

## 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;  $100 = 33\frac{1}{3} \times 3$  נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות. (2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות:
- 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.
  - 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.
  - בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, עליך לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלת.
  - בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.
  - 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  $g$ .
  - בחישוביך השתמש בערך  $10 \text{ m/s}^2$  לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).
  - 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.)

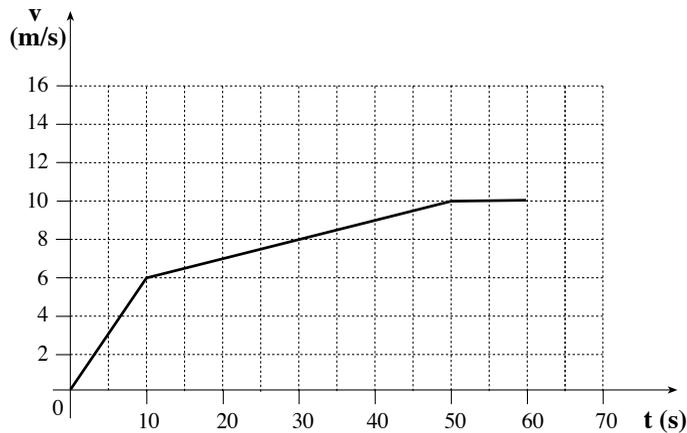
1. שני תלמידים התחרו במרוץ מכוניות לאורך מסלול ישר בלונה-פארק.

שתי המכוניות, 'א' ו-'ב', החלו את תנועתן ממנוחה, מאותו מקום, באותו זמן ובאותו כיוון.

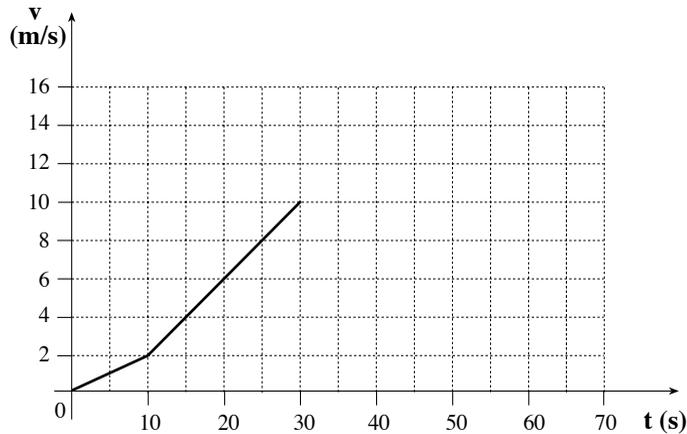
מכונית 'א' חצתה את קו הסיום לאחר 60 שניות.

גרף א מתאר את המהירות של מכונית 'א' כפונקציה של הזמן במהלך תנועתה מן ההתחלה עד קו הסיום, וגרף ב מתאר

את המהירות של מכונית 'ב' כפונקציה של הזמן במהלך 30 השניות הראשונות לתנועתה.



גרף א (מכונית 'א')



גרף ב (מכונית 'ב')

א. סרטט גרף של תאוצת מכונית 'א' כפונקציה של הזמן, מתחילת תנועתה עד שהגיעה לקו הסיום. ( $6\frac{1}{3}$  נקודות)

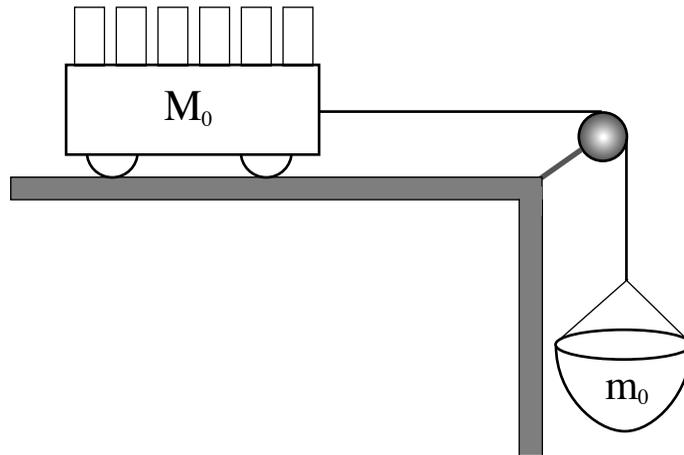
ב. חשב את המרחק שעברה מכונית 'א' מתחילת תנועתה עד שהגיעה לקו הסיום. (6 נקודות)

