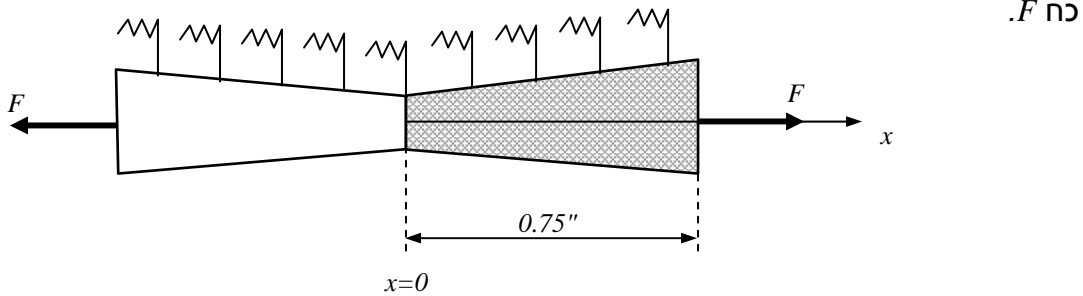


בוחן חצי סמטר – סמטר ב' (24.4.2001 - א' אייר תשס"א)

משך הבוחן 90 דקות בדיוק. ניתן להשתמש בכל חומר עזר. יש לענות על כל השאלות (השאלות אינן שוות בערכן). יש לענות קצר ולעניין – בבוחן ניתן לצבור 105 נקודות.

1. מוט אלסטי באורך $1.5''$ בעל שטח חתך המשתנה לינארית מ- $A=0.45 \text{ in}^2$ בקצה השמאלי ל- $A=0.3 \text{ in}^2$ באמצע המוט וחוזר לשטח חתך $A=0.45 \text{ in}^2$ בקצה הימני מתואר באיור. מודול יינג של המוט הוא $E=10^4 \text{ ksi}$ וקבוע הקפיץ המפולג לאורך המוט $c=2 \times 10^3 \text{ ksi}$. המוט נתון למתיחה בשני קצותיו ע"י



- א. בהשתמש בסימטריות של הבעיה ביחס ל- $x=0$, רשום/י את הניסוח החלש עבור החלק המודגש של המוט ($0 \leq x \leq 0.75$) והגדר/י את הביטויים הדרושים הגדרה. 15 נק'
- ב. רשום/י את ניסוח מינימום האנרגיה הפוטנציאלית והגדר/י הביטויים הדרושים הגדרה. 8 נק'
- ג. השתמש/י באלמנט סופי אחד עבור החלק המודגש של המוט וב $p=2$ ורשום/י את מטריצת הקשיחות ומטריצת המסה עבור אלמנט זה. 25 נק'
- ד. רשום/י את וקטור העומסים באלמנט זה. 10 נק'
- ה. מהי מערכת המשואות הסופית לפתרון הבעיה? (רשום/י במפורש את מערכת המשואות שיש לפתור בצורה מטריצית ומהם הנעלמים). 10 נק'

2. נניח כי נתון אלמנט סופי של מוט שקצותיו ב $x=0$ וב $x=l$ (דהיינו האלמנט לאורך $0 \leq x \leq l$) בעל $AE=I$. אנו בוחרים את פונקציית המיפוי מהאלמנט הסטנדרטי לאלמנט הנתון בצורה כללית הבאה:

$$x = \left[\alpha(1 - \xi^2) + \frac{1}{2}\xi(1 + \xi) \right] l \quad -1 \leq \xi \leq +1$$

- א. הראה/י כי עבור $\alpha = \frac{1}{2}$ המיפוי הנ"ל הינו בדיוק המיפוי הלינארי "הסטנדרטי" עבור האלמנט הנתון. 7 נק'
- ב. פונקציות הצורה (Shape Functions) על האלמנט האמיתי מתקבלות מתוך $\Phi_i(x) = N_i(\xi(x))$ על האלמנט הסטנדרטי. צייר/י את $\Phi_1(x) = N_1(\xi(x))$ על האלמנט הנתון (איור סכמטי) עבור $\alpha = \frac{1}{4}$. 10 נק'
- ג. האם הפונקציה $\Phi_1(x) = N_1(\xi(x))$ על האלמנט הנתון עבור $\alpha = \frac{1}{4}$ שייכת למרחב האנרגיה? הוכח/י. 20 נק'

בהצלחה!