

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:
- (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.
תתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

בהצלחה!

השאלות

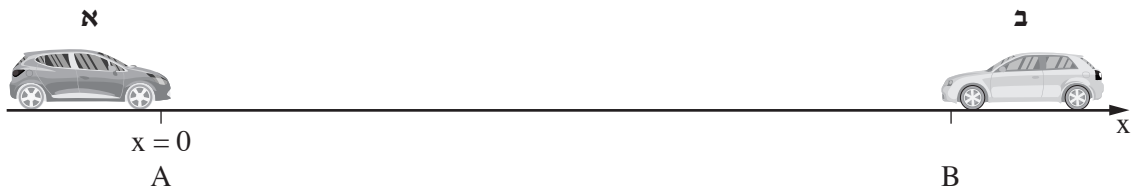
ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

(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.

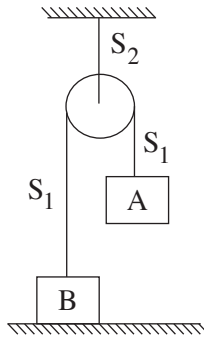
ד. חשב את גודל התאוצה של מכונית ב במהלך הבלימה. (7 נקודות)

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 המתחיות בחוט S_2 במצב המתואר, שבו המערכת במנוחה. (5 נקודות)
- ג. משחררים את גוף A והמערכת מתחילה לנוע. בכל מהלך התנועה שני הגופים אינם מגיעים אל הגלגלת. 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 המתחיות הפועל על גוף A קטן מן הגודל של כוח המתחיות 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 המתחיות 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.

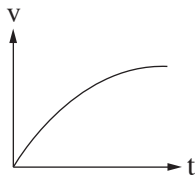
h (m)	10	20	30	40	50
d (m)	21.2	31.6	38.1	43.6	47.4
d² (m²)	449.4	998.6	1451.6	1901.0	2246.8

א. לפניך גרפים א-ד.

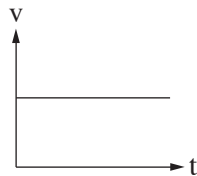
(1) קבע איזה מן הגרפים מתאר את גודל המהירות האופקית.

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

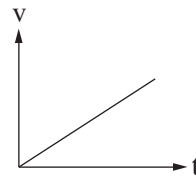
נמק את קביעותיך. (8 נקודות)



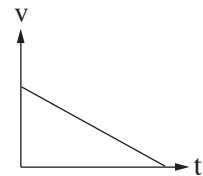
גרף א



גרף ב



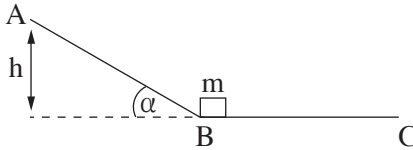
גרף ג



גרף ד

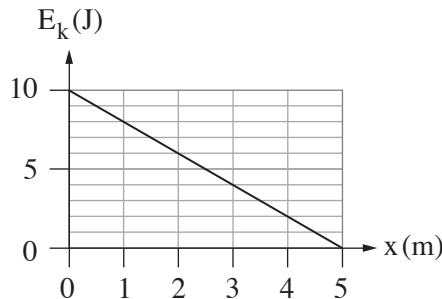
- ב. בטא את ריבוע המרחק האופקי, d^2 , כפונקציה של הגובה h והפרמטרים v_0 ו- g . (7 נקודות)
- ג. (1) סרטט דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של ריבוע המרחק האופקי, d^2 , כפונקציה של הגובה h .
 (2) הוסף לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה).
 (8 נקודות)
- ד. היעזר בשיפוע של הישר שסרטטת וחשב 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.
 ($\frac{1}{3}$ 4 נקודות)

4. נתונה מסילה ABC. הקטע AB של המסילה חלק ומשופע בזווית α 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 $h = 2\text{m}$.

