

# תשובות סופיות לחלק מהבגרות נמצאות בסוף הקובץ

מדינת ישראל  
משרד החינוך

סוג הבחינה: בגרות  
מועד הבחינה: קיץ תשפ"ג, 2023  
מספר השאלון: 36361  
נספח: דפי נוסחאות ונתונים ל-5 יחידות לימוד

## פיזיקה מכניקה הוראות

א. משך הבחינה: שעותיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד.

לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.  
(2) דפי נוסחאות ונתונים (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 והסעיף שבחרתם.

(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 המדידה.

(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  $10 \text{ m/s}^2$  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!**

/המשך מעבר לדף/

## השאלות

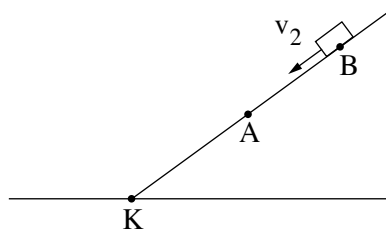
ענו על שלוש מן השאלות 1-6.

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

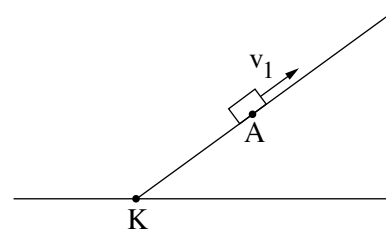
1. עורכים שני ניסויים באמצעות גוף קטן ומישור משופע חלק. תחתית המישור המשופע מסומנת באות K, כמתואר בתרשים 1 שלפניכם.

בניסוי הראשון הגוף מוחזק במנוחה בנקודה A על המישור המשופע. ברגע מסוים מקנים לגוף מהירות התחלתית שגודלה  $v_1$  בכיוון מעלה המישור (ראו תרשים 1 – ניסוי ראשון).

בניסוי השני הגוף מוחזק במנוחה בנקודה B על המישור המשופע. ברגע מסוים מקנים לגוף מהירות התחלתית שגודלה  $v_2$  בכיוון מורד המישור (ראו תרשים 1 – ניסוי שני).



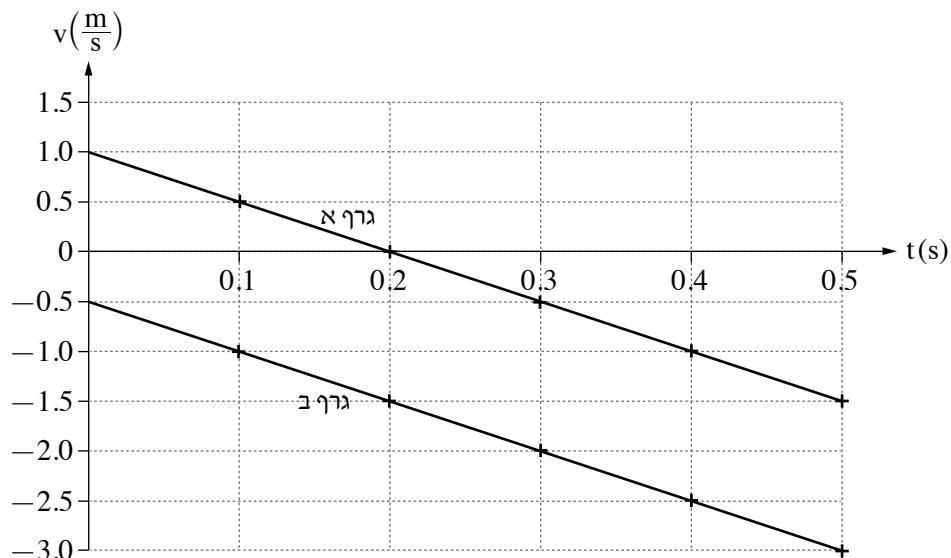
תרשים 1 – ניסוי שני



תרשים 1 – ניסוי ראשון

הגרפים א-ב בתרשים 2 שלפניכם מתארים את מהירות הגוף בכל אחד מן הניסויים במשך חצי השנייה הראשונה של התנועה.  $t = 0$  הוא רגע תחילת התנועה של הגוף בכל אחד משני הניסויים.

מהירות הגוף בשני הניסויים כפונקצייה של הזמן



תרשים 2

א. קבעו אם הכיוון החיובי של המהירות נקבע במעלה המישור המשופע או במורדו. נמקו את קביעתכם. (6 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

בניסוי הראשון הגיע הגוף לנקודה K (הנקודה התחתונה של המישור המשופע), ברגע  $t = 0.5s$ .

ב. חשבו את המרחק בין הנקודה הגבוהה ביותר שאליה הגיע הגוף בניסוי הראשון לבין הנקודה K. (7 נקודות)

ג. חשבו את המרחק AK. (7 נקודות)

בניסוי השני הגיע הגוף לנקודה K ברגע  $t = 0.62s$ .

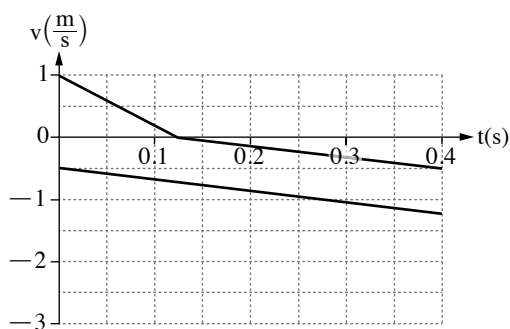
ד. חשבו את AB (המרחק בין מיקומי הגוף ברגע תחילת התנועה בכל אחד משני הניסויים). (8 נקודות)

חוזרים על שני הניסויים במערכת דומה לזו המתוארת בתרשים 1, אך הפעם יש חיכוך בין הגוף ובין המישור המשופע.

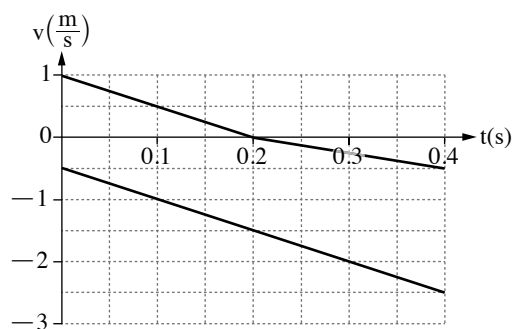
אחד מן התרשימים א-ד שלפניכם מתאר נכון את מהירות הגוף בשני הניסויים האלה כפונקציה של הזמן עבור חלק מזמן התנועה.

ה. קבעו איזה מן התרשימים א-ד מתאר נכון את תנועת הגוף בשני הניסויים הנוספים בהשפעת החיכוך. נמקו את קביעתכם.

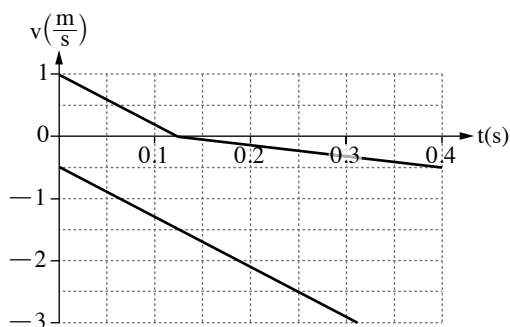
( $5\frac{1}{3}$  נקודות)



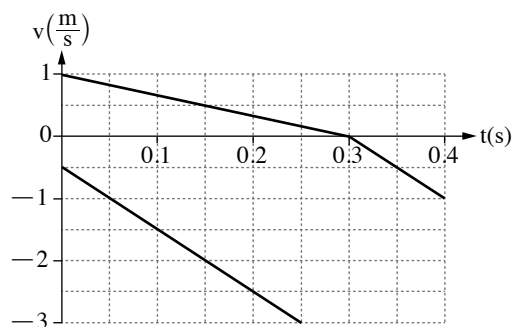
תרשים ב



תרשים א



תרשים ד



תרשים ג

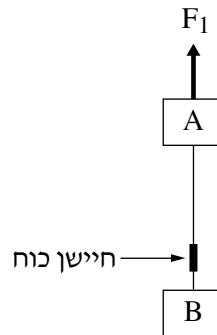
2. שני גופים, A ו- B, שהמסות שלהם  $m_A$  ו-  $m_B$  בהתאמה, קשורים זה לזה בחוט, כמתואר בתרשים 1 שלפניכם.

גוף A נמשך אנכית כלפי מעלה על ידי כוח חיצוני  $F_1$  שגודלו יכול להשתנות.

על החוט המחובר את שני הגופים מותקן חיישן כוח המודד את המתיחות בחוט.

בכל השאלה יש להניח כי מסת החוט, מסת החיישן וכוחות החיכוך הפועלים על הגופים זניחים.

הכיוון החיובי של הציר האנכי מוגדר כלפי מעלה.



תרשים 1

א. סרטטו את תרשימים הכוחות הפועלים על הגוף A ואת תרשימים הכוחות הפועלים על הגוף B.

ליד כל כוח ציינו את שמו ומה מפעיל אותו (עבור הכוח  $F_1$  רשמו "כוח חיצוני"). (4 נקודות)

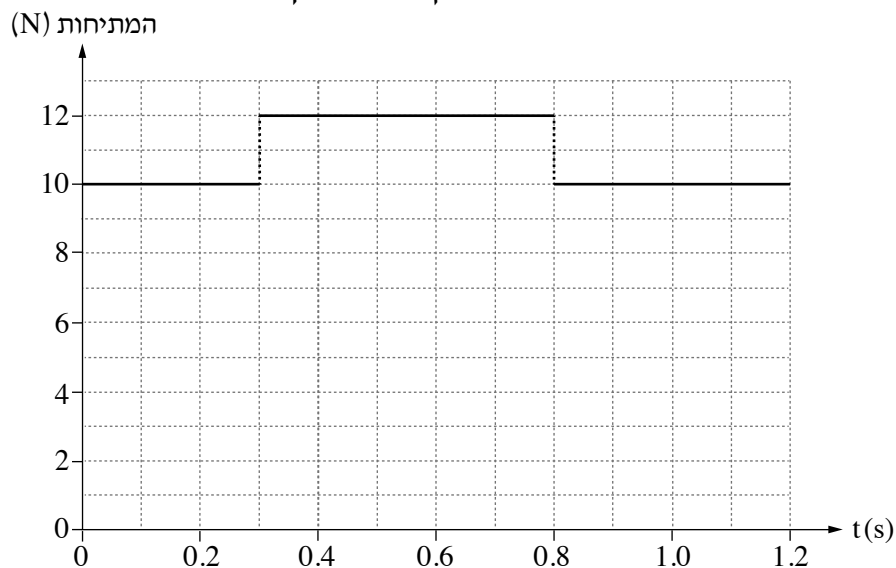
ב. רשמו את משוואת הכוחות עבור כל אחד משני הגופים, ופתחו באמצעותן ביטוי לתאוצת המערכת כתלות

בפרמטרים  $m_B$ ,  $m_A$ ,  $F_1$  וקבועים פיזיקליים ידועים. (6 נקודות)

לפניכם גרף המתאר את המתיחות שנמדדה על ידי החיישן, כפונקצייה של הזמן, מן הרגע  $t = 0$  ועד  $t = 1.2\text{s}$ . להזכירכם,

גודל הכוח  $F_1$  אינו בהכרח קבוע בזמן.

המתיחות כפונקצייה של הזמן



(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)



נתון כי עד לרגע  $t = 0.3s$  הייתה המערכת במנוחה. מסת הגוף A היא  $m_A = 3 \text{ kg}$ .

ג. היעזרו בגרף וחשבו את  $m_B$ , המסה של גוף B. (5 נקודות)

ד. היעזרו בגרף וחשבו את גודל הכוח החיצוני  $F_1$  בכל אחד משלושת פרקי הזמן המתוארים בגרף:  $0 < t < 0.3s$ ,

$0.3s < t < 0.8s$ ,  $0.8s < t < 1.2s$ . (8 נקודות)

ה. קבעו בעבור כל אחד משני פרקי הזמן  $0.3s < t < 0.8s$  ו-  $0.8s < t < 1.2s$ , מהו סוג התנועה (מנוחה / תנועה קצובה /

תנועה בתאוצה). הסבירו את קביעותיכם. (6 נקודות)

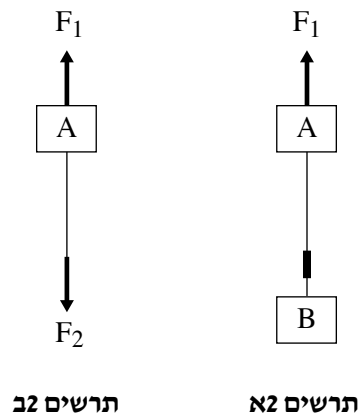
לאחר ביצוע המדידות האלה, ערכו באמצעות המערכת שני ניסויים:

בניסוי הראשון הפעילו על המערכת כוח  $F_1$  מסוים ומצאו כי תאוצת המערכת היא  $a_1 \neq 0$  כלפי מעלה (ראו תרשים א2).

בניסוי השני ניתקו את גוף B ואת חיישן הכוח מן החוט, והפעילו על קצהו התחתון של גוף A כוח  $F_2$  אנכית כלפי מטה,

נוסף על הכוח  $F_1$  הזה לזה שבניסוי הראשון (ראו תרשים ב2).

מדדו ומצאו כי גם בניסוי השני הייתה התאוצה  $a_1$  (כלפי מעלה).



ו. קבעו מהו ההיגד הנכון מבין ההיגדים 1-4 שלפניכם, ונמקו את קביעתכם. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)

1.  $F_2 < m_B g$

2.  $F_2 = m_B g$

3.  $F_2 > m_B g$

4. אי אפשר לקבוע את הקשר בין  $F_2$  ו-  $m_B g$  מן הנתונים.

3.

רחפן צעצוע מסוגל לשחרר כדורים קטנים תוך כדי תנועתו באוויר.

הרחפן נע אופקית בגובה 6 מטרים מעל קרקע מישורית במהירות שגודלה  $3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ושחרר שלושה כדורים, בזה אחר זה.

הזמן בין שחרור כדור לשחרור הכדור הבא אחריו היה 0.5s.

בשאלה זו יש להזניח את התנגדות האוויר לתנועת הכדורים.

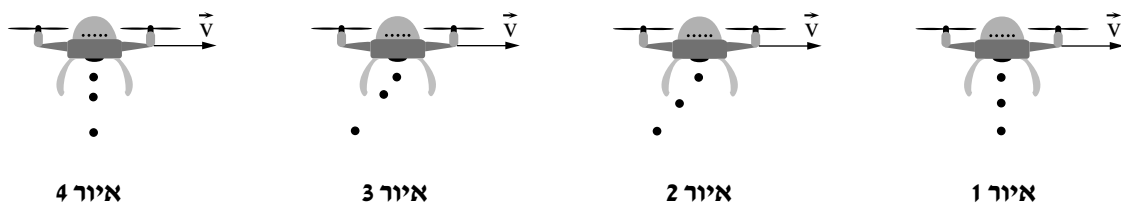
א. חשבו כמה זמן עבר מרגע השחרור של אחד הכדורים ועד לרגע פגיעתו בקרקע. (7 נקודות)

ב. חשבו את מהירות הפגיעה של הכדור בקרקע (גודל וכיוון). (9 נקודות)

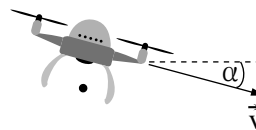
ג. קבעו מהו המרחק בין נקודות הפגיעה בקרקע של שני כדורים ששחררו זה אחר זה. פרטו את שיקוליכם. (7 נקודות)

ד. קבעו איזה מן האירועים 1–4 שלפניכם מתאר בצורה הטובה ביותר את מיקומי הרחפן והכדורים לאחר שחרור

הכדור השלישי. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)



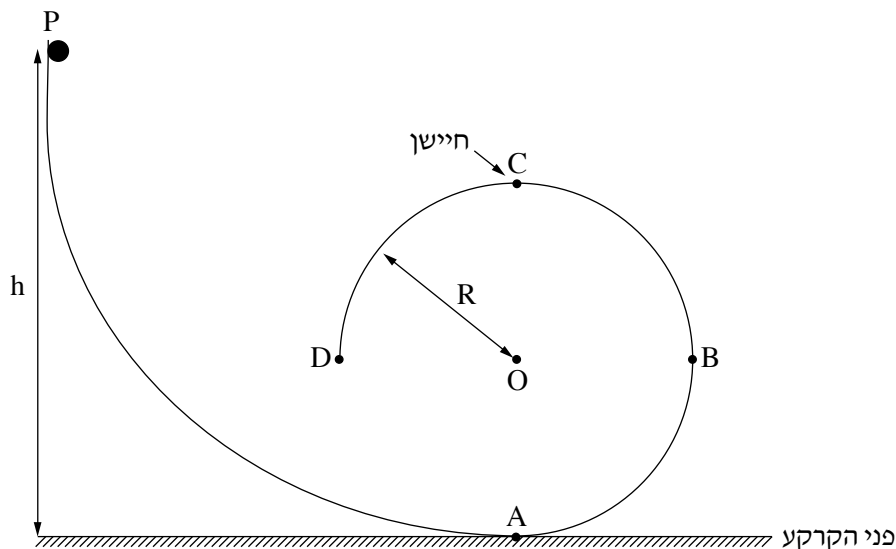
במקרה שני הרחפן נע במהירות שגודלה זהה לגודל הנתון במקרה הראשון, אך הפעם הוא לא נע אופקית אלא בזווית  $\alpha$  מתחת לאופק (ראו תרשים). גם במקרה זה שחרר הרחפן כדור מגובה 6 מטר מעל פני הקרקע.



יוסף טוען כי במקרה השני, גודל מהירות הפגיעה של הכדור בקרקע גדול מגודל מהירות פגיעתו במקרה הראשון, ואילו דנה טוענת כי בשני המקרים גודל מהירות הפגיעה זהה.

ה. קבעו מי מהם צודק ונמקו את תשובתכם. תוכלו להיעזר בשיקולי אנרגייה. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)

4. בתרשים שלפניכם מוצגת מערכת המורכבת ממסילה חלקה PABCD. קטע המסילה ABCD הוא חלק ממעגל אנכי שרדיוסו R. בנקודה C, הנקודה הגבוהה ביותר במסילה, יש חיישן, וברגע שמופעל עליו כוח שגודלו לפחות  $N_{C, \min}$  נסגר מעגל חשמלי שמדליק נורה. בשאלה זו יש להזניח את התנגדות האוויר.



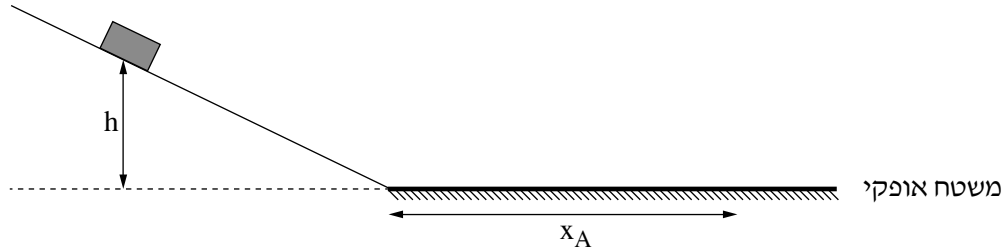
- מחזיקים כדור קטן שמסתו m על המסילה בגובה h מעל פני הקרקע, ומשחררים אותו ממנוחה. הכדור נע על המסילה וברגע שהוא מגיע לנקודה C החיישן מציג את ערך הכוח המופעל עליו,  $N_C$ .
- א. (1) סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על הכדור בחולפו בנקודה C. ליד כל כוח ציינו את שמו ומה מפעיל אותו.
- (2) בטאו את גודל הכוח  $N_C$  המופעל על החיישן כפונקצייה של הגובה h. השתמשו בפרמטרים  $g$ ,  $R$ ,  $m$ .
- (9 נקודות)
- חוזרים ומשחררים את הכדור ממנוחה כמה פעמים, בכל פעם מגובה h אחר, ורושמים את ערכי הכוח שמציג החיישן,  $N_C$ . תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם.

|          |      |      |      |      |      |
|----------|------|------|------|------|------|
| h(m)     | 0.6  | 0.8  | 1.0  | 1.2  | 1.4  |
| $N_C(N)$ | 0.20 | 0.55 | 0.75 | 0.95 | 1.20 |

- ב. (1) סרטטו את דיאגרמת הפיזור של הכוח  $N_C$  כפונקצייה של הגובה h.
- (2) הוסיפו קו מגמה לדיאגרמת הפיזור שסרטטתם.
- (8 נקודות)
- ג. היעזרו בגרף וחשבו את רדיוס המעגל R ואת מסת הכדור m. (8 נקודות)
- נתון: הכוח המינימלי שצריך להפעיל על החיישן כדי שהנורה תידלק הוא  $N_{C, \min} = 0.6N$ .
- ד. קבעו או חשבו את הגובה המינימלי  $h_{\min}$  שממנו יש לשחרר את הכדור כדי שהנורה תידלק. (4 נקודות)
- מסמנים ב-  $h_1$  את שיעור ה- x של נקודת החיתוך בין קו המגמה לבין הציר האופקי.
- ה. אילו היו משחררים את הכדור מגובה  $h_1$ , האם גודל מהירות הכדור בנקודה C היה שווה לאפס? אם כן – נמקו את תשובתכם, אם לא – חשבו את גודל המהירות של הכדור בנקודה זו. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)

5.

בתרשים 1 שלפניכם מתוארת מערכת המורכבת ממישור משופע חלק וממשטח אופקי מחוספס. משחררים ממנוחה גוף מנקודה כלשהי על גבי המישור המשופע. הגוף נע במורד המישור ונעצר על גבי המשטח האופקי. בשאלה זו יש להזניח את התנגדות האוויר.



תרשים 1

- א. (1) קבעו אם האנרגייה המכנית של הגוף נשמרת בכל אחד משני קטעי התנועה (המישור המשופע והמשטח האופקי). נמקו את קביעותיכם.
- (2) קבעו אם תנע הגוף נשמר בכל אחד משני קטעי התנועה (המישור המשופע והמשטח האופקי). נמקו את קביעותיכם. (6 נקודות)

נתונים שני גופים: גוף A שמסתו  $m_A = 0.4\text{kg}$  וגוף B שמסתו  $m_B = 1.2\text{kg}$ . נתון כי מקדם החיכוך בין כל אחד מן הגופים לבין המשטח האופקי הוא זהה.

משחררים את גוף A מגובה  $h = 0.6\text{m}$ . הגוף נעצר על המשטח האופקי לאחר שעבר על גביו מרחק  $x_A = 1.5\text{m}$ .

ב. חשבו את מקדם החיכוך בין המשטח האופקי לבין הגוף A. (8 נקודות)

ג. אילו היו משחררים את גוף B מאותו הגובה, האם המרחק שהוא היה עובר על פני המשטח האופקי היה גדול מ- $x_A$ , שווה לו או קטן ממנו? נמקו את תשובתכם. (6 נקודות)

משאירים את גוף A על המשטח האופקי ומשחררים את גוף B מנקודה כלשהי על המישור המשופע. גוף B מתנגש בגוף A התנגשות אלסטית לחלוטין. גודל המהירות של גוף B רגע לפני ההתנגשות הוא  $4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

הניחו כי זמן ההתנגשות קצר מאוד וכי הכיוון החיובי נקבע בכיוון ימין.

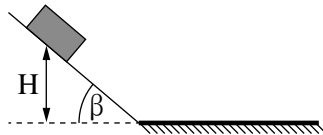
ד. מהו המתקף (גודל וכיוון) שפעל על גוף B בהתנגשות זו? (8 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

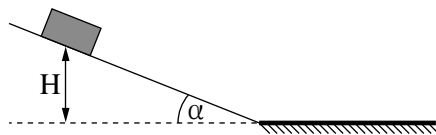
במקרה אחר משחררים את גוף A פעמיים:

בפעם הראשונה משחררים את גוף A ממנוחה מגובה מסוים H במעלה המישור המשופע כעת בזווית  $\alpha$  (ראו תרשים א2).  
בפעם השנייה מגדילים את זווית הנטייה של המישור המשופע לזווית  $\beta$ , ומשחררים את גוף A ממנוחה מאותו הגובה H כמו  
בפעם הראשונה (ראו תרשים ב2).

בשתי הפעמים הגוף נע על המסלול בלי להתנגש בגופים אחרים.



תרשים ב2



תרשים א2

נסמן ב-  $J_1$  את גודל המתקף שפעל על הגוף מרגע תחילת התנועה ועד תחתית המישור המשופע בפעם הראשונה.

נסמן ב-  $J_2$  את גודל המתקף שפעל על הגוף מרגע תחילת התנועה ועד תחתית המישור המשופע בפעם השנייה.

ה. קבעו מהו הביטוי הנכון מבין הביטויים 1–4 שלפניכם. נמקו את קביעתכם. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)

1.  $J_1 > J_2$

2.  $J_1 = J_2$

3.  $J_1 < J_2$

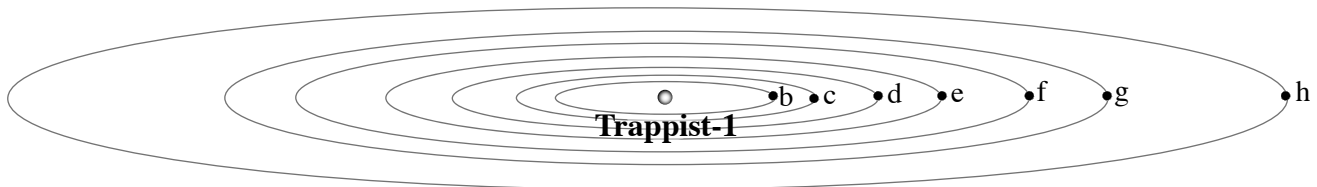
4. אי אפשר לדעת איזה מתקף גדול יותר ללא ערכים מספריים של הזוויות.

6. בשנים 2016–2017 התגלו שבעה כוכבי לכת המקיפים כוכב ננסי בשם Trappist-1 ודומים בגודלם לגודל כדור הארץ.

נכנה את כוכבי הלכת שהתגלו  $b, c, d, e, f, g, h$ . כוכב הלכת  $b$  הוא הקרוב ביותר לכוכב הננסי Trappist-1 ו- $h$  הוא הרחוק ביותר ממנו.

לצורך החישובים בשאלה יש להניח שהמסלולים של כוכבי הלכת מעגליים וכי ההשפעה של שבעת כוכבי הלכת זה על זה זניחה.

### מערכת TRAPPIST-1



בטבלה שלפניכם מוצגים חלק מן הנתונים של רדיוס המסלול ושל זמן המחזור עבור שלושת כוכבי הלכת הקרובים ביותר לכוכב Trappist-1.

| כוכב הלכת | רדיוס מסלול $r$<br>( $10^9 \text{ m}$ ) | זמן מחזור $T$<br>(ימים) |
|-----------|---|-------------------------|
| b         | 1.73                                    | 1.51                    |
| c         | 2.36                                    |                         |
| d         |   | 4.05                    |

א. חשבו את הערכים החסרים בטבלה. (7 נקודות)

איתן, תלמיד במגמת פיזיקה, טוען כי ככל שכוכב הלכת רחוק יותר מן הכוכב הננסי Trappist-1 כך מהירותו גדולה יותר.

ב. האם איתן צודק? נמקו את תשובתכם. (6 נקודות)

ג. (1) בטאו את  $g_b$ , תאוצתו של כוכב הלכת  $b$  הנגרמת על ידי Trappist-1.

השתמשו בפרמטרים  $r, T$  ובקבועים בסיסיים.

(2) האם משקלו של גוף שמסתו  $m$  הנמצא על פני כוכב הלכת  $b$  הוא  $mg_b$ ? נמקו את תשובתכם.

(8 נקודות)

ד. חשבו את מסת הכוכב Trappist-1. (7 נקודות)

נתונות שתי חלליות שהמסות שלהן שוות,  $m_s$ . חללית I מקיפה את השמש שלנו, וחללית II מקיפה את הכוכב Trappist-1, במסלולים מעגליים שהרדיוס שלהם זהה.

תוספת האנרגייה הדרושה לחללית I כדי להימלט מהשפעת הכבידה של השמש שלנו היא  $\Delta E_I$ , ותוספת האנרגייה הדרושה

לחללית II כדי להימלט מהשפעת הכבידה של Trappist-1 היא  $\Delta E_{II}$ .

ה. חשבו את היחס  $\frac{\Delta E_I}{\Delta E_{II}}$ . (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

### בהצלחה!

## פיזיקה

## מכניקה

## הוראות

א. משך הבחינה: שעותיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד.

לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות. (2) דפי נוסחאות ונתונים (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 והסעיף שבחרתם.

(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 סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.

(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, יש לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלתם.

(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.

(5) כאשר אתם 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  $g$ .

(6) בחישובים יש להשתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).

(7) יש לכתוב את התשובות בעט. אם תכתבו בעיפרון או תמחקו בטיפקס, לא תוכלו לערער.

מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.

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.

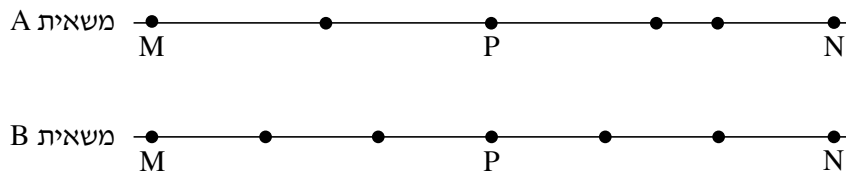
**בהצלחה!**

## השאלות

ענו על שלוש מן השאלות 1-6.

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

1. שתי משאיות A ו-B נכנסות באותו הזמן לשני מסלולים מקבילים זה לזה בקטע כביש ישר. בכל אחת מן המשאיות מותקן מכשיר המחשב בהפרשי זמן שווים את מיקומה (GPS). הנקודות בתרשים שלפניכם מייצגות את מיקומי המשאיות A ו-B, לאורך הקטע MN שאורכו 189 ק"מ. הנקודה P היא האמצע של הקטע MN.



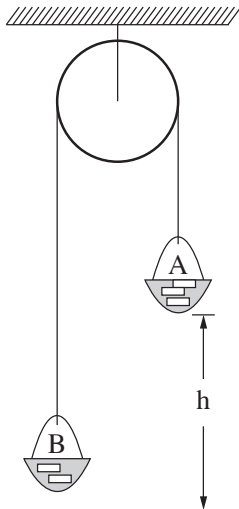
היעזרו בתרשים וענו על הסעיפים א-ה שלפניכם.

- א. נתון כי זמן הנסיעה של משאית B מנקודה M לנקודה N היה 3 שעות. חשבו את מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית זו בקטע MN. בטאו את התשובה ביחידות של  $\frac{\text{קילומטר}}{\text{שעה}}$  וגם של  $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ . (7 נקודות)
- ב. קבעו אם מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית A בקטע MN גדולה ממהירות הנסיעה הממוצעת של משאית B בקטע זה, קטנה ממנה או שווה לה. נמקו בלי לחשב. (7 נקודות)
- ג. חשבו את מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית A במחצית הראשונה של קטע הנסיעה (הקטע MP). (7 נקודות)
- נתון כי גודל מהירות הנסיעה של משאית A בקטע השלישי של נסיעתה קבוע, והוא שווה למהירות הממוצעת שחישבתם בסעיף ג. כמו כן נתון כי גודל מהירות הנסיעה של משאית A בקטע האחרון של נסיעתה קבוע, והוא שווה למהירות הממוצעת של משאית B בקטע האחרון של נסיעתה (ראו תרשים).
- ד. חשבו את התאוצה הממוצעת של משאית A בקטע הרביעי של נסיעתה. (7 נקודות)
- ה. קבעו אם יש רגע שבו המהירות הרגעית של שתי המשאיות שווה. נמקו. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)



2. לפניכם שני קטעים (קטע א וקטע ב) של דוח מעבדה שהגיש צוות תלמידים. עליכם לקרוא כל אחד מן הקטעים ולענות על סעיפי השאלה שאחרי כל קטע.

– קטע א –



נושא הניסוי: יישום החוק השני של ניוטון

בתרשים מוצגת מערכת ("מכונת אטווד") המורכבת מגלגלת מקובעת לתקרה, ועליה כרוך חוט. בשני קצות החוט קשורים סלים A ו-B, ובתוכם מונחות משקולות. מסת הסל A עם המשקולות שבתוכו היא  $m_A$ , ומסת הסל B עם המשקולות שבתוכו היא  $m_B$ . הסלים יכולים לנוע מעלה ומטה. בתחילת הניסוי הסל A (הכבד יותר) נמצא במנוחה בגובה  $h$  מעל הרצפה (ראו תרשים).

במערכת זו מסת החוט והגלגלת וכל כוחות החיכוך זניחים. במהלך הניסוי משחררים את המערכת ממנוחה. באמצעות שעון עצר מודדים את זמן התנועה  $t$  של המערכת מרגע שחרורה ועד פגיעת הסל A ברצפה. על פי מדידת הגובה והזמן מחשבים את התאוצה  $a$  של הסל A.

ניסוי 1

מטרת הניסוי: לאמת את ההשערה שהסל A יורד בתאוצה קבועה.

מהלך הניסוי: שחררנו את הסל A כמה פעמים, בכל פעם מגובה אחר, בלי לשנות את מסות הסלים. אחר כך חישבנו את התאוצה  $a$ . התוצאות והחישובים של שלוש מדידות מוצגים בטבלה.

| $h$ (m) | $t$ (s) | $a$ ( $\frac{m}{s^2}$ ) |
|---------|---------|-------------------------|
| 0.5     | 1.01    | 0.98                    |
| 1.0     | 1.40    | 1.02                    |
| 1.5     | 1.72    | 1.01                    |

- א. הסבירו בקצרה מדוע על פי חוקי ניוטון נכון להניח שהסל A יורד בתאוצה קבועה. בתשובתכם על סעיף זה אין להתבסס על תוצאות המדידות. (5 נקודות)
- ב. הראו כיצד חישבו התלמידים את התאוצה בניסוי זה. (4 נקודות)
- ג. קבעו אם הממצאים המוצגים בטבלה אכן מאמתים את ההשערה שהסל A יורד בתאוצה קבועה. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

– קטע ב –

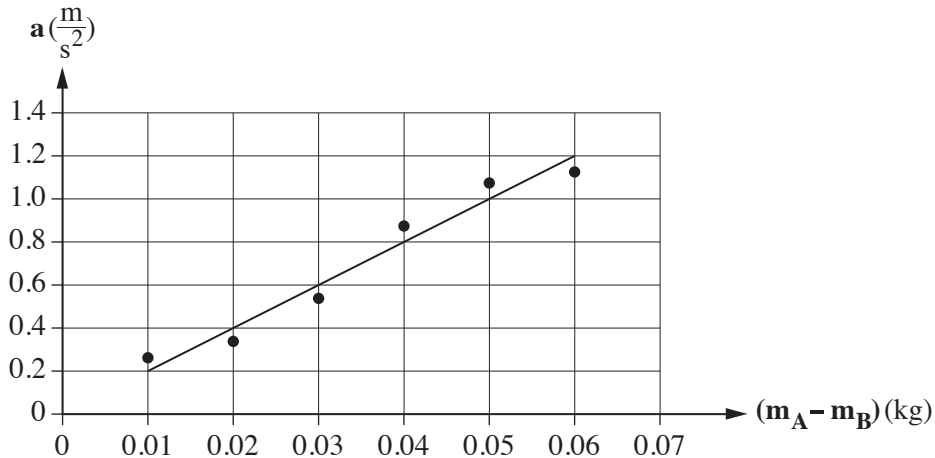
ניסוי 2

מטרת הניסוי: בדיקת התלות של התאוצה בהפרש המסות של הסלים, בעוד המסה הכוללת של המערכת

נשארת קבועה.

מהלך הניסוי: חזרנו על המדידות שבניסוי 1 כמה פעמים, ובכל פעם העברנו משקולת מן הסל B לסל A.

תוצאות המדידות וקו המגמה מוצגים להלן.



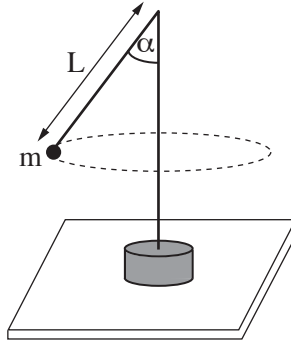
ד. סרטטו במחברתכם את תרשימים הכוחות הפועלים על כל אחד מן הסלים. כתבו ליד כל כוח את שמו. (5 נקודות)

ה. התבססו על חוקי ניוטון, ופתחו משוואה המקשרת בין התאוצה ובין הפרש המסות של הסלים. (8 נקודות)

ו. על פי הגרף שבקטע ב והמשוואה שפיתחתם בסעיף ה, חשבו את המסה הכוללת ( $m_A + m_B$ ) של הסלים

במערכת. פרטו את חישוביכם. ( $6\frac{1}{3}$  נקודות)

3. אסף ערך ניסוי עם מנוע חשמלי שיש לו ציר אנכי. הוא חיבר לראש הציר חוט שאורכו  $L$ , ולקצה החוט קשר כדור קטן שהמסה שלו  $m$ . רדיוס הכדור קטן מאוד ביחס לאורך החוט. כאשר המנוע פועל, הכדור נע בתנועה מעגלית אופקית (ראו תרשים). אסף שינה כמה פעמים את תדירות הסיבוב  $f$  של הציר, ומדד בעבור כל תדירות את זווית הנטייה  $\alpha$  של החוט.



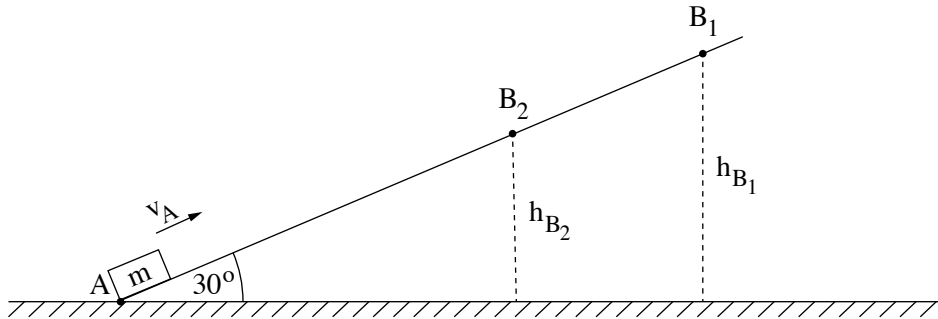
תוצאות המדידות מוצגות בטבלה.

| מדידה                        | 1    | 2   | 3   | 4   | 5  |
|------------------------------|------|-----|-----|-----|----|
| $f(\text{Hz})$               | 0.45 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 1  |
| $\alpha(^{\circ})$           | 32   | 45  | 63  | 70  | 80 |
| $\frac{1}{f^2} (\text{s}^2)$ |      |     |     |     |    |
| $\cos \alpha$                |      |     |     |     |    |

- א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על הכדור, ופתחו בעזרתו ביטוי המתאר את  $\cos \alpha$  כפונקצייה של  $\frac{1}{f^2}$ . (10 נקודות)
- ב. העתיקו את הטבלה למחברתכם, השלימו אותה (יש לעגל את תוצאות החישוב עד שלוש ספרות משמעותיות), וסרטטו גרף של  $\cos \alpha$  כפונקצייה של  $\frac{1}{f^2}$ . (14 נקודות)
- ג. חשבו בעזרת שיפוע הגרף את אורך החוט,  $L$ . (6 נקודות)
- ד. קבעו על פי הגרף מהי התדירות המינימלית של סיבוב הציר שבה ינוע הכדור בתנועה מעגלית.  $(\frac{1}{3})$  (3 נקודות)

4. תלמיד ערך שני ניסויים בזה אחר זה. בכל אחד מן הניסויים, גוף קטן שמסתו  $m$  היה מונח בנקודה A, בתחתית מדרון הנטוי בזווית  $30^\circ$  לאופק.

בניסוי הראשון העניק התלמיד לגוף מהירות התחלתית  $v_A$ , בכיוון מעלה המדרון ובמקביל אליו (ראו תרשים 1).



תרשים 1

הגוף עלה עד הנקודה  $B_1$ , נעצר לרגע, וירד חזרה לנקודה A. הגוף הגיע לנקודה A במהירות שגודלה  $v_{A_1}$ .

נתון:  $|v_A| = |v_{A_1}|$ , גובה הנקודה  $B_1$  מעל הקרקע  $h_{B_1} = 0.45m$ .

א. התבססו על שיקולי עבודה ואנרגיה, וחשבו את המהירות  $v_A$ . (7 נקודות)

בניסוי השני החליף התלמיד את המדרון הנתון במדרון הנטוי באותה זווית אך עשוי מחומר אחר, וחזר על הניסוי.

התלמיד העניק לאותו הגוף את אותה המהירות  $v_A$  (שחישבתם בסעיף א). הפעם עלה הגוף רק עד הנקודה  $B_2$ ,

נעצר לרגע, וירד חזרה לנקודה A. הגוף הגיע לנקודה A במהירות שגודלה  $v_{A_2}$ .

נתון: מסת הגוף  $m = 0.2\text{kg}$ , גובה הנקודה  $B_2$  מעל הקרקע  $h_{B_2} = 0.3m$ ,  $|v_A| \neq |v_{A_2}|$ .

התייחסו לניסוי השני וענו על סעיפים ב-ד שלפניכם.

ב. (1) קבעו או חשבו את האנרגייה הקינטית ואת האנרגייה הפוטנציאלית בנקודות A ו-  $B_2$  במהלך עליית הגוף.

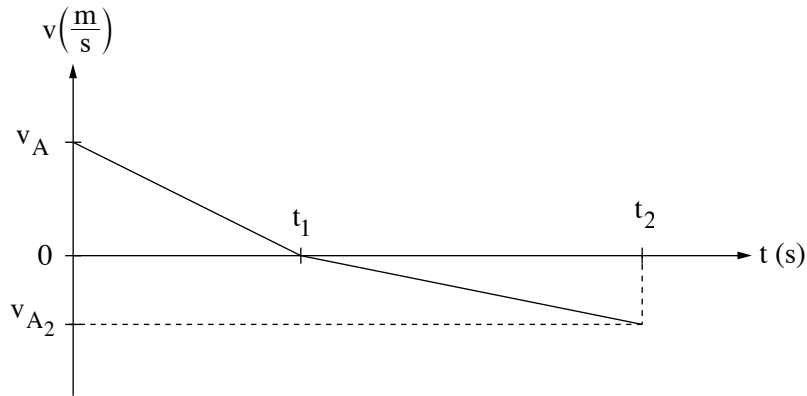
(2) חשבו את העבודה של כוח החיכוך במהלך עליית הגוף מהנקודה A עד הנקודה  $B_2$ .

(3) חשבו את כוח החיכוך  $f$  שפעל על הגוף במהלך עלייתו.

(12 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ג. בתרשים 2 נתון גרף המתאר את גודל מהירות הגוף כפונקצייה של הזמן בכל מהלך תנועתו.



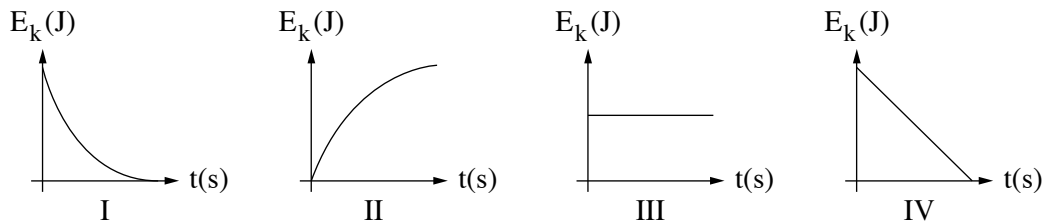
תרשים 2

(1) קבעו איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין הגרף ובין הציר האופקי (ציר הזמן).

(2) התבססו על תשובתכם על תת-סעיף (1), וחשבו את הזמן  $t_1$  המוצג בגרף.  
( $8\frac{1}{3}$  נקודות)

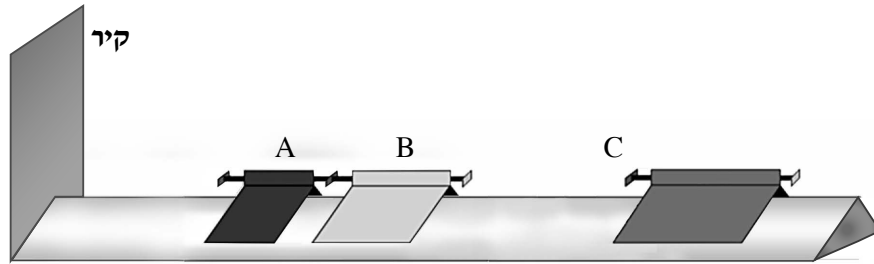
ד. קבעו איזה גרף מן הגרפים IV-I שלפניכם מתאר נכון את תלות האנרגייה הקינטית של הגוף בזמן, במהלך

עליית הגוף מנקודה A עד הנקודה  $B_2$  בניסוי השני. נמקו את קביעתכם. (6 נקודות)



תרשים 3

5. בתרשים 1 שלפניכם מוצגת מסילה חלקה, ועליה שלושה גופים A, B ו- C היכולים לנוע על המסילה ללא חיכוך. בקצה המסילה יש קיר.



### תרשים 1

הגופים A ו- B מחוברים זה לזה באמצעות קפיץ דרוך שמסתו זניחה.

$$\text{נתון: } m_A = 0.1 \text{ kg}$$

$$m_B = 0.2 \text{ kg}$$

א. משחררים את הקפיץ, והגופים A ו- B מתחילים לנוע.

(1) מהו תנע המערכת של שני הגופים A ו- B מייד לאחר שחרור הקפיץ? הסבירו.

(2) מייד לאחר שחרור הקפיץ, גוף A נע לכיוון הקיר במהירות שגודלה  $v_A = 0.7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

חשבו את המהירות של גוף B (גודל וכיוון) מייד לאחר שחרור הקפיץ.

( $7\frac{1}{3}$  נקודות)

ב. גוף A מתנגש אלסטית בקיר שבקצה המסילה.

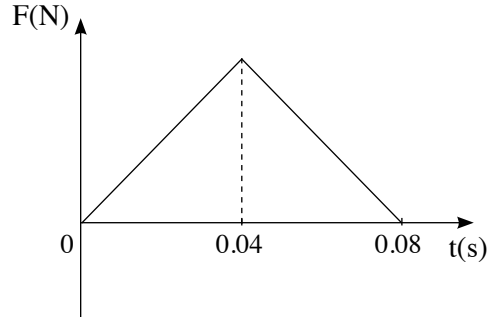
(1) מצאו את המהירות של גוף A (גודל וכיוון) מייד לאחר ההתנגשות בקיר. הסבירו.

(2) חשבו את גודל המתקף שמפעיל הקיר על גוף A, וציינו את כיוונו.

(8 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ג. הגרף שלפניכם מתאר את גודל הכוח שמפעיל הקיר על גוף A, כפונקצייה של הזמן.

