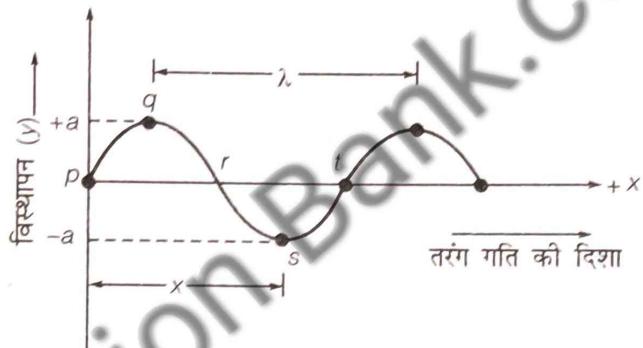


**प्रश्न 1.** सरल (समतल) प्रगामी तरंग किसे कहते हैं? एक सरल प्रगामी तरंग की समीकरण को प्राप्त कीजिए।  
**What is known as simple progressive wave? Find the equation of a simple progressive wave.**

**उत्तर** सरल प्रगामी तरंग यदि किसी माध्यम में हम लगातार तरंग उत्पन्न करते रहें तो माध्यम के कण भी लगातार कम्पन करते रहते हैं। यदि कम्पनों की आवृत्ति, आयाम तथा तरंग गति निश्चित रहे तथा समय के साथ न बदले तो इस प्रकार की तरंग को समतल प्रगामी सरल आवर्त तरंग या सरल प्रगामी तरंग कहते हैं।



चित्र 10.1

**सरल प्रगामी तरंग की समीकरण** माना कि सरल प्रगामी तरंग का आयाम =  $a$ , आवर्तकाल =  $T$ , तरंगदैर्घ्य =  $\lambda$ , तरंग गति =  $v$  तथा कोणीय आवृत्ति =  $\omega$  है।

यदि किसी समय  $t$  पर मूल बिन्दु पर स्थित माध्यम के कण  $p$  का विस्थापन  $y = a \sin \omega t$  हो, तो मूल बिन्दु से  $x$  दूर स्थित कण  $s$  पर तरंग  $x/v$  देर बाद पहुँचेगी अर्थात् कण  $s$  कण  $p$  से  $x/v$  सेकण्ड पीछे है। चूंकि तरंग  $+x$  दिशा में गति कर रही है, इसलिए कण  $s$  की  $t$  समय पर विस्थापन की समीकरण

$$y = a \sin \omega (t - x/v)$$

$$y = a \sin 2\pi n(t - x/v)$$

$$y = a \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda} \right)$$

यही सरल प्रगामी तरंग के उस कण के विस्थापन की सामान्य समीकरण है जो मूल बिन्दु से  $x$  दूरी पर स्थित है, जबकि तरंग  $+x$  दिशा में गति कर रही है।

यदि तरंग  $-x$  दिशा में गति करती है तो समीकरण,

$$y = a \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$$

2. एक समतल प्रगामी तरंग का सूत्र है,  $y = 0.8 \sin 20\pi \left( t + \frac{x}{15} \right)$  सेमी। तरंग की लम्बाई तथा वेग क्या है?

The formula of a plane progressive wave is  $y = 0.8 \sin 20\pi \left( t + \frac{x}{15} \right)$ . What is the length and speed of wave?

हल दी गई समीकरण,

$$y = 0.8 \sin 20\pi \left( t + \frac{x}{15} \right) \text{ सेमी}$$

या  $y = 0.8 \sin 2\pi \left( 10t + \frac{10x}{15} \right) \text{ सेमी}$  ... (i)

समी (i) की तुलना मानक समीकरण  $y = a \sin 2\pi \left( \frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$  से करने पर,

$$\frac{t}{T} = 10t \quad \text{या} \quad \frac{1}{T} = 10 \quad \text{या} \quad \text{आवृत्ति} n = 10 \text{ हर्ट्ज}$$

तथा  $\frac{x}{\lambda} = \frac{10x}{15} \quad \text{या} \quad \text{तरंगदैर्घ्य}, \lambda = \frac{15}{10} = 1.5 \text{ सेमी}$

तरंग का वेग,  $v = n\lambda = 10 \times 1.5 = 15 \text{ सेमी/से}$

(UPBTE 2006)

3. एक ध्वनि तरंग निम्न समीकरण द्वारा प्रदर्शित है।

$$v = 0.02 \cos(\pi t + 0.1x)$$

जहाँ,  $x$  मीटर एवं  $t$  सेकण्ड में है। नग ना फ़िल्ड (i) तरंग को चाल (ii)  $60^\circ$  कलान्तर वाले दो कणों के मध्य दूरी।

A sound wave represented by the following equation

$$y = 0.02 \cos(\pi t + 0.1x)$$

where  $x$  in metre and  $t$  in second. Calculate

(i) Wave movement (ii) The distance between the two particles having  $60^\circ$  phase difference.

