



"You can't blame gravity for falling in love"
Albert Einstein



פיזיקה

מכניקה, בחינת מתכונת

ד' בסיוון, תשפ"ג

48 ימים לעומר

24 במאי, 2023

הוראות

א. משך הבחינה: שעהיים.

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 תכנות במחשבון שיש בו אפשרויות תכנות.

(2) דפי נוסחאות ונתונים (מצורפים).

ד. הוראות מיוחדות:

(1) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, יבדקו 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 ביטוי מתמטי כפי שהוא כתוב בדפי נוסחאות והנתונים המצורפים, פיתוח מתמטי ושינוי נושא נוסחה בהתאם לבעיה, הצגה מפורשת של הנתונים בביטוי שהתקבל, הצגת תוצאות החישוב באמצעות שבר עשרוני בו 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 .

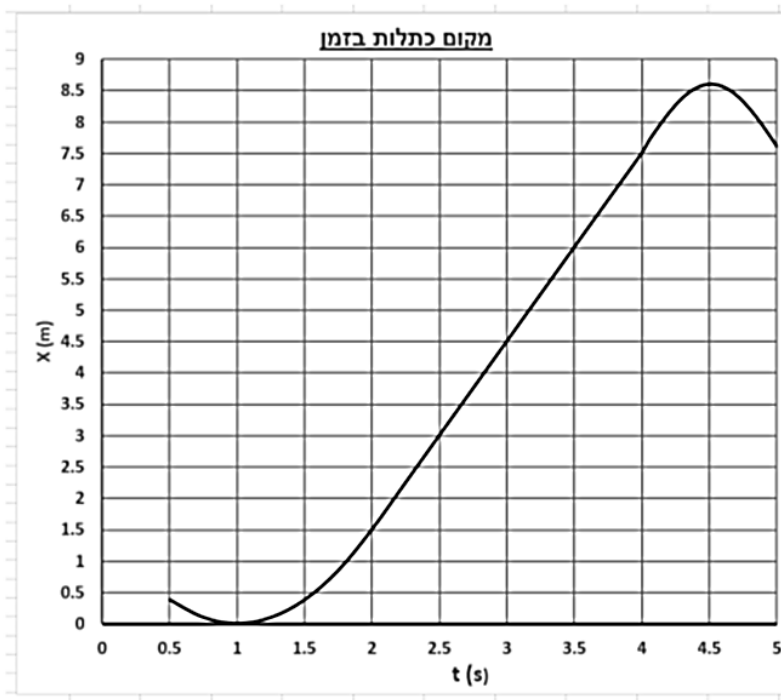
(6) בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל תאוצת הנפילה החופשית (בסמוך לפני כדור הארץ).

(7) יש לכתוב את התשובות בעט. אם תכתבו בעפרון או תמחקו בטיפקס לא תוכלו לערער. מותר להשתמש בעפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

(שרי, שמוליק ומיכאל)



1. בניסוי מדדו את מיקומו של גוף הנע בקו ישר כתלות בזמן וקיבלו תוצאה המוצגת בגרף הבא:

- למקטע מ $t = 0$ עד ל- $t = 2[s]$ יש צורה של **פרבולה**. תחילת המקטע נמחקה בטעות.
- מ $t = 2[s]$ עד ל- $t = 4[s]$ מתקבל **קו ישר**.
- אחרי $t = 4[s]$ הצורה של העקומה **לא פרבולה**.

הכיוון החיובי של ציר תנועה x מתאים לתנועה **ימינה**.
למענה על הסעיפים הסתמכו על הנתונים בגרף.

א. תארו תנועת הגוף לאורך כל פרק הזמן

המתואר בגרף. בחרו את פרקי הזמן המתאימים (בכל פעם שאחד מראשי העמודות בטבלה משתנה יתחיל פרק זמן חדש) הוסיפו שורות בהתאם לצורך ורכזו תשובתכם בטבלה המצורפת.

