

রসায়ন

নবম ও দশম শ্রেণি



জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড কর্তৃক ২০১৩ শিক্ষাবর্ষ থেকে
নবম ও দশম শ্রেণির পাঠ্যপুস্তকগুলো নির্ধারিত

রসায়ন

নবম ও দশম শ্রেণি

২০২৫ শিক্ষাবর্ষের জন্য পরিমার্জিত

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড

৬৯-৭০ মতিবিল বাণিজ্যিক এলাকা, ঢাকা
কর্তৃক প্রকাশিত

[প্রকাশক কর্তৃক সর্বস্বত্ত্ব সংরক্ষিত]

প্রথম সংস্করণ রচনা ও সম্পাদনা

প্রফেসর ড. নীলুফার নাহার
অলিউন্ডাই মোঃ আজমতগীর
ড. মোঃ ইকবাল হোসেন
ড. মোঃ মহিনুল ইসলাম
নাফিসা খানম

প্রথম প্রকাশ : সেপ্টেম্বর, ২০১২

পরিমার্জিত সংস্করণ : সেপ্টেম্বর, ২০১৭

পরিমার্জিত সংস্করণ : অক্টোবর, ২০২৪

গণপ্রজাতন্ত্রী বাংলাদেশ সরকার কর্তৃক বিনামূল্যে বিতরণের জন্য

মুদ্রণে:

এসজ কথা

বর্তমানে প্রাতিষ্ঠানিক শিক্ষার উপরোগ বহুমাত্রিক। শুধু জাতি পরিবেশন নয়, দক্ষ মানবসম্পদ গড়ে তোলার মাধ্যমে সমৃদ্ধ জাতিগঠন এই শিক্ষার মূল উদ্দেশ্য। একই সাথে মানবিক ও বিজ্ঞানমূলক সমাজগঠন নিশ্চিত করার প্রধান অবলম্বনও প্রাতিষ্ঠানিক শিক্ষা। বর্তমান বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিনির্ভর বিশ্বে জাতি হিসেবে মাথা ডুলে দাঁড়াতে হলে আমাদের মানসমূহ শিক্ষা নিশ্চিত করা প্রয়োজন। এর পাশাপাশি শিক্ষার্থীদের দেশপ্রেম, মূল্যবোধ ও লৈতিকতার শক্তিতে উজ্জ্বলীবিত করে তোলাও জরুরি।

শিক্ষা জাতির মেরদণ্ড ও আর প্রাতিষ্ঠানিক শিক্ষার প্রাণ শিক্ষাক্রম। আর শিক্ষাক্রম বাস্তুবায়নের সবচেয়ে গুরুত্বপূর্ণ উপকরণ হলো পাঠ্যবই। জাতীয় শিক্ষানীতি ২০১০-এর উদ্দেশ্যসমূহ সামনে রেখে গৃহীত হয়েছে একটি লক্ষ্যান্তিসারী শিক্ষাক্রম। এর আলোকে জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড (এনসিটিবি) মানসম্পদ পাঠ্যপুস্তক প্রযোজন, মূল্যবোধ ও বিতরণের কাজটি নির্ভার সাথে করে যাচ্ছে। সময়ের চাহিদা ও বাস্তবতার আলোকে শিক্ষাক্রম, পাঠ্যপুস্তক ও মূল্যায়নপ্রক্রিয়া পরিবর্তন, পরিমার্জন ও পরিশোধনের কাজটি ও এই প্রতিষ্ঠান করে থাকে।

বাংলাদেশের শিক্ষার স্তরবিন্দ্যাসে মাধ্যমিক জ্ঞানটি বিশেষ গুরুত্বপূর্ণ। বইটি এই জ্ঞানের শিক্ষার্থীদের বসন, মানসমূহের সাথে সংযোগিতা এবং একইসাথে শিক্ষাক্রমের লক্ষ্য ও উদ্দেশ্য অর্জনের সহায়ক। বিদ্যুজ্ঞানে সমৃদ্ধ শিক্ষক ও বিশেষজ্ঞগণ বইটি রচনা ও সম্পাদনা করেছেন। আশা করি বইটি বিদ্যুভিত্তিক জ্ঞান পরিবেশনের পাশাপাশি শিক্ষার্থীদের মনন ও সূজনের বিকাশে বিশেষ ভূমিকা রাখবে।

বিশেষ চাহিদা, প্রযুক্তিগত উন্নতি, পরিবেশ ও কর্মসংজ্ঞানের সিকে লক্ষ রেখে রসায়ন বিদ্যের বিদ্যবন্ধন নির্বাচন করা হয়েছে। দেনবিদিম জীবনে রসায়নের প্রয়োগ, হাতে-কলায়ে কাজ, রসায়ন প্রক্রিয়া, পরিবেশ মূল্য, কর্ম-দক্ষতাসম্পন্ন মানবসম্পদ তৈরি ইত্যাদি বিদ্য বিবেচনার রেখে পাঠ্যপুস্তকটি প্রয়োজন করা হয়েছে। শিক্ষার্থীদের উৎসাহ বাড়ানোর জন্য পাঠ্যপুস্তকটির বিদ্যবন্ধন জীবনবন্ধনিত করা হয়েছে।

পাঠ্যবই যাতে জৰুরদাক্ষিণ্যক ও ক্রান্তিকর অনুষঙ্গ না হয়ে উঠে বৱৎ আনন্দাভ্যৰ্থী হয়ে উঠে, বইটি রচনার সময় সেদিকে সতর্ক দৃষ্টি রাখা হয়েছে। সর্বশেষ তথ্য-উপাত্ত সহযোগে বিদ্যবন্ধন উপজ্ঞাপন করা হয়েছে। চেষ্টা করা হয়েছে বইটিকে যথাসম্ভব দুর্বোধ্যতামূলক ও সাবলীল ভাষায় লিখতে। ২০২৪ সালের পরিবর্তিত পরিচ্ছিতিতে প্রয়োজনের নিরিখে পাঠ্যপুস্তকসমূহ পরিমার্জন করা হয়েছে। একেকে ২০১২ সালের শিক্ষাক্রম অনুযায়ী প্রণীত পাঠ্যপুস্তকের সর্বশেষ সংস্করণকে ভিত্তি হিসেবে গ্রহণ করা হয়েছে। বানানের ফেরে বাংলা একাত্তের প্রমিত বানানরীতি অনুসৃত হয়েছে। যথাযথ সতর্কতা অবলম্বনের প্রেরণ ও তথ্য-উপাত্ত ও ভাষাগত কিছু ভূজ্ঞতি থেকে যাওয়া অসম্ভব নয়। প্রবৰ্তী সংস্করণে বইটিকে যথাসম্ভব ক্রিয়াকলাপ করার আঙ্গীকরণ প্রয়োদ ধারণে। এই বইয়ের মানোন্নয়নে যে কোনো ধরনের যৌক্তিক পরামর্শ কৃতজ্ঞতার সাথে গৃহীত হবে।

পরিশেষে বইটি রচনা, সম্পাদনা ও অলংকরণে যাঁরা অবদান রেখেছেন তাঁদের স্বার প্রতি কৃতজ্ঞতা জানাই।

আকোবুর ২০২৪

প্রফেসর ড. এ কে এম বিলাজুল হ্যাসান

চেয়ারম্যান

জাতীয় শিক্ষাক্রম ও পাঠ্যপুস্তক বোর্ড, বাংলাদেশ

সূচিপত্র

| অধ্যায় | বিষয়বস্তু | পৃষ্ঠা |
|----------|------------------------------|--------|
| প্রথম | রসায়নের ধারণা | ১ |
| দ্বিতীয় | পদার্থের অবস্থা | ১৭ |
| তৃতীয় | পদার্থের গঠন | ৩৫ |
| চতুর্থ | পর্যায় সারণি | ৫৯ |
| পঞ্চম | রাসায়নিক ব্যবন | ৮২ |
| ষষ্ঠি | মোলের ধারণা ও রাসায়নিক গণনা | ১০৯ |
| সপ্তম | রাসায়নিক বিক্রিয়া | ১৪২ |
| অষ্টম | রসায়ন ও শক্তি | ১৬৮ |
| নবম | এসিড-ক্ষারক সমতা | ২০৬ |
| দশম | খনিজ সক্ষেপ: ধাতু-অধাতু | ২৩৩ |
| একাদশ | খনিজ সক্ষেপ: জীবাশ্ম | ২৬১ |
| দ্বাদশ | আমাদের জীবনে রসায়ন | ২৮৭ |

প্রথম অধ্যায়

রসায়নের ধারণা

(The Concepts of Chemistry)



তোমরা যারা নবম শ্রেণির বিজ্ঞান বিভাগের ছাত্র তারা রসায়ন বইটি হাতে পেয়েছো। বইটি হাতে পেয়ে কিছু প্রশ্ন তোমাদের মনের মধ্যে ঘূর্ণাক খাচ্ছে—রসায়ন বিষয়টি কী? কেনই-বা আমরা রসায়ন পড়ব? অর্থাৎ রসায়ন আমাদের কী কাজে লাগে? রসায়নের সাথে বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখার কি কোনো সংকর্ক আছে? এসব বিষয়ের উত্তর এ অধ্যায়টি পড়লে জানতে পারবে।



এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা

- রসায়নের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- রসায়নের ফেজসমূহ চিহ্নিত করতে পারব।
- রসায়নের সাথে বিজ্ঞানের অন্য শাখাগুলোর সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারব।
- রসায়ন পাঠের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- রসায়নে অনুসন্ধান ও গবেষণা প্রক্রিয়ার বর্ণনা করতে পারব।
- বিভিন্ন ধরনের অনুসন্ধানমূলক কাজের পরিকল্পনা প্রণয়ন, অনুমিত সিদ্ধান্ত গঠন ও পরীক্ষা করতে পারব।
- রসায়ন পরীক্ষাগারে কাজের সময় প্রয়োজনীয় সতর্কতা অবলম্বন করতে পারব।
- প্রকৃতিক ও বাস্তব জীবনের ঘটনাবলি রসায়নের দৃষ্টিতে ব্যাখ্যা করতে পারব।

୧.୧ ବସାୟନ ପରିଚିତି (Introduction to Chemistry)

ପ୍ରାଣୋତ୍ଥାସିକ ଯୁଗେ ମାନୁସ କାପଡ଼ ପରତେ ଜାନନ୍ତ ନା, ସରବାଢ଼ି ବାନାତେ ଜାନନ୍ତ ନା, ଏମନ କି ରାମା କରେ ଖେତେ ଜାନନ୍ତ ନା । ଆଜ ଡିଜିଟଲାଇଜେସନ୍‌ରେ ଯୁଗେ ମାନୁସ କତ କିନା କରାହେ । ତାଙ୍କେ ନିୟମଣ କରେ ବିଭିନ୍ନ କାଜେ ବାବହାର କରାହେ, ବିନ୍ଦୁଃ ଉତ୍ପାଦନ କରତେ ଲିଖାହେ । ବିନ୍ଦୁଃକେ ବାବହାର କରେ ମାନୁସ କତ କି କରାହେ । ଇନ୍ଟାରନେଟ୍ ବାବହାର କରେ ମାନୁସ ଘରେ ବସେ ପୃଷ୍ଠାବୀର କୋଥାରେ କି ଘଟାହେ ତା ଦେଖିତେ ପାଇଁ । ଏଗୁଲେର ସବ କିନ୍ତୁ ହୁଲେ ବିଜ୍ଞାନେ ଅବଦାନ । ଶୁଭରାଂ ସ୍ବାଭାବିକଭାବେଇ ପ୍ରଥମ ହୁଏ, ବିଜ୍ଞାନ କୀ? ବିଜ୍ଞାନ ହଳେ, ମାନବଜୀତିର ପଦ୍ଧତିଗତ, ନିରମାନୁଗ ଧାରାବାହିକ ଥାର୍ଡେଟ୍ ଯାର ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକୃତିକେ ନିରଜନ କରେ ନିଜଦେର କଳ୍ପାୟେ କାଜେ ଲାଗାନୋ । ବିଜ୍ଞାନେର ଅନେକଗୁଲୋ ଶାଖା ଆହେ ଯାର ମଧ୍ୟେ ବସାୟନ ହଳେ ଅନାତମ ପ୍ରଧାନ ଶାଖା । [ପ୍ରଥମ: ବିଜ୍ଞାନେର ବିଭିନ୍ନ ଶାଖାର ନାମ ଲିଖ ।]

ଏଥାନେ ପ୍ରଥମ ହଳେ, ବସାୟନ କୀ? ବିଜ୍ଞାନେର ଯେ ଶାଖାଯ ମୌଳ ବା ମୌଲିକ ପଦାର୍ଥରେ ସମସ୍ତରେ ଗଠିତ ଯୌଗ ବା ଯୌଗିକ ପଦାର୍ଥରେ ସଂସ୍ଥିତ, ଗଠିତ ପ୍ରକୃତି, ଧର୍ମ, ବାବହାର ଇତ୍ତାନି ଏବଂ ବନ୍ଦୁସମ୍ବନ୍ଧରେ ପାରଶ୍ରମିକ ବ୍ୟାପାର ଓ ବ୍ୟାପାରକାଳେ ଶତ୍ରୁ ମୂଳରେ ତାପ ଶତ୍ରିର ଶୋଭ ଓ ନିଃସରଣ ଆଲୋଚନା କରା ହୁଏ ତାକେ ବସାୟନ ବଲେ ।

ଆମରା ଜାନି, କ୍ୟାଳା ପୋଡ଼େଲେ ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହୁଏ ସେଇ ମଧ୍ୟେ କାର୍ବିନ ଡାଇଅକ୍ୟୁଇଡ ଯୌଗ ଗଠିତ ହୁଏ । ଆର୍ଦ୍ର-ପରିବେଶେ ଲୋହା ବା ଲୋହା ନିର୍ମିତ ତିନିସ ରେଖେ ଦିଲେ ତାତେ ମରିଚା ପଡ଼େ, ବିଭିନ୍ନ ଗାହେର ନିର୍ବାସ ଥେକେ ଉତ୍ସଥ ଓ ସୁଗନ୍ଧି ନିଷ୍କାଶନ କରା ହୁଏ, ଆକରିକ ଥେକେ ବିଭିନ୍ନ ଧାତୁ ନିଷ୍କାଶନ ଇତ୍ୟାଦି ହଳେ ବସାୟନେର କତିପାଇୟ ଉଦ୍ବାହରଣ । ବଳ ଯାର, ପ୍ରାଣୋତ୍ଥାସିକ ଯୁଗ ଥେବେଇ ମାନୁସ ଜ୍ଞେନେ ଅଥବା ନା ଜ୍ଞେନେ ବିଭିନ୍ନଭାବେ ବସାୟନେର ବାବହାର କରେ ଆଶାହେ । ଏ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପାର୍ଯ୍ୟାନ୍ତ ତଥ୍ୟ ଅନୁଯାୟୀ ପ୍ରଥମ ବାବହତ ଧାତୁ ହଳେ ତାମା । ଏହାତ୍ମା ସେଇ ପ୍ରାଚୀନକାଳ ଥେବେଇ ମାନୁସ ମୋନା, ବୃପ୍ତା, ତିନ, ଲୋହ ଇତ୍ୟାଦି ଧାତୁ ବାବହାର କରାହେ ।

ପ୍ରିଟପର୍ବ୍ଟ 3500 ଅନ୍ଦେର ଦିକେ କପାର ଓ ଟିନ ଧାତୁକେ ଗଲିଯେ ତରଲେ ପରିଣତ କରେ ଏବଂ ଏ ଦୂଢ଼ି ତରଲକେ ଏକତ୍ରେ ମିଳିଯେ ଅତ୍ୟଂପର ମିଶ୍ରଣକେ ଠାନ୍ତ କରେ କଠିନ ସଂକର ଧାତୁତେ (alloy) ପରିଣତ କରା ହୁଏ । ଏ ସଂକର ଧାତୁର ନାମ ତ୍ରୋଙ୍ଗ । ଏ ତ୍ରୋଙ୍ଗ ଦିଯେ ମାନୁସ ଅନ୍ତରେ ତୈରି କରାତ ଏବଂ ପଶୁ ଶିକାର, କୃଧିକାଜ, ଜ୍ଵାଳନିର ଜଳା କାଠ ସଂଗ୍ରହ ଇତ୍ୟାଦି ପ୍ରାଚୀନନୀୟ ଅନେକ କାଜେ ଏ ଅନ୍ତରେ ବାବହାର କରାତ । ଏ ତ୍ରୋଙ୍ଗ ତଥନକାର ମାନବଜୀତିର ଜଳା ଏକ ଅତିପ୍ରୋଜନୀୟ ପଦାର୍ଥ ପରିଣତ ହୁଏ । ତ୍ରୋଙ୍ଗ-ଏର ଆବଶ୍ୟକାର ମାନବ ସଭ୍ୟତାକେ ଅନେକ ଦୂର ଏଗିଯେ ନିଯେ ଗେଲେ । ତ୍ରୋଙ୍ଗର ମତୋ ମାନୁସ ଇଶ୍ପାତସହ ଅନେକଗୁଲୋ ସଂକର ଧାତୁ ତୈରି କରାହେ ଏବଂ ବିଭିନ୍ନ କାଜେ ସେଗୁଲୋ ବାବହାର କରାହେ । [ପ୍ରଥମ: ଗହନ ତୈରିତେ ବାବହତ କରି ଏକଟି ସଂକର ଧାତୁ- ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରୋ ।]

ପ୍ରାଚୀନକାଳେର ଦାଶନିକେରା ପଦାର୍ଥରେ ଗଠିନ ନିଯେ ଅନେକ ଚିନ୍ତା-ଭାବନା କରେନ । ପ୍ରିଟପର୍ବ୍ଟ 380 ଅନ୍ଦେର ଦିକେ ହିକ ଦାଶନିକ ଡେମେକ୍ଟିଟ୍ସ ବଲେନ ଯେ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦାର୍ଥକେ ଅନ୍ବରତ ଭାଙ୍ଗିବା ଥାକଲେ ଶେଷ ପର୍ଯ୍ୟାନ୍ତ ଏମନ

এক স্ফুর্ত কণা পাওয়া যাবে যাকে আর ভাঙা যাবে না। তিনি এর নাম দেন অ্যাটম (Atom অর্থ indivisible বা অবিভাজ্য)। প্রায় একই সময়ে ভারতীয় দার্শনিক কোনাড ডেমেক্স্টিসের মতো প্রায় একই ধারণা প্রকাশ করেছিলেন। কিন্তু এ ধারণাগুলোর কোনো পরীক্ষামূলক ভিত্তি ছিল না। তাহাত্তা দার্শনিক অ্যারিস্টটেল এ ধারণার বিরোধিতা করেন। তখন অ্যারিস্টটেলসহ অন্য দার্শনিকেরা মনে করতেন সকল পদার্থ মাটি, আগুন, পানি ও বাতাস হিলে তৈরি হয়। ফলে অ্যাটমের ধারণা অনেক দিন পর্যন্ত মানুষ প্রাহ্ল করেন।



চিত্র 1.01: অ্যাটনি ল্যাভসিয়ে, রবার্ট বয়েল, স্যার ফ্রান্সিস বেকন এবং জন ডালটন।

Chemistry শব্দের উৎপত্তি:

মধ্যযুগে আরবের মুসলিম দার্শনিকগণ কপার, চিন, সিসা ইত্যাদি স্বল্পমূলোর ধাতু থেকে সোনা তৈরি করতে চেষ্টা করেছিলেন। তাদের আরেকটি চেষ্টা ছিল এমন একটি মহৌষধ তৈরি করা, যা খেলে মানুষের আয়ু অনেক বেড়ে যাবে। এগুলোতে সফল হওয়ার জন্য তারা অনেক পরীক্ষা-নিরীক্ষা করেছিলেন। ফলে সোনা বানাতে বা মানুষের আয়ু বৃদ্ধিতে সফল না হলেও বিভিন্ন পদার্থ মিশিয়ে সোনার মতো দেখতে এমন অনেক পদার্থ তৈরি করেছিলেন। মূলত এগুলোই ছিল রসায়নের ইতিহাসে প্রথম পদ্ধতিগতভাবে রসায়নের চৰ্তা বা রসায়নের গবেষণা। মধ্যযুগীয় আরবের রসায়ন চৰ্তাকে আলকেমি (Alchemy) বলা হতো আর গবেষকদের বলা হতো আলকেমিস্ট (Alchemist)। আলকেমি শব্দটি এসেছে আরবি শব্দ আল-কিমিয়া থেকে। আল-কিমিয়া শব্দটি আবার এসেছে কিমি (Chemi বা Kimi) শব্দ থেকে। এই Chemi শব্দ থেকেই Chemistry শব্দের উৎপত্তি, যার বাংলা প্রতিশব্দ হলো রসায়ন।

আলকেমিস্ট জাবির-ইবনে-হাইয়ান সর্বপ্রথম গবেষণাগারে রসায়নের চৰ্তা করেন। তাই তাঁকে অনেক সময় রসায়নের জনক বলা হয়ে থাকে। জাবির-ইবনে-হাইয়ান বিশ্বাস করতেন সকল পদার্থ মাটি, পানি, আগুন আর বাতাস দিয়ে তৈরি। তিনি এসব নিয়ে গবেষণা করলেও রসায়নের প্রকৃত রহস্যগুলো তার কাছে পরিষ্কার ছিল না। তবে রসায়নের প্রকৃত রহস্য উজ্জ্বলে রসায়ন চৰ্তা প্রথম শুরু করেন অ্যাটনি ল্যাভসিয়ে, রবার্ট বয়েল, স্যার ফ্রান্সিস বেকন এবং জন ডালটনসহ অন্যান্য বিজ্ঞানী। অ্যাটনি ল্যাভসিয়েকে আধুনিক রসায়নের জনক বলা হয়।

ବିଜ୍ଞାନେର ସେ ଶାଖାଯ ପଦାର୍ଥର ଗଠନ, ପଦାର୍ଥର ଧର୍ମ ଏବଂ ପଦାର୍ଥର ପାରମ୍ପରିକ ବୃପ୍ତାଳର ଇତ୍ୟାଦି ନିଯେ ଆଲୋଚନା କରା ହୁଏ ତାକେ ରସାୟନ ବଲେ ।

ଟେବିଲ 1.01: ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନେର ବିଭିନ୍ନ ବିଷୟ ରସାୟନେର ଦୃଷ୍ଟିକୋଣ ଥେବେ ବିଶ୍ଲେଷଣ ।

| ବିଷୟ/ସ୍ଟଟନ୍ଟା | ରସାୟନେର ଦୃଷ୍ଟିକୋଣେ ସ୍ଟଟନ୍ଟାର ବିଶ୍ଲେଷଣ |
|---|--|
| କୌଣ୍ଠ ଆମ ଟକ କିନ୍ତୁ ପାକା ଆମ ମିଟି । | କୌଣ୍ଠ ଆମେ ବିଭିନ୍ନ ଧରନେର ଜୈବ ଏସିଡ ଥାକେ ସେମନ୍: ସାଇଞ୍ଚିକ ଏସିଡ, ଯାଲେହିକ ଏସିଡ ଥାକେ, ଫେଲେ କୌଣ୍ଠ ଆମ ଟକ । କିନ୍ତୁ ଆମ ସଥିନେ ପାକେ ତଥନ ଏହି ଏସିଡ଼ଗୁଲୋର ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ସଟେ ମୁକୋଜ ଓ ଫୁଟୋଜେର ସୃତି ହୁଏ । ତାଇ ପାକା ଆମ ମିଟି । |
| କେରୋସିନ, ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ ଓ ମୋମ ଇତ୍ୟାଦିର ଦହନ । | କେରୋସିନ, ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ, ମୋମ ଏଗୁଲୋର ମୂଳ ଉପାଦାନ ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ । ହାଇଡ୍ରୋକାର୍ବନ ହଜେ କାର୍ବନ ଆର ହାଇଡ୍ରୋଜେନେର ଯୌଗ । ତାଇ ସଥିନେ ଏଗୁଲୋର ଦହନ ସଟେ ତଥନ ବାତାରେ ଅଞ୍ଚିଜେନେର ସାଥେ ଏଗୁଲୋର ବିକିମ୍ବା ହୁଏ ଏବଂ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଆର୍କ୍‌ଆଇଡ, ଜୀମୀ ବାଙ୍ଗ, ଆଲୋ ଆର ତାପଶକ୍ତିର ସୃତି ହୁଏ । |
| ପେଟେର ଏସିଡ଼ିଟିର ଜନ୍ୟ ଏକ୍ଟାସିଡ ଓ ସ୍ଵର୍ଧ ଖାଓଡ଼ା । | ପାକମ୍ପଲୀତେ ଅତିରିକ୍ତ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ରୋରିକ ଏସିଡ ନିଃସରିତ ହୁଲେ ପେଟେ ଏସିଡ଼ିଟିର ସମୟା ହୁଏ । ଏଟାସିଡେ ଥାକେ ଆଲ୍ୟମିନିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ର୍‌ଆଇଡ ଓ ମାଗନେସିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ର୍‌ଆଇଡ । ଏ ଦୂଟି ଯୌଗ ଏସିଡ଼କେ ପ୍ରଶମିତ କରେ । |

ଏ ସ୍ଟାନ୍ଡାର୍ଡଲୋ ଥେବେ ସହଜେଇ ବୁଝାତେ ପାରହେ ଯେ, ଆମାଦେର ଦୈନନ୍ଦିନ ଜୀବନେର ବିଭିନ୍ନ ଜିନିସ ରସାୟନେର ସାଥେ ସଂବନ୍ଧିତ । କାଜେଇ ବିଜ୍ଞାନେର ସରଚେଯେ ପୁରୁଷପୂର୍ଣ୍ଣ ଶାଖାର ଏକଟି ହଲୋ ରସାୟନ ।

1.2 ରସାୟନେର ପରିଧି ବା କ୍ଷେତ୍ରସମ୍ମୁହ (The Scopes of Chemistry)

ଯେଥାନେ ପଦାର୍ଥ ଆହେ ସେଥାନେଇ ରସାୟନ ଆହେ । ବାୟୁମର୍ଦ୍ଦଲେ ବିଭିନ୍ନ ଗ୍ୟାସିଯ ପଦାର୍ଥ ଥାକେ । ବାୟୁମର୍ଦ୍ଦଲେ କିଛି ନା କିନ୍ତୁ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଅନୁବାଦତ ଘଟିଛେ । ଆମରା ଯେ ମାଟିର ଉପରେ ବସିବାକୁ କରାଇ ଦେ ମାଟିତେ ଓ ପ୍ରତି ମୁହଁର୍ତ୍ତ ଘଟେ ଯାଇଁ ଅସଂଖ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ । ଶୁଦ୍ଧ ବର୍ତ୍ତମାନ ସମୟ କେନ୍ତା ନୁହୁର ଅଭିତେତ ଏଇସବ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟିଛେ । ସଥିନେ କୋନୋ ବାତାସ ଛିଲ ନା, ପାନି ଛିଲ ନା, ଛିଲ ନା କୋନୋ ଜୀବରେ ଅଶିଥିତ । କୋଟି କୋଟି ବର୍ଷର ଧରେ ଘଟେଇ ଅସଂଖ୍ୟ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ । ସୃତି ହେଉଛେ ବାୟୁମର୍ଦ୍ଦଲ, ସୃତି ହେଉଛେ ପାନି, ସୃତି ହେଉଛେ ହାଜାରୋ ରକମେର

পদার্থ। এসব কিছুই পৃথিবীকে জীবজগতের জন্য বসবাসের উপযোগী করেছে। মানুষসহ বিভিন্ন প্রাণী ও উড়িস তা সুস্থ অণুজীব (যেমন—বাকটেরিয়া, আমিবা ইত্যাদি) হোক অথবা সৃষ্টি উড়িস বা হাণীই হোক সকলের দেহই বিভিন্ন ধরনের রাসায়নিক পদার্থ দিয়ে তৈরি। প্রতিটি দেহ হলো এক-একটি বড় রাসায়নিক কারখানা। এখানে প্রতি মুহূর্তেই ঘটে চলেছে অসংখ্য রাসায়নিক বিক্রিয়া। সভ্যতার অগ্রগতির সাথে সাথে মানুষ বিভিন্ন পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে তৈরি করে চলেছে আমাদের ব্যবহারের জন্য বিভিন্ন সামগ্রী। যেমন— ভূমি যে জামা-কাপড় পরছো, যে পেস্ট দিয়ে দাঁত পরিষ্কার করছো, যে চিরুনি দিয়ে চুল আঁচড়াছ বা ঢুকে যে কসমেটিকস ব্যবহার করছো তা সবই রসায়নের অবদান। এছাড়া আমরা পরিষ্কারের কাজে সাবান, টেরলেট ক্লিনার, এবং জীবন রক্ষার জন্য ব্যবহার করছি বিভিন্ন ধরনের গুরুত্বসম্মতী। আমাদের খাদ্য চাহিদাকে পূরণ করার জন্য ফসলের খেতে ব্যবহার করছি সাব ও কীটনাশক। যানবাহনে ব্যবহার করছি পরিশোধিত পেট্রোল, ডিজেল—এসবই শিল্প ক্ষেত্রে বিভিন্ন পদার্থের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে তৈরি করা হচ্ছে। সত্ত্বেও কথা বলতে কি রসায়নের পরিধি এ সুস্থ পরিসরে লিখে শেষ করা যাবে না। 1.02 টেবিলে রসায়নের কিছু অতি প্রয়োজনীয় ক্ষেত্রের উদাহরণ দেওয়া হলো—

টেবিল 1.02: রসায়নের কিছু ক্ষেত্র।

| বস্তু/পদার্থ | উপাদান | উৎস ও রাসায়নিক পরিবর্তন |
|-----------------|---|---|
| বায়ু | প্রধানত নাইট্রোজেন ও অক্সিজেন | আমরা শ্বাস নেওয়ার সময় যে বায়ু শ্রান্ত করি সেই বায়ুর অক্সিজেন শরীরের ভেতরে বিয়োজিত (decomposed) খাদ্য উপাদানের সাথে বিক্রিয়া করে শক্তি উৎপাদন করে। এ ক্ষেত্রে নাইট্রোজেন লঘুকরণের মাধ্যমে বিক্রিয়ার তীব্রতাকে নিয়ন্ত্রণ করে খাদ্য। |
| খাবারের পানি | পানিসহ খনিজ লবণ | জীবের শরীরের বেশির ভাগই পানি। শরীরের বিষাক্ত পদার্থ এ পানিতে দ্রব্যভূত হয়ে প্রস্তুত ও যাদের সাহায্যে শরীর থেকে বের হয়ে যায়। খাবারের পানিতে পানি ছাড়াও বিভিন্ন ধরনের খনিজ লবণ যেমন—ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম ইত্যাদি ধাতুর লবণ থাকে, যা আমাদের শরীরের জন্য বিশেষ উপকারী। শরীরে পানির স্বস্পতা (dehydration) হলে মানুষ মারা যেতে পারে। ওলাউটো বা কলেরা রোগে মানুষের মৃত্যুর এটিই মূল কারণ। |
| সার | নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, কার্বন, ফসফরাস, | আমরা যেমন খাবার খাই, তেমনি উড়িদেরও খাবারের প্রয়োজন হয়। উড়িদের খাবারের প্রধান উপাদান হলো—নাইট্রোজেন, অক্সিজেন, ফসফরাস, কার্বন ইত্যাদি। এগুলো উড়িস মাটি থেকে সংগ্রহ করে। তাছাড়া বিভিন্ন সারে এসব মৌলের যৌগ থাকে। |

| | | |
|------|---|---|
| | କ୍ୟାଲ୍‌ସିଆମ, ମ୍ୟାଗନେସିଆମ, ପଟାଶିଆମ | ତାଇ ବିଭିନ୍ନ ଧରନେର ସାର ଉତ୍ତିଦେର ପ୍ରୋଜନ୍ମିଯ ପୁଣି ପ୍ରଦାନ କରେ । ଫଳେ ଫସଲେର ଉଂପାଦନ ଭାଲୋ ହୁଏ । |
| କାଗଜ | ସେଲୁଲୋଜ | କାଗଜେର ଅବିକ୍ଷାର ମାନ୍ୟ ସଭ୍ୟତାର ଏକ ଅନ୍ୟ ଅବଦାନ । ବାଣୀ, ଆଖେର ଛୋବଡ଼ା ଇତାନିତେ ଥାଚୁର ପରିମାଣେ ସେଲୁଲୋଜ ଥାକେ । କାଗଜ ତୈରିର କାରାଖାନାଯ ଏହି ସହନ୍ତ ବନ୍ଧୁକେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ମାଧ୍ୟମେ ପ୍ରକିଳାକରଣ କରେ କାଗଜ ତୈରି କରା ହୁଏ । |

1.3 ରସାୟନେର ସାଥେ ବିଜ୍ଞାନେର ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଶାଖାର ସହକର୍ତ୍ତା (Relationship Between Chemistry and Other Branches of Science)

ଇତୋମଧ୍ୟେ ତୋମରା ଜେନେହେ ବିଜ୍ଞାନେର ବିଭିନ୍ନ ଶାଖା ରହେଛେ । ଯେମନ— ରସାୟନ, ଜୀବବିଜ୍ଞାନ, ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନ, ଗଣିତ, ପରିବେଶବିଜ୍ଞାନ, ଭୂ-ତ୍ରତ୍ଵ ବିଜ୍ଞାନ ଇତାନି । ବିଜ୍ଞାନେର ଏକଟି ଶାଖାର ସାଥେ ଅନ୍ୟ ଏକଟି ଶାଖାର ଗଭୀର ସହକର୍ତ୍ତା ବିଦ୍ୟାମାନ । ବିଜ୍ଞାନେର ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଶାଖା ଯେମନ ରସାୟନେର ଉପର ନିର୍ଭରସୀଳ, ରସାୟନ ଓ ତେମନି ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଶାଖାର ଉପର ନିର୍ଭରସୀଳ । ନିଚେ ବିଜ୍ଞାନେର ବିଭିନ୍ନ ଶାଖାର ସାଥେ ରସାୟନେର ସହକର୍ତ୍ତା କ୍ଷେତ୍ରରେ ଉଦାହରଣେର ସାହାଯ୍ୟ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରା ହେଲୋ :

ଜୀବବିଜ୍ଞାନେର ସାଥେ ରସାୟନେର ସହକର୍ତ୍ତା: ଉତ୍ତିଦ ସାଲୋକସଂପ୍ରେଷଣ (Photosynthesis) ପ୍ରକିଳ୍ୟାର ମାଧ୍ୟମେ ତାର ସବୁଜ ଅଂଶେ ଫ୍ଲୁକୋଜ ତୈରି କରେ । ସାଲୋକସଂପ୍ରେଷଣ ମୂଳତ ଏକଟି ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆ । ଉତ୍ତିଦ ପାତାର ସାହାଯ୍ୟ ବାତାସ ଥେକେ କାର୍ବିନ ଡାଇ-ଆକ୍ସାଇଡ ଏବଂ ମୂଳ ଦିଯେ ପାନି ଶୋଷଣ କରେ । ଉତ୍ତିଦ ସୂର୍ଯ୍ୟଲୋକେର ଉପର୍ଦ୍ଵିତିତେ ସବୁଜ ପାତା ବର୍ତମାନ କ୍ରୋରେଫିଲେର ସାହାଯ୍ୟ ଏହି ପାନି ଆର କାର୍ବିନ ଡାଇ-ଆକ୍ସାଇଡର ମଧ୍ୟେ ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗ ଘଟିଯେ ଫ୍ଲୁକୋଜ ଉଂପନ୍ନ କରେ । ଏହାଙ୍କ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରାଣୀ ସେ ଖାବାର ଭେଟେ ଫ୍ଲୁକୋଜ, ଆୟମହିଳୋ ଏସିତ ଇତାନି ଉଂପନ୍ନ କରେ । ସମ୍ଭା ଜୀବଦେହରେ ଏ ସବ ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥ ଓ ତାଦେର ମଧ୍ୟେ ଘଟେ ଯାଓଯା ବିଭିନ୍ନ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆ ଜୀବବିଜ୍ଞାନେ ଆଲୋଚନା କରା ହୁଏ । ତାଇ ଜୀବବିଜ୍ଞାନ ଓ ରସାୟନ ପରିପରା ସହକର୍ଯ୍ୟକୁ

ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନେର ସାଥେ ରସାୟନେର ସହକର୍ତ୍ତା: ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନେର ଆଲୋଚ୍ୟ ବିଷୟରେ ମଧ୍ୟେ ରହେଛେ ଚୁପ୍ରକ, ବିଦ୍ୟ, ବିଭିନ୍ନ ଯତ୍ନପାତି ଇତାନି । ବିଦ୍ୟାତର ଜନ୍ୟ ସେ ବ୍ୟାଟାରି ବ୍ୟାବହାର କରା ହୁଏ ତା ରସାୟନେରେ ଅବଦାନ । ପେଟ୍ରୋଲ, ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ ବା କ୍ୟାଲ୍‌ସିଆମ ପ୍ରକ୍ରିୟେ ସେ ଶକ୍ତି ଉଂପନ୍ନ ହୁଏ ତା ଦିଯେ ଯାନବାହନ ଚଲେ, ବିଦ୍ୟ, ଉଂପନ୍ନ ହୁଏ । ରସାୟନ ଓ ଆବାର ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନେର ଉପର ନିର୍ଭରସୀଳ । ଭୋତ ରସାୟନ ହଲୋ ରସାୟନେର ଏକଟି ଶାଖା ଯାର ବିଭିନ୍ନ ତତ୍ତ୍ଵ ମୂଳତ ପଦାର୍ଥବିଜ୍ଞାନେର ବିଭିନ୍ନ ତତ୍ତ୍ଵ ଏବଂ ସ୍ମୃତ୍ରେ ଉପର ଭିତ୍ତି କରେ ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ । ନିଉକ୍ରିୟାର ଫିଜିକ୍ ଏବଂ ନିଉକ୍ରିୟାର କେମିସ୍ଟ୍ରୀ ଏକଇ ସୂର୍ଯ୍ୟ ବାଧା ।

ଗଣିତର ସାଥେ ରସାୟନେର ସହକର୍ତ୍ତା: ରସାୟନେର ସାଥେ ଗଣିତର ନିବିଢ଼ ସହକର୍ତ୍ତା ରହେଛେ । ରସାୟନେର ବିଭିନ୍ନ କ୍ଷେତ୍ରେ ବିଶେଷ କରେ ଗଣିତର କାଜେ ଗଣିତର ସାଧାରଣ ସୂତ୍ର ଥେକେ ଜାଟିଲ ସୂତ୍ର ବ୍ୟାବହାର କରା ହୁଏ । ଯେମନ- ଭ୍ରବନେର
୫୦ ଫଳମାତ୍ରା ନିର୍ମୟ, ଯୌଗେର ସଂଯୁକ୍ତ ନିର୍ମୟ, ବିକ୍ରିଆର ହାର ନିର୍ଣ୍ଣୟ ଇତାନି ।

এছাড়া বিজ্ঞানের আরও যে সব শাখা আছে তার প্রায় সব শাখার সাথেই রসায়নের প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষ সম্পর্ক রয়েছে।

১.৪ রসায়ন পাঠের পুরুষ

(The Importance of Studying Chemistry)

ধরো, তৃতীয় সকালবেলা ঘুম থেকে উঠলে। ঘুম থেকে উঠে ভাস্তে একটু পেস্ট লাগিয়ে দাঁত মাজালে। তারপর বই নিয়ে পড়তে বসলে। পড়ার সময় মা তোমাকে চা আর বিস্কুট দিলো। তৃতীয় তা খেলে। খেয়ে গোসল করতে গেলে। গোসল করতে গিয়ে দেখলে তোমাদের বাথরুমটা একটু নোংরা হয়ে আছে। তাই তৃতীয় ট্যালেট ফ্লিনার দিয়ে ট্যালেট পরিষ্কার করলে। গোসল করার সময় ব্যবহার করলে সুগন্ধি সাবান আর শ্যাম্পু। গোসল শেষে গায়ে একটু লোশন মেখে নিলে। তারপর সকালের নশতা সেরে স্কুলে গেলে। স্কুলে শিক্ষক চক দিয়ে বোর্ডে তোমাদের পড়া বুঝিয়ে দিলেন। জুক করো, তৃতীয় হেজিনিসগুলো ব্যবহার করেছ যেমন— পেস্ট, ভাশ, বিস্কুট, ট্যালেট ফ্লিনার, সাবান, শ্যাম্পু লোশন কিংবা চক সবই রসায়নের অবদান।

শুধু কি তাই? অফিসে উর্বর করার জন্য তৈরি করা হয়েছে সার। খেতের ফসল যেন পোকা-মাকড়ে নষ্ট না করে তার জন্য মানুষ তৈরি করেছে কীটনাশক (insecticides)। খাদ্যকে দীর্ঘ দিন সংরক্ষণ করার জন্য তৈরি করেছে প্রিজারভেটিভস (preservatives) জাতীয় রাসায়নিক পদার্থ। অর্থাৎ চাষাবাদ কিংবা খাদ্যের জন্য আমরা রসায়নের উপর নির্ভর করি।

আজ কলেগা, টাইফয়োড, যাঁচা ইত্যাদি মানুষের জন্য অতি সাধারণ চিকিৎসাযোগ্য রোগ, একসময় এ সকল রোগেই লক্ষ লক্ষ মানুষ মারা গেছে। সাস্তিকিকালের করোনার ভয়াবহতা থেকে আমরা মুক্তি পেয়েছি রসায়নের কল্যাণে। কীভাবে বলতে পার? রসায়নের জন্য ব্যবহার করে মানুষ এ সকল রোগের ওপর সফলতার সাথে আবিষ্কার করেছে। এখন ওযুদ্ধের আবিষ্কার এমন পর্যায়ে চলে গেছে যে ক্যানসারের মতো মরণব্যাধি থেকেও মানুষ অনেক ক্ষেত্রে রক্ষা পাচ্ছে।

শিল্পকার্যালান, যানবাহন, মানুষের ব্যবহৃত সামগ্রী থেকে সৃষ্টি প্রচুর পরিমাণে রাসায়নিক বর্জ্য আমাদের পরিবেশের ক্ষতিসাধন করেছে। এর মাঝে রয়েছে কার্বন ডাই-অক্সাইড, কার্বন মনোক্সাইড, সালফার ডাই-অক্সাইড, বিভিন্ন এসিড, বিভিন্ন ভারী ধাতু (যেমন— পারদ, লেড, আসেনিক, কোবাল্ট ইত্যাদি)সহ আরও অনেক ধরনের রাসায়নিক দ্রব্য। এগুলো বায়ুর সাথে মিশে বায়ুদূষণ, পানির সাথে মিশে পানিদূষণ এবং অন্যান্য উপায়ে পরিবেশের ক্ষতিসাধন করেই চলেছে। এগুলো বিভিন্ন উদ্ধিদ বা মাছের শরীরে প্রবেশ করে তাদের ক্ষতিসাধন করেছে। এসব মাছ এবং উদ্ধিদ আমরা খাদ্য হিসেবে থেঁয়ে পরোক্ষভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হচ্ছি। বিভিন্ন ক্ষেত্রে অতিরিক্ত রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহার করা আমাদের জন্য ক্ষতির কারণ। যেমন— ফসলের থেকে ক্ষতিকারক পোকা-মাকড় ধরৎস করার কাজে কীটনাশক ব্যবহার করা হয়। কিন্তু তা প্রয়োজনের অতিরিক্ত ব্যবহার করলে এ অতিরিক্ত কীটনাশক

ବୃଦ୍ଧିର ପାନିତେ ଧୂଯେ ପୁରୁ, ନଦୀ, ଖାଲ-ବିଲେର ପାନିତେ ଗିଯେ ପଡ଼େ ଯା ଏ ପାନିକେ ଦୂଷିତ କରେ । ଏ ସକଳ କିଟନାଶକେର କୋନୋ କୋନୋଟିର କିଛୁ ଅଂଶ ଉଦ୍‌ଘାୟ ତା ବାତାସେର ସାଥେ ମିଶେ ବାତାସକେ ଦୂଷିତ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ କିଟନାଶକେର ଅତିରିକ୍ତ ବ୍ୟବହାର ପରିବେଶେର ଜନ୍ୟ କ୍ଷତିକର । ରସାୟନ ପାଠ କରଲେ ଏ ରକମ ପ୍ରାକୃତିକ ଓ ବାସ୍ତବ ଜୀବନେର ଅନେକ କିଛୁଇ ତୋମରା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରିବେ ।

ସୁତରାଂ ବୁଝାତେ ପାରଛୋ ରସାୟନ ଏକଦିକେ ଯେମେନ ଅନେକ ପ୍ରଯୋଜନୀୟ ଓ ମୂଲ୍ୟବାନ ଜିନିସ ଆବିଷ୍କାର କରାଛେ, ତେମନିଇ ତାର ଅର୍ଥୋଷ୍ଟିକ ଏବଂ ଅବିଚେତକେର ମତୋ ବ୍ୟବହାର ପରିବେଶେର ଓ ମାରାୟକ କ୍ଷତିସାଧନ କରାଛେ । ଏଥିନେ ଅନେକ ରୋଗେର ଔଷ୍ଠ ଆବିଷ୍କାର ହୁଏନି । ରସାୟନ ଅଧ୍ୟୟନ ଓ ଗବେଷଣା କରେ ମେସବ ଔଷ୍ଠ ଆବିଷ୍କାରେ ଚେଟା କରା ଏଥିନ ଆମାଦେର ଦୟିଙ୍କ । କାଜେଇ ତୋମରା ନିଶ୍ଚଯିତ୍ବୁକୁ ବୁଝାତେ ପାରଛୋ ରସାୟନ ପାଠ କରେ ଏକଦିକେ ଆମରା ଦେବକମ ମନ୍ଦବକ୍ଲାପେର ଜନ୍ୟ ପ୍ରଯୋଜନୀୟ ଅନେକ ନତୁନ ଜିନିସ ତୈରି କରତେ ପାରିବ, ଏକଇ ସାଥେ ପରିବେଶେର ଜନ୍ୟ କୋନୋଟି କ୍ଷତିକର ସେଟି ବୁଝାତେ ପାରିବ । ଆର ତୋମରା ରସାୟନ ଅଧ୍ୟୟନ କରେ ଏ ପୃଥିବୀକେ ଆରା ଏଗିଯେ ନିଯେ ଯାଏ । ଏଟା ତୋମାଦେର କାହେ ସବାର ହତ୍ୟାଶା ।

୧.୫ ରସାୟନେ ଅନୁସର୍ଥାନ ବା ଗବେଷଣା ପ୍ରକ୍ରିୟା (The Process of Research in Chemistry)

ବିଜ୍ଞାନେର ଲକ୍ଷ୍ୟ ହଲୋ ମାନବଜତିର କଲ୍ୟାଣସାଧନ କରା । ଏ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ବିଜ୍ଞାନୀରା ନିରନ୍ତର ପରିଶ୍ରମ କରେ ଯାଚେନ । ବିଜ୍ଞାନୀ ନାମ ଶୁଣନ୍ତେଇ ତୋମାଦେର ନିଶ୍ଚଯିତ୍ବ ଆଇନ୍‌ସ୍ଟାଟିନ, ନିୟଟିନ, ଆର୍କିମିଡିସ, ଲ୍ୟାଭଫାର୍ମ୍ସିୟେ, ଗ୍ୟାଲିଲିଓ ଏରକମ ମହାନ ମନୀୟୀର କଥା ମନେ ପଡ଼େ ଯାଏ । ହଁ, ତାରା ତୋ ଅବଶ୍ୟାଇ ମହାନ ବିଜ୍ଞାନୀ । ତରେ ବିଜ୍ଞାନୀ ବଲତେ ଯା ବୋକାଯା ତାତେ ତୋମରାଓ ହତେ ପାରୋ ଏକ ଏକଜନ ବିଜ୍ଞାନୀ । ଆସଲେ ପରୀକ୍ଷା-ନିରୀକ୍ଷା ଓ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତିଗତଭାବେ ସେ ସୁନ୍ଦର ଭାବରେ ହେଲେ ବିଜ୍ଞାନୀ । ଆର ଏହି ପରୀକ୍ଷା-ନିରୀକ୍ଷାର ମାଧ୍ୟମେ କୋନୋ କିଛୁ ଜାନାର ଚେଟାଇ ହଜେ ଗବେଷଣା । ଯିନି ଏହି ଗବେଷଣା କରେନ ତିନିଇ ବିଜ୍ଞାନୀ ।

କାଜେଇ ତୁମିଓ ଯଦି ଏହି ପରୀକ୍ଷା-ନିରୀକ୍ଷାର ମାଧ୍ୟମେ ଜାନ ଅବେଷଣ କରୋ ତାହଲେ ତୁମିଓ ହତେ ପାରିବେ ଏକଜନ ବିଜ୍ଞାନୀ । ସାଠିକ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତିତେ ପରୀକ୍ଷା-ନିରୀକ୍ଷାର ମାଧ୍ୟମେ ଆଜାନା କୋନୋ କିଛୁ ଜାନାର ନାମିଇ ଗବେଷଣା । ତାହଲେ ତୋମରା ବୁଝାତେ ପାରଛୋ ଗବେଷଗାର ଜନ୍ୟ କିଛୁ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅନୁସରଣ କରତେ ହୁଏ । ରସାୟନ ଗବେଷଣାର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ତୋମାଦେର କାହେ ଧାପେ ଧାପେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରା ହବେ ।

