

פיזיקה לארכיטקטים 2 מס קורס 245139101

פרק 7 - גלים - תנועה הרמונית

תוכן העניינים

1. תנועה הרמונית.....1

תנועה הרמונית:

שאלות:

(1) דוגמה לחישוב המיקום

גוף מחובר לקפיץ אופקי המחובר בצידו השני לקיר. הגוף נע הלך וחזור על שולחן אופקי חסר חיכוך. דפנה מסתכלת על הגוף המתנדנד ומודדת את המרחק בין שתי הקצוות של התנועה.

א. מהי אמפליטודת התנועה אם המרחק שמדדה דפנה הוא: 0.4m ?
 ברגע מסוים, שהגוף מגיע למרחק המקסימאלי מהקיר, מפעילה דפנה סטופר המתחיל למדוד את הזמן מאפס. דפנה סופרת כל פעם שהגוף חוזר לנקודה שבה התחילה למדוד. דפנה ראתה כי לאחר 5 שניות הגוף הגיע בפעם העשירית בדיוק לנקודת ההתחלה.

ב. מהו זמן המחזור של התנועה?

ג. מהי התדירות והתדירות הזוויתית של התנועה?

ד. קבע את ראשית הצירים במרכז התנועה של הגוף, ורשום משוואה המתארת את מיקום הגוף ביחס לראשית, כתלות בזמן שמראה הסטופר של דפנה.

(2) מציאת המיקום מהזמן

מסה $m = 3\text{kg}$ קשורה לקפיץ אופקי בעל קבוע קפיץ $k = 10 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. מסיטים את המסה מרחק $d = 0.3\text{m}$ בכיוון החיובי מנקודת שיווי המשקל, ומשחררים ממנוחה.
 א. מהם התדירות וזמן המחזור של התנועה?
 ב. מהי האמפליטודה של התנועה?
 ג. רשום נוסחה המתארת את מיקום המסה כתלות בזמן.
 ד. מהו מיקום המסה ב- $t_1 = 0.4\text{sec}$?

(3) מציאת הזמן מהמיקום

מסה $m = 2\text{kg}$ קשורה לקפיץ אופקי בעל קבוע קפיץ $k = 30 \frac{\text{N}}{\text{m}}$. מסיטים את המסה מרחק $d = 15\text{cm}$ בכיוון החיובי מנקודת שיווי המשקל, ומשחררים ממנוחה.
 א. מצא את מיקום המסה כתלות בזמן.
 ב. מהו מיקום המסה ב- $t_1 = 0.3\text{sec}$ וב- $t_2 = 1.2\text{sec}$?
 ג. מהו הזמן בו המסה מגיעה אל נקודת שיווי המשקל, ומהו הזמן בו היא מגיעה לקצה השני?
 ד. מהם הזמנים בהם המסה מגיעה אל $x = 7.5\text{cm}$? מדוע קיימים שניים?

(4) חישוב המהירות

גוף בעל מסה $m = 0.5\text{kg}$ מתנדנד בתנועה הרמונית, כך שמיקומו כתלות בזמן הוא: $x(t) = 0.4 \cos(2t)$, במטרים.

- מהי התדירות הזוויתית והאמפליטודה של התנועה?
- מהי המהירות המקסימאלית של הגוף?
- רשום נוסחה למהירות כתלות בזמן של הגוף.
- מהי מהירות הגוף ב- $t = 2\text{sec}$, ומהי האנרגיה הקינטית שלו באותו הרגע?

(5) חישובי פאזה

דני רואה גוף מתנדנד בתנועה הרמונית בתדירות זוויתית $\omega = 3 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$

ובמשרעת $A = 0.2\text{m}$.

דני התחיל למדוד את הזמן מהרגע בו הגוף נמצא בקצה השלילי.

- רשום ביטוי למיקום כפונקציה של הזמן שמודד דני.
- צייר גרף של המיקום כתלות בזמן שמודד דני.
- מתי היה צריך דני להתחיל למדוד את הזמן אם הוא רוצה שהפונקציה של המיקום תהפוך להיות פונקציית סינוס?