ג. חשב את המרחק שעברה כל אחת מן המכוניות ב־30 השניות הראשונות לתנועתה. (8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

- מכונית ב' המשיכה לנוע אחרי  $t = 30\text{s}$  לכיוון קו הסיום, וחצתה את קו הסיום 2 שניות לפני מכונית א'.  
ד. האם לאחר שיצאו המכוניות לדרכן היה מצב במהלך המרוץ שבו שתי המכוניות היו באותו הרגע במרחק שווה מנקודת המוצא? נמק. (5 נקודות)
- ה. חשב את תאוצת מכונית ב' בקטע האחרון של תנועתה (מ-  $t = 30\text{s}$  עד שהגיעה לקו הסיום). הנח שתאוצת המכונית בקטע זה קבועה. (8 נקודות)

2. תלמיד עורך 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  $m_0 = 100$  gr. כוחות החיכוך, מסת הגלגלת ומסת החוט זניחים. לרשות התלמיד 6 משקולות, שהמסה של כל אחת מהן היא  $m_1 = 300$  gr.



התלמיד מודד את תאוצת המערכת (עגלה + סל + משקולות) בעזרת חיישן כמה פעמים. במדידה הראשונה כל המשקולות בתוך העגלה. בכל מדידה נוספת התלמיד מעביר משקולת אחת מתוך העגלה אל הסל ומודד שוב. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניך.

מספר המדידה	התאוצה $a(\frac{m}{s^2})$	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

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

א. (1) סרטט במחברתך טבלה חדשה ובה 4 עמודות.

רשום בטבלה את הנתונים עבור כל אחת מן המדידות, לפי הפירוט שלפניך:  
בעמודה הראשונה – מספר המדידה.

בעמודה השנייה – מסת הסל עם המשקולות שבו,  $m$ , (ב-  $\text{kg}$ ).

בעמודה השלישית – כוח הכובד,  $F_g$ , הפועל על הסל עם המשקולות (ב-  $\text{N}$ ).

בעמודה הרביעית – התאוצה  $a$  (ב-  $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ).

(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  $F_g$ .

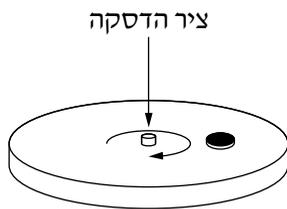
(2) האם מתקבלת פונקציה לינארית (קווית)? הסבר.

(10 נקודות)

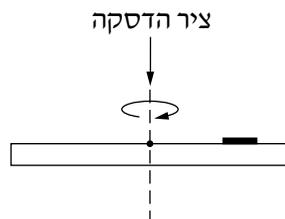
ד. מצא בעזרת הגרף את מסת העגלה  $M_0$ . (6  $\frac{1}{3}$  נקודות)

3.

דסקה מסתובבת במישור אופקי בתדירות קבועה של 90 סיבובים לדקה. על הדסקה מונח מטבע קטן שמסתו 5gr, והוא מסתובב עם הדסקה (ראה תרשימים א ו ב). מקדם החיכוך הסטטי בין הדסקה למטבע הוא  $\mu_s = 0.6$ .



