

বাজনার ঊৎসব

গুনগুন করে গান গাইতে কার না ভালো লাগে! সুন্দর কোনো দিনে তোমার নিশ্চয়ই গান গাইতে ইচ্ছে করে, ‘আহা কি আনন্দ আকাশে বাতাসে!’ এই অভিজ্ঞতায় গুনগুন করে গাওয়া গান কিংবা খেলার মাঠে গলা ফাটিয়ে চিৎকার থেকে শুরু করে যে কোনো শব্দ কীভাবে তৈরি হয়, কীভাবে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গাতে যায় ইত্যাদি জানার মাধ্যমে পদার্থবিজ্ঞানের ‘তরঙ্গ’ নামক খুব গুরুত্বপূর্ণ একটি বিষয় সম্পর্কে জানবে।





প্রথম সেশন

- ✎ তোমাদের অনেকের বাড়িতে নানা ধরনের বাদ্যযন্ত্র আছে। বাঁশি, হারমোনিয়াম, তবলা, একতারা, গিটার এসব প্রচলিত বাদ্যযন্ত্র অনেকের বাড়িতেই থাকে। এছাড়াও আরও ব্যতিক্রমধর্মী বাদ্যযন্ত্র থাকতে পারে। তোমরা অভিভাবকের অনুমতি নিয়ে বাড়ি থেকে যে কোনো একটি বাদ্যযন্ত্র বিদ্যালয়ে আনবে। যদি তোমার বাড়িতে আদৌ কোনো বাদ্যযন্ত্র না থেকে থাকে তাহলেও সমস্যা নেই। তুমি কী জানো এমন অনেক সংগীতশিল্পী আছেন যারা শুধু হাঁড়িপাতিল, পাতার বাঁশি বাজিয়েও সুর তৈরি করেন!
- ✎ তাই তুমি যদি আম আঁটির ভেঁপু, পাতার বাঁশি কিংবা ডুগুডুগি কোনো একটি বানাতে পারো তাহলে সেটাই বিদ্যালয়ে আনবে। আর যদি একান্তই না পারো তাহলে মন খারাপ করার কিছু নেই, কারণ স্কুলে অন্য বন্ধুরা যা আনবে সেগুলোও তুমি বাজিয়ে দেখতে পারবে।
- ✎ বাড়ি থেকে আনা সকলের বাদ্যযন্ত্রগুলো প্রথম ক্লাসেই খুব সাবধানে শ্রেণিকক্ষে অথবা তোমাদের বিদ্যালয়ের প্রধান শিক্ষকের কক্ষে অনুমতি নিয়ে সাজিয়ে রাখো যাতে কোনো বাদ্যযন্ত্রের ক্ষতি না হয়। কেউ অনুমতি ছাড়া অন্যের বাদ্যযন্ত্র ধরবে না এবং শুধু বিজ্ঞান শিক্ষকের নির্দেশনা মেনেই নির্ধারিত সেশনে এগুলো ব্যবহার করবে। অন্য কোনোভাবে যেন বিশৃঙ্খলার সৃষ্টি না হয় তাই নিজেদেরকেই দায়িত্ব নিয়ে সুন্দরভাবে সেশনটি পরিচালনার জন্য পরস্পরকে সাহায্য করবে।
- ✎ সেশনের শুরুতে বেঞ্চ/টেবিল সাজিয়ে বাদ্যযন্ত্রগুলোকে এমনভাবে রাখো যেন ভালোভাবে দেখা যায় এবং ব্যবহার করা যায়।
- ✎ এবার শিক্ষকের নির্দেশে ৪ বা ৫টি দলে ভাগ হয়ে যাও এবং ২টি করে দল সুশৃঙ্খলভাবে সামনে গিয়ে বাদ্যযন্ত্রগুলো নেড়েচেড়ে দেখো। কেউ যদি কোনো বাদ্যযন্ত্র বাজাতে পারো তাহলে শ্রেণিকক্ষে বাজিয়েও শোনাতে পারো। তখন খেয়াল রাখো কীভাবে বাজানো হচ্ছে এবং কীভাবে ও কোথা থেকে শব্দ সৃষ্টি হচ্ছে।



