

সকলকে সাগত্ম

পরিচিতি

মোঃ মাহবুবুর রহমান

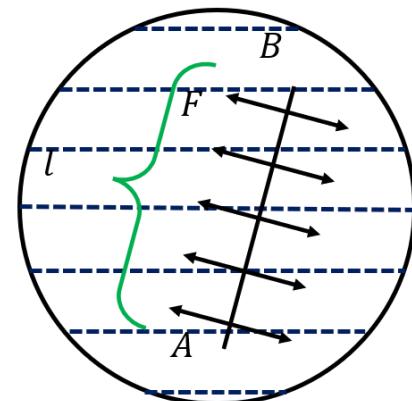
চীফ ইন্ট্রাক্টর (নন-টেক) পদার্থ ও
বিভাগীয় প্রধান ২য় শিফট

ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইন্সিটিউট

ময়মনসিংহ



10 MINUTE SCHOOL



ব্যাখ্যা : কোনো তরলের পৃষ্ঠের উপর || দৈর্ঘ্যের ABরেখার সাথে লম্বভাবে এবং পৃষ্ঠের স্পর্শকরূপে রেখার উভয়

পাশে F বল ক্রিয়া করলে পৃষ্ঠটান T হবে,

$$T = \frac{F}{l}$$

মাত্রা ও একক : পৃষ্ঠটানের মাত্রা হচ্ছে বল দৈর্ঘ্য বল এর মাত্রা অর্থাৎ

1. স্পর্শ কোণ (Angle of Contact)

কোনো কঠিন পদার্থকে কোনো তরলে ডুবালে দেখা যায় যে, তরল পদার্থ যেখানে কঠিন পদার্থটিকে স্পর্শ করে সেখানে তরল পদার্থের মুক্ততল বা উপরিতল অন্যান্য জায়গার মতো অনুভূমিক হয় না বরং তরলের মুক্ত তল হয় বেঁকে খানিকটা উপর ওঠে যায় অথবা খানিকটা নিচে নেমে যায়। দেখা গেছে, যে সকল তরল কঠিন পদার্থকে ভিজায় যেমন (পানি ও কাচ) সেক্ষেত্রে তরলতল খানিকটা উপর ওঠে যায় (চিত্র: ক)। পক্ষান্তরে যে সকল তরল কঠিন পদার্থকে ভিজায় না যেমন (পারদ ও কাচ) তাদের ক্ষেত্রে তরলতল খানিকটা নিচে নেমে যায় বা অবনমিত হয় (চিত্র: খ)

কৈশিকতা (Capillarity)

অতি সূক্ষ্ম ও সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট নলকে কৈশিক নল (capillary tube) বলে। কোনো কৈশিক কাচ নলের এক প্রান্ত তরলের মধ্যে খাড়া করে ডুবালে নলের ভেতর কিছু তরল তরলের মুক্ত তল থেকে উপরে ওঠে যায় বা নিচে নেমে আসে। যেসব তরল (যেমন পানি) কাচ নলকে ভিজিয়ে দেয় তাদের বেলায় নলের ভেতরকার তরলের তল (চিত্র: ক)।

পাত্রের তরলের মুক্ততলের চেয়ে উপরে ওঠে যায় অর্থাৎ তরলের উর্ধ্বারোহণ বা অধিক্ষেপ হয়। যেসব তরল (যেমন পারদ) কাঁচ নলকে ভিজায় না তাদের বেলায় কাঁচ নলের ভেতরকার তরল স্তম্ভের উপরিতল পাত্রের তরলের (চিত্র: খ) মুক্ততলের চেয়ে নিচে নেমে আসে অর্থাৎ তরলের অবনমন বা অবক্ষেপ হয়। কৈশিক নলে তরলের এরকম অধিক্ষেপ বা অবক্ষেপকে কৈশিকতা বলে।

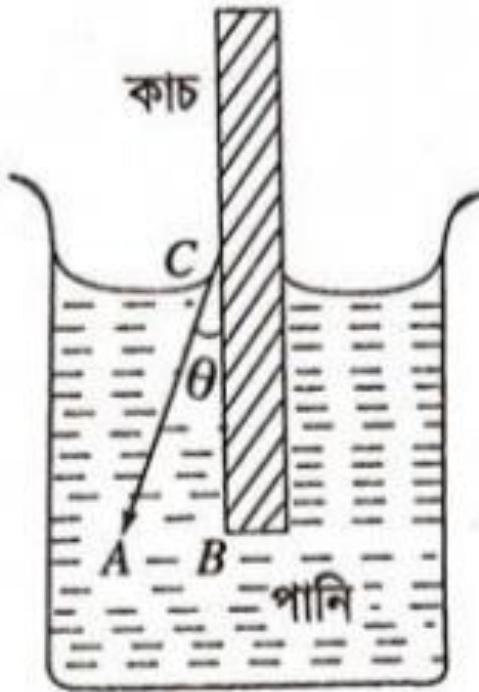
। **সংসক্রিতি বল (cohesive force)** : একই পদার্থের বিভিন্ন অণুর মধ্যে
পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে সংসক্রিতি বল বলা হয় । কাছাকাছি অবস্থিত
অণুসমূহের আকর্ষণ বল বেশি এবং দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে এ আকর্ষণ বল
কমতে থাকে ।

২। **আসঞ্জন বল (adhesive force)** : বিভিন্ন পদার্থের অণুর ডেতের
পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে আসঞ্জন বল বলা হয় ।

একটি কাচের গ্লাসে যদি কিছু পানি নেওয়া হয়, তাহলে পানির দুটি অণুর
মধ্যে বা কাচের দুটি অণুর মধ্যে যে আকর্ষণ বল সেটি হচ্ছে সংসক্রিতি বল
। আর একটি পানির অণু এবং একটি কাচের অণুর মধ্যবর্তী আকর্ষণ
বল হচ্ছে আসঞ্জন বল ।

কোনো কঠিন পদার্থকে কোনো তরলে ডুবালে দেখা যায় যে, তরল
পদার্থ যেখানে কঠিন পদার্থটিকে স্পর্শ

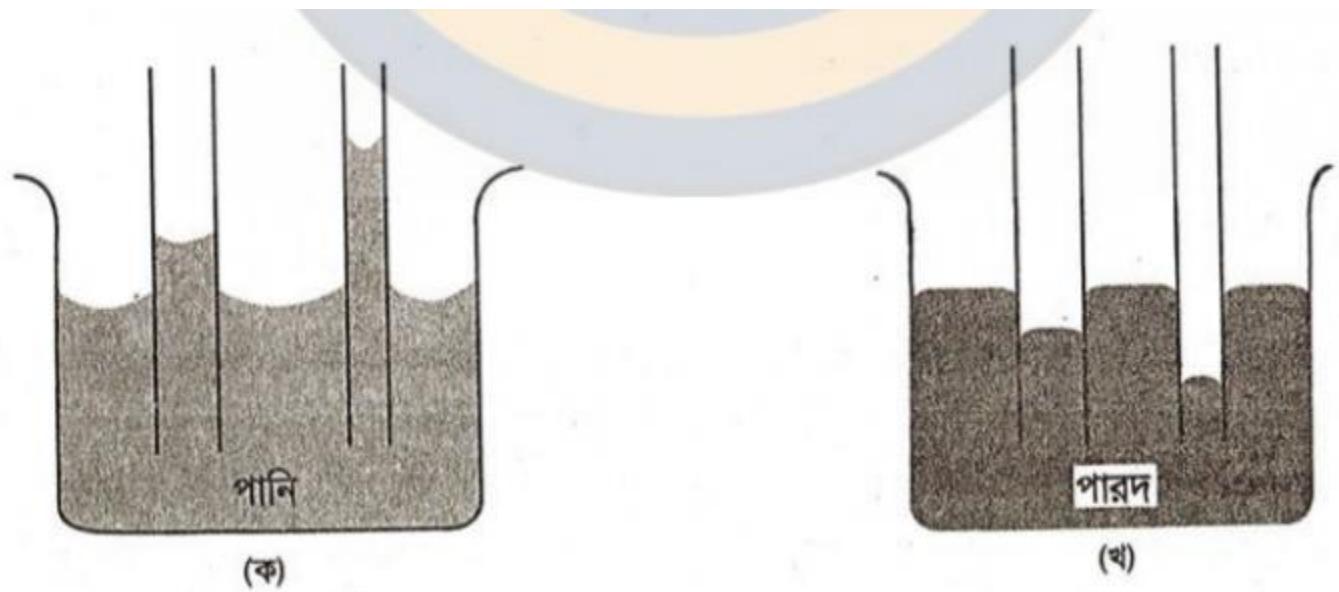
করে সেখানে তরল পদার্থের মুক্ততল বা উপরিতল অন্যান্য জায়গার
মতো অনুভূমিক হয় না বরং তরলের মুক্ত তল
হয় বেঁকে খানিকটা উপর ওঠে যায় অথবা খানিকটা নিচে নেমে যায়।
দেখা গেছে, যে সকল তরল কঠিন পদার্থকে ভিজায়
যেমন (পানি ও কাচ) সেক্ষেত্রে তরলতল খানিকটা উপর ওঠে যায়
(চিত্র : ৭.২১ক)। পক্ষান্তরে যে সকল তরল কঠিন পদার্থকে
ভিজায় না যেমন (পারদ ও কাচ) তাদের ক্ষেত্রে তরলতল খানিকটা
নিচে নেমে যায় বা অবনমিত হয় (চিত্র : ৭.২১)।



(ক)



(খ)



Welcome



উপস্থাপক:-

মোঃ মাহবুবুর রহমান
চিফ ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক) পদার্থ
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক
ইনসিটিউট. ময়মনসিংহ।

আলোচনা বিষয় অধ্যায় (তরঙ্গ)

আমরা এই অধ্যায়ে যা যা শিখতে পারব ।

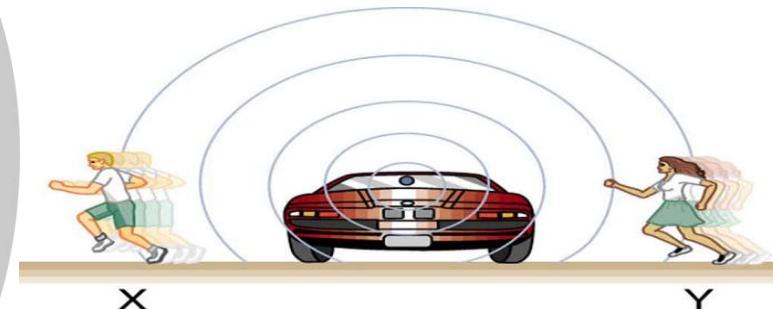
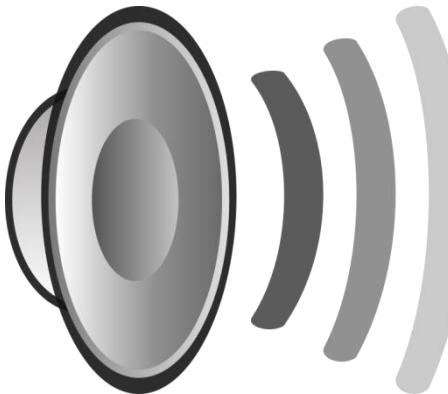
- ১। শব্দ কি এবং ইহার উৎপত্তি আলোচনা করতে পারব?
- ২। শব্দ একটি অগ্রগামী অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ।
- ৩। অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ প্রমাণ করতে পারব ।
- ৪। শব্দের ব্যতিচার কি এবং শব্দের ব্যতিচারের গাণিতিক ব্যাখ্যা করতে পারব ।
- ৫। বীট বা স্বরকম্প এর সংজ্ঞা এবং বীটের গঠনের কৌশল বর্ণনা করতে পারব ।
- ৬। গাণিতিক সমস্যা সমাধান করতে পারব ।

