

סוג הבחינה: בגרות

מועד הבחינה: קיץ תשפ"ד

מספר השאלון: 036382

שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

שאלון חקר - 5 יחידות לימוד

הוראות

- א. משך הבחינה: שתיים ורבע.
 - ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה עשר שאלות. עליכם לענות על כל השאלות. סך-הכול - 100 נקודות.
 - ג. חומר עזר מותר בשימוש: מחשבון וסרגל.
 - ד. הוראות מיוחדות: כתבו את כל התשובות בגוף השאלון, במקומות המיועדים לכך. בחישובים יש להשתמש בערך 9.8 m/sec^2 לגודל g , תאוצת הנפילה החופשית (סמוך לפני כדור הארץ).
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

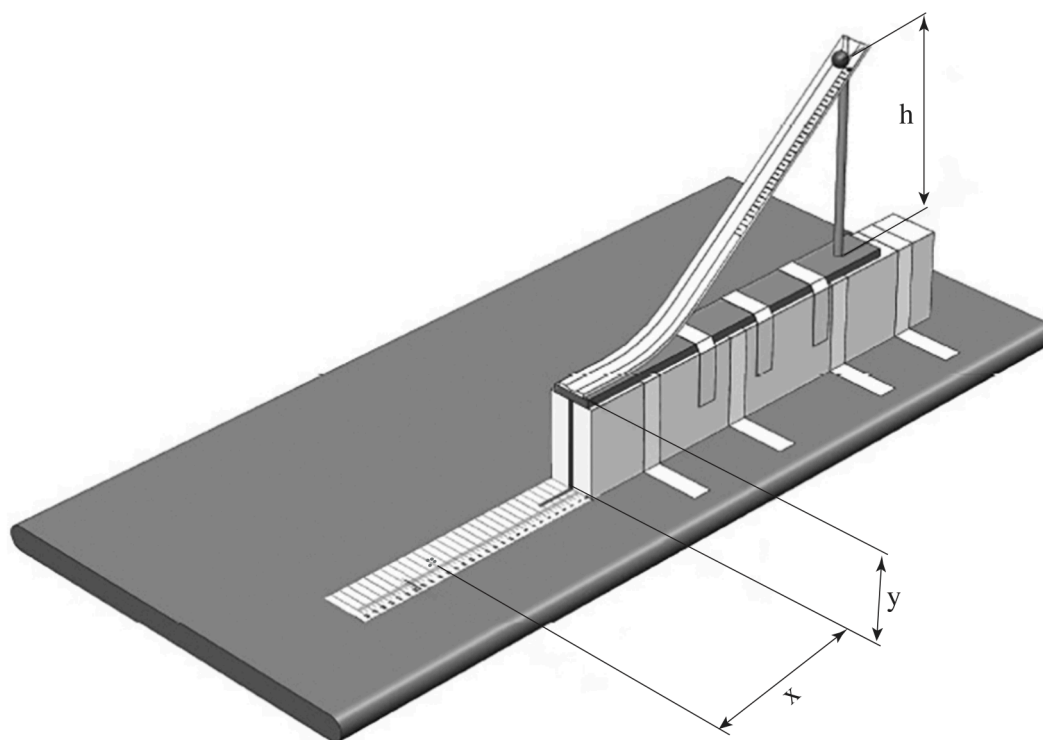
השאלות

1. חקירת חוק שימור האנרגיה בתנועה של כדור במסילת שיגור (100 נקודות)

ענו על כל השאלות 1-10.

שלב ראשון – השוואה בין אנרגיית התנועה בתחתית מסילת השיגור ובין אנרגיית הגובה בקצה העליון של מסילת השיגור.

על פי תוצאות ניסוי זה תתבקשו לחשב ולבדוק את המרות האנרגיה המתרחשות לאורך תנועת כדור על מסילה, מרגע שחרורו מראש המסילה ועד הגיעו לתחתית המסילה. מהלך הניסוי יתואר להלן, כולל המדידות שנעשו בו. עליכם להשתמש בתוצאות הניסוי לצורך החישובים שתידרשו לעשות.



תרשים א'

בהתבסס על חוק שימור האנרגיה המכנית, נבדוק האם האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית של הכדור בראש המסילה שווה לאנרגייה הקינטית שלו בתחתית המסילה. את האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית נחשב בעזרת h , גובה שחרור הכדור (ראש המסילה) ביחס לתחתית המסילה (ראו תרשים א'). את האנרגייה הקינטית נחשב בעזרת מהירות עזיבת הכדור את המסילה. את המהירות נחשב בעזרת משוואת המסלול בזריקה אופקית (בהזנחת השפעת האוויר):

$$y = \frac{g}{2 \cdot v^2} \cdot x^2 \Rightarrow v^2 = \frac{g}{2y} \cdot x^2 \quad (\text{נוסחה 1})$$

y - גובה תחתית המסילה מעל לשולחן.

x - המרחק האופקי.

v - מהירות הכדור בתחתית המסילה.

g - תאוצת הכובד.

