

פיזיקה

מכניקה

הוראות

- א. משך הבחינה: שעתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד.
לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; $100 = 33\frac{1}{3} \times 3$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.
(2) נוסחאות ונתונים בפיזיקה (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברת.
יש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף.
- (2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, יש להציג את השלבים האלה:
רישום הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה
בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני ובו
מספר מתאים של ספרות משמעותיות וכן יחידות המידה.
- (3) את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. יש להשתמש בסרגל לסרטוט קווים ישרים.
- (4) כאשר נדרשים להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים מתוך הטבלה שבדפי הנוסחאות והנתונים או בגודל תאוצת הנפילה החופשית g .
- (5) בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g – תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
- (6) יש לכתוב את התשובות בעט. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.
- (7) במקרה של טעות, אפשר להסתפק בהעברת קו חוצה כפול על המילים או המשפטים השגויים.

יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

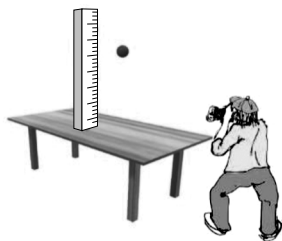
בהצלחה!

השאלות

ענו על שלוש מן השאלות 1 – 6.

(לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. תלמידים בחנו את תנועתו של כדור המנתר משולחן אופקי. הם שחררו את הכדור מגובה מסוים וצילמו את תנועתו, החל מרגע פגיעתו בשולחן. כדי לקבוע את מיקום הכדור, $y(t)$, הציבו מאחוריו סרגל אנכי. מישור השולחן הוגדר כראשית הציר האנכי ($y = 0$). התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.



תוצאות המדידות שערכו התלמידים רשומות בטבלה א.

t(s)	0.00	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20	0.24	0.28	0.32	0.36	0.40
y(m)	0	0.11	0.20	0.29	0.35	0.40	0.43	0.45	0.45	0.43	0.40

טבלה א

- א. הסתמכו על נתוני המדידות בטבלה א וחשבו את מהירות הכדור (גודל וכיוון) ברגע $t = 0.08s$. (6 נקודות)
- ב. העתיקו למחברתכם את טבלה ב. בהסתמך על נתוני המדידות בטבלה א, השלימו את הערכים בתאים הריקים. אין צורך לפרט את חישוביכם. (7 נקודות)

t(s)	0.08	0.12	0.20	0.28	0.32	0.36
v(m/s)						

טבלה ב

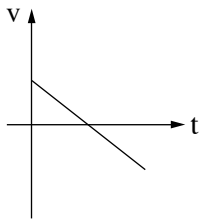
- ג. התבססו על הנתונים בטבלה ב וסרטטו דיאגרמת פיזור של מהירות הכדור (v) כתלות בזמן (t). הוסיפו לדיאגרמה שסרטטתם קו מגמה. (8 נקודות)
- ד. בהתבסס על קו המגמה שסרטטתם:
- (1) קבעו את גודל מהירות הניתור של הכדור מן השולחן (כלומר, את גודל המהירות ההתחלתית שבה הכדור הוחזר מן השולחן).
- (2) חשבו את תאוצת הכדור (גודל וכיוון). (8 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

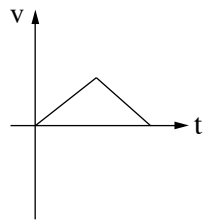
בסעיף ה התנגדות האוויר **לא ניתנת להזנחה** וגודלה קבוע בקירוב.

ה. אחד מן התרשימים 1-4 שלפניכם מתאר איכותית את מהירות הכדור (v) כפונקצייה של הזמן (t), כאשר לא מזניחים את התנגדות האוויר.

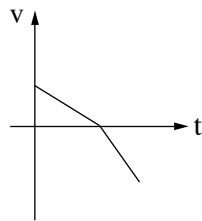
קבעו איזה מן התרשימים 1-4 מתאר נכון את מהירות הכדור. נמקו את קביעתכם. ($\frac{1}{3}$ נקודות)



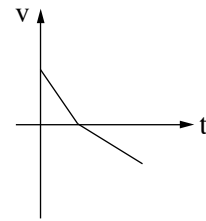
4



3



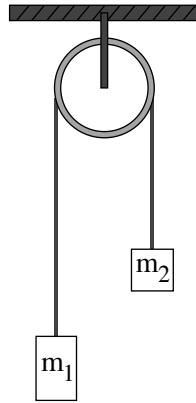
2



1

2. מכונת אטווד היא התקן לחקר תנועה שוות תאוצה. את ההתקן המציא הפיזיקאי והמתמטיקאי האנגלי ג'ורג' אטווד (1745 – 1807) בשנת 1784.