শব্দ ও শব্দের উৎপত্তি

শব্দ-

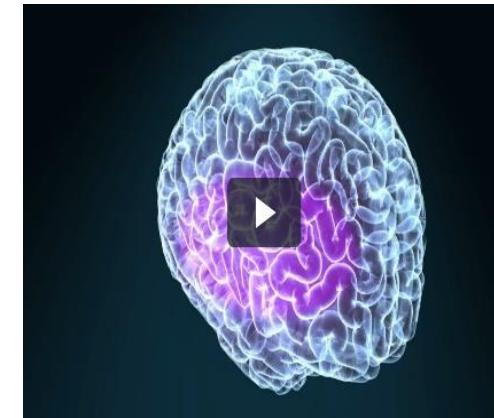
শব্দ এক প্রকার শক্তি। শব্দ কোন কম্পমান বস্তুর দ্বারা সৃষ্টি অনুদেৰ্ঘ্য তরঙ্গই হল শব্দ। যেমন গিটারের তারের শব্দ, মানুষের বাগযন্ত্র, মাইক্রোফোনের পর্দা ইত্যাদি হতে উৎপন্ন তরঙ্গ শব্দ।

সুতরাং শব্দ এক প্রকার শক্তি, যা একটি কম্পনশীল বস্তু হতে উৎপন্ন হয়ে ঐ বস্তু সংলগ্ন একটি নিরবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে আমাদের কানে পৌঁছে শ্রুতির অনুভূতি জন্মায় বা জন্মাবার চেষ্টা করে। কম্পমান বস্তুটিকে স্বনক বা শব্দের উৎস বলে।



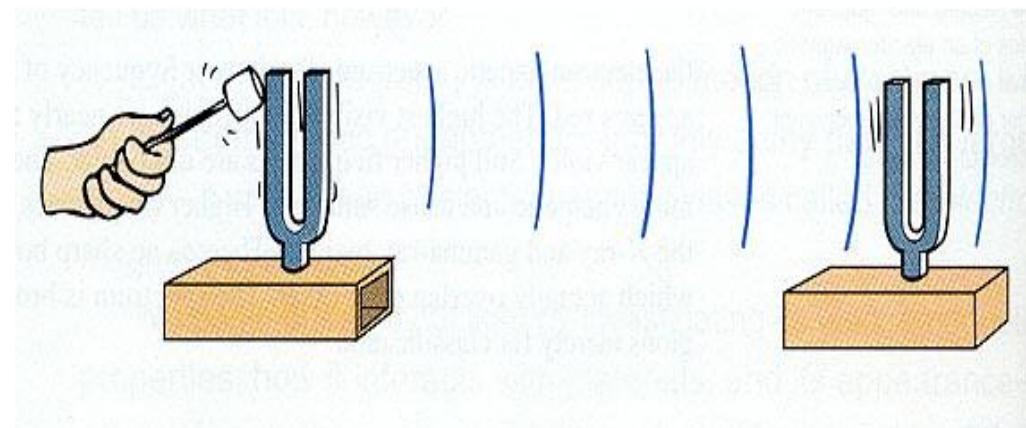
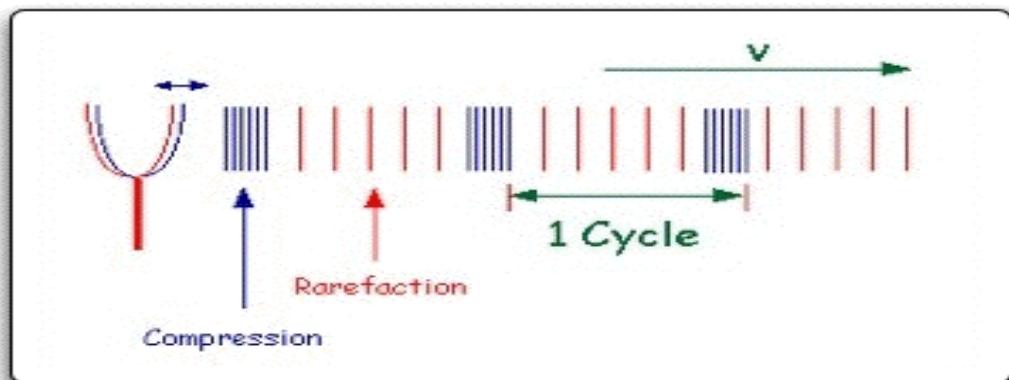
শব্দের উৎপত্তি -

শব্দ উৎপত্তির মূল উৎসই বন্ধুর কম্পন। বন্ধুতে যতক্ষণ কম্পন থাকে ততক্ষণই এর শব্দ নিঃসরণ হয়। এ শব্দ নিরবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে আমাদের কানে পৌঁছে শব্দের অনুভূতি জন্মায়।



উদাহরণস্বরূপঃ-

একটি সুরশলকার বা সুরেলি কাঁটাকে আঘাত করলে সুরেলি কাঁটা কম্পিত হবে ও শব্দ উৎপন্ন হবে। সুরেলি কাঁটা হাত দ্বারা স্পর্শ করলে কম্পন বন্ধ হবে। ফলে শব্দ নিঃসরণও বন্ধ হবে। সুর নিঃসরণকালে একটি সুরশলাকার এক বাহুর সংস্পর্শে রক্ষিত একটি ঝুলন্ত পিথবল সুরশলাকার কম্পনের দরুন বার বার খেয়ে সরে যাচ্ছে বোঝানো হচ্ছে।



আমাদের দৈনন্দিন অভিজ্ঞতা থেকেও শব্দের উৎপত্তি ও প্রকৃতি বুঝতে পারি। যেমন কোন ধাতব পদার্থ মেঝেতে পড়ে গেলে বা ধাতব পদার্থকে কোন ধাতব দণ্ড দিয়ে আঘাত করলে শব্দের সৃষ্টি হয়; কিন্তু হাত বা শক্তি কিছু দিয়ে চেপে ধরলে শব্দ বন্ধ হয়ে যায়। বাঁশি ফুঁ দিয়ে কিংবা বাদ্যযন্ত্রের তারে টান দিয়ে বা ঢাক - ঢোলের চামড়ার পর্দা কাঁপিয়ে শব্দ সৃষ্টি হয়।

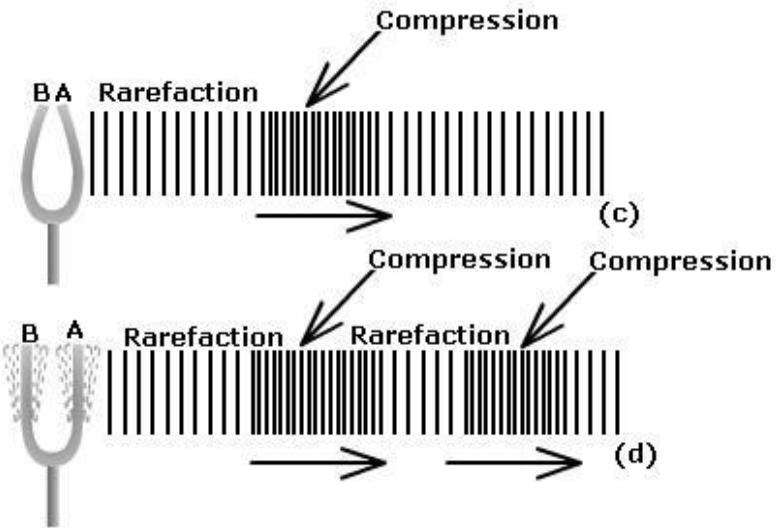
সুতরাং বোৰা যাচ্ছে যে, কম্পন থেকেই শব্দ সৃষ্টি হয়। এ কম্পন মাধ্যমে তরঙ্গের সৃষ্টি করে, যা আমাদের কানে পর্দাকে আন্দোলিত করে এবং আমরা শব্দ শুনতে পাই।



শব্দ একটি অগ্রগামী অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ।

আমরা জানি, তরঙ্গ দু রকমের যথাঃ-

(১) অনুপ্রস্থ এবং (২) অনুদৈর্ঘ্য ।



শব্দ এক প্রকার তরঙ্গ । তা নিচের কারণ গুলো প্রমাণ করে যে, শব্দ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ।

- (১) তরঙ্গ সৃষ্টির জন্য বস্তুর কম্পন প্রয়োজন । শব্দ সৃষ্টির জন্যও বস্তুর কম্পন প্রয়োজন ।
- (২) তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের প্রয়োজন হয়, শব্দ সঞ্চালনের সময়ও মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের প্রয়োজন হয় ।
- (৩) তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যম স্থানান্তরিত হয় না কিন্তু শব্দ সঞ্চালনের সময়ও মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক কণাগুলোর স্থানান্তর ঘটে না ।

(৪) এক স্থান থেকে অন্য স্থানে সঞ্চালিত হতে তরঙ্গের কিছু সময়ের প্রয়োজন হয়, শব্দ সঞ্চালনের জন্যও সময়ের প্রয়োজন হয়।

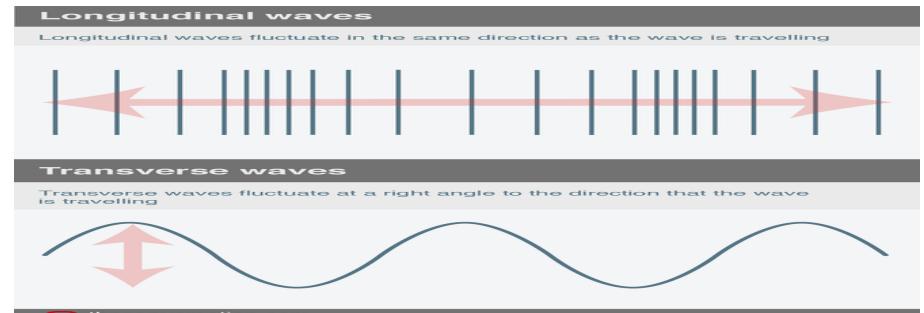
(৫) তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। শব্দের বেগও মাধ্যমের প্রকৃতি এর উপর নির্ভর করে।

(৬) প্রত্যেক তরঙ্গের যেমন প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, এবং অপবর্তন ঘটে শব্দের বেলাও তা ঘটে।

(৭) শব্দ কঠিন, তরল, বায়বীর মাধ্যমে সঞ্চালিত হতে পারে, যা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে ঘটে।

উপরোক্ত ঘটনাসমূহ হতে প্রমাণিত হয় যে, শব্দ উৎসের কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গকারে বায়ু মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয়ে আমাদের কানে পৌঁছে এবং আমরা তা শুনতে পাই।