ଗବେଷଗାର ଜନ୍ୟ ପ୍ରଥମେଇ ତୋମାକେ ନିର୍ଧାରଣ କରତେ ହବେ ଯେ ତୁମି କୀ ଜାନନ୍ତେ ଚାଓ ବା କୋନ ଧରନେର ନତୁନ ପଦାର୍ଥ ତୁମି ଆବିଷ୍କାର କରତେ ଚାଓ । ଧରା ଯାକ, ତୁମି ଜାନନ୍ତେ ଚାଓ ଅୟମେନିଯାମ କ୍ଲୋରାଇଡକେ ପାନିତେ ଛର୍ବିଭୂତ କରଲେ ତାପ ଉତ୍ପାଦିତ ହବେ ନା ଶୋଷିତ ହବେ । ଏକେ ବଲେ ବିସର ନିର୍ବିଚନ ।

তাহলে তোমাকে সবার আগে এই বিষয়ে কিছু বইপত্র পড়তে হবে অথবা এ ধরনের অন্য কোনো পরীক্ষা আগে করা হয়েছে এমন ধরনের গবেষণাপত্র ইন্টারনেট থেকে বা অন্য কোনোভাবে সংগ্রহ করে তা থেকে তোমার ফলাফল সংস্করে আগেই একটি অনুমান করে নিতে হবে। ধরো, তুমি কোনো বই বা গবেষণাপত্র থেকে জানতে পেলে ক্যালসিয়াম অক্সাইড পানিতে দ্রবীভূত হলে তাপ নির্গত হয়। তুমি এই গবেষণাপত্র থেকে আরো জানতে পেলে ক্যালসিয়াম অক্সাইড পানিতে দ্রবীভূত করার জন্য কী কী যত্নপাতি, কোন কোন রাসায়নিক পদার্থ এবং কোন প্রণালি ব্যবহার করা হয়েছে। এ গবেষণা পত্র থেকে তুমি ধারণা পাবে, তোমার পরীক্ষাটি (আয়োনিয়াম ক্লোরাইডকে পানিতে দ্রবীভূত করা) করার জন্য তোমাকে কী কী যত্নপাতি এবং কোন কোন রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করতে হবে এবং কোন প্রণালি অনুসরণ করতে হবে। ক্যালসিয়াম অক্সাইডের পরীক্ষা থেকে তুমি মনে করলে আয়োনিয়াম ক্লোরাইডকে পানিতে দ্রবীভূত করলে তাপ উৎপন্ন হতে পারে। অর্থাৎ তুমি ফলাফল সংস্করে অনুমান করতে পারলে।

ক্যালসিয়াম অক্সাইডের পরীক্ষা থেকে তুমি ধারণা পেয়েছ যে তোমার এ পরীক্ষাটি করতে বিকার, পানি, আয়োনিয়াম ক্লোরাইড, ধার্মেরিটার, কাচের তৈরি রাড, ব্যালেন্স (নিষ্ঠি) ইত্যাদি জিনিস লাগবে। পরীক্ষাটি সংক্ষয় করার জন্য প্রথমে বিকারে পানি নিতে হবে। এরপর ধার্মেরিটার দিয়ে পানির তাপমাত্রা মেপে নিতে হবে। তারপর সঠিকভাবে ওজন করে আয়োনিয়াম ক্লোরাইড বিকারের পানিতে ঘোগ করতে হবে এবং কাচের রাড দিয়ে সেটুকুকে নেড়ে দ্রবীভূত করতে হবে। এ সময়ের মধ্যে বারবার ধার্মেরিটারের সাহায্যে পানির তাপমাত্রা দেখে নিতে হবে। এভাবে তোমাকে পরীক্ষাটি সংশোধ করতে হবে। এবার শুরু হবে তোমার পরীক্ষণ।

তোমার পরীক্ষা সংক্ষয় করার জন্য একটি বিকারে 250 মিলি পানি নিয়ে এর তাপমাত্রা ধার্মেরিটারে মেপে নাও। ধরো, এর তাপমাত্রা 25°C । তুমি এটি তোমার খাতায় লিখে রাখো। এবার ব্যালেন্সের সাহায্যে 5 গ্রাম আয়োনিয়াম ক্লোরাইড মেপে নিয়ে বিকারের পানিতে দাও। কাচডণ্ড দিয়ে নেড়ে নেড়ে আয়োনিয়াম ক্লোরাইডটুকু দ্রবীভূত করো। দ্রবীভূত হবার সঙ্গে সঙ্গে ধার্মেরিটার দিয়ে আবার তাপমাত্রা মাপ। ধরো, এবার তাপমাত্রা 20°C হলো। ব্যালেন্সের সাহায্যে আবার 5 গ্রাম আয়োনিয়াম ক্লোরাইড বিকারের দ্রবণে একইভাবে দ্রবীভূত করো। এতে বিকারের দ্রবণে মেট আয়োনিয়াম ক্লোরাইড হলো 10 গ্রাম। এভাবে বিকারের দ্রবণে আরো 5 গ্রাম আয়োনিয়াম ক্লোরাইড দ্রবীভূত করো। $\frac{5}{5}$ তৃতীয়বারে বিকারে আয়োনিয়াম ক্লোরাইডের পরিমাণ হলো 15 গ্রাম এবং ধরো এবারে দ্রবণের $\frac{5}{5}$

টেবিল 1.03: আয়োনিয়াম ক্লোরাইড পানিতে দ্রবীভূতকরণ।

| বিকারে দ্রবীভূত আয়োনিয়াম ক্লোরাইডের পরিমাণ | দ্রবণের তাপমাত্রা |
|--|----------------------|
| 0 গ্রাম (দ্রবীভূত করা হয়নি) | 25°C |
| 5 গ্রাম | 20°C |
| 10 গ্রাম | 15°C |
| 15 গ্রাম | 10°C |

তাপমাত্রা হলো 10°C । প্রতিটি ধাপে প্রাপ্ত তথ্য (Data) খাতায় লিখে রাখো এবং প্রাপ্ত তথ্যগুলো বিশ্লেষণের জন্য একটি তালিকায় লিপিবদ্ধ করো। তথ্যগুলো কেমন হতে পারে সেটি 1.03 টেবিলে দেখানো হলো।

1.03 নং টেবিলের তথ্যগুলো বিশ্লেষণ করলে দেখতে পাবে ত্বরণে আয়মেনিয়াম ক্লোরাইড যত বেশি পরিমাণে দ্রবীভূত হচ্ছে ত্বরণের তাপমাত্রা তত কমে যাচ্ছে। এ থেকে তুমি সিদ্ধান্ত নিতে পার, যেহেতু পানিতে আয়মেনিয়াম ক্লোরাইড দ্রবীভূত করলে ত্বরণের তাপমাত্রা হ্রাস পাচ্ছে, তাই এখানে আয়মেনিয়াম ক্লোরাইড পানি থেকে তাপ শোষণ করে দ্রবীভূত হচ্ছে। অর্থাৎ ফলাফল (Result) এই যে, আয়মেনিয়াম ক্লোরাইড পানিতে দ্রবীভূত করলে তাপ শোষিত হয়। উপরের পরীক্ষা সম্পর্ক করতে তুমি যে সকল ধরণ অনুসরণ করলে সেগুলোকে ক্লো চার্ট (Flow Chart) বা প্রবাহন তালিকার মাধ্যমে নিম্নরূপে দেখানো যায়।



চিত্র 1.02: রসায়নে অনুসন্ধান বা গবেষণা প্রক্রিয়ার বিভিন্ন ধাপ।

রসায়নের পরীক্ষা বা গবেষণার জন্য সাধারণত উপরের ধাপগুলো অনুসরণ করতে হয়।

1.6 রসায়ন পরীক্ষাগার ব্যবহারে ও পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত বিভিন্ন রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহারে সতর্কতা গ্রহণ (Safety Measures in Chemistry Laboratory and in Use of Chemicals)

সাধারণত যে ঘরে বা স্থানে বিজ্ঞানের বিভিন্ন পরীক্ষা-নিরীক্ষা এবং গবেষণা করা হয় তাকে পরীক্ষাগার বা গবেষণাগার (Laboratory) বলে। তাই যে ঘরে বা স্থানে রসায়নের পরীক্ষা-নিরীক্ষা ও গবেষণা করা হয় তাকে রসায়ন পরীক্ষাগার বা রসায়ন গবেষণাগার (Chemistry Laboratory) বলে। বুঝতেই পারছ রসায়ন গবেষণাগারে ধাককে বিভিন্ন রাসায়নিক দ্রব্য। প্রায় প্রত্যেকটি রাসায়নিক দ্রব্য বিশেষাকার জাতীয়, কোনোটি

ଦାହ୍ୟ (ସହଜେଇ ଘାତେ ଆଗୁନ ଧରେ ଯାଏ), କୋନୋଟି ଆମାଦେର ଶରୀରେର ଶରୀରର କ୍ଷତି କରେ ଆବାର କୋନୋଟି ପରିବେଶେର କ୍ଷତି କରେ । ରସାୟନ ପରୀକ୍ଷାଗାରେ ଯେ ଯତ୍ନପାତି ବା ପାତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଯ ତାର ବେଶର ଭାଗଇ କାଚେର ତୈରି । ତାଇ ଏ ରସାୟନ ପରୀକ୍ଷାଗାରେ ଢୋକା ଥେବେ ଶୁରୁ କରେ ବେଳେ ହେଉଥାର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରତିଟି ପଦକ୍ଷେପେ ସତର୍କତାମୂଳକ ବ୍ୟବସ୍ଥା ନିତେ ହୁଏ । ଏକଟୁ ଅସତର୍କ ହେଲେ ଯେକୋନୋ ଧରନେର ଦୂର୍ଘଟିନା ଘଟେ ଯେତେ ପାରେ । ଯେମନ— ଏସିଦ ଗାୟେ ପଡ଼ିଲେ ଶରୀରେ କ୍ଷତରେ ସୃତି ହେତେ ପାରେ । ପୋଶାକେ ପଡ଼ିଲେ ପୋଶାକଟି ନଟ ହେବେ ଯେତେ ପାରେ । ଏହାହା ରସାୟନ ଗବେଷଣାଗାରେ ଅର୍ଥିକାନ୍ତ ଓ ବିଶ୍ଵେରାମନ୍ତ୍ର ନାମ ଧରନେର ଛୋଟ୍-ବଡ଼ ଦୂର୍ଘଟିନା ଘଟିତେ ପାରେ । ତାଇ ଶରୀରକେ ରଙ୍ଗ କରନ୍ତେ ପରନ୍ତେ ହେବେ ନିରାପଦ ପୋଶାକ ବା ଅପ୍ରୋନ (apron) ରସାୟନ ଗବେଷଣାଗାରେ ବ୍ୟବହାର ଆୟୋନେର ହାତା ହେବେ ହାତେର କରଞ୍ଜି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଆର ଲସାଯ ହାଟୁର ନିଚି ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ । ଏଟି ସାଧାରଣତ ସାଦା ରଙ୍ଗେ ହୁଏ । ହାତେର ସୁରକ୍ଷାର ଜନ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତେ ହୁଏ ହ୍ୟାଙ୍କ ପ୍ଲାବ୍ସ । ଢୋକେ ରଙ୍ଗ କରାର ଜନ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତେ ହୁଏ ସେଫ୍ଟଟି ଗଗଲ୍ସ ଇତ୍ୟାଦି ।

ରସାୟନ ପରୀକ୍ଷାଗାରେ ନିଜେର ସୁରକ୍ଷା (ସେଫ୍ଟଟିର) ଜନ୍ୟ ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତେ ହୁଏ ଏରକମ କଥେକଟି ଜିନିସେର ଛବି ନିଚେ ଦେଉୟା ହୋଲେ ।



ଚିତ୍ର 1.03: ଆୟୋନ, ସେଫ୍ଟଟି ଗଗଲ୍ସ, ହ୍ୟାଙ୍କ ପ୍ଲାବ୍ସ ଏବଂ ମାଝ ।

ଏକଟି ରାସାୟନିକ ଦ୍ରବ୍ୟ ବ୍ୟବହାରେ ଆଶେଇ ଜେମେ ନିତେ ହେବେ ରାସାୟନିକ ଦ୍ରବ୍ୟଟି କୋନ ପ୍ରକୃତିର । ସେଟି କି ବିଶ୍ଵେରାକ ଅଥବା ଦାହ୍ୟ ନାକି ତେଜକ୍ଷିଯା? ସେଟି ବୋକାନୋର ଜନ୍ୟ ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥେର ବୋତଳ ବା କୌଟାର ଲେବେଲେ ଏକ ଧରନେର ସାଂକେତିକ ଚିହ୍ନ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ଏ ସଂକ୍ରାନ୍ତ ଏକଟି ସର୍ବଜନୀନ ନିୟମ (Globally Harmonized System) ଚାଲୁର ବିସ୍ୟକେ ସାମନେ ରେଖେ ଜାତିସଂଘେର ଉଦ୍ଦୋଗେ ପରିବେଶ ଓ ଉତ୍ସାହନ ନାମେ ଏକଟି ସମ୍ମେଲନ ଅନୁଷ୍ଠିତ ହୁଏ । ଏ ସମ୍ମେଲନେ ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥେର ଝୁକି ଏବଂ ଝୁକିର ମାତ୍ରା ବୋକାନୋର ଜନ୍ୟ ସର୍ବଜନୀନ ସାଂକେତିକ ଚିହ୍ନ ନିର୍ଧାରଣ କରା ହୁଏ ।

ନିଚେର ତାଲିକାଯା ଏ ଧରନେ କିଛି ସାଂକେତିକ ଚିହ୍ନ, ସାଂକେତିକ ଚିହ୍ନବିଶିଷ୍ଟ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ସେଗୁଲୋ ବ୍ୟବହାରେ ଝୁକି, ଝୁକିର ମାତ୍ରା ଓ କୀ ସାବଧାନତା ନିତେ ହୁଏ ତା ଉତ୍ସେଖ କରା ହେଲା ।

টেবিল 1.04: সাংকেতিক চিহ্ন ও সাংকেতিক চিহ্নিশিষ্ট পদার্থের ঝুঁকি

| সাংকেতিক চিহ্ন | ব্যবহারে ঝুঁকি, ঝুঁকির মাত্রা ও সাবধানতা |
|----------------|--|
| | এ চিহ্নিশিষ্ট পদার্থ থেকে খুব সাবধান থাকতে হবে। এসব পদার্থ ব্যবহারের সময় মনে রাখতে হবে এসব পদার্থে আগুন লাগলে প্রচণ্ড বিস্ফোরণ হতে পারে, যার জন্য শরীরের এবং গবেষণাগারের মারাত্মক ক্ষতি হতে পারে। তাই এ মুবাগুলো খুব সাবধানে নাড়াচাড়া করতে হয়। টিএনটি, পার-অক্সাইড, নাইট্রোগ্লিসেরিন ইত্যাদি এ ধরনের বিস্ফোরক পদার্থ। |
| | আলকোহল, ইথার ইত্যাদি দাহ্য পদার্থ। এসব পদার্থে দ্রুত আগুন ধরে যেতে পারে। তাই এদের আগুন বা তাপ থেকে সব সময় দূরে রাখতে হবে। |
| | এ চিহ্নধারী পদার্থ বিষাক্ত প্রকৃতির। তাই শরীরে লাগলে বা শ্বাস-প্রশ্বাস অথবা ক্ষতের মাধ্যমে শরীরে প্রবেশ করলে শরীরের নানা ধরনের ক্ষতি হতে পারে। বেনজিন, ক্রেস্টোবেনজিন, মিথানল এ ধরনের পদার্থ। এ ধরনের পদার্থ ব্যবহারের সময় আঞ্চোন, হ্যাঙ্ক প্লাভস, সেফটি গগলস, মাস্ক ইত্যাদি ব্যবহার করতে হবে। |
| | ডাস্ট, লঘু এসিড, ক্ষার, নাইট্রাস অক্সাইড ইত্যাদি উত্তেজক পদার্থ। এগুলো ছক্ক, ঢোখ, শ্বাসত্ত্ব ইত্যাদির ক্ষতি করে। তাই এ ধরনের পদার্থ ব্যবহারের সময় আঞ্চোন, হ্যাঙ্ক প্লাভস, সেফটি গগলস ব্যবহার করতে হবে। |
| | এ ধরনের পদার্থ দ্রুকে লাগলে বা শ্বাসপ্রশ্বাসের সাথে শরীরের ভেতরে গেলে তা শরীরের স্বস্পন্দনাদি বা দীর্ঘমেয়াদি ক্ষতিসাধন করে। এগুলো শরীরে প্রবেশ করলে ক্যানসারের মতো কঠিন রোগ কিংবা শ্বাসত্ত্বের ক্ষতি হতে পারে। বেনজিন, ট্যুইন, জাইলিন ইত্যাদি এ ধরনের পদার্থ। তাই এগুলোকে সতর্কভাবে রাখতে হবে এবং ব্যবহারের সময় আঞ্চোন, হ্যাঙ্ক প্লাভস, সেফটি গগলস ও মাস্ক পরে নিতে হবে। |

| | |
|--|--|
|  ତେଜକ୍ଷିମ ପଦାର୍ଥ (Radioactive substance) | <p>ଏସବ ପଦାର୍ଥ ଥେବେ କ୍ଷତିକାରକ ଗ୍ରହଣ ବେବେ ହୁଏ ଯା କ୍ୟାମସାରେର ମତୋ ମରଗବାଧି ସୃତି କରାତେ ପାରେ କିଂବା ଏକଜନକେ ବିକଳାଙ୍ଗ କରେ ଦିଲେ ପାରେ । ତାଇ ଏସବ ପଦାର୍ଥ ସ୍ୟାବହାରେର ସମୟ ବିଶେଷ ସତର୍କ ଥାକା ପାରୋଜନ । ଇଉରୋନିଆମ, ରେଡିଓଇମ ଇତ୍ୟାଦି ତେଜକ୍ଷିମ ପଦାର୍ଥ ।</p> |
|  ପରିବେଶେର ଅନ୍ୟ କ୍ଷତିକର (Dangerous for environment) | <p>ଏ ପଦାର୍ଥଗୁଲୋ ପରିବେଶେର ଜନ୍ମ କ୍ଷତିକର । ଏ ଧରନେର ପଦାର୍ଥର ଉଦ୍ଦାହରଣ ହଲୋ ଲେଡ, ମାର୍କରି ଇତ୍ୟାଦି । ତାଇ ଏଗୁଲୋକେ ସ୍ୟାବହାର କରାର ସମୟ ସଥେଟ ହୁଏଇବା ପାରୋଜନ । ସ୍ୟାବହାରେ ପାରେ ଏଗୁଲୋ ସେବାନେ-ସେବାନେ ନା ଫେଲେ ଏକଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସ୍ଥାନେ ରାଖିବାକୁ ହେବେ । ଏସବ ପଦାର୍ଥକେ ସଥାନରେ ପୁନରୁଚାର କରେ ଆବାର ସ୍ୟାବହାର କରାର ଚେଷ୍ଟା କରାତେ ହେବେ । ତାହଲେ ଏଗୁଲୋ ସହଜେ ପରିବେଶେ ଛାଡ଼ିଯେ ପଡ଼ାନ୍ତେ ପାରବେ ନା ।</p> |
|  କ୍ଷତ ସୃତିକାରୀ (Corrosive) | <p>ଏ ପଦାର୍ଥଗୁଲୋ ଶରୀରେ ଲାଗଲେ ଶରୀରେ କ୍ଷତର ସୃତି ହୁଏ । ଶାସ-ପ୍ରଶାସର ସାଥେ ଗ୍ରହଣ କରିଲେ ତା ଶରୀରେର ତେତରେର ଅଞ୍ଚୋରାଓ କ୍ଷତିସାଧନ କରାତେ ପାରେ । ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲୋରିକ ଏସିଡ, ସାଲଫିଡ୍ରୋକ୍ଲୋରିକ ଏସିଡ, ସୋଡ଼ିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲୋରିଡ଼ର ଘନ ଭ୍ରବନ୍ଦ ଏ ଜାତୀୟ ପଦାର୍ଥର ଉଦ୍ଦାହରଣ ।</p> |

ଅନୁଶୀଳନୀ



ବହୁନିର୍ବାଚନୀ ପ୍ରଶ୍ନ

1. ନିଚେର କୋନ ପଦାର୍ଥଟିର ସ୍ୟାବହାରେ ପରିବେଶେର ସବଚେଯେ ବେଶ କ୍ଷତି ହୁଏ?

- (କ) ପ୍ରିଜାରାରେଡ଼େଟ୍ସ (ଘ) କୌଟିନାଶକ
(ଗ) ଅ୍ୟାଲକୋହଳ ବା ଇଥାର (ଘ) ସାର

২. নিচের সাংকেতিক চিহ্নটি কী প্রকাশ করে?



- (ক) বিস্ফোরক পদার্থ (খ) দাহ্য পদার্থ
 (গ) তেজক্ষিয় রশ্মি (ঘ) আগুনের শিখা

৩. নিচের কোন চিহ্নটি তেজক্ষিয় রশ্মি নির্দেশ করে?



৪. কপারের সাথে অন্য কোন ধাতুকে গলিয়ে ত্রোঞ্চ তৈরি করা হয়?

(ক) লোহা

(খ) জিংক

(গ) টিন

(ঘ) লেড



সৃজনশীল প্রশ্ন

১.



A



B

চিত্র A: গুড় সেবনের ছবি

চিত্র B: সবজিক্ষেত্রে কীটনাশক হিটানোর ছবি

(ক) পরেফণা কী?

(খ) পাকা আম খেতে মিষ্টি লাগে কেন?

(গ) উদ্বিগ্নকের A নং চিত্রে রসায়ন কীভাবে সম্পর্কিত-ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উদ্বিগ্নকের কোনটির অতিরিক্ত ব্যাহার পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর- যুক্তিসহ লেখো।

୨.



ଚିତ୍ର-୧



ଚିତ୍ର-୨



ଚିତ୍ର-୩

- (କ) ରସାୟନ କୀ?
- (ଖ) ପୋଡ଼େ ଏସିଭିଟିର ଜନ୍ୟ ଏନ୍ଟାସିତ ଖୌଗ୍ରା ହୁଯ କେନ?
- (ଘ) ଚିତ୍ର-୩ ଏର ସାଂକେତିକ ଚିହ୍ନବିଶିଷ୍ଟ ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥ ମାନୁଷେର କୀ କୀ କ୍ଷତିସାଧନ କରେ-
ବ୍ୟାଖ୍ୟାସହ ଲେଖୋ।
- (ଘ) ଚିତ୍ର-୧ ଓ ଚିତ୍ର-୨ ଏର ସାଂକେତିକ ଚିହ୍ନବିଶିଷ୍ଟ ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥମୂହେର ସ୍ଵବହାର କେନ
ବୁଁକିପୂର୍ଣ୍ଣ- ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରୋ।

দ্বিতীয় অধ্যায়

পদার্থের অবস্থা

(States of Matter)



পদার্থের বিশেষ বৈশিষ্ট্য হলো— এগুলোর ভর আছে এবং এরা স্থান দখল করে। যেমন— চেয়ার, টেবিল, ধাতা, কলম, বরফ, পানি, বাতাস ইত্যাদি। একটি পদাৰ্থ কঠিন, তরল ও গ্যাসীয়—এ তিন অবস্থাতেই থাকতে পারে। এ তিন অবস্থাতেই প্রাতেক পদার্থের নিজস্ব কিছু ধৰ্ম ও বৈশিষ্ট্য দেখা যায়। এ বিষয়গুলোই এ অধ্যায়ে আলোচনা করা হবে।



ଏ ଅଧ୍ୟାୟ ପାଠ ଶେଷେ ଆମରା

- କଣାର ଗତିତତ୍ତ୍ଵର ସାହାଯ୍ୟ ପଦାର୍ଥର ଭୋତ ଅବଶ୍ୟା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରିବ ।
- କଣାର ଗତିତତ୍ତ୍ଵର ସାହାଯ୍ୟ ବ୍ୟାପନ ଓ ନିଃସରଣ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରିବ ।
- ପଦାର୍ଥର ଭୋତ ଅବଶ୍ୟା ଓ ତାପେର ମଧ୍ୟେ ସଞ୍ଚାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରିବ ।
- ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିତେ ବ୍ୟାପନ ହାର ବୃଦ୍ଧି ପରୀକ୍ଷାର ମଧ୍ୟମେ ଦେଖାତେ ପାରିବ ।
- କାଠିନ ପଦାର୍ଥର ଗଲନ ଓ ଉର୍ଧ୍ଵପାତନ ଏବଂ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନ ପ୍ରକିଳ୍ଯା ବର୍ଣ୍ଣନା କରତେ ପାରିବ ।
- କାଠିନ ପଦାର୍ଥର ଗଲନ ଓ ଉର୍ଧ୍ଵପାତନ ଏବଂ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ସ୍ଫୁଟନ ପ୍ରକିଳ୍ଯା ପରୀକ୍ଷାର ମଧ୍ୟମେ ଦେଖାତେ ପାରିବ ।
- ପ୍ରକୃତିତ ସଂଘଟିତ ବାସ୍ତବ ଘଟନା ରସାୟନେର ଦୃଢ଼ିତେ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରତେ ପାରିବ ।
- ରାସାୟନିକ ଦ୍ରବ୍ୟ ଓ ଥାର୍ମୋମିଟାର ସଠିକଭାବେ ବ୍ୟବହାର କରତେ ପାରିବ ।

୨.୧ ପଦାର୍ଥ ଓ ପଦାର୍ଥର ଅବସ୍ଥା (Three States of Matter)

ଯେ ସମ୍ଭୂର ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଭର ଆଛେ ଏବଂ ଜୟାଗା ଦଖଲ କରେ ତାକେ ପଦାର୍ଥ ବଲେ । କହ ତାପମାତ୍ରା କୋନୋ କୋନୋ ପଦାର୍ଥ କଠିନ, କୋନୋ କୋନୋ ପଦାର୍ଥ ତରଳ ଆବାର କୋନୋ କୋନୋ ପଦାର୍ଥ ଗ୍ୟାସିୟ ଅବସ୍ଥା ଥାକେ । ଯେମନ୍... କହ ତାପମାତ୍ରା ଚିନି, ଖାଦ୍ୟ ଲବଣ, ମାରବେଲ ଇତ୍ୟାଦି କଠିନ ଅବସ୍ଥାଯୁ; ପାନି, ତେଲ, କେରୋସିନ ଇତ୍ୟାଦି ତରଳ ଅବସ୍ଥାଯୁ ଏବଂ ନାଇଟ୍ରୋଜନ, ଅଞ୍ଜିଜନ, କାର୍ବନ ଡାଇ-ଆଇଡ ଇତ୍ୟାଦି ଗ୍ୟାସିୟ ଅବସ୍ଥାଯୁ ଥାକେ । ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନ କରେ ଏକଇ ପଦାର୍ଥକେ କଠିନ, ତରଳ ଏବଂ ଗ୍ୟାସିୟ ଅବସ୍ଥାଯୁ ବୃପ୍ତତର କରା ଯାଏ । ନିଚେ କଠିନ, ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସିୟ ପଦାର୍ଥର କିନ୍ତୁ ଧର୍ମ ଏବଂ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ଆଲୋଚନା କରା ହଲୋ ।

[ପ୍ରଶ୍ନ: ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନ କରା ହଲେ ଏକଇ ପଦାର୍ଥ କଠିନ, ତରଳ ଓ ଗ୍ୟାସିୟ ଅବସ୍ଥା ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଉଦାହରଣ ଦାତା ।]

୨.୧.୧ କଠିନ ପଦାର୍ଥ (Solids)

କଠିନ ପଦାର୍ଥର ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଭର, ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଆକାର ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଆୟତନ ଥାକେ । ସବ ପଦାର୍ଥର କଣାଗୁଲୋର ମଧ୍ୟେ ଏକ ଧରନେର ଆକର୍ଷଣ ବଲ ଥାକେ । ଏକେ ଆନ୍ତଃକଣା ଆକର୍ଷଣ ବଲ ବଲା ହୁଏ । କଠିନ ପଦାର୍ଥର କଣାଗୁଲୋର ମଧ୍ୟେ ଆନ୍ତଃକଣା ଆକର୍ଷଣ ବଲ ସବଚେଯେ ବେଶି । ଏ କାରଣେ କଠିନ ପଦାର୍ଥର କଣାଗୁଲୋ ବୁଝ କାହାକାହି ଏବଂ ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଅବସ୍ଥାନେ ଥାକେ, ଫଳେ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଆକାର ହୁଏ । କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଉପର ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରଲେ ଏରା ସଙ୍କୁଚିତ ହୁଏ ନା । ଆବାର, ତାପମାତ୍ରା ବାଡ଼ାଲେ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ବୁଝଇ କମ ପରିମାଣ ବୃଦ୍ଧି ପାର୍ଯ୍ୟା । କଠିନ ପଦାର୍ଥର କଣାଗୁଲୋ ଚଳାଚଳ ବା ସ୍ଥାନ ତ୍ୟାଗ କରାତେ ପାରେନା । ତବେ ନିଜକୁ ସ୍ଥାନେ କଷଣ ମୃତ୍ୟୁ କରାତେ ପାରେ ।

୨.୧.୨ ତରଳ ପଦାର୍ଥ (Liquids)

ତରଳ ପଦାର୍ଥର ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଭର ଓ ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଆୟତନ ଆଛେ କିନ୍ତୁ ନିର୍ଦ୍ଦିତ କୋନୋ ଆକାର ନେଇ । ତରଳ ପଦାର୍ଥକେ ଯେ ପାତ୍ରେ ରାଖା ହୁଏ ସେଇ ପାତ୍ରେର ଆକାର ଧାରଣ କରେ । ତରଳ ପଦାର୍ଥର କଣାଗୁଲୋ କଠିନ ପଦାର୍ଥର କଣାଗୁଲୋର ଚେଯେ ତୁଳନାମୂଳକତାବେ ବେଶି ଦୂରତ୍ବେ ଥାକାଯା ଏଦେର ମଧ୍ୟେ ଆନ୍ତଃକଣା ଆକର୍ଷଣ ବଲ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଚେଯେ କମ ହୁଏ । ତରଳ ପଦାର୍ଥ ଚାପ ପ୍ରୟୋଗ କରଲେ ଆୟତନ ହ୍ରସ୍ଵ ପାର୍ଯ୍ୟା ନା । ତବେ ତାପ ପ୍ରୟୋଗ କରଲେ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଆୟତନ ବୃଦ୍ଧି ପାର୍ଯ୍ୟା । ଏହି ଆୟତନ ବୃଦ୍ଧିର ପରିମାଣ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଚେଯେ ବେଶି ।

[ପ୍ରଶ୍ନ: କେନ ତରଳ ପଦାର୍ଥର କଣାଗୁଲୋ କଠିନ ପଦାର୍ଥର ଚେଯେ ଏକଟୁ ବେଶ ଦୂରେ ଅବସ୍ଥାନ କରେ?]

୨.୧.୩ ଗ୍ୟାସିୟ ବା ବାଯବୀୟ ପଦାର୍ଥ (Gases)

ଗ୍ୟାସିୟ ପଦାର୍ଥର ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଭର ଆଛେ କିନ୍ତୁ ନିର୍ଦ୍ଦିତ ଆକାର ବା ଆୟତନ ନେଇ । ଯେକୋନୋ ପରିମାଣ ଗ୍ୟାସିୟ ପଦାର୍ଥ ଭିନ୍ନ ଭିନ୍ନ ଆୟତନର ପାତ୍ରେ ରାଖାଲେ ପଦାର୍ଥଟି ଧାରକ ପାତ୍ରେର ପୁରୋ ଆୟତନ ଦଖଲ କରେ । ଗ୍ୟାସିୟ ପଦାର୍ଥର କଣାଗୁଲୋ କଠିନ ଓ ତରଳ ପଦାର୍ଥର ଚେଯେ ଅନେକ ବେଶ ଦୂରେ ଦୂରେ ଅବସ୍ଥାନ କରେ । ତାଇ ଏଦେର ଆନ୍ତଃକଣା

আকর্ষণ বল খুবই কম। তাপ প্রয়োগ করলে গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন অনেক কমে যায়। আবার, তাপ প্রয়োগ করলে গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন অনেক বেড়ে যায়।

২.২ কণার গতিতত্ত্ব (Kinetic Theory of Particles)

সকল পদার্থই শূন্য শূন্য কণা থাকা গঠিত। এই কণাগুলো একে অপরকে আকর্ষণ করে থাকে আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি বলে। আবার কণাগুলোর গতিশক্তি রয়েছে। আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি এবং কণাগুলোর গতিশক্তি নিয়ে পদার্থের কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় অবস্থা ব্যাখ্যা করার তত্ত্বকেই কণার গতিতত্ত্ব বলা হয়। যখন কোনো পদার্থের আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি খুব বেশি থাকে তখন কণাগুলো খুব কাছাকাছি অবস্থান করে এবং নিজেদের অবস্থান পরিবর্তন করতে পারে না। এই অবস্থা হলো পদার্থটির কঠিন



চিত্র ২.০১: কণার গতিতত্ত্ব।

অবস্থা। কঠিন পদার্থে তাপ দেওয়া হলে পদার্থের কণাগুলো তাপশক্তি গ্রহণ করে কাঁপতে থাকে। ফলে আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি কমে যায় এবং কণাগুলো কিছুটা গতিশক্তি প্রাপ্ত হয়। পদার্থের এই অবস্থাকে তরল অবস্থা বলে। তরল পদার্থের নির্দিষ্ট আয়তন থাকলেও নির্দিষ্ট আকার থাকে না। তরল অবস্থায় পদার্থে আরো বেশি তাপ দেওয়া হলে কণাগুলো তাপশক্তি নিয়ে গতিশক্তি বৃদ্ধি করতে থাকে এবং এক সময় গতিশক্তি এত বেড়ে যায় যে কণাগুলো আন্তঃকণা আকর্ষণ শক্তি থেকে প্রায় মুক্ত হয়ে বিচ্ছিন্নভাবে ছুটতে থাকে। পদার্থের এই অবস্থাকে গ্যাসীয় অবস্থা বলে। গ্যাসীয় অবস্থায় পদার্থের কোনো নির্দিষ্ট আয়তন থাকে না। তাকে যে আয়তনের পাশে রাখা হবে কণাগুলো সেই আয়তনেই ছোটাছুটি করতে থাকে। এজন্য গ্যাসীয় পদার্থের নির্দিষ্ট কোনো আয়তন নাই। যে পাশে রাখা হয় সে পাশের আয়তনই গ্যাসের আয়তন। এতে পরিমাণ ঘাই হোক না কেন। গ্যাসীয় অবস্থায় প্রেছান্নের পর যদি আরও তাপ দেওয়া হয় তখন কণাগুলো আরও জোরে ছুটতে থাকবে অর্থাৎ গতিশক্তি আরও বেড়ে যাবে।

২.৩ ব্যাপন (Diffusion)

কোনো মাধ্যমে কঠিন, তরল ও বায়বীয় পদার্থের স্বতন্ত্র ও সমানভাবে ছড়িয়ে পড়ার প্রক্রিয়াকে ব্যাপন বলে। ব্যাপন প্রক্রিয়ায় কঠিন, তরল কিংবা বায়বীয় পদার্থ উচ্চ ঘনমাত্রার স্থান থেকে নিম্ন ঘনমাত্রার স্থানের দিকে স্বতন্ত্রভাবে ছড়িয়ে পড়ে। যেমন- ঘরের এক কোণে কোনো একটি সুগন্ধির শিশির মুখ খুলে রাখলে কিছুক্ষণের মধ্যে সারা ঘরে সুগন্ধ ছড়িয়ে পড়ে। এটি ব্যাপন প্রক্রিয়ার উদাহরণ। যে পদার্থের ছড়িয়ে পড়তে সহজ কম লাগে সেই পদার্থের ব্যাপন হার বেশি এবং যে পদার্থের ছড়িয়ে পড়তে সহজ কম লাগে সেই পদার্থের ব্যাপন হার কম। যে পদার্থের আণবিক ভর বেশি সে পদার্থের ব্যাপন হার কম।

নিচের পরীক্ষাগুলোর মাধ্যমে এ বিষয়ে আরও পরিষ্কার ধারণা নিতে পারবে।

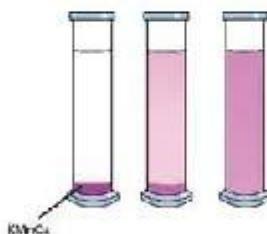


একক কাজ

পরীক্ষা নং: ১

কক্ষ তাপমাত্রায় একটি কাচের পাত্রে কিছু বিশুদ্ধ পানি নাও। এ পানিতে সামান্য গোলাপি বর্ষের কঠিন পটাশিয়াম পারমাণ্ডানেট ($KMnO_4$) ছেড়ে দাও। লক্ষ করো? কিছুক্ষণ পর দেখবে কেন $KMnO_4$ এর দালাগুলো দ্রবীভূত হয়ে গোলাপি দ্রবণে পরিণত হচ্ছে এবং পটাশিয়াম পারমাণ্ডানেটের কণাগুলো পানির মধ্যে এনিক-সেন্দিক ছড়িয়ে পড়ছে। ফলে কিছু সহজ পর দেখা যাবে পুরো পাত্রেই গোলাপি রং ছড়িয়ে পড়ছে। এক্ষেত্রে পানিতে তথা তরল মাধ্যমে কঠিন পদার্থ ($KMnO_4$) ব্যাপ্তি হয়েছে। তরলে কঠিন পদার্থের ব্যাপনের হার অনেক কম হয়। তবে এক্ষেত্রে তাপ প্রয়োগ করা হলে ব্যাপন হার বৃদ্ধি পায়।

যেমন- গরম পানিতে $KMnO_4$ এর ব্যাপনের পরীক্ষাটি সম্পূর্ণ করা হলে দেখা যাবে ঠাণ্ডা পানির চেয়ে গরম পানিতে $KMnO_4$ কণাগুলো দ্রুত ছড়িয়ে পড়ে সহজে পানিকে গোলাপি বর্ণে পরিণত করছে।



চিত্র ২.০২: পানিতে $KMnO_4$ এর ব্যাপন।

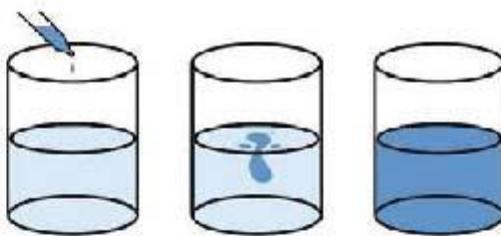


একক কাজ

পরীক্ষা নং: ২

কক্ষ তাপমাত্রায় একটি বিকারে কিছু পরিমাণ বিশুদ্ধ পানি নিয়ে এতে সামান্য পরিমাণ তরল নীলের দ্রবণ ঘোগ করো। কিছুক্ষণের মধ্যে দেখবে বিকারের সমস্ত পানি নীল রং ধারণ করেছে। অর্থাৎ নীলের দ্রবণের কণাগুলো সমস্ত পানিতে ছড়িয়ে পড়েছে। একেতে পানিতে তরল পদার্থ (নীলের দ্রবণ) ব্যাপিত হয়েছে। কক্ষ তাপমাত্রায় কঠিন $KMnO_4$ -এর ব্যাপনের চেয়ে তরল নীলের দ্রবণের ব্যাপনের সময় অনেক কম লেগেছে। অর্থাৎ তরল মাধ্যমে কঠিন পদার্থের ব্যাপন হার-এর চেয়ে তরল মাধ্যমে তরল পদার্থের ব্যাপন হার বেশি। তাপের প্রভাবে এই ব্যাপন হার আরও বেশি হয়।

কঠিন এবং তরল পদার্থের ন্যায় গ্যাসীয় পদার্থ তরল মাধ্যমে ব্যাপিত হয়। তবে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় তরল মাধ্যমে কঠিন এবং তরল পদার্থের চেয়ে গ্যাসীয় পদার্থের ব্যাপন হার বেশি।



চিত্র 2.03: তরল (পানি) মাধ্যমে তরল পদার্থ (নীলের দ্রবণ)।



একক কাজ

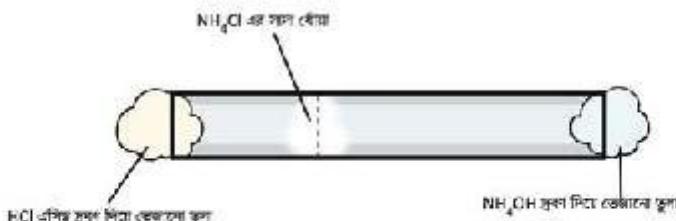
পরীক্ষা নং: ৩

দুটি গ্যাসের ব্যাপন হার

এই পরীক্ষার জন্য দুই মুখ খোলা একটি লসা কাচনল ও দুই খণ্ড তুলা নাও। এক খণ্ড তুলাকে ঘন হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) জ্বরণে ভিজাও এবং অপর খণ্ড তুলাকে আমেনিয়াম হাইড্রোক্লাইড (NH_4OH) জ্বরণে ভিজাও। এবার ঐ লসা কাচনলটির এক মুখে

ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲେରିକ ଏସିଡ ହବଣେ ସିନ୍ତ ତୁଳା ଏବଂ ଅପର ମୁଖେ ଆମୋନିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲେରିଡ ହବଣେ ସିନ୍ତ ତୁଳା ଦିଯେ ବନ୍ଧ କରୋ । ଏଥାନେ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲେରିକ ଏସିଡ ହବଣ ଥେକେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ କ୍ଲୋରାଇଡ ଗ୍ୟାସ ଏବଂ ଆମୋନିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲେରିଡ ହବଣ ଥେକେ ଆମୋନିଆ (NH_3) ଗ୍ୟାସ ବ୍ୟାପିତ ହବେ ।

କିଛୁକଣେ ମଧ୍ୟେ ଦେଖିତେ ପାରେ କାଚଲେର ଭିତରେ ଏକଟି ନିର୍ଦିଷ୍ଟ ଶାନେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ କ୍ଲୋରାଇଡ ଗ୍ୟାସ ଓ ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ ପରିପରେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଯା କରେ ଆମୋନିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡେର (NH_4Cl) ସାଦା ଖୋଲା ସୃତି କରରେ । ସାଦା ଖୋଲାର ଅବସ୍ଥାନ କାଚଲେର ଠିକ ମାର୍କାମାର୍କି ହବେ ନା । ଏଟି ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲେରିକ ଏସିଡ ହବଣେ କାହେ ଏବଂ ଆମୋନିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲେରିଡ ହବଣ ଥେକେ ଦୂରେ ଅବସ୍ଥାନ କରାବେ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏକଇ ସମୟେ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ କ୍ଲୋରାଇଡ ଗ୍ୟାସ କମ ଦୂରତ୍ବ ଏବଂ ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ ବେଶି ଦୂରତ୍ବ ଅତିକ୍ରମ କରେ । ଏ ପରିକା ଥେକେ ବୋକା ଯାଇ ଯେ, ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ କ୍ଲୋରାଇଡ ଗ୍ୟାସ ଥେକେ ମୁତ୍ତ ଛଡ଼ିଯେ ପଡ଼େ ବା ବେଶି ଦୂରତ୍ବ ଅତିକ୍ରମ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସେର ବ୍ୟାପନ ହାର ହାଇଡ୍ରୋଜେନ କ୍ଲୋରାଇଡ ଗ୍ୟାସେର ବ୍ୟାପନ ହାରେର ଚେଯେ ବେଶି । ଏଇ କାରଣ ମୂଳତ ଏହିର ଆଗବିକ ଭର । ଯେ ଗ୍ୟାସେର ଆଗବିକ ଭର ସତ କମ ତାର ବ୍ୟାପନ ହାର ତତ ବେଶି । ଏଥାନେ ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସେର ଆଗବିକ ଭର (17) ହାଇଡ୍ରୋଜେନ କ୍ଲୋରାଇଡ ଗ୍ୟାସେର ଆଗବିକ ଭର (36.5) ଏଇ ଚେଯେ କମ । ତାଇ NH_3 ଗ୍ୟାସ HCl ଗ୍ୟାସେର ଚେଯେ ମୁତ୍ତ ବ୍ୟାପିତ ହେଁବେ ଅର୍ଥାତ୍ ବେଶି ଦୂରତ୍ବ ଅତିକ୍ରମ କରରେ ।



ଚିତ୍ର 2.04: ଦୂତି ଗ୍ୟାସେର ବ୍ୟାପନ ।

H_2 , He , N_2 , O_2 ଏବଂ CO_2 ଗ୍ୟାସଗୁଲୋର ଆଗବିକ ଭର ଥଥାକ୍ରମେ 2, 4, 28, 32 ଏବଂ 44 । ଏଇ ଗ୍ୟାସଗୁଲୋର ମଧ୍ୟେ H_2 ଏଇ ଆଗବିକ ଭର ସବଚେଯେ କମ । ତାଇ H_2 ଏଇ ବ୍ୟାପନ ହାର ସବଚେଯେ ବେଶି ହେଁବେ ଏବଂ CO_2 ଏଇ ଆଗବିକ ଭର ସବଚେଯେ ବେଶି, କାଜେଇ CO_2 ଏଇ ବ୍ୟାପନ ହାର ସବଚେଯେ କମ ହେଁବେ ।

২.৪ নিঃসরণ (Effusion)

সবু ছিদ্রপথে উচ্চচাপ থেকে কোনো গ্যাসের নিম্নচাপের দিকে সজোরে বেরিয়ে আসার প্রক্রিয়াকে নিঃসরণ বলে।

একটি বেলুনকে ফুঁ দিয়ে ফোলাও। এবাবে বেলুনের গায়ে এক টুকরা স্কচটেপ লাগাও। এখন একটি আলপিন দিয়ে স্কচটেপের উপর দিয়ে বেলুনটিতে সবু একটি ছিদ্র করো। দেখবে বেলুনের ভিতরের সমস্ত বাতাস সবু ছিদ্রপথ দিয়ে সজোরে বেরিয়ে পিয়ে বেলুনটি চুপসে গেছে (স্কচটেপ না লাগিয়ে বেলুনটা ফুটো করার চেষ্টা করলে সেটি সশ্বাসে ফেঁটে যাবে)। বেলুনের ভেতরে বাতাসের চাপ বেশি ছিল এবং বেলুনের বাইরে বাতাসের চাপ কম ছিল। তাই উচ্চচাপের প্রভাবে ছিদ্রপথ পাওয়ার সাথে সাথে বেলুনের বাতাস নিম্নচাপের দিকে ধাবিত হয়েছে। এটিই মূলত নিঃসরণ। এক্ষেত্রেও তাপ প্রদান করলে ব্যাপনের মতো নিঃসরণের হারও বৃদ্ধি পায়।

আমরা যানবাহনে জ্বালানি হিসেবে সিএনজি (CNG: Compressed Natural Gas) ব্যবহার করি। এটি মূলত উচ্চচাপে সংকুচিত প্রাকৃতিক গ্যাস। যানবাহন চালানোর সময় এটি সিলিভার থেকে উচ্চ গতিতে বেরিয়ে এসে ইঞ্জিনে প্রবেশ করে। অর্ধাং এখানেও নিঃসরণ ঘটে। বাসবাড়িতে জ্বালানি হিসেবে সিলিভারের গ্যাস ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে মূলত প্রোপেন ও বিউটেন গ্যাসকে উচ্চচাপে সংকুচিত করে তরল অবস্থায় সিলিভারে ভরে রাখা হয়। চুলা জ্বালানোর সময় যখন সিলিভারের মুখ খুলে দেওয়া হয় তখন এটি গ্যাসে পরিষ্কত হয়ে দ্রুতগতিতে বেরিয়ে আসে। অর্ধাং এ ক্ষেত্রেও নিঃসরণ ঘটে।

ব্যাপন ও নিঃসরণ মূলত একই প্রকৃতির ঘটনা। এদের মধ্যে মূল পার্থক্য হলো- ব্যাপনের ক্ষেত্রে চাপের প্রভাব নেই কিন্তু নিঃসরণের ক্ষেত্রে চাপের প্রভাব আছে। ব্যাপনের ক্ষেত্রে কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় পদার্থ উপযুক্ত মাধ্যমে সরবরাহে ছাড়িয়ে পড়ে কিন্তু নিঃসরণের ক্ষেত্রে কেবল গ্যাসীয় পদার্থ গ্যাসীয় মাধ্যমে ধারক পাত্রের সবু ছিদ্রপথ দিয়ে দ্রুত গতিতে উচ্চ চাপ থেকে নিম্ন চাপের দিকে বের হয়ে আসে। রাসায়নিক কাজে জ্বালানি হিসেবে আমরা সিলিভারের গ্যাস ব্যবহার করি। আমরা যদি শুধু সিলিভারের মুখ খুলে দেই এবং আগুন না ধরাই তবে সিলিভার থেকে প্রথমে সবু ছিদ্রপথ দিয়ে গ্যাস বের হয়ে আসবে অর্ধাং এক্ষেত্রে নিঃসরণ ঘটবে। এরপর সিলিভার থেকে বেরিয়ে আসা এই গ্যাস ঘরের চারদিকে ধীরে ধীরে ছড়িয়ে পড়বে। এক্ষেত্রে ব্যাপন ঘটবে। সুতরাং এক্ষেত্রে প্রথমে নিঃসরণ তারপরে ব্যাপন ঘটে।

২.৫ মোমবাতির প্রজ্বলন এবং মোমের তিন অবস্থা (Burning of a Candle and the Three States of Wax)