תלמידי מגמת הפיזיקה הרכיבו התקן דומה למכונת אטווד. ההתקן הורכב מגלגלת המחוברת לתקרה, מחוט הכרוך סביבה ומשתי מסות m_1 ו- m_2 הקשורות לחוט, כמתואר בתרשים.



נתון:

- $m_1 > m_2$
- אורך החוט קבוע והמסות m_1 ו- m_2 אינן מגיעות לרצפה או לגלגלת.
- התנגדות האוויר, החיכוך בציר הגלגלת, מסת הגלגלת ומסת החוט ניתנים להזנחה.

א. העתיקו למחברתכם את התרשים וסמנו את הכוחות הפועלים על כל אחת משתי המסות. ליד כל כוח ציינו את שמו ואת הגורם שמפעיל אותו. (5 נקודות)

תלמידים כתבו ביטויים שונים לתיאור תאוצת המערכת, ובהם גם הביטויים האלה:

$$a = \frac{m_1}{m_2} g \quad (\text{i}) \quad a = \frac{m_1}{m_2} g \quad (\text{ii})$$

ב. המורה פסל על הסף את שני הביטויים (i) ו- (ii).

(1) קבעו על בסיס איזו טענה פיזיקלית יש לפסול את ביטוי (i) עוד לפני מציאת הביטוי הנכון.

(2) קבעו על בסיס איזו טענה פיזיקלית יש לפסול את ביטוי (ii) עוד לפני מציאת הביטוי הנכון.

(8 נקודות)

ג. בטאו את תאוצת המערכת באמצעות המסות m_1 , m_2 וקבועים פיזיקליים. (8 נקודות)

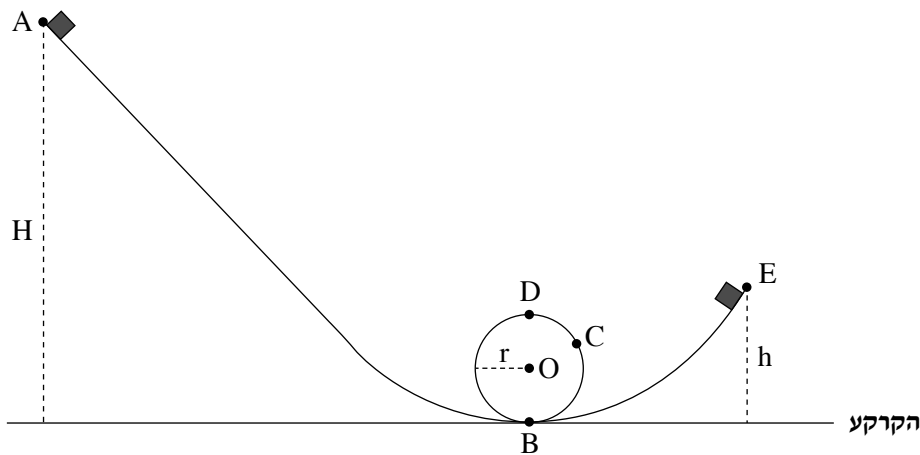
ד. כאשר המערכת שוחררה ממנוחה, המסה m_1 עברה מרחק של 1m בשנייה הראשונה לתנועתה.

חשבו את היחס בין המסות, $\frac{m_1}{m_2}$. (8 נקודות)

ה. במהלך הניסוי נעו המסות בתאוצה שגודלה קבוע. המסה m_1 נעה כלפי מטה, והמסה m_2 נעה כלפי מעלה.

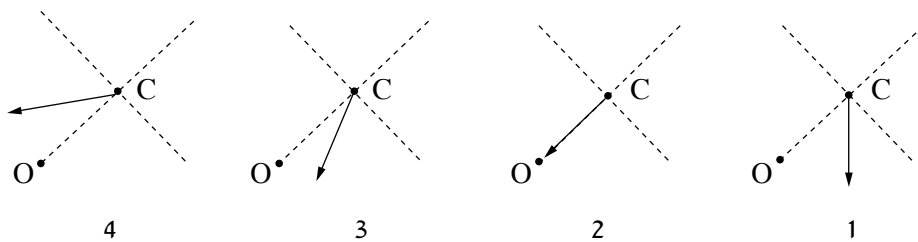
הסבירו מדוע גודל התאוצה של שתי המסות שווה. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

3. נתונה מסילה חלקה ABCDE. הנקודות A ו-E הן קצות המסילה. המסילה כוללת לולאה מעגלית אנכית שרדיוסה $r = 10\text{cm}$ ומרכזה O. הנקודה D היא הגבוהה ביותר בלולאה (ראו תרשים). גוף קטן משוחרר ממנוחה מן הנקודה A שגובהה H מעל הקרקע. הגוף נע לאורך המסילה וממשיך בתנועתו גם לאחר עוברו בקצה המסילה, E, שגובהו h. התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.