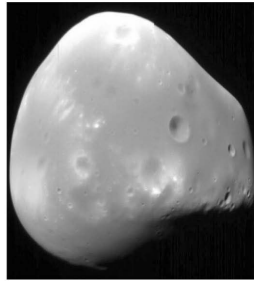


## תרשים 2

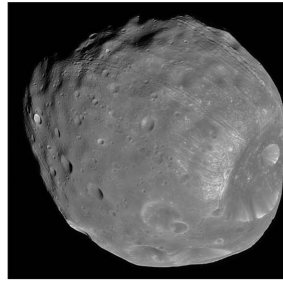
- (1) קבעו איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין הגרף ובין הציר האופקי (ציר הזמן).
  - (2) חשבו בעזרת הגרף את הגודל המרבי של הכוח שהפעיל הקיר על גוף A במהלך ההתנגשות בקיר. (8 נקודות)
- ד. גוף B, שאת מהירותו חישבתם בתת-סעיף א (2), מתנגש בגוף C שמסתו  $m_C = 0.25 \text{ kg}$ , הנע לקראתו במהירות שגודלה  $v_C$ . שני הגופים נצמדים זה אל זה.
- (1) נתון שהאנרגייה הקינטית של שני הגופים יחד אחרי ההתנגשות היא אפס. חשבו את  $v_C$ , המהירות של גוף C לפני ההתנגשות.
  - (2) אם גודל המהירות של גוף C לפני ההתנגשות יהיה קטן מגודל המהירות שחישבתם בתת-סעיף ד (1), לאיזה כיוון ינועו הגופים הצמודים B ו-C? קבעו והסבירו בלי חישוב. (10 נקודות)

## כבידה

6. בשנת 1877 התגלו שני ירחים המקיפים את כוכב הלכת מאדים: פובוס (Phobos) ודימוס (Deimos).



דימוס



פובוס

(מקור: אתר האינטרנט של NASA)

זמן המחזור של פובוס בתנועתו סביב מאדים,  $T_p$ , הוא 0.3189 יממות ארציות, ורדיוס מסלולו הוא  $r_p = 9.377 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

זמן המחזור של דימוס סביב מאדים,  $T_D$ , הוא 1.262 יממות ארציות.

א. (1) חשבו את רדיוס המסלול של דימוס (יש להזניח את השפעת הירחים זה על זה).

(2) נתון: זמן מחזור הירח של כדור הארץ בתנועתו סביב כדור הארץ,  $T_m$ , הוא 27.3 יממות.

האם על פי נתון זה, הנתונים שבפתיח וחוקי קפלר בלבד, אפשר לחשב את רדיוס המסלול של הירח בתנועתו סביב כדור הארץ? אם כן – חשבו אותו; אם לא – הסבירו מדוע אי אפשר לחשב.

(10 נקודות)

הניחו שצורתו של כוכב הלכת מאדים היא כדורית, וצפיפותו אחידה.

ב. חשבו את מסת כוכב הלכת מאדים, על פי נתוני השאלה בלבד. פרטו את חישוביכם. ( $8\frac{1}{3}$  נקודות)

חללית קטנה שמסתה 53 kg נשלחה לחקור את מאדים, והיא ריחפה ללא נוע בגובה 20 m מעל נקודה מסוימת

על פני מאדים. הניחו שכוכב הלכת מאדים אינו מסתובב סביב צירו.

מטאוראיד שמסתו 1.3 kg נע במהירות קבועה שגודלה  $12.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  וכיוונו מקביל לקרקע המאדים, התנגש בחללית וחדר לתוכה.

לאחר ההתנגשות שני הגופים האלה נעו כגוף אחד (נכנה אותו "גוף מורכב") ופגעו בקרקע המאדים.

הרדיוס של כוכב הלכת מאדים הוא  $R = 3.4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

ג. חשבו את גודל המהירות של הגוף המורכב מייד אחרי ההתנגשות. (6 נקודות)

ד. (1) חשבו את גודל תאוצת הכובד סמוך לקרקע המאדים.

(2) כמה זמן אחרי ההתנגשות פגע הגוף המורכב בקרקע המאדים?

(9 נקודות)

## בהצלחה!



## פיזיקה

## מכניקה

## הוראות

א. משך הבחינה: שעותיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד.

לכל שאלה  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות. (2) דפי נוסחאות ונתונים (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 והסעיף שבחרתם.

(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 סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.

(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, יש לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלתם.

(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.

(5) כאשר אתם 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  $g$ .

(6) בחישובים יש להשתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).

(7) יש לכתוב את התשובות בעט. אם תכתבו בעיפרון או תמחקו בטיפקס לא תוכלו לערער.

מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.

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.

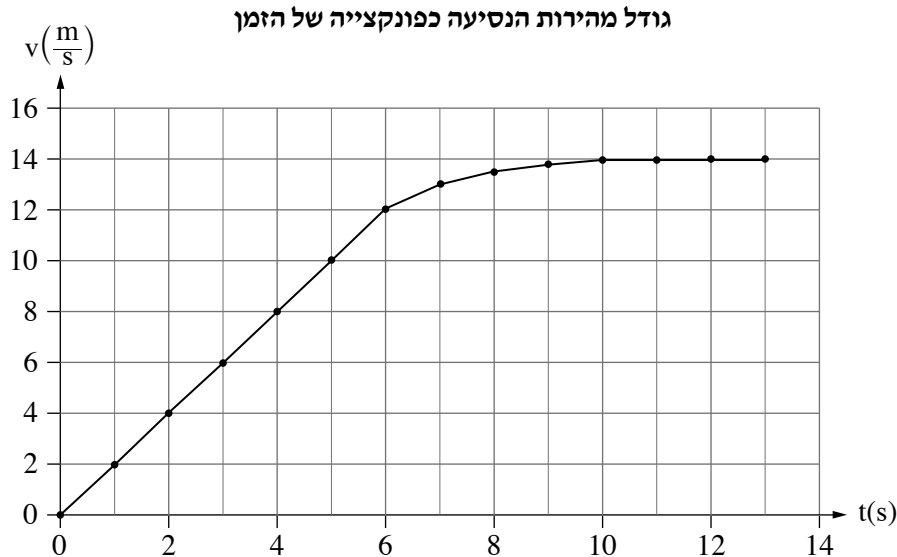
**בהצלחה!**

## השאלות

ענו על שלוש מן השאלות 1-6.

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

1. נהג מכונית התחיל את נסיעתו ממנוחה ונסע לאורך כביש ישר. הגרף שלהלן מתאר את גודל מהירות הנסיעה של המכונית כפונקצייה של הזמן.



- א. קבעו מהו סוג התנועה של המכונית (שוות מהירות, שוות תאוצה, תאוצה משתנה) בכל אחד משלושת השלבים העיקריים של התנועה המוצגים בגרף:  $0 < t < 6s$ ,  $6s < t < 10s$ ,  $10s < t < 13s$ . נמקו את קביעותיכם. (6 נקודות)

יצרני המכונית מצהירים כי אפשר להאיץ את המכונית מ-0 קמ"ש עד 100 קמ"ש ב-2.6 שניות.

- ב. הניחו כי התאוצה שעליה הצהירו היצרנים קבועה, וחשבו פי כמה גדולה תאוצה זו מן התאוצה המקסימלית שבה נסע הנהג. (6 נקודות)

- ג. חשבו בקירוב את המהירות הממוצעת של המכונית ב-13 השניות הראשונות של נסיעתה. (6 נקודות)

המכונית המשיכה לנסוע לאורך כביש ישר במהירות שגודלה  $14 \frac{m}{s}$ . ברגע מסוים הבחין הנהג בכדור המתגלגל לרוחב הכביש ולא רצה לפגוע בו. הזמן שעבר מן הרגע שהוא הבחין בכדור ועד שלחץ על דוושת הבלם (זמן התגובה) הוא 0.75s. גודל תאוצת הבלימה של המכונית הוא  $3.5 \frac{m}{s^2}$ .

- ד. חשבו את משך הזמן שעבר מן הרגע שהנהג לחץ על דוושת הבלם ועד שהמכונית נעצרה. (6 נקודות)

- ה. חשבו את המרחק הכולל שעברה המכונית מן הרגע שהנהג הבחין בכדור ועד שהמכונית נעצרה. (6 נקודות)

בכרזה של הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים נכתב: "10 קמ"ש פחות – פי שניים סיכוי לחיות".

הנהג הבין שכונות הדברים היא שאם יקטינו את גודל המהירות של המכונית ב-10 קמ"ש, מרחק הבלימה שלה יקטן פי שניים. מרחק הבלימה הוא המרחק הקטן ביותר שעוברת המכונית מן הרגע שבו הנהג לוחץ על הבלמים ועד לעצירתה.

- ו. האם הקטנת גודל המהירות של המכונית ב-10 קמ"ש תקטין את מרחק הבלימה שלה פי שניים, ללא תלות

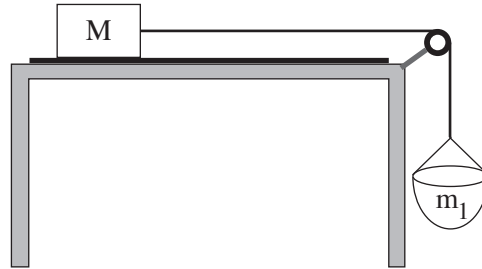
בגודל מהירות הנסיעה? נמקו את תשובתכם. ( $3\frac{1}{3}$  נקודות) /המשך בעמוד 3/

2.

תלמיד ערך שלושה ניסויים באמצעות תיבה שמסתה  $M$ , ומסילה חלקה.

בניסוי הראשון הציב התלמיד את המסילה בכיוון אופקי והניח עליה את התיבה (ראו תרשים 1). הוא החזיק את התיבה במקום וקשר אליה משקולת שמסתה  $m_1$  באמצעות חוט העובר על פני גלגלת. התלמיד שחרר את המערכת ממנוחה. הניחו כי מסת החוט ומסת הגלגלת זניחים, וכי במהלך התנועה המשקולת לא מגיעה לקרקע והתיבה לא מגיעה אל הגלגלת.

נתון כי גודל תאוצת המערכת הוא  $\frac{g}{4}$ .



תרשים 1

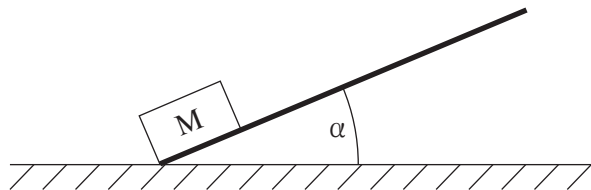
א. סרטטו במחברת את תרשים הכוחות שפעלו על התיבה  $M$ , ואת תרשים הכוחות שפעלו על המשקולת  $m_1$ .

ליד כל כוח רשמו את שמו. (5 נקודות)

ב. בטאו את מסת המשקולת  $m_1$  באמצעות מסת התיבה  $M$ . (6 נקודות)

ג. חשבו את היחס בין גודל המתיחות בחוט כל עוד המערכת הוחזקה במנוחה ובין גודל המתיחות בחוט לאחר שחרור המערכת. (7 נקודות)

בניסוי השני העלה התלמיד קצה אחד של המסילה כך שהמסילה הייתה משופעת בזווית  $\alpha$  ביחס לאופק. הוא הוציא את המשקולת  $m_1$  מן המערכת, הניח את התיבה  $M$  בקצה התחתון של המסילה והדף אותה בכיוון מעלה המסילה המשופעת (ראו תרשים 2). גם בניסוי זה גודל תאוצת התיבה הוא  $\frac{g}{4}$ .



תרשים 2

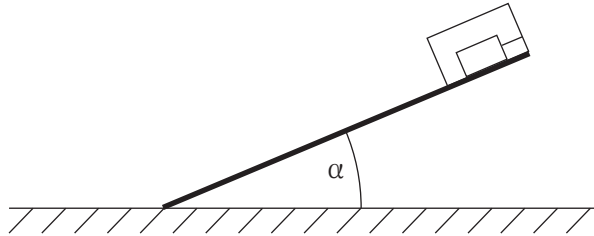
ד. חשבו את  $\alpha$ , זווית השיפוע. (7 נקודות)

לאחר שהתיבה עלתה במעלה המסילה היא נעצרה רגעית, והתחילה לנוע בחזרה במורד המסילה.

ה. קבעו אם גודל תאוצת התיבה ברגע שבו היא נעצרה רגעית שווה לאפס. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

בניסוי השלישי הניח התלמיד גוף בתוך התיבה, וקשר אותו לדופן התיבה באמצעות חוט המקביל למסילה. הוא הניח את התיבה והגוף בתוכה במעלה המסילה ושחרר אותם ממנוחה (ראו תרשים 3).



תרשים 3

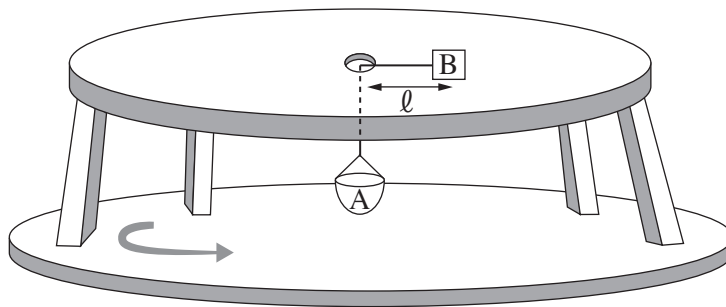
ו. מה היה גודל המתיחות בחוט במהלך ירידתה של התיבה? נמקו את תשובתכם. ( $3\frac{1}{3}$  נקודות)

3.

נתונה מערכת המורכבת משולחן אופקי שבמרכזו יש חור, ושני גופים A ו-B (ראו תרשים). גוף B מונח על השולחן וגוף A הוא סלסלה התלויה מתחת לשולחן, באמצעות חבל העובר דרך החור ומחובר לגוף B. החיכוך בין החבל ובין שפת החור שבשולחן ניתן להזנחה.

המרחק בין גוף B לבין מרכז החור שבשולחן הוא  $\ell$ .

השולחן וגוף B, המונח עליו, מוצבים על משטח המסתובב בתדירות קבועה,  $f$ . מרכז השולחן הוא מרכז הסיבוב. גודל המרחק  $\ell$  ותדירות הסיבוב של המערכת,  $f$ , נשארים קבועים בכל מהלך השאלה.



נתון:  $\ell = 0.4\text{m}$ ,  $m_B = 0.3\text{kg}$ ,  $m_A = 0.1\text{kg}$ .

במצב המתואר לא פועל כוח חיכוך בין גוף B לבין השולחן.

א. התייחסו למצב זה, וסרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על כל אחד משני הגופים. ליד כל כוח רשמו את שמו. (5 נקודות)

ב. חשבו את התדירות  $f$ . (7 נקודות)

במקרה אחר הוסיפו לסלסלה A משקולת שמסתה שווה למסת הסלסלה. המרחק  $\ell$  והתדירות  $f$  לא השתנו. במצב זה פועל כוח חיכוך סטטי בין גוף B לבין השולחן.

ג. מהו גודלו ומהו כיוונו של כוח החיכוך הסטטי הפועל על גוף B? (7 נקודות)

ד. חשבו את מקדם החיכוך הסטטי  $\mu_s$  המינימלי הקיים בין השולחן לגוף B, המאפשר תנועה זו. (6 נקודות)

בלי להוריד את המשקולת שהוסיפו לסלסלה, חיברו מעל גוף B גוף נוסף, C, שמסתו  $m_C$ .

במצב זה שני הגופים, B ו-C, מסתובבים כעת יחד בתנועה מעגלית שרדיוסה  $\ell$  ותדירותה  $f$ .

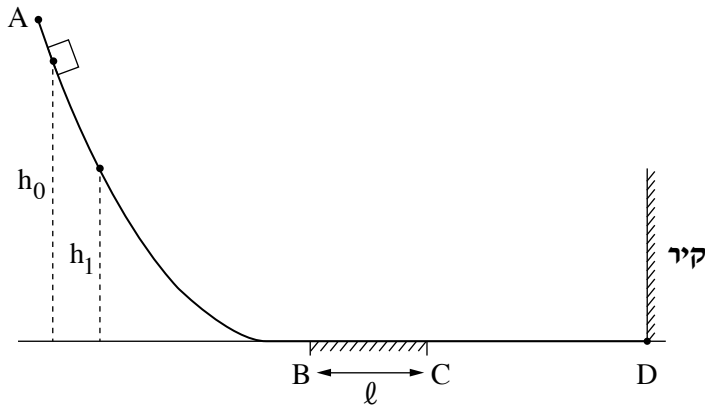
ה. אילו מסת גוף C הייתה שווה למסת גוף B ( $m_B = m_C$ ), הסבירו מדוע במצב זה לא היה פועל כוח חיכוך סטטי בין גוף B לבין השולחן. (5 נקודות)

ו. אילו מסת גוף C הייתה גדולה ממסת גוף B ( $m_B < m_C$ ), קבעו את כיוון כוח החיכוך הסטטי שהשולחן

היה מפעיל על גוף B. נמקו את קביעתכם. (3 1/3 נקודות)

4.

גוף קטן שמסתו  $m$  מחליק על גבי מסילה ABCD המחוברת לקיר בנקודה D (ראו תרשים).  
הקטעים AB ו-CD של המסילה הם חלקים. אורכו של הקטע האופקי BC הוא  $\ell$ , ומקדם החיכוך בינו לבין הגוף הוא  $\mu$ .



- שחררו את הגוף ממנוחה מגובה  $h_0$  (ראו תרשים). הגוף נע על גבי המסילה לכיוון הקיר, התנגש בו בנקודה D והתנגשות אלסטית (לחלוטין), וחזר חזרה על גבי המסילה. בדרכו חזרה הגיע הגוף לגובה מרבי  $h_1$ .
- א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על הגוף כשהוא נע בקטע BC, בתנועתו מן הנקודה B לנקודה C. ליד כל כוח רשמו את שמו. (4 נקודות)
- ב. פתחו ביטוי לעבודת כוח החיכוך במהלך תנועת הגוף מגובה  $h_0$  ועד להגיעתו לגובה  $h_1$  בדרכו חזרה במעלה המסילה. השתמשו בפרמטרים  $m$ ,  $\ell$  ו- $\mu$ . (4 נקודות)
- ג. לאחר שהגיע הגוף לגובה  $h_1$  הוא המשיך לנוע על גבי המסילה ABCD הלוך ושוב כמה פעמים. בכל פעם הגיע הגוף לגובה מרבי אחר,  $h_n$ . הגובה  $h_n$  שאליו הגיע הגוף נמדד  $n = 5$  פעמים.
- ג. פתחו ביטוי של הגובה  $h_n$  כפונקצייה של  $n$ . השתמשו בפרמטרים  $h_0$ ,  $\ell$  ו- $\mu$ . (6 נקודות)
- תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם:

| מספר המדידה n | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    |
|---------------|------|------|------|------|------|
| $h_n$ (m)     | 1.30 | 1.12 | 0.88 | 0.73 | 0.53 |

- ד. (1) סרטטו דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של  $h_n$  כפונקצייה של  $n$ .
- (2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה). (8 נקודות)

נתון:  $\ell = 0.25\text{m}$ .

ה. היעזרו בגרף שסרטטתם ומצאו:

- (1) את הגובה ההתחלתי  $h_0$  שממנו שוחרר הגוף.
- (2) את מקדם החיכוך  $\mu$ . (8 נקודות)

- בניסוי נוסף ציפו את הקיר בחומר מסוים ושחררו שוב את הגוף ממנוחה מגובה  $h_0$ . הערך של הגובה  $h_1'$  שנמדד בניסוי הנוסף היה קטן מן הערך  $h_1$  שנמדד בניסוי הקודם.
- ו. קבעו אם עבודת הכוח הנורמלי שהקיר הפעיל על הגוף במהלך ההתנגשות בניסוי הנוסף הייתה חיובית, שלילית או שווה לאפס. נמקו את קביעתכם. ( $3\frac{1}{3}$  נקודות)

5.

לינוי אשרם, המתעמלת האומנותית הישראלית, זכתה במדליית זהב באולימפיאדת טוקיו (2021) בתחרות קרב־רב

אישי. אחד מן התרגילים שהיא ביצעה בהצלחה רבה היה תרגיל עם כדור.

תלמידה המתאמנת גם היא בהתעמלות אומנותית ביצעה תרגיל ראשון באמצעות כדור שמסתו 400 גרם. היא זרקה את הכדור בכיוון אנכי כלפי מעלה מגובה 1 מטר. הכדור הגיע לגובה מרבי של 6 מטרים מעל הקרקע ונפל בחזרה על הקרקע. הניחו שהתנגדות האוויר זניחה בכל שלבי תנועת הכדור.

א. חשבו את גודל המהירות של הכדור ברגע פגיעתו בקרקע. (6 נקודות)

ב. האם גודל המהירות של הכדור ברגע שיצא מידיה של התלמידה היה קטן מגודל מהירות הכדור ברגע פגיעתו בקרקע, גדול ממנו או שווה לו? נמקו את תשובתכם. (5 נקודות)

לאחר שהכדור פגע בקרקע, הוא נותר ממנה בכיוון אנכי כלפי מעלה. גודל המהירות של הכדור מייד לאחר הניתור מן הקרקע היה שווה לגודל המהירות של הכדור כאשר הוא פגע בקרקע.

ג. האם במהלך הפגיעה בקרקע הופעל על הכדור מתקף? אם כן – חשבו את גודלו של המתקף, אם לא – הסבירו. (6 נקודות)

ד. האם במהלך הפגיעה בקרקע בוצעה על הכדור עבודה? אם כן – חשבו את גודלה של העבודה, אם לא – הסבירו. (6 נקודות)

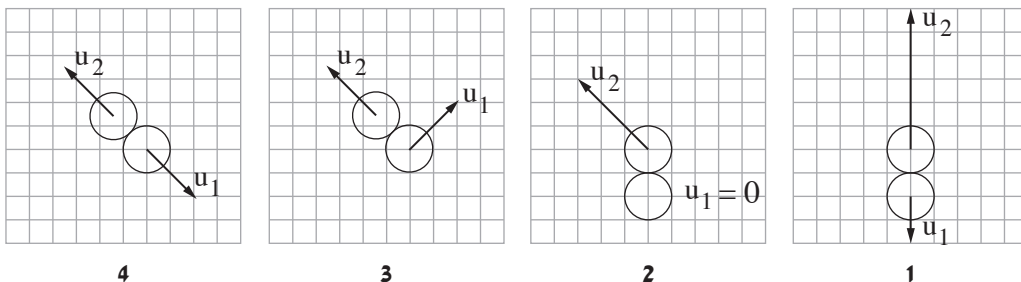
התלמידה ביצעה תרגיל שני, הפעם עם שני כדורים זהים, כדור 1 וכדור 2. התלמידה זרקה את כדור 1 כפי שזרקה את הכדור בתרגיל הראשון, אך הפעם היא הציבה בדרכו של כדור 1, לאחר שהוא חוזר מן הקרקע, את כדור 2. היא שחררה את כדור 2 ממנוחה בגובה 1 מטר, בדיוק ברגע שבו כדור 1 הגיע לגובה זה, ושני הכדורים התנגשו זה בזה. הניחו שההתנגשות בין הכדורים הייתה אלסטית (לחלוטין) ונמשכה זמן קצר מאוד, וכן הייתה מצחית (הכיוון של תנועת כדור 1 לפני ההתנגשות התלכד עם הקו האנכי המחבר בין המרכזים של שני הכדורים).

ה. חשבו את גודל המהירות של כל אחד משני הכדורים מייד בתום ההתנגשות. (6 נקודות)

התלמידה ביצעה את התרגיל עם שני הכדורים כמה פעמים, ובכל פעם ההתנגשות בין הכדורים הייתה אלסטית (לחלוטין). בחלק מן הפעמים ההתנגשות בין הכדורים הייתה מצחית ובחלק מן הפעמים היא לא הייתה מצחית.

ו. בכל אחד מן התרשימים 1–4 שלפניכם מוצגים שני כדורים ברגע שלאחר ההתנגשות ביניהם. החיצים שעל הכדורים שבתרשימים מייצגים את המהירויות שלהם (בקנה מידה אחיד) מייד בתום ההתנגשות.

קבעו מהו התרשים שיכול לתאר את המצב של הכדורים באחד מן התרגילים של התלמידה. נמקו את קביעתכם. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)





## כבידה

6. "בראשית 2" הוא שמה של חללית ישראלית שמתכננים המהנדסים של חברת SPACE IL ומתכוונים לשגר לעבר הירח.

בעוד כמה שנים. החללית מתוכננת לשאת על סיפונה שתי נחתות שינחתו בשני אתרים שונים על פני הירח.

השאלה שלפניכם נכתבה בהשראת תוכנית השיגור של "בראשית 2", אולם הנתונים אינם זהים לאלה שבתוכנית.

חללית שעל סיפונה שתי נחתות, נחתת 1 ונחתת 2, משוגרת מכדור הארץ על גבי טיל ונעה לעבר הירח.

א. חשבו באיזה מרחק ממרכז כדור הארץ הגודל של כוח המשיכה שמפעיל כדור הארץ על הטיל שווה לגודל של

כוח המשיכה שמפעיל הירח על הטיל. (7 נקודות)

בסעיפים ב-ה הניחו שכוח המשיכה שמפעיל כדור הארץ על החללית ועל הנחתות ניתן להזנחה ביחס לכוח המשיכה

שמפעיל עליהם הירח.

החללית מכניסה כל אחת מן הנחתות למסלול מעגלי אחר מסביב לירח: את נחתת 1 למסלול מעגלי שרדיוסו  $r_1$ ,

ואת נחתת 2 למסלול מעגלי שרדיוסו  $r_2$ . כאשר נחתת 1 משלימה תשעה סיבובים סביב הירח, נחתת 2 משלימה

עשרה סיבובים סביבו.

ב. חשבו את  $\frac{r_1}{r_2}$ . (8 נקודות)

נחתת 2 נעה במסלול מעגלי סביב הירח בגובה  $h = 260\text{km}$  מעל פני הירח.

ג. האם יש לנחתת 2 תאוצה במהלך תנועתה המעגלית סביב הירח? אם כן – חשבו את גודל התאוצה של הנחתת.

אם לא – נמקו מדוע לנחתת 2 אין תאוצה. (8 נקודות)

בנוסחת הכבידה העולמית המסות של שני גופים מופיעות באופן סימטרי. הדבר נמצא בהתאמה לאחד מחוקי ניוטון.

ד. ציינו את שמו של החוק הזה (או נסחו אותו), והסבירו את הקשר בינו לבין נוסחת הכבידה העולמית.

(5 נקודות)

תנועתה של כל אחת משתי הנחתות נשלטת באמצעות מנוע סילון הפולט גז בעת פעולתו.

בשלב הנחיתה של נחתת 1 על פני הירח היא נעה לעברו לאורך מסלול ישר המאונך לפני הירח, ונעצרת (עצירה רגעית)








בנקודה מסוימת O הנמצאת מעל פני הירח.

תרשימים א-ג שלפניכם מתארים מצבים שבהם המנוע פולט סילון גז בכיוונים שונים, ותרשים ד מתאר מצב שבו

המנוע אינו מופעל ואינו פולט סילון גז.

ה. קבעו באיזה מן התרשימים א-ד מתואר מצב שמאפשר עצירה רגעית של הנחתת בנקודה O. נמקו את קביעתכם.

(5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

|   |   |   |   |  |
|---|---|---|---|--|
|  |  |  |  | <p><b>מקרא:</b></p> <p> נחתת</p> <p> סילון גז</p> <p> נקודה O</p> |
| •   | •   | •   | •   |  |
| תרשים ד   | תרשים ג   | תרשים ב   | תרשים א   | פני הירח   |

## בהצלחה!

## פיזיקה מכניקה הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.  
לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.  
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות:  
(1) ענה על שלוש שאלות בלבד. אם תענה על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתך.  
ציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרת.  
(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, הצג 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 סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.  
(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.  
(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.  
(5) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום 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  $g$ .  
(6) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).  
(7) כתוב את תשובותיך בעט. אם תכתוב בעיפרון או תמחק בטיפקס לא תוכל לערער.  
מוותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.  
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

## השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

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

1. שתי מכוניות, א ו-ב, נמצאות על כביש ישר ואופקי (ראה תרשים).

מכונית א נסעה במהירות שגודלה  $30\frac{m}{s}$ . ברגע  $t = 0$  היא חלפה בנקודה A, ומאותו רגע היא הקטינה את גודל מהירותה בקצב קבוע, עד לעצירתה.

ברגע שבו מכונית א חלפה בנקודה A, מכונית ב התחילה לנסוע ממנוחה מן הנקודה B לכיוון מכונית א, והגדילה את גודל מהירותה בקצב קבוע. שתי המכוניות נעו זו לקראת זו.



הכיוון החיובי של ציר ה- $x$  נקבע ימינה וראשיתו בנקודה A.

א. לפניך ארבעה היגדים 1-4, רק אחד מהם נכון.

התייחס לרגע שבו מכונית ב התחילה לנסוע ולציר ה- $x$ , וקבע איזה מן ההיגדים הוא הנכון.

נמק את קביעתך. (6 נקודות)

1. מכונית א נעה בתאוצה חיובית, ומכונית ב נעה בתאוצה שלילית.

2. מכונית א נעה בתאוצה שלילית, ומכונית ב נעה בתאוצה חיובית.

3. שתי המכוניות נעו בתאוצה חיובית.

4. שתי המכוניות נעו בתאוצה שלילית.

מכונית א הקטינה את גודל מהירותה בקצב של  $2\frac{m}{s}$  בכל שנייה.

ב. חשב את הזמן מרגע  $t = 0$  ועד לרגע שבו נעצרה מכונית א. (4 נקודות)

ג. חשב את המרחק בין נקודת העצירה של מכונית א לבין הנקודה A. (5 נקודות)

מכונית ב הגדילה את גודל מהירותה במשך 10 השניות הראשונות של תנועתה בקצב של  $3\frac{m}{s}$  בכל שנייה. לאחר מכן

היא הקטינה את גודל מהירותה בקצב קבוע, ועצרה באותו הזמן ובאותו המקום שבו נעצרה מכונית א.

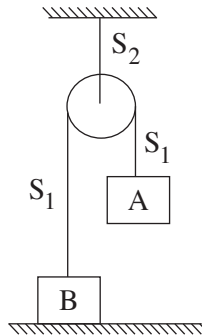
ד. חשב את גודל התאוצה של מכונית ב במהלך הבלימה. (7 נקודות)

ה. חשב את AB, המרחק שהיה בין שתי המכוניות ברגע  $t = 0$ . (7 נקודות)

ו. התייחס לכיוון ציר ה- $x$  שהוגדר בשאלה, וסרטט לכל אחת משתי המכוניות גרף המתאר את המהירות שלה

כפונקציה של הזמן מרגע  $t = 0$  ועד לעצירתה. סרטט את שני הגרפים באותה מערכת צירים. ( $4\frac{1}{3}$  נקודות)

2. נתונה מערכת המורכבת משני גופים, A ו-B, שמחוברים באמצעות חוט  $S_1$  העובר על פני גלגלת. הגלגלת מחוברת באמצעות חוט  $S_2$  לתקרת חדר (ראה תרשים).  
גוף A מוחזק במקום והמערכת נמצאת במנוחה. במצב הזה גוף B צמוד לרצפה ולא מפעיל עליה כוח. נתון כי  $m_A > m_B$ .  
יש להזניח את מסת החוטים, מסת הגלגלת, התנגדות האוויר וכוחות החיכוך במערכת.



- א. (1) סרטט תרשים של הכוחות הפועלים על הגוף B. ליד כל כוח רשום את שמו.  
(2) סרטט תרשים של הכוחות הפועלים על הגלגלת. ליד כל כוח רשום את שמו.  
(5 נקודות)
- ב. בטא באמצעות נתוני השאלה את כוח המתיחות בחוט  $S_2$  במצב המתואר, שבו המערכת במנוחה. (5 נקודות)
- משחררים את גוף A והמערכת מתחילה לנוע. בכל מהלך התנועה שני הגופים אינם מגיעים אל הגלגלת.
- ג. התייחס לפרק הזמן מרגע השחרור של גוף A ועד לרגע לפני פגיעתו בקרקע, וענה על התת-סעיפים (1)-(3) שלפניך. נמק את קביעותיך. (9 נקודות)
- (1) קבע אם גודל התאוצה של גוף A קטן מגודל התאוצה של גוף B, גדול ממנו או שווה לו.
- (2) קבע אם גודל הכוח השקול הפועל על גוף A קטן מגודל הכוח השקול הפועל על גוף B, גדול ממנו או שווה לו.
- (3) קבע אם הגודל של כוח המתיחות הפועל על גוף A קטן מן הגודל של כוח המתיחות הפועל על גוף B, גדול ממנו או שווה לו.
- ד. בטא את תאוצת המערכת בפרק הזמן מרגע שחרור גוף A ועד לרגע לפני פגיעתו בקרקע. בתשובתך השתמש בפרמטרים  $m_A$ ,  $m_B$  ו- $g$ . (5 נקודות)
- נתון:  $m_A = 3\text{kg}$ ,  $m_B = 2\text{kg}$ .
- ה. חשב את התאוצה של גוף A (גודל וכיוון). (5 נקודות)
- ו. חשב את גודל כוח המתיחות בחוט  $S_2$  מרגע שחרור גוף A ועד לרגע לפני פגיעתו בקרקע. (3 נקודות)
- /המשך בעמוד 4/

3. במהלך ניסוי תלמיד זרק כדור קטן בכיוון אופקי במהירות  $v_0$  כמה פעמים, בכל פעם מגובה אחר. בכל פעם מדד התלמיד את הגובה  $h$  שממנו הוא זרק את הכדור, ואת המרחק האופקי  $d$  בין מקום הזריקה למקום הפגיעה של הכדור בקרקע. נוסף לכך חישב התלמיד את ריבוע המרחק האופקי,  $d^2$ . בשאלה זו יש להזניח את התנגדות האוויר. בטבלה שלפניך מרוכזות תוצאות הניסוי שערך התלמיד.

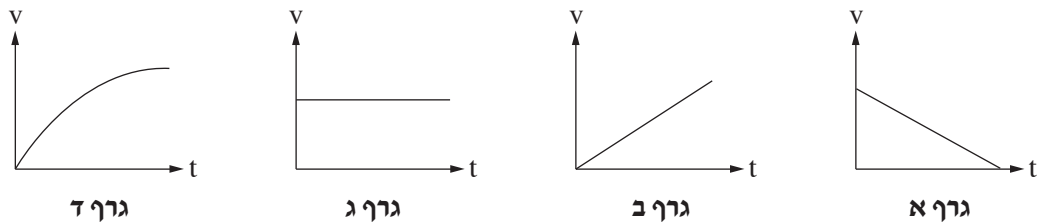
|                         |       |       |        |        |        |
|-------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| $h$ (m)                 | 10    | 20    | 30     | 40     | 50     |
| $d$ (m)                 | 21.2  | 31.6  | 38.1   | 43.6   | 47.4   |
| $d^2$ (m <sup>2</sup> ) | 449.4 | 998.6 | 1451.6 | 1901.0 | 2246.8 |

א. לפניך גרפים א-ד.

(1) קבע איזה מן הגרפים מתאר את גודל המהירות האופקית.

(2) קבע איזה מן הגרפים מתאר את גודל המהירות האנכית.

נמק את קביעותיך. (8 נקודות)



ב. בטא את ריבוע המרחק האופקי,  $d^2$ , כפונקציה של הגובה  $h$  והפרמטרים  $v_0$  ו- $g$ . (7 נקודות)

ג. (1) סרטט דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של ריבוע המרחק האופקי,  $d^2$ , כפונקציה של הגובה  $h$ .

(2) הוסף לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה).

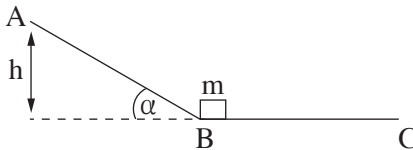
(8 נקודות)

ד. היעזר בשיפוע של הישר שסרטטת וחשב את  $v_0$ , המהירות ההתחלתית שבה נזרק הכדור. (6 נקודות)

ה. הנח שהכדור נזרק מגובה  $h = 25\text{m}$ . חשב את המהירות (גודל וכיוון) של הכדור ברגע פגיעתו בקרקע.

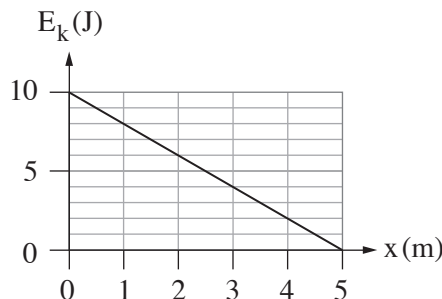
( $4\frac{1}{3}$  נקודות)

4. נתונה מסילה ABC. הקטע AB של המסילה חלק ומשופע בזווית  $\alpha$  ביחס לאופק, ואילו הקטע BC אופקי ולא חלק. גוף שמסתו  $m$  נמצא במנוחה בנקודה B (ראה תרשים). משכו את הגוף מן הנקודה B לעבר הנקודה A באמצעות כוח חיצוני  $F$  שכיוונו מקביל לקטע AB וגודלו איננו קבוע. הגוף הגיע לנקודה A במהירות אפס. גודל הכוח  $F$  איננו נתון.



נתון:  $m = 0.5\text{kg}$ ,  $\alpha = 30^\circ$ , גובה הנקודה A הוא  $h = 2\text{m}$ .

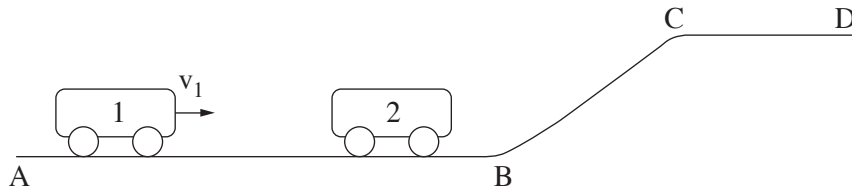
- א. קבע או חשב את העבודה של הכוח הנורמלי ואת העבודה של כוח הכובד שפעלו על הגוף לאורך הקטע AB. פרט את שיקולך. (9 נקודות)
- ב. חשב את העבודה הכוללת של הכוחות שפעלו על הגוף לאורך הקטע AB. (5 נקודות)
- ג. חשב את עבודת הכוח החיצוני  $F$  שפעל על הגוף לאורך הקטע AB. (4 נקודות)
- לאחר שהגוף הגיע אל הנקודה A, הכוח החיצוני  $F$  הפסיק לפעול, והגוף החל לנוע בחזרה על המסלול ABC. בדרכו חזרה חלף הגוף בנקודה B, ונעצר לפני שהוא הגיע אל הנקודה C. מקדם החיכוך הקינטי בין המסילה לבין הגוף בקטע BC הוא  $\mu_k$ .
- ד. חשב את הגודל של מהירות הגוף בחולפו בנקודה B. (5 נקודות)
- נסמן ב- $x$  את המרחק של הגוף מן הנקודה B במהלך תנועתו בקטע BC. לפניך גרף המתאר את האנרגייה הקינטית של הגוף כפונקציה של  $x$ .



- ה. בטא את האנרגייה הקינטית של הגוף במהלך תנועתו בקטע BC באמצעות  $x$ ,  $g$ ,  $h$ ,  $m$  ו- $\mu_k$ . (6 נקודות)
- ו. היעזר בביטוי שקיבלת בסעיף ה ובגרף הנתון, וחשב את  $\mu_k$ .  $(\frac{1}{3})$  (4 נקודות)

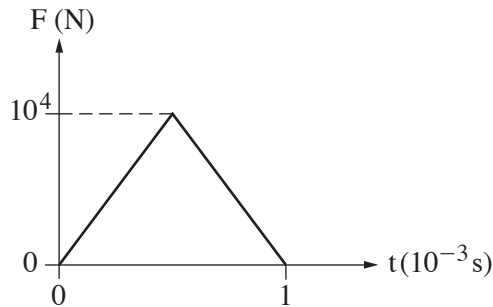
5. בתרשים 1 מוצגת מסילה חלקה ABCD.

קרונית 1 שמסתה  $m_1 = 2\text{kg}$  נעה ימינה על קטע המסילה האופקי AB במהירות שגודלה  $v_1$ .



תרשים 1

קרונית 1 מתנגשת התנגשות מצח אלסטית (לחלוטין) בקרונית 2 הנמצאת במנוחה על קטע AB של המסילה. הנח שתרשים 2 מתאר את הכוח  $F$  שהפעילה קרונית 1 על קרונית 2 במהלך ההתנגשות, כפונקציה של הזמן.



תרשים 2

א. איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין העקומה שבתרשים 2 ובין ציר הזמן? (6 נקודות)

ב. לאחר ההתנגשות קרונית 2 נעה ימינה במהירות  $u_2 = 1.25 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)$ .

חשב את המסה  $m_2$  של קרונית 2. (9 נקודות)

ג. כתוב שתי משוואות לחישוב המהירות של קרונית 1 לפני ההתנגשות, והצב במשוואות את הערכים המתאימים.

אין צורך לפתור את המשוואות. (7 נקודות)

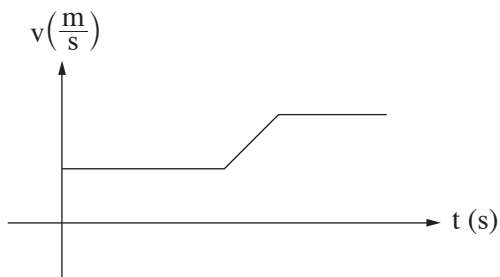
ד. העתק את תרשים 2 למחברתך. הוסף לתרשים עקומה המתארת את הכוח שקרונית 2 הפעילה על קרונית 1

במהלך ההתנגשות. (7 נקודות)

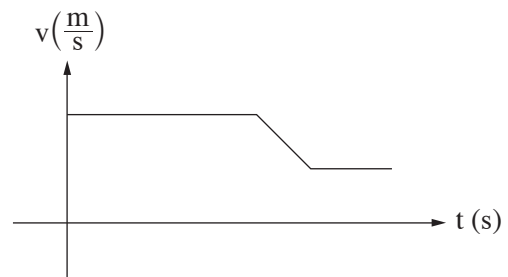
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ה. בשלב מסוים של תנועתה, עולה קרונית 2 לקטע המסילה BC ונעה לאורכו, וממשיכה לנוע על פני קטע CD של המסילה.

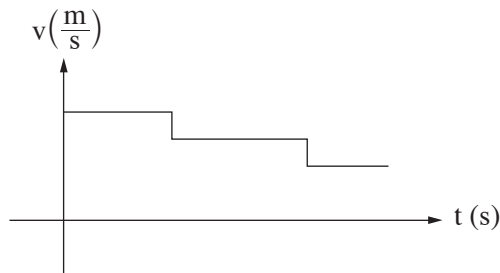
איזה מבין הגרפים (1)-(3) שלפניך מתאר נכון את גודל מהירותה של קרונית 2 כפונקציה של הזמן, מהרגע שבו הסתיימה ההתנגשות עד הרגע שבו היא הגיעה לנקודה D ? נמק. ( $4\frac{1}{3}$  נקודות)



(2)



(1)

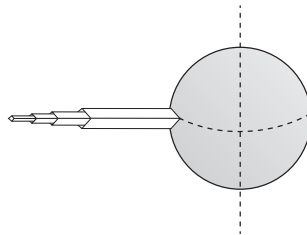


(3)



**כבידה**

6. בשנת 1895 הציע המדען קונסטנטין ציולקובסקי לבנות "מגדל חלל" – מגדל בגובה עשרות אלפי קילומטר. התברר כי רעיון זה בלתי ישים, אך כיום יש תוכניות חדשות לבניית מעלית שתגיע לחלל. בשאלה זו נעסוק במקרה דמיוני שבו טיפס יעקב על מגדל גבוה מאוד הנמצא על קו המשווה של כדור הארץ (ראה תרשים 1). כוח הכבידה שפעל על יעקב לפני שהוא התחיל לטפס היה 700 ניוטון.

**תרשים 1**

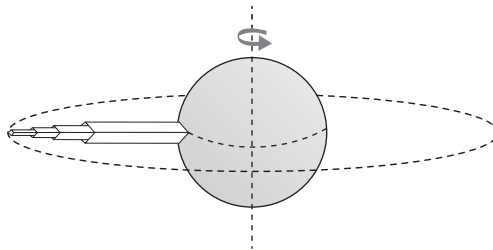
יעקב הגיע לנקודה שגובהה 3200 ק"מ מעל פני כדור הארץ.

בסעיפים א-ב הנח כי כדור הארץ אינו מסתובב סביב צירו.

א. סרטט תרשים המתאר את הכוחות הפועלים על יעקב בנקודה זו. ליד כל כוח רשום את שם הכוח, וציין מי הגורם שמפעיל כוח זה. (6 נקודות)

ב. חשב את גודל הכוח שהפעילה רצפת המגדל על יעקב בנקודה זו. (8 נקודות)

בסעיפים ג-ה עליך להתחשב בסיבוב כדור הארץ סביב צירו (ראה תרשים 2).

**תרשים 2**

ג. קבע אם גודל הכוח שרצפת המגדל הפעילה על יעקב כאשר כדור הארץ מסתובב סביב צירו קטן מגודל הכוח שחישבת בסעיף ב, שווה לו או גדול ממנו. נמק את קביעתך. (7 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

כשהיה יעקב בגובה 3200 ק"מ הוא זרק לחלל כדור טניס. הכדור החל לנוע סביב כדור הארץ, כלוויין, במסלול מעגלי שגובהו 3200 ק"מ מעל פני כדור הארץ.

ד. חשב את זמן המחזור של כדור הטניס בתנועתו סביב כדור הארץ. (8 נקודות)

יעקב המשיך לטפס על המגדל עד לגובה שבו הכוח שרצפת המגדל הפעילה עליו התאפס (המגדל ממשיך להסתובב עם כדור הארץ סביב צירו).

ה. חשב גובה זה (מעל פני כדור הארץ). ( $4\frac{1}{3}$  נקודות)

**בהצלחה!**

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך

## פיזיקה מכניקה הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.  
לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות.  
(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות:  
(1) ענה על שלוש שאלות בלבד. אם תענה על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברתך.  
ציין באופן ברור את מספר השאלה והסעיף שבחרת.  
(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, הצג 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 סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.  
(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.  
(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.  
(5) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום 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  $g$ .  
(6) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).  
(7) כתוב את תשובותיך בעט. אם תכתוב בעיפרון או תמחק בטיפקס לא תוכל לערער.  
מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים וגרפים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.  
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

## השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

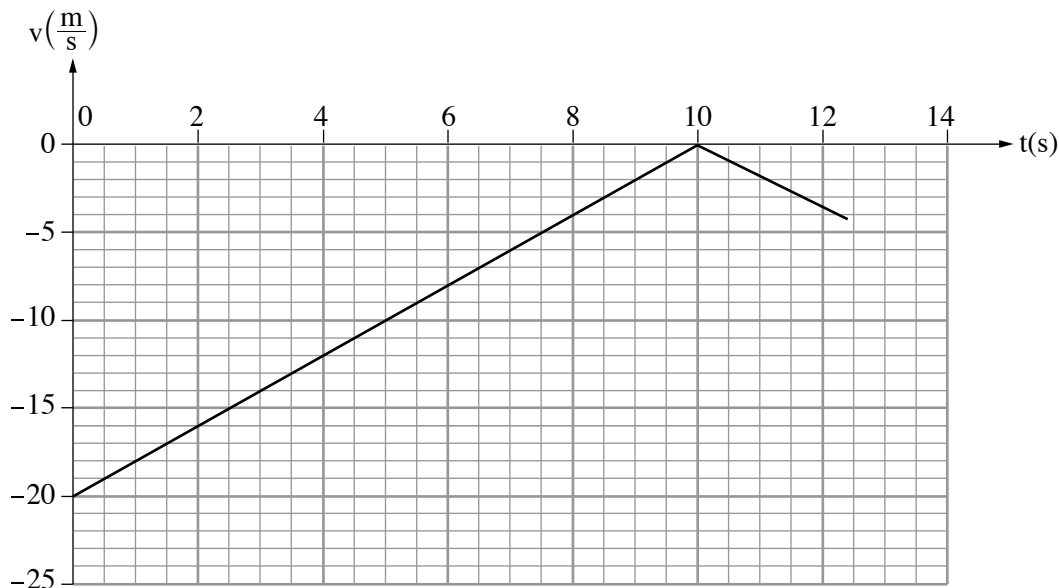
(לכל שאלה —  $33\frac{1}{3}$  נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

## 1. שאלה זו אינה עוסקת בנושא כבידה.

"בראשית" היא הגשושית (חללית) הראשונה מתוצרת ישראל שהייתה אמורה לנחות על הירח בנחיתה רכה. נחיתה רכה היא הגעה לקרקע במהירות נמוכה מספיק כדי שלא ייגרם נזק. לשם כך, מנועי הגשושית אמורים לפעול במהלך הנחיתה באופן שיאט את מהירותה, וכך כשהיא תהיה בגובה של מטרים אחדים מעל פני הירח מהירותה תהיה אפס. מרגע זה הגשושית אמורה לנוע בנפילה חופשית אל פני הירח.

