

פיזיקה מכניקה הוראות

א. משך הבחינה: שעתיים ורבע.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש 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) יש לענות על שלוש שאלות בלבד. אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברת.

יש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף.

(2) בשאלות שבפתרון שלהן נדרש חישוב, יש להציג 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 מתאים של ספרות משמעותיות וכן יחידות המידה.

(3) את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. יש להשתמש בסרגל לסרטוט קווים ישרים.

(4) כאשר 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 .

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

(6) יש לכתוב את התשובות בעט. מותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.

(7) במקרה של טעות, אפשר להסתפק בהעברת קו חוצה כפול על המילים או המשפטים השגויים.

יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

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

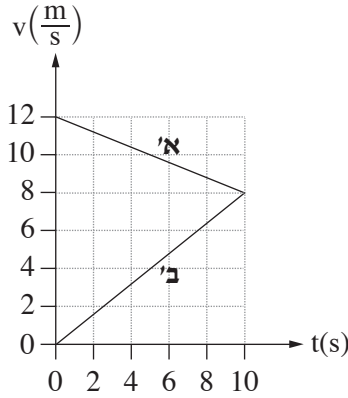
בהצלחה!

השאלות

ענו 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', נסעו על כביש ישר. ברגע $t = 0$ שתי המכוניות היו בנקודה $x = 0$. הגרפים בתרשים שלפניכם מתארים את המהירויות של המכוניות א' ו-ב' כפונקצייה של הזמן, החל מרגע $t = 0$ ועד רגע $t = 10$ s. הכיוון ימינה מוגדר חיובי.



- א. חשבו את התאוצה (גודל וכיוון) של כל אחת משתי המכוניות בפרק הזמן $0 < t < 10$ s. (8 נקודות)
- ב. ענו על שני התת-סעיפים (1) ו-(2) עבור הרגע $t = 10$ s.

(1) קבעו אם שתי המכוניות נעו באותו כיוון או בכיוונים מנוגדים. נמקו את קביעתכם.

(2) קבעו אם המרחק של מכונית א' מן הנקודה $x = 0$ היה גדול מן המרחק של מכונית ב' מנקודה זו, קטן ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם.

(6 נקודות)

לאחר רגע $t = 10$ s, מכונית א' המשיכה לנוע באותה התאוצה כפי שחישבתם בסעיף א, עד שהגיעה לתחנת אוטובוס ונעצרה.

ג. (1) חשבו את המרחק של תחנת האוטובוס מן הנקודה $x = 0$.

(2) חשבו את משך הזמן שעבר מרגע $t = 0$ ועד לרגע שמכונית א' הגיעה לתחנת האוטובוס.

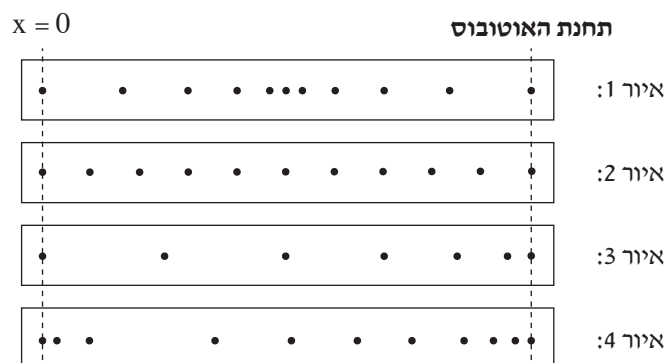
(8 נקודות)

ברגע $t = 10$ s, מכונית ב' התחילה להאט בתאוצה קבועה עד שנעצרה באותה תחנת אוטובוס שבה נעצרה מכונית א'.

ד. חשבו כמה זמן עבר מרגע שנעצרה מכונית א' בתחנת האוטובוס, ועד הרגע שנעצרה בה מכונית ב'. (7 נקודות)

ה. בתחתית מכונית ב' קרוב מאוד לכביש, הורכב התקן מיוחד ששיחרר טיפת צבע לכביש בהפרשי זמן קבועים, טיפה אחת בכל פעם.

