

# מכניקה הנדסית לטכנאים י"ג

## ספר תרגול במכניקה הנדסית לטכנאים

### סטודנטים יקרים

לפניכם ספר תרגילים לקורס "מכניקה הנדסית לטכנאים י"ג" המועבר ברשת האינטרנט on-line.

הקורס באתר כולל פתרונות מלאים לספר התרגילים.

הפתרונות מוגשים בסרטוני וידאו המלווים בהסבר קולי, כך שאתם רואים את התהליכים בצורה מבנית, שיטתית ופשוטה, בדיוק כפי שנעשה בשיעור פרטי.

את הקורס בנו במשותף אלי קורנפלד ואיתי חיימי.

אלי קורנפלד: מהנדס אזרחי, בוגר תואר ראשון הנדסה אזרחית בהצטיינות אוניברסיטת אריאל, בוגר תואר שני (M.E) בהנדסה אזרחית של הטכניון.

ניסיון בהעברת קורסי הליבה של תואר הנדסה אזרחית במחלקה להנדסה אזרחית של אוניברסיטת אריאל. בין הקורסים: מכניקה הנדסית מורחב, חוזק 1, חוזק 2, כלכלה הנדסית ומשוואת דיפרנציאליות.

איתי חיימי: מהנדס אזרחי, בוגר תואר ראשון הנדסה אזרחית בהצטיינות אוניברסיטת אריאל, בוגר תואר שני (M.E) בהנדסה אזרחית של הטכניון.

ניסיון בהעברת קורסי הליבה של תואר הנדסה אזרחית במחלקה להנדסה אזרחית של אוניברסיטת אריאל ומרצה בסגל המרצים של רשת מכללות טכנולוגיות עתיד, סניף תל אביב. בין הקורסים: מכניקה הנדסית מורחב, סטטיקת מבנים 1, סטטיקת מבנים 2, חישוב סטטי וחוזק חומרים.

אם אתם עסוקים מידי בעבודה, סובלים מלקויות למידה, רוצים להצטיין או פשוט אוהבים ללמוד בשקט בבית, אנחנו מזמינים אתכם לחווית לימודים יוצאת דופן וחדשה לחלוטין, היכנסו עכשיו לאתר:



אנו מאחלים לכם הצלחה מלאה בבחינות!

**תוכן עניינים**

פרק	שם הפרק
1	כוחות
2	חיכוך
3	מומנטים
4	מבנים פשוטים – סמכים, יציבות, יתירות, דג"ח, ראקציות
5	מבנים מורכבים – פרקים, גלגליות, כבלים, קפיץ
6	תרגילי מבחנים בסטטיקה

המלצה וטיפים ללמידה של הקורס:

לרשותכם מספר טיפים לפני התחלת הצפייה בסרטונים וזאת על מנת שלאחר צפיה מלאה בכל תוכן הקורס תקבלו בסיס טוב וכלים להתמודדות לבד עם שאלת מבחן ולהמשך הלימודים וקורסים מתקדמים יותר.

1. ככלל, הפרקים נבנים אחד על השני ולכן כדאי להתחיל את הפרקים בסדר כרונולוגי עולה.
2. בכל פרק יש לראות תחילה את סרטוני ההסבר (תאוריה) ולסכם אותם.
3. לנסות ולפתור לבד את התרגילים ללא צפייה בסרטוני תרגיל.
4. את סרטוני התרגול אנו ממליצים לסכם במחברות כולל הערות ציודיות.
5. ניתן לעצור בכל עת, לחזור שוב על סרטון ולשנות את הקצב לפי נוחותכם.

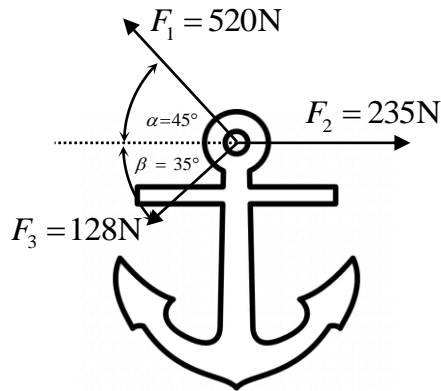
פרק 1 – כוחות

תרגיל מספר 1

על העוגן המתואר באיור מופעלים שלושה כוחות.

**א.** מצא את שקול הכוחות בדרך חישובית.

**ב.** מה צריך להיות הכוח המאזן (גודל וזווית) על מנת שהעוגן ישאר בשיווי משקל.

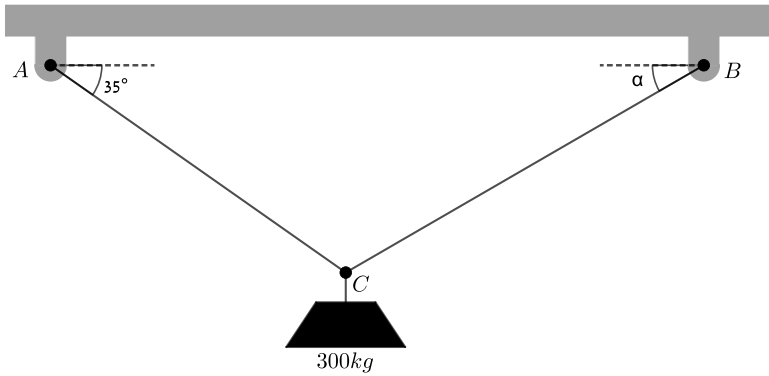


**תרגיל מספר 2**

שני כבלים מחוברים בנקודה C ומועמסים כמתואר.

נתון שזווית  $\alpha = 30^\circ$ .

נדרש למצוא את הכוחות בשני הכבלים.

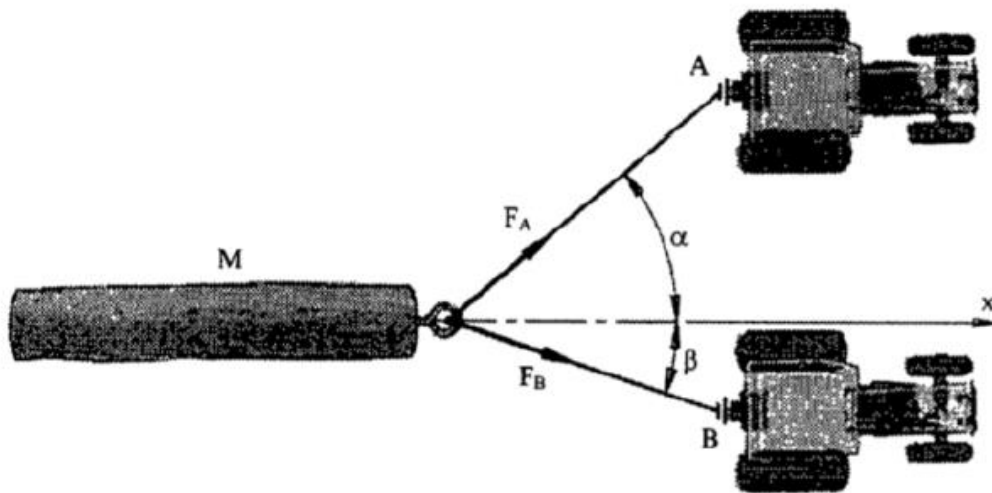


**תרגיל מספר 3**

בול עץ נסחב על ידי שני טרקטורים A ו-B כמתואר בתרשים.  
מה צריכים להיות שיעורי כוחות המתיחה של הכבלים כדי שהכוח השקול יהיה שווה 20 ק"ג,  
ושהוא יפעל לאורך הציר x הנתון?

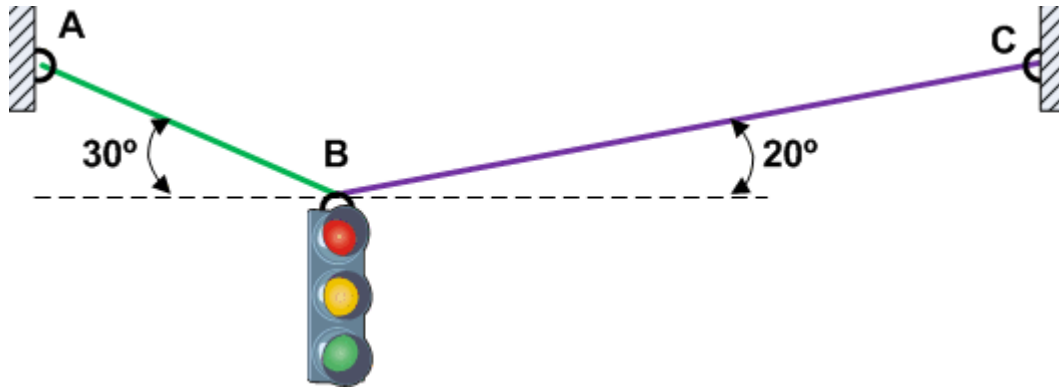
$$\alpha = 40^\circ$$

$$\beta = 18^\circ$$



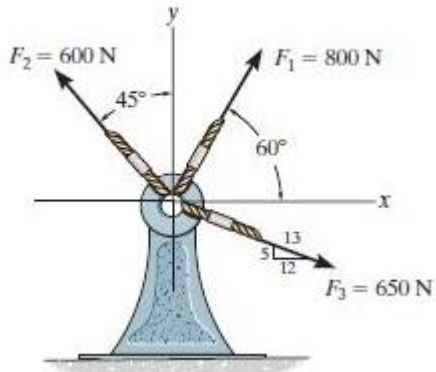
**תרגיל מספר 4**

נתון רמזור תלוי על ידי 2 כבלים כמתואר בשרטוט.  
משקל הרמזור הינו 50 ק"ג.  
נדרש למצוא את כוחות המתיחה בשני הכבלים.



**תרגיל מספר 5**

נתונה מערכת כוחות כמתואר בשרטוט.  
נדרש למצוא את שקול הכוחות (גודלו וכיוונו)



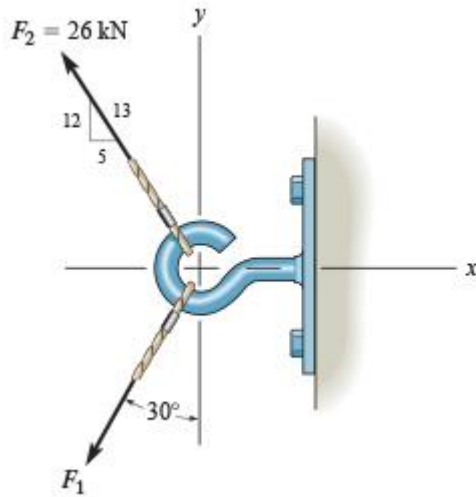


**תרגיל מספר 6**

נתונה מערכת כוחות כמתואר בשרטוט.

**א.** מהו גודלו של כוח  $F_1$  אם נתון ששקול הכוחות בכיוון ציר  $Y$  שווה ל-0?

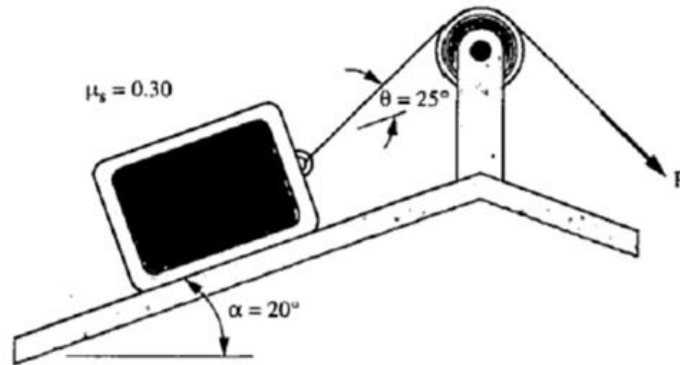
**ב.** מהו גודלו של הכוח השקול במערכת?



**פרק 2 – חיכוך**

**תרגיל מספר 1**

גוף שמסתו  $m=10\text{ kg}$ , מונח על גבי מישור משופע, הנטוי בזווית  $\alpha=20^\circ$ . הגוף נמשך על ידי כוח  $P$  באמצעות כבל וגלגלת חסרת חיכוך. הכבל נטוי ביחס למישור המשופע בזווית של  $\theta=25^\circ$  כמתואר. מקדם החיכוך הסטטי בין הגוף למישור הוא  $\mu_s=0.3$ .



- א.** חשב מהו הערך המרבי (המקסימלי) של  $P$  שבו הגוף לא יחליק במעלה המשטח.
- ב.** חשב מהו הערך המזערי (המינימלי) של  $P$  שבו הגוף לא יחליק במורד המשטח.

