

סוג הבחינה: מבחן מתכונת
מבחן: מתכונת 4
מספר השאלון: 036361
שם התלמיד/ה: _____

פיזיקה

מכניקה - 5 יחידות לימוד

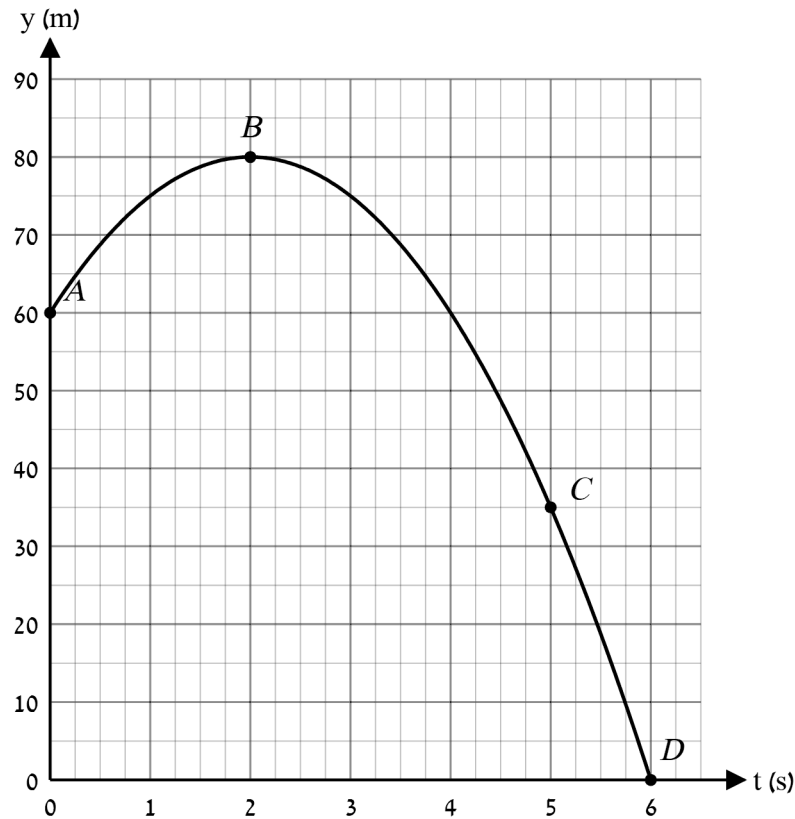
הוראות

- א. משך הבחינה: שתיים.
- 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. טיל צעצוע שוגר אנכית כלפי מעלה. ברגע $t = 0$ כבה המנוע שלו, והטיל המשיך לנוע אנכית ללא דחף. הגרף שלפניכם מתאר את הגובה של הטיל מעל הקרקע כפונקציה של הזמן, מרגע כיבוי המנוע ועד לסף פגיעתו בקרקע. בגרף מסומנות הנקודות A , B , C ו- D .



התנגדות האוויר ניתנת להזנחה, והטיל נחשב לגוף נקודתי.

א. חשבו את גודל מהירות הטיל ברגע כיבוי המנוע.
(6 נקודות)

ב. (1) קבעו אם גודל המהירות הרגעית של הטיל בנקודה C קטן מגודל המהירות הרגעית שלו בנקודה A , גדול ממנו או שווה לו. נמקו את קביעתכם.
(2) קבעו אם התאוצה של הטיל בנקודה B זהה לתאוצתו בנקודה A . נמקו את קביעתכם. בתשובתכם התייחסו לגודל ולכיוון של התאוצה.
(8 נקודות)

ג. חשבו את המהירות הממוצעת (גודל וכיוון) של הטיל מרגע כיבוי המנוע ועד לסף פגיעתו בקרקע.
(6 נקודות)

ד. סרטטו גרף של מהירות הטיל כפונקציה של הזמן, מרגע כיבוי המנוע ועד לסף פגיעתו בקרקע. בגרף שסרטטתם סמנו באותיות a , b , c ו- d את הנקודות המייצגות בהתאמה את מהירות הטיל בנקודות A , B , C ו- D .

