

**הצעה לפתרון בחינת הבגרות בפיזיקה  
מכניקה, אופטיקה וגלים  
קיץ תשע"ד  
סמל שאלון 036201, 656  
הפתרון נכתב על ידי  
עידו מרבך, רן יחיאלי וארז כהן  
מצוות מורי רשת החינוך אנקורי**

**שאלה 1:**

- א. הצנחן מאיץ ב-13 השניות הראשונות בתאוצה הולכת וקטנה, אח"כ ממשיך במהירות קבועה 7 שניות נוספות.
- ב. הצנחן פתח את המצנח.
- ג. יש לחשב את השטח בין הגרף לציר הזמן בתחום הזמנים  $0 \leq t \leq 20_{\text{sec}}$ .
- ד. שיפוע הגרף בשתי השניות הראשונות הוא בקירוב טוב קבוע, כי התנגדות האוויר עדיין זניחה:

$$a = \frac{20}{2} = 10 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$$

- ה. כוח הכובד קבוע.
- התנגדות האוויר גדלה ב-13 השניות הראשונות, וכתוצאה מכך התאוצה קטנה. לאחר מכן התאוצה מתאפסת, המהירות הופכת לקבועה, והתנגדות האוויר נשארת קבועה.
- ו. ככל שהתאוצה גדלה הכוח השקול גדל.  
כוח מקסימלי:

$$|a_{\text{max}}| = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{50-4}{22-20} = 23 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \Rightarrow f_{\text{שקול}} = ma = 80 \cdot 23 = 1,840_{\text{N}}$$

כוח מינימלי:

$$|a_{\text{min}}| = 0 \Rightarrow f_{\text{שקול}} = 0$$

**שאלה 2:**

- א. כוח החיכוך – הצמיגים מפעילים כוח על הכביש, ומהחוק השלישי של ניוטון הכביש דוחף אותם חזרה. לכן הכביש הוא הגורם החיצוני שמפעיל את הכוח על המכונית.
- ב. המכונית מחליקה על הקרח מכיוון שכוח החיכוך האפשרי קטן יותר.
- ג. 1. עבודת החיכוך שווה לאנרגיה הקינטית.

$$\frac{mv^2}{2} = f_k \cdot x \Rightarrow \frac{mv^2}{2} = \mu_k \cdot mgx \Rightarrow \boxed{x = \frac{v^2}{2\mu_k g}}$$

דרך א':

דרך ב':

$$f_k = -\mu_k \cdot N = -\mu_k mg = ma \Rightarrow a = -\mu_k g$$

$$2ax = v_t^2 - v_0^2 \Rightarrow -2\mu_k g = 0 - v_0^2 \Rightarrow \boxed{x = \frac{v^2}{2\mu_k g}}$$

נציב את הנתונים:

$$x = \frac{25^2}{2 \cdot 0.1 \cdot 10} = 312.5_m \quad \text{עבור } \mu_k = 0.1$$

$$x = \frac{25^2}{2 \cdot 0.8 \cdot 10} = 39.0625_m \quad \text{עבור } \mu_k = 0.8$$

2. כאשר יש קרח, מרחק הבלימה ארוך יותר, ומצב זה מסוכן יותר.

$$1,200 - 400 = 1,000a \Rightarrow a = 0.8 \frac{m}{sec^2} \quad \text{ד.}$$

- ה. כוח החיכוך עם האוויר גדל ככל שמהירות המכונית גדלה. ברגע שמהירות המכונית תהיה מספיק גדולה, כוח ההתנגדות של האוויר ישתווה לכוח שדוחף את המכונית, ומרגע זה המכונית תמשיך במהירות קבועה.

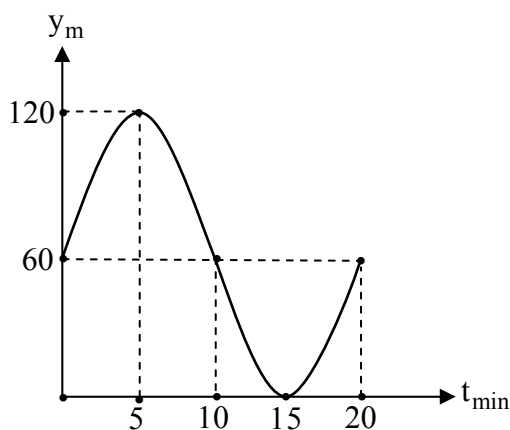
### שאלה 3:

- א. יש תאוצה רדיאלית שמשנה את כיוון המהירות, ולכן התאוצה שונה מאפס.  
 ב. 1. פועל כוח הכובד כלפי מטה ונורמל.  
 2+3.

כיוון הכוח			
שם הכוח	בנקודה A	בנקודה B	בנקודה C
כוח הכובד	כלפי מטה	כלפי מטה	כלפי מטה
כוח הנורמל	כלפי מעלה	באלכסון ימינה	כלפי מטה
הכוח השקול	כלפי מעלה	ימינה	כלפי מטה

מכיוון שהתאוצה המשיקית היא 0, כיוון הכוח השקול יהיה תמיד בכיוון מרכז המעגל.

