

הקף את מספרי השאלות שפתרת

6 5 4 3 2 1



מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות

מכניקה

הוראות לנבחן/ת

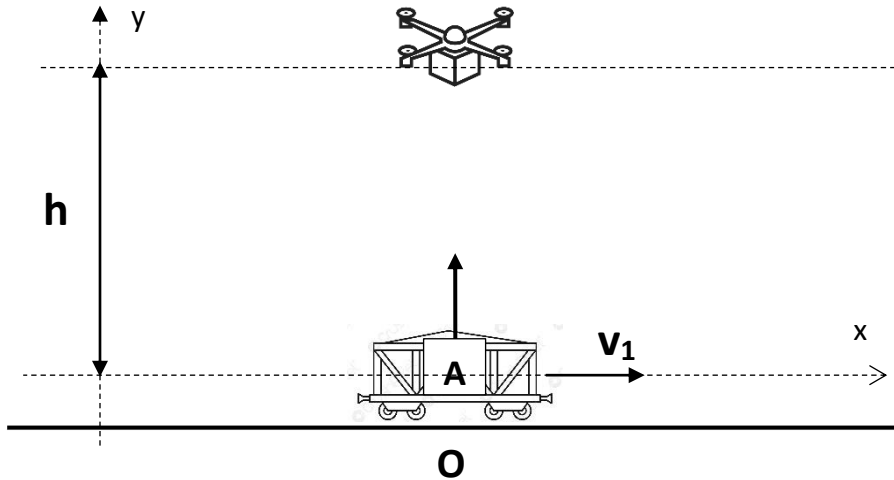
- א. משך הבחינה: שעתיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שש שאלות. עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.
- לכל שאלה - $33\frac{1}{3}$ נקודות. סה"כ $33\frac{1}{3} \times 3 = 100$ נקודות.
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
- (1) יש לענות על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה.)
- (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, יש לרשום את הנוסחאות שאתה/ה משתמש/ת בהן. כאשר אתה/ה משתמש/ת בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, יש לרשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע/י פעולות חישוב, יש להציב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. יש לרשום את התוצאה המתקבלת ביחידות המתאימות.
- (3) בפתרון שאלות שנדרש בהן להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, יש לרשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם; במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או קבוע הכבידה העולמי G .
- (4) בחישוביך יש להשתמש בערך של 10 מ' לשנייה? בשביל תאוצת הנפילה החופשית.
- (5) יש לכתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

שאלון זה מנוסח בלשון זכר ומכוון לנבחנות ולנבחנים כאחת.

ב ה צ ל ח ה !

שאלה 1

רחפן עומד באוויר מעל נקודה קבועה O. קרונית נעה במהירות קבועה (בגודל ובכיוון) $v_1 = 3 \text{ m/s}$ על הקרקע. כאשר הקרונית עוברת מעל הנקודה O בנסיעתה על הקרקע (בזמן $t = 0$), משוגר ממנה (תוך כדי תנועה) גוף A כלפי מעלה מנקודה המרוחקת $h = 25 \text{ m}$ מתחת לרחפן. באותו רגע מתחיל הרחפן לנוע בתנועה שוות-תאוצה בכיוון תנועת הקרונית, בקו אופקי וישר. הניחו שעל הרחפן מותקן כלי קיבול עבור הגוף A.