השאלה שלפניך מבוססת על נתוני הדמיה (סימולציה) של גשושית דמיונית, שנחתה נחיתה רכה אנכית על פני הירח. על הגשושית הותקן חיישן מהירות. בגרף שלפניך מוצגת מהירות הגשושית כפונקציה של הזמן. בזמן  $t = 0$  הגשושית הייתה בגובה  $H$  מעל פני הירח, ובזמן  $t = 12.45$  היא נחתה על פני הירח. בשלב האחרון של תנועת הגשושית היא נעה בנפילה חופשית.

הנח כי מסת הגשושית קבועה,  $m = 164 \text{ kg}$ , וכי גודל תאוצת הנפילה החופשית בקרבת הירח  $g_M = 1.67 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

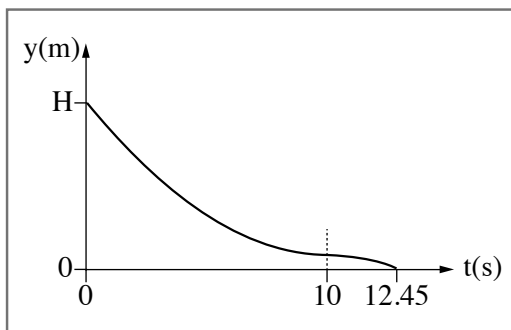


בשאלה זו יש להתייחס רק לכוחות המופעלים על ידי הירח ולא על ידי גרמי שמיים אחרים.

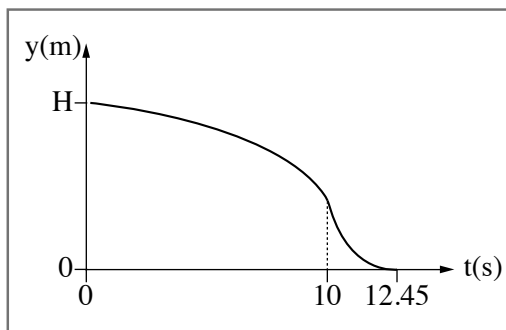
- א. הגדר את המושג "נפילה חופשית". (4 נקודות)
- ב. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על הגשושית הדמיונית מרגע  $t = 0$  עד  $t = 10 \text{ s}$ . ליד כל כוח רשום את שמו. (5 נקודות)
- ג. חשב את גודל הכוח שמנועי הגשושית מפעילים. (7 נקודות)
- ד. חשב את הגובה מעל פני הירח שבו התאפסה מהירות הגשושית. (6 נקודות)
- ה. חשב את  $H$ , הגובה מעל פני הירח ברגע  $t = 0$ . (6 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

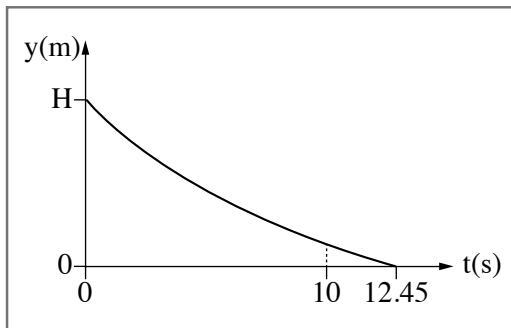
- ו. קבע איזה מן התרשימים 1-4 שלפניך מתאר נכון את גובה הגשושית מעל פני הירח כפונקציה של הזמן. נמק את קביעתך. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)



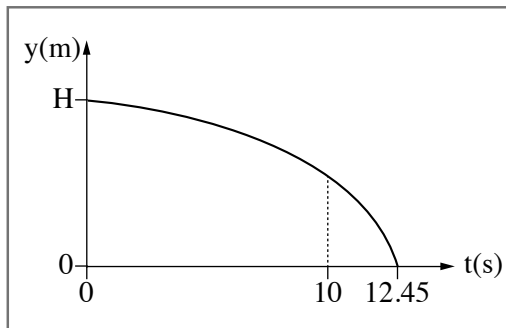
2



1



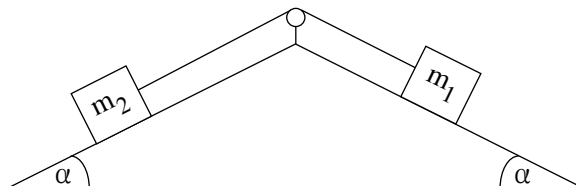
4



3

2. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת ובה שני גופים שמסותיהם  $m_1$  ו-  $m_2$  המחוברים זה לזה בחוט העובר דרך גלגלת. הגופים מונחים על שני מישורים משופעים לא חלקים. זווית השיפוע  $\alpha$  של שני המישורים המשופעים שוות זו לזו. מקדמי החיכוך בין המישורים המשופעים לבין שני הגופים שווים. מסת החוט זניחה והגלגלת אידיאלית.

נתון:  $\alpha = 36.9^\circ$ ,  $m_2 = 4\text{kg}$ ,  $m_1 = 1\text{kg}$ .



משחררים את מערכת שני הגופים ממנוחה, והיא מתחילה לנוע בתאוצה קבועה שגודלה  $2 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ .

א. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על הגוף  $m_1$  ואת תרשים הכוחות הפועלים על הגוף  $m_2$ . ליד כל כוח רשום את שמו. (7 נקודות)

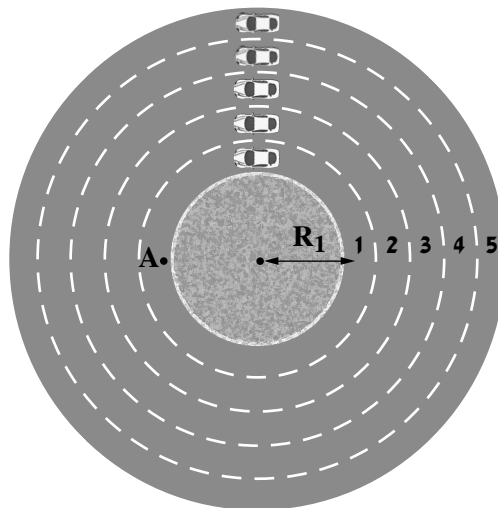
ב. רשום את משוואות הכוחות הפועלים על כל אחד מן הגופים  $m_1$  ו-  $m_2$ . (8 נקודות)

ג. חשב את מקדם החיכוך הקינטי. (9 נקודות)

במקרה אחר מעניקים למערכת מהירות התחלתית שגודלה  $2.6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , וברגע זה הגוף  $m_1$  נע במורד המישור המשופע. לאורך כל התנועה שני הגופים אינם מגיעים לא לתחתית המישור המשופע ולא אל הגלגלת.

ד. חשב את התאוצה (גודל וכיוון) של גוף  $m_1$  במהלך תנועתו במורד המישור המשופע. ( $9 \frac{1}{3}$  נקודות)

3. בעיר גדולה תכננו מעגל תנועה אופקי שיש לו חמישה נתיבים מעגליים (ראה תרשים). הרדיוס  $R$  של כל נתיב הוא המרחק ממרכז מעגל התנועה לאמצע הנתיב. הרדיוסים נתונים בטבלה שבהמשך השאלה.



מכונית נוסעת בנתיב 1 בתנועה מעגלית.

א. סרטט את תרשים הכוחות הפועלים על המכונית ברגע שבו היא עוברת בנקודה A (ראה תרשים). ליד כל כוח

רשום את שמו. (5 נקודות)

ב. כתוב את משוואות הכוחות הפועלים על המכונית. (6 נקודות)

בשלב תכנונו של מעגל התנועה בדקו את  $v_{\max}$ , המהירות המרבית האפשרית בכל נתיב ללא חריגה מן המסלול המעגלי. המהירויות המרביות שהתקבלו נתונות בטבלה.

| נתיב 5 | נתיב 4 | נתיב 3 | נתיב 2 | נתיב 1 |   |
|--------|--------|--------|--------|--------|---|
| 32     | 28     | 24     | 20     | 16     | $R [m]$                                     |
| 16     | 14.97  | 13.86  | 12.65  | 11.31  | $v_{\max} \left[ \frac{m}{s} \right]$       |
| 256    | 224    | 192    | 160    | 128    | $v_{\max}^2 \left[ \frac{m^2}{s^2} \right]$ |

ג. בטא את ריבוע המהירות המרבית,  $v_{\max}^2$ , כפונקציה של רדיוסי הנתיבים,  $R$ . (5 נקודות)

ד. סרטט במחברתך גרף (דיאגרמת פיזור) של ריבוע המהירות המרבית,  $v_{\max}^2$ , כפונקציה של רדיוס המסלול  $R$ , והוסף בו את קו המגמה. (7 נקודות)

ה. (1) חשב את השיפוע של קו המגמה על פי שתי נקודות:  $R = 36m$ ,  $R = 18m$ .

(2) חשב את מקדם החיכוך הסטטי של המכונית עם הכביש, באמצעות השיפוע שחישבת.

(6 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא)

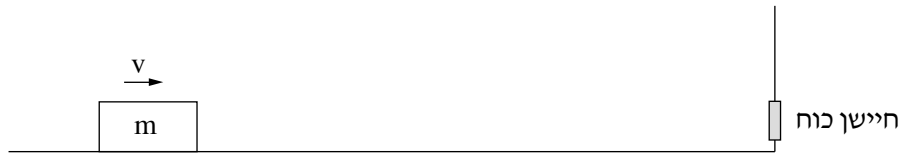
חמש מכוניות נעו בחמשת הנתיבים, כל אחת מהן נעה במהירות המרבית המתאימה למסלולה, כפי שמוצג בטבלה.  
כל אחת מן המכוניות ביצעה הקפה שלמה.

ו. קבע איזה מן ההיגדים 1-4 שלפניך נכון, ונמק את קביעתך. ( $4\frac{1}{3}$  נקודות)

1. כל חמש המכוניות השלימו את ההקפה באותו פרק זמן.
2. המכונית בנתיב 1 (הפנימי ביותר) השלימה את ההקפה בפרק הזמן הקצר ביותר.
3. המכונית בנתיב 5 (החיצוני ביותר) השלימה את ההקפה בפרק הזמן הקצר ביותר.
4. על פי נתוני השאלה אי אפשר לדעת איזו מכונית השלימה את ההקפה בפרק הזמן הקצר ביותר.

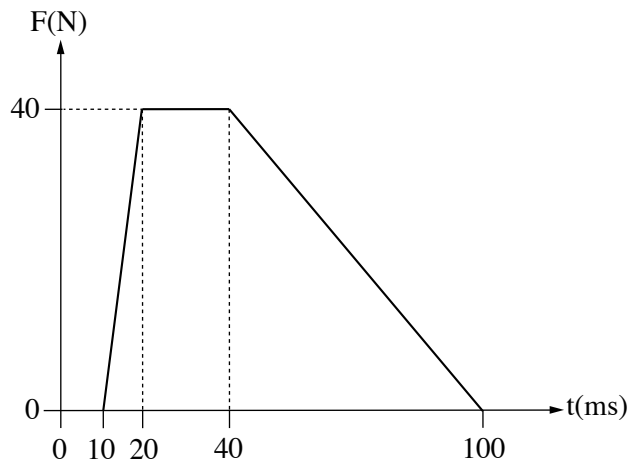


4. תיבה שמסתה  $m = 2\text{kg}$  נעה ימינה על משטח חסר חיכוך במהירות שגודלה  $v = 0.8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . התיבה התנגשה בקיר שמותקן עליו חיישן כוח המחובר למחשב (ראה תרשים 1). נתון כי לאחר ההתנגשות התיבה נעה שמאלה וכי הציר החיובי נקבע בכיוון ימין.



תרשים 1

לפניך גרף מקורב המתאר את הכוח שנמדד באמצעות החיישן במהלך ההתנגשות כפונקציה של הזמן. שים לב: יחידות הזמן נתונות במילי שניות.

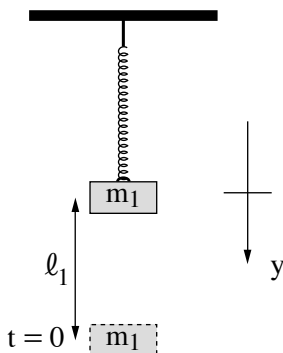


תרשים 2

- א. קבע מהו הגודל הפיזיקלי שמבטא השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר הזמן, חשב את גודלו ורשום את כיוונו (ימינה או שמאלה). (6 נקודות)
- ב. סרטט במחברתך את התיבה וסמן את וקטור התנע של התיבה לפני ההתנגשות, ואת וקטור המתקף שפועל עליה בכל מהלך ההתנגשות. עליך להקפיד על היחס בין אורכי הווקטורים שסרטטת. (6 נקודות)
- ג. חשב את גודל המהירות של התיבה לאחר ההתנגשות. (8 נקודות)
- ד. סרטט גרף של תאוצת התיבה כפונקציה של הזמן בפרק הזמן שבין  $t = 0$  ובין  $t = 100\text{ms}$ . (8 נקודות)
- ה. חשב את גודלו של כוח קבוע, שיגרום לאותו השינוי במהירות התיבה אם הוא יפעל במהלך התנגשות זו. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

## תנועה הרמונית

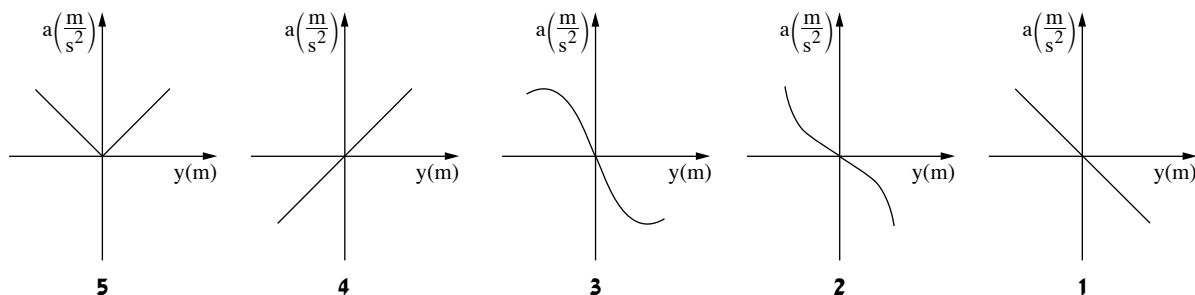
5. על קפיץ אידיאלי המחובר לתקרת המעבדה תלו משקולת שמסתה  $m_1 = 60\text{g}$ , וערכו שני ניסויים. בניסוי הראשון משכו את המשקולת ממצב שיווי המשקל של המערכת למרחק  $\ell_1 = 20\text{cm}$  (ראה תרשים). בזמן  $t = 0$  שחררו את המשקולת, והיא התחילה להתנדנד בתנועה הרמונית פשוטה שזמן מחזור הוא  $T_1 = 0.5\text{s}$ . קבעו את ראשית הצירים בנקודת שיווי המשקל של הקפיץ, ואת הכיוון החיובי של הציר האנכי  $y$ , כלפי מטה.



- יש להזניח את התנגדות האוויר, את מסת הקפיץ ואת החיכוך בין חלקי המערכת.
- א. בטא את המיקום  $y$  של המשקולת כפונקציה של הזמן  $t$ , על פי נתוני השאלה. (6 נקודות)
- ב. חשב את מהירות המשקולת (גודל וכיוון) ברגע שבו היא עוברת בפעם הראשונה דרך הנקודה  $y = \frac{\ell_1}{2}$ . (6 נקודות)

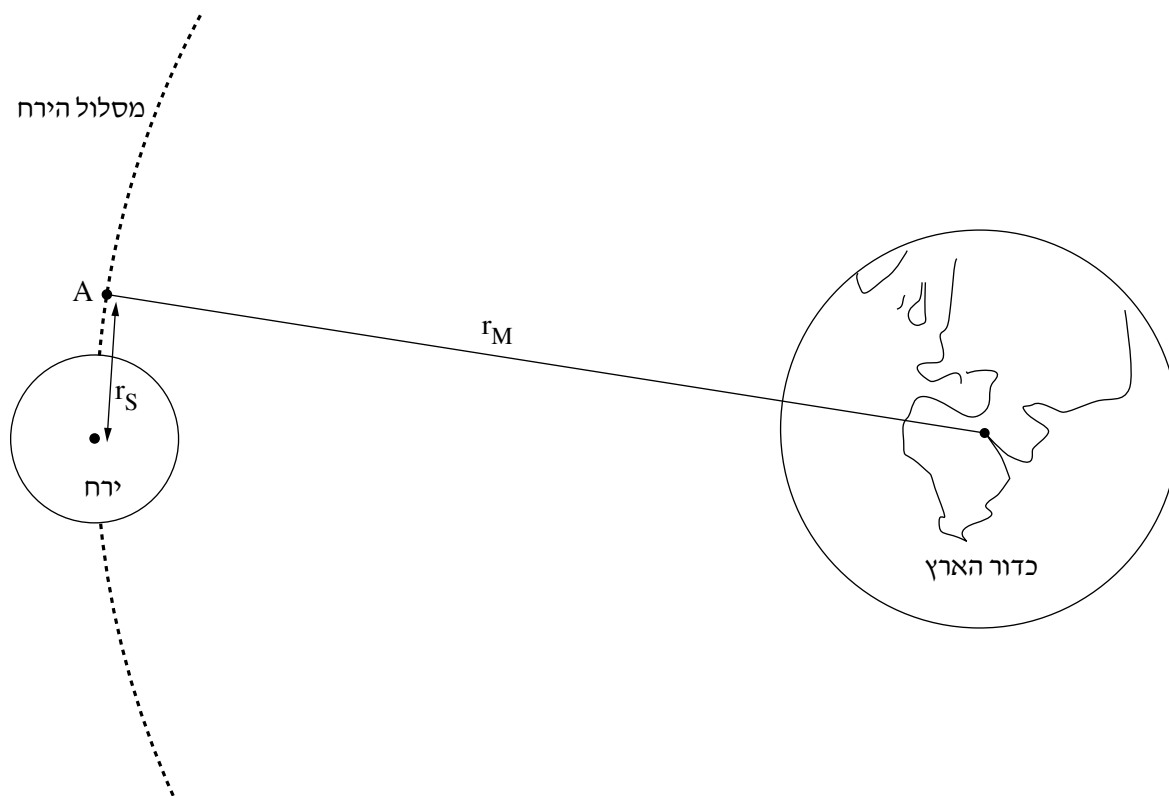
בניסוי השני הדביקו למשקולת התלויה משקולת נוספת, שמסתה  $m_2$ . גרמו למערכת להתנדנד שוב בתנועה הרמונית פשוטה, אך הפעם זמן המחזור גדל ב-20%.

- ג. חשב את  $m_2$ , מסת המשקולת שנוספה בניסוי השני. (8 נקודות)
- ד. חשב את המרחק בין נקודת שיווי המשקל בניסוי השני לבין נקודת שיווי המשקל בניסוי הראשון. (8 נקודות)
- ה. קבע איזה מן הגרפים 1-5 שלפניך מתאר נכון את התאוצה  $a$  של המשקולת כפונקציה של ההעתק  $y$ . נמק את קביעתך. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)



## כבידה

6. בחודש פברואר 2019 שוגרה הגשושית (חללית) הישראלית "בראשית" אל הירח. במהלך תנועתה של בראשית מכדור הארץ אל הירח היא הגיעה לנקודה A. החל מנקודה זו בראשית נעה סביב הירח (ראה תרשים – קנה המידה אינו מדויק). בהמשך תנועתה הופעלו מנועיה של בראשית כדי שהיא תאט ותנחת נחיתה רכה על פני הירח (מהירות אפסית בקרבת פני הירח). בפועל, בשל תקלה טכנית, המהירות של בראשית בקרבת פני הירח הייתה גבוהה מן המתוכנן, והיא התרסקה על פני הירח. השאלה עוסקת בתנועתה של גשושית דמיונית, המבוססת על תוכנית הטיסה של הגשושית "בראשית".



$r_M$  – הרדיוס של מסלול הירח סביב כדור הארץ.

$r_S$  – מרחק הנקודה A ממרכז הירח.

נתון: גובה הנקודה A מפני הירח הוא  $h = 200\text{km}$ .

א. חשב את היחס בין הגודל של כוח הכבידה  $F_E$  שכדור הארץ מפעיל על הגשושית לבין הגודל של כוח הכבידה  $F_M$

שהירח מפעיל על הגשושית, ברגע שבו היא חולפת בנקודה A. (8 נקודות)

ב. חשב את גודל המהירות של הגשושית,  $v_A$ , במסלולה המעגלי  $r_S$  סביב הירח. (6 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

עומר, תלמיד מגמת פיזיקה, טוען כי  $r_M$  ו-  $T_M$  (זמן המחזור של הירח סביב כדור הארץ) ידועים, ולכן אפשר לחשב את זמן המחזור  $T_S$  של הגשושית במסלול המעגלי  $r_S$  בעזרת החוק השלישי של קפלר. דנה, הלומדת עם עומר באותה הכיתה, אינה מסכימה עם טענה זו. ג. קבע מי צודק, עומר או דנה. נמק את קביעתך. (6 נקודות)

הנח כי מסת הגשושית קבועה,  $m = 164\text{kg}$ , וכי הגשושית נחתה על פני הירח במהירות אפס. ד. חשב את העבודה  $W$  המבוצעת על הגשושית בעוברת מן המסלול  $r_S$  ועד נחיתתה הרכה על פני הירח. בחישובך הזנח את השפעת כדור הארץ על הגשושית. (8 נקודות)

נתון כי בשלב הנחיתה הרכה, המנועים של הגשושית פולטים גזים בכיוון תנועתה של הגשושית. ה. השתמש בשיקולים פיזיקליים והסבר מדוע המנועים פולטים את הגזים בכיוון זה. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

**בהצלחה!**

## פיזיקה מכניקה הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.

לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.

(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.

ד. הוראות מיוחדות:

(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.

(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)

(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.

כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן.

לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.

רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות.

אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום היחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.

(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם;

במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או המטען היסודי  $e$ .

(4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.

(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.

מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טייטה" בראש כל עמוד המשמש טייטה.

כתיבת טייטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

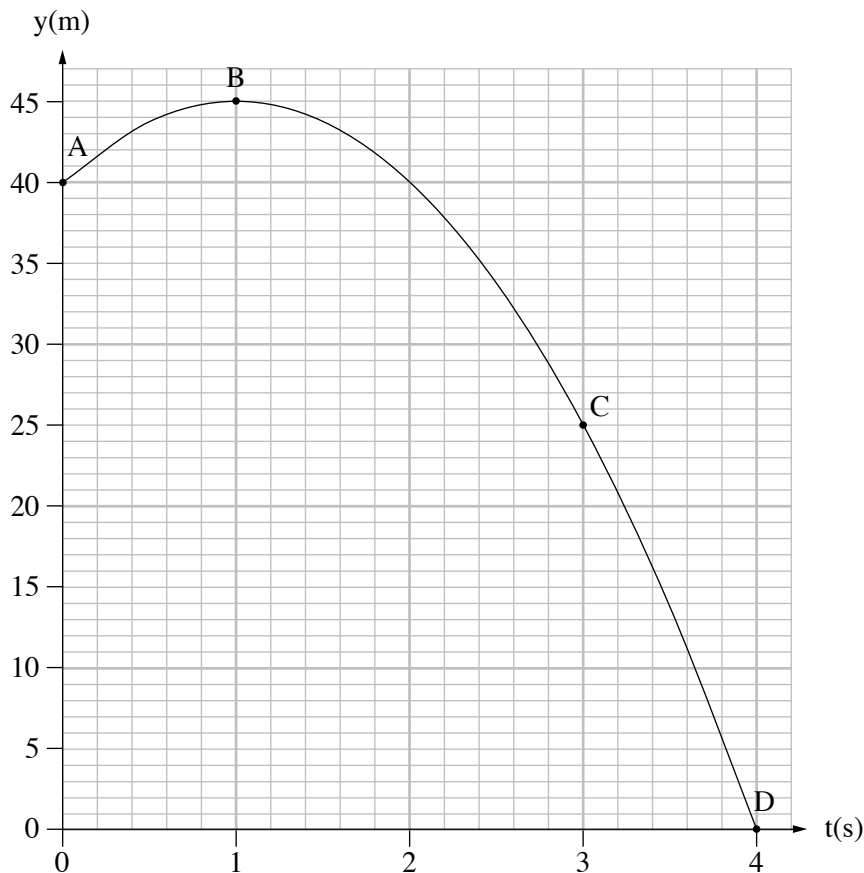
**בהצלחה!**

## השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

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

1. אדם עמד על גג של בניין וזרק כדור בכיוון אנכי כלפי מעלה. הגרף שלפניך מתאר את המיקום האנכי של הכדור כפונקציה של הזמן מרגע הזריקה ועד לסף פגיעתו בקרקע. בגרף מסומנות הנקודות A, B, C ו-D.



התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.

א. חשב את גודל המהירות ההתחלתית שבה נזרק הכדור. (6 נקודות)

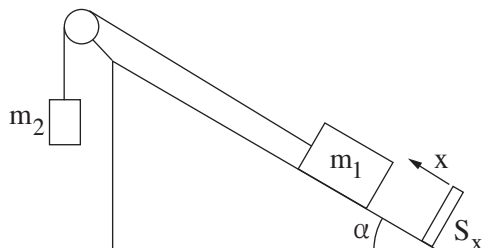
ב. (1) קבע אם **גודל המהירות הרגעית** של הכדור בנקודה C קטן מגודל המהירות הרגעית בנקודה A, גדול ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך.

(2) קבע אם **התאוצה** של הכדור בנקודה B זהה לתאוצתו בנקודה A. נמק את קביעתך. בתשובתך התייחס לגודל ולכיוון של התאוצה.

(8 נקודות)

- ג. חשב את המהירות הממוצעת (גודל וכיוון) של הכדור במהלך תנועתו, מרגע הזריקה ועד לסף פגיעתו בקרקע. (6 נקודות)
- ד. סרטט במחברתך גרף של מהירות הכדור כפונקציה של הזמן במהלך תנועתו, מרגע הזריקה ועד לסף פגיעתו בקרקע. בגרף שסרטטת סמן באותיות  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ו- $d$  את הנקודות המייצגות בהתאמה את המהירות של הכדור בנקודות  $A$ ,  $B$ ,  $C$  ו- $D$ . (8 נקודות)
- האדם זרק את הכדור פעם נוספת מאותו מקום ובאותה מהירות התחלתית (גודל וכיוון). ברגע שהכדור חלף בנקודה  $C$  הופעל עליו כוח אופקי רגעי.
- ה. קבע אם הגרף  $y(t)$  הנתון בשאלה ישתנה בגלל הפעלת הכוח. נמק את קביעתך. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

2. תלמידים ערכו ניסוי חקר תנועה באמצעות מערכת המורכבת משני גופים: גוף שמסתו  $m_1 = 0.5\text{kg}$  וגוף שמסתו  $m_2$ . הגוף  $m_1$  מוחזק במנוחה על מישור משופע חלק, וקשור לגוף  $m_2$  באמצעות חוט העובר על פני גלגלת חסרת חיכוך (ראה תרשים). המישור המשופע נטוי בזווית  $\alpha = 30^\circ$  לאופק. בתחתית המישור מצוי חיישן תנועה  $S_x$ , הניצב למישור המשופע ומחובר לחיובי של תנועת הגוף  $m_2$  נקבע כלפי מטה והכיוון החיובי של תנועת הגוף  $m_1$  נקבע במעלה המישור. הנח כי התנגדות האוויר, מסת הגלגלת ומסת החוט זניחות.

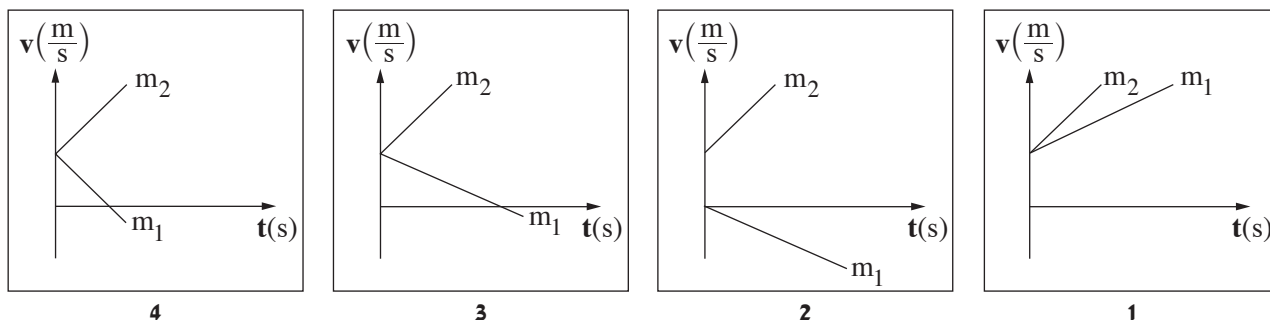


ברגע  $t = 0$  הפעילו את החיישן, שחררו את הגוף  $m_1$  והגוף התחיל לנוע במעלה המישור. על מסך המחשב התקבלה טבלת הערכים שלפניך, המציגה את מהירות הגוף  $m_1$  כפונקציה של הזמן.

| $t(\text{s})$                  | 0.1  | 0.2  | 0.3  | 0.4  | 0.5  | 0.6  |
|--------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| $v(\frac{\text{m}}{\text{s}})$ | 0.45 | 0.70 | 1.15 | 1.50 | 1.95 | 2.25 |

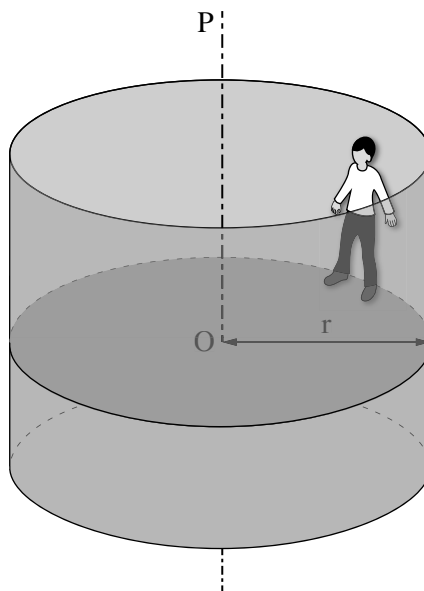
- הנח כי הגוף  $m_1$  אינו מגיע עד לגלגלת וכי הגוף  $m_2$  אינו מגיע עד לרצפה.
- התבסס על הטבלה הנתונה וסרטט גרף של מהירות הגוף  $m_1$  כפונקציה של הזמן. (8 נקודות)
  - חשב את שיפוע הגרף וציין את משמעותו הפיזיקלית. (5 נקודות)
  - רשום את משוואות הכוחות של כל אחד משני הגופים. (6 נקודות)
  - חשב את מתוחות החוט במהלך התנועה. (5 נקודות)
- כעבור שנייה אחת מתחילת המדידה נקרע החוט.
- חשב את  $\frac{a_1}{a_2}$ , היחס בין התאוצות של הגופים  $m_1$  ו-  $m_2$ , לאחר קריעת החוט. (5 נקודות)
  - קבע איזה מן הגרפים 1-4 שלפניך מתאר נכון את מהירות הגופים כתלות בזמן מרגע קריעת החוט.

נמק את קביעתך. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)



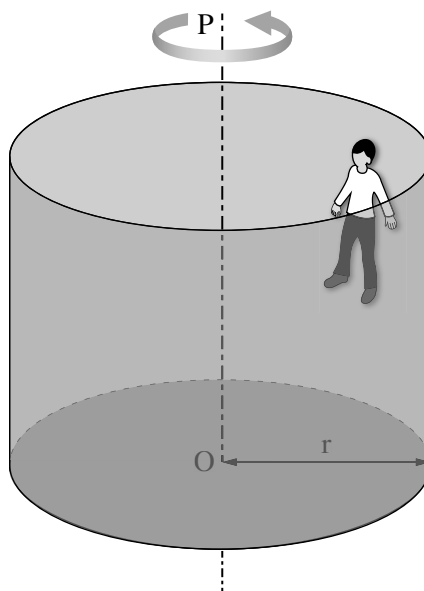


3. בתרשים 1 מתואר מתקן בפארק שעשועים. צורתו של המתקן היא גליל שרדיוסו  $r = 3\text{m}$ , והוא יכול להסתובב סביב צירו האנכי OP. אדם שמסתו  $m = 70\text{ kg}$  עומד על הרצפה בתוך הגליל, צמוד בגבו אל הדופן הפנימית של הגליל. מקדם החיכוך הסטטי בין האדם לדופן הוא  $\mu_s = 0.6$ .



תרשים 1

מתחילים לסובב את הגליל סביב הציר OP, ומהירותו הולכת וגדלה. כאשר מהירות הסיבוב של הגליל מגיעה לערך מסוים, מורידים למטה את רצפת הגליל, אך מיקומו של האדם ביחס לדופן הגליל לא משתנה (ראה תרשים 2).



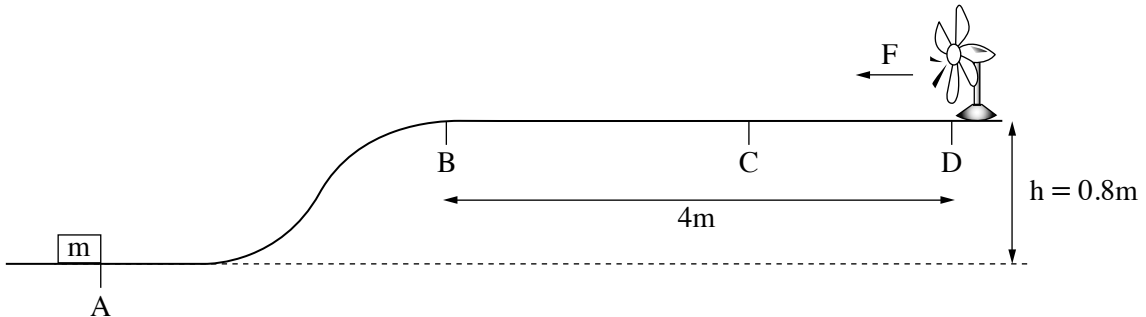
תרשים 2

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

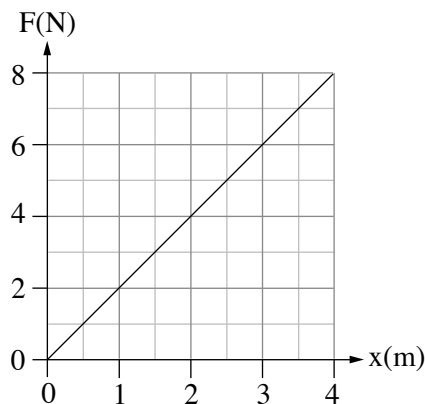
הסעיפים שלפניך מתייחסים למצב המתואר בתרשים 2, שבו אין מגע בין רגלי האדם לרצפת הגליל.

- א. סרטט במחברתך את תרשים הכוחות הפועלים על האדם. ליד כל כוח רשום את שמו. (6 נקודות)
  - ב. רשום את משוואת הכוחות הפועלים על האדם בכל אחד משני הצירים, הציר האנכי והציר האופקי (הרדיאלי). (7 נקודות)
  - ג. חשב את הגודל של המהירות הזוויתית המינימלית הדרושה כדי שהאדם יישאר צמוד לדופן הגליל, מבלי שמיקומו האנכי ישתנה. (8 נקודות)
  - ד. קבע אם תשובתך על סעיף ג תשתנה אם מסת האדם תהיה 90kg. הנח שמקדם החיכוך לא השתנה. נמק את תשובתך. (6 נקודות)
- מסובבים את הגליל במהירות זוויתית  $\omega = 2.6 \frac{1}{s}$ , שבה מיקומו של האדם לא משתנה ביחס לדופן הגליל.
- ה. חשב את הגודל של כוח החיכוך הסטטי הפועל על אדם שמסתו  $m = 90\text{kg}$  במהירות זו. (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)

4. כדי לחקור את נושא האנרגייה המכנית, תלמיד בנה מערכת ובה תיבה שמסתה  $m = 2\text{kg}$ , משטח AD ומאונך BD (ראה תרשים). הקטע BD של המשטח הוא מישור אופקי שאורכו  $4\text{m}$ , וגובהו מעל הקרקע הוא  $h = 0.8\text{m}$ . החיכוך בין המשטח ובין התיבה ניתן להזנחה.



התלמיד הציב את התיבה בנקודה A ואת המאונך בנקודה D. המאונך הניע את האוויר ויצר רוח אופקית. הנח כי גודל הכוח  $F$  שהרוח הפעילה על התיבה תלוי לינארית במרחק  $x$  של התיבה מן הנקודה B, כמתואר בגרף שלפניך. גודל הכוח הוא מרבי (מקסימלי) בנקודה D ומתאפס בנקודה B. משמאל לנקודה B הרוח אינה משפיעה.



בשאלה זו יש להתחשב בהשפעת האוויר מן המאונך בלבד, ולהזניח כל השפעה אחרת של האוויר.

- א. חשב את גודל המהירות המזערית (מינימלית) שיש להעניק לתיבה הנמצאת בנקודה A כדי שתנוע במעלה המשטח ותגיע לנקודה B. (6 נקודות)

בנקודה A העניק התלמיד לתיבה מהירות התחלתית  $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  שכיוונה ימינה. כאשר הגיעה התיבה לנקודה B החל להשפיע עליה הכוח  $F(x)$ . בנקודה C נעצרה התיבה עצירה רגעית.

- ב. חשב את עבודת הכוח  $F(x)$  מן הנקודה B עד לנקודה C. (7 נקודות)
- ג. חשב את המרחק של הנקודה C מן הנקודה B. (8 נקודות)

לאחר העצירה הרגעית בנקודה C, התיבה נעה חזרה לכיוון הנקודה B.

- ד. תאר במילים את תנועתה של התיבה מן הנקודה C ועד לנקודה B. בתשובתך התייחס למאפיינים האלה:

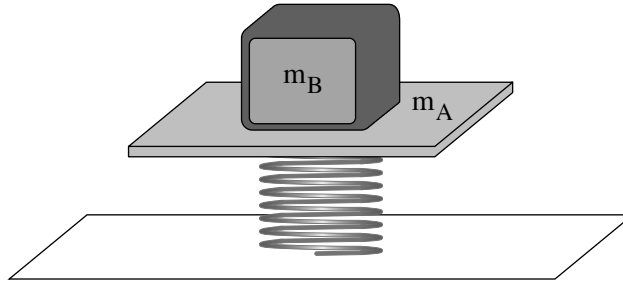
תנועה קצובה או מואצת, תאוצה קבועה או משתנה, גודל מהירות קטן או גדל. (6 נקודות)

- ה. קבע את גודל המהירות התיבה בהגיעה חזרה לנקודה A. נמק את קביעתך.

בתשובתך התייחס גם לכוחות הלא משמרים הקיימים במערכת. (6  $\frac{1}{3}$  נקודות) /המשך בעמוד 8/

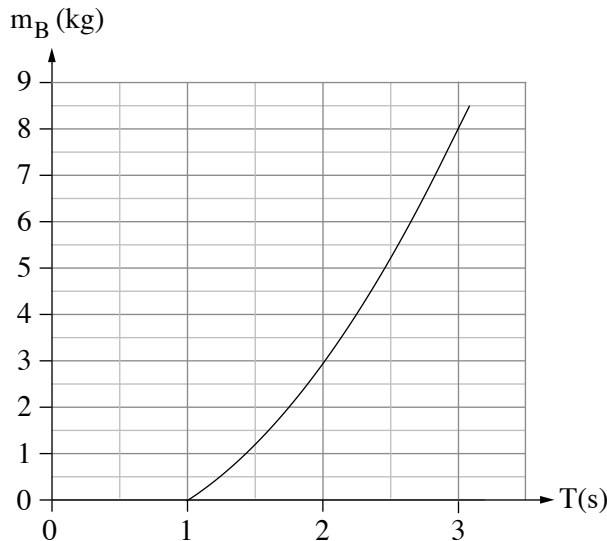
## תנועה הרמונית

5. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת למדידת מסה של גופים (שלא באמצעות מאזני קפיץ). המערכת מורכבת מקפיץ שהקבוע שלו  $k$ , ועליו מונח משטח  $A$  שמסתו  $m_A$ . מסת הקפיץ זניחה. מניחים גוף  $B$ , שאת מסתו  $m_B$  רוצים למדוד, על גבי המשטח  $A$ , ומחברים ביניהם, כדי שהמשטח  $A$  והגוף  $B$  יישארו צמודים בכל מהלך הניסוי.



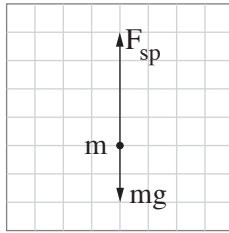
מסיטים את המערכת ממצב שיווי משקל כדי שתבצע תנועה הרמונית פשוטה (תה"פ). מודדים את הזמן של 10 מחזורי תנועה ומחשבים את זמן המחזור הממוצע  $T$ .

- א. הסבר מהו היתרון במדידת זמן של 10 מחזורים לעומת מדידת זמן מחזור אחד. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)
- ב. בטא את מסת הגוף  $m_B$  כפונקציה של זמן המחזור הממוצע  $T$ . (6 נקודות)
- באמצעות הגרף שלפניך אפשר לקבוע את מסת הגוף  $m_B$  על פי זמן המחזור הממוצע  $T$ .

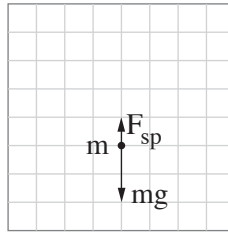


- ג. בגרף שלפניך לא מופיעים זמני מחזור הקטנים מ-1.0 s. הסבר מדוע במערכת זו אי אפשר למדוד זמני מחזור הקטנים מ-1.0 s. (7 נקודות)
- ד. נתון כי מסת המשטח היא  $m_A = 1 \text{ kg}$ . חשב את קבוע הקפיץ  $k$ . (7 נקודות)

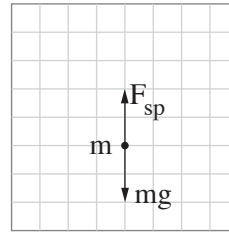
נסמן:  $m = m_A + m_B$  .  $F_{sp}$  – הכוח שהקפיץ מפעיל על המסה  $m$  .  
לפניך ארבעה תרשימי כוחות הפועלים על המסה  $m$  בנקודות שונות במהלך תנועתה.



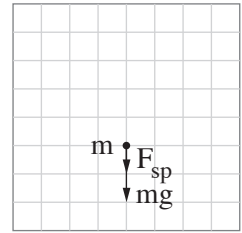
(4)



(3)



(2)



(1)

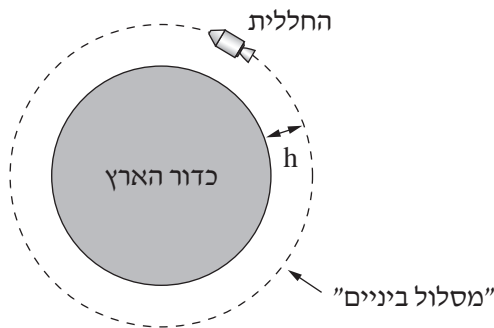
ה. התייחס לכל אחד מן התרשימים (1)-(4), וקבע אם המסה  $m$  נמצאת בנקודת שיווי משקל, מעליה או מתחתיה.  
העתק את הטבלה למחברתך וסמן בה את קביעותיך. (8 נקודות)

| (4) | (3) | (2) | (1) | התרשים                 |
|-----|-----|-----|-----|------------------------|
|     |     |     |     | מיקום המסה             |
|     |     |     |     | מעל נקודת שיווי משקל   |
|     |     |     |     | בנקודת שיווי משקל      |
|     |     |     |     | מתחת לנקודת שיווי משקל |

## כבידה

6. ביולי 1969 במשימת אפולו 11 נשלחה חללית אל הירח. בדרכה הוכנסה החללית ל"מסלול ביניים" מעגלי סביב כדור הארץ, ובו היא נעה כמו לוויין (ראה תרשים 1). ממסלול הביניים המשיכה החללית אל הירח. במהלך משימה זו נחתו לראשונה אנשים על פני הירח.

הנח כי מסת החללית היא  $m$  וגובה מסלול הביניים מעל פני כדור הארץ הוא  $h = 190\text{km}$ .



תרשים 1

בסעיפים א-ג הנח כי רק כדור הארץ משפיע על החללית.

- א. השתמש בקבועים הנתונים בדף הנוסחאות וחשב את גודל המהירות של החללית במסלול הביניים. (7 נקודות)
- ב. תלמידה טוענת כי על פי החוק הראשון של ניוטון, במסלול הביניים החללית במצב התמדה, מאחר שהיא נעה במהירות שגודלה קבוע. קבע אם התלמידה צודקת ונמק את קביעתך. (7 נקודות)
- ג. אילו הייתה לחללית הנעה במסלול הביניים הנתון מסה גדולה יותר:
  - (1) קבע אם גודל המהירות של החללית היה גדל, קטן או לא משתנה. נמק את קביעתך.
  - (2) קבע אם האנרגייה המכנית הכוללת של החללית הייתה גדלה, קטנה או לא משתנה. נמק את קביעתך.

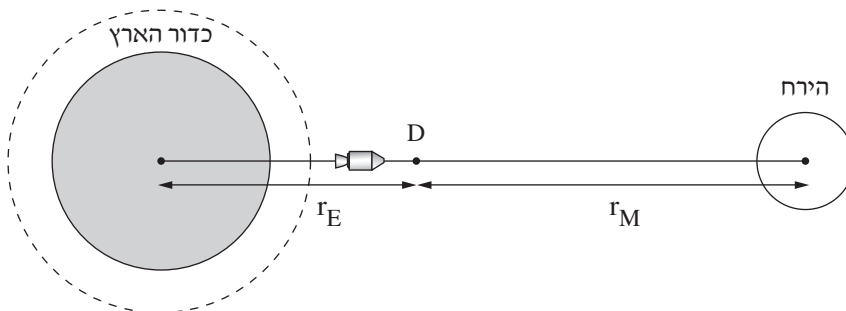
(שים לב לסימן של האנרגייה.)

(8 נקודות)

הנח כי החללית המשיכה ממסלול הביניים למסלול סביב הירח לאורך קו ישר המחובר את מרכז כדור הארץ למרכז הירח. הנקודה D נמצאת על ישר זה (ראה תרשים 2).

נתון:  $M_E$  – מסת כדור הארץ,  $M_M$  – מסת הירח.