हल (i) दी गई समीकरण,

$$y = 0.02 \cos(\pi t + 0.1x)$$

या  $y = 0.02 \cos 2\pi \left( \frac{\pi t}{2\pi} + \frac{0.1x}{2\pi} \right)$

या  $y = 0.02 \cos 2\pi \left( \frac{t}{2} + \frac{0.1x}{2\pi} \right)$  ... (i)

समी (i) की तुलना मानक समीकरण  $y = a \cos 2\pi \left( \frac{t}{T} + \frac{x}{\lambda} \right)$  से करने पर

$$\frac{t}{T} = \frac{t}{2} \quad \text{या} \quad \frac{1}{T} = \frac{1}{2} \quad \text{या} \quad \text{आवृत्ति} n = 0.5 \text{ हर्ट्ज}$$

तथा  $\frac{x}{\lambda} = \frac{0.1x}{2\pi} \quad \text{या} \quad \text{तरंगदैर्घ्य} \lambda = \frac{2\pi}{0.1} = 62.8 \text{ मी}$

अतः तरंग की चाल  $v = n\lambda = 0.5 \times 62.8 = 31.4 \text{ मी/से}$

(ii)  $\Delta x$  दूरी पर स्थित दो कणों के मध्य का कलान्तर,

$$\Delta\phi = \frac{2\pi}{\lambda} \times \Delta x, \text{ जबकि } 60^\circ = \frac{\pi}{180^\circ} \times 60^\circ = \frac{\pi}{3}$$

अतः

$$\Delta x = \frac{\lambda}{2\pi} \times \Delta\phi = \frac{\lambda}{2\pi} \times \frac{\pi}{3} = \frac{\lambda}{6}$$

इसलिए कणों के मध्य दूरी,

$$\Delta x = \frac{\lambda}{6} = \frac{62.8}{6} = 10.47 \text{ मी}$$

4. ध्वनि तरंग की प्रबलता, तारत्व, गुणता और तीव्रता की परिभाषा दीजिए।

(UPBTE 2004,09)

**Give the definition of loudness, pitch, quality and intensity of sound wave.**

अथवा दो ध्वनियों में भेद करने के लिए जिन भौतिक राशियों का प्रयोग किया जाता है, उन्हें परिभाषित कीजिए।  
(UPBTE 2014)

**Define the physical quantities that are used to differentiate between two sounds.**

अथवा ध्वनि की तीव्रता और प्रबलता को परिभाषित कीजिए।

(UPBTE 2016)

**Define the intensity and loudness of sound.**

उत्तर 1. प्रबलता ध्वनि की प्रबलता, अनुभूति की दशा (degree of sensation) से परिभाषित की जाती है जोकि ध्वनि की तीव्रता तथा कान की संवेदनशीलता पर निर्भर करती है। यह ध्वनि की तीव्रता से भिन्न है। यद्यपि ध्वनि की प्रबलता (loudness) तथा तीव्रता (intensity) समरूप शब्द हैं, परन्तु इनके अर्थ तथा मंतव्य अलग-अलग हैं। ध्वनि का धीमी तथा तेज सुनाई देना ध्वनि की तीव्रता के साथ-साथ कान की सुग्राहिता पर भी निर्भर करता है। अतः प्रबलता तथा तीव्रता में एक स्पष्ट अन्तर है। तीव्रता एक भौतिक राशि (physical quantity) है जिसकी माप की जा सकती है। इसका कान की संवेदिता से कोई सम्बन्ध नहीं है, जबकि इसके विपरीत प्रबलता का सम्बन्ध कान की संवेदिता (sensitivity) से है। कान की संवेदिता भिन्न-भिन्न आवृत्तियों के लिए भिन्न-भिन्न होती है जैसे हमारा कान 20,000 Hz से ऊँची तथा 20 Hz से नीची आवृत्तियों की ध्वनि नहीं सुन सकता, चाहे वे कितनी ही तीव्र क्यों न हों।