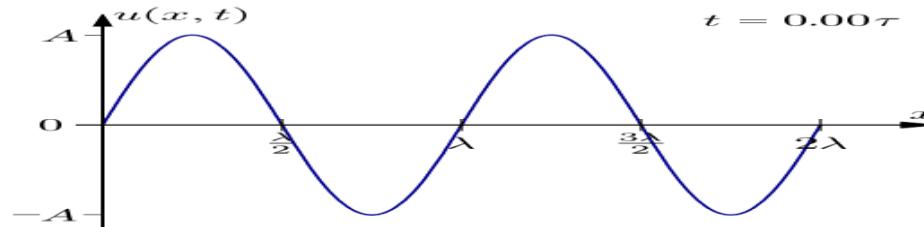
অতএব, শব্দ একটি অগ্রগামী অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।



অগ্রগামী তরঙ্গে সমীকৰণ প্রতিষ্ঠা কর -

মনেকরি, একটি অগ্রগামী তরঙ্গ X অক্ষের দিকে অগ্রসর হচ্ছে। ধরি, t সময়ে মাধ্যমের কোনো একটি কণার O এর সরণ $= y$ (যা লম্বিক তরঙ্গের ক্ষেত্রে কণার সরণ X অক্ষ বরাবর এবং আড় তরঙ্গের ক্ষেত্রে কণার সরণ Y অক্ষ বরাবর ঘটে)। যেহেতু মাধ্যমের কণাগুলো সরল ছন্দিত স্পন্দনে আন্দোলিত হচ্ছে, কাজেই O কণাটির গতির সমীকৰণ হবে,

$$y = A \sin \omega t \quad \text{---(1)}$$



এখানে, A = বিস্তার, ω = কণার কৌণিককম্পাঙ্ক $= 2\pi n = \frac{2\pi}{T}$ এবং ωt = দশা। ধরি, O বিন্দুস্থ কণার এ গতিডানদিকের কণাগুলোতে একের পর এক সঞ্চালিত হচ্ছে। এর অর্থ হলো O এর পরবর্তী কণার কিছুসময়পরে O কণার দশা প্রাপ্ত হবে। তারপরের কণা আরো একটু পরে O কণার দশা প্রাপ্ত হবে। ফলে O বিন্দু থেকে ডানদিকের কণাগুলোর দূরত্ব বাড়ার সঙ্গে দশা পার্থক্যও বাড়বে।

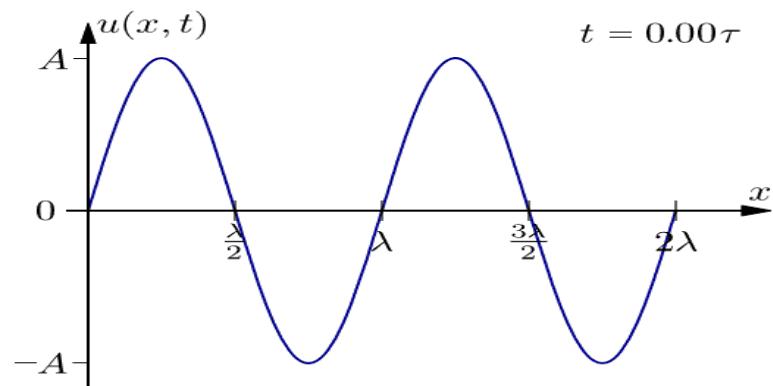
আমরা জানি, একটিপূর্ণ কম্পনে তরঙ্গ যে পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রমকরেতাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (λ) বলে। এবং এ সময় দশাপার্থক্য 2π হয়। এখন Oবিন্দুতে x দূরত্বে অবস্থিত P বিন্দুরকণারবিবেচনাকরি। ধরি, O বিন্দুরকণার সাথে এর দশাপার্থক্য δ । সেহেতু λ দূরত্ব অতিক্রমকালে দশাপরিবর্তনবা দশাপার্থক্য 2π হয়; সুতরাং দূরত্বের জন্য দশাপার্থক্য হবে, x বিন্দুতেকণারগতিসমীকরণহবে,

$$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} x.$$

P বিন্দুতেকণারগতিসমীকরণহবে,

$$y = A \sin(\omega t - \delta) \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

$$= A \sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$$



$$= A \sin\left(\frac{2\pi}{T} t - \frac{2\pi}{\lambda} x\right) \quad [\because \omega = \frac{2\pi}{T}]$$

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

$$= A \sin 2\pi \left(nt - \frac{x}{\lambda} \right) \quad [\because n = \frac{1}{T}]$$

$$= A \sin 2\pi \left(\frac{vt}{\lambda} - \frac{x}{\lambda} \right) \quad [\because v = n\lambda \text{ or } n = \frac{v}{\lambda}]$$

$$\therefore y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt - x) \quad \text{----- (3)}$$

এখানেযদি তরঙ্গ X অক্ষেরঞ্চাত্রকদিকে অগ্রসর হয়, তবেগতিরসমীকরণহবে ।

$$\therefore y = A \sin \frac{2\pi}{\lambda} (vt + x) \quad \text{----- (4)}$$

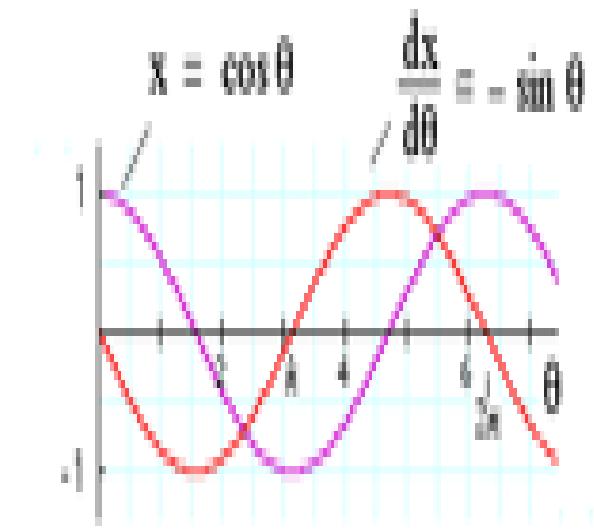
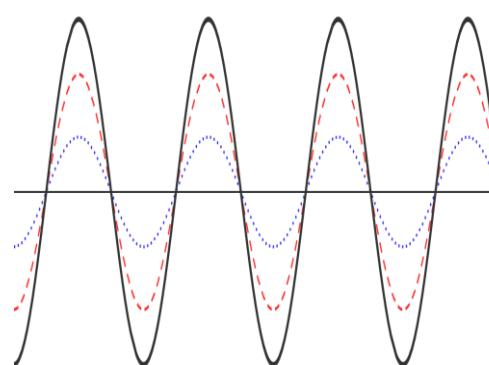
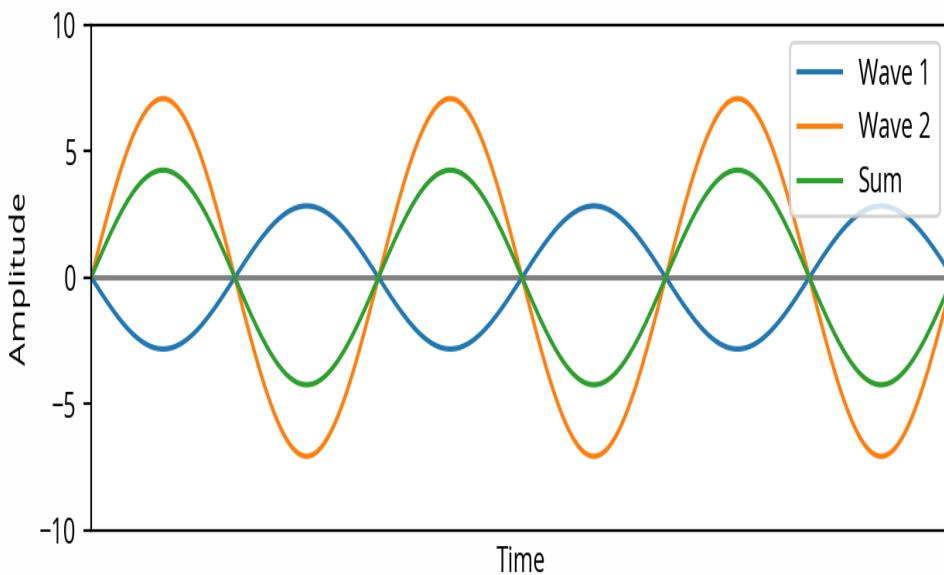
৩নং ও ৪নং সমীকরণইহলো অগ্রগামী তরঙ্গের সাধারণসমীকরণবারাণ্শিমালা ।

শব্দের ব্যতিচার -

সমান কম্পাংক ও বিস্তারের দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের দরুণ নিরব বা জোরালো শব্দের সৃষ্টি হলে এই ঘটনাকে শব্দের ব্যতিচার বলে।

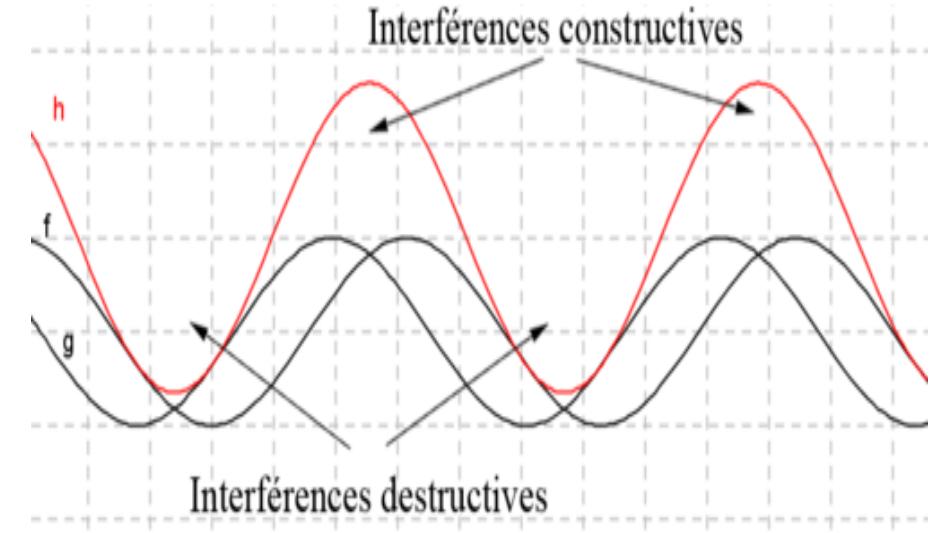
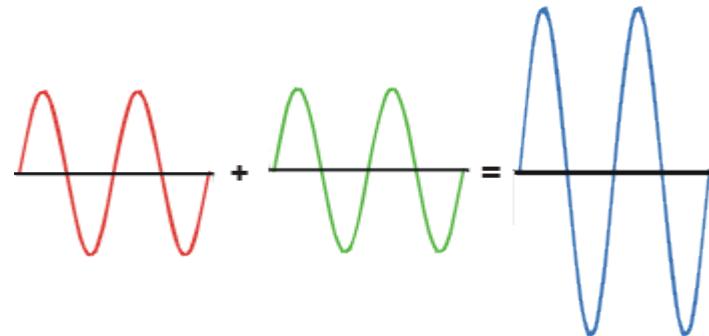
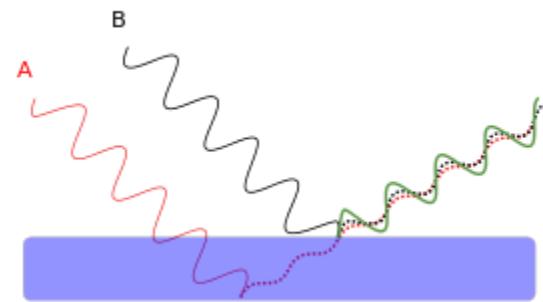
ব্যতিচার দুই ধরনের

