

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; $3 \times 33\frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון.
(2) נספח נוסחאות ונתונים בפיזיקה המצורף לשאלון.
- ד. הוראות מיוחדות:
(1) ענה על מספר שאלות כפי שהתבקשת. תשובות לשאלות נוספות לא ייבדקו.
(התשובות ייבדקו לפי סדר הופעתן במחברת הבחינה.)
(2) בפתרון שאלות שנדרש בהן חישוב, רשום את הנוסחאות שאתה משתמש בהן.
כאשר אתה משתמש בסימן שאינו בדפי הנוסחאות, כתוב במילים את פירוש הסימן.
לפני שאתה מבצע פעולות חישוב, הצב את הערכים המתאימים בנוסחאות.
רשום את התוצאה שקיבלת ביחידות המתאימות.
אירישום הנוסחה או אי-ביצוע ההצבה או אירישום היחידות עלולים להפחית נקודות מן הציון.
(3) כאשר אתה נדרש להביע גודל באמצעות נתוני השאלה, רשום ביטוי מתמטי הכולל את נתוני השאלה או חלקם;
במידת הצורך אפשר להשתמש גם בקבועים בסיסיים, כגון תאוצת הנפילה החופשית g או המטען היסודי e .
(4) בחישוביך השתמש בערך 10 m/s^2 לתאוצת הנפילה החופשית.
(5) כתוב את תשובותיך בעט. כתיבה בעיפרון או מחיקה בטיפקס לא יאפשרו ערעור.
מותר להשתמש בעיפרון לסרטטים בלבד.

כתוב במחברת הבחינה בלבד. רשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.
כתיבת טיוטה בדפים שאינם במחברת הבחינה עלולה לגרום לפסילת הבחינה.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר ומכוונות לנבחנות ולנבחנים כאחד.

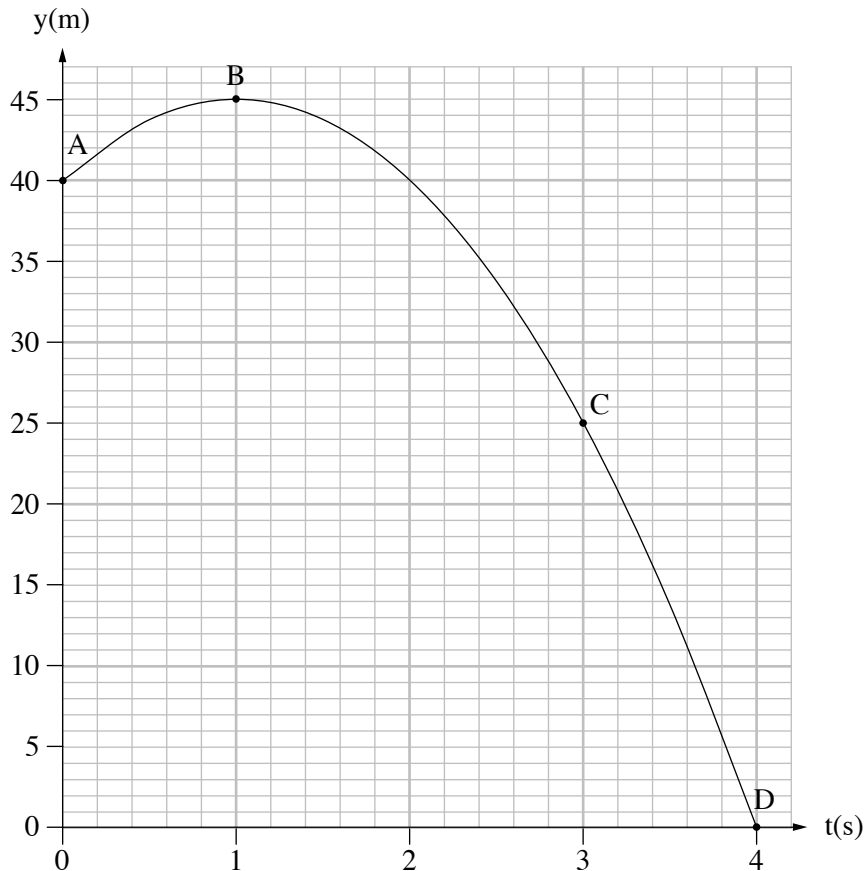
בהצלחה!

