

# פתרון הבחינה

## בפיזיקה – מכניקה

קיץ תשפ"ב, 2022, שאלון: 36361

מוגש ע"י צוות מורי הפיזיקה של "יואל גבע"

### הערות:

1. התשובות המוצגות כאן הן בגדר הצעה לפתרון השאלון.
2. תיתכנה תשובות נוספות, שאינן מוזכרות כאן, לחלק מהשאלות.

*הנבחים נדרשו לענות על שלוש מהשאלות 1-6*

### שאלה מספר 1:

#### סעיף א'

- בגרף מהירות-זמן השיפוע שווה לגודל התאוצה. לכן:
- בפרק הזמן  $0 < t < 6s$  הגוף נע בתנועה שוות תאוצה.
- בפרק הזמן  $6s < t < 10s$  הגוף נע בתאוצה משתנה (התאוצה קטנה).
- בפרק הזמן  $10s < t < 13s$  הגוף נע בתנועה שוות מהירות.

#### סעיף ב'

נחשב את תאוצת המכונית ב-6 השניות הראשונות לתנועתה:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2 \frac{m}{s^2}$ .

נחשב את התאוצה שעליה הצהירו היצרנים:  $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{100}{2.6} = 10.68 \frac{m}{s^2}$ .

מכאן שתאוצה זו גדולה פי 5.34 מתאוצת המכונית.

#### סעיף ג'

נעריך את השטח הכולל הכלוא בין גרף מהירות-זמן לבין ציר הזמן (זהו ההעתק הכולל שעברה המכונית בפרק הזמן המדובר) ונקבל  $131m$ .

נחשב מהירות ממוצעת:  $\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \approx 10.08 \frac{m}{s}$ .

למידע על פסיכומטרי  
 ביואל גבע ←

הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.  
 אל תתפשר עליה.



**סעיף ד'**

$$t = \frac{\Delta v}{a} = 4s$$

**סעיף ה'**

נחשב את ההעתק הכולל שעברה המכונית: ממשוואות לתנועה שוות תאוצה:  $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ .

$$\Delta x_1 = 14 \cdot 0.75 = 10.5m$$

$$\Delta x_2 = 14 \cdot 4 - \frac{1}{2} \cdot 3.5 \cdot 4^2 = 28m$$

$$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 38.5m$$

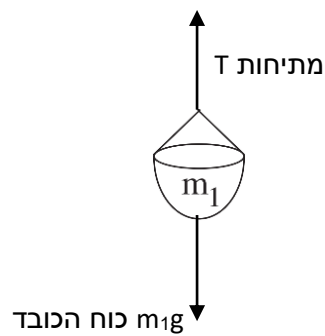
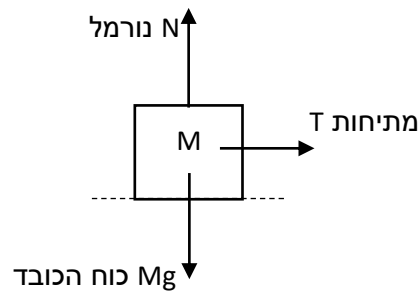
**סעיף ו'**

לא.

נימוק: ממשוואות תנועה שוות תאוצה:  $v^2 = v_0^2 + 2a\Delta x$ . ניתן לראות כי הקטנת  $v_0$  ב-  $10 \frac{m}{s}$

לא בהכרח תקטין את מרחק הבלימה  $\Delta x$  פי 2.





סעיף ב'

מחוק II של ניוטון נקבל:  $m_1 g = (m_1 + M) a$ .

נציב את תאוצת המערכת הנתונה ונקבל  $m_1 = \frac{1}{3} M$ .

סעיף ג'

כאשר המערכת הוחזקה במנוחה:  $T_1 = m_1 g$ .

כאשר המערכת נעה בתאוצה:  $T_2 = M a = 3 m_1 \cdot \frac{g}{4} = \frac{3}{4} m_1 g$ .

מכאן נקבל שהיחס  $\frac{T_1}{T_2} = \frac{4}{3}$ .

סעיף ד'

תאוצת הגוף במישור המשופע היא  $a = g \sin \alpha$ .

נשווה את התאוצה לתאוצה הנתונה ונקבל:  $\alpha = 14.48^\circ$ .



### סעיף ה'

לא.

נימוק: במשך כל תנועת הגוף על המסילה ובפרט בנקודה בה הגוף נעצר רגעית, הכוח השקול הפועל עליו קבוע (ואינו אפס) ולכן, מחוק II של ניוטון, תאוצת הגוף קבועה ושונה מאפס במשך כל תנועתו, ללא תלות בגודל מהירותו של הגוף.

### סעיף ו'

גודל המתיחות יהיה אפס.

נימוק: התאוצה היחסית בין הגוף לתיבה הינה אפס ולכן החוט המקשר ביניהם רפוי.