(8 נקודות)

שיגרו את הטיל פעם נוספת, והמנוע כבה באותו גובה ובאותה מהירות (גודל וכיוון) כמו בפעם הראשונה. ברגע שהטיל חלף בנקודה C הפעיל עליו משב רוח קצר כוח **אופקי** רגעי.

ה. קבעו אם הגרף $y(t)$ הנתון בשאלה ישתנה בעקבות משב הרוח. נמקו את קביעתכם.

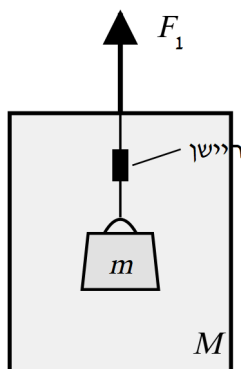
(5^{1/3} נקודות)

2. תא מעלית שמסתו M נמשך אנכית על ידי כבל המפעיל עליו כוח F_1 כלפי מעלה, שגודלו יכול להשתנות.

מתקרת התא תלוי תיק שמסתו m באמצעות חוט קצר. בין החוט לתקרה מותקן חיישן כוח המודד את המתיחות בחוט (ראו תרשים 1).

בכל השאלה יש להניח כי מסת החוט ומסת החיישן זניחות, וכי כוחות החיכוך והתנגדות האוויר זניחים.

הכיוון החיובי של הציר האנכי מוגדר כלפי מעלה.



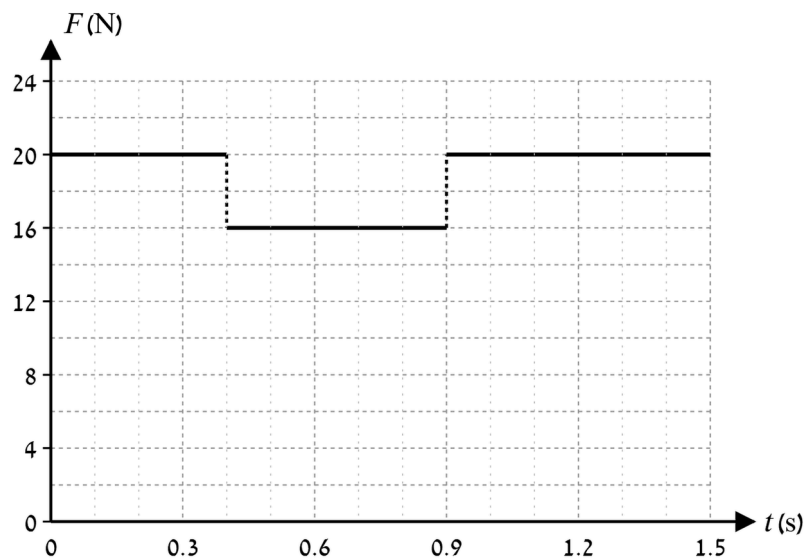
א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על תא המעלית ואת תרשים הכוחות הפועלים על התיק. ליד כל כוח ציינו את שמו ומה מפעיל אותו (עבור הכוח F_1 רשמו "כוח חיצוני").

(4 נקודות)

ב. רשמו את משוואת הכוחות עבור כל אחד משני הגופים, ופתחו באמצעותן ביטוי לתאוצת המערכת כתלות בפרמטרים F_1 , M , m וקבועים פיזיקליים ידועים.

(6 נקודות)

לפניכם גרף המתאר את הכוח F שמדד החיישן כפונקצייה של הזמן, מן הרגע $t = 0$ ועד $t = 1.5$ s. להזכירכם, גודל הכוח F_1 אינו בהכרח קבוע בזמן.



נתון כי עד לרגע $t = 0.4$ s הייתה המערכת במנוחה. מסת תא המעלית היא $M = 400$ kg.

ג. היעזרו בגרף וחשבו את m , מסת התיק.