**תרגיל מספר 2**

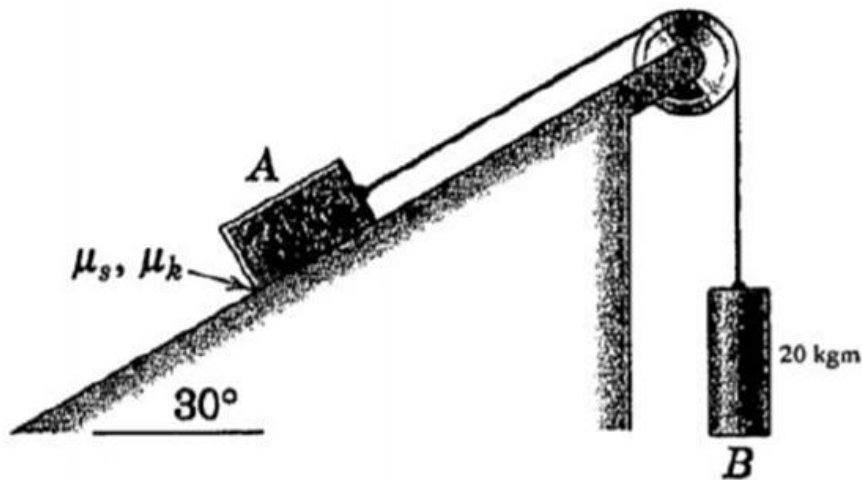
המערכת המתוארת באיור לשאלה 3 מורכבת מגופים A ו-B בעלי מסה של 60 kg ו-30 kg בהתאמה. הגופים מחוברים ביניהם באמצעות כבל העובר דרך גלגלת חסרת חיכוך.

א. חשבו את מקדם החיכוך הסטטי  $\mu_s$  המינימלי הנדרש כדי שהמערכת תישאר במנוחה. מה תהיה המתרחשת בכבל?

ב. הסבירו ללא חישוב:

- מה צריך להיות גודלו של  $\mu_s$  על מנת שהמערכת תתחיל לנוע?
- לאיזה כיוון תנוע המערכת?
- מה צריך להיות גודלו של  $\mu_k$  (מקדם חיכוך קינטי) כשהמערכת בתנועה?

הניחו כי  $g=10 \text{ m/sec}^2$ .

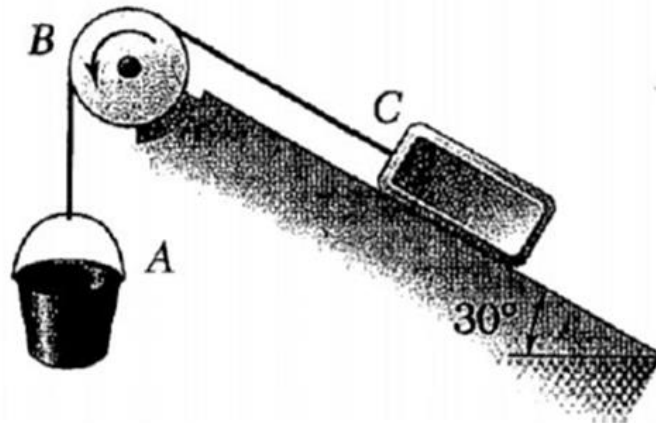


**תרגיל מספר 3**

דלי A מחובר באמצעות כבל, העובר דרך גלגלת חסרת חיכוך B למשקולת C, שהינה במשקל 200 N. מקדם החיכוך הסטטי בין המשקולת והמשטח הינו 0.2.

חשב:

- א. את משקל הדלי W הנדרש על מנת שהמשקולת C, תתחיל לנוע במעלה המישור.
- ב. את משקל הדלי W הנדרש על מנת שהמשקולת C, תתחיל לנוע במורד המישור.
- ג. בהנחה שמשקל הדלי  $W=0$ , מה הזווית המרבית של המישור בה תישאר המשקולת C ללא תנועה?



**תרגיל מספר 4**

פועל דוחף שידה אחידה, בעלת מסה של 60 ק"ג, על פני רצפה מחוספסת, כמתואר בתרשים. מקדם החיכוך הסטטי בין הרצפה והשידה הוא  $\mu_s=0.3$ .

חשב את שיעורו המינימלי של כוח הדחיפה  $F$ , הדרוש להזזת השידה, אם הזווית שבה נטוי כוח הדחיפה  $F$  כלפי הציר האופקי הוא  $\alpha=30^\circ$ .

תאוצת הכובד היא  $g=9.81 \text{ m/sec}^2$ .



פרק 3 – מומנטים

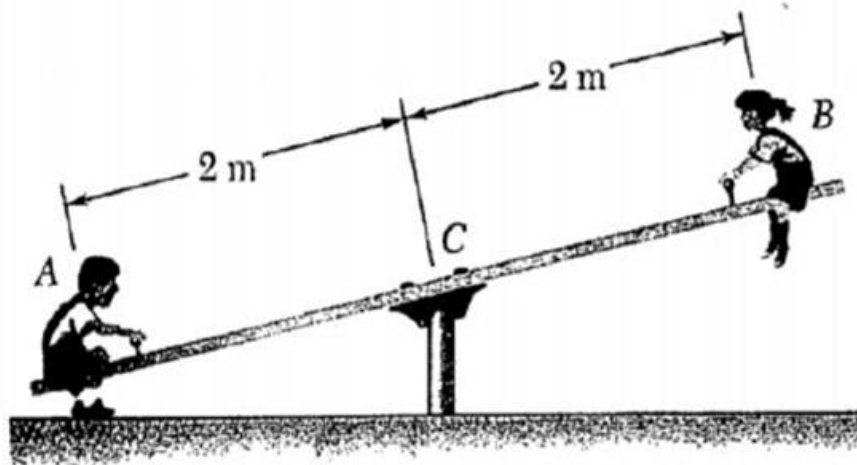
תרגיל מספר 1

משקלי הילדים היושבים על הנדנדה שבתרשים הם: בנקודה A – 400 N, ונקודה B – 350 N.

חשב:

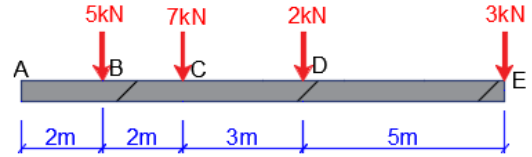
א. את המיקום האורכי הנדרש של נקודה C על מנת שהנדנדה תהיה מאוזנת אופקית.

ב. במצב המתואר בתרשים מוסיפים ילד שלישי שמשקלו 250 N. היכן יש להושיב את הילד השלישי יחסית לנקודה C על מנת לאזן את הנדנדה?



**תרגיל מספר 2**

יש למצוא את גודלו כיוונו ומיקומו של הכוח  $F$  שצריך לפעול על הקורה על מנת שהקורה תהיה בשיווי משקל.

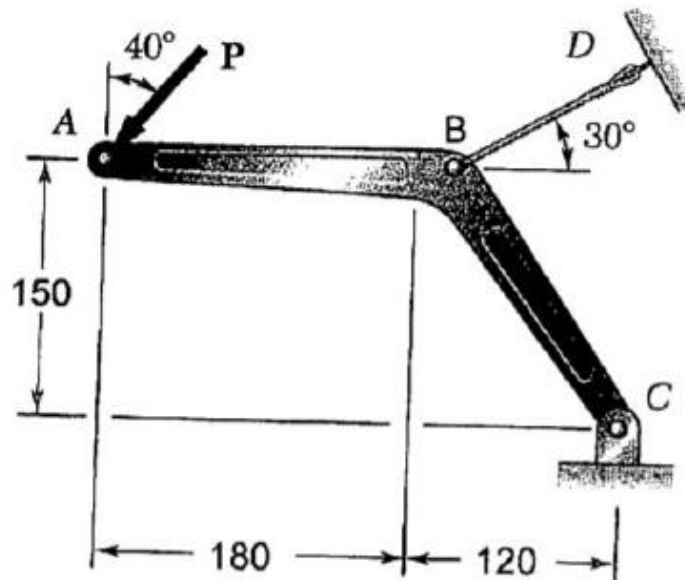


**תרגיל מספר 3**

זרוע ABC מוחזקת באמצעות כבל BD.  
בקצה הזרוע בנקודה A פועל כוח P כמתואר בתרשים.

חשב:

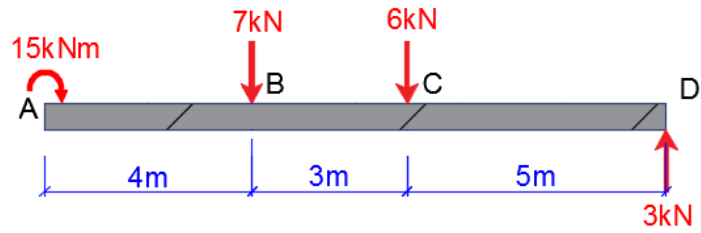
א. את הכוח P המותר, אם המתיחות המותרת בכבל BD היא 500 N.





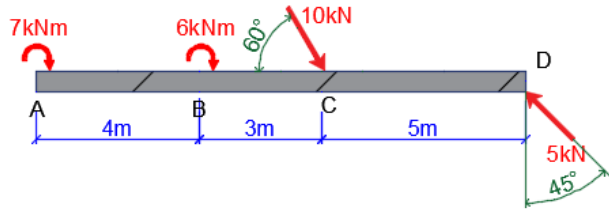
**תרגיל מספר 4**

יש למצוא את גודלו כיוונו ומיקומו של הכוח  $F$  שצריך לפעול על הקורה על מנת שהקורה תהיה בשיווי משקל.



**תרגיל מספר 5**

יש למצוא את גודלו כיוונו ומיקומו של הכוח  $F$  שצריך לפעול על הקורה על מנת שהקורה תהיה בשיווי משקל.



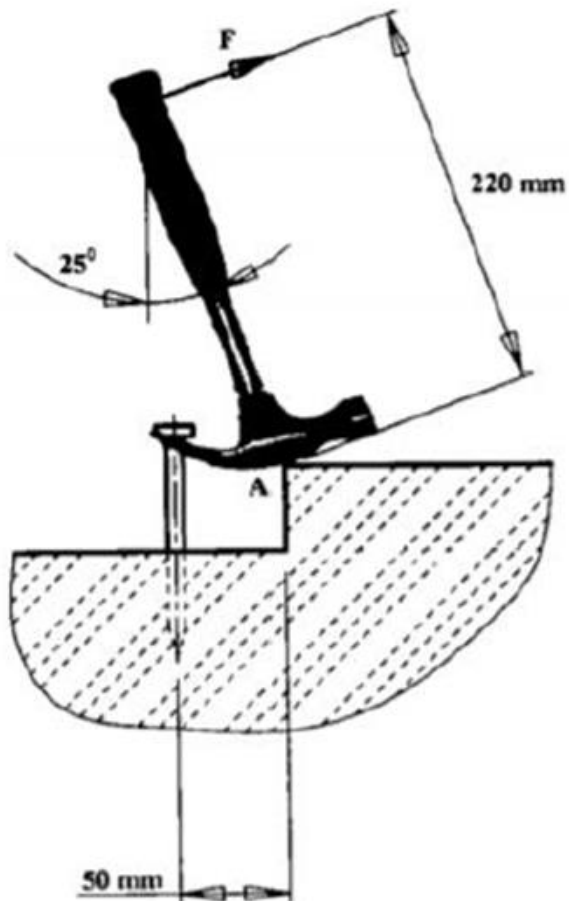
**תרגיל מספר 6**

הכוח  $F$  הניצב לידית הפטיש, הדרוש לחילוץ המסמר, כמתואר בתרשים שווה 150 ניוטון.

א. חשב את כוח המתיחה  $T$  במסמר.

ב. חשב את כוח התגובה, שמפעיל הבלוק הקשיח על ראש הפטיש בנקודה  $A$ .

שטח המגע בין הבלוק וראש הפטיש מחוספס לחלוטין, ומונע החלקה של הפטיש. יש להזניח את החיכוך בין הפטיש לבין ראש המסמר. המידות נתונות בתרשים.



**נושא 4 – מבנים פשוטים**

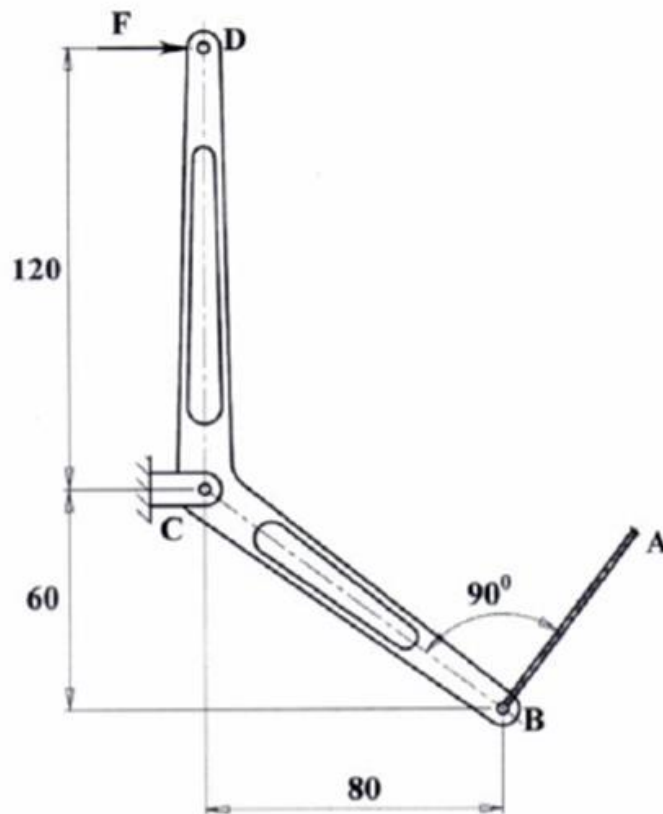
**תרגיל מספר 1**

כוח מתיחות הכבל AB, הפועל על המנגנון המתואר בתרשים שווה 250 ניוטון.

