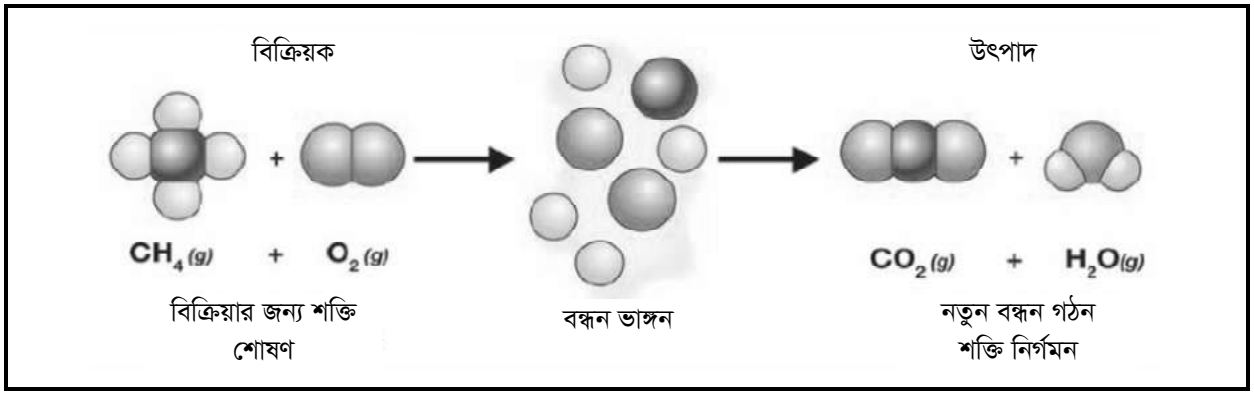
রাসায়নিক বিক্রিয়া
Chemical Reactions

ইউনিট ৭

ভূমিকা (Introduction)

বস্তু কণার প্রতিনিয়ত বিভিন্ন ধরনের পরিবর্তন ঘটছে। এ পরিবর্তন জগতের গতিময়তারই প্রকাশ। একইভাবে মানুষ তার প্রয়োজনের তাগিদে বিভিন্ন পদার্থের নানাবিধ পরিবর্তন ঘটিয়ে থাকে। প্রকৃতির নিয়মেই বীজ থেকে ছোট উদ্ভিদ অংকুরিত হয়; এটি এক সময় বড়ো হয়ে ফুল-ফলে ভরে ওঠে। আবার এক সময়ে সে মরেও যায়। আমরা সেটিকে পুড়িয়ে আলো, তাপ, ধোঁয়া, ছাই ও কাঠ কয়লা পাই। পানিকে তাপে উত্তপ্ত করে বাষ্পে পরিণত করে তা দ্বারা কী না করা হয়। আবার এ বাষ্পকে শীতল করলে পুনরায় তরল পানিতে পরিণত হয়। প্রতিদিন আমরা যে খাবার গ্রহণ করি, তা দেহাভ্যন্তরে বিভিন্ন পরিবর্তনের মাধ্যমে অস্থি, মজ্জা, রক্ত, মাংস, শক্তি বিভিন্নভাবে পরিবর্তিত হয়। বস্তু জগতের অসংখ্য পরিবর্তনের মধ্যে কোনো কোনো পরিবর্তনে পদার্থের উপাদানগত পরিবর্তন ঘটে। উপাদানগত পরিবর্তনের কারনে নতুন ধর্মের নতুন অণুর সৃষ্টি হয়। এটি পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন। বাহ্যিক পরিবর্তনের ফলে কোনো নতুন পদার্থের সৃষ্টি হয় না। এ ধরনের পরিবর্তন ভৌত পরিবর্তন। রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে। রাসায়নিক পরিবর্তনে তাপের উদ্ভব অথবা শোষণ ঘটে।



ইউনিট সমাপ্তির সময়	**ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ৩ সপ্তাহ**

এই ইউনিটের পাঠসমূহ

পাঠ - ৭.১ : পদার্থের পরিবর্তন
পাঠ - ৭.২ : জারন-বিজারণ বিক্রিয়া (রেড· বিক্রিয়া)
পাঠ - ৭.৩ : নন রেড· বিক্রিয়া
পাঠ - ৭.৪ : কয়েকটি বিশেষ রাসায়নিক বিক্রিয়া
পাঠ - ৭.৫ : বিক্রিয়ার গতিবেগ ও বিক্রিয়ার হার

পাঠ-৭.১

পদার্থের পরিবর্তন

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- পদার্থের পরিবর্তন সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- ভৌত পরিবর্তন ও রাসায়নিক পরিবর্তনের মধ্যে পার্থক্য করতে পারবেন।
- একমুখী ও উভমুখী বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- তাপোৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য নির্ধারণ করতে পারবেন।
- বিক্রিয়ক ও উৎপাদের অভ্যন্তরীন শক্তির বর্ণনা করতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	পরিবর্তন, ভৌত পরিবর্তন, রাসায়নিক পরিবর্তন, একমুখী বিক্রিয়া, উভমুখী বিক্রিয়া, তাপোৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়া

পদার্থের পরিবর্তন (Change of Matter)

পরিবেশে সবসময় নানা ধরনের পরিবর্তন ঘটছে। একটুকরা লোহাকে খোলা অবস্থায় বাতাসে কিছুদিন রেখে দিলে তার উপর এক প্রকার আবরণ পড়ে। এটিকে মরিচা বলে। আবার তাপদিলে বরফ গলে পানি হয় ও পানি এক সময়ে আরো তাপে বাষ্পে পরিণত হয়। মোমকে তাপ দিলে গলে যায়। প্রখর তাপে পিচ ঢালাই রাস্ড়ার পিচ গলে যায়। কাঠ বা কয়লাকে পোড়ালে আলো, তাপ ও ধোঁয়ার সৃষ্টি হয় এবং অবশেষ হিসেবে কিছু ছাই পড়ে থাকে। পরিবেশে সব সময় পদার্থের দুই প্রকারের পরিবর্তন ঘটে। একটি হলো ভৌত পরিবর্তন ও অপরটি হলো রাসায়নিক পরিবর্তন।

ভৌত পরিবর্তন (Physical Change) :

এ পরিবর্তনের ফলে পদার্থের নতুন অণু বা পরমাণুর সৃষ্টি হয় না। অর্থাৎ এ জাতীয় পরিবর্তনের ফলে পদার্থের অণুর গঠন বা উপাদানের কোনো পরিবর্তন ঘটে না, কেবলমাত্র পদার্থের কিছু বিশেষ অবস্থা যেমন ভৌত অবস্থা, বৈদ্যুতিক অবস্থা ও চৌম্বক অবস্থা ইত্যাদির পরিবর্তন ঘটে।

একখন্ড ইস্পাতকে চুম্বক দ্বারা ঘর্ষণ করাতে থাকলে এটি এক সময় লোহাকে আকর্ষণ করার এক বিশেষ ক্ষমতা প্রাপ্ত হয়। এটি অবশ্যই ভৌত পরিবর্তন। কেননা, এটি ইস্পাতের অস্থায়ী পরিবর্তন এবং এর ফলে কোনো নতুন অণুর সৃষ্টি হয় না। কিছু পরিমাণ খাবার লবণকে একটি কাঁচের পাত্রে নিয়ে পানি যোগ করে দ্রবণ তৈরী কর। এ দ্রবণ কে বিকারে নিয়ে উত্তপ্ত করলে পানি বাষ্পীভূত হয়ে উড়ে যায়। কঠিন অবশেষ হিসেবে লবণ পাওয়া যায়। কঠিন অবস্থায় বা দ্রবীভূত অবস্থায় উপাদান সমূহের গঠন ও সংযুক্তির কোনো পরিবতন ঘটে না। সুতরাং এটিও ভৌত পরিবর্তন।

পরীক্ষাগারে অল্প পরিমাণ অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইডকে তাপ দিলে তা বাষ্পীভূত হয়ে নলের শীতল অংশে জমা হয়। এটিও ভৌত পরিবর্তন। এ পরিবর্তনে নতুন কোনো উপাদানের সৃষ্টি হয় না। শুধু অবস্থার পরিবর্তন ঘটে মাত্র।

রাসায়নিক পরিবর্তন (Chemical Change) :

আপনারা পূর্বেই জেনেছেন যে কয়লা, কাঠ, প্রাকৃতিক গ্যাস, কেরোসিন, ইত্যাদিকে জ্বালালে আলো, তাপ ও ধোঁয়া পাওয়া যায়। পাশাপাশি উৎপন্ন হয় CO_2 ও বিভিন্ন ক্ষেত্রে বিভিন্ন গ্যাসীয় উপাদান।

$$C \text{ (কার্বন)} + O_2 \rightarrow CO_2 + \text{তাপ}$$

কার্বন অণুর ধর্ম ও গঠন কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) অণুর ধর্ম ও গঠন থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন প্রকৃতির।

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + \text{তাপ}$$

কার্বন ডাই অক্সাইড (CO_2) ও পানির (H_2O) অণুর ধর্ম ও গঠন মিথেন (CH_4) অণু ও অক্সিজেন অণুর গঠন থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন প্রকৃতির। এগুলো রাসায়নিক পরিবর্তন। রাসায়নিক পরিবর্তনে পদার্থের পরমাণুসমূহের মধ্যবর্তী বন্ধন ভেঙ্গে নতুন বন্ধনের সৃষ্টি হয়। অণুস্থিত পরমাণুসূহের বন্ধন ভাঙ্গা ও নতুন বন্ধন সৃষ্টি হওয়ার কারণে তাপশক্তির পরিবর্তন ঘটে। এটি একটি স্থায়ী পরিবর্তন। মূল পদার্থের গঠন পরিবর্তিত হওয়ার কারণে মূল পদার্থের ভৌত ও রাসায়নিক উভয় প্রকার ধর্মই পরিবর্তিত হয়। এ পরিবর্তনের ফলে পদার্থের অণুর গঠন ও উপাদানের পরিবর্তন ঘটে এক বা একাধিক নতুন ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থের উৎপত্তি ঘটে।

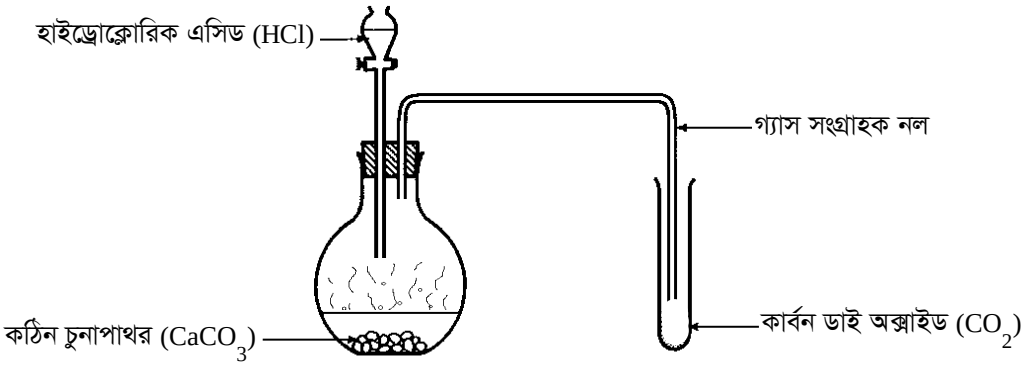
আমরা প্রতিদিন যেসব খাবার খাই তা আমাদের পাকস্থলী, ক্ষুদ্রান্ড্র, বৃহদন্ত্র প্রভৃতির মাধ্যমে পরিবর্তিত হয়ে দেহের পুষ্টি সাধন ও শক্তি যোগায়। খাবারের রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে।

উদ্ভিদ প্রতিদিন সূর্যালোকের উপস্থিতিতে বায়ু থেকে কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) ও মাটি থেকে পানি গ্রহণ করে। এরপর সবুজ পাতায় উপস্থিত ক্লোরোফিল -এর সাহায্যে স্টার্চ বা সেলুলোজ উৎপন্ন করে এবং O_2 ত্যাগ করে। এ প্রক্রিয়াটি সালোক সংশে- ষণ নামে পরিচিত। আবার উদ্ভিদ শিকড়ের সাহায্যে মাটি থেকে নাইট্রোজেন, সালফার, ফসফরাস প্রভৃতি উপাদান গ্রহণ করে উদ্ভিদ দেহের পুষ্টি সাধন করে। এ সবই রাসায়নিক পরিবর্তন। প্রতিটি ক্ষেত্রেই নতুন পদার্থের সৃষ্টি হয়।

পরীক্ষা:

একটি কাঁচের বিকারে কিছু কঠিন চুনাপাথর ($CaCO_3$) নিয়ে ধীরে ধীরে লঘু হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) যোগ করতে থাকুন। চুনাপাথরের সাথে হাইড্রোক্লোরিক এসিড সংযোগ ঘটা মাত্রই বিক্রিয়া শুর" হয়ে যায়। দেখুন বুদবুদ আকারে গ্যাস নির্গত হচ্ছে। এটি কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) গ্যাস। বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ:

$$CaCO_3(s) + 2HCl\,(aq) \rightarrow CaCl_2(aq) + H_2O\,(l) + CO_2(g)$$



চিত্র ১: বিকারের মাঝে চুনাপাথর রেখে হাইড্রোক্লোরিক এসিড যোগ করা হচ্ছে।

এক্ষেত্রে রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড ($CaCl_2$), কার্বন ডাই অক্সাইড (CO_2) ও পানি (H_2O) উৎপন্ন হয়েছে। এদের ধর্ম ও গঠন কিন্তু বিক্রিয়ক চুনাপাথর ($CaCO_3$) ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) এর ধর্ম এবং গঠন থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন।

রাসায়নিক বিক্রিয়ার শ্রেণি বিভাগ (Types of Chemical Reaction) :

আমরা জেনেছি রাসায়নিক বিক্রিয়ার সময় পদার্থের মধ্যকার পরমাণুসমূহের বন্ধন ভেঙ্গে যায় এবং নতুন বন্ধন গঠনের মাধ্যমে নতুন পদার্থের সৃষ্টি হয়। এটি ঘটে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যে পদার্থ নিয়ে শুর" করা হয় তাকে **বিক্রিয়ক** এবং বিক্রিয়ার ফলে যে পদার্থের সৃষ্টি হয় তাকে **উৎপাদ** বলে। বিক্রিয়কের ধর্ম ও গঠন সব সময় উৎপাদের ধর্ম ও গঠন থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন হয়। বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মধ্যকার পরমাণুসমূহের বন্ধন মূলত এক প্রকার শক্তি। পদার্থের মধ্যে পরমাণুর বন্ধন ভাঙ্গা এবং নতুন বন্ধন সৃষ্টির ফলে শক্তি বা তাপের পরিবর্তন ঘটে। এ কারণে কোনো কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের শোষণ ঘটে। আবার কোনো কোনো বিক্রিয়ায় তাপের সৃষ্টি বা উৎপত্তি হয়।

কিছু কিছু রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক অণু উৎপাদে পরিণত হয়, উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয় না। যেমন, কঠিন কার্বন কে দহন করলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয় কিন্তু কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস থেকে আর কার্বন কে ফিরে পাওয়া যায় না। আবার কোনো কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হয়, একইসাথে উৎপাদও বিক্রিয়কে পরিবর্তিত হয়।

