

12.6.2018

פיזיקה / י"א



שם התלמיד/ה: _____

בית הספר: _____

המורה בחמד"ע: _____

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

מכניקה

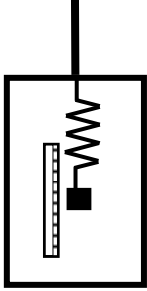
הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים. (105 דקות)
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שש שאלות. עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
- לכל שאלה - $33\frac{1}{3}$ נקודות. סה"כ $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענו על מספר שאלות כפי שהתבקשתם. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה).
- (2) בפיתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשמו את הנוסחאות שאתם משתמשים בהן. כאשר אתם משתמשים בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשמו את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצעו פעולות חישוב, הציבו את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשמו 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) בחישוביכם השתמשו בערך של 10 מ' לשנייה² עבור תאוצת הנפילה החופשית.
- (5) כתבו את תשובותיכם בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

ב ה צ ל ח ה !

שאלה 1

תלמידה עומדת במעלית של גורד שחקים בן 10 קומות, שגובהו 40 מטרים. לרשות התלמידה עומד מכשיר למדידת תאוצה אותו היא פיתחה במהלך לימודי הפיזיקה בחמד"ע. המכשיר מורכב מתיבה קטנה שבתוכה קפיץ המחובר בקצהו האחד לדופן העליונה של התיבה ובקצהו השני לגוף שמסתו $m = 0.1\text{kg}$. לדופן הפנימית של התיבה הוצמד סרגל המאפשר למדוד את התארכות הקפיץ (ראו תרשים א'). נתון שקבוע הקפיץ הוא $k=4\text{N/m}$.

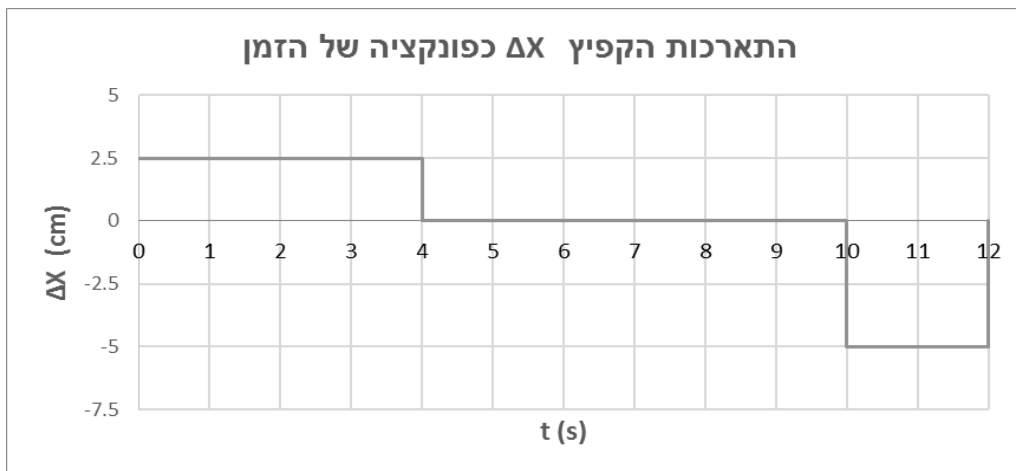


תרשים א'

על מנת לאפס את מערכת המדידה של הניסוי מדדה התלמידה את התארכות הקפיץ ממצב רפוי למצב שיווי משקל וקבעה את נקודת האפס של הסרגל בנקודת שיווי המשקל של המסה.

