

פיזיקה

מכניקה

הוראות

א. משך הבחינה: שעתיים.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:

בשאלון זה שש שאלות, ומהן יש 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 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 והסעיף שבחרתם.

(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 סביר של ספרות משמעותיות ויחידות המדידה המתאימות.

(3) בשאלות שהתשובה עליהן מילולית, יש לענות בקצרה אך ורק בנוגע למה שנשאלתם.

(4) בגרפים, יש לסרטט קווים ישרים באמצעות סרגל.

(5) כאשר אתם 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 .

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

(7) יש לכתוב את התשובות בעט. אם תכתבו בעיפרון או תמחקו בטיפקס לא תוכלו לערער.

מוותר להשתמש בעיפרון לסרטוטים וגרפים בלבד.

יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום "טיוטה" בראש כל עמוד המשמש טיוטה.

כתובת 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.

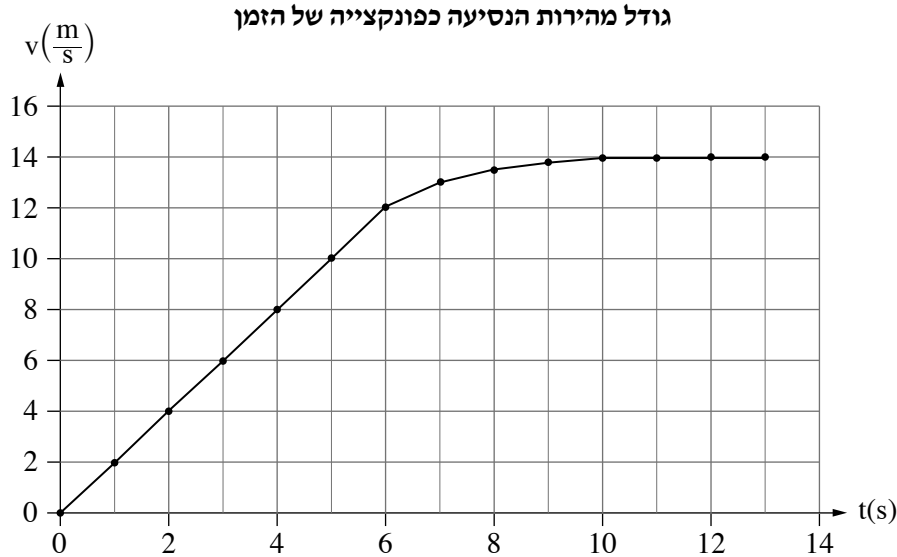
בהצלחה!

השאלות

ענו על שלוש מן השאלות 1-6.

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

1. נהג מכונית התחיל את נסיעתו ממנוחה ונסע לאורך כביש ישר. הגרף שלהלן מתאר את גודל מהירות הנסיעה של המכונית כפונקצייה של הזמן.



- א. קבעו מהו סוג התנועה של המכונית (שוות מהירות, שוות תאוצה, תאוצה משתנה) בכל אחד משלושת השלבים העיקריים של התנועה המוצגים בגרף: $0 < t < 6s$, $6s < t < 10s$, $10s < t < 13s$. נמקו את קביעותיכם. (6 נקודות)

יצרני המכונית מצהירים כי אפשר להאיץ את המכונית מ-0 קמ"ש עד 100 קמ"ש ב-2.6 שניות.

- ב. הניחו כי התאוצה שעליה הצהירו היצרנים קבועה, וחשבו פי כמה גדולה תאוצה זו מן התאוצה המקסימלית שבה נסע הנהג. (6 נקודות)

- ג. חשבו בקירוב את המהירות הממוצעת של המכונית ב-13 השניות הראשונות של נסיעתה. (6 נקודות)

המכונית המשיכה לנסוע לאורך כביש ישר במהירות שגודלה $14\frac{m}{s}$. ברגע מסוים הבחין הנהג בכדור המתגלגל לרוחב הכביש ולא רצה לפגוע בו. הזמן שעבר מן הרגע שהוא הבחין בכדור ועד שלחץ על דוושת הבלם (זמן התגובה) הוא 0.75s. גודל תאוצת הבלימה של המכונית הוא $3.5\frac{m}{s^2}$.