ध्वनि की प्रबलता तथा तीव्रता के मध्य सम्बन्ध को निम्नतः प्रदर्शित किया गया है।

$$L = k \cdot \log I \quad \text{या} \quad L \propto \log I$$

जहाँ,  $L$  ध्वनि की प्रबलता,  $I$  तीव्रता तथा  $k$  एक नियतांक है। इसे वैबर तथा फैशनर का सम्बन्ध (Weber and Fechner relation) कहते हैं। इस नियम के अनुसार, तीव्रता  $I$  को दोगुना कर देने से प्रबलता दोगुनी नहीं होती, बल्कि प्रबलता में  $k \log 2$  की वृद्धि होती है। अतः ध्वनि की प्रबलता को लघुगणकीय स्केल (logarithmic scale) पर, जिसे डेसिबल (decibel) स्केल कहते हैं, नापते हैं। डेसिबल को संक्षेप में  $db$  से व्यक्त करते हैं। यह प्रबलता का मापक है।

2. तारत्व यह ध्वनि का एक अभिलाक्षणिक गुण है जो मोटी तथा बारीक ध्वनि में अन्तर स्पष्ट करता है अर्थात् तारत्व एक अनुभूति (sensation) है जिससे यह ज्ञान होता है कि ध्वनि स्रोत से उत्पन्न ध्वनि मोटी (grave) है या बारीक (shrill)। जैसे पुरुषों की आवाज प्रायः मोटी तथा बच्चों व औरतों की आवाज बारीक होती है। मोटी ध्वनि को नीचे तारत्व (low pitched) की तथा बारीक ध्वनि को ऊँचे तारत्व की (high pitched) ध्वनि कहा जाता है। ध्वनि का तारत्व ध्वनि स्रोत की आवृत्ति पर निर्भर होता है। किसी ध्वनि स्रोत की आवृत्ति जितनी अधिक होती है उसका तारत्व भी उतना ही ऊँचा (high) होता है।

उदाहरणार्थ, शेर की दहाड़ की आवृत्ति मच्छर की भिन्नभिन्नाहट की आवृत्ति से बहुत कम होती है, अतः शेर की दहाड़ का तारत्व नीचा (low pitch) तथा मच्छर की भिन्नभिन्नाहट का तारत्व ऊँचा (high pitch) होता है। इसीलिए शेर की दहाड़ की आवाज मोटी तथा मच्छर की भिन्नभिन्नाहट की आवाज बारीक सुनाई देती है।

यद्यपि तारत्व, आवृत्ति से सीधे सम्बन्धित ( $\text{pitch} \propto n$ ) है, फिर भी दोनों एक ही चीज़ नहीं है। आवृत्ति एक भौतिक राशि (physical quantity) है जिसे शुद्धतापूर्वक नापा जा सकता है, जबकि तारत्व एक मानसिक अनुभूति है जिसे श्रोता महसूस करता है अर्थात् तारत्व एक मनोवैज्ञानिक राशि (physiological quantity) है, भौतिक राशि (physical quantity) नहीं।

- 3. गुणता** यह ध्वनि का वह अभिलक्षण या विशेषता है जिसके द्वारा हमें समान आवृत्तियों तथा समान प्रबलताओं की ध्वनियों में अन्तर प्रतीत होता है या उन ध्वनियों को स्पष्टतया समझने में सहायता मिलती है। उदाहरणार्थ, यदि तीन वाद्य यन्त्रों हारमोनियम, सितार और सारंगी से समान आवृत्तियों व प्रबलता की ध्वनि सुनी जाये, तो ध्वनियों में कुछ अन्तर प्रतीत होता है और हमें यह तुरन्त आभास हो जाता है कि कौन-सी ध्वनि किस वाद्य-यन्त्र की है। इसी भिन्नता के कारण हम अपने मित्रों व सम्बन्धियों को उनकी आवाज सुनकर पहचान लेते हैं।

