

কোয়ান্টাম বল-বিদ্যার প্রমবিকাশ*

ফজলুল হক বাদল

বস্তু ও বিকিরণ মহাবিশ্বের দুটি মৌলিক উপাদান। পৃথিবী এবং অন্যান্য গ্রহ-নক্ষত্রকে বৈজ্ঞানিক উপায়ে বিশ্লেষণ করার জন্য, বস্তু ও বিকিরণের আচরণ সম্পর্কে সঠিক ধারণার জন্য কোয়ান্টাম বলবিদ্যা আবিষ্কার পর্যন্ত অপেক্ষা করতে হয়েছে। আলোক রশ্মির ব্যতিচার ও অপবর্তন নিঃসন্দেহ সারিবদ্ধ তরঙ্গমালা নিয়ে গঠিত। অপরদিকে বিজ্ঞানীরা তাদের পরীক্ষায় প্রাপ্ত ফলাফল থেকে দেখেছেন যে, সকল বস্তু কতোগুলো ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা যেমন- অণু, পরমাণু, ইলেকট্রন, প্রোটন ইত্যাদির সমন্বয়ে গঠিত এবং যেকোনো পদার্থের বেশিরভাগ ধর্ম তার কণিকা স্বভাব দিয়ে ব্যাখ্যা করা সম্ভব। তবে পদার্থের এমন কিছু ধর্ম রয়েছে যা কণিকা স্বভাবের আওতায় পড়ে না। তাই ঊনবিংশ শতাব্দীর শেষাবধি বিকিরণকে বস্তুর ন্যায় অবিচ্ছিন্ন মনে করে চিরায়ত বলবিদ্যার সাহায্যে তার ধর্মাবলী ব্যাখ্যার চেষ্টা করা হয়। কিন্তু সে চেষ্টা ব্যর্থতায় পর্যবেসিত হয়। তাছাড়া বস্তুকণা চিরায়ত বলবিদ্যা বা ক্লাসিক্যাল মেকানিক্সের তত্ত্ব মেনে চলে এমন ধরে নিলেও পদার্থের পর্যবেক্ষিত ধর্ম বা বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করা যায় না। তাই বিংশ শতাব্দীর শুরু থেকে বিজ্ঞানীরা ভিন্ন পন্থা খুঁজে বের করতে সচেষ্ট হন এবং বিকল্প হিসেবে ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক কর্তৃক কোয়ান্টাম মতবাদ প্রবর্তনের মধ্য দিয়ে কোয়ান্টাম মেকানিক্স বা বলবিদ্যা প্রতিষ্ঠা লাভ করে। এ বলবিদ্যার মতবাদের উপর ভিত্তি করে পদার্থের ও বিকিরণের অনেক ধর্মাবলীর ব্যাখ্যা খুব সহজেই করা যায়। যা পূর্বে সম্ভব ছিল না।

উন্নতি সাধনঃ

কোয়ান্টাম বলবিদ্যার উৎপত্তির গোড়ার দিকে এর ভাণ্ডার ততোটা সমৃদ্ধ না থাকলেও কালক্রমে বিভিন্ন বিজ্ঞানীদের প্রচেষ্টায় এটা সমৃদ্ধ হয়ে উঠে। এই বলবিদ্যার পটভূমি ঘাটলে দেখা যায় দুধাপে এর উন্নয়ন সাধিত হয়েছে। প্রথম ধাপ ক্লাসিক্যাল তরঙ্গ মতবাদের উপর ভিত্তি করে ১৮৯৬ সালে বিজ্ঞানী ওয়েন ও ১৯০০ সালে বিজ্ঞানী রেলি বস্তুর বিকিরণের ফলাফলকে ব্যাখ্যা করার লক্ষ্যে স্ব-স্ব সমীকরণ উপস্থাপন করেন। কিন্তু তাদের সমীকরণ পদার্থ ও বিকিরণের সঠিক ব্যাখ্যা দিতে অসমর্থ হয়। তাই একটি উপযুক্ত বিকিরণ সূত্র প্রতিষ্ঠার লক্ষ্যে ১৯০০ সালের ১৪ ডিসেম্বরে জার্মান ফিজিক্যাল সোসাইটির এক সভায় বিজ্ঞানী ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক এক নতুন