ציוד הניסוי

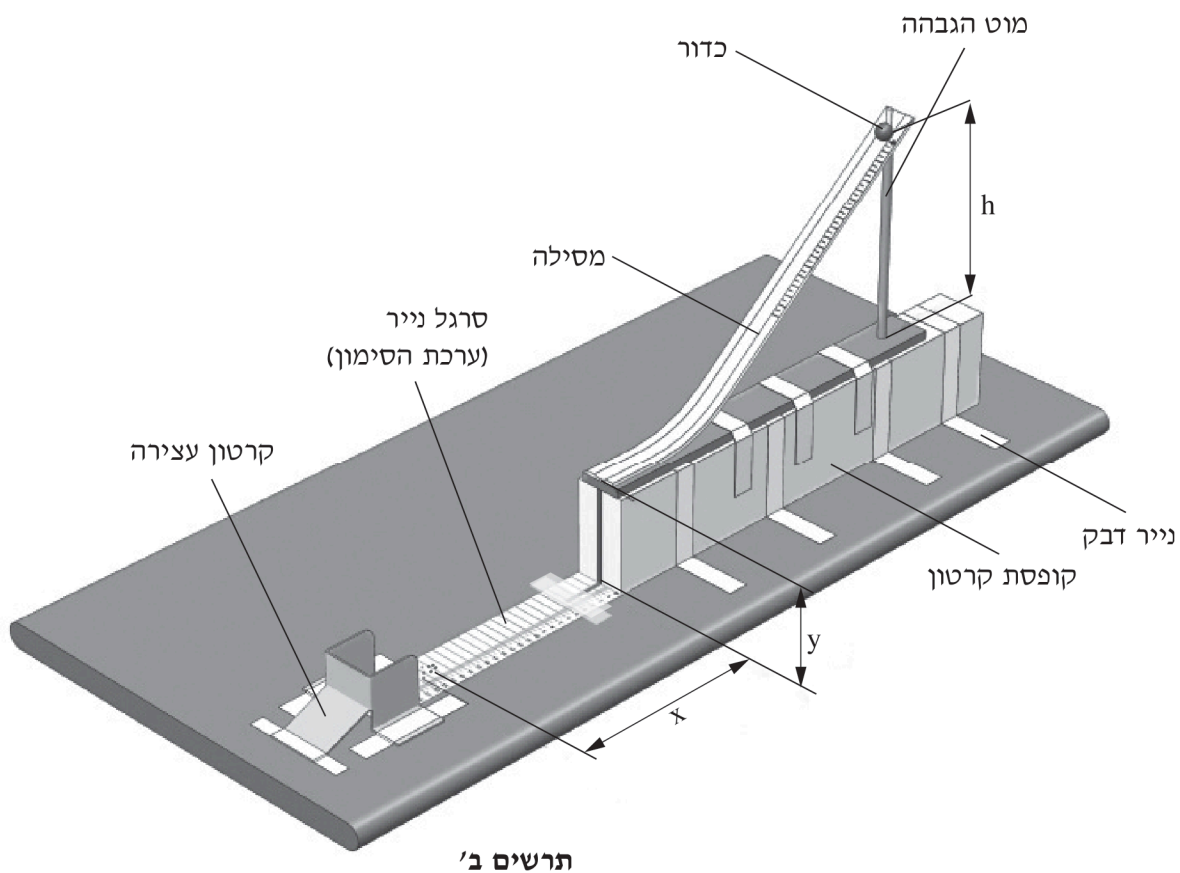
ערכת הניסוי מכילה:

- קופסת קרטון המשמשת להגבהת המסילה (תיקרא להלן הקופסה)
- מסילה
- מוט הגבהה
- סרגל נייר עם נייר העתקה - ישנם שניים כאלה (ייקרא להלן ערכת הסימון)
- כדור פלדה שמסתו 13.6 גרם
- קרטון עצירה, המשמש לעצירת הכדור לאחר שעזב את המסילה ופגע בסרגל הנייר
- נייר דבק

בניית מערכת הניסוי

מערכת הניסוי הורכבה על גבי השולחן כמתואר בתרשים ב'.

קצה המסלול נמצא מעל האפס של ערכת הסימון.



