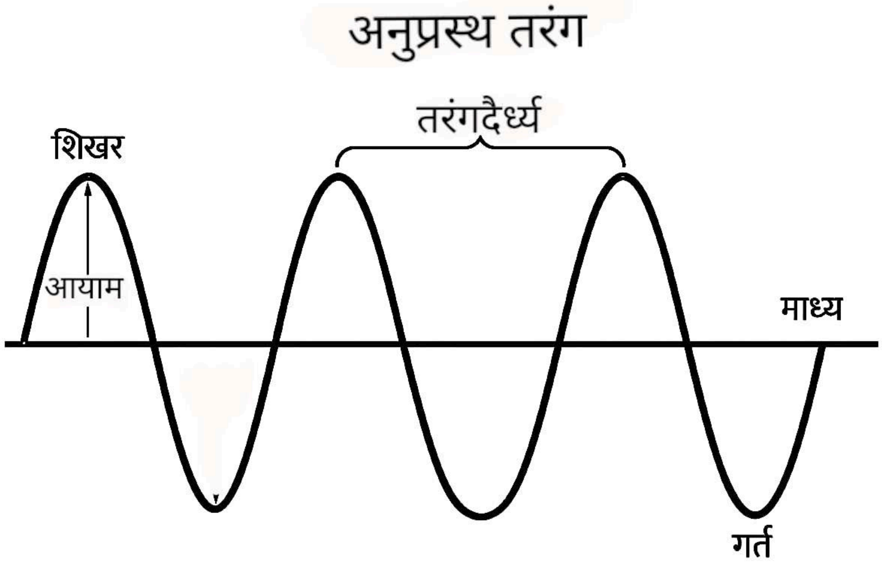
तरंगे

तरंग गति :- *तरंग किसी माध्यम मे उत्पन्न वह विक्षोभ है। जिसमें माध्यम के कण अपने स्थान पर बनें रहते है परन्तु उर्जा एक स्थान से दुसरे स्थान पर स्थानांतरित हो जाती है।*

उदाहरण :- *जब हम किसी तालाब मे पत्थर फेकते है। तो पत्थर के फेकने पर तालाब के जल मे कंपन उत्पन्न हो जाते है। और तालाब का जल उपर निचे होने लगता है। यह कंपन बाहर की ओर बढ़ने लगते है। और तालाब के किनारे तक पहुच जाते है। यह कंपन तालाब के केवल उपरी सतह पर ही जाते है।*

अन्य उदाहरण - रेडियो तरंगें, ध्वनि तरंगे आदी है।

I. अनुप्रस्थ तरंग :- *जब किसी माध्यम में यांत्रिक तरंगे संचरित होते है। तो माध्यम के कण, तरंग के चलने की दीशा के लम्बवत कम्पन करते है। तब इस प्रकार के तरंग को अनुप्रस्थ तरंग कहते है।*



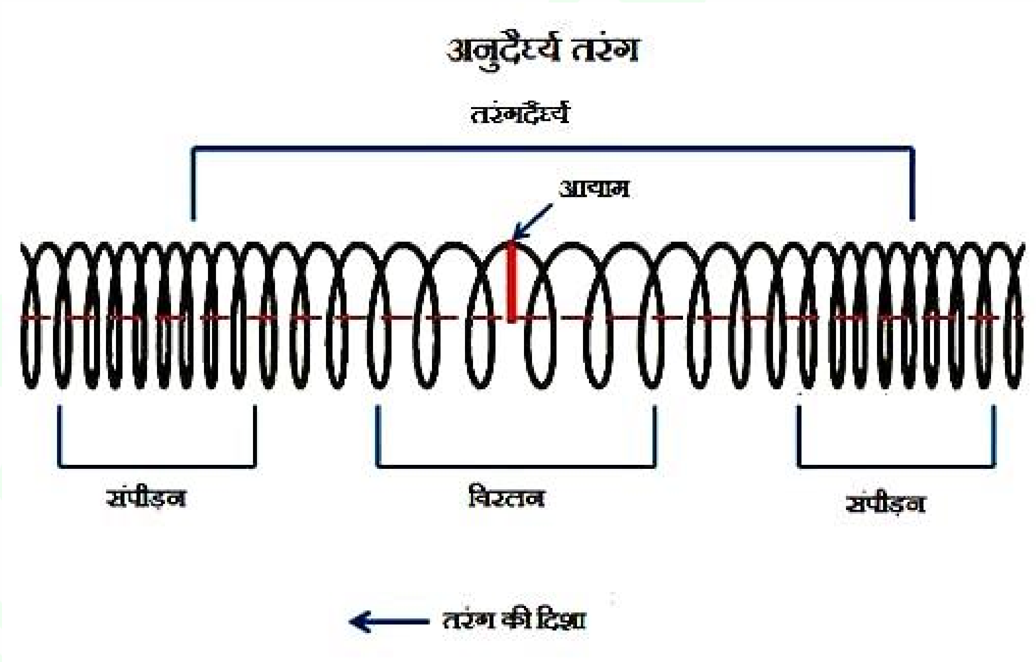
यह तरंगे श्रृंग तथा गर्त के रूप में संचरित होती हैं। अनुप्रस्थ तरंगे केवल ठोस एवं द्रव की सतह पर उत्पन्न की जा सकती हैं। अर्थात जिनमें दृढ़ता होती हैं। उसमे अनुप्रस्थ तरंगे उत्पन्न की जा सकती हैं। द्रव्य के भीतर एवं गैस माध्यम मे अनुप्रस्थ तरंगे उत्पन्न नही की जा सकती हैं।