- ד. חשבו את משך הזמן שעבר מן הרגע שהנהג לחץ על דוושת הבלם ועד שהמכונית נעצרה. (6 נקודות)

- ה. חשבו את המרחק הכולל שעברה המכונית מן הרגע שהנהג הבחין בכדור ועד שהמכונית נעצרה. (6 נקודות)

בכרזה של הרשות הלאומית לבטיחות בדרכים נכתב: "10 קמ"ש פחות – פי שניים סיכוי לחיות".

הנהג הבין שכוונת הדברים היא שאם יקטינו את גודל המהירות של המכונית ב-10 קמ"ש, מרחק הבלימה שלה יקטן פי שניים. מרחק הבלימה הוא המרחק הקטן ביותר שעוברת המכונית מן הרגע שבו הנהג לוחץ על הבלמים ועד לעצירתה.

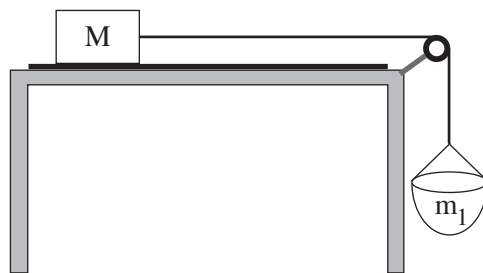
- ו. האם הקטנת גודל המהירות של המכונית ב-10 קמ"ש תקטין את מרחק הבלימה שלה פי שניים, ללא תלות

בגודל מהירות הנסיעה? נמקו את תשובתכם. (3 $\frac{1}{3}$ נקודות) /המשך בעמוד 3/

2.

תלמיד ערך שלושה ניסויים באמצעות תיבה שמסתה M , ומסילה חלקה.

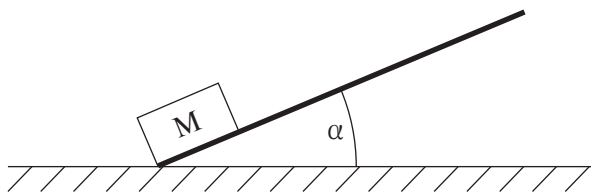
בניסוי הראשון הציב התלמיד את המסילה בכיוון אופקי והניח עליה את התיבה (ראו תרשים 1). הוא החזיק את התיבה במקום וקשר אליה משקולת שמסתה m_1 באמצעות חוט העובר על פני גלגלת. התלמיד שחרר את המערכת ממנוחה. הניחו כי מסת החוט ומסת הגלגלת זניחים, וכי במהלך התנועה המשקולת לא מגיעה לקרקע והתיבה לא מגיעה אל הגלגלת. נתון כי גודל תאוצת המערכת הוא $\frac{g}{4}$.



תרשים 1

- א. סרטטו במחברת את תרשים הכוחות שפעלו על התיבה M , ואת תרשים הכוחות שפעלו על המשקולת m_1 . ליד כל כוח רשמו את שמו. (5 נקודות)
- ב. בטאו את מסת המשקולת m_1 באמצעות מסת התיבה M . (6 נקודות)
- ג. חשבו את היחס בין גודל המתיחות בחוט כל עוד המערכת הוחזקה במנוחה ובין גודל המתיחות בחוט לאחר שחרור המערכת. (7 נקודות)

בניסוי השני העלה התלמיד קצה אחד של המסילה כך שהמסילה הייתה משופעת בזווית α ביחס לאופק. הוא הוציא את המשקולת m_1 מן המערכת, הניח את התיבה M בקצה התחתון של המסילה והדף אותה בכיוון מעלה המסילה המשופעת (ראו תרשים 2). גם בניסוי זה גודל תאוצת התיבה הוא $\frac{g}{4}$.