মৌলের পরমাণুর রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহনের অন্যতম মূল কারণ- ইলেকট্রনের অষ্টক অপূর্ণতা থেকে অষ্টক পূর্ণতা প্রাপ্তির প্রবণতা। এ কারণে একটি পরমাণু অন্য পরমাণু থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে বা অন্য পরমাণুকে ইলেকট্রন দান করে অথবা অন্য পরমাণুর সাথে ইলেকট্রন শেয়ার করে রাসায়নিক বন্ধনের সৃষ্টি করে। বিক্রিয়ক পদার্থের সাথে ইলেকট্রন যুক্ত হয়ে অথবা বিক্রিয়ক থেকে ইলেকট্রন অপসারনের ফলে রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়।

উপরিউক্ত বিষয়গুলোর উপর ভিত্তি করে রাসায়নিক বিক্রিয়াকে নিম্নলিখিতভাবে শ্রেণিবিভাগ করা হয়।

১) বিক্রিয়ার দিক (Direction of Reaction)

২) বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন (Heat change of Reaction)

৩) ইলেকট্রনের স্থানান্ড়র (Electron Transfaration)

১) বিক্রিয়ার দিক (Direction of Reaction) :

রাসায়নিক বিক্রিয়ার দিকের উপর ভিত্তি করে বিক্রিয়াকে পুনরায় দুই ভাগে ভাগ করা হয়:

ক) একমুখী বিক্রিয়া (Irreversible Reaction)

খ) উভমুখী বিক্রিয়া (Reversible Reaction)

ক) একমুখী বিক্রিয়া (Irreversible Reaction):

এক্ষেত্রে শুধুমাত্র বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয়। উৎপাদ বা উৎপাদসমূহ বিক্রিয়কে পরিণত হয় না। এক্ষেত্রে শুধুমাত্র সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ বর্তমান থাকে। কোনো পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার গতিবেগ থাকে না। আমাদের দৈনন্দিন জীবনে প্রকৃতিতেও এরূপ অনেক একমুখী বিক্রিয়া দেখে থাকি। যেমন- গাছে পাতা, ফুল, ফল ধরে এবং এক সময় ঝরে পড়ে। জীবদেহে খাদ্য দ্রব্যের পরিপাক, জীবদেহের বার্ধক্য এবং শেষ পরিণতি মৃত্যু এসবই একমুখী বিক্রিয়া।

কার্বনকে আগুনে পোড়ালে কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) এ পরিণত হয়-

$$C\,(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2\,(g)$$

উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) কে পুনরায় কার্বন ও অক্সিজেনে পরিণত করা যায় না।

পটাশিয়াম ক্লোরেট ($KClO_3$) কে খোলা পাত্রে উত্তপ্ত করলে পটাশিয়াম ক্লোরাইড (KCl) ও অক্সিজেন (O_2) উৎপন্ন হয়।

$$2KClO_3\,(s) \xrightarrow{\text{তাপ}} 2KCl\,(s) + 3O_2\,(g)$$

কিন্তু উৎপন্ন KCl ও O_2 বিক্রিয়া করে পুনরায় $KClO_3$ উৎপন্ন করে না। সুতরাং $KClO_3$এর তাপীয় বিয়োজন একটি একমুখী বিক্রিয়া।

পরীক্ষা:

একটি পরীক্ষানলে খাদ্য লবণ (NaCl) এর দ্রবণ নিয়ে উহার মধ্যে ২-৪ ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবন যোগ কর"ন। সিলভার ক্লোরাইড (AgCl) এর সাদা অধ:ক্ষেপ ও দ্রবনীয় সোডিয়াম নাইট্রেট ($NaNO_3$) উৎপন্ন হলো।

$$NaCl\,(aq) + AgNO_3(aq) \rightarrow \underset{\text{(সাদা)}}{AgCl\downarrow} + NaNO_3(aq)$$

কিন্তু অধ:ক্ষিপ্ত AgCl ও $NaNO_3$ পরস্পর বিক্রিয়া করে পুনরায় NaCl ও $AgNO_3$ উৎপন্ন করে না। সুতরাং এ আয়নিক বিক্রিয়াটি একমুখী।

একমুখী বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যঃ

১। এ জাতীয় বিক্রিয়ায় বিক্রিয়াকালীন অবস্থার পরিবর্তন সত্ত্বেও উৎপাদ পদার্থসমূহ পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করে না। ফলে বিপরীতমুখী বিক্রিয়া ঘটার কোনো সম্ভাবনা থাকে না।

২। একমুখী বিক্রিয়া এক সময়ে সম্পূর্ণতা লাভ করে।

৩। একমুখী বিক্রিয়া সম্পূর্ণতা লাভ করার ফলে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী বিক্রিয়কসমূহ এক সময়ে সম্পূর্ণভাবে নি:শেষ হয়ে যায়।

৪। বেশিরভাগ আয়নিক বিক্রিয়া একমুখী।

মনে রাখবেনঃ

তত্ত্বগতভাবে সব রাসায়নিক বিক্রিয়াই উভমুখী। একমুখী বিক্রিয়াগুলোর ক্ষেত্রে সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার তুলনায় এতই বেশি হয় যে, আপাতদৃষ্টিতে এগুলো একমুখী বলে মনে হয়। প্রকৃতপক্ষে একমুখী বিক্রিয়ার কোনো অস্তিত্ব নেই। যদি উপযুক্ত বিক্রিয়াকালীন অবস্থার সৃষ্টি করা যায়, তবে একমুখী বিক্রিয়াকেও উভমুখী করা সম্ভব। কিন্তু রসায়নবিদদের কাছে আজও এ উপযুক্ত বিক্রিয়াকালীন অবস্থা প্রায় সম্পূর্ণভাবে অজ্ঞাত।

খ) উভমুখী বিক্রিয়া (Reversible Reaction):

অধিকাংশ রাসায়নিক বিক্রিয়া থেকে দেখা যায়, বিক্রিয়ক পদার্থগুলো পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করে উৎপাদ উৎপন্ন করে, একই সময়ে উৎপাদ পদার্থগুলোও উৎপন্ন হওয়ার সাথে সাথে পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করে বিক্রিয়ক পদার্থে পরিবর্তিত হয়। এ দুই বিপরীতমুখী বিক্রিয়া একইসাথে চলতে থাকে। অর্থাৎ বিক্রিয়ায় সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগের পাশাপাশি পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার গতিবেগও বর্তমান থাকে। এ জাতীয় বিক্রিয়া কখনও শেষ হয় না। এ ধরনের বিক্রিয়াগুলো উভমুখী বিক্রিয়া।

উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মধ্যে উভমুখী চিহ্ন ($\rightleftharpoons$) ব্যবহার করে বিক্রিয়ার সমীকরণ প্রকাশ করা হয়।

নাইট্রোজেন (N_2) ও হাইড্রোজেন (H_2) গ্যাস বিক্রিয়া করে অ্যামোনিয়া (NH_3) উৎপন্ন করার সময় 92.38 কিলো জুল তাপ উৎপন্ন করে। উৎপন্ন অ্যামোনিয়া (NH_3) একই পরিমাণ তাপ শোষণ করে নাইট্রোজেন (N_2) ও হাইড্রোজেন (H_2) গ্যাসে পরিণত হয়।

$$N_2(g) + H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$$

উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সম্মুখ বিক্রিয়া ঘটার সময় পারিপার্শ্বিক অবস্থার সাথে যে পরিবর্তন ঘটে, পশ্চাৎমুখী বিক্রিয়ার সময়ও একই মানের পরিবর্তন ঘটে।

একটি আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে কঠিন চুনাপাথর ($CaCO_3$) কে নিয়ে তাপ দিলে উহার বিয়োজন ঘটে কঠিন ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO) ও কাবর্ন ডাই অক্সাইড (CO_2) গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$CaCO_3(s) \rightleftharpoons CaO(s) + CO_2(g)$$

আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে উৎপন্ন কঠিন ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO) ও কার্বন ডাই অক্সাইড (CO_2) বিক্রিয়া করে পুনরায় কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেটে ($CaCO_3$) পরিণত হয়।

খনিজ এসিডের উপস্থিতিতে ইথানল (CH_3-CH_2OH) ও ইথানয়িক এসিডের (CH_3-COOH) বিক্রিয়ায় ইথাইল ইথানয়েট বা এস্টার (CH_3-CO-O-CH_2-CH_2) ও পানি (H_2O) উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন এস্টার ভেঙ্গে পুনরায় ইথানল ও ইথানোয়িক এসিডে পরিণত হয়।

$$CH_3\text{-}CH_2OH\ (l) + CH_3\text{-}COOH\ (aq) \xrightleftharpoons{H^+} CH_3\text{-}CO\text{-}O\text{-}CH_2\text{-}CH_3(s) + H_2O\ (l)$$

পরীক্ষা:

একটি আবদ্ধ পাত্রে হাইড্রোজেন গ্যাস (H_2) ও আয়োডিন বাষ্পকে (I_2) নিয়ে 450°সে. তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে হাইড্রোজেন আয়োডাইড (HI) গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$H_2 + I_2 \rightleftharpoons 2HI$$

দীর্ঘ সময় পরেও দেখা যায়, বিক্রিয়াটি সম্পূর্ণ হচ্ছে না। কারণ হাইড্রোজেন গ্যাস (H_2) ও আয়োডিন বাষ্প (I_2) এর বিক্রিয়ায় যেমন হাইড্রোজেন আয়োডাইড (HI) গ্যাস উৎপন্ন হয়, একই সাথে উৎপন্ন হাইড্রোজেন আয়োডাইড (HI) গ্যাস বিয়োজিত হয়ে হাইড্রোজেন (H_2) গ্যাস ও আয়োডিন (I_2) বাষ্প উৎপন্ন করে। উভমুখী বিক্রিয়ার কারণে বিক্রিয়াকালীন যে কোন সময় বদ্ধ পাত্রের মধ্যে H_2 গ্যাস, I_2 বাষ্প ও HI গ্যাস- এ তিনটি উপাদানই বর্তমান থাকে।

উভমুখী বিক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য:

১। এ বিক্রিয়াগুলো উভয়দিক থেকে শুরু করা যায়।

২। এ বিক্রিয়াগুলো সম্পূর্ণ হয় না। অর্থাৎ বিক্রিয়কের শতভাগ উৎপাদে অথবা উৎপাদের শতভাগ বিক্রিয়কে পরিণত হয় না।

৩। উভমুখী বিক্রিয়ার বিক্রিয়কগুলো কখনোই নি:শেষিত হয় না। বরং বিক্রিয়া শেষে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের একটি মিশ্রণ পাওয়া যায়।

৪। বিক্রিয়ার কোনো না কোনো এক সময়ে উভমুখী বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় উপনীত হয়।

২) বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন:

রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তনের উপর ভিত্তি করে বিক্রিয়াকে তাপোৎপাদী বিক্রিয়া ও তাপহারী বিক্রিয়া এ দুটি ভাগে ভাগ করা হয়।

ক) তাপোৎপাদী বিক্রিয়া (Exothermic Reaction):

আপনারা নিশ্চয়ই দেখে থাকবেন, বিল্ডিং -এ যখন রং করা হয় তখন সবার আগে চুনকাম করা হয়। বড় একটি পাত্রের মধ্যে পানি নিয়ে তার মধ্যে ধীরে ধীরে চুনের বড় বড় টুকরা ঢেলে দেওয়া হয়। পানিতে চুন গলতে থাকে এবং পানির তাপমাত্রা বাড়তে থাকে। একসময় পানি ফুটতে থাকে। কেন এমনটি হলো? এক্ষেত্রে চুনের সাথে পানির বিক্রিয়ায় তাপের সৃষ্টি হয়েছে।

$$CaO\ (s) + H_2O\ (l) \rightarrow Ca(OH)_2 + \text{তাপ}$$

পাইপ লাইনের গ্যাস অথবা সিলিন্ডারের গ্যাস জ্বালিয়ে আমরা প্রতিদিনের রান্নার কাজ সম্পন্ন করে থাকি। এক্ষেত্রেও প্রাকৃতিক গ্যাসের দহনের ফলে তাপের সৃষ্টি হয়।

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g) + \text{তাপ}$$

এ জাতীয় রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে তাপের উদ্ভব ঘটে। বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হওয়ার পাশাপাশি তাপ উৎপন্ন হয়। তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয় বিধায় বিক্রিয়ার মিশ্রণের তাপমাত্রা ও বিক্রিয়ার পাত্রের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে উৎপাদের মোট এনথালপি বিক্রিয়কের মোট এনথালপি অপেক্ষা কম হয়। এ কারণে তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় ΔH ঋণাত্মক (negative) হয়।

প্রভাবকের উপস্থিতিতে নির্দিষ্ট তাপমাত্রা ও চাপে এক মোল নাইট্রোজেন ও তিন মোল হাইড্রোজেন বিক্রিয়া করে দুই মোল অ্যামোনিয়া (NH_3) উৎপন্ন হওয়ার সময় 92.38 কিলো জুল তাপ উৎপন্ন করে।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \xrightarrow[200-250\,atm,\,450^{\circ}-550^{\circ}C]{Fe} 2NH_3(g) + 92.38 \text{ কিলোজুল}$$

গ্রাফাইটকে বায়ুতে পোড়ালে CO_2 গ্যাস উৎপন্ন হওয়ার সময় 393.50 কিলো জুল তাপের উদ্ভব ঘটে।

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 393.50$ কিলোজুল.মোল$^{-1}$ বা, $393.50 kJmol^{-1}$

প্রাকৃতিক গ্যাস মিথেনকে বায়ুতে পোড়ালে CO_2 গ্যাস, জলীয় বাষ্প ও 890.30 কিলোজুল তাপের সৃষ্টি হয়।

$CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g) + 890.50$ কিলোজুল.মোল$^{-1}$ বা, $890.50 kJ.mol^{-1}$

তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের অভ্যন্ড়রীণ শক্তির মান অপেক্ষা উৎপাদের অভ্যন্ড়রীন শক্তির মান কম হয়। অর্থাৎ

বিক্রিয়কের অভ্যন্ড়রীণ শক্তি > উৎপাদের অভ্যন্ড়রীন শক্তি।

খ) তাপহারী বিক্রিয়া (Endothermic Reaction):

একটি পরিষ্কার কাঁচের গ-াসের মধ্যে চারভাগের তিন ভাগ পানি নিয়ে তাতে দুই/তিন চামচ গ-ুকোজ যোগ করলে দ্রবণ ঠান্ডা হয়ে যায়। একইভাবে পানিতে কঠিন পটাশিয়াম নাইট্রেট (KNO_3) যোগ করলে দ্রবণ ঠান্ডা হয়ে যায়। নিশ্চয়ই এসব ক্ষেত্রে তাপের শোষণ ঘটছে।

যেসব রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের শোষণ ঘটে, সেগুলোকে তাপহারী বিক্রিয়া বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়াতে শোষিত তাপের পরিমাণ যদি q হয়, তবে q এর পূর্বে ঋণাত্নক চিহ্ন বসিয়ে সমীকরণের ডানদিকে লেখা হয়।

$A + B \rightarrow C + D - q$ (তাপ)

এক মোল নাইট্রোজেন (N_2) ও এক মোল অক্সিজেন (O_2) এর বিক্রিয়ায় দুই মোল নাইট্রিক অক্সাইড (NO) গ্যাস উৎপন্ন হয়। এক্ষেত্রে 180.50 কিলোজুল তাপের শোষণ ঘটে।

$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g) - 180.50$ কিলোজুল

এক মোল হাইড্রোজেন (H_2) ও এক মোল আয়োডিন (I_2) বিক্রিয়া করে দুই মোল হাইড্রোজেন আয়োডাইড (HI) ও 53 কিলোজুল তাপের শোষণ ঘটে।