($8\frac{1}{3}$ נקודות)

פרק זמן	אופי התנועה (מנוחה, תנועה שוות מהירות, תנועה שוות תאוצה, תנועה בתאוצה משתנה)	כיוון תנועה (ימינה או שמאלה)	כיוון התאוצה ימנה, שמאלה או אפס	גודל המהירות (קטן, גדל או קבוע)

ב. כתבו פונקציית מיקום-זמן במקטע בו מהירות הגוף קבועה. (5 נקודות)

ג. במקטע בו תאוצה קבועה ושונה מאפס מצאו את:

- (1) פונקציית מהירות-זמן. (5 נקודות)
- (2) פונקציית מיקום-זמן. (5 נקודות)

פרטו חישובכם ושיקולכם.

גוף נוסף החל תנועתו ב $t = 0$ מראשית ציר, $x = 0$, במהירות קבועה של $1.7 \left[\frac{m}{s} \right]$

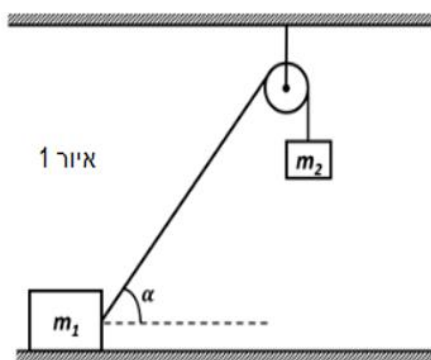
ד. (1) קבעו כמה פעמים יפגשו שני הגופים בפרק הזמן המתואר בגרף. הסברו כיצד קבעתם. (3 נקודות)

(2) חשבו מתי והיכן יפגשו שני הגופים לראשונה. (7 נקודות)

2. שני גופים מחוברים בחוט שעובר בגלגלת אידאלית (ראו איור 1). מסתו של גוף 1: $m_1 = 5[kg]$, והגוף נמצא על מישור אופקי מחוספס. מקדם הסטטי בין הגוף עם המישור הוא $\mu_s = 0.45$.

מסתו של גוף 2: $m_2 = 2[kg]$ והגוף תלוי על חוט שמסתו זניחה. הזווית בין החוט בנקודת החיבור

לגוף 1 לבין האופק היא $\alpha = 42^\circ$ (ראו איור 1). בתחילת הניסוי המערכת נמצאת במנוחה.



א. שרטטו תרשימי כוחות הפועלים על כל אחד משני הגופים. (3 נקודות)

ב. חשבו:

(1) גודל כל אחד מהכוחות שהמישור האופקי מפעיל על גוף m_1 . (8 נקודות)

(2) **גודל וכיוון** הכוח השקול שמפעיל גוף m_1 על המישור האופקי. (7 נקודות)

ג. מצאו את המסה **המרבית** של גוף 2 המבטיחה שהמערכת תישאר במנוחה. (8 נקודות)

החליפו את גוף 2 בגוף אחר שמסתו $m_2 = 3[kg]$ ואת גוף 1 הניחו כמו שמתואר באיור 2, כך שהחוט הקשור אליו אנכי. לגוף 2 הקנו מהירות התחלתית

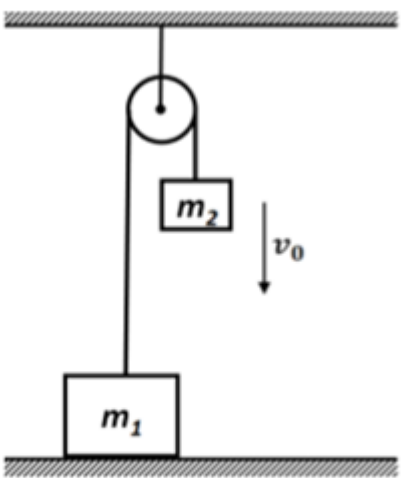
$v_0 = 1 \left[\frac{m}{s} \right]$ **כלפי מטה**. כתוצאה מכך גוף 1 מתנתק מהרצפה.