ביצוע הניסוי

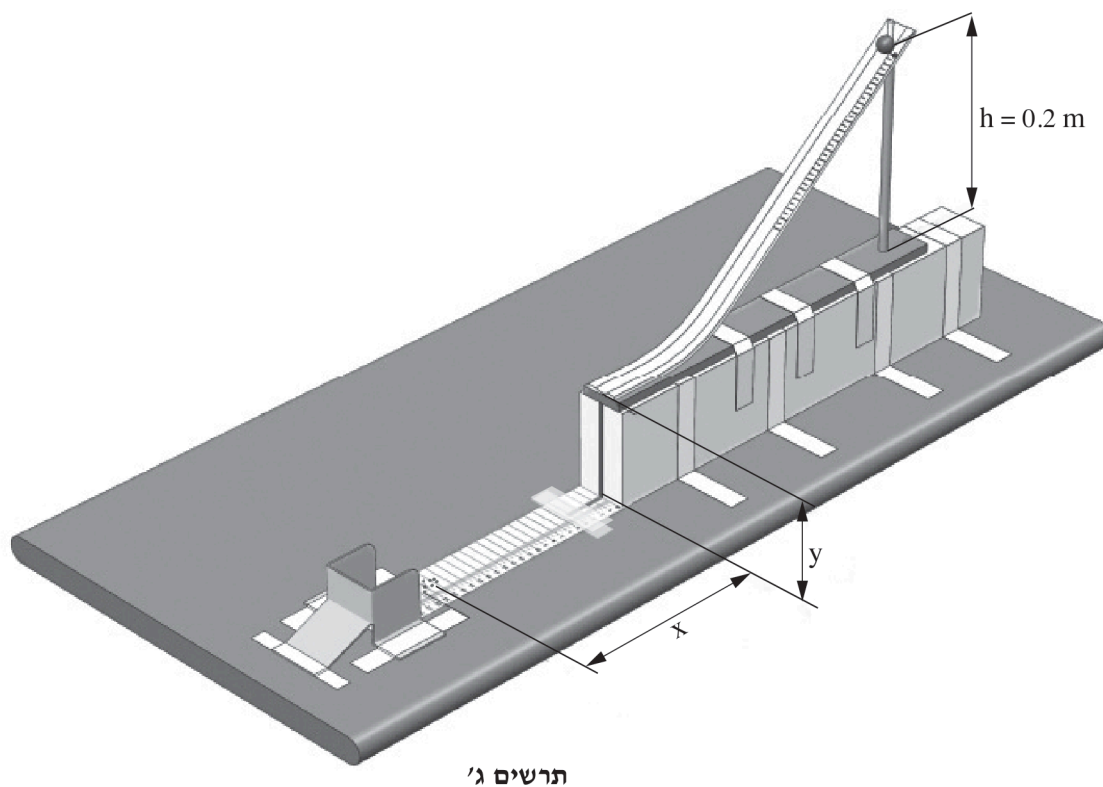
בניסוי מִדְדוּ את y , הגובה של תחתית מסילת השיגור מעל לשולחן, וְרָשְׁמוּ את ערכו:

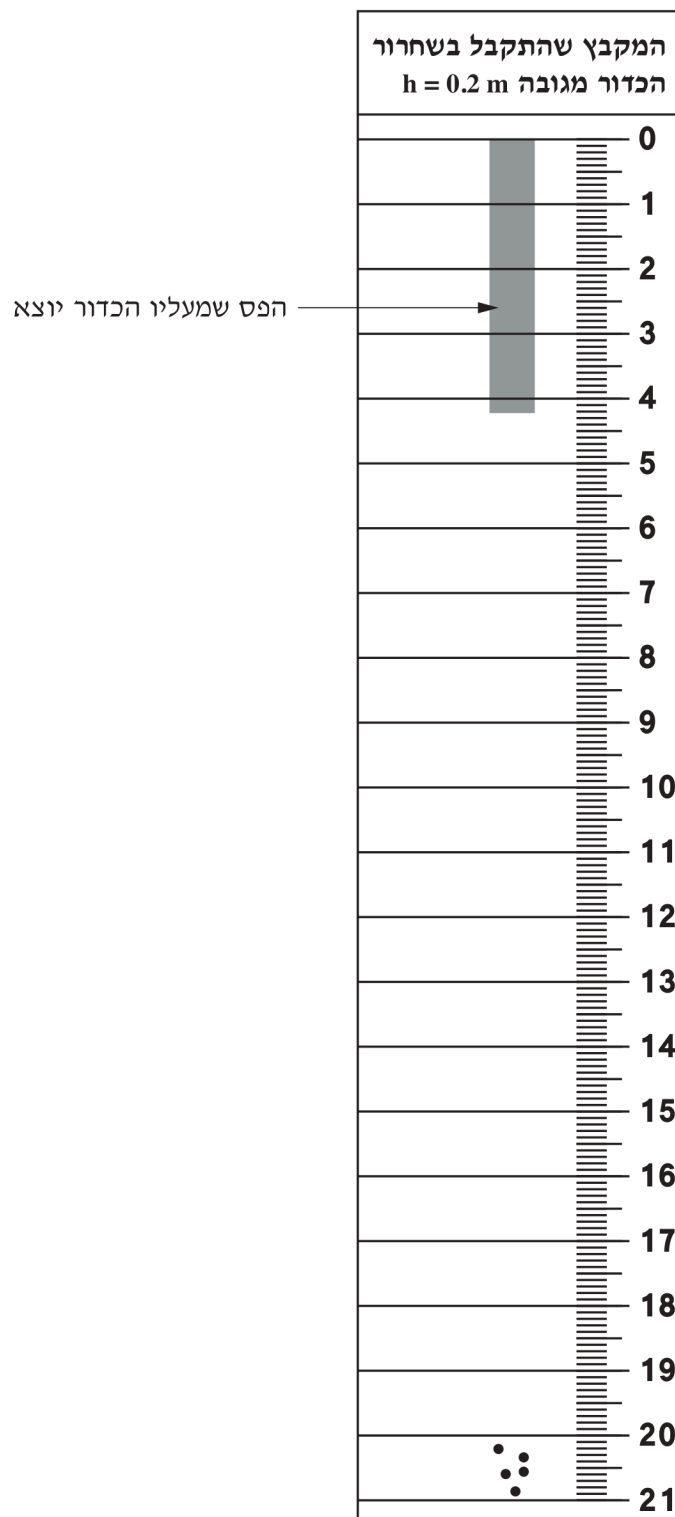
$$y = 10.2 \text{ cm}$$

הכדור הונח בקצה העליון של מסילת השיגור כך שמרכזו היה בגובה $h = 0.2 \text{ m}$ מתחתית המסילה, ואז שוחרר (ראו תרשים ג'). חָזְרוּ על פעולה זו 5 פעמים, עד שהתקבל מקבץ ברור של נקודות פגיעה באותו אזור (ראו תרשים ד' שבעמוד הבא). עליכם לזהות את מקבץ הנקודות שנוצרו, ולסמן את **מרכז המקבץ**. קבעו מה המרחק האופקי x בין נקודת האפס שעל סרגל הנייר ובין מרכז המקבץ.

שימו לב: סרגל הנייר המופיע בתרשים ד' **איננו** בהכרח בקנה המידה המוסכם, ולכן יש לקבוע את ערך x באמצעות סרגל הנייר (לפי העין), ולא על-פי מדידה באמצעות הסרגל שברשותכם.

א. רשמו את ערך המרחק האופקי המתקבל בסרגל שבתרשים ד': $x =$ _____
והסבירו כיצד קבעתם את מרכז המקבץ.





תרשים ז'

(2 נקודות)

- ב.** הסבירו מדוע חזרו על פעולת שחרור הכדור 5 פעמים, במקום לשחרר אותו פעם אחת ולמדוד את המרחק x שהתקבל.
- (3 נקודות)

ג. על סמך הערך שקבעתם עבור x , חשבו את מהירות הזריקה האופקית, v , ביחידות m/sec .

(היעזרו בנוסחה 1)

(3 נקודות)

2. א. חשבו את האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית, U_p , של הכדור בהיותו בקצה העליון של מסילת השיגור (בגובה שנמדד ביחס לתחתית המסילה).

(2 נקודות)

ב. על סמך המהירות (v) שחישבתם בשאלה 1 סעיף ג', חשבו את האנרגייה הקינטית של הכדור בתחתית מסילת השיגור. נסמן אנרגייה זו ב- E_{k1} .

(2 נקודות)

3. א. חשבו את ההפרש, שאותו נסמן ב- ΔE , בין האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית, U_p , של הכדור בהיותו בקצה העליון של המסילה, ובין האנרגייה הקינטית E_{k1} שלו.

(2 נקודות)

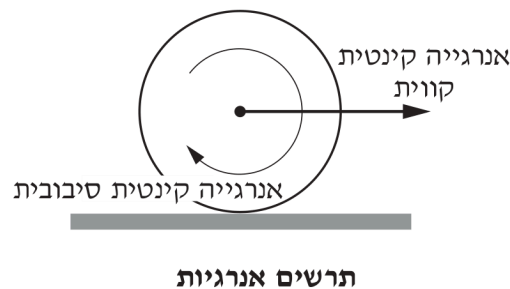
ב. ציינו סיבה (או סיבות) להפרש שהתקבל בין שני סוגי האנרגייה (מסעיף א')?

(2 נקודות)

4. | שלב שני – אנרגייה קינטית של גוף קשיח (לא נקודתי) בתנועה סיבובית

רקע עיוני

לגוף שאינו נקודתי, למשל כדור, המתקדם תוך כדי תנועה סיבובית סביב מרכזו (שנקרא מרכז המסה), ישנה אנרגייה קינטית כוללת. אנרגייה זו מורכבת מאנרגייה קינטית קווית, E_{k1} , ומאנרגייה קינטית סיבובית סביב מרכז המסה, שנקרא לה E_{k2} .



הערה: התרשים הוא אך ורק להמחשת האנרגיות השונות השותפות בתנועת הכדור. אין לייחס לחיצים משמעות וקטורית.

הביטוי לכל אחת מהאנרגיות:

$$E_{k1} = \frac{mv^2}{2} \quad \text{אנרגייה קינטית קווית:}$$

$$E_{k2} = \frac{mv^2}{5} \quad \text{אנרגייה קינטית סיבובית של כדור:}$$

$$E_k = E_{k1} + E_{k2} = \frac{mv^2}{2} + \frac{mv^2}{5} \quad \text{האנרגייה הקינטית הקווית + הסיבובית של כדור:}$$

$$E_k = 0.7 mv^2 \quad (\text{נוסחה 2})$$

(v – מהירות מרכז המסה)

בניסוי שלנו האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית, U_P , של הכדור בראש המסילה, מומרת בחלקה לאנרגייה קינטית, E_k , של הכדור בתחתית המסילה. חלקה האחר מומר לחום בשל עבודת כוח החיכוך הקינטי, W_f .