א. חשבו את התארכות הקפיץ בתהליך האיפוס. ($\frac{1}{3}$ נק')

לאחר שמערכת המדידה היתה מוכנה החלה תלמידה בביצוע הניסוי. היא הצמידה את התיבה לדופן המעלית וברגע מסוים שמוגדר $t = 0$, המעלית החלה לנוע מקומת הקרקע ממצב מנוחה. התלמידה החלה למדוד את השינוי באורך הקפיץ ביחס למצב שיווי משקל, ΔX , כפונקציה של הזמן. במדידות מזניחים תנודות סביב נקודת שיווי המשקל. בתרשים ב' ניתן לראות את תוצאות המדידה של התלמידה כאשר הכיוון החיובי של הציר כלפי מטה:



תרשים ב'

- ב. (1) ציירו תרשים של הכוחות הפועלים על המסה בפרק הזמן $4\text{s} \leq t \leq 10\text{s}$. נמקו. (2 נק.)
 (2) תארו והסבירו באמצעות תרשימי כוחות את תנועת המעלית בפרקי הזמן השונים. בתשובתכם התייחסו לכיוונים של וקטורי המהירות והתאוצה ולשינוי בגודל המהירות (גדל, קטן או קבוע). (8 נק.)

... המשך בעמוד הבא

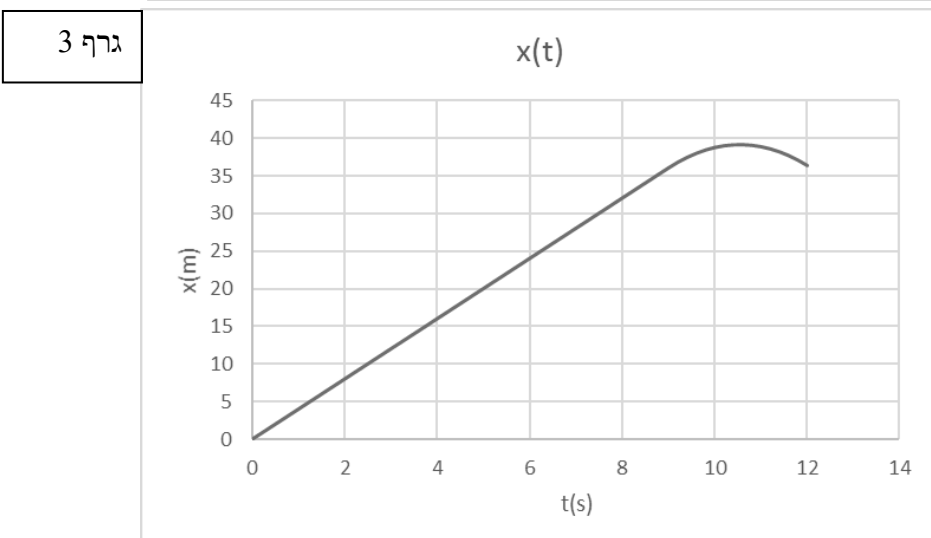
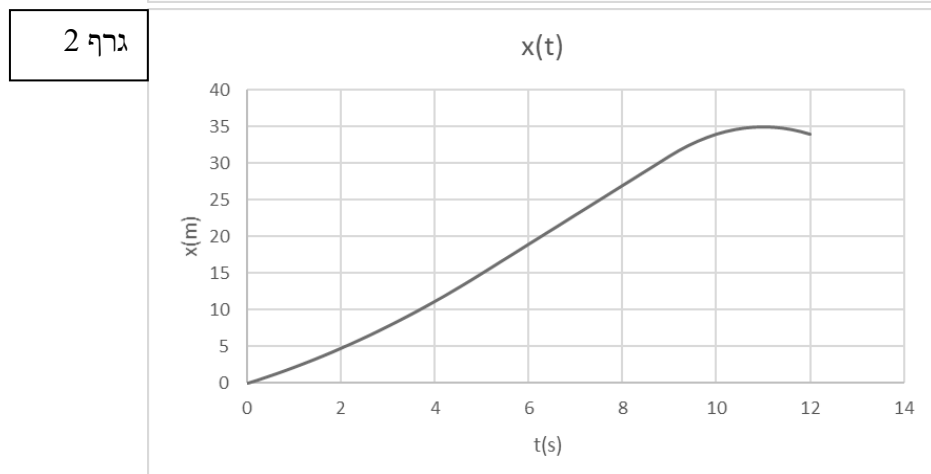
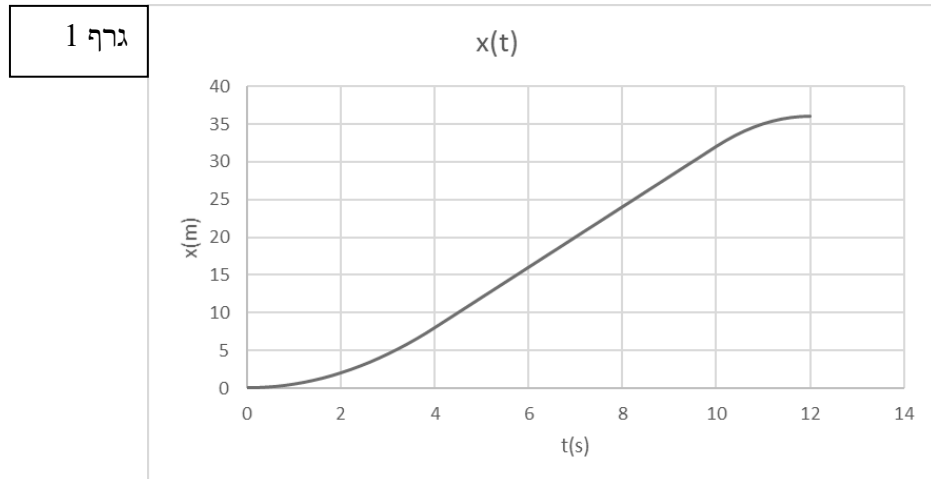
עתה בחרו ציר המקום חיובי כלפי מעלה.