ध्वनियों की यह विशेषता ध्वनि स्रोत से उत्पन्न स्तर (note) में उपस्थित संनादियों (harmonics), उनके क्रम (order), व उनकी आपेक्षिक तीव्रता पर निर्भर होती है। यदि संनादियों की संख्या अधिक है तो ध्वनि कानों को अधिक मधुर प्रतीत होगी। यदि संनादियों की संख्या कम है तो ध्वनि अधिक मधुर प्रतीत नहीं होगी। यही कारण है कि तार के बाजों; जैसे—सितार, इसराज आदि तथा खुले मुँह के आर्गन पाइप वाले बाजों; जैसे—बाँसुरी आदि में संनादियों की संख्या अधिक होने के कारण इनसे उत्पन्न ध्वनि अधिक मधुर सुनाई देती है, जबकि बन्द मुँह वाले बाजों; जैसे—सीटी, हारमोनियम आदि में संनादियों की संख्या कम होने के कारण इनकी ध्वनि अधिक मधुर प्रतीत नहीं होती।

- 4. तीव्रता** यह ध्वनि का वह लक्षण है जिसके कारण हमें ध्वनि धीमी अथवा तेज सुनाई पड़ती है। यह ऊर्जा की मात्रा से नापी जाती है जो ध्वनि के संचरण की दिशा के लम्बवत् रखे हुए माध्यम के एकांक क्षेत्रफल से प्रति सेकण्ड गुजरती है। इसे  $I$  से प्रदर्शित करते हैं। इसका मात्रक जूल/(मीटर<sup>2</sup>-सेकण्ड) अथवा वाट/मीटर<sup>2</sup> ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ) है। यह अग्र बातों पर निर्भर करती है

(i) **ध्वनि स्रोत के कम्पन आयाम पर** यह ध्वनि स्रोत के अध्ययन आयाम के वर्ग के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात्

$$I \propto a^2$$

(ii) **ध्वनि स्रोत से दूरी पर** यह ध्वनि स्रोत से उस बिन्दु की दूरी के वर्ग के व्युत्क्रमानुपाती होती है।

$$I \propto \frac{1}{R^2}$$

(iii) **माध्यम के घनत्व पर** यह माध्यम के घनत्व के अनुक्रमानुपाती होती है अर्थात्

$$I \propto d$$

(iv) **ध्वनि स्रोत के आकार पर** ध्वनि स्रोत का आकार जितना बड़ा होगा तीव्रता भी उतनी ही अधिक होगी।

**(5.) अनुरणन काल क्या है? अनुरणन काल के लिए सैबाइन के सूत्र की व्युत्पत्ति कीजिए।**

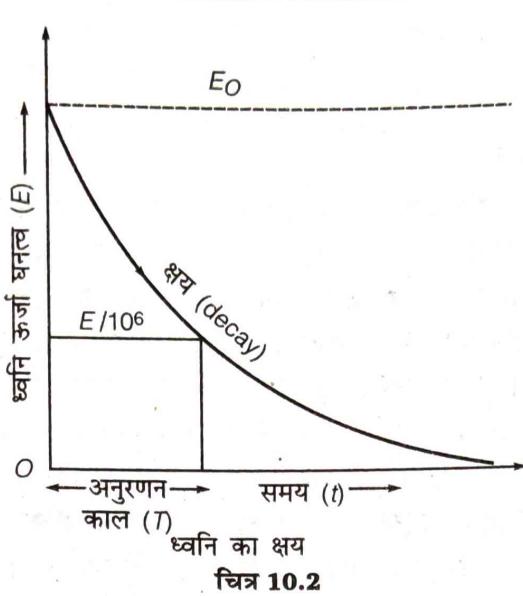
(UPBTE 2007, 10, 11)

**What is the reverberation time? Derive the Sabine's formula for reverberation time.**

**अथवा** अनुरणन काल सम्बन्धी सैबाइन के सूत्र की व्युत्पत्ति कीजिए। (UPBTE 2015)

**Derive the formula of Sabine related to reverberation time.**

**उत्तर** अनुरणन काल ध्वनि स्रोत के ध्वनि उत्पादन बन्द कर देने के बाद भी, उत्तरोत्तर परावर्तन के कारण श्रव्य ध्वनि कुछ देर तक, सभागार में गूँजती रहती है। जिस समय-अन्तराल तक यह श्रव्य ध्वनि सभागार में गूँजती रहती है उसे अनुरणन काल (reverberation time) कहते हैं। इस समय की माप उस क्षण से की जाती है जिस क्षण से स्रोत ने ध्वनि उत्पादन बन्द कर दिया हो और उस क्षण तक की जाती है जब तक कि ध्वनि सुनी जाने योग्य रहे। इसे निम्न प्रकार से परिभाषित करते हैं।



