

פתרון הבחינה

בפיזיקה – מכניקה

קיץ תשפ"ג, 2023, 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.

הנבחנים נדרשו לענות על שלוש מהשאלות 1-6

שאלה מספר 1:

סעיף א'

הכיוון החיובי של המהירות של הקבע במעלה המישור.
 ניתן לנמק זאת לפי שיפוע גרף מהירות-זמן שהינו שלילי והוא מייצג את התאוצה.
 עבור שני הגופים התאוצה השקולה זהה והיא מכוונת במורד המישור.

סעיף ב'

$$\Delta x_{t=0.2s \rightarrow t=0.5s} = \frac{(0.5-0.2) \cdot 1.5}{2} = 0.225m$$

השטח הרעיוני הכלוא בין גרף מהירות-זמן לציר הזמן מייצג את ההעתק שעבר הגוף בפרק זמן זה. הזמנים שנלקחו לחישוב הם מרגע התאפסות המהירות (שיא הגובה) ועד לסוף התהליך: הגעת הגוף לנקודה K.

סעיף ג'

$$\Delta K = 0.225 - \frac{(0.2-0) \cdot 1.0}{2} = 0.125m$$

סעיף ד'

נגדיר ציר מקום x שכיוונו החיובי במעלה המישור וראשיתו בנקודה K (תחתית המישור).

$$. a = \frac{0-1}{0.2-0} = -5 \frac{m}{s^2} \text{ : נחשב את תאוצת הגופים משיפוע הגרף:}$$

נחלץ את המהירות ההתחלתית V_2 מגרף ב'.

ונציב את פרק הזמן $t=0.62s$ בנוסחת מקום-זמן לתנועה בתאוצה קבועה.

ונחשב את מיקום הנקודה B ביחס לתחתית המישור.

לבסוף נחסר את מיקום הנקודה A ביחס לתחתית המישור מהתוצאה לעיל.

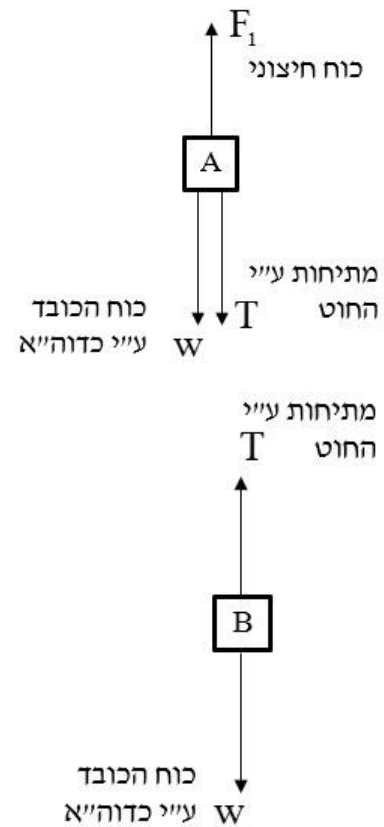
$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2 \Rightarrow 0 = x_B - 0.5 \cdot 0.62 - \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 0.62^2 \Rightarrow x_B = 1.271 \Rightarrow AB = x_B - 0.125 = 1.146m$$

סעיף ה'

תרשים ב' מתאר נכון את תנועת הגוף בשני הניסויים בהשפעת החיכוך.

נימוק:

במהלך העלייה התאוצה השקולה של הגוף גדולה יותר מאשר בזמן הירידה זאת כיוון שבזמן הירידה החיכוך מנוגד לרכיב כוח הכובד במורד המישור ולכן הכוח השקול על הגוף קטן יותר. מחוק II של ניוטון, כאשר הכוח השקול הפועל על הגוף קטן יותר, תאוצתו השקולה של הגוף קטנה יותר. בנוסף במהלך הירידה לשני הגופים תאוצה זהה.

שאלה מספר 2:
סעיף א'

סעיף ב'

בקביעת ציר שכיוונו החיובי מעלה ולפי חוק II של ניוטון ותרשים הכוחות מסעיף קודם:

$$\begin{cases} F_1 - T - m_A g = m_A a \\ T - m_B g = m_B a \end{cases} \Rightarrow a = \frac{F_1}{m_A + m_B} - g$$

סעיף ג'

מחוק I של ניוטון $T = m_B g$ ולכן מהגרף $m_B = 1\text{kg}$.

סעיף ד'

$$F_1 = (m_A + m_B)g = 40N : 0 < t < 0.3s \text{ עבור}$$

עבור $0.3s < t < 0.8s$: נחשב את תאוצת המערכת ונקבל $a = 2 \frac{m}{s^2}$. מכאן נחשב:

$$F_1 = (m_A + m_B)g + (m_A + m_B)a = 48N$$

$$F_1 = (m_A + m_B)g = 40N : 0.8s < t \leq 1.2s \text{ עבור}$$

סעיף ה'

בפרק הזמן $0.3s < t < 0.8s$ סוג התנועה היא תנועה שוות-תאוצה, כי נתון בגרף שהמתיחות קבועה (ושונה מהמתיחות בה הגופים במנוחה) ולכן שקול הכוחות קבוע, מה שמראה שהתנועה היא שוות תאוצה.

בפרק הזמן $0.8s < t < 1.2s$ סוג התנועה היא מהירות קבועה כי אנו יודעים כי הגופים צברו מהירות. בפרק זמן זה המתיחות שווה למתיחות במנוחה, ולכן קל לקבוע כי הגופים נעים בהתמדה (על פי חוק ראשון של ניוטון).

סעיף ו'

היגד 3 הוא הנכון.

נימוק: נתון כי בשני המקרים התאוצה שווה. מאחר ומסת המערכת בתרשים 2 גדולה יותר, שקול הכוחות במקרה זה גדול יותר, עפ"י חוק שני של ניוטון.

מאחר ושאר הכוחות זהים, $F_2 > m_B g$ כדי שבמקרה 2 נקבל שקול כוחות גדול יותר.

שאלה מספר 3:**סעיף א'**

משימוש בנוסחה $y = \frac{1}{2}gt^2$ נקבל: $t=1.10s$.

סעיף ב'

משיקולי אנרגיה נמצא שמהירות הפגיעה בקרקע היא $11.36 \frac{m}{s}$.

זווית הפגיעה היא 74.68° ביחס לאופק.

סעיף ג'

המרחק בין נקודות הפגיעה בקרקע של שני כדורים ששחררו בזה אחר זה הוא המהירות האופקית של הרחפן $3 \frac{m}{s}$ כפול פרק הזמן בין שחרור אחד למשנהו $0.5s$.
 נקבל כי המרחק הוא $1.5m$.

סעיף ד'

האיור הנכון הוא איור 4.

נימוק:

איור 2 ואיור 3 נפסלים מכיוון שהכדורים אמורים להיות באותו מיקום אופקי כשל הרחפן מאחר ולכולם יש את אותה מהירות אופקית.
 איור 1 נפסל מכיוון שבתרשים המרחקים האנכיים בין הכדורים שווים, אך מאחר שבציר האנכי התנועה היא תנועה שוות תאוצה, המרחקים האנכיים בין הכדורים אמורים להיות שונים, כמראה באיור 4.

סעיף ה'

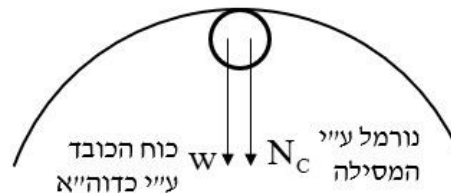
דנה צודקת.

נימוק:

משיקולי אנרגיה, האנרגיה הכוללת של הכדור ברגע השחרור לא השתנתה מאחר שגודל המהירות וגובה השחרור נותרו זהים.
 מאחר והאנרגיה הכוללת נשמרת, בהכרח מהירות הפגיעה תהיה זהה.

שאלה מספר 4

סעיף א' (1)



סעיף א' (2)

משיקולי שימור אנרגיה (כוח הכובד הינו כוח משמר והנורמל לא מבצע עבודה בתהליך) מתקיים

$$E_p = E_c \Rightarrow U_{G_p} + E_{K_p} = U_{G_c} + E_{K_c} \Rightarrow mgh + 0 = mg2R + \frac{1}{2}mv_c^2 \Rightarrow \frac{mv_c^2}{R} = 2mg \frac{h}{R} - 4mg$$

הכוח הפועל על הכדור לפי חוק II של ניוטון ומשוואות לתנועה מעגלית

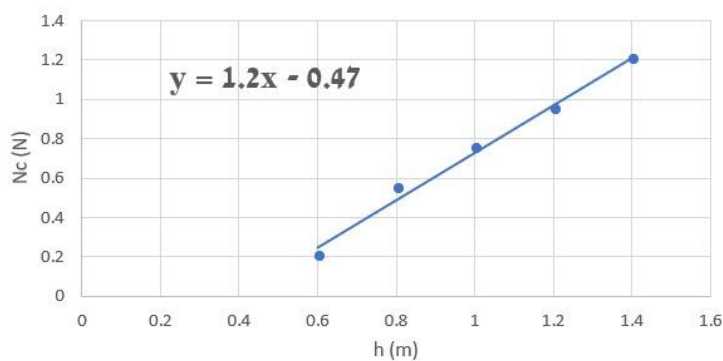
$$mg + N_c = m \frac{v_c^2}{R} \Rightarrow N_c = m \frac{v_c^2}{R} - mg$$

$$N_c = 2mg \frac{h}{R} - 5mg \text{ מהצבה נקבל}$$

מחוק III של ניוטון גודל הכוח שהחיישן מפעיל על הכדור שווה לגודל הכוח שהכדור מפעיל על החיישן.

סעיף ב' (1) + (2)

Nc כפונקציה של h



סעיף ג'

$$. m = 9.4 \text{gr.} = 9.4 \cdot 10^{-3} \text{kg}$$

$$. R = 15.7 \text{cm} = 0.157 \text{m}$$

סעיף ד'

לפי הגרף 0.90m

סעיף ה'

לא.

$$. v_c = \sqrt{gR} = 1.25 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ המהירות הקריטית}$$

שאלה מספר 5

סעיף א'

- (1) האנרגיה המיכנית של הגוף נשמרת בקטע המישור המשופע כי האנרגיה הפוטנציאלית כובדית מתגלגלת לאנרגיה קינטית אך האנרגיה הכוללת אינה משתנה.
האנרגיה המיכנית של הגוף לא נשמרת בקטע המשטח האופקי כי האנרגיה מתבזזת בגלל העבודה השלילית שעושה כוח החיכוך.
(2) התנע לא נשמר בשני קטעי התנועה.

נימוק: גודל התנע נקבע לפי $P = mv$. בכל אחד מהקטעים מהירות הגוף משתנה בגודלה (בקטע המישור המשופע מהירות הגוף גדלה ואילו בקטע המישור האופקי מהירות הגוף קטנה).

סעיף ב'

נחשב על פי משוואת עבודה-אנרגיה: $-\mu mgx = -mgh$ ונקבל: $\mu = \frac{h}{x} = 0.4$.

סעיף ג'

המרחק היה זהה.

נימוק: ראינו במשוואה שקיבלנו בסעיף ב' כי המרחק אינו תלוי במסת הגוף.

סעיף ד'

נחשב ממשוואות שימור התנועה ומשוואת התנגשות אלסטית חד-מימדית את מהירות הגוף B

לאחר ההתנגשות ונקבל: $u_B = 2 \frac{m}{s}$.

נחשב את גודל המתקף שפעל על הגוף B (גודלו זהה לגודל המתקף שפעל על גוף A, מתוקף חוק

שלישי של ניוטון): $J = \Delta P_B = m_B \cdot (u_B - v_B) = 2.4 \text{ N}\cdot\text{s}$.

כיוון המתקף שפעל על גוף A הוא ימינה כי הוא נע לאחר ההתנגשות ימינה.

סעיף ה'

ביטוי 2.

נימוק: גודל הזווית איננו משנה אלא גובה השחרור H, שנתון כי הוא זהה בשני המצבים.

שאלה מספר 6:**סעיף א'**

נחשב את הערכים החסרים לפי חוק שלישי של קפלר : $T_C = 2.41 \text{ days}$, $r_D = 3.34 \cdot 10^9 \text{ m}$

סעיף ב'

איתן טועה!

נימוק: לפי חוק שני של ניוטון בתנועה מעגלית נקבל $v = \sqrt{\frac{GM}{r}}$. קל לראות שככל שהמרחק מהכוכב Trappist-1 גדל, אזי המהירות קטנה.

סעיף ג'

(1) נחשב תאוצה על פי חוק שני: $g_b = \frac{GM}{r^2}$. נחשב את מסת Trappist-1 על פי שימוש בחוק

$$. M = \frac{4\pi^2}{G} \cdot \frac{r^3}{T^2} \text{ : שני של ניוטון בתנועה מעגלית ונקבל:}$$

$$g_b = \frac{4\pi^2 r}{T^2} \text{ : מהצבת שני הביטויים הנ"ל נקבל:}$$

(2) לא!

נימוק: משקל גוף הנמצא על כוכב הלכת b מושפע בעיקר מהכוכב b. התאוצה החופשית שחישבנו בסעיף הקודם היא התאוצה אל כוכב Trappist-1 .

סעיף ד'

$$M = \frac{4\pi^2}{G} \cdot \frac{r^3}{T^2} = 1.80 \cdot 10^{29} \text{ kg}$$

סעיף ה'

תוספת האנרגיה הדרושה כדי להימלט מהשפעת הכבידה היא $\Delta E = \frac{GMm}{2r}$, ולכן היחס הוא:

$$\frac{\Delta E}{\Delta E} = \frac{M_s}{M_{Tr}} = 11.05$$