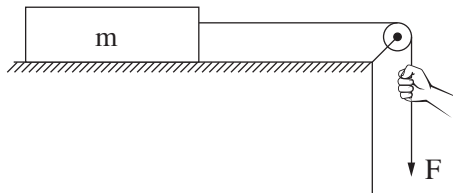
קבעו איזה מבין האירורים 1-4 שלפניכם מתאר באופן הטוב ביותר את תרשים העקבות שהתקבל מטיפות הצבע במהלך תנועתה של מכונית ב' מרגע $t = 0$ ועד הרגע שנעצרה בתחנת האוטובוס. ($\frac{1}{3}$ נקודות)



2. תלמידת פיזיקה ערכה ניסוי ובו תיבה שמסתה m מונחת על משטח אופקי מחוספס. התיבה קשורה בחוט העובר דרך גלגלת, כמתואר בתרשים שלפניכם.

מסת החוט ומסת הגלגלת ניתנים להזנחה. מקדם החיכוך (הסטטי והקינטי) בין התיבה למשטח הוא μ .

במהלך הניסוי משכה התלמידה את הקצה של החוט בכוח F כלפי מטה ומדדה את גודל התאוצה a של התיבה במהלך תנועתה. התלמידה חזרה על המדידות פעמים אחדות, ובכל פעם היא שינתה את גודל הכוח F ומדדה את גודל התאוצה a .

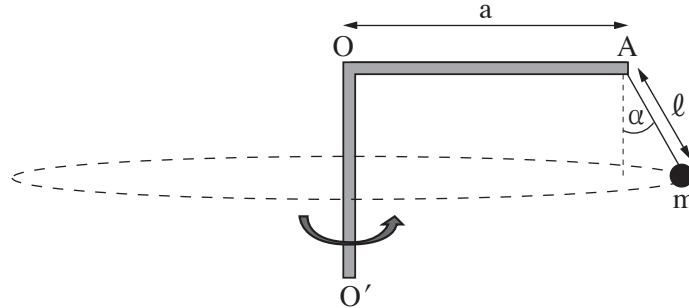


תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם:

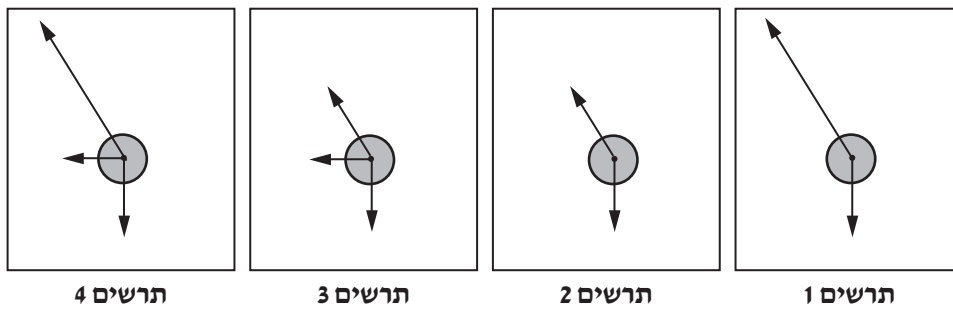
F (N)	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5
a ($\frac{m}{s^2}$)	1.9	2.7	3.4	4.2	5.0

- א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על התיבה. ליד כל כוח רשמו את שמו וציינו מי מפעיל אותו. (6 נקודות)
- ב. בלי להסתמך על תוצאות המדידות של התלמידה, פתחו ביטוי של תאוצת התיבה a כפונקצייה של הכוח F . בטאו את תשובתכם באמצעות הפרמטרים m , μ , g . (8 נקודות)
- ג. (1) סרטטו דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) המתארת את גודל תאוצת התיבה a כפונקצייה של הכוח F . (2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה). (8 נקודות)
- ד. היעזרו בגרף שסרטטתם וענו על שני התת־סעיפים (1)–(2). (1) חשבו את מסת התיבה m . (2) חשבו את מקדם החיכוך μ בין התיבה למשטח. (7 נקודות)
- ה. התלמידה ערכה מדידה נוספת, ובה היא משכה את החוט בכוח של $F = 1.5N$. קבעו מה הייתה תאוצת התיבה במקרה זה. הסבירו את קביעתכם. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

