

מכניקה טכנית

ספר תרגול במכניקה טכנית

סטודנטים יקרים

לפניכם ספר תרגילים לקורס "מכניקה טכנית" 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, חזק 1, חזק 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 וחזק 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:

תוכן עניינים

פרק	שם הפרק
0	מבוא
1	סטטיקה
1.1	סטטיקה - כוחות
1.2	סטטיקה - חיכוך
1.3	סטטיקה - מומנטים
1.4	סטטיקה - מבנים פשוטים – סמכים, יציבות, יתירות, דג"ח, ראקציות
1.5	סטטיקה - מבנים מורכבים – פרקים, גלגליות, כבלים, קפיץ
1.6	סטטיקה - מסבכים – שיטת הצמתים, שיטת החתכים, מוטות אפס
1.7	סטטיקה - כוחות במרחב
1.8	סטטיקה - מרכז כובד
2	קינמטיקה
2.1	תנועה חד ממדית בציר האופקי
2.2	תנועה חד ממדית בציר האנכי (נפילה חופשית)
2.3	תנועה בשני ממדים אופקי ואנכי (זריקה משופעת)
3	דינמיקה
4	תנועה מעגלית
5	מכניקה של גוף קשיח

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 0 – מבוא למכניקה טכנית

הקורס מקנה ידע בביצוע אנליזה וחיזוי של מערכות פיזיקליות כאשר פועלים עליהם כוחות. מכניקה מתחקלת לשני חלקים עיקריים:

1. סטטיקה – מתעסק בחקר השפעת כוחות על גופים הנמצאים בשיווי משקל. כלומר ללא תנועה. זהו החלק העיקרי של קורס זה.
2. דינמיקה – מתעסק בחקר השפעת כוחות על גופים הנמצאים בתנועה.

הקורס הינו קורס הליבה הראשוני במוסדות הלימוד השונים, הבסיסי ביותר ורלוונטי בתחומי ההנדסה השונים, לדוגמא, הנדסת מבנים, הנדסת מכונות, אירודימניקה, הידרוסטטיקה ועוד. הקורס תנאי הכרחי לקבלת בסיס טוב להמשך התואר ומקנה ידע פרקטי לעבודה מעשית. דרכו נלמד להסתכל אחרת על אלמנטים מסביבנו ונבין טוב יותר שיקולים הנדסיים.

בקורס זה נלמד את הנושאים הבאים:

• סטטיקה

- כוחות
- חיכוך
- מומנטים
- מבנים פשוטים – סמכים, יציבות, יתירות, דג"ח, ראקציות
- מבנים מורכבים – פרקים, גלגליות, כבלים
- מסבכים – שיטת הצמתים, שיטת החתכים, מוטות אפס
- כוחות במרחב
- מרכז כובד

• קינמטיקה

- תנועה במהירות קבועה
- תנועה במהירות משתנה (תאוצה)
- נפילה חופשית
- זריקה משופעת

• דינמיקה

- אנרגיית קפיץ
- אנרגיה קינטית
- אנרגיה פוטנציאלית
- עבודה
- מתקף ותנע

• תנועה מעגלית

- מכניקה של גוף קשיח

פרק 1 – סטטיקה

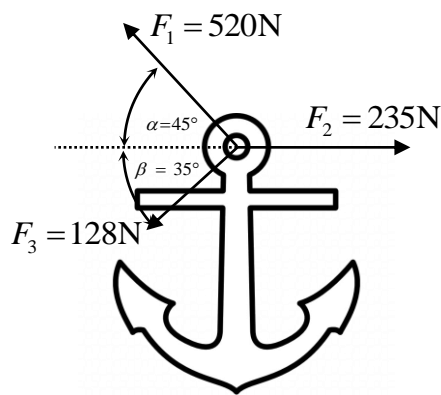
נושא 1 – כוחות

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.

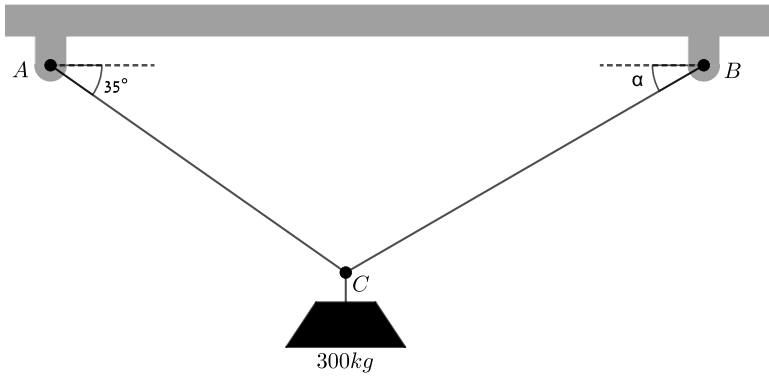


תרגיל מספר 2

שני כבלים מחוברים בנקודה C ומועמסים כמתואר.

נתון שזווית $\alpha = 30^\circ$.

נדרש למצוא את הכוחות בשני הכבלים.

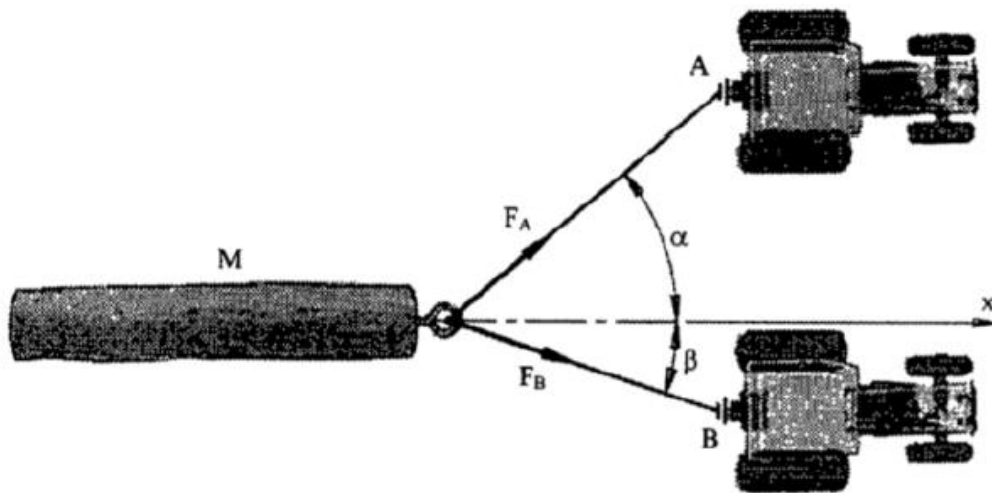


תרגיל מספר 3

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?

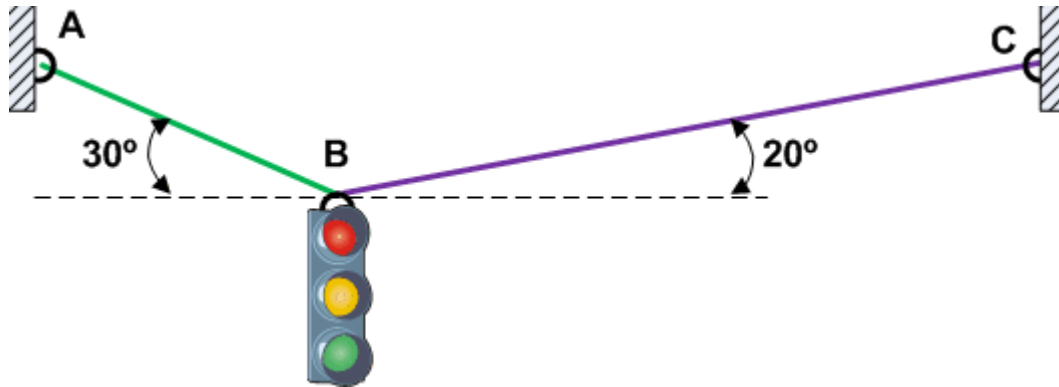
$$\alpha = 40^\circ$$

$$\beta = 18^\circ$$



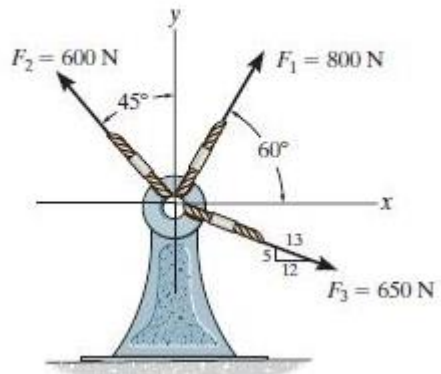
תרגיל מספר 4

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)

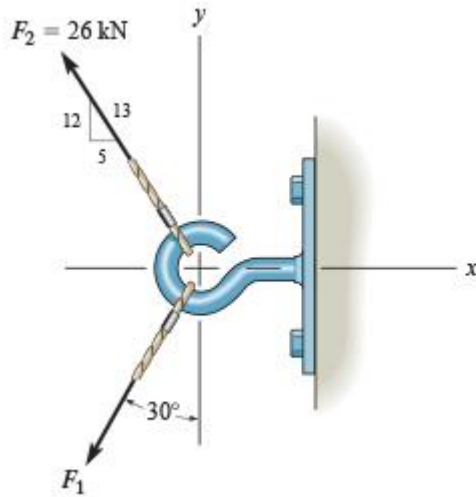


תרגיל מספר 6

נתונה מערכת כוחות כמתואר בשרטוט.

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

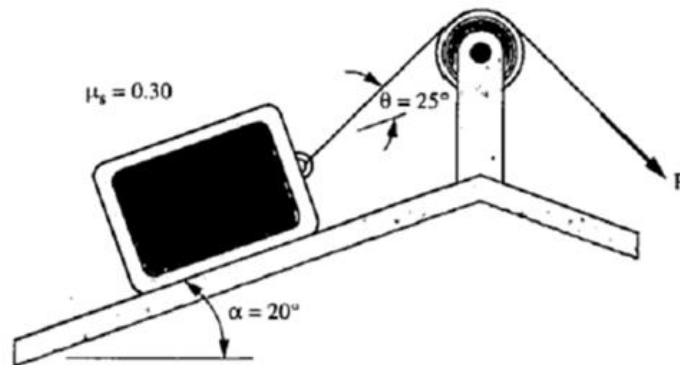
ב. מהו גודלו של הכוח השקול במערכת?



נושא 2 – חיכוך

תרגיל מספר 1

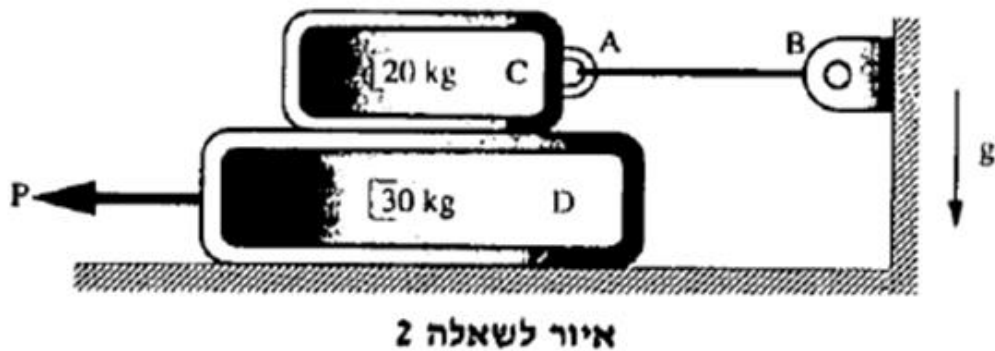
גוף שמסתו $m=10\text{ kg}$, מונח על גבי מישור משופע, הנטוי בזווית $\alpha=20^\circ$. הגוף נמשך על ידי כוח P באמצעות כבל וגלגלת חסרת חיכוך. הכבל נטוי ביחס למישור המשופע בזווית של $\theta=25^\circ$ כמתואר. מקדם החיכוך הסטטי בין הגוף למישור הוא $\mu_s=0.3$.



- 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

באיור לשאלה 2 מוצג גוף D על מישור אופקי, ועליו מונח גוף C, המחובר בכבל אופקי AB לקיר. מסתו של גוף C היא 20 kg ומסתו של גוף D היא 30 kg. גוף D נמשך על ידי הכוח האופקי P. מקדם החיכוך הסטטי בין כל המשטחים הוא $\mu_s=0.3$. תאוצת הכובד היא $g=9.8 \text{ m/sec}^2$.



- א. סרטט תרשימים של הכוחות הפועלים על כל אחד מהגופים C ו-D.
- ב. חשב את המתוחות בכבל AB כאשר גוף D נמצא על סף התנועה (המצב לפני תחילת התנועה).
- ג. חשב את הכוח P שיש להפעיל כדי שהגוף D יגיע לסף התנועה (המצב לפני תחילת התנועה).

תרגיל מספר 3

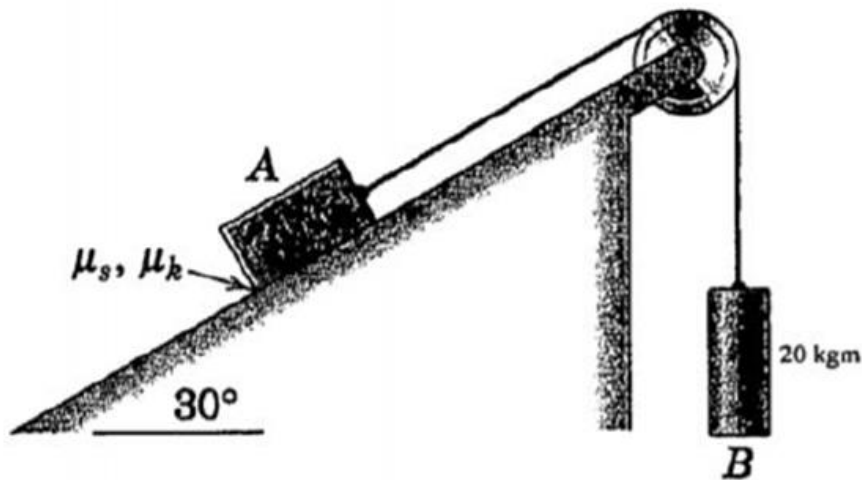
המערכת המתוארת באיור לשאלה 3 מורכבת מגופים A ו-B בעלי מסה של 60 kg ו-30 kg בהתאמה. הגופים מחוברים ביניהם באמצעות כבל העובר דרך גלגלת חסרת חיכוך.

א. חשבו את מקדם החיכוך הסטטי μ_s המינימלי הנדרש כדי שהמערכת תישאר במנוחה. מה תהיה המתחיות בכבל?

ב. הסבירו ללא חישוב:

- מה צריך להיות גודלו של μ_s על מנת שהמערכת תתחיל לנוע?
- לאיזה כיוון תנוע המערכת?
- מה צריך להיות גודלו של μ_k (מקדם חיכוך קינטי) כשהמערכת בתנועה?

הניחו כי $g=10 \text{ m/sec}^2$.

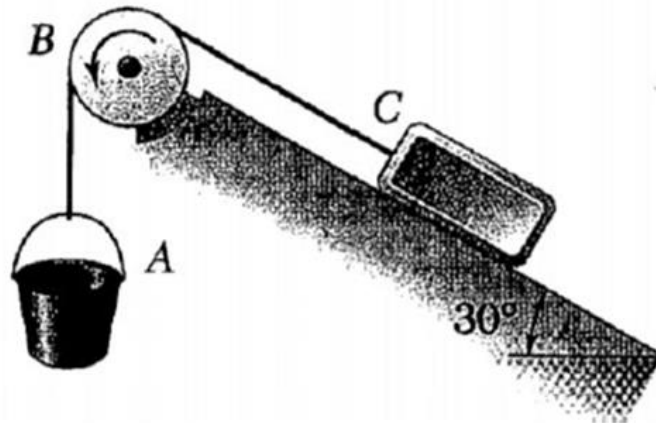


תרגיל מספר 4

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 5

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

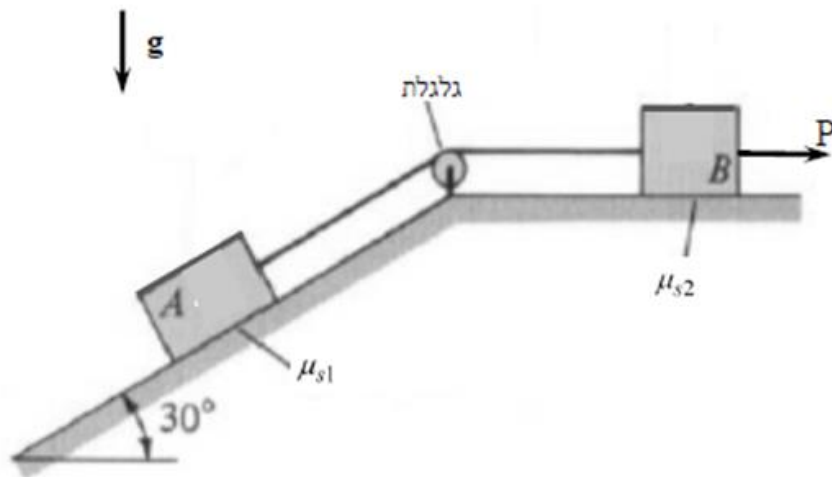


תרגיל מספר 6

גוף A מונח על מישור משופע, וגוף B מונח על מישור אופקי. שני הגופים מחוברים בכבל העובר דרך גלגלת כמתואר באיור לשאלה. גוף B נמשך על ידי כוח אופקי P. מסתו של גוף A היא 40 kg ושל גוף B 60 kg. מקדם החיכוך הסטטי בין הגוף A לבין המישור המשופע $\mu_{s1}=0.2$. ומקדם החיכוך הסטטי בין הגוף B לבין המישור האופקי $\mu_{s2}=0.3$.

- שרטט את תרשימי הכוחות הפועלים על כל אחד מהגופים A ו-B בסמוך לתחילת תנועת הגופים ימינה ובמעלה המישור המשופע.
- חשב את המתוחות הנדרשת בכבל לתחילת התנועה של גוף A בעמלה המישור המשופע.
- חשב את הכוח P הנדרש להפעיל על גוף B לתחילת תנועתו ימינה.

הערה: יש להזיח את החיכוך בגלגלת ולהניח שהמתוחויות בשני ענפים הכבל שוות.



