

פיזיקה מכניקה הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: שעותיים.

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 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.

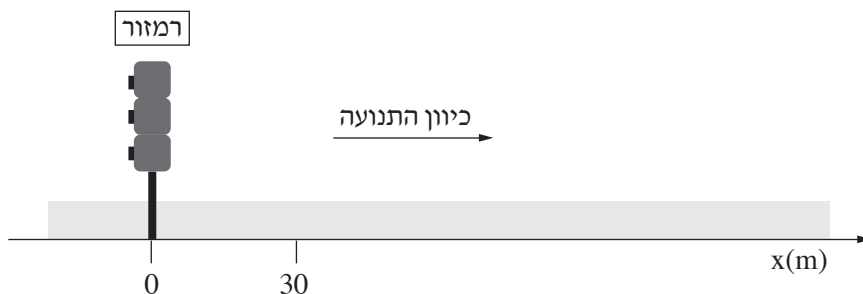
בהצלחה!

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

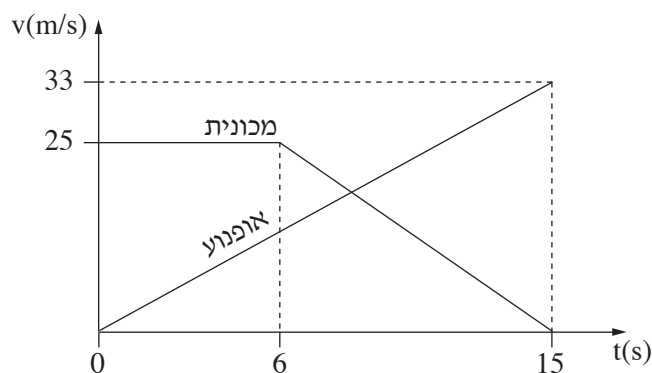
(לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו).

1. בתרשים א מוצגים רמזור המוצב בצומת כבישים, וציר מקום x , שראשיתו ברמזור, המשכו לאורך כביש ישר וכיוונו החיובי מצביע ימינה. על כביש זה, בנקודה ששיעורה 30 מטר x , שוטר על אופנוע אורב לעברייני תנועה הנוסעים בכיוון התנועה. נהג מכונית שאינו מבחין שהאור ברמזור אדום, חוצה את הצומת ברגע $t = 0$. השוטר מבחין במכונית ומתחיל לנסוע בכיוון התנועה ברגע $t = 0$.



תרשים א

בתרשים ב מוצגות המהירויות של המכונית ושל האופנוע כפונקציה של הזמן.



