

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 1
מספר השאלון: 036361
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

מכניקה - 5 יחידות לימוד

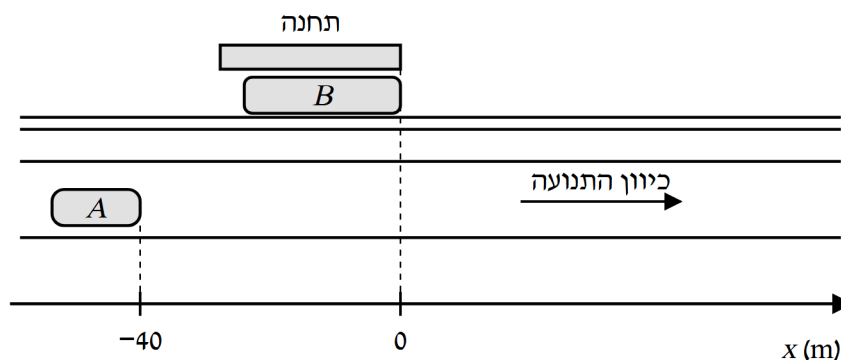
הוראות

- א. משך הבחינה: שעהיים.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש לענות על שלוש שאלות בלבד. לכל שאלה - $\frac{1}{3}$ נקודות; $3 \times \frac{1}{3} = 100$ נקודות
- ג. חומר עזר מותר בשימוש: (1) מחשבון לא גרפי. אין להשתמש באפשרויות התכנות במחשבון שיש בו אפשרות תכנות. (2) נוסחאות ונתונים בפיזיקה (מצורפים).
- ד. הוראות מיוחדות: יש לענות על שלוש שאלות בלבד; אם תענו על יותר משלוש שאלות, ייבדקו רק שלוש התשובות הראשונות שבמחברת, ויש לציין באופן ברור את מספר השאלה שבחרתם ואת הסעיף. בשאלות חישוב יש להציג את הביטוי המתמטי כפי שהוא כתוב בדפי הנוסחאות, פיתוח מתמטי, הצבת הנתונים, ותוצאה כשבר עשרוני עם מספר מתאים של ספרות משמעותיות ויחידות; את הגרפים יש לסרטט בגודל של חצי עמוד לפחות. בחישובים יש להשתמש בערך 10 m/s^2 לגודל של g - תאוצת הנפילה החופשית.
- השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

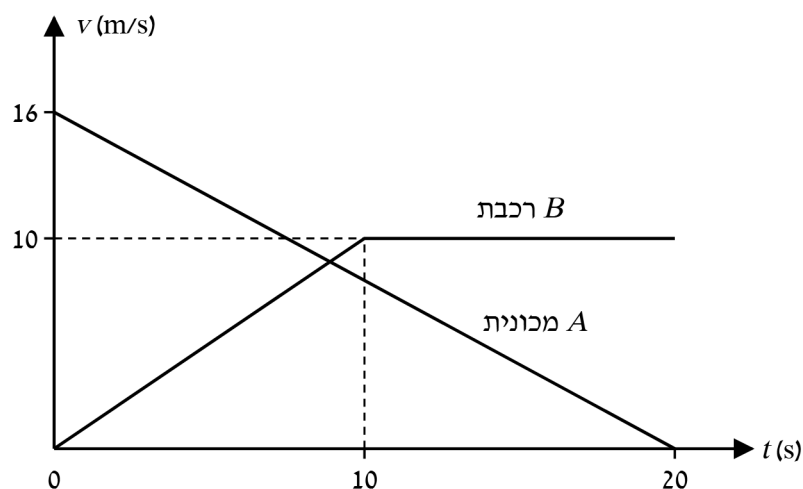
בהצלחה!

