

תאריך: 17.05.2020

פיזיקה / י"א



שם התלמיד/ה: _____

בית הספר: _____

המורה בחמד"ע: _____

מבחן בפיזיקה במתכונת מבחן בגרות מכניקה

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שעתיים. (120 דקות)
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שש שאלות. עליך לענות על שלוש שאלות בלבד.

לכל שאלה - $33\frac{1}{3}$ נקודות. סה"כ $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות.

- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון
(2) נתונים ונוסחאות בפיזיקה המצורפים לשאלון.

ד. הוראות מיוחדות:

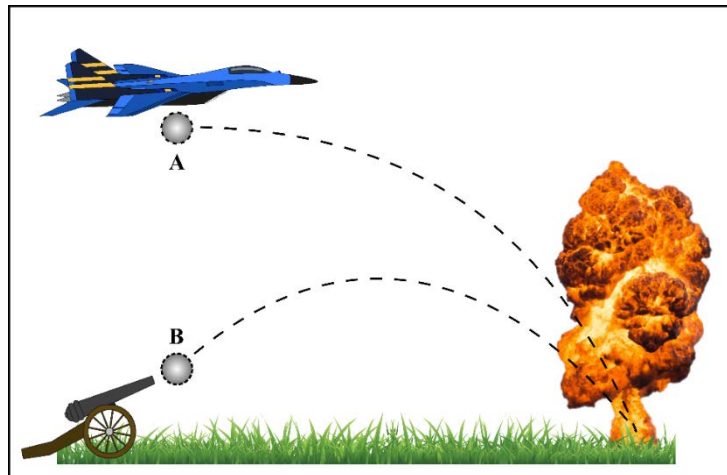
- (1) ענה על מספר שאלות כפי שנתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו. (התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברות הבחינה.)
- (2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן. כאשר אתה משתמש בסימן שאינו מופיע בדפי הנוסחאות, רשום את פירוש הסימן במילים. לפני שתבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות. אי-רשום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה עלולים להפחית נקודות מהציון. רשום 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) בחישובך השתמש בערך של 10 מ' לשנייה² בשביל תאוצת הנפילה החופשית.
- (5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים בלבד.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד

ב ה צ ל ח ה!

שאלה 1

תלמידי חמד"ע פיתחו פצצה חדשנית. הפצצה מורכבת מ-2 חומרים, חומר A וחומר B, אשר אינם מסוכנים כל אחד בנפרד, אך כאשר ישנו מגע בין החומרים מתרחש פיצוץ אדיר. התלמידים, החליטו לנסוע לשדה פתוח על מנת לערוך ניסויים על הפצצה. לשם כך, הם שכרו מטוס אשר תפקידו להטיל את חומר A ותותח שתפקידו לירות את חומר B. התרחיש המושלם הוא, כמובן, שחומרים A ו-B יגיעו לנקודת המטרה על הקרקע בו זמנית. תרחיש כזה מתואר באיור הבא:



- א. המטוס טס במהירות אופקית 144 קמ"ש ובגובה של 125 מ' מהקרקע. כאשר המטוס נמצא בדיוק מעל התותח הוא מטיל את חומר A ובאותו הרגע, בתאום מושלם, התותח יורה פגז עם חומר B במהירות v . גובה קנה התותח מעל הקרקע זניח.
- מהו המרחק האופקי מנקודת שיגור החומרים עד לפגיעתם בקרקע? פרטו חישוביכם.
 - מהי מהירות הפגיעה בקרקע של חומר A (גודל וכיוון)? פרטו חישוביכם.
- (13 נק')

- ב. על מנת שחומרים A ו-B יגיעו בו זמנית לנקודת המטרה:
- מה צריכה להיות המהירות האופקית (ציר x) של הפגז? נמקו ללא חישוב.
 - חשבו את המהירות הכוללת (גודל וכיוון) של הפגז, v . פרטו חישוביכם.
- (12 נק')

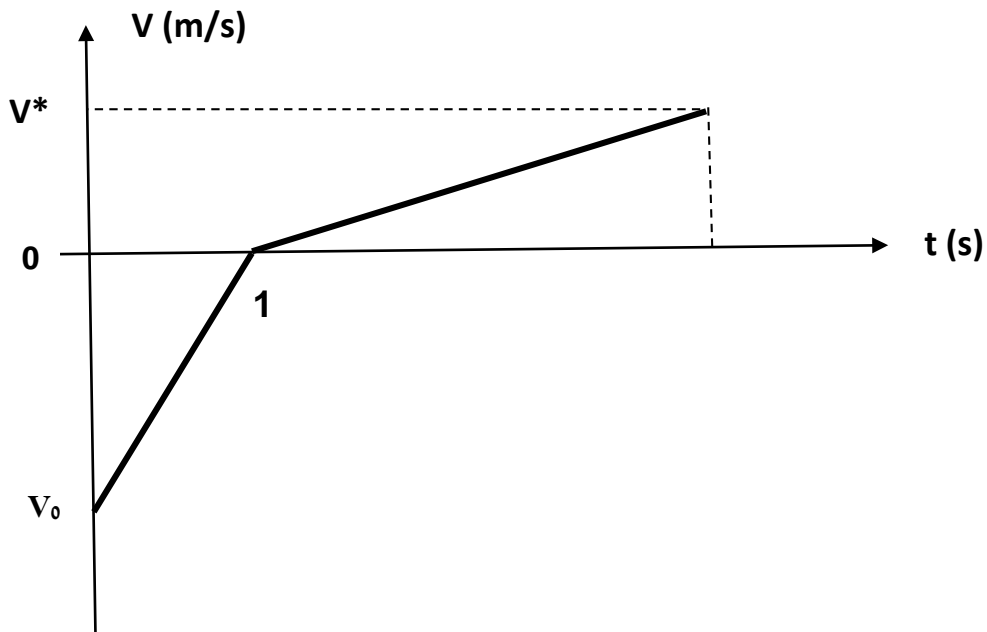
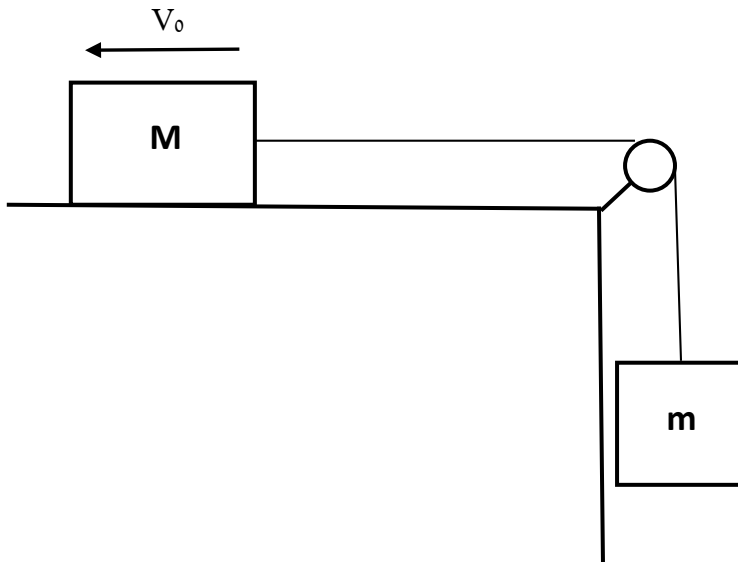
כעת התלמידים מניחים את חומר B על הקרקע ושוכרים מסוק שיטיל את חומר A. במקום לרחף מעל B המסוק מרחף במרחק אופקי מסוים מחומר B, אבל למזלם נושבת רוח אופקית אשר דוחפת את החומר B בכוח של 5N כך שהחומרים נפגשים על הקרקע. ידוע שמסת חומר A היא 2 ק"ג, והמסוק מרחף בגובה 125 מ' מעל הקרקע.

- ג.
- באמצעות משוואות מקום-זמן של שני צירי התנועה, פתחו את משוואת המסלול (הגובה Y כפונקציה של המרחק האופקי X) עבור חומר A. מהי צורת המסלול? נמקו.
 - חשבו על פי המשוואה את המרחק האופקי של המסוק מחומר B. פרטו חישוביכם.
- (8 1/3 נק')

שאלה 2

בתרשים המערכת מתואר גוף שמסתו $M = 12 \text{ kg}$ המונח על משטח אופקי וקשור בחוט, דרך גלגלת, אל גוף בעל מסה $m = 8 \text{ kg}$ התלוי באוויר. ברגע $t=0$ הגוף M חולף בנקודה $x=0$ תוך כדי תנועה שמאלה במהירות V_0 .

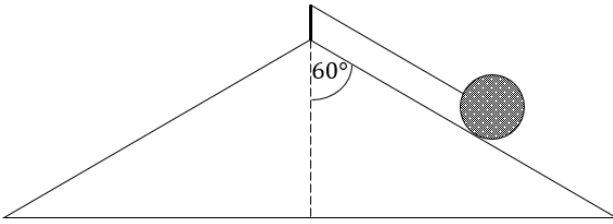
הגרף הנתון מתאר את מהירות הגוף M כפונקציה של הזמן מרגע $t = 0$ ועד הרגע בו הגיע הגוף חזרה למיקום $x = 0$.



שימו לב, המשך השאלה בעמוד הבא

- א. תארו במילים את תנועת הגוף M במשך הזמן מרגע $t = 0$ ועד הרגע בו הגיע הגוף חזרה למיקום $x = 0$. לגבי כל אחד משלבי התנועה התייחסו לגודל וכיוון המהירות והתאוצה. נמקו. (5 נק')
 ב. תלמידה הסיקה מן הגרף כי קיים חיכוך בין המשטח לבין הגוף M . הסבירו כיצד היא הגיעה למסקנה זו. (6 נק')
- נתון כי גודל המהירות ההתחלתית הוא $V_0 = 6.4 \text{ m/s}$.
- ג. כתבו משוואת כוחות ובעזרת מידע מן הגרף מצאו את ערכו של מקדם החיכוך הקינטי μ_k בין הגוף M והמשטח. פרטו שיקוליכם וחשוביכם. (11 נק')
- ד. האם מתיחות החוט תקטן / תגדל / לא תשתנה לאחר $t = 1 \text{ s}$? פרטו שיקוליכם. (5 נק')
- ה. שרטטו גרף מהירות זמן של הגוף אילו לא היה חיכוך. סמנו בגרף את הרגע בו הייתה המערכת נעצרת רגעית, ואת הרגע בו היה חוזר הגוף M למיקום $x = 0$. הסבירו. (6 1/3 נק')

שאלה 3



מכון התקנים החמדייעי פיתח מכשיר למדידת מסת גופים.

המכשיר הינו חרוט חלק לחלוטין בעל זווית 60° בין ציר החרוט לבין היקפו (ראו שרטוט). לקדקוד החרוט קושרים את הגוף הנבדק על ידי חוט אידיאלי באורך l המחובר לקדקוד החרוט.

ניתן לגרום לגוף הנבדק לנוע בתנועה סיבובית בתדירויות קבועות. חיישנים בקירות החרוט מציינים מהו גודל הכוח הנורמלי המופעל על הגוף.

א. ציירו תרשים כוחות על הגוף הנבדק, שרטטו מערכת צירים הכוללת ציר רדיאלי וכתבו שתי משוואות כוחות תוך שימוש בזווית הנתונה, במסת הגוף m , באורך החוט l , במהירות הזוויתית ω , ובכוחות אותם ציינתם. אל תפתרו את המשוואות.

(8 נק')
ב.

פתרון המשוואות מראה כי הקשר בין הכוח הנורמלי לבין התדירות נתון על ידי:

$$N = \frac{\sqrt{3}}{2}mg - \sqrt{3}m\pi^2lf^2$$

בסדרת מדידות עבור דגימת חומר מסוים התקבלו התוצאות הבאות:

f [Hz]	0.4	0.8	1.2	1.6	2	2.4	2.8
N [N]	1.7	1.6	1.4	1.2	0.9	0.6	0.1

עבור תוצאות המדידה, שרטטו גרף לינארי המתאר קשר בין הכוח הנורמלי לבין התדירות. אם צריך, הוסיפו שורה לטבלה עם ערכי משתנה עזר לפי הגדרתכם. ציינו במפורש כיצד הביטוי המוצג בתחילת הסעיף מתאים לגרף. (8 נק')

ג. חשבו את שיפוע הגרף וציינו את יחידותיו. (4 נק')

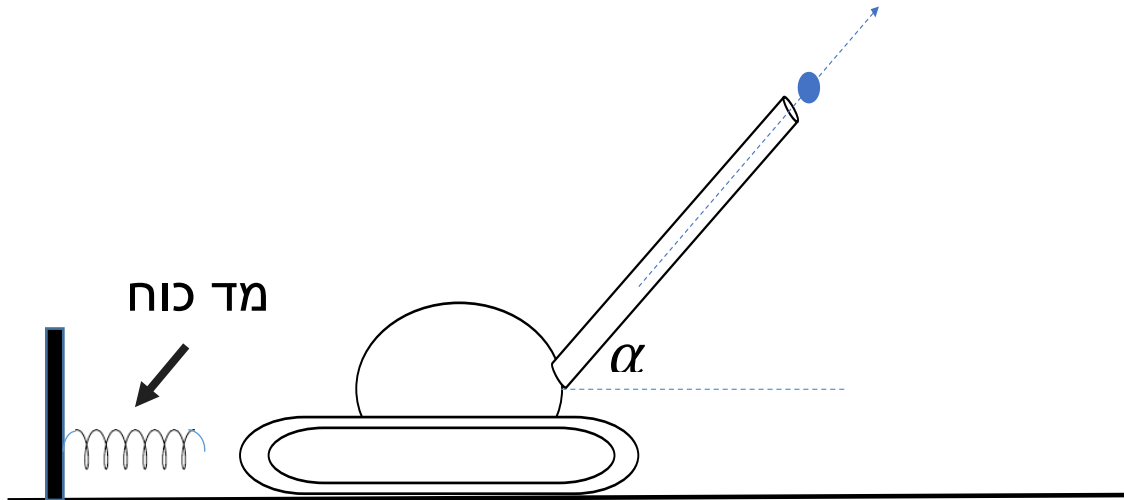
ד. באמצעות הגרף והשיפוע שקיבלתם, חשבו את מסת הדגימה m ואת אורך החוט l . פרטו חישוביכם. (9 נק')

ה. אם ממשיכים את קו המגמה המתאר את סדרת המדידות אל עבר תדירויות גבוהות מאלו שנמדדו, מקבלים עבור תדירות של 4Hz כוח נורמלי שלילי. אילו הייתה מבוצעת מדידה בתדירות זו, האם אכן היה מתקבל כוח נורמלי שלילי? אם כן, הסבירו את משמעותו הפיזיקלית. אם לא, איזה כוח נורמלי היה נמדד? נמקו.

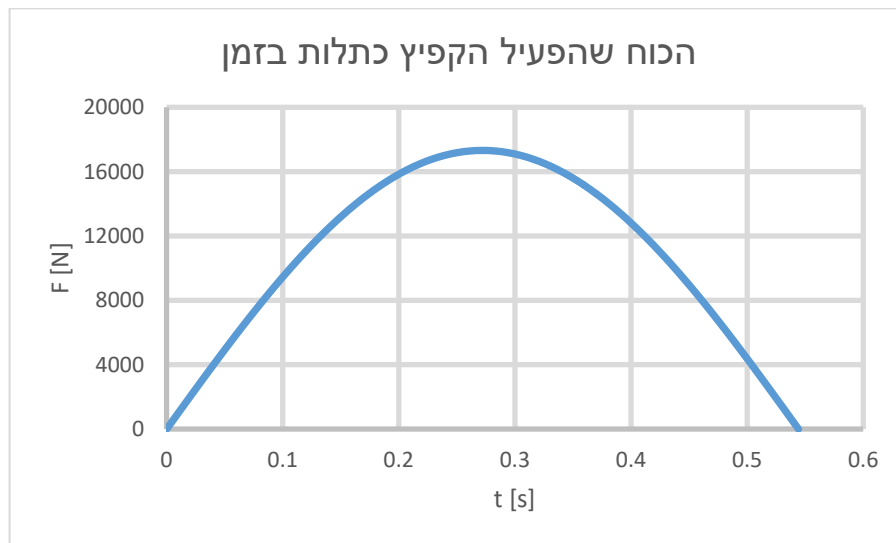
(1/3 4 נק')

שאלה 4

בניסוי שערכו במפעל לייצור טנקים ירו מטנק שמסתו M פגז שמסתו m בזווית α מעל האופק כמתואר בתרשים.



כתוצאה מן הירי הטנק נרתע לאחור במהירות אופקית שנשמנה v במסלול ללא חיכוך, ומתנגש ברגע $t=0$ במד כוח המחובר לקיר נייד. הגרף שלפניכם מתאר את קריאת מד הכוח כתלות בזמן.



א. האם התנע במערכת הטנק והפגז נשמר בעת הירי? בתשובתכם התייחסו הן לציר האנכי והן לציר האופקי. הסבירו את קביעתכם. (6 נק')

שימו לב, המשך השאלה בעמוד הבא

נתון כי גודל מהירות הטנק לפני הפגיעה במד הכוח שווה לגודל מהירות הטנק אחרי הפגיעה במד הכוח.

ב. באמצעות הפרמטרים M, m, v, α (או חלקם) פתחו ביטוי לשינוי הכולל בתנע של הטנק כתוצאה מההתנגשות במד הכוח. שימו לב שלא חובה להשתמש בכל הפרמטרים הנתונים. פרטו שיקוליכם. (6 נק')
 פתחו ביטוי לשינוי הכולל בתנע של הטנק כתוצאה מההתנגשות במד הכוח. שימו לב שלא חובה להשתמש בכל הפרמטרים הנתונים. פרטו שיקוליכם. (6 נק')

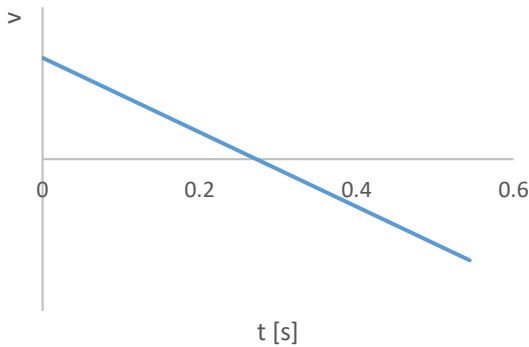
נתון כי $M = 3000kg, m = 5kg, \alpha = 53^\circ$. כמו כן, ידוע כי השטח הכלוא בין גרף $F(t)$ ובין ציר הזמן הוא בדיוק 15 משבצות.

ג. מצאו בעזרת הגרף $F(t)$ את הערך המספרי של מהירות הטנק רגע קצר אחרי הירי (ולפני פגיעתו במד הכוח). פרטו חישוביכם. (7 נק')

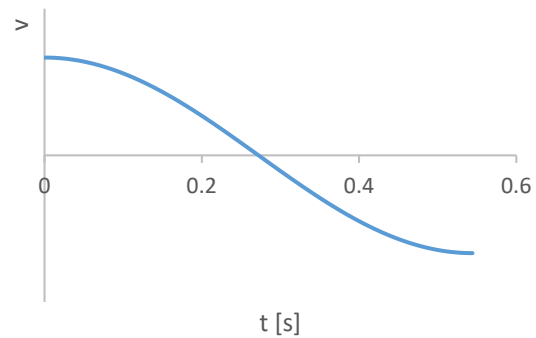
ד. מצאו את רכיבי המהירות (האופקי והאנכי) של הקליע ברגע הירייה. פרטו חישוביכם. (8 נק')

ה. בגרפים הבאים, מהירות חיובית מתארת תנועה שמאלה. איזה מהגרפים הבאים מתאר בצורה סכמטית את מהירות הטנק כתלות בזמן החל מרגע $t=0$. נמקו תשובתכם. (6 1/3 נק')

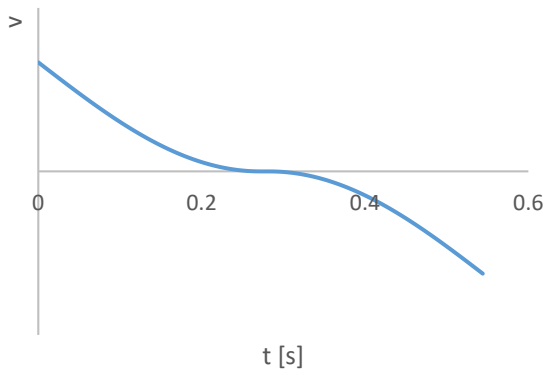
גרף ב



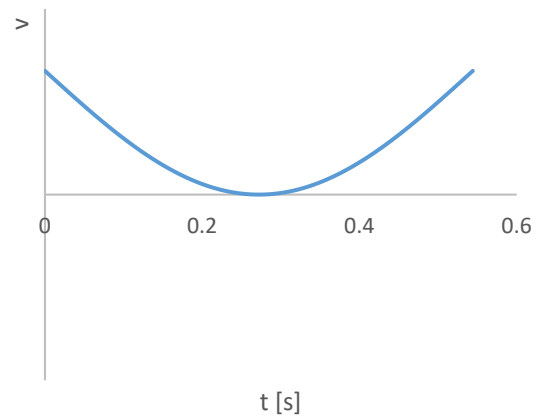
גרף א



גרף ד



גרף ג



שאלה 5

קונדסון נוהג להעניק מתנות לחבריו הדרדסים. אך כשמו כן הוא - המתנות הן פעולת קונדס. כשפותחים את החבילה היא מתפוצצת, וקונדסון צווח "הפתעה!". הפעם הוא הכין הפתעה מתוחכמת. באמצעות שלט רחוק מפעיל קונדסון את התפוצצות החבילה. הוא מדביק את החבילה על קפיץ אנכי כאשר הקפיץ רפוי (ראו איור) מבלי לעזוב אותה, כך שמשקל החבילה עדיין אינו מעיק על הקפיץ. בסיום ההדבקה הוא משחרר את החבילה ממנוחה, ורץ למחבוא לארוב למי שיתקרב. החבילה לא נפרדת מן הקפיץ במשך כל התנועה, ומבצעת תנודות הרמוניות מרגע עזיבתה.



מסת החבילה $m = 2kg$. קבוע הקפיץ $k = 100 \frac{N}{m}$

- א. 1. מצאו את זמן המחזור של תנודות החבילה. פרטו חישוביכם.
2. מצאו מהי מידת הכיווץ של הקפיץ בנקודת שיווי המשקל.
3. מהי משרעת התנודות? נמקו.

(16 נק')

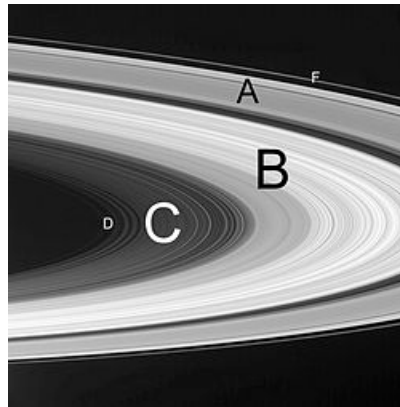
- ב. מהו הכוח שמפעיל הקפיץ על החבילה ברגע בו גודל מהירות החבילה מרבי? נמקו (7 1/3 נק')

ג. באיזו נקודה לאורך מסלול תנועת החבילה:

1. האנרגיה הקינטית מרבית? נמקו וחשבו את ערכה.
2. האנרגיה הפוטנציאלית האלסטית המרבית? נמקו וחשבו את ערכה.

(10 נק')

שאלה 6



כוכב הלכת שבתאי מפורסם בטבעות שלו. היום ידוע כי הן מורכבות ממספר עצום של חלקיקים זעירים, שמקיפים את שבתאי בהשפעת הכבידה שלו.

ידוע כי החלקיקים הללו מסתובבים במעגל. רדיוס הסיבוב הוא בין 70,000 ק"מ לטבעת הפנימית ביותר ועד 140,000 ק"מ לחיצונית ביותר. כמו כן מהירות החלקיקים בקצה הרחוק של הטבעת החיצונית היא 17 ק"מ בשנייה.

א. האם חלקיק בטבעת החיצונית ביותר נע מהר יותר, לאט יותר, או במהירות זהה לזו של חלקיק בטבעת הפנימית ביותר? נמקו תשובתכם.

(6 נק')
 ב. (1) חשבו את ערך המסה של שבתאי, M , באמצעות נתוני השאלה. פרטו חישוביכם.
 (2) מה השגיאה היחסית של הערך המחושב ביחס לערך הרשמי של מסת שבתאי? פרטו חישוביכם.

(9 נק')
 ג. חללית מחקר שמסתה 500 ק"ג שוגרה מכדור הארץ והוכנסה למסלול מעגלי סביב שבתאי ברדיוס של 250,000 ק"מ. מה זמן המחזור של החללית? פרטו חישוביכם.

(6 נק')
 ד. בשלב מאוחר יותר, היא עברה למסלול מעגלי נמוך יותר ברדיוס של 125,000 ק"מ. האם האנרגיה הכוללת של החללית במסלול החדש זהה לאנרגיה הכוללת במסלול הקודם? אם כן – נמקו. אם לא – נמקו וכתבו פי כמה גדלה/קטנה האנרגיה הכוללת.

(6 נק')
 ה. מה תוספת האנרגיה המינימלית שיש להעניק לחללית במצב של סעיף ד' כדי לשחרר אותה כליל מכוח הכובד של שבתאי? פרטו חישוביכם.

(1/3 6 נק')