



שם _____

מכניקה					אופטיקה		
1	2	3	4	5	6	7	8

השאלות עליהן ענית:

תוספת זמן ☐

פיזיקה י"א, מתכונת שנייה

מכניקה, אופטיקה גאומטרית וגלים הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי השעה (150 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים:
פרק ראשון – מכניקה
פרק שני – אופטיקה גאומטרית וגלים
- בפרק חמש שאלות, ומהן עליכם לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה 25 נקודות. ($25 \times 3 = 75$ נקודות)
בפרק שלוש שאלות, ומהן עליכם לענות על שתי שאלות בלבד.
לכל שאלה 12.5 נקודות. ($12.5 \times 2 = 25$ נקודות)

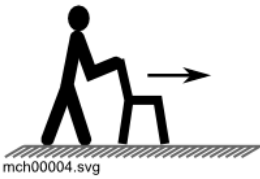
סה"כ 100 נקודות

- ג. חומר עזר מותר בשימוש:
1. מחשבון (כולל מחשבון גרפי).
2. נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
1. ענו על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
2. בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשמו את הנוסחאות שאתם משתמשים בהן. (כאשר אתם משתמשים בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, כתבו במילים את פירוש הסימן. לפני שתבצעו פעולות חישוב, הציבו את הערכים המתאימים בנוסחאות. רק לאחר ההצבה בצעו את פעולות החישוב. אי רישום נוסחה או אי ביצוע הצבה או אי רישום היחידות עלול להפחית נקודות מהציון. רשמו את התוצאה שקיבלתם ביחידות המתאימות.
3. בחישובכם השתמשו בערך 10 m/s^2 בשביל תאוצת הנפילה החופשית.
כיתבו במחברתכם בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונכם לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רישום טייטות כלשהן על דפים מחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה! רשמו "טייטה" בראש כל עמוד טייטה.

בהצלחה!

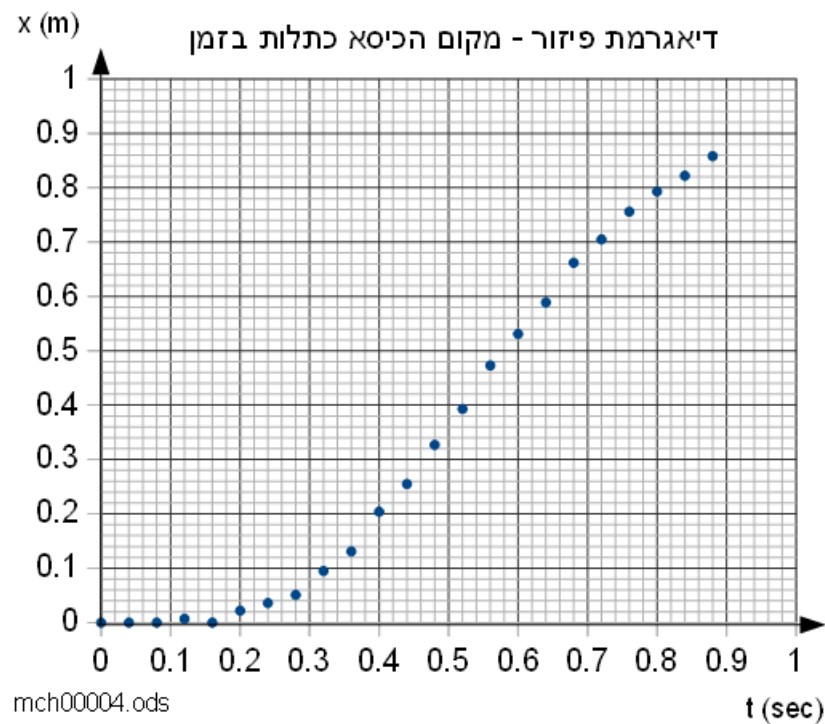
שאלה 1

תלמיד מגמת פיזיקה בתיכון "הדרים" חקר בעזרת סרטון וידאו את תנועתו של כיסא הנהדף על פני משטח ישר (תרשים א'). התלמיד תיעד את תוצאות הניסיון באמצעות גיליון אקסל. הוא ארגן את תוצאות המדידה בטבלה ושרטט דיאגרמת פיזור של ערכי המקום, x , כתלות בערכי הזמן, t (תרשים ב').