तरंग की गति में तरंग द्वारा जो अधिकतम मान प्राप्त किया जाता है। उसे श्रृंग कहते है एवं न्युनतम मान अर्थात नीचे की और अधिकतम मान को गर्त कहते हैं।

एक श्रृंग से दूसरे समीपवर्ती श्रृंग अथवा एक गर्त से दूसरे समीपवर्ती गर्त की दुरी को तरंगदैर्ध्य λ *कहते हैं।*

उदाहरण :- 1. किसी व्यक्ति के एक सिरे को दीवार से बांधकर दुसरे सिरे को हाथ से हिलाने पर रस्सी मे उत्पन्न तरंग अनुप्रस्थ तरंगे होती है।
2. शांत जल के तालाब मे पत्थर फेंकने पर जल मे लहर का उत्पन्न होना एक अनुप्रस्थ तरंग है।

अनुदैर्ध्य तरंग :- जब किसी माध्यम मे यांत्रिक तरंगे संचरित होती है तो माध्यम के कण तरंग के चलने की दिशा के समांतर कंपन करते है। तब इस प्रकार की तरंगो को अनुदैर्ध्य तरंग कहते है।
यह तरंग स्पींडन तथा विरलन के रूप मे संचरित होती है।



अनुदैर्ध्य तरंगो को ठोस, द्रव तथा गैस तीनो माध्यम मे उत्पन्न किया जा सकता हैं।

अगर एक स्प्रिंग का उदाहरण लिए जाए तो, जहाँ स्प्रिंग के चक्कर समिप - समीप होते हैं। वे स्थान स्पीड़न तथा जहां स्प्रिंग के चक्कर दुर-दुर होते हैं। वे स्थान विरलन कहलाता हैं।

→ विरलन स्थान पर माध्यम का दाब व घनत्व कम होता हैं। एवं स्पीड़न वाले स्थान पर माध्यम का दाब व घनत्व अधिक होता हैं।

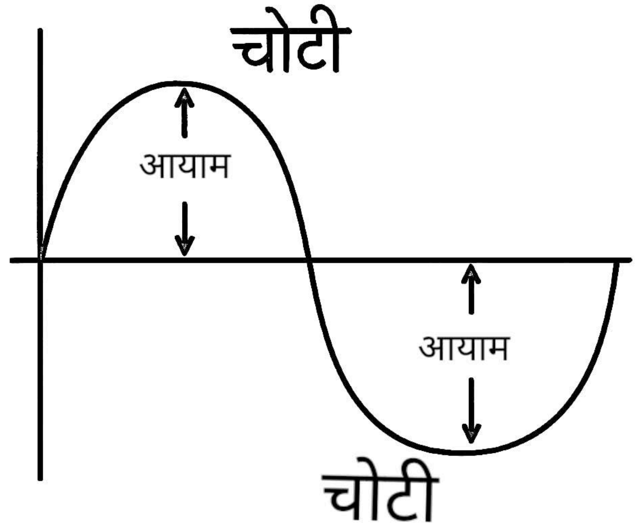
→ एक संपीड़न से दुसरे पास के संपीड़न अथवा एक विरलन से दुसरे पास के विरलन तक की दूरी को तरंगदैर्ध्य λ कहते हैं