তরল মোম
কঠিন মোম

চিত্র ২.০৫: মোমবাতির জ্বলন।

মোম হলো বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। হাইড্রোজেন এবং কার্বন মিলে গঠিত জৈব যৌগই হলো হাইড্রোকার্বন। মোমের প্রজ্বলনে আমরা মোমের কঠিন, তরল এবং গ্যাসীয় এই তিনটি অবস্থাই দেখতে পাই। মোম বাতিতে মোমের মধ্যে একটি সুতা থাকে। এ সুতাটে আগুন জ্বালালে সুতার চারদিকে হাইড্রোকার্বন অণুগুলো তাপে গলে তরলে পরিণত হয়। অর্থাৎ কঠিন অবস্থা থেকে তরল অবস্থায় পরিণত হয়।

এ তরল মোম আগুনের তাপে প্রথমে বাল্কে পরিণত হয়। অতপর এ বাল্কীয় মোম বাতাসের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাই-অক্সাইড, জলীয় বাষ, আলো এবং তাপ উৎপন্ন করে। তরল মোমের কিছু অংশ ঠাণ্ডা হলে তা কঠিন মোমে পরিণত হয়। অর্থাৎ তাপের প্রভাবে মোমের কঠিন, তরল ও গ্যাসীয় এই তিন অবস্থারই অস্তিত্ব পাওয়া যায়।

২.৬ গলন ও স্ফুটন (Melting and Boiling)

তাপ প্রয়োগে কোনো পদার্থের কঠিন অবস্থা থেকে তরল অবস্থায় বৃপ্তির করার প্রক্রিয়াকে গলন বলে। 1.0 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে তাপ প্রয়োগের ফলে যে তাপমাত্রায় কোনো কঠিন পদার্থ তরলে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে উন্নত কঠিন পদার্থের গলনাঙ্ক বলে। প্রত্যেক বিশুদ্ধ কঠিন পদার্থের একটি নির্দিষ্ট গলনাঙ্ক থাকে। যেমন— 1.0 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বরফের গলনাঙ্ক 0°C ।

তাপ প্রয়োগ করে তরলকে গ্যাসে বৃপ্তির করার প্রক্রিয়াকে স্ফুটন বলে। 1.0 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে তাপ প্রয়োগের ফলে যে তাপমাত্রায় কোনো তরল পদার্থ গ্যাসীয় পদার্থে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে উন্নত তরল পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক বলে। প্রত্যেক বিশুদ্ধ তরলের একটি নির্দিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক থাকে। যেমন— 1.0 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C । স্ফুটনের বিপরীত প্রক্রিয়াটির নাম ধ্বনিভবন। স্ফুটনের জন্য তাপ দিতে হয়, ধ্বনিভবনের সময় তাপ সরিয়ে দিতে হয়।

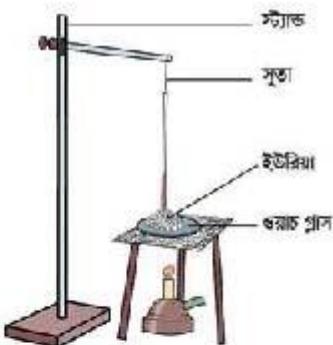


একক কাজ

পরীক্ষা নং: ৪

কঠিন পদার্থের গলনাঙ্গ নির্ণয় পদ্ধতি

ধরা যাক, আমরা একটি বিশুদ্ধ কঠিন পদার্থ/ইউরিয়া সারের গলনাঙ্গ নির্ণয় করতে চাই। এক্ষেত্রে প্রথমে একটি ত্রিপলি স্ট্যাডের উপর তারজালি রেখে তার উপর একটি ওয়াচ গ্লাস রাখতে হবে। এবার ঐ ওয়াচ গ্লাসের উপর কিছু পরিমাণ ইউরিয়া সার রাখতে হবে। এবার একটি স্ট্যাডের সাথে সুতা দিয়ে থার্মোমিটারকে বেঁধে থার্মোমিটারের বাল্কে ইউরিয়ার মধ্যে প্রবেশ করাতে হবে। এবার একটি বার্নার দিয়ে ইউরিয়াকে তাপ দিতে হবে। তাপ দেওয়ার এক পর্যায়ে দেখা যাবে 133°C তাপমাত্রায় ইউরিয়া সার গলতে শুরু করেছে এবং ঐ তাপমাত্রায় সকল ইউরিয়া সার গলে যাবে। এই 133°C তাপমাত্রাই ইউরিয়ার গলনাঙ্গ।

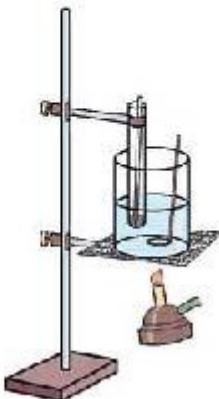


চিত্র 2.06: ইউরিয়ার গলনাঙ্গ নির্ণয়।

মোম গলতে থাকে এবং তাপমাত্রার এই পরিসরেই হলো মোমের গলনাঙ্গ।

অবিশুদ্ধ পদার্থের গলনাঙ্গ বিশুদ্ধ পদার্থ থেকে কম এবং স্ফুটনাঙ্গ বেশি হয়। মিশ্র পদার্থের সুনির্দিষ্ট গলনাঙ্গ ও স্ফুটনাঙ্গ থাকে না।

আবার ধরা যাক, আমরা একটি অবিশুদ্ধ পদার্থ মোমের গলনাঙ্গ বের করতে চাই। মোম কিছু পদার্থের মিশ্রণ। মোমের গলনাঙ্গ নির্ণয় করতে হলে প্রথমে মোমকে চূর্চ করে পাউডার বা গুঁড়ায় পরিণত করতে হবে। এরপর মোমের গুঁড়াকে একটি এক মুখ বৰ্ষ কাচললে নিয়ে 2.07 চিনের মতো করে সেখানে একটি থার্মোমিটার রাখতে হবে। এবারে কাচললটি বিকারের পানিতে এমনভাবে ঢুবাতে হবে যেন কাচললের খোলা মুখে পানি প্রবেশ না করে। এখন বিকারটিতে থারে থারে তাপ প্রয়োগ করতে হবে এক পর্যায়ে দেখা যাবে একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় মোম না গলে তাপমাত্রার একটি পরিসরে (range)



চিত্র 2.07: যোনের গলনাঙ্ক নির্ণয়।

যেহেতু প্রত্যেক বিশুদ্ধ কঠিন পদার্থের একটি নিদিষ্ট গলনাঙ্ক থাকে সেহেতু কঠিন পদার্থ একটি নিদিষ্ট তাপমাত্রায় গলে থাকে। যদি দেখা যায় কোনো কঠিন পদার্থ তার নিদিষ্ট গলনাঙ্ক ছাড়া অন্য কোনো তাপমাত্রায় গলছে সেক্ষেত্রে ধরে নিতে হবে কঠিন পদার্থটি বিশুদ্ধ নয়। আবার যদি দেখা যায় কঠিন পদার্থটি একটি নিদিষ্ট তাপমাত্রার পরিসরে গলতে থাকে তাহলেও ধরে নিতে হবে কঠিন পদার্থটি বিশুদ্ধ নয়। যেমন— 1.0 বায়ুমণ্ডলীয় চাপে বিশুদ্ধ সালফারের গলনাঙ্ক 115°C । কিন্তু কোনো একটি সালফার নমুনার গলনাঙ্ক নির্ণয় করার সময় যদি দেখা যায় এই সালফার নমুনা 115°C অপেক্ষা কম তাপমাত্রায় গলছে, তবে বুঝতে হবে এই নমুনা সালফার বিশুদ্ধ নয় এটি ভেজাল ঘৃন্ত সালফার। গলনাঙ্ক নির্ণয় প্রক্রিয়ার মাধ্যমে কোনো কঠিন পদার্থ বিশুদ্ধতা নির্ণয় করা যায়।



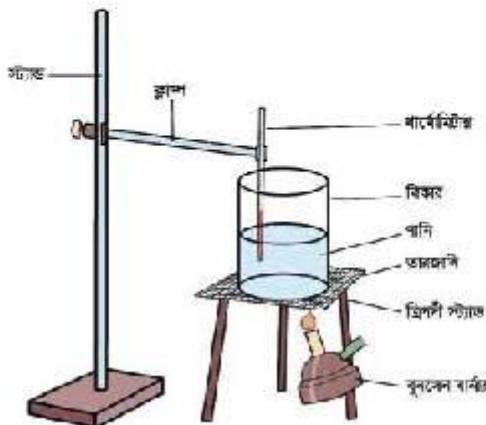
একক কাজ

পরীক্ষা নং: 5

তরল পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয়ের পদ্ধতি

যে তরল পদার্থের স্ফুটনাঙ্ক নির্ণয় করতে হবে ঐ তরল পদার্থের (যেমন—পানি) কিছু পরিমাণ একটি বিকারে নেওয়া হয়। এই বিকারের মধ্যে একটি থার্মোমিটার রাখা হয়। এখন সতর্কভাবে সাথে বুনসেন বার্নার দিয়ে বিকারটিকে উত্তৃত করা হয়। এক পর্যায়ে সমস্ত পানি একটি নিদিষ্ট তাপমাত্রায় বাস্কে পরিণত হবে। এই তাপমাত্রাই পানির স্ফুটনাঙ্ক। যেমন— পানিকে বিকারে নিয়ে উত্তৃত করলে 100°C তাপমাত্রায় সমস্ত পানি বাস্কে পরিণত হয়। অর্থাৎ পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C (1 atm চাপে)। যেহেতু প্রত্যেক বিশুদ্ধ তরলের স্ফুটনাঙ্ক নিদিষ্ট সেহেতু একাধিক তরলের একই স্ফুটনাঙ্ক হতে পারে না। আবার, কোনো তরলে ভেজাল মিশ্রিত থাকলে সেটি তার নিদিষ্ট স্ফুটনাঙ্ক ব্যতীত তিনি তাপমাত্রায় ফুটতে থাকে।

যেমন—পানিতে সামান্য পরিমাণ জ্যালকোহল যোগ করলে পানির স্ফুটনার্ক 100°C তাপমাত্রা না হয়ে অন্য কোনো তাপমাত্রায় হবে। স্ফুটনার্কের মাধ্যমে কোনো তরল পদার্থ বিশুদ্ধ নাকি অবিশুদ্ধ তা নির্ণয় করা যায়।



চিত্র 2.08: পানির স্ফুটনার্ক নির্ণয়।

ইতোমধ্যে তোমরা জানতে পেরেছ একটি বিশুদ্ধ পদার্থের গলন এবং স্ফুটনের সময় তাপ দেওয়া হলেও তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না। এই সময় যে তাপ দেওয়া হয় সেই তাপটুকু অবশিষ্ট পদার্থ শোষণ করে কঠিন থেকে তরল কিংবা তরল থেকে গ্যাসে পরিণত হয়।

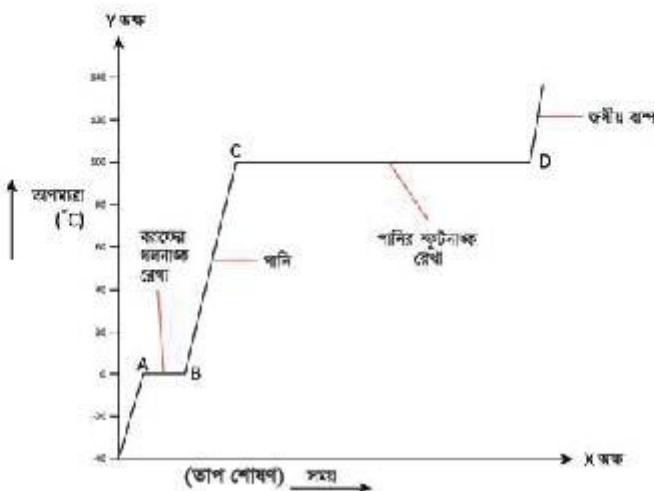
আমরা যদি তাপ প্রয়োগ করে একটি কঠিন পদার্থকে প্রথমে তরল পরে তরলকে বাক্সে পরিণত করি তাহলে তাপমাত্রার কী ঘটবে? নিচের পরীক্ষাটি দেখে আমরা সেটি বুবাতে পারি।



একক কাজ

পরীক্ষা নং: 6

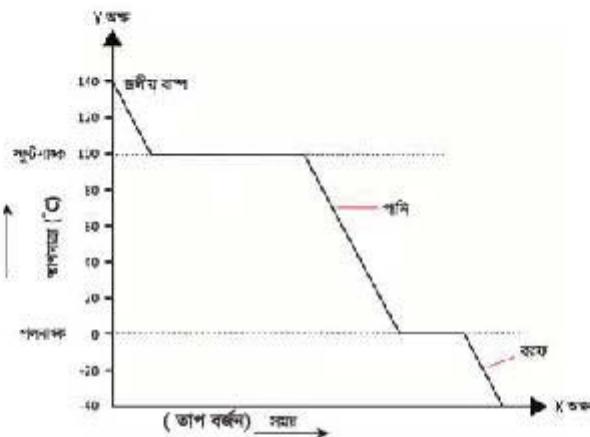
কয়েক টুকরা বরফকে একটি বিকারে নিয়ে সেটিতে ধীরে ধীরে তাপ প্রদান করা হলো এবং তাপ প্রয়োগের পুরো সময় একটি থার্মিমিটাৰের সাহায্যে সারাঙ্গণ এর তাপমাত্রা পরিমাপ করা হলো। ধৰা যাক, কঠিন বরফ খণ্ডগুলোর প্রাথমিক তাপমাত্রা ছিল -40°C (2.09 চিত্রটি দেখো)।



চিত্র 2.09: বরফে তাপ প্রদানের লেখচিত্র।

তাপ প্রয়োগের সাথে সাথে কঠিন অবস্থার বরফের তাপমাত্রা ধীরে ধীরে বাঢ়তে থাকে এবং বাঢ়তে বাঢ়তে যখন 0°C তাপমাত্রায় পৌছায়, তখন কঠিন বরফ গলনের মাধ্যমে তরল পানিতে পরিণত হয়। কঠিন বরফের গলনের পূরো সময় তাপমাত্রা 0°C তাপমাত্রায় স্থিত থাকে এবং এই 0°C তাপমাত্রায়ই সমস্ত বরফ পানিতে পরিণত হয়। অর্থাৎ 0°C তাপমাত্রা হলো বরফের গলনাক্ত। গলনাক্তের তাপমাত্রায় যে সরলরেখা পাওয়া যায় তাকে গলনাক্ত রেখা বলা হয়। 2.09 চিত্রে AB রেখা বরফের গলনাক্ত রেখা। এই রেখা বরাবর বরফ ও পানি উভয়ই অবস্থান করে। এরপরও তাপ দিতে থাকলে তরল পানির তাপমাত্রা ধীরে ধীরে বাঢ়তে থাকে এবং পানির তাপমাত্রা যখন 100°C এ পৌছে তখন পানিতে তাপ প্রদান করলেও তরল পানির তাপমাত্রা আর বাঢ়ে না। এই তাপমাত্রায় পানি স্ফুটতে থাকে। এই 100°C তাপমাত্রায়ই সমস্ত পানি জলীয় বাকে পরিণত হয়। এরপরও তাপ প্রয়োগ করা হলে জলীয় বাকের তাপমাত্রা ধীরে ধীরে বাঢ়তে থাকে। পানির স্ফুটনাক্ত 100°C । চিত্রে CD রেখা পানির স্ফুটনাক্ত রেখা। এই রেখা বরাবর পানি এবং জলীয়বাক্ষ উভয়ই একসাথে অবস্থান করে।

বিগরীতক্রমে জলীয় বাষ্পকে ক্রমাবয়ে শীতল করা হলে প্রাপ্ত ফলাফল একটি গ্রাফ পেপারের X অক্ষে সময় এবং Y অক্ষে তাপমাত্রা নিয়ে লেখচিত্র অঙ্কন করলে নিম্নরূপ রেখা পাওয়া যাবে:



চিত্র 2.10: জলীয় বাষ্পকে শীতলকরণের লেখচিত্র।

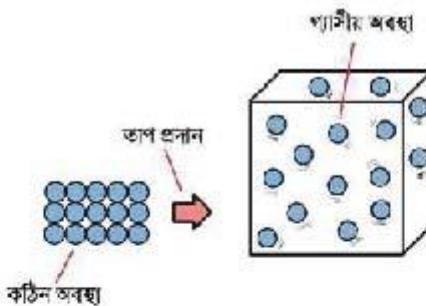
লেখচিত্র থেকে দেখা যায়, শুরুতে জলীয় বাষ্পের তাপমাত্রা 140°C । এই জলীয় বাষ্পকে ধীরে ধীরে শীতল বা ঠাণ্ডা করে যখন তাপমাত্রা 140°C থেকে কমিয়ে 100°C এ নিয়ে যাওয়া হয় তখন জলীয় বাষ্প পানিতে পরিণত হতে শুরু করে। যতক্ষণ জলীয় বাষ্প পানিতে পরিণত হতে থাকে ততক্ষণ পানির তাপমাত্রা 100°C তে স্থির থাকে। এরপরও পানিকে আরো ঠাণ্ডা করা হলে পানির তাপমাত্রা কমতে থাকে। ঠাণ্ডা করতে করতে যখন পানির তাপমাত্রা 0°C তাপমাত্রায় পৌছে তখন তরল পানি কঠিন বরফে পরিণত হতে শুরু করে। এর পরেও পানিকে ঠাণ্ডা করলে পানির তাপমাত্রা আর কমে না। সমস্ত তরল পানি কঠিন বরফে পরিণত হওয়ার পর আরও ঠাণ্ডা করা হলে বরফের তাপমাত্রা 0°C থেকে কমতে থাকে। চিত্রে -40°C তাপমাত্রা পর্যন্ত বরফের তাপমাত্রা কমানো দেখানো হয়েছে।

২.৭ পাতন এবং উর্ধপাতন (Distillation and Sublimation)

তাপ প্রয়োগের দ্বারা একটি তরল পদার্থকে বাল্কে পরিণত করার প্রক্রিয়াকে বাস্তীভবন বলে। যেমন— একটি পাত্রে পানিসহ চা-এ তাপ প্রয়োগ করা হলে এই গরম চা থেকে পানি বাষ্পাকারে উড়ে যায়। এটি বাস্তীভবনের উদাহরণ। আবার, উক্ত বাষ্পকে শীতল করলে তা তরলে পরিণত হয় যাকে ঘনীভবন বলে। যেমন—জলীয় বাষ্প তাপশক্তি নির্গত করে ঠাণ্ডা হয়ে পানিতে পরিণত হয়। এটি ঘনীভবন প্রক্রিয়ার উদাহরণ। কোনো তরলকে তাপ প্রয়োগের মাধ্যমে বাল্কে পরিণত করে তাকে পুনরায় শীতলীকরণের মাধ্যমে তরলে পরিণত করার পদ্ধতিকে পাতন বলে। অর্থাৎ পাতন হলো বাস্তীভবন এবং ঘনীভবন প্রক্রিয়াসমূহের সম্মিলিত একটি প্রক্রিয়া।

$$\text{পাতন} = \text{বাস্তীভবন} + \text{ঘনীভবন} \quad (\text{Distillation} = \text{Vaporization} + \text{Condensation})$$

২.11 নং ছিদ্রে তাপ প্রয়োগে একটি উদায়ী পদার্থের অবস্থার পরিবর্তন দেখানো হলো।



চিত্র 2.11: উদায়ী পদার্থের উর্ধপাতন।

যে প্রক্রিয়ায় কোনো কঠিন পদার্থে তাপ প্রয়োগ করা হলে কঠিন পদার্থটি তরলে পরিণত না হয়ে সরাসরি বাল্কে পরিণত হয়, সেই প্রক্রিয়াকে উর্ধপাতন বলে। নিশাদল (NH_4Cl), কর্পুর ($\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$), ন্যাপথলিন (C_{10}H_8), কঠিন কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2), আয়োডিন (I_2), আলুমিনিয়াম ক্লোরাইড (AlCl_3) ইত্যাদি পদার্থগুলোতে তাপ প্রয়োগ করা হলে সেগুলো তরলে পরিণত না হয়ে সরাসরি বাল্কে পরিণত হয়। এই পদার্থগুলোকে উদায়ী পদার্থ বলা হয়।

পরীক্ষা নং: ০৭

২.১২ নং চিত্রের ন্যায় একটি বিকারে কিছু পরিমাণ কঠিন অ্যালুমিনিয়াম ক্লোরাইড (AlCl_3) লবণ নাও। বিকারের খোলা মুখ একটি কাচের ঢাকনা দিয়ে ঢেকে দাও। কাচের ঢাকনার উপর কিছু বরফ রাখো। এরপর ধীরে ধীরে বিকারটিতে তাপ প্রয়োগ করো। তাপ প্রয়োগে দেখা যাবে কঠিন AlCl_3 গ্যাসীয় AlCl_3 এ পরিণত হচ্ছে। সেটি উপরে উঠে ঢাকনায় পিয়ে শীতল হয়ে কঠিন AlCl_3 হিসেবে ঢাকনার নিচে জমা হয়েছে।



চিত্র ২.১২: AlCl_3 এর উর্ধ্বপাতন।

উর্ধ্বপাতন প্রক্রিয়ার প্রয়োগ

কোনো কঠিন পদার্থের মধ্যে একটি উদ্বায়ী পদার্থ মিশ্রিত থাকলে ঐ উদ্বায়ী পদার্থকে মিশ্রণ থেকে সহজে পৃথক করা যায়, যেমন - নিশাদল বা অ্যারোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) এর সাথে খাদ্য লবণ (NaCl) মিশ্রিত থাকলে উর্ধ্বপাতন পদ্ধতির মাধ্যমে নিশাদলকে পৃথক করা যাবে।

কঠিন অবস্থায় উর্ধ্বপাতিত পদার্থে তাপ প্রয়োগ করতে থাকলে উর্ধ্বপাতিত পদার্থ সহজেই বাল্পীভূত হয়। আয়োডিনমিশ্রিত খাদ্যলবণের মধ্যে আয়োডিন একটি উর্ধ্বপাতিত পদার্থ। কাজেই ঐ আয়োডিন মিশ্রিত খাদ্যলবণের মিশ্রণকে তাপ দিলে আয়োডিন সহজেই বাল্পীভূত হয়। ঐ বাল্পকে ঠাণ্ডা করে কঠিন আয়োডিনে পরিণত করা যায়। বালি এবং গুকোজের মিশ্রণের মধ্যে কোনো উদ্বায়ী পদার্থ নেই। কাজেই তাপ প্রয়োগ করে বালি এবং গুকোজের মিশ্রণ থেকে বালি বা গুকোজকে আলাদা করা যায় না।

অনুশীলনী

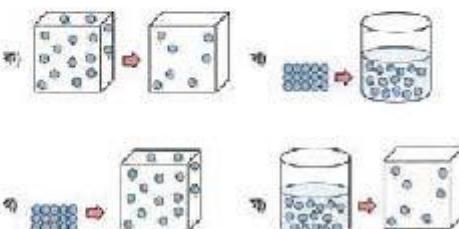


বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

- কাপে গরম চা রাখলে নিচের কোন প্রক্রিয়াটি ঘটে?
 - (ক) বাল্পীভূতন
 - (খ) উর্ধ্বপাতন
 - (গ) ব্যাপন
 - (ঘ) নিঃসরণ

২. জলীয় বাষ্পকে যথন ঘণ্টিত্বন কৰা হয়, তখন কণাসমূহের ফেওত্রে কী ঘটবে?
- (ক) আকার সংকুচিত হবে
 - (খ) চলাচল কৰতে থাকবে
 - (গ) একই অবস্থানে থেকে কাঁপতে থাকবে
 - (ঘ) তাপ শক্তি নিৰ্গত কৰবে

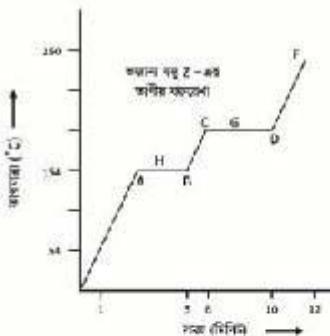
৩. নিচেৰ কোন চিত্ৰটি উৰ্ধপাতনেৰ জন্য প্ৰযোজ্য?



৪. অজানা কঠিন বস্তু Z-এৰ তাপীয় বৰুৱেখা

চিত্ৰ হতে বোধা হায়—

- i. Z বস্তুটিৰ গলনাঙ্ক 154°C
 - ii. Z বস্তুটি উৰায়ী
 - iii. AB ও CD রেখা বস্তুটিৰ গলনাঙ্ক ও
স্ফুটনাঙ্ক বোধায়
- নিচেৰ কোনটি সঠিক?
- (ক) i ও ii
 - (খ) ii ও iii
 - (গ) i ও iii
 - (ঘ) i, ii ও iii



৫. কোনটিৰ বাপনেৰ হার বেশি?

- (ক) CO_2
- (খ) NH_3
- (গ) HCl
- (ঘ) H_2SO_4

৬. কোনটি উৰ্ধপাতিত হয়?

- (ক) আৱেডিন
- (খ) খাদ্যলবণ
- (গ) তুঁতে
- (ঘ) সোজা আস



সৃজনশীল প্রশ্ন

১. (ক) ব্যাপন কাকে বলে?

(খ) রামার কাজে ঝালানি হিসেবে ব্যবহৃত

গ্যাসের সিলিন্ডারের মুখ খুলে দিলে
ব্যাপন ও নিঃসরণের মধ্যে কোনটি
আগে ঘটে?

(গ) তাপমাত্রা বাঢ়াতে থাকলে উচ্চীপকের
কোন পদার্থটি সবার আগে বাস্তীভূত
হবে? কারণ ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) ক-পাত্রের উপাদান ও খ-পাত্রের

উপাদানগুলোকে পৃথকীকরণে একই

পদ্ধতির ব্যবহার সম্ভব কি না—যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।



(ক)



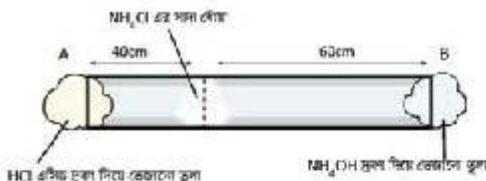
(খ)

২. (ক) নিঃসরণ কী?

(খ) একই পদার্থের গলনাঙ্গ ও
স্ফুটনাঙ্গ তিনি কেন?

(গ) উচ্চীপকের প্রক্রিয়াটি কোন
ধরনের পরিবর্তন—ব্যাখ্যা করো।

(ঘ) উৎপন্ন সাদা ধোঁয়া A প্লান্টের
কাছাকাছি উৎপন্ন হওয়ার মৌলিক
কারণ ব্যাখ্যা করো।



৩. একটি বিকারে কিছু বরফের টুকরা রেখে ধীরে ধীরে তাপ প্রদান করা হলো। এক্ষেত্রে সময়ের সাথে
সাথে বরফের অবস্থার পরিবর্তন লক্ষ করা হলো।

(ক) পাতন কাকে বলে?

(খ) ব্যাপন ও নিঃসরণ বলতে কী বোঝা?

(গ) উচ্চীপকের ঘটনাটিকে প্রাফ পেপারে উপস্থাপন করো।

(ঘ) উচ্চীপকে উল্লিখিত বরফের পরিবর্তে ন্যাপথলিন ব্যবহার করলে কী ঘটনা ঘটিবে—বিশ্লেষণ
করো।

তৃতীয় অধ্যায়

পদার্থের গঠন

(Structure of Matter)



হাইড্রোজেন পরমাণুর বিভিন্ন শক্তিস্তরে ইলেক্ট্রনের বিনাস।

কৌতুহলী মানুদের শ্বাসাদিক চিন্তা হলো, আমাদের চারপাশের জিনিসগুলো কী দিয়ে তৈরি? আমাদের শরীরই বা কী দিয়ে তৈরি? হ্যাঁ, আমাদের মতো প্রাচীন দার্শনিকেরাও এ নিয়ে বহু চিন্তাবন্ধন করেছেন। প্রাচীন গ্রিক দার্শনিকেরা ভাবতেন মাটি, পানি, বায়ু এবং আগুন ইত্যাদি মৌলিক পদার্থ আর অন্য সকল বস্তু এদের মিশ্রণে তৈরি।

গ্রিসের দার্শনিক ডেমোক্রিটাস প্রথম বলেছিলেন, প্রত্যেক পদার্থের একক আছে যা অতি ক্ষুদ্র আর অবিভাজ্য। তিনি এর নাম দেন এটম। কোনো বৈজ্ঞানিক পরীক্ষা দিয়ে এটি প্রমাণ করা সম্ভব হয়নি এবং সে সময়ের সবচেয়ে অ্যারিস্টোটেল বড় বিজ্ঞানী এর বিরোধিতা করেছিলেন তাই এটি কোনো অহঘয়োগ্যতা পায়নি। প্রায় 2500 বছর পর 1803 সালে ভ্রিটিশ বিজ্ঞানী জন ড্যাল্টন বিভিন্ন পরীক্ষায় প্রাপ্ত ফলাফলের উপর ভিত্তি করে ডেমোক্রিটাসের ধারণাপ্রসূত পরমাণু সকলকে একটি মতবাদ দেন। এই মতবাদ অনুসারে প্রতিটি পদার্থ অজন্ত ক্ষুদ্র এবং অবিভাজ্য কণার সমন্বয়ে গঠিত। তিনি দ্য দার্শনিক ডেমোক্রিটাসের সম্মানে এ একক ক্ষুদ্র কণার নাম দেন Atom, যার অর্থ পরমাণু। পরে

ପ୍ରମାଣିତ ହୁଏ, ପରମାଣୁ ଅଧିଭାଜ୍ୟ ନୟ । ଏଦେର ଭାଷଳେ ପରମାଣୁର ଚେଯେଓ କ୍ଷୁଦ୍ର କଣିକା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ, ପ୍ରୋଟିନ, ନିଉୟନ ଇତ୍ୟାଦି ପାଓଯା ଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ପରମାଣୁ କତକଗୁଲୋ କ୍ଷୁଦ୍ରତର କଣାର ସମସ୍ତଯେ ପାଠିତ । ପରମାଣୁର ଗଠନ ସଞ୍ଚାରିତ ବିଭିନ୍ନ ମଡେଲ, ପରମାଣୁର ସଂଗଠନିକ କଣାସମୂହ, ପରମାଣୁର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ଦ୍ୟାସ ଇତ୍ୟାଦି ଏ ଅଖ୍ୟାଯେ ଆଲୋଚନା କରା ହବେ ।



ଏ ଅଖ୍ୟାଯ ପାଠ ଶେଷେ ଆମରା

- ମୌଲେର ଇଂରେଜି ଓ ଲ୍ୟାଟିନ ନାମ ଥେବେ ତାଦେର ପ୍ରାତୀକ ଲିଖିତେ ପାରବ ।
- ମୌଲିକ ଓ ସ୍ଥାଯୀ କଣିକଗୁଲୋର ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟ ବର୍ଣ୍ଣନା କରତେ ପାରବ ।
- ପାରମାଣ୍ଵିକ ସଂଖ୍ୟା, ଭର ସଂଖ୍ୟା, ଆପେକ୍ଷିକ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଭର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ଆପେକ୍ଷିକ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଭର ଥେବେ ଆପେକ୍ଷିକ ଆଗ୍ରହିକ ଭର ହିସାବ କରତେ ପାରବ ।
- ପରମାଣୁର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ, ପ୍ରୋଟିନ ଓ ନିଉୟନ ସଂଖ୍ୟା ହିସାବ କରତେ ପାରବ ।
- ଆଇସୋଟୋପେର ବ୍ୟାବହାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ପରମାଣୁର ଗଠନ ସଞ୍ଚାରିତ ରାଦାରଫେର୍ଡ ଓ ବୋର ପରମାଣୁ ମଡେଲେର ବର୍ଣ୍ଣନା କରତେ ପାରବ ।
- ରାଦାରଫେର୍ଡ ଓ ବୋର ପରମାଣୁ ମଡେଲେର ମଧ୍ୟେ କୋନଟି ବେଶି ପ୍ରହଗ୍ଯୋଗ୍ୟ ତା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ପରମାଣୁର ବିଭିନ୍ନ କଷ୍ଟପଥେ ଏବଂ କଷ୍ଟପଥେର ବିଭିନ୍ନ ଉପସତରେ ପରମାଣୁର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନସମୂହକେ ବିନ୍ଦ୍ୟାସ କରତେ ପାରବ ।

৩.১ মৌলিক ও যৌগিক পদার্থ (Elements and Compounds)

মৌলিক পদার্থ

সোনা, রূপা বা লোহা ইত্যাদি বিশুল্প পদার্থকে তুমি যতই ভাঙ না কেন সেখানে তাদের স্ফুর্ততর কণা ছাড়া আর কিছু পাবে না। যে পদার্থকে ভাঙলে সেই পদার্থ ছাড়া অন্য কোনো পদার্থ পাওয়া যায় না তাকে মৌলিক পদার্থ বা মৌল বলে। এরকম আরও কিছু মৌলের উদাহরণ হলো নাইট্রোজেন, ফসফরাস, কার্বন, অক্সিজেন, হিলিয়াম, ক্যালসিয়াম, আর্গন, ম্যাগনেসিয়াম, সালফার ইত্যাদি। এ পর্যন্ত 118টি মৌল আবিষ্কৃত হয়েছে। এগুলোর মধ্যে 98টি মৌল প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। বাকি মৌলগুলো পরবেগাগারে তৈরি করা হয়েছে। এগুলোকে কৃতিম মৌল বলে। তুমি কি জানো মানব শরীরে মোট 26 ধরনের ভিন্ন ভিন্ন মৌল আছে?

যৌগিক পদার্থ

ইতিমধ্যে তোমরা জেনেছ যে, মৌলিক পদার্থকে ভাঙলে শুধু ঐ পদার্থই পাওয়া যাবে। কিন্তু পানিকে যদি ভাঙ্গা হয় (অর্থাৎ রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করা যায়) তবে কিন্তু দুটি ভিন্ন মৌল হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যাবে। আবার, শেখার চককে যদি ভাঙ্গা যায় তাহলে সেখানে ক্যালসিয়াম, কার্বন ও অক্সিজেন এ তিনটি মৌল পাওয়া যাবে। যে সকল পদার্থকে ভাঙলে দুই বা দুইয়ের অধিক মৌল পাওয়া যায় তাদেরকে যৌগ বা যৌগিক পদার্থ বলে। যৌগের মধ্যে মৌলসমূহের সংখ্যার অনুপাত সব সময় একই থাকে। যেমন— ঘেঁথান থেকেই পানির নমুনা সংগ্রহ করা হোক না কেন রাসায়নিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলে সব সময় দুই ভাগ হাইড্রোজেন এবং এক ভাগ অক্সিজেন পাওয়া যাবে অর্থাৎ পানিতে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের পরমাণুর অনুপাত $2 : 1$ । যৌগের ধর্ম কিন্তু মৌলসমূহের ধর্ম থেকে সম্পূর্ণ আলাদা। যেমন— সাধারণ তাপমাত্রায় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাসীয় কিন্তু এদের থেকে উৎপন্ন যৌগ পানি সাধারণ তাপমাত্রায় তরল।

৩.২ পরমাণু ও অণু (Atoms and Molecules)

পরমাণু হলো মৌলিক পদার্থের স্ফুর্ততম কণা যার মধ্যে মৌলের গুণাগুণ বর্তমান থাকে। যেমন— নাইট্রোজেনের পরমাণুতে নাইট্রোজেনের ধর্ম বিদ্যমান আর অক্সিজেনের পরমাণুতে অক্সিজেনের ধর্ম বিদ্যমান থাকে।

দুই বা দুইয়ের অধিক সংখ্যাক পরমাণু পরশ্পরের সাথে রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে যুক্ত থাকলে তাকে অণু বলে। রাসায়নিক বন্ধন সকলকে তোমরা পরম অধ্যায়ে বিস্তারিত জানবে। দুটি অক্সিজেন পরমাণু (O) পরশ্পরের সাথে যুক্ত হয়ে অক্সিজেন অণু (O_2) গঠিত হয়। আবার, একটি কার্বন পরমাণু (C) দুটি

অক্সিজেন পরমাণুর (O) সাথে যুক্ত হয়ে একটি কার্বন ডাই-অক্সাইড অণু (CO_2) গঠিত হয়। একই মৌলের একাধিক পরমাণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হলে তাকে মৌলের অণু বলে। যেমন— O_2 । তিনি তিনি মৌলের পরমাণু পরস্পর যুক্ত হলে তাকে যোগের অণু বলে। যেমন— CO_2 ।

৩.৩ মৌলের প্রতীক (Symbols of Elements)

কোনো মৌলের ইংরেজি বা ল্যাটিন নামের সংক্ষিপ্ত রূপকে প্রতীক বলে। প্রত্যেকটি মৌলকে সংক্ষেপে প্রকাশ করতে তাদের আলাদা আলাদা প্রতীক ব্যবহার করা হয়। মৌলের প্রতীক লিখতে কিছু নিয়ম অনুসরণ করতে হয়।

(a) প্রথমত মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষর দিয়ে প্রতীক লেখা হয় এবং তা ইংরেজি বর্ণমালার বড় হাতের অক্ষর দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

যেমন— হাইড্রোজেন (Hydrogen) এর প্রতীক (H), কার্বন (Carbon) এর প্রতীক (C), অক্সিজেনের প্রতীক (O) ইত্যাদি।

(b) যদি দুই বা দুইয়ের অধিক মৌলের ইংরেজি নামের প্রথম অক্ষর একই হয় তবে একটি মৌলকে নামের প্রথম অক্ষর (ইংরেজি বর্ণমালার বড় হাতের) দিয়ে প্রকাশ করা হয়। অন্যগুলোর ক্ষেত্রে প্রতীকটি দুই অক্ষরে লেখা হয়। নামের প্রথম অক্ষরটি ইংরেজি বর্ণমালার বড় হাতের অক্ষর এবং নামের অন্য একটি অক্ষর ছোট হাতের অক্ষর দিয়ে লেখা হয়। যেমন—

টেবিল 3.02: মৌলের নামকরণ (প্রথম অক্ষর এক)।

| মৌল | ইংরেজি নাম | প্রতীক |
|-------------|------------|--------|
| কার্বন | Carbon | C |
| চ্লোরিম | Chlorine | Cl |
| ক্যালসিয়াম | Calcium | Ca |

| মৌল | ইংরেজি নাম | প্রতীক |
|-------------|------------|--------|
| কোবাল্ট | Cobalt | Co |
| ক্যাডমিয়াম | Cadmium | Cd |
| ক্রোমিয়াম | Chromium | Cr |

(c) কিছু মৌলের প্রতীক তাদের ল্যাটিন নাম থেকে নেওয়া হয়েছে। যেমন—

টেবিল 3.03: মৌলের নামকরণ (ল্যাটিন নাম)।

| মৌল | ল্যাটিন নাম | প্রতীক |
|------------|-------------|--------|
| নেট্রিয়াম | Natrium | Na |
| কপার | Cuprum | Cu |
| পটাশিয়াম | Kalium | K |
| ফিল্ডেরন | Argentum | Ag |
| চিন | Stannum | Sn |
| এস্টিভনি | Stibium | Sb |

| মৌল | ল্যাটিন নাম | প্রতীক |
|---------|-------------|--------|
| পেন্ট | Aurum | Au |
| প্লেট | Plumbum | Pb |
| ওলফেট | Wolfram | W |
| আরুরন | Ferrum | Fe |
| হারকারি | Hydruryrum | Hg |
| | | |



একক কাজ

কাজ: চতুর্থ অধ্যায়ের পর্যায় সারণি থেকে কিছু মৌলের নাম ও প্রতীক সংগ্রহ করে তোমার
রসায়ন শিক্ষককে দেখাও।

৩.৪ সংকেত (Formula)

হাইড্রোজেনের একটি অণুকে প্রকাশ করতে H_2 ব্যবহার করা হয়। যার অর্থ হলো একটি হাইড্রোজেনের অণুতে দুটি হাইড্রোজেনের পরমাণু (H) আছে। আবার, পানির একটি অণুকে প্রকাশ করতে H_2O ব্যবহার করা হয়। এর অর্থ হচ্ছে পানির একটি অণুতে দুটি হাইড্রোজেন (H) এবং একটি অক্সিজেন পরমাণু (O) থাকে। পাশের তালিকায় সাধারণ কয়েকটি অণুর সংকেত দেখানো হলো:

টেবিল ৩.০৪: অণুর সংকেত।

| অণুর নাম | সংকেত |
|---------------------|-----------|
| নাইট্রোজেন | N_2 |
| অ্যামোনিয়া | NH_3 |
| ক্লোরিন | Cl_2 |
| সালফিউরিক এসিড | H_2SO_4 |
| হাইড্রোক্লোরিক এসিড | HCl |

৩.৫ পরমাণুর সাংগঠনিক কণা (The fundamental particles of an atom)

একমাত্র হাইড্রোজেন ছাড়া সকল পদার্থের পরমাণু তিনটি কণা দিয়ে তৈরি। সেগুলো হচ্ছে ইলেক্ট্রন, প্রোটন এবং নিউট্রন। এই কণাগুলোকে পরমাণুর সাংগঠনিক (fundamental) বা মৌলিক কণা বলে। পরমাণুর কেন্দ্রে বা নিউক্লিয়াসে প্রোটন ও নিউট্রন থাকে এবং ইলেক্ট্রন নিউক্লিয়াসকে বিরে ঘূরতে থাকে।

ইলেক্ট্রন: ইলেক্ট্রন হলো পরমাণুর একটি মৌলিক কণিকা যার আধান বা চার্জ ঋণাত্মক (নেগেটিভ)। এ আধানের পরিমাণ -1.60×10^{-19} কুলুম। একে e প্রতীক দিয়ে প্রকাশ করা হয়। একটি ইলেক্ট্রনের ভর $9.11 \times 10^{-31} g$ । ইলেক্ট্রনের আপেক্ষিক আধান -1 ধরা হয় এবং এর ভর প্রোটন ও নিউট্রনের ভরের তুলনায় 1840 গুণ কম। তাই এর আপেক্ষিক ভরকে শূন্য ধরা হয়।

প্রোটন: প্রোটন হলো পরমাণুর অপর একটি মৌলিক কণিকা যার চার্জ বা আধান ধনাত্মক (পজেটিভ)। এ আধানের পরিমাণ $+1.60 \times 10^{-19}$ কুলম্ব। একে p প্রতীক দিয়ে প্রকাশ করা হয়। একটি প্রোটনের ভর 1.67×10^{-24} g। প্রোটনের আপেক্ষিক আধান +1 এবং আপেক্ষিক ভর 1 ধরা হয়।

নিউট্রন: নিউট্রন হলো পরমাণুর আরেকটি মৌলিক কণিকা যার কোনো আধান বা চার্জ নেই। হাইড্রোজেন ছাড়া সকল মৌলের পরমাণুতেই নিউট্রন রয়েছে। একে n প্রতীক দিয়ে প্রকাশ করা হয়। এর ভর প্রোটনের ভরের চেয়ে সামান্য বেশি। নিউট্রনের আপেক্ষিক আধান 0 আর আপেক্ষিক ভর 1 ধরা হয়।

পরমাণুর সাংগঠনিক বা মৌলিক কণাসমূহের বৈশিষ্ট্যমূলক ধর্মাবলি নিচের তালিকায় উপস্থাপন করা হলো।

টেবিল ৩.০৫: মৌলিক কণিকা।

| মৌলিক কণিকার নাম | প্রতীক | প্রকৃত আধান বা চার্জ | প্রকৃত ভর | আপেক্ষিক আধান | আপেক্ষিক ভর |
|---------------------|--------|---------------------------------|---------------------------|------------------|----------------|
| ইলেক্ট্রন | e | -1.60×10^{-19} কুলম্ব। | 9.110×10^{-28} g | -1 | 0 |
| প্রোটন | p | $+1.60 \times 10^{-19}$ কুলম্ব। | 1.673×10^{-24} g | +1 | 1 |
| নিউট্রন | n | 0 | 1.675×10^{-24} g | 0 | 1 |

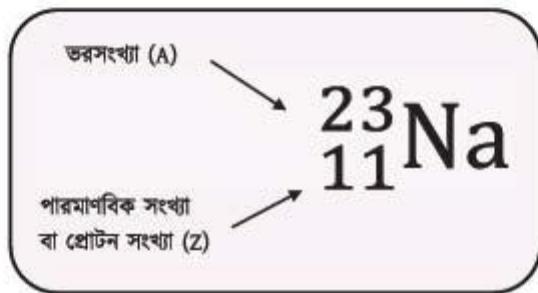
৩.৫.১ পারমাণবিক সংখ্যা (Atomic Number)

কোনো মৌলের একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটনের সংখ্যাকে ঐ মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা বলা হয়। যেমন— হিলিয়াম (He) এর একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াসে দুটি প্রোটন থাকে। তাই হিলিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা হলো দুই। আবার, অক্সিজেন (O) পরমাণুর নিউক্লিয়াসে আটটি প্রোটন থাকে। তাই অক্সিজেনের পারমাণবিক সংখ্যা হলো আট। কোনো পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা দ্বারা ঐ পরমাণুকে চেনা যায়। তাই পরমাণবিক সংখ্যাকে একটি মৌলের আইডি নামারও বলা যায়। পারমাণবিক সংখ্যা 1 হলে ঐ পরমাণুটি হাইড্রোজেন, পারমাণবিক সংখ্যা 2 হলে ঐ পরমাণুটি হিলিয়াম। পারমাণবিক সংখ্যা 9 হলে ঐ পরমাণুটি ফ্রেনারিন। অর্থাৎ পারমাণবিক সংখ্যাই কোনো পরমাণুর আসল পরিচয়। প্রোটন সংখ্যা বা পারমাণবিক সংখ্যাকে 2 দিয়ে প্রকাশ করা হয়। যেহেতু প্রত্যেকটা পরমাণুই চার্জ নিরপেক্ষ অর্ধাং মোট চার্জ বা আধান শূন্য তাই পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যতটি প্রোটন থাকে নিউক্লিয়াসের বাইরে ঠিক ততটি ইলেক্ট্রন থাকে।

৩.৫.২ ভৱসংখ্যা (Mass Number)

কোনো পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্ৰোটন ও নিউট্ৰন সংখ্যাৰ যোগফলকে এই পৰমাণুৰ ভৱসংখ্যা বলে। ভৱসংখ্যাকে A দিয়ে প্ৰকাশ কৰা হয়। যেহেতু ভৱসংখ্যা হলো প্ৰোটন সংখ্যা ও নিউট্ৰন সংখ্যাৰ যোগফল, কাজেই ভৱসংখ্যা থেকে প্ৰোটন সংখ্যা বিৱোগ কৰলে নিউট্ৰন সংখ্যা পাওৱা যায়। সোডিয়ামের (Na) ভৱসংখ্যা হলো 23, এৰ প্ৰোটন সংখ্যা 11, ফলে এৰ নিউট্ৰন সংখ্যা হচ্ছে $23 - 11 = 12$

কোনো পৰমাণুৰ পারমাণবিক সংখ্যা পৰমাণুৰ প্ৰতীকেৰ নিচে বাম পাশে লেখা হয়, পৰমাণুৰ ভৱসংখ্যা প্ৰতীকেৰ বাম পাশে উপৱেষণ দিকে লেখা হয়। যেমন—সোডিয়াম পৰমাণুৰ প্ৰতীক Na, এৰ পারমাণবিক সংখ্যা 11 এবং ভৱসংখ্যা 23। এটাকে নিম্নোক্তভাৱে প্ৰকাশ কৰা যায়:



চিত্ৰ 3.05: মৌলেৰ সংক্ষিপ্ত প্ৰকাশ।

| মৌলেৰ প্ৰতীক | পারমাণবিক সংখ্যা বা প্ৰোটন সংখ্যা Z | ভৱসংখ্যা A | ইলেক্ট্ৰন সংখ্যা | নিউট্ৰন সংখ্যা A - Z | সংক্ষিপ্ত প্ৰকাশ |
|-----------------|--|---------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| H | 1 | 1 | 1 | 0 | ${}_1^1H$ |
| He | 2 | 4 | 2 | 2 | ${}_2^4He$ |



একক কাজ

শিক্ষার্থীৰ কাজ: ${}_3^7Li$ এবং ${}_4^9Be$ মৌলেৰ ভৱ সংখ্যা, প্ৰোটন সংখ্যা এবং ইলেক্ট্ৰন সংখ্যা গণনা কৰো।

৩.৬ পরমাণুর মডেল (Atomic Model)

৩.৬.১ রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল

১৯১১ খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড পরমাণুর গঠন সম্বর্কে একটি মডেল প্রদান করেন। এ মডেল অনুসারে-

(a) প্রত্যেকটি পরমাণুর একটি কেন্দ্র আছে। এই কেন্দ্রের নাম নিউক্লিয়াস। নিউক্লিয়াসের ভেতরে প্রোটন ও নিউট্রন এবং নিউক্লিয়াসের বাইরে ইলেক্ট্রন অবস্থান করে। যেহেতু আপেক্ষিকভাবে ইলেক্ট্রনের ভর শূন্য ধরা হয় কাজেই নিউক্লিয়াসের ভেতরে অবস্থিত প্রোটন এবং নিউট্রনের ভরই পরমাণুর ভর হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