תרשים ב



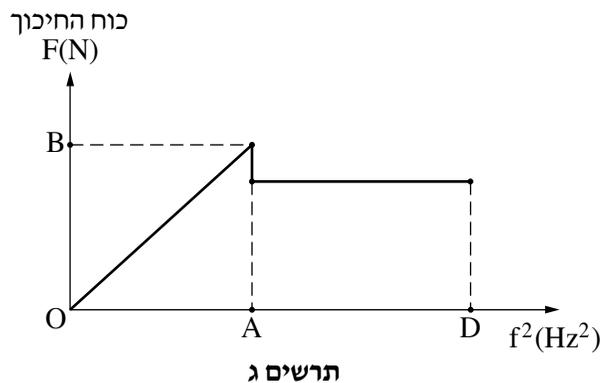
מבט צד

תרשים א

- א. (1) העתק למחברתך את תרשים א, והוסף לו סרטוט של כל הכוחות הפועלים על המטבע כשהדסקה מסתובבת. ציין ליד כל כוח את שמו.  
 (2) רשום מי מפעיל כל כוח.  
 (9 נקודות)

ב. חשב את המרחק המרבי (מקסימלי) מציר הדסקה, שבו המטבע יכול להימצא במנוחה ביחס לדסקה בלי שהוא יחליק על פני הדסקה. (9  $\frac{1}{3}$  נקודות)

מניחים את המטבע על גבי הדסקה במרחק שחישבת בסעיף ב. מתחילים לסובב את הדסקה ומגדילים באיטיות את תדירות הסיבוב שלה, החל מאפס סיבובים לדקה. בתרשים ג מוצג כוח החיכוך הפועל על המטבע כפונקציה של ריבוע תדירות הסיבוב של הדסקה. בתחום התדירויות AD המטבע מחליק.

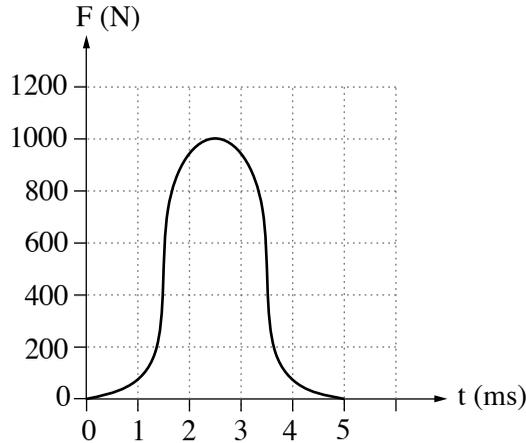


תרשים ג

- ג. קבע את שיעורי הנקודות A ו B. הסבר את תשובתך. (9 נקודות)  
 ד. אילו הייתה מסת המטבע גדולה מזו הנתונה, האם היו משתנים שיעורי הנקודות A ו B? נמק. (6 נקודות)

4. א. ניוטון כתב את החוק השני באמצעות הגודל "כמות התנועה",  $\vec{p} = m\vec{v}$ .  
 הוכח שכאשר מסת הגוף קבועה:  $\frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} = m\vec{a}$  (6  $\frac{1}{3}$  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.



ב. היעזר בגרף וחשב בקירוב את גודל השינוי שחל בתנע הכדור בעקבות חבטת המחבט. (8 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. היעזר בגרף וחשב את מהירות הכדור (גודל וכיוון) מיד לאחר החבטה. (10 נקודות)

ד. כדור טניס מגיע לרצפה במהירות אנכית  $v_1 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ , וחוזר כלפי מעלה במהירות אנכית  $v_2 = 12 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

עבור כל אחד מן ההיגדים (1)-(3) קבע אם הוא נכון או לא נכון. נמק את קביעותיך. (9 נקודות)