על פי המשפט עבודה-אנרגיה, נקבל:

$$W_f = \Delta E = E_k - U_P \quad (\text{נוסחה 3})$$

מציאת היחס בין האנרגייה הקינטית הכוללת של הכדור בתחתית המסילה ובין האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית שלו בקצה העליון של המסילה

בשלב זה עליכם למצוא את האנרגייה הקינטית הכוללת ולהשוותה אל האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית.

נתייחס לאנרגייה המכנית הכוללת כאל אנרגייה המורכבת משלושה סוגים: פוטנציאלית כובדית, קינטית קווית וקינטית סיבובית. עליכם לבדוק אם האנרגייה המכנית הכוללת של הכדור בהיותו בקצה העליון של המסילה ובתחתיתה, נשמרת. בניסוי שינו בכל פעם את h , גובה שחרור הכדור ביחס לתחתית המסילה. בעזרת המקבץ שהתקבל לכל h תצטרכו לקבוע את x , המרחק האופקי שעבר הכדור מתחתית המסילה.

הטבלה שלהלן תשמש אתכם להצגת התוצאות והחישובים משאלות 1, 4, 5 ו-8.

א. השלימו בכותרות הטבלה, בתוך הסוגריים המרובעים, את יחידות המידה של הערכים הרשומים בהן.

(3 נקודות)

ב. כתבו בשורה הראשונה של הטבלה את התוצאות שהתקבלו בשלב א' של הניסוי (שאלה 1

סעיפים א' + ג'). חשבו והשלימו את שאר הערכים בשורה זו.

הקפידו על שלוש ספרות משמעותיות.

הגובה h []	המרחק האופקי [] x	ריבוע המרחק האופקי [] x^2	ריבוע מהירות השיגור $v^2 =$ $\frac{g}{2 \cdot y} \cdot x^2$ []	אנרגייה פוטנציאלית כובדית $U_p = m \cdot$ $g \cdot h$ []	אנרגייה קינטית כוללת $E_k =$ $0.7mv^2$ []
0.2					

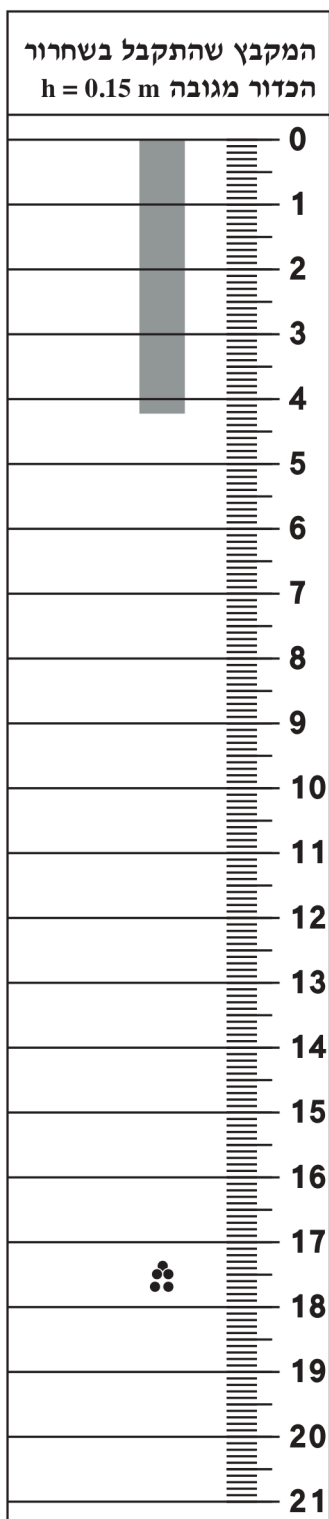
טבלה: תוצאות של מדידות וחישובים

(6 נקודות)

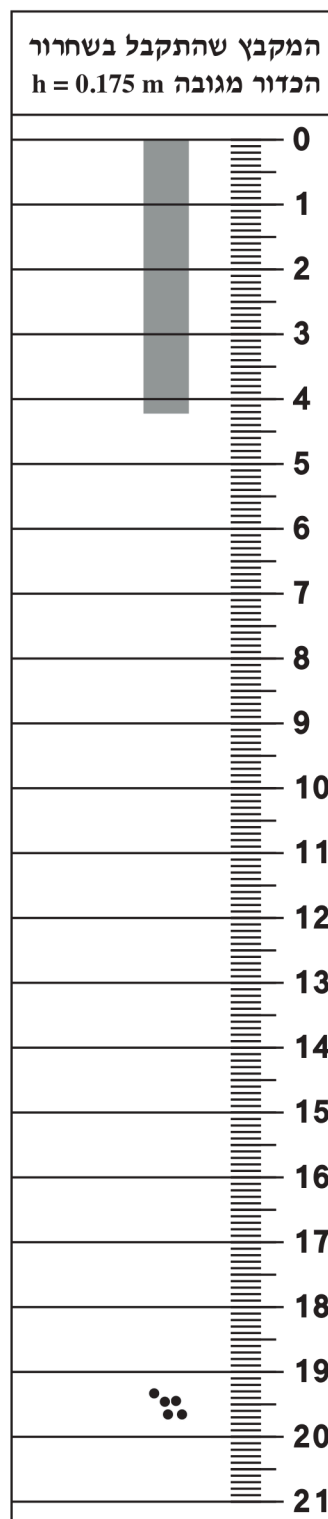
5. הניחו שוב את נייר ההעתקה על סרגל הנייר. קזרו על הניסוי עבור 7 ערכי h שונים, כאשר בכל פעם הכדור שוחרר 5 פעמים מאותו הגובה h .