השאלות

1. רכבת קלה B עומדת בתחנה, ובמקביל למסילה עובר כביש ישר. ציר מקום x מוגדר לאורך המסילה והכביש; ראשיתו בקצה הרציף, וכיוונו החיובי ימינה (ראו תרשים א). בחישוביכם התייחסו לחזית של כל כלי רכב כאל נקודה.
- ברגע $t = 0$ רכבת B , שחזיתה בנקודה $x = 0$, מתחילה לנסוע ימינה. באותו רגע חזית מכונית A , הנוסעת ימינה בכביש, נמצאת בנקודה $x = -40$ m. נהג המכונית רואה רמזור אדום הרחק לפניו ומתחיל לבלום.



בתרשים ב מוצגות המהירויות של הרכבת ושל המכונית כפונקציה של הזמן.

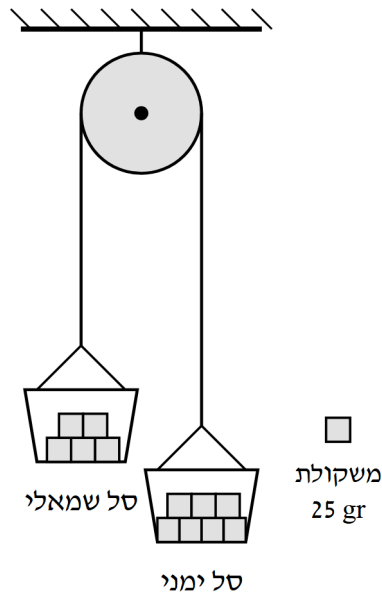


- א. הראו כי התאוצה של רכבת B בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = 10$ s היא $1.0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$, והסבירו את המשמעות הפיזיקלית של המשפט "התאוצה של רכבת B היא $1.0 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$ ". (5 נקודות)
- ב. חשבו את התאוצה של מכונית A בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = 20$ s (ביחס לציר x), והסבירו את המשמעות הפיזיקלית של התאוצה שקיבלתם. (5 נקודות)
- ג. איזה משני כלי הרכב מקדים את האחר ברגע $t = 20$ s? נמקו. (9 נקודות)

- ד. כמה פעמים חלפו שני כלי הרכב זה על פני זה בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = 20\text{ s}$? הסבירו.
(4 נקודות)
- ה. האם בפרק הזמן $t = 0$ עד $t = 20\text{ s}$ המהירות הממוצעת של רכבת B גדולה מן המהירות הממוצעת של מכונית A , קטנה ממנה או שווה לה? נמקו.
($5\frac{1}{3}$ נקודות)
- ו. מתי מהירות רכבת B שווה למהירות מכונית A ?
(5 נקודות)

2. תלמידה עורכת ניסוי בעזרת המערכת המתוארת בתרשים שלפניכם.

על פני גלגלת קבועה עובר חוט, ובשני קצותיו תלויים שני סלים זהים. המסה של כל אחד מן הסלים היא M_0 . מסת הגלגלת ומסת החוט זניחות, וכוחות החיכוך זניחים. לרשות התלמידה 12 משקולות, שהמסה של כל אחת מהן היא $m_1 = 25 \text{ gr}$.



בכל מדידה התלמידה מחלקת את כל 12 המשקולות בין שני הסלים, משחררת את המערכת ממנוחה ומודדת בעזרת חיישן את גודל תאוצת הסלים.

במדידה הראשונה יש 7 משקולות בסל הימני ו-5 משקולות בסל השמאלי.

בכל מדידה נוספת התלמידה מעבירה משקולת אחת מן הסל השמאלי אל הסל הימני ומודדת שוב. תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם.

מספר המדידה	התאוצה $a \left(\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right)$	מספר המשקולות בסל הימני	מספר המשקולות בסל השמאלי
1	0.53	7	5
2	1.13	8	4
3	1.64	9	3
4	2.24	10	2
5	2.75	11	1
6	3.35	12	0

א. (1) סרטטו במחברתכם טבלה חדשה ובה 4 עמודות.