ד. חשבו תאוצת המערכת (4 נקודות)

ה. חשבו תוך כמה זמן גוף 1 יחזור לרצפה מרגע

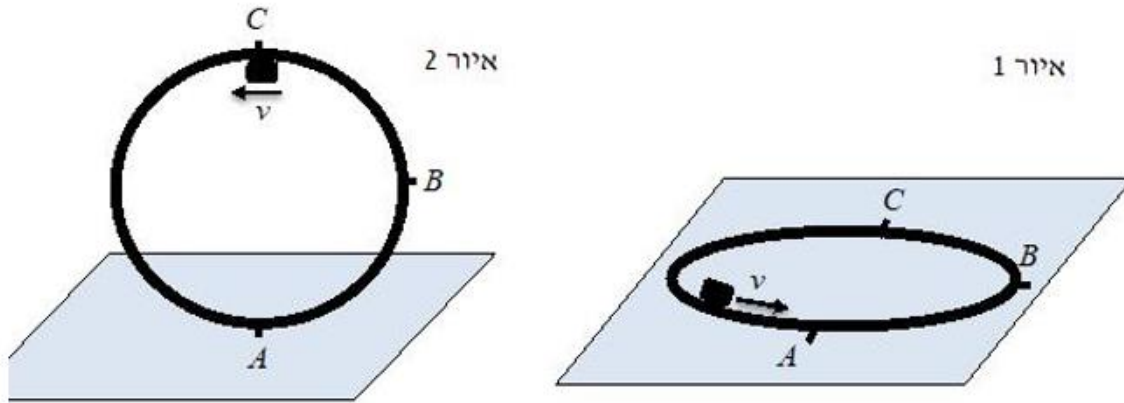
הניתוק.

(3 1/3 נקודות)



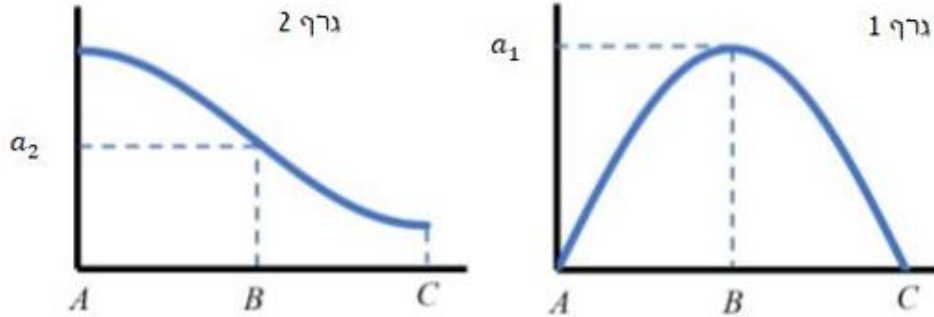
איור 2

3. גוף קטן שמסתו 100 גרם נע **בתנועה מעגלית קצובה** ללא חיכוך בתוך מסילה מעגלית אופקית שרדיוסה 1 מטר (ראו איור 1). בנקודה B הגוף מפעיל על המסילה כוח שגודלו 1.6 ניוטון.



א. חשבו גודל מהירות הגוף בנקודה C. (5 נקודות)

מעמידים את המסילה במישור האנכי (איור 2), כך שנקודה A היא הנקודה התחתונה במסלול. גורמים **לאותו הגוף** לנוע כך שמהירותו בנקודה C שווה למהירות שמצאתם בסעיף א'.

