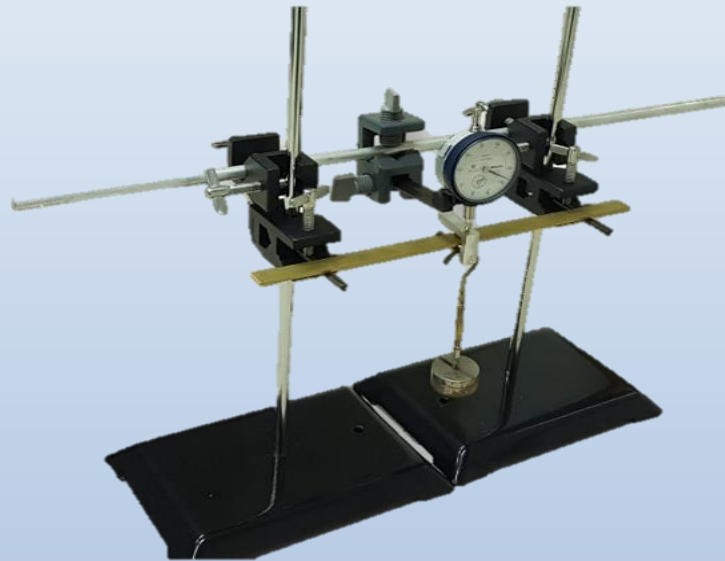


אלסטיות



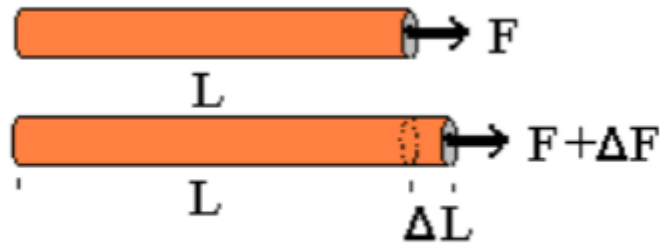
שימו לב: המצגת נועדה לסכם את עיקרי הדברים שבתדריך לניסוי ולהציג סרטוני/תמונות ביצוע והתוצאות שהיו במהלך הניסוי. את הדו"ח יש להכין לפי התדריך [אלסטיות](#) שנמצא באתר המעבדה, כאשר משתמשים בתוצאות המדידה המוצגות במצגת זו.

מטרות הניסוי

- להכיר את נושא האלסטיות.
- למדוד מודול אלסטיות/יאנג של מתכות שונות.
- לבחון יחסי כפיפה F/d עבור פסי מתכת במימדים שונים.
- למדוד מודול גזירה של פלדה.

מודול אלסטיות (יאנג)

- **מודול האלסטיות** מוגדר כיחס בין השינוי במאמץ לשינוי המתאים במעוות או בניסוח פשוט יותר ההתנגדות של החומר לשינוי קטן בצורתו באמצעות כוח המופעל עליו



איור 1 : מוט תחת מאמץ מתיחה, תוספת כח משנה את אורך המוט.

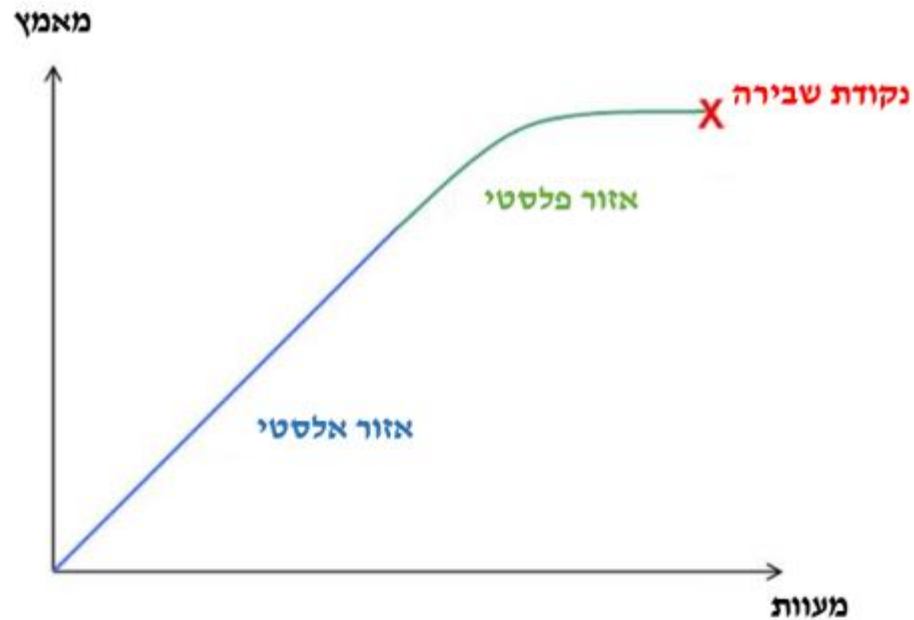
מעוות המתיחה מוגדר כיחס $\Delta L/L$ שבין תוספת האורך ΔL לאורך המוט L . כאשר מדובר במאמץ מתיחה, מודול האלסטיות נקרא בשם מודול יאנג (Young's modulus) אשר יסומן ב-Y.