רשמו בטבלה את הנתונים עבור כל אחת מן המדידות, לפי הפירוט שלפניכם:

בעמודה הראשונה - מספר המדידה.

בעמודה השנייה - ההפרש Δm בין מסת הסל הימני (עם המשקולות שבו) לבין מסת

הסל השמאלי (עם המשקולות שבו), ב- kg .

בעמודה השלישית - ההפרש F בין גודל כוח הכובד הפועל על הסל הימני (עם

המשקולות) לבין גודל כוח הכובד הפועל על הסל השמאלי (עם המשקולות), ב- N .

בעמודה הרביעית - התאוצה a (ב- $\frac{\text{m}}{\text{s}^2}$).

(2) סרטטו גרף של a כפונקציה של F .

(10 נקודות)

ב. (1) בנו תרשים של כל הכוחות הפועלים על הסל הימני (עם המשקולות) ועל הסל השמאלי

(עם המשקולות), ורשמו ליד כל חץ את שם הכוח. סמנו את מסת הסל הימני עם

המשקולות ב- m_R ואת מסת הסל השמאלי עם המשקולות ב- m_L .

(2) ציינו מי מפעיל כל כוח.

(7 נקודות)

ג. (1) פתחו ביטוי של a כפונקציה של F .

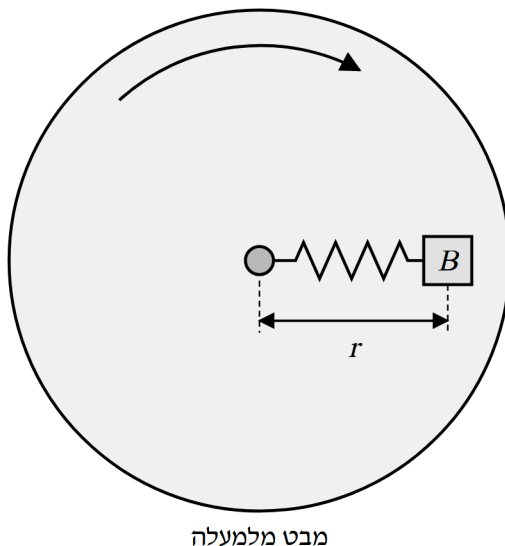
(2) האם מתקבלת פונקציה לינארית (קווית)? הסבירו.

(10 נקודות)

ד. מצאו בעזרת הגרף את המסה M_0 של כל אחד מן הסלים.

($6\frac{1}{3}$ נקודות)

3. פטיפון אופקי מסתובב סביב ציר אנכי העובר במרכזו, בתדירות קבועה f . על הפטיפון מונח גוף B שמסתו $m_B = 0.25 \text{ kg}$, המחובר לציר באמצעות קפיץ קל ואופקי (ראו תרשים). הגוף מסתובב יחד עם הפטיפון, במרחק קבוע $r = 0.30 \text{ m}$ ממרכז הציר. המרחק r ותדירות הסיבוב f נשארים קבועים בכל מהלך השאלה.