(5 נקודות)

ד. היעזרו בגרף וחשבו את גודל הכוח F_1 בכל אחד משלושת פרקי הזמן: $0 < t < 0.4$ s,

0.4 s $< t < 0.9$ s, 0.9 s $< t < 1.5$ s.

(8 נקודות)

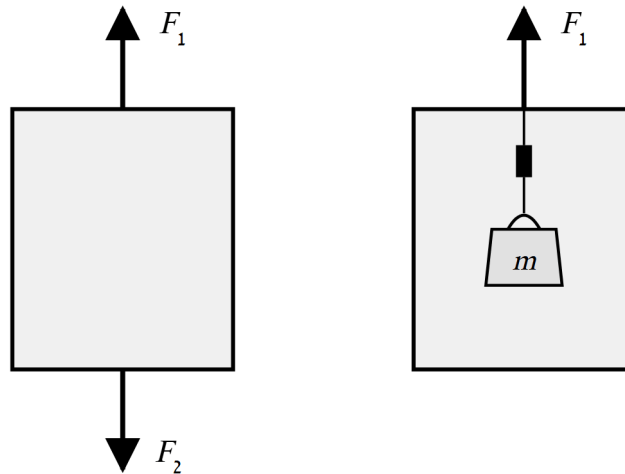
ה. קבעו עבור כל אחד משני פרקי הזמן 0.4 s $< t < 0.9$ s ו- 0.9 s $< t < 1.5$ s, מהו סוג התנועה (מנוחה / תנועה קצובה / תנועה בתאוצה) ומה כיוון התנועה. הסבירו את קביעותיכם.

(6 נקודות)

לאחר המדידות האלה ערכו שני ניסויים נוספים:

בניסוי הראשון הפעילו על התא כוח F_1 מסוים ומצאו כי תאוצת המערכת היא $a_1 \neq 0$ כלפי מעלה (ראו תרשים א2).

בניסוי השני הסירו את התיק ואת החיישן, וחיברו לתחתית התא כבל נוסף המושך אותו אנכית כלפי מטה בכוח F_2 , נוסף על הכוח F_1 הזהה לזה שבניסוי הראשון (ראו תרשים ב2). מדדו ומצאו כי גם בניסוי השני הייתה תאוצת התא a_1 (כלפי מעלה).



תרשים ב2

תרשים א2

ו. קבעו מהו ההיגד הנכון מבין ההיגדים 1-4 שלפניכם, ונמקו את קביעתכם.

1. $F_2 > mg$

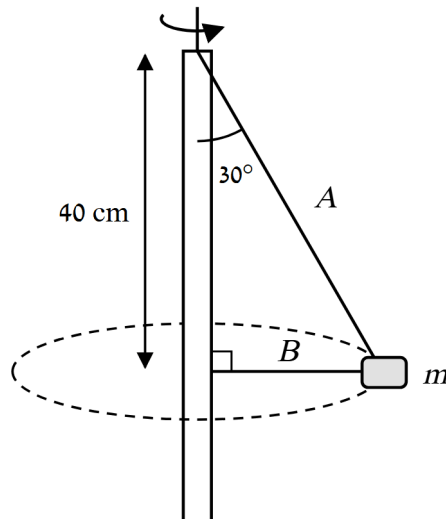
2. $F_2 = mg$

3. $F_2 < mg$

4. אי אפשר לקבוע את הקשר בין F_2 ו- mg מן הנתונים.

(4^{1/3} נקודות)

3. בדגם של מתקן קרוסלה, קרונית קטנה שמסתה $m = 0.5 \text{ kg}$ מחוברת לתורן אנכי באמצעות שני כבלים קלים, A ו- B .
 כבל A קשור לראש התורן, וכבל B קשור לתורן בנקודה הנמצאת 40 cm מתחת לנקודה שבה קשור כבל A .
 התורן מסתובב, והקרונית נעה בתנועה מעגלית קצובה במישור אופקי, כשכבל B אופקי כל זמן התנועה (ראו תרשים).



נתון כי במהלך התנועה המתיחות בכבל B היא $T_B = 4 \text{ N}$, והזווית בין כבל A לבין התורן היא 30° .
 הקרונית נחשבת לגוף נקודתי.