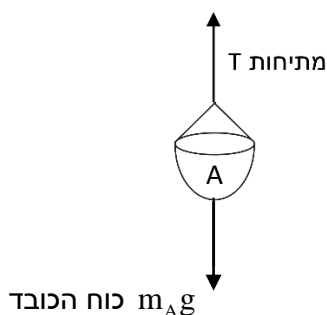
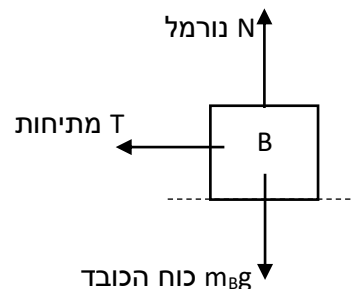
למידע על פסיכומטרי  
ביזאל גבע ←

**הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.  
אל תתפשר עליה.**



**שאלה מספר 3:**

**סעיף א'**



**סעיף ב'**

$$f = \sqrt{\frac{m_A g}{m_B \cdot 4\pi^2 l}} = 0.46 \text{ Hz}$$

**סעיף ג'**

גודלו של כוח החיכוך הסטטי הפועל על גוף B הוא כמשקל המסה שהוסיפו, ולכן  $f_s = 1 \text{ N}$ . כיוון כוח החיכוך הסטטי הוא לכיוון רדיאלי החוצה ממרכז המעגל. הסבר: מרגע שהגדילו את מסת הגוף A, הגדילו את מתיחות החוט אך התאוצה הרדיאלית נותרה זהה (תדירות הסיבוב לא השתנתה). מכאן שכוח החיכוך הסטטי פונה החוצה על מנת שהכוח הצנטריפיטלי ישאר זהה.

**סעיף ד'**

מחישוב  $\mu_s m_B g = 1$  נקבל  $\mu_s = \frac{1}{3}$ .



**סעיף ה'**

במצב זה כוח החיכוך הסטטי בין גוף B לבין השולחן לא היה פועל.  
נימוק: מסת הגוף הייתה גדולה פי 2, והמתיחות גדלה פי 2 (כי מסת הגוף A גדלה), ונתון כי התאוצה הרדיאלית נותרה זהה (נתון כי התדירות ורדיוס הסיבוב לא השתנו).  
מהתבוננות בחוק II של ניוטון נוכל לראות שגם כעת המתיחות תהיה זהה למסת הגוף כפול תאוצתה ואין צורך להוסיף כוח נוסף.

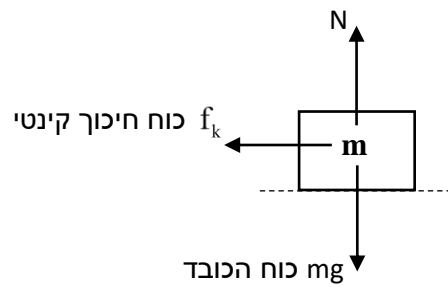
**סעיף ו'**

אילו מסת גוף C הייתה יותר גדולה, כעת כן היה פועל כוח חיכוך סטטי בכיוון הצנטריפיטלי.  
נימוק: כעת המתיחות קטנה יותר ממסת הגוף כפול תאוצתה ולכן נוסיף את כוח החיכוך הסטטי בכיוון המתיחות על מנת לקיים את החוק ה-II של ניוטון.

למידע על פסיכומטרי  
ביזאל גבע ←

**הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.  
אל תתפשר עליה.**





שאלה מספר 4

סעיף א'

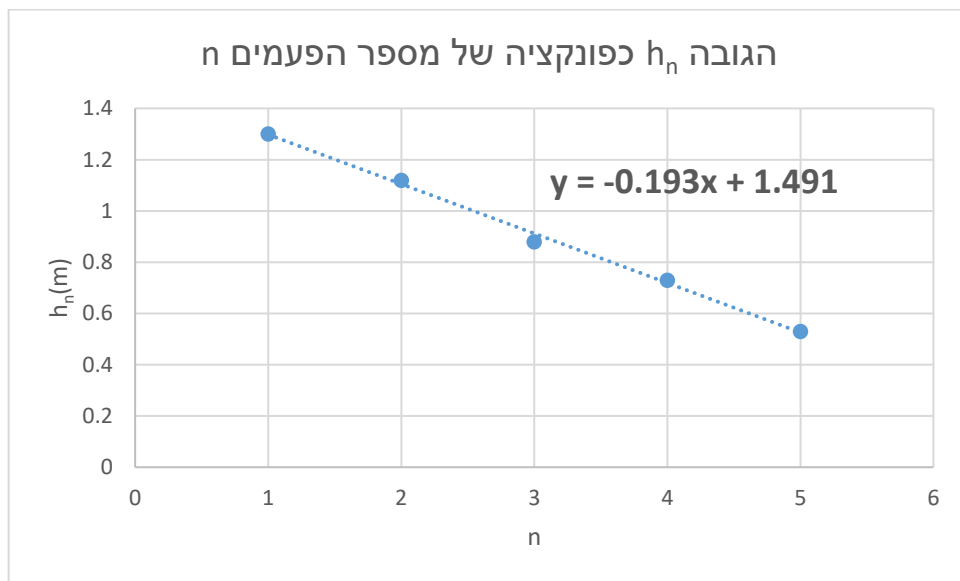
סעיף ב'

$$W_{f_k} = -2\mu mgl$$

סעיף ג'