תרשים א'

$t(s)$	$x(m)$
0.00	0.000
0.04	0.000
0.08	0.000
0.12	0.007
0.16	0.000
0.20	0.022
0.24	0.036
0.28	0.051
0.32	0.095
0.36	0.131
0.40	0.204
0.44	0.255
0.48	0.327
0.52	0.393
0.56	0.473
0.60	0.531
0.64	0.589
0.68	0.662
0.72	0.705
0.76	0.756
0.80	0.793
0.84	0.822
0.88	0.858



תרשים ב'

א. בהסתמך על דיאגרמת הפיזור, קיבעו אם תנועת הכיסא היא קצובה או שהיא מואצת. נמקו. (3 נק')

ב. נסמן את הנקודה שבה הכיסא היה ברגע $t = 0.36_s$ ב- A וב- B את הנקודה בה היה ברגע $t = 0.8_s$. חשבו את מהירויותיו הרגעיות של הכיסא בנקודות A ו- B. פרטו חישובכם. (4 נק')

ג. נסמן ב- C את הנקודה בה מהירותו של הכיסא מרבית.

i. מצאו מתי עבר הכיסא בנקודה C. הסבירו כיצד מצאתם את הנקודה. (2 נק')

ii. חשבו את מהירות הכיסא בנקודה C. (2 נק')

ד. מסלולו של הכיסא נחלק לשני קטעים. בכל קטע נע הכיסא בתאוצה קבועה.

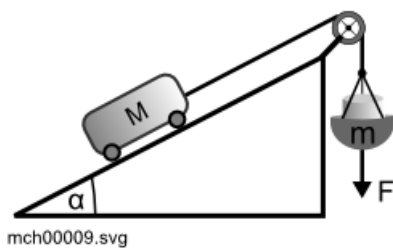
i. בעזרת **תשובותיכם** לסעיפים ב ו-ג חשבו את תאוצתו של הכיסא בכל קטע. (6 נק')

ii. כיצד ניתן, על סמך **אותם** נתונים שבטבלה, לחשב את תאוצת הכיסא ברמת דיוק גבוהה יותר? נמקו ללא חישוב. (2 נק')

ה. חשבו את מהירותו הממוצעת של הכיסא **מתחילת** תנועתו ועד **לגמר** הניסוי. (3 נק')

ו. האם נעצר הכיסא בגמר הניסוי בנקודה $t = 0.88_s$? אם כן, נמקו. אם לא חשבו את מהירות הכיסא ברגע $t = 0.9_s$. (3 נק')

שאלה 2



תרשים א'

קרונית הקשורה לסל ובו משקולת נמצאת על מדרון חסר חיכוך המוטה בזווית $\alpha = 30^\circ$ כמתואר בתרשים א'. מסת הקרונית היא $M = 6_{kg}$ ומסת המשקולת יחד עם הסל $m = 2_{kg}$. ברגע $t = 0$ המערכת נמצאת במנוחה. מרגע זה מתחילים להפעיל על הסל במשך 4 שניות כוח אנכי F בגודל 20_N כלפי מטה כמוראה בתרשים. לאחר זמן זה מקטינים את F לגודל 10_N למשך שתי שניות נוספות. לאחר 6 שניות מתחילת הפעלתו של הכוח F מפסיקים לחלוטין את פעולתו. נתון כי מסת החוטים זניחה ושהמדרון ארוך מאד.

א. תארו במילים את תנועת הקרונית במשך 6 השניות הראשונות לתנועתה. התייחסו לגודל וכוון המהירות ולגודל וכוון התאוצה. נמקו תשובתכם והראו חישובכם. (8 נק')

ב. באיזה מרחק מנקודת המוצא נמצאת הקרונית ברגע $t = 4_s$? (5 נק')

ג. מהי מהירותה של הקרונית ברגע שמפסיק הכוח F לפעול? (5 נק')

ד. האם קיים רגע לאחר הפסקת פעולת הכוח F שבו תחזור הקרונית למקום מוצאה? אם לא, נמקו מצאו מה מיקומה של התיבה 10 שניות לאחר הפסקת הכוח. אם כן, חשבו כעבור כמה זמן מרגע הפסקת הכוח יקרה הדבר. (7 נק')

שאלה 3

גוף כלשהו שמסתו 5_{kg} נע בהשפעת כוח שקול הפועל עליו. הגרף שבתרשים א' מתאר קשר בין מהירותו v של הגוף לבין הכוח השקול F המופעל עליו. בתחילת פעולתו של הכוח נמצא הגוף במנוחה.