उदाहरण I. किसी स्प्रिंग के एक सिरे को किसी दृढ़ से बाँधकर तथा दूसरे सिरे को हाथ से खीचने पर उत्पन्न तरंगे, अनुदैर्ध्य तरंगे हैं।

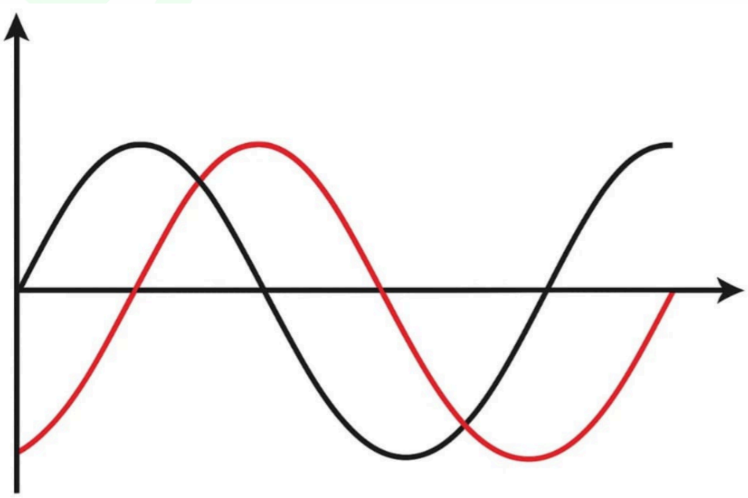
2. वायु मे उत्पन्न ध्वनि तरंगें, अनुदैर्ध्य तरंगें

→ प्रगामी तरंगे मे विस्थापन संबंध

आयाम :- तरंग के किसी कण द्वारा इसकी साम्यवस्था से अधिकतम विस्थापन को आयाम कहते हैं। कण द्वारा इसकी साम्यावस्था से अधिकतम विस्थापन को "आयाम" कहा जाता है।



कला :- कला किसी भी तरंग में उपस्थिती किसी कण की स्थिति और गति की दिशा की पूर्ण जानकारी देता है। तरंग के चक्र पर समय बिन्दु पर कण की स्थिति को कला द्वारा परिभाषित किया जाता है।



कला दो समान तरंगदैर्ध्य की तरंगो के मध्य सापेक्षिक विस्थापन को भी दर्शाता है कि कौन-सी तरंग अन्य तरंग से कितनी आगे या पीछे है।

→ तरंगदैर्धार्य तथा कोणिय तरंग संख्या

तरंगदैर्ध्य :- जब कोई तरंग कंपन्न या दोलन करती है तो एक दोलन या कंपन्न होने मे जितनी दूरी कण तय करता है उस दूरी को तरंगदैर्ध्य कहते है। एक दोलन मे कण द्वारा तय की गयी दूरी को तरंगदैर्ध्य कहते है।

चित्र के अनुसार समीपस्थ कम्पन्न या दोलन के शिखर बिन्दुओ के माध्य की दूरी को तरंगदैर्ध्य कहते है।

आवर्तकाल :- किसी तरंग द्वारा एक तरंगदैर्ध्य की दुरी तय करने में जितना समय लेती है उस समय को तरंग का आवर्तकाल कहते है।
अर्थात तरंग द्वारा एक तरंगदैर्ध्य की दूरी को तय करने में लगा समय आवर्त काल कहलाता है।

कोणिय आवृति :- घुमती हुई कोई वस्तु, इकाई समय में जितना समय कोण घुम जाती है। उसे कोणिय आवृत्ति (ω) कहते है।

→ कोणिय चाल, वास्तव मे कोणिय वेग नामक सदिश राशि के परिणाम को कहते हैं। कोई वस्तु चक्कर घूमने में 2π रेडियन कोण घूमती है, अतः

$$W = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

जहां W = कोणिय चाल

'T' = आवर्त काल

f = आवृति

आवृति :- एक सेकेंड मे कण द्वारा कम्पन्न तरंगदैर्ध्य संख्या को आवृति कहते हैं।

मान लिजिए किसी तरंग में कण एक सेकण्ड में 60 कम्पन्न या दोलन करते हैं तो उस तरंग की आवृति 60 होगी।