ג.

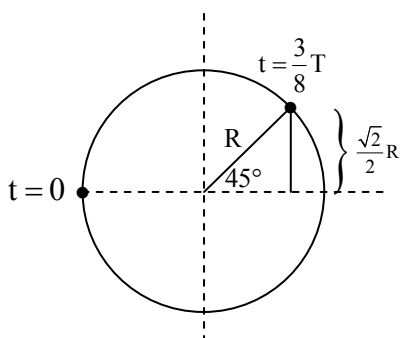


ד. המערכת תצבור אנרגיה פוטנציאלית כובדית שגודלה:

$$mg \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} R = 120 \cdot 10 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot 60 = 50,912 \text{ J}$$

האנרגיה הקינטית לא משתנה.

לכן, שינוי האנרגיה הכולל יהיה  $50,912 \text{ J}$ .



ה. העבודה הכוללת שווה אפס, כי הכוח השקול ניצב לכיוון הדרך, ולכן לא מבצע עבודה.

**שאלה 4:**

$$mgh_A = mgh_B + \frac{m \cdot v_B^2}{2} \Rightarrow 10 \cdot 12 = 10 \cdot 7 + \frac{v_B^2}{2} \Rightarrow \boxed{v_B = 10 \frac{m}{sec}}$$

.א

.ב. התשובה לא תלויה במסה, ולכן נשארת ללא שינוי.

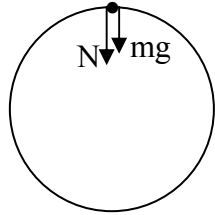
$$mg + N = \frac{m \cdot v_C^2}{R}$$

.ג

נדרוש  $N = 0$  ונקבל:

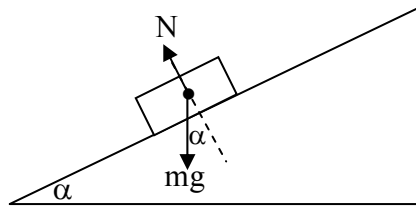
$$v_C^2 = gR \text{ ולכן } mg + N = \frac{m \cdot v_C^2}{R}$$

משיקולי אנרגיה נקבל:



$$mgh_A = mgh_C + \frac{m \cdot v_C^2}{2} \Rightarrow 10 \cdot 12 = \frac{10 \cdot 5}{2} + 10h_C \Rightarrow h_C = 9.5m$$

.ד



$$N = mg \cos \alpha$$

$$N = 65 \cdot 10 \cdot \cos 53$$

$$N = 391.2_N$$

$$\sin 53 = \frac{7}{DE} \Rightarrow DE = 8.765_m \text{ : משיקולי טריגונומטריה מתקבל:}$$

.ה

$$mgh_A - W = mgh_E$$

$$mgh_A - f_k \cdot DE = mgh_E$$

$$100 \cdot 10 \cdot 12 - f_k \cdot 8.765 = 100 \cdot 10 \cdot 8$$

$$f_k = 456.36_N$$

**שאלה 5:**

א. 1. לפי חוק קפלר :

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^3 \Rightarrow \left(\frac{0.3189}{1.262}\right)^2 = \left(\frac{9.377 \cdot 10^6}{r}\right)^3 \Rightarrow r = 2.346 \cdot 10^7 \text{ m}$$

ב. 2. לא. צריך לוויין נוסף, שמסתובב גם הוא סביב כדור הארץ.

$$\begin{cases} \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r} \\ T = \frac{2\pi r}{v} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{GM}{r} = v^2 \\ T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{v^2} \end{cases} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{\frac{GM}{r}} \Rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM}$$

$$(0.3189 \cdot 24 \cdot 60 \cdot 60)^2 = \frac{4\pi^2 (9.377 \cdot 10^6)^3}{6.67 \cdot 10^{-11} M} \Rightarrow M = 6.428 \cdot 10^{23} \text{ kg}$$

ג. לפי חוק שימור התנע :

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) u$$

$$53 \cdot 0 + 1.3 \cdot 12.5 = (53 + 1.3) u$$

$$u = 0.3 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$$

ד. תאוצת הנפילה החופשית :

$$\frac{GM}{r^2} = g^*$$

$$g^* = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 6.428 \cdot 10^{23}}{(3.4 \cdot 10^6)^2} = 3.7 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$$

משיקולי קינמטיקה נקבל :