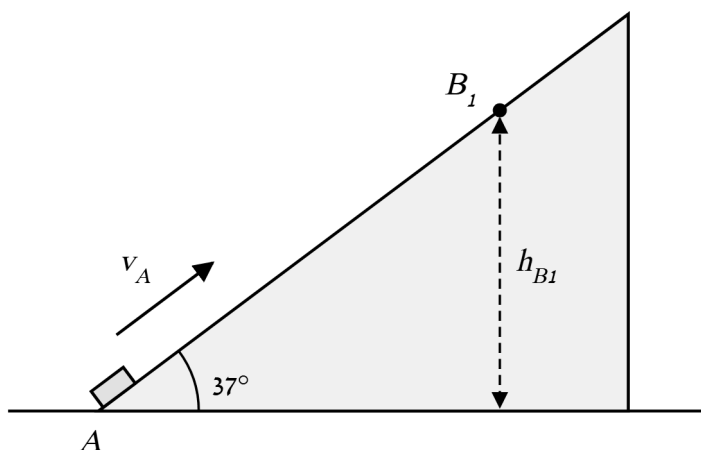
- קבוע הקפיץ הוא $k = 20 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, ובמצב זה הקפיץ מוארך ב- 5 cm ביחס לאורכו הרפוי. במצב המתואר לא פועל כוח חיכוך בין גוף B לבין הפטיפון.
- א. התייחסו למצב זה, וסרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על גוף B . ליד כל כוח רשמו את שמו, וציינו איזה כוח ממלא את תפקיד הכוח הרדיאלי (הצנטריפטלי). (5 נקודות)
- ב. חשבו את התדירות f . (7 נקודות)
- במקרה אחר החליפו את הקפיץ בקפיץ קשיח יותר, שקבוע הכוח שלו $k' = 50 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ ואורכו הרפוי שווה לאורכו הרפוי של הקפיץ הקודם. המרחק r והתדירות f לא השתנו. במצב זה פועל כוח חיכוך סטטי בין גוף B לבין הפטיפון.
- ג. מהו גודלו ומהו כיוונו של כוח החיכוך הסטטי הפועל על גוף B ? (7 נקודות)
- ד. חשבו את מקדם החיכוך הסטטי μ_s המינימלי בין הפטיפון לגוף B , המאפשר תנועה זו. (6 נקודות)

בלי להחליף שוב את הקפיץ (קבוע הכוח k'), הניחו על גוף B גוף נוסף, C , שמסתו m_C . במצב זה שני הגופים, B ו- C , מסתובבים יחד עם הפטיפון בתנועה מעגלית שרדיוסה r ותדירותה f .

ה. אילו מסת גוף C הייתה גדולה פי 1.5 ממסת גוף B ($m_C = 1.5 m_B$), הסבירו מדוע במצב זה לא היה פועל כוח חיכוך סטטי בין גוף B לבין הפטיפון. (5 נקודות)

ו. אילו מסת גוף C הייתה גדולה מ- $1.5 m_B$, קבעו את כיוון כוח החיכוך הסטטי שהפטיפון היה מפעיל על גוף B . נמקו את קביעתכם. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

4. בפארק מדע מוצב מתקן ובו רמפה ישרה הנטויה בזווית 37° לאופק ($\sin 37^\circ = 0.6$, $\cos 37^\circ = 0.8$). מבקר ערך שני ניסויים בזה אחר זה. בכל אחד מהניסויים הייתה דסקית קטנה שמסתה m מונחת בנקודה A , בתחתית הרמפה. בניסוי הראשון הרמפה הייתה מכוסה בשכבת קרח. המבקר העניק לדסקית מהירות התחלתית v_A , בכיוון מעלה הרמפה ובמקביל אליה (ראו תרשים 1).



הדסקית עלתה עד הנקודה B_1 , נעצרה לרגע, וגלשה חזרה לנקודה A . הדסקית הגיעה לנקודה A במהירות שגודלה v_{A1} .

נתון: $|v_A| = |v_{A1}|$, גובה הנקודה B_1 מעל הקרקע $h_{B1} = 1.8 \text{ m}$.

א. התבססו על שיקולי עבודה ואנרגיה, וחשבו את המהירות v_A . (7 נקודות)

בניסוי השני כוסתה הרמפה בשטיח גומי (הזווית לא השתנתה), והמבקר חזר על הניסוי. המבקר העניק לאותה דסקית את אותה המהירות v_A (שחישבתם בסעיף א). הפעם עלתה הדסקית רק עד הנקודה B_2 , נעצרה לרגע, וגלשה חזרה לנקודה A . הדסקית הגיעה לנקודה A במהירות שגודלה v_{A_2} .

נתון: מסת הדסקית $m = 0.2 \text{ kg}$, $|v_A| \neq |v_{A_2}|$, גובה הנקודה B_2 מעל הקרקע $h_{B_2} = 1.2 \text{ m}$.