ध्वनि स्रोत के बन्द होने के क्षण से उसकी ध्वनि (गुंजन) के अश्रव्य (न सुनी जाने योग्य) होने के क्षण तक के समय-अन्तराल को अनुरणन काल कहते हैं या ध्वनि स्रोत से ध्वनि उत्पादन बन्द कर देने के बाद, ध्वनि तीव्रता द्वारा अपने **10 लाखवें** ( $1/10^6$  वें) भाग तक तीव्रता कम होने में लिये गये समय को प्रमाणिक अनुरणन काल (standard reverberation time) कहते हैं।

अत्यधिक अनुरणन भ्रम (confusion) उत्पन्न करता है और लगातार बोले जाने वाले शब्द खंडों में अन्तर स्पष्ट नहीं हो पाता, जबकि बहुत कम अनुरणन का परिणाम शून्य प्रभाव (dead effect) होता है।

अतः अच्छे ध्वनीय परिणामों के लिये अनुरणन का परिमाण सही होना चाहिए।

**सैबाइन के सूत्र की व्युत्पत्ति** सैबाइन के अनुसार, मानक अनुरणन काल वह समय है जिसमें ध्वनि स्रोत बन्द कर देने के पश्चात् कक्ष में ध्वनि ऊर्जा का घनत्व अपने अधिकतम मान  $E_0$  का  $\frac{1}{10^6}$  गुना रह जाता है (चित्र 10.2 देखें)।

अतः ध्वनि ऊर्जा के क्षय की समीकरण  $E = E_0 e^{-bt}$  में,

$$E = \frac{E_0}{10^6} \text{ तथा } t = T \text{ (अनुरणन काल)} \text{ रखने पर,}$$

$$\frac{E_0}{10^6} = E_0 \times e^{-bT}$$

$$10^{-6} = e^{-bT} \quad \text{या} \quad e^{-bT} = 10^{-6}$$

$$\text{दोनों पक्षों का लघुगणक लेने पर,} \quad -bT \log_e e = -6 \log_e 10$$

$$\text{या} \quad T = \frac{6 \times 2.30258}{b} = \frac{13.816}{vA/4V}$$

$$T = \frac{13.816 \times 4 \times V}{v \times A}$$

ध्वनि की चाल ( $v$ ) का मान 334 मी/से रखने पर,

$$T = \frac{13.816 \times 4 \times V}{334 \times A}$$

$$\text{अनुरणन काल, } T = \frac{0.165V}{A}$$

अतः

जहाँ,  $V$  कक्ष का आयतन ( $\text{मीटर}^3$ ) तथा  $A$  कक्ष का कुल अवशोषण (O.W.U.) तथा अनुरणन काल  $T$  सेकण्ड में है।

6. प्रतिध्वनि और अनुरणन की परिभाषा दीजिए। अनुरणन काल के लिये सैबाइन-सूत्र लिखो। अनुरणन काल को किस प्रकार कम किया जा सकता है? (UPBTE 2007)

**Give the definition of Echo and Reverberation. Write the Sabine's formula for Reverberation time. How can reverberation time would be reduced?**

- अथवा अनुरणन किस प्रकार नियंत्रित किया जाता है? (UPBTE 2013)

**How reverberation can be controlled?**

**उत्तर प्रतिध्वनि** प्रतिध्वनि, ध्वनि तरंग के परावर्तन का मुख्य उदाहरण है। किसी श्रोता द्वारा ध्वनि सुनने के पश्चात् ध्वनि का किसी तल से परावर्तन के बाद पुनः सुना जाना प्रतिध्वनि (echo) कहलाता है। क्योंकि ध्वनि तरंग की तरंगदैर्घ्य (wave length) प्रकाश तरंग की तुलना में अधिक होती है, अतः इसके परावर्तन के लिये, बड़े परावर्तक समतलों की आवश्यकता होती है, परन्तु चिकने तलों की आवश्यकता नहीं पड़ती। ध्वनि का प्रभाव ध्वनि बन्द होने के बाद भी  $1/10$  सेकण्ड (लगभग) तक रहता है। इसीलिए स्पष्ट ध्वनि सुनने के लिये प्रतिध्वनि, प्रारम्भिक ध्वनि के  $1/10$  सेकण्ड से पहले श्रोता तक न जाये। प्रयोगों से जाना गया है कि परावर्तक तल कम-से-कम श्रोता से  $16.6$  मी दूर होना चाहिए।