$$(1) \quad Y = \frac{\Delta F/A}{\Delta L/L} = \frac{L}{A} \cdot \frac{\Delta F}{\Delta L}$$

❖ היחידות של Y הן יחידות של לחץ, במערכת MKS הן N/m^2

עקומת מאמץ-מעוות

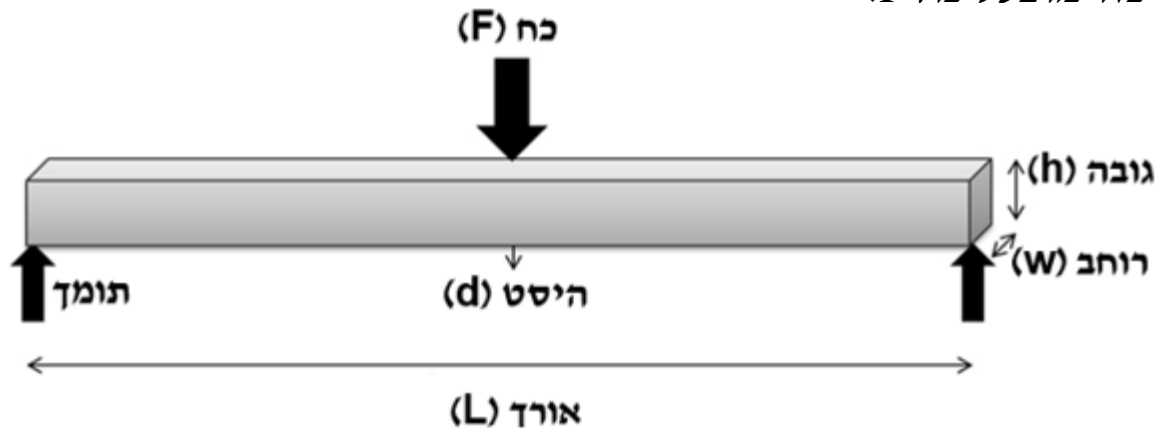
הדיאגרמה המופיע באיור 2 מציגה את היחס בין המאמץ והמעוות ומכונה עקומת מאמץ-מעוות



איור 2 : עקומת מאמץ-מעוות.

דפורמציה/כפיפה של פסי מתכת דקים

- בניסוי שנבצע במעבדה נמצא את מודול האלסטיות של מתכות ממדידת הדפורמציה/כפיפה של פסי מתכת דקים והתחשבות בממדיהם הגאומטריים.
- ניתן להשוות בין מודול האלסטיות (מודול יאנג) של פס מתכת הנתון למאמץ מתיחה לבין מודול הכפיפה המתקבל מכיפוף פס המתכת. באיור 3 ניתן לראות פס מתכת הנתמך בשני קצותיו ובמרכזו מופעל כח F .

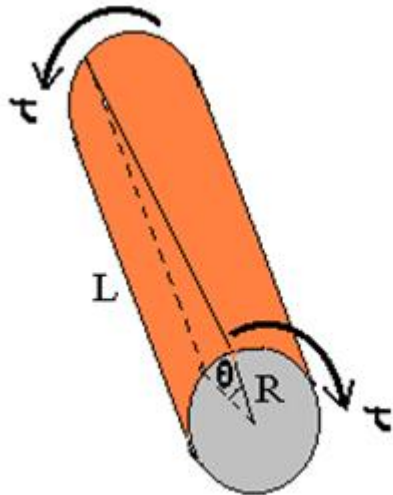


איור 3 : פס מתכת הנתון למאמץ כפיפה

(2)
$$Y_{bend} = Y_{elastic} = \frac{L^3 F}{4dwh^3}$$
 • מודול יאנג יחושב לפי :

מודול גזירה

- מאמץ הגזירה הינו היחס בין הכוח $F = 2\tau/R$ הפועל לפיתול הגליל לבין שטח החתך πR^2 .



איור 4: מוט גלילי תחת מומנט פיתול.

- מעוות הגזירה הינו היחס $R\theta/L$.