$r_E$  – המרחק ממרכז כדור הארץ עד לנקודה D.  $r_M$  – המרחק ממרכז הירח עד לנקודה D.

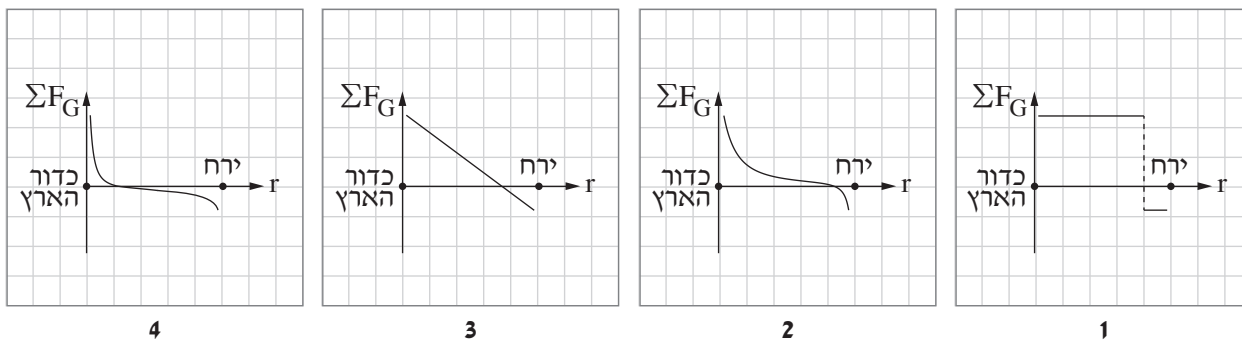


תרשים 2

בסעיפים ד-ה הנח כי רק כדור הארץ והירח משפיעים על החללית.

ד. בטא את שקול כוחות הכבידה הפועלים על החללית,  $\Sigma F_G$ , בנקודה D באמצעות  $G, m, M_E, M_M, r_E, r_M$ . (7 נקודות)

לפניך ארבעה גרפים המייצגים באופן מקורב את שקול כוחות הכבידה,  $\Sigma F_G$ , כפונקציה של מרחק החללית ממרכז כדור הארץ,  $r$ .



ה. קבע איזה מן הגרפים 1-4 מתאר נכון את שקול כוחות הכבידה,  $\Sigma F_G$ , הפועלים על החללית במהלך תנועתה ממסלול הביניים אל הירח. (4  $\frac{1}{3}$  נקודות)

### בהצלחה!

## פיזיקה מכניקה, אופטיקה וגלים

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעותיים וחצי (150 דקות).

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.

|           |   |               |   |                           |   |            |
|-----------|---|---------------|---|---------------------------|---|------------|
| פרק ראשון | — | מכניקה        | — | $25 \times 3$             | — | 75 נקודות  |
| פרק שני   | — | אופטיקה וגלים | — | $12 \frac{1}{2} \times 2$ | — | 25 נקודות  |
|           |   |               |   | סה"כ                      | — | 100 נקודות |

ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.

(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.

ד. הוראות מיוחדות:

(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.

(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)

(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.

כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן.

לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.

רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום היחידות

עלולים להפחית נקודות מן הציון.

(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם;

במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או המטען היסודי  $e$ .

(4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.

(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.

מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רשום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!



## השאלות

### פרק ראשון — מכניקה (75 נקודות)

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

(לכל שאלה — 25 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. בעבודת חקר של תלמידי מגמת פיזיקה בבית ספר תיכון, החליטו התלמידים לבחון את מאפייני התנועה של גופים

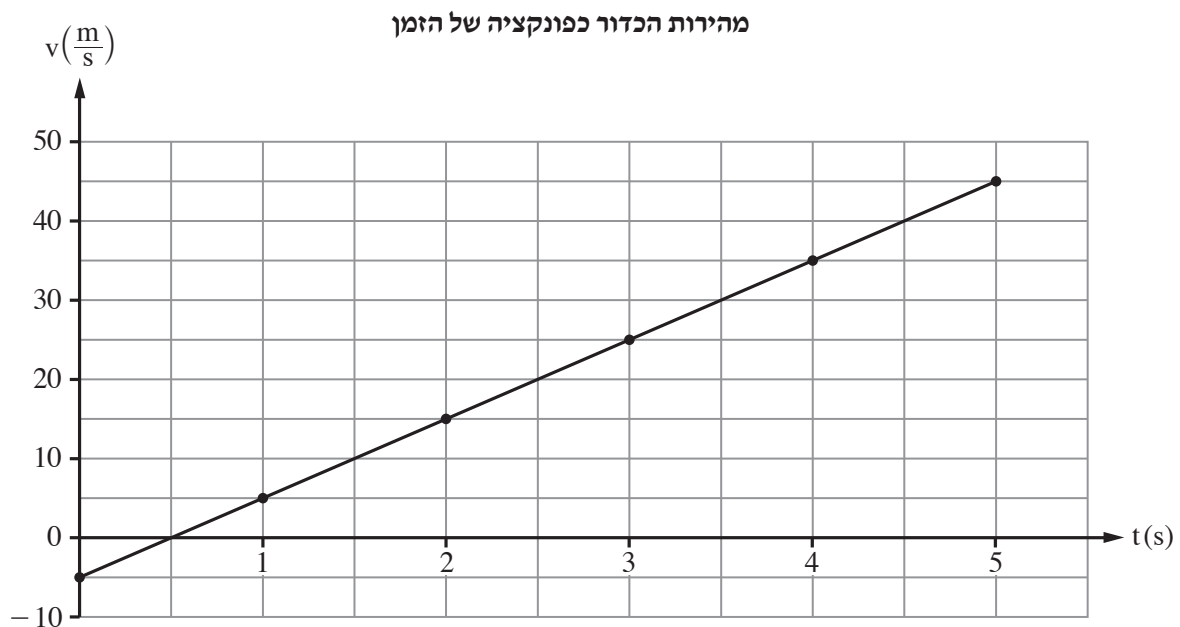
הנזרקים אנכית. לשם כך הם עלו על מגדל שגובהו H וזרקו באותו רגע שלושה כדורים זהים: A, B ו-C.

כדור A נזרק כלפי מטה במהירות התחלתית שגודלה  $v_0$ , כדור B נזרק כלפי מעלה במהירות התחלתית שגודלה זהה

לגודל המהירות ההתחלתית של כדור A, וכדור C שוחרר ממנוחה. שלושת הכדורים לא התנגשו במהלך תנועתם.

התלמידים קבעו את כיוון הציר האנכי החיובי כלפי מטה.

הם סרטטו גרף מהירות-זמן של אחד הכדורים מרגע זריקתו עד לסף פגיעתו בקרקע, כמתואר בתרשים שלפניך.



בסעיפים א-ד הנח כי כוח החיכוך בין הכדורים לאוויר ניתן להזנחה.

א. קבע אם הגרף מתאר את מהירותו של כדור A, כדור B או כדור C. נמק את קביעתך. (5 נקודות)

ב. חשב את גובה המגדל, H. (5 נקודות)

ג. חשב את המרחק האנכי בין מיקומו של כדור A לבין מיקומו של כדור B, בזמן  $t = 2s$ . (6 נקודות)  
התלמידים הוסיפו לאותה מערכת צירים את הגרפים המתאימים לשני הכדורים האחרים.

ד. הסבר מהי המשמעות הפיזיקלית של כל אחד מן הערכים (1)-(3) שלפניך, וקבע לאילו מן הערכים האלה יש גדלים מספריים זהים לכל שלושת הגרפים.

(1) שיפוע הגרף

(2) נקודת חיתוך הגרף עם ציר המהירות

(3) השטח הכלוא בין הגרף לציר הזמן

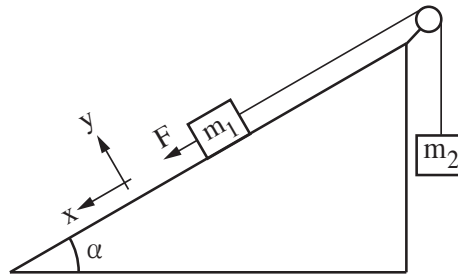
(6 נקודות)

ה. בסעיף זה הנח שבין כל כדור לאוויר פעל כוח חיכוך שגודלו קבוע וקטן ממשקל הכדור. להזכירך, כל הכדורים זהים.

קבע אם גודל המהירות של כדור A ברגע פגיעתו בקרקע קטן מגודל המהירות של כדור B ברגע פגיעתו בקרקע, גדול ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך באמצעות שיקולי אנרגייה או שיקולי קינמטיקה.

(3 נקודות)

2. במעבדה לפיזיקה הרכיבה תלמידה את המערכת המתוארת בתרשים.



המערכת מורכבת משני גופים שהמסות שלהם  $m_1$  ו-  $m_2$ . גוף  $m_1$  מונח על מדרון חלק הנטוי בזווית  $\alpha$ .

גוף  $m_2$  תלוי וקשור לגוף  $m_1$  בחוט העובר דרך גלגלת חסרת חיכוך (ראה תרשים).

אורך החוט קבוע, והגופים אינם מגיעים אל הגלגלת בשום שלב.

התנגדות האוויר, מסת הגלגלת ומסת החוט ניתנים להזנחה.

התלמידה החזיקה את המערכת במנוחה. ברגע מסוים היא שחררה את המערכת ממנוחה, ובאותו רגע התחילה להפעיל

על הגוף  $m_1$  כוח קבוע שגודלו  $F$  בכיוון מורד המדרון ובמקביל אליו, כמתואר בתרשים (כיוון זה מוגדר חיובי).

הגוף  $m_1$  נע במורד המדרון, והתלמידה מדדה את תאוצת המערכת.

א. סרטט במחברתך את תרשים הכוחות הפועלים על כל אחד משני הגופים במהלך התנועה. ליד כל כוח

רשום את שמו. (4 נקודות)

ב. פתח ביטוי לינארי (מהצורה  $y = Ax + B$ ) עבור גודל התאוצה  $a$  כפונקציה של גודל הכוח  $F$ . בטא את תשובתך

באמצעות  $g$ ,  $\alpha$ ,  $m_1$ ,  $m_2$  ו-  $F$ . (6 נקודות)

התלמידה חזרה על הניסוי כמה פעמים. בכל פעם היא שינתה את גודל הכוח  $F$  ומדדה את גודל התאוצה  $a$ .

התוצאות שהתקבלו מוצגות בטבלה שלפניך.

| 60   | 50  | 40  | 30  | 20  | $F(N)$                        |
|------|-----|-----|-----|-----|-------------------------------|
| 12.5 | 9.1 | 7.4 | 5.0 | 3.0 | $a\left(\frac{m}{s^2}\right)$ |

ג. סרטט במחברתך גרף של  $a$  (תאוצת המערכת) כפונקציה של הכוח  $F$ . (7 נקודות)

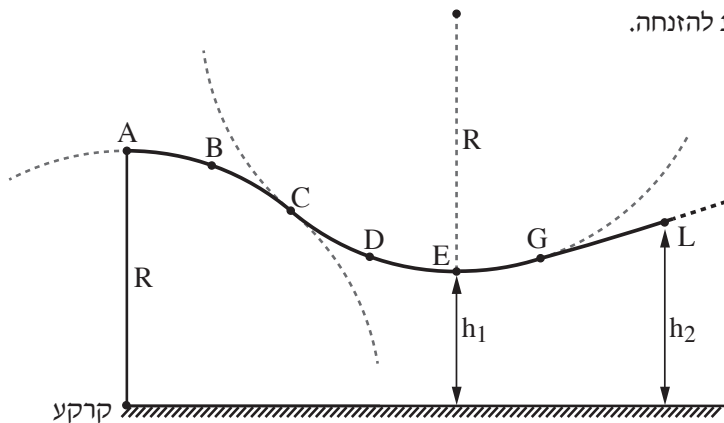
נתון: מסת שני הגופים שווה,  $m_1 = m_2 = m$ .

ד. התבסס על הגרף שסרטטת וחשב את המסה  $m$ . (5 נקודות)

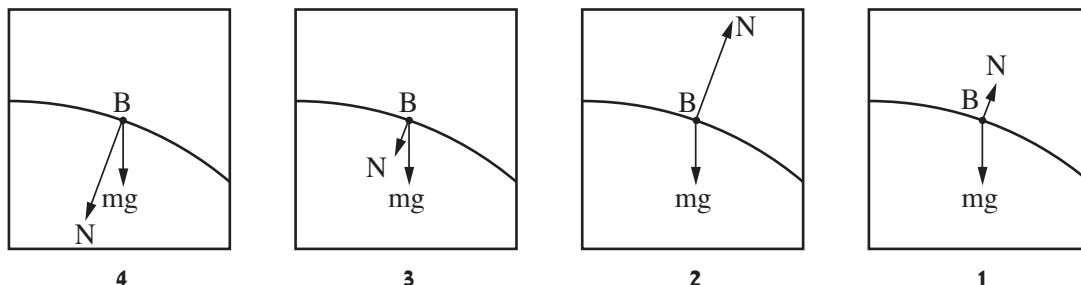
ה. היעזר בגרף וקבע מהו גודל הכוח  $F$  שעבורו תנוע המערכת בתנועה קצובה (גודל המהירות קבוע). הסבר את

קביעתך. (3 נקודות)

3. בתרשים שלפניך מוצג מסלול גלישה על קרח המורכב משלושה קטעים:  $AC$ ,  $CG$  ו-  $GL$ . שני הקטעים הראשונים,  $AC$  ו-  $CG$ , הם קשתות מעגליות שרדיוסן  $R$ . הקטע השלישי,  $GL$ , הוא מסלול לא מעגלי. בקטעים  $AC$  ו-  $CG$  החיכוך בין גולש למסלול ניתן להזנחה, ואילו החל מן הנקודה  $G$  קיים חיכוך שלא ניתן להזנחה. גולש מתחיל לנוע ממנוחה בנקודה  $A$ . הוא נע בהחלקה בלבד ולא נעזר במקלות סקי. בכל מהלך תנועתו הגולש לא מתנתק מן המסלול. התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.



- א. קבע איזה מן האיורים 1-4 שלפניך מייצג נכון את תרשים הכוחות הפועלים על הגולש בנקודה  $B$ . נמק את קביעתך. (6 נקודות)



- ב. (1) קבע אם לתאוצה של הגולש בנקודה  $D$  יש רכיב משיקי. נמק את קביעתך.  
 (2) העתק למחברתך (באופן מקורב) את הקטע המעגלי  $CG$ , והוסף לתרשים חץ המתאר את התאוצה הכוללת של הגולש בנקודה  $D$  (אין צורך לחשב). (5 נקודות)

נתון:  $R = 60\text{m}$ , מסת הגולש עם ציוד הגלישה היא  $m = 80\text{kg}$ .

הגובה של הנקודה  $E$  מעל לקרקע הוא  $h_1 = 32\text{m}$  (הנקודה  $E$  היא הנקודה הנמוכה ביותר במסלול).

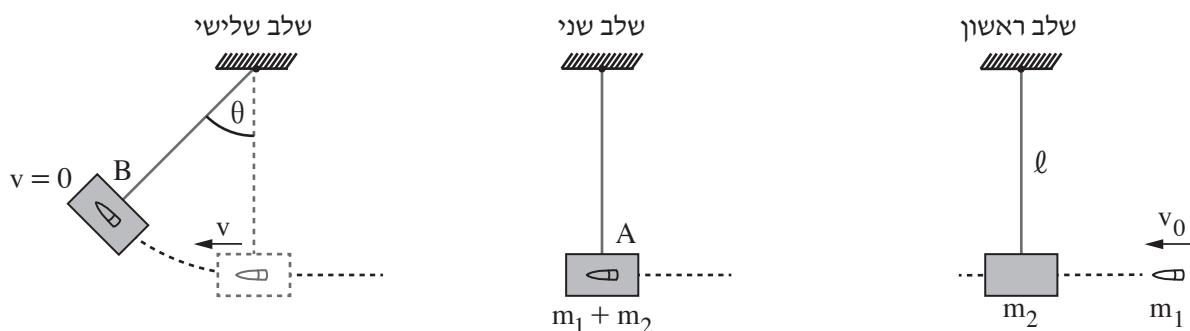
- ג. חשב את גודל המהירות של הגולש בחולפו בנקודה  $E$ . (4 נקודות)  
 ד. חשב את הכוח (גודל וכיוון) שהגולש מפעיל על המסלול בנקודה  $E$ . (6 נקודות)

נתון: סך כל העבודה של כוח החיכוך מן הנקודה  $G$  ועד לנקודת עצירתו של הגולש הוא  $20\text{kJ}$ .

גובה הנקודה  $L$  מעל לקרקע הוא  $h_2 = 36\text{m}$ .

- ה. קבע אם הגולש הגיע לנקודה  $L$ . הסבר את קביעתך באמצעות חישוב. (4 נקודות) / המשך בעמוד 6/

4. עד המאה השמונה-עשרה לא היה אפשר למדוד את מהירותם של גופים מהירים כגון קליע של רובה. בשנת 1742 המציא המדען האנגלי בנג'מין רובינס שיטה למדידת מהירותם של קליעים באמצעות מטוטלת בליסטית. התרשים שלפניך מתאר שיטה זו בשלושה שלבים.
- בשלב הראשון נורה קליע שמסתו  $m_1$  לכיוון גוף שמסתו  $m_2$  התלוי על חוט שאורכו  $\ell$ . בשלב השני הקליע פוגע בגוף בנקודה A במהירות אופקית שגודלה  $v_0$ , חודר לגוף ונעצר בתוכו. משך זמן החדירה של הקליע לתוך הגוף קצר ביותר ולכן תזוזת הגוף בזמן זה ניתנת להזנחה.
- בשלב השלישי הגוף (עם הקליע בתוכו) עולה עד לנקודה B ושם נעצר רגעית. בנקודה זו זווית הסטייה של החוט מהאנך היא  $\theta$ .
- יש להזניח את התנגדות האוויר ואת מסת החוט.



- הסעיפים שלפניך מתייחסים למערכת גוף + קליע.
- א. קבע אם התנע והאנרגייה המכנית נשמרים בפרק הזמן שבין רגע פגיעת הקליע בגוף ועד לעצירתו בתוך הגוף. הסבר את קביעותיך. (4 נקודות)
- ב. קבע אם התנע והאנרגייה המכנית נשמרים בפרק הזמן שבין תחילת תנועת הגוף ועד לעצירתו הרגעית בנקודה B. הסבר את קביעותיך. (4 נקודות)
- נתוני המערכת: מסת הקליע  $m_1 = 0.015 \text{ kg}$ , מסת הגוף  $m_2 = 4.985 \text{ kg}$ , אורך החוט  $\ell = 0.6 \text{ m}$ , זווית הסטייה המרבית של החוט  $\theta = 12^\circ$ .
- ג. חשב את האנרגייה הקינטית של המערכת, מיד לאחר שהגוף (עם הקליע בתוכו) התחיל את תנועתו בנקודה A. (7 נקודות)
- ד. חשב את  $v_0$ , מהירות הקליע ברגע פגיעתו בגוף. (6 נקודות)
- ה. חשב את האנרגייה המכנית ש"אבדה" בגלל החיכוך. (4 נקודות)

5.

סוכנות החלל הישראלית בשיתוף עם סוכנות החלל הצרפתית שיגרו באוגוסט 2017 לוויין זעיר שמכונה VENμS (Vegetation & Environment on a New Micro Satellite) למטרות תצפית ומחקר מדעי ייחודי. הלוויין מצויד באמצעים טכנולוגיים משוכללים, שחלקם פותחו ויוצרו בישראל. הלוויין יצלם מהחלל, בין השאר, שדות וחלקות אדמה לצורך מחקרים של ניטור מצב הקרקע, הצמחייה ואיכות המים.

הנח כי הלוויין ינוע במסלול מעגלי שרדיוסו  $r = 7100\text{km}$ .

א. חשב את תאוצת הנפילה החופשית של הלוויין במהלך תנועתו (גודל וכיוון). (6 נקודות)

ב. חשב את זמן המחזור ואת המהירות המשיקית של הלוויין. (8 נקודות)

ייתכן שבעתיד יוכנס לוויין זהה למסלול מעגלי סביב כוכב הלכת מאדים.

נתון:  $M_E$  ו-  $R_E$  הם המסה והרדיוס של כדור הארץ.

$M_M$  ו-  $R_M$  הם המסה והרדיוס של כוכב הלכת מאדים.

$$M_E = 9.3M_M, \quad R_E = 1.88R_M.$$

בסעיפים ג-ד הנח שרדיוס המסלול של הלוויין הסובב סביב מאדים יהיה שווה לרדיוס המסלול של VENμS

הסובב סביב כדור הארץ ( $r = 7100\text{km}$ ).

ג. קבע אם תאוצת הנפילה החופשית של הלוויין הסובב סביב מאדים **קטנה** מן התאוצה שחישבת

בסעיף א, **גדולה** ממנה או **שווה** לה. נמק את קביעתך. (5 נקודות)

תלמיד טוען שזמני המחזור של שני הלוויינים שווים. הוא מסתמך על החוק השלישי של קפלר ועל העובדה שהרדיוסים של שני המסלולים שווים.

ד. הסבר מדוע הטענה של התלמיד אינה נכונה. (3 נקודות)

$T_1$  הוא זמן המחזור של לוויין הנע במסלול שרדיוסו  $r_1$  סביב מאדים, ו-  $T_2$  הוא זמן המחזור של לוויין זהה

הנע במסלול שרדיוסו  $r_2$  סביב כדור הארץ ( $r_1 \neq r_2$ ).

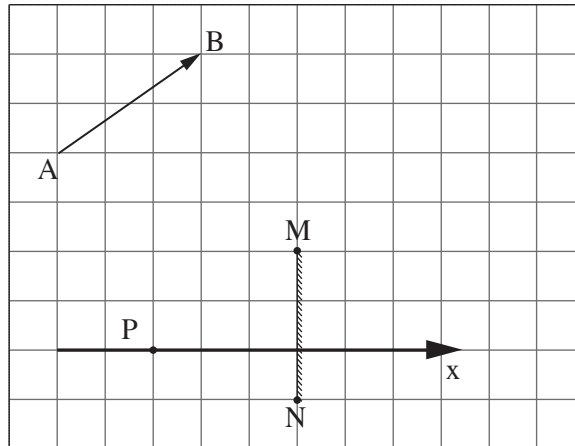
ה. בטא את הקשר  $\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2$  באמצעות  $r_1$  ו-  $r_2$ . (3 נקודות)

**פרק שני — אופטיקה וגלים** (25 נקודות)

ענה על שתיים מן השאלות 6-8.

(לכל שאלה —  $12\frac{1}{2}$  נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

6. בתרשים שלפניך מוצגים חתך של מראה מישורית MN, גוף AB שצורתו חץ ונקודה P שבה נמצאת עין של צופה. אורך הצלע של כל משבצת בתרשים מייצגת אורך 20 ס"מ במציאות.



א. העתק את התרשים למחברתך. כל משבצת בתרשים תיוצג על ידי משבצת במחברתך. (נקודה אחת)

ב. הוסף לתרשים שבמחברתך:

(1) את הדמות  $A_1B_1$  של הגוף AB הנוצרת על ידי המראה.

(2) את מהלך הקרן היוצאת מן הקצה A של הגוף, פוגעת במראה ומוחזרת ממנה לנקודה P (העין).

פרט את שיקוליך.

(5 נקודות)

הצופה (העין) יכול לנוע לאורך ציר ה־x המסומן בתרשים.

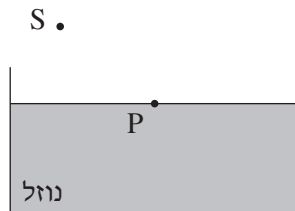
ג. קבע אם עליו להתרחק מן המראה או להתקרב אליה כדי לראות במראה חלק גדול יותר מן הדמות  $A_1B_1$ .

(3 נקודות)

ד. היעזר בתרשים וקבע מהו המרחק המינימלי (בסנטימטרים) מן הנקודה P שהעין צריכה לעבור לאורך ציר ה־x

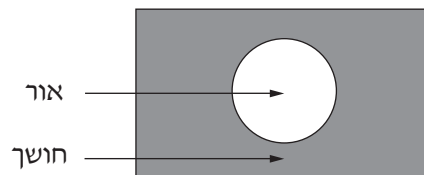
כדי לראות את הדמות  $A_1B_1$  במלואה (שים לב לקנה המידה). ( $3\frac{1}{2}$  נקודות)

7. מקור אור נקודתי S נמצא באוויר ( $n = 1$ ). קרן אור שנפלטת מן המקור מתקדמת באוויר, ופוגעת בנקודה P שעל פני נוזל שנמצא בכלי (ראה תרשים 1). חלק מן האור מוחזר וחלק נשבר. מקור האור S הוא היחיד בסביבה.



תרשים 1

- א. העתק את התרשים למחברתך והוסף בו:
- (1) את קרן האור הנפלטת מן המקור S ופוגעת בנקודה P.
  - (2) את מהלך קרן האור המוחזרת מפני הנוזל בנקודה P.
  - (3) את מהלך קרן האור הנשברת בתוך הנוזל. (נקודה אחת)
- ב. סמן על גבי סרטוטך את זווית הפגיעה של קרן האור באות  $\alpha$ , את זווית ההחזרה באות  $\beta$ , ואת זווית השבירה באות  $\gamma$ . (נקודה אחת)
- ג. קבע אם במקרה זה זווית ההחזרה  $\beta$  גדולה מזווית השבירה  $\gamma$ , קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעתך. (3 נקודות)
- נתון:  $\alpha = 51^\circ$ , הזווית בין הקרן הנשברת לקרן המוחזרת היא  $90^\circ$ .
- ד. חשב את מקדם השבירה של הנוזל. (4 נקודות)
- מניחים את מקור האור הנקודתי במרכז התחתית של הכלי שבו הנוזל. האור יוצא מן הנוזל לאוויר רק דרך חלק מפני הנוזל (ראה תרשים 2).

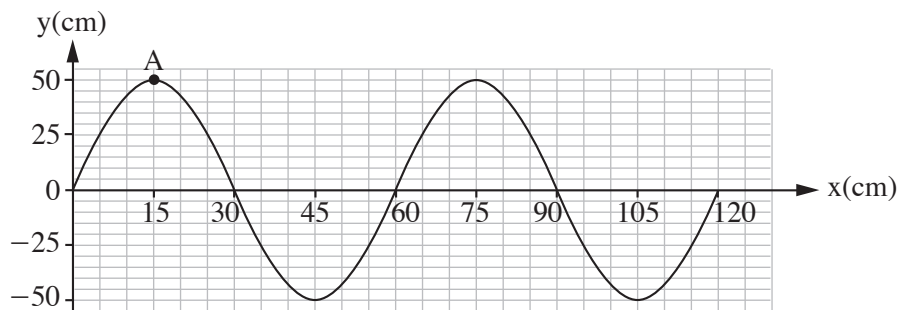


תרשים 2

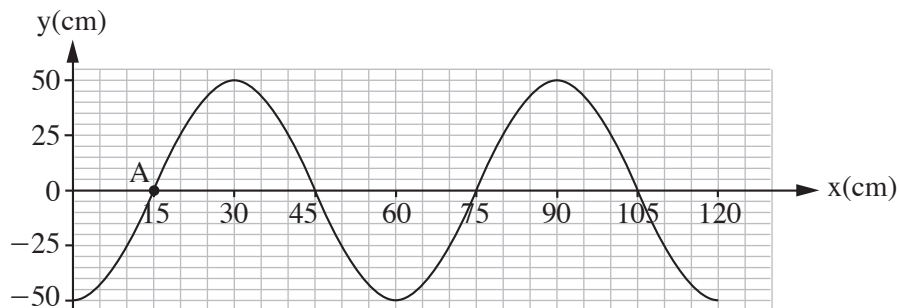
- ה. הסתמך על חוקי השבירה והסבר תופעה זו. (3  $\frac{1}{2}$  נקודות)



8. בתרשים 1 שלפניך מוצג קטע חבל, ובו גל רוחב הנע ימינה. בתרשים 2 מוצג אותו קטע חבל, 0.3 שניות אחרי הרגע המתואר בתרשים 1. זמן המחזור של הגל גדול מ- 0.3 שניות.



תרשים 1



תרשים 2

- א. הסבר מהו ההבדל בין גל אורך לגל רוחב. (2 נקודות)
- ב. קבע או חשב את:
- (1) משרעת הגל (האמפליטודה).
  - (2) זמן המחזור של הגל.
  - (3) תדירות הגל.
  - (4) נקודות
- ג. חשב את מהירות ההתקדמות של הגל. (3 נקודות)
- ד. סרטט במחברתך גרף מקורב המתאר את גובה הנקודה A כפונקציה של הזמן, בפרק הזמן שבין שני המצבים המתוארים בתרשים 1 ובתרשים 2.  $(3\frac{1}{2}$  נקודות)

**בהצלחה!**

## פיזיקה מכניקה, אופטיקה וגלים

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי (150 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.
- |           |   |               |   |                          |   |            |
|-----------|---|---------------|---|--------------------------|---|------------|
| פרק ראשון | — | מכניקה        | — | 25×3                     | — | 75 נקודות  |
| פרק שני   | — | אופטיקה וגלים | — | $12\frac{1}{2} \times 2$ | — | 25 נקודות  |
|           |   |               |   | סה"כ                     | — | 100 נקודות |
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.  
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
- (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.
- (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או קבוע הכבידה העולמי  $G$ .
- (4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
- (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.
- כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

/המשך מעבר לדף/

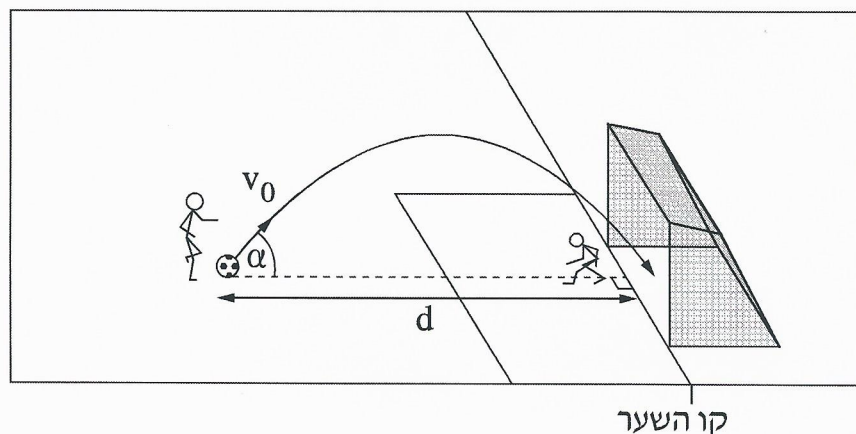
## השאלות

### פרק ראשון – מכניקה (75 נקודות)

ענה על שלוש מן השאלות 1-5.

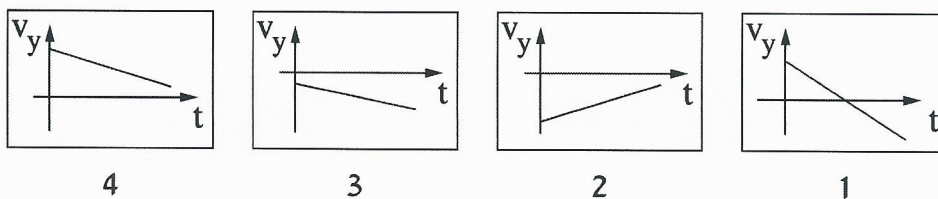
(לכל שאלה – 25 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. במשחק כדורגל נעמד שחקן כדי לבעוט בעיטת עונשין. כדי להטעות את השוער, השחקן התבונן על אחת מפינות השער, אולם בעט בכדור למרכז השער. שיטת בעיטה זו מכונה שיטת פגנקה, על שמו של שחקן צ'כי. בעקבות בעיטה זו הכדור נע במסלול פרבולי במישור המאונך למגרש, וכך ההיטל של המסלול על המגרש ניצב לקו השער (ראה תרשים 1).
- נסמן:  $d$  – מרחק הכדור מקו השער לפני שהוא נבעט
- $v_0$  – גודל המהירות ההתחלתית של הכדור
- $\alpha$  – הזווית בין כיוון המהירות ההתחלתית לבין מישור המגרש
- התנגדות האוויר זניחה.

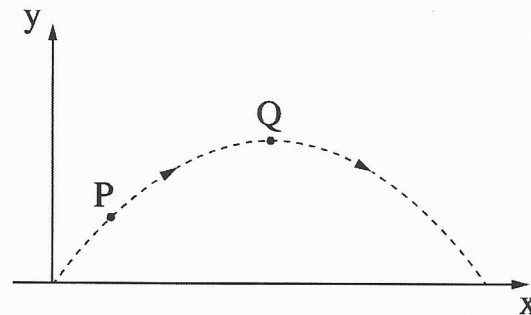


תרשים 1

- א. קבע איזה מבין ארבעת הגרפים 1-4 שלפניך מייצג נכון את הרכיב האנכי של מהירות הכדור במהלך תנועתו באוויר, כפונקציה של הזמן. נמק את קביעתך. (5 נקודות)



- ב. בתרשים 2 מוצג מסלולו של כדור שנכנס לשער. במסלול מסומנות נקודות P, Q. נתון כי הנקודה Q גבוהה מן הנקודה P.



תרשים 2

- (1) האם גודל הרכיב האופקי של מהירות הכדור בנקודה P קטן מגודל הרכיב האופקי של מהירותו בנקודה Q, גדול ממנו או שווה לו? הסבר את תשובתך.
- (2) האם גודל התאוצה של הכדור בנקודה P קטן מגודל התאוצה שלו בנקודה Q, גדול ממנו או שווה לו? הסבר את תשובתך.
- (8 נקודות)

שחקן בעט בכדור בשיטת פננקה ממרחק  $d = 11\text{m}$  מקו השער.

הוא העניק לכדור מהירות שגודלה  $v_0 = 11.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  בזווית  $\alpha = 55^\circ$  מעל האופק.

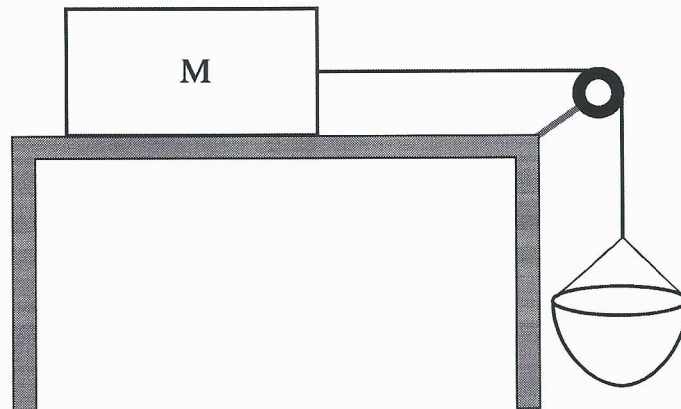
נתון: גובה השער הוא  $h = 2.44\text{ m}$ .

- ג. הוכח שהכדור שנבעט נכנס בוודאות לתוך השער. הנח שלא הייתה הפרעה לתנועת הכדור (לדוגמה, מן השוער). התייחס אל הכדור כאל גוף נקודתי. (7 נקודות)
- ד. שחקן אחר בעט בכדור מאותו מרחק ובאותה זווית, אבל העניק לכדור מהירות התחלתית גדולה מ-  $v_0$ . האם בבעיטה זו הכדור נכנס בוודאות לתוך השער? הסבר את תשובתך.
- אין צורך לחשב. (5 נקודות)



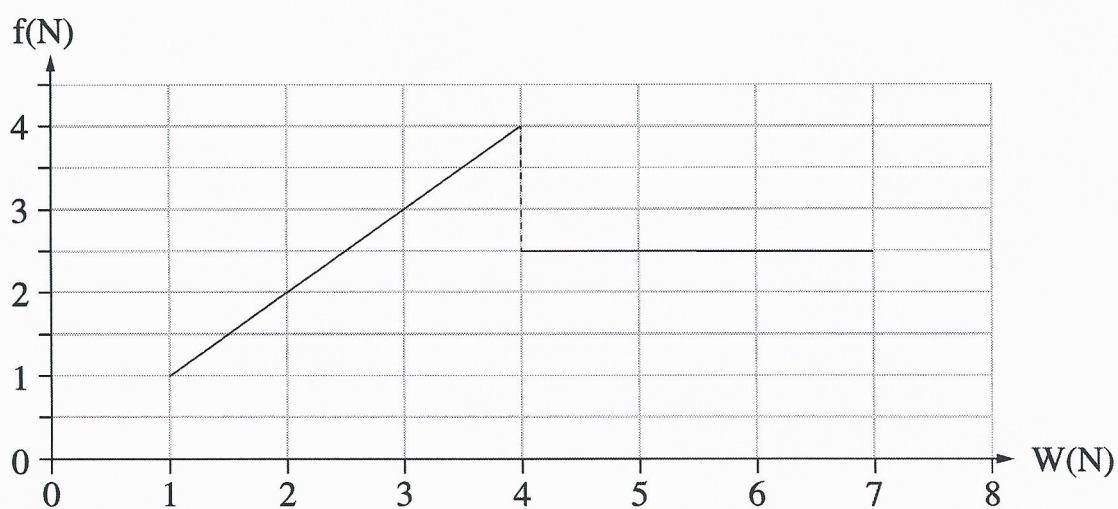
2.

תלמידים חקרו את כוח החיכוך באמצעות מערכת המורכבת מתיבה שמסתה  $M$  המונחת על משטח אופקי, גלגלת וסלסלה שאפשר להכניס לתוכה חול. התיבה קשורה אל הסלסלה בחבל העובר על פני הגלגלת (ראה תרשים 1).



תרשים 1

החיכוך עם האוויר, מסת החבל ומסת הגלגלת זניחים. בתחילת הניסוי המערכת נמצאה במנוחה. התלמידים הוסיפו בהדרגה וברציפות חול לתוך הסלסלה, וברגע מסוים המערכת התחילה לנוע. בתרשים 2 מוצג גרף של גודל כוח החיכוך,  $f$ , שהפעיל המשטח האופקי על התיבה  $M$  כפונקציה של משקל הסלסלה והחול שבתוכה,  $W$ .



תרשים 2

א. בלי להסתמך על תרשים 2, הסבר מדוע העקומה של הגרף חייבת לעבור בראשית הצירים.  
(3 נקודות)

נתון:  $M = 0.8 \text{ kg}$

ב. חשב את מקדמי החיכוך (הסטטי והקינטי) בין התיבה  $M$  לבין המשטח. (7 נקודות)

ג. חשב את הגודל של תאוצת המערכת כאשר  $W = 6\text{N}$ . (10 נקודות)

ד. כאשר המערכת עברה ממצב מנוחה למצב תנועה, האם המתיחות בחבל גדלה, קטנה או

לא השתנתה? הסבר את תשובתך, אין צורך לחשב. (5 נקודות)

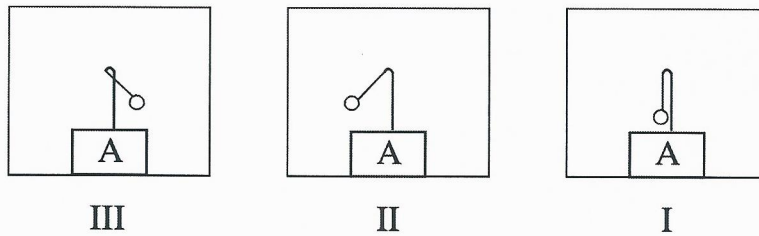
3. שתי תיבות A ו-B שמסותיהן  $m_A = 300\text{gr}$  ו-  $m_B = 100\text{gr}$  נמצאות במנוחה על משטח אופקי חלק. בין התיבות לחוץ כדור גומי. בראשי התיבות מחוברים מוטות, וחוץ הקשור לשני המוטות מונע מן התיבות לנוע (ראה תרשים 1). מסת הכדור זניחה.



### תרשים 1

- ברגע מסוים החוט נקרע. בעקבות זאת הכדור חוזר לצורתו המקורית, ובתוך כך הוא הדף את התיבות לכיוונים מנוגדים. לאחר ההדיפה נעו התיבות A ו-B על פני המשטח האופקי במהירויות קבועות שהגדלים שלהן  $u_A$  ו-  $u_B$ , והכדור נפל אנכית ארצה. כמות האנרגייה שהשתחררה מן הכדור היא  $2.4\text{ J}$ .
- בסעיפים א-ב נדון במערכת שתי התיבות והכדור, בפרק הזמן שחלף מן הרגע שבו החוט נקרע עד לרגע שבו התיבות התנתקו מן הכדור.
- א. קבע אם בפרק הזמן הזה נשמר התנע של המערכת. נמק את קביעתך. (4 נקודות)
- ב. קבע אם בפרק הזמן הזה נשמרה האנרגייה המכנית הכוללת של המערכת. נמק את קביעתך. (4 נקודות)
- ג. חשב את גודלי המהירויות  $u_A$  ו-  $u_B$ . (7 נקודות)
- בשלב מסוים של תנועתה הגיעה התיבה A למדרון משופע. התיבה עלתה עד הנקודה C שגובהה מעל למשטח האופקי  $h_c = 0.1\text{m}$  (ראה תרשים 1), וירדה בחזרה.
- ד. הוכח שהמדרון אינו חלק. (6 נקודות)

במהלך תנועתה של התיבה A על פני המשטח האופקי לאחר נפילת הכדור, תלו מטוטלת קטנה על המוט המחובר לתיבה זו. תליית המטוטלת נעשתה באופן שלא השפיע על תנועת התיבה. ה. בתרשים 2 שלפניך מוצגים איורים III-I. קבע איזה מבין האיורים מתאר נכון את מצב המטוטלת במהלך התנועה של התיבה A על פני המשטח האופקי. הסבר את קביעתך. (4 נקודות)



תרשים 2



4.

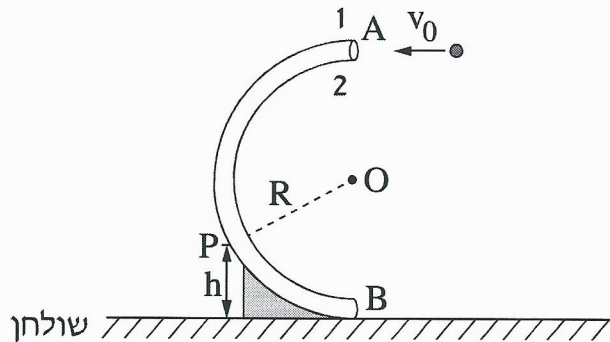
בתרשים שלפניך מוצג צינור דק הנמצא במישור אנכי הניצב לשולחן אופקי. צורת הצינור היא

חצי מעגל, שמרכזו בנקודה O ורדיוסו  $R = 80 \text{ cm}$ .

כאשר זורקים כדור דרך הפתח הגבוה של הצינור בנקודה A, הכדור נע לאורך הצינור ויוצא דרך

הפתח הנמוך בנקודה B (קוטר הכדור קטן רק מעט מקוטר הצינור).

כוחות החיכוך בין הכדור לצינור ניתנים להזנחה.



כדור שמסתו  $m = 0.05 \text{ kg}$  נזרק בנקודה A לתוך הצינור במהירות התחלתית שגודלה

$v_0 = 3.2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  וכיוונה אופקי (ראה תרשים). הכדור נע בתוך הצינור ויצא ממנו בנקודה B.

א. חשב את גודלו של הכוח הצנטריפטלי שפעל על הכדור בנקודה A בתחילת התנועה

המעגלית. (4 נקודות)

ב. (1) חשב את גודלו של הכוח שהצינור הפעיל על הכדור בחלפו בנקודה A.

(2) קבע איזה דופן של הצינור — 1 או 2 (ראה תרשים) — הפעיל כוח על הכדור בחלפו

בנקודה A. נמק את קביעתך.

(6 נקודות)

במהלך תנועתו חלף הכדור בנקודה P, הנמצאת בגובה  $h = 40 \text{ cm}$  מעל פני השולחן.

עבור התנועה המעגלית של הכדור בחלפו בנקודה P:

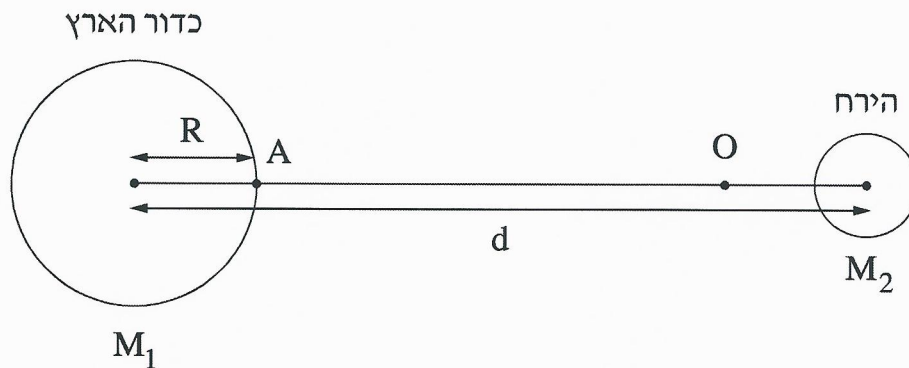
ג. חשב את גודל מהירות הכדור. (6 נקודות)

ד. חשב את גודל התאוצה הרדיאלית של הכדור. (4 נקודות)

ה. חשב את גודל התאוצה המשיקית של הכדור. (5 נקודות)

5.

שאלה זו עוסקת במערכת כדור הארץ והירח, אך מתעלמת מן התנועות שלהם ומן ההשפעות של גרמי שמים אחרים על מערכת זו. בתרשים שלפניך מוצגים חתכים של כדור הארץ ושל הירח. קנה המידה של התרשים אינו מדויק.



נסמן:

$M_1$  – מסת כדור הארץ,  $M_2$  – מסת הירח,  $R$  – רדיוס כדור הארץ,

$d$  – המרחק בין מרכז כדור הארץ לבין מרכז הירח

$g$  – גודל תאוצת הנפילה החופשית על פני כדור הארץ

$$\text{נתון: } d = 60R ; M_2 = \frac{M_1}{81}$$

על הישר המחבר בין מרכז כדור הארץ לבין מרכז הירח נמצאת הנקודה O (ראה תרשים).

בנקודה זו גוף שמוצב במנוחה – יישאר במנוחה.

א. בטא באמצעות  $R$  את מרחק הנקודה O ממרכז כדור הארץ. (8 נקודות)

משגרים חללית שמסתה  $m$  מן הנקודה A (ראה תרשים), שעל פני כדור הארץ, לירח.

ב. בטא באמצעות  $m, R$  ו- $g$  את האנרגייה המינימלית  $E$  שיש להעניק לחללית כדי להביאה

לנקודה O.

שים לב: עליך להתחשב בהשפעות של כדור הארץ ושל הירח על החללית. (12 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ב-21 בדצמבר 1968 שוגרה החללית אפולו 8, והצוות שנשאה היה הראשון שנע במסלול סביב הירח.

103 שנים לפני כן תיאר הסופר ז'ול ורן בספרו "מן הארץ אל הירח" מסע דומה לזה של אפולו 8. לשאלה "האם אפשר לשגר קליע עד הירח?", מוצגת בספרו של ז'ול ורן התשובה שלפניך (בתרגום חופשי).

"אפשר לשגר קליע עד הירח אם נותנים לו מהירות התחלתית שגודלה כ-  $v = 11 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ .

מהירות זו מספיקה כדי שהקליע יגיע לנקודה שבה הכוחות שכדור הארץ והירח מפעילים על הקליע שווים בגודלם. מעבר לנקודה זו כדור הארץ כבר אינו מושך את הקליע אלא רק הירח, ולכן אם הקליע יעבור את הנקודה הזאת בדרכו לעבר הירח, הוא יצליח להגיע אליו."