अनुरणन की परिभाषा व सैबाइन-सूत्र प्रश्न 7 के उत्तर के अन्तर्गत देखिए।

अनुरणन काल को निम्न प्रकार से कम किया जा सकता है

1. परावर्तक धरातलों को खुरदरे या बुरे परावर्तक बनाकर।
  2. धरातलों के अवशोषण गुणांक (coefficient of absorption) को बढ़ाकर।
  3. ध्वनि की तीव्रता कम करके।
  4. उत्पन्न ध्वनि की आवृत्ति घटाकर।
  5. कमरे का आयतन बढ़ाकर।
  6. अवशोषकों के धरातलों का क्षेत्रफल बढ़ाकर।
7. प्रतिध्वनि तथा अनुरणन में भेद कीजिए। (UPBTE 2011)

**Differentiate between Echo and Reverberation.**

- अथवा 'प्रतिध्वनि' और 'अनुरणन' में अंतर बताइए।

**Give the difference between Echo and Reverberation.**

**प्रतिध्वनि तथा अनुरणन में भेद**

क्रम	प्रतिध्वनि	अनुरणन
1.	किसी सतह से टकराकर परावर्तन के फलस्वरूप एक बार सुनायी देती है।	ध्वनि स्रोत बन्द कर देने पर भी अनगिनत परावर्तनों के फलस्वरूप ध्वनि कुछ देर तक सुनायी देती रहती है।
2.	खुले स्थान पर जहाँ सामने कोई रुकावट हो वहाँ अनुभव होता है।	किसी बन्द कक्ष/हॉल/थियेटर में अनुभव किया जा सकता है।
3.	ध्वनि को जाने तथा टकराकर वापस आने में लगा समय प्रतिध्वनि काल कहलाता है। $t = \frac{2d}{v}$	ध्वनि स्रोत बन्द कर देने के पश्चात् ध्वनि तीव्रता का स्तर $1/10^6$ गुना कम होने का समय अनुरणन काल कहलाता है। $T = \frac{0.165V}{A}$
4.	प्रतिध्वनि काल का मान न्यूनतम $0.1$ सेकण्ड होना चाहिए।	अनुरणन काल का मान सामान्यतः $1$ से $2$ सेकण्ड के मध्य रखा जाता है।
5.	प्रतिध्वनि काल को नियंत्रित नहीं किया जा सकता है।	कक्ष में परदे/कुशन इत्यादि लगाकर अनुरणन काल को नियंत्रित किया जा सकता है।

8. एक ध्वनि की तीव्रता  $10^5$  गुना बढ़ा दी जाती है। उसका ध्वनि-स्तर कितने डेसिबल बढ़ जायेगा?  
(UPBTE 2004)

**The intensity of sound would be increased by  $10^5$  times. How much decibel its sound level will increase?**

**हल** माना आरंभिक ध्वनि प्रबलता  $L_1$  है, तो  $L_1 = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$

तथा ध्वनि की तीव्रता  $10^5$  गुना बढ़ाने पर ध्वनि की प्रबलता यदि  $L_2$  है तो

$$L_2 = 10 \log_{10} \frac{I \times 10^5}{I_0}$$

$$\text{अतः ध्वनि स्तर या प्रबलता में वृद्धि} \quad L_2 - L_1 = 10 \log_{10} \frac{I \times 10^5}{I_0} - 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

$$\begin{aligned} &= 10 \log_{10} \frac{\frac{I \times 10^5}{I_0}}{\frac{I}{I_0}} \quad [\because \log m - \log n = \log \frac{m}{n}] \\ &= 10[\log_{10} 10^5] = 50 \text{ dB} \end{aligned}$$

9. ध्वनि का परावर्तन, अपवर्तन तथा अवशोषण किसे कहते हैं?

