

# פיזיקה כללית חשמל ואופטיקה לתלמידי ביולוגיה

פרק 3 - תרגילים נוספים לתנועה הרמונית

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:  $d = 10\text{cm}$ .

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

- מהי התדירות הזוויתית?
- מהו זמן המחזור?
- מהי האפליטודה של התנועה?
- מהו מיקום הגוף כתלות בזמן מרגע השחרור?
- רשום נוסחה למהירות הגוף כתלות בזמן.
- 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.

- א. מהי אמפליטודת התנועה?
- ב. מהו זמן המחזור?
- ג. מהי התדירות הזוויתית?
- ד. מהי הפאזה?
- ה. 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.

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

**5 תרגיל (5)**

מהירותו של גוף המתנדנד בתנועה הרמונית נתונה לפי הגרף הבא:

- א. מתי מגיע הגוף לנקודת שיווי המשקל בפעם הראשונה?
- ב. האם תאוצת הגוף ב-  $t = 1\text{sec}$  מקסימאלית?
- ג. האם ב-  $t = 1.5\text{sec}$  האנרגיה קינטית מרבית?
- ד. מהו הכוח ב-  $t = 2.5\text{sec}$ ?
- ה. 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  $m = 20\text{g}$ .

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

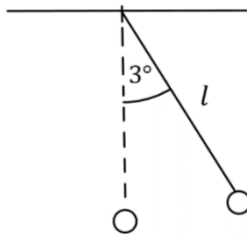
**7 תרגיל (7)**

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:  $x = 20\text{cm}$ ,  $v = 0.4 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ .

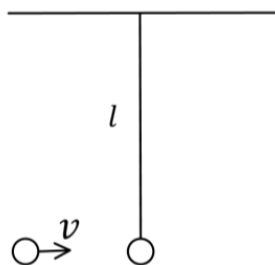
- רשום נוסחה למיקום הגוף כתלות בזמן.
- מתי מיקומו של הגוף הוא 5 ס"מ משמאל לנקודת שיווי המשקל בפעם הראשונה?
- מתי מהירות הגוף היא  $0.1 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$  בכיוון החיובי?
- מהי התאוצה המקסימאלית של הגוף?

**8 תרגיל (8)**



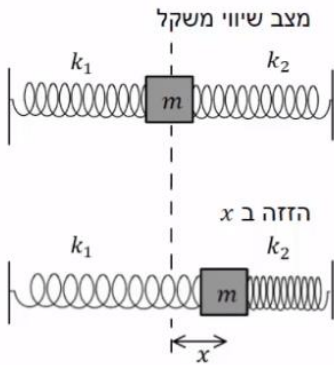
- מטוטלת מתמטית בעלת חוט באורך  $l = 1\text{m}$ , ומסה  $m = 100\text{gr}$  בקצה, משוחררת ממנוחה מזווית של  $3^\circ$ .
- מה תהיה התדירות הזוויתית של התנועה?
  - כמה זמן ייקח למטוטלת להגיע לנקודת שיווי המשקל?
  - מהי מהירות המסה בנקודת שיווי המשקל?
  - בנקודת שיווי המשקל מונחת מסה נוספת  $m = 25\text{gr}$ , 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?

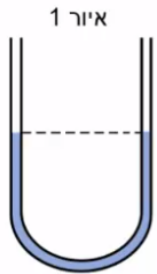
**(10) מסה עם קפיצים משני הצדדים**



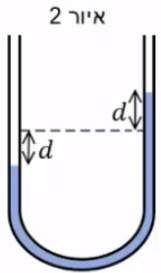
לשני צדדיה של מסה  $m$  מחוברים שני קפיצים שקבועי הכוח שלהם הם:  $k_1$  ו- $k_2$ . הגוף נמצא על משטח חלק. מזיזים את הגוף ימינה מרחק  $x$ .

- 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  $\rho$ . נושפים בזרוע השמאלית של הצינור כך שפני הנוזל יורדים בשיעור  $d$ , ומרפים (איור 2).

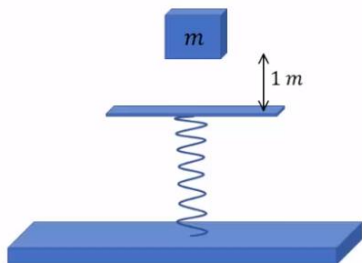


- א. תאר במילים את תנועת הנוזל בהנחה שלא פועלים עליו כוחות חיכוך.
- ב. הראה כי כאשר פני הנוזל נמצאים במרחק  $x$  ממצב שיווי המשקל פועל על הנוזל כוח מחזיר:  $F = -2\rho Agx$ . (הדרכה: חשב את מסת הנוזל העודפת בצד הגבוה ומשם את כוח הכובד שהיא מפעילה על שאר הנוזל).
- ג. בהנחה כי  $x \ll L$  הראה כי זמן המחזור 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.  $A \approx 0.32\text{m}$