א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על הקרונית במהלך התנועה המעגלית.

(5 נקודות)

ב. חשבו את המתיחות בכבל A , T_A .

(5 נקודות)

ג. חשבו את תדירות הסיבוב (f).

(7 נקודות)

ד. קבעו אם הכוח שכבל A מפעיל על הקרונית מבצע עבודה במהלך חצי סיבוב. נמקו את קביעתכם.

(6 נקודות)

ה. רוצים שהמתיחות בכבל B תתאפס ($T_B = 0$), ועם זאת שהקרונית תמשיך בתנועה מעגלית שבה הזווית בין כבל A לבין התורן נשארת 30° .

ה. קבעו אם לשם כך יש להגדיל את תדירות הסיבוב, להקטין אותה או לא לשנותה. נמקו את קביעתכם.

(6 נקודות)

הגדילו את תדירות הסיבוב, כך שהקרונית נעה **באותו המסלול** אך במהירות גדולה יותר (שני הכבלים מתוחים).

ו. קבעו אם לאחר ההגדלה השתנה גודל המתיחות בכבל A , גודל המתיחות בכבל B או שניהן. נמקו את קביעתכם.
($\frac{4}{3}$ נקודות)

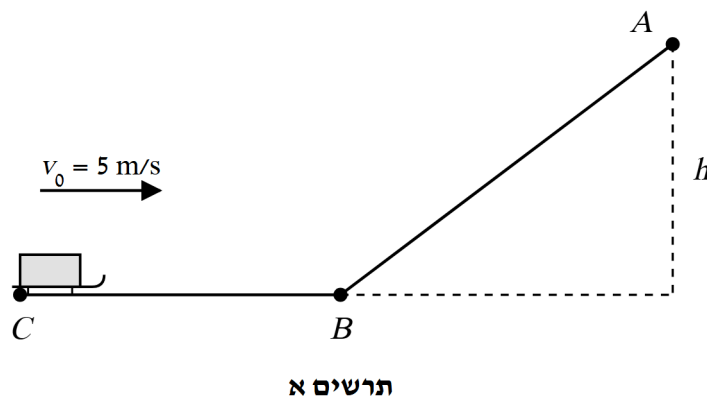
4. נתונה מסילה CBA המורכבת ממישור אופקי CB וממישור משופע BA (ראו תרשים א). על המסילה מחליקה מזחלת צעצוע קטנה שמסתו $m = 500 \text{ gr}$, שעליה מותקן מאוורר קטן שאפשר להפעיל ולכוון.

עורכים ארבעה ניסויים. בכל אחד מן הניסויים מקנים למזחלת בנקודה C מהירות התחלתית $v_0 = 5 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ לכיוון הנקודה B . המזחלת נעה, עוברת בנקודה B וממשיכה במעלה המישור המשופע.

התנגדות האוויר ניתנת להזנחה, והמזחלת נחשבת לגוף נקודתי.

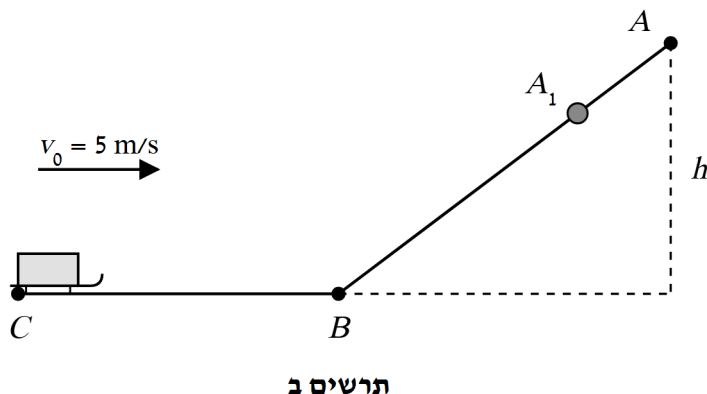
א. **בניסוי הראשון בלבד** המסילה מכוסה קרח חלק, וכוח החיכוך בין המזחלת למסילה ניתן להזנחה. המאוורר כבוי.

