

פיזיקה 1 להנדסת אלקטרוניקה 3 שעות שבועיות

פרק 17 - תרגילים נוספים לתנועה הרמונית פשוטה

תוכן העניינים

1. תרגילים נוספים.....1

תרגילים נוספים:

שאלות:

(1) תרגיל 1

גוף בעל מסה $m = 20\text{gr}$ מחובר לקפיץ אופקי בעל קבוע $k = 4 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, וחופשי לנוע ללא חיכוך. הגוף מתנדנד בתנועה הרמונית כך שהמרחק בין הקצוות של התנועה הוא: $d = 10\text{cm}$.

- א. מהי האפליטודה של התנועה?
- ב. מהי התדירות הזוויתית?
- ג. מהו זמן המחזור?
- ד. רשום נוסחה למיקום הגוף כתלות בזמן, אם הזמן נמדד מהרגע בו הגוף היה בקצה החיובי.
- ה. רשום נוסחה למהירות הגוף כתלות בזמן.

(2) תרגיל 2

גוף בעל מסה $m = 2\text{kg}$ מחובר לקפיץ אופקי בעל קבוע $k = 4 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, וחופשי לנוע ללא חיכוך. מושכים את הגוף מנקודת שיווי המשקל למרחק של $d = 0.2\text{m}$ ומשחררים ממנוחה.

- א. מהי התדירות הזוויתית?
- ב. מהו זמן המחזור?
- ג. מהי האפליטודה של התנועה?
- ד. מהו מיקום הגוף כתלות בזמן מרגע השחרור?
- ה. רשום נוסחה למהירות הגוף כתלות בזמן.
- ו. חזור על כל הסעיפים עבור המקרה בו ברגע השחרור הגוף מקבל דחיפה קטנה המקנה לו מהירות התחלתית $v_0 = 0.1 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

3 תרגיל (3)

הגרף הבא מתאר את מיקומו כתלות בזמן של גוף הנע בתנועה הרמונית פשוטה.

- מהי אמפליטודת התנועה?
- מהו זמן המחזור?
- מהי התדירות הזוויתית?
- מהי הפאזה?
- רשום נוסחה למהירות כתלות בזמן.

4 תרגיל (4)

גוף בעל מסה $m = 1\text{kg}$ מחובר לקפיץ אופקי בעל קבוע קפיץ $k = 3 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

הגוף משוחרר ממנוחה במרחק $d = 0.3\text{m}$ מנקודת שיווי המשקל.

- רשום נוסחה למיקום הגוף כתלות בזמן.
- מצא את מיקום הגוף ב- $t = 3\text{sec}$.
- מהי מהירות הגוף ב- $t = 3\text{sec}$.
- מהי תאוצת הגוף ב- $t = 3\text{sec}$.

5 תרגיל (5)

מהירותו של גוף המתנדנד בתנועה הרמונית נתונה לפי הגרף הבא:

- מתי מגיע הגוף לנקודת שיווי המשקל בפעם הראשונה?
- האם תאוצת הגוף ב- $t = 1\text{sec}$ מקסימאלית?
- האם ב- $t = 1.5\text{sec}$ האנרגיה קינטית מרבית?
- מהו הכוח ב- $t = 2.5\text{sec}$?
- כמה מחזורי תנועה עשה הגוף ב-4 השניות הראשונות של התנועה?

6 תרגיל (6)

בגרף הבא נתונה התאוצה של גוף כתלות

במיקום של הגוף. מסת הגוף היא $m = 20\text{g}$.

- האם התנועה היא תנועה הרמונית? נמק.
- מהו קבוע הקפיץ?
- מהי אמפליטודת התנועה?

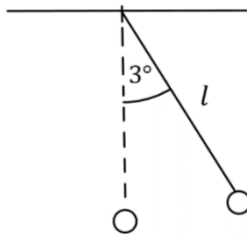
7 תרגיל (7)

גוף בעל מסה $m = 2\text{kg}$ מחובר לקפיץ אופקי בעל קבוע קפיץ $k = 40 \frac{\text{N}}{\text{m}}$.