- (১) গঠনমূলক ব্যতিচার ও (২) ধ্রংসাত্তক ব্যতিচার।



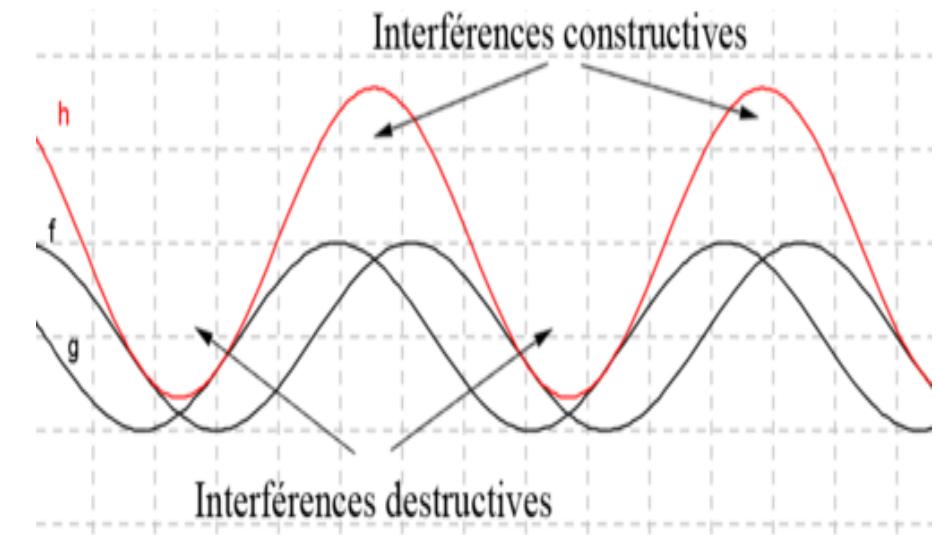
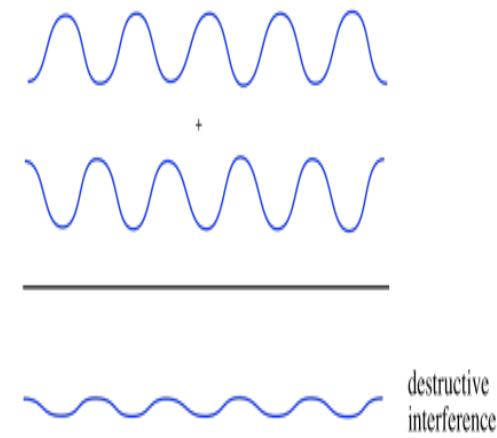
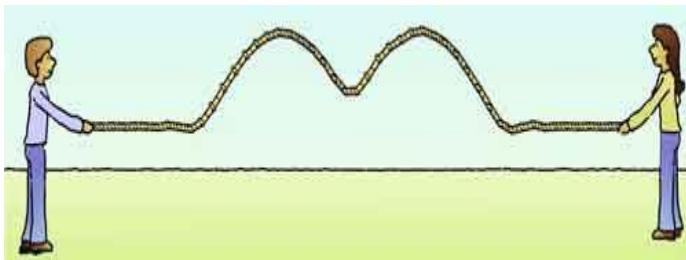
(১) গঠনমূলক ব্যতিচার -

সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে যে স্থানে একই দশায় মিলিত হয়, সেখানে লক্ষ্য সরণ শব্দের প্রত্যেকটি তরঙ্গের সরণের যোগফলের সমান হয়। এক্ষেত্রে হলে, লক্ষ্য সরণ দ্বিগুণ হয়। ফলে লক্ষ্য সরণের তীব্রতা সবচেয়ে বেশি হয়। এ ব্যতিচারকে গঠনমূলক ব্যতিচার বলে।



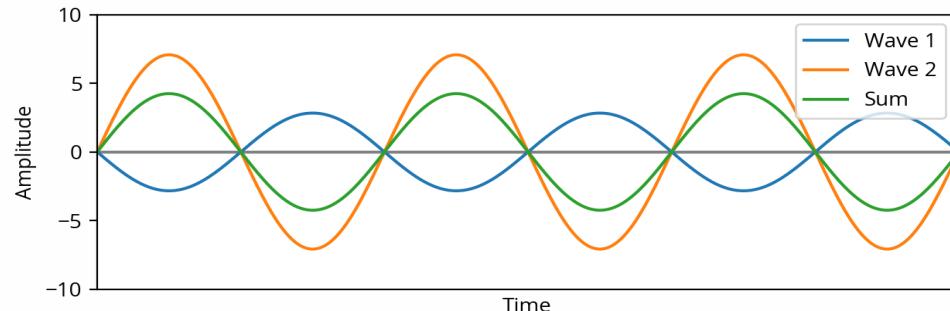
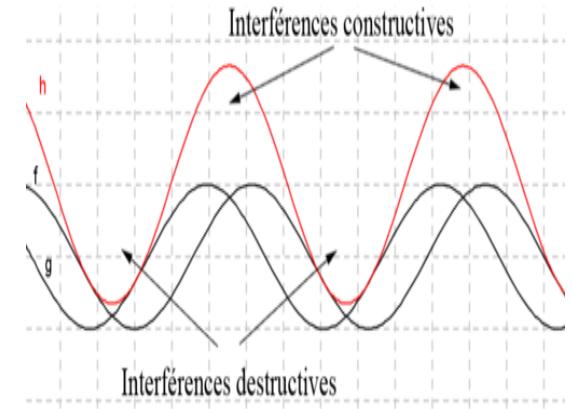
(২) ধ্রংসাত্তক ব্যতিচার :-

সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে যে স্থানে বিপরীত দশায় মিলিত হয় , সেখানে লক্ষ্মি সরণ শূন্য হওয়ায় কোনো শব্দ শোনা যায় না । ফলে লক্ষ্মি সরণের তীব্রতা সবচেয়ে কম হয় । এ ব্যতিচারকে ধ্রংসাত্তক ব্যতিচার বলে ।



ব্যতিচারের শর্তাবলী-

- (১) তরঙ্গ দুটির কম্পাঙ্ক ও বিস্তার সমান হতে হবে ।
- (২) তরঙ্গ দুটির আকার ও দশা অপরিবর্তিত থাকবে ।
- (৩) তরঙ্গ দুটির মাধ্যমের কোনো একটির কণার সরণ একই রেখায় হবে ।
- (৪) শব্দের উৎস হতে ধ্রংসাত্ত্বক ব্যতিচার বিন্দুতে তরঙ্গদ্বয়ের অতিক্রান্ত পথ পাথক্য এর অযুগ্ম গুণিতক হবে এবং গঠনমূলক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে তরঙ্গদ্বয়ের অতিক্রান্ত পথ পাথক্য শূন্য অথবা এর যুগ্ম গুণিতক হবে ।
- (৫) উৎস দুটি সুসংগত হতে হবে ।



শব্দের ব্যতিচারের গাণিতিক ব্যাখ্যা :-

ধরি, সমানবিস্তার ও কম্পাংকের দুটিশব্দ তরঙ্গ একই রেখায়সঞ্চালিতহয়ে এক বিন্দুতেমিলিতহলো ।

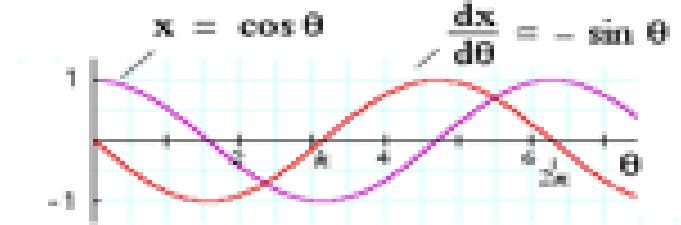
সময়েপরে যে কোনো বিন্দুতে এদেরসরণযথাক্রমে y_1 এবং y_2 হলেআমরাপাই,

$$y_1 = A_0 \sin 2\pi \left(nt - \frac{X_1}{\lambda} \right) \quad \dots \dots \dots (1) \quad [\because n = \frac{1}{T}]$$

$$y_2 = A_0 \sin 2\pi \left(nt - \frac{X_2}{\lambda} \right) \quad \dots \dots \dots (2) \quad [\because n = \frac{1}{T}]$$

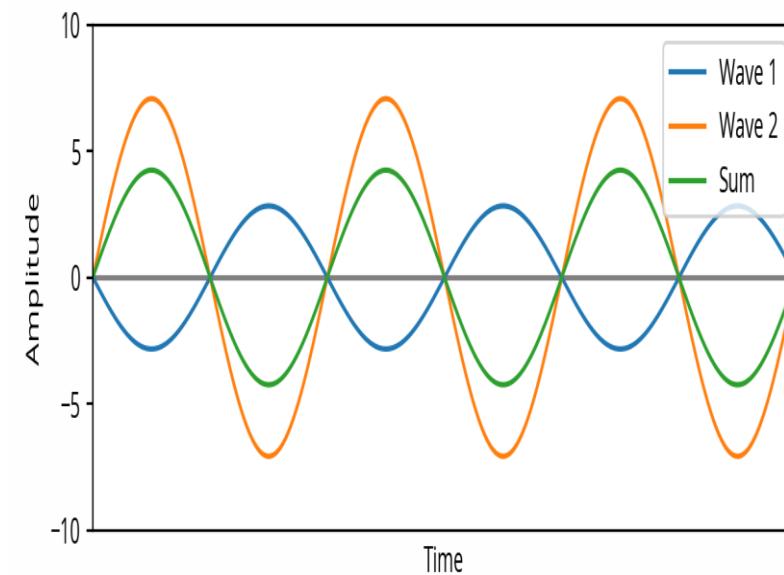
এখানে, n =সূরশলাকারকম্পাংক, λ = মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও A_0 = তরঙ্গের বিস্তার । এ স্থলে
প্রথম তরঙ্গ আলোচ্য বিন্দুতে যেতে X_1 পথ ও দ্বিতীয় তরঙ্গ এ বিন্দুতে যেতে X_2 পথ অতিক্রমকরে ।
এখন তরঙ্গস্বয়ের উপরিপাতনেরফলে এদেরলক্ষিসরণ Y হলে ,