חשבו את h , גובהה של הנקודה A שבה המזחלת נעצרת רגעית.



(6 נקודות)

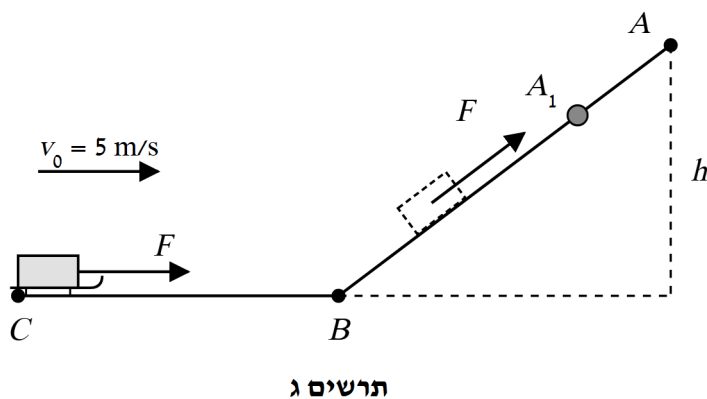
בסעיפים הבאים המסילה מכוסה שלג, וכוח החיכוך בין המזחלת למסילה לא ניתן להזנחה. בניסוי השני המאוורר כבוי, והמזחלת נעצרת רגעית בנקודה A_1 , שגובהה נמוך ב- 28% מגובהה של נקודה A (ראו תרשים ב.).



ב. חשבו את עבודת כוח החיכוך במהלך תנועת המזחלת בניסוי השני מנקודה C לנקודה A_1 . (7 נקודות)

ג. לאחר העצירה הרגעית ב- A_1 המזחלת מחליקה חזרה לאורך המסילה. חשבו את גודל מהירותה בניסוי השני בחולפה שוב בנקודה C . (7 נקודות)

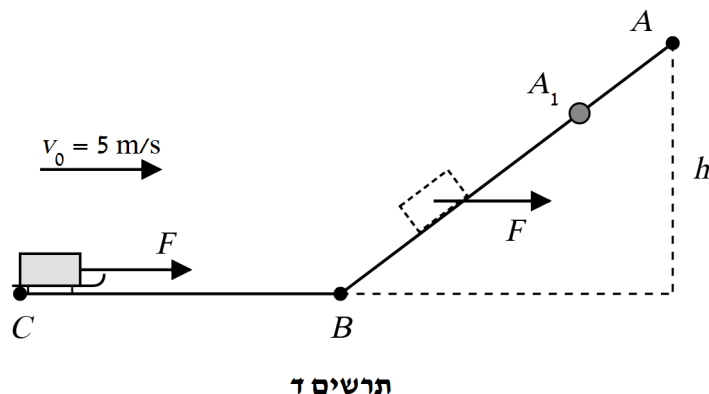
בניסוי השלישי הופעל המאוורר, והוא הפעיל על המזחלת בכל מהלך תנועתה מנקודה C עד לנקודה A_1 כוח F שגודלו קבוע וכיוונו בכל רגע זהה לכיוון תנועת המזחלת (ראו תרשים ג.).



נתון כי בניסוי השלישי גודל מהירות המזחלת קטן לאורך כל תנועתה במעלה המישור המשופע, ובהגיעה לנקודה A_1 גודל מהירותה $2 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

ד. חשבו את עבודת הכוח F שמפעיל המאוורר במהלך התנועה בניסוי השלישי מנקודה C עד לנקודה A_1 . (9 נקודות)