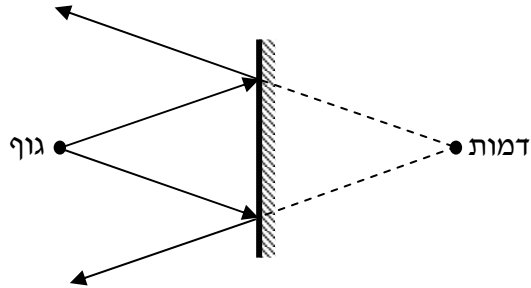
$$v_0 = 0 \quad a = 3.7 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2} \quad h = 20 \text{ m}$$

$$h = v_0 t + \frac{at^2}{2}$$

$$20 = 0 + \frac{3.7t^2}{2} \Rightarrow t = 3.29 \text{ sec}$$

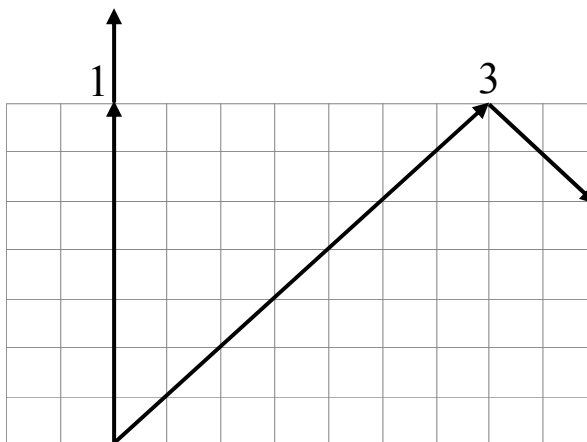
## שאלה 6:

- א. עליו להאיר לכיוון המפה, כדי שהאור המוחזר מהמפה יגיע לעיניו.
- ב. כל קרן שפוגעת בחלון חוזרת כמו מראה. אדם שמסתכל על הקרניים המוחזרות, מדמין את המשכן, וחושב שדמותו נמצאת מעברו השני של החלון.



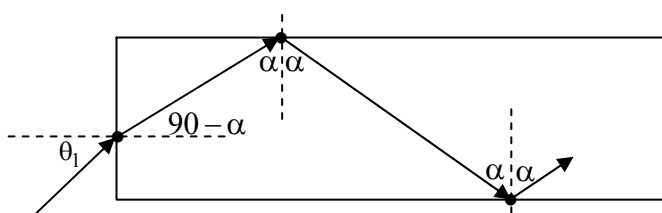
- ג. כל חלון משמש כמראה. דמות אחת נוצרת כתוצאה מקרניים שהוחזרו מהחלון הקדמי, והדמות השנייה נוצרת כתוצאה מקרניים שחדרו דרך החלון הקדמי, והוחזרו מהחלון החיצוני.
- ד. תתקבל דמות אחת בלבד, כתוצאה מקרניים שמוחזרות מהחלון הקדמי. קרניים שהצליחו לחדור את החלון הקדמי לא יגיעו לחלון החיצוני, כי הנייר האוטם לא יאפשר להם. לכן לא תיווצר דמות שנייה.

א.



ב.  $\operatorname{tg}\alpha_c = \frac{3}{7} \Rightarrow \alpha_c = 23.2^\circ$

ג.



כדי שהאור יהיה כלוא בסיב, זווית הפגיעה  $\alpha$  בדפנות הסיב חייבת להיות גדולה מהזווית הקריטית.

נבדוק את המצב הגבולי, שבו זווית הפגיעה היא הזווית הקריטית:

$$1.3 \sin \alpha_c = 1 \cdot \sin 90$$

$$\alpha_c = 50.285^\circ$$

$$1 \sin \theta_1 = 1.3 \sin (90 - 50.285^\circ)$$

$$\theta_1 = 56.2^\circ$$

ככל שזווית  $\theta_1$  קטנה, זווית הפגיעה  $\alpha$  גדלה. לכן אם  $\theta_1$  תהיה קטנה מ-  $57^\circ \approx 56.2^\circ$ , זווית

הפגיעה בדפנות הסיב יהיו גדולות מהזווית הקריטית, והקרן תהיה כלואה בסיב.

הערה: בניסוח השאלה יש טעות קלה. במקום  $57^\circ$  היה צריך להחמיר דווקא כלפי מטה,

ולרשום  $56^\circ$ , כי כל קרן שתיכנס בזווית שבין  $56.2^\circ$  ל-  $57^\circ$  לא תישאר כלואה בסיב.



שאלה 8:

- א. 1. כיוון התקדמות הפרעה הוא ימינה.  
2. זוהי הפרעה רוחבית.

ב.

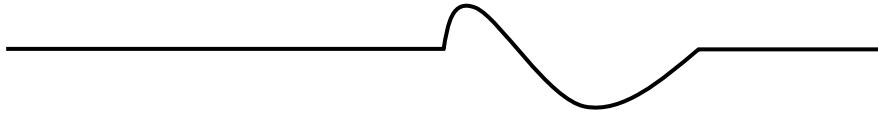
$$\Delta x = v \cdot \Delta t$$

$$(46 - 14) = v \cdot (9.28 - 8.65)$$

$$v = 50.794 \frac{\text{cm}}{\text{sec}}$$

- ג. הנקודה N תרד, ולכן החץ המתאים הוא 5.

ד.



- ה. במקרה זה הפרעה מוחזרת ללא היפוך:

