رابطه بالا مقدار $\frac{k}{A}$ ثابت تناسب گفته می‌شود، در حالی که k یک کمیت ثابت قانون هوک است،

که مربوط به خصوصیت‌های اجسام ارتجاعی می‌باشد، در سیستم بین‌المللی اندازه‌گیری واحدها (SI) ، واحد فشار یا استریس پاسکال است، در صورتی که یک نیوتن قوه بر سطح یک 1m^2 عموداً عمل نماید. در تخنیک، فشار بالای سیم‌ها به کیلوپاسکال محاسبه می‌گردد.

مثال 1. یک سیم مسی که قطر مقطع آن 0.003m است، برای اندازه‌کردن Stress آن به یک لابراتوار تخنیکی انتقال می‌گردد. اگر کارکنان تخنیکی 100kg کتله را از مقطع آن آویزان کنند فشار قوه را بر مقطع سیم به kpa حساب کنید.

حل.

$$d = 0.003\text{m} \Rightarrow A = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 = 3.14 \left(\frac{0.003\text{m}}{2} \right)^2 = 7 \times 10^{-6} \text{m}^2$$

$$\delta = \frac{F}{A} = \frac{100\text{kg} \times 9.81\text{m/s}^2}{7 \times 10^{-6} \text{m}^2} = \frac{981\text{N}}{7 \times 10^{-6} \text{m}^2} \approx 1.4 \times 10^8 \text{pa}$$

اگر جسم تحت کشش باشد، محصله قوه‌های وارده بر جسم صفر است، ولی جسم تغییر شکل پیدا می‌کند، استریس کششی (نسبت قوه بر مساحت سطح مقطع) یک استریس کششی ϵ مانند نگاره 15.3 تشکیل می‌دهد، استریس کششی همیشه از نسبت افزایش طول ΔL و طول اولیه L_0 به دست می‌آید.

$$\text{Strain} = \frac{\text{change in length}}{\text{original length}} \Rightarrow \epsilon = \frac{\Delta L}{L_0}$$

حاصل تقسیم استریس کششی و استریس کششی مدول یانگ نامیده می‌شود، که طول ذیل تعریف می‌گردد.

$$\text{Young's modulus} = \frac{\text{tensile stress}}{\text{tensile strain}} = \frac{F/A}{\Delta L/L_0} \Rightarrow \delta = Y \cdot \frac{\Delta L}{L_0}$$

اگر به انتهای یک نل ارتجاعیت دارای قطر d_1 و طول L_1 ، جسم را به وزن W آویزان کنیم، و این نل را به قطر d_2 و طول L_2 برساند، پس شکل معادله ذیل به دست می‌آید.

$$\frac{\Delta d}{d_1} \approx \frac{\Delta L}{L_1} \Rightarrow \frac{\Delta d}{d_1} = \mu \frac{\Delta L}{L_1}, \Delta d = d_2 - d_1, \Delta L = L_2 - L_1$$

در رابطه فوقانی μ برای اندازه‌گیری ابعاد نل که به نام ضریب پادسون یاد می‌شود، این ضریب دارای واحد نیست، و تنها ارزش عددی دارد و قیمت آن از 0.01 تا 0.3 تغییر می‌یابد. و باید گفت که با کشش وزن، ابعاد نل به دو استقامت (طول زیاد می‌گردد و قطر کم می‌گردد) تغییر می‌کند، و $\Delta L > 0$ و $\Delta d < 0$ می‌باشند.

مثال 2. میله فولادی به طول 2m دارای سطح مقطع به مساحت 0.3cm^2 است، این میله از یک انتها به یک جرثقیل آویزان شده و به انتهای دیگری آن کتله 550kg به پایین آویزان شده است، استریس، استریس و افزایش طول میله را تعیین کنید. که مدول یانگ $2 \times 10^{11} \text{pa}$ و $g = 9.8\text{m/s}^2$ باشد. حل.

$$\delta = \frac{F}{A} = \frac{550\text{kg} \cdot 9.8\text{m/s}^2}{3 \times 10^{-5} \text{m}^2} = \frac{5390\text{N}}{3 \times 10^{-5} \text{m}^2} \approx 1.8 \times 10^8 \text{pa}$$

$$\epsilon = \frac{\delta}{Y} \Rightarrow \epsilon = \frac{1.8 \times 10^8 \text{pa}}{2 \times 10^{11} \text{pa}} = 9 \times 10^{-4}$$

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \Rightarrow \Delta L = (9 \times 10^{-4}) \cdot 2\text{m} = 0.0018\text{m} = 1.8\text{mm}$$