- א. חשבו את המהירות המינימלית שצריך קנה השיגור להעניק לגוף A, על מנת שיגיע לגובה h . (5 נק')
- ב. מה צריכה להיות תאוצת הרחפן על מנת שיוכל לקלוט את הגוף A בכלי הקיבול, אם הגוף שוגר במהירות שמצאת בסעיף א? פרטו חישובכם. (5 נק')
- ג. (1) מהו המרחק בין הרחפן לקרונית ברגע $t = t_1$, בו נקלט הגוף A על ידי הרחפן? (5 נק')
- (2) שרטטו גרף מהירות-זמן (כמותי) של הרחפן מרגע $t = 0$ ועד $t = t_1$. (4 נק')
- (3) חשבו על סמך הגרף ונתוני השאלה את וקטור ההעתק הכולל (גודל וכיוון) ואת וקטור המהירות הממוצעת (גודל וכיוון) של גוף A בין $t = 0$ לבין $t = t_1$. (6 נק')
- לאחר קליטת הגוף A ברחפן, מתחילה לנשב רוח בכיוון הפוך לכיוון תנועת הרחפן, ומהירותו הולכת וקטנה. ברגע $t = t_2$ בו הרחפן נמצא במנוחה רגעית, נשטט ממנו הגוף A ומתחיל ליפול לקרקע. הרוח ממשיכה לנשב באותו הכיוון, ומפעילה כוח קבוע גם על הגוף A.
- ד. תארו במילים את תנועת הגוף A מרגע t_2 ועד פגיעתו בקרקע. פרטו את סוג התנועה, צורת המסלול וכיוון התנועה. התייחסו לצירים הנפרדים, ולמישור x-y. (4 נק')
- ה. מסת הקרונית יחד עם קנה השיגור היא M . האם ברגע $t = 0$ הכוח הנורמאלי N שמפעילה הקרקע על הקרונית מקיים:

$$N > Mg \quad (1) \qquad N = Mg \quad (2)$$

$$N < Mg \quad (3) \quad (1) \qquad (4) \text{ אין תשובה מוגדרת יחידה. } \left(4 \frac{1}{3} \text{ נק'}\right)$$

שאלה 2

שתי תלמידות חמד"ע החליטו לאתגר את עצמן ולבצע ניסוי במערכת דו גופית. הן ביקשו מצוות המעבדה שני גופים שעשויים מאותו חומר וישו אותם על משטח מחוספס אחיד כשמקדם החיכוך - הסטטי והקינטי - בין הגופים למשטח : μ .
נתון : $M=2m$. את תאוצת הנפילה החופשית נסמן g .
 התלמידות הפעילו על המסה M כוח F שמאלה והמערכת נעה. ראו איור.

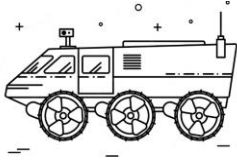


- א. העתיקו את האיור למחברת המבחן, סרטטו את כל הכוחות הפועלים על כל אחד משני הגופים וציינו מי מפעיל כל כוח. (4 נק')
- ב. האם הכוח השקול הפועל על הגוף שמסתו M גדול מהכוח השקול הפועל על הגוף שמסתו m , קטן ממנו או שווה לו? נמקו. (4 נק')
- ג. בטאו בעזרת הפרמטרים $\{F, m, g, \mu\}$ או חלקם את:
 - (1) תאוצת הגופים. (4 נק')
 - (2) המתוחות בחוט המחובר בין הגופים. (4 נק')

התלמידות מדדו את הכוח שהם הפעילו ואת תאוצת המערכת וריכזו את הנתונים בטבלה הבאה:

F (N)	4	6	8	10	12	14
a (m/s ²)	0.7	2.1	3.5	4.5	6.1	7.5

- ד. סרטטו גרף פיזור המתאים לנתונים בטבלה. במידה ופיזור הנתונים נראה כמו קו ישר, סרטטו קו מגמה ומצאו את משוואתו. (8 נק')
- ה. מצאו בעזרת משוואת הישר את:
 - (1) המסה m . (3 נק')
 - (2) מקדם החיכוך μ . (3 נק')
- ו. מצאו בעזרת הגרף מהו גודל הכוח שיש להפעיל כדי שהמערכת תנוע במהירות קבועה ($3\frac{1}{3}$ נק')



שאלה 3

בספר "לבד על מאדים", מתואר כיצד הגיבור, האסטרונוט מארק וואטני, נאלץ לבדו להעמיס תא סולארי שישמש לו מקור אנרגיה על הגג של רכב השטח החשמלי שלו.

נדמיין אותו מתקין שתי גלגלות משני צידי הגג של רכב השטח, כדי ליצור "מכונת אטווד":

הוא קושר חבל חזק לתא הסולארי הנמצא על הקרקע, מעביר אותו במערכת שתי הגלגלות ותולה בצידו השני סל המסוגל לשאת משקל של אבנים. ראו איור 1.

בפתרון יש להזניח את מסת החבל.

נתון: מסת התא הסולארי $M = 100\text{kg}$. הגג של

הרכב נמצא בגובה $h = 2\text{m}$ מעל הקרקע.