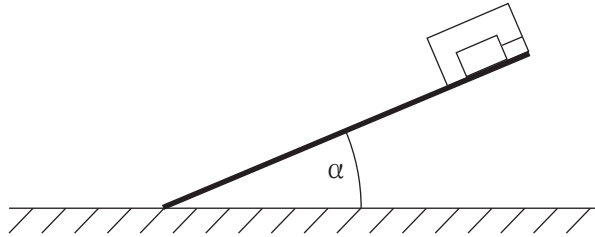


תרשים 2

- ד. חשבו את α , זווית השיפוע. (7 נקודות)
- ה. לאחר שהתיבה עלתה במעלה המסילה היא נעצרה רגעית, והתחילה לנוע בחזרה במורד המסילה. קבעו אם גודל תאוצת התיבה ברגע שבו היא נעצרה רגעית שווה לאפס. נמקו את קביעתכם. (5 נקודות)

(שימו לב: המשך השאלה בעמוד הבא.)

בניסוי השלישי הניח התלמיד גוף בתוך התיבה, וקשר אותו לדופן התיבה באמצעות חוט המקביל למסילה. הוא הניח את התיבה והגוף בתוכה במעלה המסילה ושחרר אותם ממנוחה (ראו תרשים 3).



תרשים 3

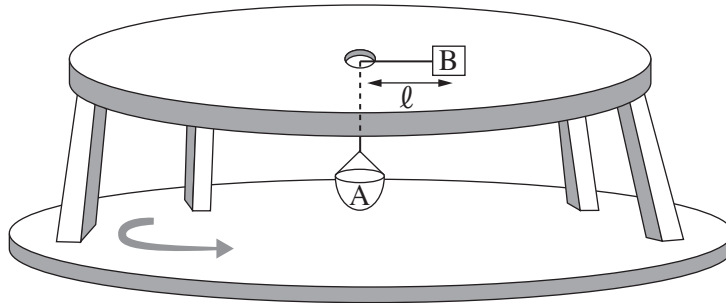
1. מה היה גודל המתיחות בחוט במהלך ירידתה של התיבה? נמקו את תשובתכם. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

3.

נתונה מערכת המורכבת משולחן אופקי שבמרכזו יש חור, ושני גופים A ו-B (ראו תרשים). גוף B מונח על השולחן וגוף A הוא סלסלה התלויה מתחת לשולחן, באמצעות חבל העובר דרך החור ומחובר לגוף B. החיכוך בין החבל ובין שפת החור שבשולחן ניתן להזנחה.

המרחק בין גוף B לבין מרכז החור שבשולחן הוא ℓ .

השולחן וגוף B, המונח עליו, מוצבים על משטח המסתובב בתדירות קבועה, f . מרכז השולחן הוא מרכז הסיבוב. גודל המרחק ℓ ותדירות הסיבוב של המערכת, f , נשארים קבועים בכל מהלך השאלה.



נתון: $\ell = 0.4\text{m}$, $m_B = 0.3\text{kg}$, $m_A = 0.1\text{kg}$.

במצב המתואר לא פועל כוח חיכוך בין גוף B לבין השולחן.

א. התייחסו למצב זה, וסרטטו את תרשימים הכוחות הפועלים על כל אחד משני הגופים. ליד כל כוח רשמו את שמו. (5 נקודות)

ב. חשבו את התדירות f . (7 נקודות)

במקרה אחר הוסיפו לסלסלה A משקולת שמסתה שווה למסת הסלסלה. המרחק ℓ והתדירות f לא השתנו. במצב זה פועל כוח חיכוך סטטי בין גוף B לבין השולחן.

ג. מהו גודלו ומהו כיוונו של כוח החיכוך הסטטי הפועל על גוף B? (7 נקודות)

ד. חשבו את מקדם החיכוך הסטטי μ_s המינימלי הקיים בין השולחן לגוף B, המאפשר תנועה זו. (6 נקודות)

ה. בלי להוריד את המשקולת שהוסיפו לסלסלה, חיברו מעל גוף B גוף נוסף, C, שמסתו m_C .

במצב זה שני הגופים, B ו-C, מסתובבים כעת יחד בתנועה מעגלית שרדיוסה ℓ ותדירותה f .