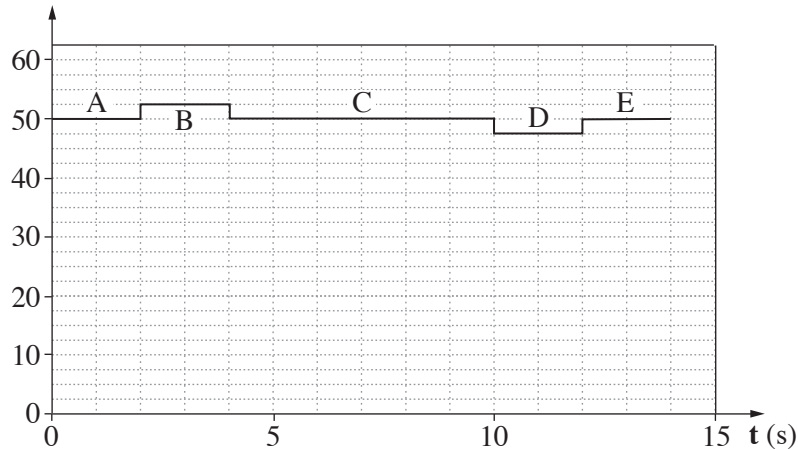
תרשים ב

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

- א. הראה כי תאוצת האופנוע היא $2.2 \frac{m}{s^2}$, והסבר את המשמעות הפיזיקלית של המשפט "תאוצת האופנוע היא $2.2 \frac{m}{s^2}$ ". (5 נקודות)
- ב. חשב את תאוצת המכונית בפרק הזמן $t = 6 \text{ s}$ עד $t = 15 \text{ s}$ (ביחס לציר ה-x המוגדר בתרשים א), והסבר את המשמעות הפיזיקלית של התאוצה שקיבלת. (5 נקודות)
- ג. איזה משני כלי הרכב מקדים את האחר ברגע $t = 15 \text{ s}$? נמק. (9 נקודות)
- ד. כמה פעמים חלפו שני כלי הרכב זה על פני זה בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = 15 \text{ s}$? הסבר. (4 נקודות)
- ה. האם בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = 15 \text{ s}$ המהירות הממוצעת של האופנוע גדולה מן המהירות הממוצעת של המכונית, קטנה ממנה או שווה לה? נמק. ($5 \frac{1}{3}$ נקודות)
- ו. מתי מהירות האופנוע שווה לזו של המכונית? (5 נקודות)

2. 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.

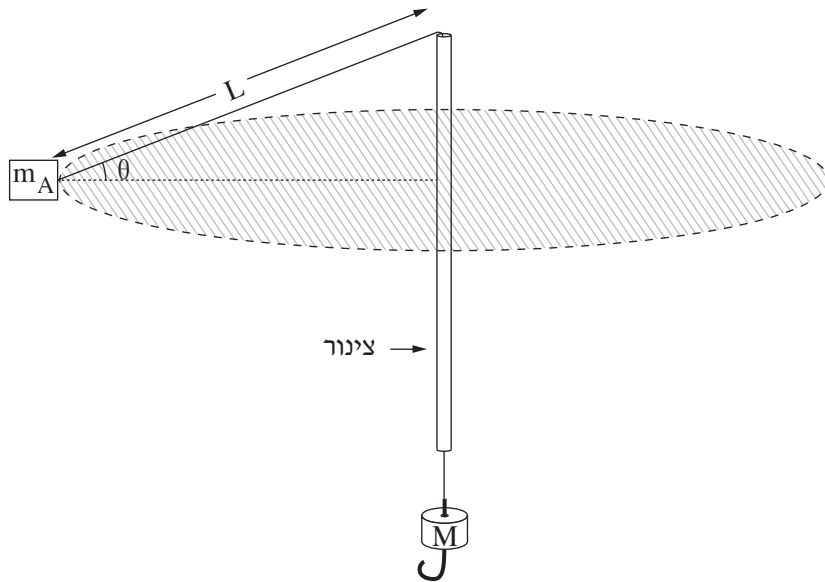
הוריית המאזניים (Kg)



- א. לפניך רשומים שלושה כוחות 1-3 הפועלים על תמי במהלך תנועת המעלית.
- קבע איזה מן הכוחות מיוצג על ידי הוריית המאזניים.
1. הכוח השקול שפועל על תמי
 2. כוח הכובד המופעל על תמי על ידי כדור הארץ
 3. הכוח הנורמלי המופעל על תמי על ידי המאזניים
- (4 נקודות)
- ב. קבע את מצב המעלית בכל אחד מן הקטעים A, B, C, D, E של הגרף:
- מנוחה, תנועה קצובה או תנועה במהירות משתנה. (7 נקודות)
- ג. חשב את הגודל של תאוצת המעלית בכל אחד מן הקטעים. (8 נקודות)
- ד. קבע אם במהלך תנועה זו המעלית עלתה, ירדה או שאי-אפשר לקבוע זאת. הסבר. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- ה. סרטט במחברתך גרף המתאר את הגודל של מהירות המעלית כפונקציה של הזמן, עבור פרק הזמן $0 \leq t \leq 14s$. אינך נדרש לרשום את ערכי המהירות על ציר הגרף. (8 נקודות)

3.

תלמידות ערכו ניסוי שבו חקרו היבטים שונים של תנועה מעגלית. מערכת הניסוי הייתה מורכבת מחוט שהושחל דרך צינור אנכי. בקצה האחד של החוט הייתה תלויה משקולת אחת שמסתה M , ובקצה האחר קשור גוף קטן A שמסתו m_A (ראה תרשים). לרשות התלמידות היו n משקולות זהות שהמסה של כל אחת מהן M . במהלך הניסוי גוף A נע בתנועה מעגלית במישור אופקי. המשקולת M נשארה במנוחה. הזווית בין החוט לבין המישור האופקי הייתה θ . אורך קטע החוט שבין קצה הצינור לגוף A הוא L .