השאלות

ענה על שלוש מן השאלות 1-6.

(לכל שאלה – $33\frac{1}{3}$ נקודות; מספר הנקודות לכל סעיף רשום בסופו.)

1. אדם עמד על גג של בניין וזרק כדור בכיוון אנכי כלפי מעלה. הגרף שלפניך מתאר את המיקום האנכי של הכדור כפונקציה של הזמן מרגע הזריקה ועד לסף פגיעתו בקרקע. בגרף מסומנות הנקודות A, B, C ו-D.



התנגדות האוויר ניתנת להזנחה.

- א. חשב את גודל המהירות ההתחלתית שבה נזרק הכדור. (6 נקודות)
- ב. (1) קבע אם **גודל המהירות הרגעית** של הכדור בנקודה C קטן מגודל המהירות הרגעית בנקודה A, גדול ממנו או שווה לו. נמק את קביעתך.
- (2) קבע אם **התאוצה** של הכדור בנקודה B זהה לתאוצתו בנקודה A. נמק את קביעתך. בתשובתך התייחס לגודל ולכיוון של התאוצה.
- (8 נקודות)

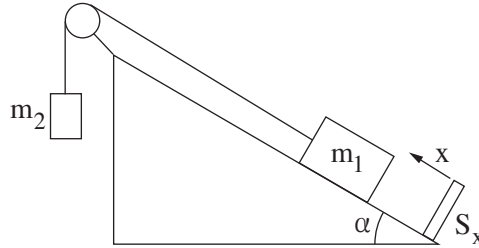
ג. חשב את המהירות הממוצעת (גודל וכיוון) של הכדור במהלך תנועתו, מרגע הזריקה ועד לסף פגיעתו בקרקע. (6 נקודות)

ד. סרטט במחברתך גרף של מהירות הכדור כפונקציה של הזמן במהלך תנועתו, מרגע הזריקה ועד לסף פגיעתו בקרקע. בגרף שסרטטת סמן באותיות a , b , c ו- d את הנקודות המייצגות בהתאמה את המהירות של הכדור בנקודות A , B , C ו- D . (8 נקודות)

האדם זרק את הכדור פעם נוספת מאותו מקום ובאותה מהירות התחלתית (גודל וכיוון). ברגע שהכדור חלף בנקודה C הופעל עליו כוח אופקי רגעי.

ה. קבע אם הגרף $y(t)$ הנתון בשאלה ישתנה בגלל הפעלת הכוח. נמק את קביעתך. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

2. תלמידים ערכו ניסוי חקר תנועה באמצעות מערכת המורכבת משני גופים: גוף שמסתו $m_1 = 0.5\text{kg}$ וגוף שמסתו m_2 . הגוף m_1 מוחזק במנוחה על מישור משופע חלק, וקשור לגוף m_2 באמצעות חוט העובר על פני גלגלת חסרת חיכוך (ראה תרשים). המישור המשופע נטוי בזווית $\alpha = 30^\circ$ לאופק. בתחתית המישור מצוי חיישן תנועה S_x , הניצב למישור המשופע ומחובר למחשב. הכיוון החיובי של תנועת הגוף m_2 נקבע כלפי מטה והכיוון החיובי של תנועת הגוף m_1 נקבע במעלה המישור. הנח כי התנגדות האוויר, מסת הגלגלת ומסת החוט זניחות.



ברגע $t = 0$ הפעילו את החיישן, שחררו את הגוף m_1 והגוף התחיל לנוע במעלה המישור. על מסך המחשב התקבלה טבלת הערכים שלפניך, המציגה את מהירות הגוף m_1 כפונקציה של הזמן.

| | | | | | | |
|------------------|------|------|------|------|------|------|
| t(s) | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 |
| $v(\frac{m}{s})$ | 0.45 | 0.70 | 1.15 | 1.50 | 1.95 | 2.25 |

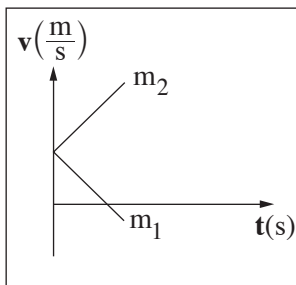
הנח כי הגוף m_1 אינו מגיע עד לגלגלת וכי הגוף m_2 אינו מגיע עד לרצפה.