→ प्रगामी तरंग की चाल

प्रगामी तरंग :- जब किसी माध्यम मे लगातार तरंगें उत्पन्न की जाती हो तो माध्यम के कण भी लगातार कंपन करते रहते हैं। अतः इस दशा में माध्यम मे उत्पन्न हुए विक्षोभ को प्रगामी तरंग कहते हैं।

उदाहरण :- तालाब के जल की उपरी सतह पर उत्पन्न तरंगें, दीवार से बंधी रसी मे उत्पन्न तरंगें आदि।

प्रगामी तरंग का समीकरण :- यदि कोई तरंग X- अक्ष की धन दिशा में गतिमान है तो उस प्रगामी तरंग का समीकरण

$$y = asin2\pi\left(\frac{f}{T} - \frac{x}{\lambda}\right)$$

जहाँ y = विस्थापन

a = तरंग का आयाम

t = तरंग का समय अंतराल

T = आवर्तकाल

x = मुलबिन्दु की दूरी

λ = तरंगदैर्ध्य

यदि X- अक्ष की ऋण दिशा मे प्रगामी तरंग संचरित है तो उसका समीकरण

$$y = asin2\pi\left(\frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda}\right)$$

⇒ कालांतर तथा पयांतर में संबंध का समीकरण

BoardStudy

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{T} \times \Delta t$$

जहां $\Delta\phi$ = कालांतर $(\phi_1 - \phi_2)$

Δt = समयांतराल $(t_1 - t_2)$

T = आवर्तकाल

तरंगों का आध्यारोपण का सिद्धांत :- जब दो या दो से अधिक तरंगें समान समय अंतराल में एक साथ बिना एक दूसरे की गति को प्रभावित किये माध्यम मे गमन करती है तो माध्यम के किसी कण का किसी क्षण तरंग का परिणामी विस्थापन दोनो तरंगों के अलग- अलग विस्थापनो के सदिश योग के बराबर होता है। इसे ही तरंगो के अध्यारोपण का सिद्धांत कहते है।

यह सिद्धांत सभी प्रकार की तरगों के लिए सत्य है। लेकिन शर्त यही है कि तरंग का आयाम बहुत बड़ा न हो अगर तरंग का आयाम बड़ा होता है तब यह सिद्धांत उन तरंगो पर लागू नही होता है-

जैसे :- लेसर तरंग,

अध्यारोपण के सिधान्त का अर्थ यह है कि यदि किसी माध्यम में एक समय मे बहुत सी तरंग गति करती हैं तो वह तरंगें एक दुसरे को प्रभावित किए बिना ही चलती है।

तरंगो के अध्यारोपण से तीन प्रकार के प्रभाव प्राप्त होते है-

1. व्यतिकरण
2. विस्पंद
3. अप्रगामी तरंगें

तरंगों का परावर्तन :- जब तरंग एक माध्यम से दूसरे माध्यम मे प्रवेश करती है तो दोनो माध्यम के पृष्ठ से में कुछ परावर्तित होकर पुनः उसी माध्यम मे लौट आती है। और कुछ तरंगें दुसरे माध्यम मे चली जाती है। यहाँ तरंगों की चाल एक माध्यम मे दूसरे माध्यम में परिवर्तित हो सकती है। लेकिन तरंग की आवृति नियत बनी रही है इसे तरंगों का परावर्तन कहते है।

→ अप्रगामी तरंगें तथा प्रसमान्य विधाएँ

अप्रगामी तरंग :- जब दो एक समान अनुप्रस्थ अथवा अनुदैर्ध्य प्रगामी तरंगें एक ही चाल से परंतु विपरीत दिशाओं में गति करती है। तो इन तरंगों के

अध्यारोपण के फलस्वरूप एक नयी तरंग माध्यम में स्थिर प्रतित होती हैं अतः इस नयी स्थिर तरंग को अप्रगामी तरंग कहते हैं।