(b) নিউক্লিয়াস অত্যন্ত শুরু এবং নিউক্লিয়াসের বাইরে ও পরমাণুর ভেতরে বেশির ভাগ জায়গাই ফাঁকা।

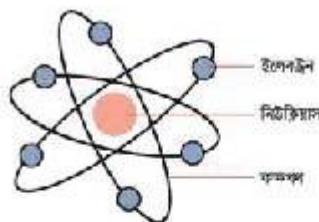
(c) সৌরজগতে সূর্যকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন কক্ষপথে যেমন গ্রহগুলো ঘূরে তেমনি নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে বিভিন্ন কক্ষপথে ইলেক্ট্রনগুলো ঘূরছে। কোনো পরমাণুর নিউক্লিয়াসে যে কারটি প্রোটন থাকে নিউক্লিয়াসের বাইরে ঠিক সেই কারটি ইলেক্ট্রন থাকে। যেহেতু প্রোটন এবং ইলেক্ট্রনের চার্জ একে অপরের সমান ও বিপরীত চিহ্নের, তাই পরমাণুর সামর্থিকভাবে চার্জ শূন্য।

(d) ধনাত্মক চার্জবাহী নিউক্লিয়াসের প্রতি ঝণাত্মক চার্জবাহী ইলেক্ট্রন এক ধরনের আকর্ষণ বল অনুভব করে। এই আকর্ষণ বল কেন্দ্রমূর্তী এবং এই কেন্দ্রমূর্তী বলের কারণে পৃথিবী যেরকম সূর্যের চারদিকে ঘূরে ইলেক্ট্রন সেরকম নিউক্লিয়াসের চারদিকে ঘূরে।

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলকে সৌরজগতের সাথে তুলনা করা হয়েছে বলে এ মডেলটিকে সৌরার সিস্টেম মডেল বা সৌর মডেল বলে। আবার, এ মডেলের মাধ্যমে বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড সর্বপ্রথম নিউক্লিয়াস সম্বর্কে ধারণা দেন বলে এ মডেলটিকে নিউক্লিয়াস মডেলও বলা হয়।

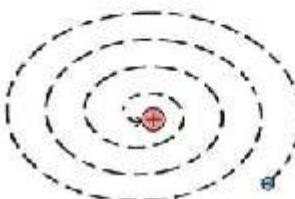
রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের সীমাবন্ধন

রাদারফোর্ডই সর্বপ্রথম নিউক্লিয়াস এবং ইলেক্ট্রনের কক্ষপথ সমন্বে ধারণা দেন। তিনিই সর্বপ্রথম একটি গ্রহণযোগ্য পরমাণু মডেল প্রদান করলেও তার পরমাণু মডেলের কিছু সীমাবন্ধন ছিল। সেগুলো হলো:



চিত্র ৩.০১: রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল।

- (a) এই মডেল ইলেক্ট্রনের কক্ষপথের আকার (ব্যাসার্ধ) ও আকৃতি সমন্বে কোনো ধারণা দিতে পারেন।
- (b) সৌরজগতের সূর্য ও গ্রহগুলোর সামগ্রিকভাবে কোনো আধান বা চার্জ নেই কিন্তু পরমাণুতে ইলেক্ট্রন এবং নিউক্লিয়াসের আধান বা চার্জ আছে। কাজেই চার্জহীন সূর্য এবং গ্রহগুলোর সাথে চার্যবৃক্ষ নিউক্লিয়াস এবং ইলেক্ট্রনের তুলনা করা সঠিক নয়।
- (c) একের অধিক ইলেক্ট্রনবিশিষ্ট পরমাণুতে ইলেক্ট্রনগুলো কীভাবে নিউক্লিয়াসের চারদিকে পরিভ্রমণ করে তার কোনো ধারণা এ মডেলে দেওয়া হয়নি।
- (d) ম্যাজ্ঞওয়েলের তত্ত্বানুসারে ইলেক্ট্রন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘূর্ণনের সময় ক্রমাগত শক্তি হারাতে থাকবে। ফলে ইলেক্ট্রনের ঘূর্ণন পথও ছোট হতে থাকবে এবং এক সময় ইলেক্ট্রনটি নিউক্লিয়াসে পতিত হবে। অর্থাৎ পরমাণুর অস্তিত্ব বিলুপ্ত হবে। কিন্তু বাস্তবে সেটা ঘটে না অর্থাৎ ম্যাজ্ঞওয়েলের তত্ত্বানুসারে রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল সঠিক নয়।



চিত্র ৩.০২: ইলেক্ট্রন শক্তি হারিয়ে নিউক্লিয়াসে পতিত হচ্ছে।

৩.৬.২ বোর পরমাণু মডেল

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলের ত্রুটিগুলোকে সংশোধন করে 1913 খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী নীলস্ বোর পরমাণুর একটি মডেল প্রদান করেন। এই মডেলকে বোরের পরমাণু মডেল বলা হয়। বোর পরমাণু মডেলের মতবাদগুলো এরকম—

- (a) পরমাণুতে যে সকল ইলেক্ট্রন থাকে সেগুলো নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ইঞ্জামতো যেকেনো কক্ষপথে ঘূরতে পারে না। শুধু নিমিট বাসার্থের কতগুলো অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘূরে। এই নিমিট বাসার্থের অনুমোদিত বৃত্তাকার কক্ষপথগুলোকে প্রধান শক্তিস্তর বা শেল বা আরবিট বা স্থির কক্ষপথ বলে। স্থির কক্ষপথে ঘূরার সময় ইলেক্ট্রনগুলো কোনোরূপ শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। স্থির কক্ষপথকে n দ্বারা প্রকাশ করা হয়: $n = 1, 2, 3, 4$ ইত্যাদি। অন্যভাবে বলা যায়, $n = 1$ হলে K প্রধান শক্তিস্তর, $n = 2$ হলে L প্রধান শক্তিস্তর, $n = 3$ হলে M প্রধান শক্তিস্তর, $n = 4$ হলে N প্রধান শক্তিস্তর ইত্যাদি।

- (b) বোর মডেল অনুসারে কোনো শক্তিস্তরে ইলেক্ট্রনের কৌণিক ভরবেগ

$$\text{এখানে, } mvr = \frac{n\hbar}{2\pi}$$

m হচ্ছে ইলেকট্রনের ভর ($9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$)

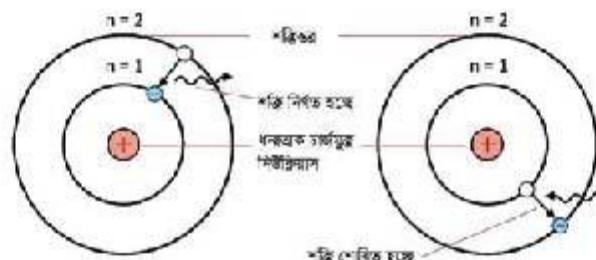
r হচ্ছে ইলেকট্রন যে কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে ঘূরবে তার ব্যাসার্ধ

v হচ্ছে ইলেকট্রন যে কক্ষপথ বা শক্তিস্তরে ঘূরবে সেই কক্ষপথে ইলেকট্রনের বেগ

\hbar হচ্ছে ফ্লাইক ধূবক ($\hbar = 6.626 \times 10^{-34} \text{ m}^2 \text{ kg/s}$)

n হচ্ছে প্রধান শক্তিস্তর বা প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা ($n = 1, 2, 3, \dots, \text{ইত্যাদি}$)

এখানে যে শক্তিস্তরের n এর মান কম সেই শক্তিস্তর নিম্ন শক্তিস্তর এবং যে শক্তিস্তরের n এর মান বেশি সেই শক্তিস্তর উচ্চ শক্তিস্তর হিসেবে পরিচিত।



চিত্র 3.03: বোরের পরমাণু মডেল।

(c) কোনো প্রধান শক্তিস্তরে ঘূর্ণনের সময় ইলেকট্রন কোনো শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না, তবে ইলেকট্রন যথন নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তর এ যায় তখন শক্তি শোষণ করে। আবার, ইলেকট্রন যথন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তর এ যায় তখন শক্তি বিকিরণ হয়।

এই শোষিত বা বিকিরিত শক্তির পরিমাণ

$$h\nu = \frac{hc}{\lambda}$$

এখানে, c হচ্ছে আলোর বেগ ($3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$)

ν হচ্ছে শোষিত বা বিকিরিত শক্তির কক্ষাঙ্ক (একক s^{-1} বা Hz)

λ হচ্ছে শোষিত বা বিকিরিত শক্তির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (একক m)

ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে যাবার সময় যে আলো বিকিরণ করে তাকে প্রিজমের মধ্য দিয়ে Pass করালে পারমাণবিক বর্ণালির (atomic spectra) সৃষ্টি হয়।

বোরের পরমাণু মডেলের সাফল্য

- (a) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে সৌরজগতে সূর্যকে কেন্দ্র করে ধ্রহ-উপগ্রহগুলো যেমন ঘূরছে, পরমাণুতে ইলেকট্রনগুলোও তেমন নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে ঘূরছে। এখানে ইলেকট্রনের শক্তিস্তরের আকার সম্ভর্কে কোনো কথা বলা হয়নি কিন্তু বোরের পারমাণবিক মডেলে পরমাণুর শক্তিস্তরের আকার বৃত্তাকার বলা হয়েছে।
- (b) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেলে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে বা শক্তি বিকিরণ করলে পরমাণুর গঠনে কী ধরনের পরিবর্তন ঘটে সে কথা বলা হয়নি কিন্তু বোরের পরমাণু মডেলে বলা হয়েছে পরমাণু শক্তি শোষণ করলে ইলেকট্রন নিম্ন শক্তিস্তর থেকে উচ্চ শক্তিস্তরে ওঠে। আবার, পরমাণু শক্তি বিকিরণ করলে ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে নেমে আসে।
- (c) রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল অনুসারে কোনো মৌলের পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় না কিন্তু বোরের পরমাণু মডেল অনুসারে এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণু, হাইড্রোজেন (H) এর বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায়।

বোরের পরমাণু মডেলের সীমাবদ্ধতা

বোর মডেলেরও কিছু সীমাবদ্ধতা বা ত্রুটি লক্ষ করা যায় : সেগুলো হচ্ছে :

- (a) বোর মডেলের সাহায্যে এক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় সত্য কিন্তু একাধিক ইলেকট্রন বিশিষ্ট পরমাণুর পারমাণবিক বর্ণালি ব্যাখ্যা করা যায় না।
- (b) বোরের পারমাণবিক মডেল অনুসারে এক শক্তিস্তর থেকে ইলেকট্রন অন্য শক্তিস্তরে গমন করলে পারমাণবিক বর্ণালিতে একটিমাত্র রেখা পাবার কথা। কিন্তু শক্তিশালী যত্ন দিয়ে পরীক্ষা করলে দেখা যায় প্রতিটি রেখা অনেকগুলো স্ফুর্দ স্ফুর্দ রেখার সমষ্টি। প্রতিটি রেখা কেন অনেকগুলো স্ফুর্দ স্ফুর্দ রেখার সমষ্টি হয় বোর মতবাদ অনুসারে তার ব্যাখ্যা দেওয়া যায় না।
- (c) বোরের পরমাণুর মডেল অনুসারে পরমাণুতে শুধু বৃত্তাকার কক্ষপথ বিদ্যমান। কিন্তু পরে প্রমাণিত হয়েছে পরমাণুতে ইলেকট্রন শুধু বৃত্তাকার কক্ষপথেই নয় উপবৃত্তাকার কক্ষপথেও ঘূরে।

3.7 পরমাণুর শক্তিস্তরে ইলেকট্রন বিন্যাস (Orbital Electronic Configuration of Atoms)

বোরের মডেলে যে শক্তিস্তরের কথা বলা হয়েছে তাকে প্রধান শক্তিস্তর বলা হয়। প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তরের সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা $2n^2$ যেখানে $n = 1, 2, 3, 4$ ইত্যাদি। অতএব এ সূত্রানুসারে:

K শক্তিস্তরের জন্য $n = 1$ অতএব

K শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধাকতে পারে $2n^2 = (2 \times 1^2)$ টি = 2টি

L শক্তিস্তরের জন্য $n = 2$ অতএব

L শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধাকতে পারে $2n^2 = (2 \times 2^2)$ টি = 8টি

M শক্তিস্তরের জন্য $n = 3$ অতএব

M শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধাকতে পারে $2n^2 = (2 \times 3^2)$ টি = 18টি

N শক্তিস্তরের জন্য $n = 4$ অতএব

N শক্তিস্তরে সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধাকতে পারে $2n^2 = (2 \times 4^2)$ টি = 32টি

টেবিল 3.06: মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস [H(1) থেকে Zn(30) পর্যন্ত]।

| পারমাণবিক সংখ্যা | মৌল | K | L | M | N |
|---------------------|-----|---|---|---|---|
| 1 | H | 1 | | | |
| 2 | He | 2 | | | |
| 3 | Li | 2 | 1 | | |
| 4 | Be | 2 | 2 | | |
| 5 | B | 2 | 3 | | |
| 6 | C | 2 | 4 | | |
| 7 | N | 2 | 5 | | |
| 8 | O | 2 | 6 | | |
| 9 | F | 2 | 7 | | |
| 10 | Ne | 2 | 8 | | |
| 11 | Na | 2 | 8 | 1 | |
| 12 | Mg | 2 | 8 | 2 | |
| 13 | Al | 2 | 8 | 3 | |
| 14 | Si | 2 | 8 | 4 | |
| 15 | P | 2 | 8 | 5 | |

| পারমাণবিক সংখ্যা | মৌল | K | L | M | N |
|---------------------|-----|---|---|----|---|
| 16 | S | 2 | 8 | 6 | |
| 17 | Cl | 2 | 8 | 7 | |
| 18 | Ar | 2 | 8 | 8 | |
| 19 | K | 2 | 8 | 8 | 1 |
| 20 | Ca | 2 | 8 | 8 | 2 |
| 21 | Sc | 2 | 8 | 9 | 2 |
| 22 | Ti | 2 | 8 | 10 | 2 |
| 23 | V | 2 | 8 | 11 | 2 |
| 24 | Cr | 2 | 8 | 13 | 1 |
| 25 | Mn | 2 | 8 | 13 | 2 |
| 26 | Fe | 2 | 8 | 14 | 2 |
| 27 | Co | 2 | 8 | 15 | 2 |
| 28 | Ni | 2 | 8 | 16 | 2 |
| 29 | Cu | 2 | 8 | 18 | 1 |
| 30 | Zn | 2 | 8 | 18 | 2 |

হাইড্রোজেনের (H) পারমাণবিক সংখ্যা 1। ফলে এর ইলেকট্রন সংখ্যা 1। তাই একটি ইলেকট্রন প্রথম শক্তিস্তর K-তে প্রবেশ করবে।

হিলিয়ামের (He) পারমাণবিক সংখ্যা 2। অতএব এর ইলেকট্রন সংখ্যাও 2 এবং এই ইলেকট্রন দুটি প্রথম শক্তিস্তর K-তে প্রবেশ করবে। লিথিয়ামের (Li) পারমাণবিক সংখ্যা 3। অতএব এর ইলেকট্রন সংখ্যাও 3 এবং ইলেকট্রন তিনটির প্রথম 2টি শক্তিস্তর K-তে প্রবেশ করবে। যেহেতু K প্রধান শক্তিস্তরে দুটির বেশি ইলেকট্রন থাকতে পারে না তাই এর তৃতীয় ইলেকট্রনটি বিতীয় শক্তিস্তর L-এতে প্রবেশ করবে।

অনুরূপভাবে, সেডিয়ামের (Na) পারমাণবিক সংখ্যা 11। তাই এর ইলেকট্রন সংখ্যাও 11, এই ইলেকট্রনগুলো 2টি K শক্তিস্তরে, 8টি L প্রধান শক্তিস্তরে এবং বাকি 1টি ইলেকট্রন M শক্তিস্তরে প্রবেশ করবে।

3.06 নং তালিকায় উপস্থাপিত ইলেকট্রন বিন্যাস ভালোভাবে যেয়াল করলে দেখতে পাবে হাইড্রোজেন (H) থেকে আর্গন (Ar) পর্যন্ত ইলেকট্রন বিন্যাস উপরে যে নিয়ম বর্ণনা করা হয়েছে সেই নিয়ম অনুসারে হয়েছে। কিন্তু নিয়মটির ব্যতিক্রম লক্ষ করা যায় পটশিয়াম (K) থেকে পরবর্তী মৌলগুলোতে।

আমরা জানি তৃতীয় শক্তিস্তর (M) এর সর্বোচ্চ ইলেকট্রন ধারণ ক্ষমতা 18টি। কিন্তু পটশিয়ামের 19তম ইলেকট্রন এবং ক্যালসিয়ামের (Ca) 19তম ও 20তম ইলেকট্রন তৃতীয় শক্তিস্তর (M) কে অপূর্ণ রেখে চতুর্থ (N) শক্তিস্তরে প্রবেশ করেছে।

স্যান্ডিয়ামের (Sc) ক্ষেত্রে 19তম ও 20 তম ইলেকট্রন দুটি চতুর্থ শক্তিস্তরে যাবার পর 21 তম ইলেকট্রনটি আবার তৃতীয় শক্তিস্তরে প্রবেশ করেছে। পারমাণবিক সংখ্যা 19 থেকে পরবর্তী মৌলগুলোতে আগে চতুর্থ প্রধান শক্তিস্তর N এ দুটি ইলেকট্রন প্রবেশ করার পর ইলেকট্রন তৃতীয় প্রধান শক্তিস্তর M এ প্রবেশ করে।

এরপরও Cr এর ইলেকট্রন বিন্যাসে বিশেষ ব্যতিক্রম লক্ষ করা যাচ্ছে। এই বিষয়টি বোঝার জন্য আমাদের উপশক্তিস্তরের ধারণা থাকতে হবে।

3.7.1 উপশক্তিস্তরের ধারণা

আমরা দেখেছি প্রতিটি প্রধান শক্তিস্তরকে n নিয়ে চিহ্নিত করা হয়। এই শক্তিস্তরগুলো আবার কতগুলো উপশক্তিস্তরে বিভক্ত থাকে এবং এই উপশক্তিস্তরকে l দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। l এর মান হয় 0 থেকে $n - 1$ পর্যন্ত হয়। উপশক্তিস্তরগুলোকে অরবিটাল বলা হয়। এই উপশক্তিস্তর বা অরবিটালগুলোকে s, p, d, f ইত্যাদি নামে আখ্যায়িত করা হয়। বিভিন্ন উপশক্তিস্তরের জন্য সংক্ষেপ এবং মান নিচে দেখানো হলো?

$n = 1$ হলে $l = 0$ এবং অরবিটালের সংখ্যা একটি: 1s

$n = 2$ হলে $l = 0, 1$ এক্ষেত্রে অরবিটালের সংখ্যা দুটি: 2s, 2p

$n = 3$ হলে $l = 0, 1, 2$ অতএব এক্ষেত্রে অরবিটালের সংখ্যা তিনটি: 3s, 3p, 3d

$n = 4$ হলে $l = 0, 1, 2, 3$ অর্থাৎ এক্ষেত্রে অরবিটালের সংখ্যা চারটি: 4s, 4p, 4d, 4f

$n = 5$ হলে $l = 0, 1, 2, 3, 4$ অর্থাৎ এখানে অরবিটাল থাকার কথা পাঁচটি কিন্তু 4s, 4p, 4d, 4f

এই প্রথম চারটি অরবিটালেই সবগুলো ইলেক্ট্রনের বিন্যাস করা সম্ভব বলে পরবর্তী অরবিটালের আর প্রয়োজন হয় না। $n = 6, 7$ এবং 8 এর ফ্রেঙ্গেও এ নিয়মে ইলেক্ট্রন বিন্যাস ঘটে।

প্রতিটি প্রধান শক্তিতের বর্তমান উপশক্তি শক্তিতের সংখ্যা হলো ($2l+1$)। আবার প্রতিটি উপশক্তিতের ইলেক্ট্রন ধারণ ক্ষমতা 2 টি। সূতরাং, প্রতিটি শক্তিতের ইলেক্ট্রন সংখ্যা হচ্ছে: $2(2l+1)$, আমরা এর মাঝে জেনে গেছি প্রতিটি পূর্ণ শক্তিতের ইলেক্ট্রনের সংখ্যা হচ্ছে $2n^2$ ।

এবার তোমরা দেখবে সবগুলো অরবিটালের ইলেক্ট্রনের সংখ্যা যোগ করে আমরা $2n^2$ সংখ্যক ইলেক্ট্রন পাই কি না নিচের তালিকায় সেটি দেখানো হলো:

টেবিল 3.07: শক্তিতের ইলেক্ট্রন বিন্যাস ($n = 1$ থেকে 4 পর্যন্ত)।

| শক্তিতের n | শক্তিতের অনুমানী উপশক্তিতের [-এর মান] | অনুমানী অরবিটালের মান | অরবিটালের শক্তিক | অরবিটালে মোট $2(2l+1)$ | শক্তিতের মোট ইলেক্ট্রন সংখ্যা $2n^2$ |
|-----------------|---|-----------------------------|---------------------|------------------------------|--|
| 1 | 0 | s | 1s | 2 | 2 |
| 2 | 0 | s | 2s | 2 | $2 + 6 = 8$ |
| | 1 | p | 2p | 6 | |
| 3 | 0 | s | 3s | 2 | $2 + 6 + 10= 18$ |
| | 1 | p | 3p | 6 | |
| | 2 | d | 3d | 10 | |
| 4 | 0 | s | 4s | 2 | $2 + 6 + 10 +14 = 32$ |
| | 1 | p | 4p | 6 | |
| | 2 | d | 4d | 10 | |
| | 3 | f | 4f | 14 | |

3.7.2 পরমাণুতে ইলেক্ট্রন বিন্যাসের নীতি

পরমাণুতে ইলেক্ট্রন বিন্যাসের তিনটি নীতি আছে। এগুলো হলো : ১) পাওলির বর্জন নীতি, ২) আউফ-বাউ নীতি এবং ৩) হুডস এর সূত্র। এই নীতিগুলোর আলোচনা তোমরা উচ্চ মাধ্যমিক শ্রেণির রসায়ন বই এ পাবে। এখানে এই নীতিগুলোর মূল ধারণা নিয়ে পরমাণুর ইলেক্ট্রন বিন্যাস সংকেপে আলোচনা করা হলো।

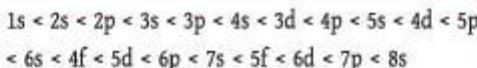
পরমাণুতে ইলেক্ট্রন প্রথমে সর্বনিম্ন শক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে এবং পরে ত্রুমাধ্যে উচ্চশক্তির অরবিটালে প্রবেশ করে। অর্থাৎ যে অরবিটালের শক্তি কম সেই অরবিটালে ইলেক্ট্রন আগে প্রবেশ করবে এবং যে অরবিটালের শক্তি বেশি সেই অরবিটালে ইলেক্ট্রন পরে প্রবেশ করবে। অরবিটালের মধ্যে কোনোটির শক্তি কম আর কোনোটির শক্তি বেশি তা অরবিটাল দৃষ্টির প্রধান শক্তিতের মান (n) এবং উপশক্তিতের মান (l) এর যোগফলের উপর নির্ভর করে। যে অরবিটালের ($n+1$) এর মান কম সেই অরবিটালের শক্তি কম এবং সেই অরবিটালেই ইলেক্ট্রন আগে প্রবেশ করবে। অপরদিকে ($n+1$) এর মান যে অরবিটালের বেশি তার শক্তি ও বেশি এবং সেই অরবিটালেই ইলেক্ট্রন পরে প্রবেশ করবে।

$3d$ অৱিটালেৰ জন্ম $n = 3$ এবং $l = 2$ অতএব $n + l$ এৱম মান $3 + 2 = 5$ আৰাৰ $4s$ অৱিটালেৰ জন্ম $n = 4, l = 0$ অতএব $n + l$ এৱম মান $4 + 0 = 4$

কাজেই $3d$ অৱিটালেৰ চেয়ে $4s$ অৱিটাল কম শক্তিসংক্ষম। তাই ইলেকট্ৰন প্ৰথমে $4s$ অৱিটালে এবং পৰে $3d$ অৱিটালে প্ৰবেশ কৰিব। আবাৰ, দুটি অৱিটালেৰ ($n + l$) এৱম মান যদি সমান হয় তাহলে যে অৱিটালটিতে n এৱম মান কম শক্তি কৰিব। তাই এই অৱিটালে ইলেকট্ৰন আগে প্ৰবেশ কৰিব।

যেমন- $3d$ ও $4p$ এৱম $n + l$ এৱম মান হথাকুমে $3 + 2 = 5$ এবং $4 + 1 = 5$ কিন্তু যেহেতু $3d$ অৱিটালে n এৱম মান কম, তাই এই অৱিটালেৰ শক্তি কম এবং এই অৱিটালে ইলেকট্ৰন আগে প্ৰবেশ কৰিব। অপৰদিকে $4p$ অৱিটালে n এৱম মান বেশি হওয়ায় এই শক্তি $3d$ এৱম চেয়ে বেশি। তাই এই অৱিটালে ইলেকট্ৰন পৰে প্ৰবেশ কৰিব।

এ হিসাব অনুযায়ী পৰমাণুৰ অৱিটালেৰ ক্ৰমবৰ্ধমান শক্তি হবে এৱম কম:

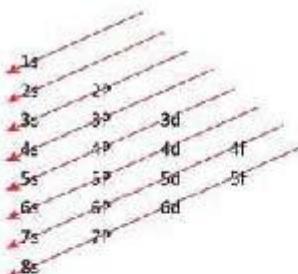


উপস্থৰগুলোৰ শক্তিৰ ক্ৰমগুলো মনে রাখাৰ জন্ম

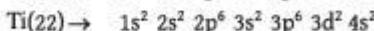
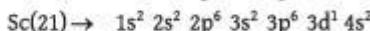
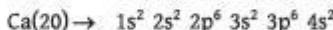
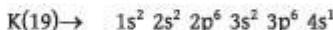
৩.০৪ নং চিত্ৰে উপস্থৰগুলোৰ সৰ্বোচ্চ পৰিমাণ দেখিব।

আমৰা দেখেছি ৫ উপশক্তিস্তৰে সৰ্বোচ্চ 2টি ইলেকট্ৰন, p উপশক্তিস্তৰে সৰ্বোচ্চ 6টি ইলেকট্ৰন, d উপশক্তিস্তৰে সৰ্বোচ্চ 10টি ইলেকট্ৰন এবং f উপশক্তিস্তৰে সৰ্বোচ্চ 14টি ইলেকট্ৰন থাকতে পাৰিব।

এই নীতি অনুসাৰে আমৰা নিম্নোক্ত মৌলগুলোৰ ইলেকট্ৰন বিনাস বিশ্লেষণ কৰতে পাৰিব।



চিত্ৰ ৩.০৪: অৱিটালেৰ শক্তিক্রম।



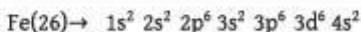
যেহেতু $4s$ অৱিটালেৰ শক্তি $3d$ অৱিটালেৰ শক্তিৰ চেয়ে কম, তাই পটাশিয়ামেৰ সৰ্বশেষ ১৯তম ইলেকট্ৰনটি $3d$ অৱিটালে প্ৰবেশ না কৰে $4s$ অৱিটালে প্ৰবেশ কৰে। আবাৰ, ক্ষ্যাতিয়ামেৰ ক্ষেত্ৰে

19 ও 20তম ইলেক্ট্রন দুটি $4s$ অরবিটাল পূর্ণ করে 21তম ইলেক্ট্রনটি পরবর্তী উচ্চ শক্তি সম্পদ ($3d$) অরবিটালে প্রবেশ করে।

বিশেষ করে মনে রাখতে হবে যে যথন ইলেক্ট্রন বিন্যাস লিখবে তখন একই প্রধান শক্তিস্তরের সকল উপশক্তিস্তর পাশাপাশি লিখবে। তা না হলে ইলেক্ট্রনের বিন্যাস লেখার সময় ভুল হয়ে যেতে পারে। যেমন $Fe(26)$ এর জন্য:

$$n = 1 \quad n = 2 \quad n = 3 \quad n = 4$$

| | | | | |
|----------------------|--------|---------------|----------------------|--------|
| $Fe(26) \rightarrow$ | $1s^2$ | $2s^2 \ 2p^6$ | $3s^2 \ 3p^6 \ 3d^6$ | $4s^2$ |
|----------------------|--------|---------------|----------------------|--------|



যদিও এক্ষেত্রে $4s$ অরবিটালে ইলেক্ট্রন $3d$ অরবিটালের আগে প্রবেশ করে।

3.7.3 ইলেক্ট্রন বিন্যাসের সাধারণ নিয়মের কিছু ব্যতিক্রম

সাধারণভাবে দেখা যায় যে, একই উপশক্তিস্তর p ও d এর অরবিটালগুলো অর্ধেক পূর্ণ (p^3, d^5) বা সম্পূর্ণরূপে পূর্ণ (p^6, d^{10}) হলে সে ইলেক্ট্রন বিন্যাস সুর্যিত হয়। তাই $Cr(24)$ এর ইলেক্ট্রন বিন্যাস স্বাভাবিকভাবে হওয়ার কথা: $Cr(24) \rightarrow 1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^4 \ 4s^2$ কিন্তু $3d^5$ অরবিটাল সুর্যিত অর্ধপূর্ণ হওয়ার আকাঙ্ক্ষায় $4s$ অরবিটাল হতে একটি ইলেক্ট্রন $3d$ অরবিটালে আসে। ফলে ক্রোমিয়ামের ইলেক্ট্রন বিন্যাস হয় এরকম: $Cr(24) \rightarrow 1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^5 \ 4s^1$



একক কাজ

নিজে করো: $Cu(29)$ এর ইলেক্ট্রন বিন্যাস স্বাভাবিকভাবে হওয়ার কথা: $Cu(29) \rightarrow 1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^9 \ 4s^2$ কিন্তু ক্ষেত্রের ইলেক্ট্রন বিন্যাস হয় এরকম: $Cu(29) \rightarrow 1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^{10} \ 4s^1$, কারণটি ব্যাখ্যা করো।

3.8 আইসোটোপ (Isotopes)

যে সকল পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা সমান কিন্তু তরসংখ্যা ও নিউক্লিন সংখ্যা তিনি তাদেরকে একে অপরের আইসোটোপ বলে। 3.04 নং টেবিলে দেখানো তিনটি H পরমাণুরই প্রোটন সংখ্যা সমান। কাজেই তারা একে অপরের আইসোটোপ। হাইড্রোজেনের সাতটি আইসোটোপ (${}^1H, {}^2H, {}^3H, {}^4H, {}^5H, {}^6H$ এবং 7H) আছে। এর মধ্যে শুধু তিনটি প্রকৃতিতে পাওয়া যায়, অন্যগুলোকে ল্যাবরেটরিতে প্রস্তুত করা হয়।

টেবিল ৩.০৮: হাইড্রোজেনের তিনটি শাকৃতিক আইসোটোপ।

| নাম | প্রার্থীক প্রোটন সংখ্যা Z | ভৱ সংখ্যা A | নিউট্রন সংখ্যা A - Z |
|-----------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------------|
| হাইড্রোজেন বা প্রোটিয়াম | ${}_1^1\text{H}$ | 1 | 1 |
| ডিউটেরিয়াম | ${}_1^2\text{D}$ | 1 | 2 |
| টিত্রিয়াম | ${}_1^3\text{T}$ | 1 | 2 |

এখনে ডিউটেরিয়াম ও টিত্রিয়াম হাইড্রোজেন পৰমাণুৰ আইসোটোপ।

৩.৯ পারমাণবিক ভৱ বা আপেক্ষিক পারমাণবিক ভৱ (Atomic Mass or Relative Atomic Mass)

আমোৱা আগেই জেনেছি যে, কোনো মৌলেৰ পৰমাণুৰ ভৱসংখ্যা হলো পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াসে উপস্থিত প্রোটন ও নিউট্রন সংখ্যাৰ যোগফল। তাহলে ভৱসংখ্যা নিচ্ছয়ই হবে একটি পূৰ্ণসংখ্যা। কিন্তু তুমি যদি কপারেৰ পারমাণবিক ভৱ দেখো তাহলে দেখবে সেটি হচ্ছে 63.5 আৱ ক্লোরিনেৰ পারমাণবিক ভৱ হলো 35.5। এটা কীভাৱে সম্ভব? আসলে এটি হলো আপেক্ষিক পারমাণবিক ভৱ। সেটি কী বা তাৰ দনকাৰাই বা কী? নিচে এই প্ৰশ্নালোৱে উত্তৰ আলোচনা কৰা হলো।

ক্লোরিনেৰ একটি পৰমাণুৰ ভৱ হলো 3.16×10^{-23} গ্ৰাম।

আলুমিনিয়ামেৰ একটি পৰমাণুৰ ভৱ 4.482×10^{-23} গ্ৰাম।

কাৰ্বনে এত কম ভৱ ব্যৱহাৰ কৰা অনেক সমস্যা। সেজন্য একটি কাৰ্বন 12 আইসোটোপেৰ ভৱেৰ $\frac{1}{12}$ অংশকে একক হিসেবে ধৰে তাৰ সাপেক্ষে পৰমাণুৰ ভৱ মাপা হয়।

কাৰ্বন 12 আইসোটোপেৰ পারমাণবিক ভৱেৰ $\frac{1}{12}$ অংশ হচ্ছে 1.66×10^{-24} গ্ৰাম

কাজেই কোনো মৌলেৰ আপেক্ষিক পারমাণবিক ভৱ হচ্ছে;

মৌলেৰ একটি পৰমাণুৰ ভৱ

একটি কাৰ্বন 12 আইসোটোপেৰ পারমাণবিক ভৱেৰ $\frac{1}{12}$ অংশ

কোনো মৌলের একটি পরমাণুর প্রকৃত ভর জানা থাকলে আমরা আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর বের করতে পারব। এক্ষেত্রে ঐ মৌলের একটি পরমাণুর প্রকৃত ভরকে 1.66×10^{-24} গ্রাম দ্বারা ভাগ করে আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর বের করা যায়।

একক কাজ:

নিজে করো: Al এর ১টি পরমাণুর ভর 4.482×10^{-23} গ্রাম। Al পরমাণুর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর গণনা করে দেখাও।

প্রশ্ন অনুসারে Al এর একটি পরমাণুর ভর = 4.482×10^{-23} গ্রাম। আমরা জানি, কার্বন-12 আইসোটোপে পারমাণবিক ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ হলো, 1.66×10^{-24} g

$$\text{কাজেই Al মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} = \frac{4.482 \times 10^{-23} \text{গ্রাম}}{1.66 \times 10^{-24} \text{গ্রাম}} = 27$$

কোনো মৌলের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর হলো দুটি ভরের অনুপাত, সেজন্য আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরের কোনো একক থাকে না।

৩.৯.১ আইসোটোপের শতকরা হার থেকে মৌলের গড় আপেক্ষিক ভর নির্ণয়

প্রকৃতিতে বেশির ভাগ মৌলেরই একাধিক আইসোটোপ রয়েছে। তাই যে মৌলের একাধিক আইসোটোপ আছে সেই মৌলের সকল আইসোটোপের প্রকৃতিতে প্রাপ্ত শতকরা হার থেকে মৌলের গড় আপেক্ষিক ভর এর মান গণনা করতে নিচের ধাপগুলো অনুসরণ করা হয়।

ধাপ 1: প্রথমে কোনো মৌলের প্রত্যেকটি আইসোটোপের ভরসংখ্যা এবং প্রকৃতিতে প্রাপ্ত এই আইসোটোপের শতকরা পরিমাণ গুণ দিতে হবে।

ধাপ 2: প্রাপ্ত গুণফলগুলোকে যোগ করতে হবে।

ধাপ 3: প্রাপ্ত যোগফলকে 100 দ্বারা ভাগ করলেই ঐ মৌলের গড় আপেক্ষিক ভর পাওয়া যাবে।

যেমন- ধরা যাক একটি মৌল A এর দুটি আইসোটোপ আছে। একটি আইসোটোপের ভরসংখ্যা p, প্রকৃতিতে প্রাপ্ত এই আইসোটোপের শতকরা পরিমাণ m, অপর আইসোটোপের ভরসংখ্যা q এবং প্রকৃতিতে প্রাপ্ত এই আইসোটোপের শতকরা পরিমাণ n তাহলে

$$\text{মৌল A এর গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} = \frac{p \times m + q \times n}{100}$$

উদাহরণ: প্রকৃতিতে ক্লোরিনের ২টি আইসোটোপ আছে ^{35}Cl এবং ^{37}Cl ।

প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ^{35}Cl এর শতকরা পরিমাণ 75% এবং

প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ^{37}Cl এর শতকরা পরিমাণ 25%

$$\text{অতএব, ক্লোরিনের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর} = \frac{35 \times 75 + 37 \times 25}{100} = 35.5$$

এখানে উল্লেখ্য, পর্যায় সারণিতেও ক্লোরিনের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 35.5 লেখা আছে। পর্যায় সারণিতে যে পারমাণবিক ভর লেখা আছে তা মূলত গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর।

মৌলের গড় আপেক্ষিক ভর নির্ণয়ের প্রয়োগ

মৌলের গড় আপেক্ষিক পরমাণু ভর থেকে আইসোটোপের শতকরা পরিমাণ নির্ণয়: প্রকৃতিতে যদি কোনো মৌলের দুটি আইসোটোপ থাকে তাহলে সেই মৌলের গড় আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে ঐ মৌলের বিভিন্ন আইসোটোপের প্রকৃতিতে প্রাপ্ত শতকরা পরিমাণ নির্ণয় করা যায়।

উদাহরণ:

প্রকৃতিতে কপারের দুটি আইসোটোপ আছে ^{63}Cu এবং ^{65}Cu । কপারের গড় পারমাণবিক আপেক্ষিক ভর 63.5।

ধরা যাক, প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ^{63}Cu এর শতকরা পরিমাণ $x\%$ এবং প্রকৃতিতে প্রাপ্ত ^{65}Cu এর শতকরা পরিমাণ $(100 - x)\%$

$$\text{এখানে, কপারের গড় আপেক্ষিক পরমাণবিক ভর} = \frac{x \times 63 + (100 - x) \times 65}{100} = 63.5$$

$$\text{বা, } x = 75\%$$

$$\text{প্রকৃতিতে প্রাপ্ত } ^{63}\text{Cu} \text{ এর শতকরা পরিমাণ} = 75 \% \text{ এবং}$$

$$\text{প্রকৃতিতে প্রাপ্ত } ^{65}\text{Cu} \text{ এর শতকরা পরিমাণ} (100-75)\% = 25\%$$

৩.৯.২ আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর থেকে আপেক্ষিক আণবিক ভর নির্ণয়

কোনো মৌলিক বা যৌগিক পদার্থের অনুত্তে যে পরমাণুগুলো থাকে তাদের আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর নিজ নিজ পরমাণু সংখ্যা দিয়ে গুণ করে যোগ করলে প্রাপ্ত যোগফলই হলো ঐ অনুর আপেক্ষিক আণবিক ভর। আপেক্ষিক পারমাণবিক ভরকে পারমাণবিক ভর এবং আপেক্ষিক আণবিক ভরকে সাধারণভাবে আণবিক ভর হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

উদাহরণ - ১

H_2 অনুত্তে হাইড্রোজেন (H) পরমাণুর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর হলো 1 এবং পরমাণুর সংখ্যা - 2 তাই H_2 অনুর আপেক্ষিক আণবিক ভর হবে: $1 \times 2 = 2$

উদাহরণ - ২

H_2SO_4 অনুত্তে উপস্থিত হাইড্রোজেন (H) এর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 1 এবং পরমাণুসংখ্যা 2, সালফার (S) পরমাণুর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 32 এবং পরমাণুর সংখ্যা 1 এবং অক্সিজেন পরমাণুর আপেক্ষিক পারমাণবিক ভর 16 এবং পরমাণুর সংখ্যা 4। অতএব, H_2SO_4 এর অনুর আপেক্ষিক আণবিক ভর হবে $1 \times 2 + 32 \times 1 + 16 \times 4 = 98$

৩.১০ তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ও তাদের ব্যবহার (Radioactive Isotopes and Their Uses)

এই অধ্যায়ে আমরা আইসোটোপ সম্পর্কে জেনেছি। কিছু কিছু আইসোটোপ আছে যাদের নিউক্লিয়াস স্বতঃস্ফূর্তভাবে (নিজে নিজেই) ভেঙে আলফা, বিটা, গামা ইত্যাদি তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত করে। একটি মৌলের যে সকল আইসোটোপ তেজস্ক্রিয় রশ্মি নিষ্পত্তি করে তাদেরকে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ বলে। এখন পর্যন্ত এ ধরনের আইসোটোপের সংখ্যা 3000 থেকে বেশি। এদের মধ্যে কিছু প্রকৃতিতে পাওয়া গেছে, অন্যগুলো গবেষণাগারে তৈরি করা হয়েছে। বিভিন্ন আইসোটোপ এবং তাদের তেজস্ক্রিয়তা নিয়ে তোমাদের পদার্থবিজ্ঞান বইয়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে। তাই এখানে শুধু তাদের কিছু ব্যবহার নিয়ে আলোচনা করা হলো।

তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ এর নিয়ন্ত্রিত ব্যবহার দিয়ে মানুষ অনেক কিছু করতে পারে যেটি অন্যভাবে করা দুঃসাধ্য ছিল। বর্তমানে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ চিকিৎসাক্ষেত্রে, কৃষিক্ষেত্রে, খাদ্য ও বীজ সংরক্ষণে, বিদ্যুৎ উৎপাদনে, কোনো কিছুর বয়স নির্ণয়সহ আরও অনেক ক্ষেত্রে ব্যবহার করা হয়।

৩.১০.১. চিকিৎসাক্ষেত্রে

চিকিৎসাক্ষেত্রে বর্তমানে বিভিন্ন প্রয়োজনে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করা হচ্ছে। যেমন:

রোগ নির্বরণ

আইসোটোপ ব্যবহার করে একজন রোগীর রোগাক্রান্ত স্থানের ছবি তোলা সম্ভব। এ পদ্ধতিতে ইঞ্জেকশনের মাধ্যমে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ টেকনিশিয়াম-99 (^{99}Tc) কে শরীরের ভেতরে প্রবেশ করানো হয়। এই আইসোটোপ যখন শরীরের নিনিট স্থানে জমা হয় তখন এই তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ গামা রশ্মি বিকিরণ করে, তখন বাইরে থেকে গামা রশ্মি শব্দন্তকরণ ক্যামেরা দিয়ে সেই স্থানের ছবি তোলা সম্ভব। এই তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ টেকনিশিয়াম-99 এর লাইকটাইম 6 ঘণ্টা। তাই সামান্য সময়েই এর তেজস্ক্রিয়তা শেষ হয়ে যায় বলে এটি অনেক নিরাপদ।

রোগ নিরাময়ে

সর্বপ্রথম থাইরয়েড ক্যানসার নিরাময়ে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ব্যবহার করা হয়। রোগীকে পরিমাণমতো তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ^{131}I সমৃদ্ধ দ্রবণ পান করানো হয়। এই আইসোটোপ থাইরয়েডে পোঁচায়। এ আইসোটোপ থেকে বিটা রশ্মি নির্গত হয় এবং থাইরয়েডের ক্যানসার কোষকে ধ্বংস করে। এছাড়া ইরিডিয়াম আইসোটোপ রেইন ক্যানসার নিরাময়ে ব্যবহার করা হয়। টিউমারের উপরিভিত্তি নির্গম ও নিরাময়ে তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ^{60}Co ব্যবহার করা হয়। ^{60}Co থেকে নির্গত গামা রশ্মি ক্যানসারের কোষকলাকে ধ্বংস করে। রক্তের লিউকেমিয়া রোগের চিকিৎসায় ^{32}P এর ফসফেট ব্যবহার করা হয়।

৩.10.2 কৃষিক্ষেত্ৰে

ফসলের পুষ্টি

ফসলের পুষ্টিৰ জন্য জমিতে পরিমাণমতো সার ব্যবহার কৰতে হয়। সার মূলাবান বস্তু। তাই অতিৰিক্ত ব্যবহার কৰা আধিক্য ক্ষতিৰ কাৰণ। একদিকে প্রয়োজনেৰ অতিৰিক্ত সার ব্যবহার পৰিবেশেৰ ক্ষতিৰ কাৰণ, অপৱাদিকে প্রয়োজনেৰ চেৱে কম পৰিমাণ সার ব্যবহার কৰা হলে ফসলেৰ উৎপাদন কম হয়। তেজক্ষিয় আইসোটোপ ব্যবহার কৰে জমিতে কী পৰিমাণ নাইট্রোজেন ও ফসফৰাস আছে তা জানা যায়। আৰ তা জেনে জমিতে আৱণ কী পৰিমাণ নাইট্রোজেন ও ফসফৰাস দিতে হবে তাৰও হিসাব কৰা যায়। উত্তিদ মূলৰ মাধ্যমে তেজক্ষিয় নাইট্রোজেন ও তেজক্ষিয় ফসফৰাস গ্ৰহণ কৰে এবং তা উত্তিদেৰ শৰীৰেৰ বিভিন্ন অংশে শোষিত হয়। এসব তেজক্ষিয় আইসোটোপ থেকে তেজক্ষিয় রশ্মি নিৰ্গত হয়। গাইগাৰ মূলৰ কাউন্টাৰ ব্যবহার কৰে এ তেজক্ষিয় রশ্মি শনাক্ত ও পৰিমাণ কৰা হয়।

ক্ষতিকাৰক পোকামাকড় নিয়ন্ত্ৰণ কৰতে

ফসলেৰ জন্য ক্ষতিকাৰক পোকামাকড় সব সময়ই মারাঞ্ছক তুষ্ণিক্ষৰূপ। এগুলো যেমন ফসলেৰ উৎপাদন কৰায় তেমনই এদেৱ মাধ্যমে রোগজীৱাগুণ উত্তিদে প্ৰৱেশ কৰে। এসব পোকামাকড় ধৰংস কৰাৰ জন্য ফসলে এবং জমিতে কীটনাশক দেওয়া হয়। এ কীটনাশক পৰিবেশ ও আমদেৱ শৰীৰেৰ জন্য ক্ষতিকৰ। শুধু তাই নয়, এ কীটনাশক ক্ষতিকাৰক পোকামাকড়ৰ সাথে সাথে অনেক উপকাৰী পোকামাকড়ও ধৰংস কৰে। তেজক্ষিয় আইসোটোপসমূহ কীটনাশক ব্যবহাৰেৰ মাধ্যমে জানা সম্ভব হয়েছে সৰ্বিন্ম কতটুকু পৰিমাণ কীটনাশক একটি ফসলেৰ জন্য ব্যবহার কৰা যাবে।

ফসলেৰ মানোন্নয়নে

বিভিন্ন ধৰনেৰ তেজক্ষিয় রশ্মিৰ নিয়ন্ত্ৰণ ব্যবহাৰেৰ মাধ্যমে উত্তিদ কোৰেৱ জিমগত পৰিবৰ্তন ঘটিয়ে উন্নত মানেৱ ফসল উৎপাদন কৰা হয়।

৩.10.3 বিদ্যুৎ উৎপাদনে

কিছু কিছু পৰিমাণকে ভেঙে শুভ শুভ পৰিমাণতে পৱিণ্ট কৰলে অৰ্ধাৎ ফিশান বিক্ৰিয়া ঘটালৈ প্ৰচুৰ পৰিমাণে তাৰণশক্তি নিৰ্গত হয়। এই তাৰণশক্তি ব্যবহার কৰে জেনারেটোৰ দিয়ে বিদ্যুৎ উৎপন্ন কৰা হয়। আমোৱা সেটিকে নিউক্লিয়াৰ বিদ্যুৎকেন্দ্ৰ বলি। তোমাদেৱ পদাৰ্থবিজ্ঞান বইয়েৰ চতুৰ্থ অধ্যায়ে এ সকাৰকে বিস্তাৰিত আলোচনা কৰা হয়েছে।

বাংলাদেশে পাৰ্বনা জেলাৰ রূপপুৰে বাংলাদেশ সৱকাৱ পাৰমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্ৰ স্থাপন কৰতে যাচ্ছে। এ পাৰমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্ৰ স্থাপিত হলে দুই হাজাৰ চাৰশ মেগাওয়াট বিদ্যুৎ উৎপাদন হবে বলে ৫০



চিত্র 3.05: পাবনাৰ বৃগপুৰ নিউক্লিয়াৰ বিদ্যুৎকেন্দ্ৰ।

3.10.4 তেজস্ক্রিয় আইসোটোপেৰ ক্ষতিকৰ প্ৰভাৱ

তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ আমাদেৱ অনেক উপকাৰে আদে সে কথা সত্যি কিন্তু এটি আমাদেৱ জন্ম ক্ষতিৰ কাৰণও হতে পাৰে। তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ থেকে যে আলফা, বেটা ও গামা রশ্মি নিৰ্গত হয় তা কোৰেৱ জিনগত পৱিবৰ্তন ঘটাতে পাৰে যাৰ ফলাফল হিসেবে ক্যানসারেৱ মতো রোগ হতে পাৰে। বিভাইয় বিশ্বযুৰে জাপানেৱ হিৱোশিমা ও নাগাসাকিতে পাৰমাণবিক বোমাৰ বিষ্ফোৱণ ঘটেছিল, তাৰ জন্ম কয়েক লক্ষ জীৱন ধৰণস হয়েছে। 1986 সালে রাশিয়াৰ চেরোনোবিলে পাৰমাণবিক বিদ্যুৎকেন্দ্ৰে যে দুর্ঘটনা ঘটেছিল তাৰ ফলে অনেক প্ৰোগ হারিয়েছে এবং ঐ এলাকায় পৱিবেশ দূষণ ঘটেছে।



অনুশীলনী



বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

1. Z একটি মৌল যার প্রোটন সংখ্যা 111 এবং ডোসংখ্যা 252। নিচের কোনটি ঘোষণা পরমাণুটিকে প্রকাশ করা যায়?

- | | |
|---------------|---------------------|
| (ক) ^{111}Z | (খ) $^{111}_{252}Z$ |
| (গ) ^{252}Z | (ঘ) $^{252}_{111}Z$ |

2. 'X' মৌলটির আপেক্ষিক পারমাণবিক তরঙ্গ কত? (এখানে X প্রতীকী অর্থে, প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়)

- | | |
|---------|---------|
| (ক) 148 | (খ) 150 |
| (গ) 152 | (ঘ) 153 |

| আইসোটোপ | পর্যাপ্ততাৰ শতকৰা পৰিমাণ |
|-----------|--------------------------|
| ^{146}X | 25 |
| ^{154}X | 75 |

3. একটি মৌলের একটি পরমাণুর প্রকৃত তরঙ্গ যদি 4.482×10^{-23} গ্রাম হয়, তবে এর আপেক্ষিক পারমাণবিক তরঙ্গ হবে—

- | | |
|--------|--------|
| (ক) 25 | (খ) 40 |
| (গ) 29 | (ঘ) 27 |

4. $^{27}_{13}\text{Al}$ সংকেতটিতে মৌলের-

- (i) প্রোটন সংখ্যা 13
- (ii) ডোসংখ্যা 27
- (iii) ইলেক্ট্রন সংখ্যা 10

নিচের কোনটি সঠিক?