$H_2(g) + I_2(g) \rightarrow 2HI(g) - 53$ কিলোজুল

এক মোল কার্বন (C) ও দুই মোল সালফার (S) বিক্রিয়া করে এক মোল কার্বন ডাই-সালফাইড (CS_2) উৎপন্ন হয় এবং 89.70 কিলোজুল তাপের শোষণ ঘটে।

$C(s) + 2S(s) \rightarrow CS_2(l) - 89.70$ কিলোজুল

তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের অভ্যন্ড়রীণ শক্তির মান অপেক্ষা উৎপাদের অভ্যন্ড়রীণ শক্তির মান উচ্চ হয়।
অর্থাৎ, উৎপাদের অভ্যন্ড়রীণ শক্তি > বিক্রিয়কের অভ্যন্ড়রীণ শক্তি

মনে রাখবেন:

তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ΔH এর মান ঋণাত্নক এবং তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ΔH এর মান ধনাত্নক চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g); \quad \Delta H = -393.50$ kJ

$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g); \quad \Delta H = +180.50$ kJ

শিক্ষার্থীর কাজ	১। একটি বিকারে সামান্য পরিমাণ কাপড় কাঁচার সোডা নিয়ে তার মধ্যে ৮-১০ ফোঁটা হাইড্রোক্লোরিক এসিড যোগ করুন। পর্যবেক্ষণের ফলাফল খাতায় লিখুন। ২। একটি বিকারের মধ্যে 100mL পানি নিয়ে তার মধ্যে প্রায় 10g চুন যোগ করুন। ফলাফল পর্যবেক্ষণ করে খাতায় লিখুন।

সার-সংক্ষেপ :

- **ভৌত পরিববর্তন:** পদার্থের নতুন অণু বা পরমাণুর সৃষ্টি হয় না। পদার্থের কিছু বিশেষ অবস্থা যেমন-গঠন, ঘনত্ব, বৈদ্যুতিক অবস্থা, চৌম্বক অবস্থা ইত্যাদির পরিবর্তন ঘটে মাত্র।
- **রাসায়নিক পরিবর্তন:** পদার্থের অণুর গঠন ও উপাদানের পরিবর্তন ঘটে এক বা একাধিক নতুন ধর্ম বিশিষ্ট পদার্থের উৎপত্তি ঘটে।
- **একমুখী বিক্রিয়া:** এক্ষেত্রে শুধু বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয়। উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয় না।
- উভমুখী বিক্রিয়া: এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হওয়ার পাশাপাশি উৎপাদও বিক্রিয়কে পরিণত হয়।
- **তাপোৎপাদী বিক্রিয়া:** বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হওয়ার পাশাপাশি তাপ উৎপন্ন করে।
- **তাপহারী বিক্রিয়া:** বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হওয়ার পাশাপাশি তাপের শোষণ ঘটায়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। কোন বিক্রিয়াটি রাসায়নিক পরিবর্তন?
ক) লোহাকে চুম্বকে পরিণত করলে
খ) কঠিন নিশাদলকে তাপ প্রয়োগে বাষ্পে পরিণত করলে
গ) পানিতে চুন যোগ করলে
ঘ) পানিতে খাদ্য লবণ যোগ করলে।

২। কোন বিক্রিয়াটি উভমুখী বিক্রিয়া?
ক) কার্বনকে বাতাসে পোড়ালে
খ) পটাশিয়াম ক্লোরেটকে তাপে বিয়োজিত করলে।
গ) আবদ্ধ পাত্রে চুনাপাথরকে তাপে বিয়োজিত করলে।
ঘ) তুঁতের দ্রবণে কস্টিক সোডার দ্রবণ যোগ করলে।

৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন:
i) রাসায়নিক পরিবর্তনে তাপের উদ্ভব বা শোষণ ঘটে।
ii) তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের অভ্যন্তরীণ শক্তি > উৎপাদের অভ্যন্তরীণ শক্তি।
iii) তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ΔH এর মান ঋণাত্মক।
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i খ) i ও ii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

পাঠ-৭.২

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া (রেড· বিক্রিয়া)

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- পরমাণুর ইলেকট্রনের দান ও গ্রহণ বর্ণনা করতে পারবেন।
- জারণ ক্রিয়া ও বিজারণ ক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- মৌলিক পরমাণুর জারণ মান নির্ণয় করতে পারবেন।
- বিভিন্ন প্রকারের জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	জারণ, বিজারণ, জারণ সংখ্যা, জারক পদার্থ, বিজারক পদার্থ, সংযোজন, বিয়োজন, প্রতিস্থাপন, দহন।

ইলেকট্রনের স্থানান্ড়র (Electron Transfaration):

রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলোকে তাদের প্রকৃতি অনুযায়ী বিভিন্ন শ্রেণিতে ভাগ করা হয়। ইলেকট্রনের স্থানান্ড়র এক ধরনের রাসায়নিক বিক্রিয়া। এটি মূলত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া এমন একটি শ্রেণি যেখানে জারণ (Oxidation) ও বিজারণ (Reduction) একই সাথে সংঘটিত হয়। প্রচুর সংখ্যক রাসায়নিক বিক্রিয়া ও জৈবিক বিক্রিয়া এ শ্রেণির অন্ড়র্ভুক্ত। জ্বালানিকে দহন করে শক্তি উৎপাদন, তড়িৎ রাসায়নিক পদ্ধতিতে কস্টিক সোডা ও ক্লোরিন উৎপাদন, ব্যাটারীতে তড়িৎ উৎপাদন, লোহায় মরিচা পড়া, ধাতুর ক্ষয়, তড়িৎ প্রলেপন -এ সবই জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার উদাহরণ।

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের দান ও গ্রহণ ঘটে। এটি রেডক্স (Redox) বিক্রিয়া হিসেবে পরিচিত। রেডক্স (Redox) শব্দটি বিজারণ বা Reduction এর Red এবং জারণ বা Oxidation এর Ox এর সমন্বয়ে গঠিত। সুতরাং Redox অর্থ জারণ-বিজারণ। বিজারণ প্রক্রিয়ায় ইলেকট্রনের গ্রহণ এবং জারণ প্রক্রিয়ায় ইলেকট্রনের দান ঘটে। জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় মৌলের জারণ সংখ্যার পরিবর্তন ঘটে।

জারণ সংখ্যা (Oxidation Number):

মৌলের পরমাণু ইলেকট্রন গ্রহণ বা দানের মাধ্যমে আয়নে পরিণত হয়। পরমাণু এক বা একাধিক ইলেকট্রনকে গ্রহণ করে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হয়। বিপরীতভাবে এক বা একাধিক ইলেকট্রনকে দান করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়। কোনো পরমাণু যত সংখ্যক ইলেকট্রন দান করে তত ধনাত্মক চার্জযুক্ত হয় এবং যত সংখ্যক ইলেকট্রন গ্রহন করে তত ঋণাত্মক চার্জযুক্ত হয়।

যৌগের মধ্যে কোন মৌলের জারণ সংখ্যা মৌলটির পরমাণুকে মুক্ত অবস্থা থেকে যৌগের অণুর মধ্যে যে অবস্থায় বর্তমান সে অবস্থায় পরিণত করতে কী পরিমাণ জারণ বা বিজারণ প্রয়োজন তা নির্দেশ করে। এ পরিবর্তনের জন্য যদি জারণের প্রয়োজন হয় তবে জারণ সংখ্যা হবে ধনাত্মক। বিজারণের প্রয়োজন হলে জারণ সংখ্যা হবে ঋণাত্মক। মুক্ত অবস্থায় থাকা মৌলের অণু বা পরমাণুর জারণ সংখ্যাকে শূন্য ধরা হয়। যেমন- Na, K, Fe, O_2, H_2, N_2, P_4, S_8 ইত্যাদি অণুতে স্ব স্ব পরমাণুর জারণ সংখ্যার মান শূন্য।

জারণ সংখ্যা নির্ণয় (Determination of Oxidation Number):

যৌগের অণুতে কোনো মৌলের জারণ সংখ্যা যৌগে উপস্থিত অন্যান্য মৌলের জারণ সংখ্যার উপর নির্ভরশীল। যৌগে কোনো একটি মৌলের জারণ সংখ্যা নির্ণয় করার ক্ষেত্রে যৌগের অণুতে উপস্থিত অন্যান্য মৌলের প্রমাণ জারণ সংখ্যা ব্যবহার করা হয়।

ধাতব হাইড্রাইড ব্যতিত অন্যসব মৌলের মধ্যে হাইড্রোজেনের জারণ সংখ্যা +1, ধাতব হাইড্রাইডের মধ্যে হাইড্রোজেনের জারণ সংখ্যা -1।

অক্সাইড যৌগে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -2 কিন্তু পারঅক্সাইড যৌগে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -1 এবং সুপার অক্সাইডে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা $-\frac{1}{2}$

ধাতব হ্যালাইডে হ্যালোজেনের জারণ সংখ্যা -1 হয়।

ক্ষার ধাতুর জারণ সংখ্যা +1 এবং মৃৎক্ষার ধাতুর জারণ সংখ্যা +2 হয়।

জারণ সংখ্যা নির্ণয়ের ক্ষেত্রে নিম্নের নীতি অনুসরণ করা হয়ঃ

১) সমযোজী যৌগের ক্ষেত্রে অণুতে যে মৌলের তড়িৎ ঋণাত্মকতা বেশি সেটির জারণ সংখ্যা ঋণাত্মক এবং যে মৌলের তড়িৎ ধনাত্মকতা বেশি সেটি ধনাত্মক হয়। যেমন-

HCl যৌগে H এর জারণ সংখ্যা + 1 ও Cl এর -1

কিন্তু ClF যৌগে Cl এর জারণ সংখ্যা + 1 ও F এর -1 হয়।

২) আয়নিক যৌগের ক্ষেত্রে এক পরমাণু আয়নের জারণ সংখ্যা আয়নটির আধানের সমান হয়। যেমন-

NaCl যৌগে $Na^{+} = +1$ এবং $Cl^{-} = -1$

$CaCl_2$ যৌগে $Ca^{2+} = +2$ এবং $Cl^{-} = -1$

৩) বহু পরমাণুক আয়নে উপস্থিত সব পরমাণুর জারণ সংখ্যার সমষ্টি আয়নটির আধানের সমান হয়। যেমন-

MnO_4^{-} আয়নে উপস্থিত সব পরমাণুর জারণ সংখ্যার সমষ্টি = -1

$Cr_2O_7^{2-}$ আয়নে উপস্থিত সব পরমাণুর জারণ সংখ্যার সমষ্টি = -2

৪) যৌগের অণুতে উপস্থিত সবগুলো পরমাণুর জারণ সংখ্যার যোগফল 'শূন্য' হয়। যেমন

H_2O যৌগে H ও O এর জারণ সংখ্যা যথাক্রমে + 1 ও -2

H_2O অণুতে উপস্থিত পরমাণুগুলোর মোট জারণ সংখ্যা = $2\times(+1)+(-2) = 0$

K_2MnO_4 এ Mn এর জারণ সংখ্যা নির্ণয়ঃ

মনেকরি, K_2MnO_4 যৌগে Mn এর জারণ সংখ্যা =x।

আমরা জানি K এর প্রমাণ জারণ সংখ্যা +1 এবং O এর প্রমাণ জারণ সংখ্যা -2,

যেহেতু, K_2MnO_4 অণুটি আধান নিরপেক্ষ অণু। সুতরাং K_2MnO_4 অণুতে পরমাণুসমূহের মোট জারণ সংখ্যার মান শূন্য।

তাহলে, $(+1) \times 2 + x + (-2) \times 4 = 0$

বা $+2 + x - 8 = 0$

বা $x - 6 = 0$

$\therefore$ $x = 6+$

অতএব, K_2MnO_4 যৌগে Mn এর জারণ সংখ্যা 6+।

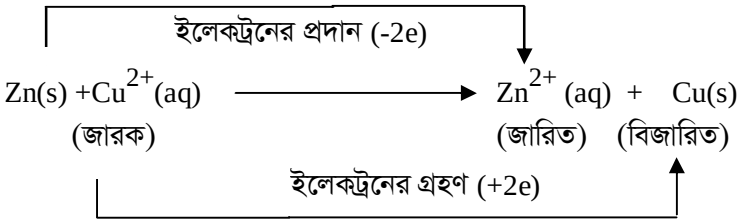
নিজে করুনঃ

যৌগের বা মূলকের যে মৌলটির নিচে দাগ দেয়া হয়েছে তার জারণ মান নির্ণয় করুন।

$H\underline{N}O_3$, $H_2\underline{S}O_4$, $K\underline{Mn}O_4$, $H_3\underline{P}O_4$, $K_4[\underline{Fe}(CN)_6]$, $K_2\underline{Cr}_2O_7$, $H\underline{P}O_4^{2-}$, $\underline{Mn}O_4^{2-}$, $[\underline{Fe}(CN)_6]^{3-}$, $\underline{N}O_3^{-}$

জারক পদার্থ (Oxidant):

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে যে বিক্রিয়ক ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাকে জারক বলে অর্থাৎ জারক পদার্থ ইলেকট্রন গ্রহীতা। জারক ইলেকট্রন গ্রহণের পর নিজে বিজারিত হয়।

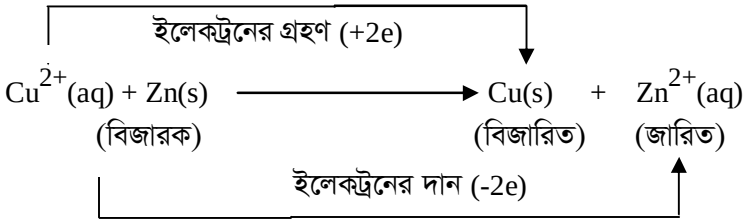


যে পদার্থের ইলেকট্রন গ্রহণের প্রবণতা যত বেশি, সে পদার্থ তত বেশি জারকধর্মী হয়।

জারকের উদাহরণ: O_2, Cl_2, F_2, HNO_3, H_2SO_4, H_2O_2 ইত্যাদি

বিজারক পদার্থ (Reductant):

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে যে বিক্রিয়ক ইলেকট্রন দান করে তাকে বিজারক বলে অর্থাৎ বিজারক পদার্থ ইলেকট্রন দাতা। বিজারক ইলেকট্রন দান করার পর নিজে জারিত হয়।



যে পদার্থের ইলেকট্রন দান করার প্রবণতা যত বেশি, সে পদার্থ তত বেশি বিজারকধর্মী হয়। পর্যায় তালিকার গ্রুপ I এ অবস্থিত মৌল সমূহ যেমন H, Li, Na, K, Rb প্রত্যেকেই তীব্র বিজারক। এছাড়াও Mg, Ca, SO_2, H_2S প্রভৃতি বিজারক পদার্থ।

জারণ বিক্রিয়া (Oxidation Reaction):

যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কোনো পরমাণু, মূলক বা আয়ন ইলেকট্রন ত্যাগ করে তাকে জারণ বিক্রিয়া বলে। ইলেকট্রন ত্যাগের ফলে পরমাণু মূলক বা আয়নের ধনাত্মক আধানের বৃদ্ধি ঘটে।

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

$$Zn(s) - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}(aq) \text{ (জারিত)}$$

এখানে Zn পরমাণু ইলেকট্রন দান করে নিজে জারিত হয়েছে।

বিজারণ বিক্রিয়া (Raduction Reaction):

যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কোনো পরমাণু, মূলক বা আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাকে বিজারণ বিক্রিয়া বলে। ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে পরমাণু, মূলক বা আয়নের ঋনাত্মক আধানের বৃদ্ধি ঘটে।

$$Zn(s) + Cu^{2+}(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + Cu(s)$$

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s) \text{ (বিজারিত)}$$

এখানে Cu^{2+} আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে নিজে বিজারিত হয়েছে।

নিজে করুনঃ

নিম্নের বিক্রিয়াগুলোর ক্ষেত্রে জারক, বিজারক, জারিত ও বিজারিত অবস্থা চিহ্নিত করুন। ইলেকট্রনের দান ও গ্রহণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করুন।

i) $2Na(s) + Cl_2(g) \rightarrow 2NaCl(s)$

ii) $Fe(s) + CuSO_4(aq) \rightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$

iii) $Fe^{2+} + \frac{1}{2}Cl_2 \rightarrow Fe^{3+} + Cl^-$

iv) $2KI(aq) + Cl_2(g) \rightarrow 2KCl(aq) + I_2(s)$

v) $H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(aq)$

মনে রাখবেনঃ

জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে জারণ ক্রিয়া অথবা বিজারণ ক্রিয়া পৃথক কোন ঘটনা নয়। এ দুটি প্রক্রিয়া একই সাথে ঘটে। জারক পদার্থ ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয় এবং বিজারক পদার্থ ইলেকট্রন দান করে নিজে জারিত হয়।

$$\underset{\text{(বিজারক)}}{Zn(s)} + \underset{\text{(জারক)}}{Cu^{2+}(aq)} \rightarrow \underset{\text{(জারিত)}}{Zn^{2+}(aq)} + \underset{\text{(বিজারিত)}}{Cu(s)}$$

$Zn(s) - 2e^- \rightarrow Zn^{2+}(aq)$ (জারণ বিক্রিয়া)

$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightarrow Cu(s)$ (বিজারণ বিক্রিয়া)

বিজারক, Zn ইলেকট্রন দান করে জারিত হয়ে Zn^{2+} আয়নে পরিণত হয়েছে। জারক, Cu^{2+} ইলেকট্রনকে গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে Cu ধাতুতে পরিণত হয়েছে। সুতরাং জারণ ও বিজারণ বিক্রিয়া একইসাথে সম্পন্ন হয়েছে।

সকল জারন বিজারন বিক্রিয়া ইলেকট্রনের স্থানান্তরের মাধ্যমে সংঘটিত হয়। ইলেকট্রনের স্থানান্তরের মাধ্যমে সংঘটিত বিক্রিয়া সমূহ হচ্ছে-

১। সংযোজন বিক্রিয়া (Addition Reaction)

২। বিয়োজন বিক্রিয়া (Decomposition Reaction)

৩। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Substitution Reaction)

৪। দহন বিক্রিয়া (Combustion Reaction)

১। সংযোজন বিক্রিয়া (Addition Reaction):

সংযোজন অর্থ একত্রে সংযোগ। যৌগ তার সরলতম উপাদানগুলোর সরাসরি সংযোগের ফলে উৎপন্ন হয়। এ প্রক্রিয়ায় দুই বা ততোধিক পৃথক অণু বা পরমাণু একত্রে সংযোজিত হয়ে নতুন ধর্ম বিশিষ্ট যৌগের অণু উৎপন্ন করে। উদাহরণস্বরূপ লোহা ও সালফারকে একত্রে মিশ্রিত করে উত্তপ্ত করলে উহারা সংযোজন বিক্রিয়ার মাধ্যমে আয়রন (II) সালফাইড উৎপন্ন করে।

$$Fe(s) + S(s) \xrightarrow{\text{তাপ}} FeS(s)$$

ম্যাগনেসিয়াম ধাতুকে বায়ুতে দহন করলে উহা বায়ুর অক্সিজেনের সাথে সংযুক্ত হয়ে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইডে পরিণত হয়।

$$2Mg(s) + O_2(g) \xrightarrow{\text{তাপ}} 2MgO(s)$$

আয়রন (II) ক্লোরাইডের জলীয় দ্রবণে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করলে আয়রন (III) ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

$$2FeCl_2(aq) + Cl_2(g) \longrightarrow 2FeCl_3(aq)$$

এটিও সংযোজন বিক্রিয়া।

চিন্তা করে ঠিক করুন কোন কোন বিক্রিয়াগুলো সংযোজন বিক্রিয়া:

i) $H_2(g) + Cl_2(g) \longrightarrow 2HCl(aq)$

ii) $S(s) + O_2(g) \longrightarrow SO_2(g)$

iii) $2HgO(s) \longrightarrow 2Hg(l) + O_2(g)$

iv) $Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2MgCl_2(aq) + H_2(g)$

v) $CaO(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s)$

২। বিয়োজন বিক্রিয়া (Decomposition Reaction)

বিয়োজন বিক্রিয়া সংযোজন বিক্রিয়ার ঠিক বিপরীত ক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ায় যৌগের অণু ভেঙ্গে একাধিক মৌল বা যৌগে পরিণত হয়। প্রকৃতপক্ষে যৌগের অণু উহার উপাদানসমূহে বিভক্ত হয়। উদাহরণস্বরূপ,

মারকারী (II) অক্সাইড উচ্চ তাপে বিয়োজিত হয়ে উহার সরলতম উপাদান মারকারী ও অক্সিজেনে পরিণত হয়।

$$2HgO(s) \xrightarrow{\text{তাপ}} 2Hg(l) + O_2(g)$$

ক্যালসিয়াম কার্বনেট উচ্চ তাপে বিয়োজিত হয়ে ক্যালসিয়াম অক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে।

$$CaCO_3(s) \xrightarrow{\text{তাপ}} CaO(s) + CO_2(g)$$

লেড নাইট্রেটকে উচ্চ তাপে উত্তপ্ত করলে উহা বিয়োজিত হয়ে লেড অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইড ও অক্সিজেন উৎপন্ন করে।

$$2Pb(NO_3)_2(s) \xrightarrow{\text{তাপ}} 2PbO(s) + 4NO_2(g) + O_2(g)$$

মনে রাখবেন:

বিয়োজন বিক্রিয়াটি উভমুখী প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ায় একটি যৌগের অণু বিয়োজিত হয়ে উহার বিপরীত প্রক্রিয়ায় উপাদান সমূহ পুনরায় সংযোজিত হয়ে পূর্বের একই অণুর সৃষ্টি করে। যেমন,

$$NH_4Cl(s) \xrightarrow{\text{তাপ}} NH_3(g) + HCl(g) \xrightarrow{\text{শীতলীকরণ}} NH_4Cl$$

চিন্তা করে ঠিক করুন কোন্ কোন্ বিক্রিয়াগুলো বিয়োজন বিক্রিয়া:

i) $2KClO_3(s) \xrightarrow{\text{তাপ}} 2KCl(s) + 3O_2(g)$

ii) $CaO(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s)$

iii) $Fe(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$

iv) $2H_2O(l) \xrightarrow{\text{তড়িৎ প্রবাহ}} 2H_2(g) + O_2(g)$

v) $2NaNO_3(s) \xrightarrow{\text{তাপ}} 2NaNO_2(s) + O_2(g)$

৩। প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Substitution Reaction):

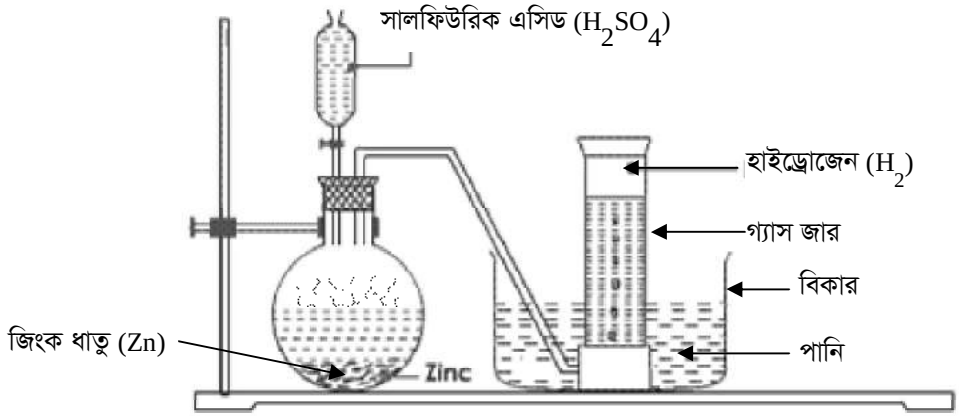
কেনো মৌল বা মূলক একটি যৌগ হতে উহা অপেক্ষা কম সক্রিয় কোনো মৌল বা মূলককে সরিয়ে দিয়ে তার স্থান দখল করে। ফলে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্মী নতুন পদার্থ উৎপন্ন হয়। আয়রন, কপার সালফেটের দ্রবণ হতে কপারকে অপসারিত করে ভিন্নধর্মী নতুন যৌগ আয়রন সালফেট উৎপন্ন করে।

$$Fe(s) + CuSO_4(aq) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$$

এক্ষেত্রে অধিক সক্রিয় আয়রন কম সক্রিয় কপারকে উহার যৌগ কপার সালফেট থেকে অপসারিত করেছে।

জিংক ধাতু সালফিউরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে জিংক সালফেট ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$Zn(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow ZnSO_4(aq) + H_2(g)$$



চিত্র ১: গোলতলী ফ্লাস্কের মধ্যে জিংক ধাতু নিয়ে H_2SO_4 যোগ করা হচ্ছে। বুদবুদ আকারে H_2 গ্যাস

এক্ষেত্রে অধিক সক্রিয় জিংক ধাতু কম সক্রিয় হাইড্রোজেনকে সালফিউরিক এসিড থেকে প্রতিস্থাপিত করেছে। এ প্রতিস্থাপন বিক্রিয়াটিকে পরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণ করা যায়।

একটি বিকারের মধ্যে সামান্য পরিমাণে খুব লঘু সালফিউরিক এসিড নিয়ে উহাতে জিংকের টুকরা যোগ কর। বুদ বুদ আকারে H_2 গ্যাস বেরিয়ে আসবে।

চিন্তা করে ঠিক করুন নিচের কোন্ কোন্ বিক্রিয়াগুলো প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া:

i) $2Na(s) + HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl(aq) + H_2(g)$

ii) $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow NaNO_3(aq) + AgCl(s)$

iii) $2AgNO_3(aq) + Cu(s) \longrightarrow Cu(NO_3)_2(aq) + 2Ag(s)$

iv) $FeCl_3(s) + 3H_2O(l) \longrightarrow Fe(OH)_3 + 3HCl(aq)$

v) $CuSO_4(aq) + Fe(s) \longrightarrow FeSO_4(aq) + Cu(s)$

৪। দহন বিক্রিয়া (Combustion Reaction):

এ প্রক্রিয়ায় কোন মৌল বা যৌগকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পুড়িয়ে তার সাথে সংযুক্ত উপাদান মৌলগুলোকে অক্সাইড যৌগে পরিণত করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, কার্বনকে বায়ুতে পোড়ালে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$C(s) + O_2(g) \xrightarrow{\text{তাপ}} CO_2(g)$$

সালফারকে বায়ুতে পোড়ালে সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়।

$$S(s) + O_2(g) \xrightarrow{\text{তাপ}} SO_2(g)$$

মিথেন গ্যাসকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পোড়ালে মিথেনের উপাদান মৌল কার্বন পরিবর্তিত হয়ে কার্বন ডাই অক্সাইড এবং হাইড্রোজেন পরিবর্তিত হয়ে উহার অক্সাইড পানি উৎপন্ন করে।

$$CH_4(g) + 2O_2(g) \xrightarrow{\text{তাপ}} CO_2(g) + 2H_2O(g)$$

এ দহন বিক্রিয়ার ফলে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন তাপ রান্নাসহ অন্যান্য কাজ বিশেষ করে বিদ্যুৎ উৎপাদনের কাজে ব্যবহার করা হয়।

চিন্তা করে ঠিক করুন নিচের কোন্ কোন্ বিক্রিয়াগুলো দহন বিক্রিয়া:

i) $2H_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2H_2O(g)$

ii) $2Mg(s) + O_2(g) \longrightarrow 2MgO(s)$

iii) $2H_2O(l) \xrightarrow{\text{তড়িৎ প্রবাহ}} 2H_2(g) + O_2(g)$

iv) $2HgO(s) \xrightarrow{\text{তাপ}} 2Hg(l) + O_2(g)$

v) $CaO(s) + CO_2(g) \longrightarrow CaCO_3(s)$

vi) $2CH_3\text{-}CH_3(g) + 7O_2(g) \longrightarrow 4CO_2(g) + 6H_2O(g)$

vii) $4P(s) + 5O_2(g) \longrightarrow 2P_2O_5(s)$

মনে রাখবেন:

কোনো জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ায় একই মৌল যদি একই সাথে জারিত ও বিজারিত হয় তবে তাকে **অসামঞ্জস্য বিক্রিয়া** বলে। যেমন, শীতল ও লঘু কস্টিক সোডার দ্রবণের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করলে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) ও সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইড (NaOCl) উৎপন্ন হয়।

$$2NaOH + Cl_2(g) \xrightarrow{20^\circ \text{সে}} NaCl(aq) + NaOCl(aq) + H_2O(l)$$

লঘু -1 +1

এক্ষেত্রে ক্লোরিন পরমাণু একই সাথে জারিত ও বিজারিত হয়েছে।

কস্টিক সোডা (NaOH) এর ঘন দ্রবণে 70° সে তাপমাত্রায় ক্লোরিন গ্যাস (Cl_2) চালনা করলে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) ও সোডিয়াম ক্লোরেট ($NaClO_3$) উৎপন্ন হয়।

$$6NaOH + 3Cl_2(g) \xrightarrow{70^\circ \text{সে}} 5NaCl + NaClO_3 + 3H_2O$$

গাঢ় -1 +5

এক্ষেত্রে ক্লোরিন (Cl_2) এর জারণ মান শূন্য থেকে হ্রাস পেয়ে -1 এবং বৃদ্ধি পেয়ে +5 হয়েছে। প্রথম যৌগে ক্লোরিন বিজারিত হলেও দ্বিতীয় যৌগের থেকে ক্লোরিন জারিত হয়েছে।

নিজে করুন:

১। শীতল ও লঘু কস্টিক পটাশ (KOH) এর জলীয় দ্রবণে ক্লোরিন (Cl_2) গ্যাস চালনা করলে।

২। ঘন ও উষ্ণ কস্টিক পটাশ (KOH) এর জলীয় দ্রবণে ক্লোরিন (Cl_2) গ্যাস চালনা করলে।

নিম্নের রাসায়নিক সমীকরণের পাশে কোন প্রকৃতির বিক্রিয়া তা লিখুন।

$$S(s) + O_2(g) \xrightarrow{\text{তাপ}} SO_2(g) \quad (\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots)$$

শিক্ষার্থীর কাজ	একটি বিকারে তুঁতের দ্রবণ নিয়ে ওর মধ্যে লোহার গুড়া যোগ করে নাড়তে থাকুন। দ্রবণের বর্ণের পরিবর্তন লক্ষ্য করে ফলাফল খাতায় লিখুন এবং বিক্রিয়ার ধরন ব্যাখ্যা করুন।

সার-সংক্ষেপ :