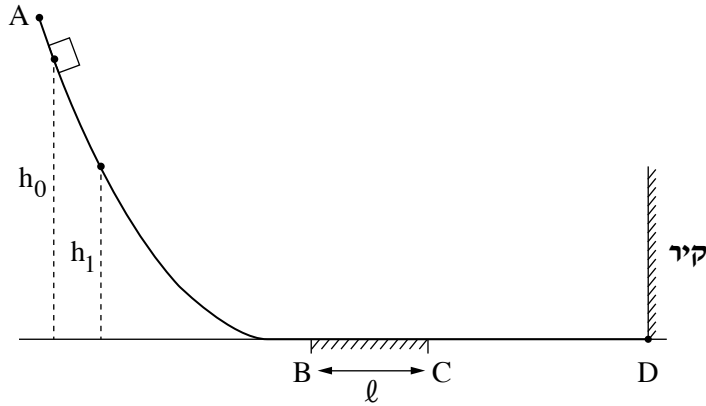
ה. אילו מסת גוף C הייתה שווה למסת גוף B ($m_B = m_C$), הסבירו מדוע במצב זה לא היה פועל כוח חיכוך סטטי בין גוף B לבין השולחן. (5 נקודות)

ו. אילו מסת גוף C הייתה גדולה ממסת גוף B ($m_B < m_C$), קבעו את כיוון כוח החיכוך הסטטי שהשולחן

היה מפעיל על גוף B. נמקו את קביעתכם. (3 $\frac{1}{3}$ נקודות)

4.

גוף קטן שמסתו m מחליק על גבי מסילה ABCD המחוברת לקיר בנקודה D (ראו תרשים). הקטעים AB ו-CD של המסילה הם חלקים. אורכו של הקטע האופקי BC הוא ℓ , ומקדם החיכוך בינו לבין הגוף הוא μ .



- שחררו את הגוף ממנוחה מגובה h_0 (ראו תרשים). הגוף נע על גבי המסילה לכיוון הקיר, התנגש בו בנקודה D התנגשות אלסטית (לחלוטין), וחזר חזרה על גבי המסילה. בדרכו חזרה הגיע הגוף לגובה מרבי h_1 .
- א. סרטטו את תרשים הכוחות הפועלים על הגוף כשהוא נע בקטע BC, בתנועתו מן הנקודה B לנקודה C. ליד כל כוח רשמו את שמו. (4 נקודות)
- ב. פתחו ביטוי לעבודת כוח החיכוך במהלך תנועת הגוף מגובה h_0 ועד להגיעו לגובה h_1 בדרכו חזרה במעלה המסילה. השתמשו בפרמטרים m , ℓ ו- μ . (4 נקודות)
- לאחר שהגיע הגוף לגובה h_1 הוא המשיך לנוע על גבי המסילה ABCD הלוך ושוב כמה פעמים. בכל פעם הגיע הגוף לגובה מרבי אחר, h_n . הגובה h_n שאליו הגיע הגוף נמדד $n = 5$ פעמים.
- ג. פתחו ביטוי של הגובה h_n כפונקצייה של n . השתמשו בפרמטרים h_0 , ℓ ו- μ . (6 נקודות)
- תוצאות המדידות מוצגות בטבלה שלפניכם:

מספר המדידה n	1	2	3	4	5
h_n (m)	1.30	1.12	0.88	0.73	0.53

- ד. (1) סרטטו דיאגרמת פיזור (נקודות במערכת צירים) של h_n כפונקצייה של n .
- (2) הוסיפו לדיאגרמת הפיזור את הישר המתאים לה ביותר (קו מגמה). (8 נקודות)

נתון: $\ell = 0.25\text{m}$.

ה. היעזרו בגרף שסרטטתם ומצאו:

(1) את הגובה ההתחלתי h_0 שממנו שוחרר הגוף.

(2) את מקדם החיכוך μ .

(8 נקודות)

בניסוי נוסף ציפו את הקיר בחומר מסוים ושחררו שוב את הגוף ממנוחה מגובה h_0 . הערך של הגובה h_1' שנמדד בניסוי הנוסף היה קטן מן הערך h_1 שנמדד בניסוי הקודם.