א. חשב את הכוח האופקי F, אותו יש להפעיל על הדוושה D.

ב. חשב את כוח התגובה בסמך C (שיעור וכיוון).

המידות נתונות בתרשים.



**תרגיל מספר 2**

בתרשים מתוארת קורה בצורת "ד" המקובעת בנקודה C ומוחזקת באמצעות כבל BD לרצפה.

הקורה עמוסה ע"י שני כוחות מרוכזים  $F_1$  ו-  $F_2$ , כמתואר בתרשים. נתון:

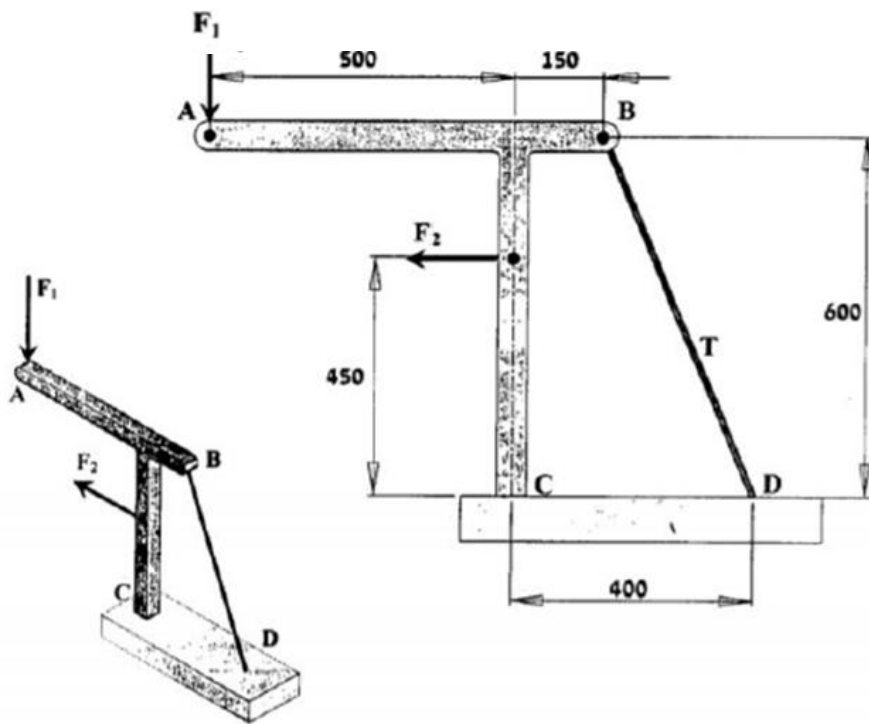
$$F_2=400\text{N}, F_1=700\text{N}$$

אם ידוע שהמתיחות בכבל T שווה 1,250 ניוטון, חשב:

א. את כוח התגובה  $R_c$  (שיעור וכיוון) המופעל בנקודה C.

ב. את מומנט הקיבוע  $M_c$  (שיעור וכיוון הסיבוב) המופעל בנקודה C.

הזנח את משקל הקורה והכבל. המידות נתונות בתרשים במ"מ.

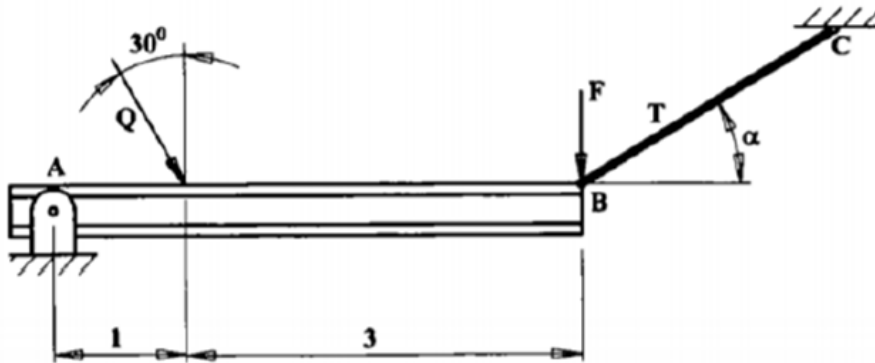


**תרגיל מספר 3**

הקורה האופקית AB נתמכת על סמך נייח בנקודה A וקשורה באמצעות כבל BC בנקודה B.  
 הכבל BC נטוי לקו האופקי הזווית  $\alpha$  כמתואר בתרשים.  
 על הקורה מופעל כוח Q, הנטוי לקו האנכי בזווית של  $30^\circ$ , וכוח אנכי F. נתון:  
 $\sin \alpha = 0.6$ ,  $Q = 16 \text{ kN}$

- א. חשב את שיעורו המקסימלי של הכוח F שמותר להפעיל על הקורה, אם ידוע שהכוח המרבי T שמותר להפעיל על הכבל BC שווה 25 קילו-ניוטון.  
 ב. מה יהיה שיעורו וכיוונו של כוח התגובה בסמך A, בהעמסה זו?

המידות נתונות בתרשים במטרים.

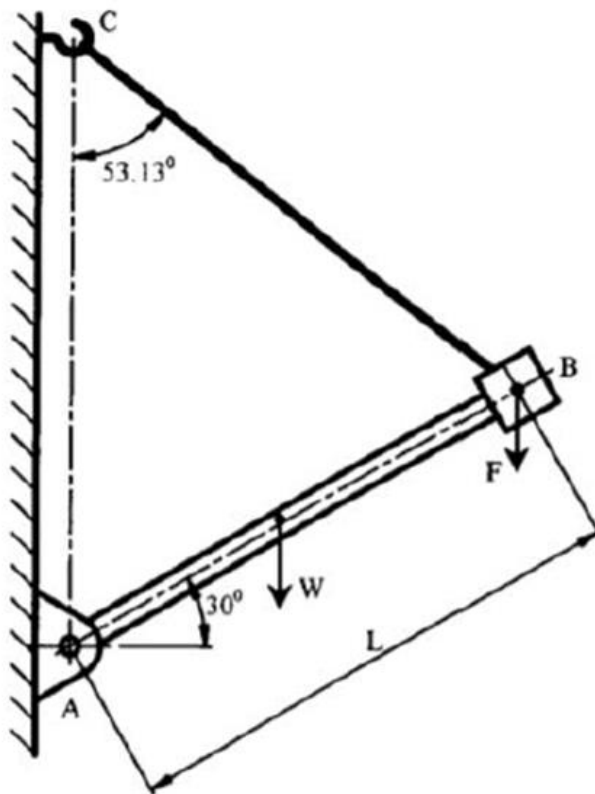


**תרגיל מספר 4**

קורה אחידה AB שאורכה,  $L$ , 3 מ' ומשקלה,  $W$ , 800 ניוטון מוחזקת בשיווי משקל באמצעות פרק A וכבל גמיש BC, כמתואר בתרשים. בנקודה B של הקורה מופעל כוח אנכי  $F$ . ידוע שהכוח המרבי שמותר להפעיל על הכבל BC שווה 1,460 ניוטון. המידות הדרושות נתונות בתרשים.

א. חשב את הכוח המרבי  $F$  שמותר להפעיל בנקודה B.

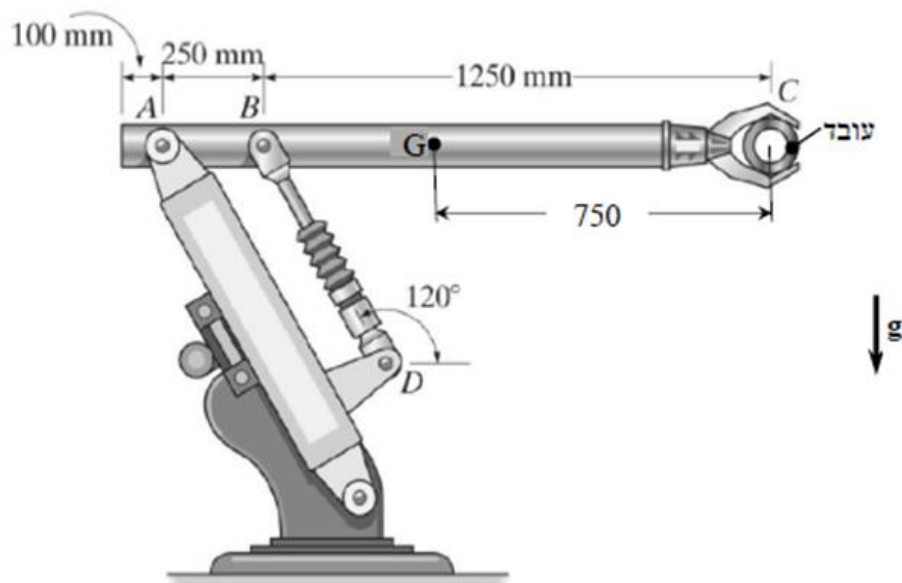
ב. חשב את כוח התגובה בנקודה A.



**תרגיל מספר 5**

באיור לשאלה, מתוארת זרוע של רובוט ABC. משקל הזרוע 50 ניוטון ומרכז הכובד שלה נמצא בנקודה G. בתפסנית הזרוע C, נמצא עובד שמשקלו 30 ניוטון. בנקודה A, הזרוע מחוברת לסמך נייח ובנקודה B לבוכנה BD, הבוכנה מחוברת לבסיס הרובוט כמתואר באיור. במצב זה הזרוע אופקית ונמצאת בשיווי משקל. החיבורים בנקודות A, B ו-D הם צירים פרקיים.

- א. שרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הזרוע.
- ב. חשב את הכוח שהבוכנה מפעילה על הזרוע.
- ג. חשב את כוח התגובה בסמך A של הזרוע (שיעור וכיוון).

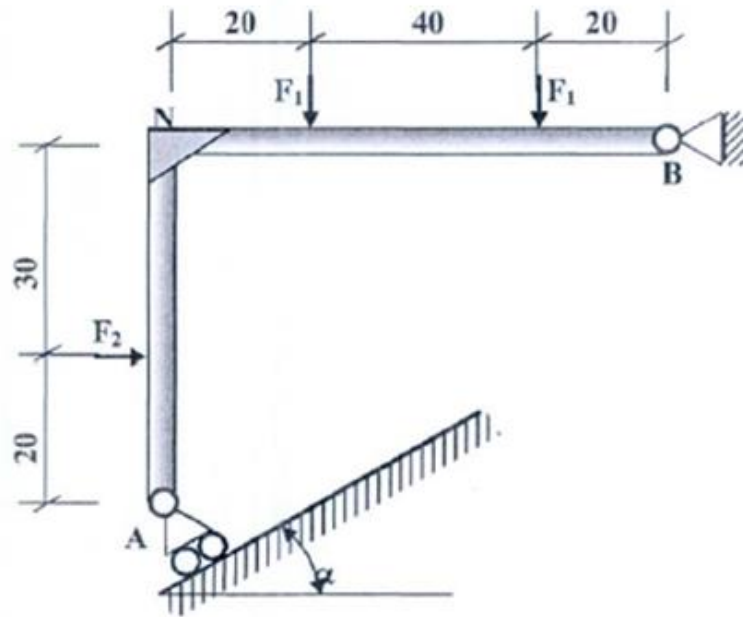




**תרגיל מספר 6**

המבנה ANB מוחזק בנקודה B באמצעות סמך קבוע ונקודה A על ידי סמך נייד הנטוי בזווית  $\alpha$  השווה  $36.87^\circ$ . הכוחות הפועלים על המבנה הם:  
 $F_2 = 10 \text{ kN}$ ,  $F_1 = 4 \text{ kN}$ .

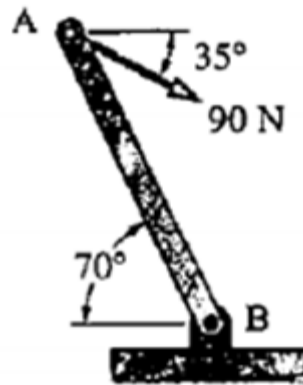
חשב את כוחות התגובה בסמכים A ו-B.



**תרגיל מספר 7**

על מוט אחיד AB פועל כוח חיצוני של 90 ניוטון בכיוון המסומן. המוט נתמך על ידי פרק B כמתואר באיור לשאלה.

- א. חשב את משקל המוט הנדרש על מנת שהמוט יהיה בשיווי משקל.  
ב. חשב את התגובה בנקודה B (גודל וכיוון).