- **জারক পদার্থ:** জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াতে যে বিক্রিয়ক ইলেকট্রন গ্রহণ করে তাকে জারক পদার্থ বলে।
- **বিজারক পদার্থ:** জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াতে যে বিক্রিয়ক ইলেকট্রন দান করে তাকে বিজারক পদার্থ বলে।
- **সংযোজন বিক্রিয়া:** দুই বা ততোধিক পৃথক অণু বা পরমাণু একত্রে সংযোজিত হয়ে নতুন ধর্ম বিশিষ্ট অণু উৎপন্ন করার প্রক্রিয়াকে সংযোজন বিক্রিয়া বলে।
- **প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া:** কোন মৌল বা মূলক একটি যৌগ হতে উহা অপেক্ষা কম সক্রিয় কোনো মৌল বা মূলককে অপসারিত করে তার স্থান দখল করে যৌগ উৎপন্ন করার প্রক্রিয়াকে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বলে।
- **দহন:** কোনো মৌল বা যৌগকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পুড়িয়ে তার সাথে সংযুক্ত উপাদান মৌলগুলোকে অক্সাইড যৌগে পরিণত করার প্রক্রিয়াকে দহন বলে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। জারণ-বিজারণের ক্ষেত্রে সঠিক উক্তিটি হলো-

ক) জারণ সংখ্যা ধনাত্মক হয়। খ) জারণ প্রক্রিয়ায় ইলেকট্রনের গ্রহন ঘটে।

গ) জারণ সংখ্যা ঋণাত্মক হয়। ঘ) জারণ প্রক্রিয়ায় ইলেকট্রনের দান ঘটে।

২। বিজারণের ক্ষেত্রে সঠিক উক্তিটি হলো-

ক) বিজারণ প্রক্রিয়ায় ইলেকট্রনের দান ঘটে। খ) জারক পদার্থ বিজারিত হয়।

গ) বিজারণ ক্রিয়া সংযোজন বিক্রিয়া। ঘ) বিজারণ ক্রিয়া প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া।

৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন:

i) বিজারক পদার্থ ইলেকট্রন দান করে নিজে জারিত হয়।

ii) জারণ-বিজারণ ক্রিয়া একই সাথে ঘটে।

iii) প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া।

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i খ) i ও ii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

পাঠ-৭.৩

নন রেড· বিক্রিয়া

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- নন রেডক্স বিক্রিয়া কী তা বলতে পারবেন।
- প্রশমন বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- অধ:ক্ষেপ বিক্রিয়া বর্ণনা করতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	প্রশমন, অধ:ক্ষেপ, নন-রেডক্স, হাইড্রোজেন আয়ন, হাইড্রোক্সিল আয়ন

নন-রেড· বিক্রিয়া (Non-Redox Reaction)

এক্ষেত্রে বিক্রিয়ার সময় মৌলের পরমাণুতে ইলেকট্রনের দান বা গ্রহণ ঘটে না। এক বা একাধিক বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হওয়ার সময় বিক্রিয়ক অণুতে বর্তমান মৌল সমূহের মধ্যে কোনো মৌলের পরমাণুতেই যদি ইলেকট্রন দান বা গ্রহণ না ঘটে তবে তাকে নন-রেডক্স বিক্রিয়া বলে। পরমাণুতে ইলেকট্রনের দান বা গ্রহণ না ঘটার কারনে বিক্রিয়া শেষে কোনো বিক্রিয়ক বা উৎপাদ মৌলের পরমাণুর জারণ সংখ্যার হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটে না। ইলেকট্রনের দান বা গ্রহণ ঘটে না এরূপ বিক্রিয়াকে দুই শ্রেণিতে ভাগ করা যায়। যথা:

১) প্রশমন বিক্রিয়া (Nutralisation Reaction)

২) অধ:ক্ষেপ বিক্রিয়া (Precipitation Reaction)

১) প্রশমন বিক্রিয়া (Nutralisation Reaction):

এসিড দ্রবণ ও ক্ষার দ্রবণ যোগ করলে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। বিক্রিয়ার সময় এসিড তার এসিড ধর্ম এবং ক্ষার তার ক্ষার ধর্মকে হারিয়ে ফেলে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে থাকে। এসিড জলীয় দ্রবনে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ও ক্ষার জলীয় দ্রবণে হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) দান করে থাকে। এসিডের হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ও ক্ষারের হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) যুক্ত হয়ে পানি উৎপন্ন করে।

$$H^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow H_2O(l)$$

এসিড, হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) ও ক্ষার, সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) কে কোনো কাঁচের জারের মধ্যে এক সাথে মিশালে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) লবণ ও পানি (H_2O) উৎপন্ন হয়।

$$HCl\,(aq) + NaOH\,(aq) \rightarrow H^+(aq) + Cl^-(aq) + Na^+(aq) + OH^-(aq) \rightarrow NaCl(aq) + H_2O(l)$$

এক্ষেত্রে, হাইড্রোক্লোরিক এসিডের হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ও সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) যুক্ত হয়ে পানি (H_2O) উৎপন্ন করে। এটিই মুল প্রশমন বিক্রিয়া।

এসিড মাত্রই জলীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) তথা হাইড্রোনিয়াম আয়ন (H_3O^+) দান করবে। এটি এসিডের প্রধান বৈশিষ্ট্য। ক্ষার জলীয় দ্রবণে হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) দান করবে। এসিড দ্রবণের p^H মান 7 অপেক্ষা কম হয়। ক্ষার দ্রবণের p^H মান 7 অপেক্ষা বেশি হয়। এসিড দ্রবণের হাইড্রোজেন আয়নের গাঢ়ত্ব যত বেশি, এসিড তত তীব্র হয় এবং দ্রবনের p^H মান তত কম হয়। ক্ষার দ্রবণের হাইড্রোক্সিল আয়নের গাঢ়ত্ব যত বেশি, ক্ষার তত তীব্র হয় এবং দ্রবণের p^H মান তত বেশি হয়। জলীয় দ্রবণে এসিড-ক্ষার প্রশমন বিক্রিয়ার সময় যখন দ্রবণ পূর্ণ প্রশমিত হয় তখন দ্রবণের p^H মান 7 এর কাছাকাছি হয়। পূর্ণ প্রশমনের ক্ষেত্রে দ্রবণে কোনো অতিরিক্ত এসিড অথবা অতিরিক্ত ক্ষার এর কোনটিই থাকে না।

চিন্ড়া করে উত্তর দিন:

নিচের কোন বিক্রিয়াগুলো প্রশমন বিক্রিয়ার অন্র্ড়ভুক্ত শুণ্যস্থানে লিখুন।

১। $HNO_3(aq) + KOH(aq) \longrightarrow K^+(aq) + NO_3^-(aq) + H_2O(l)$ (... ... ...)

২। $Zn(s) + H_2SO_4(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + SO_4^{2-}(aq) + H_2(g)$ (... ... ...)

৩। $Mg(s) + 2HCl(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq) + H_2(g)$ (... ... ...)

৪। $NH_4OH(aq) + HCl(aq) \longrightarrow NH_4^+(aq) + Cl^-(aq) + H_2O(l)$ (... ... ...)

৫। $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + NO_3^-(aq) + AgCl(s)$ (... ... ...)

৬। $CaSO_4(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Ca(OH)_2(s) + 2Na^+(aq) + SO_4^{2-}(aq)$ (... ... ...)

৭। $Na_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2Na^+(aq) + 2Cl^-(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$ (... ... ...)

২) অধ:ক্ষেপন বিক্রিয়া (Precipitation Reaction)

একই দ্রাবকে দ্রবীভূত দুটি ভিন্ন দ্রবের দ্রবণকে একই সাথে মিশ্রিত করলে যদি দ্রবের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটে এবং উৎপন্ন দ্রবের কোনো একটি অদ্রবণীয় হয় তবে উহা পাত্রের নিচে কঠিন অবশেষ হিসেবে অধ:ক্ষিপ্ত হয়। উৎপন্ন নতুন দ্রবের কোনো দ্রাব্যতা গুণ থাকে না বলে দ্রবণে দ্রবীভূত না হয়ে অধ:ক্ষিপ্ত হয়।

একটি কাঁচ পাত্রে খাদ্য লবণের দ্রবণ তৈরি করে দ্রবণের মধ্যে দুই তিন ফোঁটা সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ যোগ করুন। কী দেখলেন? কোনো পরিবর্তন ঘটেছে কী? নিশ্চয়ই পাত্রের তলায় সাদা বর্ণের অর্ধ:ক্ষেপ দেখা যাচ্ছে। এটি অদ্রবণীয় সিলভার ক্লোরাইড (AgCl)।

চিত্র ১: অধ:ক্ষেপণ বিক্রিয়া

$NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow NaNO_3(aq) + AgCl\downarrow$

একটি কাঁচ পাত্রের মধ্যে তুঁতের ($CuSO_4.5H_2O$) দ্রবণ প্রস্তুত করে নিন। অন্য একটি ভিন্ন কাঁচ পাত্রে কাপড় কাঁচা সোডা ($Na_2CO_3.10H_2O$) এর দ্রবণ প্রস্তুত করুন। এবার সামান্য পরিমাণ (3-4 ml) তুঁতের দ্রবণের মধ্যে সোডার দ্রবণকে যোগ করলে দ্রবণের নিচে সুন্দর নীল বর্ণের অধ:ক্ষেপ দেখা যাবে। এটিও অধ:ক্ষেপন বিক্রিয়া। অধ:ক্ষেপন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী বিক্রিয়ক সাধারণত আয়নিক যৌগ হয়।

পানি একটি উত্তম দ্রাবক। পরীক্ষাগারে সাধারণভাবে পানিকে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করলেও অন্য দ্রাবকও ব্যবহৃত হয়। দ্রাবকের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে উৎপন্ন দ্রব অধ:ক্ষিপ্ত হবে কী না। পানিতে কোনো একটি দ্রব অধ:ক্ষিপ্ত হলেও অন্য দ্রাবকে হয়ত অধ:ক্ষেপ না হতে পারে। উদাহরণ: সোডিয়াম ক্লোরাইডের (NaCl) দ্রবনে সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণ যোগ করলে সিলভার ক্লোরাইডের (AgCl) অধ:ক্ষেপ সৃষ্টি হয়।

$$NaCl\,(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + NO_3^-(aq) + AgCl\downarrow$$

এ অধ:ক্ষেপের মধ্যে গাঢ় অ্যামোনিয়াম হাইড্রক্সাইড (NH_4OH) এর দ্রবণ যোগ করলে অধ:ক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে যায়।

$$AgCl\,(aq) + NH_4OH(aq) \longrightarrow [Ag(NH_3)_2]Cl\,(aq) + H_2O\,(l)$$

ডাই অ্যামিন সিলভার (I) ক্লোরাইড

সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) ও সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) দ্রবণের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সোডিয়াম ক্লোরাইডের ক্লোরাইড আয়ন (Cl^-) ও সিলভার নাইট্রেটের সিলভার আয়ন (Ag^+) যুক্ত হয়ে সিলভার ক্লোরাইডের (AgCl) অধ:ক্ষেপ উৎপন্ন করে। দ্রবণের সোডিয়াম আয়ন (Na^+) ও নাইট্রেট আয়ন (NO_3^-) বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। জলীয় দ্রবণে তারা আয়নিত ও দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে।

$$NaCl\,(aq)+AgNO_3(aq) \longrightarrow Na^+(aq) + Cl^-(aq) + Ag^+\,(aq) + NO_3^-(aq) \longrightarrow Na^+(aq)+ NO_3^-(aq)+ AgCl\downarrow$$

এ বিক্রিয়ায় কোনোরূপ ইলেকট্রনের দান বা গ্রহণ ঘটেনি।

বেশিরভাগ ক্ষেত্রেই দেখা যায় অধ:ক্ষেপন বিক্রিয়াগুলো দ্বিপ্রতিস্থাপন (Double displacement) বিক্রিয়া। সোডিয়াম ক্লোরাইড ও সিলভার নাইট্রেটের জলীয় দ্রবণের বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে-

সোডিয়াম ক্লোরাইডের সোডিয়াম আয়ন (Na^+) দ্বারা সিলভার নাইট্রেটের সিলভার আয়ন (Ag^+) প্রতিস্থাপিত হয়, একই সাথে সিলভার নাইট্রেটের সিলভার আয়ন (Ag^+) সোডিয়াম ক্লোরাইডের সোডিয়াম আয়ন (Na^+) দ্বারা প্রতিস্থাপিত হয়।

দ্বি প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপন্ন যৌগের কোনটিই যদি অধ:ক্ষিপ্ত না হয়, অর্থাৎ উৎপন্ন উভয় যৌগই পানিতে দ্রবীভূত থাকে, তবে ধরে নেয়া হয় এক্ষেত্রে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটেনি। সোডিয়াম ক্লোরাইড ও পটাশিয়াম নাইট্রেট এর জলীয় দ্রবণকে মিশালে সোডিয়াম নাইট্রেট ও পটাসিয়াম ক্লোরাইট উৎপন্ন হয়। উভয় যৌগই পানিতে দ্রবীভূত ও আয়নিত অবস্থায় থাকে।

$$NaCl(aq) + KNO_3(aq) \longrightarrow NaNO_3(aq) + KCl(aq) \longrightarrow Na^+(aq)+ NO_3^-(aq) + K^+(aq) + Cl^-(aq)$$

দ্রবণে প্রতিটি আয়ন আয়নিত অবস্থায় থাকে। কিন্তু কোনো অধ:ক্ষেপ এর সৃষ্টি হয় নাই। সুতরাং কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটেনি। অধিকাংশ অধ:ক্ষেপন বিক্রিয়া নন-রেডক্স।

শিক্ষার্থীর কাজ	একটি বিকারের মধ্যে 20mL পানি নিয়ে তাতে প্রায় 2g পরিমাণ Na_2CO_3 যোগ করে দ্রবণ প্রস্তুত করুন। এ দ্রবণের মধ্যে লাল লিটমাস কাগজ রেখে পরীক্ষা করুন। অতপর দ্রবণের মধ্যে লঘু HCl দ্রবণ ফোঁটায় ফোঁটায় যোগ করতে থাকুন এবং লিটমাস কাগজের সাহায্যে দ্রবণের প্রকৃতি পরীক্ষা করুন। এভাবে দ্রবণকে পূর্ণ প্রশমিত করুন।

সার-সংক্ষেপ :

- **নন-রেড· বিক্রিয়া:** যে বিক্রিয়ার সময় মৌলের পরমাণুতে ইলেকট্রনের দান বা গ্রহণ কোনটিই ঘটে না তাকে নন-রেডক্স বিক্রিয়া বলে।
- **প্রশমন বিক্রিয়া:** যে বিক্রিয়ার ফলে এসিড তার এসিড ধর্ম ও ক্ষার তার ক্ষার ধর্ম হারিয়ে ফেলে তাকে প্রশমন বিক্রিয়া বলে।
- **অধ:ক্ষেপন বিক্রিয়া:** একই দ্রাবকে দুটি ভিন্ন দ্রবের দ্রবণকে মিশ্রণ করতে যদি বিক্রিয়ার ফলে কোন একটি অদ্রবনীয় যৌগ উৎপন্ন হয় তবে তাকে অধ:ক্ষেপন বিক্রিয়া বলে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। নন-রেডক্স বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সঠিক উক্তিটি হলো-

ক) জারকের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া ঘটে।

খ) বিজারকের উপস্থিতিতে বিক্রিয়া ঘটে।

গ) ইলেকট্রনের দান বা গ্রহণ ঘটে না।

ঘ) জারণ মানের পরিবর্তন ঘটে।

২। কোন বিক্রিয়াটি প্রশমন বিক্রিয়া?

ক) $NaCl\,(aq) + AgNO_3(aq) \longrightarrow AgCl\downarrow (s) + NaNO_3\,(aq)$

খ) $CaSO_4(aq) + 2NaOH(aq) \longrightarrow Ca(OH)_2\downarrow (s) + Na_2SO_4\,(aq)$

গ) $Zn(s) + H_2SO_4\,(aq) \longrightarrow ZnSO_4\,(aq) + H_2(g)$

ঘ) $Na_2CO_3(aq) + 2HCl(aq) \longrightarrow 2NaCl\,(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন।

i) নন-রেডক্স বিক্রিয়াতে ইলেকট্রনের দান বা গ্রহণ ঘটে না।

ii) প্রশমন বিক্রিয়াটি জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া।

iii) দ্রবণের pH মান যত বেশি দ্রবণে OH^- আয়নের গাঢ়ত্ব ততো বেশি।

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i খ) i ও ii গ) i ও iii ঘ) i, ii ও iii

পাঠ-৭.৪ কতিপয় বিশেষ বিক্রিয়া

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- আর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- পানি বিয়োজন বিক্রিয়া বর্ণনা করতে পারবেন।
- সমানুকরণ ও পলিমারকরণ বিক্রিয়া লিখতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	আর্দ্র বিশ্লেষণ, পানি যোজন, সমানুকরণ, পলিমারকরণ, মনোমার, পলিমার, পূনর্বিন্যাস

রসায়নে বেশ কিছু রাসায়নিক বিক্রিয়া আছে যাদেরকে অবশ্যই জানার প্রয়োজন হয়। এসব বিক্রিয়ার গুরুত্বও যথেষ্ট। উদাহরণস্বরুপ:

১) আর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়া (Hydrolysis Reaction)

এক্ষেত্রে দ্রাবক পানি নিজেই বিক্রিয়ক হিসেবে কাজ করে। কোনো বিক্রিয়ক যৌগ পানির সাথে বিক্রিয়া করে এক বা একাধিক ভিন্নধর্মী নতুন যৌগ উৎপন্ন করে। এ প্রক্রিয়ায় পানির অণুতে ডাইপোল ধর্ম বর্তমান থাকায় ধনাত্মক হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ও ঋণাত্মক হাইড্রোক্সিল আয়ন (OH^-) হিসেবে বিয়োজিত হয়। বিক্রিয়ক অণুর ধনাত্মক ও ঋণাত্মক অংশ অণুর বিপরীত আধানযুক্ত দুই অংশের সাথে যুক্ত হয়ে নতুন যৌগ সৃষ্টি করে। অনেকটা দ্বিপ্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার অনুরূপ বিক্রিয়া হলো আর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়া। আর্দ্র বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে অবশ্যই পানিকে একটি বিক্রিয়কের ভূমিকায় থাকতেই হয়। তবে আর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়ায় কোনোরূপ ইলেকট্রনের আদান-প্রদান ঘটে না।

অধ:ক্ষেপন বিক্রিয়া সাধারণভাবে নন-রেডক্স হলেও কখনো কখনো ইলেকট্রন দান বা গ্রহণের মাধ্যমে সংঘটিত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার উৎপাদগুলোর মধ্যে কোনো একটি অধ:ক্ষিপ্ত হয়। এসব ক্ষেত্রে বিক্রিয়াগুলো অধ:ক্ষেপন বিক্রিয়ার তুলনায় জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া নামে অধিক পরিচিত। উদাহরণস্বরুপ: অ্যালডিহাইড শ্রেণির যৌগের অ্যালডিহাইড মূলককে শনাক্তকরণের ক্ষেত্রে টলেন বিকারকের সাহায্য নেওয়া হয়। ক্ষারীয় সিলভার নাইট্রেট দ্রবণ টলেন বিকারক হিসেবে পরিচিত। অ্যালডিহাইড যৌগের উপস্থিতিতে টলেন বিকারক থেকে ধাতব সিলভার অধ:ক্ষিপ্ত হয়।

সিলভার নাইট্রেট ($AgNO_3$) এর জলীয় দ্রবণে কস্টিক সোডা (NaOH) এর দ্রবণ যোগ করলে সিলভার হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$$AgNO_3(aq) + NaOH(aq) \longrightarrow AgOH(aq) + NaNO_3(aq)$$

উৎপন্ন সিলভার হাইড্রোক্সাইড বিয়োজিত হয়ে সিলভার অক্সাইড হিসেবে অধ:ক্ষিপ্ত হয়।

$$2AgOH(s) \longrightarrow Ag_2O(s) + H_2O(l)$$

সিলভার অক্সাইড এর অধ:ক্ষেপের মধ্যে ফোঁটায় ফোঁটায় অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণ যোগ করে দ্রবণকে নাড়তে থাকলে এক সময় অধ:ক্ষেপ দ্রবীভূত হয়ে যায়। এ পরিষ্কার স্বচ্ছ দ্রবণই হলো টলেন বিকারক।

$$Ag_2O(s) + NH_4OH(l) + 3NH_3(g) \longrightarrow 2[Ag(NH_3)_2]^+(aq) + 2OH^-(aq)$$

উৎপন্ন ডাই অ্যামিন সিলভার আয়নের সিলভার আয়ন (Ag^+) অ্যালডিহাইডের উপস্থিতিতে বিজারিত হয়। বিজারিত সিলভার ধাতু (Ag) অধ:ক্ষিপ্ত হয়।

$$2[Ag(NH_3)_2]^+(aq) + 2OH^-(aq) + R\text{-}CHO \longrightarrow 2Ag(s)\downarrow + R\text{-}COONH_4 + 3NH_3$$

এ বিক্রিয়ায় অ্যালডিহাইড যৌগের বিজারণ ধর্ম প্রতিষ্ঠিত হয়েছে।

সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) পানির সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) ও কার্বনিক এসিড (H_2CO_3) উৎপন্ন করে।

$$Na_2CO_3(s) + 2H^+\text{-}OH^-(l) \longrightarrow 2Na^+\text{-}OH^-(aq) + H_2CO_3$$

অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড ($AlCl_3$) ও পানির মধ্যে বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইড; $Al(OH)_3$ ও হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) উৎপন্ন হয়।

$$Al^{3+}\text{-}Cl^{3-} + 3\,H^+\text{-}OH^-(l) \longrightarrow Al(OH)_3(s) + 3HCl(aq)$$

এক্ষেত্রে $AlCl_3$ এর ধনাত্মক আয়ন (Al^{3+}) পানির অণুর ঋণাত্মক আয়ন (OH^-) এর সাথে যুক্ত হয়ে $Al(OH)_3$ উৎপন্ন করে। একইভাবে $AlCl_3$ এর ঋণাত্মক আয়ন (Cl^-) পানির অণুর ধনাত্মক আয়ন (H^+) এর সাথে যুক্ত হয়ে HCl উৎপন্ন করে। উৎপন্ন HCl দ্রবণে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকলেও উৎপন্ন $Al(OH)_3$ পানিতে অদ্রবণীয় বিধায় সাদা আঠালো জেলীর ন্যায় অধ:ক্ষেপ হিসেবে পড়ে থাকে।

শিক্ষার্থীর কাজ	**চিন্তা করে উত্তর দিন:** নিম্নের রাসায়নিক সমীকরণগুলো কোন প্রকৃতির এবং কেন? ১। $PCl_3 + 3H_2O(l) \longrightarrow H_3PO_3(aq) + 3HCl(aq)$ ২। $FeCl_3(l) + 3H_2O(l) \longrightarrow Fe(OH)_3\downarrow + 3HCl(aq)$ ৩। $I_2O_5(s) + H_2O(l) \longrightarrow 2HIO_3$ ৪। $SiCl_4 + 4H_2O(l) \longrightarrow Si(OH)_4 + 4HCl(aq)$

২) পানি যোজন বিক্রিয়া (Hydration Reaction)

কিছু কিছু আয়নিক যৌগের অণুতে কেলাস পানি সংযুক্ত থাকে। এ সংযুক্ত পানির অণুগুলো আণবিক গঠনের ক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। আয়নিক যৌগ দ্রবণ থেকে কেলাস গঠনের সময় এক বা একাধিক সংখ্যা পানির অণুকে সংযুক্ত করার প্রক্রিয়াকে পানি যোজন বিক্রিয়া বলে। আয়নিক যৌগের কেলাসের সাথে সংযুক্ত পানিকে কেলাস পানি বলে। উদাহরণ:

$$\underset{\text{অনার্দ্র (বর্ণহীন)}}{CuSO_4} + 5H_2O \longrightarrow \underset{\text{(তুঁতে বা ব্লু ভিট্রিওল)}}{CuSO_4.5H_2O}$$

$CuSO_4$ দ্রবণ থেকে কেলাস গঠনের সময় পাঁচ অণু পানিকে যুক্ত করে তুঁতের কেলাস গঠন করে। একইভাবে

$$CaCl_2 + 6H_2O \longrightarrow CaCl_2.6H_2O$$

$$ZnSO_4 + 7H_2O \longrightarrow \underset{\text{(সাদা ভিট্রিওল)}}{ZnSO_4.7H_2O}$$

$$FeSO_4 + 7H_2O \longrightarrow \underset{\text{(সবুজ ভিট্রিওল)}}{FeSO_4.7H_2O}$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + 9H_2O \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3.9H_2O$$

এ বিক্রিয়াসমূহ অনেকটাই সংযোজন বিক্রিয়ার অনুরূপ। তবে পার্থক্য হলো পানি যোজন বিক্রিয়াতে কোনোরূপ ইলেকট্রনের আদান প্রদান ঘটে না।

শিক্ষার্থীর কাজ	**চিন্তা করে উত্তর দিনঃ** নিম্নের রাসায়নিক সমীকরণগুলো কোন প্রকৃতির এবং কেন? ১। $MgCl_2 + 7H_2O \longrightarrow MgCl_2.7H_2O$ ২। $COOH - COOH + 2H_2O \longrightarrow COOH - COOH .2H_2O$ ৩। $Al(NO_3)_3 + 9H_2O \longrightarrow Al(NO_3)_3.9H_2O$ ৪। $Al_2(SO_4)_3 + 18H_2O \longrightarrow Al_2(SO_4)_3.18H_2O$ ৫। $AlCl_3 + 6H_2O \longrightarrow AlCl_3.6H_2O$

৩) সমানুকরণ বিক্রিয়া (Isomerisation Reaction)

পারিপার্শ্বিক অবস্থার পরিবর্তনের কারণে কিছু কিছু যৌগের অণুস্থিত পরমাণুসমূহের বিন্যাসের পরিবর্তন ঘটে। ফলে নতুন নতুন ধর্ম বিশিষ্ট নতুন যৌগের সৃষ্টি হয়। এ ধরনের উৎপন্ন নতুন যৌগের অণুতে উপস্থিত পরমাণুসমূহের অনুপাত পূর্বের যৌগের অণুতে উপস্থিত পরমাণুসমূহের অনুপাতের সমান হয়। যেমন, অ্যামোনিয়াম সায়নেট (NH_4CNO) ও ইউরিয়া (NH_2-CO-NH_2) যৌগ দুটির আণবিক সংকেত একই অর্থাৎ (N_2H_4CO); কিন্তু উহাদের আণবিক গঠন ভিন্ন। ফলে তাদের ধর্মাবলীও ভিন্ন।

$$NH_4CNO \xrightarrow{\text{তাপ}} NH_2\text{-}CO\text{-}NH_2$$

এক্ষেত্রে যৌগে দুটি একে অপরের সমানুক এবং বিষয়টি সমানুতা।

যে সব যৌগের আণবিক সংকেত একই থাকে কিন্তু আণবিক গঠন ভিন্ন হওয়ায় ধর্মাবলীও ভিন্ন হয়, সে সব যৌগের একটিকে অপরটির সমানুক বলে এবং এ বিষয়টিকে সমানুতা বলে। যেমন, C_2H_6O আণবিক সংকেত দ্বারা গঠিত দুটি যৌগ CH_3-CH_2OH (ইথানল) ও CH_3-O-CH_3 (মিথোক্সি মিথেন)। যৌগ দুটির আণবিক সংকেত অভিন্ন হলেও আণবিক গঠন ভিন্ন এবং ধর্মও ভিন্ন হয়।

	CH_3-CH_2OH (ইথানল)	CH_3-O-CH_3 (মিথোক্সি মিথেন)
ভৌত অবস্থা	তরল	গ্যাসীয়
স্ফুটনাংক	78.3° সেলসিয়াস	-24° সেলসিয়াস
দ্রাব্যতা	পানিতে দ্রবণীয়	পানিতে খুব সামান্যই দ্রবণীয়

অণুতে পরমাণুসমূহের পুনর্বিন্যাসের কারনে এ রূপ সমানুক যৌগের সৃষ্টি হয়। এক্ষেত্রে ইলেকট্রনের দান বা গ্রহণ ঘটে না।

শিক্ষার্থীর কাজ	**চিন্তা করে উত্তর দিনঃ** নিম্নের রাসায়নিক সমীকরণগুলো কোন প্রকৃতির এবং কেন? ১। $CH_2 = CHOH \xrightarrow{\text{তাপ}} CH_3\text{-}CHO$ ২। $CH_3\text{-}C(OH)= CH_2 \xrightarrow{\text{তাপ}} CH_3\text{-}CO\text{-}CH_3$ ৩। $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_3$ ৪। CH_2=CH-CHO $\longrightarrow$ CH_3-CO-CH_3 (2-প্রপিন্যাল) (প্রোপানোন) ৫। $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH \longrightarrow CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$ (প্রোপানল-1) (প্রোপানল-2)

৪) পলিমারকরণ বিক্রিয়া (Polymerisation Reaction)

এমন কতগুলো বিক্রিয়া আছে যাদের ক্ষেত্রে একই পদার্থের দুই বা ততোধিক অণু একত্রে সংযোজিত হয়ে অপেক্ষাকৃত বৃহদাকার অণু গঠন করে। উৎপন্ন পদার্থের ও মূল পদার্থের স্থূল সংকেত একই থাকে। কিন্তু উৎপন্ন পদার্থের আণবিক ভর মূল পদার্থের আণবিক ভরের সরল গুণিতক হয়, তখন সে বিক্রিয়াকে পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলা হয়।

গ্রিক শব্দ পলি (Poly) অর্থ বহু (Many) এবং মরোস (Meros) অর্থ অংশ (Parts)। এ দুটি শব্দ থেকে পলিমার শব্দের উৎপত্তি। প্রকৃতপক্ষে পলিমার বলতে বোঝায় বহু অংশযুক্ত উচ্চ আণবিক ভর সম্পন্ন বৃহদাকার অণু। এক কথায় বহু অংশ বা খন্ড বিশিষ্ট অণু।

উদাহরণ: ইথিলিনের পলিমার অণু পলিইথিলিন।

$$n\,(CH_2 = CH_2) \longrightarrow -(CH_2 - CH_2)_n$$

(ইথিলিন) (পলিইথিলিন)

উচ্চ চাপ ও তাপে প্রভাবকের উপস্থিতিতে ভিনাইল ক্লোরাইডের অসংখ্য অণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে পলিভিনাইল ক্লোরাইড পলিমার অণুর সৃষ্টি করে।

$$n\,(CH_2 = CHCl) \xrightarrow{\text{উচ্চ চাপ, তাপ ও প্রভাবক}} -(CH_2 - CHCl)_n$$

(ভিনাইল ক্লোরাইড) (পলিভিনাইল ক্লোরাইড)

টেট্রা ফ্লোরোইথিন ($CF_2 = CF_2$) হতে পলিটেট্রাফ্লোরো ইথিন বা টেফলন উৎপন্ন হয়।

$$n\,(CF_2 = CF_2) \longrightarrow -(CF_2 - CF_2)_n$$

(টেট্রা ফ্লোরোইথিন) (পলিটেট্রাফ্লোরোইথিন বা টেফলন)

এক্ষেত্রে বিক্রিয়ককে মনোমার অণু এবং উৎপাদকে পলিমার অণু বলে। মনোমার অণু ও পলিমার অণু উভয়টিতে মৌল ও পরমাণুর সংখ্যা একই থাকে। পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় ইলেকট্রনের কোনরূপ দান বা গ্রহণ ঘটে না।

শিক্ষার্থীর কাজ

চিন্তা করে উত্তর দিন:

নিম্নের রাসায়নিক সমীকরণগুলো কোন প্রকৃতির এবং কেন?