תרשים א'

א. שרטטו גרף המתאר את מהירות הגוף כפונקציה של הזמן למשך כל זמן פעולתו של הכוח. (10 נק')

ב. מהי עבודתו של הכוח השקול במהלך 5 השניות הראשונות לפעילותו? (4 נק')

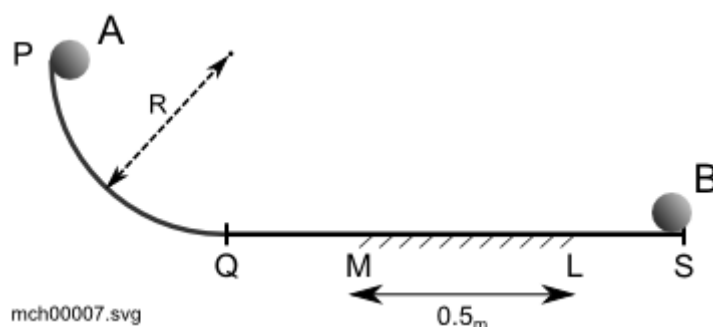
ג. מהי האנרגיה הקינטית של הגוף לאחר 10 השניות הראשונות לפעולת הכוח? (3 נק')

ד. מהו המתקף אותו הפעיל הכוח השקול על הגוף במהלך 8 שניות מרגע $t = 3_{sec}$? (4 נק')

ה. מהו הכוח הממוצע שפעל על הגוף במשך כל פרק הזמן המתואר? (4 נק')

שאלה 4

כדור A שמסתו $m_1 = 60_{gr}$ מחליק ללא חיכוך לאורך מסילה מעגלית PQ המסתיימת בקטע ישר QS . הכדור מתנגש מצחית בכדור B שמסתו $m_2 = 20_{gr}$ הנמצא במנוחה בנקודה S , שבקצה המסילה הישרה. המסילה כולה מונחת על גבי משטח אופקי וחלק. המסילה PQ היא רבע מעגל שרדיוסו $r = 20_{cm}$. (ראו תרשים)

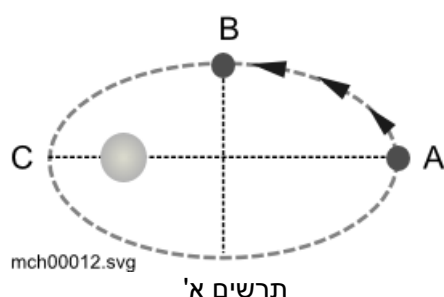


- אם ההתנגשות בין הכדורים היא פלסטית, מהי מהירותו (גודל וכיוון) של כל אחד מהכדורים לאחר ההתנגשות? (5 נק')
- בניסוי נוסף ההתנגשות בין הכדורים היא אי אלסטית לא מצחית, במקרה זה נע הכדור A אחרי ההתנגשות במהירות $u_1 = 1.5_{m/s}$ בכיוון היוצר זווית $\alpha = 30^\circ$ עם כיוון תנועתו לפני ההתנגשות. חשבו את מהירותו (גודל וכיוון) של כדור B לאחר ההתנגשות? (10 נק')
- ג. מחליפים את הקטע ML שאורכו חצי מטר בקטע ישר אחר שאינו חלק. חוזרים על הניסוי פעם שלישית. ההתנגשות הפעם היא אלסטית מצחית. לאחר ההתנגשות נע כדור B במהירות $u_2 = 2_{m/s}$ לכיוון תנועתו המקורי של A . מהו מקדם החיכוך של קטע המסילה ML ? (10 נק')

שאלה 5

אורנוס, כוכב הלכת השישי במערכת השמש תועד לראשונה בשנת 1690 על ידי האסטרונום הבריטי ג'והן פלמסטייד שחשב בטעות שאורנוס הוא כוכב שבת. בשנת 1781 סר פרדריק ויליאם הרשל, אסטרונום בריטי נוסף, הגיע למסקנה שאורנוס הוא שביט השייך למערכת השמש. רק שנתיים לאחר מכן ב-1783 זוהה אורנוס סופית על ידי האסטרונום הרוסי לקסל ככוכב לכת במערכת השמש. הסיבה העיקרית לכך שאורנוס נחשב במשך שנים לכוכב שבת הוא זמן המחזור הארוך מאוד שלו, כ-84 שנות ארץ, ולכן נדרשו תצפיות מאוד מדויקות על מנת שתובחן תנועתו.