**What is reflection, refraction and absorption of sound?**

**उच्चार** जब किसी सभागार या दर्शक कक्ष (auditorium) में किसी स्रोत से ध्वनि उत्पन्न की जाती है तो यह ध्वनि चारों ओर फैल जाती है और कक्ष के विभिन्न धरातलों; जैसे—दीवारों, छत, फर्श, खिड़कियों के पल्लों, दरवाजों, पर्दों आदि से जाकर टकराती है। किसी धरातल या पार्टीशन (partition) पर आपतित होने वाली यह ध्वनि तीन भागों में विभक्त हो जाती है। ध्वनि का एक भाग धरातल से टकराने के बाद उसी माध्यम में परावर्तन के नियमों के अनुसार परावर्तित हो जाता है अर्थात् आपतन कोण परावर्तन कोण के बराबर होता है। दूसरा भाग पार्टीशन के पदार्थ द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है तथा शेष भाग पार्टीशन से संचरित (transmitted) या अपवर्तित होकर पार्टीशन के दूसरी ओर निकल जाता है। अपवर्तन, दूसरे माध्यम में ध्वनि की चाल भिन्न होने के कारण होता है। अपवर्तन में ध्वनि की आवृत्ति अपरिवर्तित रहती है, परन्तु तरंगदैर्घ्य बदल जाती है।

10. एक सिनेमा हॉल का आयतन 7200 घन मीटर है। कुर्सियों, दीवारों तथा पर्दों आदि के कारण कुल प्रभावी अवशोषण क्षमता ओपन विण्डों के पदों में 320 वर्ग मीटर है। अनुरणन काल ज्ञात करो। यदि हॉल दर्शकों से पूरा भरा हो और दर्शकों के कारण प्रभावी अवशोषण क्षमता ओपन विण्डों के पदों में 160 वर्ग मीटर हो, तो गुंजन काल में परिवर्तन ज्ञात कीजिए।  
(UPBTE 2001)

**The volume of a cinema hall is 7200 cubic meter. Total effective absorption capacity due to chairs, walls and curtains etc is 320 square meter in the open window units. Calculate the reverberation time. If the hall is full with the audience and the effective absorption capacity due to audience is 160 meter<sup>2</sup> in the open window units, then find the changes in buzzing time.**

**हल** दिया है,  $V = 7200$  घन मीटर

$$\begin{aligned} \text{(i) गुंजन काल,} \quad T_1 &= \frac{0.165 \times V}{\Sigma aS} \\ &= \frac{0.165 \times 7200}{320} = 3.71 \text{ सेकण्ड} \quad [\because \Sigma aS = 320 \text{ वर्ग मीटर in O.W.U.}] \end{aligned}$$

(ii) द्वितीय स्थिति में, कुल अवशोषण क्षमता =  $320 + 160 = 480$  वर्ग मीटर in O.W.U.

∴ गुंजन काल,

$$T_2 = \frac{0.165 \times V}{\Sigma aS}$$

$$= \frac{0.165 \times 7200}{480} = 2.475 \text{ सेकण्ड}$$

अतः

$$\begin{aligned}\text{गुंजनकाल में परिवर्तन} &= T_1 - T_2 \\ &= 3.71 - 2.475 = 1.235 \text{ सेकण्ड}\end{aligned}$$

**11. किसी भवन की अच्छी ध्वनिकता के लिए आवश्यक प्रतिबन्धों को समझाइए।**

**Explain the necessary conditions for good acoustic of building.**

अथवा

ध्वनिकी पर नोट (टिप्पणी) लिखिए।

(UPBTE 2013)

**Write a brief notes on acoustics.**

अथवा

भवन ध्वनिकी, उसके दोषों तथा उनके निवारण पर संक्षिप्त टिप्पणी लिखिए।

(UPBTE 2015)

**Write a brief notes on acoustic of building, its causes and remedies.**

उत्तर

किसी सभागार में अच्छी ध्वनिकता से हमारा तात्पर्य यह है कि उसमें प्रत्येक संगीत स्वर, प्रत्येक स्थान पर एक निश्चित प्रबलता के स्तर (level of loudness) तक बढ़े और फिर शोब्रता से समाप्त हो जाये।

**दोष** यदि किसी कक्ष में ध्वनि स्रोत से उत्पन्न की जा रही है और किसी क्षण ध्वनि स्रोत बंद कर दिया जाता है तो फिर भी कुछ देर तक ध्वनि सुनाई पड़ती रहती है। इसका कारण यह है कि कक्ष को दीवारों, फर्श, दरवाजों, मेज-कुर्सी इत्यादि से लगातार ध्वनि का परावर्तन होता रहता है। अच्छी ध्वनिकता हेतु मोटे तौर पर निम्न शर्तें पूरी होनी चाहिए।