א. סרטט במחברתך את תרשימי הכוחות שפעלו על הגוף A ועל המשקולת. ליד כל אחד מן הכוחות ציין את שמו. (6 נקודות)

התלמידות מדדו את הזמן הדרוש לגוף A להשלים 10 סיבובים מלאים, וחישבו את זמן המחזור של התנועה. הן חזרו על הניסוי כמה פעמים. בכל פעם הוסיפו התלמידות למשקולת M משקולת נוספת, ושמרו על L קבוע. מסת החוט וכל כוחות החיכוך זניחים.

ב. בטא את רדיוס הסיבוב R באמצעות פרמטרים מבין אלה המוצגים בתרשים. (4 נקודות)

נתונים הפרמטרים θ , n (מספר המשקולות הכולל), M , m_A , T (זמן המחזור), L . ענה על סעיף ג באמצעות פרמטרים אלה (כולם או חלקם).

ג. (1) פתח ביטוי לכוח הגורם לסיבוב הגוף (הכוח הצנטריפטלי).

(2) פתח ביטוי המקשר בין ריבוע המהירות הזוויתית של הגוף לבין מספר המשקולות. (8 נקודות)

(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

תוצאות הניסוי מוצגות בטבלה שלפניך.

נתון: $m_A = 0.02\text{kg}$, $M = 0.1\text{kg}$.

זמן המחזור $T(\text{s})$	מספר המשקולות הכולל n	המהירות הזוויתית $\omega (\frac{1}{\text{s}})$	ריבוע המהירות הזוויתית $\omega^2 (\frac{1}{\text{s}^2})$
0.370	1		
0.275	2		
0.210	3		
0.175	4		
0.160	5		

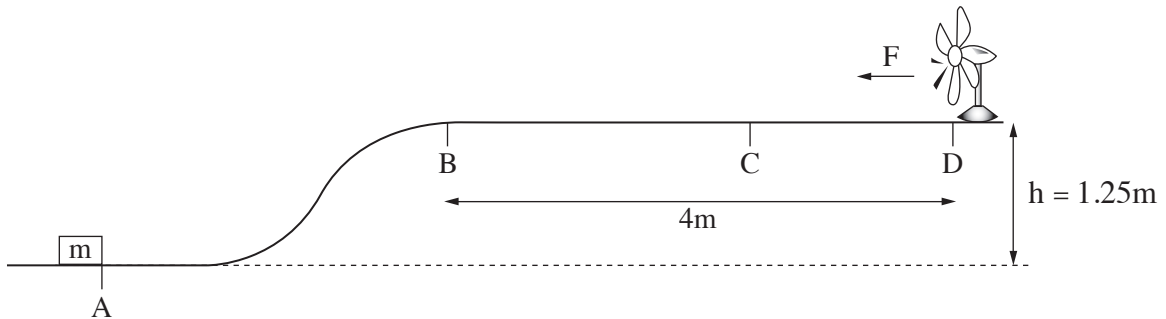
ד. (1) העתק את הטבלה למחברתך והשלם בה את הערכים החסרים.

(2) סרטט במחברתך גרף של ריבוע המהירות הזוויתית של הגוף כפונקציה של מספר המשקולות.

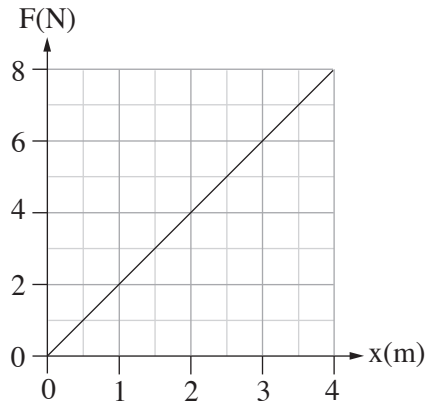
(9 נקודות)

ה. היעזר בשיפוע הגרף וחשב את האורך של קטע החוט L . ($\frac{1}{3}$ נקודות)

4. כדי לחקור את נושא האנרגייה המכנית, תלמיד בנה מערכת ובה תיבה שמסתה $m = 2\text{kg}$, משטח AD ומאונר (ראה תרשים). הקטע BD של המשטח הוא מישור אופקי שאורכו 4m , וגובהו מעל הקרקע הוא $h = 1.25\text{m}$. החיכוך בין המשטח ובין התיבה ניתן להזנחה.