مثال 3. طول یک سیم فولادی استوانه‌ای برابر 4m و قطر آن 9cm است، وقتی یک وزنه 80000kg روی آن گذاشته شود، کاهش طول آن چه قدر خواهد بود: ($Y = 1.9 \times 10^{11} \text{pa}$)

حل.

$$\text{strain} = \frac{\Delta V}{V_0}$$

افزایش فشار ΔP همان استریس حجمی است، نسبت استریس حجمی بر استریس حجمی را مدول بُلک می‌نامند و با B نشان داده می‌شود.

$$\text{Bulk Modulus} = \frac{\text{volume stress}}{\text{volume strain}} \Rightarrow B = \frac{\Delta F/A}{\Delta V/V_0} = V_0 \cdot \frac{\Delta P}{\Delta V}$$

مثال 1. تغییر حجم یک مکعب مسی به ضلع 4mm را وقتی تحت فشار 20Mpa قرار گیرد، حساب کنید (مدول بُلک برای مس 125Mpa است).
حل.

$$V_0 = a^3 \Rightarrow V_0 = (4\text{mm})^3 = 64\text{mm}^3$$

$$B = \frac{V_0 \cdot \Delta P}{\Delta V} \Rightarrow \Delta V = \frac{(64\text{mm}^3)(20 \times 10^6 \text{pa})}{125 \times 10^6 \text{pa}} = 10.24\text{mm}^3$$

مثال 2. مدول بُلک برای آب 2.1Gpa است، حجم تراکم 100ml آب را وقتی تحت فشار 1.2Mpa قرار گیرد چه قدر است؟
حل.

$$B = \frac{V_0 \cdot \Delta P}{\Delta V} \Rightarrow \Delta V = \frac{100\text{ml} \times 1.5 \times 10^6 \text{pa}}{2.1 \times 10^9 \text{pa}}$$

$$\Delta V = \frac{0.15 \times 10^9 \text{ml}}{2.1 \times 10^9 \text{pa}} = 0.071\text{ml} \quad , \quad \Delta V = -0.071\text{ml}$$

استریس (Stress) و استرین (Strain) برشی

وضعیت استریس و استرین نوع سوم را برشی می‌نامند، نگاره زیر جسمی را نشان می‌دهد که تحت استریس برشی تغییر شکل یافته است، در این حالت قوه‌های با اندازه یک‌سان ولی درجهت‌های مقابل (مخالف) مماس بر سطح بر دو انتهای مخالف جسم وارد می‌شوند استریس برشی را به صورت قوه F که مماس بر سطح بر آن وارد می‌شود تقسیم بر مساحت A ، سطحی که قوه بر آن وارد می‌شود تعریف می‌کنیم.

$$\text{shear stress} = \delta_s = \frac{F}{A}$$

شکل نشان می‌دهد که یک وجه جسمی که تحت استریس برشی است به اندازه فاصله Δx نسبت به وجه مخالف جابه‌جا شده است. استریس برشی به صورت نسبت تغییر مکان Δx به بعد عرضی h تعریف می‌شود.

$$\text{shear strain} = \epsilon_s = \frac{\Delta x}{h}$$

$$A = \pi r^2 \Rightarrow A = \pi \left(\frac{9}{2} \text{cm}\right)^2 = 63.61\text{cm}^2$$

$$Y = \frac{F \cdot L_0}{A \cdot \Delta L} \Rightarrow \Delta L = \frac{(80000\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2)(4\text{m})}{(1.9 \times 10^{11} \text{pa})(63.61 \times 10^{-4} \text{m}^2)}$$

$$\Delta L = \frac{3.136 \times 10^6 \text{m}}{1208.59 \times 10^6} \approx 0.0026\text{m} = 2.6\text{mm}$$

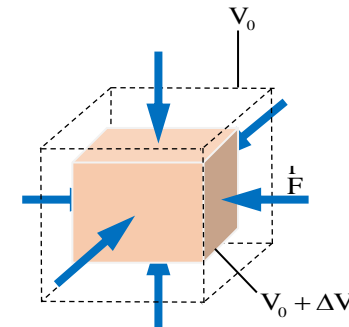
مثال 4. اگر وزنه‌ی به کتله 225kg را به انتهای یک سیم آهنی به طول 4m و سطح مقطع 0.5cm^2 بیاویزیم، طول آن افزایش می‌یابد، مدول یانگ این سیم چند گیگا پاسکال است؟
حل.