- א. התבסס על הטבלה הנתונה וסרטט גרף של מהירות הגוף m_1 כפונקציה של הזמן. (8 נקודות)
- ב. חשב את שיפוע הגרף וציין את משמעותו הפיזיקלית. (5 נקודות)
- ג. רשום את משוואות הכוחות של כל אחד משני הגופים. (6 נקודות)
- ד. חשב את מתיחות החוט במהלך התנועה. (5 נקודות)

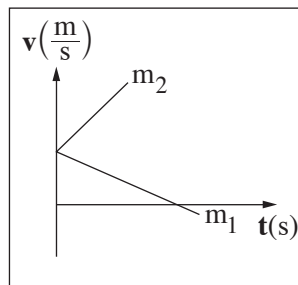
כעבור שנייה אחת מתחילת המדידה נקרע החוט.

- ה. חשב את $\frac{a_1}{a_2}$, היחס בין התאוצות של הגופים m_1 ו- m_2 , לאחר קריעת החוט. (5 נקודות)
- ו. קבע איזה מן הגרפים 1-4 שלפניך מתאר נכון את מהירות הגופים כתלות בזמן מרגע קריעת החוט.

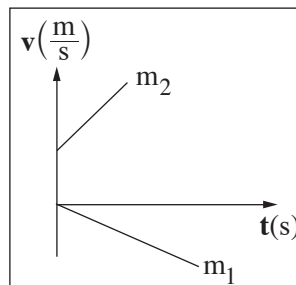
נמק את קביעתך. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)



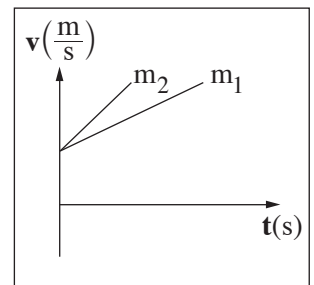
4



3

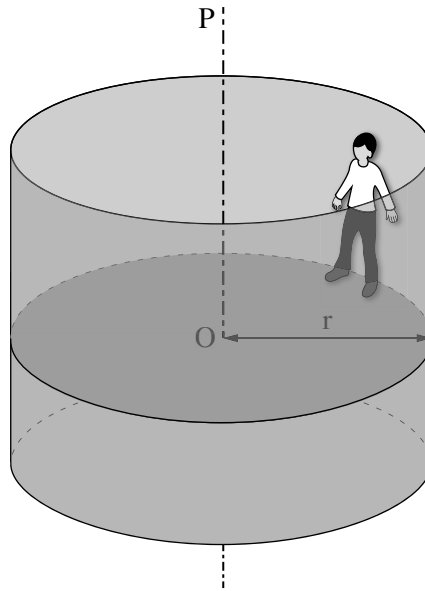


2



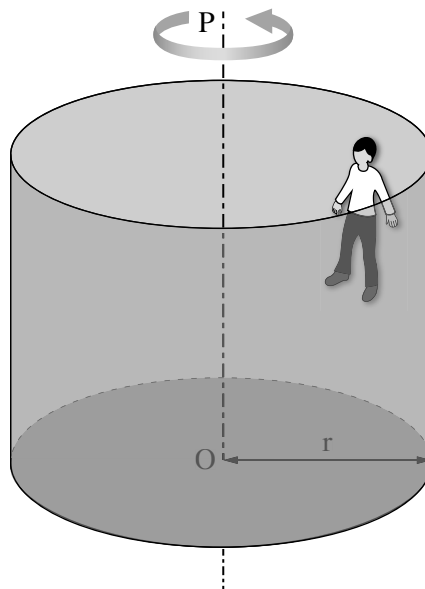
1

3. בתרשים 1 מתואר מתקן בפארק שעשועים. צורתו של המתקן היא גליל שרדיוסו $r = 3\text{m}$, והוא יכול להסתובב סביב צירו האנכי OP. אדם שמסתו $m = 70\text{ kg}$ עומד על הרצפה בתוך הגליל, צמוד בגבו אל הדופן הפנימית של הגליל. מקדם החיכוך הסטטי בין האדם לדופן הוא $\mu_s = 0.6$.