- | | |
|-------------|-----------------|
| (ক) i ও ii | (খ) ii ও iii |
| (গ) i ও iii | (ঘ) i, ii ও iii |

৫. পটাশিয়ামের পারমাণবিক সংখ্যা কত?

- | | |
|--------|--------|
| (ক) 15 | (খ) 17 |
| (গ) 19 | (ঘ) 21 |

৬. N শেলে কয়টি উপশক্তির থাকে?

- | | |
|-------|-------|
| (ক) 1 | (খ) 2 |
| (গ) 3 | (ঘ) 4 |

৭. Sc এর পারমাণবিক সংখ্যা 21। Sc এর সঠিক ইলেকট্রন বিন্যাস কোনটি?

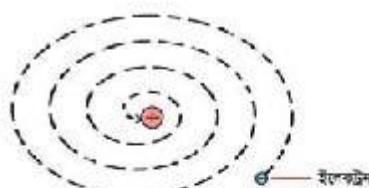
- | | |
|--|-------------------------------------|
| (ক) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ | (খ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ |
| (গ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^1 4s^2$ | (ঘ) $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$ |



সৃজনশীল প্রশ্ন

১. একটি মৌলের পরমাণুর মডেল আঁকার জন্য বলা হলে নবম শ্রেণির ছাত্র করিদ নিচের চিত্রটি অঙ্কন করল।

- (ক) পারমাণবিক সংখ্যা কাকে বলে?
 (খ) $\frac{64}{29}X$ এবং $\frac{64}{30}Y$ পরমাণু দুটির
নিউক্লিয়ন সংখ্যা সমান কিন্তু নিউক্লিন
সংখ্যা ডিম্ব-ব্যাখ্যা করো।
 (গ) করিদের আঁকা চিত্রটি যে পরমাণু
মডেলের সীমাবদ্ধতা নির্দেশ করে সেই
পরমাণু মডেলটি বর্ণনা করো।
 (ঘ) অঙ্কিত চিত্র অনুসারে পরমাণু কেন
স্থায়ী হবে না— তা আলোচনা করো।



২. A মৌল = ^{60}Co , B মৌল = ^{32}P , C ঘোগ = H_2SO_4

- (ক) প্রতীক কাকে বলে?
 (খ) পরমাণুতে কখন বর্ণালির সূচি হয়? ব্যাখ্যা করো।
 (গ) C ঘোগের আপেক্ষিক আণবিক তর বের করো।
 (ঘ) A এবং B এর আইসোটোপগুলো আমাদের জীবনে গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে— ব্যাখ্যা করো।

চতুর্থ অধ্যায়

পর্যায় সারণি

(Periodic Table)



একটি ডিজি ধরনের পর্যায় সারণি।

2016 সাল পর্যবেক্ষণে মোট 118টি মৌলিক পদার্থ আবিস্কৃত হয়েছে। রসায়ন অধ্যায়ন ও গবেষণার জন্য সব কয়টি মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে ধারণা থাকা প্রয়োজন। মৌলিক পদার্থগুলোর মধ্যে কিছু মৌলিক পদার্থ একই রকম ধর্ম প্রদর্শন করে। যে সকল মৌলিক পদার্থ একই রকম ধর্ম প্রদর্শন করে তাদেরকে একই গ্রুপে রেখে সমগ্র মৌলিক পদার্থের জন্ম একটি ছক তৈরি করার চেষ্টা নীর্থন থেকেই চলছিল। কয়েক শ বছর ধরে বিভিন্ন বিজ্ঞানীর প্রচেষ্টা, অনেক পরিবর্তন, পরিবর্ধনের ফলে আমরা মৌলগুলো সাজানোর এই ছকটি পেয়েছি, যেটা পর্যায় সারণি বা Periodic table নামে পরিচিত। এ পর্যায় সারণি রসায়নের জগতে বিজ্ঞানীদের এক অসামান্য অবদান। এ পর্যায় সারণি এবং তার বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে কারও ভালো ধারণা থাকলে শুধু এই 118টি মৌলের বিভিন্ন ধর্ম নয় বরং এ সকল মৌল দ্বারা গঠিত অসংখ্য যৌগের ধর্মাবলি সম্পর্কে সাধারণ ধারণা জন্মে। এই অধ্যায়ে পর্যায়

সারণি এবং পর্যায় সারণিতে অবস্থিত মৌলসমূহের বিভিন্ন ধর্ম ও বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে একটি সাধারণ ধারণা দেওয়ার চেষ্টা করা হয়েছে।



এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা

- পর্যায় সারণি বিকাশের পটভূমি বর্ণনা করতে পারব।
- মৌলের সর্ববহিঃস্তর শক্তিসম্পর্কের ইলেক্ট্রন বিন্যাসের সাথে পর্যায় সারণির প্রধান গুপ্তগুলোর সম্পর্ক নির্ণয় করতে পারব (প্রথম ৩০টি মৌল)।
- একটি মৌলের পর্যায় শনাক্ত করতে পারব।
- পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের অবস্থান জেনে এর ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সম্পর্কে ধারণা করতে পারব।
- মৌলসমূহের বিশেষ নামকরণের কারণ বলতে পারব।
- পর্যায় সারণির গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পর্যায় সারণির একই গুপ্তের মৌল দ্বারা গঠিত যৌগের একই ধরনের ধর্ম প্রদর্শন করতে পারব।
- পরীক্ষণের সময় কাচের ঘন্টাপাতির সঠিক ব্যবহার করতে পারব।
- পরীক্ষণ কাজে সতর্কতা অবলম্বন করতে পারব।
- পর্যায় সারণি অনুসরণ করে মৌলসমূহের ধর্ম অনুমানে আগ্রহ প্রদর্শন করতে পারব।

৪.১ পর্যায় সারণির পটভূমি (Background of Periodic Table)

মানুষ প্রাচীনকাল থেকে বিকিন্তভাবে পদাৰ্থ এবং তাদের ধৰ্ম সংশ্লেষণে যে সকল ধাৰণা অৰ্জন কৰেছিল পৰ্যায় সারণি হচ্ছে তাৰ একটি সম্প্রিলিত বৃপ্ত। পৰ্যায় সারণি একজন বিজ্ঞানীৰ একদিনেৰ পৰিৱ্ৰতেৰ ফলে তৈৱি হয়নি। অনেক বিজ্ঞানীৰ অনেক দিনেৰ অক্লান্ত পৰিৱ্ৰতেৰ ফলে আজকেৰ এই আধুনিক পৰ্যায় সারণি তৈৱি হয়েছে।

1789 সালে ল্যাভসিয়ে অ্যাঞ্জেন, নাইট্ৰোজেন, হাইড্ৰোজেন, ফসফৰাস, মার্কারি, জিংক এবং সালফার ইতাদি মৌলিক পদাৰ্থসমূহকে ধৰ্ত ও অধাৰ্ত এই দুই ভাগে ভাগ কৰেন। ল্যাভসিয়েৰ সময় থেকেই মৌলগুলোকে বিভিন্ন ভাগে ভাগ কৰাৰ চিন্তাভাবনা শুৰু হয় যেন একই ধৰনেৰ মৌলিক পদাৰ্থগুলো একটি নিৰ্দিষ্ট ভাগে থাকে।

1829 সালে বিজ্ঞানী ডোবেৰাইনার লক্ষ কৰেন তিনটি কৰে মৌলিক পদাৰ্থ একই রকমেৰ ধৰ্ম প্ৰদৰ্শন কৰে। তিনি প্ৰথমে পারমাণবিক ভৱ অনুসারে তিনটি কৰে মৌল সাজান। এৱেপৰা তিনি লক্ষ কৰেন বিভিন্ন মৌলেৰ পারমাণবিক ভৱ প্ৰথম ও দ্বিতীয় মৌলেৰ পারমাণবিক ভৱেৰ যোগফলেৰ অৰ্দেক বা তাৰ কাছাকাছি, একে ডোবেৰাইনারেৰ অ্যাসুস্ট্ৰ বলে। বিজ্ঞানী ডোবেৰাইনার ক্ৰোমিন, ৱ্ৰামিন ও আয়োডিনকে প্ৰথম ত্ৰয়ী মৌল হিসেবে চিহ্নিত কৰেন।

1864 সাল পৰ্যন্ত আবিষ্কৃত মৌলসমূহেৰ জন্য নিউল্যান্ড অষ্টক সূত্ৰ নামে একটি সূত্ৰ প্ৰদান কৰেন। এই সূত্ৰ অনুযায়ী মৌলসমূহকে যদি পারমাণবিক ভৱেৰ ছেট থেকে বড় অনুযায়ী সাজানো যায় তবে যেকোনো একটি মৌলেৰ ধৰ্ম তাৰ অষ্টম মৌলেৰ ধৰ্মেৰ সাথে মিল যায়।

1869 সালে রাশিয়ান বিজ্ঞানী মেডেলিফ সকল মৌলেৰ ধৰ্ম পৰ্যালোচনা কৰে একটি পৰ্যায় সূত্ৰ প্ৰদান কৰেন। সূত্ৰটি হলো: “মৌলসমূহেৰ ভৌত ও রাসায়নিক ধৰ্মৰূপ তাদেৰ পারমাণবিক ভৱ বৃৰ্দ্ধিৰ সাথে পৰ্যাপ্তভাৱে আৰৰ্ত্তিত হয়।”

এ সূত্ৰ অনুসারে তিনি তখন পৰ্যন্ত আবিষ্কৃত ৬৩টি মৌলকে ১২টি আনুভূমিক সারি আৱ ৪টি খাড়া কলামেৰ একটি ছাকে পারমাণবিক ভৱ বৃৰ্দ্ধি অনুসারে সাজিয়ে দেখান যে, একই কলাম বৰাবৰ সকল মৌলেৰ ধৰ্ম একই রকমেৰ এবং একটি সারিৰ প্ৰথম মৌল থেকে শেষ মৌল পৰ্যন্ত মৌলগুলোৰ ধৰ্মেৰ ক্ৰমাবলো পৰিবৰ্তন ঘটে। এই ছাকেৰ নাম দেওয়া হয় পৰ্যায় সারণি (Periodic Table)।

মেডেলিফেৰ পৰ্যায় সারণিৰ আৱেকটি সাফল্য হচ্ছে কিছু মৌলিক পদাৰ্থেৰ অস্তিত্ব সংশ্লেষণে সঠিক ভবিষ্যত্বাণী। সে সময় মাত্ৰ ৬৩টি মৌল আবিষ্কৃত হওয়াৰ কাৰণে পৰ্যায় সারণিৰ কিছু ঘৰ ফাঁকা থেকে যায়। মেডেলিফ এই ফাঁকা ঘৰগুলোৰ জন্য যে মৌলেৰ ভবিষ্যত্বাণী কৰেছিলেন পৰবৰ্তীকালে সেগুলো সত্য প্ৰমাণিত হয়।

| | | | | | | | | |
|----|-----------|-----------|---------------------|------------------|--------------|----------------|------------|-------------|
| 1 | 1 | 2 | | | | | | |
| H | Hydrogen | Beryllium | পর্যায় সংখ্যা | পারমাপরিক সংখ্যা | 6 | পারমাপরিক তর | প্রতীক | গোলের নাম |
| Li | Lithium | Boron | পর্যায় সংখ্যা | পর্যায় সংখ্যা | 4 | পর্যায় সংখ্যা | Cr | Chromium |
| Na | Sodium | Magnesium | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| K | Potassium | Calcium | Sc | Titanium | V | Cr | Mn | Fe |
| Rb | Rubidium | Strontium | Y | Zirconium | Nb | Mo | Tc | Ru |
| Cs | Caesium | Barium | Sr | Yttrium | Niobium | Molybdenum | Technetium | Rh |
| Fr | Francium | Radium | La | Hafnium | Tantalum | Tungsten | Ruthenium | Rhodium |
| 5 | 85.5 | 88 | 58 | 89 | 40 | 91 | 41 | 93 |
| 6 | 133 | 137 | পারমাপরিক সংখ্যা | 57 থেকে 71 | 72 | 178.5 | 73 | 181 |
| 7 | 223 | 226 | পারমাপরিক সংখ্যা | 89 থেকে 103 | 104 | 261 | 105 | 262 |
| | | | Rf | Rutherfordium | Db | Dubnium | Sg | Bohrium |
| | | | Ce | Cerium | Pr | Praseodymium | Nd | Promethium |
| | | | La | Lanthanum | Pa | Neodymium | Pm | Samarium |
| | | | Th | Thorium | U | Uranium | Np | Plutonium |
| | | | Ac | Actinium | Protactinium | Neptunium | Pu | Americium |
| | | | Eu | Erbium | Am | Curium | Bk | Lanthanides |

ল্যানথানাইড সারির
মৌল

অ্যাকটিনাইড সারির
মৌল

18

আধুনিক পর্যায় সারণি

13

14

15

16

17

He
Helium
হেলিয়াম

Ne
Neon
নিয়ন্ত্রণ

Ar
Argon
আর্গন

10

11

12

Ni
Nickel
নিকেল

Cu
Copper
কুপার

Zn
Zinc
জিন্স

Ga
Gallium
গালিয়াম

Ge
Germanium
গার্মেনিয়াম

As
Arsenic
আর্সেনিক

Se
Selenium
সেলেনিয়াম

Br
Bromine
ব্ৰোমিন

Kr
Krypton
ক্রিপ্টন

Pd
Palladium
পালাডিয়াম

Ag
Silver
সিলভাৰ

Cd
Cadmium
ক্যাডমিয়াম

In
Indium
ইনডিয়াম

Sn
Tin
টিন

Sb
Antimony
অ্যান্টিমন

Te
Tellurium
টেল্লুরিয়াম

I
Iodine
আয়োডিন

Xe
Xenon
ক্ষেনন

Pt
Platinum
প্লাটিনাম

Au
Gold
গোল্ড

Hg
Mercury
মার্কুরি

Tl
Thallium
থালিয়াম

Pb
Lead
লেড

Bi
Bismuth
বিস্মিয়াম

Po
Polonium
পোলোনিয়াম

At
Astatine
আস্ট্যাটাইন

Rn
Radon
রেডন

Ds
Darmstadtium
দার্মস্ট্যাটিয়াম

Rg
Roentgenium
রোণ্টেন্জেনিয়াম

Cn
Copernicium
কোপেরনিকিয়াম

Nh
Nihonium
নিহোনিয়াম

Fl
Flerovium
ফ্লেরোভিয়াম

Mc
Moscovium
মস্কোভিয়াম

Lv
Livermorium
লিভারমোরিয়াম

Ts
Tennessine
টেনেসিন

Og
Oganesson
ওগানেসন

Gd
Gadolinium
গাডোলিনিয়াম

Tb
Terbium
টাৰ্বিয়াম

Dy
Dysprosium
ডায়স্প্ৰোসিয়াম

Ho
Holmium
হোলিয়াম

Er
Erbium
আৰ্বিয়াম

Tm
Thulium
তুলিয়াম

Yb
Ytterbium
ইটের্বিয়াম

Lu
Lutetium
লুটেলিয়াম

Cm
Curium
কুরিয়াম

Bk
Berkelium
বের্কেলিয়াম

Cf
Californium
ক্যালিফোর্নিয়াম

Es
Einsteinium
এইন্সটিনিয়াম

Fm
Fermium
ফাৰ্মিয়াম

Md
Mendelevium
মেন্দেলেভিয়াম

No
Nobelium
নোবেলিয়াম

Lr
Lawrencium
লোৱেন্সিয়াম

মেডেলিফের পর্যায় সারণির কিছু ঝুঁটি পরিলক্ষিত হয়। মেডেলিফ তার পর্যায় সারণিতে যে নিয়মানুযায়ী মৌলগুলো বসিয়েছিলেন সেই নিয়মানুযায়ী যে পরমাণুর পারমাণবিক ভর কম থাকবে সেই পরমাণু পর্যায় সারণিতে আগে বসবে এবং যে পরমাণুর পারমাণবিক ভর কম থাকবে সেই পরমাণু পর্যায় সারণিতে পরে বসবে। কিন্তু দেখা যায় মেডেলিফের পর্যায় সারণিতে আর্গনের পারমাণবিক ভর ৪০ এবং পটাশিয়াম এর পারমাণবিক ভর ৩৭ হওয়া সত্ত্বেও একই গুপ্তের মৌলসমূহের ধর্মের মিল করানোর জন্য আর্গনকে পটাশিয়ামের আগে বসানো হয়েছিল। এরকম আরও অনেক মৌলের ক্ষেত্রে দেখা যায় পারমাণবিক ভর বেশি হওয়া সত্ত্বেও তাদেরকে কোনো কোনো মৌলের আগে পর্যায় সারণিতে বসানো হয়েছিল। এটি হিল পর্যায় সারণির ঝুঁটি। এরকম আরও অনেক ঝুঁটি মেডেলিফের পর্যায় সারণিতে লক্ষ করা যায়।

১৯১৩ সালে মোসলে পারমাণবিক ভরের পরিবর্তে পারমাণবিক সংখ্যা অনুযায়ী মৌলগুলোকে পর্যায় সারণিতে সাজানোর প্রস্তাব দেন।

পারমাণবিক সংখ্যা অনুসারে পর্যায় সারণিতে মৌলের স্থান দেওয়া হলে মেডেলিফের পর্যায় সারণিতে আর্গনের পারমাণবিক সংখ্যা ১৮ এবং পটাশিয়াম এর পারমাণবিক সংখ্যা ১৯। কাজেই আর্গন পটাশিয়ামের আগে বসবে। কাজেই পারমাণবিক সংখ্যা অনুসারে পর্যায় সারণিতে মৌলের স্থান দেওয়া হলে এ রকম ঝুঁটিগুলো সংশোধিত হয়।

আন্তর্জাতিক রসায়ন ও ফলিত রসায়ন সংস্থা (International Union of Pure and Applied Chemistry বা সংক্ষেপে IUPAC) এখন পর্যন্ত 118টি মৌলিক পদার্থকে শনাক্ত করেছে। IUPAC সংস্থাটি আন্তর্জাতিকভাবে রসায়ন ও ফলিত রসায়নের বিভিন্ন নিয়মকানুন, ত্রুট্যবর্ধমান পরিবর্তনের কোনটি প্রশংসন করা যায় এবং কোনটি বর্জন করা উচিত এই বিষয়গুলো দেখাশোনা এবং নিয়ন্ত্রণ করে। 118টি মৌলের মধ্যে বেশির ভাগ মৌলই প্রকৃতিতে পাওয়া যায় এবং বাকি কিছু মৌল ল্যাবরেটরিতে তৈরি করা হয়েছে।

ল্যাভরেটরিয়ে মাত্র ৩৩টি মৌল নিয়ে ছক তৈরির কাজ শুরু করেছিলেন। মেডেলিফ ৬৩টি অবিকৃত মৌল এবং ৪৩টি অনাবিকৃত মৌল নিয়ে পর্যায় সারণি নামে যে ছকটি তৈরি করেছিলেন, বর্তমানে সেটি 118টি মৌলের আধুনিক পর্যায় সারণি হিসেবে প্রতিষ্ঠিত হয়েছে।

4.2 পর্যায় সারণির বৈশিষ্ট্য (Characteristics of the Periodic Table)

পর্যায় সারণি মূলত একটি ছক বা টেবিল। টেবিলে যেমন সারি (Row) এবং কলাম (Column) থাকে পর্যায় সারণিতেও তেমনি সারি ও কলাম আছে। পর্যায় সারণির বাম থেকে ডান পর্যন্ত বিস্তৃত

সারিগুলোকে পর্যায় এবং খাড়া কলামগুলোকে শুপ বা প্রেপি বলে। আধুনিক পর্যায় সারণির বর্গাকার ধরণগুলোতে মোট 118টি মৌল আছে। পর্যায় সারণিটি এই অধ্যায়ের শুরুতে দেখানো হয়েছে।

আধুনিক পর্যায় সারণির অনেক বৈশিষ্ট্য রয়েছে। পর্যায় সারণির দিকে লক্ষ রাখলে এই বৈশিষ্ট্যগুলো খুজে পাওয়া যাবে।

- (a) পর্যায় সারণিতে ৮টি পর্যায় (Period) বা অনুভূমিক সারি এবং 18টি শুপ বা খাড়া স্তৰ রয়েছে।
- (b) প্রতিটি পর্যায় বামদিকে শুপ 1 থেকে শুরু করে ডানদিকে শুপ 18 পর্যন্ত বিস্তৃত।
- (c) মূল পর্যায় সারণির নিচে আলাদাভাবে ল্যাক্টিনাইড ও আকটিনাইড সারির মৌল হিসেবে দেখানো হলেও এগুলো যথক্রমে 6 এবং 7 পর্যায়ের অংশ।
- (d) (i) পর্যায় 1 এ শুধু ২টি মৌল রয়েছে।
 (ii) পর্যায় 2 এবং পর্যায় 3 এ ৪টি করে মৌল রয়েছে।
 (iii) পর্যায় 4 এবং পর্যায় 5 এ ১৮টি করে মৌল রয়েছে।
 (iv) পর্যায় 6 এবং পর্যায় 7 এ ৩২টি করে মৌল রয়েছে।
- (e) (i) শুপ 1 এ ৮টি মৌল রয়েছে।
 (ii) শুপ 2 এ ৬টি মৌল রয়েছে।
 (iii) শুপ 3 এ ৩২টি মৌল রয়েছে।
 (iv) শুপ 4 থেকে শুপ 12 পর্যন্ত প্রত্যেকটি শুপে ৫টি করে মৌল রয়েছে।
 (v) শুপ 13 থেকে শুপ 17 পর্যন্ত প্রত্যেকটিতে ৬টি করে মৌল রয়েছে।
 (vi) শুপ 18 এ ৭টি মৌল রয়েছে।

যে সকল মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 57 থেকে 71 পর্যন্ত এরকম 15টি মৌলকে ল্যাক্টিনাইড সারির মৌল বলা হয়। যে সকল মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 89 থেকে 103 পর্যন্ত এরকম 15টি মৌলকে আকটিনাইড সারির মৌল বলা হয়। ল্যাক্টিনাইড সারির মৌলগুলোর ধর্ম এত কাছাকাছি এবং আকটিনাইড সারির মৌলসমূহের ধর্ম এত কাছাকাছি যে তাদেরকে পর্যায় সারণির নিচে ল্যাক্টিনাইড সারির মৌল এবং আকটিনাইড সারির মৌল হিসেবে আলাদাভাবে রাখা হয়েছে।

যদি মৌলগুলোর ধর্মের ভিত্তিতে বিবেচনা করা হয় তাহলে নিচের বৈশিষ্ট্যগুলো লক্ষ করা যায়:

1. একই পর্যায়ের বাম থেকে ডানের দিকে গেলে মৌলসমূহের ধর্ম ত্রুটায়ে পরিবর্তিত হয়।
2. একই শুপের মৌলগুলোর ভৌত এবং রাসায়নিক ধর্ম প্রায় একই রকমের হয়।

৪.৩ ইলেক্ট্রন বিন্যাস থেকে পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান নির্ণয় (Determination of the Position of Elements in the Periodic Table from Their Electronic Configuration)

আমরা কোনো একটি মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাস থেকে সহজেই মৌলটি কোন গ্রুপ এবং কোন পর্যায়ে রয়েছে সেটি বের করতে পারি। নিচে পর্যায় সারণিতে কোনো মৌলের অবস্থান নির্ণয়ের পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো।

পর্যায় নম্বর বের করার নিয়ম

কোনো মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাসের সবচেয়ে বাইরের প্রধান শক্তিস্তরের নম্বরই এই মৌলের পর্যায় নম্বর। যেমন— Li এর ইলেক্ট্রন বিন্যাস হলো: $Li(3) \rightarrow 1s^2 2s^1$ । যেহেতু লিথিয়ামের ইলেক্ট্রন বিন্যাসে সবচেয়ে বাইরের শক্তিস্তর 2, তাই লিথিয়াম 2 নম্বর পর্যায়ের মৌল।

K এর ইলেক্ট্রন বিন্যাস হলো: $K(19) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ । যেহেতু পটশিয়ামের ইলেক্ট্রন বিন্যাসে সবচেয়ে বাইরের শক্তিস্তর 4, তাই পটশিয়াম 4 নম্বর পর্যায়ের মৌল।

গ্রুপ নম্বর বের করার নিয়ম

কোনো মৌলের গ্রুপ নম্বর বের করার কয়েকটি নিয়ম আছে।

নিয়ম 1: কোনো মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাসের বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে যদি s অরবিটাল থাকে তবে এই s অরবিটালের মোট ইলেক্ট্রন সংখ্যাই এই মৌলের গ্রুপ নম্বর। যেমন- হাইড্রোজেন, H(1) মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাস $1s^1$ । এখানে s অরবিটালে 1টি ইলেক্ট্রন আছে। কাজেই হাইড্রোজেন এর গ্রুপ বা শ্রেণি নম্বর 1।

নিয়ম 2: কোনো মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাসের বাইরের প্রধান শক্তিস্তর যদি sh s ও p অরবিটাল থাকে তবে এই s ও p অরবিটালের মোট ইলেক্ট্রন সংখ্যার সাথে 10 যোগ করলে যে সংখ্যা পাওয়া যায় সেই সংখ্যাই এই মৌলের গ্রুপ নম্বর। যেমন: বোরন B(5) মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাস $1s^2 2s^2 2p^1$ । এখানে বোরনের বাইরের শেলে s অরবিটালে 2টি ইলেক্ট্রন ও p অরবিটালে 1টি ইলেক্ট্রন আছে। কাজেই বোরনের গ্রুপ নম্বর $2 + 1 + 10 = 13$

নিয়ম 3: কোনো মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাসে সবচেয়ে বাইরের প্রধান শক্তিস্তরে যদি s অরবিটাল থাকে এবং আগের প্রধান শক্তিস্তরে যদি d অরবিটাল থাকে তবে s অরবিটাল ও d অরবিটালের ইলেক্ট্রন সংখ্যা যোগ করলেই গ্রুপ নম্বর পাওয়া যায়। যেমন: Fe(26) মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাস $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^6 4s^2$ । এখানে আয়রন এর বাইরের শক্তিস্তরে s অরবিটাল আছে এবং তার আগের শক্তিস্তরে d

d অরবিটাল আছে। এখানে d অরবিটালে 6টি এবং s অরবিটালে 2টি ইলেক্ট্রন আছে। কাজেই আয়রনের গ্রুপ নম্বর $6 + 2 = 8$ ।

তোমাদের বোবার সূবিধার জন্য মৌলের সবচেয়ে বাইরের স্তরের ইলেক্ট্রন বিন্যাসকে লাল রং দিয়ে দেখাবো হয়েছে।

টেবিল 4.01: মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাস ও গ্রুপ নম্বর।

| মৌল | মৌলের ইলেক্ট্রন বিন্যাস | পর্যায় নম্বর | গ্রুপ বা শ্রেণি নম্বর |
|--------|--|---------------|-----------------------------|
| H(1) | $1s^1$ | 1 | 1 (নিয়ম 1) |
| He(2) | $1s^2$ | 1 | 18 (বাতিক্রম) |
| Li(3) | | | |
| Be(4) | | | |
| B(5) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^1$ | 2 | $2 + 1 + 10 = 13$ (নিয়ম 2) |
| C(6) | | | |
| N (7) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^3$ | 2 | $2 + 3 + 10 = 15$ (নিয়ম 2) |
| O(8) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^4$ | 2 | $2 + 4 + 10 = 16$ (নিয়ম 2) |
| F(9) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^5$ | 2 | $2 + 5 + 10 = 17$ (নিয়ম 2) |
| Ne(10) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6$ | 2 | $2 + 6 + 10 = 18$ (নিয়ম 2) |
| Na(11) | | | |
| Mg(12) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2$ | 3 | 2 (নিয়ম 1) |
| Al(13) | | | |
| Si(14) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^2$ | 3 | $2 + 2 + 10 = 14$ (নিয়ম 2) |
| P (15) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^3$ | 3 | $2 + 3 + 10 = 15$ (নিয়ম 2) |
| S (16) | | | |
| Cl(17) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^5$ | 3 | $2 + 5 + 10 = 17$ (নিয়ম 2) |
| Ar(18) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6$ | 3 | $2 + 6 + 10 = 18$ (নিয়ম 2) |
| K(19) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 4s^1$ | 4 | 1 (নিয়ম 1) |
| Ca(20) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 4s^2$ | 4 | 2 (নিয়ম 1) |
| Sc(21) | | | |
| Ti(22) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^2 \ 4s^2$ | 4 | $2 + 2 = 4$ (নিয়ম 3) |
| V(23) | $1s^2 \ 2s^2 \ 2p^6 \ 3s^2 \ 3p^6 \ 3d^3 \ 4s^2$ | 4 | $2 + 3 = 5$ (নিয়ম 3) |

| | | | |
|---------|---|---|-------------------------|
| Cr(24) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$ | 4 | $1 + 5 = 6$ (নিয়ম 3) |
| Mn(25) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^5 4s^2$ | 4 | $2 + 5 = 7$ (নিয়ম 3) |
| Fe(26) | | | |
| Co(27) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^7 4s^1$ | 4 | $2 + 7 = 9$ (নিয়ম 3) |
| Ni(28) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^8 4s^2$ | 4 | $2 + 8 = 10$ (নিয়ম 3) |
| Cu(29) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^1$ | 4 | $1 + 10 = 11$ (নিয়ম 3) |
| Zn (30) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^{10} 4s^2$ | 4 | $2 + 10 = 12$ (নিয়ম 3) |

শিক্ষার্থীর কাজ: উপরের ছকে পারমাণবিক সংখ্যা 3, 4, 6, 11, 13, 16, 21, 26 বিশিষ্ট মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস লেখো এবং ইলেকট্রন বিন্যাস থেকে পর্যায় সারণিতে সেগুলোর অবস্থান নির্ণয় করো।

4.4 ইলেকট্রন বিন্যাসই পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি

(Electronic Configurations of Elements are the Main Basis of the Periodic Table)

ইলেকট্রন বিন্যাসের মাধ্যমে কোনো মৌল কত নম্বর পর্যায় এবং কত নম্বর গ্রুপে অবস্থান করে তা বের করা যায়। আবার, যে সকল মৌলের বাইরের প্রধান শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস একই রকম সে সকল মৌল একই গ্রুপে অবস্থান করে। অপরদিকে যে সকল মৌলের বাইরের প্রধান শক্তিস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস ডিফ. রকম সে সকল মৌল ডিফ. গ্রুপে অবস্থান করে।

টেবিল 4.02: মৌল ও ইলেকট্রন বিন্যাস।

| গ্রুপ-1 | গ্রুপ-2 |
|---------|---------------------------------|
| মৌল | ইলেকট্রন বিন্যাস |
| H(1) | $1s^1$ |
| Li(3) | $1s^2 2s^1$ |
| Na(11) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$ |
| K(19) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^1$ |
| | |
| মৌল | ইলেকট্রন বিন্যাস |
| He(2) | $1s^2$ |
| Be(4) | $1s^2 2s^2$ |
| Mg(12) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$ |
| Ca(20) | $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$ |

যে সকল মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে বাইরের শক্তিস্তরে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 1টি সে সকল মৌল সাধারণত ইলেকট্রন দান করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হওয়ার প্রবণতা দেখায়। যেমন- সোডিয়ামের বাইরের শক্তিস্তরে 1টি ইলেকট্রন আছে। তাই সোডিয়াম এই 1টি ইলেকট্রন ভাগ করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়।



আবার যে সকল মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে বাইরের শক্তিস্তরে মোট ইলেকট্রন সংখ্যা 7টি সে সকল মৌল সাধারণত 1টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হবার প্রবণতা দেখায়। যেমন- ক্লোরিনের বাইরের শক্তিস্তরে 7টি ইলেকট্রন আছে। তাই ক্লোরিন 1টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে ঋণাত্মক আয়নে পরিণত হয়।



অতএব ইলেকট্রন বিন্যাসের মাধ্যমে পর্যায় সারণিতে মৌলের অবস্থান নির্ণয় ও মৌলসমূহের অনেক ধর্ম ব্যাখ্যা করা যায়। এজন্য ইলেকট্রন বিন্যাসকেই পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি হিসেবে বিবেচনা করা হয়।

4.5 পর্যায় সারণির কিছু ব্যতিক্রম

(Some Exceptions in the Periodic Table)

(a) হাইড্রোজেনের অবস্থান: হাইড্রোজেন একটি অধাতু। কিন্তু পর্যায় সারণিতে হাইড্রোজেনকে তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক ক্ষার ধাতু Na , K , Rb , Cs , Fr এর সাথে গ্রুপ-1 এ স্থান দেওয়া হয়েছে। এর কারণ ক্ষার ধাতুর মতো H এর বাইরের প্রাথমিক শক্তিস্তরে একটিমাত্র ইলেকট্রন রয়েছে। আবার, হাইড্রোজেনের অনেক ধর্ম ক্ষার ধাতুগুলোর ধর্মের সাথে মিলে যায়। অন্যদিকে, হ্যালোজেন মৌল (F , Cl , Br , I) এর একটি পরমাণু যেমন একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে, হাইড্রোজেনও তেমনি একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করতে পারে অর্থাৎ H এর অনেক ধর্ম হ্যালোজেন মৌলের ধর্মের সাথেও মিলে যায়। তবে হাইড্রোজেনের বেশির ভাগ ধর্ম ক্ষার ধাতুসমূহের ধর্মের সাথে মিলে যাওয়ায় একে ক্ষার ধাতুর সাথে গ্রুপ-1 এ স্থান দেওয়া হয়েছে।

(b) হিলিয়ামের অবস্থান: হিলিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস $\text{He}(2) \rightarrow 1s^2$ হিলিয়ামের ইলেকট্রন বিন্যাস অনুসারে একে গ্রুপ-2 এ স্থান দেওয়া উচিত ছিল। কিন্তু গ্রুপ-2 এর মৌলসমূহ তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক। এদের মৃৎক্ষার ধাতু বলে। অপরদিকে He একটি নিষ্ক্রিয় গ্যাস। এর ধর্ম অন্যান্য নিষ্ক্রিয় গ্যাস নিয়ন,

আর্গন, ক্রিপ্টন, জেনন, রেডন ইত্যাদির সাথে মিলে যায়। He এর ধর্ম কখনই তীব্র তড়িৎ ধনাত্মক মৃৎকার ধাতুর মতো হয় না। তাই হিলিয়ামকে নিষ্ক্রিয় গ্যাসসমূহের সাথে গ্রুপ-18 তে স্থান দেওয়া হয়েছে।

(c) ল্যান্থানাইড সারির এবং আকটিনাইড সারির মৌলগুলোর অবস্থান: পর্যায় সারণিতে ল্যান্থানাইড সারির মৌলগুলো 6 নম্বর পর্যায় ও 3 নম্বর গ্রুপে অবস্থিত এবং আকটিনাইড সারির মৌলগুলো 7 নম্বর পর্যায় ও 3 নম্বর গ্রুপে অবস্থিত। এই অবস্থানগুলোতে ল্যান্থানাইড সারির এবং আকটিনাইড সারির মৌলগুলোকে বসালে পর্যায় সারণির সৌন্দর্য নষ্ট হয়। কাজেই পর্যায় সারণিকে সুন্দরভাবে দেখানোর জন্য ল্যান্থানাইড সারির এবং আকটিনাইড সারির মৌলগুলোকে পর্যায় সারণির নিচে আলাদাভাবে রাখা হয়েছে।

4.6 মৌলের পর্যায়বৃত্ত ধর্ম (Periodic Properties of Elements)

পর্যায় সারণিতে অবস্থিত মৌলগুলোর কিছু ধর্ম আছে, যেমন- ধাতব ধর্ম, অধাতব ধর্ম, পরমাণুর আকার, আয়নিকরণ শক্তি, তড়িৎ ধনাত্মকতা ইলেক্ট্রন আসন্তি ইত্যাদি। এসব ধর্মকে পর্যায়বৃত্ত ধর্ম বলে।

(a) ধাতব ধর্ম (Metallic Properties): যে সকল মৌল চকচকে, আঘাত করলে ধাতব শব্দ করে এবং তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী তাদেরকে আমরা ধাতু বলে থাকি। আধুনিক সংজ্ঞা অনুযায়ী যে সকল মৌল এক বা একাধিক ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয় তাদেরকে ধাতু বলে। ধাতুর ইলেক্ট্রন ত্যাগের এই ধর্মকে ধাতব ধর্ম বলে। যে মৌলের পরমাণু যত সহজে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করতে পারবে সেই মৌলের ধাতব ধর্ম তত বেশি।

যেমন- লিথিয়াম (Li) একটি ধাতু কারণ Li একটি ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে Li^+ এ পরিণত হয়।



পর্যায় সারণিতে যেকোনো পর্যায়ের বায় থেকে ডানে গেলে ধাতব ধর্ম ত্রুটি পায়।

(b) অধাতব ধর্ম (Non-metallic Properties): যে সকল মৌল চকচকে নয়, আঘাত করলে ধাতব শব্দ করে না এবং তাপ ও বিদ্যুৎ পরিবাহী নয় তাদেরকে আমরা অধাতু বলে থাকি। আধুনিক সংজ্ঞা অনুযায়ী যে সকল মৌল এক বা একাধিক ইলেক্ট্রন প্রাপ্ত করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয় তাদেরকে অধাতু বলে। অধাতুর ইলেক্ট্রন প্রাপ্তের এই ধর্মকে অধাতব ধর্ম বলে। যে মৌলের পরমাণু যত সহজে ইলেক্ট্রন প্রাপ্ত করতে পারবে সেই মৌলের অধাতব ধর্ম তত বেশি।

যেমন- ক্লোরিন (Cl) একটি অধাতু কারণ Cl একটি ইলেক্ট্রন প্রাপ্ত করে Cl^- এ পরিণত হয়।



পর্যায় সারণিতে যেকোনো পর্যায়ের বাম থেকে ডানে গেলে অধিকব ধর্ম বৃদ্ধি পায়।

যে সকল মৌল কোনো কোনো সময় ধাতুর মতো আচরণ করে এবং কোনো কোনো সময় অধাতুর মতো আচরণ করে তাদেরকে অর্ধধাতু বা অপধাতু বলা হয়। আবার আধুনিক সংজ্ঞা অনুযায়ী যে সকল মৌল কোনো কোনো সময় ইলেক্ট্রন তাগ করে এবং কোনো কোনো সময় ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে তাদেরকে অপধাতু বলে। যেমন- সিলিকন (Si) একটি অপধাতু।

পর্যায় সারণির যেকোনো একটি পর্যায়ের দিকে লক্ষ করলে দেখা যাবে যে, বামদিকের মৌলগুলো সাধারণত ধাতু, মাঝের মৌলগুলো সাধারণত অর্ধধাতু বা অপধাতু এবং ডানদিকের মৌলগুলো সাধারণত অধাতু।

(c) পরমাণুর আকার/পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (Size of Atom/Atomic Radius): পরমাণুর আকার তথা পারমাণবিক ব্যাসার্ধ একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। যেকোনো একটি পর্যায়ের যতই বামদিক থেকে ডান দিকে যাওয়া যায় পরমাণুর আকার/পারমাণবিক ব্যাসার্ধ তত কমতে থাকে এবং যেকোনো একটি গ্রুপের যতই উপর দিক থেকে নিচের দিকে যাওয়া যায় পরমাণুর আকার/পারমাণবিক ব্যাসার্ধ তত বাঢ়তে থাকে।

একই পর্যায়ের বাম দিক থেকে যত ডান দিকে যাওয়া যায় পারমাণবিক সংখ্যা তত বাঢ়তে থাকে কিন্তু প্রধান শক্তিস্তরের সংখ্যা বাঢ়ে না। পারমাণবিক সংখ্যা বাড়লে নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা বৃদ্ধি পায় এবং ইলেক্ট্রন সংখ্যাও বৃদ্ধি পায়। নিউক্লিয়াসের অধিক প্রোটন সংখ্যা এবং নিউক্লিয়াসের বাইরের অধিক ইলেক্ট্রন সংখ্যার মধ্যে আকর্ষণ বেশি হয় ফলে ইলেক্ট্রনগুলোর শক্তিস্তর নিউক্লিয়াসের কাছে চলে আসে, ফলে পরমাণুর আকার ছেট হয়ে যায়।

আবার, একই গ্রুপের যতই উপর থেকে নিচের দিকে যাওয়া যায় ততই বাইরের দিকে একটি করে নতুন শক্তিস্তর যুক্ত হয়। একটি করে নতুন শক্তিস্তর যুক্ত হলে পরমাণুর আকার বৃদ্ধি পায়।

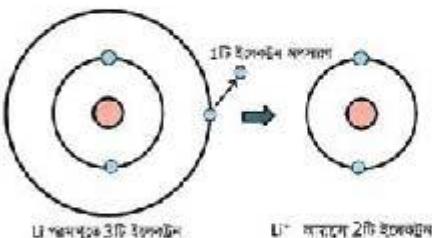
একই গ্রুপের উপর থেকে নিচের দিকে গেলে নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা এবং বাইরের কক্ষপথের ইলেক্ট্রন সংখ্যা বৃদ্ধির জন্য আকর্ষণ বৃদ্ধি হয়ে পরমাণুর আকার যতটুকু হ্রাস পায়, নতুন একটি শক্তিস্তর যোগ হওয়ার কারণে



চিত্র 4.01: পরমাণুর আকারের পর্যায়বৃত্ত ধর্ম।

পরমাণুর আকার তার চেয়ে বেশি বৃদ্ধি পায়। যে কারণে উপরের মৌলের চেয়ে নিচের মৌলের আকার বড় হয়।

(d) আয়নিকরণ শক্তি (Ionization Energy): গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের এক মৌল গ্যাসীয় পরমাণু থেকে এক মৌল ইলেক্ট্রন অপসারণ করতে এক মৌল ধূলাঘূক আয়নে পরিণত করতে যে শক্তির প্রয়োজন হয়, তাকে ঐ মৌলের আয়নিকরণ শক্তি বলে। আয়নিকরণ শক্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। একই পর্যায়ের বাইরের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি এবং ডানের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমলে আয়নিকরণ শক্তির মান বাড়ে এবং পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বাড়লে আয়নিকরণ শক্তির মান কমে।



চিত্র 4.02: মৌলের আয়নিকরণ।

উদাহরণ

Na, Mg, Al, Si এর মধ্যে Si এর আয়নিকরণ শক্তির মান বেশি। কারণ এই মৌলগুলোর মধ্যে Si এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধের মান সবচেয়ে কম। পক্ষান্তরে, এই মৌলগুলোর মধ্যে Na এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধের মান বেশি বলে এদের মধ্যে সোভিয়ামের আয়নিকরণ শক্তির মান কম।

গ্রুপ-1 এর Li, Na, K, Rb, Cs, Fr ক্ষার ধাতুগুলোর মধ্যে Li এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধের মান সবচেয়ে কম এজন্য এদের মধ্যে Li এর আয়নিকরণ শক্তির মান সবচেয়ে বেশি।

আবার, গ্রুপ-17 এর F, Cl, Br, I এবং At মৌলগুলোর মধ্যে F এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধের মান সবচেয়ে কম, কাজেই এই মৌলগুলোর মধ্যে F এর আয়নিকরণ শক্তির মান সবচেয়ে বেশি।

(e) ইলেক্ট্রন আসন্তি (Electron Affinities): গ্যাসীয় অবস্থায় কোনো মৌলের এক মৌল গ্যাসীয় পরমাণুতে এক মৌল ইলেক্ট্রন প্রবেশ করিয়ে এক মৌল ধূলাঘূক আয়নে পরিণত করতে যে শক্তি নির্গত হয়, তাকে ঐ মৌলের ইলেক্ট্রন আসন্তি বলে।

ইলেক্ট্রন আসন্তি একটি পর্যায়বৃত্ত ধর্ম। একই পর্যায়ের বাইরের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি এবং ডানের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমলে ইলেক্ট্রন আসন্তির মান বাড়ে এবং পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বাড়লে ইলেক্ট্রন আসন্তির মান কমে।



একক কাজ

সমস্যা: Be, Ca, Sr, Ba, Mg এবং Ra মৌলগুলোর মধ্যে কোনোটির ইলেক্ট্রন আসন্তি বেশি এবং কোনোটির ইলেক্ট্রন আসন্তি কম।

সমাধান: Be, Ca, Sr, Ba, Mg এবং Ra মৌলগুলো পর্যায় সারণির 2 নং গ্রুপ-এর মৌল। এই মৌলগুলোর মধ্যে Be এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধের মান সবচেয়ে কম, এর জন্য Be এর ইলেক্ট্রন আসন্তির মান সবচেয়ে বেশি। আবার Ra এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধের মান সবচেয়ে বেশি, এর জন্য Ra ইলেক্ট্রন আসন্তি সবচেয়ে কম।

সমস্যা: Na, Mg, Al, Si এর মধ্যে কার ইলেক্ট্রন আসন্তি বেশি বা কার ইলেক্ট্রন আসন্তির মান কম?