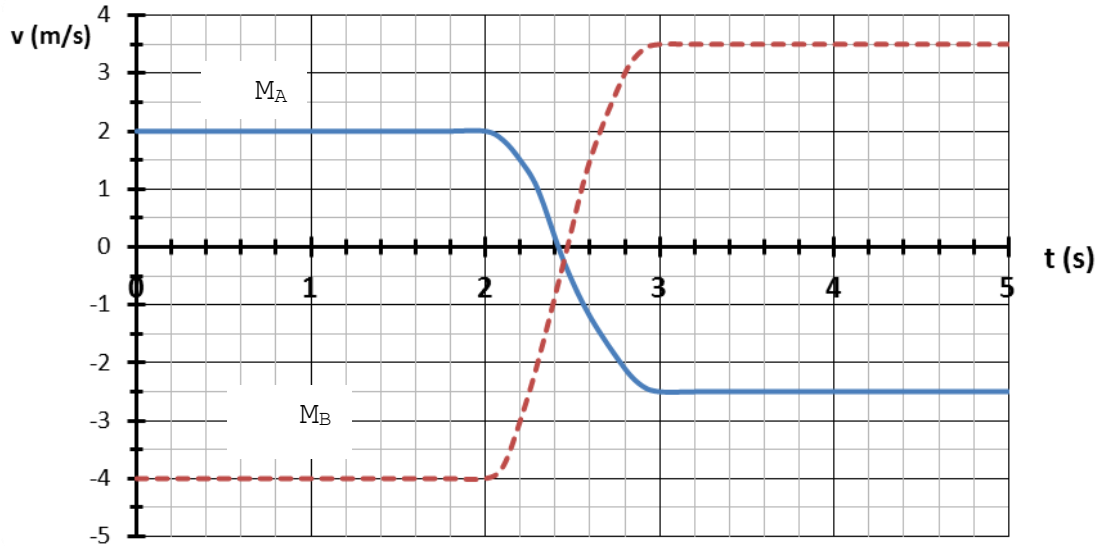


מודדים את גודל רכיבי התאוצה (בכיוון המשיקי ובכיוון הרדיאלי) בנקודות שונות במסלול, ומשרטטים שני גרפים, המייצגים את גודל רכיבי התאוצה כתלות במקום הגוף על הקשת ABC.

- ב. קבעו איזה מהגרפים מייצג את הרכיב המשיקי של התאוצה ואיזה את הרכיב הרדיאלי. (3 נקודות)
- ג. הסבירו מדוע בגרף 2 גודל רכיב התאוצה בנקודה B קטן מגודל רכיב התאוצה בנקודה A. (5 נקודות)
- ד. מדוע בגרף 1 מתקבלת נקודת מקסימום מקומי? הסבירו באמצעות תרשים כוחות. (4 1/3 נקודות)
- ה. חשבו: (9 נקודות)

1. ערכי a_1 ו- a_2 המופיעים בגרפים. (9 נקודות)
2. **כיוון** הכח השקול הפועל על הגוף בנקודה B (4 נקודות)
- ו. האם התנע של הגוף נשמר בכל אחת מהתנועות המתוארות: באיור 1 ובאיור 2? נמק. (3 נקודות)

4. במעבדה לפיזיקה בתיכון הנדסאים חוקרים את תנועתן של שתי עגלות שמסותיהן $M_A=500[\text{gr}]$ ו- $M_B=300[\text{gr}]$, הנעות על מסילה חסרת חיכוך, ומתנגשות. מהירויותיהן נמדדות על ידי חיישנים ומוצגות בגרף:



א. קבעו ע"פ נתוני הגרף:

(1) האם התנע של מערכת העגלות נשמר במהלך ההתנגשות. (5 נקודות)

(2) האם זו התנגשות אלסטית לחלוטין. (5 נקודות)

נמקו ועגנו בביטויים פיזיקליים מתאימים.

ב. חשבו המתקף שהפעילה עגלה A על עגלה B במהלך ההתנגשות. (5 נקודות)

ג. לקצה של אחת העגלות מחובר קפיץ, שמסתו זניחה, המתכווץ בעת ההתנגשות.