מפיתוח משפט עבודת הכוחות הלא-משמרים נקבל:  $h_n = h_0 - 2\mu l \cdot n$

סעיף ד(1)+(2)



סעיף ה.(1)

(מתקבל מנקודת החיתוך של הגרף עם ציר הגובה)  $h_0 = 1.49m$

סעיף ה.(2)

נשווה את שיפוע הגרף ל-  $-2\mu l$ . נקבל:  $\mu = 0.39$



### סעיף ו'

עבודת הכוח הנורמלי שהקיר הפעיל על הגוף הייתה שלילית.  
נימוק: הגובה אליו הגיע הכדור בניסוי הנוסף היה קטן מהגובה שנמדד בניסוי הקודם.  
עובדה זו מצביעה על כך שאבדה אנרגיה מכאנית במערכת ביחס לניסוי הקודם. מכאן שעבודת הכוח הנורמלי הייתה שלילית עפ"י נוסחת עבודת הכוחות הלא-משמרים.

למידע על פסיכומטרי  
ביזאל גבע ←

**הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.  
אל תתפשר עליה.**





**שאלה מספר 5**
**סעיף א'**

הכדור עבר 6 מטרים משיא הגובה עד לרגע פגיעתו בקרקע.

$$v = \sqrt{2gh} = 10.95 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

מכאן נחשב:

**סעיף ב'**

גודל המהירות של הכדור ברגע שיצא מידה של התלמידה היה קטן מגודל מהירות פגיעתו בקרקע. נימוק: מטעמי סימטריה, הכדור חזר לגובה הזריקה באותו גודל מהירות בה הכדור נזרק ובכיוון הפוך (מטה). בתנועתה מטר נוסף מטה, גדלה מהירותו בשל תאוצת הכובד.

**סעיף ג'**

פעל על הכדור מתקף:  $J = \Delta P = 2mv = 8.76 \text{N} \cdot \text{s}$  (בכיוון מעלה).

**סעיף ד'**

לא.

נימוק: נתון כי גודל המהירות לפני הפגיעה ומיד לאחר הפגיעה בקרקע נותר זהה. מכאן נוכל לומר שהשינוי באנרגיה הקינטית הוא אפס, ולכן העבודה שבוצעה על הכדור היא אפס (לפי משפט עבודה-אנרגיה).

**סעיף ה'**

גודל מהירות כדור 1 לאחר ההתנגשות הוא אפס.

גודל מהירות כדור 2 לאחר ההתנגשות הוא  $10 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ .

נימוק: בהתנגשות אלסטית מצחית, במצב שבו מסות הכדורים זהות ואחד מהכדורים נייח, האנרגיה הקינטית של הכדור הפוגע עוברת במלואה לכדור השני (תוצאה המתקבלת מפיתוח שתי הנוסחאות של שימור תנע והתנגשות אלסטית חד-מימדית). נחשב את מהירות הפגיעה של כדור 1 לאחר שעבר 5 מטרים ונקבל את המהירות לעיל.



### סעיף ו'

התרשים הנכון הוא תרשים מספר 3.

נימוק:

- תרשים 1 נפסל כי יש תנע לשני הגופים בציר ה-y. הסברנו בסעיף הקודם כי בהתנגשות מצחית ואלסטית לחלוטין (כשהמסות שוות) רק לאחד הגופים תהיה מהירות.
- תרשים 2 נפסל כי אין שימור תנע כולל. בתרשים, התנע הכולל בציר ה-x לא מתאפס, ואילו נתון כי התנע הכולל של המערכת לפני ההתנגשויות היה אך ורק בציר ה-y (ללא רכיב אופקי).
- תרשים מספר 4 נפסל כי התנע הכולל מתאפס בשני הצירים.
- תרשים 3 הוא היחיד האפשרי מבין התרשימים.

למידע על פסיכומטרי  
ביזאל גבע ←

**הזדמנות לעתודה יש פעם בחיים.**  
**אל תתפשר עליה.**



שאלה מספר 6:

סעיף א'

$$x = 3.45 \cdot 10^8 \text{ m}$$

סעיף ב'

$$\frac{r_1}{r_2} = \sqrt[3]{\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(\frac{f_2}{f_1}\right)^2} = 1.07$$

סעיף ג'

לנחתת יש תאוצה במהלך תנועתה סביב הירח כי בתנועה מעגלית יש תאוצה רדיאלית.

$$a = \frac{GM}{r^2} = 1.23 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

נחשב תאוצה:

סעיף ד'

החוק הוא חוק שלישי של ניוטון.

נימוק: חוק שלישי של ניוטון קובע כי הכוחות זהים בגודלם והפוכים בכיוונם. מאחר והחוק מכריח את הכוח להיות זהה עבור כל אחד מהגופים, אזי המסות מופיעות בצורה סימטרית.

סעיף ה'

תרשים ב' הוא הנכון.

נימוק: הנחתת זקוקה להאט כדי לעצור עצירה רגעית. על פי חוק שלישי, היא צריכה לדחוף סילון גז כלפי מטה כדי שיפעל עליה כוח כלפי מעלה בכדי שהיא תאט במהלך נחיתה.