সমাধান: Na, Mg, Al, Si এর মৌলগুলো পর্যায় সারণির 3 নং পর্যায়ের মৌল। এই মৌলগুলোর মধ্যে Na-এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধের মান সবচেয়ে বেশি এজন্য সোডিয়াম এর ইলেক্ট্রন আসন্তির মান সবচেয়ে কম। আবার, Si এর পারমাণবিক ব্যাসার্ধের মান সবচেয়ে কম সেজন্য এর ইলেক্ট্রন আসন্তির মান সবচেয়ে বেশি।

(f) **তড়িৎ ঝণাঝুকতা (Electronegativity):** দৃটি পরমাণু যখন সমযোজী বন্ধনে আবদ্ধ হয়ে অঙ্গতে পরিণত হয় তখন অঙ্গুর পরমাণুগুলো বন্ধনের ইলেক্ট্রন দৃটিকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণকে তড়িৎ ঝণাঝুকতা বলা হয়। তড়িৎ ঝণাঝুকতা একটি পর্যায়বৃন্ত ধর্ম। একই পর্যায়ের বামের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বেশি এবং ডানের মৌলের পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কম। পারমাণবিক ব্যাসার্ধ কমলে তড়িৎ ঝণাঝুকতার মান বাঢ়ে এবং পারমাণবিক ব্যাসার্ধ বাঢ়লে তড়িৎ ঝণাঝুকতার মান কমে।

যেমন- 3 পর্যায়ে মৌলগুলোর মাঝে Na পরমাণুর তড়িৎ ঝণাঝুকতার মান সবচেয়ে কম এবং Cl এর তড়িৎ ঝণাঝুকতা সবচেয়ে বেশি। সাধারণত কোনো মৌলের পরমাণুর আকার ছোট হলে তড়িৎ ঝণাঝুকতার মান বেশি হয় এবং কোনো মৌলের পরমাণুর আকার বড় হলে তড়িৎ ঝণাঝুকতার মান কম হয়।

4.7 বিভিন্ন গ্রুপে উপস্থিত মৌলগুলোর বিশেষ নাম

(The Special Names of Elements Present in Various Groups)

মৌলসমূহের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্মের উপর ভিত্তি করে বিভিন্ন সময়ে তাদের বিশেষ নাম দেওয়া হয়েছিল। আমরা ইতোমধ্যে ধাতু, অধাতু, অর্ধধাতু বা অগ্ধাতুর কথা আলোচনা করেছি। এছাড়া রয়েছে:

ক্ষার ধাতু: পর্যায় সারণির 1 নং শ্রুপে ৮টি মৌল আছে। এদের মধ্যে হাইড্রোজেন ছাড়া বাকি ৮টি মৌলকে (লিথিয়াম, সোডিয়াম, পটাশিয়াম, বুবিডিয়াম, সিজিয়াম এবং ফ্রানসিয়াম) ক্ষারধাতু বলে। এই ছয়টি মৌলের প্রত্যেকটি পানিতে দ্রবীভূত হয়ে হাইড্রোজেন গ্যাস এবং ক্ষার তৈরি করে বলে এদেরকে ক্ষারধাতু (Alkali Metals) বলা হয়।

মৃৎক্ষার ধাতু: পর্যায় সারণির 2 নং শ্রুপে বেরিলিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, ক্যালসিয়াম, স্ট্রন্সিয়াম, বেরিয়াম এবং রেডিয়াম এই ৮টি মৌল আছে। এই মৌলগুলোকে মৃৎক্ষার ধাতু বলে। এই ধাতুগুলোকে মাটিতে বিভিন্ন বোগ হিসেবে পাওয়া যায়। আবার, এরা ক্ষার তৈরি করে। এজন্য সামগ্রিকভাবে এদের মৃৎক্ষার ধাতু (Alkaline Earth Metals) বলা হয়।

মুদ্রা ধাতু: শ্রুপ-11 এর ৪টি মৌল হচ্ছে কপার, সিলভার, গোল্ড এবং রন্টজেনিয়াম। এই চারটি মৌলের মধ্যে প্রথম ৩টি মৌলকে মুদ্রা ধাতু (Coin Metals) বলা হয়, কারণ এই ৩টির সবচেয়ে নিচের মৌল রন্টজেনিয়াম (Rg) ছাড়া অন্য যে ৪টি মৌল আছে তা দিয়ে প্রাচীনকালে মুদ্রা তৈরি হতো এবং ব্যবসা-বাণিজ্য ও বিনিময়ের মাধ্যম হিসেবে ব্যবহার করা হতো।

হ্যালোজেন শ্রুপ: শ্রুপ-17 এর ৮টি মৌলকে হ্যালোজেন (Halogen) বলা হয়। এই হ্যালোজেন শ্রুপের ৮টি মৌল হচ্ছে: ফ্লোরিন (F), ক্লোরিন (Cl), ব্রোমিন (Br), আয়োডিন (I), অ্যাস্ট্রটিন (As) এবং টেনেসিন (Ts)। এসব হ্যালোজেন মৌলকে X দ্বারা প্রকাশ করা হয়। হ্যালোজেন মানে লবণ উৎপাদনকারী এবং এর মূল উৎস সামুদ্রিক লবণ। হ্যালোজেন মৌলগুলোর সাথে ধাতু মুক্ত হয়ে লবণ গঠিত হয়। যেমন— F এর সাথে Na মুক্ত হয়ে সোডিয়াম ফ্লোরাইড লবণ কিংবা Cl এর সাথে Na মুক্ত হয়ে সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) বা খাদ্যলবণ গঠিত হয়। এরা নিজেরাই নিজেদের মধ্যে ইলেক্ট্রন ভাগাভাগি করে দ্বিমৌল অণু তৈরি করে, যেমন— Cl₂, I₂ ইত্যাদি।

নিষ্ক্রিয় গ্যাস: পর্যায় সারণির 18 নং শ্রুপের মৌলসমূহকে নিষ্ক্রিয় গ্যাস (Inert Gases) বলা হয়। মৌলগুলো হলো: হিলিয়াম (He), নিয়ন (Ne), আর্গন (Ar), ক্লিপ্টন (Kr), জেনন (Xe), রেডন (Rn) এবং ওগানেসন (Og)। এই মৌলগুলোর সবচেয়ে বাইরের শক্তিস্তরে প্রয়োজনীয় ইলেক্ট্রন দিয়ে পূর্ণ থাকে বলে এরা ইলেক্ট্রন বিনিয়ন বা ভাগাভাগি করে কোনো বৌগ গঠন করতে চায় না। রাসায়নিক ব্যবন গঠন বা রাসায়নিক বিক্রিয়ার এরা নিষ্ক্রিয় থাকে বলে এদেরকে নিষ্ক্রিয় মৌল বা নিষ্ক্রিয় গ্যাস বলে। নিষ্ক্রিয় গ্যাসগুলো সাধারণ তাপমাত্রায় গ্যাস হিসেবে থাকে।

অবস্থান্তর মৌল: পর্যায় সারণির 3 নং শ্রুপ থেকে 12 নং শ্রুপের মৌলগুলোকে অবস্থান্তর মৌল বলে। অবস্থান্তর মৌলগুলো যে সকল বৌগ গঠন করে সে সকল বৌগ রঙিন হয়। অবস্থান্তর মৌল বিভিন্ন বিক্রিয়ার প্রভাবক হিসেবে কাজ করে। যেমন- 10 নং শ্রুপের মৌল নিকেল একটি অবস্থান্তর মৌল। নিকেল বিভিন্ন জৈব বিক্রিয়ার প্রভাবক হিসেবে কাজ করে।



একক কাজ

সমস্যা: Ca কে মৎকার ধাতু বলা হয় কেন?

সমাধান: Ca ধাতুর বিভিন্ন ঘোগ মাটিতে পাওয়া যায়। আবার Ca ধাতুর হাইড্রোক্সাইড ঘোগ Ca(OH)_2 একটি ক্ষার। অতএব Ca একটি মৎকারধাতু।

সমস্যা: He কেন নিষ্কায় গ্যাস? ব্যাখ্যা করো।

সমাধান: He নিজেদের সাথে যুক্ত হয় না আবার অন্য মৌলের সাথেও যুক্ত হয় না। এজন্য হিলিয়াম নিষ্কায় মৌল। আবার হিলিয়াম মৌল গ্যাস হিসেবে অবস্থান করে। এজন্যই সামগ্রিকভাবে He কে নিষ্কায় গ্যাস বলা হয়।

4.8 পর্যায় সারণির সুবিধা (Advantages of the Periodic Table)

পর্যায় সারণি বিভিন্ন রসায়নবিদের নিরলস প্রচেষ্টায় গড়া রসায়নের জগতে এক অসামান্য অবদান। রসায়ন অধ্যয়ন, নতুন মৌল সঙ্কর্কে ভবিষ্যাদাশী, গবেষণা ইত্যাদিতে পর্যায় সারণি বিরাট ভূমিকা পালন করে। নিচে তার কয়েকটি উদাহরণ তুলে ধরা হলো:

(a) **রসায়ন পাঠ সহজীকরণ:** 2016 সাল পর্যন্ত পৃথিবীতে 118টি মৌল আবিষ্কার করা হয়েছে। আমরা যদি শুধু ৫টি ভৌত ধর্ম, যেমন—গ্লনাঙ্ক, স্কুটনাঙ্ক, ঘনত্ব ও কঠিন/তরল/গ্যাসীয় অবস্থা এবং ৫টি রাসায়নিক ধর্ম, যেমন—অক্সিজেন, পানি, এসিড ও শ্বারের সাথে বিক্রিয়া বিবেচনা করি তাহলে 118টি মৌলের মোট $118 \times (4 + 5) = 944$ টি ধর্ম বা বৈশিষ্ট্য লক্ষ করা যায়। এতগুলো ধর্ম মনে রাখা অসম্ভব ব্যাপার। কিন্তু পর্যায় সারণি সে কাজটিকে অনেক সহজ করে দিয়েছে। এ পর্যায় সারণিতে রয়েছে আঠারোটি গ্রুপ আর সাতটি পর্যায়। প্রতিটি গ্রুপের সাধারণ ধর্ম জন্মলে 118টি মৌলের ভৌত ও রাসায়নিক ধর্ম সহজে একটি মোটামুটি ধারণা লাভ করা যায়। শুধু তাই নহ, পর্যায় সারণি সঙ্কর্কে ভালোভাবে ধারণা ধাকলে বিভিন্ন মৌল দ্বারা গঠিত তাদের ঘোণের ধর্ম সঙ্কর্কেও ধারণা লাভ করা যেতে পারে।

(b) **নতুন মৌলের আবিষ্কার:** কিন্তু দিন আগেও সাতটি পর্যায় আর আঠারোটি গ্রুপ নিয়ে গঠিত পর্যায় সারণিতে বেশ কিছু ফাঁকা ঘর ছিল। এই মৌলগুলো আবিষ্কার হবার আগেই এই ফাঁকা ঘরে যে মৌলগুলো বসবে বা তাদের ধর্ম কেমন হবে তা পর্যায় সারণি থেকে ধারণা পাওয়া গিয়েছিল। তোমরা ইতোমধ্যে

জেনে গেছ যে বিজ্ঞানী মেডেলিক তাঁর সময়ে আবিষ্কৃত ৬৩টি মৌলকে তাঁর আবিষ্কৃত পর্যায় সারণিতে স্থান দিতে গিয়ে যে মৌলগুলো সকলকে ভবিষ্যাদ্বাণী করেছিলেন সেগুলো পরে আবিষ্কৃত হয়েছিল।

(c) গবেষণা ক্ষেত্রে: গবেষণার ক্ষেত্রেও পর্যায় সারণির অসাধারণ অবদান রয়েছে। মনে করো, কোনো একজন বিজ্ঞানী কোনো একটি বিশেষ প্রয়োজনের জন্য নতুন একটি পদাৰ্থ আবিষ্কার করতে চাইছেন। তাহলে আগেই তাঁকে ধারণা করতে হবে যে, নতুন পদাৰ্থটির ধৰ্ম কেমন হবে এবং সেই সকল ধৰ্মবিশিষ্ট পদাৰ্থ তৈরি করতে কী ধৰনের মৌল প্রয়োজন হবে। তাঁর এ ধারণা পর্যায় সারণি থেকেই পাওয়া যাবে।

এছাড়া পর্যায় সারণির আরও অনেক ধৰনের ব্যবহার আছে যা তোমরা ধীরে ধীরে জানতে পারবে।

4.9 পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌলগুলো একই রকম রাসায়নিক ধৰ্ম প্রদৰ্শন করে (Elements in the Same Group in the Periodic Table Show similar Chemical Properties)

পর্যায় সারণির একই গ্রুপের মৌলগুলো যে একই রকম ধৰ্ম প্রদৰ্শন করে তা একটি পৰীক্ষার মাধ্যমে তোমরা বুবাতে পারবে।

যেমন- 17 নং গ্রুপের মৌল F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 ইত্যাদি গ্যাস হাইড্রোজেনের সাথে বিক্ৰিয়া করে যথাক্রমে $HF(g)$, $HCl(g)$, $HBr(g)$, $HI(g)$ ইত্যাদি গ্যাস উৎপন্ন কৰে।



আবার, এই উৎপন্ন গ্যাসগুলোকে যদি পানিতে দ্রবীভূত কৰা হয় তাহলে হাইড্রোহালাইড এসিড যথা হাইড্রোক্লোরিক এসিড $[HF(aq)]$, হাইড্রোক্লোরিক এসিড $[HCl(aq)]$, হাইড্রোক্লোরিক এসিড $[HBr(aq)]$, হাইড্রোআয়োডিক এসিডে $[HI(aq)]$ পৰিপন্থ হয়।



এই হাইড্রোহালাইড এসিডসমূহ যেকোনো কাৰ্বনেট লবণের সাথে বিক্ৰিয়া কৰে কাৰ্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন কৰে। যেমন- ক্যালসিয়াম কাৰ্বনেটের মধ্যে হাইড্রোক্লোরিক এসিড যোগ কৰলোও কাৰ্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়।



আবার, ক্যালসিয়াম কার্বনেটের মধ্যে হাইড্রোক্লোরিক এসিড যোগ করলেও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস তৈরি হয়।



উপরের বিক্রিয়াগুলো থেকে বোঝা যায় যে, 17 নং শ্রূপের মৌল, F_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2 একই রকমের ধর্ম ও বিক্রিয়া প্রদর্শন করে।

আবার, 2 নং শ্রূপের মৌল Mg এবং Ca একই রকমের ধর্ম ও বিক্রিয়া প্রদর্শন করে।

ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেট (MgCO_3) যেমন- লম্বু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড, পানি এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে তেমনি ক্যালসিয়াম কার্বনেট লম্বু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, পানি এবং কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।



পরীক্ষণ

পরীক্ষণের নাম: ক্যালসিয়াম কার্বনেটের সাথে লম্বু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস শনাক্তকরণ।

মূলনীতি: ক্যালসিয়াম কার্বনেট লম্বু হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, পানি এবং কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।



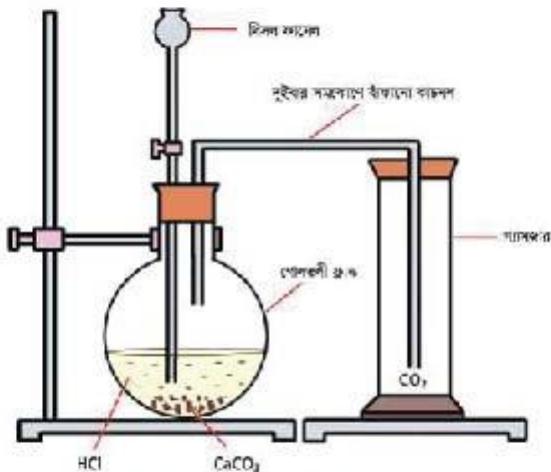
প্রয়োজনীয় উপকরণ

যত্নান্তর: 1. একটি গোলতলী ফ্লাস্ক 2. একটি ধিসল ফানেল 3. দুইবার সমকোণে বাঁকানো একটি কাচের নির্গম নল 4. কয়েকটি গ্যাসজার 5. ছিন্নহৃষ্ট ছিপ।

রাসায়নিক প্রব্যাপ্তি: 1. ক্যালসিয়াম কার্বনেট 2. লম্বু হাইড্রোক্লোরিক এসিড 3. পানি।

কার্বনেট:

- একটি গোলতলী ফ্লাকে ক্যালসিয়াম কার্বনেটের কিছু ছোট টুকরো নেওয়া হলো।
- ছিপির সাহায্যে ফ্লাকের এক মুখ দিয়ে একটি থিসল ফানেল এবং অপর মুখ দিয়ে দুইবার সমকোণে বাঁকানো নির্গম নলের এক প্রান্ত প্রবেশ করানো হলো।



চিত্র ৪.০৫: কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রস্তুতকরণ।

- থিসল ফানেলের মধ্য দিয়ে কিছু পরিমাণ পানি গোলতলী ফ্লাকে নেওয়া হলো যেন ক্যালসিয়াম কার্বনেট এবং থিসল ফানেলের নিম্নপ্রান্ত পানিতে ভূবে থাকে।
- নির্গম নলের অন্য প্রান্ত একটি গ্যাসজারে প্রবেশ করানো হলো।
- এরপর থিসল ফানেলের ভিতর দিয়ে ধীরে ধীরে হাইড্রোক্লোরিক এসিড যোগ করা হলো। দেখা গেল ক্যালসিয়াম কার্বনেট এবং হাইড্রোক্লোরিক এসিড বিক্রিয়া করে যে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস তৈরি করছে তা বুদ্বুদু আকারে নির্গম নল দিয়ে বের হয়ে আসছে।

৬. নির্গম নল দিয়ে বের হয়ে আসা গ্যাসকে গ্যাসজারে সংরক্ষণ করা হলো। মেহেতু কার্বন ডাই-অক্সাইড বাতাসের অন্যান্য গ্যাস অপেক্ষা তুলনামূলক ভারী, মেহেতু কার্বন ডাইঅক্সাইড সিলিঙ্গারের নিচের দিকে জমা হবে।

কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের ধর্ম পরীক্ষা: ১. উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের বর্ণ লক্ষ করা হলো। কার্বন ডাই-অক্সাইডের কোনো বর্ণ দেখা গেল না।

২. গ্যাসজারের মুখে একটি জ্বলন্ত কাঠি ধরা হলো। কাঠিটির আগুন নিচে গেল। সিদ্ধান্ত মেওয়া হলো কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস আগুন নিভাতে সাহায্য করে।

৩. একটি টেস্টটিউব বা পরীক্ষানলে চুনের পানি বা ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইড নিয়ে তার মধ্যে উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস প্রবেশ করানো হলো। প্রথমে সামান্য গ্যাস প্রবেশ করে ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম কার্বনেটের সাদা বর্ণের অধরঞ্জকেপ তৈরি হলো। ফলে চুনের পানি ঘোলা হলো। এরপর আরও অধিক গ্যাস এই ঘোলা পানির মধ্যে প্রবেশ করানো হলো ফলে ক্যালসিয়াম কার্বনেট, পানি এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম বাইকার্বনেট তৈরি করল। এতে চুনের ঘোলা পানি আবার পরিষ্কার হয়ে গেল।

সতর্কতা: ১. যিসল ফানেলের শেষ প্রান্ত পানির নিচে যাতে সব সময় ঢুবে থাকে সেই ব্যবস্থা মেওয়া হয়েছিল।

২. গোলতলী ফ্লাককে একটি স্ট্যান্ডের সাথে আটকিয়ে রাখা হয়েছিল।

এই পরীক্ষণের জন্য ক্যালসিয়াম কার্বনেটের পরিবর্তে শামুক, বিনুক, ডিমের খোসা এবং হাইড্রোক্লোরিক এসিডের পরিবর্তে ভিনেগার ব্যবহার করা যায়।

অনুশীলনী



বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

1. আধুনিক পর্যায় সারণির মূল ভিত্তি কী?

(ক) পারমাণবিক সংখ্যা

(খ) পারমাণবিক ভর

(গ) অপেক্ষিক পারমাণবিক ভর

(ঘ) ইলেকট্রন বিন্যাস

2. $A \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 3d^3 4s^2$ মৌলটি পর্যায় সারণির কোন গ্রুপে অবস্থিত?

(ক) Group-2

(খ) Group-5

(গ) Group-11

(ঘ) Group-13

নিচের সারণি থেকে 3 ও 4 নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

পর্যায় সারণির কোনো একটি গ্রুপের খণ্ডিত অংশ। (এখানে X, Y প্রতীকী অর্থে, প্রচলিত কোনো মৌলের প্রতীক নয়)

| |
|------|
| 19 K |
| 37 X |
| 55 Y |

3. 'X' মৌলটি পর্যায় সারণির কোন পর্যায়ের?

(ক) ৩য়

(খ) ৪র্থ

(গ) ৫ম

(ঘ) ৬ষ্ঠ

4. উল্লিখিত মৌলগুলোর –
 - (i) সর্বশেষ স্তরে 1টি ইলেকট্রন আছে
 - (ii) পারমাণবিক আকার উপর থেকে নিচে ক্রমাবয়ে হ্রাস পায়
 - (iii) Y মৌলটি X মৌল অপেক্ষা বেশি সক্রিয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- (ক) i ও ii

(গ) i ও iii

(খ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii



সৃজনশীল প্রশ্ন

1.

| | | | |
|----|----|--|----|
| | | | F |
| Na | Mg | | Cl |
| | | | Br |

উকিপকের চিত্রটি পর্যায় সারণির একটি খণ্ডিত অংশ।

- (ক) অর্থী সূত্রটি লেখ।
- (খ) বেরিয়ামকে মৃৎকার ধাতু বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।
- (গ) উকিপকের কোন মৌলিক আকার সবচেয়ে বড়? ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) উকিপকের পর্যায়ের বাম থেকে ডানে গোলে ইলেক্ট্রন আসন্তির মানের পরিবর্তন বিশ্লেষণ করো।

2.

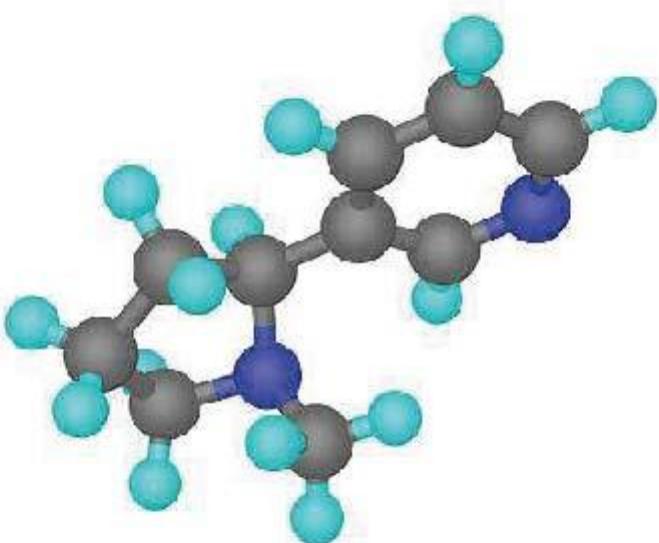
| | গুপ 1 | গুপ 2 | গুপ 3 |
|-----------|-------|-------|-------|
| পর্যায় 2 | | | |
| পর্যায় 3 | | | |
| পর্যায় 4 | A | B | C |

উকিপকের চিত্রটি পর্যায় সারণির একটি খণ্ডিত অংশ।

- (ক) আধুনিক পর্যায় সূত্রটি লেখো।
- (খ) B কে মৃৎকার ধাতু বলা হয় কেন?
- (গ) A থেকে B এর দিকে যেতে পারমাণবিক আকারের পরিবর্তন ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) A থেকে C এর দিকে যেতে আয়নিকরণ শক্তির মানের পরিবর্তন বিশ্লেষণ করো।

পঞ্চম অধ্যায়

রাসায়নিক বন্ধন (Chemical Bond)



আমরা জানি, সকল পদার্থই অণু এবং পরমাণু দিয়ে গঠিত। এ পর্যন্ত আবিষ্কৃত 118টি মৌলের 118টি ভিন্ন পরমাণু রয়েছে। এসের মধ্য থেকে এক বা একাধিক মৌলের পরমাণু দিয়েই সকল পদার্থের অণু গঠিত হয়। পদার্থের অণুতে পরমাণুসমূহ এলোমেলো বা বিশিষ্টভাবে থাকে না। পরমাণুসমূহ সুবিনাশ্বতভাবে থাকে। যে আকর্ষণ শক্তির মাধ্যমে অণুতে দুটি পরমাণু পরম্পর যুক্ত থাকে তাকে রাসায়নিক বন্ধন বলে। এই বন্ধন বিভিন্ন প্রকার হতে পারে। হেমন—আয়নিক বন্ধন, সমযোজী বন্ধন কিংবা ধাতব বন্ধন। এ অধ্যায়ে আয়নিক, সমযোজী বা ধাতব বন্ধন বিশিষ্ট যৌগের বন্ধন গঠন প্রক্রিয়া ও তাদের ধর্ম নিয়ে আলোচনা করা হবে।

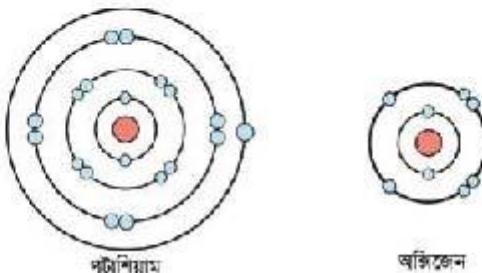


୫ ଅଧ୍ୟାୟ ପାଠ ଶେଷେ ଆମରା

- ଯୋଜାତା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନେର ଧାରଣା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ମୌଳର ପ୍ରତୀକ, ଯୌଗମୂଳକେର ସଂକେତ ଓ ଏଗୁଲୋର ଯୋଜନୀ ବ୍ୟବହାର କରେ ଯୌଗେର ସଂକେତ ଲିଖିତେ ପାରବ ।
- ନିହିର ଗ୍ୟାସେର ସିଥିତିଶୀଳତା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ଅଷ୍ଟକ ଓ ଦୁଇଯେର ନିୟମେର ଧାରଣା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ ଏବଂ ତା ଗଠନେର କାରଣ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ଆୟନ କୀଭାବେ ଏବଂ କେନ ସୃଷ୍ଟି ହୁଯ ତା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ଆୟନିକ ବନ୍ଧନ ଗଠନେର ପ୍ରକିଳ୍ପା ବର୍ଣ୍ଣନା କରତେ ପାରବ ।
- ସମୟୋଜୀ ବନ୍ଧନ ଗଠନେର ପ୍ରକିଳ୍ପା ବର୍ଣ୍ଣନା କରତେ ପାରବ ।
- ଆୟନିକ ଓ ସମୟୋଜୀ ବନ୍ଧନେର ସାଥେ ଗଲନାର୍କ, ଫୁଟନାର୍କ, ଭାବ୍ୟତା, ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତା ଏବଂ କେଲାସ ଗଠନେର ଧର୍ମ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ଧାତବ ବନ୍ଧନେର ଧାରଣା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ଧାତବ ବନ୍ଧନେର ସାହାଯ୍ୟେ ଧାତୁର ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ସ୍ଥାନୀୟଭାବେ ସହଜପ୍ରାପ୍ତ ମଧ୍ୟେ ଆୟନିକ ଓ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ଶନାନ୍ତ କରତେ ପାରବ ।

৫.১ যোজ্যতা ইলেকট্রন (Valence Electrons)

কোনো মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ কক্ষপথে যে ইলেকট্রন বা ইলেকট্রনসমূহ থাকে তার সংখ্যাকে যোজ্যতা ইলেকট্রন সংখ্যা বলা হয়। হেমন-পটাশিয়াম ও অক্সিজেনের ইলেকট্রন বিন্যাসে সর্বশেষ কক্ষপথে থাক্কুম্বে ১টি ও ৬টি করে ইলেকট্রন বিদ্যমান।



চিত্র ৫.০১: (a) পটাশিয়ামের যোজ্যতা ইলেকট্রন (b) অক্সিজেনের যোজ্যতা ইলেকট্রন।

সূতরাং পটাশিয়ামের যোজ্যতা ইলেকট্রন ১টি এবং অক্সিজেনের যোজ্যতা ইলেকট্রন ৬টি। নিচের তালিকায় কিছু মৌলের ইলেকট্রন বিন্যাস হতে যোজ্যতা ইলেকট্রনের সংখ্যা দেখানো হলো:

টেবিল ৫.০১: মৌলের যোজ্যতা ইলেকট্রন।

| মৌল | ইলেকট্রন বিন্যাস | | | | যোজ্যতা ইলেকট্রন |
|--------|------------------|----------|----------|----------|---------------------|
| | K কক্ষপথ | L কক্ষপথ | M কক্ষপথ | N কক্ষপথ | |
| N(7) | 2 | 5 | | | 5 |
| F(9) | 2 | 7 | | | 7 |
| P(15) | 2 | 8 | 5 | | 5 |
| Cl(17) | 2 | 8 | 7 | | 7 |
| Ca(20) | 2 | 8 | 8 | 2 | 2 |

এখানে নাইট্রোজেন (N) এর K কক্ষপথে ২টি এবং L কক্ষপথে ৫টি ইলেকট্রন আছে। নাইট্রোজেনের স্ফেতে L কক্ষপথেই হলো সর্বশেষ কক্ষপথ। যেহেতু সর্বশেষ কক্ষপথে ৫টি ইলেকট্রন আছে। সূতরাং নাইট্রোজেনের যোজ্যতা ইলেকট্রন আছে ৫টি।



একক কাজ

শিক্ষার্থীর কাজ : F, P, Cl এবং Ca এর যোজ্যতা ইলেকট্রনের সংখ্যা বের করো।

5.2 যোজনী বা যোজ্যতা (Valency)

পূর্বেই উল্লেখ করা হয়েছে যে, বিভিন্ন মৌলের পরমাণুসমূহ একে অপরের সাথে সর্বশেষ কক্ষপথের ইলেকট্রন বর্জন, গ্রহণ অথবা ভাগাভাগির মাধ্যমে অণু গঠন করে। অণু গঠনকালে কোনো মৌলের একটি পরমাণুর সাথে অপর একটি মৌলের পরমাণু যুক্ত হওয়ার ক্ষমতাকে যোজনী বা যোজ্যতা বলা হয়।

সাধারণত সব সময় হাইড্রোজেনের যোজনী এক (1) ধরা হয়। কোনো মৌলের একটি পরমাণু যতগুলো H পরমাণু বা Cl পরমাণুর সাথে যুক্ত হতে পারে সেই সংখ্যাই হলো এই মৌলের যোজনী বা যোজ্যতা।

হাইড্রোজেনের একটি পরমাণু ক্লোরিনের একটি পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে HCl অণু গঠিত হয়, তাই ক্লোরিনের যোজনীও 1 (এক)। আবার অক্সিজেনের একটি পরমাণু হাইড্রোজেনের দুটি পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে H_2O তৈরি করে, এজন্য অক্সিজেনের যোজনী 2 (দুই)। একটি Na পরমাণু একটি Cl পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে NaCl গঠিত হয়। সুতরাং Na এর যোজনী 1 (এক)।

একটি পরমাণুর সাথে যতটি অক্সিজেন পরমাণু যুক্ত হয় তার সেই সংখ্যার দিগুণ করলে এই পরমাণুর যোজনী বা যোজ্যতা হয়। যেমন- ক্যালসিয়াম (Ca) এর একটি পরমাণু একটি অক্সিজেন (O) পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO) তৈরি করে। এখানে অক্সিজেন পরমাণুর সংখ্যা 1 এই সংখ্যাকে 2 দ্বারা গুণ করলে হয় 2। কাজেই ক্যালসিয়ামের যোজনী 2।

কিছু কিছু মৌলের একাধিক যোজনী থাকে। কোনো মৌলের একাধিক যোজনী থাকলে সেই মৌলের যোজনীকে পরিবর্তনশীল যোজনী বলা হয়। যেমন- Fe এর পরিবর্তনশীল যোজনী 2 এবং 3।

কোনো মৌলের সর্বোচ্চ যোজনী এবং সক্রিয় যোজনীর পার্থক্যকে এই মৌলের সুন্দর যোজনী বলা হয়। যেমন: $FeCl_3$ মৌলে Fe এর সক্রিয় যোজনী 2 কিন্তু Fe এর সর্বোচ্চ যোজনী 3। অতএব $FeCl_2$ মৌলে Fe এর সুন্দর যোজনী $3 - 2 = 1$ । আবার $FeCl_3$ মৌলে Fe এর সক্রিয় যোজনী 3 কিন্তু Fe এর সর্বোচ্চ যোজনী 3, অতএব $FeCl_3$ মৌলে Fe এর সুন্দর যোজনী $3 - 3 = 0$ ।

টেবিল 5.02: বিভিন্ন মৌলের যোজনী।

| মৌল | যোজনী | মৌল | যোজনী | মৌল | যোজনী |
|-----|-------|-----|-------|-----|-------|
| H | 1 | Na | 1 | Fe | 2, 3 |
| F | 1 | K | 1 | Cu | 1, 2 |
| Cl | 1 | C | 2, 4 | Zn | 2 |
| Br | 1 | Mg | 2 | | |
| I | 1 | Al | 3 | | |

টেবিল 5.03: বিভিন্ন পরমাণুর যোজনী এবং ঘোগ।

| ধাতব ও অধাতব পরমাণু | প্রতীক | যোজনী | ঘোগ | ধাতব ও অধাতব পরমাণু | প্রতীক | যোজনী | ঘোগ |
|------------------------|--------|--------|--|------------------------|--------|-------------|--|
| হাইড্রোজেন | H | 1 | HCl | সিলভার | Ag | 1 | AgCl |
| লিথিয়াম | Li | 1 | LiCl | ফ্লোরিন | F | 1 | NaF |
| সোডিয়াম | Na | 1 | NaCl | ক্লোরিন | Cl | 1 | NaCl |
| পটাশিয়াম | K | 1 | KCl | ব্রোমিন | Br | 1 | NaBr |
| ম্যাগনেসিয়াম | Mg | 2 | MgCl ₂ | আয়োডিন | I | 1 | NaI |
| ক্যালসিয়াম | Ca | 2 | CaCl ₂ | বোরন | B | 3 | BCl ₃ |
| অ্যালুমিনিয়াম | Al | 3 | AlCl ₃ | ফসফরাস | P | 3 5 | PCl ₃ PCl ₅ |
| আয়রন | Fe | 2 3 | FeCl ₂ FeCl ₃ | কপার | Cu | 1 2 | CuCl CuCl ₂ |
| জিঙ্ক | Zn | 2 | ZnCl ₂ | অক্সিজেন | O | 2 | H ₂ O |
| লেড | Pb | 2 4 | PbCl ₂ PbCl ₄ | কার্বন | C | 2 4 | CO CH ₄ |
| নাইট্রোজেন | N | 3 5 | NH ₃ N ₂ O ₅ | সালফার | S | 2 4 6 | H ₂ S SO ₂ SO ₃ |

5.3 ଯୌଗମୂଳକ ଓ ତାଦେର ଯୋଜନୀ (Radicals and Their Valencies)

ଏକାଧିକ ମୌଲେର କଣିକା ପରମାଣୁ ବା ଆଯନ ପରମଶରେ ସାଥେ ମିଲିତ ହୁଏ ଧନ୍ୟାତ୍ମକ ବା ଝଗ୍ୟାତ୍ମକ ଆଧାନବିଶିଷ୍ଟ ଏକଟି ପରମାଣୁଗୁରୁତ୍ବ ତୈରି କରେ ଏବଂ ଏହି ଏକଟି ମୌଲେର ଆଯନେର ନ୍ୟାୟ ଆଚରଣ କରେ । ଏ ଧରନେର ପରମାଣୁଗୁରୁତ୍ବକୁ ଯୌଗମୂଳକ ବଲା ହୁଏ ।

ଯୌଗମୂଳକ ଧନ୍ୟାତ୍ମକ କିମ୍ବା ଝଗ୍ୟାତ୍ମକ ଆଧାନବିଶିଷ୍ଟ ହତେ ପାରେ । ଏଦେର ଆଧାନ ସଂଖ୍ୟାଇ ମୂଳତ ଏଦେର ଯୋଜନୀ ନିର୍ଦ୍ଦେଶ କରେ । ସେମନ୍ - ଏକଟି N ପରମାଣୁର ସାଥେ ତିନଟି H ପରମାଣୁ ଓ ଏକଟି H⁺ ଯୁକ୍ତ ହୁଁ ଆଯମେନିଆମ (NH₄⁺) ଆଯନ ନାମକ ଯୌଗମୂଳକେର ସ୍ଫୂର୍ତ୍ତି କରେ । ଏଇ ଆଧାନ ସଂଖ୍ୟା ହଲୋ +1 (ଏକ) । ଯୁକ୍ତରାଙ୍କ ଏର ଯୋଜନୀଓ 1 (ଏକ) । ଆଧାନ ବା ଚାର୍ଜ ଧନ୍ୟାତ୍ମକ ବା ଝଗ୍ୟାତ୍ମକ ହତେ ପାରେ କିନ୍ତୁ ଯୋଜନୀ ଶୁଦ୍ଧ ଏକଟି ସଂଖ୍ୟା ଏର କୋନେ ଧନ୍ୟାତ୍ମକ ଚିହ୍ନ ବା ଝଗ୍ୟାତ୍ମକ ଚିହ୍ନ ନେଇ ।

ଟେବିଲ 5.04: ବିଭିନ୍ନ ଯୌଗମୂଳକେର ନାମ, ସଂକେତ, ଆଧାନ ଓ ଯୋଜନୀ ।

| ଯୌଗମୂଳକେର ନାମ | ସଂକେତ | ଆଧାନ | ଯୋଜନୀ |
|----------------------|-------------------------------|------|-------|
| ଆଯମେନିଆମ | NH ₄ ⁺ | +1 | 1 |
| କାର୍ବନେଟ୍ | CO ₃ ²⁻ | -2 | 2 |
| ହାଇଡ୍ରୋଜେନ କାର୍ବନେଟ୍ | HCO ₃ ⁻ | -1 | 1 |
| ସାଲଫେଟ୍ | SO ₄ ²⁻ | -2 | 2 |
| ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ସାଲଫେଟ୍ | HSO ₄ ⁻ | -1 | 1 |
| ସାଲଫାଇଟ୍ | SO ₃ ²⁻ | -2 | 2 |
| ନାଇଟ୍ରୋଟ୍ରୋଟ୍ | NO ₃ ⁻ | -1 | 1 |
| ନାଇଟ୍ରୋଇଟ୍ | NO ₂ ⁻ | -1 | 1 |
| ଫସଫେଟ୍ | PO ₄ ³⁻ | -3 | 3 |
| ହାଇଡ୍ରୋଫ୍ରୋଇଟ୍ | OH ⁻ | -1 | 1 |
| ଫସଫୋନିଆମ | PH ₄ ⁺ | +1 | 1 |

5.4 ଯୌଗେର ରାସାୟନିକ ସଂକେତ (Chemical Formula of Compounds)

ଯୌଗେର ଏକଟି ଅଗ୍ରତେ ଯେବେ ପରମାଣୁ ଥାକେ ତାଦେର ପ୍ରତୀକ ଓ ସଂଖ୍ୟାର ଯାଧ୍ୟମେ ଅଗ୍ରତିକେ ପ୍ରକାଶ କରାଯାଇଛି । ସେମନ୍ - ଦୁଇ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ (H) ପରମାଣୁ ଓ ଏକଟି ଅକ୍ସିଜେନ (O) ପରମାଣୁ ମିଳେ ପାନିର (H₂O) ଏକଟି

অগুণ গঠিত হয়। এখানে, H_2O হলো পানির অণুর রাসায়নিক সংকেত। সুতরাং মৌল বা যৌগমূলকের প্রতীক বা সংকেত ও তাদের সংখ্যার মাধ্যমে কোনো যৌগ অণুকে প্রকাশ করাই হলো উচ্চ যৌগের রাসায়নিক সংকেত (Chemical Formula)। এক্ষেত্রে অণুর মধ্যে অবস্থিত মৌলের বা যৌগমূলকের সংখ্যাকে সংকেতের নিচে ডান পাশে ছোট করে (Subscript) লেখা হয়।

রাসায়নিক সংকেত লেখার নিয়ম

(a) কোনো মৌলের একটি অণুতে যতগুলো পরমাণু থাকে তার সংখ্যাটি ইঁরেজি হরফে মৌলটির প্রতীকের ডান পাশে নিচে ছোট করে লিখতে হবে। যেমন: নাইট্রোজেন অণুতে দুটি পরমাণু থাকে—তাই নাইট্রোজেন অণুর সংকেত N_2 । ওজেন এর একটি অণুতে তিনটি অক্সিজেন পরমাণু থাকে—তাই ওজেন অণুর সংকেত O_3 । কিছু মৌল অগুণ গঠন করে না তাই তাদেরকে শুধু প্রতীক দিয়ে বোঝানো হয়। যেমন: সকল ধাতু। কাজেই আয়রনকে বোঝাতে শুধু Fe লিখতে হবে। আবার, নিষ্কাশ গ্যাসগুলোও অগুণ গঠন করে না, তাই হিলিয়ামকে বোঝাতেও শুধু He লিখতে হবে।

(b) কখনো কখনো কোনো যৌগের অগুণ দুটি ভিন্ন মৌলের পরমাণু দিয়ে গঠিত হয়। তাদের যোজনী যদি কোনো সাধারণ সংখ্যা দ্বারা বিভাজ্য না হয় তাহলে দুটি মৌলের প্রতীক পাশাপাশি লিখে একটি মৌলের প্রতীকের পাশে অন্যটির যোজনী লিখতে হয়। যেমন: আলুমিনিয়ামের যোজনী 3 এবং অক্সিজেন এর যোজনী 2। যোজনী দুটি কোনো সাধারণ সংখ্যা দ্বারা বিভাজ্য নয়। যদি আলুমিনিয়াম এবং অক্সিজেন দ্বারা গঠিত কোনো যৌগের সংকেত লিখতে হয় তবে আলুমিনিয়ামের প্রতীক Al এর নিচের দিকে ডান পাশে অক্সিজেনের যোজনী ছোট করে লিখতে হবে এবং অক্সিজেনের প্রতীক O এর নিচের দিকে ডান পাশে আলুমিনিয়ামের যোজনী 2। সুতরাং ক্যালসিয়াম গ্রেগরাইডের সংকেত Ca_2Cl_2 হওয়ার কথা, 1টি লিখতে হয় না বলে আমরা লিখি $CaCl_2$ । আবার, ম্যাগনেসিয়ামের যোজনী 2 এবং ফসফেটের যোজনী 3। সুতরাং ম্যাগনেসিয়াম ফসফেটের সংকেত $Mg_3(PO_4)_2$ । উল্লেখ্য যে, কোনো যৌগমূলক একাধিক সংখ্যক থাকলে যৌগমূলকটিকে প্রথম বন্ধনীর মধ্যে রেখে তারপর সংখ্যা লিখতে হয়। যেমন: আমোনিয়াম ফসফেট ($NH_4)_3(PO_4)_2$ বা $(NH_4)_3PO_4$, আলুমিনিয়াম সালফেট $Al_2(SO_4)_3$, ইত্যাদি।

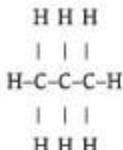
(c) যদি দুটি মৌলের যোজনী কোনো সাধারণ সংখ্যা দিয়ে বিভাজ্য হয় তাহলে যোজনীগুলো সেই সাধারণ সংখ্যা দিয়ে ভাগ দিয়ে মৌলের পাশে পূর্বের নিয়মে ভাগফলটি লিখতে হয়। যেমন: কার্বন ও অক্সিজেন দিয়ে গঠিত যৌগ কার্বন ডাই-অক্সাইড। কার্বনের যোজনী 4 এবং অক্সিজেনের যোজনী 2। কার্বনের যোজনীকে 2 দিয়ে ভাগ করলে 2 পাওয়া যায় আবার অক্সিজেনের যোজনীকে 2 দিয়ে ভাগ করলে 1 পাওয়া যায়। এখন নিয়ম অনুসারী কার্বনের সংকেত C এর নিচে ডান পাশে 1 এবং অক্সিজেনের নিচে 2 লিখতে হবে। কিন্তু সংকেত লেখার সময় যেহেতু 1 সংখ্যাটি লেখার প্রয়োজন

ନେଇ ତାଇ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଆଇଡ଼େର ସଂକେତ ହବେ CO_2 । ଫେରାସ ସାଲଫେଟ ଯୌଗେ ଆୟରନେର ଯୋଜନୀ 2 ସାଲଫେଟ ଆୟନେର (SO_4^{2-}) ଯୋଜନୀ 2। ଏହି ସଂଖ୍ୟାଦୂଟିକେ 2 ଦିଯେ ଭାଗ କରେ 1 ଓ 1 ପାଓଯା ଯାଏ। ସୁତରାଂ ଫେରାସ ସାଲଫେଟେର ସଂକେତ FeSO_4 । ବୋରନ ଓ ନାଇଟ୍ରୋଜେନେର ଯୋଜନୀ 3। ଏଦେର 3 ଦିଯେ ଭାଗ କରଲେ 1 ଓ 1 ପାଓଯା ଯାଏ ସୁତରାଂ ବୋରନ ନାଇଟ୍ରୋଇଡ଼େର ସଂକେତ $\text{B}_3\text{N}_3 = \text{BN}$ ।

5.5 ଆଣ୍ଵିକ ସଂକେତ ଓ ଗାଠନିକ ସଂକେତ (Molecular Formula and Structural Formula)

ଏକଟି ମୌଳ ବା ଯୌଗେର ଅଣୁତେ ସେ ସେ ସକଳ ସଂଖ୍ୟା ଦିଯେ ପ୍ରକାଶିତ ସଂକେତକେ ଆଣ୍ଵିକ ସଂକେତ ବା ରାସାୟନିକ ସଂକେତ ବଲେ। ଏ ସଞ୍ଚାରେ ତୋମରା ଇତୋମଧ୍ୟେ ଜେନେଛ। ଆବାର ଏକଟି ଅଣୁତେ ମୌଲର ପରମାଣୁଗୁଲୋ ଯେଭାବେ ସାଜାନୋ ଥାକେ ପ୍ରତୀକ ଏବଂ ବନ୍ଧନେର ମାଧ୍ୟମେ ତା ପ୍ରକାଶ କରାକେ ଗାଠନିକ ସଂକେତ ବଲେ। ସେମନ ତିନଟି କାର୍ବନ (C) ପରମାଣୁ ଆଟଟି ହାଇଡ୍ରୋଜନ (H) ପରମାଣୁର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ହୁଏ ପ୍ରୋପେନ (C_3H_8) ଅଣୁ ଗଠିତ ହୁଏ ପ୍ରୋପେନେର C_3H_8 ଏଇ ସଂକେତଟିକେ ଆଣ୍ଵିକ ସଂକେତ ବା ରାସାୟନିକ ସଂକେତ ବଲେ।

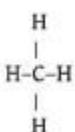
ଆବାର ଉଚ୍ଚ ଯୌଗେ କାର୍ବନ ପରମାଣୁ ତିନଟି ଏକେ ଅଗରେ ସାଥେ ଶିକଳ ଆକାରେ ଯୁକ୍ତ ହୁଏ ଏବଂ ଅବଶିଷ୍ଟ ଯୋଜନୀଗୁଲୋ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଦାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ ହୁଏ ପ୍ରତିଟି କାର୍ବନେର ଯୋଜନୀ 4 ହୁଏ। ନିଚେ ପ୍ରୋପେନେର ଗାଠନିକ ସଂକେତ ଦେଖାନୋ ହିଲେ:



ଆବାର ପାନିର ଆଣ୍ଵିକ ସଂକେତ H_2O , ଅତଏବ ଏର ଗାଠନିକ ସଂକେତ ହବେ



ମିଥେନେର ଆଣ୍ଵିକ ସଂକେତ CH_4 , ଅତଏବ ମିଥେନେର ଗାଠନିକ ସଂକେତ ହବେ



কাৰ্বন-কাৰ্বন ও কাৰ্বন-হাইড্ৰোজেনেৰ মধ্যে অবস্থিত প্ৰতিটি বেখা হলো একেকটি বন্ধন। এগুলো সমযোজী বন্ধন। সমযোজী বন্ধন সকলকে এ অধ্যায়েই জনতে পাৰবে। গাঠনিক সংকেতেৰ মাধ্যমে ঘোণেৰ অগুতে কোন পৰমাণু কৃতি কৱে আছে এবং তাৰা একে অপৱেৰ সাথে কীভাৱে মুন্ত আছে তা জানা যাব।

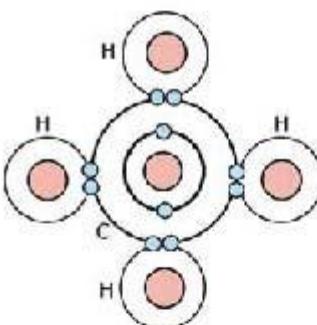
৫.৬ অষ্টক ও দুই-এৰ নিয়ম (Octet and Duet Rules)

প্ৰতিটি মৌলই তাৰ সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ নিষ্ক্ৰিয় গ্যাসেৰ ইলেক্ট্ৰন বিনাসেৰ প্ৰবণতা দেখাব। হিলিয়াম ছাড়া সকল নিষ্ক্ৰিয় গ্যাসেৰ ইলেক্ট্ৰন বিনাসে সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ ৪টি কৱে ইলেক্ট্ৰন বিনাসান। অগু গঠনকালে কোনো মৌল ইলেক্ট্ৰন প্ৰাপ্ত, বৰ্জন অথবা ভাগাভাগিৰ মাধ্যমে তাৰ সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ ৪টি কৱে ইলেক্ট্ৰন ধাৰণেৰ মাধ্যমে নিষ্ক্ৰিয় গ্যাসেৰ ইলেক্ট্ৰন বিনাস লাভ কৱে। একেই 'অষ্টক' নিয়ম বলা হয়। যেমন- CH_4 অগুতে কেন্তীয় পৰমাণু কাৰ্বনেৰ সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ ৪টি ইলেক্ট্ৰন বিনাসান। যেখানে ৪টি ইলেক্ট্ৰন কাৰ্বনেৰ নিজস্ব আৱ বাকি ৪টি ইলেক্ট্ৰন চাৰিটি হাইড্ৰোজেন পৰমাণু থেকে আসে। পাশেৰ চিত্ৰে তা দেখাবো হলো। এভাৱে পৰমাণুসমূহ তাৰ সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ ৪টি ইলেক্ট্ৰন ধাৰণ কৱে নিষ্ক্ৰিয় গ্যাসেৰ ইলেক্ট্ৰন বিনাস লাভেৰ মাধ্যমে ঘোগ গঠনেৰ পদ্ধতিকে 'অষ্টক' নিয়ম বলে।

'অষ্টক' নিয়মেৰ কিছু সীমাবদ্ধতাৰ কাৰণে বিজ্ঞানীৱা নতুন একটি নিয়মেৰ উপস্থাপন কৱেন। যাকে 'দুই'-এৰ নিয়ম বলা হয়। 'দুই'-এৰ নিয়মটি অষ্টক নিয়ম থেকে অধিকতৰ উপযোগী এবং আধুনিক। নিষ্ক্ৰিয় গ্যাসগুলোৰ সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ যেমন ২টি বা ৪টি ইলেক্ট্ৰন বিনাসান, তেমনি অগু গঠনে কোনো পৰমাণুৰ

সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ এক বা একাধিক জোড়া ইলেক্ট্ৰন বিনাসান থাকবে, এটিই হচ্ছে 'দুই' এৰ নিয়ম। অৰ্থাৎ অগুতে যেকোনো পৰমাণুৰ সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ এক বা একাধিক জোড়া ইলেক্ট্ৰন অবস্থান কৱবে।

যেমন- BeCl_2 অগুৰ কেন্তীয় পৰমাণু Be এৰ সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ ২ জোড়া অৰ্থাৎ ৪টি ইলেক্ট্ৰন বিনাসান। BF_3 অগুৰ কেন্তীয় পৰমাণু B এৰ সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ ৩ জোড়া অৰ্থাৎ ৬টি ইলেক্ট্ৰন বিনাসান। CH_4 , অগুৰ কেন্তীয় পৰমাণু C এৰ সৰ্বশেষ শক্তিতেৰ ৪ জোড়া অৰ্থাৎ ৪টি ইলেক্ট্ৰন বিনাসান। শুধু তাই নয়



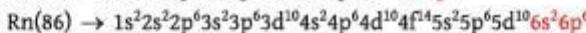
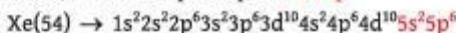
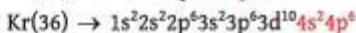
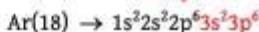
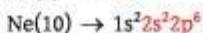
চিত্ৰ ৫.০২: যেমনে অগুতে অষ্টক নিয়ম।

କେଣ୍ଟୀଯ ପରମାଣୁ ଛାଡ଼ାଓ ଅନ୍ୟ ପରମାଣୁଗୁଲୋ ଅର୍ଥାତ C ଏର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ 4 ଜୋଡ଼ା ଅର୍ଥାତ 8ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିଦ୍ୟମାନ ।

F ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ 4 ଜୋଡ଼ା ଅର୍ଥାତ 8ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିଦ୍ୟମାନ ଏବଂ H ଏର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ 1 ଜୋଡ଼ା ଅର୍ଥାତ 2ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିଦ୍ୟମାନ । ଏକେତେ ସକଳ ପରମାଣୁ 'ଦୁଇ' ଏର ନିୟମ ଅନୁସରଣ କରେହେ । ଉତ୍ତରେ, ପର୍ଯ୍ୟା ସାରପିର 1-20 ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ମୌଳସମ୍ମହ ମୂଳତ 'ଆଟକ' ଓ 'ଦୁଇ' ଏର ନିୟମ ଭାଲୋଭାବେ ଅନୁସରଣ କରେ ।

5.7 ନିଷିଦ୍ଧ ଗ୍ୟାସ ଏବଂ ଏର ସ୍ଥିତିଶୀଳତା (Inert Gases and their Stability)

ପର୍ଯ୍ୟା ସାରପି ଅଧ୍ୟାରେ ତୋମରା ନିଷିଦ୍ଧ ଗ୍ୟାସ ତଥା 18 ନଂ ଶ୍ରେଣୀର ମୌଳ ସକଳରେ ବିସତାରିତ ଜେନେଛ । ଏଦେର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ସକଳରେ ଓ ଜ୍ଞାନ ଲାଭ କରେହେ । ତାରପରା ଏଥାନେ ଏଦେର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଦେଖାନୋ ହଲୋ:



ନିଷିଦ୍ଧ ଗ୍ୟାସମ୍ମହେର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସେ ଦେଖା ଯାଏ ଯେ, ହିଲିଆମେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ 2ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ରଯେହେ । ହିଲିଆମେର ବେଳାଯ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତର ପୂର୍ଣ୍ଣ କରତେ 2ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଇ ପ୍ରଯୋଜନ, କାଜେଇ ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ସ୍ଥିତିଶୀଳ । ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ନିଷିଦ୍ଧ ଗ୍ୟାସେର ବେଳାଯ ତାଦେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ 8ଟି ($ns^2 np^6$) କରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିଦ୍ୟମାନ । କୋନୋ ମୌଲେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ 8ଟି କରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥାକଲେ ତାରା ସର୍ବାଧିକ ସ୍ଥିତିଶୀଳତା ଅର୍ଜନ କରେ । ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ 2ଟି ଥାକଲେ ତାକେ ବିଦ୍ଵ ବଲେ ଆର ପ୍ରତି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥାକଲେ ତାକେ ଅଟ୍ଟକ ବଲେ । ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ ବିଦ୍ଵ ଓ ଅଟ୍ଟକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଥାକାର କାରଣେ ନିଷିଦ୍ଧ ଗ୍ୟାସଗୁଲୋ ଅନ୍ କୋନୋ ମୌଲକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରଦାନ କରେ ନା । ଏମନକି ଅପର କୋନୋ ମୌଲେର କାହିଁ ଥେକେ କୋନୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରହିଣ କରେ ନା । ଏରା ରାସାୟନିକଭାବେ ଆସନ୍ତିହିନ ହୁଁ ପଡ଼େ ବା ଏରା ନିଷିଦ୍ଧ ହୁଁ ପଡ଼େ । ନିଷିଦ୍ଧ ଗ୍ୟାସ ଛାଡ଼ା ବାକି କୋନୋ ମୌଲେରଇ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ ଏବୁପ ବିଦ୍ଵ ବା ଅଟ୍ଟକ ପୂର୍ଣ୍ଣ ଥାକେ ନା । ଫଳେ ତାରା ସ୍ଥିତିଶୀଳ ହୁଁ ନା । ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ମୌଳ ସ୍ଥିତିଶୀଳତା ଅର୍ଜନେର ଜନ୍ୟ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ ବିଦ୍ଵ ବା ଅଟ୍ଟକ ପୂର୍ଣ୍ଣ କରତେ ଚାଯ । ଏଜନ୍ୟ ତାରା ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିସତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରହିଣ, ପ୍ରଦାନ ଅଥବା ଭାଗାଭାଗି କରେ ପରଶରେର ସାଥେ ବନ୍ଧନ ଗଠନ କରେ ।

୫.୮ ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ ଓ ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ ଗଠନର କାରଣ (Chemical Bonds and the Causes of Their Formation)

ଦୂତି ହାଇଡ୍ରୋଜନ ପରମାଣୁ ପରମପରେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ହୁଁ ହେ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଅଗ୍ନୁ (H_2) ଗଠନ କରେ । ଅନୁରୂପଭାବେ, ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଓ କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁ ପରମପରେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ହୁଁ ହାଇଡ୍ରୋଜନ କ୍ଲୋରାଇଡ ଅଗ୍ନୁ ($H-Cl$) ଗଠନ କରେ । ପ୍ରଥମ କେତେ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଅଗ୍ନୁତେ ଦୂତି ହାଇଡ୍ରୋଜନ ପରମାଣୁର ମଧ୍ୟେ ଏକ ଧରନେର ଆକର୍ଷଣ ବଳ କାଜ କରେ । ଆବାର, ହିତୀଆ କେତେ ହାଇଡ୍ରୋଜନ କ୍ଲୋରାଇଡ ଅଗ୍ନୁତେ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଓ କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁର ମଧ୍ୟେ ଏକ ଧରନେର ଆକର୍ଷଣ ବଳ କାଜ କରେ । ଏ ଧରନେର ଆକର୍ଷଣ ବଳି ମୂଳତ ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ । ଅର୍ଥାତ୍ ଅଗ୍ନୁତେ ପରମାଣୁସମୂହ ଯେ ଆକର୍ଷଣରେ ମାଧ୍ୟମେ ଏକ ଅପରେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ଥାକେ ତାକେଇ ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ ବଲେ । ଏଥିଲେ ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଲୋ ପରମାଣୁସମୂହ କେନ ଆଲାଦାଭାବେ ଥାକେନି? କେନ ତାରା ପରମପରେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ହୁଁ ହେ ଅଗ୍ନୁ ତୈରି କରଲ?