(6) חישוב הפאזה מתנאי התחלה

גוף בעל מסה $m = 2\text{kg}$ מחובר לקפיץ בעל קבוע $k = 4 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, ומתנדנד בתנועה

הרמונית על מישור חלק ואופקי.

- מהי התדירות הזוויתית של התנועה?
- מהם הפאזה והאמפליטודה של הגוף, אם ברגע תחילת הזמן הגוף היה

ב- $x(t=0) = 0.2\text{m}$, ובמהירות $v = 6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ בכיוון השלילי?

- רשום את נוסחאות המיקום והמהירות כתלות בזמן.
- חזור על סעיף ב' אם המיקום ההתחלתי הוא בנקודת שיווי המשקל.

(7) מסה מתנגשת במסה המחוברת לקפיץ

מסה $m = 3\text{kg}$ מחוברת לקפיץ אופקי בעל קבוע קפיץ $k = 9 \frac{\text{N}}{\text{m}}$, ונמצאת על שולחן אופקי חלק. המסה נמצאת במנוחה (הקפיץ רפוי).

מסה זהה נוספת נעה במהירות $v = 12 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ כלפי המסה הנייחת ומתנגשת בה

התנגשות פלסטית. הנח כי זמן ההתנגשות קצר מאוד.

לאחר ההתנגשות שתי המסות נעות בתנועה הרמונית.

א. מהי תדירות התנועה?

ב. מה תנאי ההתחלה של התנועה ההרמונית $(x(t=0), v(t=0))$?

ג. מצא את המיקום כתלות בזמן של המסות מהרגע לאחר ההתנגשות.

תשובות סופיות:

(1) א. $A = 0.2\text{m}$ ב. $T = 0.5\text{sec}$ ג. תדירות: $f = 2 \cdot \frac{1}{\text{sec}}$

תדירות זוויתית: $\omega \approx 12.57 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ד. $x(t) = 0.2 \cos(12.57 \cdot t)$

(2) א. תדירות: $f \approx 0.29 \frac{1}{\text{sec}}$, זמן מחזור: $T \approx 3.44\text{sec}$ ב. $d = 0.3\text{m}$

ג. $x(t) = 0.3 \cos(1.83 \cdot t)$ ד. $x(t_1) \approx 0.22\text{m}$

(3) א. $x(t) = 0.15 \cos(3.87 \cdot t)$ ב. $x(t_1) \approx 0.06$, $x(t_2) = -0.01\text{m}$

ג. שיווי משקל: $t_3 \approx 0.41\text{sec}$, הקצה השני: $t_4 \approx 0.82\text{sec}$

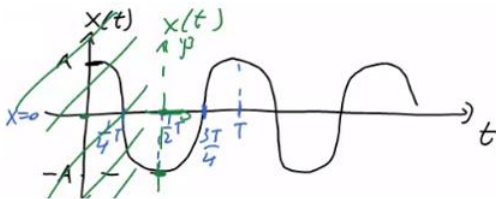
ד. $\tilde{t}_1 \approx 0.27\text{sec}$, $\tilde{t}_2 \approx 1.35\text{sec}$

(4) א. $A = 0.4\text{m}$, $\omega = 2 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ב. $|v_{\max}| = 0.8 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ג. $v(t) = -0.8 \cdot \sin(2 \cdot t) \frac{\text{m}}{\text{sec}}$ ד. $v(t=2) \approx 0.61 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$, $E_k \approx 0.09\text{J}$

(5) א. $x(t) = 0.2 \cos(3 \cdot t + \pi)$ ב. שרטוט:

ג. $t_0 = 1.57\text{sec}$



(6) א. $\omega = \sqrt{2} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ב. $\varphi \approx 1.52\text{rad}$, $A \approx 3.94\text{m}$

ג. $x(t) = 3.94 \cos(\sqrt{2} \cdot t + 1.52)$, $v(t) = -5.57 \sin(\sqrt{2} \cdot t + 1.52)$

ד. $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $A \approx 4.24\text{m}$

(7) א. $\omega = \sqrt{\frac{3}{2}} \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ ב. $x(t=0) = 0$, $v(t=0) = -6 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

ג. $x(t) = 4.90 \cos\left(\sqrt{\frac{3}{2}} \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$