3. באיור שלפניכם מתואר מתקן הבנוי ממוט אופקי AO שאורכו $a = 3\text{m}$ המחובר לציר אנכי OO' . בנקודה A של המוט מחובר חוט שבקצהו קשור גוף קטן m . נתון: $m = 2\text{kg}$, אורך החוט הוא $\ell = 1\text{m}$. מסת החוט ניתנת להזנחה. המתקן מסתובב בתדירות קבועה f , והגוף m נע במסלול מעגלי אופקי. במצב זה, הזווית שבין החוט ובין הכיוון האנכי היא $\alpha = 30^\circ$.

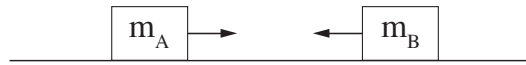


א. לפניכם ארבעה תרשימי כוחות, 1-4. אורכי הווקטורים הם יחסיים (פרופורציוניים) לגודלי הכוחות. קבעו מהו התרשים המתאר באופן הטוב ביותר את הכוחות הפועלים על הגוף m בזמן שהמתקן מסתובב. (5 נקודות)



- ב. חשבו את מתיחות החוט בזמן שהמתקן מסתובב. (8 נקודות)
- ג. קבעו אם מתיחות החוט כאשר המתקן אינו מסתובב גדולה מן המתיחות שחישבתם בסעיף ב, קטנה ממנה או שווה לה. נמקו את קביעתכם. (8 נקודות)
- ד. חשבו את f , תדירות הסיבוב. (8 נקודות)
- ה. נתון שהמתיחות המרבית שהחוט יכול לשאת בלי להיקרע היא 45N . חשבו את תדירות הסיבוב המרבית שבה המתקן יכול להסתובב בלי שהחוט ייקרע. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

4. שתי תיבות A ו-B שמסותיהן m_A ו- m_B בהתאמה, נעות זו לקראת זו על משטח אופקי חסר חיכוך כמתואר בתרשים 1.