התייחסו לניסוי השני וענו על סעיפים ב-ד שלפניכם.

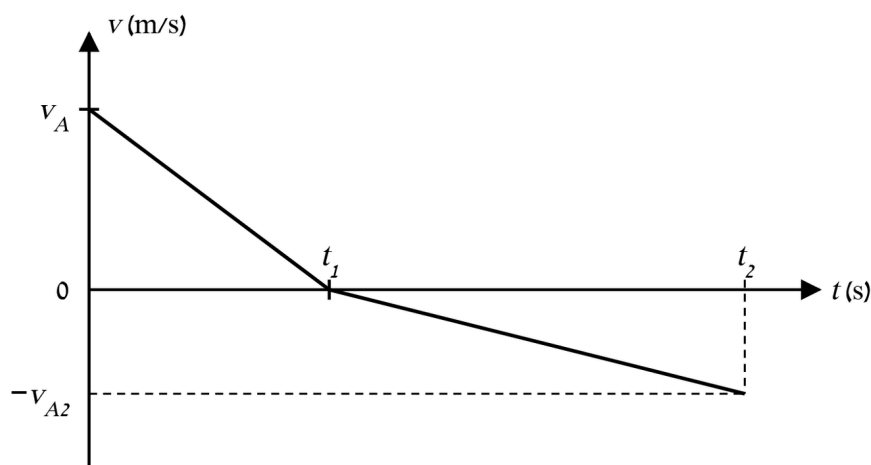
ב. (1) קבעו או חשבו את האנרגייה הקינטית ואת האנרגייה הפוטנציאלית בנקודות A ו- B_2 במהלך עליית הדסקית.

(2) חשבו את העבודה של כוח החיכוך במהלך עליית הדסקית מהנקודה A עד הנקודה B_2 .

(3) חשבו את כוח החיכוך f שפעל על הדסקית במהלך עלייתה.

(12 נקודות)

ג. בתרשים 2 נתון גרף המתאר את מהירות הדסקית כפונקציה של הזמן בכל מהלך תנועתה בניסוי השני (הכיוון החיובי – מעלה הרמפה).

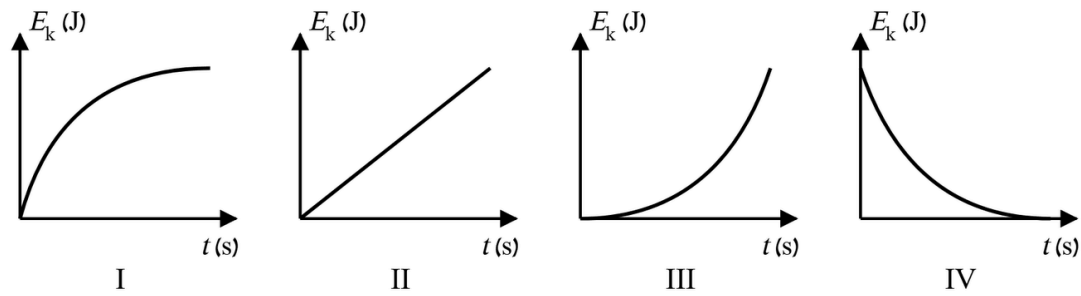


(1) קבעו איזה גודל פיזיקלי מייצג השטח הכלוא בין הגרף ובין הציר האופקי (ציר הזמן).

(2) התבססו על תשובתכם על תת-סעיף (1), וחשבו את הזמן t_1 המוצג בגרף.

