הצעת פתרון – בחינת הבגרות בפיזיקה

קיץ 2012 – שאלון 36541/654

הצעת פתרון הבחינה באזרחות נכתבה על-ידי: איתי הרטמן, מורה לפיזיקה בבתי הספר של לחמן.

הפתרונות המופיעים בהצעת פתרון זו מובאים <u>בתמצות בלבד</u>. יש לפרט ולהרחיב כל אחד מהם בהתאם לדרישות הבחינה.

מכניקה

<u>שאלה מספר 1</u>

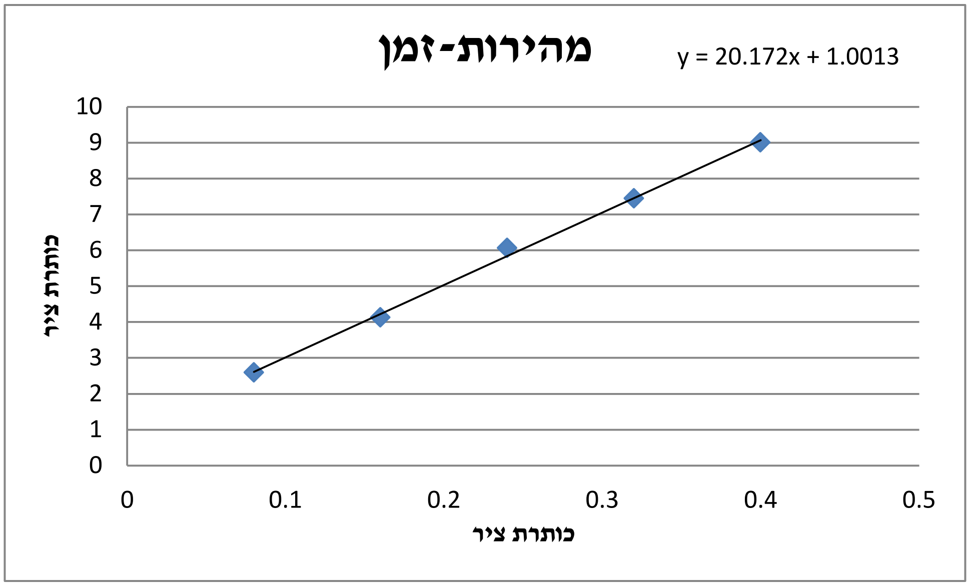
א. מהירות הגוף ברגע $t=0.24(s)$:

$$v=\frac{\Delta y}{\Delta t}=\frac{1.4-0.43}{0.16}=6.0625\left({}^{m}\!/_{s}\right)$$

ב. הטבלה:

t(s)	y(m)	v(m/s)
0	0.016	-
0.08	0.15	2.5875
0.16	0.43	4.125
0.24	0.81	6.0625
0.32	1.4	7.4375
0.4	2	9
0.48	2.84	-

ג. גרף מהירות-זמן:



ד. שיפוע הגרף (על פי שתי נקודות על קו המגמה) הוא $m = 20.17\left(\frac{m}{s^2}\right)$. גודל זה מייצג את תאוצת הנפילה החופשית על פני כוכב הלכת המדובר.

ה. תאוצת הנפילה החופשית על פני כוכב ברדיוס R ומסה M נתונה בביטוי: $g^* = \frac{GM}{R^2}$

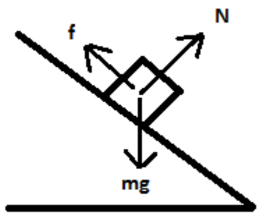
נציב את ערך התאוצה שהתקבל מהגרף ואת רדיוס כדור הארץ (מדף הנוסחאות) ונקבל:

$$20.17 = \frac{6.67\cdot10^{-11}\times M}{(6.38\cdot10^{6})^2} \Rightarrow M = 1.23\cdot10^{25}\,(kg)$$

מסת הכוכב היא $M = 1.23\cdot10^{25}\,(kg)$.