$$\begin{aligned} Y &= y_1 + y_2 \\ &= A_0 \sin 2\pi \left(nt - \frac{X_1}{\lambda} \right) + A_0 \sin 2\pi \left(nt - \frac{X_2}{\lambda} \right) \\ &= 2A_0 \sin \frac{2\pi \left\{ \left(nt - \frac{X_1}{\lambda} \right) + \left(nt - \frac{X_2}{\lambda} \right) \right\}}{2} \cos \frac{2\pi \left\{ \left(nt - \frac{X_1}{\lambda} \right) - \left(nt - \frac{X_2}{\lambda} \right) \right\}}{2} \\ &= 2A_0 \cos \frac{2\pi \left\{ nt - \frac{X_1}{\lambda} - nt + \frac{X_2}{\lambda} \right\}}{2} \sin \frac{2\pi \left\{ nt - \frac{X_1}{\lambda} + nt - \frac{X_2}{\lambda} \right\}}{2} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 &= 2A_0 \cos \frac{2\pi \left\{ -\frac{X_1}{\lambda} + \frac{X_2}{\lambda} \right\}}{2} \sin \frac{2\pi \left\{ 2nt - \left(\frac{X_1}{\lambda} + \frac{X_2}{\lambda} \right) \right\}}{2} \\
 &= 2A_0 \cos \frac{2\pi \left(\frac{X_2}{\lambda} - \frac{X_1}{\lambda} \right)}{2} \sin \frac{2\pi \left\{ 2nt - \left(\frac{X_2}{\lambda} + \frac{X_1}{\lambda} \right) \right\}}{2} \\
 &= 2A_0 \cos \pi \left(\frac{X_2 - X_1}{\lambda} \right) \sin \pi \left\{ 2nt - \left(\frac{X_2 + X_1}{\lambda} \right) \right\} \\
 &= 2A_0 \cos \pi \left(\frac{X_2 - X_1}{\lambda} \right) \sin \left\{ 2\pi \frac{V}{\lambda} t - \frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{X_2 + X_1}{2} \right) \right\} \\
 &= 2A_0 \cos \pi \left(\frac{X_2 - X_1}{\lambda} \right) \sin \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} vt - \frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{X_2 + X_1}{2} \right) \right\} \\
 &= A \sin \left\{ \frac{2\pi}{\lambda} vt - \frac{2\pi}{\lambda} \left(\frac{X_2 + X_1}{2} \right) \right\} \quad \text{এখানে, } A = 2A_0 \cos \pi \left(\frac{X_2 - X_1}{\lambda} \right) \text{ হল ক্রিবিত্তার।} \\
 \therefore Y &= A \sin \frac{2\pi}{\lambda} \left\{ vt - \left(\frac{X_2 + X_1}{2} \right) \right\} \quad \text{-----(১)}
 \end{aligned}$$

সমীকরণ (১) একটিনতুন তরঙ্গের সমীকরণ। সুতরাং দেখাযাচ্ছ যে, দুটি তরঙ্গের উপরিপাতনেরফলে একটিনতুন তরঙ্গ সৃষ্টি হয়।



শব্দের গঠনমূলক ব্যতিচার :-

দুটি তরঙ্গের উপরিপাতনেরফলেউৎপন্ন তরঙ্গের বিস্তার $A = 2A_0 \cos\pi(\frac{X_2 - X_1}{\lambda})$ এবং এর মানমূল তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য($X_2 - X_1$) এর নির্ভরকরে। গাণিতিকভাবেপাওয়াযায়, শব্দেরত্রিতাI তরঙ্গের

বিস্তারের(A)বর্গেরসমানুপাতিক। অর্থাৎ $\propto K(A)^2 = K[2A_0 \cos\pi(\frac{X_2 - X_1}{\lambda})]^2$

$$= 4K[(A_0)^2 \cos^2 \pi(\frac{X_2 - X_1}{\lambda})]$$

এখনে,
 $A = 2A_0 \cos \pi(\frac{X_2 - X_1}{\lambda})$ হলোকী
 বস্তার।

শব্দেরত্রিতাI সর্বোচ্চ হলেগঠনমূলকব্যতিচার হয়।

$$\text{যখন } \pi(\frac{X_2 - X_1}{\lambda}) = (0, \pi, 2\pi \dots)$$

$$\text{বা, } (X_2 - X_1) = 0, \lambda, 2\lambda$$

$$\text{বা, } (X_2 - X_1) = 0, \frac{2\lambda}{2}, \frac{4\lambda}{2}, \dots, 2n \frac{\lambda}{2}$$

তখন $I = K(A)^2$ হবে। এটিI এর সর্বোচ্চ মান। অর্থাৎ যেসব বিন্দুতে তরঙ্গ দুটির পথ পার্থক্য $2n \frac{\lambda}{2}$ হয়, সেসব বিন্দুতে তরঙ্গ দুটি একই দশায়মিলিতহওয়ায়গঠনমূলকব্যতিচারসৃষ্টি হবে। এ অবস্থায় তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য শূন্য অথবা $\frac{\lambda}{2}$ এর যুগ্ম গুণিতক হবে।

শব্দের ধ্বংসাত্ত্বক ব্যতিচার :-

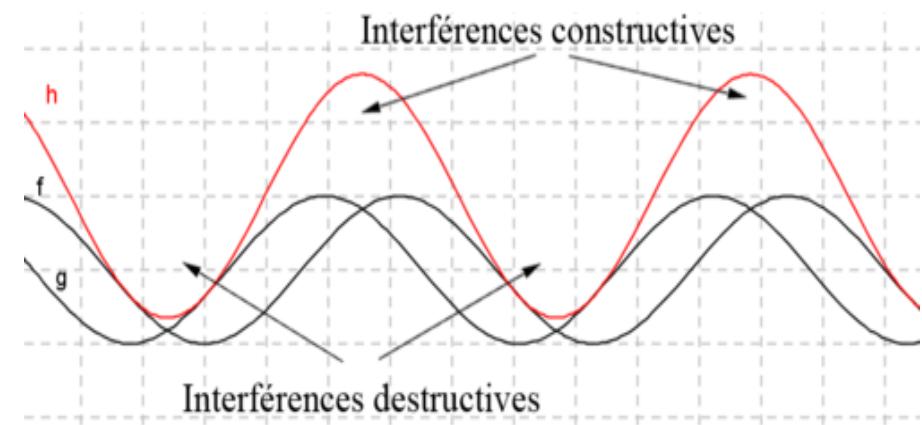
দুটি তরঙ্গের উপরিপাতনেরফলেউৎপন্ন তরঙ্গের বিস্তার $A = 2A_0 \cos\pi\left(\frac{X_2-X_1}{\lambda}\right)$ এবং এর মানমূল তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য(X_2-X_1) এর নির্ভরকরে। শব্দেরত্ত্বতাশূন্য হলেধ্বংসাত্ত্বকব্যতিচার হয়। ধ্বংসাত্ত্বকব্যতিচার ক্ষেত্রে,

$$\pi\left(\frac{X_2-X_1}{\lambda}\right) = \frac{\pi}{2}, \frac{3\pi}{2}, \frac{5\pi}{2} \quad \text{----- ইত্যাদি}$$

$$X_2-X_1 = \frac{\lambda}{2}, \frac{3\lambda}{2}, \frac{5\lambda}{2} \quad \text{----- ইত্যাদি}$$

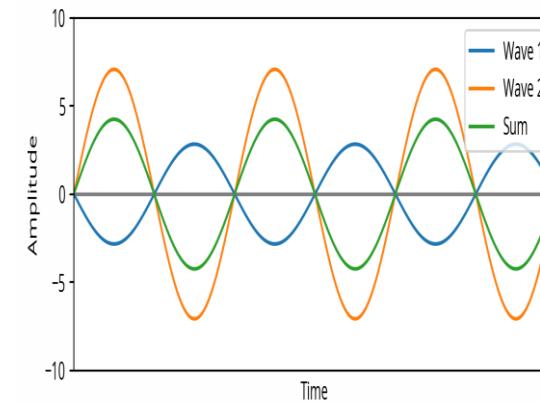
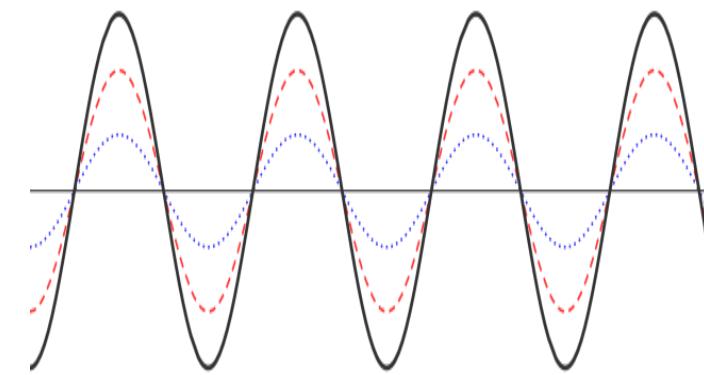
$$= (2n+1)\frac{\lambda}{2} \quad (n = 0, 1, 2, 3 \dots \text{----- ইত্যাদি})$$

ধ্বংসাত্ত্বকব্যতিচারের ক্ষেত্রে তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতকহবে।



বীট বা স্বরকম্প এর সংজ্ঞা এবং বীটের গঠনের কৌশল :-

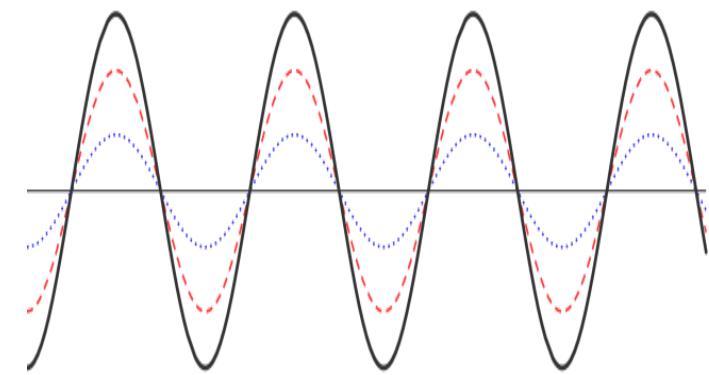
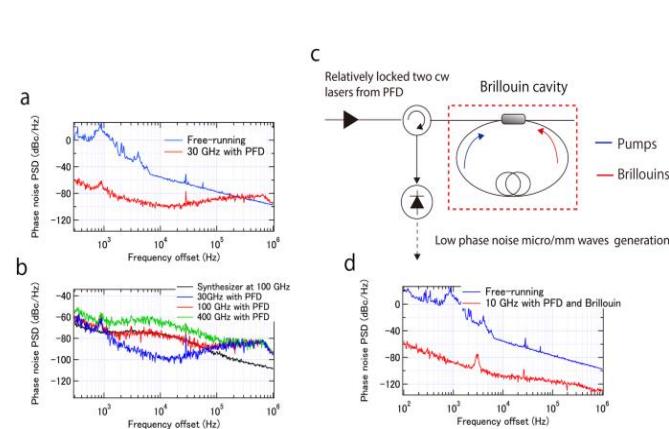
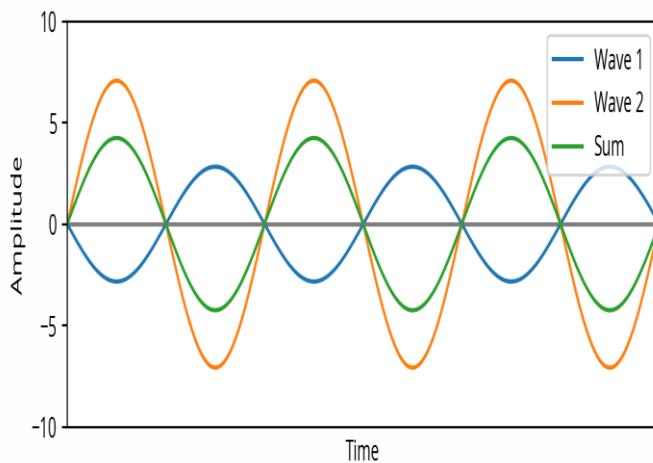
বিট বা স্বরকম্প :- সমান বা প্রায় সমান তীব্রতা এবং প্রায় সমান কম্পাংকবিশিষ্ট একই দিকে অগ্রগামী দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে শব্দের লক্ষি প্রাবল্যর হাস বা বৃদ্ধির ঘটনাকে বীট বা স্বরকম্প বলে। সমান বা প্রায় সমান তীব্রতা এবং প্রায় সমান কম্পাংকবিশিষ্ট দুটি শব্দ এক সাথে উৎপন্ন করলে দেখা যায় যে, শব্দ একটানা হচ্ছে না একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একবার বাড়ছে ও একবার কমছে। শব্দের তীব্রতা এরূপ পর্যায়ক্রমিক হাস বৃদ্ধিকে স্বরকম্প বলে। প্রতি সেকেন্ডে শব্দের তীব্রতার পর্যায়ক্রমিক হাস বা বৃদ্ধি দ্বারা বিট বা স্বরকম্পের সংখ্যা (কম্পাংক) নির্ণয় করা হয়।