תרשים 1

מתחילים לסובב את הגליל סביב הציר OP, ומהירותו הולכת וגדלה. כאשר מהירות הסיבוב של הגליל מגיעה לערך מסוים, מורידים למטה את רצפת הגליל, אך מיקומו של האדם ביחס לדופן הגליל לא משתנה (ראה תרשים 2).



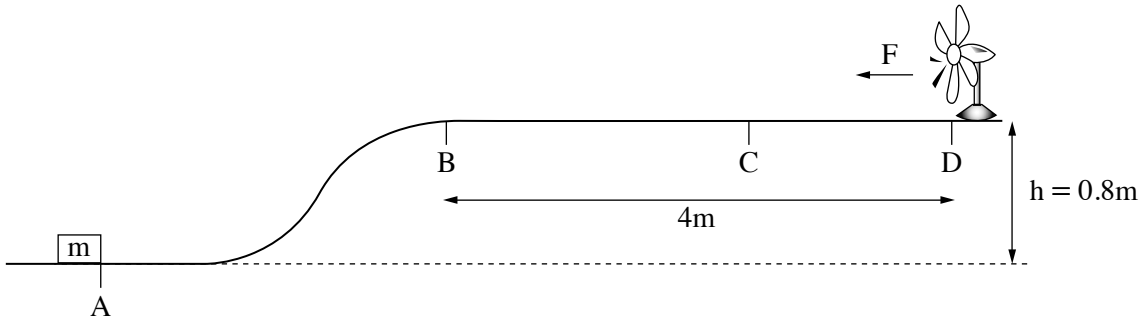
תרשים 2

(שים לב: סעיפי השאלה בעמוד הבא.)

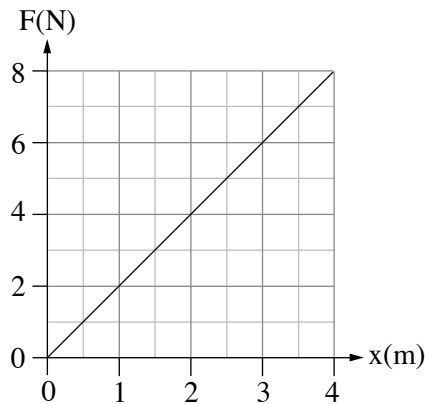
הסעיפים שלפניך מתייחסים למצב המתואר בתרשים 2, שבו אין מגע בין רגלי האדם לרצפת הגליל.

- א.** סרטט במחברתך את תרשים הכוחות הפועלים על האדם. ליד כל כוח רשום את שמו. (6 נקודות)
- ב.** רשום את משוואת הכוחות הפועלים על האדם בכל אחד משני הצירים, הציר האנכי והציר האופקי (הרדיאלי). (7 נקודות)
- ג.** חשב את הגודל של המהירות הזוויתית המינימלית הדרושה כדי שהאדם יישאר צמוד לדופן הגליל, מבלי שמיקומו האנכי ישתנה. (8 נקודות)
- ד.** קבע אם תשובתך על סעיף ג תשתנה אם מסת האדם תהיה 90kg. הנח שמקדם החיכוך לא השתנה. נמק את תשובתך. (6 נקודות)
- מסובבים את הגליל במהירות זוויתית $\omega = 2.6 \frac{1}{s}$, שבה מיקומו של האדם לא משתנה ביחס לדופן הגליל.
- ה.** חשב את הגודל של כוח החיכוך הסטטי הפועל על אדם שמסתו $m = 90\text{kg}$ במהירות זו. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

4. כדי לחקור את נושא האנרגייה המכנית, תלמיד בנה מערכת ובה תיבה שמסתה $m = 2\text{kg}$, משטח AD ומאונרר (ראה תרשים). הקטע BD של המשטח הוא מישור אופקי שאורכו 4m , וגובהו מעל הקרקע הוא $h = 0.8\text{m}$. החיכוך בין המשטח ובין התיבה ניתן להזנחה.