ו. קבעו אם עבודת הכוח הנורמלי שהקיר הפעיל על הגוף במהלך ההתנגשות בניסוי הנוסף הייתה חיובית, שלילית או שווה לאפס. נמקו את קביעתכם. ($3\frac{1}{3}$ נקודות)

5.

לינוי אשרם, המתעמלת האומנותית הישראלית, זכתה במדליית זהב באולימפיאדת טוקיו (2021) בתחרות קרב־רב אישי. אחד מן התרגילים שהיא ביצעה בהצלחה רבה היה תרגיל עם כדור. תלמידה המתאמנת גם היא בהתעמלות אומנותית ביצעה תרגיל ראשון באמצעות כדור שמסתו 400 גרם. היא זרקה את הכדור בכיוון אנכי כלפי מעלה מגובה 1 מטר. הכדור הגיע לגובה מרבי של 6 מטרים מעל הקרקע ונפל בחזרה על הקרקע. הניחו שהתנגדות האוויר זניחה בכל שלבי תנועת הכדור.

א. חשבו את גודל המהירות של הכדור ברגע פגיעתו בקרקע. (6 נקודות)

ב. האם גודל המהירות של הכדור ברגע שיצא מידיה של התלמידה היה קטן מגודל מהירות הכדור ברגע פגיעתו בקרקע, גדול ממנו או שווה לו? נמקו את תשובתכם. (5 נקודות)

לאחר שהכדור פגע בקרקע, הוא ניתר ממנה בכיוון אנכי כלפי מעלה. גודל המהירות של הכדור מייד לאחר הניתור מן הקרקע היה שווה לגודל המהירות של הכדור כאשר הוא פגע בקרקע.

ג. האם במהלך הפגיעה בקרקע הופעל על הכדור מתקף? אם כן – חשבו את גודלו של המתקף, אם לא – הסבירו. (6 נקודות)

ד. האם במהלך הפגיעה בקרקע בוצעה על הכדור עבודה? אם כן – חשבו את גודלה של העבודה, אם לא – הסבירו. (6 נקודות)

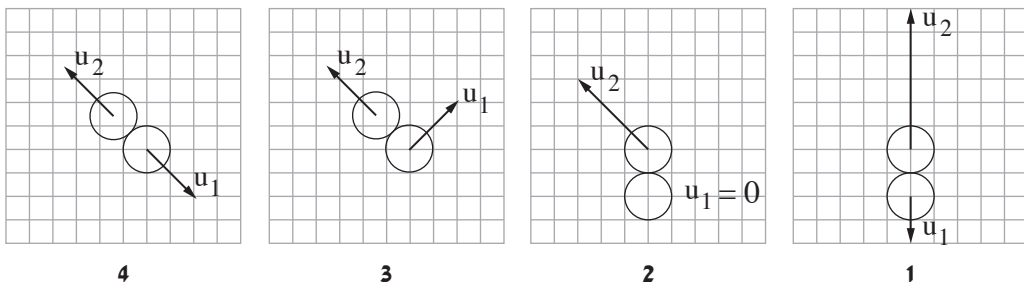
התלמידה ביצעה תרגיל שני, הפעם עם שני כדורים זהים, כדור 1 וכדור 2. התלמידה זרקה את כדור 1 כפי שזרקה את הכדור בתרגיל הראשון, אך הפעם היא הציבה בדרכו של כדור 1, לאחר שהוא חוזר מן הקרקע, את כדור 2. היא שחררה את כדור 2 ממנוחה בגובה 1 מטר, בדיוק ברגע שבו כדור 1 הגיע לגובה זה, ושני הכדורים התנגשו זה בזה. הניחו שההתנגשות בין הכדורים הייתה אלסטית (לחלוטין) ונמשכה זמן קצר מאוד, וכן הייתה מצחית (הכיוון של תנועת כדור 1 לפני ההתנגשות התלכד עם הקו האנכי המחבר בין המרכזים של שני הכדורים).