মতবাদ উপস্থাপন করেন। যা কোয়ান্টাম মতবাদ নামে পরিচিতি লাভ করে। যেখানে তিনি বলেন, কোনো বস্তু বা পদার্থের পক্ষেই শক্তির শোষণ বা বিকিরণ অবিচ্ছিন্নভাবে সম্ভব নয়। শক্তির শোষণ বা বিকিরণ ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র প্যাকেটের আকারে ঘটে। শক্তির এককরূপী এ ক্ষুদ্র প্যাকেটই হলো কোয়ান্টাম।

ম্যাক্স প্ল্যাঙ্কের মতবাদ দ্বারা প্রতিষ্ঠিত তত্ত্ব ছিল ক্লাসিক্যাল এবং নন-ক্লাসিক্যাল ধারণায় মিশ্রিত রূপ এবং সম্পূর্ণ সন্তোষজনক ছিল না। একে সন্তোষজনক পর্যায়ে নেওয়ার লক্ষ্যে ১৯০৫ সালে বিজ্ঞানী আইনস্টাইন তার ফোটন তত্ত্ব নিয়ে এগিয়ে আসেন। বিজ্ঞানী আইনস্টাইন দৃঢ়তার সঙ্গে ব্যক্ত করেন যে, বিকিরণ শক্তি শুধু যে কোয়ান্টাম আকারে শোষিত বা নিঃসৃত হয় তাই নয়, এক স্থান থেকে অন্য স্থানে যাওয়ার সময় এটা কোয়ান্টাম আকারে প্রবাহিত হয়। তার মতে, যেকোনো বিকিরণ এক ঝাঁক কণা বা ফোটনের সমষ্টি। দ্বিতীয় ধাপে দ্বিতীয় ধাপে ১৯২৫ সালে দুটি ভিন্ন দৃষ্টিকোণ থেকে কোয়ান্টাম মেকানিক্স উন্নতি সাধন করতে থাকে। তার একটি হলো ম্যাট্রিক্স মেকানিক্স যেটি ১৯২৫ সালে বিজ্ঞানী হাইজেনবার্গ কর্তৃক প্রবর্তিত হয়। হাইজেনবার্গ বলেন, একই সময়ে কোনো বস্তু কণার অবস্থান ও ভরবেগ সঠিকভাবে নির্ণয় করা অসম্ভব। আর অন্যটি হলো ওয়েভ মেকানিক্স বা তরঙ্গ বলবিদ্যা। ১৯২৪ সালে বিজ্ঞানী ডি-ব্রগলি তার ডক্টরেট থিসিসের মধ্যে দ্ব্যর্থহীন ভাষায় উল্লেখ করেন যে, বস্তু ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণা নিয়ে গঠিত হলেও তার মধ্যে অবশ্যই তরঙ্গ প্রকৃতি রয়েছে। এ মূল্যবান আবিষ্কারের জন্য ১৯২৯ সালে ডি-ব্রগলি নোবেল পুরস্কারে ভূষিত হন। পরবর্তী সময়ে বিজ্ঞানী ডেভিসন ও গারমার সর্বপ্রথম ডি-ব্রগলির মতবাদের সত্যতা পরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণ করেন। বিজ্ঞানী ডি-ব্রগলি কর্তৃক বস্তুর তরঙ্গ মতবাদ আবিষ্কারের পর বিখ্যাত বিজ্ঞানী শ্রোয়েডিংগার ১৯২৭ সালে তরঙ্গ বলবিদ্যা প্রবর্তন করেন। শ্রোয়েডিংগারের তরঙ্গ বলবিদ্যায় বস্তুর কণিকা প্রকৃতিকে বাদ দিয়ে ক্ষুদ্র বস্তুসমূহ যেমন-ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন ইত্যাদিকে শুধু তরঙ্গ গুচ্ছরূপে কল্পনা করা হয়েছে। তরঙ্গ বলবিদ্যার আলোকে বিজ্ঞানী শ্রোয়েডিংগার ইলেকট্রনসহ সকল বস্তুকণার জন্য একটি ত্রি-মাত্রিক তরঙ্গ সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করেন। শ্রোয়েডিংগার তরঙ্গ সমীকরণ প্রতিষ্ঠার মধ্য দিয়ে কোয়ান্টাম মেকানিক্স পদার্থ ও রসায়ন বিজ্ঞানে এক বৈপ্লবিক সাফল্য বয়ে নিয়ে আসে এবং কোয়ান্টাম বলবিদ্যার একটি সন্তোষজনক অবস্থায় পৌঁছে। যদিও ওয়েভ মেকানিক্স ও ম্যাট্রিক্স মেকানিক্সের গাণিতিক তত্ত্ব দুটি ভিন্ন দৃষ্টিকোণ থেকে প্রতিষ্ঠিত তথাপি এরা পরস্পর সমতুল্য। আণবিক পদার্থবিদ্যার এবং রাসায়নিক বর্ণালীমিতির অধিকাংশ সমস্যার সমাধান কোয়ান্টাম মেকানিক্সের বা বলবিদ্যার প্রয়োগে সম্ভব। তার পরও এর কিছু সীমাবদ্ধতা রয়েছে। তাই ১৯৪৭ সালে আরো স্বয়ংসম্পন্ন ও সন্তোষজনক তত্ত্ব

