

अध्ययन नोट्स: तरंग गति और संबंधित अवधारणाएँ

विषय सूची

1. तरंग गति का परिचय
2. तरंगों की गति
3. ध्वनि तरंगें
4. प्रगामी या हार्मोनिक तरंग के लिए विस्थापन संबंध
5. तरंगों के अधारोपण का सिद्धांत
6. तरंगों का व्यतिकरण
7. अप्रगामी तरंगें
8. तरंगों की शक्ति और तीव्रता
9. सारांश

1. तरंग गति का परिचय

- मुख्य विशेषताएँ:
 - माध्यम की शुद्ध गति के बिना ऊर्जा का हस्तांतरण।
 - कणों का उनकी संतुलन स्थिति के आसपास दोलन।
 - अनुप्रस्थ या अनुदैर्घ्य हो सकती हैं।
- तरंगों के प्रकार:
 - यांत्रिक तरंगें: माध्यम की आवश्यकता होती है (ठोस, तरल, गैस)।
 - विद्युतचुंबकीय तरंगें: माध्यम की आवश्यकता नहीं होती है (जैसे, प्रकाश, रेडियो तरंगें)।

2. तरंगों की गति

- तरंग गति को प्रभावित करने वाले कारक:
 - माध्यम के गुण: घनत्व, प्रत्यास्थता, तापमान।
 - तरंग प्रकार: अनुप्रस्थ बनाम अनुदैर्घ्य।
 - आवृत्ति और तरंगदैर्घ्य: $v = f\lambda$
- उदाहरण:
 - जल तरंगें: गति जल की गहराई पर निर्भर करती है।
 - ध्वनि तरंगें: गति माध्यम के अनुसार भिन्न होती है (जैसे, 343 m/s हवा में 20°C पर)।

3. ध्वनि तरंगें

- मुख्य विशेषताएँ:

- **संपीडन:** वे क्षेत्र जहाँ कण एक-दूसरे के निकट होते हैं।
- **विरलन:** वे क्षेत्र जहाँ कण एक-दूसरे से दूर होते हैं।
- **प्रसार:** ठोस, तरल या गैस जैसे भौतिक माध्यम की आवश्यकता है।
- **ध्वनि की गति:**
 - हवा में 20°C पर: $v = 343 \text{ m/s}$
 - पानी में: $v = 1,480 \text{ m/s}$
 - स्टील में: $v = 5,960 \text{ m/s}$

4. प्रगामी या हार्मोनिक तरंग के लिए विस्थापन संबंध

- **गणितीय निरूपण:**
 - $y(x, t) = A \sin(kx - \omega t + \phi)$
 - A : आयाम
 - k : कोणीय तरंग संख्या
 - ω : कोणीय आवृत्ति
 - ϕ : प्रावस्था नियतांक
- **मुख्य मापदंड:**
 - तरंगदैर्घ्य: $\lambda = \frac{2\pi}{k}$
 - आवृत्ति: $f = \frac{\omega}{2\pi}$
 - तरंग गति: $v = \frac{\omega}{k}$



5. तरंगों के अध्यारोपण का सिद्धांत

- **मुख्य बिंदु:**
 - रैखिक तरंगों पर लागू होता है।
 - **व्यतिकरण पैटर्न** के निर्माण को संभव बनाता है।
- **उदाहरण:**
 - दो तरंगें $y_1 = A \sin(kx - \omega t)$ और $y_2 = A \sin(kx - \omega t + \phi)$
 - परिणामी: $y = y_1 + y_2$

6. तरंगों का व्यतिकरण

- **व्यतिकरण के प्रकार:**
 - **रचनात्मक व्यतिकरण:** आयाम जुड़ते हैं।
 - **विनाशी व्यतिकरण:** आयाम रद्द होते हैं।
- **व्यतिकरण के लिए शर्तें:**
 - तरंगों की आवृत्ति समान होनी चाहिए।

- प्रावस्था अंतर स्थिर होना चाहिए।
- पथ अंतर छोटा होना चाहिए।

7. अप्रगामी तरंगें

- निर्माण:
- आपतित और परावर्तित तरंगों के **अध्यारोपण** का परिणाम।
- **मुख्य विशेषताएँ:**
- निस्पंद: शून्य विस्थापन के बिंदु।
- प्रस्पंद: अधिकतम विस्थापन के बिंदु।
- **गणितीय निरूपण:**
- $y(x, t) = 2A \sin(kx) \cos(\omega t)$

8. तरंगों की शक्ति और तीव्रता

- तरंग की शक्ति:
- $P = \frac{1}{2} \mu \omega^2 A^2 v$
 - μ : रैखिक द्रव्यमान घनत्व
 - A : आयाम
 - ω : कोणीय आवृत्ति
 - v : तरंग गति
- तरंग की तीव्रता:
- $I = \frac{P}{A}$
 - I : तीव्रता
 - A : वह क्षेत्र जिस पर तरंग फैलती है
- **वर्ग नियम का प्रतिलोम:**
- तीव्रता स्रोत से दूरी के वर्ग के साथ कम होती है: $I \propto \frac{1}{r^2}$



9. सारांश

विषय	मुख्य बिंदु
तरंग गति	माध्यम के माध्यम से अशांति का प्रसार।
तरंगों की गति	माध्यम और तरंग प्रकार द्वारा निर्धारित। $v = f\lambda$
ध्वनि तरंगें	अनुदैर्घ्य, माध्यम की आवश्यकता होती है। हवा में $v = 343 \text{ m/s}$ ।
विस्थापन संबंध	$y(x, t) = A\sin(kx - \omega t + \phi)$
अध्यारोपण	परिणामी विस्थापन व्यक्तिगत विस्थापनों का योग होता है।
व्यतिकरण	रचनात्मक और विनाशी। सुसंगत तरंगों की आवश्यकता होती है।
अप्रगामी तरंगें	आपतित और परावर्तित तरंगों के व्यतिकरण से निर्मित।
शक्ति और तीव्रता	$P = \frac{1}{2}\mu\omega^2 A^2 v, I \propto \frac{1}{r^2}$

मूल छवियाँ

तरंग विस्थापन आलेख

शीर्षक: स्थिति और समय के फलन के रूप में विस्थापन दिखाती एक विशिष्ट साइन तरंग।

निष्कर्ष

तरंग गति भौतिकी की एक मूलभूत अवधारणा है, जो ध्वनि से प्रकाश तक की विविध घटनाओं को सम्मिलित करती है। विभिन्न माध्यमों में तरंग व्यवहार का विश्लेषण और पूर्वानुमान करने के लिए तरंग गुणों, अध्यारोपण और व्यतिकरण को समझना महत्वपूर्ण है।