תאוצת הנפילה החופשית במאדים: $g_M =$

$$3.7 \text{ m/s}^2$$

בשלב ראשון, מארק ממלא את הסל באבנים עד

למסה $M = 100\text{kg}$ כוללת והמערכת על סף

תנועה. הוא מקנה לסל מהירות התחלתית v_0

כלפי מטה. התא הסולארי מגיע לגג תוך $t_1 = 2\text{s}$.

א. הוכיחו שתנועת הסל קצובה וחשבו את מהירותו v_0 . (4 נק.)

בשלב שני, מארק מוריד לקרקע את התא הסולארי ומעמיס מסה Δm נוספת של אבנים בסל. הוא עוזב את

הסל ממנוחה והפעם התא מגיע לגג באותה מהירות v_0 תוך זמן ארוך יותר t_2 .

ב. (1) חשבו את הזמן t_2 . (4 נק.)

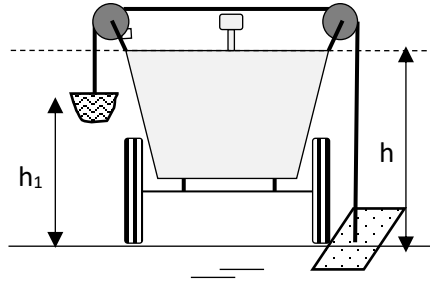
(2) הוכיחו שהתא הסולארי נע בתאוצה קבועה הנתונה על ידי: $a = \frac{(\Delta m) \cdot g_M}{2M + \Delta m}$ (5 נק.)

(3) חשבו את מסת האבנים Δm שנוספה לסל. (6 נק.)

שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא!

בשלב שלישי, מארק מוריד את התא הסולארי חזרה לקרקע ומתכנן אפשרות חדשה בה התא יגיע לגג במהירות $\underline{v = 0}$. לשם כך הוא מאריך את החבל ומנמיך את המקום ההתחלתי של הסל לגובה $h_1 = 1.5\text{m}$. ראו איור 2. הוא מעמיס כמות אבנים חדשה Δm ועוזב את הסל ממנוחה. הסל יורד לרצפה ונעצר.

איור 2

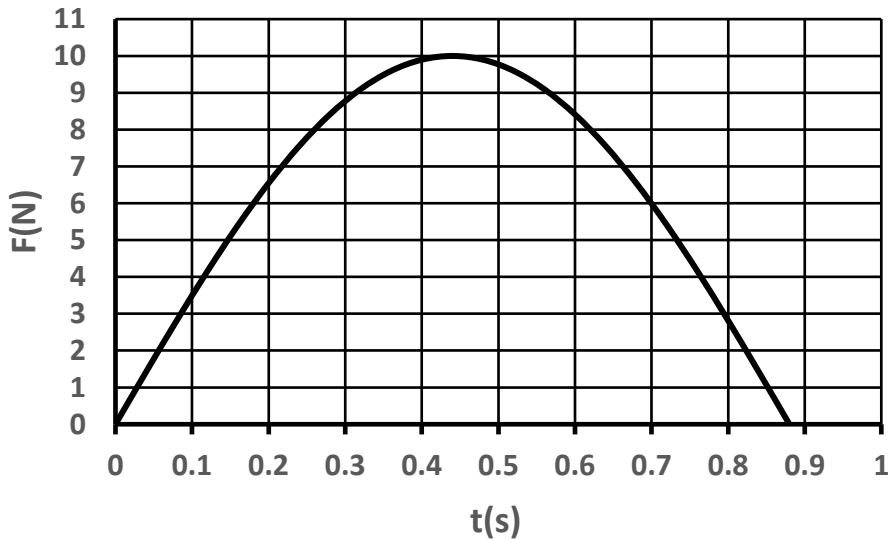


- ג. (1) תארו איכותית את שני שלבי תנועתו של התא הסולארי לאורך עלייתו לגג הרכב. הוסיפו לתיאורכם גרף מהירות-זמן איכותי (ללא מספרים). (5 נק.)
- (2) באיזה משני השלבים האנרגיה המכנית של התא אינה נשמרת? נמקו. (4 נק.)
- (3) סרטטו גרף איכותי של האנרגיה המכנית של התא הסולארי כפונקציה של הגובה שלו מעל הקרקע. הסבירו. (5 $\frac{1}{3}$ נק.)