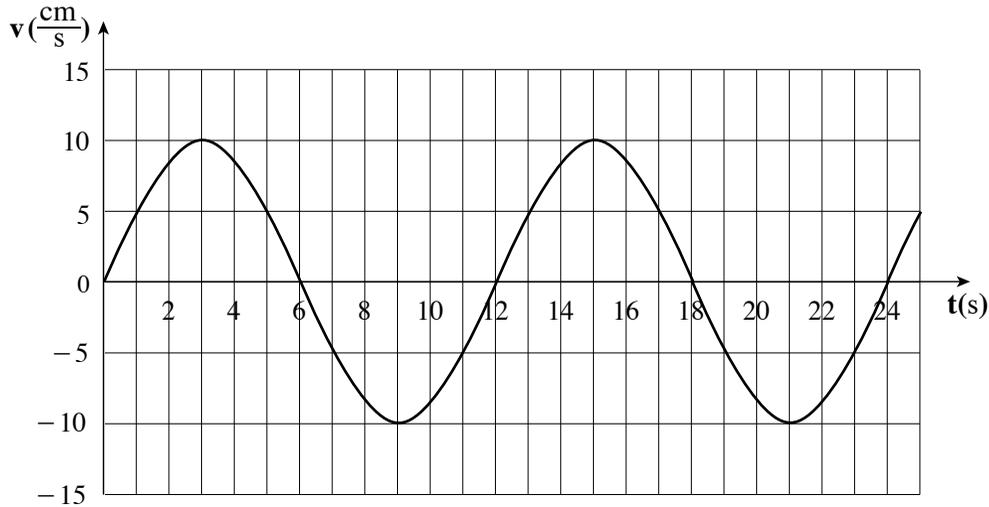
(1) התנע של הכדור והתנע של כדור הארץ השתנו.

(2) התנע של הכדור השתנה, ואילו התנע של כדור הארץ לא השתנה כלל.

(3) התנע של הכדור והתנע של כדור הארץ לא השתנו.

## תנועה הרמונית

5. קפיץ אנכי קשור בקצהו העליון לנקודה קבועה, ובקצהו התחתון קשורה משקולת. המשקולת מתנדדת. הגרף שלפניך מציג את מהירות המשקולת כפונקציה של הזמן. הכיוון החיובי של ציר המהירות מייצג תנועה של המשקולת כלפי מעלה.



- א. שלושה תלמידים מתבוננים בגרף.
- תלמיד א טוען כי ברגע  $t = 0$  אורך הקפיץ הוא מרבי (מקסימלי).
- תלמיד ב טוען כי ברגע  $t = 0$  אורך הקפיץ הוא מזערי (מינימלי).
- תלמיד ג טוען כי ברגע  $t = 0$  אורך הקפיץ הוא ממוצע של אורכו המרבי ואורכו המזערי.
- מי משלושת התלמידים צודק? נמק את תשובתך. (6 נקודות)
- ב. חשב את תדירות התנודות של המשקולת. (7 נקודות)
- ג. חשב את המשרעת (האמפליטודה) של התנודות. (7 נקודות)
- ד. סרטט גרף של מקום המשקולת כפונקציה של הזמן, עבור פרק הזמן מ-  $t = 0$  עד לרגע שבו מסתיימות שתי תנודות של המשקולת. ראשיתו של ציר המקום תהיה בנקודת שיווי המשקל של המשקולת, וכיוונו החיובי יהיה כלפי מעלה. (8 נקודות)
- ה. תלמיד מדד בנקודה מסוימת את המהירות  $v_0$  ואת התאוצה  $a$  של גוף המתנדד בתנועה הרמונית פשוטה. כדי לחשב מה הייתה המהירות  $v_1$  של הגוף בנקודה אחרת שההעתק שלה מן הנקודה הקודמת הוא  $\Delta x$ , השתמש התלמיד בנוסחה  $v_1^2 = v_0^2 + 2a \Delta x$ .
- הסבר מדוע דרך החישוב של התלמיד שגויה. (5  $\frac{1}{3}$  נקודות)

## כבידה

6. בסרט "כוח משיכה" משנת 2013, האסטרונוטים מנסים להגיע לתחנת החלל הבין-לאומית לאחר שתיקנו לווין 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 בפתיח לשאלה. (9 נקודות)

ב. לפניך ארבעה היגדים i-iv.

קבע איזה מן ההיגדים נכון, והעתק אותו למחברתך. (4 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 שהאסטרונוטים שמתקנים את הלוויין נראים חסרי משקל (מרחפים)?

(7 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.) (8 נקודות)

ה. האם האנרגייה המכנית של התחנה נשמרת במהלך תנועתה במסלולה המעגלי סביב כדור הארץ?

הסבר את קביעתך. ( $5\frac{1}{3}$  נקודות)

## בהצלחה!