נתון: $h = 30\text{cm}$. מהירות הגוף בנקודה E היא $v_E = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ בכיוון $\alpha = 37^\circ$ מעל האופק.

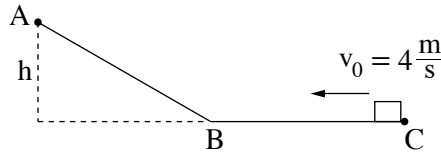
- א. חשבו את גובה הנקודה A מעל הקרקע (H), שממנה שוחרר הגוף. (6 נקודות)
 ב. לפניכם ארבעה תרשימים 1-4. קבעו איזה מן התרשימים מתאר נכון את כיוון וקטור התאוצה של הגוף בעוברו בנקודה C (ראו תרשים). נמקו את קביעתכם. (7 נקודות)



- ג. חשבו את מהירות הפגיעה (גודל וכיוון) של הגוף בקרקע לאחר התנתקותו מן המסילה בנקודה E. (7 נקודות)
 ד. במקרה אחר משחררים ממנוחה את הגוף מגובה H_1 . נתון כי $H_1 < H$.
 (1) סרטטו תרשים כוחות הפועלים על הגוף בעוברו בנקודה D.
 (2) חשבו את הגובה המינימלי H_1 שממנו יש לשחרר את הגוף, כדי שלא יתנתק מן המסילה במהלך תנועתו בלולאה. (9 נקודות)
 ה. הגוף שוחרר ממנוחה מנקודה A.
 קבעו אם הגובה המרבי מעל הקרקע שאליו הגיע הגוף במהלך תנועתו (לאחר שניתק מן המסילה), גדול מ-H, קטן ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם (אין חובה לחשב). (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

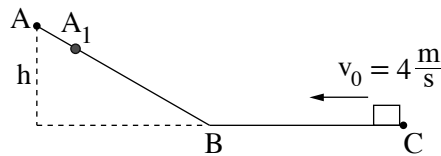
4. נתונה מסילה ABC המורכבת ממישור משופע AB וממישור אופקי BC (ראו תרשים א). עורכים ארבעה ניסויים. בכל אחד מן הניסויים מציבים בנקודה C גוף קטן שמסתו $m = 100\text{gr}$ ומקנים לו מהירות התחלתית $v_0 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ לכיוון נקודה B. הגוף נע, עובר בנקודה B וממשיך במעלה המישור המשופע. התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.

א. בניסוי הראשון בלבד כוח החיכוך בין הגוף למסילה ניתן להזנחה. חשבו את h , גובהה של הנקודה A שבה הגוף נעצר רגעית. (6 נקודות)



תרשים א

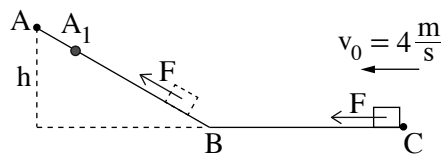
בסעיפים הבאים כוח החיכוך בין הגוף למסילה לא ניתן להזנחה. בניסוי השני, הגוף נעצר רגעית בנקודה A_1 , שגובהה נמוך ב-20% מגובהה של נקודה A (ראו תרשים ב).



תרשים ב

ב. חשבו את עבודת כוח החיכוך במהלך תנועת הגוף בניסוי השני מנקודה C לנקודה A_1 . (7 נקודות)
ג. חשבו את גודל מהירותו של הגוף בניסוי השני בחולפו שוב בנקודה C. (7 נקודות)

בניסוי השלישי, הופעל על הגוף בכל מהלך תנועתו מנקודה C עד לנקודה A_1 כוח חיצוני F שגודלו קבוע וכיוונו בכל רגע זהה לכיוון תנועת הגוף (ראו תרשים ג).