ג. (1) שרטטו גרף המתאר את מהירות המעלית כפונקציה של הזמן מתחילת הנסיעה עד $t = 12s$ (7 נק.).

(2) עד לאיזו קומה הגיעה המעלית? נמקו. (5 נק.).

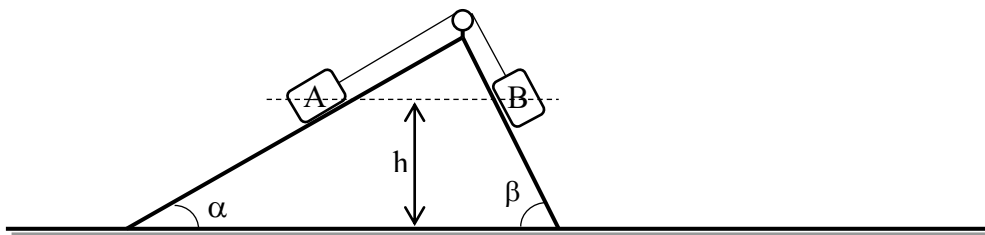
(3) מהי המהירות הממוצעת של המעלית במשך 12 השניות? (5 נק.).

ד. איזה מבין שלושת הגרפים הבאים מתאר את מיקום המעלית כפונקציה של הזמן? נמקו את בחירתכם (4 נק.):