ג. קבע אם כל התיאור הזה נכון. נמק את קביעתך. **אין צורך לחשב**. (5 נקודות)

**פרק שני – אופטיקה וגלים (25 נקודות)**

ענה על שתיים מן השאלות 6-8.

(לכל שאלה –  $12\frac{1}{2}$  נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

6. רמי ישב ליד בִּרְכָה ריקה. בתחתית הברכה הונח מטבע, אבל ממקום מושבו של רמי לא היה אפשר

לראות את המטבע כשהברכה ריקה.

התחילו למלא את הברכה במים, וברגע מסוים ראה רמי את המטבע (רמי והמטבע לא זזו).

מקדם השבירה של המים הוא  $n = 1.33$ .

א. הגדר את תופעת השבירה של האור, וציין את סיבתה. ( $3\frac{1}{2}$  נקודות)

ב. הסבר מדוע ראה רמי את המטבע רק לאחר שהברכה התמלאה חלקית במים.

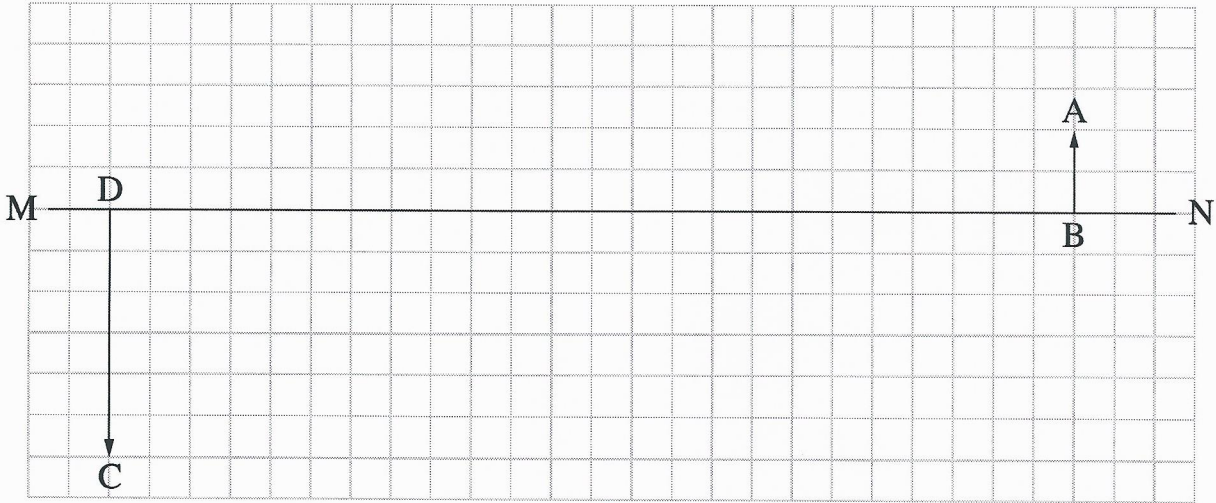
לווה את תשובתך בסרטוט מהלך קרניים. (5 נקודות)

נתון: קרן היוצאת מן המטבע ומגיעה לעין של רמי עוברת בתוך המים מרחק  $d = 0.61\text{m}$ .

זווית השבירה של קרן זו היא  $\beta = 13.6^\circ$ .

ג. חשב את עומק המים. (4 נקודות)

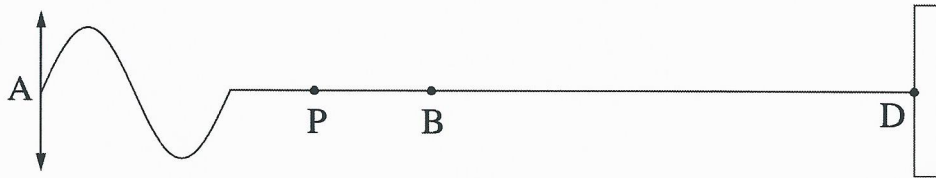
7. בתרשים שלפניך החצים  $AB$  ו-  $CD$  מייצגים עצם ואת דמותו המתקבלת על מסך. הדמות נוצרת באמצעות עדשה מרכזת שאינה מסומנת בתרשים. הקו  $MN$  מייצג את הציר האופטי של העדשה.



- א. האם אפשר לקבוע, על סמך התרשים, איזה משני החצים מייצג את העצם, ואיזה מהם מייצג את דמותו? נמק. (2 נקודות)
- ב. הסבר מדוע הדמות המתקבלת אינה יכולה להיות מדומה. (2 נקודות)
- ג. (1) העתק את התרשים למחברתך: כל משבצת במחברתך תייצג משבצת אחת בתרשים.  
(2) מצא בעזרת סרטוט את מקום העדשה, וסרטט אותה במקום המתאים בתרשים שבמחברתך (קבע את קוטר העדשה כרצונך).  
(4  $\frac{1}{2}$  נקודות)
- ד. מצא בעזרת סרטוט מהלך קרניים את מוקדי העדשה, וסמן אותם בתרשים שבמחברתך.  
(4 נקודות)

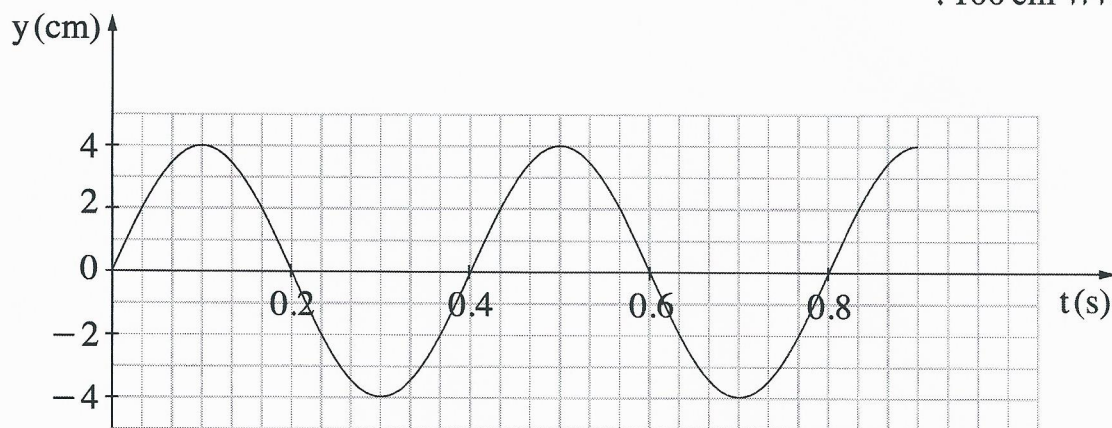


8. תלמיד קשר קצה אחד של חבל אופקי ארוך, אחיד ואלסטי לנקודה קבועה D (ראה תרשים 1). לאחר מכן נדנד התלמיד את קצהו האחר, A, של החבל בתנועה מחזורית מעלה ומטה.



### תרשים 1

- בתרשים 1 מסומנות על החבל שתי הנקודות B ו-P. תרשים 2 מתאר את מיקומה האנכי,  $y$ , של הנקודה B כפונקציה של הזמן,  $t$ , מרגע  $t = 0$ . בפרק הזמן המתואר בתרשים, הגל עדיין לא הגיע לנקודה הקבועה D. אורך הגל שהתקבל היה 100 cm.



### תרשים 2

- א. חשב את התדירות שבה נדנד התלמיד את החבל. (2 נקודות)
- ב. חשב את מהירות ההתפשטות של הגל בחבל. (2 נקודות)
- ג. הנקודה P נמצאת על החבל במרחק 50 cm משמאל לנקודה B. קבע מה היה המקום האנכי של הנקודה P ברגע  $t = 0.5$  s. הסבר את קביעתך. ( $4\frac{1}{2}$  נקודות)
- ד. התלמיד המשיך לנדנד את החבל, אך למרות זאת מרגע מסוים כבר לא התקבלו יותר תנודות בנקודה B, ומיקומה האנכי נשאר  $y = 0$ . הסבר כיצד הדבר ייתכן. (4 נקודות)

### בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
 ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
 מועד הבחינה: קיץ תשע"ו, 2016  
 מספר השאלון: 84,036001  
 נספח: נתונים ונוסחאות בפיזיקה ל-3 יח"ל

## פ י ז י ק ה

3 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.
- |           |   |               |
|-----------|---|---------------|
| פרק ראשון | — | מכניקה        |
| פרק שני   | — | אלקטרומגנטיות |
| פרק שלישי | — | קרינה וחומר   |
- בכל פרק יש שלוש שאלות; סה"כ — תשע שאלות.
- עליך לענות על חמש שאלות בלבד: לא יותר משתי שאלות מכל פרק.
- סה"כ —  $20 \times 5 = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון. (2) נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
  - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, רשום במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום נוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רישום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
  - (3) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
  - (4) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
 רשום "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

/המשך מעבר לדף/

## השאלות

**שים לב:** עליך לענות על חמש שאלות בלבד: לא יותר משתי שאלות מכל פרק.

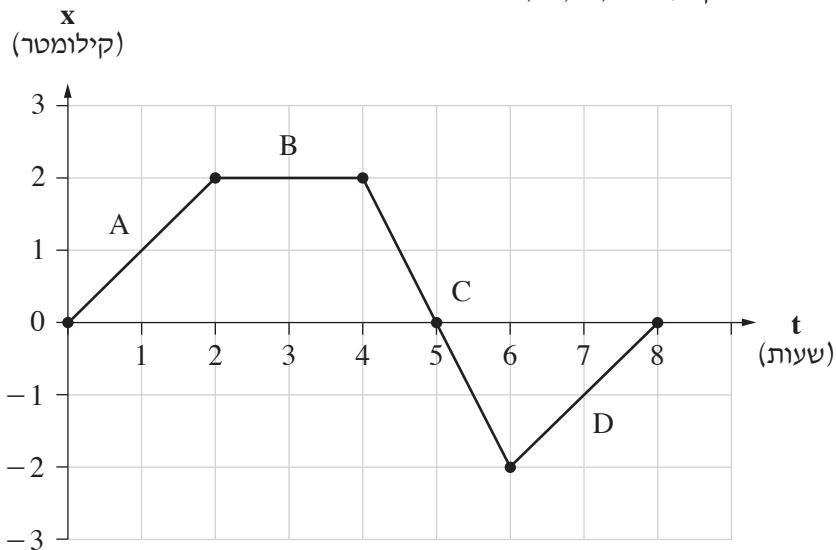
## פרק ראשון – מכניקה

ענה על שאלה אחת א על שתיים מן השאלות בפרק זה (שאלות 1-3).  
(לכל שאלה – 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. בגרף שלפניך מוצג מיקומו של אדם כפונקציה של הזמן במשך 8 שעות.

ברגע  $t = 0$  האדם היה בנקודת המוצא  $x = 0$ .

בגרף מסומנים הקטעים A, B, C, D.



א. קבע את מרחק האדם מנקודת המוצא ברגע 8 שעות  $t = 8$ . (3 נקודות)

ב. קבע או חשב את המהירות הממוצעת של האדם בפרק הזמן מ-  $t = 0$  עד  $t = 8$  שעות. (3 נקודות)

ג. (1) חשב או קבע ונמק את המהירות בכל אחד מן הקטעים A, B, C, D.

(2) בטא את מהירותו של האדם בקטע A ביחידות של מטר לשנייה.

(3) קבע את מהירותו של האדם ברגע 5 שעות  $t = 5$ .

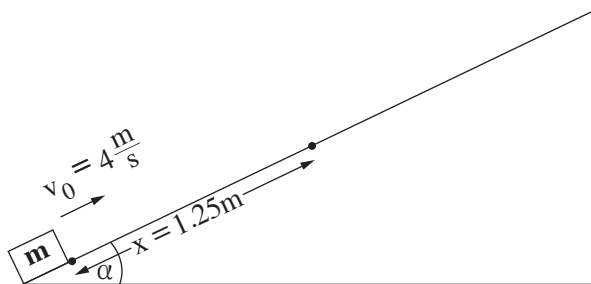
(6 נקודות)

ד. קבע את תאוצת האדם בקטע A. נמק. (4 נקודות)

ה. סרטט גרף של המהירות כפונקציה של הזמן מ-  $t = 0$  עד ל- 8 שעות  $t = 8$ . (4 נקודות)

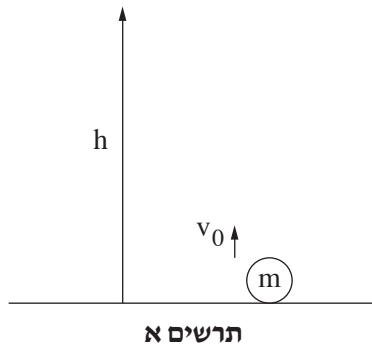


2. במהלך ניסוי הדפו גוף שמסתו  $m = 3\text{kg}$  במעלה מישור משופע לא חלק (קיים חיכוך). המישור נטוי בזווית  $\alpha = 30^\circ$  ביחס לאופק (ראה תרשים). מהירותו ההתחלתית של הגוף  $v_0 = 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ . הגוף עלה במישור ונעצר במרחק  $x = 1.25\text{m}$ . ציר  $x$  מוגדר במקביל למישור המשופע, וכיוונו החיובי במעלה המישור.
- נתון כי התנגדות האוויר זניחה והמישור ארוך מאוד.

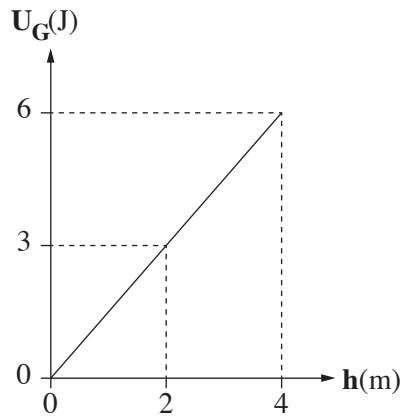
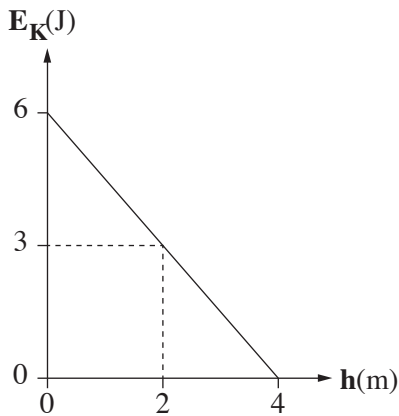


- א. חשב את גודל תאוצת הגוף בזמן העלייה. (4 נקודות)
- ב. העתק את התרשים למחברתך. הוסף לתרשים שבמחברתך חצים המייצגים את כל הכוחות הפועלים על הגוף במהלך תנועתו מעלה, וליד כל חץ רשום את שם הכוח שהוא מייצג.  $(4 \frac{1}{2}$  נקודות)
- ג. השתמש בחוק השני של ניוטון וכתוב את משוואת הכוחות הפועלים על הגוף בציר  $x$ . (4 נקודות)
- ד. חשב, בעזרת המשוואה שכתבת, את הגודל של כוח החיכוך  $f$ . (4 נקודות)
- ה. חזרו על הניסוי, אלא שהפעם המישור המשופע היה חלק (חסר חיכוך). קבע איזה מן המשפטים 1-4 שלפניך נכון. נמק את קביעתך.
1. הגוף עלה ונעצר במרחק  $x < 1.25\text{m}$ .
  2. הגוף עלה ונעצר במרחק  $x = 1.25\text{m}$ .
  3. הגוף עלה ונעצר במרחק  $x > 1.25\text{m}$ .
  4. הגוף עלה ולא נעצר כלל על המישור המשופע.
- $(3 \frac{1}{2}$  נקודות)

3. כדור שמסתו  $m$  נזרק אנכית מעלה במהירות התחלתית  $v_0$  (ראה תרשים א).  
התנגדות האוויר זניחה.



לפניך שני תרשימים. בתרשים ב מוצגת האנרגיה הפוטנציאלית ( $U_G$ ) של הכדור כפונקציה של הגובה ( $h$ ), ובתרשים ג מוצגת האנרגיה הקינטית ( $E_K$ ) של הכדור כפונקציה של הגובה ( $h$ ).



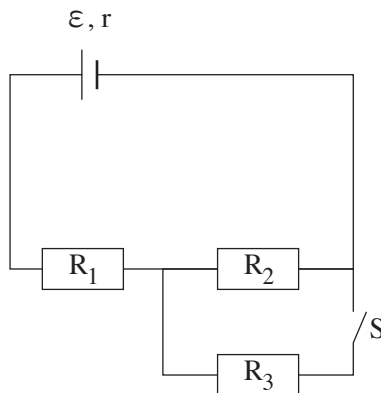
- א. היעזר בגרפים וקבע את הגובה המרבי (מקסימלי) שהכדור הגיע אליו. נמק. (4 נקודות)
- ב. היעזר בגרפים וחשב את האנרגיה המכנית הכוללת של הכדור ( $E_K + U_G$ ) בגבהים  $h = 2m$  ו-  $h = 4m$ . (4 נקודות)
- ג. קבע אם בזמן עליית הכדור מתבזבזת אנרגיה מכנית. נמק. (4 נקודות)
- ד. היעזר בתרשים ב וחשב את מסת הכדור. (4 נקודות)
- ה. חשב את המהירות ההתחלתית של הכדור ( $v_0$ ). (4 נקודות)

## פרק שני — אלקטרומגנטיות

ענה על שאלה אחת אן על שתיים מן השאלות בפרק זה (שאלות 4-6).  
(לכל שאלה — 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

4. תלמיד חיבר את המעגל החשמלי המתואר בתרשים שלפניך.

המעגל כולל מקור מתח שהכא"מ שלו  $\mathcal{E} = 12V$  והתנגדותו הפנימית  $r = 1\Omega$ ,  
שלושה נגדים:  $R_1 = 5\Omega$ ,  $R_2 = R_3 = 4\Omega$  ומפסק S.



א. העתק את התרשים למחברתך. הוסף בו מד־מתח (וולטמטר) שיִרָא את מתח ההדקים, ומד־זרם (אמפרמטר) שיִרָא את הזרם העובר דרך מקור המתח.  
(4 נקודות)

בשלב הראשון המפסק S סגור (יש מעבר זרם דרכו).

ב. חשב את עוצמת הזרם שיראה המד־זרם. (4 נקודות)

ג. חשב את מתח ההדקים שיראה המד־מתח. (4 נקודות)

ד. חשב את המתח על הנגד  $R_2$ . (4 נקודות)

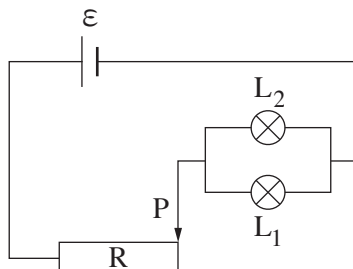
בשלב השני פתחו את המפסק S (אין מעבר זרם דרכו).

ה. (1) קבע אם הכא"מ של מקור המתח גדל, קטן או לא השתנה. נמק.

(2) קבע אם מתח ההדקים גדל, קטן או לא השתנה. נמק.

(4 נקודות)

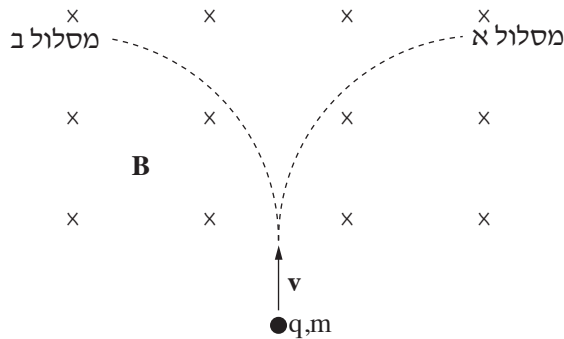
5. במעגל החשמלי המתואר בתרשים שלפניך יש שתי נורות זהות,  $L_1$  ו-  $L_2$ , נגד משתנה  $R$  ומקור מתח אידאלי  $\varepsilon$ . על כל אחת מהנורות רשום  $12W$ ;  $6V$ . לנגד המשתנה  $R$  התנגדות מרבית (מקסימלית) של  $10\Omega$ . הכא"מ של מקור המתח הוא  $\varepsilon = 34.5V$ . המגע הנייד  $P$  נמצא בקצה הנגד המשתנה (ראה תרשים).



- א. חשב את התנגדות הנורה  $L_1$ . (4 נקודות)
  - ב. חשב את עוצמת הזרם העובר דרך מקור המתח. (4 נקודות)
  - ג. חשב את ההספק של נורה  $L_1$  כאשר במעגל זורם שחישבת בסעיף ב. (4 נקודות)
  - ד. קבע אם במצב זה ההספק של נורה  $L_2$  קטן מן ההספק של נורה  $L_1$ , גדול ממנו או שווה לו. נמק. (4 נקודות)
- משנים את המיקום של המגע הנייד  $P$  של הנגד המשתנה, ועכשיו הנורות  $L_1$  ו-  $L_2$  דולקות בהספק הרשום עליהן.
- ה. חשב את ההתנגדות של הנגד המשתנה במצב הזה. (4 נקודות)

/המשך בעמוד 7/

6. נתון שדה מגנטי שעוצמתו  $B = 0.02T$ . הכיוון של השדה המגנטי מאונך למישור הדף ונכנס אל תוך הדף (ראה תרשים). אלקטרון נכנס לשדה המגנטי במהירות  $v = 7 \cdot 10^7 \frac{m}{s}$  ומבצע בו תנועה מעגלית במישור הדף. הזנח את התנגדות האוויר ואת כוח הכבידה. מסת האלקטרון ומטענו נתונים בדף הנוסחאות.



- א. בתרשים מוצגים שני מסלולים א ו-ב. קבע באיזה מן המסלולים, א או ב, נע האלקטרון. (3 נקודות)
- ב. חשב את הגודל של הכוח המגנטי הפועל על האלקטרון במהלך תנועתו. (5 נקודות)
- ג. חשב את רדיוס המסלול שבו נע האלקטרון. (4 נקודות)
- ד. קבע אם במהלך התנועה גודל המהירות של האלקטרון קטן, גדל או לא משתנה. נמק. (4 נקודות)
- ה. במקרה אחר האלקטרון נכנס לשדה המגנטי במהירות המקבילה לכיוון השדה. קבע איזה מן ההיגדים 1-3 שלפניך מתאר את מסלול האלקטרון. נמק את קביעתך.

1. האלקטרון נע בקו ישר.
  2. האלקטרון נע במסלול מעגלי.
  3. האלקטרון נע במסלול אחר.
- (4 נקודות)

## פרק שלישי – קרינה וחומר

ענה על שאלה אחת אן על שתיים מן השאלות בפרק זה (שאלות 7-9).  
(לכל שאלה – 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו)

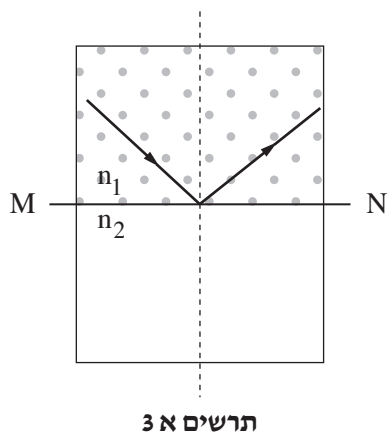
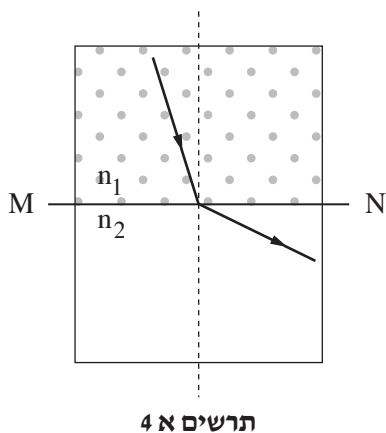
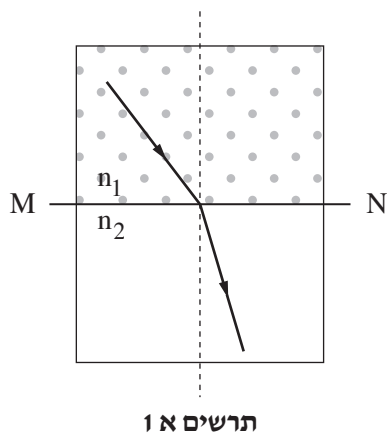
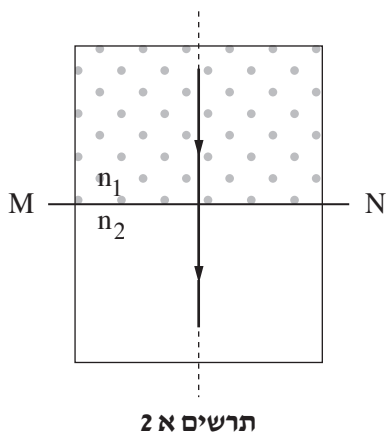
7. תלמיד ערך שלושה ניסויים. בניסוי הראשון פגעה אלומת אור צרה (קרן אור) במשטח MN

המפריד בין שני חומרים שקופים. מקדמי השבירה של החומרים הם  $n_1$  ו-  $n_2$ .

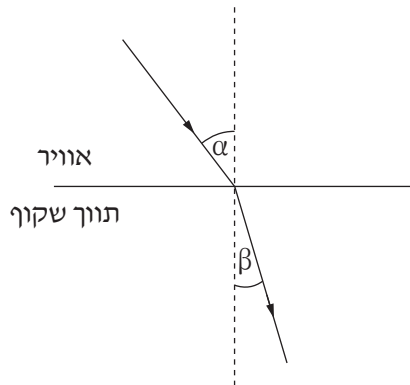
נתון:  $n_1 > n_2$ .

א. עבור כל אחד מארבעת התרשימים א-4 שלפניך, קבע אם מהלך הקרן אפשרי.

נמק את קביעותיך. (4 נקודות)



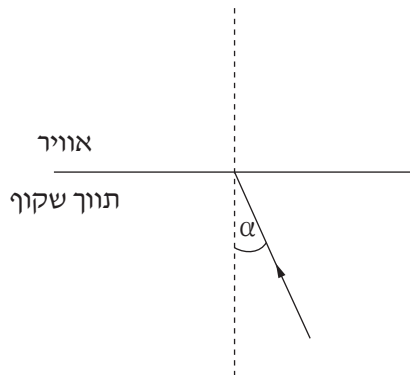
בניסוי השני עברה קרן אור מן האוויר ( $n = 1$ ) לתווך שקוף אחר.  
נתון: זווית הפגיעה  $\alpha = 39^\circ$  וזווית השבירה  $\beta = 20^\circ$  (ראה תרשים ב).



תרשים ב

- ב. חשב את מקדם השבירה של התווך השקוף. (6 נקודות)  
ג. חשב את הזווית הקריטית במעבר האור מן התווך השקוף לאוויר. (6 נקודות)

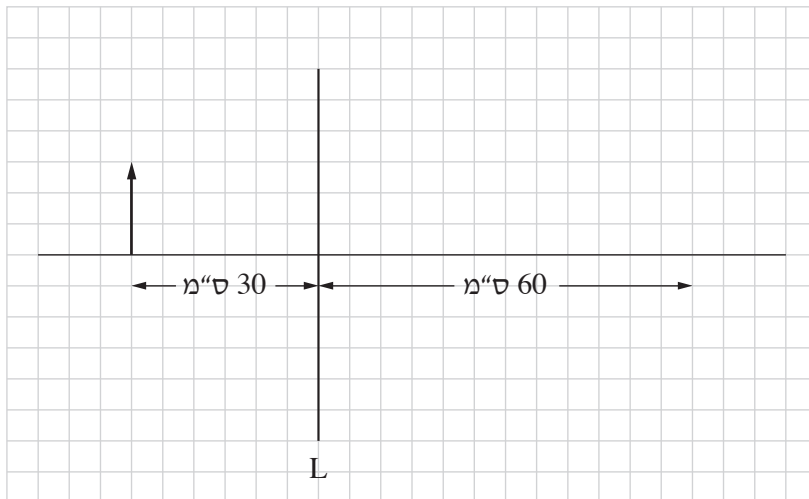
בניסוי השלישי האור נע בתווך שקוף, הזהה לתווך השקוף שבניסוי השני.  
האור פגע במשטח המפריד בין תווך זה לאוויר בזווית פגיעה של  $\alpha = 39^\circ$  (ראה תרשים ג).



תרשים ג

- ד. קבע אם בניסוי זה עבר האור לאוויר או הוחזר לתווך השקוף.  
אם האור עבר לאוויר — חשב את זווית השבירה.  
אם האור הוחזר לתווך השקוף — קבע את הגודל של זווית ההחזרה, ונמק את קביעתך.  
(4 נקודות)

8. מניחים עצם שגובהו 15 ס"מ בניצב לציר האופטי הראשי של עדשה L, במרחק 30 ס"מ ממנה. דמותו של העצם מתקבלת על מסך במרחק 60 ס"מ מהעדשה (ראה תרשים).



- א. קבע אם הדמות המתקבלת ממשית או מדומה. נמק. (4 נקודות)
- ב. קבע אם העדשה מרכזת או מפזרת. (4 נקודות)
- ג. חשב את גובה הדמות המתקבלת. (4 נקודות)
- ד. חשב את אורך המוקד של העדשה. (4 נקודות)
- ה. העתק את התרשים למחברתך באותו קנה מידה שבתרשים: כל משבצת מייצגת 5 ס"מ. סרטט בתרשים שבמחברתך את הדמות המתקבלת, בעזרת מהלך קרניים אופייניות היוצאות מראש העצם. (4 נקודות)

/המשך בעמוד 11/



9. לאחר שפורטים על מיתר של גיטרה, המיתר מתנדנד בתדירות של  $f = 330 \text{ Hz}$ . בתדירות זו אורך הגל הנוצר במיתר  $\lambda = 1.32 \text{ m}$ .

א. קבע אם הגל שנוצר במיתר הוא גל אורך או גל רוחב. הסבר את קביעתך. (4 נקודות)

ב. חשב את המהירות של התפשטות הגל במיתר. (5 נקודות)

ג. קבע אם תדירות הגל הנוצר במיתר תלויה בעוצמת הפריטה (האמפליטודה) / המשרעת של המיתר. (3 נקודות).

המיתר המתנדנד יוצר גלים המתפשטים באוויר. ידוע שמהירות הגלים באוויר שונה מן המהירות של התפשטות הגלים במיתר (שחישבת בסעיף ב).

ד. קבע אם התדירות של הגל המתפשט באוויר זהה לתדירות הגל שנוצר במיתר. (3 נקודות)

בתרשים שלפניך מוצג חבל שבו שני פולסים הנעים זה לקראת זה, פולס אחד משולש והאחר מלבני. נקודת המקסימום בפולס המשולש מסומנת באות A, ואמצע הפולס המלבני מסומן באות B. כאשר שני הפולסים נפגשים נוצרת סופרפוזיציה.



ה. סרטט במחברתך תרשים המתאר את צורת החבל ברגע שבו שתי הנקודות A ו-B

נמצאות באותו מקום בחבל. שמור בסרטוט שבמחברתך על אותו קנה מידה המוצג בתרשים (משבצת בתרשים = משבצת במחברת). (5 נקודות)

**בהצלחה!**

**מדינת ישראל**  
**משרד החינוך**

א. סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשע"ה, 2015  
מספר השאלון: 656,036201  
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

**פ י ז י ק ה**  
**מכניקה, אופטיקה וגלים**

לתלמידי 5 יחידות לימוד

**הוראות לנבחן**

- א. משך הבחינה: שעתיים וחצי (150 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.
- |           |   |               |   |                           |   |            |
|-----------|---|---------------|---|---------------------------|---|------------|
| פרק ראשון | — | מכניקה        | — | $25 \times 3$             | — | 75 נקודות  |
| פרק שני   | — | אופטיקה וגלים | — | $12 \frac{1}{2} \times 2$ | — | 25 נקודות  |
|           | — | סה"כ          | — |                           | — | 100 נקודות |
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון. (2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
- (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
- (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או קבוע הכבידה העולמי  $G$ .
- (4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
- (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

## ה ש א ל ו ת

## פרק ראשון – מכניקה (75 נקודות)

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

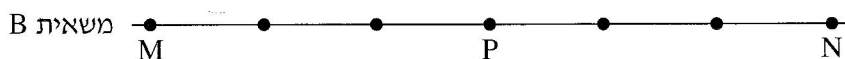
(לכל שאלה – 25 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. שתי משאיות A ו-B נכנסות באותו הזמן לשני מסלולים מקבילים זה לזה בקטע כביש ישר.

בכל אחת מן המשאיות מותקן מכשיר המחשב בהפרשי זמן שווים את מיקומה (GPS).

הנקודות בתרשים שלפניך מייצגות את מיקומי המשאיות A ו-B, לאורך הקטע MN

שאורכו 180 ק"מ. הנקודה P היא האמצע של קטע הנסיעה.



היעזר בתרשים וענה על הסעיפים א-ה שלפניך.

א. נתון כי זמן הנסיעה של משאית B מנקודה M לנקודה N היה 3 שעות.

חשב את מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית זו בקטע MN.

בטא את תשובתך ביחידות של  $\frac{\text{קילומטר}}{\text{שעה}}$  וגם  $\frac{\text{מטר}}{\text{שנייה}}$ . (5 נקודות)

ב. קבע אם מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית A בקטע MN גדולה ממהירות הנסיעה

הממוצעת של משאית B בקטע זה, קטנה ממנה או שווה לה. נמק בלי לחשב. (5 נקודות)

ג. חשב את מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית A במחצית הראשונה של קטע הנסיעה

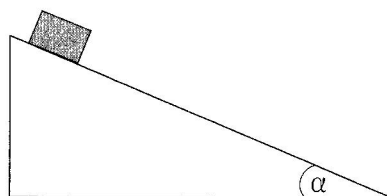
(הקטע MP). (5 נקודות)

ד. חשב את מהירות הנסיעה הממוצעת של משאית A במחצית השנייה של קטע הנסיעה

(הקטע PN). (5 נקודות)

ה. קבע אם יש רגע שבו המהירות הרגעית של שתי המשאיות שווה. נמק. (5 נקודות)

2. בניסוי בשיעור פיזיקה מדדו תלמידים את התאוצה של גוף הנע במורד מדרון שזווית שיפועו  $\alpha$  (ראה איור).



התלמידים חזרו על המדידה כמה פעמים, ובכל פעם שינו את מקדם החיכוך בין הגוף למדרון. הנח שמקדם החיכוך הסטטי שווה למקדם החיכוך הקינטי, והתנגדות האוויר זניחה. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

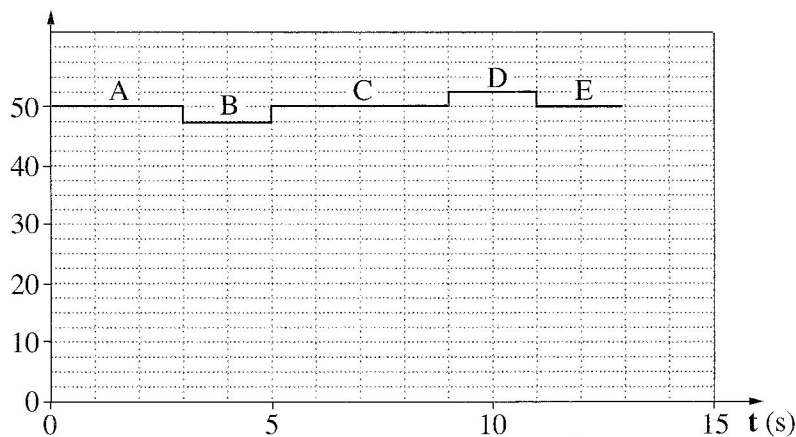
| $\mu$                            | 0.10 | 0.15 | 0.20 | 0.25 | 0.30 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|
| $a \left( \frac{m}{s^2} \right)$ | 2.5  | 2.0  | 1.6  | 1.1  | 0.6  |

- א. העתק למחברתך את האיור, והוסף לו תרשים של הכוחות הפועלים על הגוף בעת תנועתו במורד המדרון. רשום ליד כל כוח את שמו. (3 נקודות)
- ב. השתמש בתרשים הכוחות שסרטטת בתשובתך על סעיף א, ובטא את תאוצת הגוף ( $a$ ) כפונקציה של מקדם החיכוך ( $\mu$ ). פרט את השלבים בפיתוח הביטוי. בביטוי הסופי השתמש בפרמטרים  $g$  ו- $\alpha$  בלבד. (6 נקודות)
- ג. על פי הנתונים שבטבלה, סרטט במחברתך גרף המתאר את תאוצת הגוף ( $a$ ) כפונקציה של מקדם החיכוך ( $\mu$ ). (5 נקודות)
- ד. הסבר את המשמעות הפיזיקלית של נקודות החיתוך של הגרף עם שני הצירים. (6 נקודות)
- ה. חשב את זווית השיפוע ( $\alpha$ ) של המדרון. (5 נקודות)

3.

תמי, תלמידה במגמת פיזיקה, החליטה לחקור את השינויים החלים במהירות של מעלית בעת תנועתה. לצורך כך הוצבו במעלית מאזני רצפה ביתיים.  
תמי נכנסה למעלית באחת מקומות הבניין, נעמדה על המאזניים ולחצה על לחצן קומה אחרת. המעלית התחילה לנוע ונעצרה רק כשהגיעה לקומה האחרת.  
הגרף שלפניך מתאר את הוריית המאזניים בפרק הזמן שתמי עמדה עליהם.

הוריית המאזניים (Kg)



א. לפניך רשומים שלושה כוחות (1)-(3) הפועלים על תמי במהלך תנועת המעלית.

קבע איזה מן הכוחות מיוצג על ידי הוריית המאזניים

(1) כוח הכובד המופעל על תמי על ידי כדור הארץ

(2) הכוח הנורמלי המופעל על תמי על ידי המאזניים

(3) הכוח השקול שפועל על תמי

(3 נקודות)

ב. קבע את מצב המעלית בכל אחד מן הקטעים A, B, C, D, E של הגרף:

מנוחה, תנועה קצובה או תנועה במהירות משתנה. (5 נקודות)

ג. חשב את הגודל של תאוצת המעלית בכל אחד מן הקטעים. (6 נקודות)

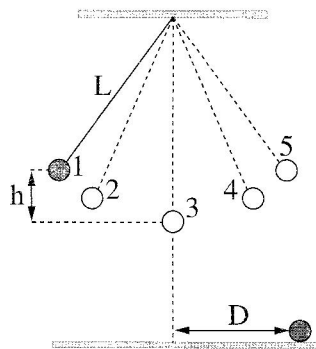
ד. קבע אם במהלך נסיעה זו המעלית עלתה, ירדה או שאי אפשר לקבוע זאת. הסבר.

(5 נקודות)

ה. סרטט במחברתך גרף המתאר את הגודל של מהירות המעלית כפונקציה של הזמן, עבור

פרק הזמן  $0 \leq t \leq 13s$ . אינך נדרש לרשום את ערכי המהירות על ציר הגרף. (6 נקודות)

4. מטוטלת פשוטה מורכבת מכדור קטן שמסתו  $m$  הקשור לתקרת חדר בחוט שאורכו  $L$ . מסת החוט זניחה. בניסוי הסיטו תלמידים את הכדור מנקודת שיווי המשקל (נקודה 3 בתרשים) לנקודה 1 הנמצאת בגובה  $h$  מעל לנקודה 3 (ראה תרשים) ושחררו אותו. יש להזניח את התנגדות האוויר.



- במסלול תנועת הכדור מסומנות 5 נקודות (1-5).
- א. קבע באיזו נקודה או באילו נקודות:
- (1) גודל התאוצה המשיקית של הכדור מרבי.
  - (2) גודל המהירות המשיקית של הכדור מרבי.
- (4 נקודות)
- ב. כאשר הכדור חלף בנקודה הנמוכה ביותר של מסלולו (נקודה 3), האם המתיחות בחוט הייתה גדולה מכוח הכובד הפועל על הכדור, קטנה ממנו או שווה לו? נמק. (5 נקודות)
- ג. פתח ביטוי של גודל הכוח השקול שפועל על הכדור בעודו חולף בנקודה הנמוכה ביותר של מסלולו. בטא את תשובתך באמצעות הפרמטרים:  $m, L, g, h$ . (6 נקודות)
- התלמידים ערכו שני ניסויים נוספים במטוטלת דומה לזו המתוארת בפתיח לשאלה. בניסוי 1 הסיטו את הכדור עד לנקודה 1 (גובה  $h$  מעל הנקודה 3) ושחררו אותו (אותו ניסוי שבפתיח). בניסוי 2 הסיטו את הכדור עד לנקודה 2, הנמצאת בגובה  $\frac{h}{2}$  מעל הנקודה 3, ושחררו אותו. בשני הניסויים כשהכדור חלף בנקודה 3 הוא ניתק מן החוט והמשיך לנוע עד פגיעתו בקרקע. את הזמן שחלף מרגע ניתוק הכדור מן החוט ועד שהגיע לקרקע נסמן ב-  $t_1$  בניסוי 1, וב-  $t_2$  בניסוי 2.
- ד. האם זמן  $t_1$  גדול מזמן  $t_2$ , קטן ממנו או שווה לו? נמק. (4 נקודות)
- נסמן ב-  $D_1$  וב-  $D_2$  את המרחקים האופקיים שעבר הכדור בזמנים  $t_1$  ו-  $t_2$  בהתאמה.
- ה. חשב את היחס בין המרחק  $D_1$  למרחק  $D_2$ . (6 נקודות)

5.

בסרט "כוח משיכה" משנת 2013, האסטרונומים מנסים להגיע לתחנת החלל הבין-לאומית, לאחר שתיקנו לוויין הסמוך לתחנת החלל. הלוויין ותחנת החלל נעים סביב קו המשווה בגובה 400 קילומטרים מעל פני כדור הארץ. הנח שמסלול התחנה הוא מסלול מעגלי, והכוח היחיד הפועל על התחנה הוא כוח המשיכה של כדור הארץ.

א. חשב את תאוצת התחנה בהיותה במסלול המתואר בפתח לשאלה. (7 נקודות)

ב. לפניך ארבעה היגדים i-iv.

קבע איזה מן ההיגדים נכון, והעתק אותו למחברתך. (3 נקודות)

- i תחנת החלל נעה במסלולה במהירות שגודלה קבוע.
- ii תחנת החלל נעה במסלולה במהירות קבועה.
- iii שקול הכוחות הפועלים על תחנת החלל הנעה במסלולה שווה לאפס.
- iv תחנת החלל נעה במסלולה במהירות ובתאוצה קבועות.

ג. ידוע כי תאוצת הכובד בגובה המסלול של התחנה והלוויין היא בקירוב 90% מתאוצת

הכובד על פני כדור הארץ.

כיצד אפשר להסביר את העובדה שהאסטרונומים שמתקנים את הלוויין נראים

חסרי משקל (מרחפים)? (5 נקודות)

ד. ברגע מסוים עברה תחנת החלל במסלולה מעל נקודה כלשהי שנמצאת על קו המשווה.

כמה פעמים נוספות עברה תחנת החלל מעל נקודה זו ביממה (24 שעות)?

(אפשר להזניח את הסיבוב של כדור הארץ סביב עצמו.)

(6 נקודות)

ה. האם האנרגיה המכנית של התחנה נשמרת במהלך תנועתה במסלולה המעגלי סביב

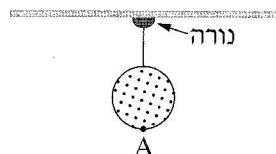
כדור הארץ? הסבר את קביעתך. (4 נקודות)

**פרק שני – אופטיקה וגלים (25 נקודות)**

ענה על שתיים מהשאלות 6-8.

(לכל שאלה –  $12\frac{1}{2}$  נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

6. כדור שקוטרו 40 ס"מ קשור בחוט דק אל נורה דולקת (מקור אור נקודתי) שקבועה בתקרת החדר (ראה תרשים א. שים לב: התרשים אינו בקנה מידה מדויק).

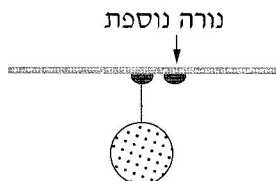
**תרשים א**

גובה התקרה 280 ס"מ מעל הרצפה. על הרצפה נוצרת צללית כהה של הכדור.

צורת הצללית עיגול וקוטרה 1 מטר.

- א. העתק את תרשים א למחברתך וציין בו את מקום הנורה, הכדור והצל. (3 נקודות)
- ב. חשב את הגובה של הנקודה הנמוכה ביותר על הכדור (נקודה A בתרשים א) מעל הרצפה. (5 נקודות)

מימין לנורה הראשונה וסמוך לה הדליקו נורה נוספת (ראה תרשים ב).

**תרשים ב**

- ג. העתק את תרשים ב למחברתך. הסבר את ההיווצרות של אזורי צל מלא וצל חלקי באמצעות סרטוט של מהלך קרני אור מתאימות. קבע באיזה אזור (או באילו אזורים) נוצר צל מלא ובאיזה אזור (או באילו אזורים) נוצר צל חלקי. סמן את האזורים האלה בבירור בתרשים שבמחברתך. אין צורך לשמור על קנה מידה מדויק. ( $4\frac{1}{2}$  נקודות)
- /המשך בעמוד 8/



7. ילד הלוכש חולצה שעליה מודפסת האות F עומד מול מראה מישורית התלויה על קיר (ראה איור).



א. מהי התופעה הפיזיקלית שגורמת להשתקפות הילד רק במראה ולא בקיר? (4 נקודות)

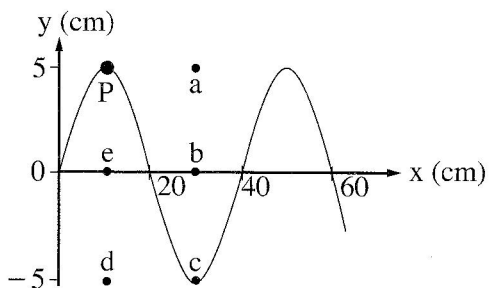
ב. המרחק של הילד מן המראה היה 1 מטר, והוא החל להתקרב אליה במהירות קבועה  $v = 0.5 \frac{m}{s}$ .

חשב בתוך כמה זמן יהיה המרחק בין הילד ובין דמותו 0.5 מטר. (4 נקודות)

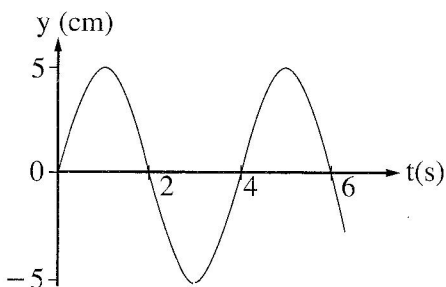
ג. לפניך ארבע צורות IV-I של האות F. העתק למחברתך את המספר של צורת הדמות של האות F, כפי שהילד שמסתכל במראה רואה אותה. ( $4 \frac{1}{2}$  נקודות)



8. שני התרשימים שלפניך מתארים גל מחזורי שמתקדם לאורך חבל מתוח.



תרשים ב



תרשים א

א. היעזר בתרשימים ומצא את הגדלים האלה:

(1) משרעת (אמפליטודת) הגל.

(2) תדירות הגל.

(3) אורך הגל.

(6 נקודות).

ב. חשב את המהירות של התקדמות הגל לאורך החבל המתוח. (2 נקודות)

ג. על החבל מסומנת נקודה בצבע שחור (נקודה P שבתרשים ב).