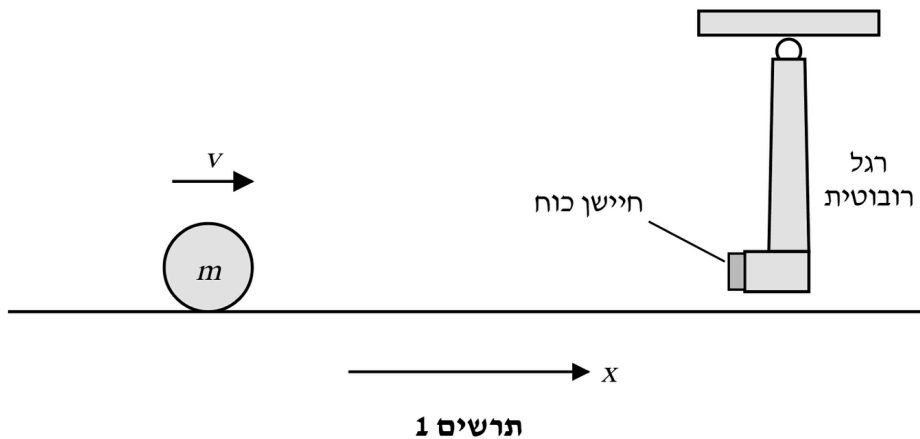
(8 1/3 נקודות)

ד. קבעו איזה גרף מן הגרפים I-IV שלפניכם מתאר נכון את תלות האנרגייה הקינטית של הדסקית בזמן, במהלך הירידה של הדסקית מהנקודה B_2 חזרה לנקודה A בניסוי השני. נמקו את קביעתכם.

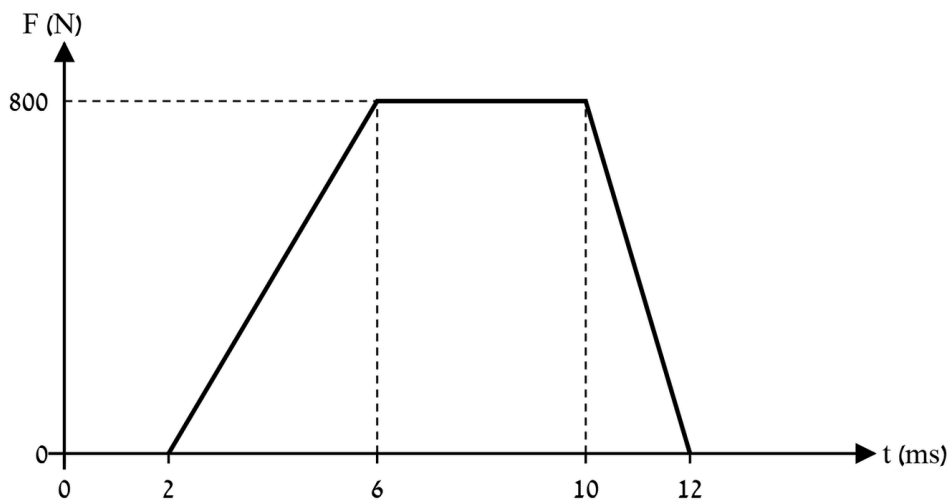


(6 נקודות)

5. במעבדה לבדיקת כדורי כדורגל מתגלגל כדור שמסתו $m = 0.4 \text{ kg}$ ימינה על רצפה אופקית במהירות שגודלה $v = 6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, לעבר רגל רובוטית. ברגל מותקן חיישן כוח המחובר למחשב (ראו תרשים 1). הרגל בועטת בכדור, ולאחר הבעיטה הכדור נע שמאלה. הציר החיובי נקבע בכיוון ימין. הזניחו את החיכוך ואת התנגדות האוויר, והתייחסו לכדור כאל גוף נקודתי.



- לפניכם גרף מקורב המתאר את גודל הכוח שנמדד באמצעות החיישן במהלך הבעיטה כפונקציה של הזמן. שימו לב: יחידות הזמן נתונות במילי שניות.