התלמיד הציב את התיבה בנקודה A ואת המאונר בנקודה D. המאונר 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 המאונר 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. (8 נקודות)
- בנקודה A העניק התלמיד לתיבה מהירות התחלתית $v_0 = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ 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. (8 נקודות)
- ג. חשב את המרחק של הנקודה C מן הנקודה B. $(9 \frac{1}{3})$ (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, תאוצה קבועה, משתנה, גודל מהירות קטן, גודל. (8 נקודות)

5.

תלמידים עורכים ניסויים בהתנגשות של דסקיות על שולחן אופקי חלק. באחת הפעמים דסקית שהמסה שלה m_1 נעה במהירות v_1 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 $m_1 = 60 \text{ gr}$, $m_2 = 30 \text{ gr}$ ומהירות הדסקית הפוגעת (m_1) לפני ההתנגשות $v_1 = 0.3 \frac{\text{m}}{\text{s}}$. 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 חישוביך.

(12 נקודות)

ב. פתח ביטוי עבור המהירות u_2 למקרה שהדסקית m_1 פוגעת בדסקית הנחה m_2 .

בטא את תשובתך באמצעות הפרמטרים m_1 , m_2 ו- v_1 . (10 נקודות)

ג. הראה שכאשר $m_1 < m_2$ מהירות הדסקית m_2 אחרי ההתנגשות, u_2 , תהיה קטנה מן המהירות של הדסקית הפוגעת, v_1 . (6 נקודות)

ד. לדסקית הפוגעת (m_1) מחובר חיישן כוח (שמסתו זניחה). גרף הכוח שפעל עליה בזמן ההתנגשות מתואר בתרשים I.

(1) קבע איזה מן הגרפים A, B או C שבתרשים II מתאר נכון את גודלו של הכוח שפעל על

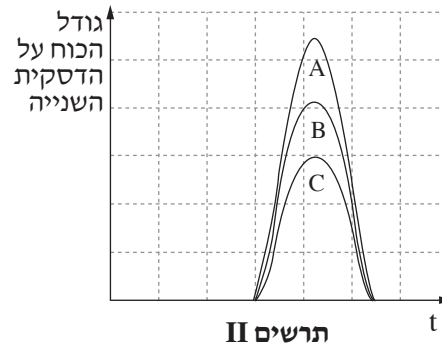
הדסקית השנייה (m_2) כאשר $m_1 = m_2$.

(2) קבע איזה מן הגרפים 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.

($\frac{1}{3}$ נקודות)



כבידה

6. עמוס 1 הוא לוויין התקשורת הישראלי הראשון, שפיתחה התעשייה האווירית של ישראל. המסלול של הלוויין עמוס 1 הוא מעגלי (בקירוב). כלוויין תקשורת, עמוס 1 נמצא כל הזמן מעל אותה נקודה A שעל פני כדור הארץ.

- א. קבע את זמן המחזור של הלוויין עמוס 1. נמק את קביעתך. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב. חשב את גובה המסלול של הלוויין עמוס 1 מעל פני כדור הארץ. (8 נקודות)
- ג. חשב את גודל התאוצה של הלוויין עמוס 1 במסלולו. (8 נקודות)
- ד. לוויין אחר (לא לוויין תקשורת) מקיף את כדור הארץ במסלול מעגלי במשך 14 שעות. השתמש בחוקי קפלר וחשב באיזה גובה מעל פני כדור הארץ עובר המסלול של לוויין זה. (8 נקודות)
- ה. לפניך שלושה היגדים 1 – 3. קבע איזה היגד או אילו היגדים נכונים, ונמק את קביעותיך.
 1. תנועת לוויין במסלולו היא נפילה חופשית.
 2. גודל המהירות הקווית של נקודה A שעל פני כדור הארץ שווה לגודל המהירות הקווית של הלוויין עמוס 1 הנע במסלולו.
 3. גודל המהירות הזוויתית של נקודה A שעל פני כדור הארץ שווה לגודל המהירות הזוויתית של הלוויין עמוס 1 הנע במסלולו.

(5 נקודות)

בהצלחה!