שאלה 2

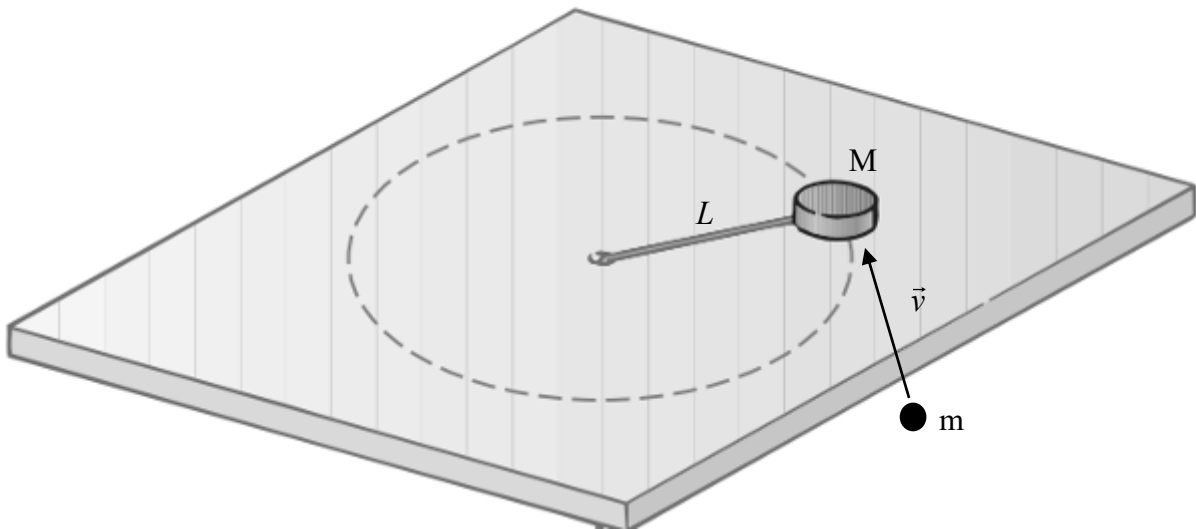
המערכת המכנית המוצגת בסרטוט כוללת שני מישורים משופעים צמודים, גלגלת שמסטה זניחה, ושני גופים שווי מסה m . כל גוף מונח על מישור אחר והגופים מחוברים בחבל חסר מסה העובר דרך גלגלת המחוברת לראש המערכת. המישורים חסרי חיכוך, החבל מקביל למישורים, והזוויות מקיימות את אי השוויון: $\alpha < \beta$. הגופים נמצאים בגובה זהה h מעל פני תחתית המישור. ענו על הסעיפים הבאים באמצעות הפרמטרים: α, β, m, h, g או חלק מהם.



- א. מקבעים את המערכת במנוחה על ידי לחיצת החבל אל הגלגלת. בטאו את המתחויות שהחבל מפעיל על כל אחד מהגופים, T_A ו- T_B . (8 נק')
- כעת מרפים מן החבל ומניחים למערכת לנוע.
- ב. הראו שהביטוי לגודל תאוצתו של גוף A הוא: $a = \frac{g(\sin \beta - \sin \alpha)}{2}$. ציינו מהו כיוון התאוצה. נמקו את קביעתכם. (7 נק')
- ג. האם המתחויות T בחבל גדולה כעת מ- T_B , קטנה ממנה או שווה לה? נמקו. ($5\frac{1}{3}$ נק')
- ד. האם תשתנה האנרגיה המכנית הכוללת של המערכת במהלך תנועתה לפני הפגיעה בקרקע? הניחו שמישור הייחוס הוא פני הקרקע ושהגוף שעולה לא פוגע בגלגלת. (6 נק')
- ה. מה העבודה הכוללת שנעשתה על הגוף שירד מרגע שחרור המערכת עד הגיעו לתחתית המישור? (7 נק')

שאלה 3

תלמידה יצירתית מדדה את מהירות הלוע של אקדח באמצעות המערכת הבאה: היא הניחה גוף בעל מסה $M=500\text{gr}$ על משטח אופקי חסר חיכוך. את הגוף קשרה לחוט מתוח, חסר מסה, שאורכו 1m . את קצהו השני של החוט קשרה לציר חסר חיכוך הנעוץ במישור. אל החוט מחובר גם מד כוח (לא מסורטט) המודד את מתיחותו. התלמידה ירתה לעבר הגוף קליע שמסתו m , במהירות \vec{v} אותה בקשה למדוד, כך שכיוון תנועת הקליע ניצב לחוט ונמצא במישור המשטח.



הקליע ננעץ בגוף ובעקבות הפגיעה הגוף התחיל לנוע בתנועה מעגלית. התלמידה מדדה את זמן המחזור של התנועה - T , וקראה ממד הכוח את המתיחות - F .