১। $3CH \equiv CH \xrightarrow{\text{তাপ, প্রভাবক}} C_6H_6$

(ইথাইন) (বেনজিন)

২। $CH_2 = CH - C_6H_5 \xrightarrow{\text{তাপ, প্রভাবক}} -(CH_2 - CH - C_6H_5)_n$

(স্ট্যারিন) (পলিস্ট্যারিন)

৩। $CH_2 = CH - CH_3 \xrightarrow{\text{তাপ, প্রভাবক}} -(CH_2 - CH(CH_3))_n$

(প্রোপিন) (পলিপ্রোপিন)

বাস্তব ক্ষেত্রে সংঘটিত কয়েকটি রাসায়নিক বিক্রিয়া:

আমাদের চারপার্শ্বে প্রতিনিয়ত কত বিক্রিয়া সংঘটিত হচ্ছে তা আমরা কল্পনাও করতে পারি না। রাসায়নিক বিক্রিয়া একটি চলমান ধারা। নিম্নে এ ধরনের কিছু বিক্রিয়া সম্পর্কে আলোচনা করা হলো:

১। বর্ষাকালে খোলা অবস্থায় বায়ুতে এক টুকরা লোহা রেখে দিলে কয়েক দিনের মধ্যেই তাতে মরিচা ধরে যায়। লোহা, বায়ুর জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে মারিচার সৃষ্টি করেছে।

$$4Fe(s) + 6H_2O(l) + 3O_2(g) \longrightarrow 4Fe(OH)_3\,(s)$$

$$4Fe(OH)_3(s) \longrightarrow Fe_2O_3(s) + 3H_2O(l)$$

$$Fe_2O_3(s) + nH_2O \longrightarrow \underset{\text{(মরিচা)}}{Fe_2O_3.nH_2O}$$

মরিচার সাথে যুক্ত পানির অণুর সংখ্যাকে n দ্বারা প্রকাশ করা হয়। মরিচার প্রতিটি অণু Fe_2O_3 এর সাথে যুক্ত পানির অণুর সংখ্যা এখনও অজানা।

২। লোহার টুকরার মত অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর তৈরি আসবাবকে খোলা বায়ুতে রেখে দিলে বায়ুর অক্সিজেনের সাথে অ্যালুমিনিয়ামের বিক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

$$4Al + 3O_2 \longrightarrow 2Al_2O_3$$

উৎপন্ন Al_2O_3 অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর উপর প্রলেপ আকারে পড়ে থাকে। এটি নিচের স্তরের অ্যালুমিনিয়ামকে বায়ুর সংস্পর্শে আসা থেকে রোধ করে।

৩। আমরা প্রতিদিন যে খাদ্য গ্রহণ করি তা দহনের ফলে আমাদের শরীরে শক্তি যোগায়। এক্ষেত্রেও খাদ্যের রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে শক্তি উৎপন্ন হয়। খাদ্য তালিকায় প্রতিদিন আমরা যেসব খাবার খাই যেমন, ভাত, রুটি, মাছ, মাংস, ডিম, দুধ, চিনি, গ্লুকোজ ইত্যাদি। এ সবই বায়ু থেকে গ্রহণ করা অক্সিজেনের সাহায্যে পরিবর্তিত হয়ে কার্বন ডাই-অক্সাইড, পানি ও শক্তি উৎপন্ন করে থাকে। যেমন-

$$\underset{\text{(গ্লুকোজ)}}{C_6H_{12}O_6}(s) + 6O_2(g) \longrightarrow 6CO_2(g) + 6H_2O(l) + \text{তাপ}$$

৪। সবুজ উদ্ভিদের অন্যতম প্রধান বৈশিষ্ট্য হলো, এরা সূর্যালোকের উপস্থিতিতে CO_2 ও পানি থেকে কার্বোহাইড্রেট জাতীয় খাদ্য উৎপন্ন করতে পারে। সবুজ উদ্ভিদের ক্ষেত্রে কার্বোহাইড্রেট জাতীয় খাদ্য উৎপন্ন করার প্রক্রিয়াকে সালোকসংশ্লেষণ (Photosynthesis) বলে। গ্রীক শব্দ Photo অর্থ Light বা আলো এবং Synthesis অর্থ সংশ্লেষণ। অর্থাৎ আলোর উপস্থিতিতে যৌগের সৃষ্টি। প্রকৃতপক্ষে সবুজ উদ্ভিদ তার কোষ মধ্যস্থিত ক্লোরোফিল ও সৌর শক্তি ফোটনের সহায়তায় পানি ও কার্বন ডাই-অক্সাইড এর বিক্রিয়ায় কার্বোহাইড্রেট জাতীয় খাদ্য উৎপন্ন করে।

$$6CO_2 + 12H_2O \xrightarrow{\text{আলো, ক্লোরোফিল}} \underset{\text{(গ্লুকোজ)}}{C_6H_{12}O_6}(s) + 6H_2O(l) + 6O_2$$

এ প্রক্রিয়ায় উপজাত হিসেবে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন অক্সিজেন বায়ুমন্ডলের অক্সিজেনের ভারসাম্য বজায় রাখে।

৫। মানবদেহে সাধারণভাবে পাকস্থলিতে খাদ্য দ্রব্য পরিপাক হয়। খাদ্য দ্রব্যের পরিপাকের সময় পাকস্থলি হতে হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) উৎপন্ন হয়। এ উৎপন্ন এসিড অবাঞ্চিত অণুজীবকে ধ্বংস করে এবং খাদ্য পরিপাকে সহায়তা করে। অতিরিক্ত এসিড উৎপন্ন হলে তখন চিকিৎসকের পরামর্শ অনুসারে বিভিন্ন এন্টাসিড জাতীয় ওষধ সেবনের প্রয়োজন পড়ে। এন্টাসিডে থাকে অ্যালুমিনিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের অক্সাইড। যা খাওয়ার পর হাইড্রোক্সাইডে পরিণত হয়। ক্ষারধর্মী অ্যালুমিনিয়াম ও ম্যাগনেসিয়ামের হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন এসিডকে প্রশমিত করে।

$$Al(OH)_3(s) + 3HCl(aq) \longrightarrow AlCl_3(aq) + 3H_2O(l)$$

$$Mg(OH)_2(aq) + 2HCl(aq) \longrightarrow MgCl_2(aq) + 2H_2O(l)$$

এগুলো হলো ব্যাপক রাসায়নিক বিক্রিয়ার খুব সামান্য একটি অংশ মাত্র। উচ্চতর শ্রেণিতে আপনারা বিস্তারিত জানতে পারবেন।

শিক্ষার্থীর কাজ	একটি কাঁচনলের মধ্যে পরিমাণ মত তুঁতের নীল বর্ণের কেলাসকে নিয়ে উত্তপ্ত করুন। তাপের ফলে তার বর্ণ ও গঠনের পরিবর্তন দেখে খাতায় ফলাফল লিখুন।

সার-সংক্ষেপ :

- **আর্দ্র বিশ্লেষণঃ** কোনো যৌগ পানির সাথে বিক্রিয়া করে এক বা একাধিক ভিন্নধর্মী নতুন যৌগ উৎপন্ন করার প্রক্রিয়াকে আর্দ্র বিশ্লেষণ বলে।
- **পানি যোজনঃ** আয়নিক যৌগ দ্রবণ থেকে কেলাস গঠনের সময় পানির অণুকে সংযুক্ত করার প্রক্রিয়াকে পানি যোজন বলে।
- **সমানুতাঃ** একই আণবিক সংকেত কিন্তু আণবিক গঠন ভিন্ন হওয়ার কারনে ধর্মও ভিন্ন হয়। এ যৌগগুলোকে সমানুক যৌগ বলে এবং যৌগের এ ধর্মকে সমানুতা বলে।
- **পলিমারঃ** বহু অংশ বিশিষ্ট উচ্চ আণবিক ভর সম্পন্ন বৃহদাকার অণু।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। কোন বিক্রিয়াটি আর্দ্র বিশ্লেষণ বিক্রিয়া?

ক) $NaCl\,(aq) + H_2O(l) \longrightarrow NaOH(s) + HCl\,(aq)$

খ) $C_6H_{12}O_6\,(aq) + H_2O(l) \longrightarrow$ দ্রবণ

গ) $CuSO_4\,(aq) + 5H_2O\,(aq) \longrightarrow CuSO_4.5H_2O$

ঘ) $Na_2CO_3(aq) + 2H_2O\,(aq) \longrightarrow 2NaOH\,(aq) + H_2O(l) + CO_2(g)$

২। কোন বিক্রিয়াটি সমাণুকরণ বিক্রিয়া?

ক) $COOH\text{-}COOH + H_2O\,(aq) \longrightarrow COOH\text{-}COOH.2H_2O\,(aq)$

খ) $nCH_2{=}CH_2\,(aq) \longrightarrow \text{-}(CH_2\text{-}CH_2)\text{-}_n$

গ) $CH_3\text{-}C(OH){=}CH_2 \longrightarrow CH_3\text{-}\overset{\overset{O}{\|}}{C}\text{-}CH_3$

ঘ) $NaCl\,(s) + AgNO_3(aq) \longrightarrow AgCl\,(aq) + NaNO_3(aq)$

পাঠ-৭.৫ বিক্রিয়ার গতি প্রকৃতি

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- বিক্রিয়ার হার ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- লা-শাতেলিয়ারের নীতি বর্ণনা করতে পারবেন।
- সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রা, চাপ, ঘনমাত্রা ও প্রভাবকের প্রভাব বলতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	বিক্রিয়ার হার, বিক্রিয়ার বেগ, ঘনমাত্রা

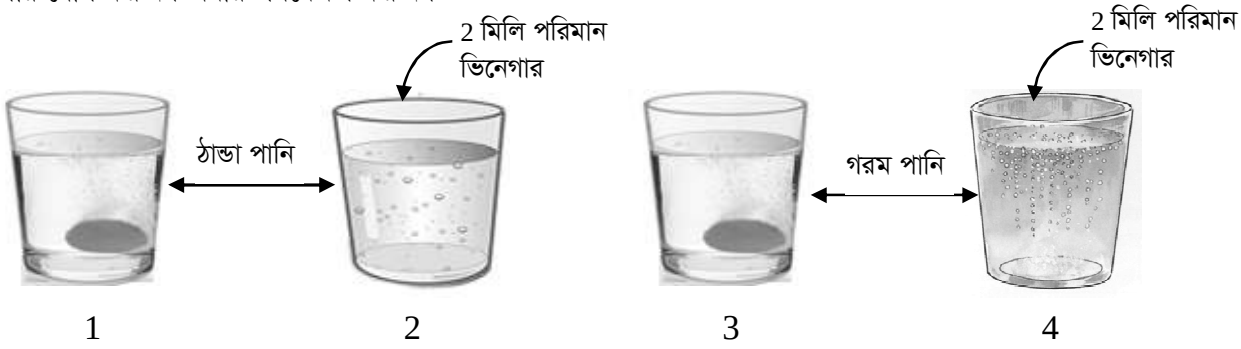
বিক্রিয়ার গতিবেগ বা বিক্রিয়ার হার (Rate of Reaction)

যখন কোন রাসায়নিক বিক্রিয়া সংগঠিত হয় তখন বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয়। বিক্রিয়কের পরিমাণের হ্রাস ঘটে এবং উৎপাদের পরিমাণের বৃদ্ধি ঘটে। অন্যভাবে বললে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার হ্রাস এবং উৎপাদের ঘনমাত্রার বৃদ্ধি ঘটে। বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ঘনমাত্রার পরিবর্তনের হারকে ঐ বিক্রিয়ার গতিবেগ বা বিক্রিয়ার হার বলে।

$$\text{বিক্রিয়ার হার} = \frac{\text{ঘনমাত্রার পরিবর্তন}}{\text{সময়ের ব্যবধান}}$$

বিক্রিয়ার হারের পরীক্ষা:

চারটি পরিষ্কার কাঁচের গ্লাস নিন। প্রতিটি গ্লাসকে যথাক্রমে 1, 2, 3 ও 4 নম্বর দিয়ে চিহ্নিত করুন। প্রতিটি গ্লাসের মধ্যে 1.0 গ্রাম পরিমাণ সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) নিয়ে এদের প্রথম দুটিতে প্রায় 20 মিলি পরিমাণ কক্ষ তাপমাত্রার পানি ও শেষের দুটিতে সমপরিমাণ গরম পানি যোগ করুন। এবার 2 ও 4 নম্বর গ্লাসের মধ্যে 2 মিলি পরিমান লেবুর রস অথবা ভিনেগার যোগ করুন। এবার পর্যবেক্ষণ করুন।



চিত্র ১: সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের সাথে ভিনেগারের বিক্রিয়া

পর্যবেক্ষণ ছক

গ্লাস নং	পানি	লেবুর রস/ ভিনেগার	বুদবুদ উৎপাদের গতি
১ম গ্লাস	ঠান্ডা পানি		
২য় গ্লাস	ঠান্ডা পানি		
৩য় গ্লাস	গরম পানি		
৪র্থ গ্লাস	গরম পানি		

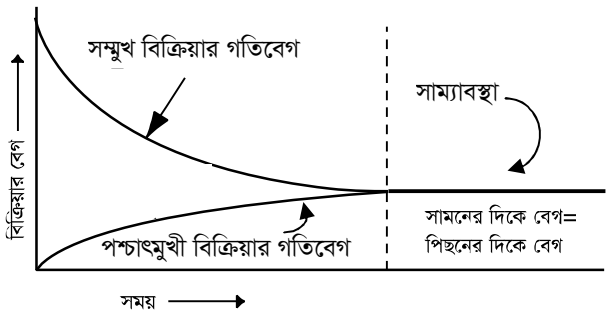
উপরের পরীক্ষা থেকে সুস্পষ্ট যে, একটি নির্দিষ্ট সময়ে সকল গ্লাসে সমপরিমাণ গ্যাস তৈরী হচ্ছে না। অর্থাৎ একই সময়ে সম পরিমাণ বিক্রিয়ক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করছে না। বিক্রিয়ার হার বা গতিবেগ বিক্রিয়ার তাপমাত্রা, বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা

ও বিক্রিয়কের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল ও বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত প্রভাবকের উপর নির্ভর করে। বিক্রিয়ার তাপমাত্রা, বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা ও বিক্রিয়কের পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধির সাথে সাথে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি পায়। বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত প্রভাবকের কারণে বিক্রিয়ার হার বৃদ্ধি বা হ্রাস উভয়ই ঘটতে পারে।

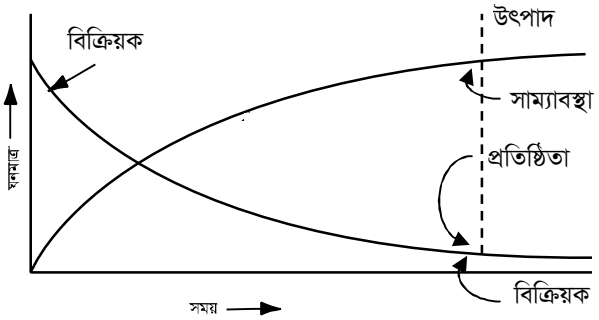
লা শাতেলিয়ার-এর নীতি (Le-Chatelier's Principle):

রাসায়নিক বিক্রিয়ার গতি প্রকৃতির উপর ভিত্তি করে বিক্রিয়াকে দুইভাবে ভাগ করা যায়। একটি একমুখী বিক্রিয়া এবং অপরটি উভমুখী বিক্রিয়া। একমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে শুধু বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয়, উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয় না। অর্থাৎ এক্ষেত্রে শুধু সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ থাকে। উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়ার শুরুতে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বেশি থাকে। ফলে বিক্রিয়ার শুরুতে বিক্রিয়ার গতিবেগ সর্বোচ্চ হয়। এ ভাবে বিক্রিয়া চলতে থাকলে কিছু সময় পর উৎপাদের পরিমাণ বেড়ে যায় তখন, উৎপাদ সমূহ বিক্রিয়কে পরিণত হতে শুরু করে। এভাবে বিক্রিয়াটি চলতে থাকলে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা কমে যায় ও উৎপাদের ঘনমাত্রা বেড়ে যায় এবং বিপরীতভাবে উৎপাদের ঘনমাত্রা কমে যায় ও বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বেড়ে যায়।

উভমুখী বিক্রিয়ার শুরুতে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বেশি থাকে তাই সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ বা হার বেশি থাকে। এভাবে চলতে থাকলে বিক্রিয়কের পরিমাণ ধীরে ধীরে কমতে থাকে, ফলে সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ কমতে থাকে। বিপরীতভাবে উৎপাদের পরিমাণ বাড়তে থাকে। ফলে পশ্চাতমুখী বিক্রিয়ার গতিবেগও বাড়তে থাকে। এভাবে বিপরীতমুখী পরিবর্তন চলতে চলতে পরিবর্তনের কোনো এক সময়ে এসে উভয় গতিবেগ সমান হয়ে যায়। এ অবস্থায় বিক্রিয়ার হারও সমান হয়ে যায়। এ অবস্থায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদের ঘনমাত্রার পরিবর্তন ঘটলেও আপাত ভাবে মান হয় বিক্রিয়াটি স্থির। প্রকৃত পক্ষে এ অবস্থায় একক সময়ে বিক্রিয়কের যে পরিমাণ উৎপাদে পরিণত হয়। উৎপাদের একই পরিমাণ বিক্রিয়কে পরিণত হয়। বিক্রিয়ার অবস্থাকে উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বলে। এ অবস্থায় বিক্রিয়া স্থির থাকে না। এ অবস্থায়ও বিক্রিয়াটি গতিশীল থাকে। এ কারনে একে গতিশীল সাম্যাবস্থাও বলে।



চিত্র ২: সময়ের সঙ্গে বিক্রিয়া বেগের পরিবর্তন।



চিত্র ৩: সময়ের সঙ্গে ঘনমাত্রার পরিবর্তন

উভমুখী বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় উপনিত হলেও এ অবস্থায় বিভিন্ন নিয়ামক যেমন, ঘনমাত্রা, তাপমাত্রা, চাপ বিক্রিয়ার গতির ওপর প্রভাব ফেলে। এ কারণে সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ ও পশ্চাতমুখী বিক্রিয়ার গতিবেগ পরিবর্তিত হয়। সাম্যাবস্থা ভেঙ্গে গিয়ে নতুন ভাবে সাম্যাবস্থার সৃষ্টি হয়। এটি বিজ্ঞানী লা শাতেলিয়ারের নীতি নামে পরিচিত।

"উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ার যে কোনো একটি নিয়ামক যেমন, তাপমাত্রা, চাপ, ঘনামাত্রা এর পরিবর্তন ঘটলে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা এমনভাবে পরিবর্তিত হয় যেন, নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।"

ঘনামাত্রার প্রভাব:

উভমুখী বিক্রিয়াটি সাম্যাবস্থায় উপনিত হওয়ার পর পারিপার্শ্বিক অবস্থাকে অপরিবর্তিত রেখে যদি ঘনমাত্রাকে পরিবর্তন করা যায় তবে সেক্ষেত্রে সাম্যাবস্থার পরিবর্তন ঘটে। উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ক অথবা উৎপাদের যে কোনো একটির ঘনমাত্রার পরিবর্তন ঘটালে সাম্যাবস্থার পরিবর্তন ঘটে। সাম্যাবস্থায় যে কোনো একটি বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা বাড়ালে

বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে গিয়ে বিক্রিয়কের ঘনমাত্রা কমিয়ে দিয়ে পরিবর্তনের ফলাফলকে প্রশমিত করে। এ ক্ষেত্রে বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হয় এবং উৎপাদের পরিমাণ বেড়ে যায়।

আর যদি বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা যে কোনো একটি উৎপাদের ঘনমাত্রা বাড়ানো হয় তবে সেক্ষেত্রে সাম্যাবস্থা বামদিকে সরে গিয়ে উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয়। অর্থাৎ উৎপাদের পরিমাণ কমে গিয়ে পরিবর্তনের ফলাফলকে প্রশমিত করে। এক্ষেত্রে উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয়। উৎপাদ পরিমাণে কমে যায় ও বিক্রিয়ক পরিমাণে বেড়ে যায়।

সাম্যাবস্থায় উৎপাদকে বিক্রিয়কস্থল থেকে সরিয়ে নিলে সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে গিয়ে পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়। একইভাবে সাম্যাবস্থায় অতিরিক্ত অবিকৃত বিক্রিয়ককে বিক্রিয়াস্থল থেকে সরিয়ে নিলে সাম্যাবস্থা বাম দিকে সরে গিয়ে পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।

তাপের প্রভাবঃ

উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রার প্রভাব বিশেষভাবে পরিলক্ষিত হয়। লা-শাতেয়িারের নীতি অনুসারে -

i) তাপোৎপাদী গ্যাসীয় উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ালে বিক্রিয়াটি বাম দিকে সরে গিয়ে তাপমাত্রা বাড়ানোর ফলাফলকে প্রশমিত করে।

ii) তাপহারী গ্যাসীয় উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বাড়ালো বিক্রিয়াটি ডান দিকে সরে গিয়ে তাপমাত্রা বাড়ানোর ফলাফলকে প্রশমিত করে।

তাপোৎপাদী ও তাপহারী উভয় ধরণের গ্যাসীয় সাম্য বিক্রিয়ার উপর তাপমাত্রা পরিবর্তনের প্রভাব উদাহরণের মাধ্যমে ব্যাখ্যা করা হল।

তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেঃ

নাইট্রোজেন গ্যাস ও হাইড্রোজেন গ্যাসের বিক্রিয়ার মাধ্যমে অ্যামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি উভমুখী ও তাপোৎপাদী।

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g); \qquad \Delta H = -92\ KJ/mol$$

এ সাম্য বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী বলে, সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা বাড়ালে বিক্রিয়াটি পশ্চাৎমুখী হয়। বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা বামদিকে সরে গিয়ে উৎপন্ন NH_3 এর বিয়োজন ঘটায়। উৎপন্ন NH_3 গ্যাস বিয়োজিত হয়ে বিক্রিয়ক N_2 ও H_2 গ্যাসে পরিণত হয়। অর্থাৎ সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা বাড়ালে NH_3 এর উৎপাদন কমে যায় এবং বিক্রিয়ক N_2 ও H_2 এর পরিমাণ বেড়ে গিয়ে নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়। আর যদি সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা কমানো হয় তবে সাম্যের অবস্থা ডানদিকে সরে গিয়ে উৎপাদ NH_3 এর পরিমাণের বৃদ্ধি ঘটবে। সাম্য বিক্রিয়ার উৎপন্ন তাপ দ্বারা তাপমাত্রা হ্রাসের ফলাফলকে প্রশমিত করবে।

তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেঃ

ফসফরাস (V) ক্লোরাইডের বিয়োজনে ফসফরাস (III) ক্লোরাইড ও ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয়। বিক্রিয়াটি উভমুখী ও তাপহারী।

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + 3Cl_2(g); \qquad \Delta H = +90\ KJ/mol$$

এ সাম্য বিক্রিয়াটি তাপহারী বলে, সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা বাড়ালে বিক্রিয়াটি সম্মুখ দিকে অগ্রসর হয়। বিক্রিয়াটির সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে গিয়ে উৎপন্ন PCl_3 ও Cl_2 এর পরিমাণ বেড়ে যায়। অর্থাৎ বিক্রিয়ক PCl_5 এর বিয়োজন বেড়ে যায়। সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা কমালে সাম্যের অবস্থান বামদিকে সরে গিয়ে নিয়ামকের পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত করে।

যে সব উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপের কোনো পরিবর্তন হয় না সে সব ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থার ওপর তাপমাত্রার কোনোই প্রভাব থাকে না।

চাপের প্রভাবঃ

উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মধ্যে কোনো একটি গ্যাসীয় এবং উৎপাদের মধ্যে কোনো একটি গ্যাসীয় হলে গ্যাসীয় ধারাটি সাম্যাবস্থায় অবস্থান করলে তার ওপর চাপের প্রভাব বিশেষভাবে পরিলক্ষিত হয়। সাম্যাবস্থার ওপর চাপ বাড়ালে অথবা চাপ কমালে সাম্যাবস্থা এমনভাবে পরিবর্তিত হয় যাতে করে চাপ পরিবর্তনের প্রভাব প্রশমিত হয়। বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা অপেক্ষা উৎপাদের মোল সংখ্যা বেশি হলে আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে একই আয়তনের কারণে চাপ বেড়ে যায়। যেমন-

$$PCl_5(g) \rightleftharpoons PCl_3(g) + 3Cl_2(g)$$

উৎপাদের আয়তন বেড়ে যাওয়ার কারনে পাত্রের মধ্যে চাপ বেড়ে যায়। এ অবস্থায় আরো অতিরিক্ত চাপ প্রয়োগ করলে- চাপের বৃদ্ধির কারনে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বামদিকে সরে যায়। অর্থাৎ উৎপাদ PCl_3 ও Cl_2 যুক্ত হয়ে PCl_5 এ পরিণত হয়।

বিক্রিয়কের মোল সংখ্যা অপেক্ষা উৎপাদের মোল সংখ্যা কম হলে আবদ্ধ পাত্রের মধ্যে একই আয়তনের কারনে চাপ কমে যায়। যেমন-

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g);$$

উৎপাদের আয়তন কমে যাওয়ার কারনে পাত্রের মধ্যে চাপ কমে যায়। এ অবস্থায় আরো অতিরিক্ত চাপ প্রয়োগ করলে- চাপের বৃদ্ধির কারণে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা ডানদিকে সরে যায়। অর্থাৎ NH_3 উৎপাদন বেড়ে যায়।

যে সব গ্যাসীয় উভমুখী বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদ গ্যাসীয় অণুর সংখ্যার পরিবর্তন ঘটে না যে সব বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থার ওপর চাপের কোন প্রভাব থাকে না।

শিক্ষার্থীর কাজ	একটি সফ্‌ট ড্রিংক এর বোতল যেমন, 7-up, Sprite, Coca-Cola এর মুখের কর্কটি ধীরে ধীরে খুলে বোতলের মধ্যে গ্যাস তরল সাম্যাবস্থার পরীক্ষাটি সম্পন্ন করুন।

সার-সংক্ষেপ :

- **লা-শাতেলিয়ার-এর নীতিঃ** উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়ার যে কোনো একটি নিয়ামক যেমন, তাপমাত্রা, চাপ, ঘনমাত্রা এর পরিবর্তন ঘটলে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা এমনভাবে পরিবর্তিত হয় যেন নিয়ামক পরিবর্তনের ফলাফল প্রশমিত হয়।
- **একমুখী বিক্রিয়াঃ** বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয় কিন্তু উৎপাদ বিক্রিয়কে পরিণত হয় না। এক্ষেত্রে শুধু সম্মুখ বিক্রিয়ার গতিবেগ থাকে না।
- **সাম্যাবস্থাঃ** উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে যে অবস্থায় সম্মুখ বিক্রিয়ার হার ও পশ্চাৎ বিক্রিয়ার হার সমান হয় সে অবস্থাকে সাম্যাবস্থা বলে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.৫

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। উভমুখী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য উক্তি হলো-

ক) বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর উৎপাদের ঘনমাত্রার প্রভাব থাকে।

খ) চাপের পরিবর্তন করলে সাম্যাবস্থার পরিবর্তন হয়।

গ) উভমুখী বিক্রিয়ার সম্মুখ অংশটি তাপোৎপাদী হলে বিপরীত বিক্রিয়া তাপোৎপাদী হয়।

ঘ) সকল উভমুখী বিক্রিয়া সাম্যাবস্থায় উপনিত হয় না।

২। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন।

i) সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়কের ঘনমাত্রার হ্রাস ঘটালে বিক্রিয়া ডানদিকে সরে যায়।

ii) সাম্যাবস্থায় উৎপাদকে অপসারণ করলে বিক্রিয়া ডানদিকে সরে যায়।

iii) তাপহারী বিক্রিয়ায় তাপ বাড়ালে বিক্রিয়া ডানদিকে সরে যায়।

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i খ) i ও ii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৩। $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g);$ $\Delta H = -92$ KJ/mol

এ সাম্য বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে প্রযোজ্য উক্তি হলো-

i) তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে সাম্যাবস্থা বামদিকে সরে যায়।

ii) তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলে NH_3 এর বিয়োজন ঘটে।

iii) এটি একটি তাপোৎপাদী প্রক্রিয়া।

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i খ) i ও ii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

চূড়ান্ড় মূল্যায়ন

সৃজনশীল প্রশ্ন

১। $A_2(g) + 3B_2(g) \rightleftharpoons 2AB_3(g)$

ক) জারণ সংখ্যা কী? ১

খ) $AlCl_3$ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে আর্দ্র বিশ্লেষিত হয় কেন? ২

গ) উদ্দীপকের সাম্য বিক্রিয়ার সাম্যবস্থায় চাপের প্রভাব ব্যাখ্যা করুন। ৩

ঘ) উদ্দীপকের সাম্য বিক্রিয়ায় লা-শাতেলিয়ারের নীতি প্রয়োগের বিশ্লেষণ করুন। ৪

২। (i) $Zn(s) + CuSO_4(aq) \rightleftharpoons ZnSO_4(aq) + Cu(s)$

(ii) $NaCl(aq) + AgNO_3(aq) \rightleftharpoons AgCl(s)\downarrow + NaNO_3(aq)$

ক) পলিমারকরণ কী? ১

খ) তাপোৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য লিখুন। ২

গ) উদ্দীপকের জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াটির ব্যাখ্যা করুন। ৩

ঘ) উদ্দীপকের দুটি বিক্রিয়া একই প্রকৃতির নয়-বিশ্লেষণ করুন। ৪

উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.১ :	১। গ	২। গ	৩। খ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.২ :	১। ঘ	২। খ	৩। ঘ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.৩ :	১। গ	২। ঘ	৩। গ
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.৪ :	১। ঘ	২। গ	
পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৭.৫ :	১। ক	২। গ	৩। গ