ב- $t = 0$ מיקום ומהירות הגוף הם: $x = 20\text{cm}$, $v = 0.4 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

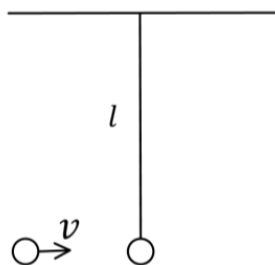
- רשום נוסחה למיקום הגוף כתלות בזמן.
- מתי מיקומו של הגוף הוא 5 ס"מ משמאל לנקודת שיווי המשקל בפעם הראשונה?
- מתי מהירות הגוף היא $0.1 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ בכיוון החיובי?
- מהי התאוצה המקסימאלית של הגוף?

8 תרגיל (8)



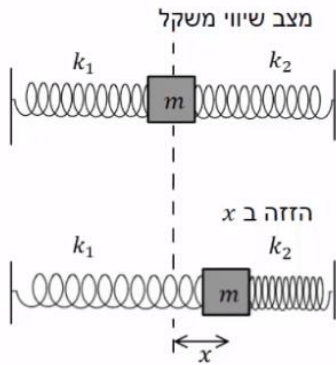
- מטוטלת מתמטית בעלת חוט באורך $l = 1\text{m}$, ומסה $m = 100\text{gr}$ בקצה, משוחררת ממנוחה מזווית של 3° .
- מה תהיה התדירות הזוויתית של התנועה?
 - כמה זמן ייקח למטוטלת להגיע לנקודת שיווי המשקל?
 - מהי מהירות המסה בנקודת שיווי המשקל?
 - בנקודת שיווי המשקל מונחת מסה נוספת $m = 25\text{gr}$, הנמצאת במנוחה. מסת המטוטלת מתנגשת במסה הנוספת התנגשות פלסטית.
 - מתי מהירות הגופים מיד לאחר ההתנגשות?
 - מהי התדירות הזוויתית של התנועה לאחר ההתנגשות?
 - מהי הזווית המקסימאלית אליה תגיע המטוטלת לאחר ההתנגשות?

9 תרגיל (9)



- מטוטלת מתמטית בעלת חוט באורך $l = 0.5\text{m}$, ומסה $m = 50\text{gr}$ בקצה, תלויה במנוחה. מסה $m = 25\text{gr}$ נעה אופקית במהירות $v = 0.6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, ומתנגשת במסת המטוטלת התנגשות פלסטית.
- מה תהיה התדירות הזוויתית של התנועה לאחר ההתנגשות, בהנחה שהתנדודות קטנות.
 - כמה זמן ייקח למטוטלת להגיע לשיא הגובה?
 - מתי מהירות הגופים מיד לאחר ההתנגשות?
 - מהי הזווית המקסימאלית אליה תגיע המטוטלת?

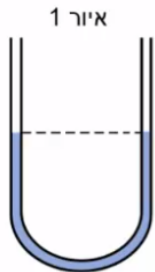
(10) מסה עם קפיצים משני הצדדים



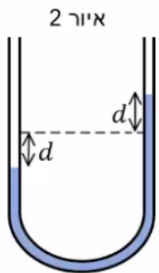
לשני צדדיה של מסה m מחוברים שני קפיצים שקבועי הכוח שלהם הם: k_1 ו- k_2 . הגוף נמצא על משטח חלק. מזיזים את הגוף ימינה מרחק x .

- א. הראה כי כאשר מרפים ממנו הוא ינוע בתנועה הרמונית פשוטה שקבועה הוא: $k_1 + k_2$.
- ב. מהו זמן המחזור של התנועה?

(11) צינור בצורת U



בתוך צינור גלילי בצורת האות U מצוי נוזל בשיווי משקל (איור 1). אורך החלק המלא בנוזל הוא L ושטח החתך לאורך כל הצינור הוא A . צפיפות הנוזל (מסה ליחידת נפח) היא ρ . נושפים בזרוע השמאלית של הצינור כך שפני הנוזל יורדים בשיעור d , ומרפים (איור 2).