- ✎ খুব ভালোভাবে লক্ষ্য করো বাদ্যযন্ত্রটির গঠন কেমন, কীভাবে একটি বাদ্যযন্ত্র অন্যটির থেকে আলাদা। কোনটা থেকে কেমন শব্দ তৈরি হচ্ছে, কোনটাতে তারে টোকা দিয়ে শব্দ তৈরি করতে হচ্ছে আর কোনটাতে পৃষ্ঠে বাড়ি দিয়ে আঘাত করে অথবা বাতাস দিয়ে ফুঁ দিয়ে বাজাতে হচ্ছে। আঘাত করা বা ফুঁ দেওয়া অথবা টোকা দেওয়া

থামালেই কী শব্দ বন্ধ হয়ে যাচ্ছে কি না ভালো করে খেয়াল করো।

- ✎ এবার তোমাদের অনুসন্ধানী পাঠ বইটি খুলে ‘কীভাবে শব্দ তৈরি হয়’ অংশটুকু দলে বসে পড়ে নাও। সহপাঠীদের সঙ্গে আলোচনা করে এবং বাদ্যযন্ত্রগুলোর গঠন ও কাজের সঙ্গে সম্পর্ক রেখে বুঝার চেষ্টা করো।
- ✎ বই পড়ে তোমরা একটি নতুন শব্দ শিখলে ‘তরঙ্গ’। এই শিখন অভিজ্ঞতায় তরঙ্গ ও শব্দ নিয়েই তোমরা অনেক নতুন কিছু জানবে। তরঙ্গকে বুঝতে হলে তার আগে চলো ষষ্ঠ শ্রেণিতে পড়া ‘সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি’ সম্পর্কে আরেকবার ঝালাই করে নেওয়া যাক। অনুসন্ধানী পাঠ বইয়ের ‘সরল ছন্দিত স্পন্দন’ অংশটুকু আরেকবার পড়ে নাও।

🏠 বাড়ির কাজ

- ✎ আজকে বাড়িতে গিয়ে একটা মোটামুটি লম্বা সুতা অথবা দড়ির মাথায় কিছুটা ভর বেঁধে দিয়ে কোনো স্থির অবস্থান থেকে ঝুলিয়ে দুলিয়ে দাও। এবার একটা রুলার দিয়ে সুতার দৈর্ঘ্য মেপে $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ সূত্র প্রয়োগ করে দোলনকাল (T) -এর মান বের করো তো। একই ভরের বস্তুকে ঝুলিয়ে সুতার দৈর্ঘ্য কম-বেশি করে T -এর মানের কোনো পরিবর্তন পাও কি না হিসাব করে খাতায় লিখে রাখো।

🎵 দ্বিতীয় ও তৃতীয় সেশন

- ✎ আজকের সেশনে তোমরা তরঙ্গকে আরও ভালোভাবে জানবে। তার আগে চলো ৪/৫টা দলে ভাগ হয়ে কয়েকটা জিনিস জোগাড় করে নেওয়া যাক।
- ✎ প্রত্যেক দলের কাছে একটা ৩-৪ মিটার লম্বা দড়ি, সম্ভব হলে নাইলনের দড়ি আছে। জানালার গ্রিলের সঙ্গে দড়িটিকে বেঁধে নাও। অথবা, একপ্রান্ত একজন ধরে রেখে অন্য প্রান্তে একটু জোরে ঝাঁকুনি দিয়ে দেখোতো একটা টেউও দড়ি বেয়ে অপর প্রান্তে যেতে দেখছো কি না?
- ✎ এবার একটা স্লিংকি নাও। স্লিংকির একপ্রান্ত কোনো একটা জায়গাতে শক্ত করে আটকে রেখে অথবা কেউ একজন ধরে রেখে অন্য প্রান্তটিকে নিয়মিত সময় ব্যবধানে পরপর কয়েকবার টোকা দিয়ে দেখো তো। কিংবা সামনে সামান্য টেনে ছেড়ে দিয়ে দেখো কী ঘটে। স্লিংকিটিকে কি সামনে

এগিয়ে যেতে দেখছো?