'কোয়ান্টাম ফিল্ড তত্ত্ব' গৃহীত হয়েছে। এভাবেই উন্নত থেকে উন্নততর হতে থাকে কোয়ান্টাম মেকানিক্স।

সফলতা :

বিজ্ঞানীরা কোয়ান্টাম মেকানিক্স সৃষ্টির মধ্য দিয়ে বিশেষ করে পদার্থ ও রসায়ন বিদ্যায় এক চরম সফলতা বয়ে এনেছেন। যার জন্য কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ, আলোক তড়িৎ ত্রিফা, বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ, পদার্থের বর্ণালী ইত্যাদির সফল ব্যাখ্যা করা সম্ভব হয়েছে। বিকিরণ ও আলো যে ঝাঁক ঝাঁক কণা বা ফোটনের সমষ্টি তার এবং ইলেকট্রন বা ইলেকট্রনের মতো ক্ষুদ্র কণিকার দ্বৈত-প্রকৃতি যথা কণা ও তরঙ্গ প্রকৃতির সফল ব্যাখ্যা ও কোয়ান্টাম মেকানিক্সের মাধ্যমেই সম্ভব। কোয়ান্টাম মেকানিক্সের এক অন্যতম সংযোজন হলো শ্রোয়েডিংগার তরঙ্গ সমীকরণ। এ সমীকরণ সমাধানের মাধ্যমে পরমাণুতে ইলেকট্রনের অবস্থান তথা প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা, সহকারী কোয়ান্টাম সংখ্যা, চৌম্বকীয় কোয়ান্টাম সংখ্যা ও স্পিন কোয়ান্টাম সংখ্যা জানা সম্ভব। আজকাল বস্তু ও বিকিরণ সম্বন্ধীয় বিজ্ঞানের প্রায় প্রতিটি শাখায় এর প্রয়োগ রয়েছে। গত ১৪ ডিসেম্বর এই তত্ত্বের ১০৪ বছর পার হয়েছে। দৈনন্দিন জীবনের সমস্ত ইলেক্ট্রনিক্স বা সেমিকনডাক্টর প্রযুক্তির তাত্ত্বিক ভিত্তি কোয়ান্টাম বলবিদ্যার উপর দাড়িয়ে আছে।

* প্রবন্ধটি দৈনিক ডোরের কাগজে প্রকাশিত