התלמיד הציב את התיבה בנקודה A ואת המאונרר בנקודה D. המאונרר הניע את האוויר ויצר רוח אופקית. הנח כי גודל הכוח F שהרוח הפעילה על התיבה תלוי לינארית במרחק x של התיבה מן הנקודה B, כמתואר בגרף שלפניך. גודל הכוח הוא מרבי (מקסימלי) בנקודה D ומתאפס בנקודה B. משמאל לנקודה B הרוח אינה משפיעה.



בשאלה זו יש להתחשב בהשפעת האוויר מן המאונרר בלבד, ולהזניח כל השפעה אחרת של האוויר.

- א. חשב את גודל המהירות המוזערית (מינימלית) שיש להעניק לתיבה הנמצאת בנקודה A כדי שתנוע במעלה המשטח ותגיע לנקודה B. (6 נקודות)

בנקודה A העניק התלמיד לתיבה מהירות התחלתית $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ שכיוונה ימינה. כאשר הגיעה התיבה לנקודה B החל להשפיע עליה הכוח $F(x)$. בנקודה C נעצרה התיבה עצירה רגעית.

- ב. חשב את עבודת הכוח $F(x)$ מן הנקודה B עד לנקודה C. (7 נקודות)
- ג. חשב את המרחק של הנקודה C מן הנקודה B. (8 נקודות)

לאחר העצירה הרגעית בנקודה C, התיבה נעה חזרה לכיוון הנקודה B.

ד. תאר במילים את תנועתה של התיבה מן הנקודה C ועד לנקודה B. בתשובתך התייחס למאפיינים האלה:

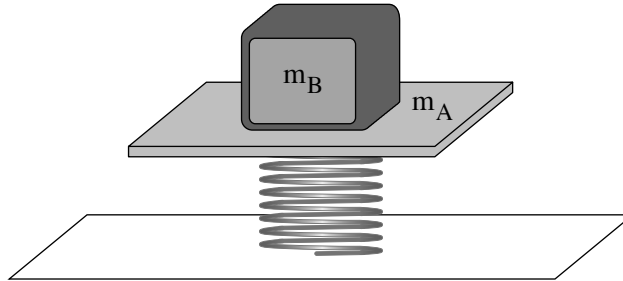
תנועה קצובה או מואצת, תאוצה קבועה או משתנה, גודל מהירות קטן או גדל. (6 נקודות)

ה. קבע את גודל מהירות התיבה בהגיעה חזרה לנקודה A. נמק את קביעתך.

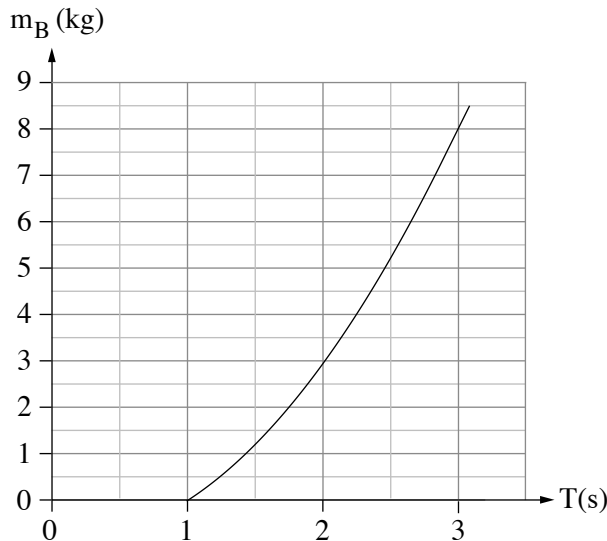
בתשובתך התייחס גם לכוחות הלא משמרים הקיימים במערכת. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות) /המשך בעמוד 8/

תנועה הרמונית

5. בתרשים שלפניך מוצגת מערכת למדידת מסה של גופים (שלא באמצעות מאזני קפיץ). המערכת מורכבת מקפיץ שהקבוע שלו k , ועליו מונח משטח A שמסתו m_A . מסת הקפיץ זניחה. מניחים גוף B , שאת מסתו m_B רוצים למדוד, על גבי המשטח A , ומחברים ביניהם, כדי שהמשטח A והגוף B יישארו צמודים בכל מהלך הניסוי.