תרשים 2

- א. קבעו מהו הגודל הפיזיקלי שמבטא השטח הכלוא בין הגרף לבין ציר הזמן, חשבו את גודלו ורשמו את כיוונו (ימינה או שמאלה). (6 נקודות)
- ב. סרטטו במחברתכם את הכדור וסמנו את וקטור התנע של הכדור לפני הבעיטה, ואת וקטור המתקף שפועל עליו בכל מהלך הבעיטה. עליכם להקפיד על היחס בין אורכי הווקטורים שסרטטתם. (6 נקודות)

ג. חשבו את גודל המהירות של הכדור לאחר הבעיטה.

(8 נקודות)

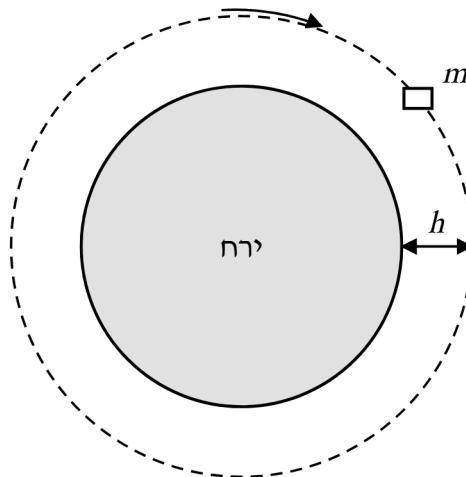
ד. סרטטו גרף של תאוצת הכדור כפונקציה של הזמן בפרק הזמן שבין $t = 0$ ובין $t = 14 \text{ ms}$.

(8 נקודות)

ה. חשבו את גודלו של כוח קבוע, שיגרום לאותו השינוי במהירות הכדור אם הוא יפעל במהלך פרק הזמן שבו הרגל נוגעת בכדור.

($5\frac{1}{3}$ נקודות)

6. חללית שמסתה m נעה במסלול מעגלי סביב הירח, בגובה $h = 100 \text{ km}$ מעל פני הירח (ראו תרשים 1). בסוף המשימה החללית עוזבת את המסלול וחוזרת אל כדור הארץ.



בסעיפים א-ג הניחו כי רק הירח משפיע על החללית.

א. השתמשו בנתונים ובקבועים שבדף הנוסחאות וחשבו את גודל מהירות החללית במסלולה סביב הירח.

(7 נקודות)

ב. תלמיד טוען: "גודל המהירות של החללית במסלול אינו משתנה, ולכן, לפי החוק הראשון של ניוטון, שקול הכוחות הפועלים עליה הוא אפס". קבעו אם התלמיד צודק ונמקו.

(7 נקודות)

ג. אילו הייתה לחללית, הנעה באותו מסלול, מסה גדולה יותר:

(1) קבעו אם זמן המחזור של החללית היה גדל, קטן או לא משתנה. נמקו.

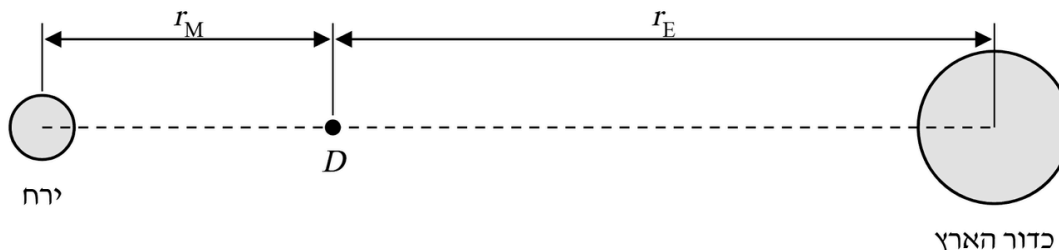
(2) קבעו אם האנרגייה המכנית הכוללת של החללית הייתה גדלה, קטנה או לא משתנה.

נמקו. (שימו לב לסימן של האנרגייה.)

(8 נקודות)

הניחו כי בדרכה חזרה החללית נעה לאורך הקו הישר המחבר את מרכז הירח למרכז כדור הארץ. הנקודה D נמצאת על קו זה (ראו תרשים 2).