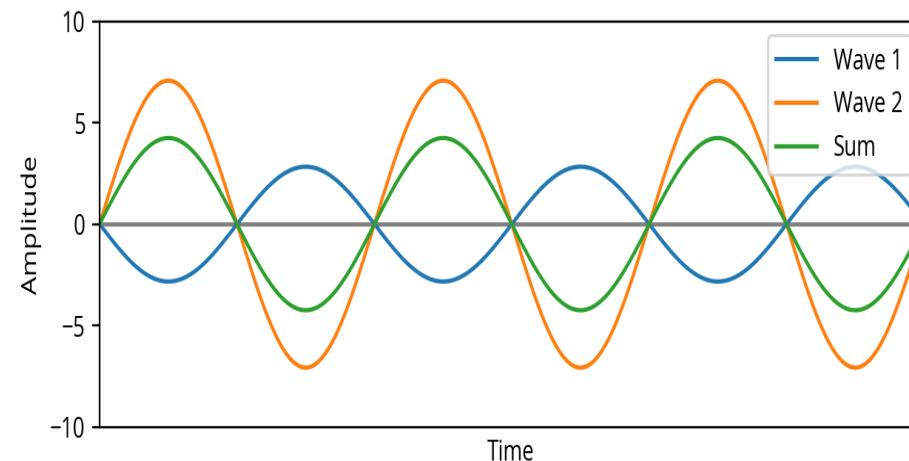
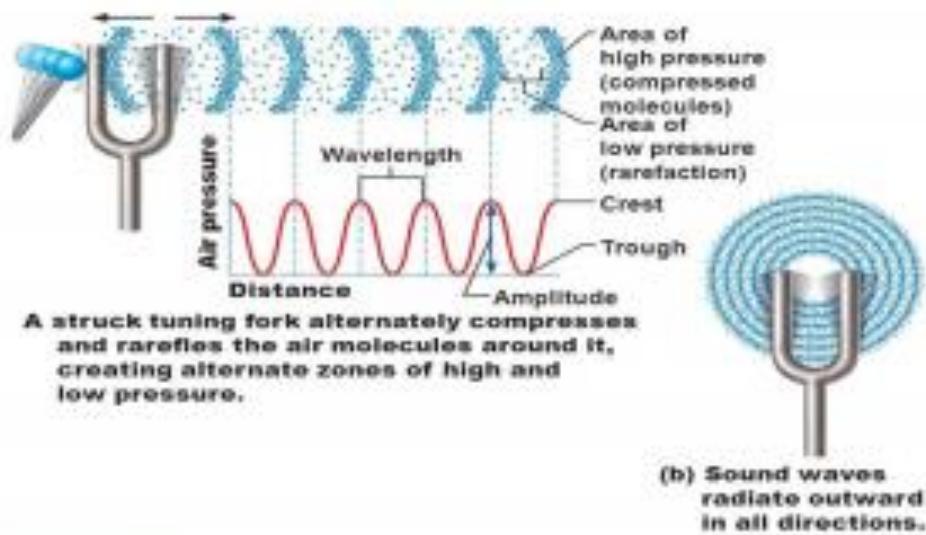
বীট বা স্বরকম্প গঠনের কৌশল -

প্রায় সমান কম্পাংকিষ্ট দুটি শব্দ তরঙ্গ মাধ্যমের কোনো একটি কণার উপর মিলিত হবার পর তাদের মধ্যে দশা বৈষম্য সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় এবং কোনো এক মুহূর্তে কণাটির উপর তরঙ্গ সমদশায় আবার পরবর্তী মুহূর্তে তরঙ্গদ্বয় বিপরীত দশায় ক্রিয়া করে।

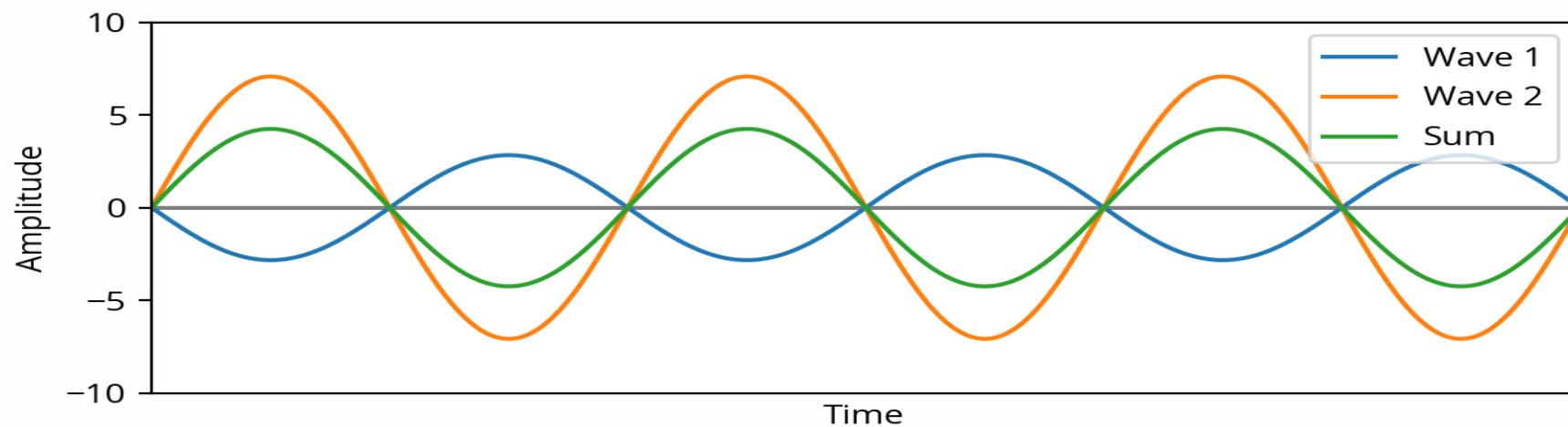
এজন্য তরঙ্গদ্বয়ের মিলিত ক্রিয়ার একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর কণাটির সরণ তথা শব্দের তীব্রতা একবার সবচেয়ে বেশি হয় এবং আর একবার সবচেয়ে কম হয়। শব্দের তীব্রতার এই পর্যায়ক্রমিক হাস-বন্দির স্বরকম্প।



প্রায় সমান কম্পাঙ্কবিশিষ্ট দুটি সূর শলাকা নিই। তাদেরকে আঘাত করে শব্দ তরঙ্গ উৎপন্ন করি। এ তরঙ্গ দুটি মাধ্যমের মধ্য দিয়ে চলতে থাকবে। এতে মাধ্যমের এক বিন্দুতে শব্দ তরঙ্গ দুটি কোনো এক সময় সমদশায় এবং পরবর্তী অপর এক সময় বিপরীত দশায় মিলিত হবে। উপরের বিন্দুতে দুটি শব্দ তরঙ্গ একই দশায় মিলিত হয়ে লক্ষ্মি শব্দের বিঞ্চার তরঙ্গ দুটির বিঞ্চারের যোগফলের সমান হবে। ফলে লক্ষ্মি শব্দের তীব্রতা বেশি হবে। এখানে তরঙ্গ দুটিকে সরু রেখা এবং লক্ষ্মি শব্দ তরঙ্গকে অবিচ্ছিন্ন মোটা রেখা দ্বারা সূচিত করা হয়েছে।



যতই সময় সময় অতিবাহিত হবে ততই একটি তরঙ্গ অপরাটিকে অতিক্রম করার চেষ্টা করবে ।
বিন্দুতে তরঙ্গ দুটি বিপরীত দশায় থাকায় লক্ষ্মি শব্দের বিন্দুর তরঙ্গ দুটির বিন্দুরের বিয়োগফলের
সমান হবে । অতএব, লক্ষ্মি শব্দের তীব্রতা কম হবে । পুনরায় বিন্দুতে তরঙ্গ দুটি একই দশায় থাকায়
লক্ষ্মি শব্দের তীব্রতার পর্যায়ক্রমে হ্রাস- বৃদ্ধি ঘটবে । প্রতিসেকেন্দ্রে শব্দের পর্যায়ক্রমে হ্রাস বা বৃদ্ধিও
দ্বারা স্বরকম্পের সংখ্যা নির্ণিত হবে ।



বাতাসে একটি সুরশলাকার ১০ টি পূর্ণ কম্পাঙ্কে শব্দ ৫ মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে।
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। বাতাসে শব্দের ৩৪৬ মিটার/সেকেন্ড হলে শলাকটির কম্পাঙ্ক
কত ?

$$\text{সমাধান, আমরাজানি, } \lambda = \frac{S}{n} \\ = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ m}$$

$$\text{আবার, } V = n\lambda \\ \text{বা, } n = \frac{V}{\lambda} = \frac{346}{0.5} \\ = 692 \text{ Hz}$$

এখানে,
কম্পাঙ্ক সংখ্যা, $N=10$
দূরত্ব, $S = 5m$
শব্দের বেগ, $V=346 \text{ m/s}$
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$
কম্পাঙ্ক , $n=?$

একটি শব্দতরঙ্গ বায়ুতে ৩ মিনিটে ১০২০ মিটার দূরত্ব অতিক্রম। এই শব্দ তরঙ্গেও তরঙ্গদৈর্ঘ্য ৫০ সেন্টিমিটার হলে পর্যায়কাল ও কম্পাংক কত?

