

রসায়ন
দ্বাদশ শ্রেণি

অধ্যায় : রাসায়নিক গতিবিদ্যা (Chemical Kinetics)

1. একটি বিক্রিয়া শূন্য ক্রমের হলে ওর আণবিকতা কি শূন্য হবে?

উঃ প্রথম ক্ষেত্র : যে কোনো মৌলিক বিক্রিয়ার (elementary reaction) ক্রম (order) ও আণবিকতা (molecularity) আছে এবং সেগুলি অবশ্যই ধনাত্মক পূর্ণসংখ্যা (সম্ভাব্যতার বিচারে < 4)। কাজেই কোনো মৌলিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেই উপরিউক্ত কথাটি প্রযোজ্য নয়।

দ্বিতীয় ক্ষেত্র : জটিল বিক্রিয়াগুলি (complex reaction) একাধিক মৌলিক বিক্রিয়ার (elementary reaction) সমষ্টি। এইসব বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে আণবিকতার (molecularity) ধারণা কোনোভাবেই প্রযোজ্য নয়, এবং সবসময়ে ক্রম সংজ্ঞাত নাও হতে পারে। কোনো জটিল বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ক্রমের ধারণা প্রযোজ্য হলে, (অর্থাৎ simple rate equation পরীক্ষামূলকভাবে প্রমাণিত হলে) যদি দেখা যায় যে কোনো একটি বিক্রিয়কের সাপেক্ষে ক্রম শূন্য, তাহলে তার অর্থ হল অনেকগুলি মৌলিক বিক্রিয়ার (elementary reaction) মধ্যে হার নির্ণায়ক ধাপটিতে (rate-determining step) উক্ত বিক্রিয়ক সংশ্লিষ্ট নয়। কাজেই এক্ষেত্রে শূন্য ক্রমের ধারণা প্রযোজ্য হলেও আণবিকতার ধারণা প্রযোজ্য নয়।

তৃতীয় ক্ষেত্র : বিশেষ শর্ত সাপেক্ষে বিশেষ কঠিনের পৃষ্ঠতলে উচ্চ চাপে কোনো কোনো গ্যাসের বিয়োজন পরীক্ষামূলকভাবে শূন্য ক্রমের হতে দেখা যায়। এক্ষেত্রে কঠিনের পৃষ্ঠতলে যে যে অংশগুলিতে (reaction center) বিক্রিয়া ঘটে সেগুলি অধিশোষিত গ্যাসের অণুর দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে যাওয়ায় তখন গ্যাসীয় বিক্রিয়কের গাঢ়ত্বের সামান্য হ্রাস-বৃদ্ধিতে বিক্রিয়ার হার উল্লেখযোগ্যভাবে পরিবর্তিত হয় না। এই শর্তে বিক্রিয়াটি শূন্য ক্রমের হলেও একাধিক ধাপে সংঘটিত হয় বলে এক্ষেত্রেও আণবিকতার ধারণা প্রযোজ্য নয়।

2. দেখাও যে প্রথম ক্রমের বিক্রিয়ায় ক্ষেত্রে $a - x = a \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$

উঃ প্রথম ক্রমের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে

$$\ln \left(\frac{a}{a-x} \right) = kt$$

$$\text{or, } \frac{a}{a-x} = e^{kt}$$

$$\text{or, } a-x = ae^{-kt}$$

$$\text{or, } a-x = ae^{-\frac{0.693}{t_{1/2}}t}$$

$$\text{or, } a-x = a \left(e^{-0.693} \right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

$$\text{or, } a-x = a \left(\frac{1}{2} \right)^{\frac{t}{t_{1/2}}}$$

3. দেখাও যে প্রথম ক্রমের বিক্রিয়া অসীম সময় ধরে চলাতে থাকে।

উঃ প্রথম ক্রমের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে হার সমীকরণের সমাকলন করে পাওয়া যায় $a = a_0 e^{-kt}$, যেখানে a হল বিক্রিয়া শুরু হওয়ার t সময় পরে বিক্রিয়কের গাঢ়ত্ব এবং k হার ধ্রুবক। আপাতদৃষ্টিতে মনে হতে পারে যে অসীম সময় পরে $a = 0$ হবে, অর্থাৎ প্রথম ক্রমের বিক্রিয়া কখনো শেষ হবে না। কিন্তু এই যুক্তিতে ভুল আছে : এই সমাকলিত রূপ (অথবা এর পূর্ববর্তী অবকলিত হার সমীকরণ, differential rate equation) তখনই প্রযোজ্য যদি continuous limit approximation প্রযোজ্য হয়। এর অর্থ হলো কোনো এক মুহূর্তে বহু লক্ষ কোটি বিক্রিয়ক অণু থাকলে তখন মোট অণুসংখ্যার তুলনায় অণুসংখ্যার তাৎক্ষণিক হ্রাস অতি নগণ্য হওয়ায় অণুর সংখ্যাকে সন্তত রাশি (continuous variable) বলে ধরা যায়, যদিও তা প্রকৃতপক্ষে বিচ্ছিন্ন চলরাশি (discrete variable)। বিক্রিয়ক অণুর সংখ্যা খুব কমে এলে তখন প্রথম ক্রমের বিক্রিয়ার এই গাণিতিক মডেল এবং তার কোনো সিদ্ধান্ত (যথা অর্ধজীবনকালের প্রচলিত ধারণা) আদৌ প্রযোজ্য নয়। তখন রাশিবিজ্ঞানের অন্য তত্ত্বের প্রয়োজন হয় যেখানে ধরা হয় যে অণুসংখ্যা বিচ্ছিন্ন রাশি হলেও বিক্রিয়া ঘটান সন্তাবনা (probability) সময়ের সঙ্গে সন্ততভাবে পরিবর্তিত হয়।