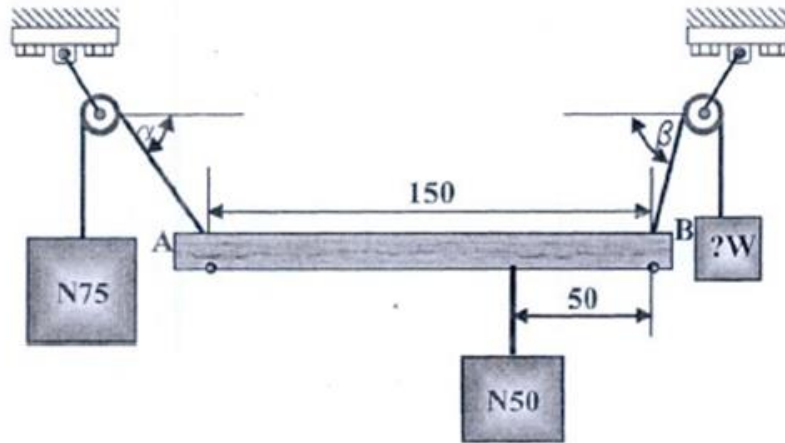


**נושא 5 – מבנים מורכבים**

**תרגיל מספר 1**

באיור לשאלה זו מתוארת מערכת ובה קורה שמשקלה זניח. על הקורה תלויה משקולת של 50 ניוטון. הקורה תלויה על שני כבלים שבקצותיהם שתי משקולות שונות. הקורה אופקית, המערכת נמצאת במנוחה ואפשר להניח שהגלגלות חסרות חיכוך.

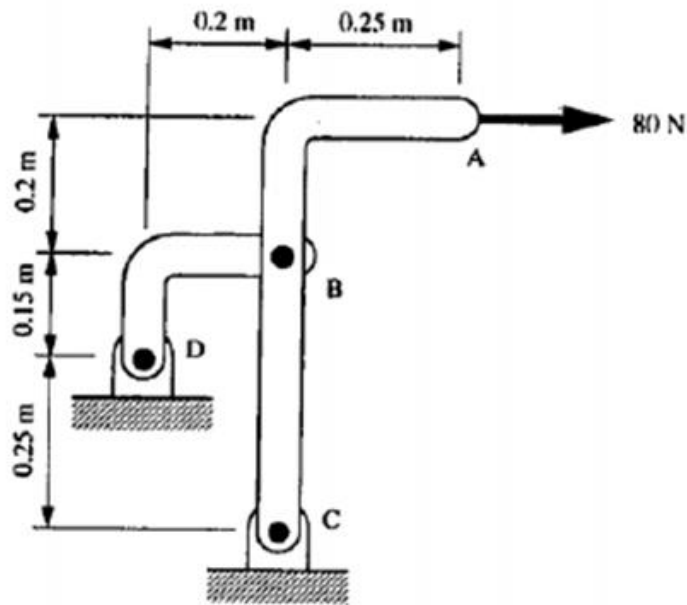
- א. שרטט דיאגרמת גוף חופשי של הקורה.
- ב. חשבת את הזוויות שבין הכבלים לבין המישור האופקי ואת גודל המשקולת  $W$ .



**תרגיל מספר 2**

המבנה המוצג באיור לשאלה בנוי משתי קורות, ABC ו-BD, המחוברות ביניהן באמצעות פרק ניוטון. המבנה מחובר לסמכים נייחים בנקודות C ו-D. על המבנה פועל בנקודה A כוח אופקי של 80 ניוטון. יש להזניח את משקל חלקי המבנה.

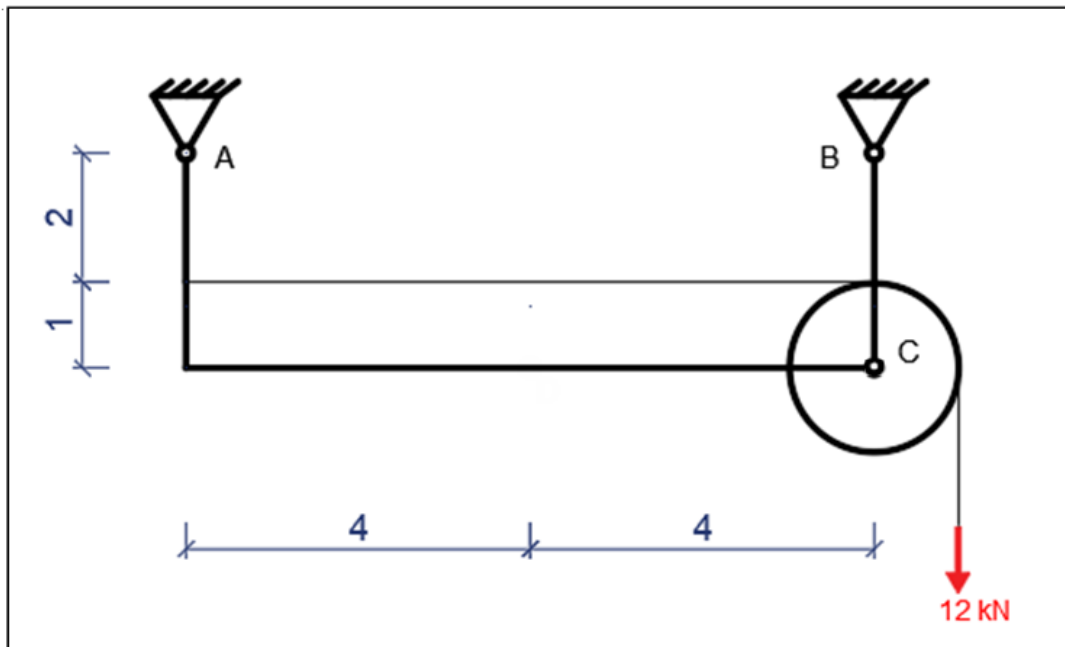
- א. חשב את התגובות בסמכים C ו-D.  
 ב. חשב את התגובה בפרק B.



**תרגיל מספר 3**

נתון מבנה מישורי כמתואר באיור.  
 בנקודה A ו-B קיימים סמכים קבועים.  
 בנקודה C קיים גלגלת בעלת רדיוס  $R=1$  מטר בעזרת חיבור פרקי מלא.

- א. דרוש למצוא את הראקציות בסמכים A ו-B.  
 ב. דרוש למצוא את הכוחות הפנימיים בפרק C.



**תרגיל מספר 4**

המתקן המתואר באיור לשאלה בנוי מבסיס ECK המקובע בנקודה K, מידית ABC, ממוט BD ומגוף DEG. הידית מחוברת לבסיס ולמוט באמצעות פרקים בנקודות C ו-B. גוף DEG מחובר בנקודה E לבסיס ובנקודה D מחובר למוט גם באמצעות פרקים. בנקודה A פועל על הידית כוח אנכי  $P=200\text{N}$ .

בנקודה H על גוף DEG פועל כוח אופקי F.

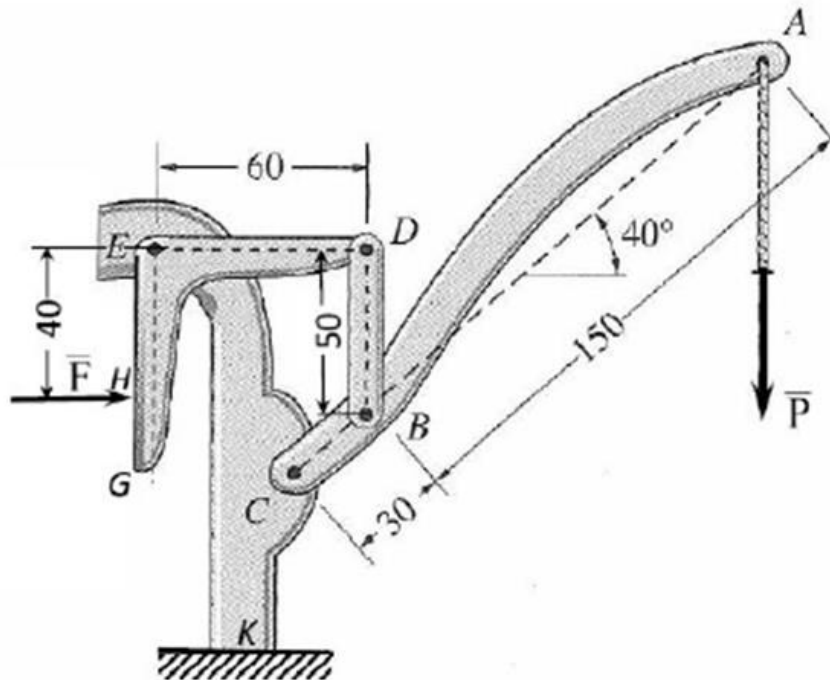
במצב המתואר באיור, כאשר מוט BD הוא אנכי, המתקן נמצא בשיווי משקל.

א. שרטט את דיאגרמות הגוף החופשי של הידית ABC, של המוט BD ושל הגוף DEG (לכל חלק בנפרד).

ב. חשב את ערכי הכוחות שנוצרים בפרקים B ו-C.

ג. חשב את הכוח F, הפועל על הגוף DEG, ואת כוח התגובה של הבסיס בנקודה E.

הערה: יש להזניח את משקלם של חלקי המתקן. המידות באיור נתונות במילימטרים.



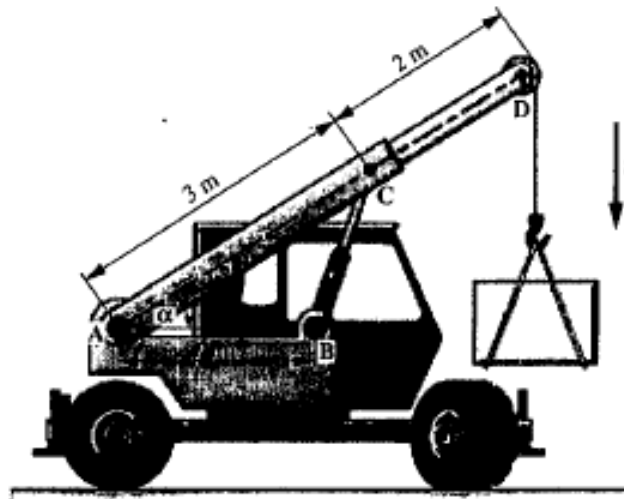
**נושא 6 – תרגילי מבחנים בסטטיקה**

**תרגיל מספר 1**

באיור לשאלה 1 מתואר מנוף המרים ארגו. המנוף מופעל עליידי בוכנה המחוברת לקורה ACD בנקודה C. הארגו תלוי בקצה D של הקורה באמצעות כבל כמתואר באיור. נתון:  $BC = AB = 2 \text{ m}$  ;  $\alpha = 41.41^\circ$ . הכוח שמפעילה הבוכנה על הקורה שווה  $5 \text{ kN}$ , והמנוף נמצא בשיווי משקל.

**הערות:**

- יש להזניח את המשקל העצמי של הקורה ושל הכבל.
- החיבורים בנקודות A, B, C הם צירים מפרקיים ללא חיכוך.
- ממדי הגלגלת בקצה D של הקורה זניחים ואין להתייחס אליה.

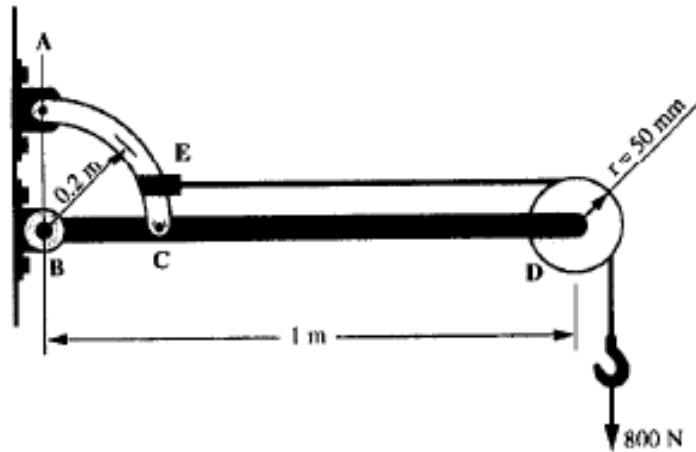


- א. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של קורת המנוף ACD.
- ב. חשב את משקל הארגו.
- ג. חשב את כוח התגובה בסמך A של הקורה (ערך וכיוון).

תרגיל מספר 2

המבנה המתואר באיור לשאלה 6 בנוי מהקשת AC, שרדיוסה 0.2 m, ומהקורה BCD, שאורכה 1 m, המחוברות ביניהן באמצעות מפרק C. המבנה נתמך בשני סמכים נייחים, ב־A וב־B, כמתואר באיור. בקצה D של קורת המבנה מורכבת גלגלת שדרכה עובר כבל. בקצה הקטע האנכי של הכבל תלוי עומס של 800 N. קצה E של הקטע האופקי של הכבל מחובר לקשת המבנה כמתואר באיור. רדיוס הגלגלת  $r = 50 \text{ mm}$ .

הערה: יש להזניח את משקלם של חלקי המבנה ואת החיכוך בגלגלת ולהניח שהמתיחות בשני ענפי הכבל זהה.