נושא 3 – מומנטים

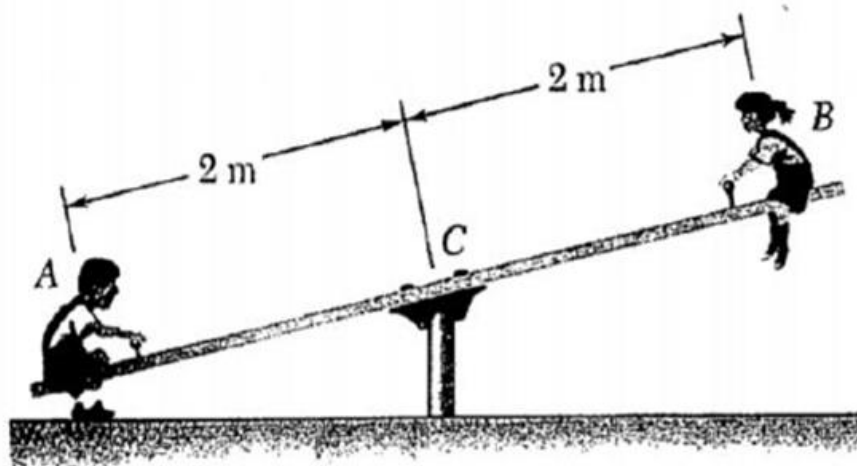
תרגיל מספר 1

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

חשב:

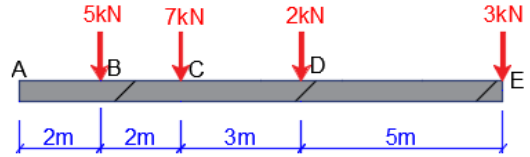
א. את המיקום האורכי הנדרש של נקודה C על מנת שהנדנדה תהיה מאוזנת אופקית.

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.

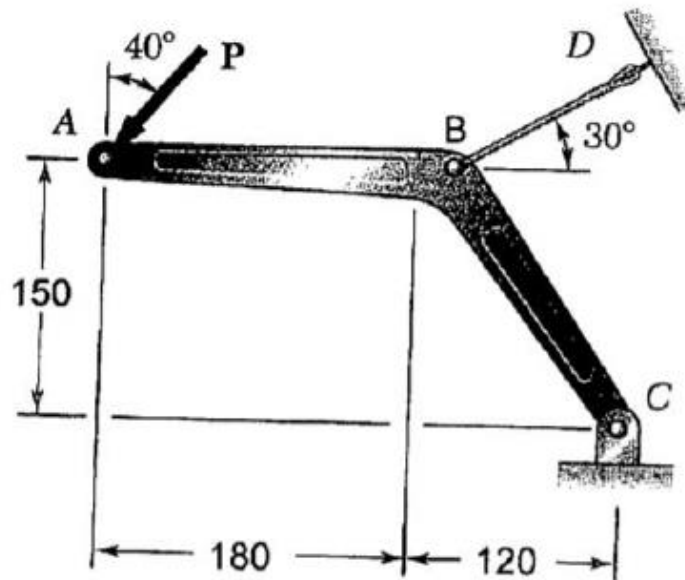


תרגיל מספר 3

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

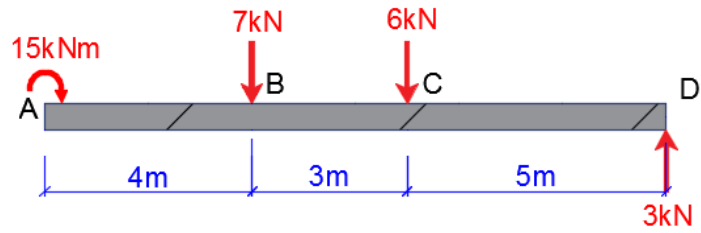
חשב:

א. את הכוח P המותר, אם המתוחות המותרות בכבל BD היא 500 N.



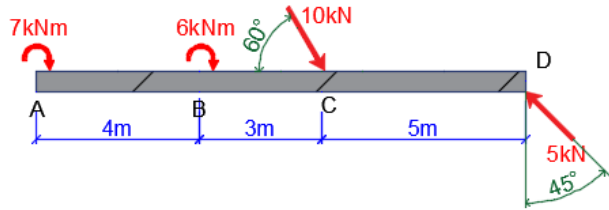
תרגיל מספר 4

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.



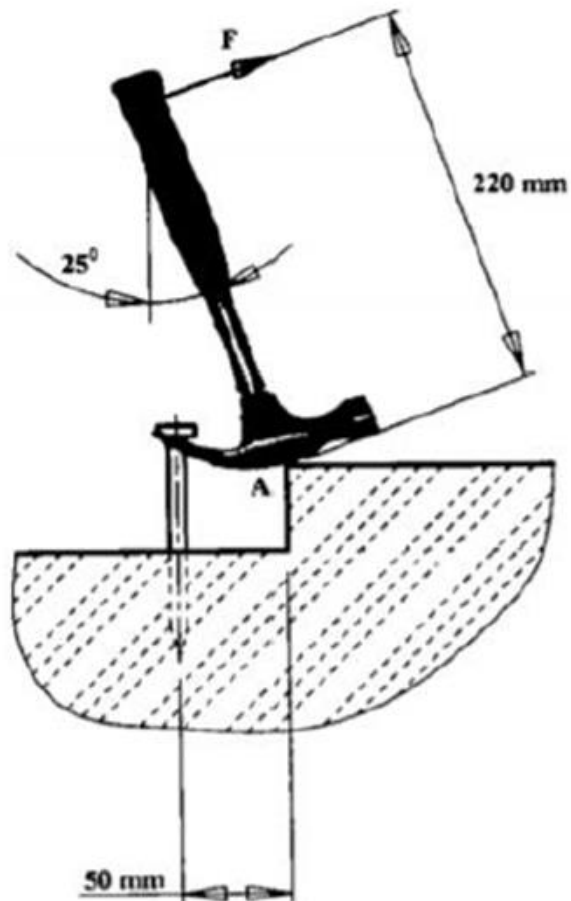
תרגיל מספר 6

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.

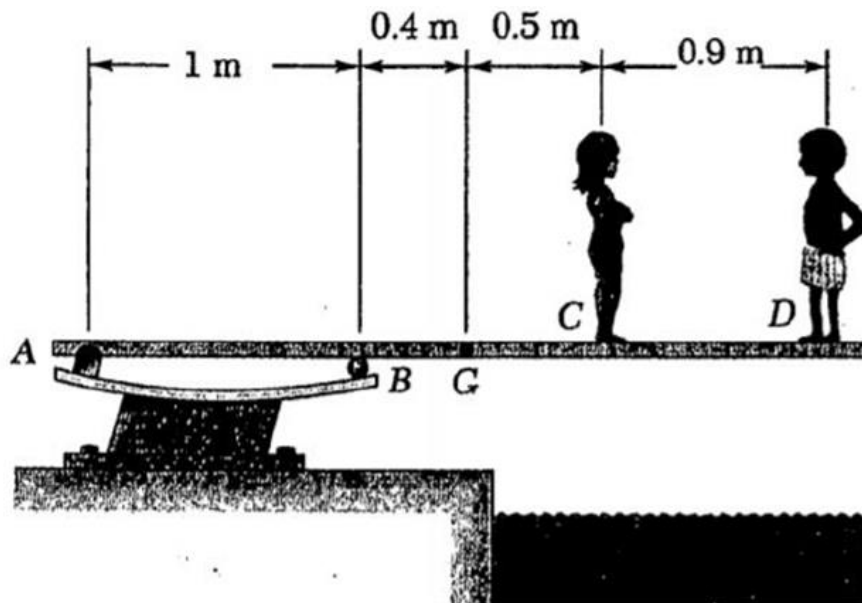


נושא 4 – מבנים פשוטים

תרגיל מספר 1

באיור לשאלה 1 מתוארים שני ילדים העומדים על קרש מקפצה אחיד לבריכה.
משקל קרש המקפצה הוא 300 N , והוא נתמך על ידי הסמכים בנקודות A, B.
נתון כי משקל הילדים הוא: בנקודה C – 120 N , ובנקודה D – 180 N .

- א. חשבו את המיקום של שקול הכוחות של משקלי הילדים ביחס לנקודה A.
ב. חשבו את התגובות בסמכים A, B.



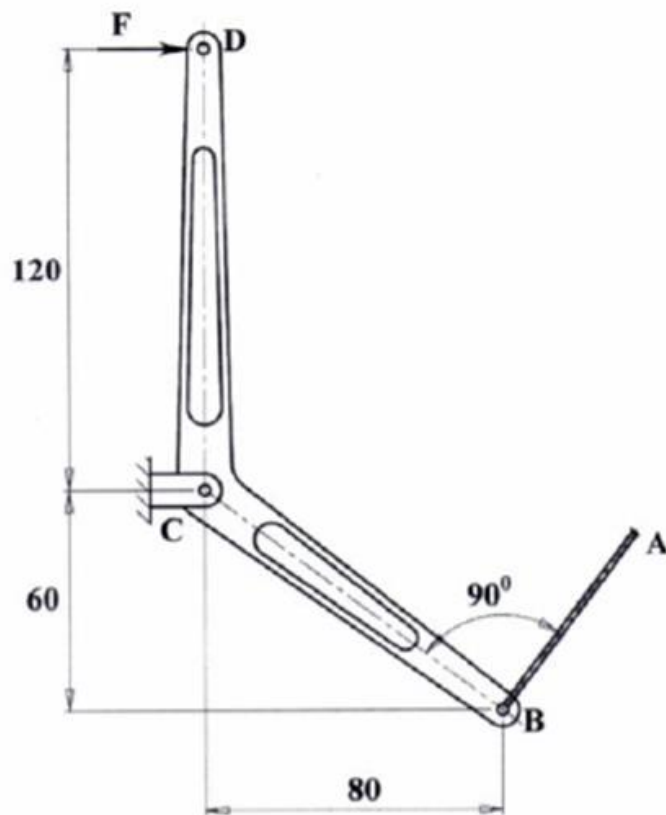
תרגיל מספר 2

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 3

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:

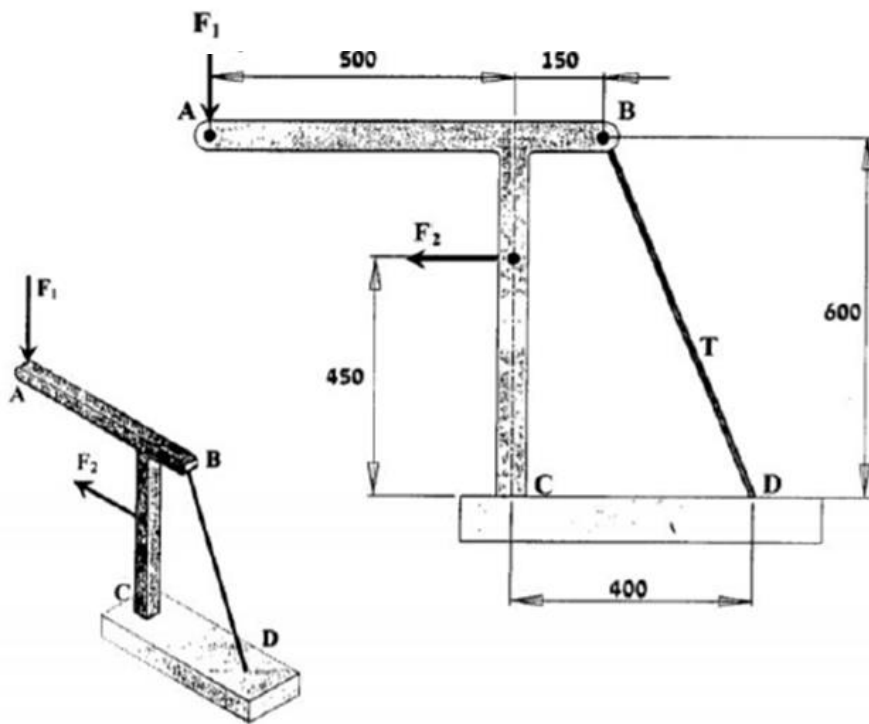
$$F_2=400\text{N}, F_1=700\text{N}$$

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.

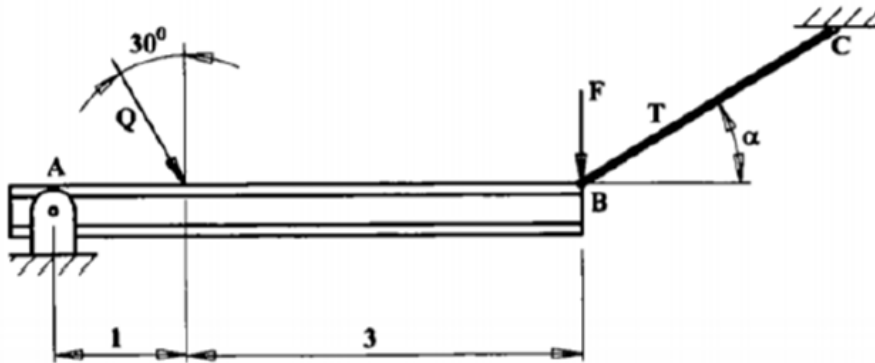


תרגיל מספר 4

הקורה האופקית AB נתמכת על סמך נייח בנקודה A וקשורה באמצעות כבל BC בנקודה B.
 הכבל BC נטוי לקו האופקי הזווית α כמתואר בתרשים.
 על הקורה מופעל כוח Q, הנטוי לקו האנכי בזווית של 30° , 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.

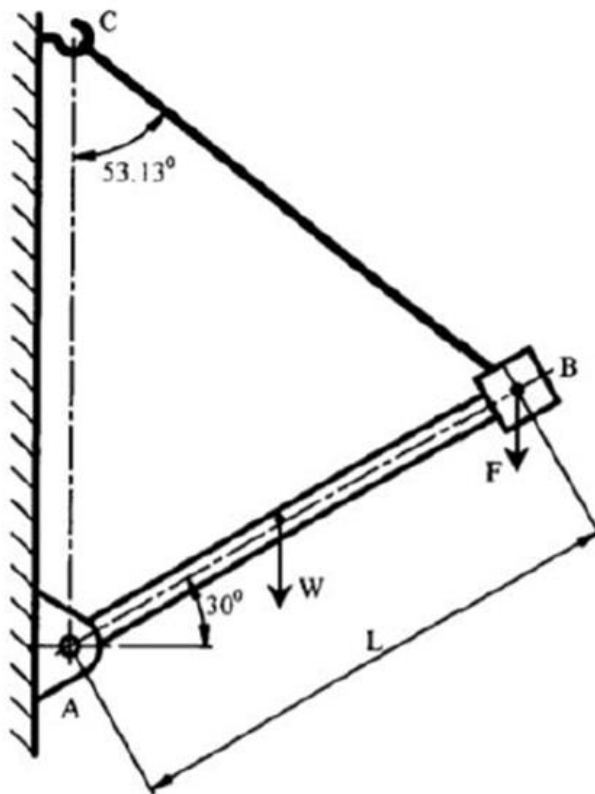


תרגיל מספר 5

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.

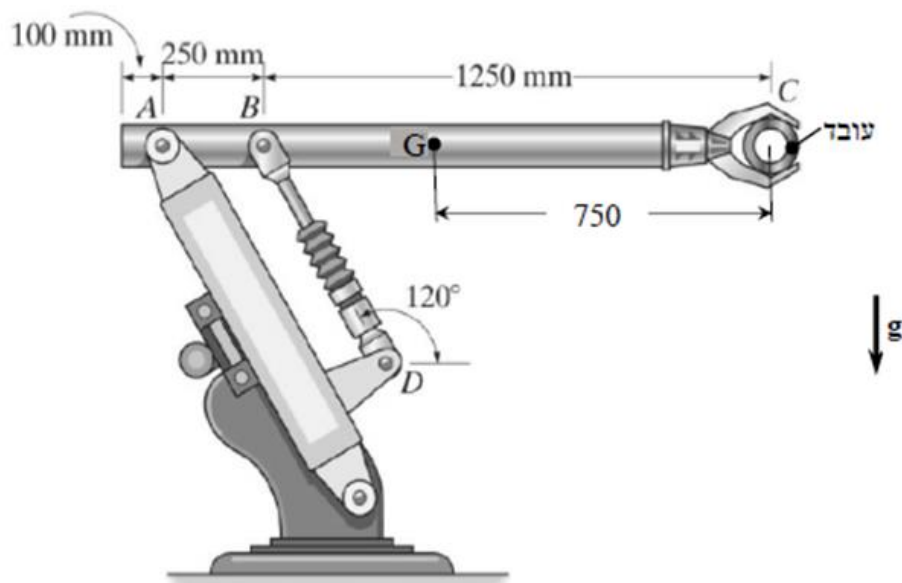
ב. חשב את כוח התגובה בנקודה A.



תרגיל מספר 6

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.

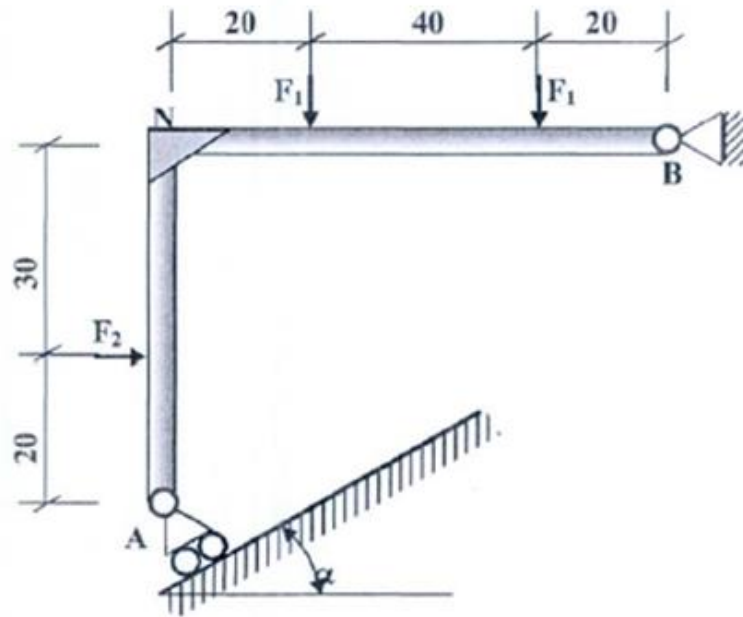
- א. שרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הזרוע.
- ב. חשב את הכוח שהבוכנה מפעילה על הזרוע.
- ג. חשב את כוח התגובה בסמך A של הזרוע (שיעור וכיוון).



תרגיל מספר 7

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

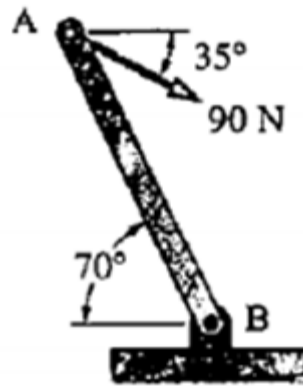
חשב את כוחות התגובה בסמכים A ו-B.



תרגיל מספר 8

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

משקולת שמסתה (m) 8 ק"ג מוחזקת בנקודה C באמצעות כבל ABC וקפיץ CD.

- א. חשב את מתיחות הכבל ואת הכוח הפועל על הקפיץ.
- ב. חשב את התארכות הקפיץ.
- ג. חשבת את שיעורו של הכוח הפועל על ציר הגלגלת B.

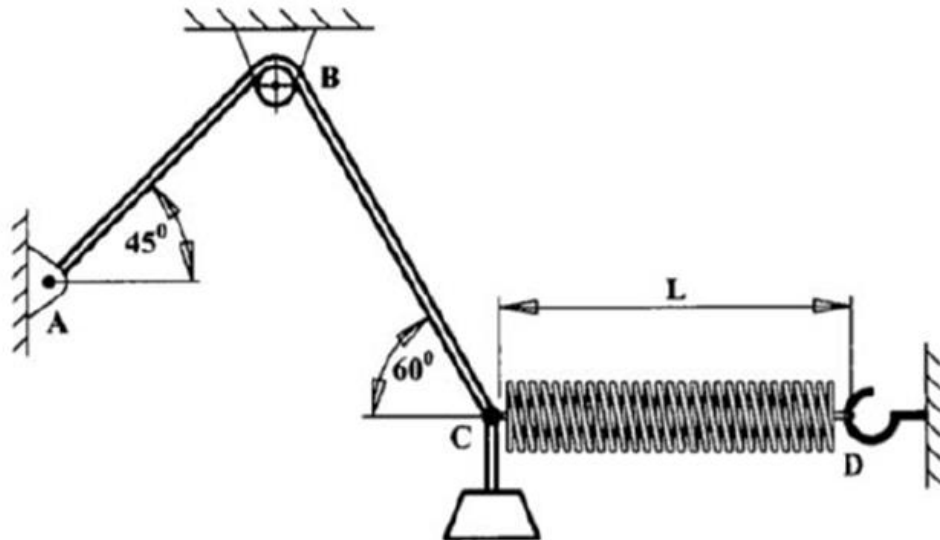
נתון:

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

אורכו של הקפיץ במצב חופשי: $L=60 \text{ cm}$.

קבוע הקפיץ: $K=300 \text{ N/m}$.

הערה: הקפיץ האופקי מתואר בתרשים במצב מתוח.

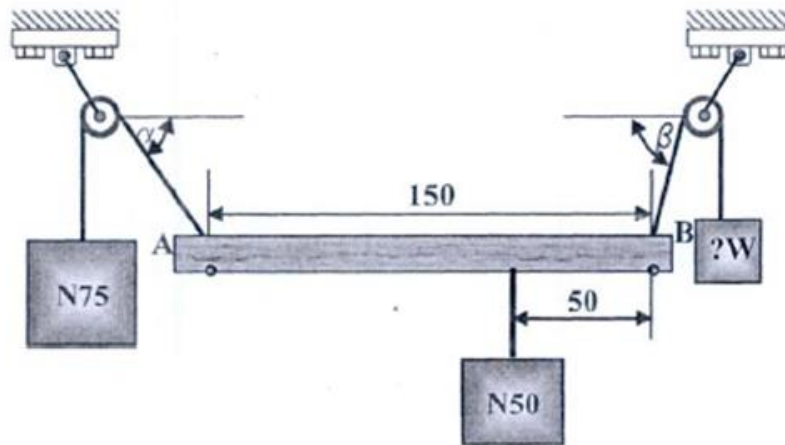


תרגיל מספר 2

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.

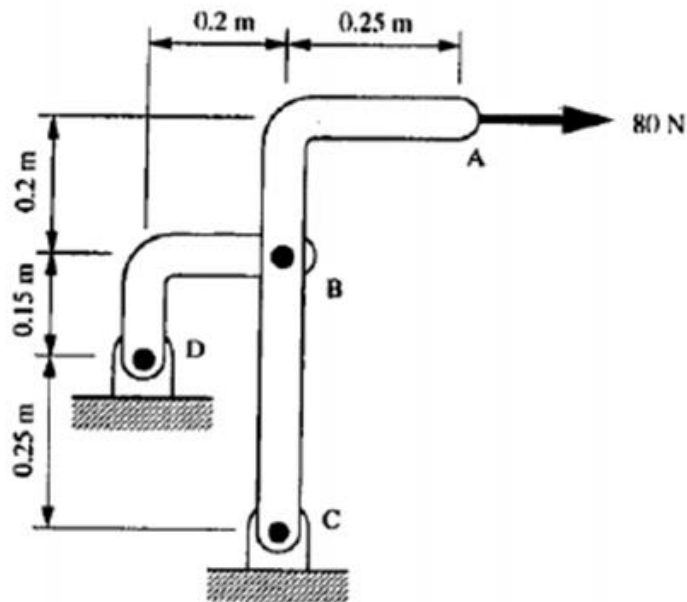
ב. חשבת את הזוויות שבין הכבלים לבין המישור האופקי ואת גודל המשקולת W .



תרגיל מספר 3

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.

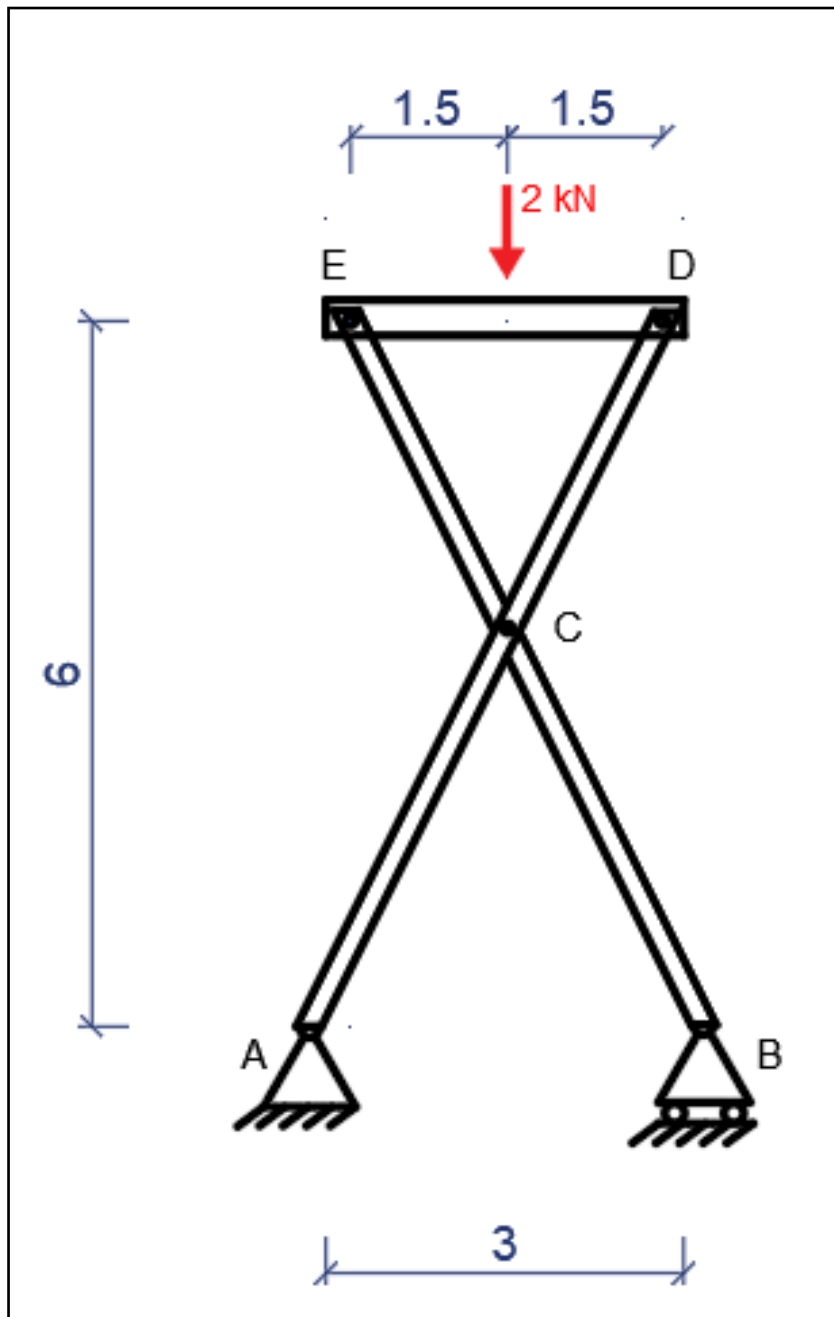


תרגיל מספר 4

נתון מבנה מישורי כמתואר בציור. המבנה נתמך בשני סמכים: A סמך קבוע, B סמך נייד.

א. דרוש למצוא את הראקציות בסמכים.

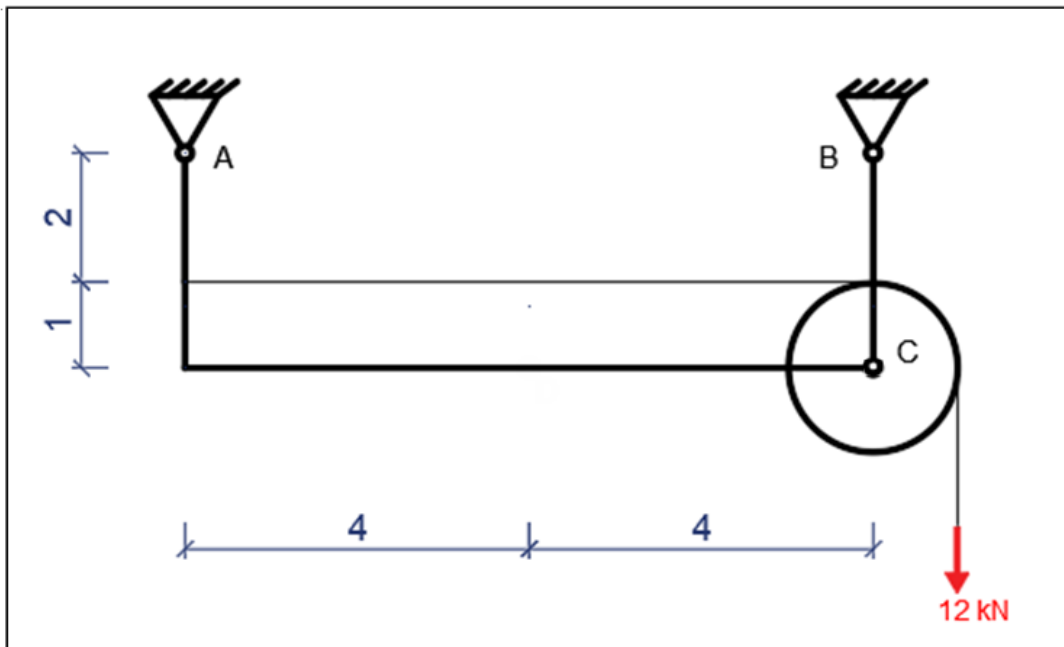
ב. דרוש למצוא את הכוחות הפנימיים בפרקים E,D,C.



תרגיל מספר 5

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.

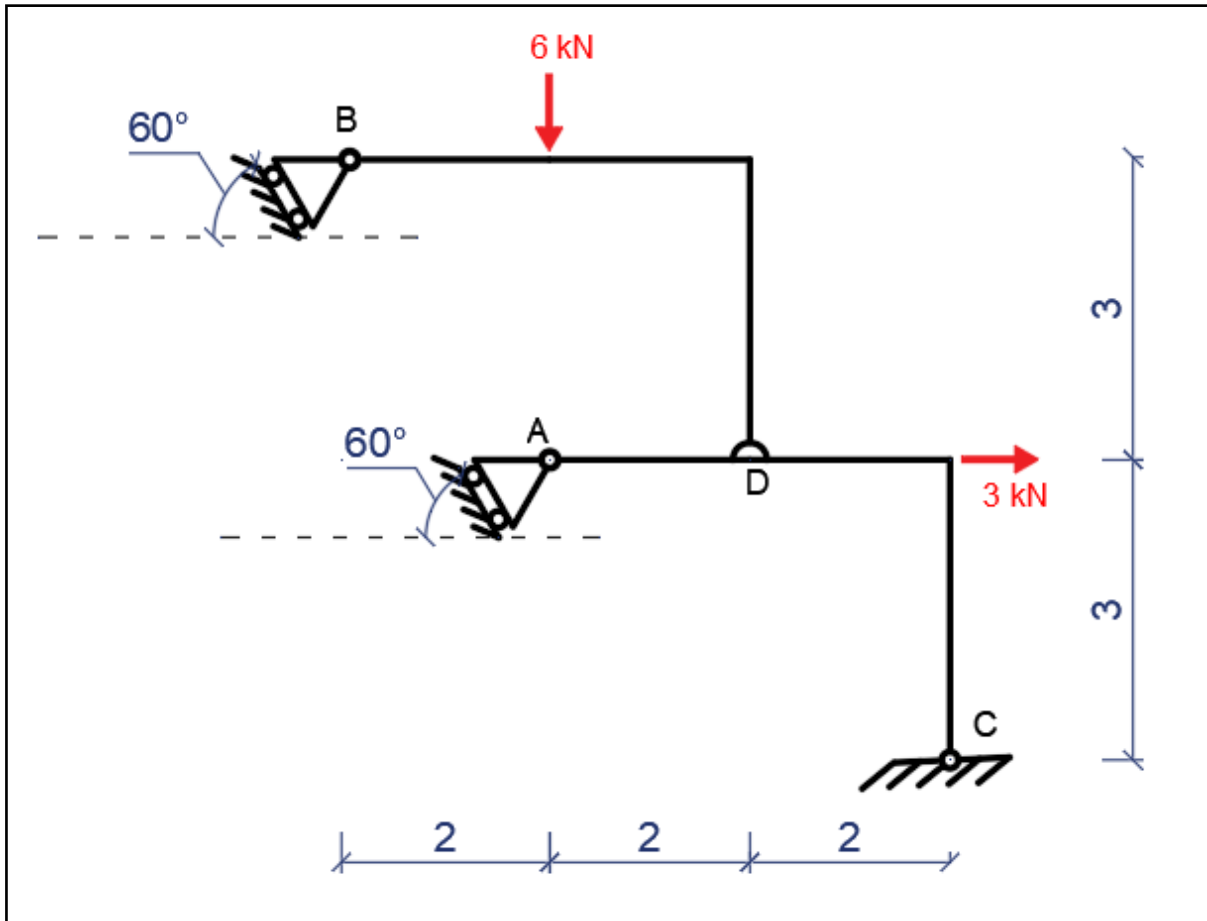


תרגיל מספר 6

נתון מבנה מישורי כמתואר באיור. בנקודה A ו-B קיימים סמכים ניידים בזווית של 60° מעלות. בנקודה C קיים סמך קבוע. בנוסף בנקודה D קיים חיבור חצי פרקי.

א. דרוש למצוא את הראקציות בסמכים A, B, C.

ב. דרוש למצוא את הכוחות הפנימיים בפרק D.



תרגיל מספר 7

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.

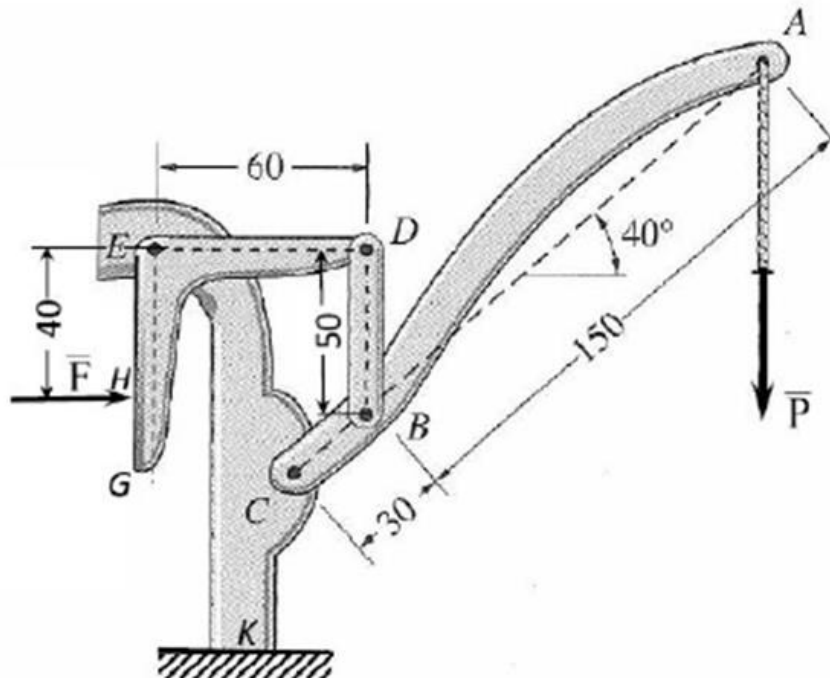
במצב המתואר באיור, כאשר מוט BD הוא אנכי, המתקן נמצא בשיווי משקל.

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.



תרגיל מספר 8

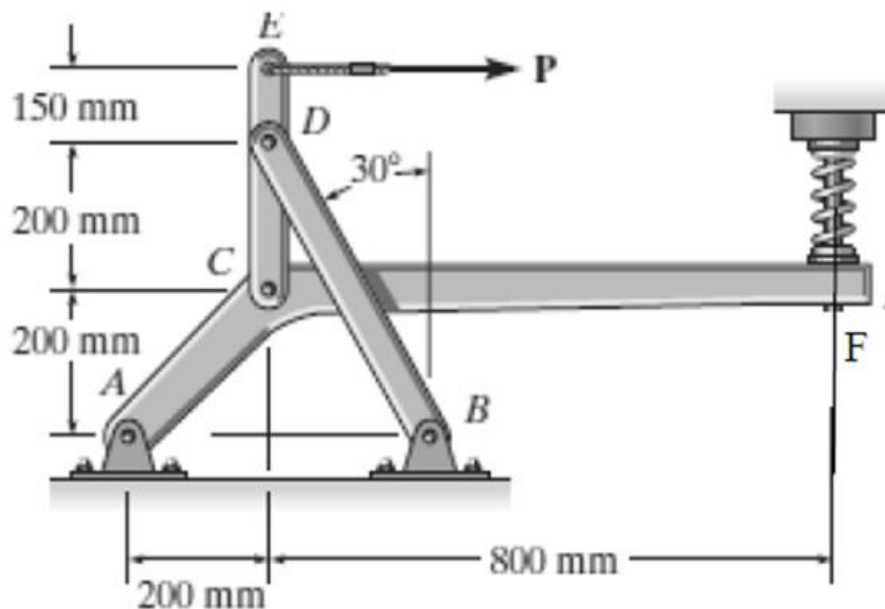
המתקן המתואר באיור לשאלה בנוי מידית CDE, מוט BD וגוף ACF. הידית מחוברת למוט ולגוף באמצעות פרקים בנקודות D ו-C. המבנה נתמך ע"י סמכים נייחים ב-A ו-B. בנקודה F על גוף המתקן מופעל קפיץ אנכי הנמצא במצב לחוץ. על ידית המתקן בנקודה E פועל כוח אופקי $P=300\text{N}$. במצב המתואר באיור, כאשר הידית במצב אנכי וקטע CF של הגוף ACF אופקי, המתקן נמצא בשיווי משקל.

א. שרטט את דיאגרמות הגוף החופשי של הידיות CDE, של המוט BD ושל הגוף ACF (לכל חלק בנפרד).

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

ג. חשב את הכוח שהקפיץ מפעיל על המתקן ואת כוחות התגובה בסמכים A ו-B של המתקן.

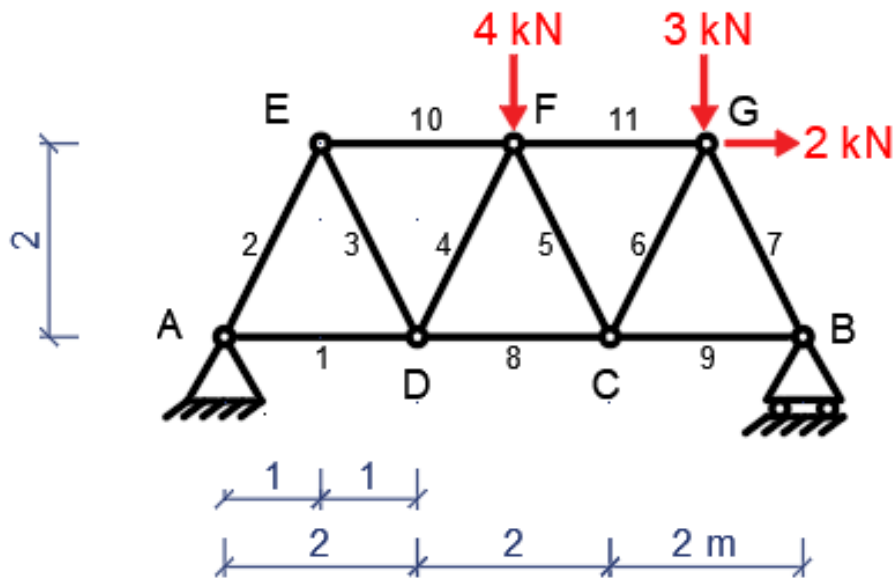
הערה: יש להזניח את משקלם של חלקי המתקן.



נושא 6 – מסבכים

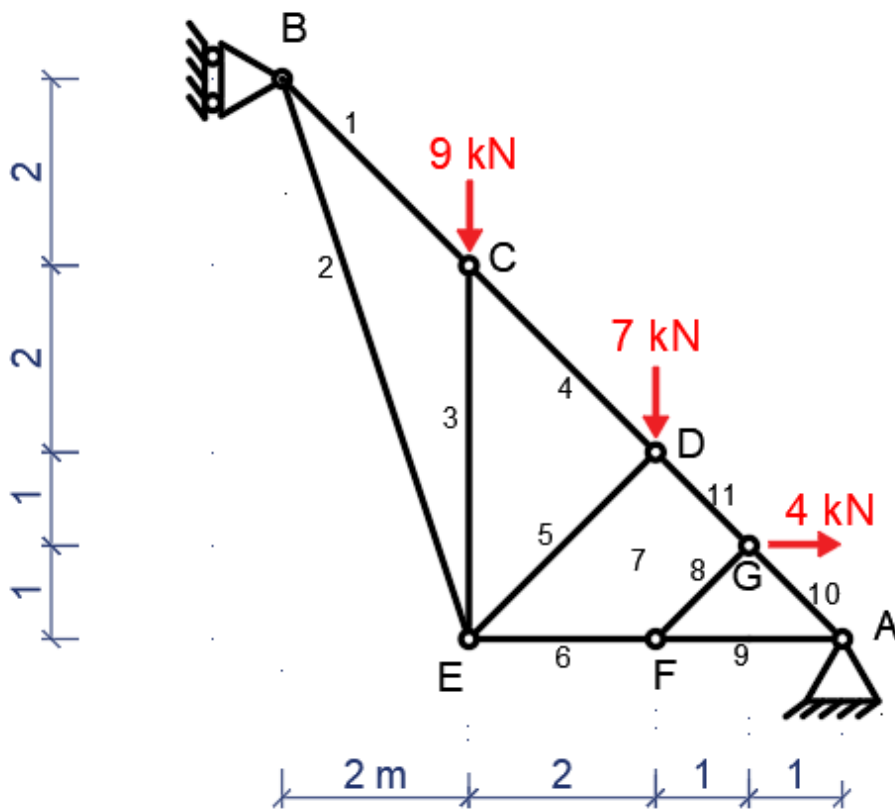
תרגיל מספר 1:

- א. יש למצוא ולחשב את הכוחות בסמכים B,A
- ב. יש למצוא ולחשב את הכוחות N במוטות מספר 5,8,11 בעזרת שיטת "חתך ריטר"
- ג. יש למצוא את הכוחות N במוטות מספר 1,2,3,7,9 בעזרת שיטת "הצמתים".



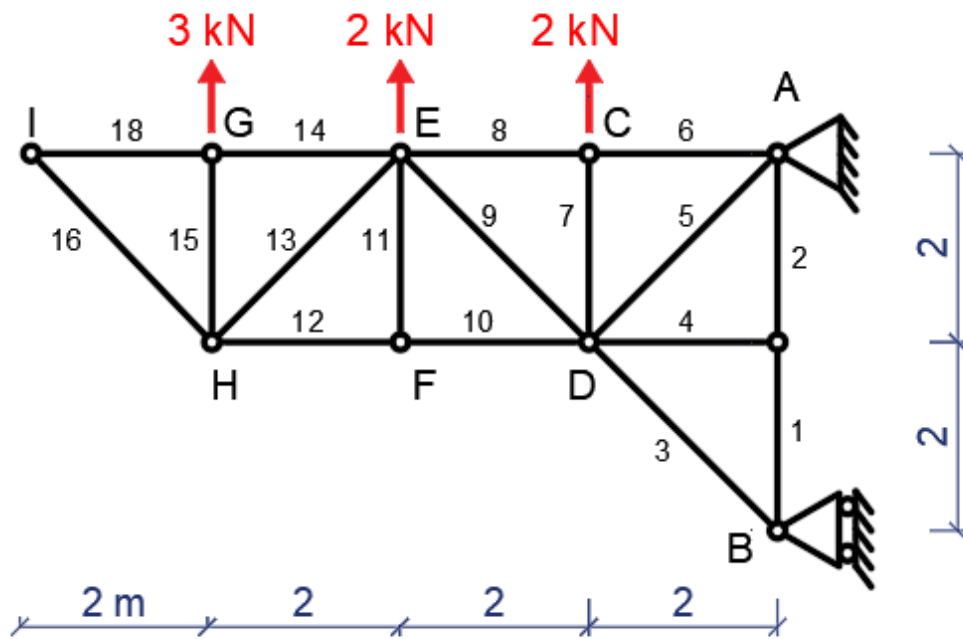
תרגיל מספר 2:

- א. יש למצוא ולחשב את הכוחות בסמכים B,A
- ב. יש למצוא ולחשב את הכוחות N במוטות מספר 4,5,6 בעזרת שיטת "חתך ריטר"
- ג. יש למצוא את הכוחות N במוטות מספר 1,2,3,9,10 בעזרת שיטת "הצמתים".



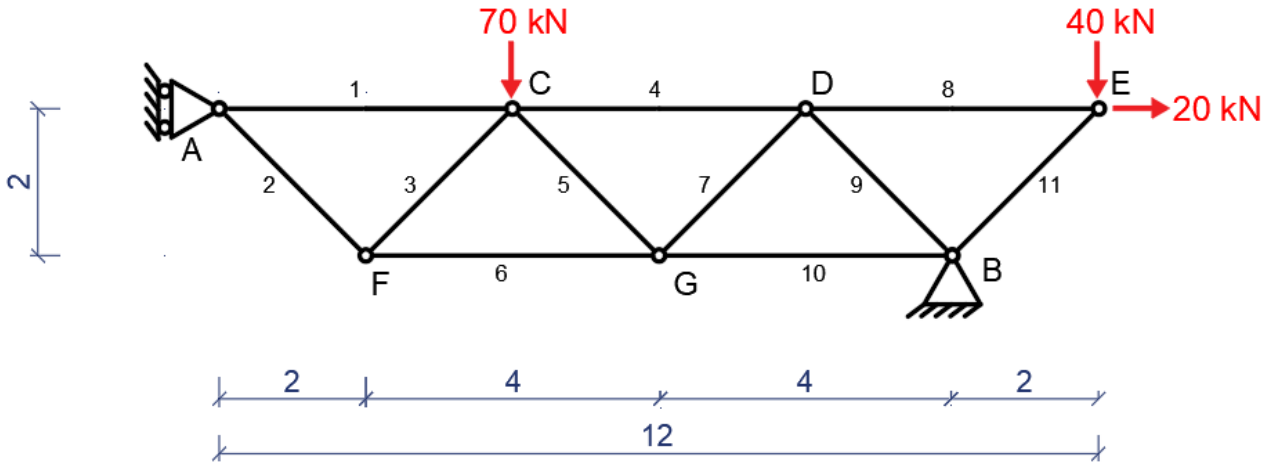
תרגיל מספר 3:

- א. יש למצוא ולחשב את הכוחות בסמכים B,A
- ב. למצוא את כל מוטות האפס במסבך
- ג. יש למצוא ולחשב את הכוחות N במוטות מספר 8,9,10 בעזרת שיטת "חתך ריטר"
- ד. יש למצוא את הכוחות N במוטות מספר 1,2,3,12,13,15 בעזרת שיטת "הצמתים".



תרגיל מספר 4:

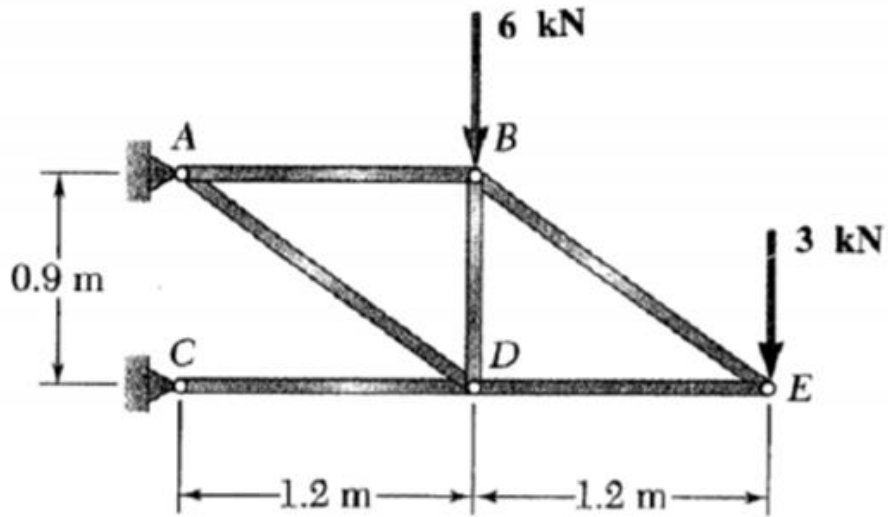
- א. יש למצוא ולחשב את הכוחות בסמכים B,A
 ב. יש למצוא ולחשב את הכוחות N בכל מוטות המסבך



תרגיל מספר 5

במסבך המוטות המתואר בתרשים חשב:

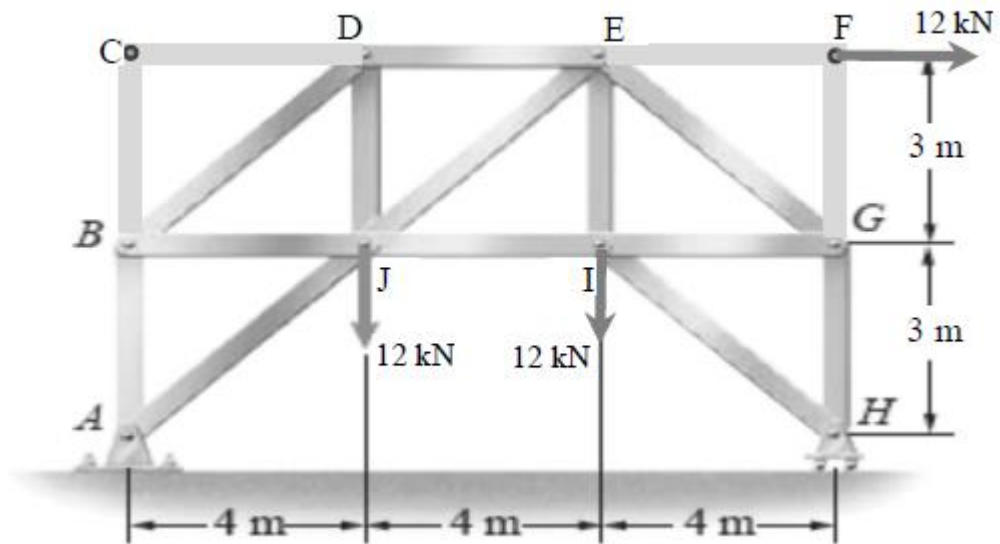
- א. את התגובות במסכים A ו-C.
- ב. את כוחות התגובה במוטות AB, CD, DE וציין האם הם כוחות מתיחה או לחיצה.
- הערה: יש לבצע חישוב אנליטי ולא להשתמש בכל שיטה גראפית.



תרגיל מספר 6

המסבך המתואר באיור לשאלה נתמך ע"י סמך ניח בנקודה A וע"י סמך נייד בנקודה H. על המסבך פועל כוח אופקי של 12 kN בצומת F, ושני כוחות אנכיים בגודל של 12 kN כל אחד בצמתים I ו- J כמתואר באיור לשאלה.

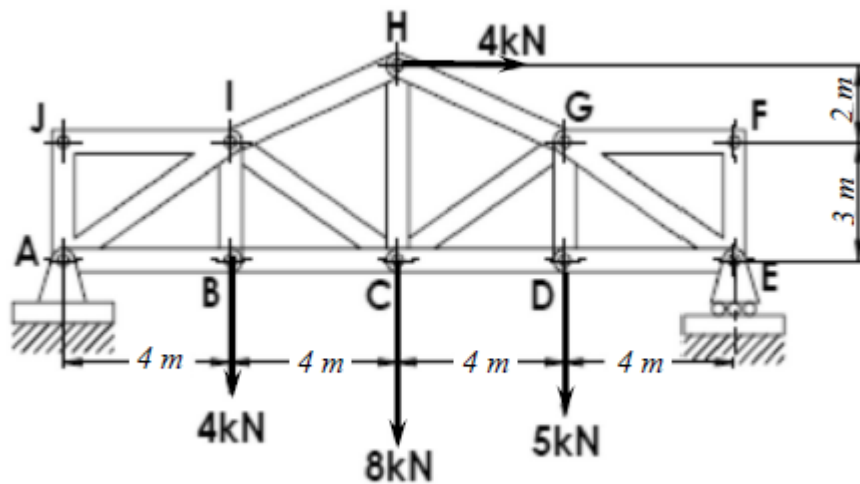
- א. חשב את התגובות בסמכים של המסבך.
- ב. חשב את הכוחות הפנימיים במוטות DE, EJ, ו- JI. אילו מוטות נלחצים ואיזה נמתחים?
- ג. באילו מוטות של המסבך לא נוצרים כוחות פנימיים? הסבר את תשובתך.



תרגיל מספר 7

המסבך המתואר באיור לשאלה נתמך ע"י סמך ניח בנקודה A וע"י סמך נייד בנקודה E. על המסבך פועל כוח אופקי בצומת H, ושלושה כוחות אנכיים בצמתים B, C, D, כמתואר באיור לשאלה.

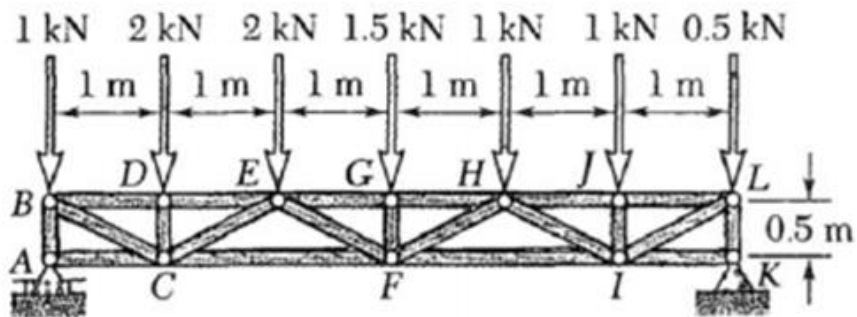
- א. חשב את התגובות בסמכים של המסבך.
- ב. חשב את הכוחות הפנימיים במוטות CD, CG, ו-HG. אילו מוטות נלחצים ואילו נמתחים?
- ג. באילו מוטות של המסבך לא נוצרים כוחות פנימיים? הסבר את תשובתך.



תרגיל מספר 8

על המסבך פועלים כוחות חיצוניים כמתואר בתרשים.
חשב את:

- א. כוחות התגובה בסמכים A ו-K (כיוון וערך).
ב. הכוחות הפנימיים במוטות CF, EF, ו-EG. האם הם כוחות לחיצה או כוחות מתיחה?

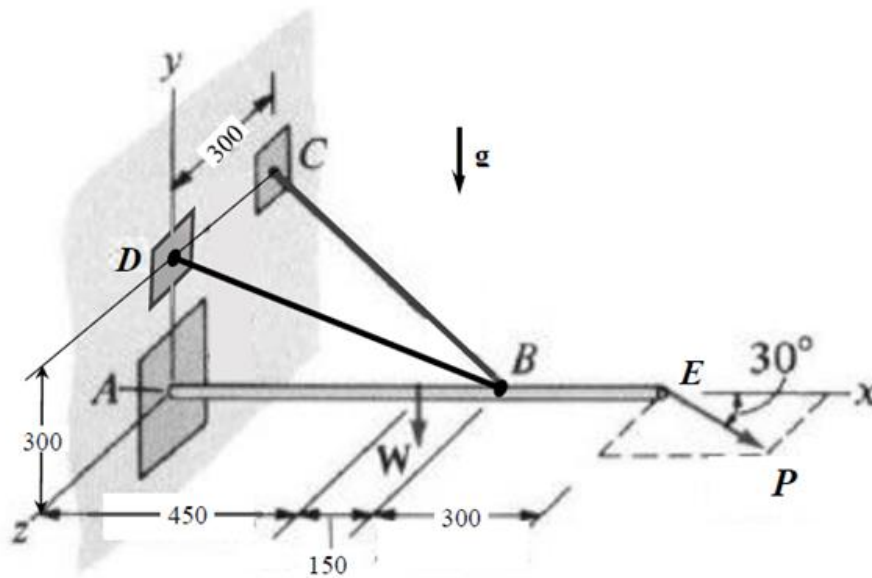


נושא 7 – כוחות במרחב

תרגיל מספר 1

קורה אחידה AE שמשקלה $W=1000\text{ N}$ מחוברת לקיר אנכי בנקודה A, באמצעות מפרק כדורי ובנקודה B באמצעות שני כבלים BC ו-BD, כמתואר באיור לשאלה. בקצה E של הקורה מופעל כוח אופקי P של 600 N במישור xz בכיוון המסומן. במצב זה הקורה היא אופקית ונמצאת בשיווקי משקל.

- א. שרטט את דיאגרמת הגוף החופשי של הקורה.
- ב. חשב את המתחוויות בכל אחד מהכבלים.
- ג. חשב את רכיבי כוח התגובה במפרק A.

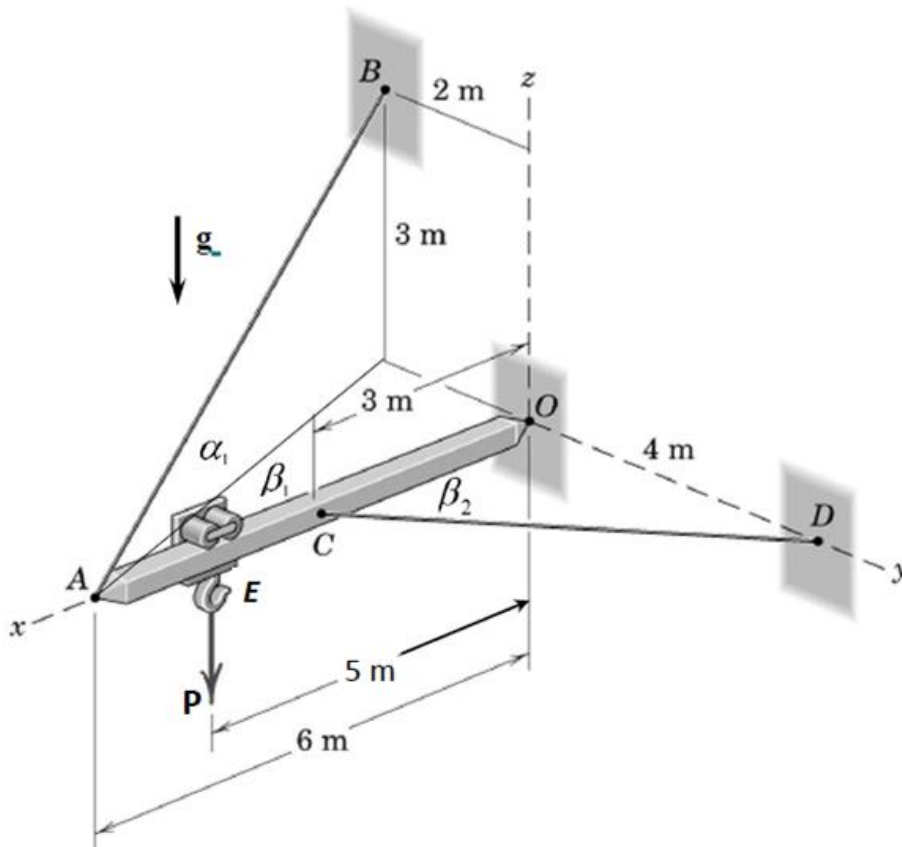


תרגיל מספר 2

קורה אחידה OA, שמשקלה הוא 2000 N מחוברת לקיר אנכי בנקודה O באמצעות מפרק כדורי ובנקודות A ו-C באמצעות שני כבלים AB ו-CD, כמתואר באיור לשאלה. בנקודה E של הקורה מופעל כוח אנכי P של 1200 N. במצב זה הקורה היא אופקית ונמצאת בשיווי משקל.

- שרטט דיאגרמות הגוף החופשי של הקורה.
- חשב את המתחיות בכל אחד מהכבלים.
- חשב את רכיבי כוח התגובה במפרק O.

הערות: יש להזניח את משקלם של הכבלים. המידות באיור נתונות במטרים.

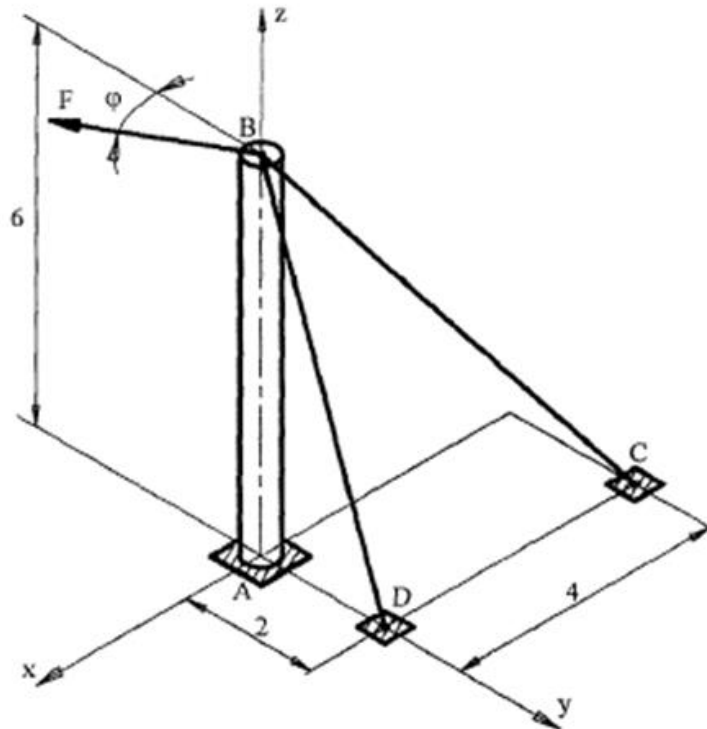


תרגיל מספר 3

העמוד AB נתמך בנקודה A על מפרק כדורי, ומוחזק בנקודה B בשני כבלים BC ו-BD, כמתואר בתרשים. בנקודה B מופעל על העמוד כוח F ששיעורו 500 ניוטון. הכוח F פועל במישור האופקי המקביל ל- Axy , והוא נטוי לציר, המקביל לציר y , בזווית θ השווה 30° . חשב:

- א. את מתיחויות הכבלים.
- ב. את רכיבי כוח התגובה בסמך A.

המידות נתונות בתרשים במטרים.



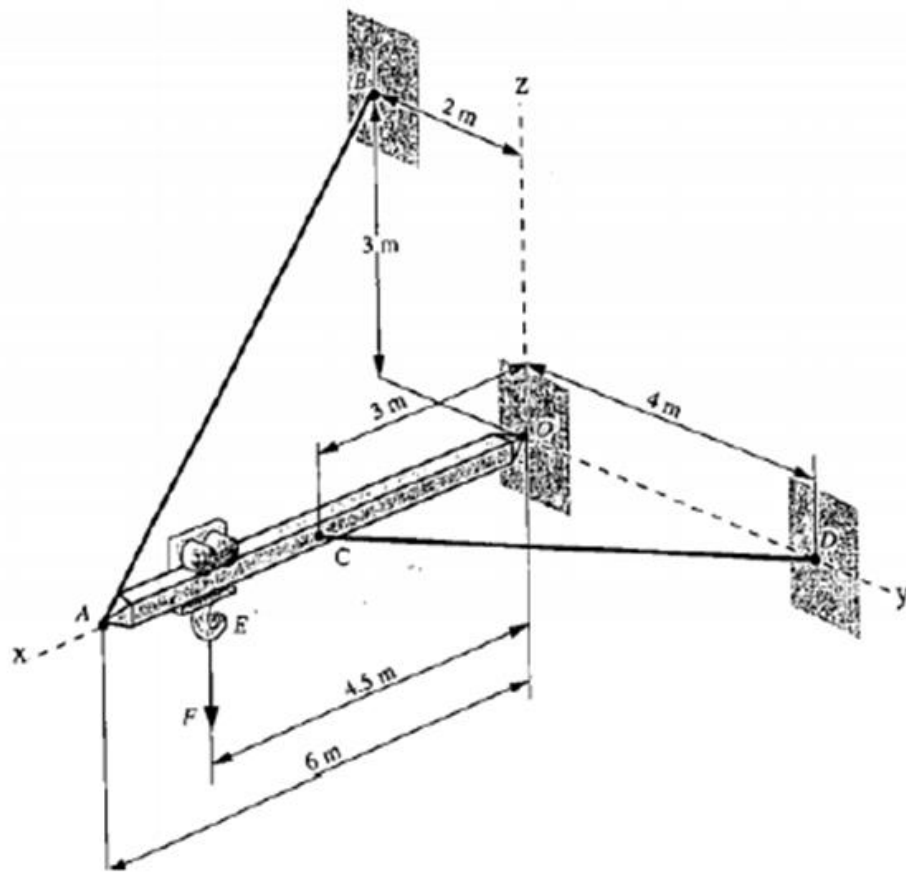
תרגיל מספר 4

קורה אחידה OA מחוברת לקיר בקצה O באמצעות מפרק כדורי ובנקודות B ו-D באמצעות שני כבלים AB ו-CD כמתואר באיור לשאלה. בנקודה E פועל על הקורה כוח אנכי $F = 5 \text{ kN}$. מסת הקורה $m = 200 \text{ kg}$. הקורה נמצאת בשיווי משקל.

יש להזניח את משקל הכבלים.

א. חשב את המתחיות בכל אחד מהכבלים.

ב. חשב את רכיבי כוח התגובה במפרק O.



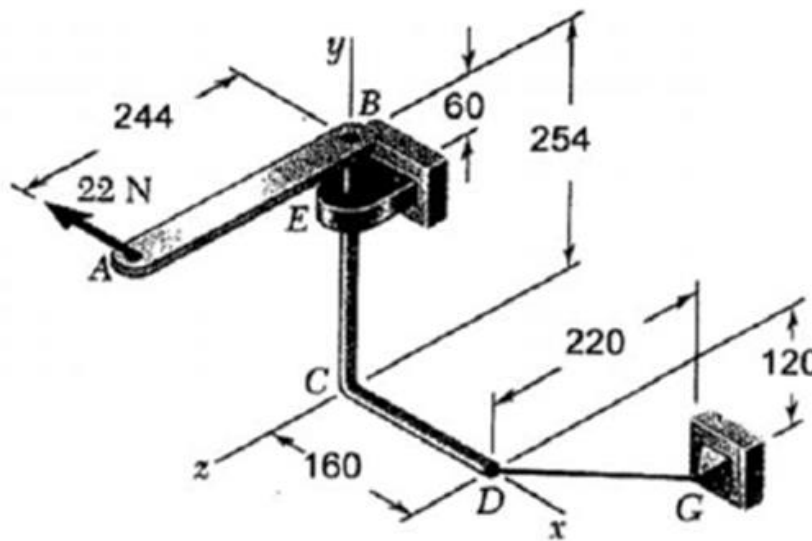
תרגיל מספר 5

מנוף AB מחובר באופן קשיח בנקודה B למוט מכופף BCD. המוט נתמך ע"י מיסב E ומחובר לקיר באמצעות כבל DG (הנמצא במישור המקביל למישור yz). על המנוף פועל בנקודה A כוח של 22 ניוטון, מקביל לציר x, כמתואר בתרשים.

חשב:

- א. את המתוחות בכבל DG.
- ב. את התגובות במיסב E.

הערה: מיסב E יכול לשאת כוחות בצירים x, y, z ומומנטים סביב צירים x, z.



תרגיל מספר 6

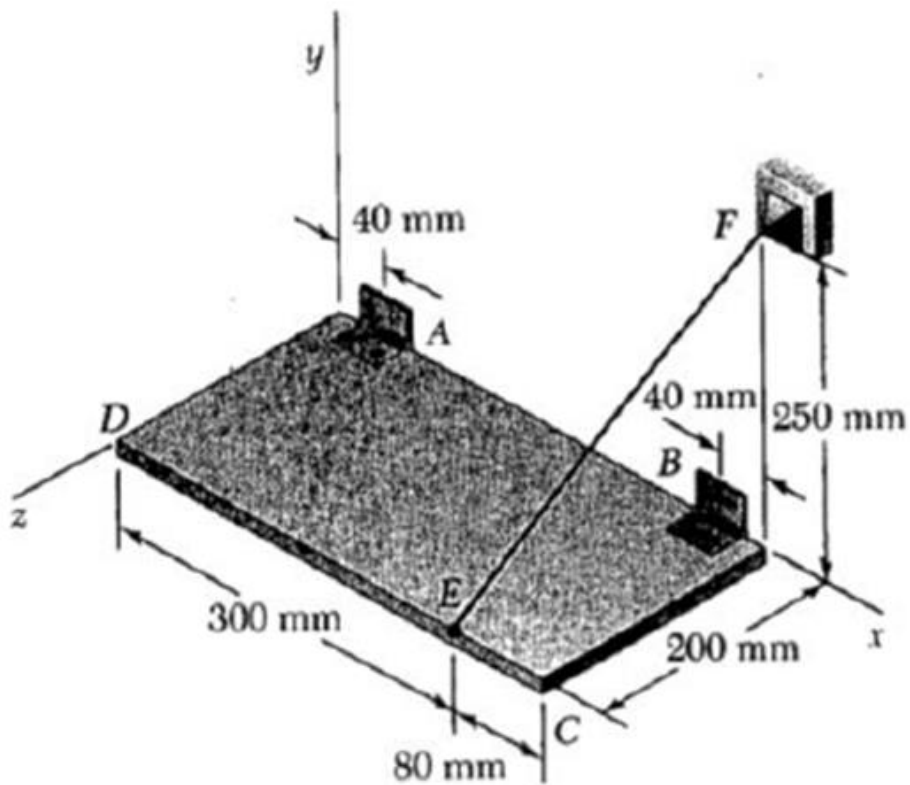
לוח מלבני מוחזק במצב המוראה בתרשים באמצעות תופסנים A ו-B וכבל EF. משקל הלוח 150 ניוטון.

נתון כי כוח התגובה בכיוון ציר X בתוספת B הינה אפס (0).

חשב:

א. את המתיחות בכבל EF.

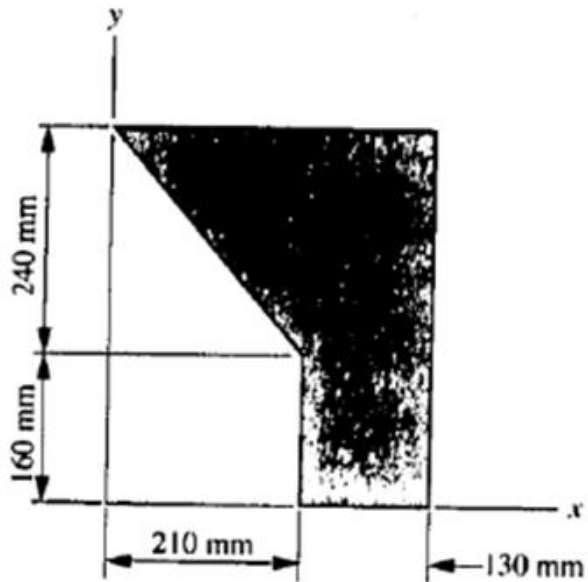
ב. את התגובות בתופסנים (B_x, B_y, A_z, A_y, A_x).



נושא 8 – מרכז כובד

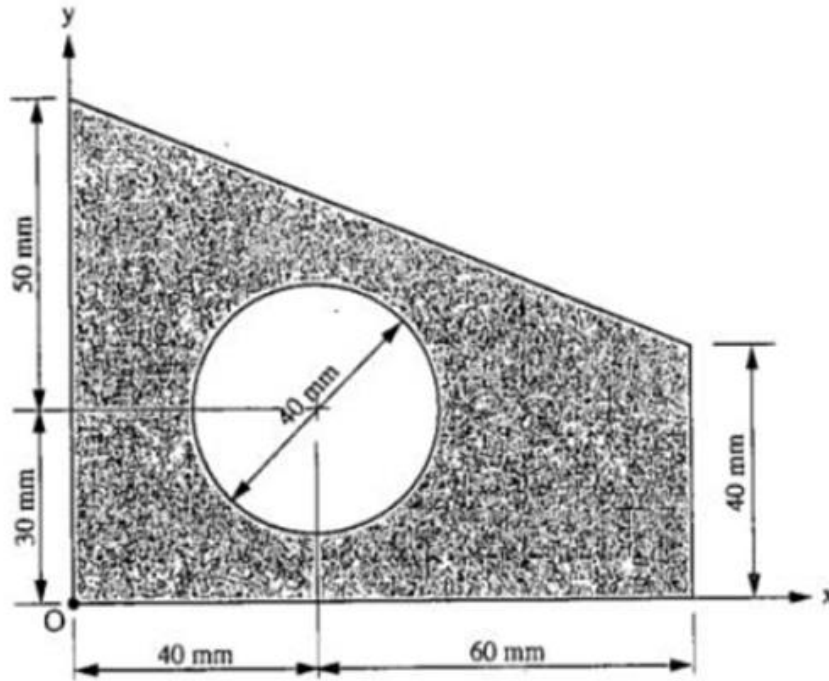
תרגיל מספר 1

חשב את הקואורדינטות של מרכז הכובד של השטח הכהה במערכת הצירים x ו- y באיור לשאלה.



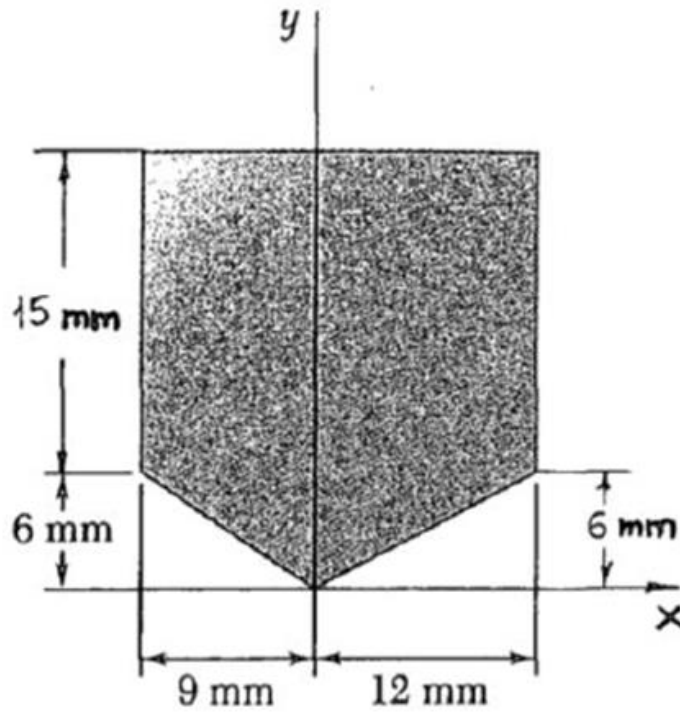
תרגיל מספר 2

חשב את הקואורדינטות של מרכז הכובד של השטח הכהה במערכת הצירים הנתונה באיור לשאלה.



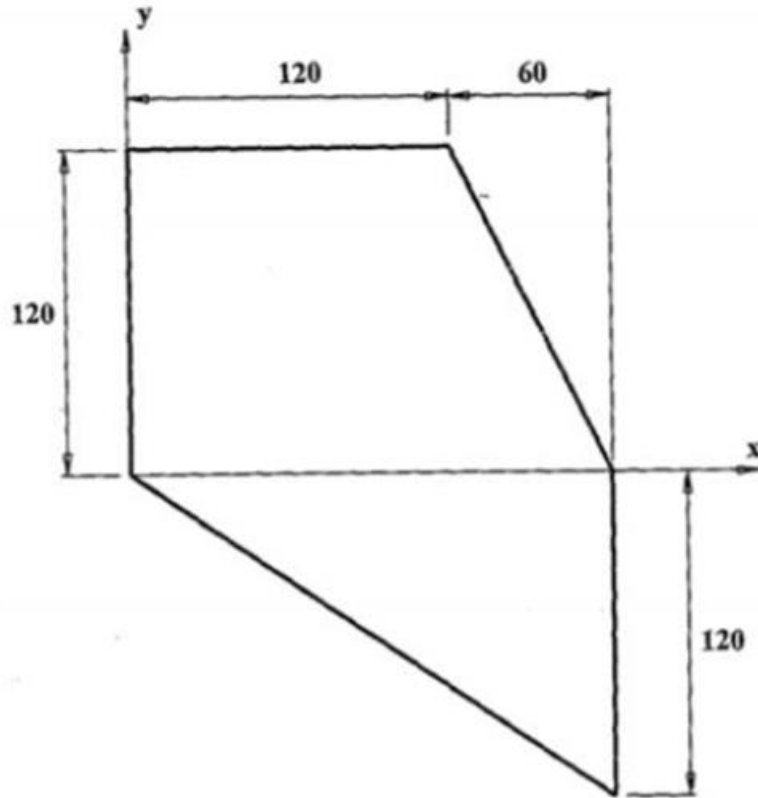
תרגיל מספר 3

חשב את קואורדינטות מרכז השטח המתואר בתרשים.



תרגיל מספר 4

חשב את מרכז הכובד של הלוח האחיד, המתואר בתרשים.
המידות נתונות בתרשים במ"מ.



תרגיל מספר 5

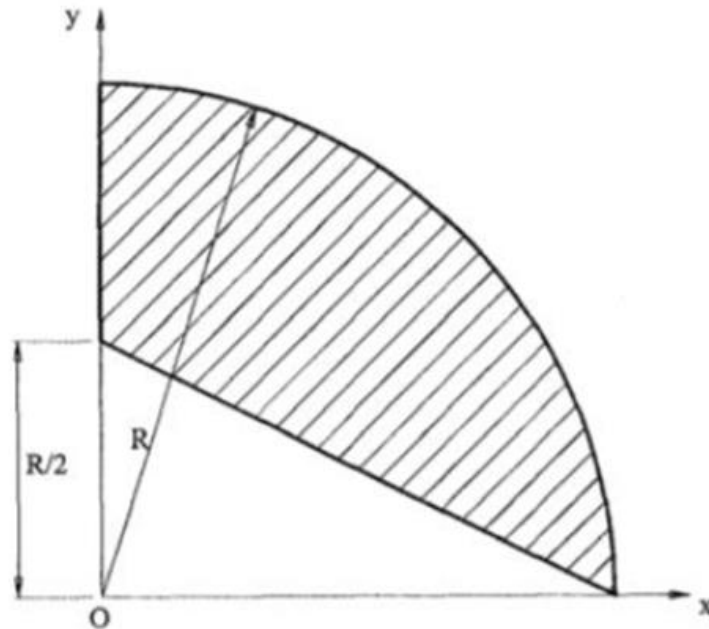
השטח המקווקו של הלוח האחיד הדק, המתואר בתרשים, מורכב מרבע עיגול, שחתכו ממנו משולש ישר זווית.

רדיוס המעגל: $R=100$ mm .

חשב את קואורדינטות מרכז הכובד של השטח המקווקו.

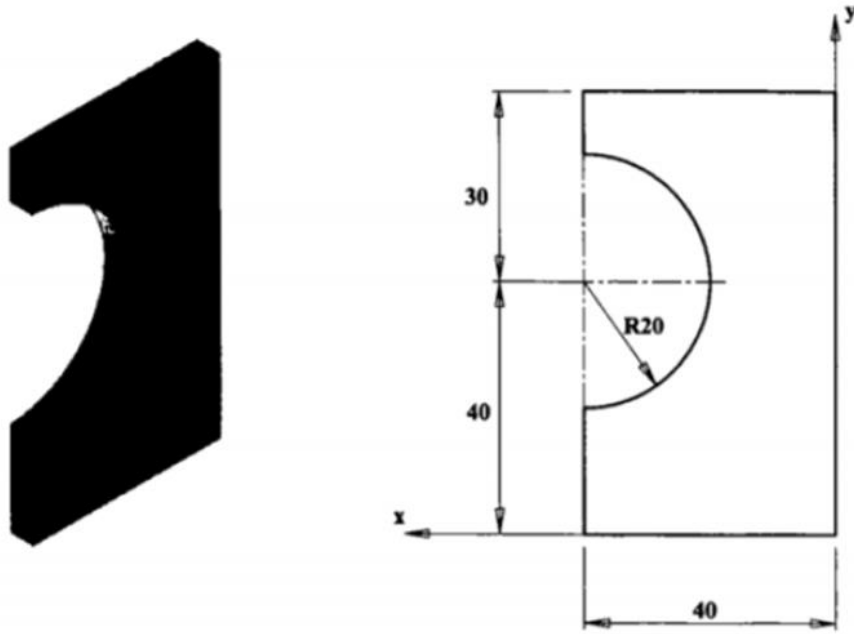
הערה:

מרכז הכובד של רבע עיגול בעל רדיוס R שווה: $X_c = Y_c = \frac{4R}{3\pi}$



תרגיל מספר 6

עבור הלוח האחיד הדק, המתואר בתרשים. חשב את קואורדינטות מרכז הכובד.

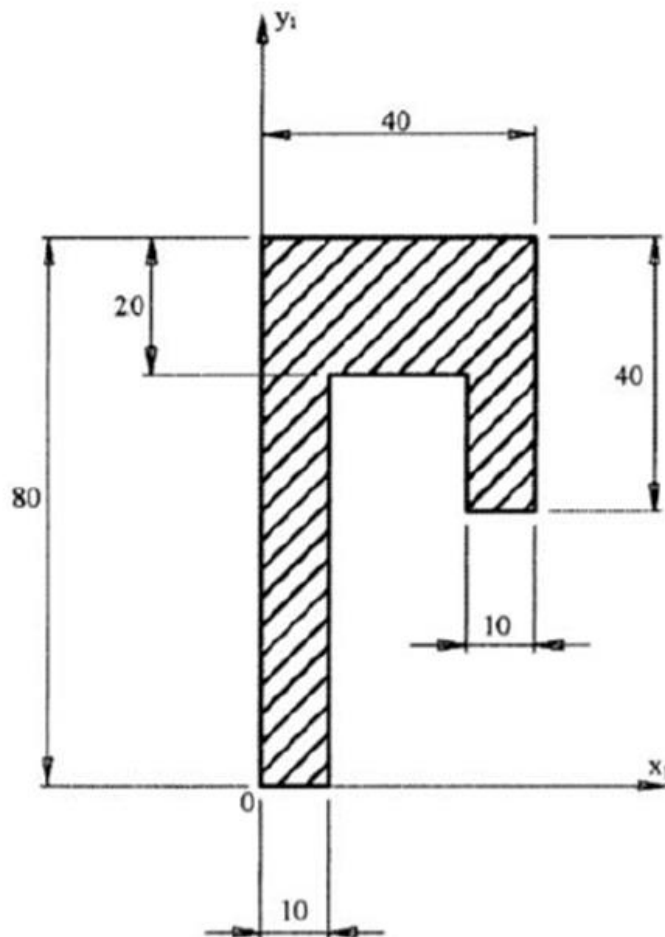


תרגיל מספר 7

עבור הצורה המישורית המקווקת בתרשים :

- א. חשב את קואורדינטות מרכז הכובד כלפי הצירים x ו- y .
- ב. מה יהיה שיעורו של המומנט הסטטי של הצורה המישורית כלפי הציר x , העובר דרך מרכז הכובד שלה (מתבקשת תשובה ללא חישובים).

המידות נתונות בתרשים במ"מ.



פרק מספר 2 – קינמטיקה

נושא 1 – תנועה חד מימדית בציר האופקי

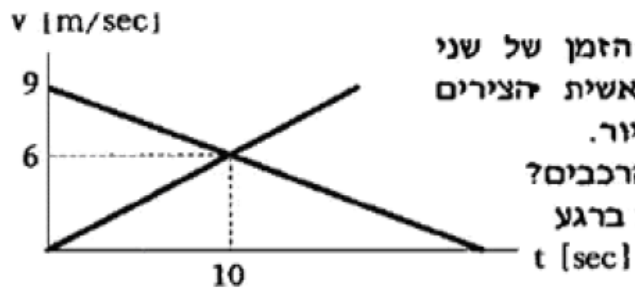
תרגיל מספר 1

שוטר תנועה, הנוסע על אופנוע, מתחיל את תנועתו בנקודה A, 3 שניות לאחר שמכונית פרטית חלפה לידו. המכונית הפרטית נוסעת במהירות קבועה של 120 קמ"ש. השוטר מאיץ את האופנוע בתאוצה של 5 מ' לשנייה בריבוע, עד למהירות של 150 קמ"ש, שהיא המהירות המקסימלית המותרת לו, וממשיך את נסיעתו במהירות זו.

- א. חשב את הזמן הדרוש לשוטר כדי להשיג את המכונית.
ב. חשב את המרחק מנקודה A עד הנקודה, שבה משיג השוטר את המכונית.



תרגיל מספר 2



גרף המהירות כפונקציה של הזמן של שני רכבים החולפים על פני ראשית הצירים באותו הזמן ($t=0$) מתואר בציור.

א. תוך כמה זמן יפגשו שני הרכבים?
 ב. מה תהיה מהירות כל רכב ברגע המפגש?

תרגיל מספר 3

מכונית A מתחילה ממהירות 108 קמ"ש, ומאיטה בתאוצה קבוצה של 3- מטרים לשנייה בריבוע.
מכונית B מתחילה ממנוחה, ומאיצה בתאוצה קבוצה של 5 מטרים לשנייה בריבוע.

א. תוך כמה זמן יהיו מהירויות שתי המכוניות שוות?

ב. מה תהיה מהירות שתי המכוניות באותו רגע?

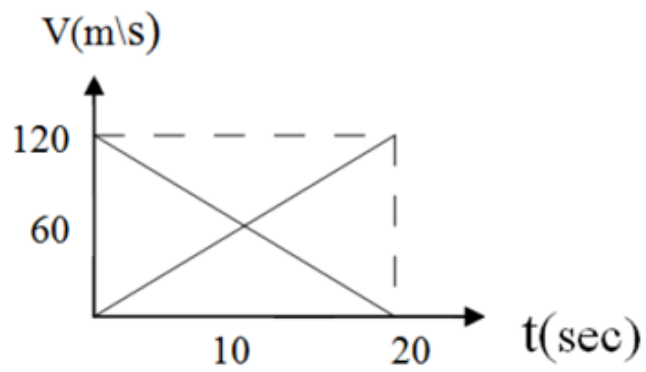
תרגיל מספר 4

משאית שמהירותה 60 קמ"ש יוצאת מהעיר A וכעבור חצי שעה יוצאת מונית מאותה העיר לאותו הכיוון שמהירותה 80 קמ"ש. מתי והיכן המונית תפגוש את המשאית?

תרגיל מספר 5

מרגע בו מכונית חולפת על פני מכונית משטרה נחה, היא מאיטה בקצב קבוע. באותו רגע מתחילה מכונית המשטרה להאיץ בקצב קבוע. בתרשים גרפי מוצגים גרף מהירות זמן של שתי המכוניות.

חשב באיזה רגע משיגה מכונית המשטרה את המכונית השנייה.



נושא 2 – תנועה חד מימדית בציר האנכי (נפילה חופשית)

תרגיל מספר 1

אבן משוחררת ממנוחה מגג בניין.
הערה : נדרש להזניח את התנגדות האוויר.

- א. מצא את מרחקה מנקודת השחרור לאחר 3 שניות?
ב. מהי מהירותה של האבן באותו הרגע?

תרגיל מספר 2

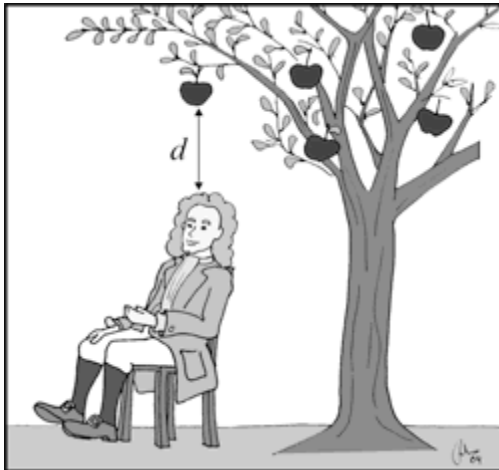
תפוח נופל מעץ מפוגע בראש של ניוטון.

המרחק ההתחלתי של התוח מהראש של ניוטון הינו d ששווה 12 מטרים.

הערה : הנח שהתפוח נופל ממנוחה והזנח את התנגדות האוויר.

א. מהי מהירות התפוח ברגע הפגישה בראשו של ניוטון?

ב. כמה זמן (בשניות) לקח לתפוח לפגוע בראשו של ניוטון?



תרגיל מספר 3

כדור נורה מרובה כלפי מעלה (אנכית) עם מהירות התחלתית של 300 מטרים לשניה.
הערה : נדרש להזניח את התנגדות האוויר.

- א. כמה זמן (שניות) ייקח לכדור להגיע לשיא הגובה?
- ב. לאיזה גובה הגיע הכדור (גובה מקסימלי)?
- ג. באיזה מהירות הכדור יפגע בקרקע ברגע החזרה?

נושא 3 – תנועה בשני מימדים (אנכי + אופקי) – זריקה משופעת

תרגיל מספר 1

אבן נזרקת במהירות של 20 מטרים לשנייה עם זווית של 60 מעלות מעל האופק.

דרוש:

- א. מהי מהירות האבן לאחר שנייה אחת?
- ב. מהי מהירות האבן לאחר 10 שניות?

תרגיל מספר 2

מראש בניין שגובהו 20 מטר נזרקת אבן במהירות של 10 מטרים לשנייה ובזווית של 45 מעלות מעל האופק. מיצאו:

- א. תוך כמה זמן תפגע האבן בקרקע?
- ב. מהו המרחק האופקי מראש הבניין ועד למיקום נפילת האבן בקרקע?
- ג. מהי מהירות הפגיעה בקרקע? (גודל וכיוון)

תרגיל מספר 3

כדור נזרק במהירות של 15 מטרים לשנייה, עם זווית של 30 מעלות מעל האופק.

דרוש:

- א. היכן יימצא הכדור לאחר שנייה אחת?
- ב. מהי מהירותו באותו הרגע? (שיעור וכיוון)

תרגיל מספר 4

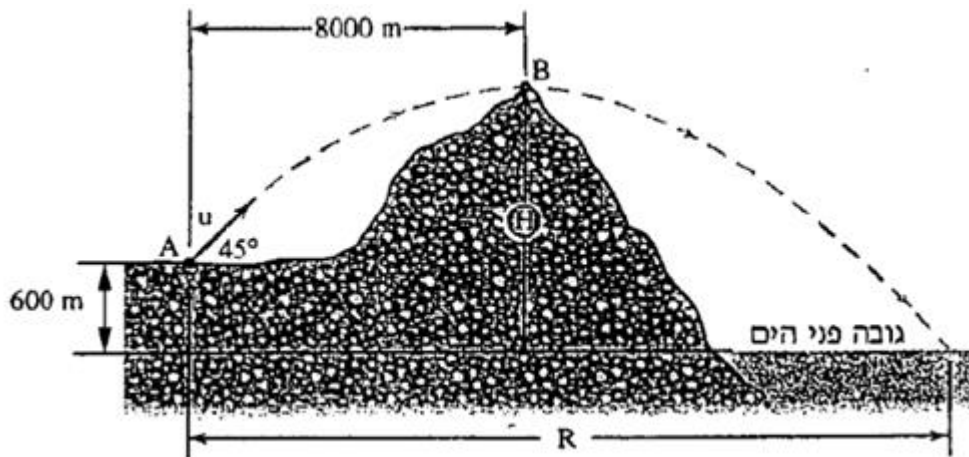
פגז נורה בזווית 45° מנקודה A הנמצאת בגובה 600 m מעל פני הים. בשיא מסלולו חולף פגז על פני פסגת ההר בנקודה B הנמצאת בגובה H מעל פני הים. הפגז משלים את מעופו עם הכניסה למים במרחק R מנקודה A, כמתואר באיור לשאלה.

תאוצת הכובד היא $g=9.8 \text{ m/sec}^2$.

א. חשב את המהירות ההתחלתית של הפגז u .

ב. חשב את גובה הפסגה H.

ג. חשב את מרחק הירי R.



תרגיל מספר 5

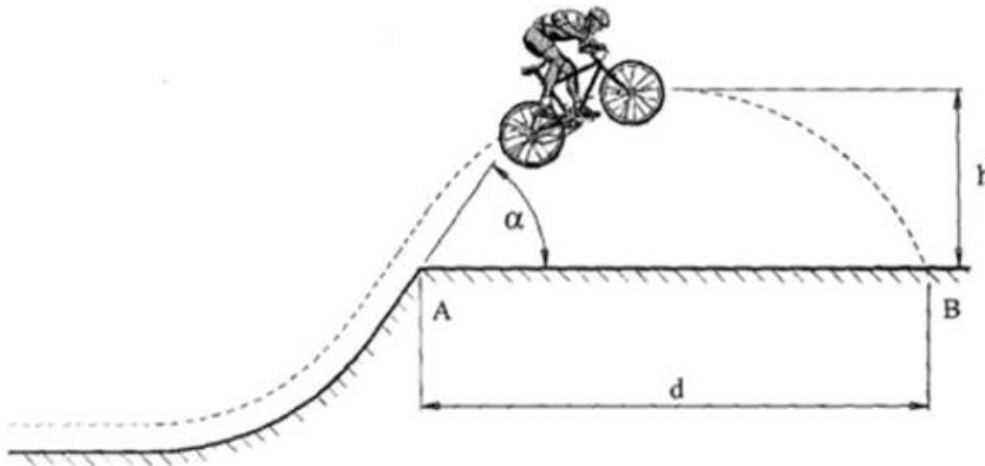
תוך כדי רכיבה, בנקודה A, עולה רוכב האופניים על גבעה, מבצע קפיצה באוויר, ונוחת בנקודה B (ראה בתרשים). נתון:

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

המרחק AB: $d=8 \text{ m}$.

זווית הנטייה של המשיק למסלול בנקודה A: $\alpha=55^\circ$.

- א. חשב את מהירותו של הרוכב ברגע שהוא מתנתק מהקרקע, בנקודה A.
 ב. חשב את הגובה המקסימלי h שאליו הוא יגיע.



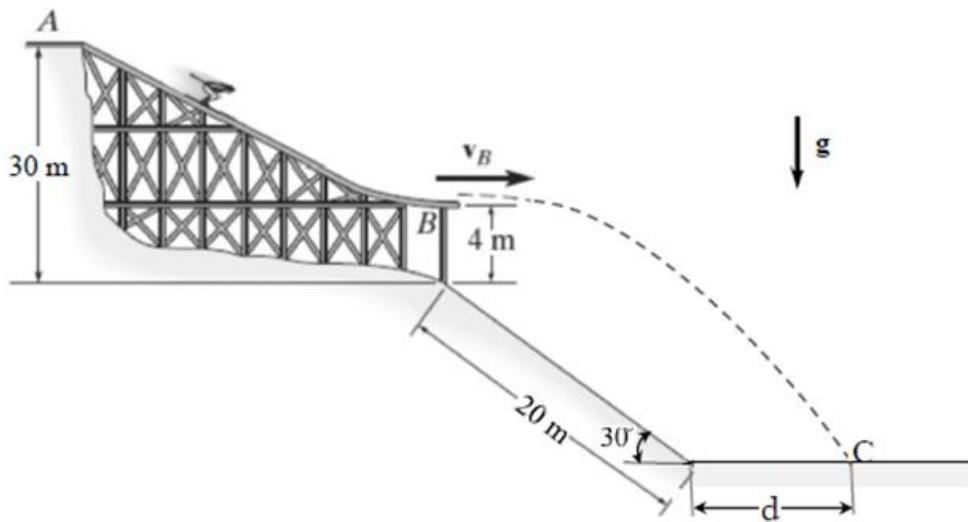
פרק מספר 3 – דינמיקה

תרגיל מספר 1

גלשן מתחיל את תנועתו ממנוחה בנקודה A, וגולש לאורך מסלול משופע AB כמתואר באיור. בנקודה B הגלשן עוזב את מסלול הגלישה כאשר מהירותו היא אופקית. בנקודה C הגלשן פוגע בקרקע.

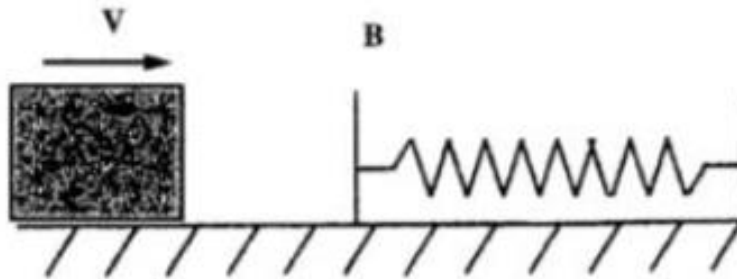
- א. מהי מהירות הגלשן בנקודה B?
- ב. מהו זמן תנועת הגלשן מנקודה B עד לנקודה C?
- ג. מהי מהירות הגלשן בנקודה C (שיעור וכיוון)?
- ד. מהו המרחק d?

הערות: יש להתייחס לגלשן כנקודה חומרית ולהזניח את התנגדות האוויר והחיכוך במסלול.

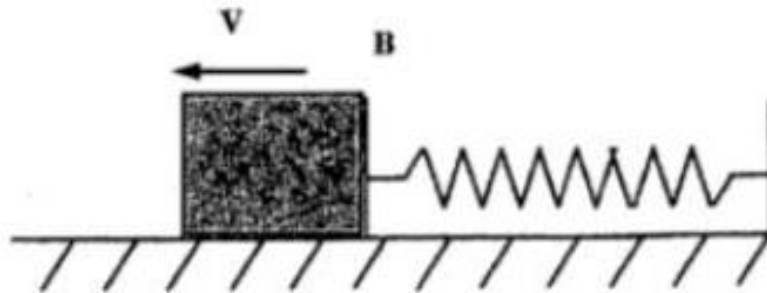


תרגיל מספר 2

- א. גוף נע על מישור אופקי במהירות קבועה של $V=2 \text{ m/sec}$ כמתואר בתרשים הראשון. בדרכו הוא פוגע בנקודה B בקפיץ אופקי, הנמצא במצב רפוי. מסת הגוף $m=1 \text{ kg}$ וקבוע הקפיץ $k=80 \text{ N/m}$. חשב בכמה יתכווץ הקפיץ כתוצאה מפגיעת הגוף בו בהנחה שהמישור ללא חיכוך.



- ב. הגוף משתחרר מהקפיץ בנקודה B, במהירות התחלתית של $V=2 \text{ m/sec}$ כמתואר בתרשים השני. לאיזה מרחק אופקי מנקודה B ינוע הגוף לאחר שהשתחרר מהקפיץ, אם מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף למישור הוא $\mu=0.25$. מסת הגוף זהה לסעיף א'.



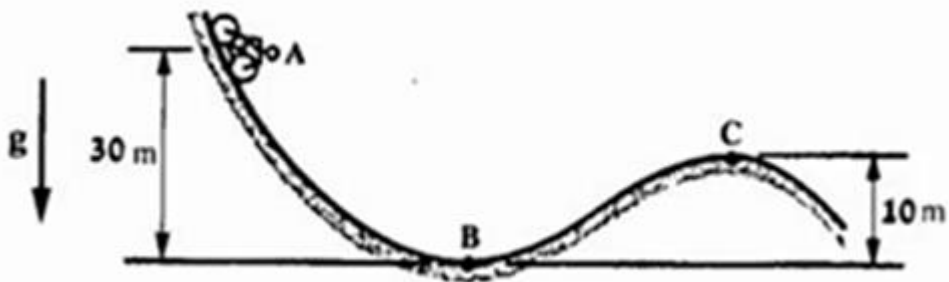
תרגיל מספר 3

רוכב אופניים מתחיל את תנועתו ממנוחה בנקודה A ונע במסלול אנכי עקום, כמתואר באיור לשאלה.

- א. חשב את מהירות רוכב האופניים בנקודה B של המסלול.
 ב. חשב את מהירות רוכב האופניים בנקודה C של המסלול.

הערות:

1. הנח שהאופנים והרוכב הם נקודה חומרית אחת.
2. הזנח את ההתנגדות לתנועה של המסלול ואת ההתנגדות של האוויר.
3. הנח תאוצת הכובד $g=10 \text{ m/sec}^2$.



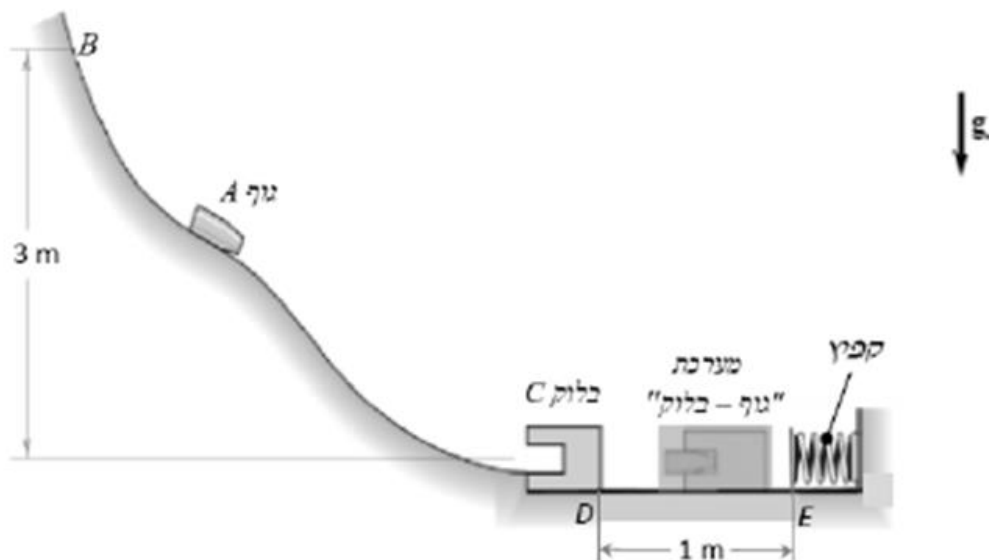
תרגיל מספר 4

גוף A, שמסתו היא $m=0.4 \text{ kg}$, משוחרר ממצב מנוחה בנקודה B, בקצה העיליון של המסלול העקום חסר החיכוך במישור אנכי. בקצה התחתון של המסלול, בנקודה D, פועל גוף A בבלוק C, שמסתו היא $m=1 \text{ kg}$ ונתקע בו. לאחר הפגיעה נעה המערכת "גוף-בלוק" לאורך מישור אופקי מחוספס, ובנקודה E היא פוגעת בקפיץ, הנמצא במצב רפוי.

נתון: מקדם החיכוך הקינטי בין הבלוק לבין המישור האופקי הוא $\mu_k=0.15$, קבוע הקפיץ $k=800 \text{ N/m}$.

- חשב את מהירותו של גוף A בנקודה D לפני פגיעתו בבלוק C.
- חשב את מהירותה של המערכת "גוף-בלוק" מיד לאחר ההתנגשות.
- חשב את מהירותה של המערכת "גוף-בלוק" בנקודה E.
- חשב את השקיעה המקסימלית של הקפיץ לאחר פגיעת המערכת, "גוף-בלוק".

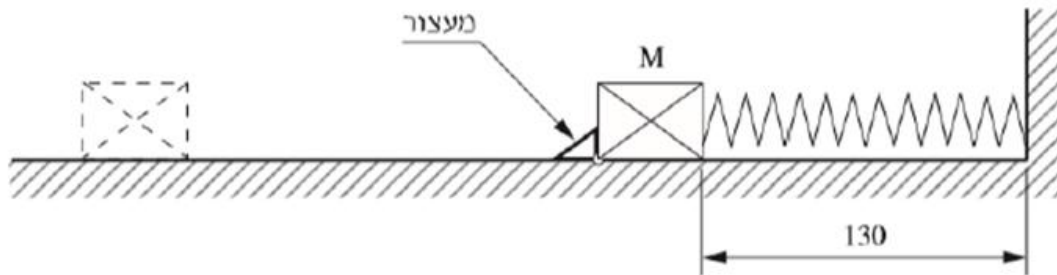
הערה: יש להזניח את כוח החיכוך במישור האופקי לאחר פגיעתה של המערכת "גוף-בלוק" בקפיץ.



תרגיל מספר 5

באיור לשאלה, מתואר קפיץ לחיצה דרוך שאורכו במצב רפוי הוא $L=180\text{ mm}$. הגוף M , שמשקלו $G=5\text{ N}$, מונח על משטח צמוד לקפיץ ומוחזק במקומו באמצעות מעצור. מקדם החיכוך בין הגוף M ובין המשטח הוא $\mu=0.1$. מסירים את המעצור והגוף מתחיל לנוע על פני המשטח. ברגע מסוים מגיע הקפיץ למצבו הרפוי, והגוף מתנתק ממנו כשמהירותו $V=2\text{ m/sec}$. לאחר מכן ממשיך הגוף לנוע עד לעצירה מוחלטת.

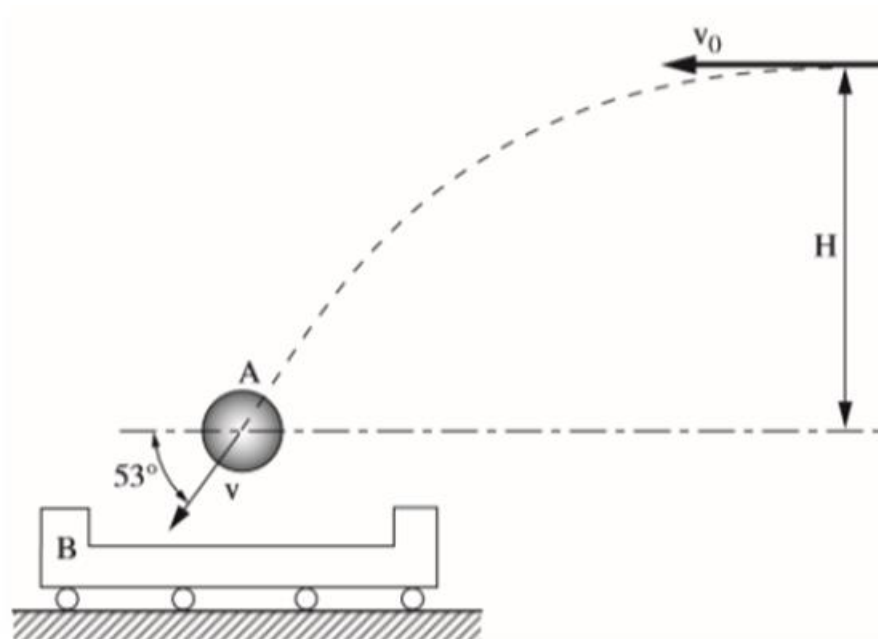
- א. מהו קבוע הקפיץ?
- ב. כמה זמן חולף מרגע ההתנתקות של הגוף מהקפיץ ועד לעצירתו המוחלטת?
- ג. מהו המרחק שעובר הגוף בפרק הזמן שמצאת בסעיף ב'?



תרגיל מספר 6

באיור לשאלה מתואר כדור A הנזרק אופקית מגובה H במהירות V_0 . רגע לפני שהכדור מתנגש הגעלה B מהירותו היא $V=20 \text{ m/sec}$, והוא נע בזווית 53° , כמסומן באיור. לפני ההתנגשות העגלה נמצאת במנוחה וההתנגשות בין הכדור לעגלה היא התנגשות **פלסטית**, המתרחשת בפרק זמן השואף לאפס. מסת הכדור $m=0.5 \text{ kg}$, מסת העגלה $m=1 \text{ kg}$. תאוצת הכובד $g=10 \text{ m/sec}^2$.

- א. חשב את הגובה H ואת המהירות V_0 .
- ב. חשב את מהירותה של העגלה עם הכדור בתוכה מיד לאחר ההתנגשות. חשב את חלק האנרגיה שאבד בהתנגשות, באחוזים.