- א. כדי למצוא את זמן המחזור התלמידה מדדה פרק זמן של 10 הקפות וחילקה ב-10, במקום למדוד פרק זמן של הקפה אחת. הסבירו מדוע עשתה זאת. (5 נק')
- ב. הסבירו מדוע גודל המהירות של הגוף עם הקליע בתוכו נשאר קבוע לכל משך התנועה המעגלית. (5 נק')

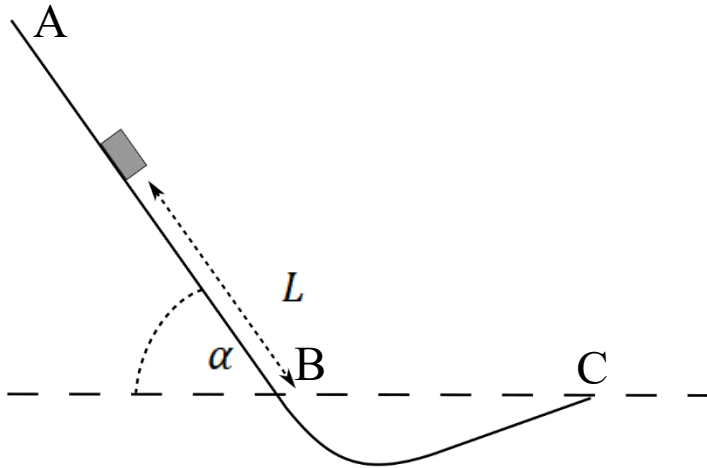
התלמידה מצאה כי $F = 16\text{N}$, $T = 1.12\text{s}$.

ג. חשבו את מסת הקליע. $(\frac{1}{3}8\text{ נק'})$

- ד. חשבו את גודל מהירות הקליע לפני הפגיעה. נמקו את שיקוליכם. (7 נק')
- ה. חשבו את המתקף של הכוח שהפעיל הגוף על הקליע במהלך ההתנגשות. (8 נק')

שאלה 4

תלמידים רוצים לבנות דגם של מקפצת סקי. הם בונים את המסלול ABC המתואר בסרטוט.



המסלול מורכב ממשטח AB המשופע בזווית קבועה $\alpha = 20^\circ$, ומהקטע BC השיפוע אינו קבוע. הנקודות B ו-C נמצאות בגובה זהה מעל לקרקע.

גוף קטן בעל מסה m מונח בנקודה כלשהי על גבי המדרון במרחק L מהנקודה B, כמוראה בסרטוט, ומשוחרר ממנוחה. מודדים את מהירות הגוף v בנקודה C, כפונקציה של המרחק L .

א. התלמידים הניחו שניתן להזניח

את החיכוך בניסוי. לאור הנחה זו בטאו את הקשר בין ריבוע מהירות הגוף, v^2 לבין L

באמצעות הפרמטרים L, g ו- α . (6 נק')

הנתונים שנמדדו מופיעים בטבלה:

L [cm]	140	120	100	80	60	40	20
v [m/s]	2.6	2.4	2.2	2.0	1.7	1.4	1.0

ב. באמצעות הנתונים בטבלה ציירו את הגרף של ריבוע המהירות v^2 כפונקציה של

המרחק L . $(\frac{1}{3} \text{ נק'})$

ג. (1) חשבו את שיפוע הגרף ומצאו את השגיאה היחסית בין ערכו לבין ערך השיפוע

שהייתם מצפים לקבל בהזנחת כוח החיכוך. (5 נק')

(2) אחת התלמידות שמה לב שהמדרון AB מחוספס, וטענה שאסור להזניח את החיכוך

בחלק הזה של התנועה. האם היא צודקת? נמקו את תשובתכם בהתבסס על השגיאה

היחסית שמצאתם ובהנחה שהשגיאה המותרת חייבת להיות קטנה מ-20%. (5 נק')

ד. בהנחה שבקטע AB קיים חיכוך קינטי בעל מקדם μ , הראו כי ריבוע המהירות בנקודה C

מקיים את הקשר: $v_C^2 = 2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \cdot L$. (6 נק')

ניתן להמשיך ולהזניח את החיכוך בקטע BC.

ה. שיפוע המדרון הוא $\alpha = 20^\circ$. חשבו את מקדם החיכוך הקינטי μ . (4 נק')

שאלה 5

מסלולו של פלוטו סביב השמש הוא אליפטי, ועובר באזור שמעבר לנפטון המכונה חגורת קוויפר. מישור המסלול של פלוטו שונה מזה של שמונת כוכבי הלכת - המקיפים את השמש במישור משותף. פלוטו מוגדר כ"כוכב לכת ננסי" מאז שנת 2006. גם קרס (Ceres) הוא כוכב לכת ננסי המקיף את השמש ונמצא בחגורת האסטרואידים, שבין מאדים לצדק.

א. (1) נסחו את החוק השלישי של קפלר. בתשובתכם השתמשו בנוסחה ובהסבר מילולי. (4 נק')

(2) האם תצפו שפלוטו וקרס יקיימו את החוק השלישי של קפלר ביחד עם שמונת כוכבי הלכת? נמקו והסבירו. (4 נק')

הנרי קבנדיש (Cavendish) מדד בסוף המאה ה-18 את קבוע הכבידה העולמי בניסוי הנחשב לאחד מהחשובים בהיסטוריה של הפיזיקה. קבנדיש עצמו לא הזכיר בכתביו את מדידת קבוע הכבידה העולמי G , אלא את הערכת הצפיפות הממוצעת של כדור הארץ, ρ .

ב. (1) הראו כי הצפיפות הממוצעת של כדור הארץ, ρ , מקיימת את הקשר:

$$\rho = \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{g}{GR_E} \quad (7 \text{ נק'})$$

(2) מסתו של פלוטו כ- $1.3 \times 10^{22} \text{ kg}$, וצפיפותו הממוצעת כ- 2000 kg/m^3 . חשבו את תאוצת הנפילה החופשית על פני השטח של פלוטו רק באמצעות נתונים אלה וקבוע הכבידה העולמי G . (5 נק')

לוויין גיאוסטציונרי מוגדר כלוויין הנע במישור קו המשווה וזמן המחזור שלו סביב כדור הארץ הוא 24 שעות.

ג. (1) על ריצפת לוויין כזה מונחת משקולת שמסתה 1 kg . מהו ערכו של הכוח הנורמאלי הפועל על המשקולת? נמקו ופרטו שיקוליכם. (3 נק')

(2) מה יהיה ערך הכוח הנורמאלי אם אותה משקולת נמצאת על ריצפת מסוק רחפן המרחף באוויר בגובה נמוך, מעל נקודה קבועה על קו המשווה של כדור הארץ? נמקו והסבירו. (3 נק')

ד. לוויין גיאוסטציונרי שמסתו 800 kg נע במסלול שגובהו $3.59 \times 10^4 \text{ km}$ מעל קו המשווה. חשבו את תוספת האנרגיה המינימלית הנדרשת כדי לשלחו מפני כדור הארץ

ולהכניסו למסלול זה. ניתן להשתמש בסעיף זה בנתונים מדף הנוסחאות. ($7 \frac{1}{3}$ נק')

שאלה 6

קפיץ אנכי בעל קבוע k , שאורכו הרפוי הוא ℓ_0 , קשור בקצהו האחד לתקרה. בקצהו השני תלויה ממנוחה מסה m .

א. מצאו ביטוי למרחק $\Delta \ell$ בין מיקום הקצה התחתון של הקפיץ במצב הרפוי, לבין מיקומו במצב שיווי המשקל של המסה. (3 נק')

במצב בו המסה נמצאת בשיווי משקל, תלמיד מרים אותה כלפי מעלה בשיעור A , ומשחרר אותה ממנוחה ברגע $t = 0$.

ב. מצאו ביטוי לכוח שהקפיץ מפעיל על המסה ברגע $t = 0$. ($5\frac{1}{3}$ נק')

נתון כי $m = 1\text{kg}$, $k = 100\text{N/m}$, $A = 5\text{cm}$. בסעיפים הבאים התלמיד מגדיר את ראשית ציר המקום בנקודת שיווי המשקל כאשר כיוון הציר הוא כלפי מעלה, ומודד את הכוח שהקפיץ מפעיל ואת מהירות המסה, כתלות בזמן.