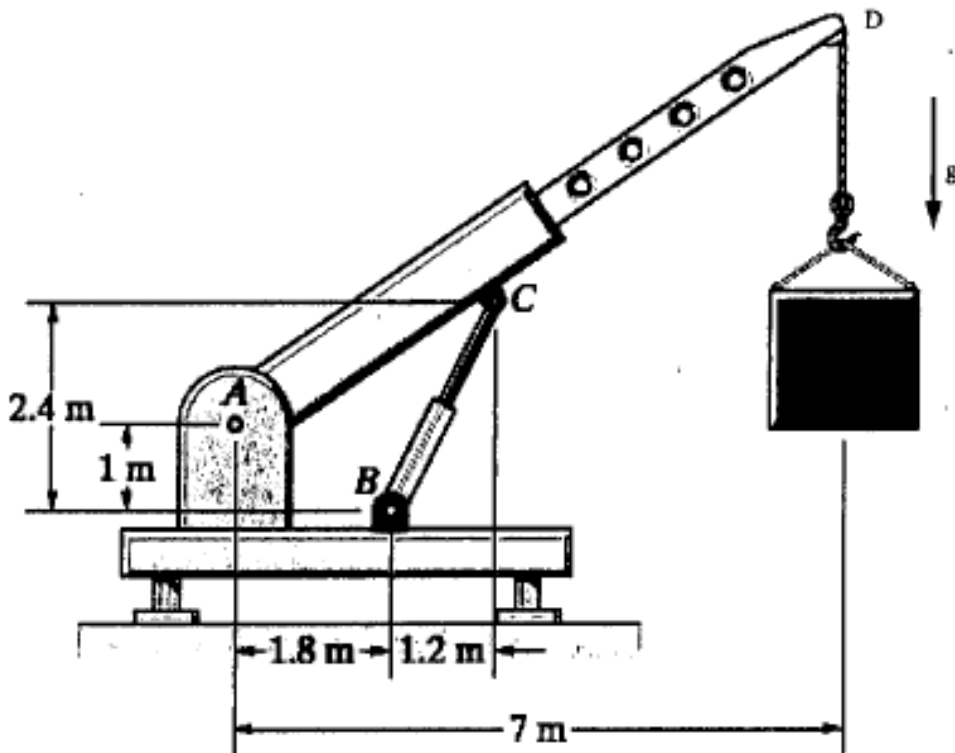


- א. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הקשת AC ושל הקורה BCD, כל אחת בנפרד.
- ב. חשב את כוח התגובה בפרק C.
- ג. חשב את כוחות התגובה בסמכים A ו־B של המבנה.



תרגיל מספר 3

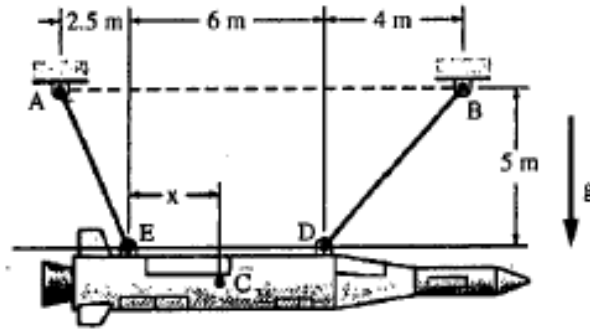
באיור לשאלה 1 מתואר מנוף המרים ארגו שמסתו  $m = 800 \text{ kg}$ . המנוף מופעל על-ידי בוכנה BC לקורה ACD בנקודה C. הארגו תלוי בקצה D של הקורה באמצעות כבל. במצב זה המנוף נמצא בשיווי משקל. החיבורים בנקודות A, B, C הם צירים פרקיים.



- א. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של קורת המנוף ACD.
- ב. חשב את הכוח שהבוכנה מפעילה על הקורה.
- ג. חשב את כוח התגובה בסמך A של הקורה (שיעור וכיוון).

תרגיל מספר 4

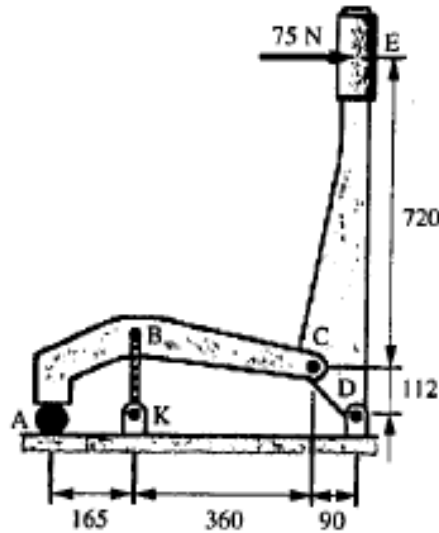
טייל שמסתו  $m = 350 \text{ kg}$  תלוי באמצעות שני כבלים, כמתואר באיור לשאלה 2. במצב זה הטייל נמצא בשיווי משקל. מרכז הכובד של הטייל נמצא בנקודה C.



- א. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הטייל.
- ב. חשב את המתיחות בכל אחד מהכבלים.
- ג. מהו המרחק האופקי  $x$  מנקודה E עד מרכז הכובד של הטייל?

**תרגיל מספר 5**

המבנה המתואר באיור לשאלה 6 (מהדק) מורכב מידיית ECD ומקורה ABC המחוברות זו לזו באמצעות פרק C. המבנה נתמך עליידי סמך ניח ב-D, סמך נייד ב-A וקשור לכבל אנכי ב-B. על הידית בנקודה E מופעל כוח אופקי של 75 N בכיוון המסומן.



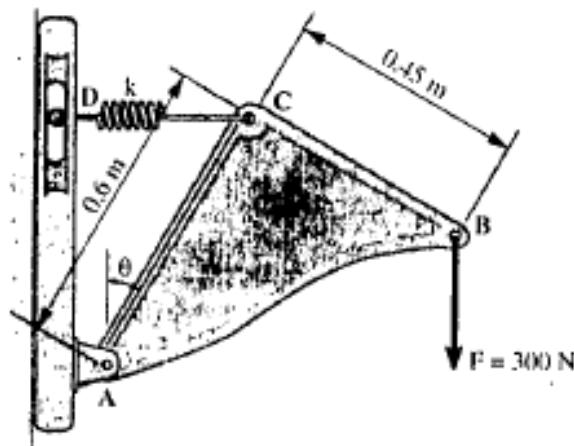
- א. סרטט את דיאגרמות הגוף החופשי של הידית והקורה (כל אחת בנפרד).
- ב. חשב את כוח התגובה בפרק C.
- ג. חשב את כוחות התגובה בסמכים A, B ו-D של המבנה. (ערך וכיוון).

**הערות:**

- (1) יש להזניח את משקלם של חלקי המבנה.
- (2) המידות באיור נתונות ב"mm.

תרגיל מספר 6

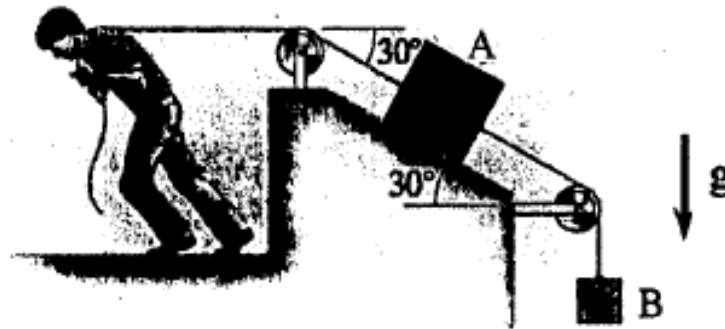
באיור לשאלה 1 מתוארת פלטה ABC. בנקודה A הפלטה נתמכת בסמך ניח, ונקודה C היא קשורה לקפיץ (מתואר סכימטית). הקצה האחר של הקפיץ מחובר לגלגלון קטן D, המאפשר לקפיץ להישאר במצב אופקי. לפני הפעלת הכוח האנכי F כאשר צלע AC אנכית ( $\theta = 0$ ) הקפיץ CD נמצא במצב רפוי. לאחר הפעלת כוח אנכי  $F = 300 \text{ N}$  הפלטה הסתובבה ונמצאת במצב שיווי משקל, כאשר  $\theta = 30^\circ$ . סעיפים א'-ה' מתייחסים למצב זה.



- א. סרטט את דיאגרמת הנוף החופשי של הפלטה.
- ב. חשב את התארכות הקפיץ.
- ג. חשב את הכוח שהקפיץ מפעיל על הפלטה.
- ד. חשב את כוח התגובה בסמך A של הפלטה (שיעור וכיוון).
- ה. חשב את הקבוע של הקפיץ K (N/mm).

תרגיל מספר 7

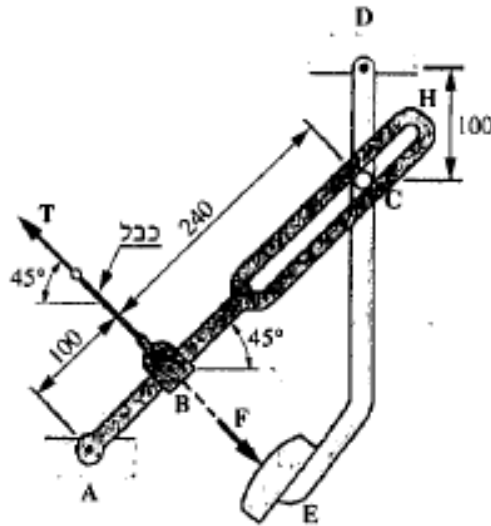
גוף A שמסתו  $M = 20 \text{ kg}$  מונח על מישור משופע שזווית השיפוע שלו  $\alpha = 30^\circ$ . בצד אחד הגוף מחובר לחבל הנמשך על ידי אדם, ובצד השני הוא מחובר באמצעות חבל אחר למשקולת B בעלת מסה  $m = 10 \text{ kg}$ , כמתואר באיור לשאלה 2. מקדם החיכוך הסטטי בין גוף A ובין המישור הוא  $\mu_s = 0.25$ .



- א. סרטט את תרשימים הכוחות שפועלים על גוף A, כאשר הוא נמצא על סף התנועה (המצב לפני תחילת התנועה) **במורד** המישור המשופע.
- ב. חשב את הכוח שמפעיל האדם על החבל, כאשר גוף A נמצא על סף התנועה (המצב לפני תחילת התנועה) **במורד** המישור המשופע.
- ג. סרטט את תרשימים הכוחות שפועלים על גוף A, כאשר הוא נמצא על סף התנועה (המצב לפני תחילת התנועה) **במעלה** המישור המשופע.
- ד. חשב את הכוח שמפעיל האדם על החבל, כאשר גוף A נמצא על סף התנועה (המצב לפני תחילת התנועה) **במעלה** המישור המשופע.

תרגיל מספר 8

המבנה המתואר באיור לשאלה 6 בנוי מדוושה ECD ומקורה ABH. המבנה נתמך עלידי סמכים נייחים ב־A וב־D. בנקודה B שעל הקורה מחובר כבל הנמתח בכוח T. פיך C המורכב בדוושה ECD נכנס לחריץ בקורה ABH. בעל הדוושה פועל כוח  $F = 180 \text{ N}$  בכיוון המסומן.

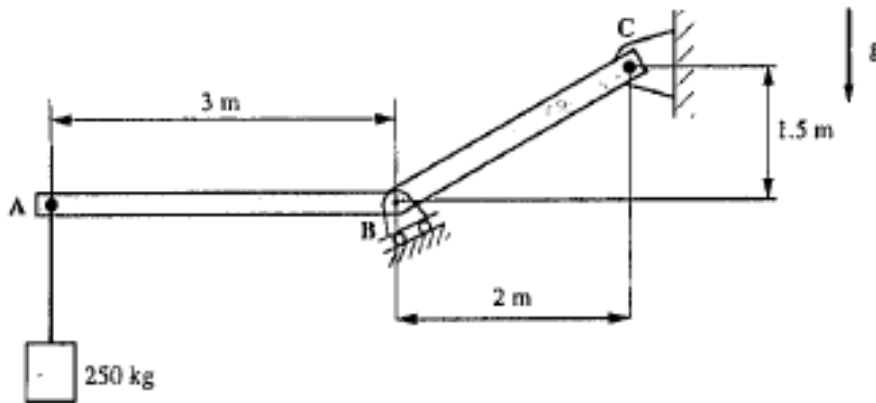


**הערות:**

1. הזנח את החיכוך בין הפין ובין החריץ בקורה, והנח שכיוון כוח המגע בין החריץ שבקורה ובין הפין שבדוושה הוא בניצב לקורה.
  2. הזנח את משקלם של חלקי המבנה.
  3. המידות באיור נתונות במ"מ.
- א. סרטט את דיאגרמות הגוף החופשי של הדוושה והקורה (נדרשים שני סרטוטים נפרדים).
  - ב. חשב את כוח המגע בין הפין C ובין החריץ בקורה.
  - ג. חשב את המתוחות בכבל שמחובר לקורה.
  - ד. חשב את כוחות התגובה בסמכים A ו־D של המבנה.