א. בתרשימים ה'-י"א נראים המקבצים שהתקבלו בכל ערך של h .

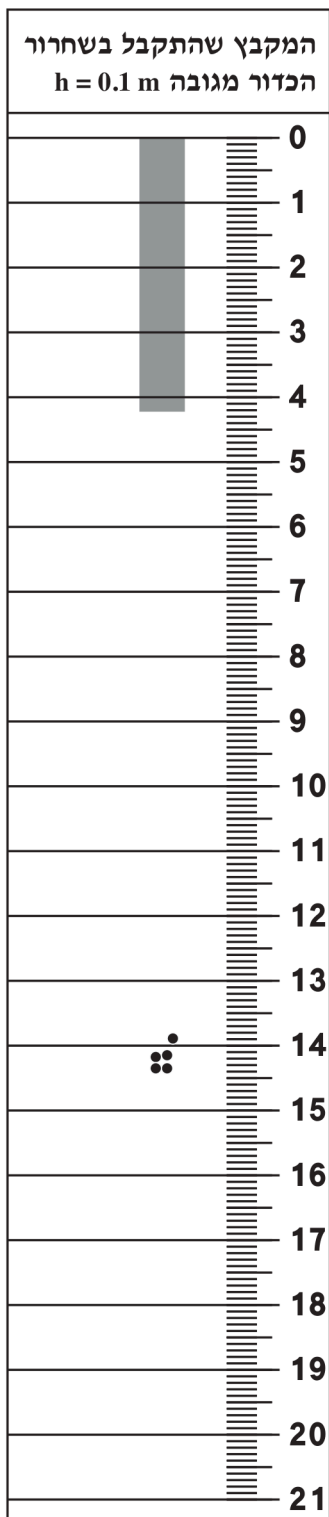
כתבו את ערכי הגובה בעמודה הראשונה של הטבלה.



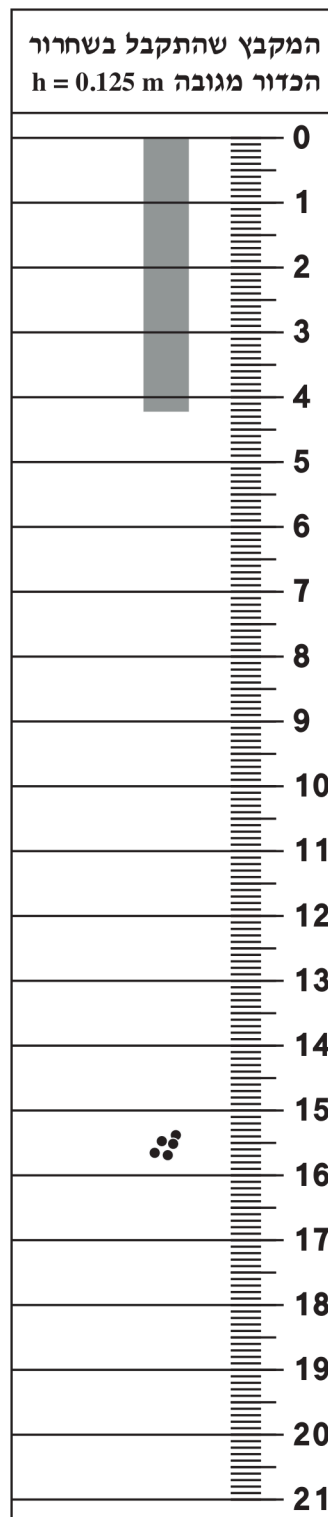
תרשים ו'