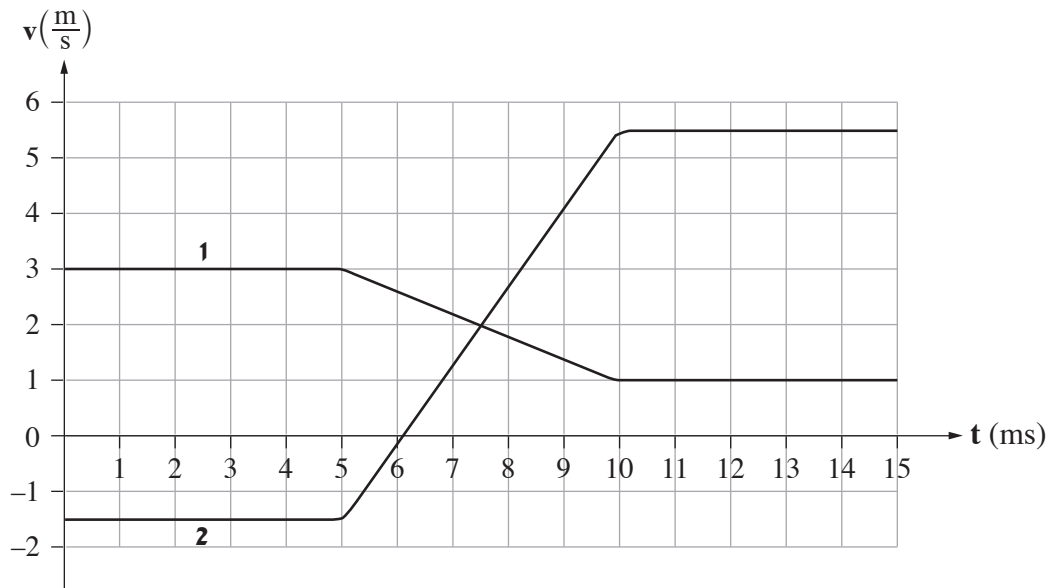


תרשים 1

נתון: $m_A = 0.14\text{kg}$. מסתה של תיבה B אינה נתונה.

חיישן תנועה עוקב אחרי תנועת התיבות ומוודד את מהירותן כתלות בזמן. הכיוון החיובי נקבע ימינה.

תוצאות המדידות של החיישן מוצגות בגרפים 1, 2 שבתרשים 2.

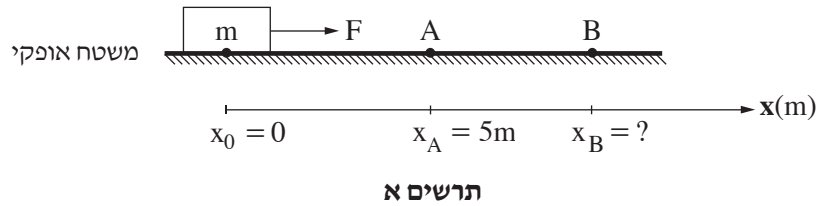


תרשים 2

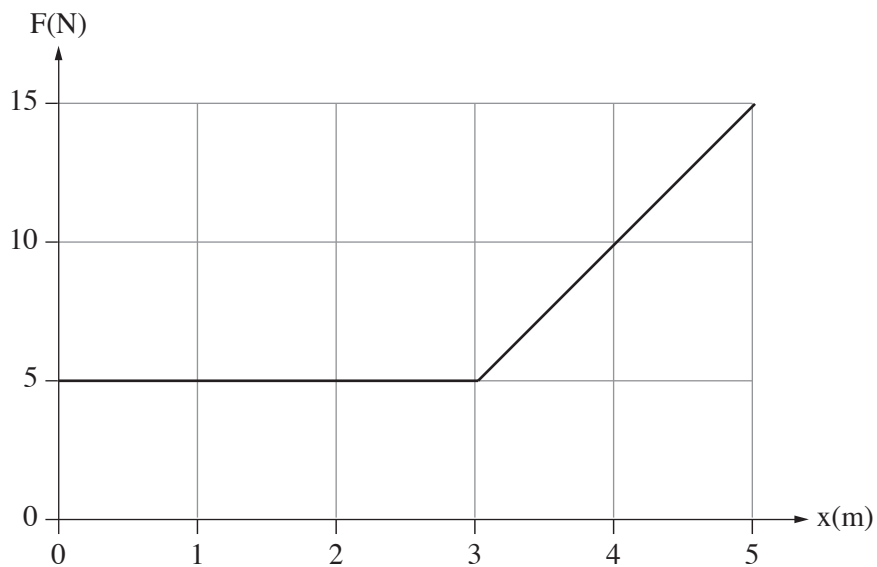
שימו לב: הערכים של ציר הזמן נתונים ביחידות ms (מילי-שניות).

- א. קבעו איזה מן הגרפים, 1 או 2, מייצג את מהירותה של תיבה B. הסבירו את קביעתכם. (4 נקודות)
- ב. חשבו את m_B , מסת תיבה B. (9 נקודות)
- ג. חשבו את המתקף (גודל וכיוון) שהפעילה תיבה B על תיבה A. (8 נקודות)
- ד. חשבו את הכוח הממוצע (גודל וכיוון) שהפעילה תיבה B על תיבה A. (8 נקודות)
- ה. שני תלמידים נשאלו בנוגע לגודל המתקף שהפעילה תיבה A על תיבה B. תלמיד א' טען שעל התיבה שמסתה גדולה יותר פעל מתקף שגודלו גדול יותר. תלמיד ב' טען שעל כל אחת משתי התיבות פעל מתקף בגודל שווה, ללא קשר למסה של התיבות. מי מבין שני התלמידים צודק? הסבירו את תשובתכם. ($4\frac{1}{3}$ נקודות)