अप्रगामी तरंगों मे माध्यम के कुण अपने स्थान पर स्थित रहते हैं। इस प्रकार के कणों को निस्पंद कहते हैं। इनके विपरित कुछ कण ऐसे भी होते हैं। जिनका विस्थापन अधिकतम होता हैं। उन्हे प्रस्पंद कहते हैं।

→ अप्रग्रामी तरंग का समीकरण

$$y = 2a\,Cos\,\frac{2\pi x}{\lambda} sin\,\frac{2\pi t}{T} - \frac{x}{\lambda}$$

$$y = -\,2a\,Sin\,\frac{2\pi x}{\lambda} cos\frac{2\pi t}{T} - \frac{x}{\lambda}$$

→ अप्रगामी तरंगों की विशेषताएँ

1. यह तरंग माध्यम मे आगे नही बढ़ती हैं बल्कि एक ही स्थान पर छोटी व बड़ी होती रहती हैं। अर्थात उपर - निचे होती रहती हैं।
2. दो क्रमागत निस्पंद अथवा दो क्रमागत प्रस्पंद के बीच की दूरी $\frac{\lambda}{2}$ होती हैं।
3. निस्पंद को छोड़कर माध्यम के सभी कण कंपन करते हैं। लेकिन इन कंपनो का आयाम निस्पदों पर शुन्य तथा प्रस्पदों पर अधिकतम होती हैं।

→ (बंद और खुला ऑर्गन पाइप)

अनेकों ऐसे संगीत उपन्न करने वाले वाद्य यंत्र है जिनमे वायु कंपनों से ध्वनि उत्पन्न होती है। जैसे- बांसुरी, सीटी, शहनाई आदी।

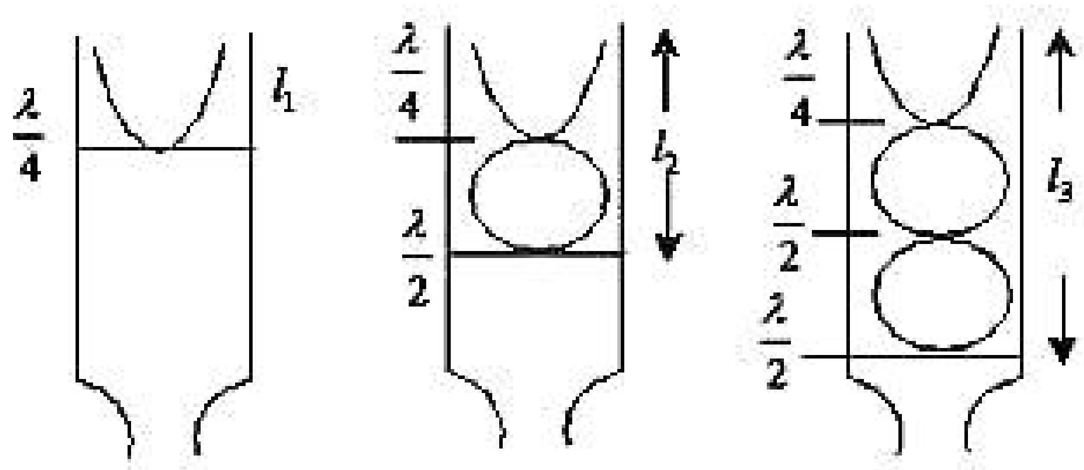
ऑर्गन पाइप :- इन सभी वाद्य यंत्रों मे हम फुक मारते है तो ध्वनि उत्पन्न होती है। इसका कारण यह है कि जब इन वाद्य यंत्रो मे वायु देतें है तो इसके अंदर स्थिर वायु आपस में अध्यारोपित हो जाती है जिसके फलस्वरूप तरंगे उत्पन्न हो जाती है। इस प्रकार ध्वनि सुनाई देने लगती है। इस प्रकार की यंत्र का **ऑर्गन पाइप** कहते है।

→ आर्गन पाइप दो प्रकार के होते हैं

1. खुला ऑर्गन पाइप
2. बंद ऑर्गन पाइप

1. खुला ऑर्गन पाइप :- दोनो सिरो से खुला बेलनाकार पाइप को खुला ऑर्गन पाइप कहते है। यह l लबाई का एक दोनो तरफ से खुला पाइप होता है। जब एक पाइप की एक सिरे पर फूंक मारते है तो पाइप के भितर की वायु

