היבטים פיסיקליים ברפואה ב

פרק 18 - אפקט דופלר

תוכן העניינים

1. אפקט דופלר 1

אפקט דופלר

רקע

עבור מקור נע וצופה נייח:

$$f' = f_s \frac{1}{1-\frac{v_s}{v}}$$

f' - התדר המוסט.

v_s - מהירות המקור, חיובית עם כיוון התקדמות הגל.

f_s - תדירות המקור (התדירות שהצופה היה קולט אם המקור לא היה זז).

v - מהירות הגל.

עבור מקור וצופה נעים:

$$f_0 = f_s \frac{v+v_0}{v-v_s}$$

f_0 - התדר המוסט (התדר שקולט צופה שנע).

v_0 - מהירות הצופה, חיובית נגד כיוון התקדמות הגל.

גלי הלם:

$$\sin\theta = \frac{v}{v_s}$$

θ - חצי מזווית הראש של קונוס גל ההלם.

לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – מני גבאי ©

שאלות

1) מציאת המהירות של גוף בתנועה הרמונית

גוף קטן בעל מסה m נע בתנועה הרמונית. הגוף משדר גל קול באופן רציף.
מודדים את התדירות המינימלית והמקסימלית של גלי הקול הנקלטים מהגוף.
חשבו את האנרגיה הקינטית של הגוף באמצעות התדירויות.
הניחו שהבעיה חד מימדית.

2) מקור נע בתאוצה*

מקור נע במהירות v_s לכיוון צופה נייח הנמצא במרחק L ופולט גלי קול בתדירות f_s (תדירות המקור). המקור מתחיל להאיץ בתאוצה קבועה a.
מהי התדירות אותה ימדוד הצופה כתלות בזמן? ניתן להניח כי: $aT << v_s$ וכי הצופה תמיד רחוק מהמקור. שימו לב כי לגל לוקח זמן להגיע לצופה.

3) נמלה מטיילת על מיתר

במיתר אינסופי קיימת הפרעה מהצורה: $\psi(x,t)=A\cos(kx-\omega t)$
כאשר אורך הגל ומהירות הגל הן: $\lambda=0.4\mathrm{m}$, $v=\frac{7\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$.

נמלה מטיילת על המיתר במהירות $0.2\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$ בכיוון הפוך לכיוון התקדמות הגל.
כמה פעמים עולה ויורדת הנמלה כל שניה?

4) מדידת מהירות של צוללת

צוללת נעה במהירות: $v_1=\frac{19\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$ מזהה צוללת נוספת הנעה לכיוונה.
בצוללת יש סונר המייצר גלי קול בתדר קבוע: $f=1000\mathrm{Hz}$.
גלי הקול פוגעים בצוללת השנייה וחוזרים לסונר. התדר של הגל המוחזר שמודד הסונר הוא: $f'=1060\mathrm{Hz}$.

ידוע שמהירות הגלים במי ים היא: $v=1519\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{sec}}$.
חשבו את מהירות הצוללת השנייה (ביחס לקרקע).

לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – מני גבאי ©

5) פעימות של גל המוחזר מפגיעה בקיר

אדם העומד הרחק מקיר מחזיק מקור שפולט צלילים בתדירות 280Hz.

האדם מתחיל לנוע לכיוון הקיר, עם המקור בידיו, במהירות $3\frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

הניחו שמהירות הקול היא: $330\frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

א. מה תדירות הצליל אותה היה שומע מאזין הנמצא ליד הקיר במנוחה?

ב. אילו האדם שנע היה יכול להאזין רק לגל המוחזר מהקיר,
מה תדירות הצליל שהוא היה שומע?

ג. נניח שעוצמת הגל המוחזר מהקיר זהה לזו של הגל הפוגע.
מה התדר ששומע האדם שנע ומהי תדירות הפעימות של גל זה?

תשובות סופיות

1) $E_k=\frac{1}{2}mv^2\left(\frac{f_{\max}-f_{\min}}{f_{\max}+f_{\min}}\right)^2$

2) $f_s=\frac{1}{1-\frac{v_s+a\left(t-\frac{L}{v}\right)}{v}}$

3) 18

4) $34.8\frac{\text{m}}{\text{sec}}$

5) א. 283Hz ב. 285Hz

ג. תדירות הגל היא: 283Hz ותדירות הפעימות היא: 2.6Hz.

לפתרון מלא בסרטוני וידאו היכנסו לאתר www.GooL.co.il
כתב ופתר – מני גבאי ©