- ✎ তোমাদের পরীক্ষণটির ছবি অনুসন্ধানী পাঠ বইয়ে দেওয়া আছে একটু মিলিয়ে দেখো তো তোমাদের বাস্তব পরীক্ষণের সঙ্গে মেলে কি না (৭.২.২ তরঙ্গের প্রকারভেদ)।
- ✎ এবার অনুসন্ধানী পাঠ বই থেকে ‘তরঙ্গের ধারণা ও প্রকারভেদ’ অংশ দলে বসে পড়ে নাও। আলোচনা করে যেসব উদাহরণ বইয়ে দেওয়া হয়েছে সেগুলো বাস্তব জীবনের ভিত্তিতেই তাই কারো না কারোর অভিজ্ঞতার সঙ্গে মিলে যায় কি না দেখো।
- ✎ তোমরা তো জেনেছ, কম্পনের সঙ্গে শব্দের একটা সম্পর্ক আছে। আরও জেনেছ মাধ্যম নিজে না সরে স্পন্দিত হয়ে তরঙ্গকে এগিয়ে নেওয়ার মাধ্যমে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গাতে শক্তিকে বয়ে নিয়ে যায়। চলো আরেকটি পরীক্ষণের মাধ্যমে বিষয়টি আরেকটু গভীরভাবে বিশ্লেষণ করে দেখা যাক।
- ✎ শিক্ষকের নির্দেশে ৪-৫টি দলে ভাগ হয়ে যাও। প্রত্যেকটা দলে দুটি করে প্লাস্টিকের অথবা কাগজের তৈরি গ্লাস থাকবে। এরকম গ্লাস না পেলে বোতল কেটেও ব্যবহার করতে পারো। আর থাকবে ছিদ্র করার জন্য তীক্ষ্ণ কিছু এবং একেক দলের কাছে একেক ধরনের সুতা অথবা তার।
- ✎ প্রথমে গ্লাসের তলদেশে দুটি ছোটো ছিদ্র করে নাও যাতে সুতা বা তারের প্রান্তটা ঢুকানো যায়। তারপর সুতা বা তার এক ছিদ্র দিয়ে ঢুকিয়ে আরেকটা ছিদ্র দিয়ে বের করে এনে গিঁট বেঁধে দাও। চাইলে একটা ছোটো কাঠিও বেঁধে দিতে পারো, যাতে গ্লাসের ছিদ্র গলে সুতাটি বেরিয়ে আসতে না পারে। একইভাবে অপরপ্রান্তে আরেকটি গ্লাস যুক্ত করে ফেলো।
- ✎ ব্যস তোমাদের কাপফোন তৈরি। এবার দুপ্রান্তে দুজন গিয়ে সুতা বা তারটিকে টান টান করে ধরে কাপ কানের সঙ্গে ধরে অন্য প্রান্তের কাপের ভেতরে মুখ দিয়ে কাউকে কথা বলতে বলো। দেখো তো কেমন শোনা যায়!
- ✎ যেহেতু অন্য দল আরেক ধরনের তার বা সুতা দিয়ে বানিয়েছে তাদেরটায় কথা কেমন শোনা যাচ্ছে তা তুলনা করে দেখতে পারো।
- ✎ তরঙ্গ যে এক জায়গা থেকে আরেক জায়গাতে শক্তি (শব্দ শক্তি) নিয়ে যেতে পারে এবার কি ধারণাটা আরও স্পষ্ট হলো?