קבע באיזו נקודה (מן הנקודות a, b, c, d, e המסומנות בתרשים ב) תהיה נקודה P,

כעבור 2 שניות מהרגע המתואר בתרשים. נמק. ( $4\frac{1}{2}$  נקודות)

**בהצלחה!**

מדינת ישראל  
משרד החינוך

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשע"ד, 2014  
מספר השאלון: 656,036201  
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

פיזיקה  
מכניקה, אופטיקה וגלים

לתלמידי 5 יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שתיים וחצי (150 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.
- |           |   |               |   |                           |   |            |
|-----------|---|---------------|---|---------------------------|---|------------|
| פרק ראשון | — | מכניקה        | — | $25 \times 3$             | — | 75 נקודות  |
| פרק שני   | — | אופטיקה וגלים | — | $12 \frac{1}{2} \times 2$ | — | 25 נקודות  |
|           |   |               |   | סה"כ                      | — | 100 נקודות |
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון. (2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
  - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
  - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או קבוע הכבידה העולמי  $G$ .
  - (4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
  - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

/המשך מעבר לדף/

## השאלות

## פרק ראשון – מכניקה (75 נקודות)

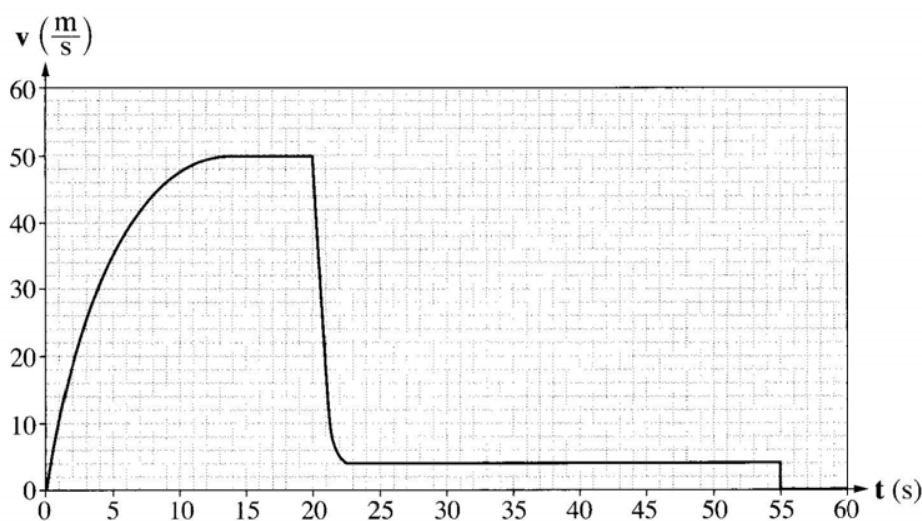
ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

(לכל שאלה – 25 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. צנחן קפץ ממטוס ברגע  $t = 0$ . בתוך כדי נפילתו הוא פתח את המצנח.

הצנחן והמצנח ייחשבו גוף אחד שייקרא: "הצנחן".

הגרף שלפניך מתאר את גודל הרכיב האנכי של מהירות הצנחן כפונקציה של הזמן.



א. תאר במילים את תנועת הצנחן בפרק הזמן  $0 \leq t < 20 \text{ s}$ . בתשובתך התייחס לגודל

הרכיב האנכי של מהירות הנפילה של הצנחן, ולגודל של תאוצתו. (6 נקודות)

ב. ציין את הסיבה לשינוי הפתאומי בגודל הרכיב האנכי של המהירות בפרק הזמן

$20 \text{ s} < t < 22 \text{ s}$ . (3 נקודות)

ג. הסבר איך היית מחשב בעזרת הגרף את המרחק האנכי שעבר הצנחן מרגע  $t = 0$  עד הרגע

שהמצנח נפתח (אין צורך לחשב מרחק זה). (3 נקודות)

ד. הראה מתוך הגרף שהגודל של תאוצת הנפילה החופשית בגובה שהצנחן קפץ ממנו הוא

$g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$  בקירוב. (5 נקודות)

על הצנחן פועלים בתוך כדי נפילתו שני כוחות: כוח הכובד והתנגדות האוויר.

ה. עבור כל אחד משני הכוחות קבע אם הוא גדל, קטן או נשאר קבוע בפרק הזמן  $0 \leq t < 20 \text{ s}$ .

הסבר את קביעותיך. (5 נקודות)

ו. מסת הצנחן היא  $m = 80 \text{ kg}$ . בפרק הזמן  $0 \leq t < 55 \text{ s}$ , קבע את הגודל המרבי

(המקסימלי) של הכוח השקול שפעל על הצנחן, ואת גודלו המזערי (המינימלי) של כוח זה.

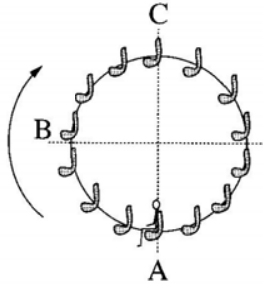
הסבר את קביעותיך. (3 נקודות) המשך בעמוד 3/

2.

תפקיד המנוע במכונית הוא לסובב את גלגלי המכונית.

- א. מכונית מתחילה בנסיעה. מהו הכוח החיצוני שפועל על המכונית בכיוון תנועתה, וגורם להגדלת מהירותה? ציין מה מפעיל את הכוח הזה. (4 נקודות)
- ב. כאשר יש קרח על הכביש, המכונית אינה יכולה להגיע לתאוצה שהייתה מגיעה אליה אילו לא היה קרח על הכביש. הסבר מדוע. (4 נקודות)
- ג. מכונית נוסעת במהירות שגודלה  $90 \frac{\text{km}}{\text{h}}$  ונבלמת. בזמן בלימתה גלגליה נעצרים, והמכונית מחליקה עד לעצירה מוחלטת.
- (1) חשב את המרחק שתעבור המכונית מתחילת הבלימה ועד לעצירתה בשני מצבים:
- יש קרח על הכביש, ומקדם החיכוך הקינטי הוא  $\mu_k = 0.1$ .
  - אין קרח על הכביש, ומקדם החיכוך הקינטי הוא  $\mu_k = 0.8$ .
- (2) על סמך תשובותיך על תת-סעיף (1) הסבר מדוע סוגרים לתנועה כבישים שהצטבר עליהם קרח.
- (8 נקודות)
- ד. מכונית שמסתה  $1,000 \text{ kg}$  נעה קדימה. ברגע מסוים הכוח הפועל על מכונית בכיוון תנועתה הוא  $1,200 \text{ N}$ , והשקול של כל כוחות החיכוך הפועלים על המכונית בכיוון המנוגד לכיוון תנועתה הוא  $400 \text{ N}$ .
- חשב את תאוצת המכונית ברגע זה. (3 נקודות)
- מלבד הכוח שכתבת בתשובתך על סעיף א, על מכונית נוסעת פועלת גם התנגדות אוויר. התנגדות האוויר גדלה ככל שמהירות המכונית גדלה.
- ה. הכוח הפועל על מכונית בכיוון תנועתה מקנה לה תאוצה, וכך לכאורה מכונית יכולה להגיע לכל מהירות אם רק תאיץ די זמן. הסבר מדוע, בכל זאת, לכל מכונית יש מהירות **מרבית** (מקסימלית), והיא אינה יכולה לעבור מהירות זו בנסיעתה לאורך כביש אופקי. (6 נקודות)

3. לרגל חגיגות תחילת האלף השלישי נבנה בלונדון פארק שעשועים ובו גלגל-ענק שקוטרו 120 m, הנקרא "העין הלונדונית". גודל מהירות הסיבוב של הגלגל-ענק הוא קבוע, וסיבוב אחד שלו נמשך 20 דקות. לפניך תצלום של הגלגל-ענק ותרשים המתאר את האירוע הנדון בשאלה.



תרשים



(צילום: Crendo)

תצלום

על אחד הכיסאות של הגלגל-ענק יושב ילד. מסת הכיסא עם הילד  $M = 120 \text{ kg}$ . ראה במערכת "כיסא + הילד" גוף נקודתי, וענה על סעיפים א-ה.

- א. האם בזמן שהגלגל מסתובב התאוצה של המערכת "כיסא + ילד" שווה ל-0? נמק. (5 נקודות)

- ב. (1) קבע מה הם הכוחות הפועלים על המערכת "כיסא + ילד" כאשר הגלגל מסתובב.  
(2) העתק למחברתך את הטבלה שלפניך. הוסף לטבלה שורה עבור כל אחד מן הכוחות שכתבת בתת-סעיף (1), והשלם בה את הנתונים המתאימים לפי הכותרות.  
**שים לב:** הגלגל-ענק מסתובב בכיוון השעון. הנקודות A, B ו-C מסומנות בתרשים.

| כיוון הכוח |          |          | שם הכוח |
|------------|----------|----------|---------|
| בנקודה C   | בנקודה B | בנקודה A |         |
|            |          |          |         |

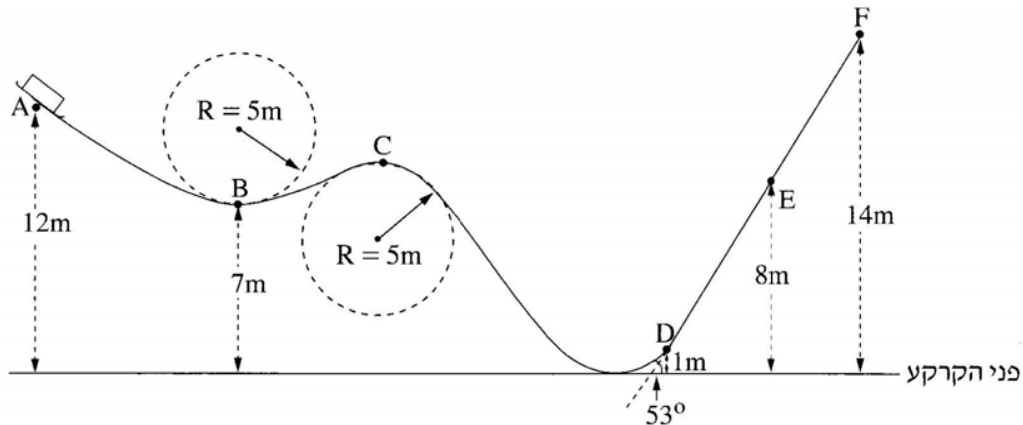
- (3) הוסף לטבלה שבמחברתך שורה עבור הכוח השקול, והשלם בה את הנתונים המתאימים. (5 נקודות)

ברגע  $t = 0$  המערכת "כיסא + ילד" נמצאת בנקודה B והיא נעה כלפי מעלה.

- ג. סרטט במחברתך גרף מקורב של המקום האנכי של המערכת "כיסא + ילד" כפונקציה של הזמן, במשך סיבוב שלם אחד של הגלגל. (5 נקודות)  
ד. חשב את שינוי האנרגיה המכנית של מערכת "כיסא + ילד" (ביחס לכדור הארץ), בפרק הזמן  $0 < t < 0.375T$ . הוא זמן המחזור של סיבוב הגלגל-ענק. (5 נקודות)

- ה. קבע אם העבודה הכוללת הנעשית על המערכת "כיסא + ילד" בפרק הזמן המצוין בסעיף ד היא חיובית, שלילית או שווה לאפס. נמק את קביעתך. (5 נקודות)  
/המשך בעמוד 5/

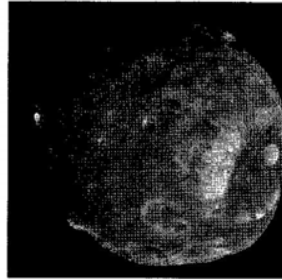
4. מסלול החלקה, הבנוי מקטעים ישרים ומקשתות של מעגלים ברדיוס 5m, מכוסה שלג, לכן הוא נחשב חסר חיכוך. על המסלול, בנקודה A, נמצאת מזחלת שמסתה 35 kg (ראה תרשים). גיל, שמסתו 65 kg, התיישב במזחלת כשהיא במנוחה.



- א. המזחלת שוחררה ממנוחה והיא נעה לאורך המסילה בלי להתנתק ממנה. חשב את גודל מהירותה בנקודה B. (4 נקודות)
- ב. האם תשובתך לסעיף א הייתה משתנה אילו נער אחר, שמסתו שונה מזו של גיל, היה מתיישב במזחלת? נמק. (4 נקודות)
- במזחלת מותקנים מאזני קפיץ, שהמשטח העליון שלהם מקביל למסלול בזמן התנועה. גיל יושב על המאזניים, רגליו באוויר והן אינן נשענות על המזחלת.
- ג. מה צריך להיות הגובה של נקודה C מעל פני הקרקע, כדי שגיל יהיה חסר משקל כאשר הוא חולף בנקודה זו? פרט את חישוביך. (6 נקודות)
- ד. חשב מה מורים המאזניים (ביחידות ניוטון) כאשר המזחלת חולפת בנקודה E. (6 נקודות)
- ביום חם פחתה כמות השלג לאורך הקטע DF, ובקטע זה היה חיכוך בין המסלול למזחלת. בעקבות החיכוך המזחלת נעצרה (רגעית) בנקודה E.
- ה. חשב את הגודל של כוח החיכוך שפעל על המזחלת בקטע DE. (5 נקודות)

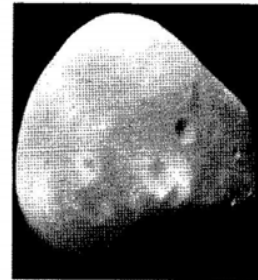
/המשך בעמוד 6/

5. בשנת 1877 התגלו שני ירחים המקיפים את כוכב הלכת מאדים: פובוס (Phobos) ודימוס (Deimos).



(NASA)

פובוס



דימוס

זמן המחזור של פובוס בתנועתו סביב מאדים,  $T_p$ , הוא 0.3189 יממות ארציות,

$$r_p = 9.377 \cdot 10^6 \text{ m}$$

וזמן המחזור של דימוס סביב מאדים,  $T_D$ , הוא 1.262 יממות ארציות.

א. (1) חשב את רדיוס המסלול של דימוס (אפשר להזניח את השפעת הירחים זה על זה).

(2) נתון: זמן מחזור הירח של כדור הארץ בתנועתו סביב כדור הארץ,  $T_m$ ,

הוא 27.3 יממות.

האם על פי נתון זה, הנתונים שבפתיח וחוקי קפלר בלבד, אפשר לחשב את

רדיוס המסלול של הירח בתנועתו סביב כדור הארץ? אם כן — חשב אותו;

אם לא — הסבר מדוע אי אפשר לחשב.

(8 נקודות)

הנח שצורתו של כוכב הלכת מאדים היא כדורית וצפיפותו אחידה.

ב. חשב את מסת כוכב הלכת מאדים, על פי נתוני השאלה בלבד. פרט את חישוביך.

(6 נקודות)

חללית קטנה שמסתה 53 kg נשלחה לחקור את מאדים, וריחפה ללא נוע בגובה 20 m

מעל נקודה מסוימת על פני מאדים. הנח שכוכב הלכת מאדים אינו מסתובב סביב צירו.

מטאורואיד שמסתו 1.3 kg נע במהירות קבועה שגודלה  $12.5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  וכיוונו מקביל לקרקע

המאדים, פגע בחללית וחדר לתוכה.

לאחר ההתנגשות שני הגופים האלה נעו כגוף אחד (נכנה אותו "גוף מורכב") ופגעו בקרקע המאדים.

הרדיוס של כוכב הלכת מאדים הוא  $R = 3.4 \cdot 10^6 \text{ m}$ .

ג. חשב את גודל המהירות של הגוף המורכב מיד אחרי ההתנגשות. (4 נקודות)

ד. כמה זמן אחרי ההתנגשות פגע הגוף המורכב בקרקע המאדים? (7 נקודות)

/המשך בעמוד 7/



### פרק שני – אופטיקה וגלים (25 נקודות)

ענה על שתיים מהשאלות 6-8.

(לכל שאלה –  $12\frac{1}{2}$  נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

6. יאיר ישב במכונית ורצה לעיין במפה שבידיו (זה היה לפני עידן ה־G.P.S.).

בחוץ שרר חושך, ולכן יאיר הדליק נורה בתוך המכונית.

א. כדי שיראה היטב את המפה, האם על יאיר לכוון את אלומת האור מן הנורה לעבר עיניו או

לעבר המפה? נמק. (3 נקודות)

לאחר שיאיר הדליק את הנורה הוא התבונן בשמשת החלון של מכוניתו. הוא לא ראה

את הסביבה שבחוץ, אלא את דמותו המשתקפת בשמשת החלון.

ב. הסבר באמצעות תרשים כיצד נוצרת הדמות המשתקפת בשמשת החלון. ( $3\frac{1}{2}$  נקודות)

יאיר מאס בפקקי התנועה שבכבישים, והחליט לנסוע ברכבת. בתוך קרון הרכבת דלק אור,

ומחוץ לרכבת שרר חושך. יאיר הבחין בשתי דמויות שלו המשתקפות בחלון הרכבת.

חלון הרכבת מורכב משני לוחות זכוכית מקבילים וביניהם מרווח שבו שכבת אוויר.

אפשר להזניח את העובי של לוחות הזכוכית.

ג. מדוע ברכבת הבחין יאיר בשתי דמויות, ולא בדמות אחת, כפי שראה במכוניתו?

פרט את תשובתך. (3 נקודות)

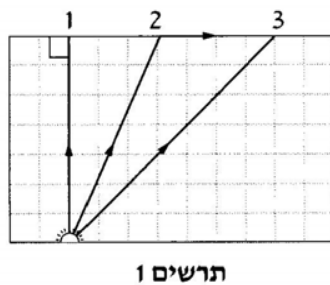
ד. באותם תנאי תאורה הכניסו נייר שחור למרווח שבין שני לוחות הזכוכית. הנייר אוטם את

כל המרווח. כמה דמויות השתקפו בחלון? נמק.

(3 נקודות)

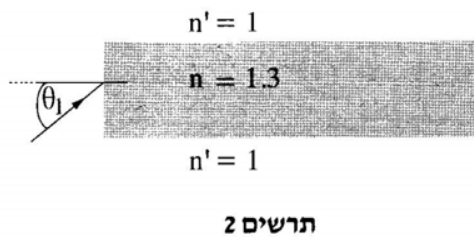
7. מקור אור נקודתי נמצא בתוך מנסרה מלבנית (תיבה) העשויה מחומר שקוף. המנסרה נמצאת באוויר.

בתרשים 1 מוצג חתך של המנסרה המקביל לשתיים מדופנות המנסרה, וכן מוצג בו מהלך של שלוש קרניים 1, 2, 3, שמקורן במקור האור. זווית השבירה של קרן 2 היא  $90^\circ$  בקירוב.



- א. העתק את תרשים 1 למחברתך, והשלם בו במדויק את המשך המהלך של קרן 1 ושל קרן 3. הסבר את שיקוליך ( $5\frac{1}{2}$  נקודות)
- ב. על פי התרשים, חשב את הזווית הגבולית (קריטית) למעבר אור מן החומר השקוף לאוויר. (3 נקודות)

אפשר להעביר מידע למרחקים גדולים באמצעות סיבים אופטיים שאור מתפשט דרכם כמעט בלי הפסדי אנרגיה. בתרשים 2 מתואר חתך של סיב אופטי העשוי מחומר שקוף שמקדם השבירה שלו  $n = 1.3$ , וקרן אור נכנסת לתוכו מן האוויר בזווית פגיעה  $\theta_1$ .

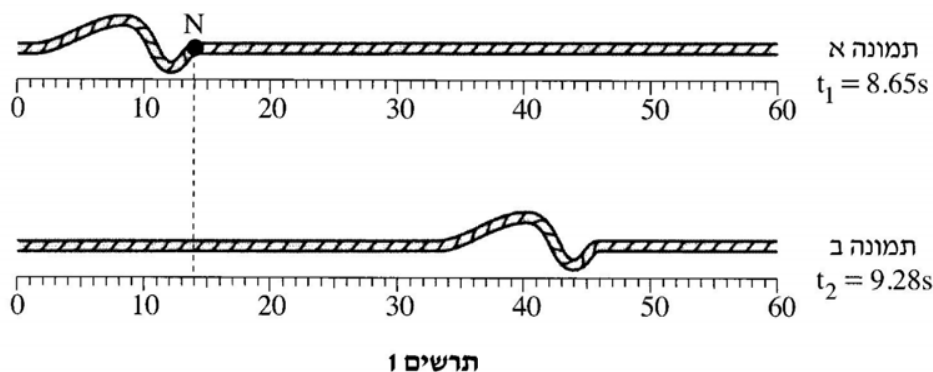


- ג. כאשר האור נכנס לסיב מהצד (כמתואר בתרשים 2), זווית הפגיעה  $\theta_1$  צריכה להיות קטנה מ-  $57^\circ$  כדי למנוע דליפת (יציאת) אור מהסיב לאוויר. הסבר מדוע. בתשובתך היעזר בתרשים.

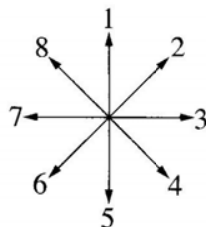
/המשך בעמוד 9/

(4 נקודות)

8. בתרשים 1 מוצגות שתי תמונות של חבל, שלאורכו מתקדמת הפרעה (פולס). בתמונה א מוצגת ההפרעה ברגע  $t_1 = 8.65s$ , ובתמונה ב מוצגת ההפרעה ברגע  $t_2 = 9.28s$ . מתחת לכל תמונה מוצג סרגל המכויל בסנטימטרים.



- א. (1) מהו כיוון ההתקדמות של ההפרעה (ימינה, שמאלה, מעלה או מטה)?  
(2) מהו סוג ההפרעה (אורכית, רוחבית או אחרת)? נמק.  
(4 נקודות)
- ב. היעזר בתרשים 1 וחשב את מהירות ההתקדמות של ההפרעה.  $(2\frac{1}{2}$  נקודות)
- ג. N היא נקודה על החבל. קבע איזה מבין החצים המסומנים בתרשים 2 מתאר נכון את כיוון התנועה של הנקודה N, רגע לאחר  $t_1$ . (2 נקודות)



תרשים 2

- ד. קצה החבל קשור בנקודה קבועה למוט אנכי שאינו נראה בתמונות. ההפרעה מתקדמת לאורך החבל לעבר קצהו הקשור, והיא חוזרת לכיוון שהגיעה ממנו. כאשר ההפרעה חוזרת היא מתהפכת בכיוון מעלה-מטה.  
סרטט במחברתך תרשים מקורב של ההפרעה המוחזרת. (2 נקודות)
- ה. במקרה אחר קצה החבל קשור לטבעת החופשייה לנוע מעלה-מטה לאורך המוט האנכי. סרטט במחברתך תרשים מקורב של ההפרעה המוחזרת במקרה זה. (2 נקודות)

### בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך

א. סוג הבחינה: בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשע"ג, 2013  
מספר השאלון: 656,036201  
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

## פיזיקה מכניקה, אופטיקה וגלים

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שתיים וחצי (150 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים.
- |           |   |               |   |                           |   |            |
|-----------|---|---------------|---|---------------------------|---|------------|
| פרק ראשון | — | מכניקה        | — | $25 \times 3$             | — | 75 נקודות  |
| פרק שני   | — | אופטיקה וגלים | — | $12 \frac{1}{2} \times 2$ | — | 25 נקודות  |
|           |   |               |   | סה"כ                      | — | 100 נקודות |
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון. (2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
  - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
  - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או קבוע הכבידה העולמי  $G$ .
  - (4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
  - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

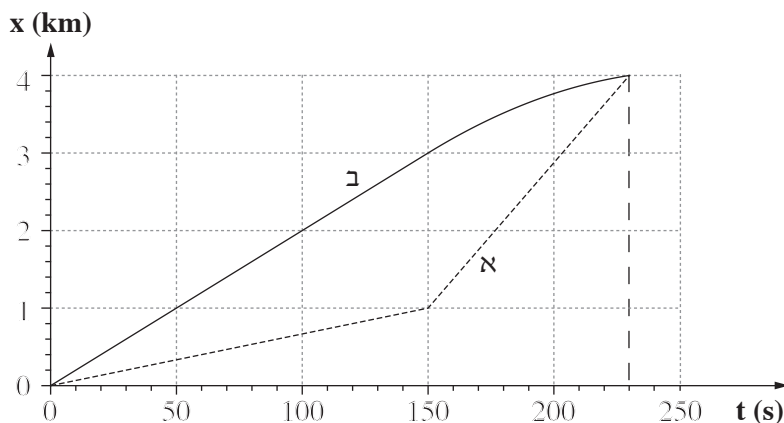
## ה ש א ל ו ת

## פרק ראשון — מכניקה (75 נקודות)

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

(לכל שאלה — 25 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. הגרף שלפניך מתאר את מקומן של שתי סירות, א ו ב, כפונקציה של הזמן. הסירות נעות במסלולים ישרים מקבילים.



- א. הגדר את המושג "מהירות ממוצעת". (5 נקודות)

היעזר בגרף וענה על הסעיפים שלפניך.

- ב. הסירות שטות במשך 230 s. קבע אם במשך פרק הזמן הזה המהירות הממוצעת של סירה א גדולה מן המהירות הממוצעת של סירה ב, קטנה ממנה או שווה לה. נמק את קביעתך.

(4 נקודות)

החל מהרגע  $t = 150$  s ועד הרגע  $t = 230$  s סירה ב נעה בתאוצה קבועה.

- ג. האם התאוצה חיובית או שלילית? נמק. (5 נקודות)

- ד. חשב את גודל התאוצה של סירה ב החל מהרגע  $t = 150$  s. (5 נקודות)

- ה. סרטט במחברתך גרף מדויק של מהירות סירה ב כפונקציה של הזמן, בפרק הזמן המתואר בגרף הנתון.

ציין על הגרף שסרטטת את המהירות הסופית שסירה ב הגיעה אליה.

(6 נקודות)

2. גוף נופל ממנוחה מראש מגדל גבוה. גודלו של כוח החיכוך עם האוויר נתון על ידי הביטוי  $f = kv^2$ .

$k$  הוא קבוע התלוי במאפייני הגוף,  $v$  הוא מהירות הגוף.

א. מה הן היחידות של  $k$ ? (4 נקודות)

ב. הגדר מהי "נפילה חופשית", וקבע אם תנועת הגוף הנתון היא נפילה חופשית.

נמק את קביעתך.

(5 נקודות)

ג. סרטט במחברתך תרשים של כל הכוחות הפועלים על הגוף במהלך נפילתו, והסבר

בעזרתו מדוע ייתכן שהחל מרגע מסוים הגוף נע במהירות קבועה. (6 נקודות)

נתון:  $k = 0.25$  (ביחידות שחישבת בסעיף א.)

$$m = 10 \text{ kg}$$

החל מרגע מסוים הגוף נע במהירות קבועה.

ד. חשב את גודל המהירות הקבועה של הגוף מרגע זה. (5 נקודות)

ה. סרטט במחברתך גרף של מהירות הגוף כפונקציה של הזמן, מרגע שחרורו של הגוף

ועד רגע פגיעתו בקרקע. בגרף זה אל תציין ערכים על ציר הזמן. (5 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

3. א. מכונית הנוסעת במהירות  $v_0$  על כביש ישר ואופקי מתחילה לבלום בתאוצה קבועה שגודלה  $a$ , ונעצרת לאחר שעברה  $\ell$  מטרים.  
פתח ביטוי המקשר בין ריבוע המהירות של המכונית ( $v_0^2$ ) לבין מרחק הבלימה  $\ell$ .  
(5 נקודות)
- ב. בפעם אחרת המכונית נוסעת באותו כביש במהירות כפולה ( $2v_0$ ), ובולמת באותה תאוצה קבועה,  $a$ .  
חשב פי כמה השתנה מרחק הבלימה בפעם הזו, יחסית למרחק הבלימה המקורי,  $\ell$ .  
(5 נקודות)
- לקראת החורף הוחלפו צמיגי המכונית, כדי שהמערכת למניעת החלקה תאפשר בלימה בתאוצה גדולה פי 1.5 מהתאוצה הקבועה  $a$ .  
ג. המכונית נוסעת במהירות המקורית,  $v_0$ . חשב פי כמה השתנה מרחק הבלימה בפעם הזו יחסית למרחק הבלימה המקורי,  $\ell$ .  
(5 נקודות)
- נתון כי המהירות המקורית של המכונית היא  $v_0 = 15 \frac{m}{s}$ , והמסה שלה היא  $m = 1500 \text{ kg}$ .  
ד. חשב את הכמות הכוללת של האנרגיה שהפכה לחום, במהלך הבלימה המתוארת בסעיף א.  
(5 נקודות)
- ה. שקול הכוחות הפועלים על המכונית במהלך הבלימה הוא קבוע, וגודלו  $f = 3000 \text{ N}$ .  
חשב את מרחק הבלימה המקורי,  $\ell$ .  
(5 נקודות)

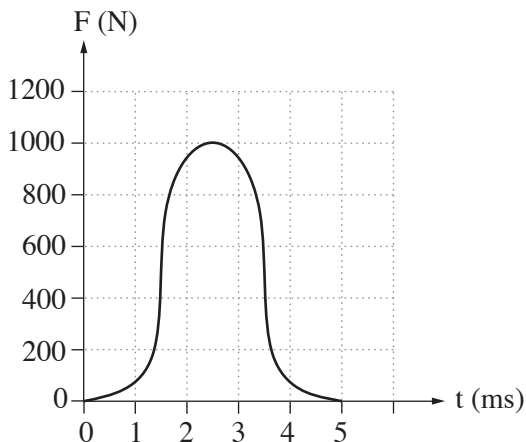
/המשך בעמוד 5/

4. א. ניוטון כתב את החוק השני באמצעות הגודל "כמות התנועה",  $\vec{p} = m\vec{v}$ .

$$\frac{\Delta \vec{p}}{\Delta t} = m\vec{a} \quad \text{הראה שכאשר מסת הגוף קבועה:}$$

(4 נקודות)

במשחק טניס מהירותו של הכדור משתנה בהשפעת הכוח שהמחבט מפעיל עליו. הגרף שלפניך מתאר את גודל הכוח שהמחבט מפעיל על הכדור, כפונקציה של הזמן, במהלך חבטה אחת של שחקן טניס.



היעזר בגרף וענה על סעיפים ב ו ג.

ב. חשב בקירוב את גודל השינוי שחל בתנע הכדור בעקבות חבטת המחבט. (6 נקודות)

נתון: מסת הכדור היא  $m = 0.06 \text{ kg}$ .

השחקן חובט אופקית בכדור הנע כלפי מעלה במהירות של  $v = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

ג. חשב את מהירות הכדור (גודל וכיוון) מיד לאחר החבטה. (9 נקודות)

ד. כדור טניס מגיע לרצפה במהירות אנכית  $v_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , וחוזר כלפי מעלה

במהירות אנכית  $v_2 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

לכל אחד מההיגדים (1)-(3) קבע אם הוא נכון או לא נכון.

נמק את קביעותיך.

(1) התנע של הכדור והתנע של כדור הארץ השתנו.

(2) התנע של הכדור השתנה, ואילו בתנע של כדור הארץ לא חל שום שינוי.

(3) התנע והאנרגיה הקינטית של הכדור השתנו.

(6 נקודות)



5. משגרים לוויין לחלל באמצעות רקטה.

על פן השיגור מסת הרקטה עם הדלק והלוויין היא  $M = 7.3 \cdot 10^5 \text{ kg}$ .

הכוח המרבי שהמנוע מפעיל בזמן השיגור הוא  $F = 1.16 \cdot 10^7 \text{ N}$ .

א. סרטט במחברתך תרשים של הכוחות הפועלים על הרקטה בזמן השיגור. הנח שהתנגדות

האוויר זניחה. (4 נקודות)

ב. הרקטה ניתקת מכן השיגור ברגע  $t = 0$ . מרגע ההינתקות המנוע מפעיל את הכוח המרבי.

חשב את תאוצת הרקטה ברגע ההינתקות. (4 נקודות)

ג. (1) הסבר בקצרה את עקרון הפעולה של מנוע רקטי.

(2) בהנחה שהכוח  $F$  קבוע במשך השניות הראשונות, קבע אם בפרק הזמן הזה

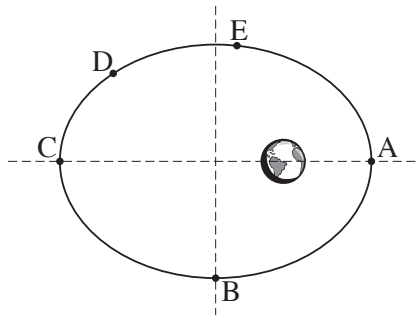
התאוצה גדלה, קטנה או לא משתנה. נמק את קביעתך.

(6 נקודות)

ברגע מסוים הלוויין מתנתק מהרקטה, וממשיך לנוע בהשפעת כוח הכובד של כדור הארץ.

ד. בתרשים שלפניך מוצג המסלול הקבוע של הלוויין, שצורתו אליפטית (התרשים אינו מסורטט

בקנה מידה). הלוויין נע סביב כדור הארץ בכיוון השעון.



העתק את התרשים למחברתך, וסמן עליו חצים המייצגים את:

(1) וקטור מהירות הלוויין, בכל אחת מהנקודות B ו- D.

(2) וקטור התאוצה של הלוויין בנקודה A.

(3) וקטור הכוח השקול הפועל על הלוויין, בכל אחת מהנקודות C ו- E.

הסבר את שיקוליך.

(8 נקודות)

ה. קבע באיזו משתי הנקודות A ו- E מהירות הלוויין היא מרבית. נמק את קביעתך.

(3 נקודות)

## פרק שני — אופטיקה וגלים (25 נקודות)

ענה על שתיים מהשאלות 6-8.

(לכל שאלה —  $12\frac{1}{2}$  נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

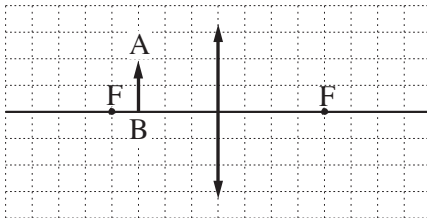
6. אדם המרכיב משקפיים עם עדשות מרכזות זהות רואה בעזרתם את הדמות המדומה של עצם.

א. הסבר את המושגים "דמות ממשית" ו"דמות מדומה". בהסברך תוכל להיעזר בתרשימים.

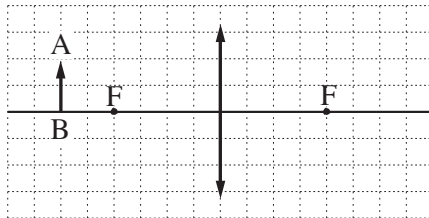
(3 נקודות)

ב. בתרשימים א-ג שלפניך החץ AB מייצג את העצם.

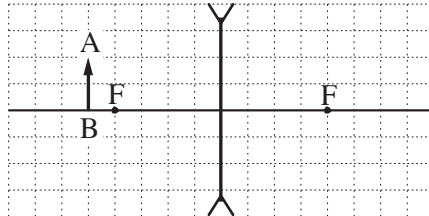
קבע איזה תרשים מתאים לתיאור שבפתיח. נמק את קביעתך. (4 נקודות)



תרשים ב



תרשים א



תרשים ג

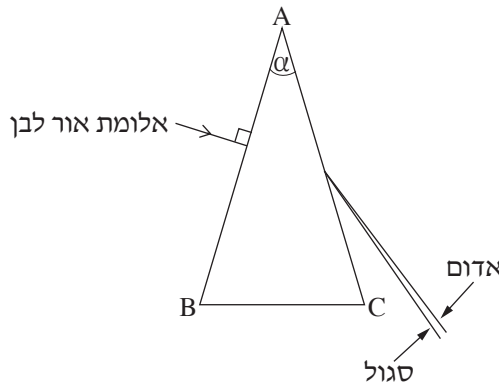
ג. עוצמת העדשה היא 2 דיופטרויות. מהו רוחק המוקד של העדשה? (2 נקודות)

ד. המרחק בין הדמות לעדשה הוא 60 cm. חשב את המרחק בין העצם לעדשה.

( $3\frac{1}{2}$  נקודות)

7. ABC מסמן חתך של מנסרה משולשת שוות שוקיים, בעלת זווית ראש  $\alpha = 40^\circ$ . המנסרה עשויה זכוכית.

אלומה דקה של אור לבן פוגעת במנסרה בניצב לדופן AB. לאחר יציאת האלומה מהדופן AC, אפשר לראות כי האלומה מתפצלת לכל צבעי הקשת.



- א. מהי זווית הפגיעה של האלומה בדופן AB? (2 נקודות)
- ב. תלמידים דנו בשאלה: באיזה מקום במנסרה מתפצלת אלומת האור? נור טענה: האלומה מתפצלת במעבר דרך הדופן AB ובמעבר דרך הדופן AC. אלכס טען: האלומה מתפצלת בהדרגה תוך כדי המעבר במנסרה. אבטה טען: האלומה מתפצלת במעבר דרך הדופן AC בלבד. מי מהתלמידים צודק? נמק את תשובתך. (3 נקודות)
- ג. מקדם השבירה של המנסרה לאור אדום הוא  $n = 1.513$ . חשב את זווית השבירה של האור האדום ביציאה מן המנסרה. (3 נקודות)
- ד. קבע אם מקדם השבירה של המנסרה לאור סגול גדול ממקדם השבירה שלה לאור אדום, קטן ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך. (2  $\frac{1}{2}$  נקודות)
- ה. ציין תכונה פיזיקלית אחת המבדילה בין אור אדום לאור סגול. (2 נקודות)

8. כאשר פורטים על מיתר מתוח של גיטרה, נוצרים גלי רוחב המתקדמים על המיתר.
- א. הסבר בקצרה מהו ההבדל בין גלי רוחב לגלי אורך. הבא דוגמה לכל אחד מסוגי הגלים. (3 נקודות)
- ב. על מיתר מתוח יוצרים גלים בתדירות  $f = 500 \text{ Hz}$ . מהירות ההתקדמות של הגלים על המיתר היא  $400 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .  
חשב את אורך הגל של הגלים. ( $3\frac{1}{2}$  נקודות)
- כאשר שני הקצוות של המיתר המתוח (המתואר בסעיף ב) קבועים במקומם, מתרחשת סופרפוזיציה של הגלים הנעים על המיתר עם גלים המוחזרים מהקצוות. בעקבות זאת נוצר על המיתר גל עומד שבו שני הקצוות הם נקודות צומת (מינימום), ומרכז המיתר הוא נקודת קמר (מקסימום) יחידה.
- ג. חשב את אורך המיתר. (2 נקודות)
- ד. הגדילו את התדירות של הגל עד שנוצר שוב גל עומד. (1) חשב מהי תדירות זו.
- (2) כמה נקודות צומת התקבלו על המיתר (כולל הקצוות)? (4 נקודות)

## בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשע"ב, 2012  
מספר השאלון: 653,917531  
נספח: נוסחאות ונתונים בפיזיקה ל-5 יח"ל

## פ י ז י ק ה מכניקה

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.  
לכל שאלה —  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.  
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
  - (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן. לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי־רשום הנוסחה או אי־ביצוע ההצבה או אי־רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
  - (3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או קבוע הכבידה העולמי  $G$ .
  - (4) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
  - (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

/המשך מעבר לדף/

## השאלות

ענה על שלוש מהשאלות 1-5.

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

1. האסטרונאוטיות אליס וקורל נחתו על כוכב לכת, וערכו שם ניסוי בנפילה חופשית. הן שחררו גוף מגובה מסוים מעל פני הכוכב ורשמו את מקומו האנכי ביחס לציר ה־y, שכיוונו החיובי כלפי מטה, כפונקציה של הזמן t. מהירות הגוף ברגע  $t = 0$  אינה בהכרח אפס. תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניך.

|       |       |       |       |       |       |       |        |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 0.48  | 0.4   | 0.32  | 0.24  | 0.16  | 0.08  | 0     | t(s)   |
| 2.840 | 2.000 | 1.400 | 0.810 | 0.430 | 0.150 | 0.016 | y(m)   |
|       |       |       |       |       |       |       | v(m/s) |

- א. העתק את הטבלה למחברתך. חשב בקירוב את מהירות הגוף בזמן  $t = 0.24$  s.
- ב. פרט את חישוביך, וכתוב את התוצאה במקום המתאים בטבלה שבמחברתך. (8 נקודות)
- ג. חשב את מהירות הגוף בזמנים:  $t(s) = 0.08, 0.16, 0.32, 0.4$  וכתוב את התוצאות במקומות המתאימים בטבלה שבמחברתך. אין צורך לפרט את חישוביך. (4 נקודות)
- ד. סרטט דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של מהירות הגוף כפונקציה של הזמן. הוסף לדיאגרמת הפיזור קו מגמה. (10 נקודות)
- ה. חשב את השיפוע של קו המגמה. מה מייצג גודל זה? הסבר. (6 נקודות)
- ו. נתון כי רדיוס הכוכב שווה לרדיוס של כדור הארץ. היעזר בתוצאות הניסוי וחשב את היחס בין מסת כוכב הלכת ובין מסת כדור הארץ. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

2. גוף שמסתו  $m$  מחליק במהירות קבועה במורד מישור משופע שזווית נטייתו  $\theta$ .

א. סרטט תרשים של הכוחות הפועלים על הגוף, וציין מהו כל כוח.

מהו הכוח השקול הפועל על הגוף? הסבר.

(8 נקודות)

בסעיפים שלפניך בטא את תשובותיך באמצעות הפרמטרים  $m, v_0, \theta, t, F, g$ , בהתאם לצורך.

הגוף נע במעלה המישור ממהירות התחלתית  $v_0$  שכיוונה מקביל למישור, ובשלב מסוים הוא נעצר ונשאר במקום.

ב. הסבר מדוע הגוף אינו מחליק מטה לאחר שהוא נעצר. (8 נקודות)

ג. איזה מרחק לאורך המישור עבר הגוף בתנועתו במעלה המישור?  $\left(\frac{1}{3} \cdot 9\right)$  (נקודות)

אחרי שהגוף נעצר מפעילים עליו במשך  $t$  שניות כוח קבוע  $F$  המקביל למישור, והגוף מתחיל לנוע במורד המישור.

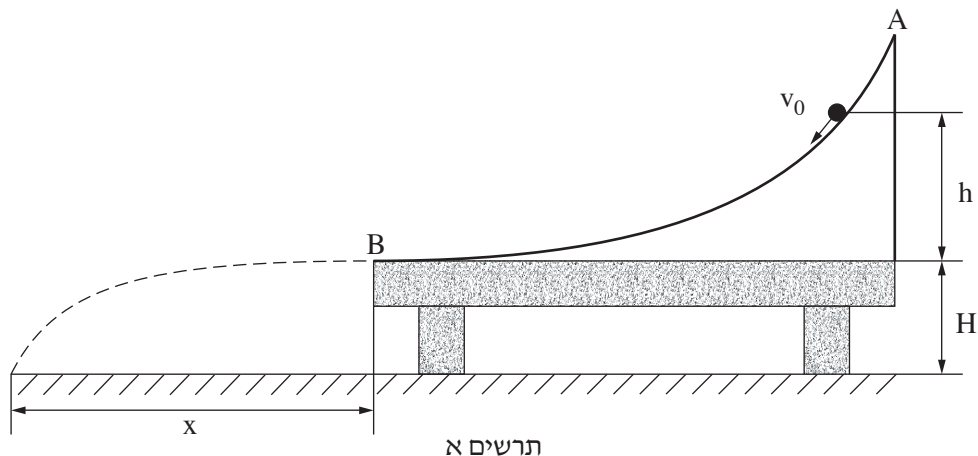
ד. (1) בטא את גודל המהירות שאליה יגיע הגוף כעבור פרק הזמן  $t$ . הנח שהגוף אינו מגיע לתחתית המישור בפרק הזמן  $t$ .

(2) האם הגוף יגיע לתחתית המישור במהירות שביטאת בתת-סעיף ד(1)? נמק.

(8 נקודות)

/המשך בעמוד 4/

3. אורי הידק מסילה חלקה AB לשולחן שגובהו H. הקצה התחתון של המסילה אופקי ומגיע בדיוק לקצה השולחן, כמתואר בתרשים א.

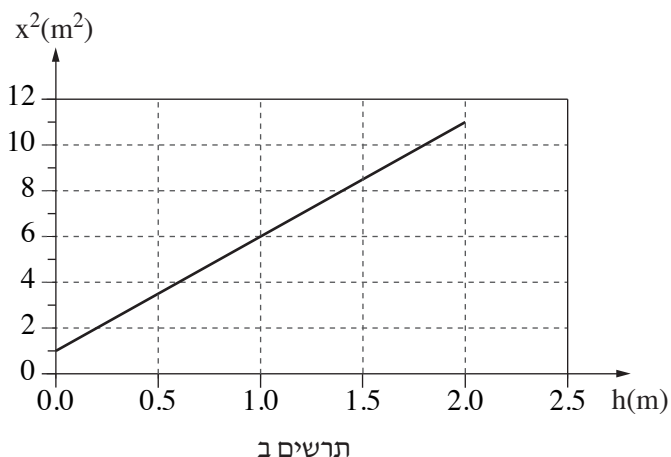


אורי ביצע ניסוי שבו הוא "ירה" כדור קטן על המסילה במהירות התחלתית שגודלה  $v_0$  וכיוונה משיק למסילה.

הכדור נע לאורך המסילה עד שהגיע לקצה השולחן, B, והמשיך בתנועתו באוויר עד שפגע ברצפה.

אורי מדד את המרחק האופקי x מקצה השולחן עד נקודת הפגיעה (ראה תרשים א). אורי ביצע את הניסוי כמה פעמים, ובכל פעם הוא שינה את הגובה h שממנו "נורה" הכדור, אך גודל המהירות ההתחלתית  $v_0$  נשאר קבוע (וכיוון המהירות משיק למסילה).

בתרשים ב מוצג גרף של  $x^2$  כפונקציה של h.



(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)



א. הוכח כי הקשר בין  $x^2$  (ריבוע המרחק האופקי) לבין  $h$  (הגובה מעל פני השולחן)

נתון על ידי הביטוי  $x^2 = \frac{2H}{g} v_0^2 + 4Hh$  . (10 נקודות)

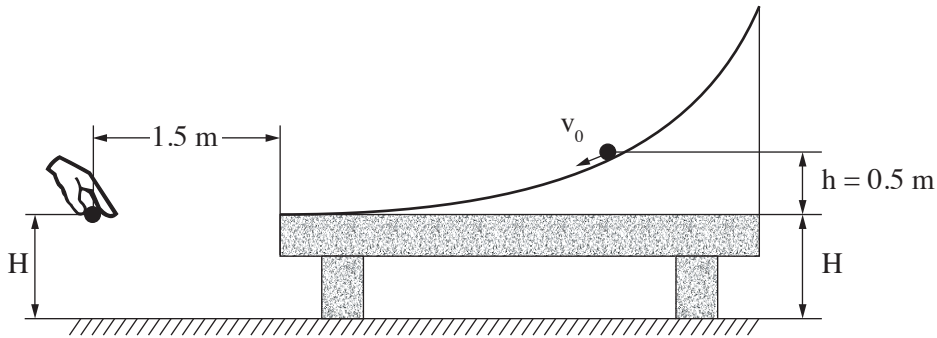
ב. הסבר מדוע  $4H$  מייצג את שיפוע הגרף המוצג בתרשים ב. (4 נקודות)

ג. חשב את גובה השולחן  $H$  . (7 נקודות)

ד. חשב את גודל המהירות ההתחלתית  $v_0$  (7 נקודות)

ה. באחת הפעמים ערך אורי את הניסוי כאשר הגובה היה  $h = 0.5 \text{ m}$  .

