



בגרות ופסיכומטרי

פתרון בחינת הבגרות בפיזיקה, שאלון מכניקה (917531) – קיץ 2009

שאלה 1

א.

$$y_A = 45 + 40t - \frac{1}{2}10t^2$$

$$y_B = 0 + 55t - \frac{1}{2}10t^2$$

נדרוש $y_A = y_B$ ונקבל:

$$45 + 40t - 5t^2 = 55t - 5t^2$$

$$t = \frac{45}{15} = 3_{\text{sec}}$$

$$y = 55 \cdot 3 - 5 \cdot 3^2 = 120_m$$

ב. נדרוש $v_A = v_B$ ונקבל:

$$40 - gt = 55 - gt$$

לא יתכן פתרון למשוואה זו, לכן לא יהיה שוויון מהירויות.

ג. מכיוון ש A משנה את מכיוונו ראשון, נבדוק האם יש זמן שבו $-v_A = v_B$

$$-(40 - gt) = 55 - gt$$

$$2gt = 95$$

$$t = 4.75 \text{ sec}$$

ד. גם לגוף A וגם למערכת y^* יש אותה תאוצה $a_A = a_B = -g$. לכן התאוצה היחסית של A ביחס לציר y^* היא אפס.

ה.

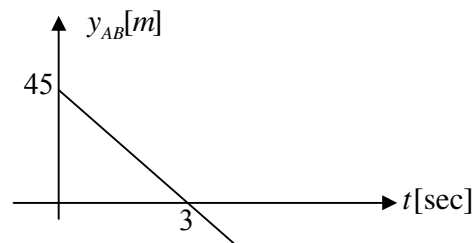
$$v_{AB} = v_A - v_B$$

$$v_{AB} = (40 - gt) - (55 - gt) = -15 \frac{m}{s}$$

ו.

$$y_{AB} = y_A - y_B = 45 + 40t - \frac{1}{2}gt^2 - (55t - \frac{1}{2}gt^2)$$

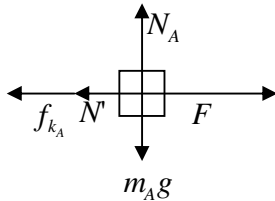
$$y_{AB} = 45 - 15t$$



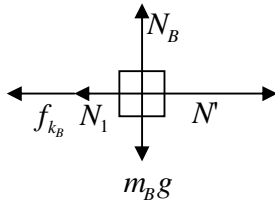
שאלה 2

א. על פי החוק השלישי של ניוטון, כאשר יש אינטראקציה בין שני גופים, הכוח שאחד מפעיל על השני זהה בגודלו והפוך בכיוונו לכוח שהגוף השני מפעיל על הראשון. לכן הכח שגוף A מפעיל על B והכח שהגוף B מפעיל על A שווים בגודל והפוכים בכיוון.

ב. נבצע ניתוח כוחות על כל גוף בנפרד:



עבור גוף A:



עבור גוף B:

נרשום את משוואות שקול הכוחות בציר האופקי עבור שני הגופים, ונבודד את התאוצה:

$$\sum F_A = F - f_{k_A} - N' = m_A a$$

$$\sum F_B = N'' - f_{k_B} = m_B a$$

$$a(m_A + m_B) = F - \mu m_A g - \mu m_B g$$

$$a = \frac{13 - 0.1 \cdot 10(3 + 2)}{3 + 2} = \frac{8}{5} \frac{m}{s}$$

$$N'' = m_B a + f_{k_B} = 2 \cdot \frac{8}{5} + 0.1 \cdot 2 \cdot 10$$

$$N'' = 5.2 N$$

ג. לאחר שכח F מפסיק לפעול לשני הגופים יש אותה תאוצה (בכיוון הפוך לתנועה):

$$mg = -f_k = -\mu mg$$

$$a = -\mu g$$

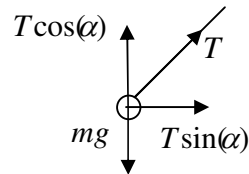
ולכן לא תהיה תנועה יחסית ביניהם ו $N' = 0$

ד. ההיגד הנכון הוא (2). מהירותם התחילית זהה ותאוצותיהן שוות, ולכן הם יעצרו לאחר אותו הזמן.
ה.

$$(m_A + m_B)a' = F - \mu(m_A + m_B)g$$

ביטוי זה זהה לביטוי בסעיף ב' ולכן התאוצות שוות.

שאלה 3



א. תרשים כוחות:

$$\sum F_x = T \sin(\alpha) = m\omega^2 r$$

$$\sum F_y = T \cos(\alpha) - mg = 0$$

ובנוסף:

$$\omega = 2\pi f$$

$$r = L \sin(\alpha)$$

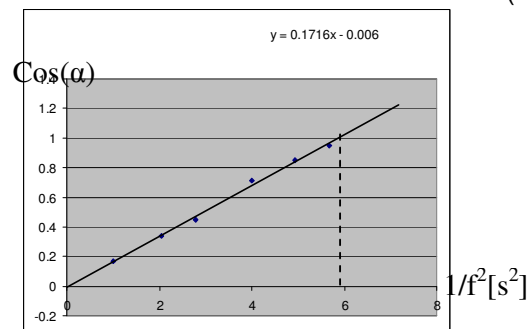
מתוך משוואות אלו נקבל את הביטוי הדרוש:

$$\cos(\alpha) = \frac{1}{f^2} \frac{g}{4\pi^2 L}$$

ב. השלמת הטבלה:

מדידה:	1	2	3	4	5	6
f (Hz)	0.42	0.45	0.5	0.6	0.7	1
α (°)	18	32	45	63	70	80
$\frac{1}{f^2}$ (s ²)	5.67	4.94	4	2.78	2.04	1
$\cos(\alpha)$	0.95	0.85	0.71	0.45	0.34	0.17

ג. שרטוט הגרף (יחס ישר):





בגרות ופסיכומטרי

ג. שיפוע הגרף הוא 0.17. לכן:

$$\frac{g}{4\pi^2 L} = 0.17$$

$$L = \frac{g}{4\pi^2 \cdot 0.17} = 1.5m$$

ד. התדירות המינימלית תתקבל כאשר $\cos(\alpha) = 1$.
נעביר קו מקביל לציר האופקי ב $\cos(\alpha) = 1$, ונראה שנקודת החיתוך היא

$$\frac{1}{f_{\min}^2} = 5.88s^2$$

$$f_{\min} = 0.41Hz$$

שאלה 4

א. פועל כח נוסף, כיוון שאם האנרגיה הקינטית קבועה – המהירות קבועה בגודלה, ועל פי החוק הראשון של ניוטון המשמעות היא ששקול הכוחות על התיבה הוא אפס. כיוון שפועל כח חיכוך, חייב לפעול כח נוסף לכיוון התנועה.

ב.

על פי משפט עבודה אנרגיה:

$$W_{\text{כוללת}} = \Delta E_k$$

$$(F_1 - f_k) \cdot \Delta x = E_{K_2} - E_{K_1}$$

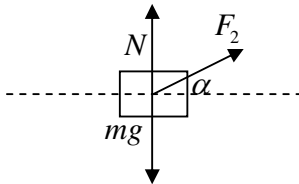
נבודד את F_1 , נציב ערכים מספריים ונקבל:

$$F_1 = 1.3N$$

ג. במהלך עצירת התיבה עבודת כח החיכוך שווה ל $-40J$, כיוון שהאנרגיה הקינטית שהיתה לתיבה בשיא מהירותה היא $40J$ ובסיום התנועה $0J$.

את עבודת כח החיכוך בחלקו הראשון של התנועה נחשב על פי $W = F_x \Delta x$. לכן:

$$W_{\text{חיכוך}} = -\mu mg \Delta x - 40 = -0.1 \cdot 0.5 \cdot 10 \cdot 50 - 40 = -65J$$



ד. האנרגיה היתה גדולה מ $40J$:

$$N_1 = mg$$

$$N_2 = mg - F_2 \sin \alpha$$

לכן כוח החיכוך, המחושב על פי $f_k = \mu N$ הוא קטן יותר במקרה השני, ובהתאם עבודתו (השלילית) קטנה יותר.

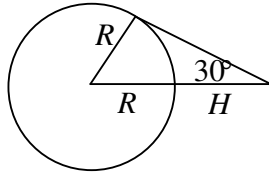
מכאן שהאנרגיה הקינטית הסופית במקרה השני תהיה גדולה יותר.

ה. היגד (3) נכון. ניתן לראות מהגרף שהאנרגיה המכנית נשמרת לאורך התנועה (האנרגיה הפוטנציאלית מומרת במלואה לאנרגיה קינטית). מכאן שאין עבודת כוחות לא משמרים, ולכן הגוף נופל חופשית.

שאלה 5

א. תרשימים א' וד' מתקבלים.
בתרשים א' - על החללית פועל כח כבידה לכיוון מטה (לכיוון מרכז הכוב) וכח של מנוע החללית לכיוון מעלה (לכיוון ההפוך). יתכן מצב בו הכוחות שווים והחללית נמצאת במנוחה ביחס למרכז.
בתרשים ב' - החללית מתקרבת למרכז, לכן לא נכון.
בתרשים ג' - גודל המהירות המשיקית גדלה ולכן החללית מתרחקת מהמרכז
בתרשים ד' - בהנחה שהחללית נעה בתנועה מעגלית במהירות קווית שגודלה קבועה ולכן זה תיאור נכון של מצב מנוחה ביחס למרכז.

ב.



$$\frac{R}{R+H} = \sin(30) = 0.5$$

מתקבל:

$$R = H = 10^7 \text{ m}$$

ג.

$$r = R + H = 2 \cdot 10^7 \text{ m}$$

$$m\omega^2 r = \frac{GMm}{r^2}$$

$$M = \frac{\omega^2 \cdot r^3}{G} = \frac{4\pi^2}{G} \cdot \frac{r^3}{T^2}$$

$$M = \frac{4\pi^2 (2 \cdot 10^7)^3}{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot (150 \cdot 60)^2} = 5.85 \cdot 10^{25} \text{ kg}$$

ד.

$$g^* = \frac{GM}{R^2} \approx 39 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

ה. בתנועה מעגלית גודל המהירות קבוע, ורק כיוונה משתנה, לשם כך דרוש כוח לכיוון מרכז הסיבוב, כלומר כח לכיוון מרכז הכוב. כח זה יכול לנבוע מכוח הכבידה בלבד ולכן לא נדרשת פעולת המנועים.