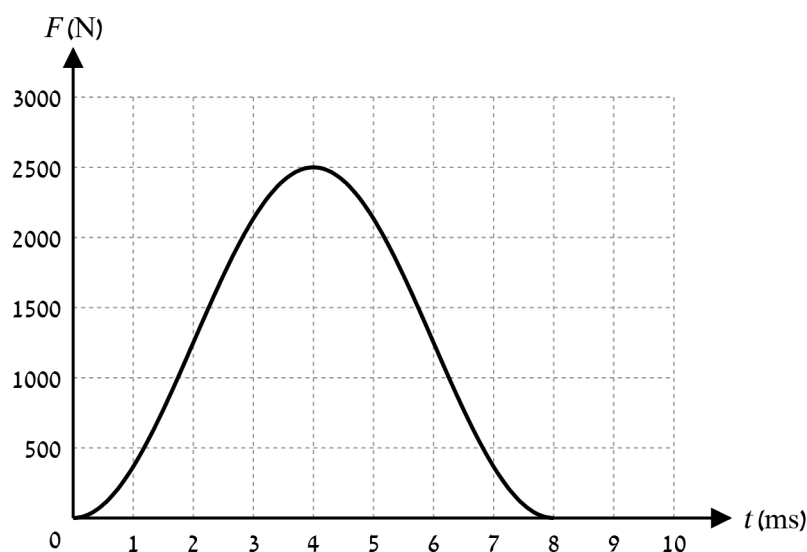
בניסוי הרביעי הפעיל המאוורר על המזחלת, בכל מהלך תנועתה מנקודה C והלאה, כוח F שגודלו זהה לגודלו של הכוח בניסוי השלישי וכיוונו **אופקי ימינה** בכל רגע (ראו תרשים ד). נתון שבמהלך תנועתה במעלה המישור המשופע הגיעה המזחלת למהירות שגודלה $2 \frac{m}{s}$.



ה. קבעו אם **בניסוי הרביעי**, במהלך תנועתה במעלה המישור המשופע הגיעה המזחלת למהירות שגודלה $2 \frac{m}{s}$ לפני הנקודה A_1 , בנקודה A_1 או אחריה. נמקו את קביעתכם. (4 $\frac{1}{3}$ נקודות)

5. א. המתקף של כוח קבוע F הפועל במשך פרק זמן Δt מוגדר $J = F \Delta t$. הוכיחו שכאשר הכוח השקול הפועל על גוף קבוע ומסת הגוף קבועה, המתקף של הכוח השקול שווה לשינוי בתנע הגוף: $F \Delta t = \Delta p$. (6 $\frac{1}{3}$ נקודות)

בבעיטה בכדור רגל מהירות הכדור משתנה בהשפעת הכוח שכף הרגל מפעילה עליו. הגרף שלפניכם מתאר את גודל הכוח שכף רגלו של שחקן מפעילה על הכדור כפונקציה של הזמן, במהלך בעיטה אחת.



ב. היעזרו בגרף וחשבו בקירוב את גודל השינוי שחל בתנע הכדור בעקבות הבעיטה. (8 נקודות)

נתון: מסת הכדור היא $m = 0.43 \text{ kg}$.

לפני הבעיטה הכדור מתגלגל על פני הדשא במהירות של $6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, והשחקן בועט בו בכיוון אופקי **ניצב** לכיוון תנועתו.

ג. היעזרו בגרף וחשבו את מהירות הכדור (גודל וכיוון) מיד **לאחר** הבעיטה.

(10 נקודות)

כדור רגל שמסתו 0.43 kg פוגע בקיר אנכי של בניין במהירות אופקית $v_1 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$, וחוזר ממנו לאחר במהירות אופקית $v_2 = 15 \frac{\text{m}}{\text{s}}$.

ד. עבור כל אחד מן ההיגדים (1)-(3) קבעו אם הוא נכון או לא נכון. **נמקו את קביעותיכם.**

(1) התנע של הכדור לא השתנה, כי גודל מהירותו לא השתנה.

(2) התנע של כדור הארץ (יחד עם הבניין) השתנה בשיעור השווה בגודלו לשינוי בתנע הכדור.

(3) מאחר שמהירות כדור הארץ כמעט אינה משתנה, גם השינוי בתנע של כדור הארץ זניח.

(9 נקודות)

6. גשושית מחקר משוגרת מכדור הארץ לעבר השמש. על הגשושית נמצאות שתי גשושיות קטנות,

גשושית 1 וגשושית 2, שישוחררו בהמשך למסלולים סביב השמש.