הנקודות A ו-B שבתרשים משמאל מציינות את מיקום כוכב הלכת אורנוס כפי שנצפו עם השנים על ידי אסטרונומים שונים. פרק הזמן בין שני המיקומים הוא 25 שנה.



א. העתיקו את התרשים למחברתכם, סמנו את הגדלים **ופרטו שיקולכם** עבור:

i. וקטור המהירות של אורנוס בכל אחת מהנקודות A ו-B. התייחסו **לגודלם**

היחס ולכונן הווקטורים. (2 נק')

ii. וקטור הכוח השקול הפועל על אורנוס בנקודה A. (2 נק')

iii. וקטור התאוצה של אורנוס בנקודה B. (1 נק')

ב. C היא נקודת הפרהליון של אורנוס (פרהליון – הנקודה על הציר האופקי הקרובה ביותר לשמש). האם ימצא אורנוס לאחר 25 שנים נוספות לפני, אחרי או בנקודה C עצמה? נמקו תשובתכם. (3 נק')

בתצפיות אסטרונומיות מאוחרות יותר התגלה כי לאורנוס 27 ירחים. בטבלה הבאה מובאים רדיוסי המסלול וזמני המחזור של ארבעה מתוכם.

שם הירח	רדיוס סיבוב ממוצע ($\times 10^6 km$)	זמן מחזור (days)
אוברון	0.582648	13.4
אריאל	0.191260	2.52
מירנדה	0.129872	1.41
פוק	0.086004	0.76

ג. הראו עבור שלושה מבין הירחים של אורנוס שהם מקיימים את החוק השלישי של קפלר. (6 נק')

ד. על סמך נתוני **אחד** הירחים של אורנוס, חשבו מהי מסתו של כוכב הלכת. הניחו שכל הירחים נעים סביב אורנוס במסלולים מעגליים. (7 נק')

הבנת תנועתם של כוכבי הלכת סביב השמש עברה במהלך ההיסטוריה שינויים רבים. מדענים שונים כדוגמת תלמי, קופרניקוס, טיכו ברהה, קפלר, גלילאו וניוטון פיתחו תאוריות שונות לתיאור תנועה זו.

ה. בהתייחס לתאוריות אלו ענו **בקצרה** (משפט אחד או שניים):

i. מהו ההבדל העיקרי בין המודל של תלמי למודל של קופרניקוס. (1 נק')

ii. מהו השוני העיקרי בין המודל של קופרניקוס לזה של קפלר שמסביר את הסטייה בין המודל של קופרניקוס לבין התצפיות בתנועתם של כוכבי הלכת? (2 נק')

שאלה 6

רויטל, תלמידה מכיתה י"א קיבלה מהמורה לפיזיקה שתי עדשות האחת מרכזת והשנייה מפזרת.

א. הציעו לרויטל דרך מהירה לזהות את סוג כל אחת מהעדשות. (2 נק')

ב. רויטל נתבקשה למדוד את רוחק המוקד של העדשה המרכזת, הציעו לה דרך פשוטה ללא חישובים לעשות זאת. נמקו תשובתכם. (2 נק')

על מנת למדוד את רוחק המוקד של העדשה המרכזת בצורה מדויקת רויטל ביצעה את הניסוי הבא. היא הציבה מקור אור על הציר האופטי של העדשה וביצעה מספר מדידות בהן היא מדדה את מרחק המקור מהעדשה, u , ואת המרחק מהעדשה, v , של מסך עליו התקבלה דמות ברורה של מקור האור. תוצאות המדידה רשומות בטבלה הבאה.

$v(cm)$	$u(cm)$
22	200
28	67
34	50
40	40
100	25
200	22

ג. העתיקו את הטבלה למחברתכם והוסיפו לה שתי עמודות: הראשונה של ערכי $1/u$ והשנייה של ערכי $1/v$. שרטטו גרף של $1/v$ כפונקציה של $1/u$ ומצאו בעזרתו את המרחק המוקד של העדשה. נמקו. (6 נק')

בגמר הניסוי נפלה העדשה ונשברה לשני חלקים במקביל לציר האופטי (ראו תרשים א'), האחד גדול והשני קטן. רויטל ושותפיה תהו מה יהיה רוחק המוקד של כל אחד מחלקי העדשה. לטענתו של דני לחלק הגדול יהיה רוחק מוקד גדול יותר מלחלק הקטן. עמית לעומתו טען שלחלק הקטן יש רוחק מוקד גדול יותר. ורויטל טענה שלשני החלקים אותו רוחק מוקד.