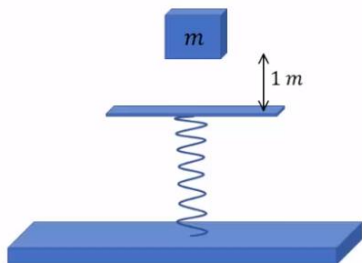


- א. תאר במילים את תנועת הנוזל בהנחה שלא פועלים עליו כוחות חיכוך.
- ב. הראה כי כאשר פני הנוזל נמצאים במרחק x ממצב שיווי המשקל פועל על הנוזל כוח מחזיר: $F = -2\rho Agx$. (הדרכה: חשב את מסת הנוזל העודפת בצד הגבוה ומשם את כוח הכובד שהיא מפעילה על שאר הנוזל).
- ג. בהנחה כי $x \ll L$ הראה כי זמן המחזור של התנועה

$$T = \pi \sqrt{\frac{2L}{g}}$$

הוא:

(12) מסה נופלת על קפיץ אנכי



קפיץ אנכי מחובר לקרקע מצידו האחד וללוח אופקי בצידו השני.

קבוע הקפיץ הוא: $400 \frac{N}{m}$. מסה של $m = 2 \text{ kg}$

משוחררת ממנוחה מגובה של מטר אחד מעל הלוח, המסה נופלת נפילה חופשית ונדבקת ללוח. מסת הלוח והקפיץ ניתנות להזנחה.

- א. מהי ההתכווצות המרבית של הקפיץ?
- ב. מהי תדירות תנודות המשקולת?
- ג. מהי משרעת התנודות?

תשובות סופיות:

- (1) א. $A = 0.05\text{m}$ ב. $\omega \approx 14.14 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ג. $T \approx 0.444\text{sec}$
 ד. $x(t) = 0.05 \cdot \cos(14.14 \cdot t)$ ה. $v(t) = -0.707 \cdot \sin(14.14 \cdot t)$
- (2) א. $\omega = 1.41 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ב. $T \approx 4.44\text{sec}$ ג. $A = 0.2\text{m}$
 ד. $x(t) = 0.2 \cdot \cos(1.41 \cdot t)$ ה. $v(t) = -0.282 \cdot \sin(1.41 \cdot t)$
 ו. $x(t) = 0.212 \cdot \cos(1.41 \cdot t + 0.341)$, $T = 4.44\text{sec}$, $A = 0.212\text{m}$, $\omega = 1.41 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$
 ז. $v(t) = -0.299 \sin(1.41 \cdot t + 0.341)$
- (3) א. $A = 2\text{m}$ ב. $T = 7\text{sec}$ ג. $\omega \approx 0.898 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ד. $\varphi = 0$
 ה. $v(t) = -1.80 \cdot \sin(0.898 \cdot t + 0)$
- (4) א. $x(t) = 0.3 \cos(\sqrt{3} \cdot t)$ ב. $x(t=3) \approx 0.14\text{m}$
 ג. $v(t=3) \approx -0.46 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ד. $a(t=3) = -0.42 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$
- (5) א. $t = 0.5\text{sec}$ ב. כן. ג. כן. ד. 0 ה. 2
- (6) א. כן. ב. $k = 0.008 \frac{\text{N}}{\text{m}}$ ג. $A \approx 3\text{m}$
- (7) א. $x(t) = 0.22 \cos(\sqrt{20} \cdot t - 0.42)$ ב. $t_1 = 0.5\text{sec}$ ג. $t_1 \approx 0.07\text{sec}$
- (8) א. $\omega = \sqrt{10} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ב. $t \approx 0.5\text{sec}$ ג. $v_{\max} = 0.165$ ד. $u = 0.131 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$
 ה. $\omega = \sqrt{10} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ו. $\theta \approx 2.35^\circ$
 ז. $a_{\max} = 4.4 \frac{\text{m}}{\text{sec}^2}$
- (9) א. $\omega = \sqrt{20} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ב. $t \approx 0.35\text{sec}$ ג. $u = 0.2 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ד. $\theta = 5.12^\circ$
- (10) א. הוכחה. ב. $T = 2\pi \sqrt{\frac{\text{m}}{k_1 + k_2}}$
- (11) א. ראה סרטון. ב. הוכחה. ג. הוכחה.
- (12) א. $\Delta x_{\max} = 0.37\text{m}$ ב. $f = 2.25 \frac{1}{\text{sec}}$ ג. $A \approx 0.32\text{m}$