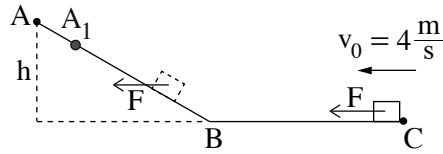


תרשים ג

ד. נתון כי גודל מהירות הגוף בהגיעו לנקודה A_1 שווה לגודל מהירותו ההתחלתית $(4 \frac{\text{m}}{\text{s}})$. חשבו את עבודת הכוח החיצוני F במהלך התנועה בניסוי השלישי מנקודה C עד לנקודה A_1 . (9 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

בניסוי הרביעי הופעל על הגוף בכל מהלך תנועתו מנקודה C והלאה, כוח חיצוני F שגודלו זהה לגודלו של הכוח בניסוי השלישי וכיוונו אופקי שמאלה בכל רגע (ראו תרשים ד). נתון שבמהלך תנועתו במעלה המישור המשופע הגיע למהירות שגודלה $4 \frac{m}{s}$.



תרשים ד

ה. קבעו אם **בניסוי הרביעי**, במהלך תנועתו במעלה המישור המשופע הגיע למהירות שגודלה $4 \frac{m}{s}$ לפני הנקודה A_1 , בנקודה A_1 או אחריה. נמקו את קביעתכם. ($4 \frac{1}{3}$ נקודות)

5. גוף שמסתו M מונח על רצפה אופקית וחלקה. הגוף קשור בחוט שאורכו L לקיר החדר (ראו את התרשים הנתון, במבט מלמעלה).

בשלושה מקרים ירו קליע לעבר הגוף. הקליע פגע במרכזו של הגוף במהירות אופקית שכיוונה ניצב לחוט. הקליע חדר אל תוך הגוף ונתקע בתוכו.

משך זמן חדירת הקליע קצר מאוד.

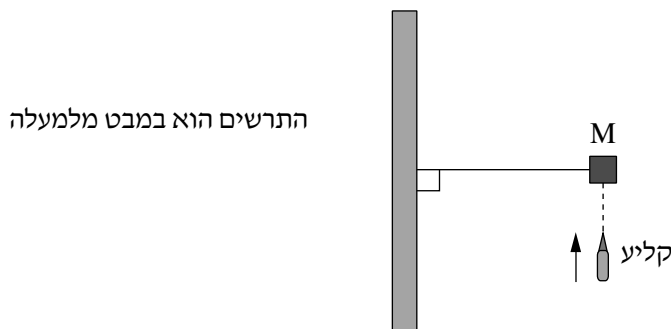
בכל אחד מן המקרים מסת הגוף הייתה M .

מסת הקליע וגודל מהירותו בכל אחד מן המקרים היו כמפורט:

במקרה הראשון מסת הקליע הייתה m וגודל מהירות פגיעתו בגוף הייתה v .

במקרה השני מסת הקליע הייתה $2m$ וגודל מהירות פגיעתו בגוף הייתה $0.5v$.

במקרה השלישי מסת הקליע הייתה $0.5m$ וגודל מהירות פגיעתו בגוף הייתה $2v$.



א. קבעו אם במקרה הראשון התקיים שימור אנרגייה מכנית במהלך ההתנגשות. (5 נקודות)

ב. בטאו באמצעות נתוני השאלה את גודל המהירות המשותפת של הגוף והקליע מייד לאחר ההתנגשות בכל אחד משלושת המקרים. (9 נקודות)

נתון כי לאחר כל התנגשות הגוף והקליע נעים בתנועה מעגלית.

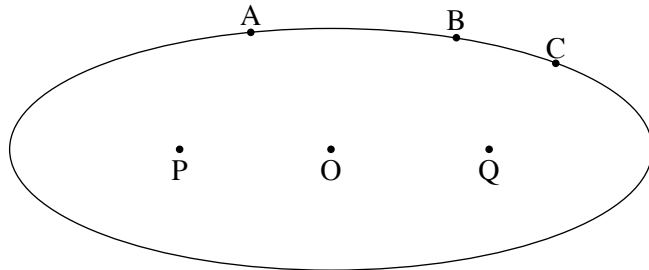
ג. בטאו את מתיחות החוט בתנועה זו בכל אחד משלושת המקרים. (9 נקודות)

ד. קבעו באיזה משלושת המקרים הסיכוי שאחרי הפגיעה יקרע החוט הוא הגבוה ביותר. נמקו את קביעתכם. (6 נקודות)

ה. קבעו אם במהלך רבע סיבוב של הגוף והקליע בתוכו, לפני הפגיעה בקיר, מתקיים שימור תנע. נמקו את קביעתכם. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

כבידה

6. סביב כוכב לכת דמיוני שמסתו M ורדיוסו R נעים לוויינים אחדים. אחד הלוויינים הנעים סביב כוכב הלכת מבצע תנועה שמסלולה אליפטי. על מסלול תנועתו של הלוויין מסומנות הנקודות A, B, C . הנקודות Q ו- P הן מוקדי האליפסה, והנקודה O היא מרכזה (ראו תרשים).



משך זמן תנועת הלוויין במעבר מנקודה A לנקודה B שווה למשך זמן תנועתו במעבר מנקודה B לנקודה C .
 א. קבעו באיזו מן הנקודות הנתונות ממוקם כוכב הלכת הדמיוני. נמקו קביעתכם. (7 נקודות)
 לכוכב זה יש שני לוויינים נוספים. הלוויינים, שמסתם זהה, נעים סביב כוכב הלכת בתנועה מעגלית.
 רדיוסי המסלולים שלהם סביב מרכז כוכב הלכת הם R_1 ו- R_2 .

נתון: $R_2 = 2R_1$

ב. לפניכם שלושה היגדים. קבעו בנוגע לכל היגד אם הוא נכון או שגוי.

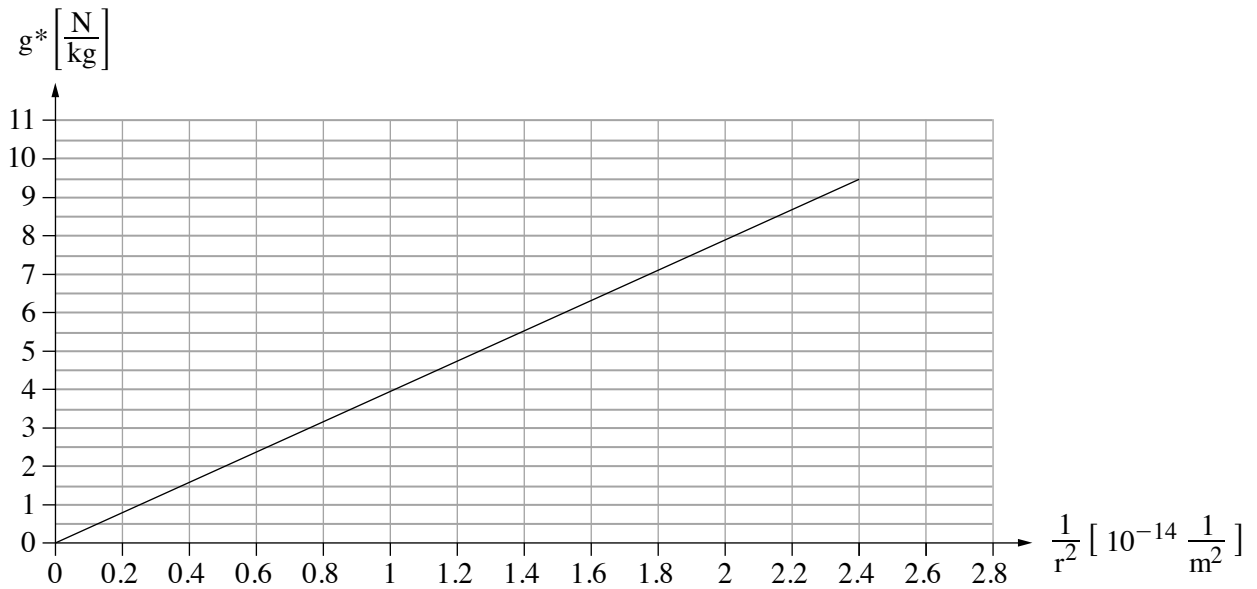
(1) האנרגייה הקינטית של שני הלוויינים זהה.

(2) האנרגייה המכנית הכוללת של הלוויין שרדיוס מסלולו R_2 גדולה מזו של הלוויין שרדיוס מסלולו R_1 .

(3) כוח הכבידה הפועל על הלוויין שרדיוס מסלולו R_2 במהלך התנועה המעגלית גדול פי 2 מכוח הכבידה הפועל על הלוויין שרדיוס מסלולו R_1 .

(9 נקודות)

לפניכם גרף המתאר את עוצמת שדה הכבידה, g^* , כפונקצייה של $\frac{1}{r^2}$, עבור $r \geq R$. הוא המרחק ממרכז כוכב הלכת.



ג. חשבו את המסה M של כוכב הלכת הדמיוני. (8 נקודות)

ד. בטאו את גודל מהירות המילוט מפניו של כוכב הלכת הדמיוני באמצעות R, M וקבועים פיזיקליים. (5 נקודות)

ה. היעזרו בגרף וחשבו את הרדיוס R של כוכב הלכת הדמיוני. ($\frac{1}{3}$ 4 נקודות)

בהצלחה!