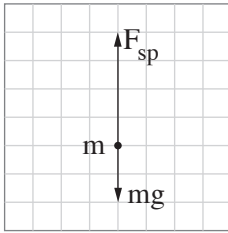


- מסיטים את המערכת ממצב שיווי משקל כדי שתבצע תנועה הרמונית פשוטה (תה"פ). מודדים את הזמן של 10 מחזורי תנועה ומחשבים את זמן המחזור הממוצע T .
- א. הסבר מהו היתרון במדידת זמן של 10 מחזורים לעומת מדידת זמן מחזור אחד. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)
- ב. בטא את מסת הגוף m_B כפונקציה של זמן המחזור הממוצע T . (6 נקודות)
- ג. באמצעות הגרף שלפניך אפשר לקבוע את מסת הגוף m_B על פי זמן המחזור הממוצע T .

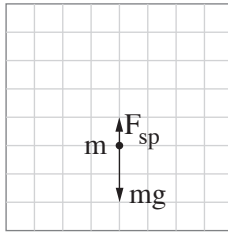


- ג. בגרף שלפניך לא מופיעים זמני מחזור הקטנים מ- 1.0 s . הסבר מדוע במערכת זו אי אפשר למדוד זמני מחזור הקטנים מ- 1.0 s . (7 נקודות)
- ד. נתון כי מסת המשטח היא $m_A = 1\text{ kg}$. חשב את קבוע הקפיץ k . (7 נקודות)

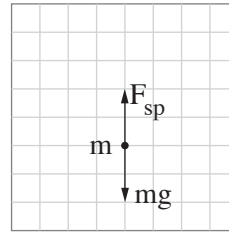
נסמן: $m = m_A + m_B$. הכוח שהקפיץ מפעיל על המסה m .
 לפניך ארבעה תרשימי כוחות הפועלים על המסה m בנקודות שונות במהלך תנועתה.



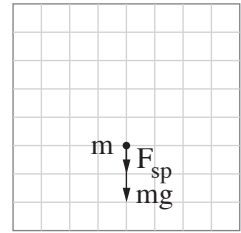
(4)



(3)



(2)



(1)

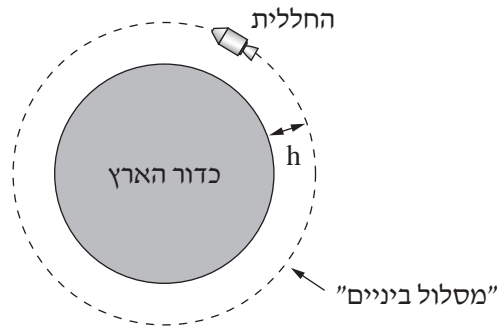
ה. התייחס לכל אחד מן התרשימים (1)-(4), וקבע אם המסה m נמצאת בנקודת שיווי משקל, מעליה או מתחתיה.
 העתק את הטבלה למחברתך וסמן בה את קביעותיך. (8 נקודות)

| | | התרשימים | | | |
|------------------------|--|----------|-----|-----|-----|
| | | (4) | (3) | (2) | (1) |
| מיקום המסה | | | | | |
| מעל נקודת שיווי משקל | | | | | |
| בנקודת שיווי משקל | | | | | |
| מתחת לנקודת שיווי משקל | | | | | |

כבידה

6. ביולי 1969 במשימת אפולו 11 נשלחה חללית אל הירח. בדרכה הוכנסה החללית ל"מסלול ביניים" מעגלי סביב כדור הארץ, ובו היא נעה כמו לוויין (ראה תרשים 1). ממסלול הביניים המשיכה החללית אל הירח. במהלך משימה זו נחתו לראשונה אנשים על פני הירח.

הנח כי מסת החללית היא m וגובה מסלול הביניים מעל פני כדור הארץ הוא $h = 190\text{km}$.



תרשים 1

בסעיפים א-ג הנח כי רק כדור הארץ משפיע על החללית.