קבוע הקפיץ הוא $k=30 [\text{N/m}]$.

במהלך ההתנגשות, מרגע בו הקפיץ מתחיל להתכווץ ועד שובו לאורכו הרפוי:

(1) האם האנרגיה הקינטית של מערכת שתי העגלות, A ו-B, נשמרת? נמקו. (3 נקודות)

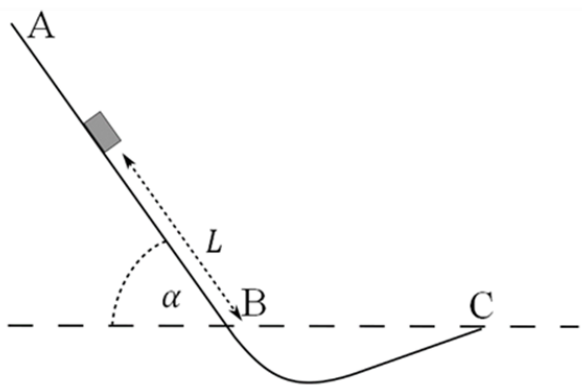
(2) חשבו מהירות גוף B ברגע שמהירות גוף A היא $1 [\text{m/s}]$? (5 נקודות)

(3) חשבו התכווצות הקפיץ בזמן שמהירות גוף A היא $1 [\text{m/s}]$. (7 נקודות)

(4) תלמיד טען שבכל רגע בזמן ההתנגשות תאוצותיהן של שתי העגלות זהות. האם צדק?

אם תשובתכם היא חיובית – נמקו, ואם היא שלילית – נמקו ורשמו מהו יחס התאוצות

של שני הגופים. (3 1/3 נקודות)



5. תלמידים רוצים לבנות דגם של מקפצת סקי. הם בונים מסלול ABC המתואר בשרטוט. המסלול מורכב ממשטח AB, **מחוספס** בעל מקדם חיכוך קינטי μ בין הגוף למשטח, המשופע בזווית קבועה $\alpha = 20^\circ$, ומהקטע **החלק** BC, בו השיפוע אינו קבוע. הנקודות B ו-C נמצאות בגובה זהה מעל לקרקע.

גוף קטן בעל מסה m מונח בנקודה כלשהי על גבי המדרון במרחק L מהנקודה B, כמוראה בשרטוט, **ומשחרר** ממנוחה. מודדים את מהירות הגוף v בנקודה C, כפונקציה של המרחק L .

א. הראו כי ריבוע המהירות בנקודה C מקיים את הקשר:

$$v_c^2 = 2g(\sin \alpha - \mu \cos \alpha) \cdot L$$

(8 נקודות)

לוו תשובתכם בתרשים כוחות מתאים בקטעי המסלול השונים.

הנתונים שנמדדו מופיעים בטבלה:

L [cm]	140	120	100	80	60	40	20
v [m/s]	2.6	2.4	2.2	2.0	1.7	1.4	1.0
v^2 [m^2/s^2]							

ב. העתקו הטבלה למחברת הבחינה והשלימו את שורת ערכי המהירות בריבוע.

באמצעות הנתונים בטבלה שרטטו גרף של ריבוע המהירות v^2 כפונקציה של המרחק L . (9 נקודות)

ג.

(1) חשבו שיפוע הגרף שהתקבל. (5 נקודות)

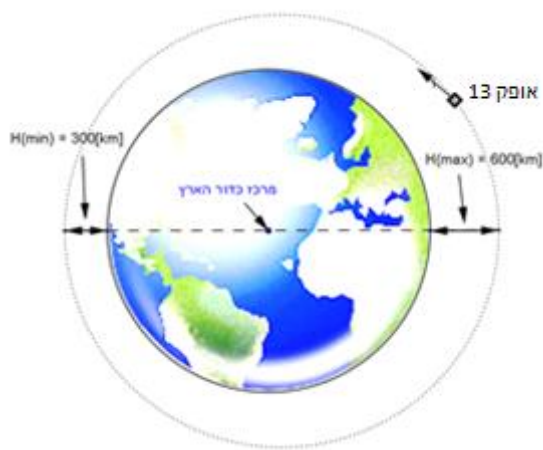
(2) היעזרו בגרף וחשבו את מקדם החיכוך הקינטי μ בין הגוף למשטח (6 נקודות)

ד. בהנחה שהמשטח AB היה **חלק**, כשהגוף מגיע לנקודה C הגוף מתנתק מהמסילה ונע באוויר.