תרגיל מספר 9

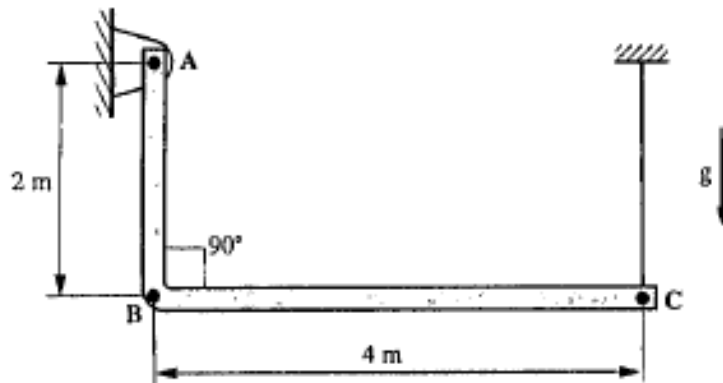
קורה ABC, המתוארת באיור לשאלה 1, נתמכת בנקודה C בסמך נייד, ונקודה B בסמך נייד. בקצה A של הקורה תלוי באמצעות כבל ארגז שהמסה שלו 250 kg.



- א. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הקורה.
- ב. חשב את כוחות התגובה בסמכים של הקורה.

**תרגיל מספר 10**

באיור לשאלה 2 מתואר מוט דק אחיד שהמסה הכוללת שלו היא 360 kg .  
 המוט מכופף בזווית ישרה בנקודה B.  
 בקצה A נתמך המוט בסמך ניח, ובקצה C הוא קשור לכבל אנכי.  
 הקטע AB של המוט הוא אנכי ואורכו 2 m , והקטע BC הוא אופקי ואורכו 4 m .



- א. חשב את מיקומו של מרכז הכובד של המוט.
- ב. סרטט את דיאגרמות הגוף החופשי של המוט.
- ג. חשב את כוחות התגובה בסמכים של המוט.



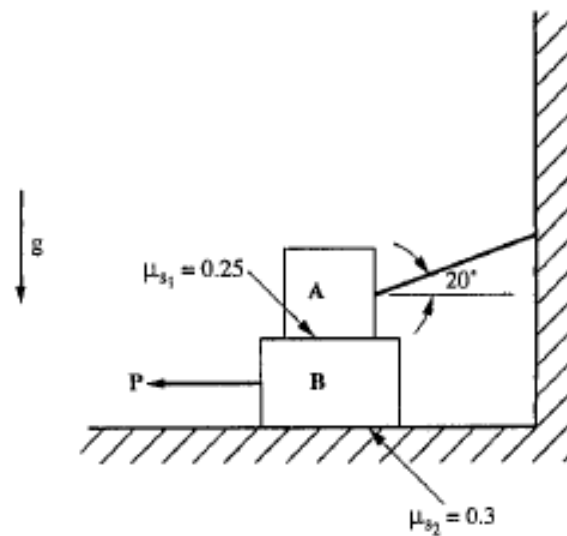
**תרגיל מספר 11**

גוף B מונח על מישור אופקי, ועליו מונח גוף A, המחובר בכבל לקיר, כמתואר באיור לשאלה 3.  
גוף B נמשך על ידי כוח אופקי P.

המסה של גוף A היא 25 kg, והמסה של גוף B היא 60 kg.

מקדם החיכוך הסטטי בין שני הגופים הוא  $\mu_{s1} = 0.25$ , ומקדם החיכוך הסטטי בין גוף B ובין המישור האופקי הוא  $\mu_{s2} = 0.3$ .

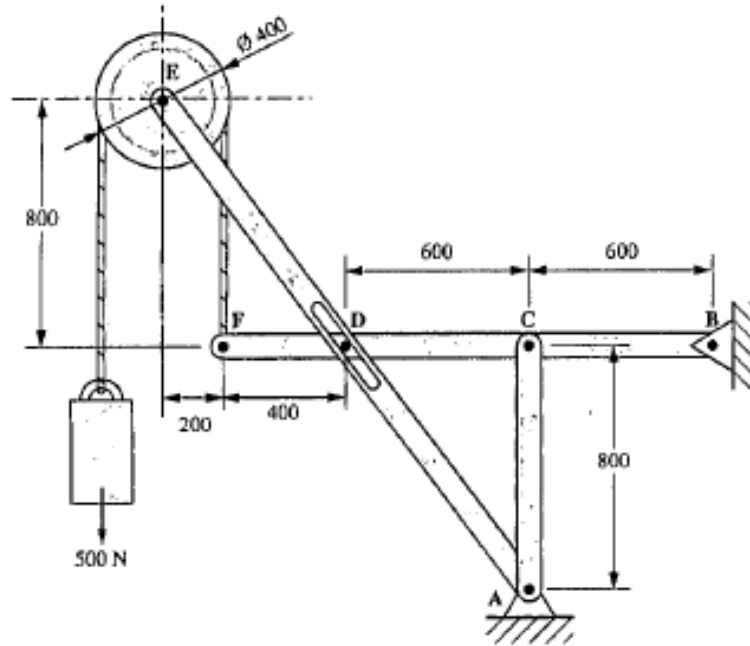
**הערה:** הונח את ממדי הגופים.



- א. סרטט את תרשימי הכוחות הפועלים על כל אחד מהגופים A ו-B.
- ב. חשב את המתוחות המתפתחת בכבל ברגע תחילת התנועה של גוף B במישור האופקי.
- ג. חשב את הכוח P שיש להפעיל על גוף B ברגע תחילת התנועה.

תרגיל מספר 12

המבנה המתואר באיור לשאלה 6 בנוי מגלגלת E ומשלוש קורות – קורה AC, קורה AE וקורה BF. המבנה נתמך על ידי סמכים נייחים ב-A ו-B. לנקודה F של קורה BF מחובר כבל העובר דרך הגלגלת. חקצה השני של הכבל מחובר למשקולת של 500 N. קורות AC ו-BF מחוברות ביניהן באמצעות ממרק C ומפין D, המורכב על קורה BF ונכנס לחריץ בקורה AE. במצב זה המבנה נמצא בשיווי משקל.



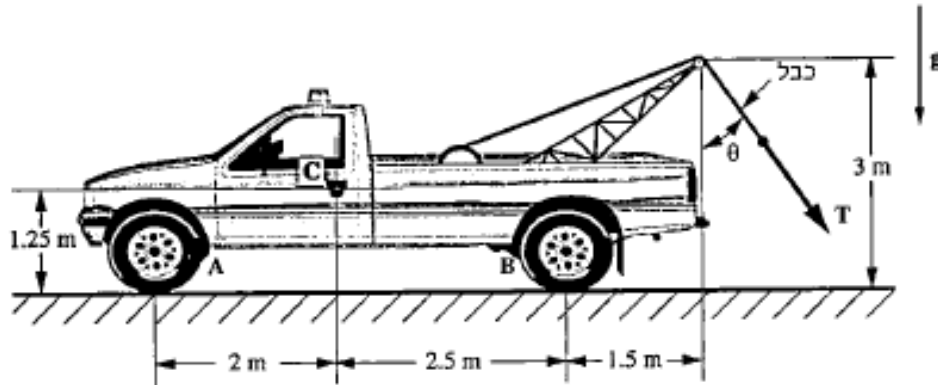
- א. סרטט את דיאגרמות הגוף החופשי של הגלגלת ושל כל אחת משלוש הקורות (כל קורה בנפרד).
- ב. חשב את כוח המגע בין הפין D ובין החריץ בקורה AE.
- ג. חשב את כוח התגובה במפרק C.
- ד. חשב את כוחות התגובה בסמך B של המבנה.

**הערות:**

1. יש להזניח את החיכוך בין הפין D ובין החריץ בקורה AE, ולהניח שהכיוון של כוח המגע בין החריץ שבקורה ובין הפין הוא בניצב לקורה.
2. יש להזניח את משקלם של חלקי המבנה ואת החיכוך בגלגלת.

**תרגיל מספר 13**

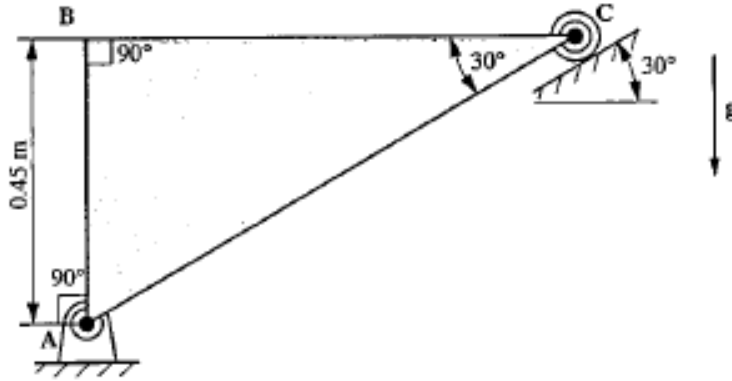
באיור לשאלה 1 מתואר רכב שקשור אליו כבל שעליו מופעל כוח  $T$ . משקל הרכב  $25 \text{ kN}$ , ומרכז הכובד שלו בנקודה  $C$ . במצב זה, גלגלי הרכב נעולים. זווית  $\theta$  שווה  $30^\circ$ .



- א. סרטט דיאגרמת גוף חופשי של הרכב.
- ב. חשב את כוחות התגובה הנורמליים בכל אחד מגלגלי הרכב (הקדמיים והאחוריים) כאשר לא מופעל כוח על הכבל ( $T = 0$ ).
- ג. חשב את כוחות התגובה הנורמליים בכל אחד מגלגלי הרכב (הקדמיים והאחוריים) כאשר מופעל על הכבל כוח של  $15 \text{ kN}$  ( $T = 15 \text{ kN}$ ).
- ד. חשב את הגודל של כוח  $T$  שיגרום לאיפוס של כוחות התגובה הנורמליים בגלגלים הקדמיים, המסומנים ב-A.

תרגיל מספר 14

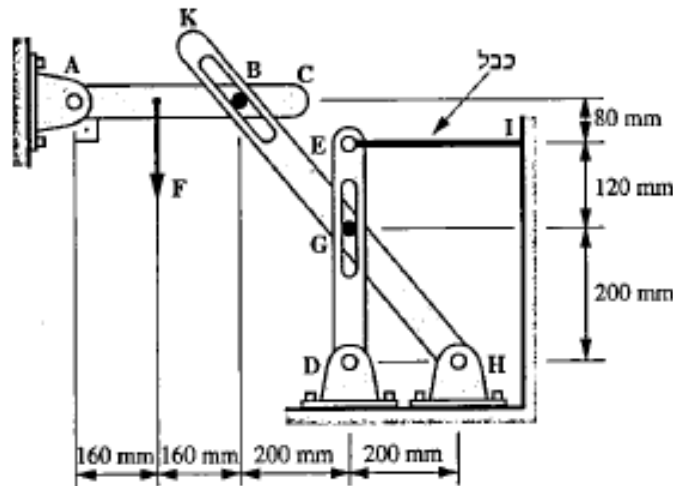
באיור לשאלה 2 נתון לוח אחיד בצורת משולש ישריזווית ABC. הלוח, שמסתו  $m = 50 \text{ kg}$ , נתמך בקודקוד A בסמך נייה, ובקודקוד C בסמך נייד.  $g$



- א. סרטט דיאגרמת גוף חופשי של הלוח.
- ב. חשב את כוחות התגובה בסמכים של הלוח.

תרגיל מספר 15

המבנה המתואר באיור לשאלה 6 בנוי משלוש קורות: קורה AC אופקית, קורה DE אנכית וקורה HK. המבנה נתמך על ידי סמכים נייחים בנקודות A, D ו-H. בנקודה E הוא קשור לכבל אופקי EI. פין B המורכב בקורה AC נכנס לחריץ בקורה HK, ופין G המורכב בקורה HK נכנס לחריץ בקורה DE. על הקורה AC מופעל כוח אנכי  $F = 200\text{N}$ . במצב זה, המבנה נמצא בשיווי משקל.



**הערות:**

1. הזנח את החיכוך בין הפינים ובין החריצים בקורות, והנח שהכיוון של כוח המגע בין החריץ שבקורה ובין הפין הוא בניצב לקורה.
2. הזנח את משקלם של חלקי המבנה.

- א. סרטט דיאגרמות גוף חופשי של כל אחת משלוש הקורות (כל אחת בנפרד).
- ב. חשב את כוח המגע בין הפין B ובין החריץ בקורה HK.
- ג. חשב את כוח המגע בין הפין G ובין החריץ בקורה DE.
- ד. חשב את המתוחות בכבל EI, ואת כוחות התגובה בסמכים A, D ו-H של המבנה.

**תרגיל מספר 16**

באיור לשאלה 1 מתואר מגוף. המגוף בנוי מקורה AC ומבוכנה BD המחוברת לקורה בנקודה B. בנקודה D הבוכנה מחוברת לבסיס המגוף.

בנקודה A הקורה מחוברת בחיבור פירקי, ובנקודה C של הקורה תלוי מנוע שמסתו 400 kg.