א. חשבו באיזה מרחק ממרכז כדור הארץ, על הקו המחבר את מרכזי כדור הארץ והשמש, הגודל

של כוח המשיכה שמפעיל כדור הארץ על הגשושית שווה לגודל כוח המשיכה שמפעילה עליה

השמש. הזניחו את השפעת הירח.

(7 נקודות)

בסעיפים ב-ה הניחו שכוח המשיכה של השמש הוא הכוח היחיד הפועל על הגשושיות, למעט כוח המנוע כשהוא מופעל.

הגשושיות הוכנסו כל אחת למסלול מעגלי סביב השמש: גשושית 1 למסלול שרדיוסו r_1 ,

וגשושית 2 למסלול שרדיוסו r_2 . כאשר גשושית 1 משלימה חמש הקפות סביב השמש,

גשושית 2 משלימה שמונה הקפות.

ב. חשבו את $\frac{r_1}{r_2}$.

(8 נקודות)

בשלב מאוחר יותר הועברה גשושית 2 למסלול מעגלי חדש סביב השמש, בגובה

$$h = 6.3 \cdot 10^9 \text{ m} \text{ מעל פני השמש.}$$

ג. האם יש לגשושית 2 תאוצה במהלך תנועתה במסלול החדש? אם כן - חשבו את גודלה ואת

כיוונה. אם לא - נמקו.

(8 נקודות)

תלמיד טוען: "מסת השמש גדולה פי מיליוני מונים ממסת הגשושית, ולכן גם הכוח שהשמש מפעילה על הגשושית גדול מאוד מהכוח שהגשושית מפעילה על השמש".

ד. האם התלמיד צודק? ציינו את שמו של חוק ניוטון הרלוונטי, והסבירו את הקשר בינו לבין נוסחת הכבידה העולמית.

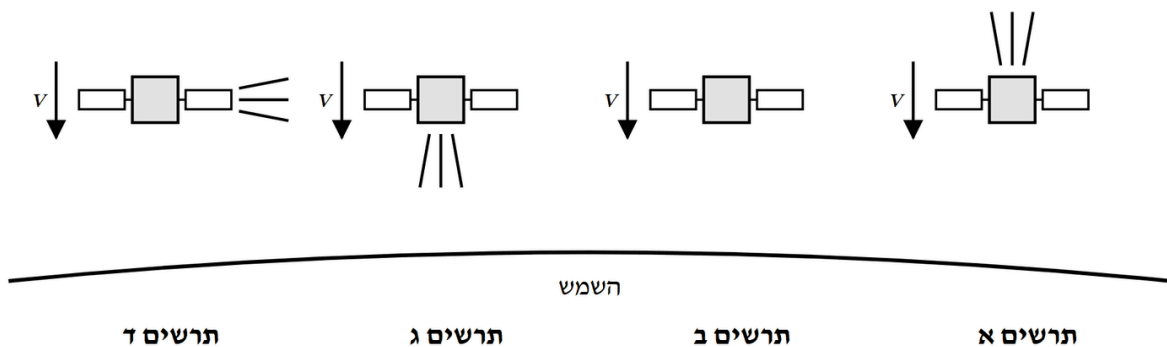
(5 נקודות)

תנועת כל אחת מן הגשושיות נשלטת באמצעות מנוע סילון הפולט גז בעת פעולתו.

בניסוי של מערכות ההנעה, גשושית 1 נעה לאורך קו ישר המכוון למרכז השמש, לעבר השמש.

תרשימים א, ג ו-ד שלפניכם מתארים מצבים שבהם המנוע פולט סילון גז בכיוונים שונים, ותרשים ב מתאר מצב שבו המנוע אינו מופעל. החץ v מציין את כיוון מהירות הגשושית.

ה. קבעו באיזה מן התרשימים א-ד מתואר מצב שמאפשר לגשושית לנוע לעבר השמש במהירות קבועה. נמקו את קביעתכם.



(5 1/3 נקודות)

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