(1) מהי צורת המסלול בה נע הגוף באוויר? (2 נקודות)

(2) האם הגובה המקסימלי אליו יגיע הגוף בהינתקו מהמסילה, קטן, שווה או גדול מגובה הנקודה

ממנה שוחרר? **נמקו**. (3 $\frac{1}{3}$ נקודות)



6. היום יותר מתמיד זקוקה ישראל ללוויין ריגול, שיתעד את הנעשה בתוכנית הגרעין האירנית. לשם כך שיגרה ישראל ב-29.3.2023 את הלוויין "אופק 13". הלוויין משגר קרן מיקרוגל לקרקע וההחזר והשינויים בקרן המכ"ם, שחוזרת ללוויין, מאפשרים ליצור תמונה הדומה לתמונה שנוצרה במצלמה אלקטרואופטית. בזכות היכולות הייחודיות של הלוויין, מדינת ישראל תקבל מודיעין בכל מזג האוויר, בכל תנאי ראות, ובכך תחזק את המודיעין האסטרטגי.

"אופק 13" שמסתו 350[kg] שוגר למסלול אליפטי שכדוה"א נמצא באחד ממוקדי האליפסה והוא נע בגבהים שבין 300[km] לבין 600[km] מעל פני כדור הארץ. כפי שמוראה בתרשים.

א. באיזו נקודה לאורך מסלול הלוויין מתקבלת המהירות המכסימאלית? נמקו. (3 נקודות)

ב. חשבו הרדיוס הממוצע של סיבוב "אופק 13" סביב כדוה"א. (3 נקודות)

ג. בהנחה ש"אופק 13" נע במסלול מעגלי סביב כדוה"א ברדיוס הממוצע שחישבתם בסעיף ב', חשבו מהו זמן המחזור של הלוויין בתנועתו סביב כדוה"א? (7 נקודות)

בשל המיקום הגיאוגרפי של מדינת ישראל באגן המזרחי של הים התיכון, שיגור הלוויינים מתבצע לכיוון מערב, בניגוד לסיבוב כדוה"א.

בהזנחת האנרגיה הקינטית שיש ללוויין בעת שיגורו כתוצאה מסיבוב כדוה"א:

ד. חשבו מהי האנרגיה שהושקעה בשיגור הלוויין למסלולו סביב כדוה"א (7 נקודות)

עקב חיכוך-עלול "אופק 13" לרדת ממסלולו למסלול נמוך יותר סביב כדוה"א.

ה. קבעו עבור כל אחת מהאנרגיות הבאות של הלוויין האם תקטן, תגדל או לא תשתנה עקב ירידה זו:

(1) האנרגיה הקינטית.

(2) האנרגיה הפוטנציאלית.

(3) האנרגיה המכנית.

נמקו ועגנו בביטויים פיזיקליים מתאימים. (9 נקודות)

ו. באירן, בודקים אפשרות להוצאת "אופק 13" משדה כח המשיכה של כדוה"א, על ידי תכנון התנגשות

בין לוויינים במסלול "אופק 13" בתוכנית ששמה "אופק חדש"...

חשבו מהי האנרגיה המינימלית שעל הלוויין האירני להעניק ל-"אופק 13" בעת ההתנגשות כדי לגרום לו להגיע לאינסוף?

($4\frac{1}{3}$ נקודות)