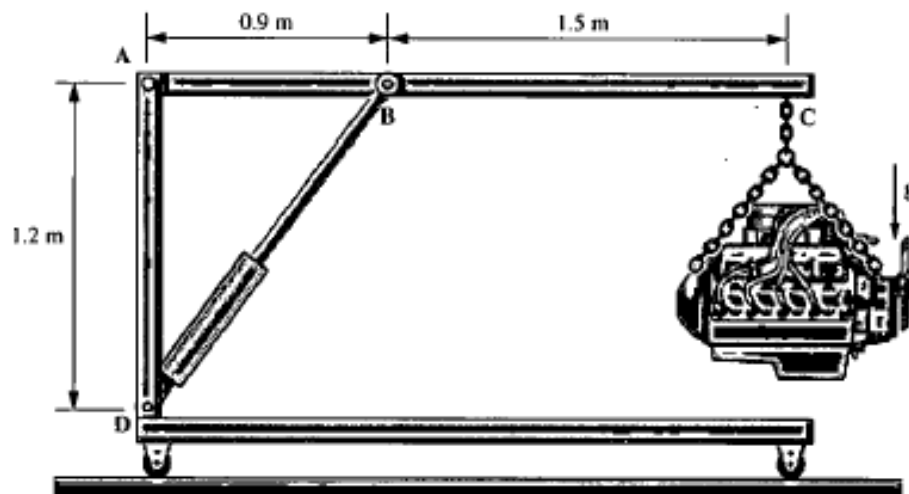
במצב זה, הקורה אופקית ונמצאת בשיווי משקל. החיבורים בנקודות A, B ו-D הם חיבורים פרקיים.

הערה: יש להזניח את המשקל העצמי של הקורה ושל השרשרת שבאמצעותה המנוע תלוי על הקורה.

א. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הקורה.

ב. חשב את הכוח שהבוכנה מפעילה על הקורה.

ג. חשב את כוח התגובה בחיבור הפרקי A של הקורה (שיעור וכיוון).



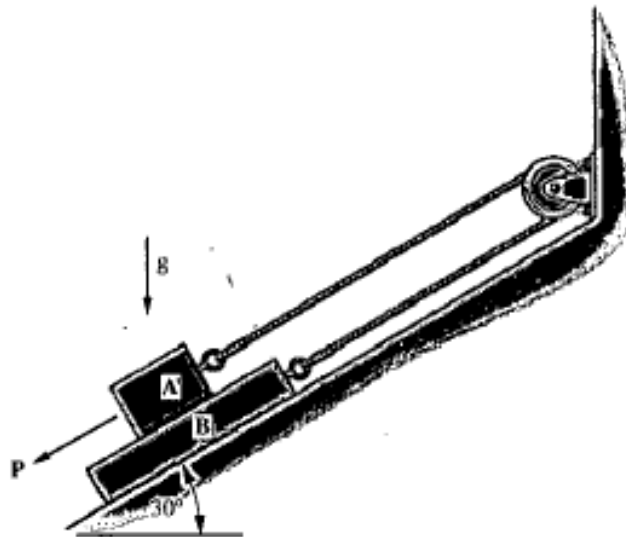
תרגיל מספר 17

באיור לשאלה 2 גוף B מונח על מישור משופע ומעליו מונח גוף A. שני הגופים קשורים בכבל העובר דרך גלגלת המחוברת לקיר. גוף A נמשך על-ידי כוח P הפועל במקביל למישור המשופע. המסה של גוף A היא 20 kg ושל גוף B 50 kg.

מקדם החיכוך הסטטי בין שני הגופים הוא  $\mu_{s1} = 0.3$ , ומקדם החיכוך הסטטי בין גוף B ובין המישור המשופע הוא  $\mu_{s2} = 0.4$ .

**הערה:** יש להזניח את החיכוך בגלגלת ולהניח שהמתיחויות שוות בשני ענפי הכבל.

- א. סרטט את תרשימי הכוחות הפועלים על כל אחד מהגופים A ו-B.
- ב. חשב את המתיחויות המתפתחות בכבל בתחילת התנועה של גוף B במעלה המישור המשופע.
- ג. חשב את הכוח P שיש להפעיל על גוף A כדי שיתחיל לנוע בכיוון הכוח.



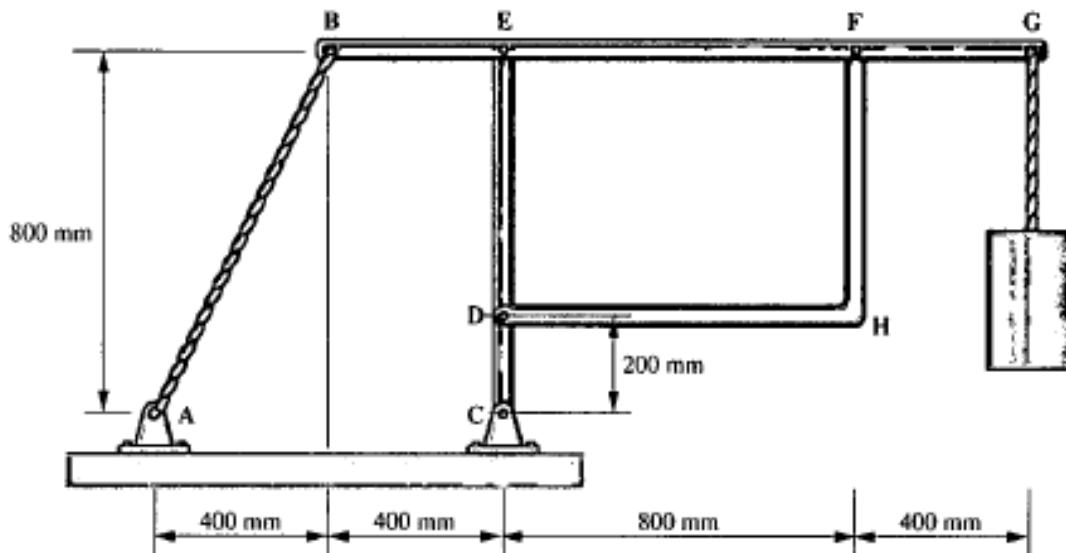
תרגיל מספר 18

המבנה המתואר באיור לשאלה 6 בנוי משלוש קורות – קורה BEFG, קורה EDC וקורה DHF. המבנה נתמך על-ידי סמך נייח בנקודה C וקשור בכבל בנקודה B. שלוש הקורות מחוברות זו לזו באמצעות פרקים D, E ו-F. בנקודה G קשור כבל שבקצהו משקולת של 800 N. במצב זה, המבנה נמצא בשיווי משקל. הערה: יש להזניח את משקלם של חלקי המבנה.

חשב את כוחות התגובה בסמכים של המבנה.

סרטט את דיאגרמות הגוף החופשי של כל אחת משלוש הקורות (לכל קורה בנפרד).

חשב את הכוחות שנוצרים בפרקים D, E ו-F.





תרגיל מספר 19

עומס שמשקלו 120 N תלוי בקצה החוט המלוכף על התוף האחד, כמתואר באיור לשאלה 7. הרדיוס של התוף הוא 12 mm ומשקלו 50 N. בשני הצדדים התוף מחובר לגל ארכובה הנתמך במסבים A ו-B. בנקודה C שעל הארכובה מופעל כוח אנכי P. במצב זה, המערכת נמצאת בשיווי משקל.

**הערות:** ניתן להזניח את המשקל העצמי של גל הארכובה.

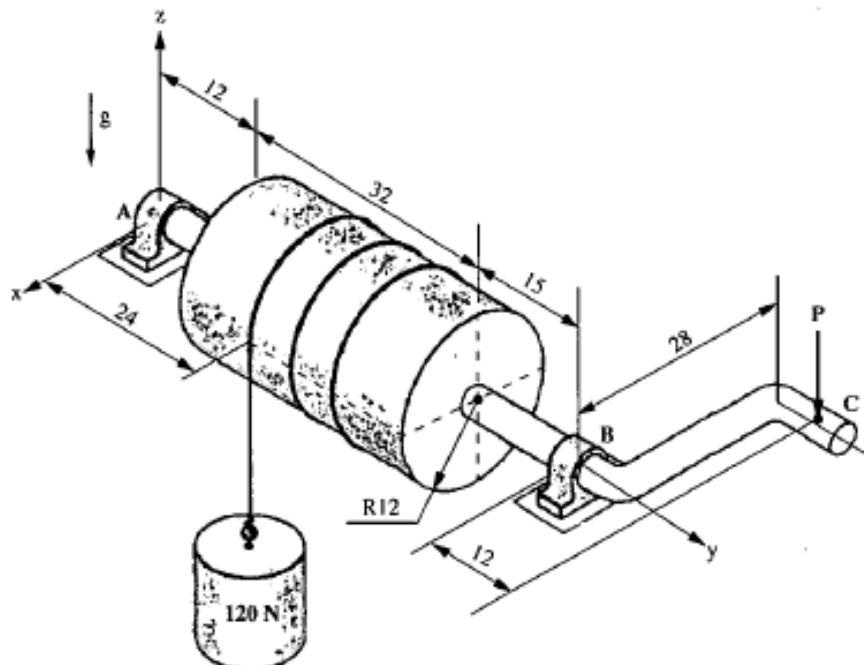
יש להתייחס למסב A כסמך נייח ולמסב B כסמך נייד.

המידות באיור נתונות במילימטרים.

סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הגוף "תוף - גל ארכובה".

חשב את הגודל של כוח P.

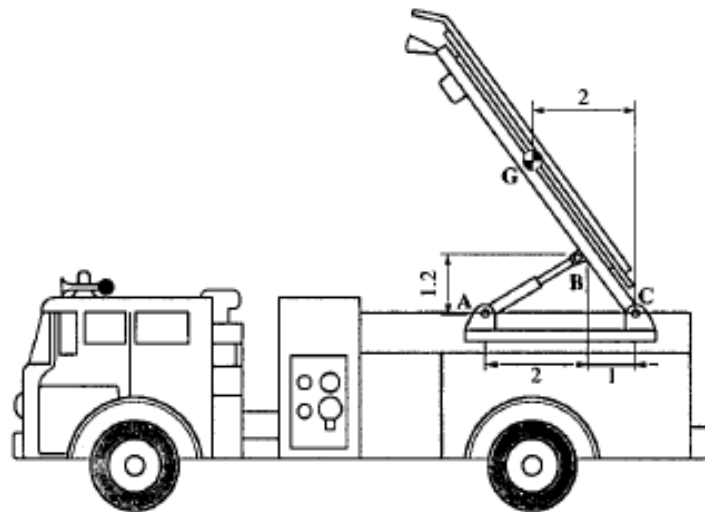
חשב את כוחות התגובה במסבים A ו-B.



**תרגיל מספר 20**

באיור לשאלה 1 מתואר סולם של כבאית. מסת הסולם היא  $250 \text{ kg}$ , ומרכז הכובד שלו הוא בנקודה G. הסולם מוחזק ומופעל על ידי בוכנה AB, המחוברת לסולם בנקודה B. הסולם גם מחובר בנקודה C לסמך ניית. במצב המתואר באיור הסולם נמצא בשיווי משקל. החיבורים בנקודות A, B ו-C הם צירים פרקיים. הערה: המידות באיור נתונות במטרים.

- א. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הסולם.
- ב. חשב את הכוח שהבוכנה מפעילה על הסולם.
- ג. חשב את כוח התגובה בסמך C של הסולם (שיעור וכיוון).

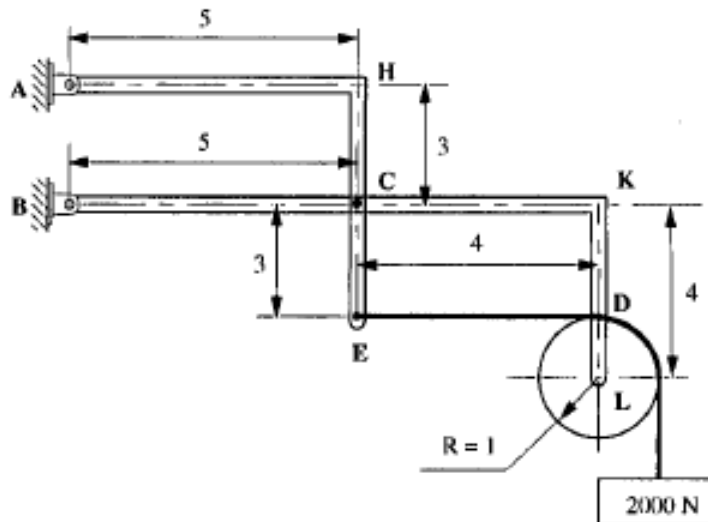


**תרגיל מספר 21**

המבנה המתואר באיור לשאלה 6 בנוי משתי קורות: קורה AHE וקורה BKL, ומגלגלת D. המבנה נתמך על-ידי סמכים נייחים ב-A ו-B. שתי הקורות מחוברות ביניהן באמצעות פרק C, כמתואר באיור. לנקודה E של קורה AHE מחובר כבל העובר דרך הגלגלת. הקצה השני של הכבל מחובר למשקולת של  $2,000\text{ N}$ . במצב זה המבנה נמצא בשיווי משקל.

**הערות:**

1. יש להזניח את משקלם של חלקי המבנה ואת החיכוך בגלגלת.
  2. המידות באיור נתונות במטרים.
- א. סרטט את דיאגרמות הגוף החופשי של הגלגלת ושל כל אחת משתי הקורות (לכל גוף בנפרד).
- ב. חשב את כוח התגובה בפרק C.
- ג. חשב את כוחות התגובה בסמכים A ו-B של המבנה.