সমাধান, আমরাজানি,

$$S=Vt$$

$$\text{বা, } V = \frac{S}{t} = \frac{1020}{180} = 5.67 \text{ m/s}$$

আবার, $V=n\lambda$

$$\text{বা, } n = \frac{V}{\lambda} = \frac{5.66}{0.5} = 11.34 \text{ Hz}$$

$$\text{এবং } T = \frac{1}{n} = \frac{1}{11.34}$$

$$= 0.088 \text{ sec}$$

উত্তর 11.34 Hz এবং 0.088 sec

এখানে, সময়, $t=3\text{min}$

$$= 3 \times 60 \text{ sec}$$

$$= 180 \text{ sec}$$

$$\text{দূরত্ব, } S = 1020 \text{ m}$$

$$\text{তরঙ্গদৈর্ঘ্য, } \lambda = 50 \text{ cm}$$

$$= 0.5 \text{ m}$$

$$T=?$$

$$\text{এবং } n=?$$

বাড়ির কাজ :-

- ১। আজকের পাঠের অনুশীলন
- ২। শব্দের ব্যতিচার কি এবং শব্দের ব্যতিচারের গাণিতিক ব্যাখ্যা কর।
- ৩। বীট বা স্বরকম্প এর সংজ্ঞা এবং বীটের গঠনের কৌশল বর্ণনা কর।
- ৪। এই অধ্যায়ে গাণিতিক সমস্যা সমাধান কর।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে।



স্বাগতম

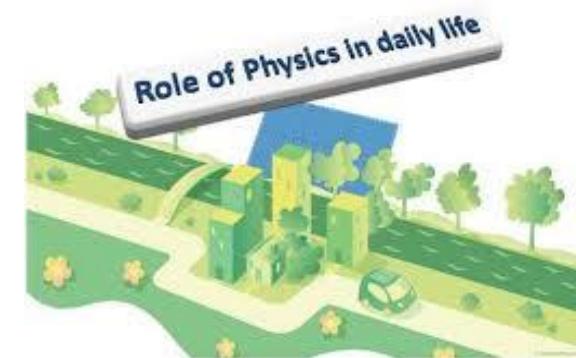
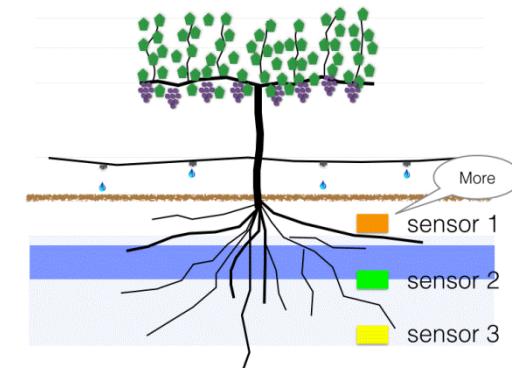
উপস্থাপক:-
মোঃ মাহবুবুর রহমান
চিফ ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক) পদার্থ
ময়মনসিংহ পলিটেকনিক ইনসিটিউট. ময়মনসিংহ।

বিষয় :-ফিজিক্স-১(২৫৯১২)
অধ্যায় :- আর্দ্রতা।

পাঠ ঘোষণা

আর্দ্ধতা (Humidity)

প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ
আর্দ্ধতা, পরম আর্দ্ধতা,
আপেক্ষিক আর্দ্ধতা ,
এবং শিশিরাংক
ডিউ পয়েন্ট ডিপ্রেশন,
ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন
বাস্প চাপ ও বায়ু চাপের মধ্যে
সম্পর্ক।

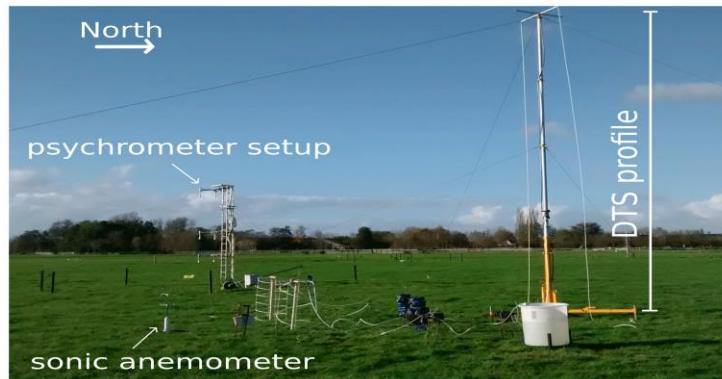


পূর্বের জ্ঞান যাচাই

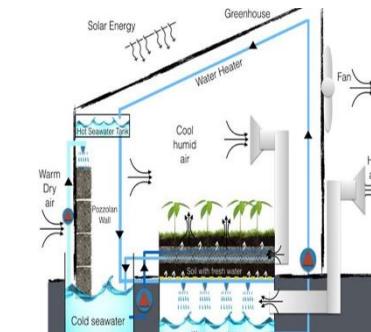
প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ, আর্দ্রতা, পরম আর্দ্রতা কি,
আপেক্ষিক আর্দ্রতা কি, শিশিরাংক কি, আর্দ্রতা থেকে
আরো কি কি পাই। বাযুচাপ ও বাষ্প চাপের সম্পর্কে কি
জ্ঞান।



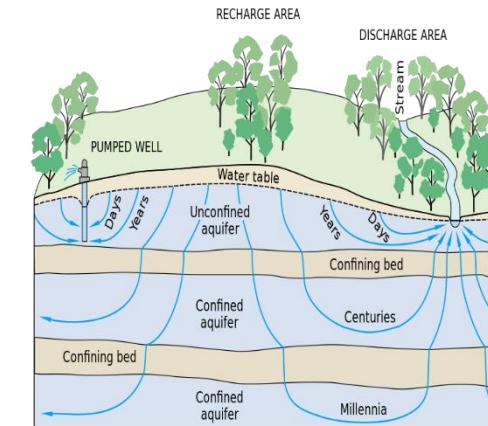
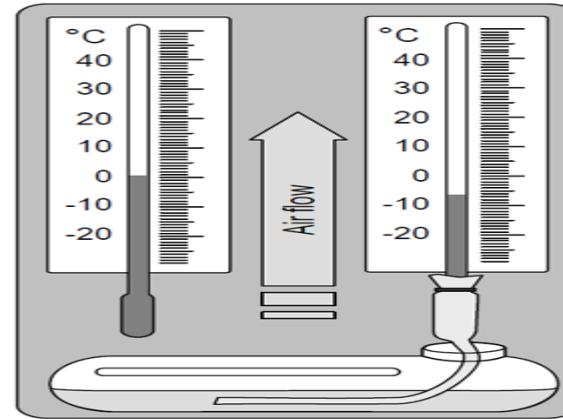
মানুষের জন্য আরামদায়ক পরিবেশ বা কোন কক্ষের বাতাস আরামদায়ক মাত্রায় পরিণত করতে উক্ত বাতাসের তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা নির্দিষ্ট হারে নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয়। কোন পরিবেশ বা কক্ষ শীতাতপ নিয়ন্ত্রণের জন্য তাপমাত্রা ও আর্দ্রতার পাশাপাশি আরো কতিপয় বাতাসের বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে জানা প্রয়োজন হয়। বাতাস ও জলীয় বাস্পের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে জন্য এবং তাদের নিয়ন্ত্রণের বিজ্ঞান ও ফলিত প্রয়োগকে সাইক্রোমেট্রি বলে।



সাইক্রোমেট্রি চার্টের সাহায্যে বাতাসের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য যেমন ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা, ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা, শুষ্ক বাতাস, ভিজা বাতাস, সম্পৃক্ত বাতাস. আপেক্ষিক আর্দ্রতা, ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন, শিশিরাংক, শিশিরাংক ডিপ্রেশন নির্ণয় করা যায়। এয়ারকণ্ডিশনিং ক্ষেত্রে বাতাসের সাইক্রোমেট্রিক প্রোপার্টিসমূহকে পরিবর্তন করার জন্য বিভিন্ন প্রকার সাইক্রোমেট্রিক প্রসেস বা পদ্ধতি ব্যবহার হয়ে থাকে। সাইক্রোমেট্রি হলো শীতাতাপ নিয়ন্ত্রণের হিসাব নিকাশের ভিত্তি।



প্রকৌশল বিজ্ঞানের যে শাখায় আর্দ্র বাতাস (শুষ্ক বাতাস এবং জলীয় বাস্পের মিশ্রণ) বা আর্দ্রতার অনুশীলন এবং বিভিন্ন শর্তে অধীনে শুষ্ক বাতাস এবং জলীয় বাস্পের মিশ্রণের আচরণ সম্পর্কে অনুশীলন ও আলোচনা করা হয় তাকে সাইক্রোমেট্রি বলে। শীতাতাপ নিয়ন্ত্রণ কক্ষে বাতাসে অবস্থিত জলীয় বাস্পের উপস্থিতিতে উক্ত বাতাসের প্রধান বৈশিষ্ট্য (ড্রাই বাল্ব এবং ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা) যে ডিজাইন দ্বারা পরিমাপ করা হয় তাকে সাইক্রোমিটার বলে।

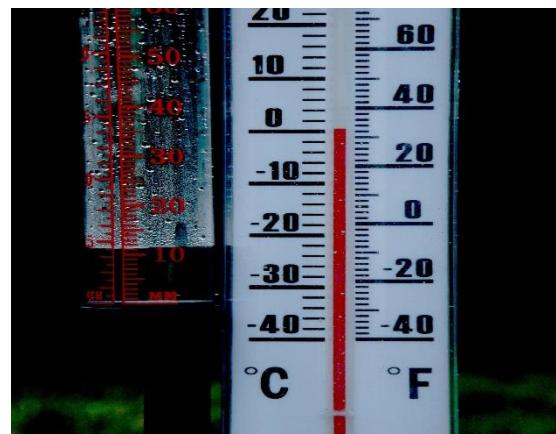


S.T.P = Standard Temperature and Pressure .

সাধারণ $^{\circ}\text{C}$ বো 273 K তাপমাত্রাকে প্রমাণবাআদর্শ তাপমাত্রাবলে ।



1 atm বায়ুচাপ বা 760 মিমি পারদ চাপকে প্রমাণ বা আদর্শ চাপ বলে ।
প্রমাণ বা আদর্শ অবস্থায় 1 মোল গ্যাসের আয়তন = 22.4 ঘনমিটার ।



আর্দ্রতা

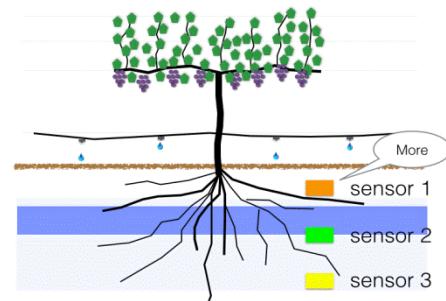
প্রতি কেজিবা এক কেজি শুষ্ক বাতাসেউপস্থিতি
জলীয়বাস্পেরপরিমাণকে আর্দ্রতাবলে । একে আবার
স্পেসিফিকহিউমিডিটিবাহিউমিডিটি রেশিওবলে । একে সাধারণত
গেইন /প্রতি কেজি শুষ্ক বাতাসে এককে প্রকাশকরা হয় ।
বায়ুমন্ডলেসর্বদাকিছুনাকিছুজলীয়বাস্প থাকে । বাস্পায়নপ্রক্রিয়ায়খাল,
বিল,পুকুর, নদী, সমুদ্র,
প্রভৃতিহতেপ্রতিনিয়িতপ্রচুরপরিমাণপানিবাস্পহয়েবায়ুমন্ডলেমিশেয়াচ্ছে

। সে



গেইন (জলীয় বাস্প)