में अनुदैर्ध्य तरंगे उत्पन्न हो जाती हैं जो पाइप के एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर चलती हैं।



चूंकि पाइप का दूसरी सिरा एक मुफ्त परिसीमा की तरह कार्य करता है जिससे यह वायु परावर्तित होकर पहले सिरे की ओर ही आ जाती है। इसी प्रकार पाइप का पहला सिरा भी एक मुक्त परिसिमा की भाति
कार्य करता है जिस कारण यह वायु पुनः परिवर्तित होकर दुसरे सिरे
की ओर लौट आती है।

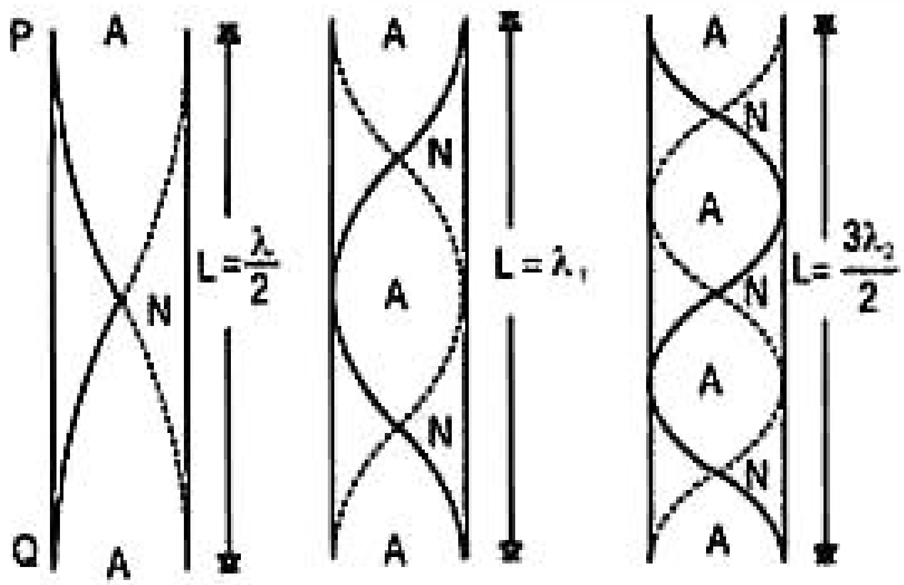
अतः इस प्रकार ऑर्गन पाइप के अंदर वायु स्तंभ में दो अनुधैर्य तरंगें, विपरित दिशाओं मे गति करने लगती है। जिनकी अध्यारोपण से अप्रगामी अनुदैर्ध्य तरंगे उत्पन्न हों जाती हैं। चूंकि ऑर्गन पाइप के दोनो सिरे खुले हैं। इसलिए इसके दोनो सिरो पर सदैव प्रस्पंद होते हैं।

खुले ऑर्गन पाइप से सम तथा विषम दोनो प्रकार की संनादी उत्पन्न हो सकती हैं।

2. बंद ऑर्गन पाइप :- इस पाइप मे, एक तरफ से खुला तथा दुसरी तरफ से बन्द ऑर्गन पाइप होता है। जिसे बन्द ऑर्गन पाइप कहते हैं। यह l लंबाई का एक सिरे से बन्द तथा दुसरे सिरे से खुला ऑर्गन पाइप होता है।

जब इस ऑर्गन के खुले सिरे पर फूक मारते हैं तो पाइप के बंद सिरे की ओर चलने लगती है।

चूंकि ऑर्गन पाइप का बन्द सिर्फ एक दृढ़ परिसिमा की तरह कार्य करता है। जिससे यह तरंग परावर्तित होकर खुले सिरे की ओर लौट आती है। इस प्रकार पाइप का बन्द सिरा भी एक मुक्त परिसिमा की भाँती कार्य करता है। जिस कारण यह वायु पुनः बन्द सिरे की ओर चली जाती है।



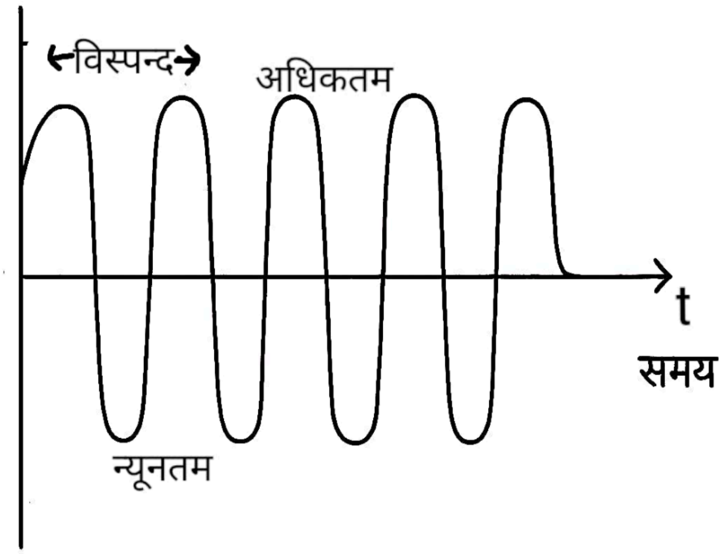
अतः इस प्रकार बंद ऑर्गन पाइप के अन्दर वायु स्तम्भ में दो अनुदैर्ध्य तरंगें विपरित दिशाओं मे गमन करने लगती हैं। जिनके अध्यारोपण से अप्रगामी अनुदैर्ध्य तरंगें उत्पन्न हो जाती है चूँकि पाइप का एक सिरा खुला तथा एक सिरा बंद है।

अतः बंद ऑर्गन पाइप से केवल विषम संनादी ही उत्पन्न होती है।

क्युकी खुले पाइप में सम तथा विषम दोनो संनादी उत्पन्न होती है। इसलिए खुले ऑर्गन पाइप से उत्पन्न ध्वनि बंद आर्गन पाइप की अपेक्षा अधिक मधुर होती है।

विस्पंदें :- जब लगभग समान आवृति की दो ध्वनि तरंगें एक साथ एक ही दिशा मे गति करती हैं तो इन तरंगो के अध्यारोपण से एक नयी तरंग का

निर्माण होता है। इन नविन तरंग की आवृति समय का साथ परिवर्तित होती रहती है। अतः तरंग में होने वालें इस परिवर्तन को ही विस्पन्द कहते हैं।



विस्पन्द की घटना तरंगों के अध्यारोपण के सिद्धांत पर अधारित है।

→ एक न्युनतम तथा एक अधिकतम ध्वनि की तीव्रता वाली तरंगो से विस्पन्दों का निर्माण होता है। विस्पन्द उत्पन्न करने वाली ध्वनि स्रोतो की आवृति हमें बहुत कम अंतर होना चाहिए। अगर ध्वनि स्त्रोतों की आवृतियों में ज्यादा अंतर पाया जाता है। तो वह तरंगें विस्पन्द उत्पन्न नही करती हैं।

उदाहरण :- यदि हम दो समान आवृति वाले स्वरित्र द्विभुज को एक समान रबड़ पर मारकर बजाते है तो स्वरित्रों की आवृति मे कोई परिवर्तन प्रतित नही होगा। यदि हम एक स्वरित्र की भुजा पर कुछ पदार्थ लगाकार उसकी आवृति

कम कर दो तो दोनों की आवृतियाँ में परिवर्तन प्रतित होगा। यह परिवर्तन "विस्पंद" कहलाता है।

विस्पंद आवृति का सूत्र :- एक सेकेण्ड ने उत्पन्न होने वाले विस्पंदों की संख्या को विस्पंद आवृति कहते है।

$$\text{विस्पंद आवृति} = n_1 - n_2$$

जहाँ n_1 व n_2 दोनो ध्वनि तरंगों की आवृतियों में अंतर है।

अर्थात एक सेकेण्ड में $(n_1 - n_2)$ विस्पंद सुनाई देगे अत: 1 सेकेण्ड में सुनाई देने वाले पिस्पंदों की संख्या को विस्पंद आवृति कहते है। ।

→ विस्पंदों के व्यवहारिक उपयोग

1. विस्पंद की सहायता से वस्तुओं की आवृत्तियाँ ज्ञात की जा सकती है। जैसे किसी स्वरित्र की आवृति हमें ज्ञात करनी है। तथा दुसरे स्वरित्र की आवृति लगभग पहले स्वरित्र के समान है। तो विस्पंद की सहायता से दुसरि स्वरित्र की आवृति ज्ञात कर सकते हैं।

2. विस्पंद का उपयोग कोयलो की खानों में विषैली गैस का पता लगानें मे होता हैं।

डॉप्लर प्रभाव :- जब प्रकाश स्त्रोत तथा प्रेक्षक के बिच आपेक्षिक गति होती है तो प्रेक्षक को प्रकाश की आवृति में कुछ बदलाव महसुस होता है। "अर्थात" जब प्रकाश स्त्रोत एवं प्रेक्षक के बिच आपेक्षिक गति के कारण प्रकाश स्त्रोत की आवृति में होने अभासी परिवर्तन की घटना को प्रकाश में डॉप्लर प्रभाव कहते है।

उदाहरण :- 1. बिजली के खंभे पर बल्ब की तरफ जाने पर ऐसा लगता हैं। कि प्रकाश तेज हो रहा हैं। अर्थात उसकी आवृति बढ़ रही हैं। परंतु जब हम इस बल्ब से दूर जाते हैं तो हमें प्रकाश धीमी प्रतित होता है। अर्थात प्रकाश की आवृति कम हो जाती हैं। इसे ही प्रकाश में डॉप्लर प्रभाव कहते हैं।

2. यदि आप रेलवे प्लेटफॉर्म पर खड़े हैं तो दूर से हॉर्न देती आ रही ट्रेन जब आपके पास आती है तो आपकों हॉर्न की आवाज तेज सुनाई देती हैं। अर्थात ध्वनि उँची आवृति की प्रतित होती है। परन्तु जैसें ही ट्रेन आपसे दूर चली जाती है। तो आपको उसके हॉर्न की आवाज धीमी सुनाई देती हैं।

अर्थात ध्वनि नीची आवृति की प्रतित होती है। तो इसे ध्वनि में "डॉप्लर प्रभाव" कहते है।

डॉप्लर विस्थापन :- प्रकाश स्रोत तथा प्रेक्षक के बिच दुरी परिवर्तन के कारण प्रकाश स्त्रोत से उत्सर्जित प्रकाश की तरंगदैर्ध्य तथा प्रेक्षक की आभासी तरंगदैर्ध्य के अंतर को डॉप्लर विस्थापन कहते है।

अर्थात

$$\text{डॉप्लर विस्थापन} = \left(\frac{v}{c}\right)\lambda$$

जहाँ v = प्रकाश स्रोत या प्रेक्षक का वेग

c = प्रकाश की चाल

λ = वास्तविक तरंगदैर्ध्य

→ डॉप्लर प्रभाव का सूत्र

1. जब प्रेक्षक तथा प्रकाश स्रोत के बीच की दुरी घट रही हो अर्थात प्रेक्षक व प्रकाश स्त्रोत एक दूसरे की तरफ आ रहे हो। तो स्त्रोत की आभासी आवृति

$$V^1 = V\sqrt{\frac{1+V/C}{1-V/C}}$$

जहाँ V = प्रकाश की वास्तविक आवृति

V = प्रकाश स्रोत या प्रेक्षक की गति

C = प्रकाश की चाल

2. जब प्रकाश स्रोत तथा प्रेक्षक के बिच की दूरी बढ़ रही हो, अर्थात प्रेक्षक व प्रकाश स्त्रोत एक दुसरे की से दूर जा रहे हो तो

$$V_1 = v\sqrt{\frac{1-V/C}{1+V/C}}$$

→ डॉप्लर प्रभाव के उपयोग

1. डॉप्लर प्रभाव द्वारा तारों तथा आकाशिय पिंडों की गति का अनुमान लगाया जा सकता है।
2. ट्रैफिक पुलिस वाहनों की गति का पता लगाने के लिए एक मशिन का प्रयोग करती हैं जो डॉप्लर प्रभाव पर आधारित होती हैं।
3. बहुत ऊँचाई पर उड़ रहे हवाई जहाज की गति का पता लगाने मे डॉप्लर का प्रभाव का प्रयोग होता है।

५. चिकित्सा संबंधित क्षेत्रों मे भी डॉप्लर प्रभाव का प्रयोग होता है।

BoardStudy