ג. מי מבין הגרפים א'-ד' באיור 1 **בעמוד הבא** מתאר את מהירות הגוף כתלות בזמן? נמקו את קביעתכם. (7 נק')

ד. מי מבין הגרפים א'-ד' באיור 2 מתאר את הכוח שהקפיץ מפעיל כתלות בזמן. נמקו את קביעתכם. (7 נק')

ה. התלמיד חוזר על הניסוי אך מחליף את הגוף בגוף אחר שמסתו גדולה יותר ומגדיר מחדש את ראשית הציר בנקודת שיווי המשקל החדשה. המשרעת והגדרת $t=0$ אינם משתנים. עבור כל אחת מהפונקציות הבאות קבעו האם היא תשתנה בעקבות החלפת הגוף. נמקו שיקוליכם עבור כל פונקציה בנפרד.

(1) מהירות כתלות בזמן.

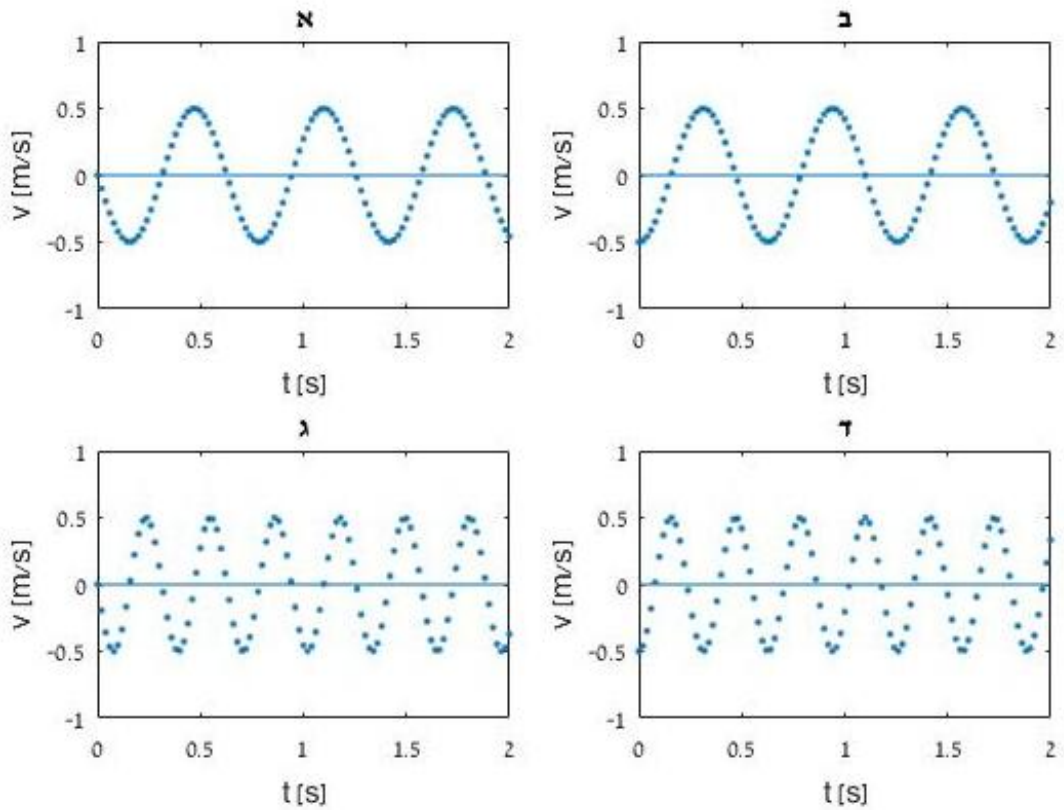
(2) הכוח השקול הפועל על המסה **כתלות במקום**.

(3) הכוח שהקפיץ מפעיל **כתלות במקום**.

(11 נק')

... המשך בעמוד הבא

איור 1



איור 2