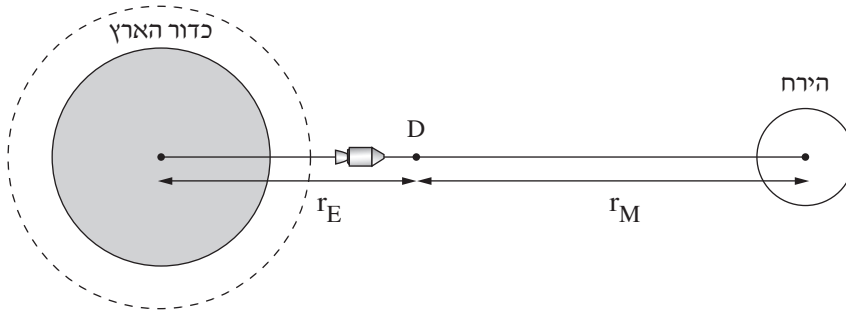
- א. השתמש בקבועים הנתונים בדף הנוסחאות וחשב את גודל המהירות של החללית במסלול הביניים. (7 נקודות)
- ב. תלמידה טוענת כי על פי החוק הראשון של ניוטון, במסלול הביניים החללית במצב התמדה, מאחר שהיא נעה במהירות שגודלה קבוע. קבע אם התלמידה צודקת ונמק את קביעתך. (7 נקודות)
- ג. אילו הייתה לחללית הנעה במסלול הביניים הנתון מסה גדולה יותר:
- (1) קבע אם גודל המהירות של החללית היה גדל, קטן או לא משתנה. נמק את קביעתך.
- (2) קבע אם האנרגייה המכנית הכוללת של החללית הייתה גדלה, קטנה או לא משתנה. נמק את קביעתך.
- (שים לב לסימן של האנרגייה.)

(8 נקודות)

הנח כי החללית המשיכה ממסלול הביניים למסלול סביב הירח לאורך קו ישר המחובר את מרכז כדור הארץ למרכז הירח. הנקודה D נמצאת על ישר זה (ראה תרשים 2).

נתון: M_E – מסת כדור הארץ, M_M – מסת הירח.

r_E – המרחק ממרכז כדור הארץ עד לנקודה D. r_M – המרחק ממרכז הירח עד לנקודה D.

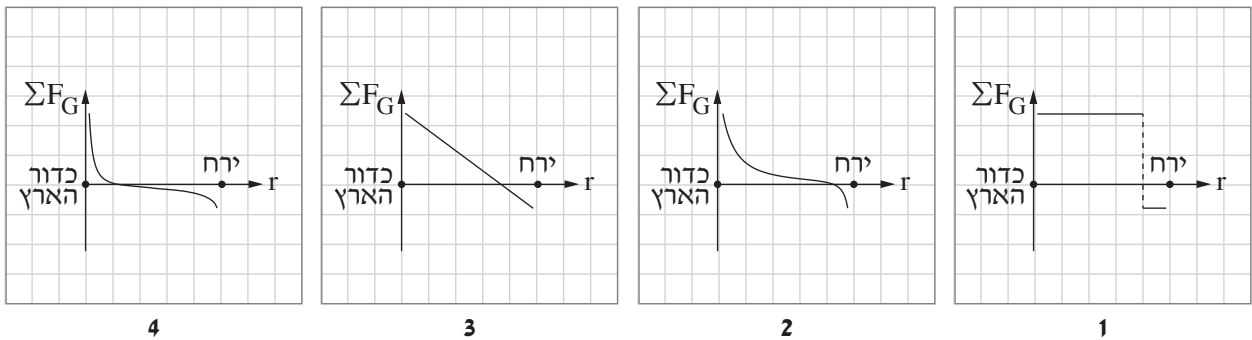


תרשים 2

בסעיפים ד-ה הנח כי רק כדור הארץ והירח משפיעים על החללית.

ד. בטא את שקול כוחות הכבידה הפועלים על החללית, ΣF_G , בנקודה D באמצעות G, m, M_E, M_M, r_E, r_M . (7 נקודות)

לפניך ארבעה גרפים המייצגים באופן מקורב את שקול כוחות הכבידה, ΣF_G , כפונקציה של מרחק החללית ממרכז כדור הארץ, r .



ה. קבע איזה מן הגרפים 1-4 מתאר נכון את שקול כוחות הכבידה, ΣF_G , הפועלים על החללית במהלך תנועתה ממסלול הביניים אל הירח. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בהצלחה!