শুষ্ক বাতাস



আপেক্ষিক আর্দ্রতা

কোননির্দিষ্টতাপমাত্রায়পরীক্ষাধীনবায়ুতেঅবস্থিত জলীয়বাস্পেরআংশিকচাপ এ
একই তাপমাত্রায় সেইআয়তনবায়ুকে সম্পৃক্ত

করারপ্রয়োজনীয়জলীয়বাস্পেরআংশিকচাপেরঅনুপাতকেআপেক্ষিক
আর্দ্রতাবলে। শতকরাহারেআপেক্ষিক আর্দ্রতানির্ণয়ের সমীকরণটিনিচে দেয়া
হলো

আপেক্ষিক আর্দ্রতা =

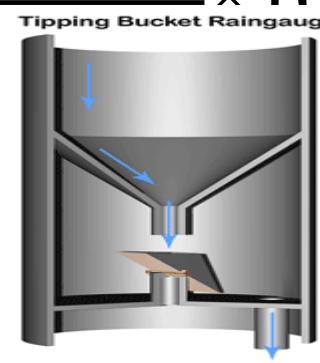
পরীক্ষাধীন বায়ুর জলীয় বাস্পের আংশিক চাপ



ক সম্পৃক্ত ৮



য বাস্পের



$\times 100$

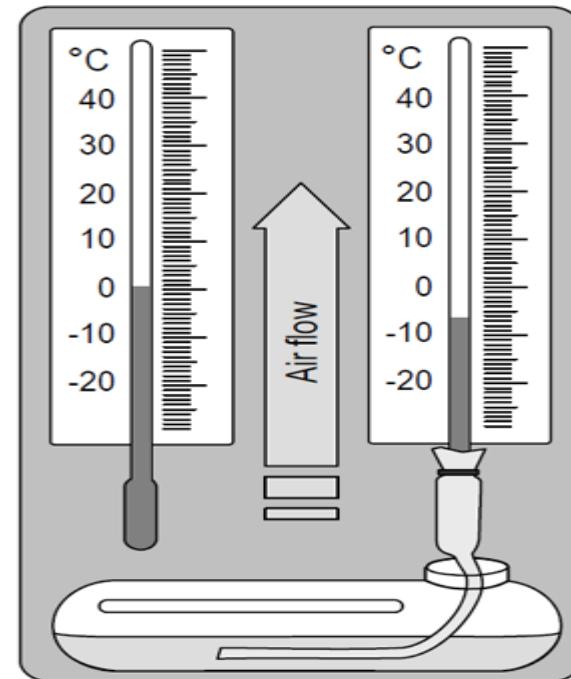
(শিশিরাংক) Dew point Temperature

যে উষ্ণতায় বায়ু তার মাঝে অবস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা
সম্পৃক্ত হয়ে যায় বা যে তাপমাত্রায় বাতাসের জলীয় বাষ্পে
ঘনিভূত হয়ে শিশিরে কণায় পরিণত হয় তাকে শিশিরাংক
বলে।



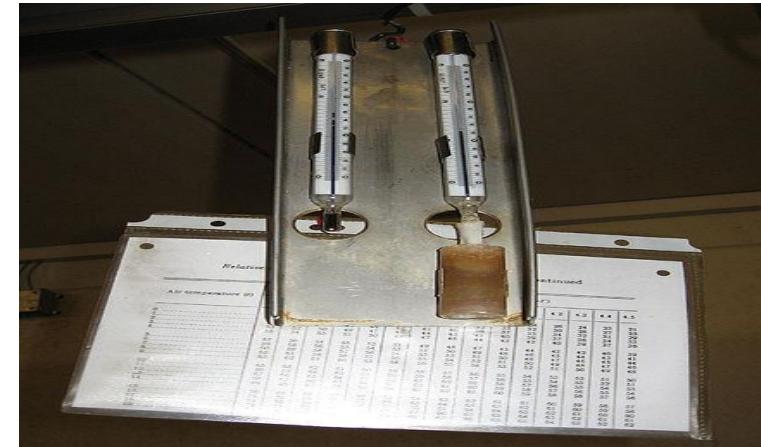
ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা

সাধারণ থার্মোমিটারে যে তাপমাত্রা পাওয়া যায়, তাকে ড্রাই বা
শুষ্ক বাল্ব তাপমাত্রা বলে। ড্রাই বা শুষ্ক বাল্ব তাপমাত্রা কে
থার্মোমিটার দ্বারা পরিমাপ করা হয়।



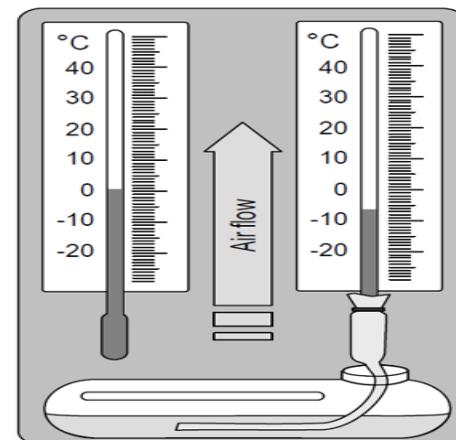
ওয়েট বা ভেজা বাল্ব তাপমাত্রা

থার্মোমিটারের বাল্ব ভিজা কাপড় দিয়ে জড়ানো অবস্থায় বাতাসের তাপমাত্রার যে মান পাওয়া যায় তাকে ওয়েট বা ভেজা বাল্ব তাপমাত্রা বলে। অর্থাৎ জলীয় বাল্ব সম্পৃক্ত অবস্থায় বাতাসে তাপমাত্রার পরিমাণ হলো ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা। স্লিং সাইক্রোমিটার দুটি মিটার থাকে একটি ভেজা কাপড় বিহীন শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটার এবং অপরটি ভেজা কাপড় জড়ানো ভেজা বা ওয়েট বাল্ব থার্মোমিটার। একে ওয়েট দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



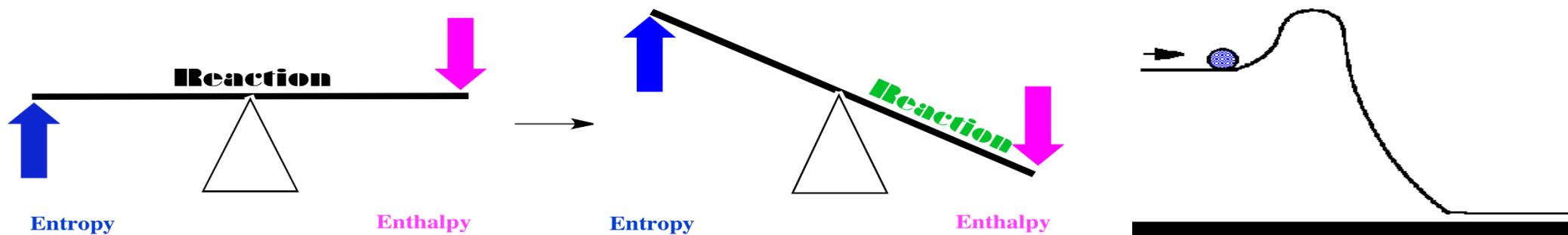
ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন

যে কোন বিন্দুতে ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা এবং ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রার পার্থক্যকে ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন বলে। ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা এবং ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রার পার্থক্য যত বেশি হবে বাতাসের আর্দ্রতা তত কম হবে। আবার ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা এবং ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রার পার্থক্য যত কম হবে বাতাসের আর্দ্রতা তত বেশি হবে।



এনথালপি

কোনো একক পরিমাণ পদার্থের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা হতে
সর্বনিম্ন তাপমাত্রায় বা সর্বনিম্ন তাপমাত্রা হতে সর্বোচ্চ
তাপমাত্রায় রূপান্তর করতে যে সর্বমোট তাপ শোষণ ও
প্রয়োগ করার প্রয়োজন হয় তাকে এনথালপি বলে।



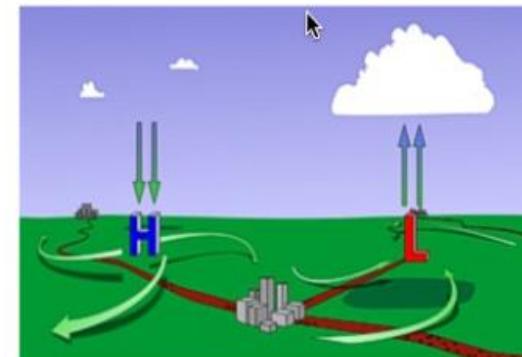
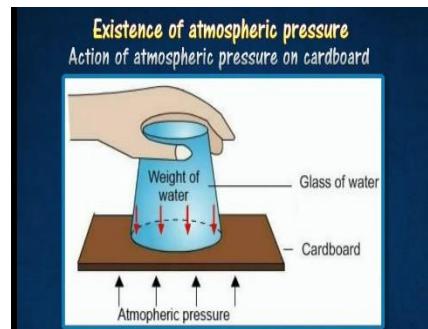
বাষ্প চাপ ও বায়ুচাপের মধ্যে সম্পর্ক আলোচনা করব ।

বায়ু চাপ বা বায়ুমণ্ডলীয় চাপ :- বাতাসের ওজন আছে এবং এ ওজনের কারণেই এটাও ভূ পৃষ্ঠে চাপ প্রয়োগ করে । বাতাসের এ চাপকে বায়ুমণ্ডলের চাপ বলে ।

বাষ্পচাপ :- কোন নিদিষ্ট তাপমাত্রায় বাষ্প তরল সামাবস্থায় কোন তরলের উপস্থিতি তরলের পৃষ্ঠে এবং পাত্রের দেয়ালে যে চাপ প্রয়োগ করে তাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ তরলের বাষ্পচাপ বলে ।

আমরা জানি, বায়ুমণ্ডলে চাপ দেয় । এ চাপের মাঝে আছে শুষ্ক বায়ুর চাপ এবং জলীয় বাষ্পের চাপ ।

মনেকরি, কোন এক সময়ে বায়ুমণ্ডলের তাপমাত্রা = T



ঐ সময়েবায়ুমণ্ডলেরচাপ = P

ঐ সময়েবায়ুমণ্ডলেরউপস্থিতজলীয়বাপ্পেরচাপ = f

ঐ সময়েরবায়ুরচাপ = P_a

ঐ সময়েরবায়ুরঘনত্ব = ρ_a

STP তে তাপমাত্রা = 273K

STP তে বায়ুরচাপ = 1013000Nm^{-2}

STP তে বায়ুরঘনত্ব = 1.293Kgm^{-3}

ডাল্টনেরআংশিকচাপসূত্রানুসারে, $P = P_a + f$

ঐ সময়েরশুধুবায়ুরচাপ $P_a = P - f$

বাড়ির কাজ

- ১। আজকের পাঠে নিজে অনুশীলন করব ।
- ২। প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ, আর্দ্রতা, পরম আর্দ্রতা, আপেক্ষিক আর্দ্রতা এর সংজ্ঞা দাও ।
- ৩। শিশিরাংক, ডিউ পয়েন্ট ডিপ্রেশন, ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন, ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা, ডিউ বাল্ব তাপমাত্রা, এনথালপি কি, সম্পৃক্ত বাতাস কি এর সংজ্ঞা দাও ।
- ৪। বাস্প চাপ ও বায়ু চাপের মধ্যে সম্পর্ক বের করব ।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে ।