



## פתרון בחינת הבגרות בפיזיקה – מכניקה

קיץ תשע"ח, 2018, שאלון: 36361  
מוגש ע"י צוות המורים של "יואל גבע"

### הערות:

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

### מכניקה

הנבחרים נדרשו לענות על שלוש מהשאלות 1 – 6

#### שאלה מספר 1:

#### סעיף א'

הגרף מתאר את מהירותו של כדור B מכיוון שמהירותו ההתחלתית כלפי מעלה וכיוון זה מוגדר שלילי ומהגרף, המהירות ההתחלתית של הכדור היא מהירות שלילית – לכיוון כלפי מעלה.

#### סעיף ב'

נחשב את גובה המגדל על ידי חישוב השטח שבין הפונקציה  $V(t)$  והציר האופקי:  $H = 100\text{m}$ .



סעיף ג'

נמצא את המשוואת המקום של הכדורים A ו-B כפונקציה של הזמן.

נשתמש בקשר לתנועה שוות תאוצה:  $y = y_0 + v_0t + \frac{1}{2}gt^2$

A:  $y_A(t) = 100 + 5t + 5t^2$

B:  $y_B(t) = 100 - 5t + 5t^2$

$\Delta y = y_A - y_B = 10t$

$\Delta y(t = 2) = 10 \cdot 2 = 20m$

סעיף ד'

(1) משמעות שיפוע הגרף  $V(t)$  היא התאוצה והיא בעלת ערך זהה לכל שלושת הגרפים ( $a = 10 \frac{m}{s^2}$ ).

(2) משמעות נקודת החיתוך של הגרף עם ציר המהירות היא המהירות ההתחלתית של הכדורים והיא שונה לשלושת הכדורים.

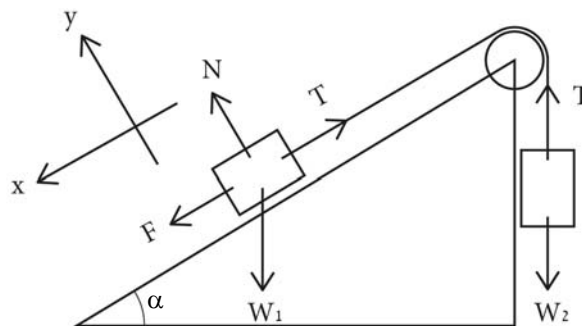
(3) משמעות השטח הכלוא בין הגרף לציר הזמן היא ההעתק האנכי שעשו הכדורים והיא זהה לשלושת הכדורים.

סעיף ה'

כוח החיכוך קטן ממשקל הגוף לכן במהלך תנועתו של כדור B מעל הגובה ההתחלתי הוא מאבד אנרגיה כתוצאה מכוח החיכוך עם האוויר ולכן חוזר לסף הגובה H במהירות קטנה מהמהירות  $V_0$  ההתחלתית, ומכאן כדור A יפגע בקרקע במהירות שגודלה גדול יותר מגודל מהירות הפגיעה של כדור B.

שאלה מספר 2:

סעיף א'



סעיף ב'

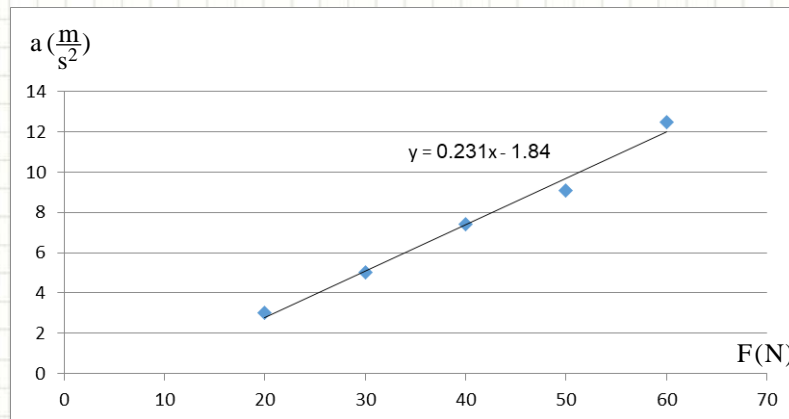
בעבור  $m_1$  :

$$\left. \begin{aligned} m_1 : F + m_1 g \sin \alpha - T &= m_1 a \\ m_2 : T - m_2 g &= m_2 a \end{aligned} \right\}$$

משתי המשוואות נחלץ את  $a$  :

$$a = \frac{1}{m_1 + m_2} F + \frac{m_1 \sin \alpha - m_2}{m_1 + m_2} g$$

סעיף ג'



סעיף ד'

נמצא את המסה מתוך שיפוע הגרף

$$0.231 = \frac{1}{2m}$$

$$m = 2.165 \text{ kg}$$

סעיף ה'

גודל הכוח שיביא לתנועה קבועה הוא גודל הכוח שיאפס את תאוצת המערכת, לכן – מנקודת

החיתוך של הציר האופקי :  $F = 7.97 \text{ N}$ .



שאלה מספר 3:

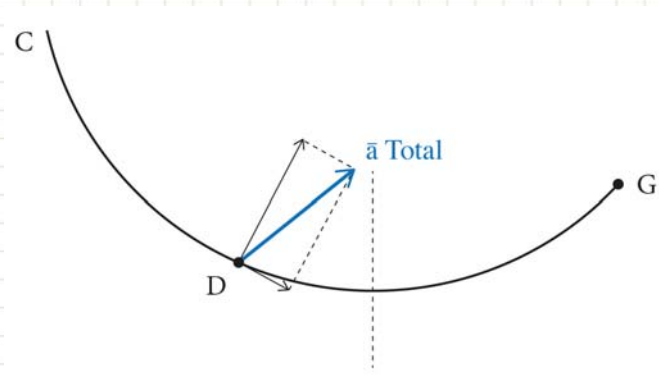
סעיף א'

בנקודה B התנועה מעגלית, לכן סכום הכוחות צריך להיות לכיוון מרכז המעגל ומכאן  $mg > N$ .  
גרף 1 מתאר נכונה את תרשים הכוחות.

סעיף ב'

(1) כן. בנקודה D יש רכיב משיקי לתאוצה מכיוון שיש שינוי גם בגודל המהירות.

(2)



סעיף ג'

נשתמש בעיקרון שימור האנרגיה כיוון שכוח הכובד הינו כוח משמר וכוח הנורמל אינו מבצע עבודה.

$$mgR = mgh_1 + \frac{1}{2}mv^2$$

$$600 = 320 + \frac{1}{2}v^2 \rightarrow v = 23.66 \frac{m}{s}$$

סעיף ד'

נשתמש בחוק השני של ניוטון לתנועה מעגלית:

$$\sum F_r = ma_r$$

$$N - mg = m \frac{v^2}{R}$$

$$N = m(g + \frac{v^2}{R}) = 1546.67 N$$

(מהחוק השלישי של ניוטון, הכוח שמפעיל הגולש על המסילה שווה בגודלו והפוך בכיוונו מהכוח שהמסילה מפעילה על הגולש).



### סעיף ה'

$W = \Delta E$  לא משמר.

$$\Delta E_{AL} = mgR - mgh_2 = mg(R - h_2) = 800 \cdot 24 = 19200 \text{ J} \quad : h_2 \text{ בהנחה שהגוף נעצר בנקודה}$$

נתון כי  $W = 20,000 \text{ J}$  ולכן  $W > \Delta E_{AL}$  מכאן הגולש לא יגיע לנקודה L.

### שאלה מספר 4:

### סעיף א'

התנע של המערכת קליע-גוף נשמר מכיוון שעל שניהם, בזמן הפגיעה סכום הכוחות החיצוניים שווה לאפס (המתקף השקול בציר האנכי זניח מכיוון שזמן הפגיעה מוגדר קצר ביותר). האנרגיה המכנית לא נשמרת מכיוון שמתבצעת עבודה כתוצאה מכוחות חיכוך שבין הקליע לגוף (התנגשות פלסטית).

### סעיף ב'

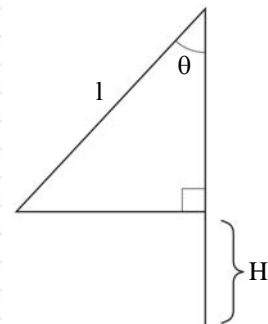
התנע אינו נשמר מכיוון שסכום הכוחות החיצוניים הפועלים על המערכת אינו שווה לאפס. יש שינוי בגודל וכיוון המהירות של המערכת השקולה. האנרגיה המכנית נשמרת מכיוון שפועל כוח הכובד שהינו כוח משמר, וכוח המתיחות שאינו מבצע עבודה.

### סעיף ג'

בשלב זה מתקיים חוק שימור האנרגיה המכנית לכן:  $E_i = E_f$ .  
בעבור מישור יחוס אפס בציר הפגיעה  $E_k = mgH$ , נחשב את גובה הגוף משיקולי טריגונומטריה.

$$H = l - l \cdot \cos \theta = l \cdot (1 - \cos \theta) = 0.6(1 - \cos 12^\circ) = 0.013 \text{ m}$$

$$E_k = mgH = mgl(1 - \cos \theta) = 5 \cdot 10 \cdot 0.6(1 - \cos 12^\circ) = 0.656 \text{ J}$$



### סעיף ד'

נמצא את מהירות המערכת לאחר נעיצת הקליע:

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$0.656 = \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot v^2 \rightarrow v = 0.512 \frac{m}{s}$$

נשתמש בחוק שימור התנע בעבור שלב הפגיעה:

$$m_1 v_0 = (m_1 + m_2)v$$

$$v_0 = \frac{(m_1 + m_2)v}{m_1} = \frac{5 \cdot 0.512}{0.015} = 170.7 \frac{m}{s}$$

### סעיף ה'

$$W = \Delta E = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)v^2 - \frac{1}{2}m_1 v_0^2 = -217.88J$$

כלומר, אבדה אנרגיה בשיעור של 217.88J.

### שאלה מספר 5:

#### סעיף א'

זמן המחזור T שווה לפעמיים הזמן הדרוש לעגלה להגיע מקצה אחד לקצה השני של התנודה:

$$T = 2 \cdot t_{B_2} = 2 \cdot 1 = 2 \text{ sec}$$

מהנתון בגוף השאלה: האמפליטודה שווה לחצי מקצות התנודה:  $A = 20 \text{ cm}$ .

#### סעיף ב'

$$v = \omega A = \frac{2\pi}{T} A = \frac{2\pi}{2} \cdot 0.2 = 62.83 \frac{cm}{s}$$

#### סעיף ג'

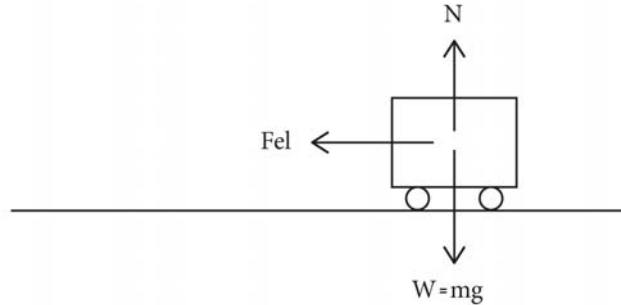
נשתמש בקשר לתנועה הרמונית פשוטה:  $\omega^2 = \frac{k}{m}$ .

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{k}{m} \rightarrow k = \frac{4\pi^2}{T^2} m = \frac{4\pi^2}{2^2} \cdot 3 = 29.61 \frac{N}{m}$$



סעיף ד'

(1)



(2) נמצא את גודל התאוצה מהקשר  $a = -\omega^2 x$ , כאשר  $x$  הוא המרחק מנקודת שיווי המשקל.

מהחוק השני של ניוטון:

$$\Sigma F = ma = m\omega^2 x = 3 \cdot \frac{4\pi^2}{4} \cdot (0.361 - 0.2) = 4.767 \text{ N}$$

וכיוונו שמאלה לכיוון נקודת שיווי המשקל.

(3)  $t_2 = 1.2 \text{ sec}$ : הזמן שיקח לגוף להגיע מהנקודה C לקצה התנודה הוא הזמן שיקח לגוף להגיע

מקצה התנודה לנקודה C.

בנקודה זו יפעל שוב כוח הזהה בגודל ובכיוון לכוח המתואר בסעיף הקודם.

סעיף ה'

(1) זמן המחזור תלוי במסה. נשתמש בקשר הבא:  $\omega^2 = \frac{k}{m}$ .

$$\frac{4\pi^2}{T^2} = \frac{k}{m} \rightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 m}{k}$$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

לכן זמן המחזור יגדל.

(2) זמן המחזור אינו תלוי באמפליטודת התנודה, לכן לא ישתנה.

(3) מהקשר שפיתחנו בסעיף ה-1, אפשר לראות כי כאשר נגדיל את קבוע הקפיץ  $k$  יקטן זמן

המחזור.



שאלה מספר 6:

סעיף א'

$$\frac{GmM_E}{r^2} = mg^* \quad \text{נשתמש בחוק הכבידה של ניוטון:}$$

$$g^* = 7.9 \frac{m}{s^2}$$

סעיף ב'

$$F = ma_r = m\omega^2 r = m \frac{4\pi^2}{T^2} r \quad \text{מהחוק השני של ניוטון לתנועה מעגלית:}$$

$$\frac{GmM}{r^2} = m \frac{4\pi^2}{T^2} r$$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{r^3}{GM}} = 5569 \text{ sec} = 1.547 \text{ hr}$$

$$v = \omega r = \frac{2\pi}{T} r = \frac{2\pi}{5569} \cdot 6790 \cdot 10^3 = 7661 \frac{m}{s} \quad \text{לחישוב המהירות המשיקית:}$$

סעיף ג'

- (1) מכיוון שמישור הייחוס לאנרגיה הפוטנציאלית כובדית אפס הוא באינסוף. היגד זה נכון. האנרגיה הפוטנציאלית בשלב ראשון גדולה יותר. האנרגיה הפוטנציאלית היא אנרגיה שלילית.

$$(2) \text{ היגד זה שגוי. } \frac{GmM_E}{r^2} = m \frac{v^2}{r} \rightarrow v^2 = \frac{GM_E}{r}$$

ככל שהרדיוס קטן יותר כך המהירות המשיקית גדלה.

- (3) לא נכון. כדי להביא את הלוויין לנוע בשלב השני, אנו נדרשים לבצע עבודה.

סעיף ד'

נחשב את האנרגיה המכנית של הלוויין במסלול זה.

$$E = -\frac{GMm}{2r} = -8.66 \cdot 10^9 \text{ J}$$

ולכן האנרגיה הדרושה כדי לנתק את הלוויין מאחיזת הכוכב שווה ל-  $8.66 \cdot 10^9 \text{ J}$ .