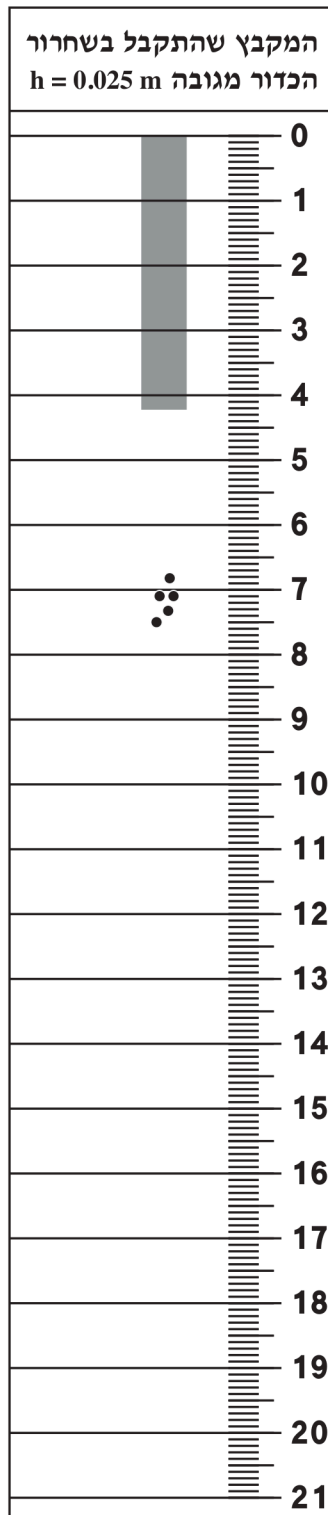
תרשים ה'



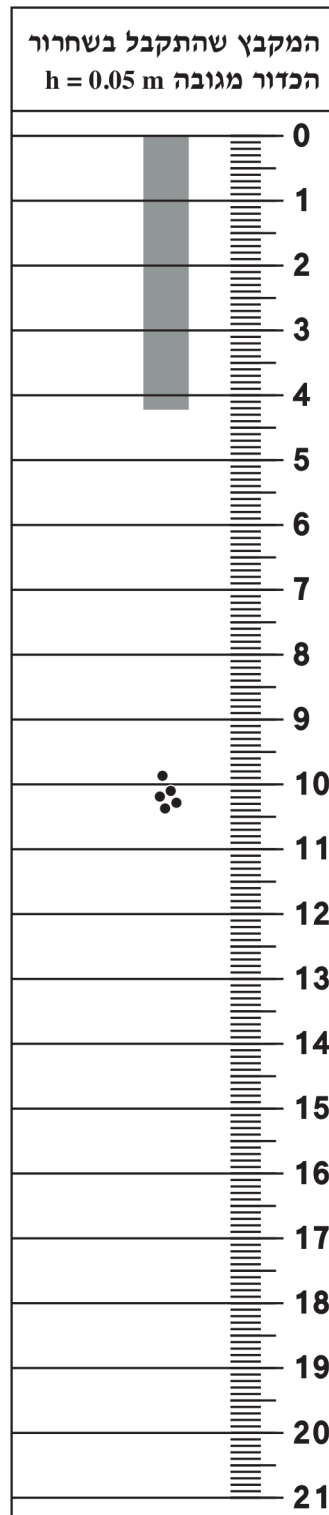
תרשים ח'



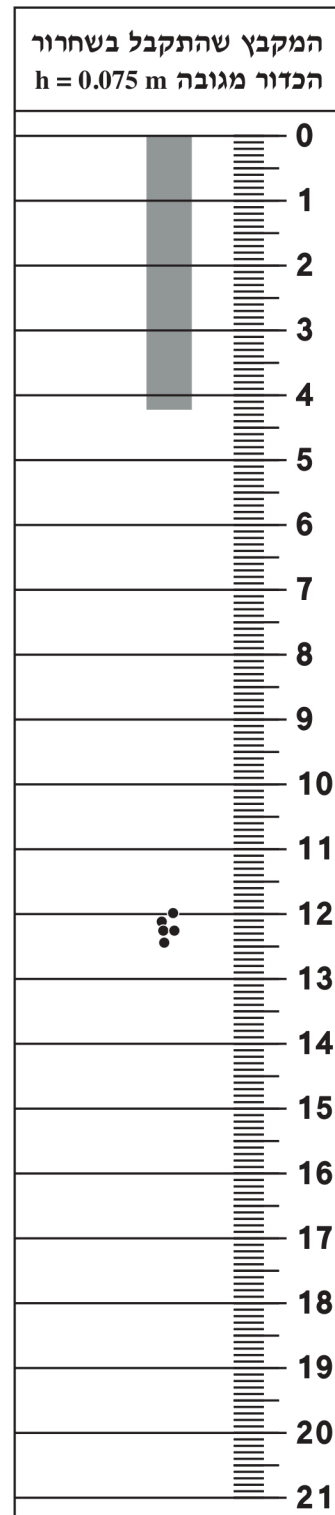
תרשים ז'



תרשים י"א



תרשים י'



תרשים ט'

(2 נקודות)

ב. מה היו לדעתכם השיקולים בבחירת:

(1) מספר הגבהים אשר מהם שוחרר הכדור?

(2) פיזור הגבהים לאורך המסילה?

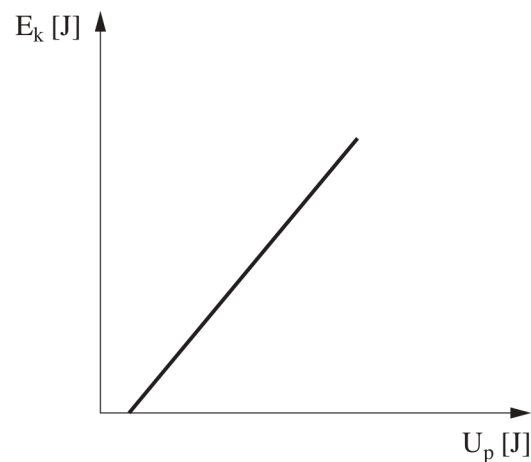
(4 נקודות)

- ג. עבור כל גובה שבחרו לשחרר את הכדור, ביצעו מקבץ של 5 שחרורים. קבעו את הערך x של מרכזו של כל מקבץ, ורשמו את הערכים בעמודה המתאימה בטבלה. **הערה:** יש לקבוע את ערכי x על-פי סרגל הנייר, ולא על-פי מדידה בסרגל שברשותכם. (4 נקודות)
- ד. השלימו את שאר העמודות בטבלה. (12 נקודות)
6. א. סרטטו על הנייר המילימטרי (שבעמוד הבא) דיאגרמת פיזור של האנרגייה הקינטית הכוללת, E_k , כפונקצייה של האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית, U_p , על פי התוצאות שכתבתם בטבלה. **הערה:** בשאלה הזאת אתם רשאים להשתמש גם בגיליון אלקטרוני. אם השתמשתם בו, הדביקו את מדבקת הנבחן שלכם גם על תדפיס המחשב, וצרפו אותו לשאלון. (11 נקודות)
- ב. העבירו קו מגמה בדיאגרמת הפיזור שסרטטתם (הקו הישר המתאים לה ביותר). (3 נקודות)
7. א. **אם הגרף סורטט באופן ידני:** חשבו את שיפוע הקו, והסבירו את החישובים. **אם הגרף התקבל באמצעות הגיליון האלקטרוני:** רשמו את משוואת הישר שהתקבלה, ומצאו באמצעותה את ערך נקודת החיתוך עם הציר האופקי. (5 נקודות)
- ב. מה אמור להיות גודלו של שיפוע הקו, בהנחה שהאנרגייה המכנית נשמרת? הסבירו את תשובתכם. (6 נקודות)
- ג. על פי שיפוע הקו, האם האנרגייה המכנית של הכדור נשמרת כאשר הוא נע מקצה לקצה של מסילת השיגור? הסבירו את תשובתכם. (6 נקודות)
8. בשאלה זו השתמשו בנתונים של השורה הראשונה בטבלה ($h = 0.2 \text{ m}$)
- א. חשבו את היחס בין האנרגייה הקינטית הכוללת ובין האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית. (4 נקודות)

- ב. כיצד נכון יותר לקבוע אם קיים שימור אנרגייה בתנועת הכדור במסילת השיגור – על סמך שיפוע הקו (שאלה 7) או על סמך היחס בין האנרגייה הקינטית הכוללת לבין האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית (שאלה 8 סעיף א')? נמקו את תשובתכם.
(בתשובתכם התייחסו להבדל בין מסקנה הנובעת ממדידה בודדת ובין המסקנה המתקבלת משיפוע הקו).
(6 נקודות)

9. תלמידה שביצעה את הניסוי קיבלה את הגרף שלהלן, שמשוואת הישר שלו היא:

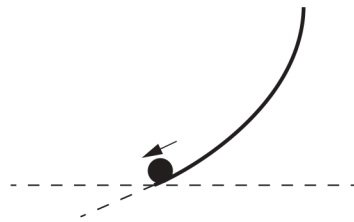
$$y = 0.8x - 0.003$$



תרשים לשאלה 9

- א. מהי המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האופקי? נמקו את תשובתכם.
(2 נקודות)
- ב. מהי המשמעות הפיזיקלית של נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האנכי? נמקו את תשובתכם.
(1 נקודות)
- ג. חשבו, מתוך משוואת הישר שקיבלה התלמידה, את הגובה המרבי שממנו יש לשחרר את הכדור, והכדור יגיע לקצה תחתית המסילה ללא אנרגייה קינטית.
(3 נקודות)

10. נניח שתלמיד ביצע את הניסוי והבחין בשיפוע כלפי מטה, שמתחיל בקצה המסילה, במקום שבו הכדור עוזב את המסילה.



תרשים לשאלה 10

ענו על הסעיפים א'-ג', ותנו דעתכם על השאלה מה יקרה במצב זה (של שיפוע בתחתית המסילה), לעומת המצב שבו תחתית המסילה מקבילה לשולחן.

- א. האם עקב זאת המרחק האופקי, x , של הכדור יגדל, יקטן או לא ישתנה?
נמקו את תשובתכם.
(2 נקודות)
- ב. האם עקב זאת האנרגייה הקינטית הכוללת הנמדדת תגדל, תקטן או לא תשתנה?
נמקו את תשובתכם.
(2 נקודות)
- ג. האם עקב זאת שיפוע הגרף של האנרגייה הקינטית הכוללת הנמדדת כפונקצייה של האנרגייה הפוטנציאלית הכובדית יגדל, יקטן או לא ישתנה? נמקו את תשובתכם.
(2 נקודות)

כל הבגרויות בפיזיקה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/physics