ତୋମରା ଏର ମାବେ ଜେନେ ଗେଛ ଯେ, ପ୍ରତୋକ ମୌଲିକ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ନିଷ୍କର୍ଷ ଗ୍ୟାସେର ଖିତିଶୀଳ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନେର ଚେଟୀ କରେ । ଏକଇ ମୌଲେର ବା ଡିନ୍ ମୌଲେର ଦୂତି ପରମାଣୁ ଯଥନ କାହାକାହି ଅବସ୍ଥାନ କରେ ତଥନ ତାରା ତାଦେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ, ବର୍ଜନ ବା ଭାଗାଭାଗିର ମାଧ୍ୟମେ ନିଷ୍କର୍ଷ ଗ୍ୟାସେର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନ କରେ । ଏର ମାଧ୍ୟମେ ତାଦେର ମଧ୍ୟେ ଏକ ଧରନେର ଆକର୍ଷଣର ସୃଜନ ହୁଁ, ଯେ ଆକର୍ଷଣକେ ଆମରା ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ ବଲି । କାଜେଇ ବଲା ଯେତେ ପାରେ ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ ଗଠନରେ ମୂଳ କାରଣ ହୁଲୋ ପରମାଣୁଗୁଲେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଲେ ନିଷ୍କର୍ଷ ଗ୍ୟାସେର ଖିତିଶୀଳ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ (ହିତ ବା ଅର୍ଟକ) ଲାଭେର ପ୍ରବନ୍ଧତା ।

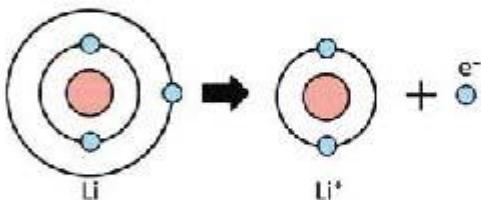
୫.୯ କ୍ୟାଟୋଯନ ଓ ଅୟାନାୟନ (Cations and Anions)

ଆମରା ଜାନି, ମାଧ୍ୟମ ଅବସ୍ଥାର ପରମାଣୁର ନିଉକ୍ରିୟାମେ ଯତତି ଧନ୍ୟାକ ଆଧାନ ବା ପଞ୍ଜିତିତ ଚାର୍ଜବିଶିଷ୍ଟ ପ୍ରୋଟିନ ଥାକେ ଏବଂ ନିଉକ୍ରିୟାମେ ବାଇରେ ବିଭିନ୍ନ ଶକ୍ତିତରେ ଠିକ ତତ୍ତ୍ଵ କ୍ଷାଣ୍ଟାକ ଆଧାନ ବା ନେଗେଟିଭ ଚାର୍ଜବିଶିଷ୍ଟ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥାକେ । ଏର ଫଳେ ପରମାଣୁଟି ସାମାନ୍ୟକାରୀ ଆଧାନ ବା ଚାର୍ଜ ନିରାପେକ୍ଷ ହୁଁ । ଏରକମ ଏକଟି ଆଧାନ ନିରାପେକ୍ଷ ପରମାଣୁର ବାଇରେ ଶକ୍ତିତର ଥେବେ ଏକ ବା ଏକାଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକେ ସରିଯେ ନିଲେ ପରମାଣୁଟି ଆର ଆଧାନ ନିରାପେକ୍ଷ ଥାକେ ନା । ଏଟି ସାମାନ୍ୟକାରୀ ଧନ୍ୟାକ ଆଧାନବିଶିଷ୍ଟ ଆୟାନେ ପରିଣତ ହୁଁ । ଧନ୍ୟାକ ଆଧାନ ବା ପଞ୍ଜିତିତ ଚାର୍ଜ ବିଶିଷ୍ଟ ଏହୁଁ ଆୟନକେ କ୍ୟାଟୋଯନ ବଲେ । ମାଧ୍ୟମରେ ବାମେର ମୌଲ ବା ଧାତୁଗୁଲେ ତାଦେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଏକ ବା ଏକାଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରେ ନିଷ୍କର୍ଷ ଗ୍ୟାସେର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନେର ମାଧ୍ୟମେ କ୍ୟାଟୋଯନରେ ସୃଜନ କରେ । ଯେମନ- ଲିଥିୟାମ ପରମାଣୁ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଏକଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଛେଦେ ଦିଯେ ନିଷ୍କର୍ଷ ଗ୍ୟାସ ଲିଥିୟାମେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନେର ମାଧ୍ୟମେ ଲିଥିୟାମ କ୍ୟାଟୋଯନ (Li^+) ତୈରି କରେ । ୫.୦୩ ଚିତ୍ରେ ତା ଦେଖାନ୍ତେ ହୁଲୋ ।

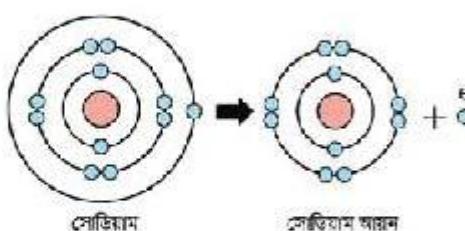
ଅନୁରୂପେ, Na ପରମାଣୁ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଏକଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରେ ନିଷ୍କର୍ଷ ଗ୍ୟାସ Ne ଏର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଲାଭରେ ମାଧ୍ୟମେ ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ୟାଟାଯନ (Na^+) ତୈରି କରେ ।

ବଲତେ ପାରିବେ କି, ଧାତୁମୂଳ କେବେ
ତାନେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ହେବେ ଦିଯେ କ୍ୟାଟାଯନ
ତୈରି କରେ?

ଆମରା ଜାନି, ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରପିର
ଦେବୋଳେ ଏକଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟେ ବାମ ଥେକେ
ଡାନେ ଗେଲେ ମୌଲସମୂହରେ ଧାତୁର ଧର୍ମ
ଥିରେ ଥିରେ ହ୍ରସ ପାଇ ଏବଂ ଅଧାତ୍ର
ଧର୍ମ ବୃଦ୍ଧି ପାଇ । ଅର୍ଥାତ୍ ଦେବୋଳେ ପର୍ଯ୍ୟାୟେର ବାମେର ମୌଲସମୂହ ହଲେ
ଧାତୁ । ଆବାର ଏକଇ ପର୍ଯ୍ୟାୟେ ବାମ ଥେକେ ଡାନେ ଗେଲେ ମୌଲସମୂହ ଆକାରର ଥିରେ ଥିରେ ହ୍ରସ ପାଇ । ଏହି
କାରଣେ ଏକଇ ପର୍ଯ୍ୟାୟେ ଅବଶ୍ଵିତ ଅଳ୍ପ ମୌଲସମୂହରେ ଚେଯେ ଧାତୁଗୁଲୋର ଆକାର ବଡ଼ ହେବେ ଥାକେ । ଆବାର
ଧାତୁଗୁଲୋର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ସାଧାରଣତ 1, 2 ବା 3ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥାକେ । ଆକାର ବଡ଼ ହେବେ କାରଣେ
ଧାତୁଗୁଲୋର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଲୋର ନିଉକ୍ରିୟାସ ଥେକେ ଦୂରେ ଥାକେ ଏବଂ ନିଉକ୍ରିୟାସେର ସାଥେ
ଆକର୍ଷ କମ ହେବ । ଅର୍ଥାତ୍ ଦୂରିତାରେ ଆବଶ୍ଵ ଥାକେ । ଫଳେ ଏଦେର ଆଯନିକରଣ ଶକ୍ତିର ମାନ ଅନେକ କମ ହେବ ।
ଅର୍ଥାତ୍ ସାମାନ୍ୟ ପରିମାଣ ଶକ୍ତି ପ୍ରୟୋଗ କରିଲେଇ ଧାତୁଗୁଲୋ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଏକ ବା ଏକଥିକ
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରେ କାହାକାହି ନିଷ୍ଠିତ ଗ୍ୟାସେର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନ କରେ କ୍ୟାଟାଯନେ ପରିଣତ ହତେ
ପାରେ । ଏହି କାରଣେଇ ଧାତୁଗୁଲୋର ମୂଳତ କ୍ୟାଟାଯନେ ପରିଣତ ହେବ ।



ଚିତ୍ର 5.03: ଲିଥିଆମ କ୍ୟାଟାଯନ (Li^+) ପଟ୍ଟନ ।



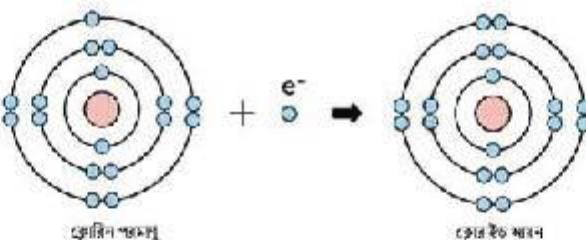
ଚିତ୍ର 5.04: ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ୟାଟାଯନ (Na^+) ପଟ୍ଟନ ।

ଆନଦିକେ ଧାତୁଗୁଲୋ କ୍ୟାଟାଯନ
ତୈରି କରେ ନା । ଏର କାରଣେ ତୋମରା
ଏଥିନ ନିଷ୍ଟତ୍ତ୍ୱରେ ଅନୁମାନ କରତେ
ପାରାହେ । ଅଧାତୁଗୁଲେ ପର୍ଯ୍ୟାୟ ସାରପିର
ଡାନେ ଅବଶ୍ଵାନ କରେ । ଏଦେର ସର୍ବଶେଷ
ଶକ୍ତିତରେ ସାଧାରଣତ 5, 6 ବା 7ଟି
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଥାକେ । ଏଦେର
ଆକାର ଏକଇ ପର୍ଯ୍ୟାୟେ ଧାତୁମୂଳରେ
ଚେଯେ ଅନେକ ଛୋଟ ହେବ । ଛୋଟ

ଆକାରେର କାରଣେ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତର ନିଉକ୍ରିୟାସେର କାହାକାହି ଥାକେ ଏବଂ ଏଦେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନେର ପ୍ରତି ନିଉକ୍ରିୟାସେର ଆକର୍ଷ ଅନେକ ବେଶ ହେବ, ଅର୍ଥାତ୍ ଏଦେର ଆଯନିକରଣ ଶକ୍ତିର ମାନ ଅନେକ

বেশি হয়। এরূপ কোনো মৌলের সর্বশেষ শক্তিস্তরের এক বা একাধিক ইলেকট্রনকে সরিয়ে নিতে অনেক বেশি শক্তির প্রয়োজন হয়, যা সাধারণ অবস্থায় কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া থেকে সহজে পাওয়া যায় না। এ কারণে অধাতুগুলো সাধারণত ধনাচারক আধান তথা ক্যাটায়ন তৈরি করে না।

তাহলে কি অধাতুগুলো তার সর্বশেষ শক্তিস্তরে ইলেকট্রনের কোনো পরিবর্তন ঘটায় না? অবশ্যই ঘটায়। যেহেতু এদের সর্বশেষ শক্তিস্তরে অটক অপেক্ষা সাধারণত 1, 2 কিংবা 3টি ইলেকট্রন কম থাকে দেহেতু এরা সেই সংখ্যাক ইলেকট্রন গ্রহণ করে সহজেই নিষ্ক্রিয় গ্যাসের স্থিতিশীল ইলেকট্রন বিন্যাস লাভ করে। অন্যভাবে বলা যায়, এদের ইলেকট্রন আসক্তির মান বেশি। ইলেকট্রন গ্রহণের ফলে এদের নিউক্লিয়াসে অবস্থিত ধনাচারক প্রোটন সংখ্যার চেয়ে ঝণাচারক আধানবিশিষ্ট ইলেকট্রনের সংখ্যা বেশি হয়। ফলে সামগ্রিকভাবে অধাতুর পরমাণুসমূহ ঝণাচারক আধানবিশিষ্ট হয়। এভাবে ঝণাচারক আধানবিশিষ্ট অধাতুর পরমাণুকে আ্যানায়ন বলে। যেমন ক্লোরিন (Cl) পরমাণু একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে নিষ্ক্রিয় গ্যাস আর্গনের (Ar) ইলেকট্রন বিন্যাস লাভের মাধ্যমে ক্লোরাইড (Cl^-) আয়ন তৈরি করে।

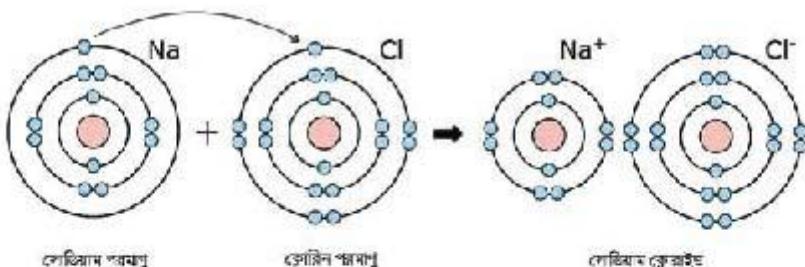
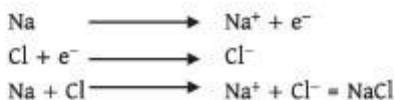


চিত্র 5.05: ঝণাচারক Cl^- আয়ন গঠন।

5.10 আয়নিক বন্ধন বা তড়িৎযোজী বন্ধন (Ionic Bond or Electrovalent Bond)

আমরা ইতপূর্বে জেনেছি যে, ধাতুগুলোর আয়নিকরণ শক্তির মান অনেক কম হওয়ায় এরা অতি সহজেই সর্বশেষ শক্তিস্তরের এক বা একাধিক ইলেকট্রন ত্যাগ করে ধনাচারক আধানবিশিষ্ট আয়ন বা ক্যাটায়নে পরিণত হয়। আবার অধাতুগুলোর ইলেকট্রন আসক্তির মান বেশি হওয়ায় এরা সহজেই সর্বশেষ শক্তিস্তরে এক বা একাধিক ইলেকট্রন গ্রহণ করে ঝণাচারক আধানবিশিষ্ট আয়ন বা আ্যানায়নে পরিণত হয়। এভাবে সৃষ্টি বিপরীত আধানের ক্যাটায়ন ও আ্যানায়নের মধ্যে স্থির বৈদ্যুতিক আকর্ষণ বল বা ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক বল কাজ করে। এই ইলেক্ট্রোস্ট্যাটিক বল বা কুলম্ব আকর্ষণ বলের ফলে তারা একে অপরের সাথে

ଯୁକ୍ତ ଥାକେ । ସେ ଆକର୍ଷଣେ ଫଳେ କ୍ୟାଟାଯନ ଓ ଆୟାନ୍ୟାନ ପରମ୍ପରେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ଥାକେ ସେଟିଇ ଆୟନିକ ବା ତଡ଼ିଥ୍ୟୋଜୀ ବସ୍ତୁନ । ଯେମେନ- Na ପରମାଣୁ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଏକଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତାଗ କରେ ନିଷ୍ଠିତ ଗ୍ୟାସେର ମତୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ୪ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗଠନ କରେ Na^+ କ୍ୟାଟାଯନେ ପରିଗତ ହୁଏ । ଅପରଦିକେ Cl^- ପରମାଣୁ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ Na ଏର ଭାଗକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଟିକେ ପ୍ରାହଳ କରେ ନିଷ୍ଠିତ ଗ୍ୟାସେର ମତୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ୪ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗଠନ କରେ Cl^- -ଆୟାନ୍ୟାନେ ପରିଗତ ହୁଏ । ଏତାବେ ସୃଷ୍ଟି ଧନ୍ୟାକ ଆଧାନ Na^+ ଓ ଝାଗାଞ୍ଚାକ ଆଧାନ Cl^- ପରମ୍ପରେର ସାଥେ ସ୍ଥିର ବୈନ୍ଦୁତିକ ଆକର୍ଷଣେ ଆବଶ୍ୟକ ହୁଏ । ଏ ଆକର୍ଷଣ ବଲାଇ ଆୟନିକ ବସ୍ତୁନ । ଅର୍ଥାତ୍ ଧାତବ ଓ ଅଧାତବ ପରମାଣୁର ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗେର ସମୟ ଧାତବ ପରମାଣୁ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଏକ ବା ଏକାଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକେ ଅଧାତବ ପରମାଣୁର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରେ ଧନ୍ୟାକ ଝାଗାଞ୍ଚାକ ଆଧାନ ସୂଚିତ ମାଧ୍ୟମେ ସେ ବସ୍ତୁନ ପାଇଁ ହୁଏ । ସେ ଯୌଗେ ଆୟନିକ ବସ୍ତୁନ ଥାକେ ତାକେ ଆୟନିକ ଯୌଗ ବଲେ । ସେ ଯୌଗେ ଆୟନିକ ବସ୍ତୁନ ଥାକେ ତାକେ ଆୟନିକ ଯୌଗ ବଲେ ।



ଚିତ୍ର ୫.୦୬: ସେତିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡ ଗଠନ ।

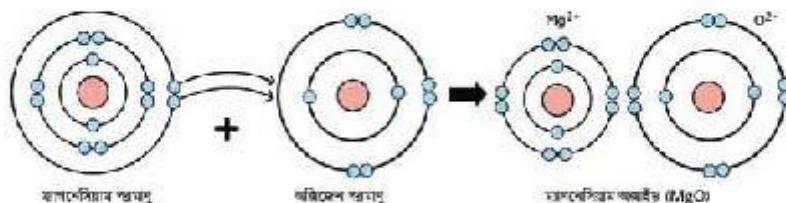
MgO ଅଣୁତେ Mg ୨ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତାଗ କରେ ନିଷ୍ଠିତ ଗ୍ୟାସ Ne ଏର ମତୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ୪ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗଠନ କରେ Mg^{2+} ଏ ପରିଗତ ହୁଏ ।



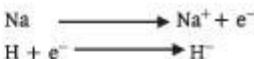
ଆବାର O ପରମାଣୁ ଏଇ ୨ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରାହଳ କରେ ନିଷ୍ଠିତ ଗ୍ୟାସ Ne ଏର ମତୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ୪ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗଠନ କରେ O^{2-} ଏ ପରିଗତ ହୁଏ ।



এবার Mg^{2+} এবং O^{2-} কাছাকাছি এসে আয়নিক বন্ধন তৈরি করে। যে মৌগড়ে আয়নিক বন্ধন বিদ্যমান সেই মৌগকে আয়নিক মৌগ বলে। যেমন- MgO একটি আয়নিক মৌগ।



NaH অণুতে Na পরমাণু ইলেক্ট্রন দান করে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মতো ইলেক্ট্রন বিন্যাস অর্জন করে অর্ধাং সর্বশেষ শক্তিতে ১টি ইলেক্ট্রন গঠন করে Na^+ এ পরিণত হয় এবং H পরমাণু এ ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মতো ইলেক্ট্রন বিন্যাস অর্জন করে অর্ধাং সর্বশেষ শক্তিতে ১টি ইলেক্ট্রন গঠন করে H^- এ পরিণত হয়। অতঃপর এদের মধ্যে আয়নিক বন্ধন গঠিত হয়।



CaO অণুতে Ca পরমাণু ২টি ইলেক্ট্রন ভ্যাগ করে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মতো ইলেক্ট্রন বিন্যাস অর্জন করে অর্ধাং সর্বশেষ শক্তিতে ৪টি ইলেক্ট্রন গঠন করে Ca^{2+} তে পরিণত হয়।



O পরমাণু সেই ২টি ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে নিষ্ক্রিয় গ্যাসের মতো ইলেক্ট্রন বিন্যাস অর্জন করে অর্ধাং সর্বশেষ শক্তিতে ৪টি ইলেক্ট্রন গঠন করে O^{2-} এ পরিণত হয়।



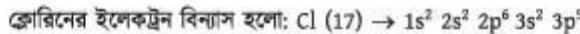
অতএব Ca^{2+} এবং O^{2-} এর মধ্যে আয়নিক বন্ধন গঠিত হয়।

উপরের উন্নাহৰণগুলো পর্যালোচনা করলে দেখা যায় যে, ধাতুগুলো ইলেক্ট্রন বর্জন এবং অধাতুগুলো ধাতু কর্তৃক বর্জন করা ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে যথাক্রমে ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নে পরিণত হয়। এই ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন পরস্পরের কাছাকাছি আবশ্য হয়ে আয়নিক বন্ধন তৈরি করে। উল্লেখ্য, পর্যায় সারণির ১ ও ২ নম্বর শুপের ধাতব মৌলসমূহ এবং 16 ও 17 নম্বর শুপের অধাতব মৌলসমূহ সাধারণত আয়নিক বন্ধন

ତୈରି କରେ । ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ନିୟମେର କିଛୁ ନା କିଛୁ ବ୍ୟକ୍ତିଗ୍ରହଣ ଥାକେ । ଯେମନ୍- ଏଥାନେ 13 ନମ୍ବର ଶୂନ୍ୟରେ A1 ମୌଳିକ 1 ଓ 2 ନମ୍ବର ଶୂନ୍ୟରେ ମୌଳ ନା ହାତୋ ସନ୍ତୋଷ ଆୟନିକ ବନ୍ଧନ ତୈରି କରେ । ଅନ୍ୟ ମୌଳମୂଳ ତାଦେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଅନେକ ବେଶି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଧାରଣ କରାର କାରଣେ ତାରା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବର୍ଜନ ବା ଗ୍ରହଣ କରାର ପ୍ରବଳତା ଦେଖାଯେ ନା । ଫଳେ ତାରା ଆୟନିକ ବନ୍ଧନ ଓ ତୈରି କରେ ନା । ଆୟନିକ ବନ୍ଧନ ଖାତର ବୈଦ୍ୟତିକ ଆକର୍ଷଣେର ମଧ୍ୟମେ ଘଟେ ବଳେ ଏ ବନ୍ଧନ ଦୁଇ ଶକ୍ତିଶାଳୀ ହୁଏ ।

5.11 ସମଯୋଜୀ ବନ୍ଧନ (Covalent Bond)

ତୋମରା ଇତଃପୂର୍ବେ ଜେନେହ ହେ, ଏକଟି ଧାତବ ପରମାଣୁ ଓ ଏକଟି ଅଧାତବ ପରମାଣୁ ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗେର ସମୟ ଧାତୁ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅଧାତବ ପରମାଣୁର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ସ୍ଥାନାନ୍ତର କରେ କ୍ୟାଟାଯନ ଓ ଅୟାନାଯନ ତୈରିର ମଧ୍ୟମେ ଆୟନିକ ବନ୍ଧନେର ଶୃଦ୍ଧି କରେ । କିନ୍ତୁ ତୁମି ଯଦି ଦୂଟି ଅଧାତବ ପରମାଣୁର ମଧ୍ୟେ ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗ କରାତେ ଚାଓ ତାହଲେ ସେଠି କୀତାବେ ଘଟିବେ? ଅଧାତୁର ବେଳାଯ ପରମାଣୁର ଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ ବା ଗ୍ରହଣ କରା ସହଜ ନୟ ବଳେ ତାଦେର ଡେତର ବନ୍ଧନ ତୈରି କରା କଠିନ ମନେ ହତେ ପାରେ । କିନ୍ତୁ ବାସତବେ ଦୂଟି ଅଧାତବ ପରମାଣୁ ବନ୍ଧନ ଗଠନ କରେ । ଯେମନ୍- ଦୂଟି କ୍ଲୋରିନ (ଅଧାତୁ) ପରମାଣୁକେ ସଥନ କାହାକାହି ରାଖା ହୁଏ ତଥନ ତାଦେର ମଧ୍ୟେ ଏକ ଧରନେର ରାସାୟନିକ ବନ୍ଧନ ଗଠିତ ହେଁ ହେଁ କ୍ଲୋରିନ ଅଗ୍ରତେ ପରିଗତ ହୁଏ । ପ୍ରତ୍ୟେ ହାଲେ କୀତାବେ ଦୂଟି ଅଧାତବ କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁ ଏକେ ଅପରେର ସାଥେ ବନ୍ଧନ ତୈରି କରେ? ଏଦେର ତୋ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ସାତଟି କରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଆହେ ।

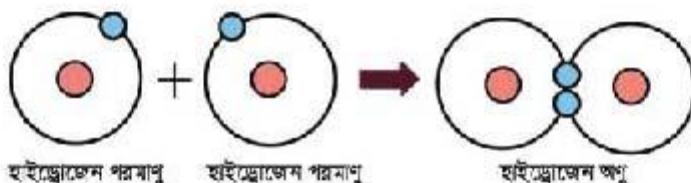


Cl ଏର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ସାତଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥାକାଯ କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରଦାନ କରାତେ ଚାହିଁବେ ନା ବରାହ ଗ୍ରହଣେର ପ୍ରବଳତା ଦେଖାବେ । କିନ୍ତୁ ଦାତା ପରମାଣୁ ନା ଥାକାଯ ଗ୍ରହଣ ପ୍ରକିଳ୍ୟା ଓ ଘଟିବେ ନା । ତାହିଁ ଦୂଟି କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁ କାହାକାହି ଏଲେ ପ୍ରତ୍ୟେକଟି ପରମାଣୁର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତର ଥେକେ 1ଟି କରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଏବେ ଜୋଡ଼ିବନ୍ତ ହୁଏ । ଏବେ ଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଜୋଡ଼ ଉତ୍ୟ ପରମାଣୁର ନିଉକ୍ଲିର୍ୟାସେର ମାର୍କାମାର୍କି ଅବସ୍ଥାନ କରେ । ଏକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନେର ଭାଗାଭାଗି ବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନେର ଶେଯାରିଙ୍ ବଳେ । ଏର ଫଳେ ଉତ୍ୟ ପରମାଣୁ ତାଦେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଆଟଟି କରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଲାଭ କରେ ଅର୍ଧାଂ ନିହିଲ ଗ୍ୟାସ ଏର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଲାଭ କରେ । ଫଳବ୍ୟବୁପ ଦୂଟି କ୍ଲୋରିନ ପରମାଣୁର ନିଉକ୍ଲିର୍ୟାସଗୁଲୋ ଏକେ ଅପରେର କାହି ଥେକେ ଦୂରେ ଥରେ ହେତେ ପାରେ ନା ଅର୍ଧାଂ ଏକ ଏକ ଧରନେର ବନ୍ଧନକେ ଆବଶ୍ୟକ । ଏ ଧରନେର ବନ୍ଧନକେ ସମଯୋଜୀ ବନ୍ଧନ ବଳେ । ଅର୍ଧାଂ ଦୂଟି ଅଧାତବ ପରମାଣୁର ରାସାୟନିକ ସଂଯୋଗେର ସମୟ ଅଧାତବ ପରମାଣୁରେ ତାଦେର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ (ଏକ ବା ଏକାଧିକ) ଏକଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକେ ସରବରାହ କରେ ଏକ ଜୋଡ଼ା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତୈରି କରେ । ଏରପର ଏହି ଏକ ଜୋଡ଼ା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଉତ୍ୟ ପରମାଣୁ ଶେଯାରେ ମଧ୍ୟମେ ଯେ ବନ୍ଧନ ଗଠିତ ହୁଏ ତାକେ ସମଯୋଜୀ ବନ୍ଧନ ବଳେ । ଯେ ଯୌଗେ ସମଯୋଜୀ ବନ୍ଧନ ଥାକେ ତାକେ ସମଯୋଜୀ ଯୌଗ ବଳେ । ପ୍ରତିଟି ସମଯୋଜୀ ବନ୍ଧନେ ଦୂଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ

অংশগ্রহণ করে। সময়োজী বন্ধনকে একটি রেখার (-) মাধ্যমে প্রকাশ করা হয় এবং ইলেকট্রনসমূহকে ডট (.) চিহ্ন বা ক্লস (x) চিহ্ন দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

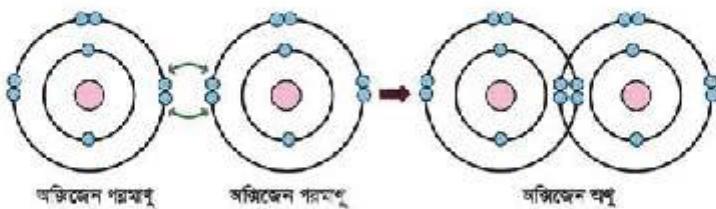
ক্লোরিন অণুতে দুটি ক্লোরিন পরমাণু বিন্যাস। ক্লোরিন অণুর সংকেত হলো Cl_2 । অনেক অধাতু অণু আকারে থাকে। যেমন- হাইড্রোজেন (H_2), অক্সিজেন (O_2), নাইট্রোজেন (N_2), সালফার (S_8), ফসফরাস (P_4), ব্রোমিন (Br_2), আরেভিন (I_2), ফ্লুরিন (F_2) ইত্যাদি।

H_2 অণুতে সময়োজী বন্ধন: হাইড্রোজেন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো, $\text{H}(1) \rightarrow 1s^1$ । দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু ঘন্টন কাছাকাছি আসে তখন উভয় পরমাণুই একটি করে ইলেকট্রন শেয়ার করে নিষ্ঠিয় গ্যাসের মতো ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে অর্থাৎ সর্বশেষ শক্তিস্তরে ২টি ইলেকট্রন গঠন করে। এর ফলে ($\text{H} - \text{H}$) সময়োজী বন্ধনের সৃষ্টি হয়।



চিত্র 5.08: হাইড্রোজেন অণুতে সময়োজী বন্ধন গঠন।

O_2 অণুতে সময়োজী বন্ধন: অক্সিজেন পরমাণুর ইলেকট্রন বিন্যাস হলো, $\text{O}(8) \rightarrow 1s^2 2s^2 2p^4$ । অক্সিজেন পরমাণুর সর্বশেষ শক্তিস্তরে নিষ্ঠিয় গ্যাসের ইলেকট্রন বিন্যাস (অটক) অপেক্ষা দুটি ইলেকট্রন



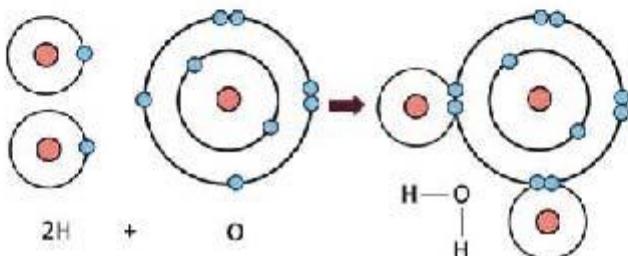
চিত্র 5.09 : অক্সিজেন অণুতে সময়োজী বন্ধন গঠন।

কম আছে। এরূপ দুটি অক্সিজেন পরমাণু কাছাকাছি এলে তাদের উভয় পরমাণুই নিষ্ঠিয় গ্যাসের মতো ইলেকট্রন বিন্যাস অর্জন করে অর্থাৎ সর্বশেষ শক্তিস্তরে ৪টি ইলেকট্রন গঠন করে। ফলে তাদের ৫

মধ্যে ($O=O$) সমযোজী বৰ্ধন গঠিত হয়। এফেতে উভয় পরমাণু দূটি করে মোট চারটি ইলেক্ট্রন শেয়ার কৰায় সমযোজী বৰ্ধনের সংখ্যা হয় 2 (দুই)। যেমন:



এতক্ষণ আমৰা একই অধিত পরমাণু দ্বাৰা গঠিত অণু তথা মৌলিক অণুসমূহেৰ মধ্যে সমযোজী বৰ্ধন দেখলাম। মৌলিক অণু ছাড়াও একধিক ভিন্ন অধিত পরমাণু দ্বাৰা গঠিত মৌলিক অণুতেও সমযোজী বৰ্ধন দেখতে পাওয়া যায়। যেমন- পানিৰ অণুতে অক্সিজেন পরমাণু তাৰ সৰ্বশেষ শক্তিস্তৰেৰ একটি করে ইলেক্ট্রন প্ৰত্যোক হাইড্ৰোজেন পরমাণুৰ একটি করে ইলেক্ট্রনেৰ সাথে শেয়াৰ কৰে। এভাৱে দূটি ($O-H$) সমযোজী বৰ্ধন গঠনেৰ মাধ্যমে পানিৰ অণু গঠিত হয়।



চিত্ৰ 5.10: দূটি ($O-H$) সমযোজী বৰ্ধনেৰ মাধ্যমে পানিৰ অণুতে সমযোজী বৰ্ধন গঠন।

H_2O অণুতে O পৰমাণুৰ 2 জোড়া ইলেক্ট্রন অৰ্দ্ধে এটি ইলেক্ট্রন এখানে কোনো বৰ্ধন গঠন কৰেনি। কিন্তু প্ৰয়োজন হলে এই চারটি ইলেক্ট্রন বৰ্ধন গঠন কৰতে পাৰে এই বিষয়গুলো তোমৰা উচ্চতৰ শ্ৰেণিতে জানতে পাৰিব।

O পৰমাণু সমযোজী এবং আয়নিক উভয় প্ৰকাৰ যোগ গঠন কৰলেও Na পৰমাণু কৰখনোই সমযোজী যোগ গঠন কৰে না। Na পৰমাণু সব সময় আয়নিক যোগ গঠন কৰে। কাৰণ হিসেবে বলা যায়, O পৰমাণু কোনো মৌল থেকে ২টি ইলেক্ট্রন গ্ৰহণ কৰেও এই মৌলেৰ সাথে আয়নিক বৰ্ধন তৈৰি কৰে আবাৰ কোনো মৌলেৰ সাথে ২টি ইলেক্ট্রন শেয়াৰ কৰেও এই মৌলেৰ সাথে সমযোজী বৰ্ধন তৈৰি কৰতে পাৰে। Na পৰমাণু সব সময় ইলেক্ট্রন ত্যাগ কৰে কোনো মৌলেৰ সাথে আয়নিক বৰ্ধন তৈৰি কৰে। কিন্তু Na পৰমাণু কোনো মৌলেৰ সাথেই ইলেক্ট্রন শেয়াৰ কৰে সমযোজী বৰ্ধন তৈৰি কৰে না।

সমযোজী বৰ্ধনবিশিষ্ট মৌলিক পদাৰ্থেৰ অণুকে (যেমন: N_2 , O_2 , Cl_2 , Br_2 , I_2) সমযোজী অণু এবং সমযোজী বৰ্ধনবিশিষ্ট যোগকে সমযোজী যোগ অণু বলা হয় (যেমন: CH_4 , CO_2 , HCl , NH_3 ইত্যাদি)।

অনেক সময়োজী অণু স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। যেমন: CO_2 , NH_3 , O_2 , N_2 , Cl_2 ইত্যাদি। আবার কিছু সময়োজী অণু স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে তরল অবস্থায় বিরাজ করে। যেমন: H_2O (পানি), $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ (ইথানল) ইত্যাদি এবং কিছু কঠিন অবস্থায় থাকে, যেমন- ন্যাপথাসিন (C_{10}H_8), সলফার (S_8), আরোডিন (I_2) ইত্যাদি। দুটি সময়োজী অণু হখন খুবই নিকটবর্তী হয় তখন তাদের মধ্যে এক ধরনের দুর্বল আকর্ষণ বল কাজ করে, এই আকর্ষণ বলকেই ভ্যান্ডারওয়ালস আকর্ষণ বল বলে। সময়োজী অণুগুলো পরস্পরের সাথে এই দুর্বল ভ্যান্ডারওয়ালস আকর্ষণের মাধ্যমে যুক্ত থাকে। তাই এদেরকে বিজ্ঞম করতে সামান্য শক্তির প্রয়োজন হয়। ফলে এদের গলনাঙ্গ ও স্ফুটনাঙ্গ অনেক কম হয়। আবার গ্যাসীয় সময়োজী অণুর মধ্যে (যেমন: CO_2 , NH_3 , O_2 ইত্যাদি) ভ্যান্ডারওয়ালস আকর্ষণ বল নেই বললেই চলে, যার কারণে এরা একক অণু হিসেবে গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে।

৫.12 আয়নিক ও সময়োজী যৌগের বৈশিষ্ট্য (Characteristics of Ionic and Covalent Bonds)

(a) গলনাঙ্গ ও স্ফুটনাঙ্গ (Melting Point and Boiling Point)

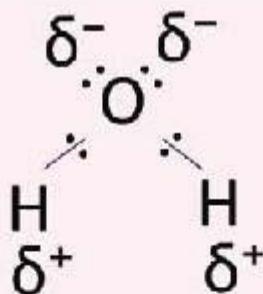
যে যৌগে আয়নিক বস্থন থাকে সেই যৌগকে আয়নিক যৌগ বলা হয় এবং যে যৌগে সময়োজী বস্থন থাকে সেই যৌগকে সময়োজী যৌগ বলা হয়। আয়নিক যৌগের গলনাঙ্গ ও স্ফুটনাঙ্গ অনেক বেশি হয় কিন্তু সময়োজী যৌগের গলনাঙ্গ ও স্ফুটনাঙ্গ আয়নিক যৌগ অপেক্ষা কম হয়। কিন্তু কেন? এটি আসলেই সত্যি আয়নিক যৌগে ধনায়ক ও ঋণায়ক আধান থাকে। এ আধানসহ পরস্পরের সাথে দৃঢ়ভাবে আবশ্য থাকে। আয়নিক যৌগে এরূপ অসংখ্য ধনায়ক ও ঋণায়ক আধান পরস্পরের কাছাকাছি থেকে ত্রিমাত্রিকভাবে সুবিনাশ হয়ে একটি স্ফটিক তৈরি করে। এতে তাদের আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল অনেক বেশি হয়। ফলে এদেরকে একে অপরের কাছ থেকে দূরে সরিয়ে নিতে বা গলিয়ে কেলতে অনেক বেশি তাপ শক্তির প্রয়োজন হয়। কাজেই এদের গলনাঙ্গ ও স্ফুটনাঙ্গ অনেক বেশি হয়। অপর দিকে সময়োজী অণুসমূহের মধ্যে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ মূলত দুর্বল ভ্যান্ডারওয়ালস বলের কারণে হয়ে থাকে। কাজেই সময়োজী যৌগে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল অনেক কম হয়। এজন্য এদেরকে সামান্য তাপ প্রদান করলে এরা পরস্পরের কাছ থেকে দূরে সরে যায়। অর্থাৎ এদের গলনাঙ্গ ও স্ফুটনাঙ্গ কম হয়। একইভাবে তোমরা আয়নিক যৌগ NaCl এর পরিবর্তে CuSO_4 , NaNO_3 , KCl , CaCl_2 ইত্যাদি ব্যবহার করলেও একই বিষয় দেখবে। অন্যদিকে সময়োজী যৌগ হিসেবে ঘূঁকোজ, চিনি ইত্যাদি ব্যবহার করে পরীক্ষাগুলো সমাপ্ত করতে পারো। স্ফুটনাঙ্গের ক্ষেত্রে সময়োজী যৌগ হিসেবে আমাদের অতি পরিচিত পানি ব্যবহার করা যায়। সব পরীক্ষাতেই দেখতে পাবে আয়নিক যৌগের গলনাঙ্গ ও স্ফুটনাঙ্গ সময়োজী যৌগ থেকে অনেক বেশি।

(b) ଭାବ୍ୟତା/ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତା (Solubility)

ତୋମରା ଏକଟି ବିକାର ବା କାଚେର ଏକଟି ପାତ୍ରେ ନିର୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣ ପାନି ନାହିଁ । ଏରପର ଏତେ ଆୟନିକ ଯୌଗ ହିସେବେ ଖାଦ୍ୟ ଲବଣ (NaCl) ଯୌଗ କରେ ନାହିଁ ଥାକୋ । ଦେଖବେ ସମ୍ମତ ଖାଦ୍ୟଲବଣ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହରେଇ । ଏରପର କାପଡ଼ କାଚା ସୋଡ଼ା (Na₂CO₃.10H₂O), ଟୁଟେ (CuSO₄.5H₂O) ବା ଅନ୍ୟ ବେଶ କରେକିବା ଆୟନିକ ଯୌଗ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହଜେ । ଅର୍ଥାତ୍ ତୋମରା ବଳତେ ପାରୋ ଯେ, ସକଳ ଆୟନିକ ଯୌଗ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହୟ କିନ୍ତୁ କିନ୍ତୁ କିନ୍ତୁ ଆୟନିକ ଯୌଗ ଆହେ, ଯେମନ- ସିଲାଭାର କ୍ରୋରାଇଡ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହୟ ନା । ଅପରାଦିକେ, ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ, ଯେମନ- ନ୍ୟାପଥାଲିନ, ସରିଧାର ତେଲ, କେରୋଲିନ ଏଗ୍ରଲୋ ନିଯରେ ଏକିଭାବେ ପରିଷାକ୍ରମ କରିବେ ଦେଖବେ ପାରେ ଏଦେର କେଉଁଠି ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହୟନି । ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ସାଧାରଣତ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହୟ ନା ତବେ କିନ୍ତୁ କିନ୍ତୁ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ଆହେ ଯେମନ- ଚିନି, ହୃକୋଜ, ଆଲକୋହଲ ଏଗ୍ରଲୋ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହୟ । ସୁତରାଂ ସାମାଜିକଭାବେ ବଲା ଯାଇ କିନ୍ତୁ ସାମାଜିକ ହାତ୍ତା ପାଇଁ ସକଳ ଆୟନିକ ଯୌଗ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହୟ । ଏବଂ କିନ୍ତୁ ସାମାଜିକ ହାତ୍ତା ପାଇଁ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହୟ ନା ।

ଅଧିକାଂଶ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହୟ ନା—ତବେ କିନ୍ତୁ କିନ୍ତୁ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ପାନିତେ ଭର୍ବୀର୍ଯ୍ୟତ ହୟ, ଏର କାରଣ କୀ? ଏର କାରଣ ଜୀବନରେ ହଲେ ପ୍ରଥମେ ପାନିର ବନ୍ଧନ ପାଇଁ ସମ୍ଭାବେ ଜୀବନରେ ହଲେ । ତୋମରା ଜାନୋ, ପାନି ଏକଟି ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ଅର୍ଥାତ୍ ପାନିର ଅଗୁଣେ ଏକଟି ଅଞ୍ଜିଜେନ ପରମାଣୁ ରାଖେ ଦୁଟି ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଶେରାରେ ମାଧ୍ୟମେ ସମୟୋଜୀ ବନ୍ଧନେ ଆବଶ୍ୟକ ଥାକେ । କିନ୍ତୁ ଅଞ୍ଜିଜେନ ପରମାଣୁ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁ ଥିବେ ଅଧିକ ତଡ଼ିଏ ଝଗାଞ୍ଚକ ହତ୍ୟାଯି ପାନିର ଅଗୁଣ ସମୟୋଜୀ ବନ୍ଧନରେ ବାବହତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦୁଟି ଅଞ୍ଜିଜେନେର ଦିକେ ସାମାନ୍ୟ ପରିମାଣ ସରେ ଯାଇ । ସେ କାରଣେ ଅଞ୍ଜିଜେନ ପରମାଣୁ ଆଂଶିକ ଝଗାଞ୍ଚକ ଆଧାନ ଏବଂ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ପରମାଣୁ ଆଂଶିକ ଧନ୍ୟାଙ୍କ ଆଧାନ ପ୍ରାପ୍ତ ହୟ । ଅର୍ଥାତ୍ ପାନିର ଅଗୁଣେ ଆଂଶିକ ଧନ୍ୟାଙ୍କ ଏବଂ ଆଂଶିକ ଝଗାଞ୍ଚକ ପ୍ରାପ୍ତର ସ୍ଫୂର୍ତ୍ତି ହୟ । ଏରକମ ଧନ୍ୟାଙ୍କ ଓ ଝଗାଞ୍ଚକ ଆଧାନପ୍ରାପ୍ତ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗକେ ପୋଲାର ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ବଲେ ।

ସୁତରାଂ ପାନି ଏକଟି ପୋଲାର ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ଏବଂ ଜ୍ଞାବକ ହିସେବେ ପାନି ଏକଟି ପୋଲାର ଜ୍ଞାବକ । ମନେ ରାଖବେ, ସମୟୋଜୀ ବନ୍ଧନୀଶ୍ଵର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଯୁଗଳକେ କୋନୋ ପରମାଣୁ କର୍ତ୍ତ୍ତକ ନିଜେର ଦିକେ ଆକର୍ଷଣ କରାର କ୍ଷମତାକେ ଉଚ୍ଚ ପରମାଣୁ ତଡ଼ିଏ ଝଗାଞ୍ଚକତା ବଲା ହୟ । δ⁻ (ପ୍ଲାସ ଡେଲୋଟା) ଓ δ⁺ (ଡେଲୋଟା ମାଇନ୍‌ଆସ) ଦିଯେ ଅର୍ଥାତ୍ମେ ଆଂଶିକ ଧନ୍ୟାଙ୍କ ଆଧାନ ଏବଂ ଆଂଶିକ ଝଗାଞ୍ଚକ ଆଧାନକେ ବୋକାନୋ ହଜେ ।



ଚିତ୍ର 5.11: δ⁻ ଓ δ⁺ ଦିଯେ ଆଂଶିକ ଧନ୍ୟାଙ୍କ ଆଧାନ ଏବଂ ଆଂଶିକ ଝଗାଞ୍ଚକ ଆଧାନକେ ବୋକାନୋ ହଜେ ।

পোলার হ্রাবক পানিতে আয়নিক যৌগ যৌগ করলে পানির অণুগুলোর ধনাত্মক প্রান্ত আয়নিক যৌগের ঝগাত্মক প্রান্ত বা আনায়নকে আকর্ষণ করে। একইভাবে পানির অণুর ঝগাত্মক প্রান্ত আয়নিক যৌগের ধনাত্মক প্রান্ত বা ক্যাটায়নকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বলের মান যথন আয়নিক যৌগের আনায়ন ও ক্যাটায়নের মধ্যকার আকর্ষণ বল থেকে বেশি হয় তখন আনায়ন ও ক্যাটায়ন পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে পানির অণু দিয়ে পরিবেষ্টিত হয়। এভাবে আয়নিক যৌগ পানিতে দ্রবীভূত হয়।

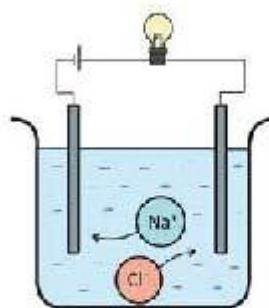
NaCl আয়নিক যৌগ তাই NaCl পোলার হ্রাবক H_2O তে দ্রবীভূত হয়। মিথানল (CH_3OH) পোলার যৌগ তাই CH_3OH পোলার হ্রাবক H_2O তে দ্রবীভূত হয়। মিথেন (CH_4) আয়নিক যৌগও নয় আবার CH_4 পোলার যৌগও নয়, কাজেই CH_4 পানিতে দ্রবণীয় হয় না।

অপরদিকে, সমযোজী যৌগে সাধারণত আয়নিক যৌগের মতো ধনাত্মক ও ঝগাত্মক প্রান্ত থাকে না। তাই পানির অণুর ধনাত্মক ও ঝগাত্মক প্রান্তের সাথে সমযোজী যৌগের কোনো আকর্ষণ বা বিকর্ষণ ঘটে না। ফলস্বরূপ সমযোজী যৌগটি পানিতে আয়ন আকারে তেজে যায় না অর্থাৎ সমযোজী যৌগটি পানিতে দ্রবীভূত হয় না।

তবে কিছু কিছু সমযোজী যৌগ আছে যাদের মধ্যে আংশিক ধনাত্মক এবং আংশিক ঝগাত্মক প্রান্ত দেখা যায় অর্থাৎ পোলারিটি দেখা যায়। যেমন- ইথানল ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) পোলার যৌগ তাই ইথানল পানিতে দ্রবীভূত হয়।

(c) বিদ্যুৎ পরিবহিতা (Electrical Conductivity):

একটি বিকারে খাদ্য লবণের (NaCl) জলীয় দ্রবণ এবং অন্য একটি বিকারে চিনির জলীয় দ্রবণ নাও। এবার উভয় দ্রবণে ইলেক্ট্রোলিসিসে দুটি গ্রাফাইট দণ্ড কিংবা যেকোনো ধাতব দণ্ড তুবিয়ে দণ্ডদ্রবণের সাথে ছবিতে দেখানো উপায়ে খাটারি এবং বাল্ব সৃষ্টি করে বতনী পূর্ণ করো। এরপর পর্যবেক্ষণ করো। কী দেখলে? দেখতে যে খাদ্য লবণের দ্রবণযুক্ত বতনীতে বাল্ব জলছে কিন্তু চিনির জলীয় দ্রবণযুক্ত বতনীতে বাল্ব জলছে না। অর্থাৎ খাদ্য লবণ বা NaCl -এর জলীয় দ্রবণ বিদ্যুৎ পরিবহণ করে কিন্তু চিনির জলীয় দ্রবণ বিদ্যুৎ পরিবহণ করে না। এ থেকে তোমরা মন্তব্য করতে পারবে যে, আয়নিক যৌগ জলীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ পরিবহণ করে কিন্তু সমযোজী যৌগ জলীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ পরিবহন করে না। কিন্তু এর কারণ কী?



