



מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

מכניקה, אופטיקה וגלים

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה: בשאלון זה שני פרקים:
- פרק ראשון – מכניקה - חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה 25 נקודות,
- פרק שני – אופטיקה וגלים – שלוש שאלות, ומהן עליך לענות על שתי שאלות בלבד. לכל שאלה 12.5 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
(1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה).
(2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
(3) בפתרון שאלות שנדרש בהן להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .
(4) בחישובך השתמש בערך של 10 מ' לשנייה² בשביל תאוצת הנפילה החופשית.
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

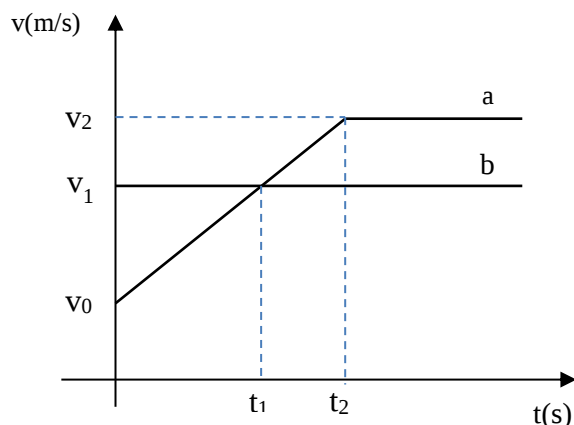
ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

ב ה צ ל ח !

פרק ראשון – מכניקה. עליך לפתור 3 שאלות מתוך 5

שאלה מס' 1

אופנוע משטרתי נוסע על כביש מהיר ישר, בנסיעה שגרתית במהירות קבועה של 90 קמ"ש. מכונית חולפת על פני האופנוע גם במהירות קבועה וגודלה 180 קמ"ש ובאותו כיוון נסיעה. באותו רגע שהמכונית חלפה על פניו, השוטר פותח במרדף אחרי המכונית מפרת החוק, בתאוצה קבועה של 5m/s^2 . האופנוע יכול להגיע למהירות מרבית של 216 קמ"ש.



א. (1) כמה זמן נדרש לאופנוע כדי להגיע

למהירות זהה למהירות המכונית?

(2) מה מרחקו של האופנוע מן

המכונית ברגע זה?

(5 נק')

ב. בתרשים משורטטים במערכת צירים

משותפת גרפים, a ו-b, של מהירות

המכונית ושל מהירות האופנוע כפונקציה

של הזמן. ציין לאיזה כלי רכב שייך כל

גרף ומהן הערכים של הזמנים t_1 ו- t_2 ושל

המהירויות v_1 , v_0 ו- v_2 .

(4 נק')

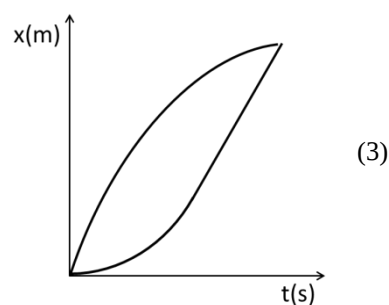
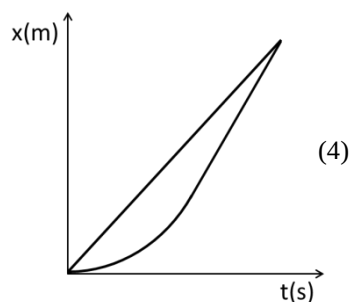
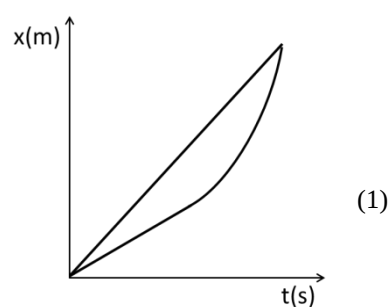
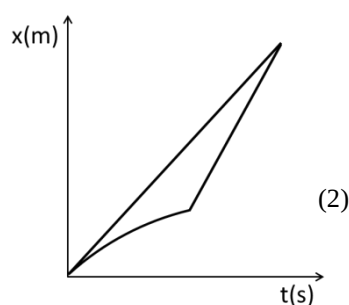
(4 נק')

ג. לאחר כמה זמן משיג האופנוע את המכונית?

ד. איזה מארבעת התרשימים הבאים מציג נכון את גרפי ההעתק של המכונית ושל האופנוע מרגע

(3 נק')

תחילת המרדף ועד רגע שהאופנוע משיג את המכונית? נמק תשובתך.



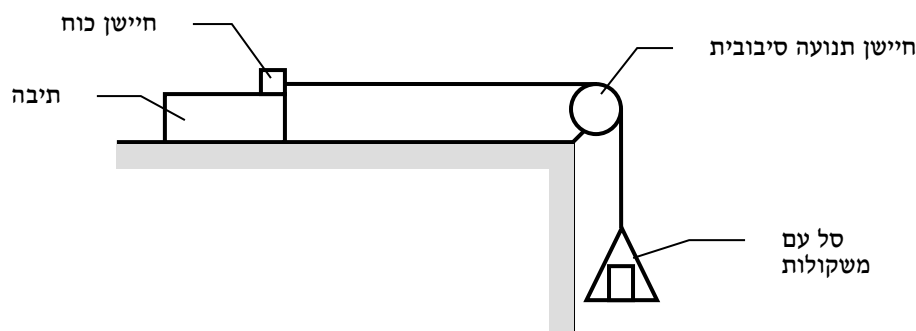
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא)

למשטרה הסתבר שנהג המכונית הוא מחבל ולכן הורו למסוק משטרתי לפגוע במכונית באמצעות ירי טיל. נתון כי המסוק מרחף במנוחה ביחס לכביש, מעל הכביש בגובה 180m וברגע הירי הוא נמצא במרחק אופקי של 240m מאחורי המכונית. המסוק משגר את הטיל בכיוון אופקי לעבר המכונית.

- ה. באיזו מהירות יש לשגר את הטיל כדי שיפגע במכונית, אם ידוע כי המכונית לא שינתה את כיוון תנועתה והמשיכה לנסוע ב- 180 קמ"ש ? (5 נק')
- ו. מהי מהירות הפגיעה (גודל וכיוון) של הטיל במכונית? פרט חישוביך. (4 נק')

שאלה מס' 2

תלמיד עושה ניסוי לאישוש החוק השני של ניוטון. במערכת הניסוי (ראה תרשים) תיבה מלבנית עליה מותקן חיישן כוח, סל המחובר בחוט לחיישן הכוח, חיישן תנועה סיבובית, משקולות, מסילה אופקית. החוט כרוך סביב הגלגלת של חיישן התנועה הסיבובית. חיישן הכוח מודד את גודל מתיחות החוט וחיישן התנועה הסיבובית מודד את התאוצה. החיכוך בין התיבה למסילה אינו זניח.



התלמיד עשה 5 מדידות, כאשר בכל מדידה הוא שינה את מספר המשקולות בסל. תוצאות המדידות מרוכזות בטבלה:

1.14	0.86	0.58	0.30	0.02	תאוצת המערכת $a(m/s^2)$
1.27	1.10	0.94	0.77	0.60	גודל מתיחות החוט $T(N)$

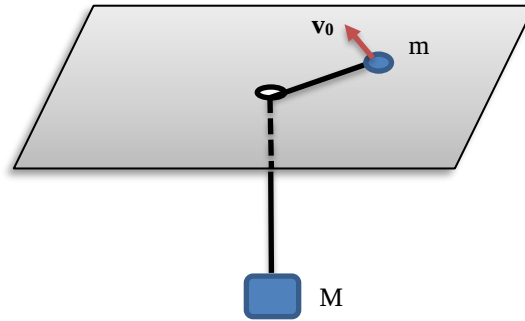
- א. התייחס לתיבה עם חיישן הכוח כאל גוף אחד וסרטט את תרשים כל הכוחות הפועלים על גוף זה. רשום את שמו של כל כוח ואיזה גוף מפעיל אותו. (4 נק')
- ב. פתח ביטוי לתאוצת המערכת, a , כפונקציה של מתיחות החוט, T , מסת התיבה יחד עם חיישן הכוח, m , מקדם החיכוך בין התיבה למסילה, μ , ותאוצת הנפילה החופשית, g . (5 נק')
- ג. סרטט גרף (המורכב מגרף פיזור וקו מגמה) המתאר את התאוצה כפונקציה של גודל מתיחות החוט. סמן בגרף את נקודות החיתוך עם שני הצירים. (4 נק')
- ד. חשב על פי הגרף שסרטטת את:
 - (1) מסת התיבה, m .
 - (2) מקדם החיכוך הקינטי בין התיבה לבין המסילה.

(6 נק')

- ה. באותה מערכת צירים בה סרטטת את הגרף הנדרש בסעיף ג', הוסף את הגרף שהיה מתקבל אילו מסת התיבה יחד עם חיישן הכוח הייתה גדולה פי 2. בגרף שהוספת התייחס לנקודות החיתוך עם הצירים ולשיפוע שלו והסבר כיצד קבעת אותם עבור הגרף שהוספת. (6 נק')

שאלה מס' 3

גוף קטן מאד, שמסתו m יכול לנוע ללא חיכוך על גבי שולחן אופקי. במערכת המתוארת בציור גוף זה קשור בחוט שמסתו זניחה לגוף אחר, שמסתו M , התלוי באוויר. החוט עובר דרך חור קטן בשולחן. החיכוך זניח ואורך החוט קבוע.



א. מקנים למסה m מהירות v_0 בכיוון ניצב לחוט, כך שהמסה השנייה M נשארת במנוחה.

(1) הראה שבמערכת זו מתקיימים התנאים לתנועה מעגלית קצובה.

(2) הוכח שרדיוס הסיבוב נתון על ידי הביטוי:
$$r_0 = \frac{mv_0^2}{Mg}$$

(9 נק')

ב. במקרה אחר, מקנים למסה m מהירות כפולה ($2v_0$) בניצב לחוט, וגם הפעם הגוף שמסתו M נשאר במנוחה.

(1) האם במקרה זה הגוף שמסתו M נמצא בנקודה גבוהה יותר, נמוכה יותר או באותו הגובה

בהשוואה למקרה של מהירות התחלתית v_0 ? נמק.

(2) האם תדירות הסיבוב, f , גדולה יותר, קטנה יותר או שווה לתדירות שהייתה במקרה

שהמהירות התחלתית הייתה v_0 ? נמק.

(8 נק')

הערה: הסעיף הבא אינו תלוי בסעיפים הקודמים.

ג. הגוף שמסתו m מסתובבת במהירות v_0 קבועה בגודלה. ברגע מסוים הוא מתנגש התנגשות

מצחית אלסטית (לחלוטין) בגוף אחר שמסתו m_1 , שהונח בדרכו (במנוחה).

(1) כתוצאה מההתנגשות, מהירותה של m קטנה פי 3. בטא את m_1 באמצעות m .

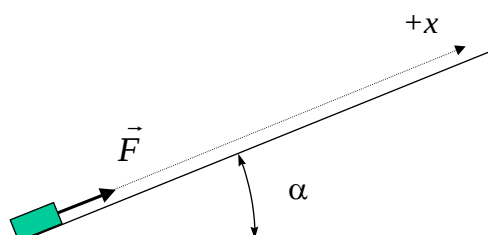
(2) רשום ביטוי לגודל המתקף שפעל על כל אחד משני הגופים שהתנגשו.

(8 נק')

שאלה מס' 4

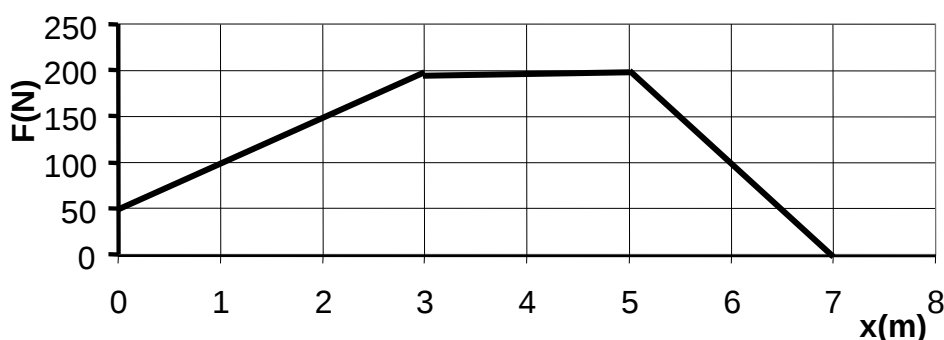
כוח $\vec{F}$ מושך ממנוחה גוף שמסתו $m = 8\text{kg}$ במעלה מישור משופע. הכוח מקביל למישור המשופע. זווית השיפוע של המישור היא $\alpha = 30^\circ$ (ראה תרשים 1). הנח כי אין חיכוך בין הגוף למשטח.

בתרשים 1 מוגדר ציר x במעלה המישור המשופע, שראשיתו בנקודה ממנה מתחיל הגוף לעלות.



תרשים 1

בגרף שלפניך (תרשים 2) מתואר גודל הכוח, F , כפונקציה של המקום, x :



תרשים 2

- א. (1) העתק למחברתך את תרשים המישור המשופע ועליו הגוף במהלך עלייתו. הוסף תרשים כוחות הפועלים על הגוף במשך שבעת המטרים הראשונים.
- (2) חשב את עבודתו של כל אחד מהכוחות שפועלים על הגוף, לאורך 3 המטרים הראשונים.
- ב. חשב את מהירות הגוף לאחר שלושת המטרים הראשונים.
- ג. באיזו נקודה (במהלך העלייה) הייתה מהירות הגוף מרבית? נמק.
- ד. חשב את מהירות הגוף לאחר 7 מטרים. פרט שיקוליד.
- ה. הכוח F פסק לפעול אחרי 7 מטרים. חשב את הגובה המרבי אליו הגיע הגוף על המישור המשופע. הנח כי המישור המשופע מספיק ארוך, כך שהגוף לא מגיע לקצה העליון שלו.

שאלה מס' 5

על כוכב לכת S בגלקסיה רחוקה נבנה כביש בצורה מעגלית העובר לאורך קו המשווה של הכוכב. רדיוס הכוכב: $R_s = 1.53 \cdot 10^7 \text{ m}$. כאשר מכונית שמסתה 100 ק"ג נוסעת על כביש זה במהירות שגודלה $v = 1.25 \cdot 10^4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, המכונית הפעילה על הכביש כוח שגודלו 980N בכיוון מאונך לכביש.

א. חשב מהי תאוצה הכבידה, g_s , על פני הכוכב S. (5 נק')

ב. חשב את מסת הכוכב. (5 נק')

המכונית מצליחה להגביר את מהירותה עד שהופכת לחללית, ממריאה ומתייצבת כלוויין, במסלול מעגלי סביב הכוכב, בדיוק מעל קו המשווה. רדיוס המסלול כפול מרדיוס הכוכב.

ג. מהו גודל הכוח שמפעיל אסטרונאוט בחללית על הכיסא עליו הוא יושב, אחרי שהחללית

התייצבה במסלולה סביב הכוכב? נמק. (5 נק')

ד. חשב את מהירותה של החללית במסלולה. פרט שיקולך. (5 נק')

אחד מתושבי הכוכב S, ערך תצפיות על מספר רב של לוויינים החגים סביב הכוכב ושרטט גרף המקשר בין זמני מחזור של הלוויינים לבין רדיוסי סיבובם. הוא קיבל גרף לינארי.

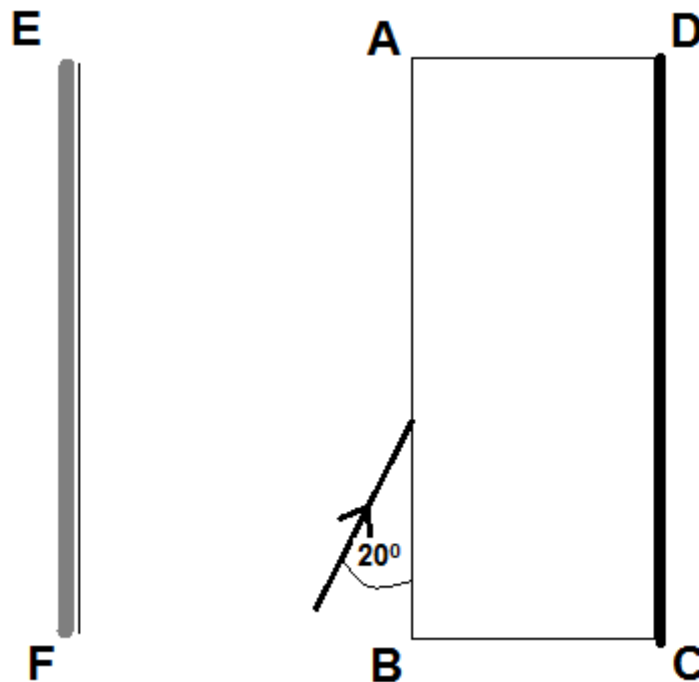
ה. מהם המשתנים המתוארים בכל ציר של גרף זה ומהן יחידות המידה שלהם. נמק תשובתך.

(5 נק')

פרק שני - אופטיקה וגלים. עליך לפתור 2 שאלות מתוך 3

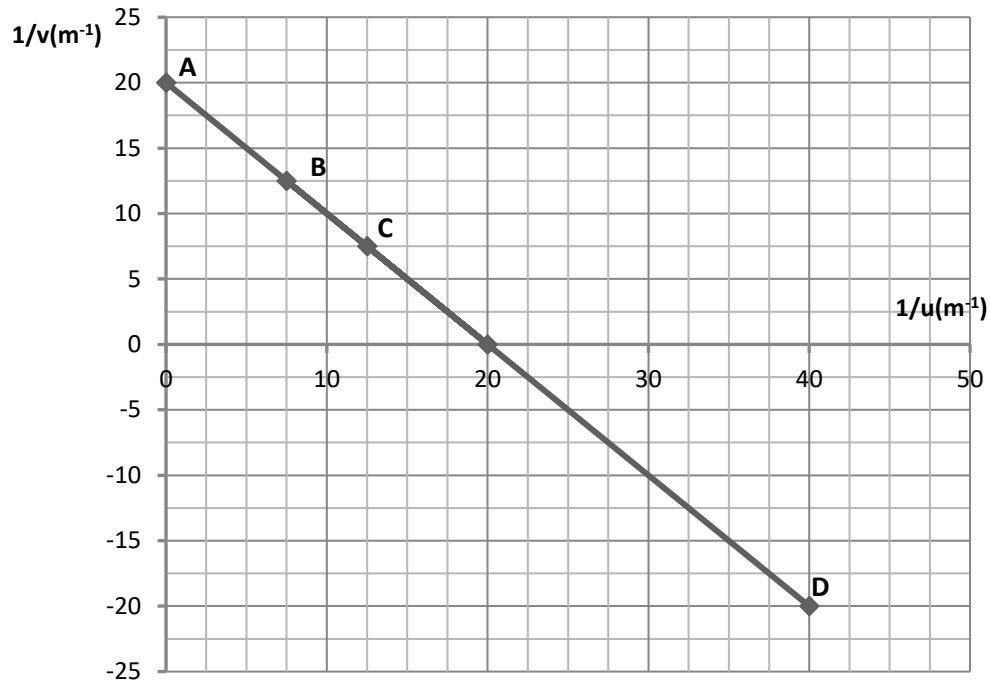
שאלה מס' 6

- קרן אור לבן פוגעת בזווית 20° ביחס לפני הדופן AB של לוח זכוכית שעוביו $AD=BC=30\text{cm}$. לדופן CD של לוח הזכוכית מוצמדת מראה שצידה המחזיר פונה שמאלה (בתרשים – מבט מהצד). מקדם השבירה של הזכוכית עבור אור אדום הוא 1.513, ועבור אור סגול הוא 1.532.
- א. העתק את השרטוט וסמן את מהלך שתי קרני אור, אדומה וסגולה, מרגע כניסתן ללוח הזכוכית ועד לפגיעתן במסך EF, שמשמאל. ציין בסרטוטך מהו הצבע של כל אחת משתי הקרניים. הסבר. (4 נק')
- ב. חשב את המרחק בין נקודות הפגיעה במראה של קרני האור האדום והסגול. (5 נק')
- ג. במקרה בו הקרן הסגולה, שפגעה בזווית של 20° ביחס לפני הדופן AB, ומוחזרת מהמראה עד לדופן AB של לוח הזכוכית, האם יתכן שהיא לא תצא דרך דופן זאת מהזכוכית בחזרה לאוויר? נמק. (3 1/2 נק')



שאלה מס' 7

הגרף הבא מתאר את הקשר בין הערכים ההופכיים של מרחק העצם מעדשה מרכזת ומרחק הדמות מאותה עדשה.



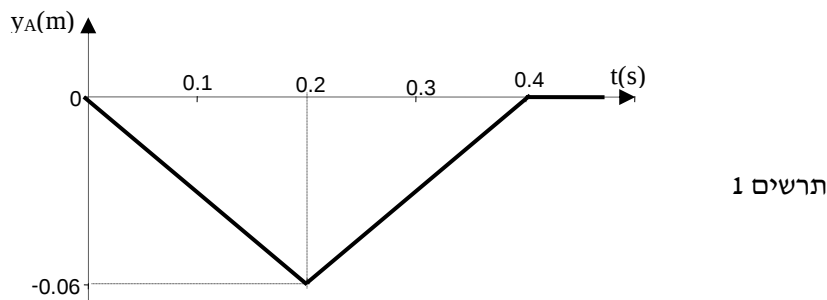
- א. מהו מרחק המוקד של העדשה? פרט כיצד קבעת את תשובתך. (3 נק')
- ב. התייחס לדמות שמתאימה לכל אחת מהנקודות B, C, D המסומנות בגרף ורשום בטבלה הבאה X במקום המתאים. (4 1/2 נק')

הנקודה	סוג הדמות		כיוון הדמות		גודל הדמות	
	ממשית	מדומה	ישרה	הפוכה	מוגדלת	מוקטנת
B						
C						
D						

- ג. נתונים: קוטר העדשה 4cm, גובה העצם 3cm. סרטט את העדשה, העצם ומהלך קרניים לקבלת הדמות עבור המקרה בו מתקבלת נקודה C בגרף, אם ידוע שהעצם ניצב על הציר האופטי של העדשה. מומלץ לשרטט כך שמשבצת אחת בסרטוט מייצגת 1 ס"מ במציאות (כלומר קנה מידה 2:1). (5 נק')

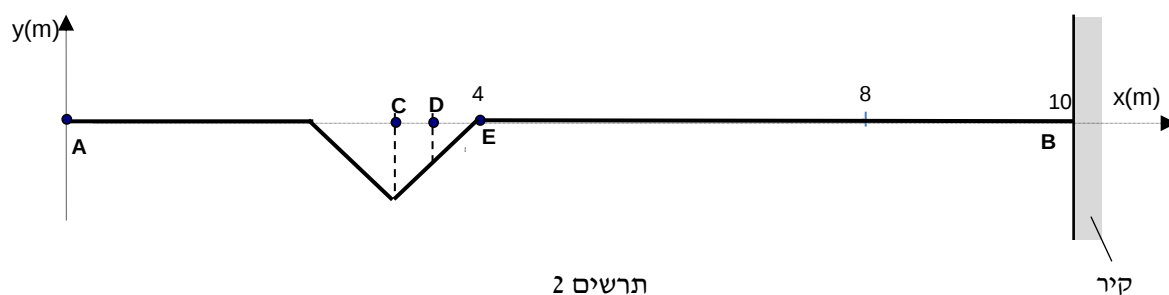
שאלה מס' 8

תלמיד מחזיק את הקצה השמאלי A של חבל אופקי גמיש שאורכו 10 מ' ואשר קצהו הימני B מחובר לקיר בלי יכולת לנוע. מגדירים ציר x לאורך החבל במצב שהוא ישר ו- $x_A=0$. ברגע $t=0$ הוא מתחיל לנענע את הקצה A כך, שההעתק האנכי של הנקודה A משתנה כתלות בזמן כמתואר בתרשים 1:



הנח כי אין איבוד אנרגיה במהלך התפשטות הפולס לאורך החבל.

ברגע $t=2s$ נראה החבל כמתואר בתרשים 2:



- א. מהו שיעור ההעתק האנכי, y_C , של הנקודה C שעל החבל ברגע $t=2s$? נמק תשובתך. (2 נק')
- ב. חשב מנתוני השאלה את מהירות התקדמות הפולס בחבל. הסבר שיקולידך. (3 נק')
- ג. ברגע $t=2s$, מהו כיוון התנועה של הנקודה D המסומנת בתרשים 2? הסבר. (3 נק')
- ד. (1) סרטט בצורה עקרונית את צורת החבל זמן מה לאחר שהפולס מוחזר מן הקיר.
(2) זמן קצר לאחר שיגור הפולס הראשון משגרים פולס נוסף, זהה לו. סרטט את צורת החבל ברגע שהפולס הראשון המוחזר והפולס השני שעוד לא הגיע לקיר נמצאים על אותו קטע של החבל ונמק.

(1/2 4 נק')