ה. חשבו את גודל המהירות של כל אחד משני הכדורים מייד בתום ההתנגשות. (6 נקודות)

התלמידה ביצעה את התרגיל עם שני הכדורים כמה פעמים, ובכל פעם ההתנגשות בין הכדורים הייתה אלסטית (לחלוטין). בחלק מן הפעמים ההתנגשות בין הכדורים הייתה מצחית ובחלק מן הפעמים היא לא הייתה מצחית.

ו. בכל אחד מן התרשימים 1–4 שלפניכם מוצגים שני כדורים ברגע שלאחר ההתנגשות ביניהם. החיצים שעל הכדורים שבתרשימים מייצגים את המהירויות שלהם (בקנה מידה אחיד) מייד בתום ההתנגשות.

קבעו מהו התרשים שיכול לתאר את המצב של הכדורים באחד מן התרגילים של התלמידה. נמקו את קביעתכם. (4/3 נקודות)



כבידה

6. "בראשית 2" הוא שמה של חללית ישראלית שמתכננים המהנדסים של חברת SPACE IL ומתכוונים לשגר לעבר הירח

בעוד כמה שנים. החללית מתוכננת לשאת על סיפונה שתי נחתות שינחתו בשני אתרים שונים על פני הירח.

השאלה שלפניכם נכתבה בהשראת תוכנית השיגור של "בראשית 2", אולם הנתונים אינם זהים לאלה שבתוכנית.

חללית שעל סיפונה שתי נחתות, נחתת 1 ונחתת 2, משוגרת מכדור הארץ על גבי טיל ונעה לעבר הירח.

א. חשבו באיזה מרחק ממרכז כדור הארץ הגודל של כוח המשיכה שמפעיל כדור הארץ על הטיל שווה לגודל של

כוח המשיכה שמפעיל הירח על הטיל. (7 נקודות)

בסעיפים ב-ה הניחו שכוח המשיכה שמפעיל כדור הארץ על החללית ועל הנחתות ניתן להזנחה ביחס לכוח המשיכה שמפעיל עליהם הירח.

החללית מכניסה כל אחת מן הנחתות למסלול מעגלי אחר מסביב לירח: את נחתת 1 למסלול מעגלי שרדיוסו r_1 , ואת נחתת 2 למסלול מעגלי שרדיוסו r_2 . כאשר נחתת 1 משלימה תשעה סיבובים סביב הירח, נחתת 2 משלימה עשרה סיבובים סביבו.

ב. חשבו את $\frac{r_1}{r_2}$. (8 נקודות)

נחתת 2 נעה במסלול מעגלי סביב הירח בגובה $h = 260\text{km}$ מעל פני הירח.

ג. האם יש לנחתת 2 תאוצה במהלך תנועתה המעגלית סביב הירח? אם כן – חשבו את גודל התאוצה של הנחתת. אם לא – נמקו מדוע לנחתת 2 אין תאוצה. (8 נקודות)

ד. בנוסחת הכבידה העולמית המסות של שני גופים מופיעות באופן סימטרי. הדבר נמצא בהתאמה לאחד מחוקי ניוטון. ציינו את שמו של החוק הזה (או נסחו אותו), והסבירו את הקשר בינו לבין נוסחת הכבידה העולמית. (5 נקודות)

תנועתה של כל אחת משתי הנחתות נשלטת באמצעות מנוע סילון הפולט גז בעת פעולתו.

בשלב הנחיתה של נחתת 1 על פני הירח היא נעה לעברו לאורך מסלול ישר המאונך לפני הירח, ונעצרת (עצירה רגעית) בנקודה מסוימת O הנמצאת מעל פני הירח.

תרשימים א-ג שלפניכם מתארים מצבים שבהם המנוע פולט סילון גז בכיוונים שונים, ותרשים ד מתאר מצב שבו המנוע אינו מופעל ואינו פולט סילון גז.

ה. קבעו באיזה מן התרשימים א-ד מתואר מצב שמאפשר עצירה רגעית של הנחתת בנקודה O. נמקו את קביעתכם. (5 $\frac{1}{3}$ נקודות)

				<p>מקרא:</p> <p> נחתת</p> <p> סילון גז</p> <p> נקודה O</p>
תרשים ד	תרשים ג	תרשים ב	תרשים א	

פני הירח

בהצלחה!