🏠 বাড়ির কাজ

আজকে বাড়িতে গিয়ে একটা গোল বাটির উপর পাতলা পলিথিন টান টান করে পেঁচিয়ে নেবে। বেলুন কেটে এর রাবারটাকেও ব্যবহার করতে পারো। এটার উপর খুব হালকা কিছু যেমন— মুড়ি, জিরা অথবা শুকনো মরিচের বীজ কয়েকটা ছড়িয়ে দাও। এবার একটা স্টিল অথবা কাঁসার প্লেট ঐ বাটিটার পাশে ধরে (তবে স্পর্শ না করে) প্লেটের পৃষ্ঠে বড়ো চামচ দিয়ে

জোড়ে জোড়ে কয়েকবার আঘাত করে শব্দ তৈরি করে। দেখো-তো বাটির উপরের মুড়ি/বীজগুলোর অবস্থার কোনো পরিবর্তন হচ্ছে কি না?

চতুর্থ সেশন

- ✎ এবার চলো তরঙ্গ সংক্রান্ত কিছু রাশি সম্পর্কে জেনে নিয়ে একে মাপজোক করতে শিখি।
- ✎ অনুসন্ধানী পাঠ বই থেকে ‘তরঙ্গের সঙ্গে যুক্ত কিছু রাশি’ অংশটা বের করে পড়ো।
- ✎ তরঙ্গদৈর্ঘ্য, পর্যায়কাল, কম্পাঙ্ক কাকে বলে বুঝে নাও। পাশের ছবিগুলো দেখার সময় তোমরা দড়ি ও স্প্রিং ব্যবহার করে যে পরীক্ষণ করেছিলে তা স্মরণ করার চেষ্টা করো।
- ✎ এই তিনটা রাশির মধ্যে গাণিতিক সম্পর্কের সমীকরণ $V=f\lambda$ কীভাবে পাওয়া গেল তা বুঝার চেষ্টা করো। ধারণা স্পষ্ট করার জন্য প্রয়োজনে শিক্ষকের সহায়তা চাও।
- ✎ $V=f\lambda$ একটি চমৎকার গাণিতিক সমীকরণ। কেননা তুমি এটা ব্যবহার করে শব্দের বেগ বের করতে পারবে। চেষ্টা করে দেখো তো নিচের গাণিতিক সমস্যাটি সমাধান করতে পারো কি না।
- ✎ কোনো কম্পনশীল শব্দের উৎসের 100টি স্পন্দন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে সেই সময়ে ঐ উৎস দ্বারা উৎপন্ন শব্দ 140m দূরত্ব অতিক্রম করে। উৎসটির কম্পাঙ্ক 245Hz হলে বাতাসে শব্দের বেগ কত?

- ✎ তোমরা পূর্ববর্তী শ্রেণিতে জেনেছ যে আলো চলার পথে বাধা পেয়ে যেদিক থেকে এসেছিল সেদিকে ফিরে গেলে তাকে আলোর প্রতিফলন বলে। যেহেতু আলোর মতো শব্দও একপ্রকার তরঙ্গ তাই শব্দ বাধা পেলে প্রতিফলিত হয়, যাকে আমরা প্রতিধ্বনি বলি।

✎ তবে শব্দের প্রতিধ্বনি শুনতে পাওয়ার জন্য মূল শব্দ ও প্রতিফলিত শব্দের ব্যবধান ন্যূনতম 0.1s হতে হয়। কারণ এরচেয়ে কম সময়ে অন্য আরেকটি শব্দ আমাদের কানে এসে পৌঁছালে আমাদের সেটি শ্রবণের অনুভূতি হয় না। তাই বাতাসে শব্দ শোনার ক্ষেত্রে (332m/s বেগ ধরে) উৎস ও প্রতিফলক পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী দূরত্বও 16.5m হতে হয়। তোমাদের যদি এর সমান বা বড় কোনো হলরুমে যাওয়ার সুযোগ থাকে তাহলে প্রতিধ্বনি শোনা যায় কি না চেষ্টা করে দেখতে পারো।