ד. מי מהתלמידים צודק? נמקו תשובתכם. (2.5 נק')

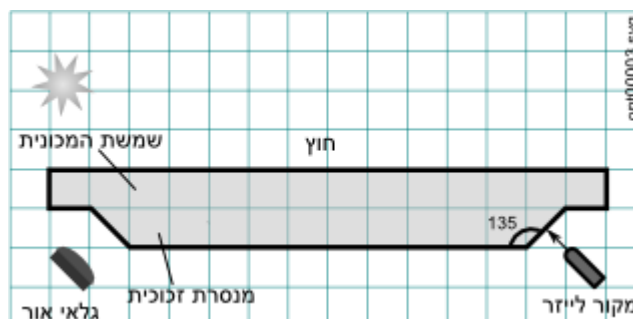


opt00005.svg

תרשים א'

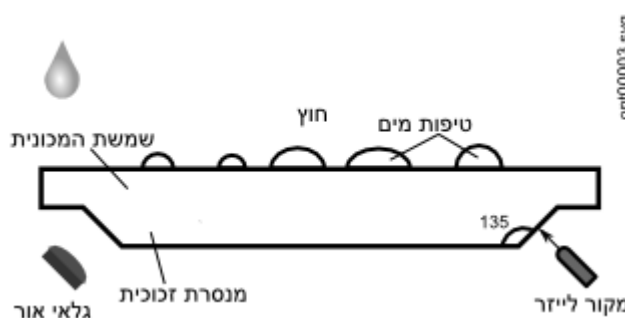
שאלה 7

מערכת לגילוי גשם מותקנת במכוניות רבות ואחראית להפעלת המגבים בשעה שיורד גשם. המערכת עושה שימוש בשמשת המכונית כבסיס אופטי. באזור מסוים של השמשה מצמידים לשמשה מנסרה טרפזית בעלת מקדם שבירה זהה לזה של השמשה עצמה. בקצה אחד של המערכת מותקן משדר לייזר ובקצה השני גלאי הרגיש לעוצמת האור (תרשים א'). כשלא יורד גשם והשמשה יבשה, אור מגיע ממשדר הלייזר דרך השמשה והמנסרה אל הגלאים. לעומת זאת כאשר יורד גשם והשמשה נרטבת בטיפות מים, נחלשת עוצמת האור המגיעה לגלאים והמערכת מסיקה מכך שיש להפעיל את המגבים. נתון שמקדם השבירה של השמשה והמנסרה הוא 1.53 ושל מים 1.33.



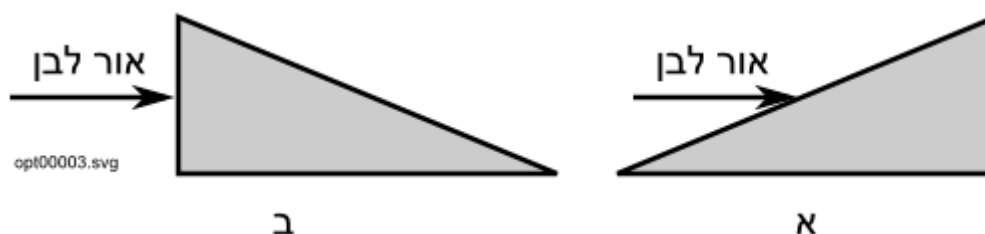
תרשים א'

- א. הגדירו את המושג "זווית קריטית" וחשבו את הזווית הקריטית בין השמשה לאוויר. (2 נק')
- ב. העתיקו את תרשים א' למחברתכם ושרטטו את מהלך התקדמותה של קרן לייזר מהמשדר ועד לגלאי במצב בו לא יורד גשם. (2 נק')
- ג. תרשים ב' מתאר את המערכת בזמן שיורד גשם. הניחו שטיפות המים הן חצאי כיפות ושקרן האור פוגעת במרכזן. העתיקו את התרשים למחברתכם ושרטטו בקרוב את מהלך האור בפגיעתו בטיפה הראשונה. אין צורך לפרט את המשך מהלך האור בתוך המנסרה. נמקו תשובתכם. (3 נק')



תרשים ב'

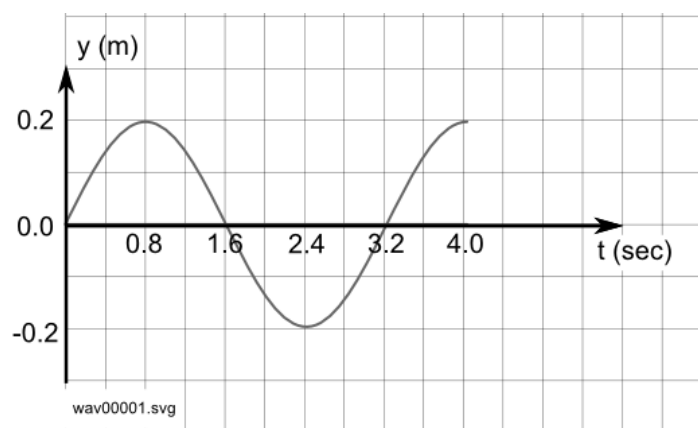
- ד. הסבירו מהי "נפיצה של אור לבן". (2 נק')
- ה. מעוניינים לעשות שימוש במנסרה ישרת זווית על מנת להפריד אור לבן למרכיביו. באיזה מהמקרים המוצגים בתרשים ג' תהיה הפרדת הצבעים גבוהה יותר. כלומר מתי המרחק בין מרכיבי הצבע השונים גדול יותר. נמקו תשובתכם. נתון שמקדם השבירה של המנסרה גדול ממקדם השבירה של הסביבה ושבשני המקרים הקרן יוצאת מצידה השני של המנסרה. (3.5 נק')



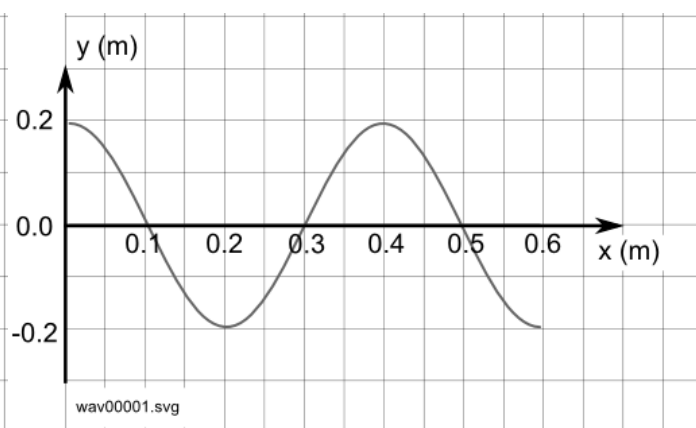
תרשים ג'

שאלה 8

נתון חבל המחובר למחולל גלים מכניים. תרשים א' מתאר את צורת החבל ברגע מסוים ($t=0$) ; מיקומו, x , של נקודות החבל נמדד ביחס לקצהו השמאלי, ואילו ההעתקים y של נקודות החבל נמדד ביחס למצב שיווי המשקל שלו. תרשים ב' מתאר את ההעתק y כפונקציה של הזמן החל מרגע $t=0$, של נקודה P מסוימת לאורך החבל.



תרשים ב'



תרשים א'

א. מצאו:

i. מהי משרעת (אמפליטודה) הגל המתקדם בחבל. נמקו. (1 נק')

ii. מהו אורך הגל ומהי תדירות המקור. נמקו (2 נק')

ב. חשבו את מהירות התקדמות הגל בחבל. (2 נק')

ג. נתון שהגל מתקדם ימינה, באיזה מרחק מקצהו השמאלי של החבל עשויה להיות הנקודה P ? נמקו. (2 נק')

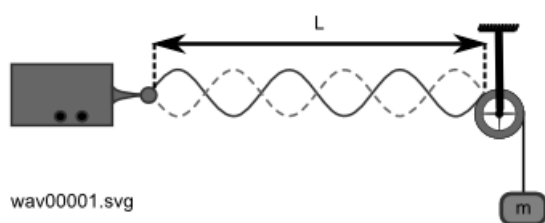
ד. נקודה D נמצאת במרחק של 0.2_m מהקצה השמאלי של החבל שרטטו גרף המתאר את ההעתק y של הנקודה D כפונקציה של הזמן החל מרגע $t=0$. (2 נק')

בתרשים ג' מתואר מיתר שאורכו $L=2_m$ הקשור בקצהו האחד למחולל תנודות ובקצהו השני למשקולת. כאשר קובעים את תדירות מחולל התנודות ל- 24_{Hz} מתקבל גל עומד במיתר כמתואר בתרשים.

ה. חשבו את ונמקו:

i. אורך הגל של הגל העומד הנוצר במיתר. (2 נק')

ii. מהירות הגל. (1.5 נק')



תרשים ג'