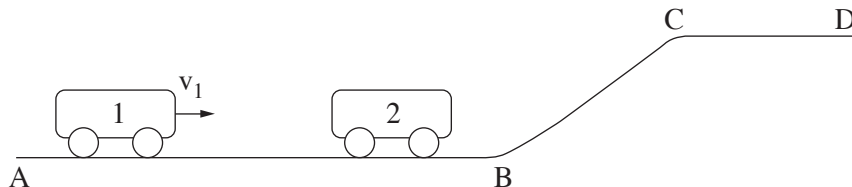
- א. קבע או חשב את העבודה של הכוח הנורמלי ואת העבודה של כוח הכובד שפעלו על הגוף לאורך הקטע AB. פרט את שיקוליך. (9 נקודות)
- ב. חשב את העבודה הכוללת של הכוחות שפעלו על הגוף לאורך הקטע AB. (5 נקודות)
- ג. חשב את עבודת הכוח החיצוני F שפעל על הגוף לאורך הקטע AB. (4 נקודות)
- לאחר שהגוף הגיע אל הנקודה A, 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 μ_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- μ_k . (6 נקודות)
- ו. היעזר בביטוי שקיבלת בסעיף ה ובגרף הנתון, וחשב את μ_k . (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

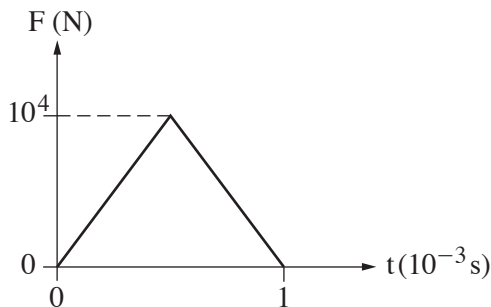
5. בתרשים 1 מוצגת מסילה חלקה ABCD.

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.



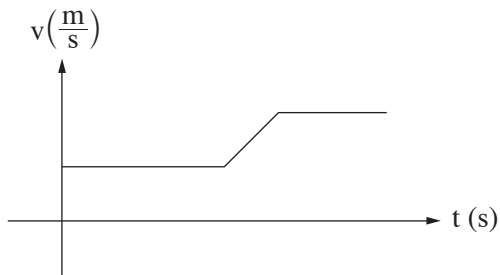
תרשים 2

- 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)

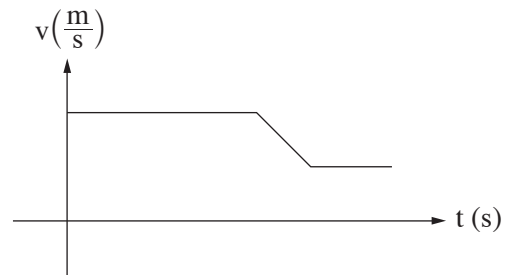
(שים לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

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

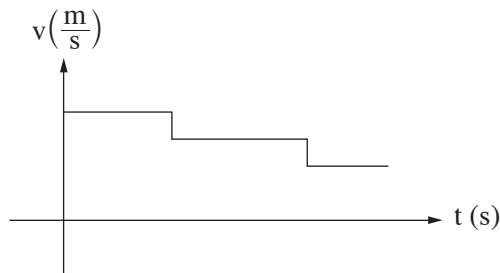
איזה מבין הגרפים (1)-(3) שלפניך מתאר נכון את גודל מהירותה של קרונית 2 כפונקציה של הזמן, מהרגע שבו הסתיימה ההתנגשות עד הרגע שבו היא הגיעה לנקודה D ? נמק. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)



(2)



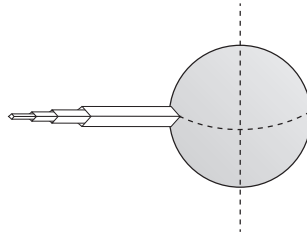
(1)



(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

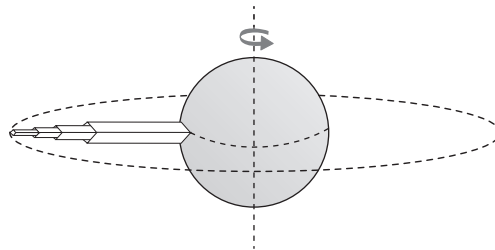
יעקב הגיע לנקודה שגובהה 3200 ק"מ מעל פני כדור הארץ.

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!