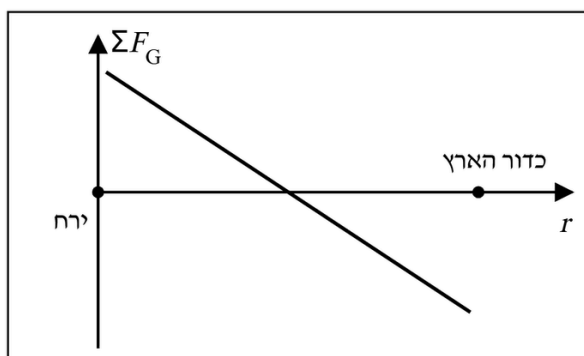
נתון: M_E - מסת כדור הארץ, M_M - מסת הירח, r_M - המרחק ממרכז הירח עד הנקודה D , r_E - המרחק ממרכז כדור הארץ עד הנקודה D .



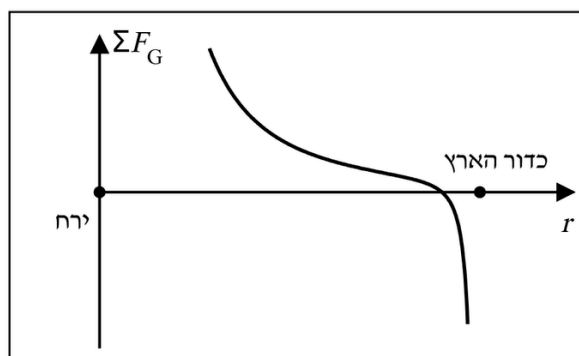
בסעיפים ד-ה הניחו כי רק הירח וכדור הארץ משפיעים על החללית.

ד. בטאו את שקול כוחות הכבידה הפועלים על החללית בנקודה D , ΣF_G , באמצעות G , M_E , M_M , r_E ו- r_M . בחרו את הכיוון החיובי אל הירח. (7 נקודות)

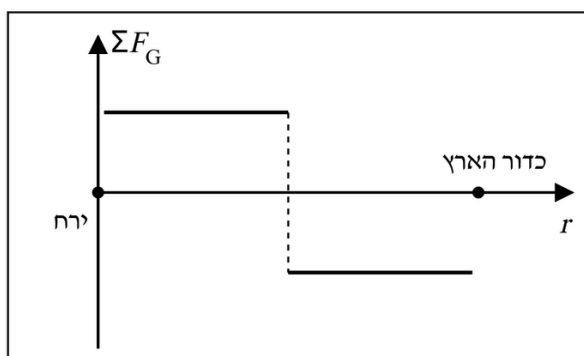
לפניכם ארבעה גרפים המייצגים באופן מקורב את שקול כוחות הכבידה, ΣF_G , כפונקציה של המרחק r של החללית ממרכז הירח.



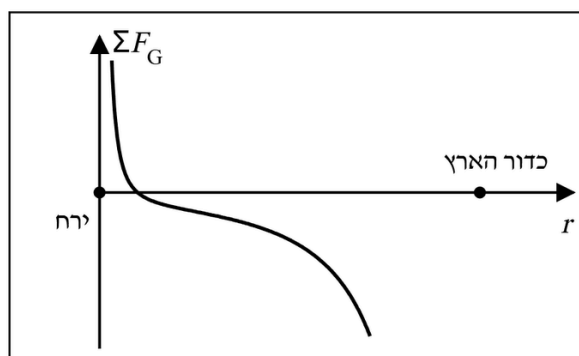
גרף 2



גרף 1



גרף 4



גרף 3

ה. קבעו איזה מהגרפים 1-4 מתאר נכון את שקול כוחות הכבידה, ΣF_G , הפועלים על החללית במהלך תנועתה מהירח אל כדור הארץ. (4/3 נקודות)

כל הבגרויות בפיזיקה עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/bagrut/physics