<u>שאלה מספר 2</u>

1) תרשים הכוחות הפועלים על הגוף:



הכוחות הפועלים על הגוף הם:

mg - כוח הכובד (משקל הגוף)

N - הכוח הנורמלי שמפעיל המשטח על הגוף בניצב למשטח

f -כוח החיכוך שמפעיל המשטח במקביל למשטח נגד כיוון תנועת הגוף

מכיוון שנתון כי הגוף מתמיד (מהירותו קבועה) שקול הכוחות עליו הוא אפס – על פי החוק הראשון של ניוטון.

2) על פי התרשים הראשון: כאשר מגמת התנועה של הגוף היא כלפי מטה כוח החיכוך פונה כלפי מעלה וערכו שווה לרכיב המקביל למישור של משקל הגוף ($mg\sin\theta$). מכיוון ששקול הכוחות עליו הוא אפס הגוף יתמיד במהירותו. כלומר כאשר הגוף במנוחה הוא יישאר במנוחה.

3) על פי משפט עבודה אנרגיה: $W_f = \Delta E$

$$-f\,\Delta x = 0 - \frac{m{v_0}^2}{2} + mgh - 0$$

$$-mg\sin\theta\Delta x = -\frac{m{v_0}^2}{2} + mgh$$

$$-g\sin\theta\Delta x = -\frac{{v_0}^2}{2} + g\Delta x\sin\theta$$

$$2g\sin\theta\Delta x = \frac{{v_0}^2}{2}$$

$$\Delta x = \frac{{v_0}^2}{4g\sin\theta}$$

- לא היה צורך בידיעת מקדם החיכוך מפני שערכו של כוח החיכוך שווה ל $mg\sin\theta$.
- השתמשנו בקשר הגיאומטרי: $h = \Delta x\sin\theta$

4)

1. מכיוון שלפני הפעלת הכוח F הגוף היה בהתמדה, F הוא גם הכוח השקול על הגוף. על פי משפט מתקף-תנע:

$$\vec{F}\Delta t = \Delta\vec{P}$$

התנע ההתחלתי היה אפס (מתחיל ממנוחה) ולכן:

$$F \cdot t = mv_t - 0 \Rightarrow v_t = \frac{F \cdot t}{m}$$

- השתמשנו במתקף של כוח קבוע.

2. לאחר הפסקת פעולת הכוח F שקול הכוחות על הגוף יחזור להיות אפס לכן הגוף יגיע לתחתית המישור במהירות מסעיף ד1.

<u>שאלה מספר 3</u>

א. מהירות הכדור בנקודה B ניתנת לחישוב משימור אנרגיה מכנית:

$$mgh + \frac{mv_0^2}{2} = \frac{mv_B^2}{2} \Rightarrow v_B^2 = 2gh + v_0^2$$

משך הזמן שייקח לכדור להגיע לקרקע (מהירותו ההתחלתי בציר האנכי היא אפס ותאוצתו תאוצת הנפילה החופשית) מקינימטיקה:

$$y = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow H = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{2H}{g}}$$

תנועתו האופקית של הכדור היא תנועה קצובה (לא פועלים כוחות בציר האופקי) ולכן:

$$x = vt \Rightarrow x^2 = v^2t^2 \Rightarrow x^2 = (2gh + v_0^2)\frac{2H}{g}$$

$$x^2 = \frac{2H}{g}v_0^2 + 4Hh$$

מ.ש.ל

ב. הגרף מציג את x^2 כפונקציה של h , על פי הקשר שקיבלנו בסעיף א׳:

$$\begin{array}{ccccc} x^2 = & \frac{2H}{g}v_0^{\,2} & + & 4H & h \\ \Downarrow & \Downarrow & & \Downarrow & \Downarrow \\ y= & n & + & m & x \end{array}$$

זהו קשר ליניארי ששיפועו $4H$.