שאלה 4

ילד שמסתו $M_1 = 50kg$ עומד על סקטבורד במסה M_2 שאינה ידועה. ברגע מסוים זרק הילד כדור שמסתו $m_1 = 500gr$ בכיוון אופקי ממצב מנוחה. באיור 1 מוצג גרף של גודל הכוח שהילד הפעיל על הכדור כתלות בזמן. הזניחו את כל סוגי החיכוך.

גודל הכוח שהפעיל הילד על הכדור



איור 1

נתון שהשטח מתחת לגרף הוא בקירוב 56 משבצות.

א. (1) חשבו את גודל המתקף שהפעיל הילד על הכדור בזמן הזריקה. (4 נק.)

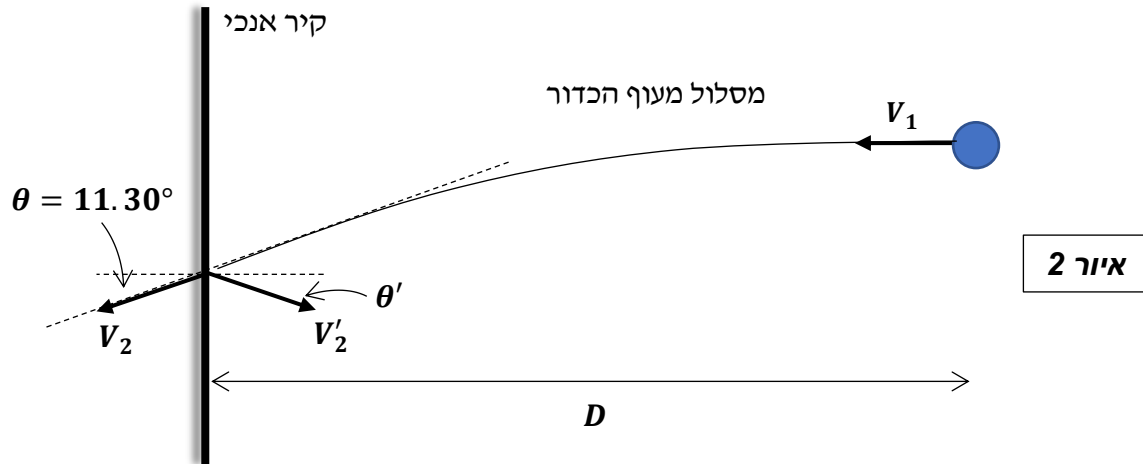
(2) חשבו את המהירות v_1 שהקנה הילד לכדור בתחילת מעופו. (4 נק.)

כתוצאה מן הזריקה הילד והסקטבורד נעו לאחור במהירות התחלתית $u=0.1m/s$.

ב. חשבו את מסת הסקטבורד M_2 . (7 נק.)

שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא!

הכדור שנזרק אופקית פגע בקיר אנכי בזווית $\theta = 11.3^\circ$ מתחת לאופק (ראו איור 2).



ג. חשבו את מרחק הכדור מן הקיר, D , בעת הזריקה. (7 נק.)

ד. (1) נסחו את חוק שימור התנע הקווי של מערכת שני גופים בציר נתון. (3 נק.)

(2) בהינתן שגודל מהירות הכדור נשמר בהתנגשות עם הקיר, משך ההתנגשות עם הקיר זניח והקיר

מפעיל על הכדור כוח נורמלי בלבד, מהי זווית ההחזרה θ' של הכדור ביחס לאופק? נמקו (אפשר

בעזרת סרטוט). $(\frac{1}{3} 3 \text{ נק})$

בהמשך הפתרון הניחו שהילד והסקטבורד מהווים גוף אחד לו נקרא: "הילד".

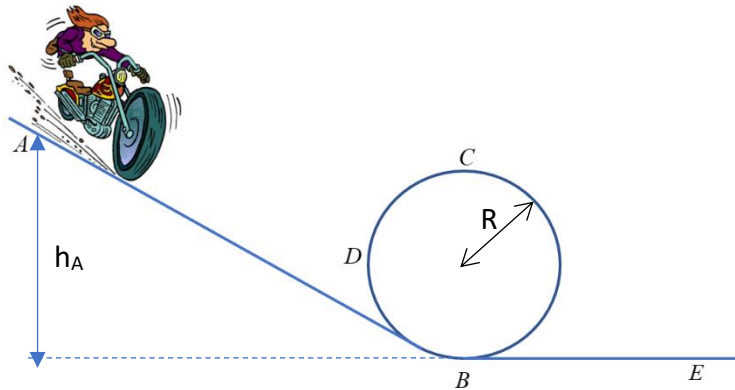
הילד הצליח לתפוס את הכדור בעת שחזר מן הקיר.

הניחו שמהירות הילד לא השתנתה מרגע הזריקה עד שהכדור חזר אליו.

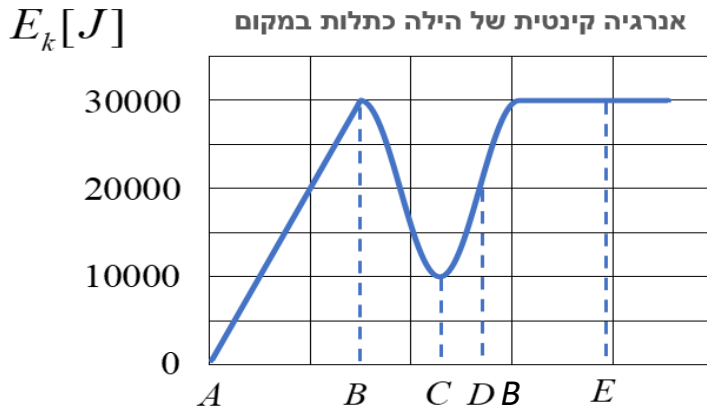
ה. חשבו את המהירות המשותפת של הילד והכדור לאחר תפיסתו (גודל וכיוון). (5 נק.)

שאלה 5

הילה האופנוענית מבצעת פעלול באופנוע בו היא מתחילה ממנוחה בנקודה A, ומדרדרת עם האופנוע במורד מדרון. בהמשך היא מסתובבת במסלול מעגלי אנכי דרך הנקודות B, C, D, ובחזרה ל-B וממשיכה לנקודה E כמתואר באיור 1. לאורך כל רכיבתה הילה לא לחצה על דוושת הגז או הבלמים. באיור 2 מוצגת האנרגיה הקינטית של הילה כתלות במיקומה לאורך המסלול. נתון שמסתה הכוללת של הילה עם האופנוע היא $M = 200\text{kg}$.



איור 1

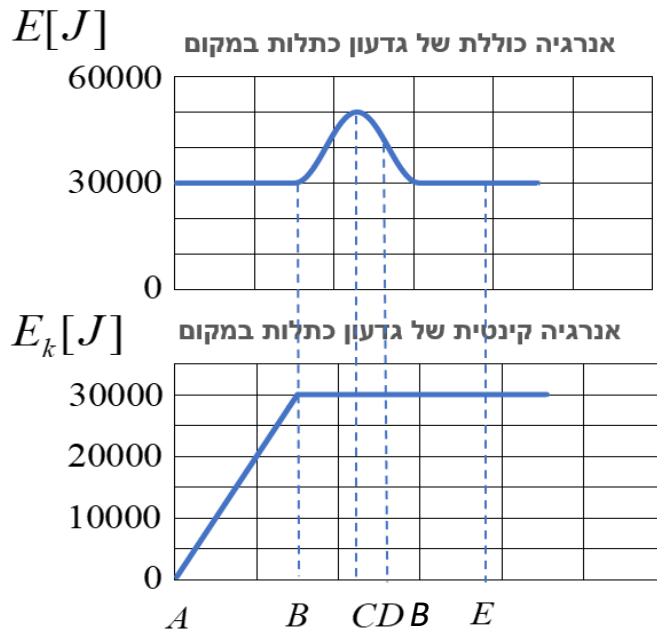


איור 2

- א. האם האנרגיה הכוללת של הילה במהלך תנועתה נשמרת? הסבירו. (5 נק.)
- ב. חשבו את:
 - (1) גובה ההתחלתי של הילה h_A . (5 נק.)
 - (2) רדיוס המעגל R. (5 נק.)
- ג. שרטטו במחברתכם את המעגל, וציינו בו בצורה איכותית (מבלי לחשב) את כיוון התאוצה של הילה בנקודה D. נמקו. (5 נק.)

שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא!

גדעון, אחיה הקטן של הילה, מחקה את עקבותיה ועולה על אופנוע לראש המסלול גם הוא. מסתו של גדעון עם האופנוע זהה לזו של הילה עם האופנוע. בהיותו שובב יותר, הוא לוחץ על דוושת הגז, ועל הבלמים בשלבי התנועה השונים. לפניכם שני גרפים המתארים את האנרגיה הכוללת והאנרגיה הקינטית של גדעון והאופנוע כתלות במקום



- ד. שרטטו במחברתכם את המעגל, וציינו בו בצורה איכותית (מבלי לחשב) את כיוון התאוצה של גדעון בנקודה D. נמקו את ציורכם. (5 נק.)
- ה. ציינו בין אלו נקודות (A עד E) נעשה שימוש בדוושת הגז או בבלמים (ציינו בנפרד לגז ולבלמים). (5 נק.)
- ו. גדעון והילה התווכחו ביניהם איך ייראה גרף האנרגיה הפוטנציאלית של שניהם. הילה טענה שגרף של אנרגיה פוטנציאלית כתלות במקום יהיה זהה עבור שניהם, לעומתה, גדעון טען שגרף של אנרגיה פוטנציאלית כתלות בזמן יהיה שונה בין שני המקרים. ציינו את המקרה הנכון מבין האפשרויות המוצגות, והסבירו את תשובתכם
- (1) רק הילה צודקת
 - (2) רק גדעון צודק
 - (3) שניהם צודקים
 - (4) שניהם טועים
- (3 $\frac{1}{3}$ נק.)

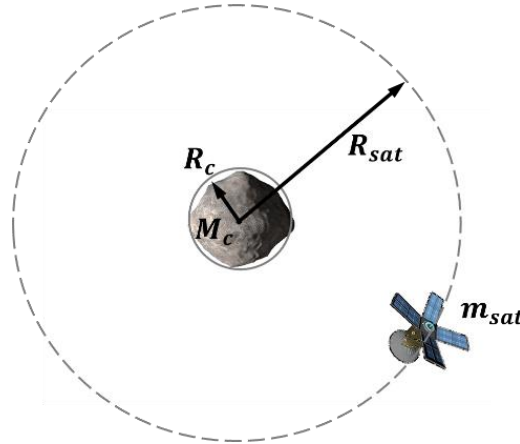
שאלה 6

בנאס"א גילו כוכב שביט חדש במערכת השמש ושלחו לוויין לחקור אותו.

הלוויין, שמסתו $m_{sat} = 80kg$, התקרב אל השביט ונע במסלול מעגלי סביב מרכז השביט.

זמן המחזור של הלוויין סביב השביט הוא $T = 13 \text{ hours}$, ומהירות הלוויין $v_{sat} = 2.02 \frac{m}{s}$.

תנועת הלוויין מושפעת רק מהשביט.



א. מצאו את רדיוס המסלול המעגלי R_{sat} של הלוויין סביב השביט. (5 נק.)

ב. מצאו את מסת השביט M_c . (7 נק.)

המכ"ם שנמצא על הלוויין גילה שצורת השביט היא בקירוב כדורית ומדד את המרחק של הלוויין מפני שטח השביט: $h = 6 \text{ km}$.

ג. (1) מצאו את רדיוס השביט R_c . (4 נק.)

(2) חשבו את ערך תאוצת הנפילה החופשית g_c על פני השביט. (6 נק.)

(3) חשבו את הצפיפות הממוצעת ρ_{av} של חומר השביט. (5 נק.)

במועד מסוים השביט נמצא במרחק $D = 86 \cdot 10^6 \text{ km}$ מהשמש, וגודל מהירותו בנקודה זו

$$v_c = 43 \frac{km}{s}$$

ד. האם השביט יכנס למסלול סביב השמש או יתרחק ממנה ויעזוב את מערכת השמש לנצח? אם

ימשיך למסלול סגור סביב השמש - ציינו באיזה מסלול - מעגלי או אליפטי. נמקו. (6 $\frac{1}{3}$ נק.)