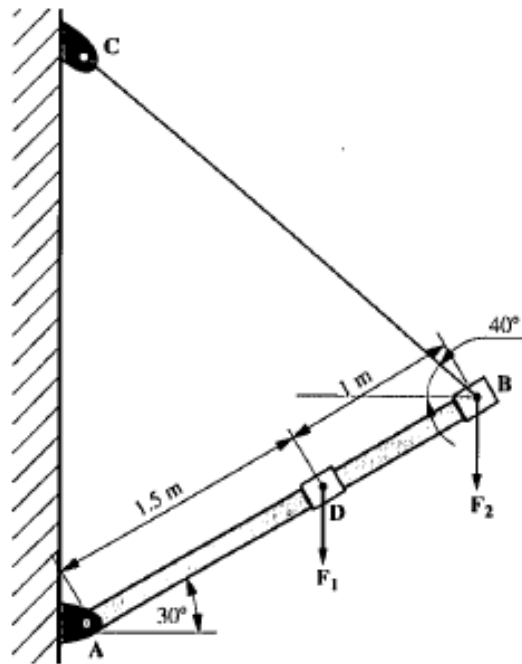
תרגיל מספר 22

קורה AB שאורכה 2.5 m מחוברת בקצה A לסמך ניח ובקצה B קשורה לחבל כמתואר באיור לשאלה 1.  
על הקורה פועלים שני כוחות אנכיים  $F_1 = 1500\text{ N}$  ו-  $F_2 = 750\text{ N}$ .  
הערה: הזנח את המשקל העצמי של הקורה.

א. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הקורה.

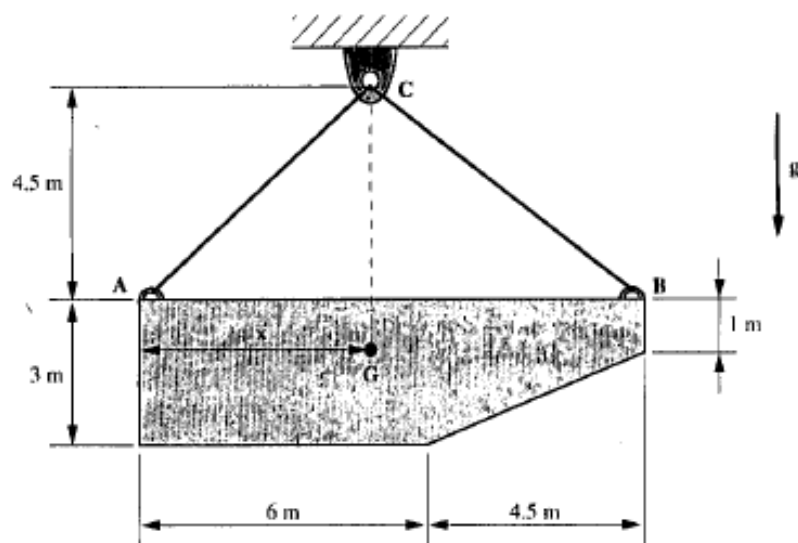
ב. חשב את המתיחות בחבל.

ג. חשב את כוח התגובה בסמך A של הקורה (שיעור וכיוון).



תרגיל מספר 23

לוח פלדה אחיד בעל משקל ליחידת שטח  $1600 \text{ N/m}^2$  תלוי על שני כבלים AC ו-BC המחוברים לנקודה C בנפרד כמתואר באיור לשאלה 2. במצב המתואר באיור הלוח נמצא במצב אופקי באופן שנקודת מרכז הכובד G נמצאת על האנך היורד מנקודה C.



- א. חשב את המשקל הכולל של הלוח.
- ב. חשב את המרחק האופקי  $x$  מנקודה A עד לנקודת מרכז הכובד של הלוח.
- ג. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הלוח.
- ד. חשב את המתוחות בכל אחד מהכבלים (AC ו-BC).

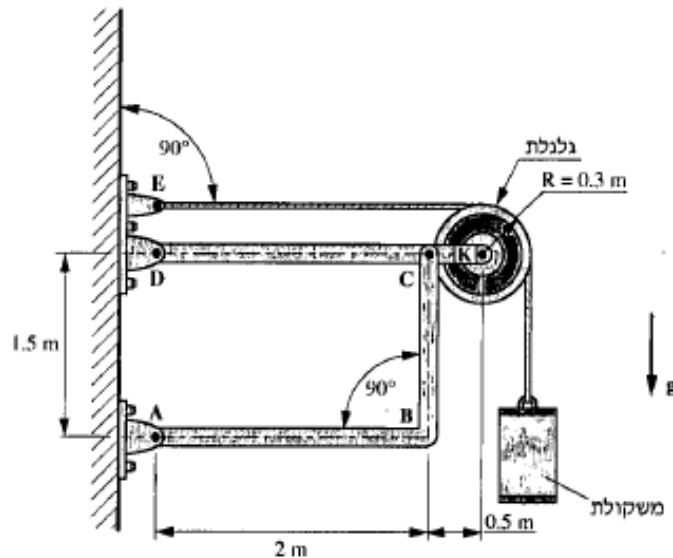
**תרגיל מספר 24**

המבנה המתואר באיור לשאלה 6 בנוי משתי קורות – (ABC ו-DCK) ומגלגלת. הרדיוס של הגלגלת הוא  $0.3\text{ m}$ . המבנה נתמך עליידי סמכים נייחים בנקודות A ו-D. שתי הקורות מחוברות ביניהן באמצעות פרק C. כבל העובר דרך הגלגלת מחובר בקצה אחד אל הקיר בנקודה E. לקצהו האחר של הכבל מחוברת משקולת שמסתה  $250\text{ kg}$ . במצב זה המבנה נמצא בשיווי משקל.

**הערות:**

1. הזנח את משקלם של חלקי המבנה ואת החיכוך בגלגלת.
2. ענף הכבל שמחובר לקיר הינו אופקי.

- א. סרטט את דיאגרמות הגוף החופשי של הגלגלת ושל כל אחת משתי הקורות ABC ו-DCK. (לכל גוף בנפרד).
- ב. חשב את הכוח שנוצר בפרק C.
- ג. חשב את כוחות התגובה בסמכים A ו-D של המבנה.



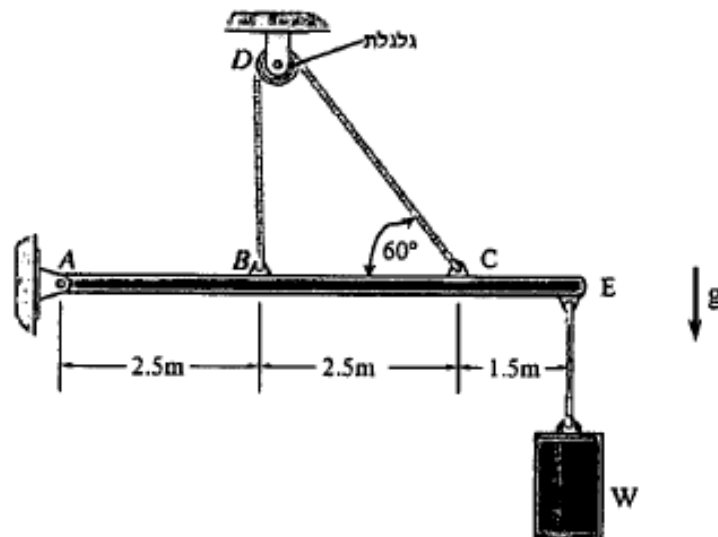
תרגיל מספר 25

קורה אחידה AE, נתמכת בקצה A על ידי סמך ניח, ובנקודות B ו-C מחוברת לחבל BDC, העובר דרך גלגלת D, כמתואר באיור לשאלה 1. בקצה E של הקורה תלוי עומס W, שמשקלו 1000 N. המשקל העצמי של הקורה 600 N. במצב המתואר הקורה אופקית ונמצאת בשיווי משקל.

הערות:

- הזנח את החיכוך בגלגלת.
- הנח שהמתיחות בשני ענפי החבל זהה.

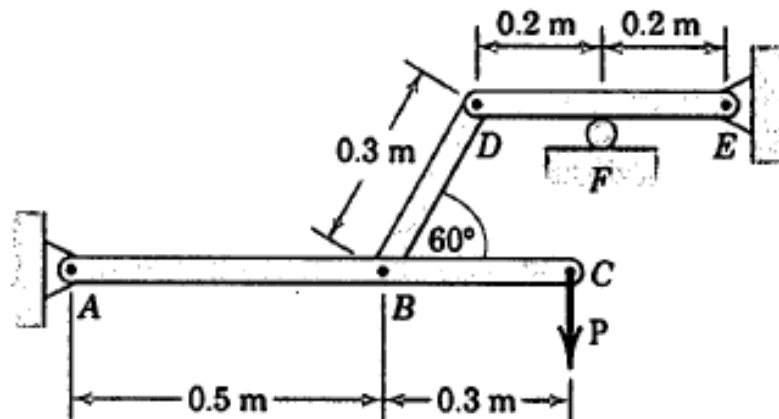
- א. שרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הקורה.
- ב. חשב את המתיחות בחבל.
- ג. חשב את כוח התגובה בסמך A של הקורה (שיעור וכיוון).



**תרגיל מספר 26**

המבנה המתואר באיור לשאלה 6 בנוי משלוש קורות: קורה ABC, קורה BD וקורה DE. המבנה נתמך על ידי סמכים נייחים בנקודות A ו-E, ועל ידי סמך נייד בנקודה F. שלוש הקורות מחוברות ביניהן באמצעות פרקים D ו-B. בנקודה C פועל כוח אנכי  $P = 500\text{ N}$ . קורות ABC ו-DE הן אופקיות, והמבנה נמצא בשיווי משקל.  
**הערה:** הזנח את משקלם של חלקי המבנה.

- א. שרטט את דיאגרמות הנוף החופשי של כל אחת משלוש הקורות (לכל קורה בנפרד).
- ב. חשב את הכוחות הנוצרים בפרקים D ו-B.
- ג. חשב את כוחות התגובה בסמכים A ו-E.



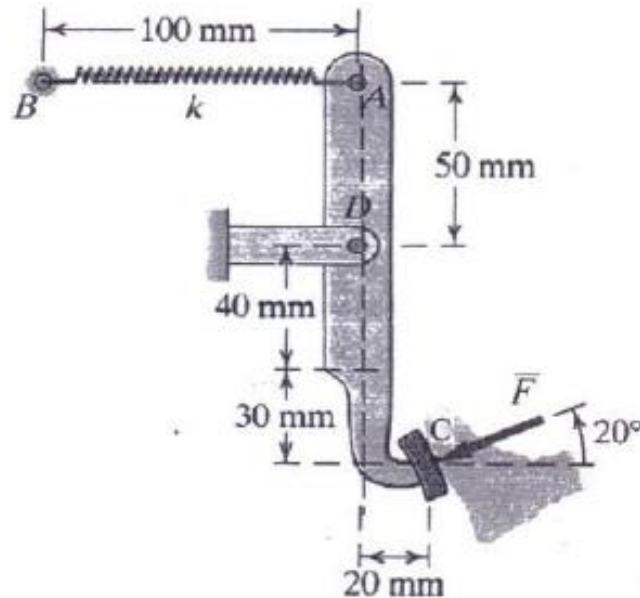


תרגיל מספר 27

באיור לשאלה זו מתוארת דוושת בלימה של רכב ADC. בנקודה D הדוושה נתמכת בסמך נייד ובנקודה A היא מחוברת לקפיץ AB. בנקודה C על הדוושה פועל כוח F של 350 N בכיוון המסומן ובמצב זה המתואר באיור הדוושה נמצאת בשיווי משקל. ידוע שלפני הפעלת כוח F על הדוושה הקפיץ היה במצב רפוי (חופשי). במצב המתואר באיור:

- א. סרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הדוושה ADC.
- ב. חשב את המתיחות בקפיץ במצב המתואר.
- ג. חשב את כוח התגובה בסמך D של הדוושה.
- ד. חשב את קבוע הקפיץ k אם ידוע שלאחר הפעלת כוח F על הדוושה הקפיץ יתארך ב- 5 mm.

הערה: להזניח את המשקל העצמי של הדוושה ושל הקפיץ.



תרגיל מספר 28

המהדק המתואר באיור לשאלה 6 בנוי מידית ABC, מוט BD וגוף ECGH. הידית מחוברת למוט ולגוף באמצעות פרקים בנקודות B ו-C. המבנה נתמך על ידי סמכים נייחים ב-D ו-E, וסמך נייך ב-H (גלגלון), כמתואר באיור. על הידית בנקודה A מופעל כוח אנכי של  $80\text{ N}$  בכיוון המסומן.

- סרטט את דיאגרמות גוף חופשי של הידית ABC, של המוט BD ושל הגוף ECGH (לכל חלק בנפרד).
- חשב את ערכי הכוחות שנוצרים בפרקים B ו-C.
- חשב את כוחות התגובה בסמכים D, H ו-E של המבנה.

הערות: יש להזניח את משקלם של חלקי המבנה.