✎ তোমরা কেউ কেউ হয়তো মনে করো বাদুরের চোখ নেই শুধু শব্দ ব্যবহার করেই চলে। আসলে তা কিন্তু ঠিক নয়! বাদুরের চোখ আছে, ভালো দেখতেও পায় কিন্তু রাতে সে আল্ট্রাসাউন্ড ব্যবহার করে প্রতিধ্বনির সাহায্যে অন্ধকারে সূক্ষ্ম হিসাব করে সামনে কোথায় বাধা আছে কিংবা খাবার আছে তা শনাক্ত করে চলে। ওরা যে কম্পাঙ্কের শব্দ তৈরি করে তা মানুষ কানে শুনতে পারে না। মানুষ 20 Hz থেকে 20000 Hz কম্পাঙ্কের শব্দ শুনতে পারে। প্রতিধ্বনির আরও অনেক ব্যবহার আছে। অনুসন্ধানী পাঠ বই বের করে পাশের সহপাঠীর সঙ্গে পড়ে নাও।

✎ বইয়ে $d=vt/2$ সমীকরণের সাহায্যে দুটি গাণিতিক সমস্যার উদাহরণ দেওয়া আছে তা নিজে সমাধান করে খাতায় লেখার চেষ্টা করো।



পঞ্চম সেশন

✎ তুমি ভাবছো শিখন অভিজ্ঞতার নাম বাজনার উৎসব। তাহলে সেই উৎসবটা কখন হবে, কীভাবে হবে। এই সেশনেই সেটা হবে তবে বাজনা বাজানোর জন্য বাদ্যযন্ত্র তোমাদেরকেই তৈরি করে নিতে হবে।

✎ তার আগে চলো শব্দের কম্পনের তারতরম্যের জন্য শব্দের ধরন কেমন পরিবর্তন হয় তা আরেকটা পরীক্ষণ করে দেখে নেওয়া যাক।

✎ এই পরীক্ষণের জন্য তোমাদের প্রয়োজন ৮টি একই রকমের কাচের কাপ অথবা গ্লাস। আর দরকার একটা ধাতব চামচ। স্কুলে এরকম একই ধরনের ৮টি গ্লাস আছে কি না দেখো।




✎ এবার গ্লাসগুলোকে পরপর সাজিয়ে

১ম গ্লাসে একবারে কানায় কানায় পানি পূর্ণ করে নাও, পরে গ্লাসে খানিকটা কম পানি দিয়ে ভরে নাও, তারপরের গ্লাসে আরও একটু কম পানি। এভাবে শেষ গ্লাস পর্যন্ত পানি কমাতে কমাতে শেষেরটা একবারে পানি শূন্য রাখো।


- ✎ ব্যস জলতরঙ্গ পরীক্ষণের জন্য প্রস্তুত। এবার ধাতব চামচ দিয়ে গ্লাসের কিনারায় আঘাত করে দেখো তো, কোন গ্লাস দিয়ে কেমন শব্দ তৈরি হচ্ছে?
- ✎ তোমাদের ক্লাসের কেউ যদি স্বরগাম জেনে থাকো তাহলে সুর অনুযায়ী কম্পাঙ্ক টিউন করে নিতে পারো।

সুর	সা	রে	গা	মা	পা	ধা	নি	সা
কম্পাঙ্ক	256Hz	288Hz	320Hz	341Hz	384Hz	427Hz	480Hz	512Hz



- ✎ তোমরা দেখলে পানির উচ্চতার কম বেশির জন্য শব্দের তীক্ষ্ণতা ও তীব্রতার কেমন কম-বেশি হচ্ছে। তোমরা এবার যে বাদ্যযন্ত্র বানাবে এই মূলনীতিকে কাজে লাগাতে পারো। আর প্রথম সেশনে বিভিন্ন ধরনের প্রচলিত বাদ্যযন্ত্রগুলো তো দেখেছই।
- ✎ শিক্ষকের নির্দেশে ৫-৬ জনের এক একটি দলে বসে পরিকল্পনা করে নাও কেমন বাদ্যযন্ত্র বানাবে। কী কী উপকরণ লাগবে। সেগুলো কীভাবে সংগ্রহ করবে। এগুলো সেশনের পূর্বেই জোগাড় করে রাখবে।
- ✎ দলের প্রত্যেকে আলাদা আলাদাভাবে এক একটা বাদ্যযন্ত্রের পরিকল্পনা করো। তোমার পরিকল্পনা নিচে লিখে বা ঐঁকে রাখো।

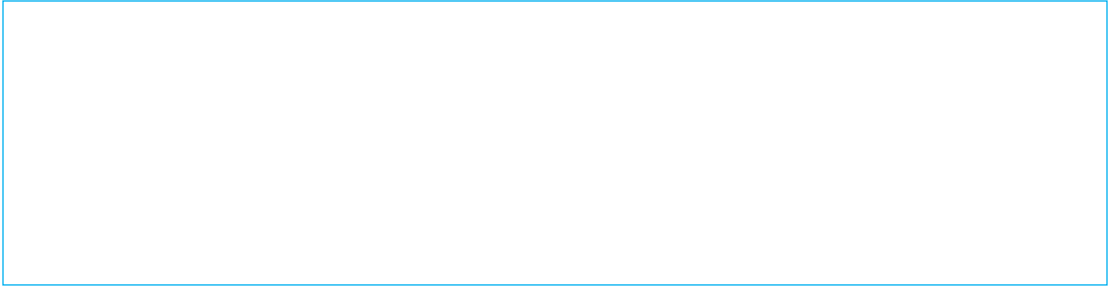
-  এবার দলের অন্যদের পরিকল্পনা দেখো। তোমারটা সহ বাকি সবার পরিকল্পনা দেখে সিদ্ধান্ত নাও, কোনটি সবচেয়ে ভালো পরিকল্পনা হয়েছে। এবার সবাই মিলে সেই বাদ্যযন্ত্রটি বানাবে। তবে তার আগে যে বাদ্যযন্ত্রটি সবাই মিলে নির্বাচন করলে সেটির পরিকল্পনা বা নকশা নিচে ঐকে বা লিখে রাখো, আর কেন এটিকে নির্বাচন করলে তাও উল্লেখ করতে ভুলো না।

বাদ্যযন্ত্রের পরিকল্পনা বা নকশা	কেন সবচেয়ে কার্যকর ও বাস্তবসম্মত মনে হলো তার যুক্তি

-  দলের সবাই কাজ ভাগ করে নাও, পরের সেশনে প্রয়োজনীয় উপকরণ নিয়ে এসে সেশনেই তৈরি করবে তোমাদের দলের বাদ্যযন্ত্র।

ষষ্ঠ সেশন

-  পরিকল্পনা অনুযায়ী দলের সবাই মিলে কাজে লেগে যাও তোমাদের তৈরি বাদ্যযন্ত্র বানানোর কাজে। চাইলে এর একটি নামও দিতে পারো।
-  দলে বসে বাদ্যযন্ত্রটি বানানো হয়ে গেলে এটি কীভাবে কাজ করে, কীভাবে সুরের অথবা শব্দের পরিবর্তন হয় তা আলোচনা করে নিচের খালি জায়গাতে ছবিসহ বর্ণনা করে লেখো।



- ✎ সবশেষে তোমরা চাইলে ক্লাসের সব বাদ্যযন্ত্র মিলিয়ে একটা গান অথবা ছড়াগান বাজিয়ে শোনাতে পারো। সেটা সম্ভব না হলে সবার বানানো বাদ্যযন্ত্র দিয়ে শ্রেণিকক্ষের মধ্যেই একটা প্রদর্শনীর আয়োজনও করতে পারো।


ফিরে দেখা

 তোমার সবচেয়ে প্রিয় বাদ্যযন্ত্র কোনটি? এটিতে কীভাবে শব্দ উৎপন্ন হয়?

[illegible]

 তোমাদের অঞ্চলে এমন কোনো বাদ্যযন্ত্র আছে যা একেবারে আলাদা?

[illegible]

 যদি পরিচিত বিভিন্ন ধরনের বাদ্যযন্ত্রকে শব্দ উৎপন্ন করার প্রক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবদ্ধ করতে বলা হয়, তুমি এদের কীভাবে ভাগ করবে?

[illegible]