5. גוף שמסתו $m = 2\text{kg}$ מונח על משטח אופקי מחוספס. מקדם החיכוך הקינטי בין הגוף לבין המשטח הוא $\mu = 0.2$. מגדירים ציר מקום, x , שראשיתו $x_0 = 0$ במיקום שבו הגוף מונח, וכיוונו החיובי ימינה (ראו תרשים א). מפעילים על הגוף כוח אופקי F שכיוונו ימינה והגוף מתחיל לנוע על המשטח. כאשר הגוף מגיע לנקודה A ששיעורה $x_A = 5\text{m}$, הכוח F מפסיק לפעול. מן הנקודה A הגוף ממשיך לנוע על המשטח עד שהוא נעצר בנקודה B. נסמן ב- x_B את המיקום של הנקודה B. שימו לב: תרשים א אינו בקנה מידה.



בגרף שבתרשים ב מוצג גודלו של הכוח F כפונקצייה של מיקום הגוף.



תרשים ב

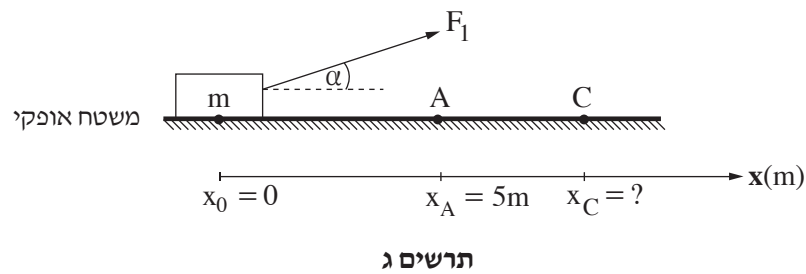
- א. קבעו מהו הגודל הפיזיקלי שמבטא השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר המיקום (x) כאשר הכוח F פועל, וחשבו את גודלו של השטח הכלוא. (6 נקודות)
- ב. חשבו את עבודת כוח החיכוך מתחילת תנועתו של הגוף עד להגעתו לנקודה A. (8 נקודות)
- ג. חשבו את מהירות הגוף בחולפו בנקודה A. (8 נקודות)
- ד. חשבו את x_B , שיעור הנקודה B שבה נעצר הגוף. (7 נקודות)
- (שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

במקרה אחר, מפעילים על הגוף כוח F_1 שאינו אופקי, אלא מוטה בזווית α כלפי מעלה (ראו תרשים ג), כך שהגוף אינו מתנתק מן המשטח במהלך תנועתו.

הגרף שבתרשים ב מתאר גם את גודל הרכיב האופקי של הכוח F_1 כפונקצייה של מיקום הגוף.

בהשפעת הכוח F_1 הגוף מתחיל לנוע על המשטח מן הנקודה $x_0 = 0$. כאשר הגוף מגיע לנקודה A הכוח F_1 מפסיק לפעול.

מן הנקודה A הגוף ממשיך לנוע על המשטח עד שהוא נעצר בנקודה C. נסמן ב- x_C את המיקום של הנקודה C. **שימו לב:** תרשים ג אינו בקנה מידה.



ה. לפניכם ארבעה ביטויים, 1-4. קבעו מהו הביטוי הנכון. נמקו את קביעתכם.

1. $x_C < x_B$

2. $x_C = x_B$

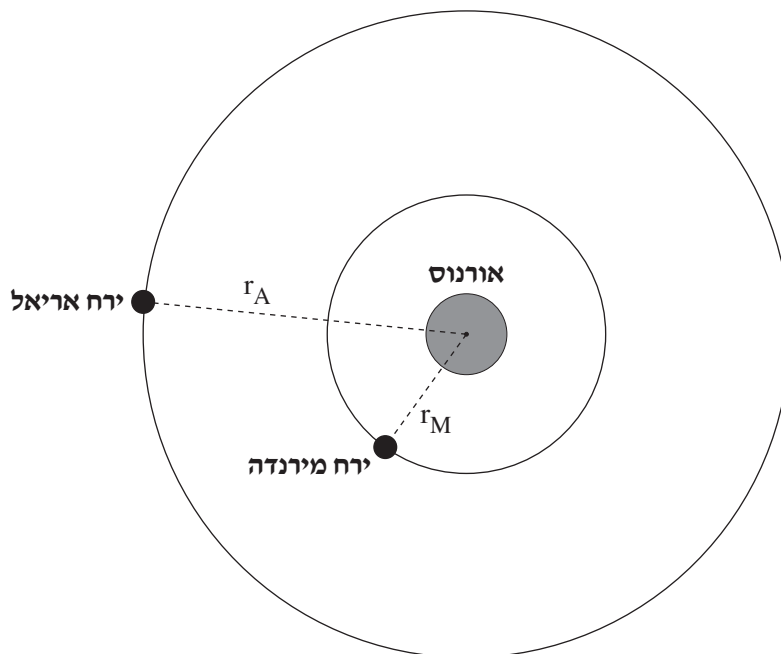
3. $x_C > x_B$

4. אי אפשר לקבוע את הקשר בין x_B לבין x_C ללא מידע נוסף.

($4\frac{1}{3}$ נקודות)

כבידה

6. בשנת 1781 גילה האסטרונום סר ויליאם הרשל את כוכב הלכת אורנוס. נתונים על אודות כוכב הלכת אורנוס מוצגים בנספח שברשותכם: "נוסחאות ונתונים בפיזיקה" (נוסחאון).
- א. חשבו את גודל תאוצת הנפילה החופשית על פני כוכב הלכת אורנוס. (6 נקודות)
- סביב כוכב הלכת אורנוס נעים שניים מן הירחים שלו, אריאל ומירנדה, כמתואר בתרשים שלפניכם (הניחו שמסלוליהם מעגליים). התרשים אינו בקנה מידה.
- מירנדה מקיף את אורנוס במסלול שרדיוסו $r_M = 13 \cdot 10^7 \text{ m}$ וזמן המחזור שלו T_M .
- אריאל מקיף את אורנוס במסלול שרדיוסו $r_A = 19 \cdot 10^7 \text{ m}$ וזמן המחזור שלו T_A .



- ב. חשבו את גודל התאוצה הרדיאלית של **מירנדה** בתנועתו סביב אורנוס. (8 נקודות)
- ג. חשבו את זמן המחזור T_M של **מירנדה** בתנועתו סביב אורנוס. (8 נקודות)
- ד. חשבו את היחס בין זמן המחזור של אריאל לבין זמן המחזור של מירנדה, $\frac{T_A}{T_M}$. (7 נקודות)

רוצים לשגר שני לוויינים מלאכותיים שינועו סביב כדור הארץ:

לוויין א שינוע במסלול מעגלי שרדיוסו שווה לזה של מירנדה סביב אורנוס,

ולוויין ב שינוע במסלול מעגלי שרדיוסו שווה לזה של אריאל סביב אורנוס.

- ה. קבעו אם היחס בין זמן המחזור של לוויין ב לבין זמן המחזור של לוויין א $\left(\frac{T_B}{T_A}\right)$ בתנועתם סביב כדור הארץ, יהיה שווה ליחס בין זמני המחזור של הירחים אריאל ומירנדה $\left(\frac{T_A}{T_M}\right)$ שחישבתם בסעיף ד או שונה ממנו. נמקו את קביעתכם. $\left(\frac{1}{3}\right)$ (4 נקודות)

בהצלחה!