ג. שיפוע הגרף על פי הנקודות (1,6) ו (0,1): $4H=\frac{6-1}{1-0}=5 \Rightarrow H=1.25\ (m)$

ד. כפי שניתן לראות בתשובה לסעיף ב׳,

נקודת החיתוך של הגרף עם הציר האנכי היא: $\frac{2H}{g}v_0^{\,2}$

מהגרף ועל ידי הצבת גובה השולחן מסעיף ג׳: $\frac{2H}{g}v_0^{\,2}=1 \Rightarrow \frac{2\cdot 1.25}{10}v_0^{\,2}=1 \Rightarrow v_0=2\ (m/s)$

ה. מכיוון ששני הכדורים הופלו מאותו הגובה באותו הזמן ללא מהירות התחלתית אנכית שניהם יהיו בכל רגע באותו הגובה. עבור נתוני הזריקה ניתן לראות (הצבה) כי הכדור שנזרק מהמסילה יעבור מרחק אופקי של $3.5(m)$ עד לפגיעתו בקרקע. כלומר, לאחר $1.5(m)$ שני הכדורים יהיו עדיין באוויר.

שאלה מספר 4

א. השטח הכלוא בין גרף הכוח לציר הזמן מייצג את המתקף שהפעילה קרונית 1 על קרונית 2. מחישוב שטח המשולש מתקף זה שווה ל $J=5(Ns)$

ב. ממשפט מתקף-תנע : $J=\Delta P \Rightarrow J=m_2u_2-m_2v_2 \Rightarrow 5=1.25m_2 \Rightarrow m_2=4(kg)$

ג. שימור תנע :

$$m_1v_1+m_2v_2=m_1u_1+m_2u_2$$
$$2v_1=2u_1+4\cdot 1.25$$

שימור אנרגיה אלסטית בהתנגשות מצחית :

$$v_1-v_2=-(u_1-u_2)$$
$$v_1=-(u_1-1.25)$$

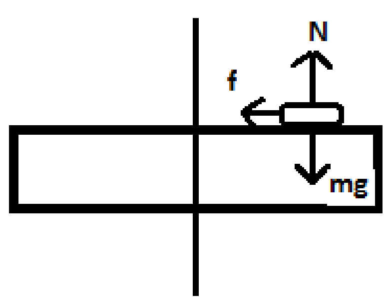
ד. התרשים החדש הוא שיקוף של התרשים המקורי על פי חוק שלישי של ניוטון, הגופים מפעילים זה על זה כוחות שווים בגודלם והפוכים בכיוונם.

ה. הגרף הנכון הוא גרף מספר 1. בעת העלייה על המדרון החלק תאוצת הקרונית קבועה $(g\sin\theta)$ ושלילית, מהירות הקרונית קטנה בקצב קבוע בין B ל C ונשארת קבועה בין C ל D.

שאלה מספר 5

א.

הדיסקה מפעילה על המטבע את כוח החיכוך ואת הכוח הנורמלי.
כדור הארץ מפעיל על המטבע את כוח הכובד (משקל)



ב. המרחק המרבי יתקבל עבור כוח חיכוך סטטי מרבי.
מהתמדה בציר האנכי:

$$\sum F_y = 0 \Rightarrow N - mg = 0$$

כוח החיכוך הסטטי המרבי: $f = \mu N = \mu mg$

משוואת הכוחות בציר הרדיאלי:

$$\sum F_R = m\omega^2 R$$

$$\mu mg = m\omega^2 R \Rightarrow R = \frac{\mu g}{\omega^2}$$

נביע את המהירות הזוויתית מהקשר: $\omega = 2\pi f = 2\pi \cdot 90 \cdot \frac{1}{60} = 9.42\,({}^{rad}\!/_{\sec})$

ונקבל: $R = 0.068\,(m)$

ג. נקודה B מביעה את ערכו המרבי של החיכוך הסטטי:

$$B = \mu mg = 0.6 \cdot 5 \times 10^{-3} \cdot 10 = 0.03\,(N)$$

נקודה A מתאימה לריבוע תדירות הסיבוב במצב בסעיף ב':

$$f = 1.5\,(Hz) \Rightarrow f^2 = 2.25\,(Hz^2)$$

ד. עבור מטבע במסה גדולה יותר ערכו של כוח החיכוך המרבי היה גדול יותר (נקודה B) הייתה גבוהה יותר אך התדירות המיוצגת על ידי נקודה A לא תלויה במסה ולא הייתה משתנה.