**1. इष्टतम अनुरणन काल** यदि किसी सभागार का अनुरणन काल बहुत कम है तो सभागार में गुंजन न होने के कारण ध्वनि की प्रबलता (loudness) कम हो जाती है और भाषणकर्ता या संगीतकार को अधिक जोर से बोलना पड़ता है। इसके विपरीत, यदि अनुरणन काल अधिक है तो पहले स्वर की गुंजन भी समाप्त नहीं हो पाती कि दूसरा स्वर अधिकतम हो जाता है और इस कारण ध्वनि स्पष्ट सुनाई नहीं पड़ती। अतः भाषणकर्ता के लिये अनुरणन काल अधिक तथा श्रोता के लिये कम होना चाहिए। इससे स्पष्ट है कि सभागार के अनुरणन काल का मान निश्चित होना चाहिए, जो भाषणकर्ता तथा श्रोता दोनों के लिये संतोषजनक हो। अनुरणन काल के इस मान को 'इष्टतम अनुरणन काल' कहते हैं। इसका मान सभागार के आयतन तथा ध्वनि की प्रकृति पर निर्भर करता है। सामान्यतः इसका मान 1 से 2.5 सेकण्ड होता है।

**2. ध्वनि का एकसमान वितरण** ध्वनि ऊर्जा का वितरण समान रूप से होना चाहिए। इसके लिये भवन में वक्र सतहें (curved surfaces) कम होनी चाहिए या उन्हें अवशोषक पदार्थ से ढक देना चाहिए। भाषणकर्ता के पीछे की दीवार परवला याकार (parabolic) होनी चाहिए और भाषणकर्ता की स्थिति उसकी नाभि पर हो, ताकि परावर्तित किरणें समान्तर होकर, सारे भवन में फैल जायें।

**3. पर्याप्त प्रबलता** ध्वनि में पर्याप्त प्रबलता होनी चाहिए ताकि प्रत्येक स्थान से भाषणकर्ता की ध्वनि स्पष्ट सुनी जा सके। इसके लिये भाषणकर्ता के पीछे की दीवार तथा अन्य दीवारों चिकनी होनी चाहिए। सभागार की छत नीची होनी चाहिए। लाउड स्पीकर (यदि लगे हैं) श्रोताओं के ऊपर तथा उनका रुख नीचा होना चाहिए।

**4. प्रतिध्वनियों का न होना** प्रतिध्वनि भाषण की स्वाभाविक आवाज को नष्ट कर देती है, अतः प्रतिध्वनि नहीं होनी चाहिए।

**5. बाहरी शोर से रक्षा** प्रायः सभागार में लगे दरवाजों तथा खिड़कियों से बाहर का शोर अन्दर चला आता है और श्रोताओं को भाषणकर्ता की आवाज स्पष्ट सुनाई देने में कठिनाई होती है। अतः दरवाजे-खिड़कियाँ ठीक प्रकार से बन्द होने चाहिए और उन पर भारी पर्दे पड़े रहने चाहिए।

छोटे कमरों में प्रतिध्वनि नहीं सुनाई देती, परन्तु अनुरणन होता है, क्यों?

(UPBTE 2013)

**In small rooms, the echo would not heard but reverberation would take place. Why?**

**उत्तर**

ध्वनि के परावर्तन से प्रतिध्वनि उत्पन्न होती है। श्रोता किसी ध्वनि की प्रतिध्वनि केवल तब सुन सकता है जब परावर्तक सतह से श्रोता की दूरी 16.5 मीटर से कम न हो, जो कि छोटे कमरों में सम्भव नहीं होती, इसलिए छोटे कमरे में प्रतिध्वनि नहीं सुनाई देती है, जबकि किसी कमरे में उत्पन्न की गई कोई ध्वनि, कमरे की दीवारों से बार-बार परावर्तित होकर तब तक सुनाई देती रहेगी जब तक उसकी तीव्रता इतनी कम न हो जाये कि सुनी न जा सके। इस तरह कमरे में लगातार परावर्तन के कारण ध्वनि का कुछ समय तक विद्यमान रहना अनुरणन कहलाता है जोकि छोटे कमरों में भी सम्भव होता है।

**ITI Question Bank.com**