$$Y = \frac{F \cdot L_0}{A \cdot \Delta L} = \frac{(225\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2)(4\text{m})}{(0.5 \times 10^{-4} \text{m}^2)(1 \times 10^{-3} \text{m})} = 176.40 \times 10^9 \text{pa}$$

$$Y = 176.40\text{Gpa}$$

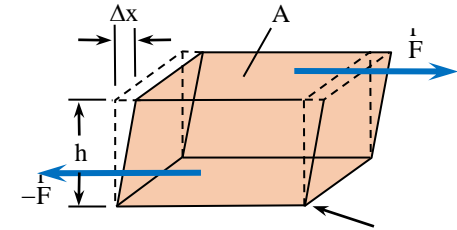
استریس (Stress) و استرین (Strain) حجمی

هنگامی که یک غواص در عمق اقیانوس در حرکت است، آب فشاری تقریباً یک‌نواخت بر همه جای سطح بدن او وارد می‌کند و با فشردن او حجمش را به مقدار جزئی کاهش می‌دهد، این وضعیت با استریس‌ها و استرین‌های کششی و تراکمی که برهمه‌ی وجوه وارد می‌شود و تغییر شکل ناشی از آن یک تغییر حجم است و از راه‌های استریس حجمی و استرین حجمی را برای توصیف این کمیت‌ها به کار می‌بریم. اگر جسمی در سیال (مایع و گاز) غوطه‌ور شود سیال بر هر بخش از سطح قوه‌ی وارد می‌کند، این قوه عمود بر سطح است. (اگر تلاش کنیم سیال قوه‌ی موازی با سطح جسم وارد کند سیال برای مقابله با این قوه یک طرف می‌لغزد) قوه‌ی F به طور عمود بر واحد سطح که سیال بر سطح جسم خوطه‌ور وارد می‌کند فشار داخل سیال به P تعریف می‌گردد.



$$\text{stress} = P = \frac{F}{A} \quad \vee \quad \Delta P = P_1 - P_2 = \frac{\Delta F}{A}$$

در رابطه فوقانی تغییرات فشار به ΔP و تغییرات قوه به ΔF نشان داده شده است، فشار نقش استریس را در یک تغییر شکل حجمی ایفاء می‌کند، استریس حجمی عبارت از تغییر نسبی حجم مانند نگاره 15.4 یعنی نسبت تغییر حجم ΔV بر حجم اصلی V_0 .



واز نسبت استریس و استرین برشی (شیر) مدول شیر به دست می‌آید.

$$\text{Shear Modulus} = \frac{\text{shear stress}}{\text{shear strain}} \Rightarrow S = \frac{\delta_s}{\epsilon_s} = \frac{F/A}{\Delta x/h} = \frac{F \cdot h}{A \cdot \Delta x}$$

مثال 1. مساحت سطح بالای جسمی خست مانند برابر 15cm^2 و ارتفاع آن 3cm است، هنگامی که قوه‌ی برشی 0.5N بر سطح بالای آن وارد شود، این سطح 4mm نسبت به سطح پایینی جابه‌جا می‌شود، استرین، استریس برشی و مدول برشی این قطعه چه قدر است؟
حل.

$$\delta_s = \frac{F}{A} \Rightarrow \delta_s = \frac{0.5\text{N}}{15 \times 10^{-4}\text{m}^2} = 0.33\text{kpa}$$

$$\epsilon_s = \frac{\Delta x}{h} \Rightarrow \epsilon_s = \frac{0.4\text{cm}}{3\text{cm}} = 0.133$$

$$S = \frac{\delta_s}{\epsilon_s} = \frac{0.33\text{kpa}}{0.133} = 2.5\text{kpa}$$

مثال 2. دو قوه‌ی موازی با جهت مخالف، هرکدام به اندازه 400N به طول مماسی بر سطوح بالا و پایین یک مکعب فلزی به ضلع 25cm وارد می‌شود، تغییر مکان سطح بالایی را نسبت به سطح پایینی چقدر است؟ (مدول برشی برای این فلز 80Gpa است)
حل.

$$A = a^2 \Rightarrow A = (25\text{cm})^2 = 625 \times 10^{-4}\text{m}^2, \quad h = 25 \times 10^{-2}\text{m}$$

$$S = \frac{F \cdot h}{A \cdot \Delta x} \Rightarrow \Delta x = \frac{(400\text{N})(25 \times 10^{-2}\text{m})}{(625 \times 10^{-4}\text{m}^2)(80 \times 10^9\text{pa})}$$

$$\Delta x = \frac{100\text{m}}{5 \times 10^4 \times 10^5} = 0.2 \times 10^{-7}\text{m} = 2 \times 10^{-8}\text{m} = 20\text{nm}$$