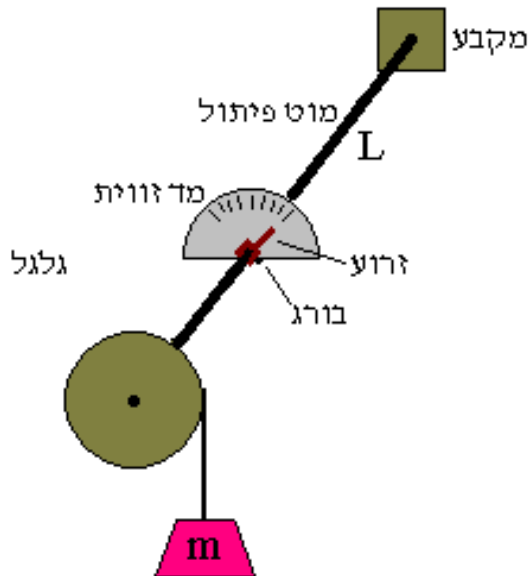
- מודול הגזירה G מוגדר כיחס בין מאמץ הגזירה למעוות הגזירה:

$$(3) \quad G = \frac{2L\tau}{\pi R^4\theta}$$

❖ τ – הינו מומנט פיתול

❖ היחידות של G הן יחידות של לחץ, במערכת MKS הן N/m^2

המערכת הניסיונית למדידת מודול גזירה



- מערכת המדידה מורכבת ממוט פלדה המוחזק בקצהו האחד, בקצהו השני מחובר גלגל, תליית משקולת על הגלגל תפעיל מומנט פיתול על המוט. מדידת זווית הפיתול נעשית ע"י מד זווית ברדיאנים. המערכת מתוארת באיור 6.

- במהלך הניסוי נמדוד את זווית הפיתול במרחק קבוע עבור מסות שונות, ובמסה קבועה עבור מרחקים שונים

$$(4) \quad \theta = \frac{dg}{\pi GR^4} mL$$

- ❖ זווית הפיתול תלויה במרחק L ובמסה m
- ❖ d - קוטר הגלגל
- ❖ g - תאוצת הכובד
- ❖ R - רדיוס המוט

❖ מד הזווית עשוי מחצי מעגל ברדיוס 10 ס"מ, תזוזה של ס"מ על היקף המעגל שקולה לזווית של 0.1 רדיאן

מהלך הניסוי

3.1 מדידת מודול יאנג

3.2 מדידת מודול גזירה

3.2.1 מדידת מודול גזירה במרחק קבוע

3.2.2 מדידת מודול גזירה במסה קבועה

❖ הערה : המספור של הסעיפים זהה למספור סעיפי הניסוי שבתדריך מעבדה

3.1. מדידת מודול יאנג

תוצאות הניסוי:

קובץ אקסל עם תוצאות המדידה

- ❖ יש לשים לב ללשוניות השונות בקובץ
- ❖ שגיאות במסה הן 0.001kg, שגיאות במימדי הפסים הן 0.1mm

ערכים תאורטיים:

Young's Modulus, Modulus of Elasticity – E

$$Aluminum \Rightarrow 69Gpa = 6.9 \cdot 10^{10} Pa$$

$$Brass \Rightarrow 102 - 125Gpa = 10.2 - 12.5 \cdot 10^{10} Pa$$

$$Steel \Rightarrow 180 - 200Gpa = 18 - 20 \cdot 10^{10} Pa$$

סרטוני ביצוע:

1. תיאור המערכת ומהלך הניסוי



- ❖ קובץ עזר לריכוז תוצאות המדידה
- ❖ בצעו את כל הסעיפים המופיעים בתדריך.
- ❖ בצעו עיבוד התוצאות (כולל חישובי שגיאות מדידה) והסיקו מסקנות.

3.2. מדידת מודול גזירה

3.2.1. תוצאות הניסוי - מדידה במרחק קבוע:

תוצאה	מכשיר מדידה	
$d = 0.0955 \pm 0.0001m$	קליבר	קוטר גלגלת d
$R = 2 \pm 0.01mm = 0.002 \pm 0.00001m$	בורג מיקרומטרי	רדיוס המוט R
$L = 0.567 \pm 0.001m$	סרגל	אורך המוט L

$\theta \pm 0.0001rad$	$m \pm 0.00001kg$
העמסה	העמסה
0.03	0.2
0.06	0.4
0.09	0.6
0.12	0.8
0.14	1
הורדה	הורדה
0.12	0.8
0.09	0.6
0.06	0.4
0.03	0.2
0	0

סרטוני ביצוע:



1. תיאור המערכת



2. מהלך הניסוי

❖ יש לבנות גרף לפי הקשר הבא: $\theta = \frac{dg}{\pi GR^4} mL$ – זווית פיתול כפונקציה של מסה

3.2. מדידת מודול גזירה (המשך)

3.2.2 תוצאות הניסוי - מדידה במסה קבועה:

$\theta \pm 0.0001(rad)$	$L \pm 0.001(m)$
0.1	0.567
0.09	0.5
0.05	0.3
0.03	0.2
0.02	0.1

סרטוני ביצוע:



1. מהלך הניסוי

❖ יש לבנות גרף לפי הקשר הבא: $\theta = \frac{dg}{\pi GR^4} mL$ – זווית פיתול כפונקציה של אורך המוט