ברגע שהכדור עזב את קצה המסילה אורי שחרר ממנוחה כדור נוסף, מגובה  $H$  מעל הקרקע ובמרחק אופקי של  $1.5 \text{ m}$  מקצה השולחן, כמתואר בתרשים ג.



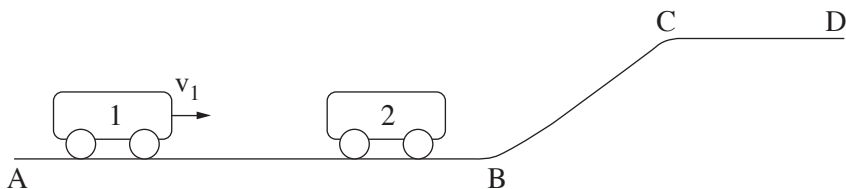
תרשים ג

הוכח שהכדורים ייפגשו לפני פגיעתם בקרקע.  $(\frac{1}{3} \cdot 5 \text{ נקודות})$

/המשך בעמוד 6/

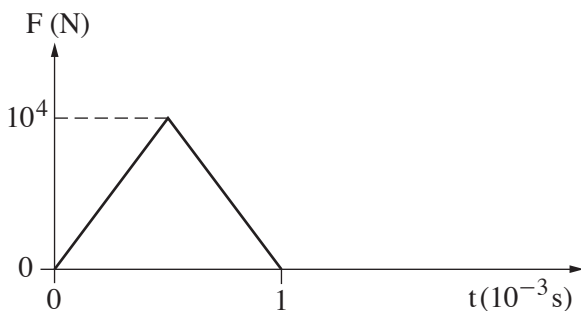
4. בתרשים א מוצגת מסילה חלקה ABCD.

קרונית 1 שמסתה  $m_1 = 2\text{ kg}$  נעה ימינה על קטע המסילה האופקי AB במהירות שגודלה  $v_1$ .



תרשים א

קרונית 1 מתנגשת התנגשות מצח אלסטית (לחלוטין) בקרונית 2 הנמצאת במנוחה על קטע AB של המסילה. הנח שתרשים ב מתאר את הכוח  $F$  שהפעילה קרונית 1 על קרונית 2 במהלך ההתנגשות, כפונקציה של הזמן.



תרשים ב

א. איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין העקומה שבתרשים לבין ציר הזמן?

(6 נקודות)

ב. לאחר ההתנגשות קרונית 2 נעה ימינה במהירות  $u_2 = 1.25 \left( \frac{\text{m}}{\text{s}} \right)$ .

חשב את המסה  $m_2$  של קרונית 2. (9 נקודות)

ג. כתוב שתי משוואות לחישוב המהירות של קרונית 1 לפני ההתנגשות, והצב במשוואות את

הערכים המתאימים. אין צורך לפתור את המשוואות. (7 נקודות)

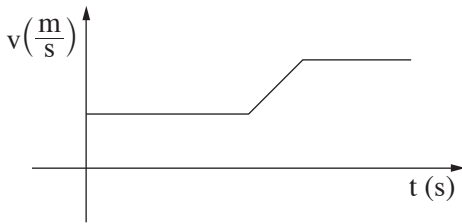
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

ד. העתק את תרשים ב למחברתך.

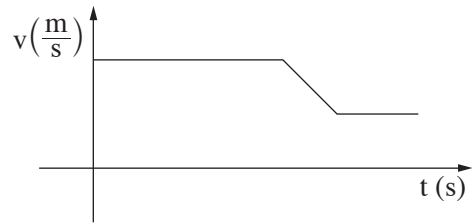
הוסף לתרשים עקומה המתארת את הכוח שקרונית 2 מפעילה על קרונית 1 במהלך ההתנגשות.  
( $6\frac{1}{3}$  נקודות)

ה. בשלב מסוים של תנועתה, עולה קרונית 2 בקטע BC של המסילה, נעה לאורכו, וממשיכה לנוע על פני קטע CD של המסילה.

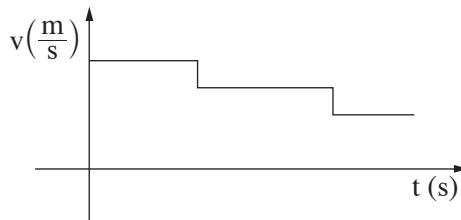
איזה מבין הגרפים (1)-(3) שלפניך מתאר נכון את גודל המהירות של קרונית 2 כפונקציה של הזמן, מהרגע שבו הסתיימה ההתנגשות עד הרגע שבו היא מגיעה לנקודה D? נמק.  
(5 נקודות)



(2)

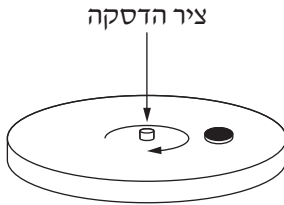


(1)

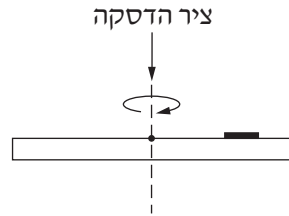


(3)

5. דסקה מסתובבת במישור אופקי בתדירות קבועה של 90 סיבובים לדקה. על הדסקה מונח מטבע קטן שמסתו 5gr, המסתובב עם הדסקה (ראה תרשימים א, ב). מקדם החיכוך הסטטי בין הדסקה למטבע הוא  $\mu_s = 0.6$ .



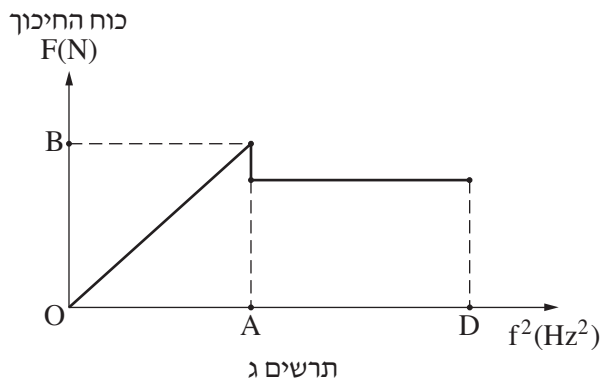
תרשים ב



מבט צד

תרשים א

- א. העתק למחברתך את תרשים א, והוסף לו סרטוט של כל הכוחות הפועלים על המטבע כשהדסקה מסתובבת. ציין ליד כל כוח את שמו ורשום מי מפעיל כל כוח. (9 נקודות)
- ב. חשב את המרחק המרבי (מקסימלי) מציר הדסקה, שבו יכול המטבע להימצא במנוחה ביחס לדסקה בלי שהוא יחליק על פני הדסקה.  $(\frac{1}{3} 7$  נקודות)
- מניחים את המטבע על גבי הדסקה במרחק שחישבת בסעיף ב. מתחילים לסובב את הדסקה ומגדילים באטיות את תדירות הסיבוב שלה, החל מאפס סיבובים לדקה. בתרשים ג מוצג הגודל של כוח החיכוך הפועל על המטבע כפונקציה של ריבוע תדירות הסיבוב של הדסקה. בתחום התדירויות AD המטבע מחליק.



תרשים ג

- ג. מצא את שיעורי הנקודות A ו-B. הסבר את תשובתך. (9 נקודות)
- ד. אילו מסת המטבע הייתה גדולה מזו הנתונה, האם הגרף המוצג בתרשים ג היה משתנה? נמק. (8 נקודות)

## בהצלחה!

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשע"א, 2011  
מספר השאלון: 84, 036001  
נספח: נתונים ונוסחאות בפיזיקה ל-3 יח"ל

## פיזיקה

3 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.
- פרק ראשון – מכניקה  
פרק שני – אלקטרומגנטיות  
פרק שלישי – קרינה וחומר
- בכל פרק יש שלוש שאלות; סה"כ – תשע שאלות.  
עליך לענות על חמש שאלות בלבד: לא יותר משתי שאלות מכל פרק.  
סה"כ –  $20 \times 5 = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.  
(2) נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.  
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).
- (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.  
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, רשום במילים את פירוש הסימן.  
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.  
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רשום נוסחה או אי-ביצוע  
ההצבה או אי-רשום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.
- (3) בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.
- (4) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.  
מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

/המשך מעבר לדף/

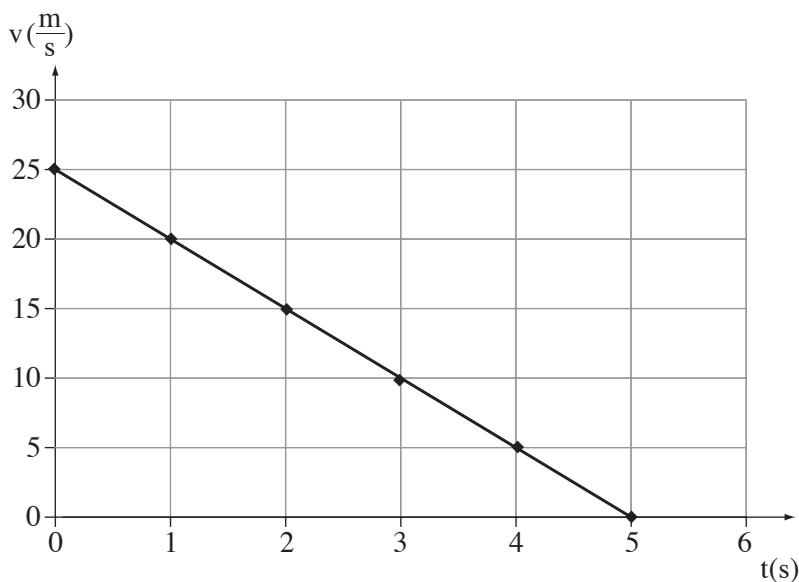
## ה ש א ל ו ת

**שים לב:** עליך לענות על חמש שאלות בלבד: לא יותר משתי שאלות מכל פרק.

### פרק ראשון – מכניקה

ענה על שאלה אחת או על שתי שאלות מפרק זה (שאלות 1-3).  
(לכל שאלה – 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו)

1. מצלמה המותקנת לצד הכביש עוקבת אחר תנועת המכוניות המתקרבות לרמזור. שתי מכוניות, הנעות בשני נתיבים מקבילים, מתקרבות לרמזור. כאשר המכוניות נמצאות במרחק 70 m מקו העצירה שלפני הרמזור, האור הירוק ברמזור מתחיל להבהב והמצלמה מתחילה לצלם. אחת המכוניות מאטה את תנועתה כדי לעצור לפני קו העצירה, והאחרת מאיצה כדי לעבור את קו העצירה לפני שהאור ברמזור יתחלף לצהוב. התמונות מועברות מהמצלמה למחשב, ומהנתונים מתקבל גרף מהירות כפונקציה של הזמן עבור אחת המכוניות, ועבור המכונית האחרת מתקבלות שתי מדידות של מהירות.

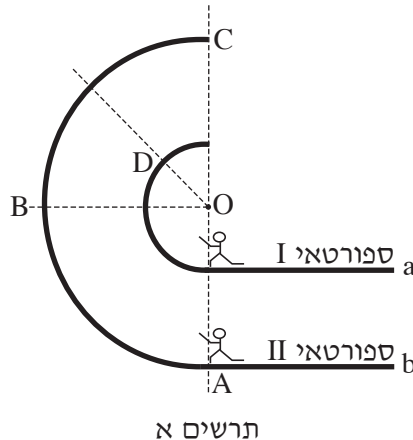


| $v(\frac{m}{s})$ | $t(s)$ |
|------------------|--------|
| 20               | 0      |
| 23               | 3      |

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

- א. (1)** היעזר בגרף הנתון וחשב את תאוצת המכונית שאת תנועתה הוא מתאר.
- (2)** קבע אם המכונית הזאת מאיצה או מאטה. נמק.
- (7 נקודות)
- ב.** חשב את תאוצת המכונית שמהירותה מוצגת בטבלה, בהנחה שהתנועה היא שוות תאוצה. (5 נקודות)
- ג.** קבע אם המכונית המאטה עצרה לפני שעברה 70 m עד קו העצירה. נמק את קביעתך בעזרת חישוב. (4 נקודות)
- ד.** מהרגע שהאור הירוק ברמזור מתחיל להבהב עד שהוא מתחלף לצהוב חולפות 3 שניות. קבע אם המכונית המאיצה חצתה את קו העצירה לפני שהאור ברמזור התחלף לצהוב. נמק את תשובתך בעזרת חישוב. (4 נקודות)

2. שני ספורטאים, I ו-II, רצים בשני מסלולי ריצה סמוכים, a ו-b בהתאמה. במהלך הריצה הם מגיעים באותו זמן אל הקו AO וממשיכים לרוץ, כל אחד במסלולו החצי מעגלי (ראה תרשים א). הנקודה O היא מרכז המעגלים.



בשלב הראשון, ברבע המעגל בין הקווים AO ו-BO, שני הספורטאים רצים ומגיעים לקו BO באותו זמן. גודל המהירות של כל אחד מהספורטאים קבוע.

- א. (1) קבע אם בשלב זה של הריצה גודל המהירות הקווית (המשיקית) של ספורטאי I קטן מגודל המהירות הקווית של ספורטאי II, גדול ממנו או שווה לו.

נמק את קביעתך.

- (2) קבע אם בשלב זה של הריצה המהירות הזוויתית של ספורטאי I קטנה מהמהירות הזוויתית של ספורטאי II, גדולה ממנה או שווה לה.

נמק את קביעתך.

(5 נקודות)

בשלב השני, ברבע המעגל בין הקווים BO ו-CO, שני הספורטאים רצים באותה מהירות קווית קבועה שגודלה  $v = 5 \frac{m}{s}$ .

- ב. קבע אם ספורטאי I יגיע לקו CO לפני ספורטאי II, אחריו או ששני הספורטאים יגיעו לקו זה יחד. נמק את קביעתך. (4 נקודות)

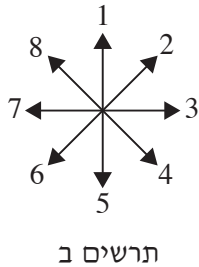
- ג. נתון שהרדיוס של החלק המעגלי במסלול a, שבו רץ ספורטאי I, הוא  $r_a = 30m$ . חשב את התאוצה הצנטריפטלית (הרדיאלית) של ספורטאי I בעוברו בנקודה D.

(5 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)



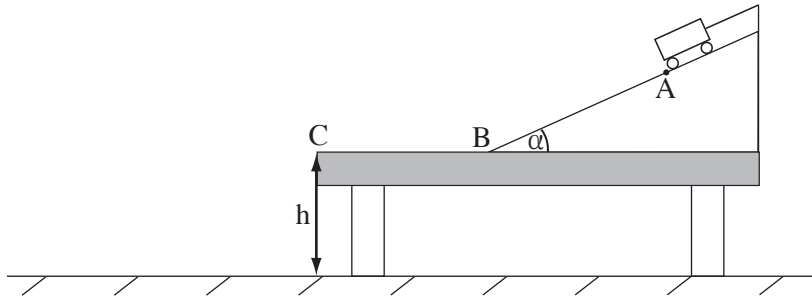
- ד. היעזר במערכת החצים שבתרשים ב וקבע איזה מבין החצים 1-8 מתאר את כיוון התאוצה הצנטריפטלית של ספורטאי I בנקודה D. נמק את קביעתך. (3 נקודות)



- ה. חשב בכמה זמן עובר ספורטאי I את רבע המעגל שבין הקווים BO ו- CO. (3 נקודות)

/המשך בעמוד 6/

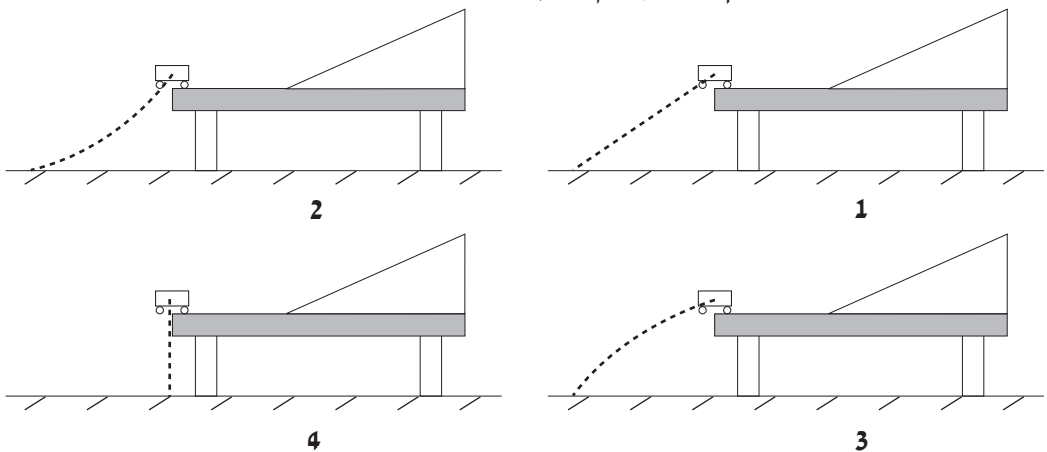
3. עגלה שמסתה  $m = 100 \text{ gr}$  מונחת על מישור משופע חלק ששיפועו  $\alpha = 30^\circ$ .  
העגלה מוחזקת במנוחה בעזרת חוט המקביל למישור המשופע. המישור מודבק לשולחן  
אופקי חלק (ראה תרשים).



- א. סרטט את כל הכוחות הפועלים על העגלה, ורשום את שמותיהם. (4 נקודות)  
ב. חשב את המתח בחוט המחזיק את העגלה. (3 נקודות)  
ברגע מסוים החוט נקרע והעגלה מתחילה לרדת במישור המשופע.  
ג. חשב את תאוצת העגלה. (3 נקודות)  
ד. חשב את מהירות העגלה בנקודה B שבתחתית המישור המשופע,  
אם המרחק  $AB = 1.5 \text{ m}$ . (4 נקודות)

לאחר שהעגלה עברה את נקודה B היא המשיכה לנוע על השולחן האופקי במהירות  
שחישבת בסעיף ד. בנקודה C העגלה עזבה את השולחן.

- ה. באיזה מהאיורים (1)-(4) הקו המקווקו מתאר את מסלול התנועה של העגלה לאחר  
שעזבה את השולחן? (3 נקודות)



- ו. חשב בתוך כמה זמן העגלה מגיעה לרצפה, אם גובה השולחן  $h = 80 \text{ cm}$ .

/המשך בעמוד 7/

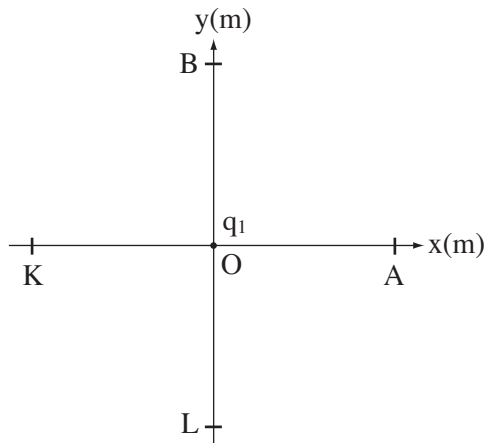
(3 נקודות)

## פרק שני – אלקטרומגנטיות

ענה על שאלה אחת או על שתי שאלות מפרק זה (שאלות 4-6).  
(לכל שאלה – 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו)

4. בתרשים שלפניך מתואר מטען נקודתי שלילי  $q_1$ , המוחזק במנוחה בנקודה O בראשית מערכת צירים xy.

א. העתק את התרשים למחברתך, וסרטט חצים המסמנים את כיוון השדה החשמלי שיוצר המטען  $q_1$  בנקודות A, B, K, L. הסבר. (3 נקודות)



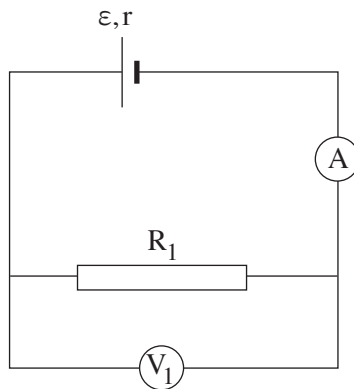
ב. נתון שהמטען  $q_1 = -4 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ . חשב את עוצמת השדה החשמלי שיוצר מטען זה בנקודה A הנמצאת במרחק  $d = 0.4 \text{ m}$  ממנו. (6 נקודות)

בנקודה A מוסיפים מטען חיובי  $q_2 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ .

ג. (1) חשב את הכוח החשמלי (גודל וכיוון) שמטען  $q_2$  מפעיל על מטען  $q_1$ .  
(2) קבע את הגודל ואת הכיוון של הכוח החשמלי הפועל על מטען  $q_2$ . נמק.  
(6 נקודות)

ד. על איזה ציר ובאיזה מרחק מהנקודה O יש להניח מטען חיובי נוסף,  $q_3 = 4.5 \cdot 10^{-6} \text{ C}$ , כדי שסכום הכוחות החשמליים הפועלים על המטען  $q_1$  יהיה שווה לאפס? (5 נקודות)

5. קבוצת תלמידים ביצעה שני ניסויים כדי לבדוק את הקשר בין מתח לזרם במעגלים חשמליים שונים. הם השתמשו בוולטמטר ובאמפרמטר אידאליים. בניסוי הראשון הם בנו מעגל חשמלי המורכב ממקור מתח בעל כ"מ  $\varepsilon = 24V$  והתנגדות פנימית  $r = 2\Omega$ , ונגד  $R_1$  (ראה תרשים א).

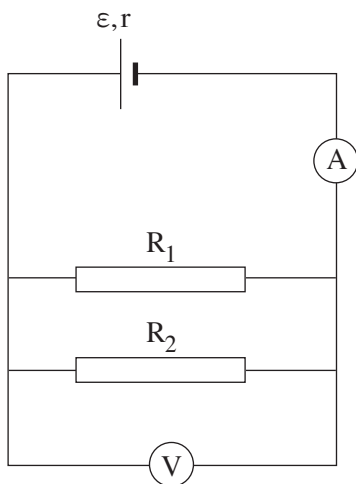


תרשים א

- המתח הנמדד על הנגד  $R_1$  במעגל שבתרשים א הוא  $V_1 = 20V$ .
- קבע בעזרת הנתונים מהו מתח ההדקים. נמק את קביעתך. (4 נקודות)
  - חשב את הזרם שהאמפרמטר מורה. (4 נקודות)
  - חשב את התנגדות הנגד  $R_1$ . (4 נקודות)

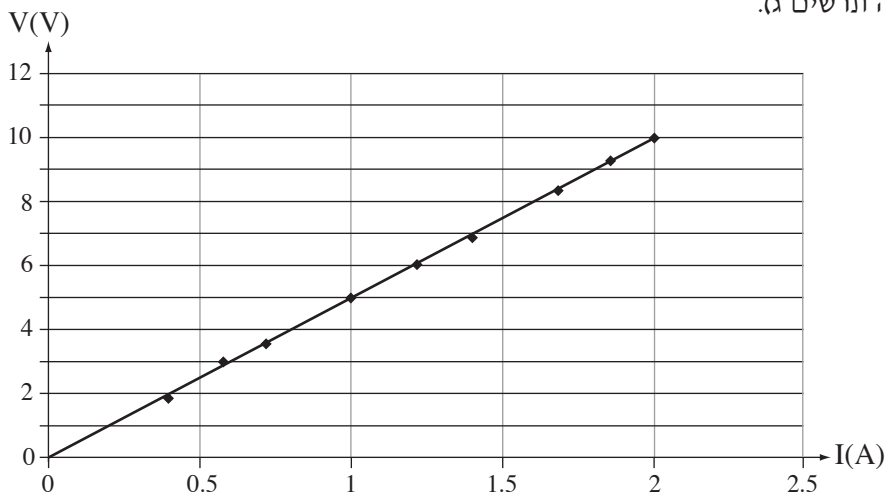
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

בניסוי השני חיברו התלמידים נגד  $R_2$  במקביל לנגד  $R_1$  (ראה תרשים ב).



תרשים ב

התלמידים שינו את כא"מ המקור,  $\varepsilon$ , כמה פעמים, רשמו בכל פעם את הוראות האמפרמטר והוולטמטר, וסרטטו גרף של המתח שמדד הוולטמטר כפונקציה של הזרם (ראה תרשים ג).



תרשים ג

ד. (1) חשב את שיפוע הגרף.

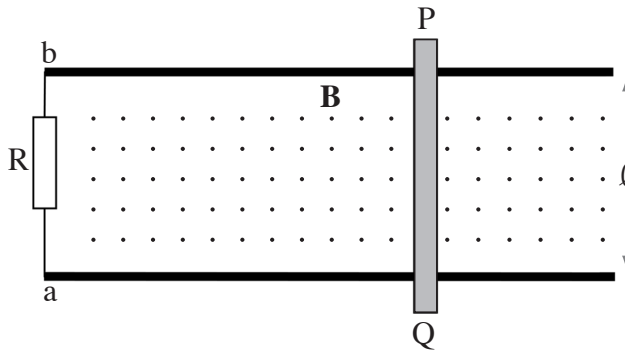
(2) ציין מה מייצג שיפוע הגרף.

(5 נקודות)

ה. חשב את התנגדות הנגד  $R_2$ . (3 נקודות)

6. בתרשים שלפניך מתוארים שני פסי מתכת,  $a$  ו- $b$ , המקבילים זה לזה (ונמצאים במישור הדף). המרחק בין הפסים הוא  $\ell = 0.75 \text{ m}$ . הפסים מחוברים באמצעות נגד שהתנגדותו  $R = 2\Omega$ .

המוט המוליך  $PQ$  מונח על שני הפסים, בניצב להם. התנגדות הפסים והתנגדות המוט זניחות. המערכת נמצאת בתוך שדה מגנטי אחיד שעוצמתו  $B = 0.4 \text{ T}$ . השדה מאונך למישור הדף ויוצא מהדף.



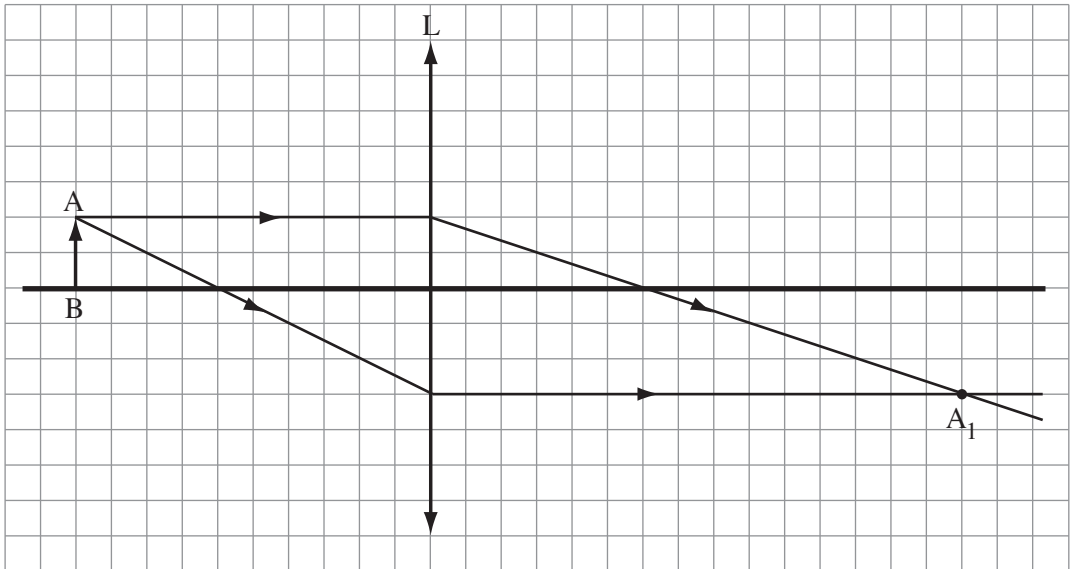
מרגע מסוים המוט  $PQ$  נע שמאלה במהירות קבועה  $v = 2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

- א. בין קצות המוט  $PQ$  נוצר כא"מ מושרה. הסבר מדוע. (4 נקודות)
- ב. חשב את הכא"מ הנוצר בין קצות המוט  $PQ$ . (5 נקודות)
- ג. חשב את עוצמת הזרם שזורם דרך הנגד. (4 נקודות)
- ד. קבע אם כיוון הזרם דרך הנגד הוא מ- $a$  ל- $b$  או מ- $b$  ל- $a$ . הסבר את קביעתך. (4 נקודות)
- ה. בשלב הבא המוט  $PQ$  נע במהירות קבועה ימינה, וכיוון השדה המגנטי משתנה – הוא עדיין מאונך למישור הדף, אבל "נכנס אל תוך הדף". קבע אם במצב החדש כיוון הזרם דרך הנגד הוא מ- $a$  ל- $b$  או מ- $b$  ל- $a$ . הסבר את קביעתך. (3 נקודות)

## פרק שלישי – קרינה וחומר

ענה על שאלה אחת או על שתי שאלות מפרק זה (שאלות 7-9).  
(לכל שאלה – 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו)

7. בתרשים א שלפניך מתואר עצם AB הניצב מול עדשה מרכזת L, וכן מסורטטות בו שתי קרניים היוצאות מנקודה A ועוברות דרך העדשה.

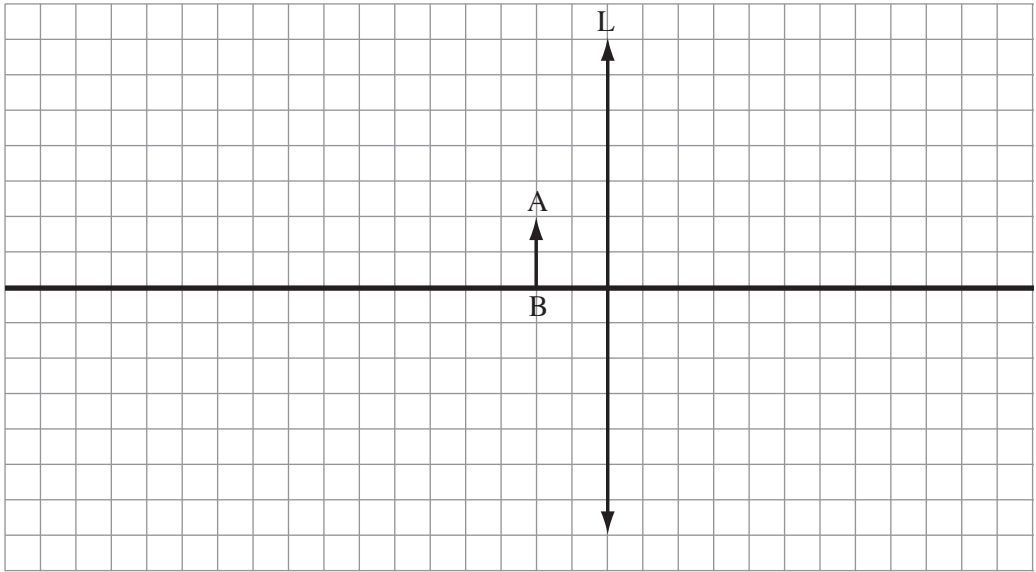


תרשים א

- א. קבע מה מייצגת בתרשים נקודה  $A_1$ . הסבר. (3 נקודות)
- ב. נתון כי כל משבצת בתרשים מייצגת 5 cm. חשב את רוחק המוקד של העדשה. (3 נקודות)
- ג. תלמיד מבצע ניסוי עם אותה עדשה L. הוא מציב את העצם AB שגובהו 10 cm על הציר האופטי הראשי של העדשה במרחק 90 cm ממנה.  
(1) חשב את מרחק הדמות מהעדשה.  
(2) חשב את גובה הדמות המתקבלת. (8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

התלמיד מעביר את העצם AB למרחק של 10 cm מהעדשה L (ראה תרשים ב).



תרשים ב

ד. העתק את תרשים ב למחברתך כך שמשבצת אחת במחברת תייצג משבצת אחת בתרשים.

(1) סמן בסרטוט שבמחברתך את מוקדי העדשה.

(2) בנה את דמות העצם בעזרת סרטוט מהלכי קרניים אופייניות.

(3 נקודות)

ה. (1) קבע אם הדמות המתקבלת היא ממשית או מדומה.

(2) ציין בקצרה את ההבדלים בין דמות ממשית לבין דמות מדומה.

(3 נקודות)



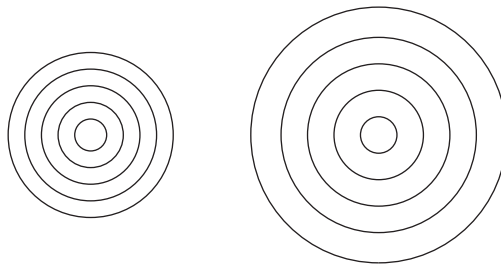
8. זורקים אבן לבריכה שבה פני המים מישוריים וחלקים. סביב הנקודה שבה פגעה האבן נוצרים גלים המתפשטים על פני המים במעגלים.

א. האם גלים אלה הם גלי אורך או גלי רוחב? הסבר. (4 נקודות)

בניסוי באמבט גלים מפעילים מקור גלים מעגליים בתדירות  $20\text{Hz}$ , ובמים נוצרים גלים מחזוריים שאורך הגל שלהם  $\lambda = 1.5\text{cm}$ .

ב. חשב את מהירות הגלים במים. (5 נקודות)

ג. משנים את תדירות המקור ל-  $10\text{Hz}$ . לפניך שני תרשימים א ו- ב המתארים את הגלים הנוצרים בתדירות הקודמת ובתדירות החדשה.

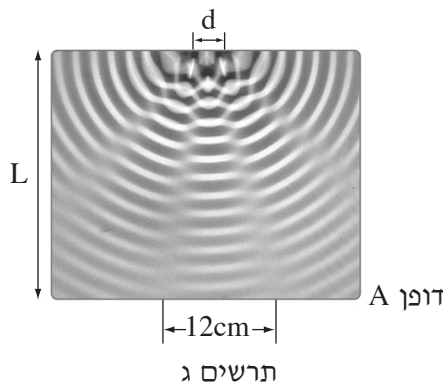


תרשים ב

תרשים א

קבע איזה מהתרשימים, א או ב, מתאר את הגלים שתדירותם  $10\text{Hz}$ . נמק. (5 נקודות)

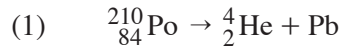
ד. בניסוי אחר באמבט הגלים מפעילים במרחק  $L = 30\text{cm}$  מהדופן A שני מקורות קוהרנטיים, היוצרים גלים מעגליים שווי מופע. הדופן A מקבילה לקו המחבר בין שני המקורות. במים נוצרת תבנית התאבכות. המרחק בין המקורות  $d = 5\text{cm}$ , המרחק בין שתי נקודות צומת סמוכות בדופן A הוא  $12\text{cm}$  (ראה תרשים ג).



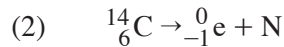
חשב את אורך הגל באמבט הגלים. (6 נקודות)

9. א. קבע את מספר הפרוטונים ואת מספר הנויטרונים בגרעין הפחמן,  $^{14}_6\text{C}$ .  
פרט את חישוביך. (4 נקודות)

ב. לפניך שלוש תגובות גרעיניות (1)-(3). העתק את התגובות למחברתך, וכתוב את מספר המסה ואת המספר האטומי של הגרעינים הנוצרים.  
התפרקות  $\alpha$ , שבה גרעין של פולוניום הופך לגרעין של עופרת:



התפרקות  $\beta^-$ , שבה גרעין של פחמן הופך לגרעין של חנקן:



התפרקות  $\gamma$  של גרעין קובלט:



(9 נקודות)

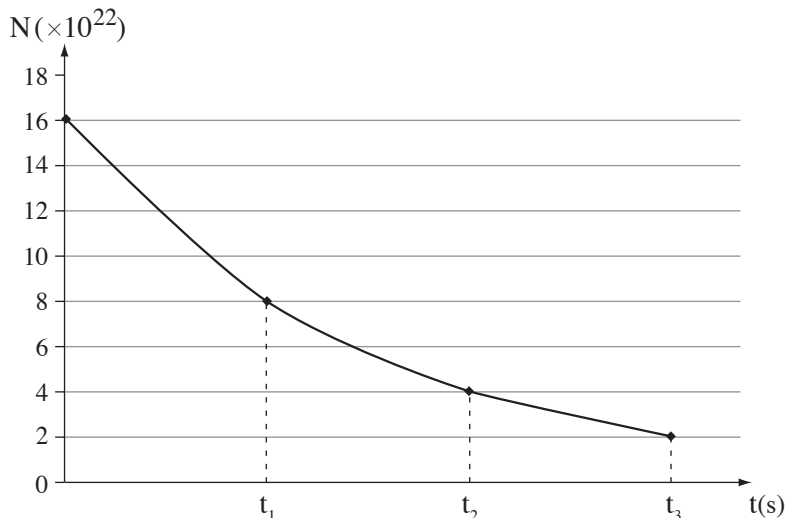
ג. דגימה של חומר רדיואקטיבי מכילה ברגע  $t = 0$   $N_0 = 16 \times 10^{22}$  גרעינים.  
זמן מחצית חיים של חומר זה הוא  $T_{\frac{1}{2}} = 70 \text{ s}$ .

(1) הסבר את משמעות המושג "זמן מחצית חיים".

(2) בגרף שלפניך מוצג מספר גרעיני הדגימה שטרם התפרקו, כפונקציה של הזמן.

מצא את הזמנים  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $t_3$ . הסבר את תשובתך.

(7 נקודות)



**בהצלחה!**

## פיזיקה מכניקה

לתלמידי 5 יחידות לימוד

### הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעה ושלושה רבעים (105 דקות).
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:  
בשאלון זה חמש שאלות, ומהן עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.  
לכל שאלה –  $33\frac{1}{3}$  נקודות;  $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$  נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.  
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:  
(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).  
(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.  
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן.  
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רישום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.  
(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או את חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית  $g$  או קבוע הכבידה העולמי  $G$ .  
(4) בחישובך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.  
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.
- כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטייט (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טייטח" בראש כל עמוד טייטה. רישום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

/המשך מעבר לדף/

## ה ש א ל ו ת

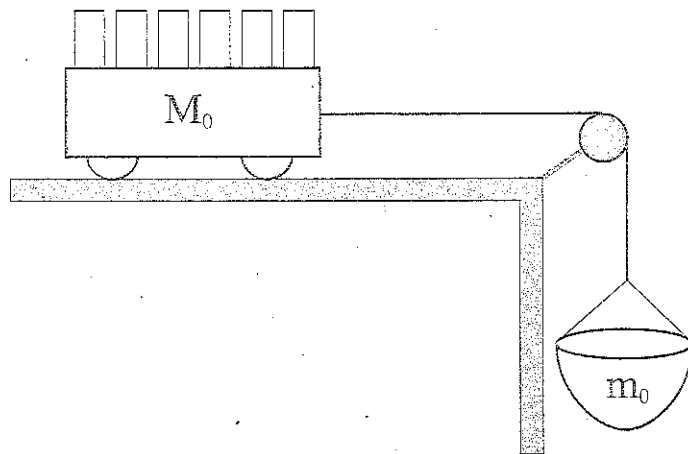
ענה על שלוש מהשאלות 5-1.

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

1. תלמיד מבצע ניסוי בעזרת המערכת המתוארת בתרשים שלפניך.

על מסילה אופקית מונחת עגלה שהמסה שלה  $M_0$ . העגלה קשורה בחוט העובר על פני גלגלת אל סל תלוי שהמסה שלו  $m_0 = 100 \text{ gr}$ . כוחות החיכוך, מסת הגלגלת ומסת החוט זניחים.

לרשות התלמיד 6 משקולות, שהמסה של כל אחת מהן היא  $m_1 = 300 \text{ gr}$ .



התלמיד מודד את תאוצת המערכת (עגלה + סל + משקולות) בעזרת חיישן כמה פעמים.

במידה הראשונה כל המשקולות בתוך העגלה.

בכל מדידה נוספת התלמיד מעביר משקולת אחת מתוך העגלה אל הסל וחוזר על המדידה.

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 3/

תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

| מספר המדידה | התאוצה $a \left(\frac{m}{s^2}\right)$ | מספר המשקולות בסל | מספר המשקולות בעגלה |
|-------------|---------------------------------------|-------------------|---------------------|
| 1           | 0.43                                  | 0                 | 6                   |
| 2           | 1.66                                  | 1                 | 5                   |
| 3           | 2.91                                  | 2                 | 4                   |
| 4           | 4.16                                  | 3                 | 3                   |
| 5           | 5.40                                  | 4                 | 2                   |
| 6           | 6.67                                  | 5                 | 1                   |

א. (1) סרטט במחברתך טבלה חדשה ובה 4 עמודות.

רשום בטבלה את הנתונים עבור כל אחת מהמדידות, לפי הפירוט הבא:

בעמודה הראשונה – את מספר המדידה.

בעמודה השנייה – מסת הסל עם המשקולות שבו,  $m$ , (ב'  $kg$ ).בעמודה השלישית – כוח הכובד,  $F_g$ , הפועל על הסל עם המשקולות (ב'  $N$ ).בעמודה הרביעית – התאוצה  $a$  (ב'  $\frac{m}{s^2}$ ).(2) סרטט גרף של  $a$  כפונקציה של  $F_g$ .

(10 נקודות)

ב. (1) בנה תרשים של כל הכוחות הפועלים על העגלה (עם המשקולות) ועל הסל

(עם המשקולות), ורשום ליד כל חץ את שם הכוח. סמן את מסת העגלה עם

המשקולות ב'  $M$  ואת מסת הסל עם המשקולות ב'  $m$ .

(2) ציין מי מפעיל כל כוח.

(7 נקודות)

ג. (1) פתח ביטוי של  $a$  כפונקציה של  $F_g$ .

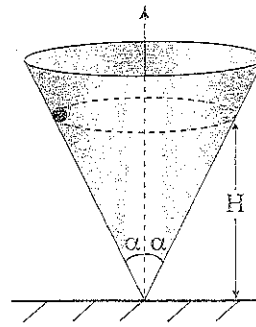
(2) האם מתקבלת פונקציה לינארית (קווית)? הסבר.

(10 נקודות)

ד. מצא בעזרת הגרף את מסת העגלה  $M_0$ . ( $\frac{1}{3}$  נקודות)

/המשך בעמוד 4/

2. חרוז קטן נע בתנועה מעגלית קצובה במישור אופקי בתוך חרוט שזווית הפתיחה שלו  $2\alpha$  (ראה תרשים). כל כוחות החיכוך זניחים.



- א. (1) בנה תרשים של כל הכוחות הפועלים על החרוז ורשום ליד כל חץ את שם הכוח.  
 (2) ציין מי מפעיל כל כוח.  
 (7 נקודות)
- ב. השתמש בחוקי ניוטון כדי לכתוב את שתי המשוואות הקובעות את תנועת החרוז: משוואה אחת לכיוון הרדיאלי ומשוואה אחת לכיוון האנכי. (8 נקודות)
- ג. נתונה המהירות הקווית של החרוז,  $v$ . בטא בעזרתה את גובה המישור התנועה של החרוז,  $H$  (ראה תרשים). (8 נקודות)
- ד. הראה כי אם החרוז יאבד (מסיבה כלשהי) אנרגיה קינטית, מישור התנועה שלו בתוך החרוט יהיה נמוך יותר (כלומר  $H$  יקטן). ( $4\frac{1}{3}$  נקודות)
- ה. החרוז נע בתוך החרוט, כאשר נתון:  
 $\alpha = 30^\circ$   
 $H = 20 \text{ cm}$   
 חשב את:  
 (1) המהירות הקווית של החרוז.  
 (2) זמן המחזור של תנועת החרוז.  
 (6 נקודות)

/המשך בעמוד 5/

3. תלמידים עורכים ניסויים בהתנגשות של דסקיות על שולחן אופקי חלק. באחת הפעמים דסקית שהמסה שלה  $m_1$  נעה במהירות  $v$  ופוגעת בדסקית נחה שהמסה שלה  $m_2$ . אחרי ההתנגשות (המצחית) הדסקית הנחה מתחילה לנוע בכיוון התנועה של הדסקית הפוגעת. הנח כי ההתנגשות אלסטית.

א. נתונות המסות  $m_1 = 25 \text{ gr}$ ,  $m_2 = 50 \text{ gr}$

ומהירות הדסקית הפוגעת  $v = 0.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$  ( $m_1$ )

חשב את:

(1) מהירות הדסקית הפוגעת ( $m_1$ ) לאחר ההתנגשות,  $u_1$  (גודל וכיוון).

(2) מהירות הדסקית השנייה ( $m_2$ ) לאחר ההתנגשות,  $u_2$  (גודל וכיוון).

הסבר את הישוביך. (12 נקודות)

ב. פתח ביטוי עבור המהירות  $u_2$  למקרה שהדסקית  $m_1$  פוגעת בדסקית

הנחה  $m_2$ . בטא את תשובתך בעזרת  $m_1$ ,  $m_2$  ו- $v$ . (10 נקודות)

ג. הראה שכאשר  $m_1 > m_2$  מהירות הדסקית  $m_2$  אחרי ההתנגשות,  $u_2$ , תהיה גדולה

מן המהירות של הדסקית הפוגעת,  $v$ . (6 נקודות)

ד. לדסקית הפוגעת ( $m_1$ ) מחובר חיישן כוח (שמסתו זניחה). גרף הכוח שפעל עליה בזמן

ההתנגשות מתואר בתרשים I.

(1) קבע איזה מהגרפים A, B או C שבתרשים II מתאר נכון את גודלו של

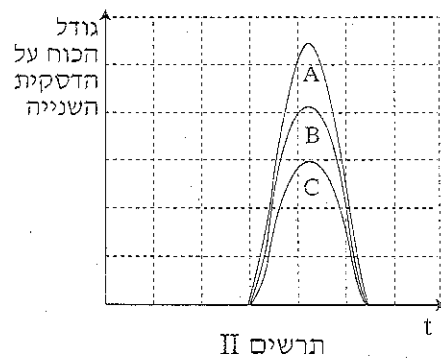
הכוח שפעל על הדסקית השנייה ( $m_2$ ) כאשר  $m_1 = m_2$ .

(2) קבע איזה מהגרפים A, B או C שבתרשים II מתאר נכון את גודלו של

הכוח שפעל על הדסקית השנייה ( $m_2$ ) כאשר  $m_1 > m_2$ .

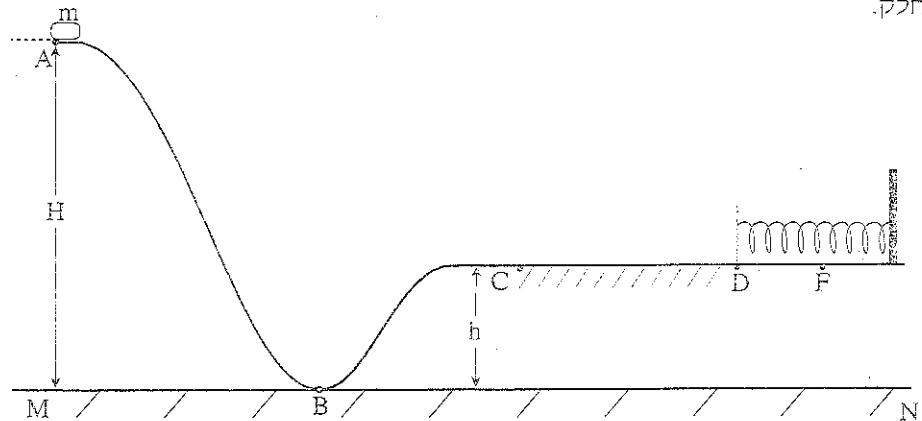
נמק את קביעותיך בשני המקרים.