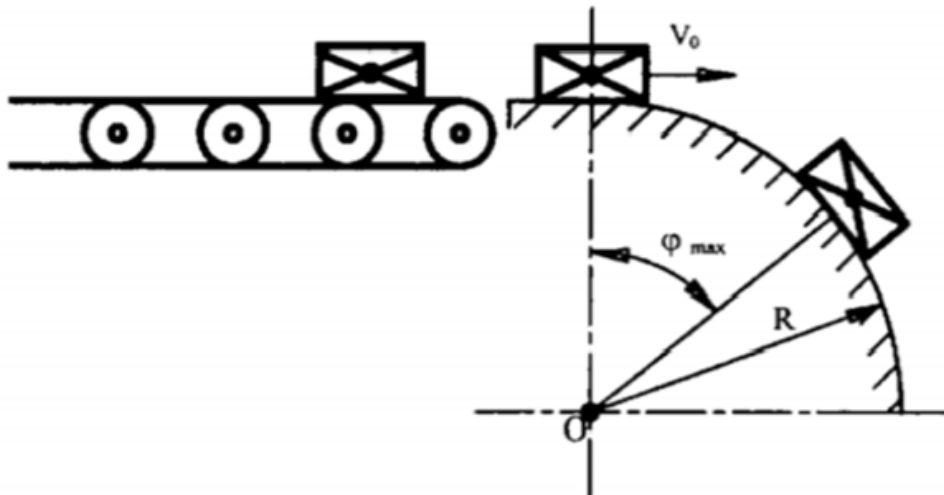


פרק מספר 4 – תנועה מעגלית

תרגיל מספר 1

חבילות, שכל אחת מהן היא בעלת מסה של 1 ק"ג, מגיעות מהסרט הנע אל משטח חלק לחלוטין של הריף, במהירות V_0 של 1 מטרים לשנייה. כמתואר בתרשים. תאוצת הכובד $g=9.81 \text{ m/sec}^2$.

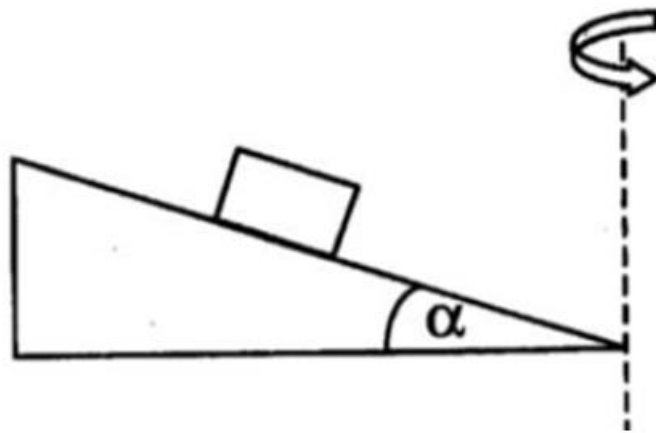
חשב את הזווית המרבית (ϕ_{\max}), שבה כל חבילה מתחילה להתנתק ממשטח הריף, אם רדיוס הריף R הוא 0.5 מ'.



תרגיל מספר 2

משטח הנטוי בזווית של $\alpha=30^\circ$, מסתובב סביב ציר אנכי כמתואר בתרשים.
 זמן המחזור של התנועה הסיבובית הינו 3 שניות.
 על המשטח מונח גוף שמסתו $m=6 \text{ kg}$.
 מקדם החיכוך הסטטי בין הגוף למשטח הוא $\mu=0.4$.

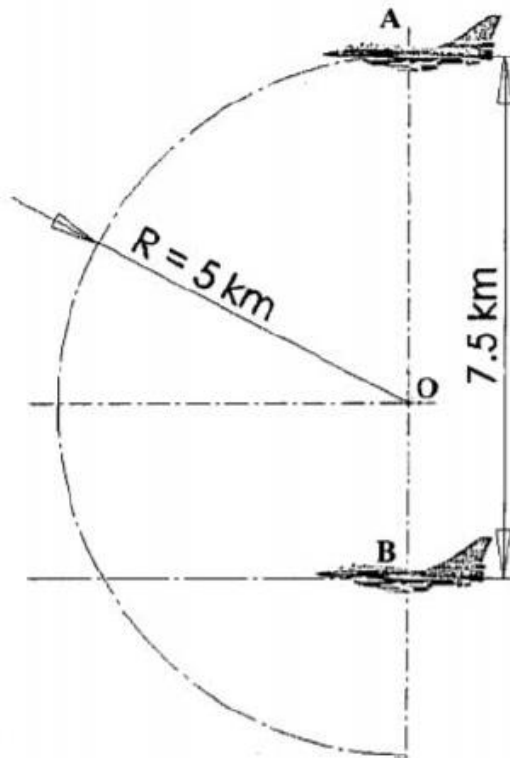
חשב באיזה מרחק מירבי (מציר הסיבוב) ניתן למקם את הגוף כך הוא לא יחליק במעלה משטח?



תרגיל מספר 3

מטוס B טס בקו ישר במהירות קבועה V_B השווה 848 ק"מ לשעה. מעליו, במרחק של 7.5 ק"מ, מטוס A. המטוס A טס במהירות קבועה V_A השווה 2,050 ק"מ לשעה. הוא טס במסלול אנכי בקשת המעגלת ברדיוס R השווה 5 ק"מ. בתרשים מתואר המצב ההתחלתי של שני המטוסים.

- א. אם המטוסים ימשיכו לטוס כמתואר בשאלה, האם הם ייתנגשו?
 ב. מהי המהירות הזוויתית ω_A והתאוצה a_A של המטוס A?



תרגיל מספר 4

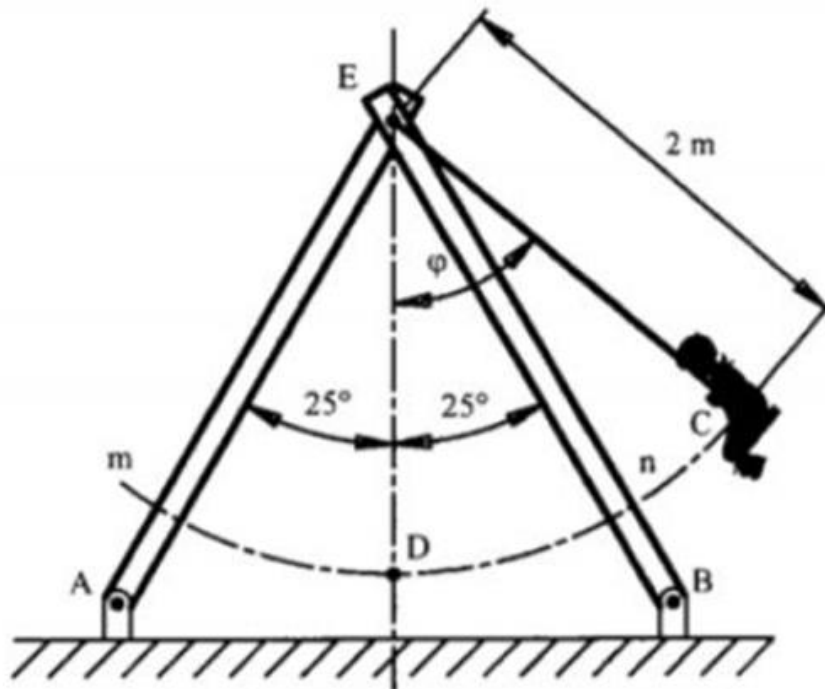
הילדה היושבת על הנדנדה הנתמכת על 4 עמודים, היא בעלת מסה m , של ק"ג ומרכז הכובד שלה נמצא בנקודה C , שהיא נקודת המפגש של זרוע הנדנדה עם הקשת $m-n$, הנוצרת ע"י תנועת מרכז הכובד של הילדה. אם הילדה עולה לגובה מרבי התואם זווית של ϕ של 50° :

א. חשב את הכוח הנוצר בכל אחד מהעמודים התומכים בנדנדה, כאשר הנדנדה חולפת על

פני הנקודה D (הזווית ϕ שווה לאפס). תאוצת הכובד $g=9.81 \text{ m/sec}^2$.

ב. חשב את מתיחת החוט EC כאשר הנדנדה חולפת על פני הנקודה D .

הנח כי משיקולי סימטריה, הכוחות הפועלים על כל ארבעת העמודים שווים. הזווית בין העמודים נתונה בתרשים.

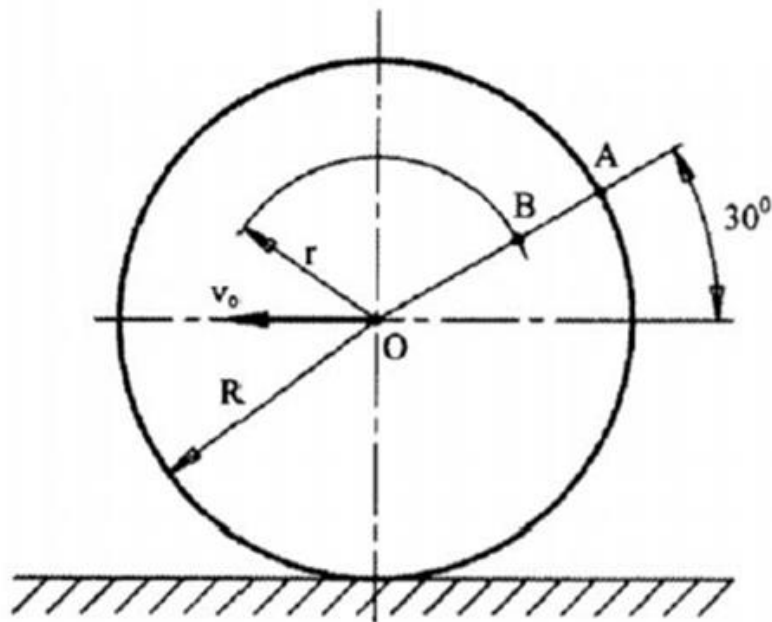


פרק מספר 5 – מכניקה של גוף קשיח

תרגיל מספר 1

גלגל בעל רדיוס R מתגלגל במהירות קבוצה ללא החלקה לאורך מסלול ישר ממזרח למערב. ידוע כי מהירות התנועה השקולה של הנקודה B היא 6 מ' לשנייה (ראה תרשים).
נתון: $R=800$ mm ; $r=500$ mm .

- א. חשב את המהירות הזוויתית של הגלגל ω_0 ואת מהירות התנועה V_0 של מרכזו O .
- ב. חשב את מהירות התנועה השקולה (שיעור וכיוון) של הנקודה A (V_A).

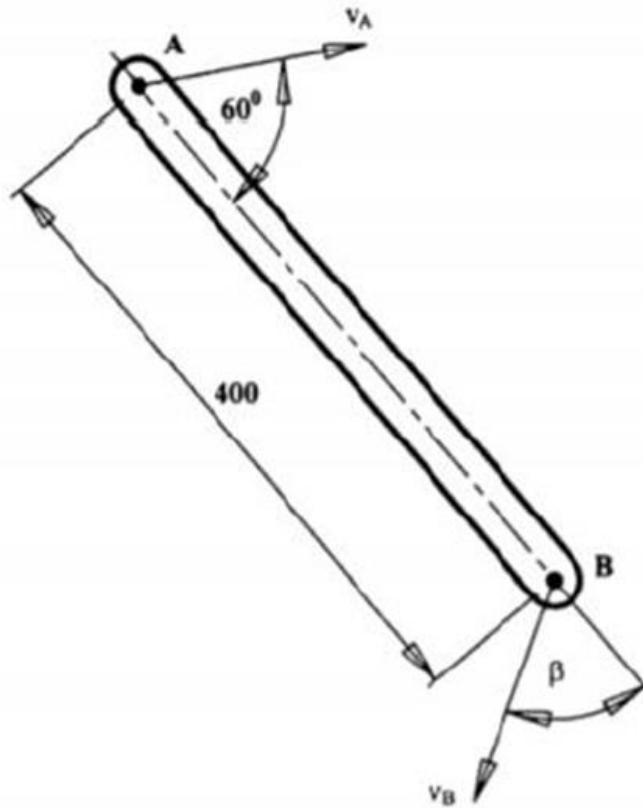


תרגיל מספר 2

לקצה A של החוליה AB, ברגע מסוים, מהירות V_A השווה 8 מ' לשנייה, והיא מכוונת בכיוון המתואר בתרשים. באותו רגע נע הקצה B של אותה חוליה במהירות V_B השווה 12 ט' לשנייה. פעולתה של מהירות הקצה B נטוי בזווית β (בטא) לציר החולה AB. אורך החוליה AB 400 מ"מ.

א. חשב את שיעורה של הזווית β .

ב. חשב את המהירות הזוויתית ω של החוליה AB.

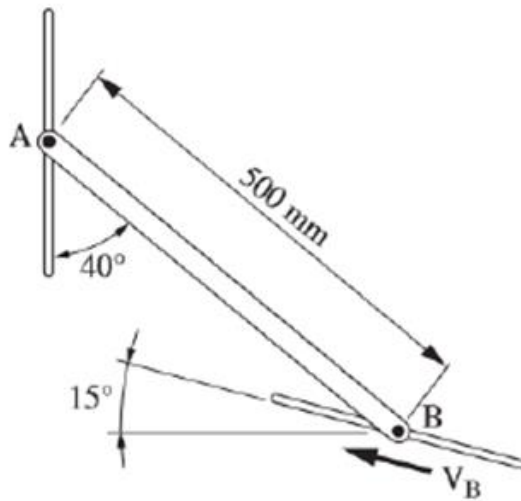


תרגיל מספר 3

למוט AB שבאיור לשאלה שני פינים בקצותיו. הפין A מחליק ללא חיכוך בחרוץ אנכי והפין B מחליק ללא חיכוך בחרוץ נטוי. במצב המתואר באיור הפין B נע במעלה החרוץ הנטוי במהירות $V_B = 0.15 \text{ m/sec}$.

א. חשב את המהירות הזוויתית של המוט AB.

ב. חשב את המהירות של הפין A.

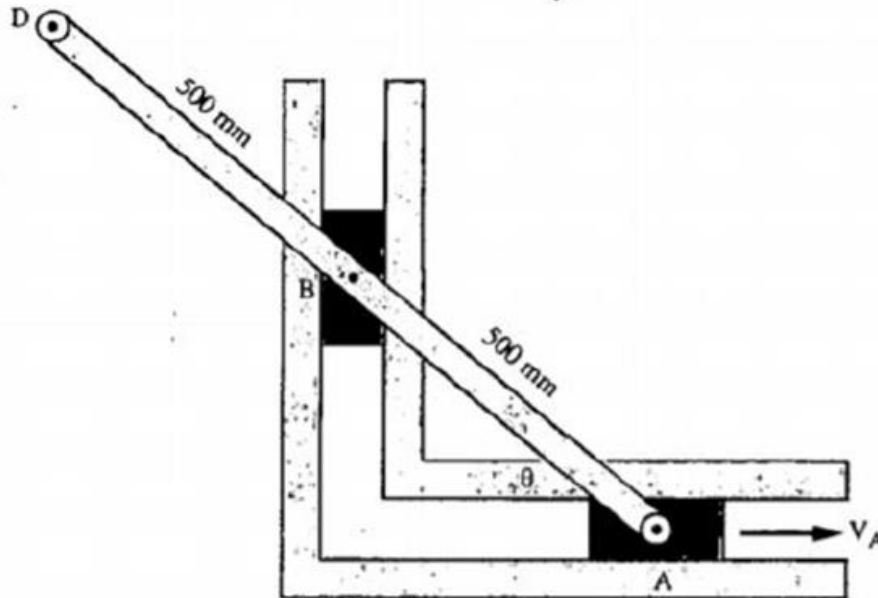


תרגיל מספר 4

מוט DBA מחובר באמצעות צירים למחליקים A ו-B הנעים במסילות. מחליק A נע אופקית ימינה במהירות $V_A = 2 \text{ m/sec}$.

במצב המתואר באיור לשאלה, המוט DBA נטוי ביחס למישור האופקי בזווית $\theta = 40^\circ$.

- א. חשב מהי המהירות הזוויתית של המוט ומה כיוונה.
- ב. חשב מהי מהירותו של מחליק B ומה כיוונה.
- ג. חשב מהי המהירות של נקודה D ומה כיוונה.



תרגיל מספר 5

בתרשים מתואר גלגל בעל רדיוס R . הגלגל מתגלגל על מישור אופקי, לאורך מסלול ישר, ללא החלקה. ברגע מסוים של התנועה, שווה מהירות מרכזו של הגלגל 30 V מטרים לשנייה.

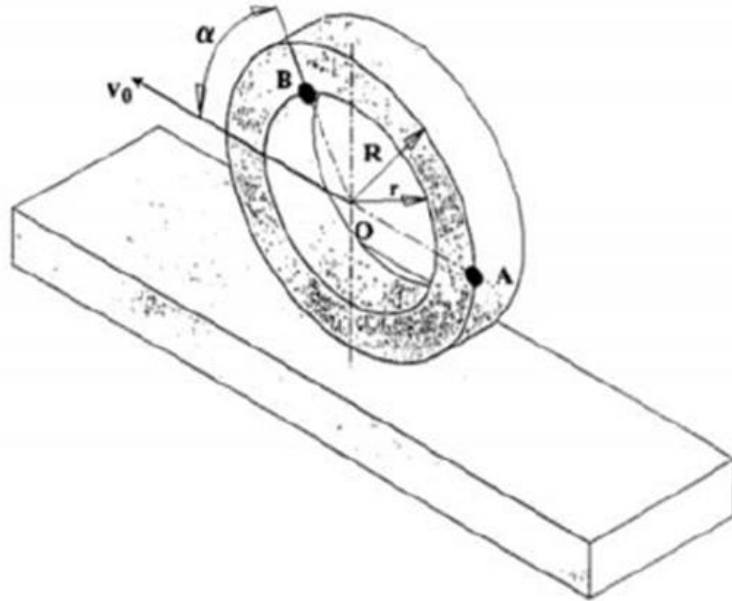
- א. חשב את המהירויות המוחלטות של הנקודות A ו-B ברגע זה.
 ב. סמן בתרשים את כיווני המהירויות V_A, V_B .

נתון:

רדיוס הגלגל: $R=800 \text{ mm}$.

מרחק הנקודה B ממרכז הגלגל: $r=500 \text{ m}$.

הזווית: $\alpha=45^\circ$.



תרגיל מספר 6

תנועת המוט AC מבוקרת ע"י מסלולי הזחלנים A ו-B. המהירות הזוויתית של המוט ω היא 3 רדיאן לשנייה, נגד כיוון מחוגי השעון. כאשר הזווית θ שווה 40° , חשב:

- א. את מהירויות הזחלנים A ו-B. כלומר את V_A, V_B .
 - ב. את מהירות הנקודה C, כלומר V_C – שיעור וזווית כלפי הציר האופקי.
- סמן את כל המהירויות בציור. המידות נתונות בתרשים במ"מ.