( $5\frac{1}{3}$  נקודות)



/המשך בעמוד 6/

4. בתרשים שלפניך מתוארת מסילה הנמצאת במישור אנכי ועליה נע גוף קטן שהמסה שלו  $m$ . קטע המסלול ABC הוא חלק, והקטע האופקי CD מחוספס (מקדם החיכוך הקינטי  $\mu_k$ ). בקצה הקטע CD נמצא קפיץ רפוי המחובר אל קיר. המשטח שהקפיץ מונח עליו הוא חלק.



הגוף משוחרר ממנוחה מהנקודה A (מגובה H ביחס למישור הייחוס MN), ונע לאורך המסלול עד הנקודה F. בנקודה F הגוף עוצר עצירה רגעית לאחר שהוא מכווץ את הקפיץ.

- א. הטבלה שלפניך מציגה את סוגי האנרגיה השונים של הגוף בכל אחת מהנקודות A, B, C, D, F, שהוא עובר בהן לאורך המסילה. העתק את הטבלה למחברתך וסמן בכל משבצת "+" אם האנרגיה המתאימה אינה מתאפסת, ו-"0" אם היא מתאפסת. ראה לדוגמה את העמודה של הנקודה A. (8 נקודות)

| A | B | C | D | F | הנקודה / האנרגיה                     |
|---|---|---|---|---|--------------------------------------|
|   |   |   |   |   | קינטית                               |
| 0 |   |   |   |   |                                      |
| + |   |   |   |   | פוטנציאלית כובדית<br>יחסית למישור MN |
| 0 |   |   |   |   | פוטנציאלית<br>אלסטית                 |

/המשך בעמוד 7/

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)



נתון: אורך הקטע CD הוא 1 m ; אורך הקטע DF הוא 0.1 m .

$$m = 1.5 \text{ kg} , H = 3 \text{ m} , h = 1 \text{ m} , \mu_k = 0.3$$

ב. (1) חשב את מהירות הגוף בנקודה C בדרכו אל F .

(2) חשב את מהירות הגוף בנקודה D בדרכו אל F .

(8 נקודות)

ג. חשב את קבוע הקפיץ. (5 נקודות)

ד. אחרי העצירה בנקודה F , הגוף מתחיל לנוע בכיוון ההפוך ומתנתק מהקפיץ.

חשב עד איזה גובה יגיע הגוף לאחר שיתנתק מהקפיץ. (8 נקודות)

החליפו את הקפיץ בקפיץ אחר באותו אורך, אשר קבוע הקפיץ שלו גדול יותר, ושחררו

שוב את הגוף ממנוחה מהנקודה A .

ה. האם הגובה שהגוף יגיע אליו לאחר שיתנתק מהקפיץ יהיה קטן מן הגובה שחישבת

בסעיף ד, גדול ממנו או שווה לזו הסבר.  $(4\frac{1}{3}$  נקודות)

/המשך בעמוד 8/

5. חללית שוגרה מכדור הארץ כדי לחקור את מערכת השמש. בשלב הראשון החללית נעה סביב השמש במסלול מעגלי. רדיוס המסלול שלה שווה לרדיוס המסלול של כדור הארץ סביב השמש.  
 הערה: בכל החישובים בשאלה זו תוכל להזניח את השפעת כדור הארץ ושאר כוכבי הלכת על החללית.

א. (1) המהירות הקווית של החללית שווה למהירות הקווית של כדור הארץ סביב השמש. הסבר מדוע.

(2) חשב את המהירות הקווית של החללית.

(10 נקודות)

בשנת 2005 התגלה במערכת השמש גוף דמוי כוכב לכת המכונה "אריס" (ERIS), שמרחקו מהשמש  $1.01 \cdot 10^{10}$  km.

ב. בהנחה שאריס נע סביב השמש במסלול מעגלי, חשב את זמן המחזור שלו (בשנים).  
 (8 נקודות)

בזמן שהחללית נעה במסלולה סביב השמש, מפעילים ברגע מסוים את המנועים שלה. נתון שמסת החללית היא 800 kg.

ג. חשב את האנרגיה המינימלית,  $E_0$ , שיש להוסיף לחללית כדי שתעזוב את מערכת השמש. (9 נקודות)

רוצים לשגר את החללית ממסלולה סביב השמש אל אריס.

ד. קבע ללא חישוב מספרי, אם האנרגיה המינימלית שיש להוסיף לה לשם כך גדולה יותר מהאנרגיה  $E_0$  שחישבת בסעיף ג, קטנה ממנה או שווה לה. הסבר את תשובתך.  $(6\frac{1}{3})$  נקודות.

### בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
 אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך

**מדינת ישראל**  
**משרד החינוך**

סוג הבחינה: א. בגרות לבתי ספר על-יסודיים  
ב. בגרות לנבחנים אקסטרניים  
מועד הבחינה: קיץ תשס"ט, 2009  
מספר השאלון: 84, 917091  
נספח: נתונים ונוסחאות בפיזיקה ל-3 יח"ל

## **פיזיקה**

3 יחידות לימוד

### **הוראות לנבחן**

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים.  
פרק ראשון – מכניקה  
פרק שני – חשמל  
פרק שלישי – קרינה וחומר  
בכל פרק יש שלוש שאלות; סה"כ – תשע שאלות.  
עליך לענות על חמש שאלות בלבד: לא יותר משתי שאלות מכל פרק.  
סה"כ –  $20 \times 5 = 100$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.  
(2) נספח נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:  
(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.  
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה).  
(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.  
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, רשום במילים את פירוש הסימן.  
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.  
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות. אי-רישום נוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אי-רישום יחידות עלולים להפחית נקודות מהציון.  
(3) בחישובך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לתאוצת הנפילה החופשית.  
(4) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.  
מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כטיוטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).  
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

**ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.**

**בהצלחה!**

/המשך מעבר לדף/

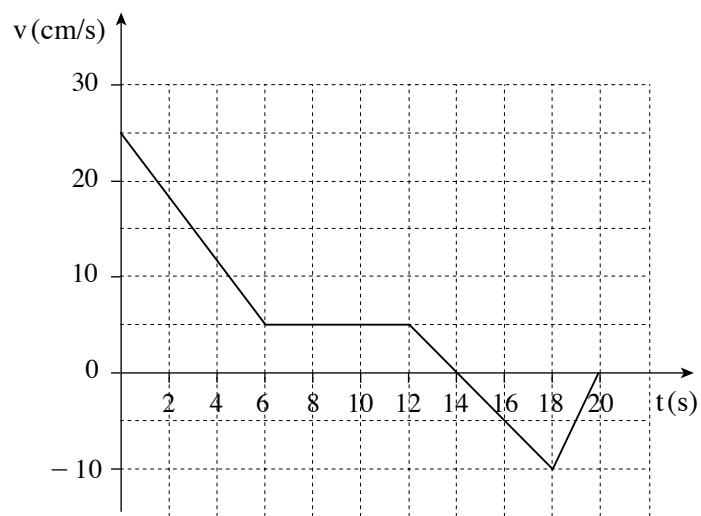
## ה ש א ל ו ת

**שים לב:** עליך לענות על חמש שאלות בלבד: לא יותר משתי שאלות מכל פרק.

### פרק ראשון – מכניקה

ענה על שאלה אחת או על שתי שאלות מפרק זה: שאלות 1-3.  
(לכל שאלה – 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו)

1. מכונית צעצוע נעה בקו ישר. מהירות המכונית כפונקציה של הזמן מתוארת בגרף שלפניך.



(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

/המשך בעמוד 3/

**א.** העתק למחברתך את הטבלה שלפניך. היעזר בגרף הנתון והשלם בטבלה לגבי כל אחד מפרקי הזמן הנתונים:

(1) אם המהירות של המכונית חיובית, שלילית או שווה לאפס;

(2) אם התאוצה של המכונית חיובית, שלילית או שווה לאפס.

(6 נקודות)

| פרק הזמן<br>(s) | המהירות<br>(חיובית/שלילית/אפס) | התאוצה<br>(חיובית/שלילית/אפס) |
|-----------------|--------------------------------|-------------------------------|
| 0 - 6           |                                |                               |
| 6 - 12          |                                |                               |
| 12 - 14         |                                |                               |
| 14 - 18         |                                |                               |
| 18 - 20         |                                |                               |

**ב.** האם בפרק הזמן  $s$  12 עד  $s$  18 גודל התאוצה קבוע? נמק. (4 נקודות)

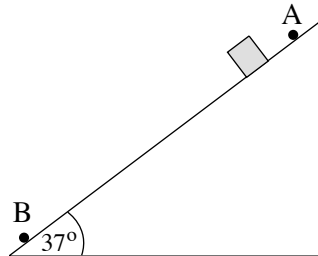
**ג.** חשב את גודל התאוצה בפרק הזמן  $s$  18 עד  $s$  20. (5 נקודות)

**ד.** האם מכונית הצעצוע שינתה את כיוון תנועתה בפרק הזמן  $t = 0$  עד  $t = 20$  s ?  
אם כן – ציין מתי (באיזו שנייה/באילו שניות).

אם לא – הסבר את קביעתך.

(5 נקודות)

2. מנקודה A שעל מישור משופע חלק משחררים גוף ממצב מנוחה. השיפוע של המישור המשופע  $37^\circ$  (ראה תרשים).



- א. סרטט את כל הכוחות הפועלים על הגוף בזמן תנועתו במורד המישור המשופע, ורשום את שמותיהם. (5 נקודות)
- ב. חשב את תאוצת הגוף (גודל וכיוון). (6 נקודות)
- ג. חשב כמה זמן נמשכת התנועה בין הנקודות A ו-B, אם הגוף המשוחרר ממצב מנוחה בנקודה A מגיע לנקודה B במהירות  $20 \text{ m/s}$ . (5 נקודות)
- ד. במקרה אחר, מעניקים לגוף מהירות התחלתית בנקודה B לכיוון הנקודה A, כך שהגוף נע במעלה המישור המשופע. קבע אם בזמן העלייה פועלים על הגוף כוחות נוספים לכוחות שציינת בסעיף א. אם כן – ציין את הכוחות. אם לא – נמק. (4 נקודות)

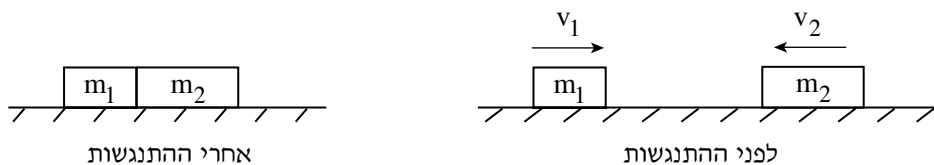
3. תלמיד מבצע שני ניסויים כדי לחקור את תהליכי ההתנגשות בין שני גופים.

בניסוי הראשון שני גופים  $m_1$  ו-  $m_2$  נעים זה לקראת זה על מישור אופקי חלק במהירויות קבועות.

נתון: מסת הגוף הראשון  $m_1 = 0.2 \text{ kg}$  ומהירותו  $v_1 = 10 \text{ m/s}$  בכיוון ימין,

מסת הגוף השני  $m_2 = 0.6 \text{ kg}$  ומהירותו  $v_2 = 15 \text{ m/s}$  בכיוון שמאל

(ראה תרשים א).



תרשים א

שני הגופים מתנגשים התנגשות חזיתית.

א. האם במהלך ההתנגשות נשמר תנע המערכת? נמק את קביעתך. (4 נקודות)

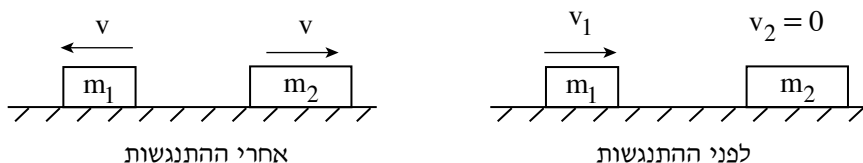
ב. שני הגופים נדבקו זה לזה ברגע ההתנגשות, כך שלאחר ההתנגשות הם המשיכו לנוע כגוף אחד.

(1) חשב את המהירות המשותפת של שני הגופים.

(2) ציין אם אחרי ההתנגשות שני הגופים המחוברים ינועו ימינה או שמאלה. נמק. (9 נקודות)

ג. בניסוי השני הגוף  $m_1$  נע במהירות  $v_1 = 10 \text{ m/s}$  ימינה על מישור אופקי חלק,

ומתנגש חזיתית בגוף  $m_2$  הנמצא במנוחה. לאחר ההתנגשות שני הגופים מתרחקים זה מזה במהירויות שוות בגודלן (ראה תרשים ב).



תרשים ב

חשב את גודל המהירות של כל אחד מהגופים לאחר ההתנגשות. (7 נקודות)

/המשך בעמוד 6/

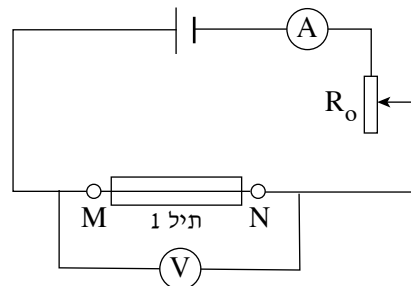
## פרק שני – חשמל

ענה על שאלה אחת או על שתי שאלות מפרק זה: שאלות 6-4.  
(לכל שאלה – 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו)

4. תלמידה מבצעת סדרת ניסויים שמטרתם למצוא את הקשר בין ההתנגדות של תיל מוליך לבין שטח החתך שלו. לשם כך היא משתמשת בשני תילים, 1 ו- 2.  
שני התילים עשויים מאותו חומר, הם בעלי אותו אורך, אך שטח החתך שלהם שונה (ראה תרשים א).



בניסוי אחד התלמידה בונה מעגל חשמלי הכולל מקור מתח, וולטמטר ואמפרמטר אידאליים ונגד משתנה  $R_0$ .  
בין הנקודות M ו- N היא מחברת את תיל 1, ומודדת את עוצמת הזרם במעגל ואת המתח בין הנקודות M ו- N (ראה תרשים ב).  
תוצאות המדידות:  $I = 0.1 \text{ A}$ ,  $V = 0.025 \text{ V}$ .



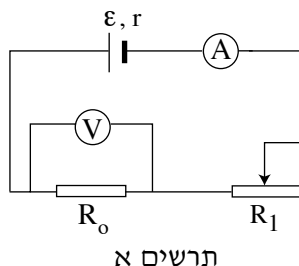
תרשים ב

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)



- א. חשב את ההתנגדות של תיל 1. (7 נקודות)
- ב. נתון שאורך התיל  $\ell = 1 \text{ m}$ , ושטח החתך שלו  $A = 0.71 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$ . חשב את ההתנגדות הסגולית של החומר שממנו התיל עשוי. (7 נקודות)
- ג. בניסוי אחר התלמידה מחברת בין הנקודות M ו-N את תיל 2. שטח החתך של תיל זה  $A = 2.83 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2$ . לאחר שהתלמידה משנה את התנגדותו של הנגד המשתנה  $R_0$ , גם בניסוי זה עוצמת הזרם במעגל היא  $I = 0.1 \text{ A}$ . קבע אם המתח בין הנקודות M ו-N יהיה גדול מהמתח הנמדד בין אותן הנקודות בניסוי הראשון (עם תיל 1), קטן ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך. (6 נקודות)

5. נתון מעגל חשמלי הכולל: מקור מתח בעל כ"מ  $\varepsilon$  והתנגדות פנימית  $r = 1\Omega$ , נגד  $R_0$  שהתנגדותו קבועה, נגד משתנה  $R_1$ , וולטמטר  $V$  ואמפרמטר  $A$  (ראה תרשים א). הנח שמכשירי המדידה אידיאליים.



קבוצת תלמידים ערכה ניסוי שבו שינו את ההתנגדות של הנגד המשתנה  $R_1$ , ובכל פעם רשמו את הזרם שמורה האמפרמטר והמתח שמורה הוולטמטר. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

|     |    |     |   |     |       |
|-----|----|-----|---|-----|-------|
| 2.5 | 2  | 1.5 | 1 | 0.5 | I (A) |
| 15  | 12 | 9   | 6 | 3   | V(V)  |

- א. על פי הנתונים שבטבלה, סרטט במחברתך גרף מדויק של המתח (V) כפונקציה של

הזרם (I). (6 נקודות)

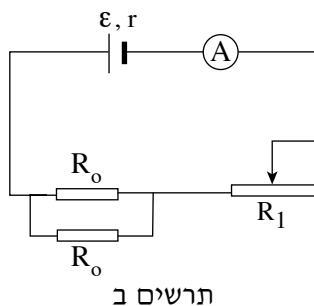
- ב. (1) חשב את שיפוע הגרף.

(2) איזה גודל פיזיקלי מייצג שיפוע זה?

(6 נקודות)

- ג. בשלב מסוים של הניסוי, כאשר  $I = 2.5 \text{ A}$ , חיברו במקביל

לנגד הקבוע  $R_0$  נגד נוסף זהה לו (ראה תרשים ב).



האם כתוצאה מהוספת הנגד עוצמת הזרם דרך מקור המתח תגדל, תקטן או

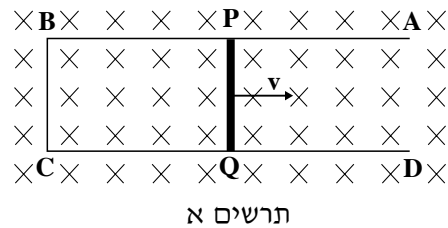
לא תשתנה? נמק. (4 נקודות)

- ד. במעגל המתואר בתרשים ב, כאשר  $R_1 = 2\Omega$  האמפרמטר מורה  $3 \text{ A}$ .

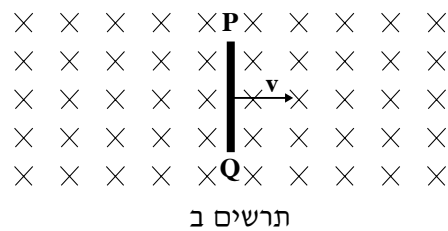
חשב את הכ"מ של מקור המתח. (4 נקודות)

/המשך בעמוד 9/

6. מוט מוליך PQ, שהתנגדותו  $2 \Omega$  ואורכו  $\ell = 50 \text{ cm}$ , ניתן להזזה על גבי מסגרת מוליכה ABCD שהתנגדותה זניחה. המסילות AB ו-CD מקבילות, והמוט PQ מאונך לשתי המסילות במהלך תנועתו. המוט והמסגרת נמצאים בשדה מגנטי אחיד שעוצמתו  $B = 0.3 \text{ T}$  וכיוונו אל תוך הדף. מזיזים ימינה את המוט PQ במהירות קבועה  $v = 2 \text{ m/s}$  (ראה תרשים א).



- א. חשב את הכא"מ המושרה במוט PQ. (7 נקודות)
- ב. (1) חשב את עוצמת הזרם המושרה במוט.  
 (2) מהו כיוון הזרם העובר במוט – מ-P ל-Q או מ-Q ל-P?  
 (8 נקודות)
- ג. בניסוי אחר מסלקים את המסגרת ABCD וחוזרים ומניעים את המוט PQ ימינה במהירות קבועה באותו שדה מגנטי (ראה תרשים ב).



- קבע אם במקרה זה נוצר כא"מ מושרה בין קצות המוט.  
 אם לא – הסבר מדוע.  
 אם כן – קבע איזה מבין הקצוות, P או Q, יהיה חיובי. נמק את קביעתך.  
 (5 נקודות)

### פרק שלישי – קרינה וחומר

ענה על שאלה אחת או על שתי שאלות מפרק זה: שאלות 7-9.  
(לכל שאלה – 20 נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו)

7. עצם שגובהו  $H_0 = 4 \text{ cm}$  ניצב על הציר האופטי של עדשה מרכזת דקה במרחק  $8 \text{ cm}$  ממנה.

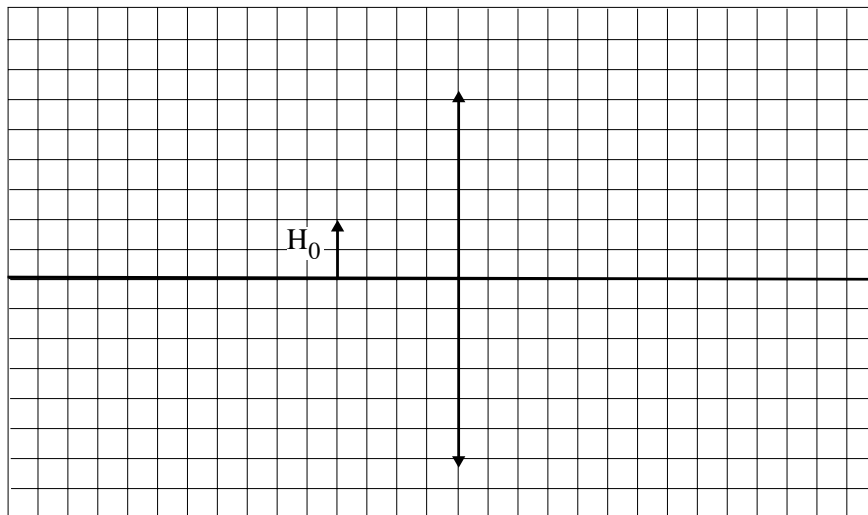
הדמות של העצם מתקבלת על מסך כך שגובה הדמות  $H_i = 12 \text{ cm}$ .

א. חשב את המרחק בין העדשה לבין הדמות הנוצרת על המסך. (5 נקודות)

ב. חשב את רוחק המוקד של העדשה. (5 נקודות)

ג. תאר באמצעות סרטוט, והסבר במילים, מהו מוקד של עדשה מרכזת. (3 נקודות)

בתרשים שלפניך כל משבצת מייצגת  $2 \text{ cm}$ .



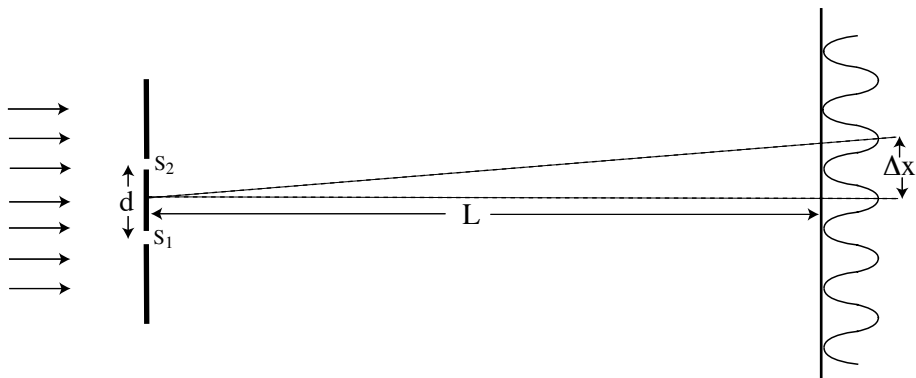
ד. (1) העתק למחברתך את התרשים באותו קנה מידה, וסמן בו את מוקדי העדשה.

(2) בנה את דמות העצם על ידי סרטוט מהלכי קרניים.

(4 נקודות)

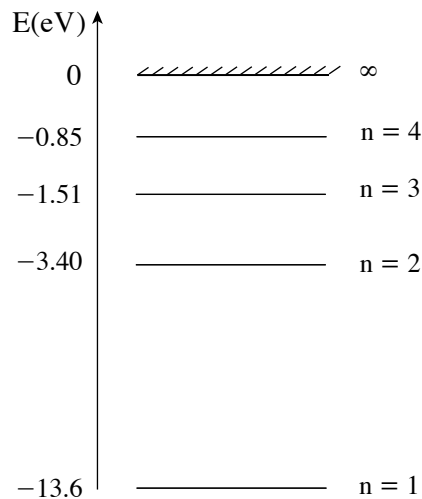
ה. האם הדמות שסרטטת היא ממשית או מדומה? הסבר. (3 נקודות)

8. בניסוי דומה לניסוי יאנג מקבלים על מסך תבנית התאבכות, שנוצרת על ידי אלומה מקבילה של אור מונוכרומטי (חד-צבעי) העוברת דרך שני סדקים  $S_1$ ,  $S_2$  (ראה תרשים). המסך מקביל למישור הסדקים ונמצא במרחק  $L$  ממנו. כיוון אלומת האור מאונך למישור הסדקים ותדירות האור היא  $4.8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . המרחק בין הסדקים  $d = 0.25 \text{ mm}$ . המרחק הנמדד על המסך בין שני קווי מקסימום (פסי אור) סמוכים הוא  $\Delta x = 5 \text{ mm}$ .



- א. חשב את אורך הגל של האור. (6 נקודות)
- ב. חשב את המרחק  $L$  בין מישור הסדקים לבין המסך. (6 נקודות)
- ג. האם המרחק בין שני פסי חושך סמוכים גדול מהמרחק בין שני פסי אור סמוכים, קטן ממנו או שווה לו? (4 נקודות)
- ד. בניסוי אחר באותה מערכת סדקים, מעבירים דרך הסדק  $S_1$  אור שתדירותו  $4.8 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ , ודרך הסדק  $S_2$  אור שתדירותו  $6 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$ . קבע איזה מבין המשפטים i-iii שלפניך הוא נכון, ונמק את קביעתך.
- i תבנית ההתאבכות שתתקבל תהיה יותר צפופה ( $\Delta x$  קטן יותר) מהתבנית שהתקבלה בניסוי המתואר.
- ii תבנית ההתאבכות שתתקבל תהיה פחות צפופה ( $\Delta x$  גדול יותר) מהתבנית שהתקבלה בניסוי המתואר.
- iii לא תיווצר תבנית התאבכות.
- (4 נקודות)

9. בדיאגרמה שלפניך מתוארות חלק מרמות האנרגיה של אטום המימן.



א. אטום המימן שנמצא במצב מעורר פולט פוטון שאורך הגל שלו  $\lambda = 1215.68 \text{ \AA}$ .

(1) הסבר מהו מצב מעורר של אטום.

(2) חשב את האנרגיה של הפוטון הנפלט.

(6 נקודות)

ב. חשב את אורך הגל של פוטון שנפלט במעבר אלקטרון באטום המימן מהרמה

המעוררת  $n = 3$  לרמת היסוד ( $n = 1$ ). (6 נקודות)

ג. אלומת אלקטרונים עוברת דרך גז מימן. קבע אם אלקטרון בעל אנרגיה קינטית

של 11 eV יכול לגרום לעירור אטום המימן מרמת היסוד ( $n = 1$ ) לרמה המעוררת

הראשונה ( $n = 2$ ). נמק. (4 נקודות)

ד. קרינה אלקטרומגנטית עוברת דרך גז מימן. קבע אם פוטון בעל אנרגיה של 11 eV

יכול לגרום לעירור אטום המימן מרמת היסוד ( $n = 1$ ) לרמה המעוררת הראשונה

( $n = 2$ ). נמק. (4 נקודות)

## בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל  
אין להעתיק או לפרסם אלא ברשות משרד החינוך

קיץ 2023

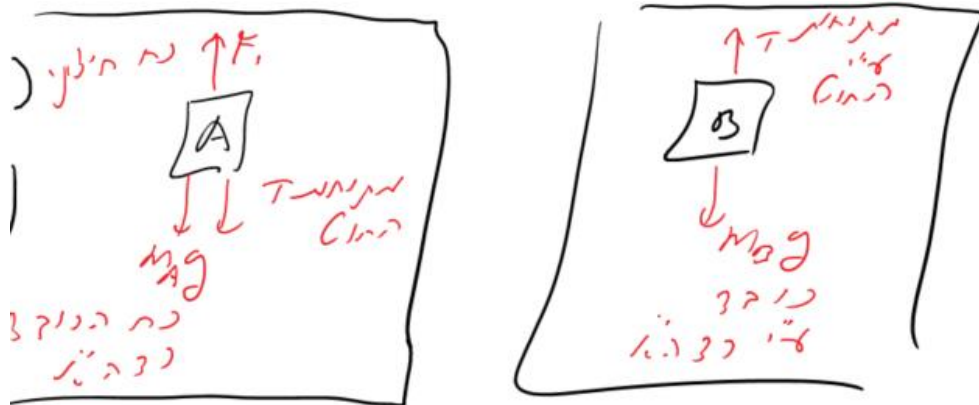
## תשובות סופיות

(1) א. מהגרפים רואים ש- $a < 0$  (השיפוע), ומכיוון שהתאוצה בכיוון מורד המישור – הכיוון החיובי במעלה המישור.

ב.  $0.225\text{m}$  ג.  $0.125\text{m}$  ד.  $1.146\text{m}$

ה. תרשים ב, מכיוון שהתאוצה (השיפוע) של גוף א' קטנה בירידה לעומת העלייה, והתאוצה של גוף ב' צריכה להיות זהה לתאוצה של גוף א' בירידה.

(2) א. סרטוטים:



$$F_1 = \begin{cases} 40\text{N} & 0 < t < 0.3\text{s} \\ 48\text{N} & 0.3\text{s} < t < 0.8\text{s} \quad \text{ד.} \\ 40\text{N} & 0.8\text{s} < t < 1.2\text{s} \end{cases} \quad \text{ג. } 1\text{kg} \quad \text{ב. } a = \frac{F_1}{m_B + m_A} - g$$

ה. בחלק II חישבנו את התאוצה וראינו תאוצה קבועה. בחלק III תנועה קצובה

כי התאוצה אפס והגוף התחיל ממנוחה בחלק I וצבר מהירות בחלק II.

ו. היגד ד, כי  $F_1$  ו- $a$  זהים בשני המקרים ולכן ניתן לראות ממשוואת הכוחות

ש- $F_2$  במקרה השני שווה ל- $T$  מהמקרה הראשון.  $T = m_B a + m_B g > m_B g$

(3) א.  $1.10\text{sec}$  ב.  $11.4\text{m/s}$  בכיוון  $74.7^\circ$  מתחת לציר ה- $x$  החיובי.

ג.  $1.5\text{m}$

ד. איור 4 הוא הנכון, כי לכל הכדורים ולרחפן אותה מהירות ב- $x$  ולכן הם

צריכים להיות בקו ישר מתחתיו. בנוסף, הכדורים נעים בתאוצה בציר ה- $y$

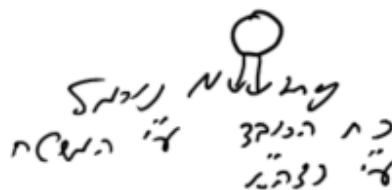
ולכן המרחק בין כדור 1 לכדור 2 צריך להיות גדול מהמרחק בין 2 ל-3.

ה. דנה צודקת, מכיוון שגודל המהירות והגובה זהים בשני המקרים התוצאה של

המהירות הסופית משיקולי אנרגיה זהה. כיוון המהירות ההתחלתית אינו רלוונטי.

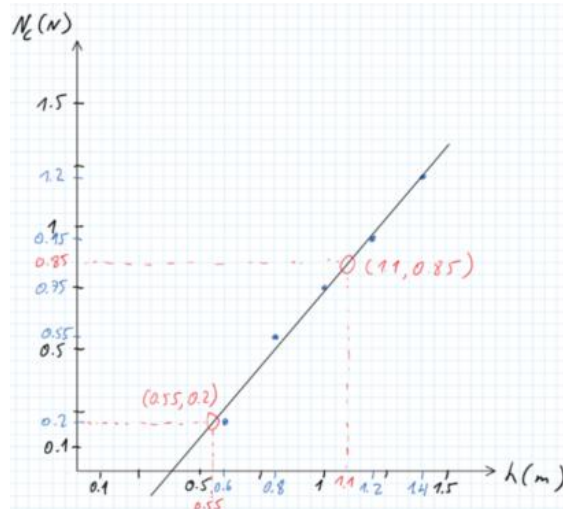
$$N_c = mg \frac{2h}{R} - 5mg \quad 2.$$

(4) א.1. סרטוט:



2.  $y = 1.18x - 0.45$

ב.1. סרטוט :



ג.  $R = 0.153\text{m}$ ,  $m = 9 \cdot 10^{-3}\text{kg}$ ,  $\tau$ .  $h_{\min} = 0.8925\text{m}$

ה. לא, המהירות היא המהירות הקריטית  $V = \sqrt{yR} = 1.24\text{m/s}$ .

(5) א.1. במישור המשופע האנרגיה נשמרת כי כוח הכובד משמר והעבודה של הנורמל מתאפסת. במישור האופקי האנרגיה לא נשמרת בגלל העבודה של החיכוך הקינטי.

א.2. בכל אחד מהקטעים אנחנו רואים שינוי במהירות הגוף מתחילת התנועה לסופה ולכן התנע לא נשמר.

נימוק חלופי : במישור המשופע ובמישור האופקי התנע לא נשמר כי סכום הכוחות החיצוניים שונה מאפס.

ב. 0.4

ג. שווה לו. ממשפט עבודה אנרגיה מקבלים ש-  $x_B = \frac{h}{\mu_k}$  ונתון שהגובה ומקדם החיכוך זהים.

ד. גודל המתקף הוא  $2.4\text{ N} \cdot \text{s}$  וכיוונו בכיוון השלילי של ציר ה- $x$ .

ה. תשובה 2 היא הנכונה. השינוי בתנע שווה למסה כפול המהירות בתחתית. בשני המקרים ניתן לראות משימור אנרגיה כי המהירות בתחתית זהה.



קיץ 2017

תשובות סופיות

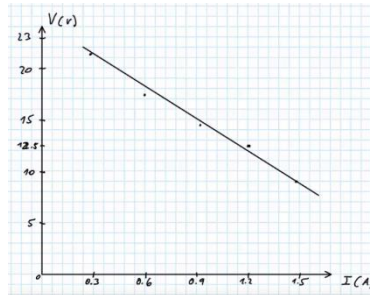
(1) א. חיובי. ב.  $q = 2\pi\sigma d^2$  ג. שווה. ד.  $W = \frac{-q\sigma r}{2\epsilon_0}$

ה.  $W = 0$

(2) א.  $R_x = R_1, R_y = R_2$  ב.  $I_T = 12A$  ג. קטן. ד.  $\epsilon = 24V$

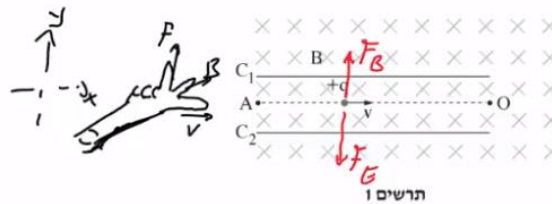
ד.  $V_{EF} = 16V$

(3) א. סרטוט: ב.  $\epsilon = 25.3V$  ג.  $r = 11.1\Omega$



ג. נקודה 5. ד.  $P = 13.41W$  ה. להתלכד.

ב.  $C_1$  חיובי



(4) א. סרטוט:

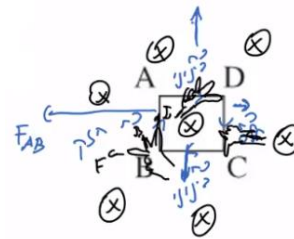
ג.  $V = \frac{E}{B}$  ד. לא נדרש. ה.  $b'=1, a'=2, g'=3$ .

ו.  $OP \approx 0.2m$

(5) א. החוצה מן הדף. ב. מ-B ל-A. ג. מ-B ל-A.

ii.  $|F| = \frac{I_1 a \mu_0 I}{2\pi} \left( \frac{1}{L} - \frac{1}{L+a} \right)$  , שמאלה.

ד. i. סרטוט:



ה. הזרם יהיה אפס.

קיץ 2016

תשובות סופיות

(1) א. ראה סרטון. ב. חיובי. ג. P - פוטנציאל גבוה יותר.

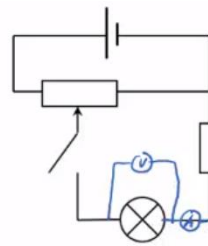
ד.  $F = 2.5 \cdot 10^{-7} \text{ N}$  ה.  $\Delta U = 2.5 \cdot 10^{-8} \text{ J}$

(2) א. i.  $I_2 = \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)$  ii.  $\varepsilon = I_2 R_2 + I_2 \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right)(R_1 + r)$

ב.  $V = 17 \text{ V}$ ,  $\varepsilon = 20 \text{ V}$  ג.  $V_{BC} = 0$ ,  $V_{AB} = 8 \text{ V}$  ד.  $V_{BC} = 13.33 \text{ V}$ ,  $V_{AB} = 0$

ה. מפסק פתוח.

(3) א. סרטוט: ב. i.  $R \approx 7.14 \Omega$  ii.  $R = 25 \Omega$

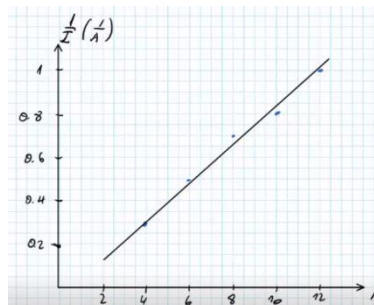


ג. i.  $P = 0.14 \text{ W}$  ii.  $P = 1.65 \text{ W}$

ד. i.  $\eta = 5.71\%$  ii.  $\eta \approx 7.88\%$  ה. גרף 3.

(4) א. חיובי. ב. מנקודה B ל-C. ג.  $B_{E\perp} = 4.04 \cdot 10^{-5} \text{ T}$

ד. סרטוט: ה.  $B \approx 3.43 \cdot 10^{-5} \text{ T}$



(5) א. כן,  $I = 0.01 \text{ A}$ , מ-  $P_1$  ל-  $S_1$ . ב. שווה. ג. עם השעון.

ד.  $I = 0.005(2 + 5t) \text{ A}$  ה. גדולה.

קיץ 2015

תשובות סופיות

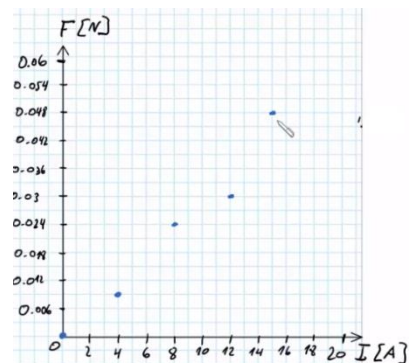
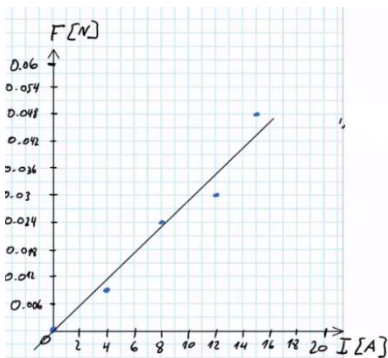
1. א. חיובי, קווי השדה מצביעים כלפי חוץ. ב.  $Q = 1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ . ג.  $q = 1.11 \cdot 10^{-10} \text{ C}$ , שלילי. ד. i. שונה מאפס. ii. שווה לאפס.

ה.  $W = 15 \cdot 10^{-3} \text{ J}$



- ב. i. כאשר הזרם הוא אפס אז מתח ההדקים שווה לכא"מ האידאלי של הסוללה, כאשר יש זרם מתח ההדקים קטן מהכא"מ. ii.  $r = 0.5 \Omega$ . ג.  $I = 3 \text{ A}$ . ד. i. גדולה. ii. קטנה. ה. הגודל הפיזיקלי הוא מטען.

3. א. היגד iii. ב. i.  $I = 6.667 \text{ A}$ . ii.  $Q = 306,667 \text{ J}$ . ג.  $\eta = 66.7\%$ . ד. i.  $I_2 < I_1$ . ii.  $\eta = 16.66\% < 66.7\%$ . 4. א.  $m = 0.15 \text{ kg}$ . ב. לא שינה. ג. D הצפוני, E הדרומי. ד. i. סרטוט: ii. סרטוט:



ה.  $B = 2.88 \cdot 10^{-2} \text{ T}$

5. א. i. חוק פארדיי. ii. נגד השעון. ב. i.  $\phi_B = B \cdot \frac{V^2 \cdot t^2}{2}$ . ii.  $\varepsilon = -BV^2 t$ . ג. לא קבועה. iii.  $I = \frac{BV^2 t}{R}$

קיץ 2014

## תשובות סופיות

1) א. כיוון השדה בין לוח A ל-B :  $A \leftarrow B$  . כיוון השדה בין לוח B ל-C :  $C \leftarrow B$  .

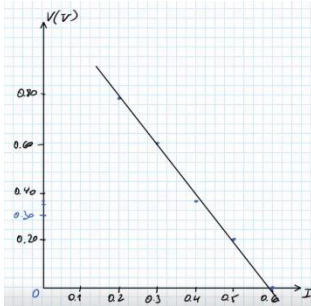
ב.  $E_{AB} = -200 \frac{V}{m}$  ,  $E_{BC} = 1200 \frac{V}{m}$  . ג. F קבוע  $\leftarrow a$  קבוע.

ה. לא.

ד.  $V_{max} \approx 1.26 \cdot 10^4 \frac{m}{sec}$

2) א. המתח הנמדד שונה, בתרשים ב' גדול יותר.

ב. סרטוט:



ג.  $r = 2.06 \Omega$  ,  $\varepsilon = 1.21V$

ד. כן, ע"י חיבור מד מתח אידאלי לסוללה בלבד.

ה. לא, אין מד התנגדות בצורה ישירה.

3) א.  $V_3 > V_4$  . ב.  $V_1 = \frac{\varepsilon}{3}$  ,  $V_2 = \frac{2\varepsilon}{9}$  ,  $V_3 = \frac{2\varepsilon}{3}$  ,  $V_4 = \frac{4\varepsilon}{9}$

ג.  $P_2 < P_4 < P_1 < P_3$  . ד. כן, תקטן. ה.  $I' = \frac{3}{4} I$

4) א. מקרה i :  $\sum F = mg - \frac{B^2 l^2}{R} V$  , עם הזמן מהירות המסגרת גדלה ולכן  $F_B$  גדל, שקול הכוחות קטן.

מקרה ii :  $\sum F = mg$  ,  $F_B = 0$  ולכן שקול הכוחות קבוע.

מקרה iii :  $\sum F = mg - \frac{B^2 l^2}{R} V$  , שקול הכוחות קטן.

ב. מקרה i : יש זרם נגד כיוון השעון.

מקרה ii : אין זרם כיוון שהשטף קבוע.

מקרה iii : יש זרם עם כיוון השעון.

ג.  $I = 4A$  . ד.  $V = 16 \frac{m}{sec}$

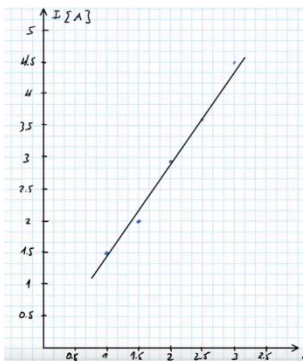
5) א. ציר ה-x . ב. נעו בקו עקום. ג.  $V = \frac{E}{B \sin \alpha}$  ,  $V = \frac{E}{B}$

ד. הכוח המגנטי קבוע כי המהירות והשדה קבועים ומאונך למהירות לכן מתבצעת

תנועה מעגלית. ה.  $m = \frac{qBR}{V}$

קיץ 2013

## תשובות סופיות

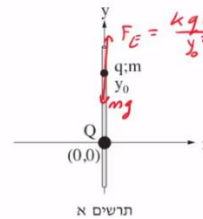
- (1) א.  $n_e \approx 10^{11}$  ב. מכדור B לכדור A. ג.  $q_B = 2 \cdot 10^{-8} \text{ C}$  ד. לא,  $q_B = 0$  ה. I
- (2) א.  $\bar{P} = 525 \text{ W}$  ב.  $I_{AB} = 2.1875 \text{ A}$ ,  $I_{CD} = 21.875 \text{ A}$  ג.  $P_A = 0.4785 \text{ W}$ ,  $P_B = 47.85 \text{ W}$  ד.  $\eta_A = 99.9\%$ ,  $\eta_B \approx 91.65\%$  ה. בישראל.
- (3) א. הוכחה. ב. הוכחה. ג.  $R_3 = 6 \text{ k}\Omega$  ד. i.  $T = 25^\circ$  ii.  $T = 12^\circ$  ה. הוכחה.
- (4) א. סרטוט:
- 
- ג.  $B_E = 3.04 \cdot 10^{-5} \text{ T}$  ד. הספרה 0 לאחר הנקודה מציינת את גובה הדיוק במדידת הזרם. ה. i. דרומי. ii. צפוני.
- (5) א. i. קבוע. ii. משתנה. ב.  $\varepsilon(t = 0.06) = -5.03 \cdot 10^{-3} \text{ V}$ ,  $\varepsilon(t = 0.20) = -8.80 \cdot 10^{-3} \text{ V}$  ג. כיוון מנוגד. ד.  $\varepsilon(t = 0.06) = 0$

## פתרון בגרונות בחשמל ומגנטיות

קיץ 2012

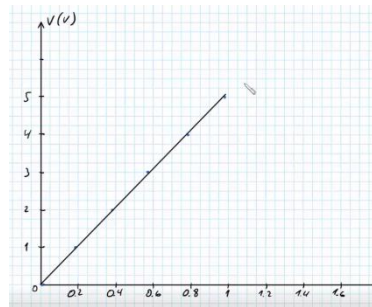
תשובות סופיות

1. א. סרטוט:  $F_E = \frac{kqQ}{y^2}$  ב.  $y_0 = \sqrt{\frac{kqQ}{mg}}$  ג.  $E = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{kqQ}{x_0}$



ה. גודל המהירות: קטן, גודל התאוצה: גדל. ד.  $x_{\min} = \frac{kqQ}{\frac{1}{2}mv^2 + \frac{kqQ}{x_0}}$

כ,  $R = 5.26 \Omega$

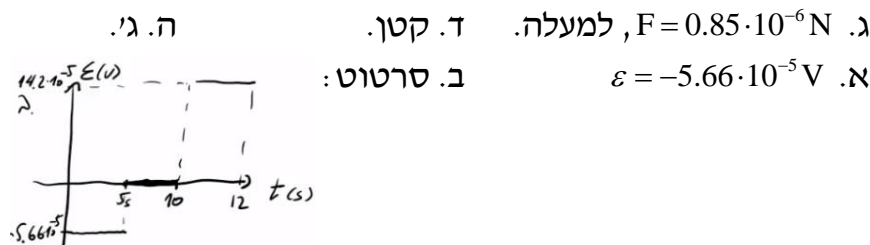


2. א. סרטוט: ב.  $\rho = 4.13 \cdot 10^{-6} \Omega \times m$  ג.  $R_B < R_A$  ד. iii ו-iv.

3. א. אם במעגל זורם זרם אז יש הספק בהתנגדות הפנימית  $P_r = I^2 r$  הספק זה הוא אנרגיה שהולכת לאיבוד לחום בנגד הפנימי. ב. מתח הדקים (V).

ג. נקודה N מתאימה לנקודה B, נקודה M מתאימה לנקודה C. ד.  $r = 0.5 \Omega$ ,  $\varepsilon = 3V$  ה.  $R = 0.5 \Omega$

4. א.  $F = 1.7 \cdot 10^{-6} N$ , למטה. ב.  $F = \frac{1.7}{2} \cdot 10^{-6} N$ , למטה. ג.  $F = 0.85 \cdot 10^{-6} N$ , למעלה. ד. קטן. ה. ג'.



ג. בפרק הזמן  $0 < t < 5$  הזרם הוא נגד כיוון השעון.

בפרק הזמן  $10 < t < 12$  עם כיוון השעון.

ד.  $P(t=7) = 0$ ,  $P(t=11) = 4.03 \cdot 10^{-9} W$

ה. לסעיף ב' לא תשתנה, לסעיף ד' תשתנה.