চিত্র ৫.12: খাদ্য লবণ (NaCl) এর জলীয় দ্রবণে বিদ্যুৎ পরিবহণ।

এর কারণ তোমরা নিচেই অনুমান করতে পারছো। বিদ্যুৎ পরিবহণের জন্য প্রয়োজন বিছিন্ন ধনাত্মক বা ঋগাত্মক আয়ন। খাদ্য লবণের (NaCl) জলীয় মুখ্যে ধনাত্মক আয়ন হিসেবে Na^+ ও ঋগাত্মক আয়ন হিসেবে Cl^- বিদ্যুৎ পরিবহণ করে।

যেহেতু জলীয় মুখ্যে আয়নিক যৌগসমূহ বিছিন্ন ধনাত্মক ও ঋগাত্মক আয়ন হিসেবে অবস্থান করে কাজেই সকল আয়নিক যৌগ জলীয় মুখ্যে বিদ্যুৎ পরিবহণ করে।

অপরদিকে জলীয় মুখ্যে সময়োজী যৌগ বিদ্যুৎ পরিবহণ করে না। কারণ সময়োজী যৌগ কোনো বিছিন্ন আয়ন তৈরি করে না। আর মুখ্যে আয়ন না থাকলে তা কখনোই বিদ্যুৎ পরিবহণ করতে পারবে না।

CaCl_2 মুখ্যে Ca^{2+} ও Cl^- থাকে। HCl মুখ্যে H^+ ও Cl^- থাকে। কাজেই এরা মুখ্যে বিদ্যুৎ পরিবহণ করে। ফুকোজ ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) মুখ্যে আয়ন আকারে বিভক্ত হয় না, কাজেই ফুকোজ মুখ্যে বিদ্যুৎ পরিবহণ করে না।



জলীয় কাজ



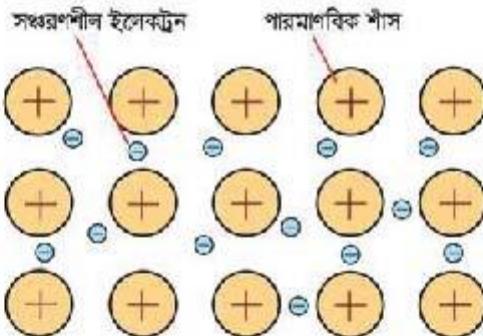
চিত্র 5.13: লবণ ও চিনির কেলাস

কেলাস গঠন (Formation of Crystals)

প্রতিটি দল দুটি করে বিকার নাও। একটি বিকারে খাদ্য লবণ (NaCl) ও অপর বিকারে খানিকটা চিনি ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) নাও। এই বিকার দুটির মধ্যে পানি যোগ করো। অল্প তাপ দিয়ে ঘতটুকু সম্ভব লবণ এবং চিনি পানিতে দ্রবীভৃত করো। এবার থ্র্যোকটি মুখ্যের মাঝখানে একটা করে সুতা বুলিয়ে কয়েক দিনের জন্য রেখে নাও। তারপর সৃতাগুলো তুলে দেখো তার উপর লবণ এবং চিনির ক্রিস্টাল বা কেলাস জমা হয়েছে। সাধারণত সকল আয়নিক যৌগ কেলাস আকারে থাকে। অপরদিকে, কিছু কিছু সময়োজী যৌগ যেমন চিনি কেলাস তৈরি করে তবে, বেশির ভাগ সময়োজী যৌগ কেলাস তৈরি করে না।

୫.୧୩ ଧାତବ ବନ୍ଧନ (Metallic Bond)

ଇତୋପୂର୍ବେ ତୋମରା ଆଯାନିକ ବନ୍ଧନ ଓ ସମୟୋଜୀ ବନ୍ଧନ ସଙ୍ଗକେ ବିସ୍ତାରିତ ଜେନେଜେ । ତୋମରା ଦେଖେଇ ଯେ ଏକଟି ଧାତୁ ଅପର ଏକଟି ଅଧାତୁର ମଧ୍ୟେ ଆଯାନିକ ବନ୍ଧନ ଏବଂ ଦୁଟି ଅଧାତୁର ପରମାଣୁର ମଧ୍ୟେ ସମୟୋଜୀ ବନ୍ଧନ ଗଠିତ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ଦୁଟି ଧାତବ ପରମାଣୁ କାହାକାହି ଏଲେ ତାଦେର ମଧ୍ୟେ ସେ ବନ୍ଧନ ଗଠିତ ହୁଏ ସେଟାକେ ଧାତବ ବନ୍ଧନ ବଲେ । ଅର୍ଥାତ୍ ଏକ ଖଣ୍ଡ ଧାତୁର ମଧ୍ୟେ ପରମାଣୁସମୂହ ଯେ ଆକର୍ଷଣେ ମାଧ୍ୟମେ ମୁଣ୍ଡ ଥାକେ ତାକେଇ ଧାତବ ବନ୍ଧନ ବଲେ । ତୋମରା ତାମାର (କପାର) ତାର, ଲୋହାର (ଆୟରନ) ତାରର ଛୁରି, କୌଚି, ଦୀ କିଂବା ଜାନଲାର ଶ୍ରିଳ, ଅୟଲୁମିନିଆମ୍ରେ ତୈରି ଜାନଲା, ସୋନାର ଅଳଙ୍କାର ଇତ୍ୟାଦି ଦେଖେ । ଏସବେଳେ ମଧ୍ୟେ ଏକଇ ଧାତୁର ଅସଂଖ୍ୟ ପରମାଣୁ ପରମାଣୁରେ ମଧ୍ୟେ ଧାତବ ବନ୍ଧନେର ମାଧ୍ୟମେ ଆବଶ୍ୟକ ଥାକେ ।



ଚିତ୍ର ୫.୧୪: ଧାତବ ବନ୍ଧନ ।

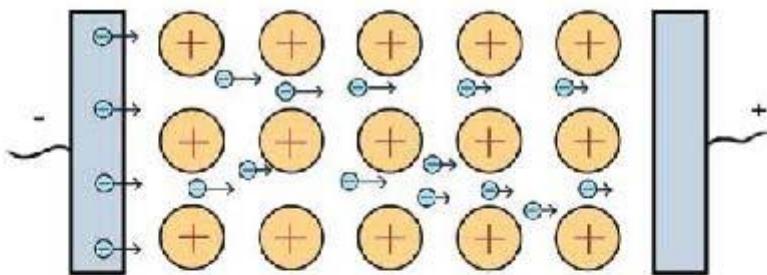
ପ୍ରଶ୍ନ ହଲେ ଧାତବ ବନ୍ଧନ କୀତାବେ ତୈରି ହୁଏ? ପ୍ରତ୍ୟେକ ଧାତବ ପରମାଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସେ ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ସାଧାରଣତ ୧ଟି, ୨ଟି କିମ୍ବା ୩ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥାକେ ଏବଂ ଏଦେର ଆକାର ଏକଇ ପର୍ଯ୍ୟାଯେର ଅଧାତବ ପରମାଣୁର ଚେଯେ ବଡ଼ ହୋଇଥାଏ ଧାତବ ପରମାଣୁର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନେର ପ୍ରତି ନିଉକ୍ଲିଯାସେର ଆକର୍ଷଣ ଅଳେକ କମ ହୁଏ । ଫଳେ ଧାତୁର ପରମାଣୁସମୂହ ତାର ସର୍ବଶେଷ ଶକ୍ତିତରେ ଏକ ବା ଏକାଧିକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକେ ତ୍ୟାଗ କରେ ଧନାତ୍ମକ ଆଯାନେ ପରିପତ୍ତ ହୁଏ । ଏହି ଧନାତ୍ମକ ଆଯାନକେ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଶୌସ (Atomic core) ବଲା ହୁଏ ।

ଧାତବ କ୍ଷଟିକେ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଶୌସଗୁଲୋ ସୁନିର୍ଦ୍ଦିତ ତ୍ରିମାତ୍ରିକଭାବେ ବିନ୍ୟାସ ଥାକେ । ଆର ଧାତବ ପରମାଣୁ କର୍ତ୍ତ୍ତକ ଭାଗକୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଲୋ ଉତ୍ତର ପାରମାଣ୍ଵିକ ଶୌସର ମଧ୍ୟବତୀ ସ୍ଥାନେ ମୁଣ୍ଡଭାବେ ଘୋରାଫେରା କରେ । ଏହି ଧରନେର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନକେ ସନ୍ଧରଣଶୀଳ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ (Delocalized Electron) ବଲେ । ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନଗୁଲୋ କୋନୋ ନିର୍ଦ୍ଦିତ ପରମାଣୁ ଅର୍ଥାତ୍ ଧାତୁର ପରମାଣୁର ଅର୍ଥାତ୍ ଧାତବ ଅଧାତୁର ମଧ୍ୟେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ହୁଏ ଯାଏ ।

ବଳା ଯେତେ ପାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ସାଗରେ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଧାତବ ଆଯନଗୁଲୋ ଶଫ୍ଟିକେର ଆକାରେ ଶୁଭିନ୍ୟଷ୍ଟଭାବେ ସଜ୍ଜିତ ଥାକେ । ଧାତବ ଶଫ୍ଟିକେ ଦୂଟୀ ଧାତବ ଆଯନେର ମଧ୍ୟରେତୀ ସ୍ଥାନେ ଯଥନ ଏକଟି ସନ୍ଧରଗଣ୍ଠିଲ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଅବସ୍ଥାନ କରେ ତଥନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ପ୍ରତି ଉତ୍ତର ଧାତବ ଆଯନଙ୍କ ସିର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ଆକର୍ଷଣେ ଆକର୍ଷିତ ହୁଏ । ଏ କାରଣେ ଧାତବ ଆଯନ ଦୂଟି ପରମ୍ପରା ଥେକେ ବିଚିହ୍ନ ହତେ ପାରେ ନା । ଏଟିଇ ମୂଳତ ଧାତବ ବନ୍ଧନରେ ମୂଳ କାରଣ । ଧାତୁର ମଧ୍ୟେ ସନ୍ଧରଗଣ୍ଠିଲ ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଲୋଇ ତାପ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହନେର ଜନ୍ମ ଦାସୀ । ଅନୁରୂପେ ଧାତୁର ନମନୀୟତା, ଧାତୁର ସହାୟତା, ଧାତୁର ଉତ୍ୱଳ୍ପ ଇତ୍ୟାଦି ଧର୍ମ ସନ୍ଧରଗଣ୍ଠିଲ ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର କାରଣେଇ ଘଟେ ଥାକେ ।

ଧାତୁର ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହନୀ

ସକଳ ଧାତୁଇ ବିଦ୍ୟୁତ ସୁପରିବାହିତି । ଧାତୁର ଶଫ୍ଟିକେ ମୁକ୍ତଭାବେ ବିଚରଗଣ୍ଠିଲ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଲୋ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହନେର କାଜଟି କରେ ଥାକେ । ଏକଟି ଧାତବ ଖଣ୍ଡର ଦୁଇ ପ୍ରାନ୍ତେର ସାଥେ ବାଟାରିର ଧନ୍ୟାକ (+) ଓ ଝଗ୍ୟାକ (-) ପ୍ରାନ୍ତ ସଂୟୁକ୍ତ କରିଲେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଲୋ ଧନ୍ୟାକ ପ୍ରାନ୍ତ ଥେକେ ଧନ୍ୟାକ ପ୍ରାନ୍ତର ଦିକେ ପ୍ରବାହିତ ହବେ । ଅର୍ଥାତ୍ ଧନ୍ୟାକ ପ୍ରାନ୍ତ ଥେକେ ଝଗ୍ୟାକ ପ୍ରାନ୍ତେର ସନ୍ଧରଗଣ୍ଠିଲ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ପ୍ରବାହିତ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହ ଶୃଣ୍ଟି କରେ । ସନ୍ଧରଗଣ୍ଠିଲ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ନା ଧାତୁର ମଧ୍ୟେ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହିତ ହତେ ନା ।



ଚିତ୍ର 5.15: ଧାତୁର ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହନେର କୌଣସି ।

ଧାତୁର ତାପ ପରିବହନୀ

ଆବାର, ଏକ ଥଣ୍ଡ ଧାତବ ପାତେର ଏକ ପ୍ରାନ୍ତକେ ଆଗୁନେର ଉପର ରେଖେ ଉତ୍ସନ୍ତ କରିଲେ ଦେଇତେ ପାରେ ଅପର ପ୍ରାନ୍ତଟି ବେଶ ତାଡାତାଡ଼ି ଗରମ ହତେ ଶୁରୁ କରେଛେ । ଏଇ ଅର୍ଥ ଧାତୁଗୁଲୋ ତାପ ପରିବହିତା ଓ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରେ । ଏଇ କାରଣେ ସନ୍ଧରଗଣ୍ଠିଲ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ । ତାପ ପ୍ରଦାନେର ସାଥେ ସାଥେ ସନ୍ଧରଗଣ୍ଠିଲ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଲୋ ଶର୍ତ୍ତ ଏହି କରେ, ତାଦେର ଗତିବେଗ ବେଢ଼େ ଯାଇ ଏବଂ ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ଗୁଲୋ ଅଧିକ ତାପମାତ୍ରାର ପ୍ରାନ୍ତ ଥେକେ କମ ତାପମାତ୍ରାର ପ୍ରାନ୍ତେର ଦିକେ ସ୍ଥାନାନ୍ତରିତ ହୁଏ । ଏଇ ଫଳେ ଧାତୁତେ ଏକ ପ୍ରାନ୍ତ ଥେକେ ଅପର ପ୍ରାନ୍ତେ ତାପେର ପରିବହନ ଘଟେ ।



ଏକକ କାଜ

ଶବ୍ଦବୀଳିତାରେ ସହଜପାପ୍ତ ହ୍ରଦୋର ମଧ୍ୟେ ଆଯନିକ ଓ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ଶବ୍ଦବୀଳିକରଣ ।

ଖାଦ୍ୟ ଲବଣ, କର୍ପର, ନ୍ୟାପଥଲିନ, କାପଡ଼କାଢ଼ା ସୋଡ଼ା ଏଗୁଲୋକେ ଆଲାଦାତାରେ ତିନି ତିନି ବିକାରେ ରକ୍ଷିତ ପାନିର ମଧ୍ୟେ ନିଯୋ କାଚ ଦଣ୍ଡ ଦିଯେ ଭାଲୋଭାବେ ମିଶାଓ । ସେଗୁଲୋ ପାନିତେ ଦ୍ଵରୀଭୂତ ହଲୋ ସେଗୁଲୋ ଆଯନିକ ଯୌଗ ଆର ସେଗୁଲୋ ପାନିତେ ଦ୍ଵରୀଭୂତ ହଲୋ ନା ସେଗୁଲୋ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ । ଏତାବେ ଅନ୍ୟ ଯୌଗଗୁଲୋକେ ପାନିତେ ତାଦେର ଦ୍ଵବୀଳିତାର ଉପର ତିତି କରେ ଆଯନିକ ଓ ସମୟୋଜୀ ଏ ଦୁଇଭାଗେ ଭାଗ କରା ଯାଯା ।



ଅନୁଶୀଳନୀ



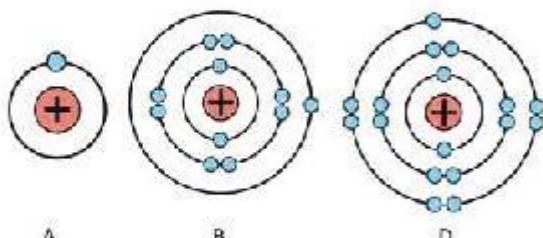
ବହୁନିର୍ବାଚନୀ ପ୍ରଶ୍ନ

- ଯେ ଆକର୍ଷଣ ବଲେର ମାଧ୍ୟମେ ଅଣୁତେ ପରମାଣୁସମୂହ ଯୁକ୍ତ ଥାକେ ତାକେ କୀ ବଲେ?

(କ) ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଆସନ୍ତି (ଘ) ତଡ଼ିଂ ଝଗାଉକତା
 (ଗ) ରାସାୟନିକ ବସ୍ତନ (ଘ) ଡ୍ୟାନଡାର୍ଯ୍ୟାଲ୍ସ ବଲ
- ନିଚେର କୋନ ଯୌଗଟି ଗଠନକାଳେ ପ୍ରତିଟି ପରମାଣୁଇ ନିଯନ୍ତେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବିନ୍ୟାସ ଅର୍ଜନ କରେ?

(କ) KF (ଘ) CaS
 (ଗ) MgO (ଘ) NaCl

ନିଚେର ମୌଲଗୁଲୋର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନିକ କାଠାମୋର ଆଲୋକେ 3 ଓ 4 ନଂ ପ୍ରଶ୍ନର ଉତ୍ତର ଦାସ:



3. D ଚିହ୍ନିତ ମୌଲେ କୋଣ ଯୋଜନୀୟ ଅସମ୍ଭବ?

- | | |
|-------|-------|
| (କ) 2 | (ଖ) 3 |
| (ଗ) 4 | (ଘ) 6 |

4. B ମୌଲଟି -

- (i) ଦୁଇ ଧରନେର ବର୍ଧନ ଗଠନ କରେ
- (ii) A କେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦାନ କରେ
- (iii) D -ଏର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ହୁଏ ପାନିତେ ଭାବିତ୍ତ ହୁଏ

ନିଚେର କୋନ୍ଦଟି ସାରିକି?

- | | |
|-------------|-----------------|
| (କ) i ଓ ii | (ଖ) ii ଓ iii |
| (ଗ) i ଓ iii | (ଘ) i, ii ଓ iii |

5. ନିଚେର କୋନ୍ଦଟି ଆଲ୍‌ମୁନିଯାମ ସାଲଫେଟେର ସଂକେତ?

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| (କ) $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ | (ଖ) AlSO_4 |
| (ଗ) $\text{Al}(\text{SO}_4)_3$ | (ଘ) Al_2SO_4 |

6. କ୍ୟାଲସିଯାମ ଅକ୍ଷାଇଡ (CaO) କୀ ଧରନେର ଯୌଗ?

- | | |
|------------|-----------|
| (କ) ସମଯୋଜୀ | (ଖ) ଆଯନିକ |
| (ଗ) ଧାତବ | (ଘ) ପୋଲାର |

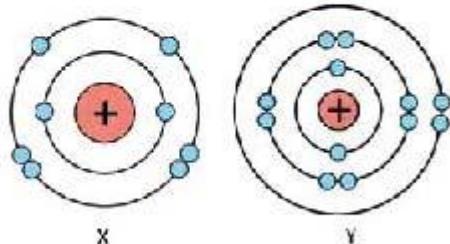
7. କୋଣ ଯୌଗଟି ଜାଲୀଯ ଭ୍ରବଣେ ବିନ୍ଦୁଃ ପରିବହଣ କରେ ନା?

- | | |
|-------------------|---|
| (କ) NaCl | (ଖ) CaCl_2 |
| (ଗ) HCl | (ଘ) $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ (ଫୁକୋଜ) |



সংজনশীল প্রশ্ন

1.



[এখানে X ও Y প্রতীকী অর্থে; কোনো মৌলের প্রতীক নয়]

- (ক) সমযোজী বন্ধন কাকে বলে?
- (খ) Na এবং Na^+ আয়নের আকারের ভিন্নতা দেখা যায় কেন?
- (গ) উকীপকের YX মৌলে কোন ধরনের বন্ধন বিদ্যমান? ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) X আয়নিক ও সমযোজী উভয় ধরনের যৌগ গঠন করলেও Y কখনো সমযোজী বন্ধন গঠন করে না—যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।

2. নিচের উকীপকটি পড়ো এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও।

- (a) CH_4
- (b) NaCl
- (c) CCl_4
- (d) CH_3OH

- (ক) সমযোজী বন্ধন কী?
- (খ) পানি পোলার যৌগ কেন? ব্যাখ্যা করো।
- (গ) উকীপকের কোন যৌগ কেলাস গঠন করে? ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) উকীপকের (b) যৌগটি পানিতে দ্রবীভূত হলেও (c) যৌগটি পানিতে দ্রবীভূত হয় না, বিশ্লেষণ করো।

ষষ্ঠ অধ্যায়

মোলের ধারণা ও রাসায়নিক গণনা

(Concept of Mole and Chemical Counting)



রসায়নে মূলত দুই ধরনের বিশ্লেষণ পদ্ধতি নিয়ে আলোচনা করা হয়, যা গুণগত বিশ্লেষণ এবং পরিমাণগত বিশ্লেষণ। কোনো পদার্থকে এবং তার বিভিন্ন ধর্মকে শনাক্ত করার পদ্ধতির নাম গুণগত বিশ্লেষণ এবং কোনো পদার্থের পরিমাণ নির্ণয়ের পদ্ধতির নাম পরিমাণগত বিশ্লেষণ। পরিমাণগত বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে বিভিন্ন হিসাব-নিকাশ প্রয়োজন হয়। এসব হিসাব-নিকাশকে একত্রে রাসায়নিক গণনা বলা হয়। রাসায়নিক গণনায় কোনো পদার্থের পরিমাণ অনেক সহজেই মোল এককে প্রকাশ করা হয়। এই অধ্যায়ে তোমরা মোল কী, মোল দিয়ে হিসাব-নিকাশ কীভাবে করা হয়, মোলের হিসাব-নিকাশ থেকে কীভাবে ঘনমাত্রার হিসাব করা হয়। এই বিষয়গুলো জানতে পারবে।



ଏ ଅନ୍ଧାର ପାଠ ଶେଷେ ଆମରା

- ମୌଲେର ଧାରଣା ସାହାର କରେ ସରଳ ଗାଣିତିକ ହିସାବ କରତେ ପାରବ ।
- ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଘନମାତ୍ରାର ଦ୍ରୁତି ପ୍ରମୃତ କରତେ ପାରବ ।
- ପ୍ରଦର୍ଶନ ଓ ଉପାର୍ଥ ସାହାର କରେ ଯୌଗେ ଉପଚିଥିତ ମୌଲେର ଶତକରା ସଂୟୁତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରତେ ପାରବ ।
- ଶତକରା ସଂୟୁତି ସାହାର କରେ ସ୍ଥୁଲ ସଂକେତ ଓ ଆଗ୍ରିକୁଲ୍ଚରାଲ୍ ସଂକେତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରତେ ପାରବ ।
- ମୌଲ ଓ ଯୌଗମୂଳକେର ପ୍ରତୀକ, ସଂକେତ ଓ ଯୋଜନୀ ସାହାର କରେ ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ ଲିଖିତେ ଏବଂ ସମତା ବିଧାନ କରତେ ପାରବ ।
- ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣେର ମାତ୍ରିକ ତାଙ୍କର୍ଷ ଥେବେ ବିକ୍ରିୟକ ଓ ଉତ୍ପାଦେର ଭରଭିତ୍ତିକ ଗାଣିତିକ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନ କରତେ ପାରବ ।
- ତୁଳନାର କେଳାସ ପାନିର ଶତକରା ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରତେ ପାରବ ।
- ନିଷ୍ଠି ସାହାର କରେ ରାସାୟନିକ ଦ୍ରୁତ୍ୟ ପରିମାପ କରତେ ସକ୍ଷମ ହବ ।

৬.১ মোল (Mole)

মোল হলো রাসায়নিক পদার্থ পরিমাপের একক। মনে করো,

$$12\text{টি } \text{O}_2 = 1 \text{ ডজন } \text{O}_2$$

$$100\text{টি } \text{O}_2 = 1 \text{ শতক } \text{O}_2$$

$$1000\text{টি } \text{O}_2 = 1 \text{ হাজার } \text{O}_2$$

তেমনি 6.023×10^{23} টি $\text{O}_2 = 1$ মোল O_2

১ মোল পরমাণুতে 6.023×10^{23} টি পরমাণু থাকে।

১ মোল অণুতে 6.023×10^{23} টি অণু থাকে।

১ মোল আয়নে 6.023×10^{23} টি আয়ন থাকে।

অতএব, 6.023×10^{23} সংখ্যাটি পরমাণু, অণু, আয়ন ইত্যাদি সকল ক্ষেত্রেই ব্যবহার করা হয়। এই সংখ্যাটিকে আভোগেন্ড্রোর সংখ্যা বলা হয়।

কোনো পদার্থের যে পরিমাণের মধ্যে 6.023×10^{23} টি পরমাণু, অণু বা আয়ন থাকে সেই পরিমাণকে ঐ পদার্থের মোল বলা হয়। যেমন: 12 গ্রাম C এর মধ্যে 6.023×10^{23} টি C পরমাণু থাকে।

রাসায়নিক পদার্থের (পরমাণুর ক্ষেত্রে) পারমাণবিক ভর অথবা (অণুর ক্ষেত্রে) আণবিক ভরকে গ্রাম এককে প্রকাশ করলে যে পরিমাণ পাওয়া যায় তাকে ঐ পদার্থের এক মোল বলা হয়।

অতএব 12 গ্রাম C = 1 মোল C পরমাণু।

আবার, 18 গ্রাম H_2O এর মধ্যে 6.023×10^{23} টি H_2O অণু থাকে।

অতএব 18 গ্রাম $\text{H}_2\text{O} = 1$ মোল H_2O

অণুর আণবিক ভর বের করার পদ্ধতি

কোনো অণুতে বিদ্যমান সকল পরমাণুর পারমাণবিক ভর যোগ করলে ঐ অণুর আণবিক ভর পাওয়া যায়।

যেমন: Cl_2 অণুতে Cl পরমাণু আছে 2টি।

অতএব, Cl_2 এর আণবিক ভর = $2 \times \text{Cl}$ এর পারমাণবিক ভর = $2 \times 35.5 = 71$

এক মোল $\text{Cl}_2 = 71 \text{ g } \text{Cl}_2$

NaCl অণুতে Na পরমাণু আছে 1টি এবং Cl পরমাণু আছে 1টি

অতএব, NaCl এর আণবিক ভর = Na এর পারমাণবিক ভর + Cl এর পারমাণবিক ভর
 $= 23 + 35.5 = 58.5$

এক মোল $\text{NaCl} = 58.5 \text{ g NaCl}$

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ তে Cu আছে ১টি, S আছে ১টি, O আছে ৭টি এবং H আছে ১০টি

অতএব, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ এর আণবিক ভর = $1 \times \text{Cu}$ এর পারমাণবিক ভর + $1 \times \text{S}$ এর পারমাণবিক ভর + $9 \times \text{O}$ এর পারমাণবিক ভর + $10 \times \text{H}$ এর পারমাণবিক ভর
 $= 1 \times 63.5 + 1 \times 32 + 9 \times 16 + 10 \times 1$
 $= 249.5$

এক মোল $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} = 249.5 \text{ g CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$



উদাহরণ

সমস্যা: ১টি H_2O অণুর ভর কত?

সমাধান: আমরা জানি, ১ মোল $\text{H}_2\text{O} = 18 \text{ g H}_2\text{O} = 6.023 \times 10^{23}$ টি H_2O অণু
 এখানে 6.02×10^{23} টি H_2O অণুর ভর = 18 g

অতএব, ১টি H_2O অণুর ভর = $\frac{18}{6.023 \times 10^{23}} \text{ g} = 2.99 \times 10^{-23} \text{ g}$

সমস্যা: ১g H_2SO_4 এ কতগুলো H_2SO_4 অণু আছে?

সমাধান: আমরা জানি, ১ মোল $\text{H}_2\text{SO}_4 = 98 \text{ g H}_2\text{SO}_4 = 6.023 \times 10^{23}$ টি H_2SO_4 অণু
 এখানে, $98 \text{ g H}_2\text{SO}_4 = 6.023 \times 10^{23}$ টি H_2SO_4 অণু

$1 \text{ g H}_2\text{SO}_4 = \frac{6.023 \times 10^{23}}{98}$ টি H_2SO_4 অণু = 6.14×10^{21} টি H_2SO_4 অণু

সমস্যা: ৫ গ্রাম H_2O এ কত মোল H_2O বিদ্যমান?

সমাধান: আমরা জানি, ১ মোল $\text{H}_2\text{O} = 18 \text{ গ্রাম H}_2\text{O}$

এখানে, $18 \text{ g H}_2\text{O} = 1 \text{ মোল H}_2\text{O}$

$1 \text{ g H}_2\text{O} = \frac{1}{18} \text{ মোল H}_2\text{O}$

$5 \text{ g H}_2\text{O} = \frac{1 \times 5}{18} \text{ মোল H}_2\text{O} = 0.277 \text{ মোল H}_2\text{O}$

নিচে করো: ১g H_2SO_4 এ কতগুলো H, S এবং O পরমাণু আছে?

୬.୧.୧ ଗ୍ୟାସେର ମୋଲାର ଆୟତନ

୧ ମୋଲ ଗ୍ୟାସୀଯ ପଦାର୍ଥ ଯେ ଆୟତନ ଦଖଲ କରେ ତାକେ ଏ ଗ୍ୟାସେର ମୋଲାର ଆୟତନ ବଲେ । 0° ସେଟିପ୍ରେଜ୍ ତାପମାତ୍ରା ଏବଂ ୧ ବାୟୁମହୁଳ ଚାପକେ ଏକତ୍ରେ ପ୍ରମାଣ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ବା ଆଦର୍ଶ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପ ବା ସହକ୍ଷେପେ ଆଦର୍ଶ ବା ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥା ବଲା ହୁଏ । ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାଯେ ୧ ମୋଲ ଗ୍ୟାସେର ଆୟତନ ହୁଏ ୨୨.୪ ଲିଟାର ।

ଯଦି n = ମୋଲ ସଂଖ୍ୟା,

w = ହାମ ଏକକେ ଭର,

V = ଲିଟାର ଏକକେ ଆୟତନ,

N = ଅଧିକ ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ

M = ଆଗବିକ ଭର ହେଉ ତାହାରେ ଆମରା ଲିଖାତେ ପାରିବ;

$$n = \frac{w}{M}$$

କିଂବା

$$n = \frac{V}{22.4}$$

କିଂବା

$$n = \frac{N}{6.023 \times 10^{23}}$$



ଉଦାହରଣ

ସମସ୍ୟା: ଆଦର୍ଶ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପେ ୧ ଲିଟାର CO_2 ଗ୍ୟାସେ କତାଟି ଅଣୁ ଥାକେ?

ସମ୍ବାଧନ: ଆମରା ଜାନି, ୧ ମୋଲ $\text{CO}_2 = 44\text{g}$ $\text{CO}_2 = 6.023 \times 10^{23}$ ଟି CO_2 ଅଣୁ = ଆଦର୍ଶ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପେ ୨୨.୪ ଲିଟାର ଆୟତନେର CO_2 ଗ୍ୟାସ

ଆଦର୍ଶ ତାପମାତ୍ରା ଓ ଚାପେ, ୨୨.୪ ଲିଟାର CO_2 ଗ୍ୟାସେ ଥାକେ = 6.023×10^{23} ଟି ଅଣୁ

ଅତଏବ, ୧ ଲିଟାର CO_2 ଗ୍ୟାସେ ଥାକେ = $\frac{6.023 \times 10^{23}}{22.4}$ ଟି = 2.69×10^{22} ଟି ଅଣୁ

ନିଜେ କରୋ: ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାଯେ ୫ ଲିଟାର CH_4 ଗ୍ୟାସେ କଯାଟି H_2 ପରମାଣୁ ଆଛେ?

ସମସ୍ୟା: ୫ ମୋଲ CO_2 ଗ୍ୟାସେର ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାଯେ ଆୟତନ କତ?

ସମ୍ବାଧନ: ଏଥାନେ ଦେଓଯା ଆଛେ, ମୋଲ $n = 5$

ବେର କରତେ ହବେ ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାଯ ଆୟତନ $V = ?$

$$\text{ଆମରା ଜାନି } n = \frac{V}{22.4}$$

$$\text{ବା, } 5 = \frac{V}{22.4}$$

$$\text{କାଜେଇ } V = 5 \times 22.4 \text{ ଲିଟାର} = 112 \text{ ଲିଟାର}$$

ନିଜେ କରୋ: ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାଯ ୫ଟି CO_2 ଅଶୁର ଆୟତନ କତ?

ସମସ୍ୟା: ପ୍ରମାଣ ଅବସ୍ଥାଯ 10 ଶାମ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଗ୍ୟାସେର ଆୟତନ କତ?

ସମସ୍ୟାନ୍ତ: ଏଥାମେ ଦେଉଥା ଆହେ, ତର $w = 10$ ଶାମ, H_2 ଏର ଆଗବିକ ଭର $M = 2$

ଆୟତନ, $V = ?$

ଆମରା ଜାନି,

$$n = \frac{w}{M} = \frac{V}{22.4}$$

$$\frac{10}{2} = \frac{V}{22.4}$$

$$\text{ବା, } V = 22.4 \times 5 \text{ ଲିଟାର} = 112 \text{ ଲିଟାର}$$

୬.୧.୨ ମୋଲ ଏବଂ ଆଗବିକ ସଂକେତ

ମୋଲ ଏବଂ ଆଗବିକ ସଂକେତର ମଧ୍ୟେ ଏକଟି ସଫଳ ରହୁଛେ। କୋନୋ ପଦାର୍ଥର ଆଗବିକ ସଂକେତ ଥେକେ ପ୍ରାପ୍ତ ଆଗବିକ ଭରକେ ଗ୍ରାମେ ପ୍ରକାଶିତ କରଲେ ଯେ ପରିମାଣ ପାଞ୍ଚରା ଯାଇ ସେଇ ପରିମାଣକେ ଏଇ ପଦାର୍ଥର 1 ମୋଲ ବଲା ହୁଯା। ଯେମନ୍ - ପାନିର ଆଗବିକ ସଂକେତ H_2O । ପାନିର ଆଗବିକ ଭର 18। ଅତିଏବ, 18 ଗ୍ରାମକେ 1 ଗ୍ରାମ ଆଗବିକ ଭର ପାନି ବା 1 ମୋଲ ପାନି ବଲା ହୁଯା। ଏଥାମେ ଦେଖା ଯାଛେ ମୋଲକେ ଗ୍ରାମ ଆଗବିକ ଭରର ବଲା ହୁଯା।

ଆଗବିକ ସଂକେତ ଥେକେ ଆରା ଅନେକ ତଥ୍ୟ ପାଞ୍ଚରା ଯାଇ ।

H_2O ଆଗବିକ ସଂକେତ ଥେକେ ଯେ ଯେ ତଥ୍ୟ ପାଞ୍ଚରା ଯାଇ ତା ନିଚେ ଉପ୍ରେସ କରା ହଲୋ ।

1. H_2O ଏର ନାମ ପାନି
2. 1 ଅଶୁ ପାନି ଏର ସଂକେତ H_2O
3. 1 ମୋଲ ପାନି ଏର ସଂକେତ H_2O
4. 1 ଅଶୁ H_2O ଏ ୨ଟି ହାଇଡ୍ରୋଜନ ପରମାଣୁ ଏବଂ ୧ଟି ଅକ୍ସିଜନ ପରମାଣୁ ଆହେ ।
5. 1 ମୋଲ H_2O ଅଶୁତେ 2 ମୋଲ H ପରମାଣୁ ଆହେ ଓ 1 ମୋଲ O ପରମାଣୁ ଆହେ ।

6. 1 মোল H_2O অণুতে H পরমাণুর ভর $1 \times 2 = 2$ g এবং O পরমাণুর ভর $16 \times 1 = 16$ g। অতএব,
1 মোল H_2O অণুর ভর $2 + 16 = 18$ g
 7. 1 মোল H_2O অণুতে H পরমাণুর সংখ্যা $6.023 \times 10^{23} \times 2 = 1.20 \times 10^{24}$ টি, O পরমাণুর সংখ্যা
 $6.023 \times 10^{23} \times 1 = 6.023 \times 10^{23}$ টি, এবং H_2O অণুর সংখ্যা $= 6.023 \times 10^{23}$ টি।

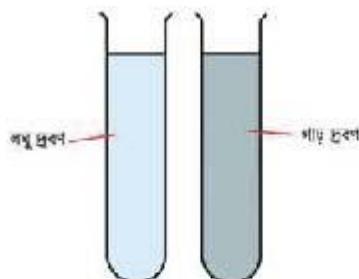
6.1.3 মোলার দ্রবণ

ধৰা যাক কোনো ধ্রাবককে একটি দ্রব দ্রবীভূত আছে। একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় 1 লিটার দ্রবণের মধ্যে যদি এক মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকে তবে ঐ দ্রবণকে মোলার দ্রবণ বলে বা এক মোলার দ্রবণ বলা হয়। 1 লিটার দ্রবণে যদি 2 মোল দ্রব দ্রবীভূত থাকে তবে ঐ দ্রবণকে 2 মোলার দ্রবণ বলা হয়।

ধ্রাবক, দ্রব ও দ্রবণ বলতে কী বোঝায় সেটি বোঝাবোর জন্য একটি উদাহরণ দেওয়া যাক। একটি প্লাসে প্রায় অর্ধেক পানি নাও। সেই পানিতে সামান্য পরিমাণ খাবার লবণ নিয়ে তা একটি চাহচত দিয়ে মেশাও। দেখা গেল পানিতে লবণ মিশে গেছে বা পানিতে আর লবণ দেখা যাচ্ছে না। এই লবণ-পানির মিশ্রণ একটি দ্রবণ। এই মিশ্রণে পানিকে বলা হয় ধ্রাবক এবং লবণকে বলা হয় দ্রব। দ্রবণ প্রস্তুত করার সময় পানি, এসিড, আলকোহল ইত্যাদি নানা রকম তরল ব্যবহার করা যায়। এই অধ্যায়ে আমরা মূলত পানিকে ধ্রাবক হিসাবে ব্যবহার করব। পানিকে ধ্রাবক হিসাবে ব্যবহার করলে যে দ্রবণ তৈরি হয় তাকে জলীয় দ্রবণ বলে।

$$\text{দ্রবণ} = \text{দ্রব} + \text{ধ্রাবক}$$

তোমরা মাঝেই লম্বু দ্রবণ এবং গাঢ় দ্রবণ কথাগুলো শুনবে। তুমি যদি একটি প্লাসে 250 মিলিলিটার পানির মধ্যে 10 গ্রাম খাবার লবণ মিশাও তাহলে একটি দ্রবণ তৈরি হবে। তুমি যদি আরেকটি প্লাসে 250 মিলিলিটার পানির মধ্যে 15 গ্রাম খাবার লবণ মিশাও তাহলেও একটি দ্রবণ তৈরি হবে। এই দুটি দ্রবণের মধ্যে একটি লম্বু দ্রবণ এবং অন্যটি গাঢ় দ্রবণ। যে দ্রবণে খাবার লবণ কম সেই দ্রবণটি লম্বু দ্রবণ। আর যে দ্রবণে খাবার লবণ বেশি সেই দ্রবণটি গাঢ় দ্রবণ। আবার একটি প্লাসে 250 mL পানি এবং অপর একটি প্লাসে 200 mL পানি নেওয়া হলো। এবারে দুটি প্লাসেই 10g লবণ মেশানো হয়েছে। গ্রন্থে বলতে পারবে কোন পাত্রের দ্রবণটি লম্বু এবং কোন পাত্রের দ্রবণ গাঢ়? যে পাত্রে পানির পরিমাণ বেশি সেটি লম্বু দ্রবণ আর যে পাত্রে পানির পরিমাণ কম সেটি গাঢ় দ্রবণ। ল্যাবরেটরিতে একটি নির্দিষ্ট



চিত্র 6.01: লম্বু দ্রবণ এবং গাঢ় দ্রবণ।

দ্রবণ আর যে দ্রবণে খাবার লবণ বেশি সেই দ্রবণটি গাঢ় দ্রবণ। আবার একটি প্লাসে 250 mL পানি এবং অপর একটি প্লাসে 200 mL পানি নেওয়া হলো। এবারে দুটি প্লাসেই 10g লবণ মেশানো হয়েছে। গ্রন্থে বলতে পারবে কোন পাত্রের দ্রবণটি লম্বু এবং কোন পাত্রের দ্রবণ গাঢ়? যে পাত্রে পানির পরিমাণ বেশি সেটি লম্বু দ্রবণ আর যে পাত্রে পানির পরিমাণ কম সেটি গাঢ় দ্রবণ। ল্যাবরেটরিতে একটি নির্দিষ্ট

ପରିମାଣ ଦ୍ରାବକେର ମଧ୍ୟେ କମ ପରିମାଣ ଦ୍ରବ ଯିଶ୍ରିତ କରଲେ ତାକେ ଲୟୁ ଦ୍ରବଣ ବଲେ ଏବଂ ଏକଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣ ଦ୍ରାବକେର ମଧ୍ୟେ ବେଶି ପରିମାଣ ଦ୍ରବ ଯିଶ୍ରିତ କରଲେ ତାକେ ଗାଢ଼ ଦ୍ରବଣ ବଲେ । ଆସଲେ ଦ୍ରାବକେର ମଧ୍ୟେ କତଟୁକୁ ପଦାର୍ଥ ଯୋଗ କରଲେ ସେଇ ଦ୍ରବଣ ଲୟୁ ହବେ ଆର କତଟୁକୁ ପଦାର୍ଥ ଯୋଗ କରଲେ ଦ୍ରବଣ ଗାଢ଼ ହବେ ତାର କୋନୋ ନିୟମ ନେଇ । ଅର୍ଥାତ୍ ଦ୍ରାବକେର ମଧ୍ୟେ ତୁଳନାମୂଳକ କମ ପରିମାଣ ଦ୍ରବ ଥାକଲେ ତାହଲେ ସେଟା ଲୟୁ ଦ୍ରବଣ ଏବଂ ଦ୍ରାବକେର ମଧ୍ୟେ ତୁଳନାମୂଳକଭାବେ ବେଶି ପରିମାଣେ ଦ୍ରବ ଥାକଲେ ସେଟା ଗାଢ଼ ଦ୍ରବଣ ।

ଏକଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାୟ 1 ଲିଟାର ଦ୍ରବଶେର ମଧ୍ୟେ ଯଦି ମୋଲ ଦ୍ରବ ଦ୍ରବୀଭୂତ ଥାକେ ତାକେ ଏଇ ଦ୍ରବଶେର ମୋଲାରିଟି ବଲା ହୁଁ । ଏକଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ତାପମାତ୍ରାୟ 1 ଲିଟାର ଦ୍ରବଶେର ମଧ୍ୟେ ଯଦି ଦୁଇ ମୋଲ ଦ୍ରବ ଦ୍ରବୀଭୂତ ଥାକେ ତବେ ଏଇ ଦ୍ରବଶେର ମୋଲାରିଟି ଦୁଇ । ଯଦି 1 ଲିଟାର ଦ୍ରବଶେର ମଧ୍ୟେ 0.5 ମୋଲ ଦ୍ରବ ଦ୍ରବୀଭୂତ ଥାକେ ତାହଲେ ଏଇ ଦ୍ରବଶେର ସେମିମୋଲାର ଦ୍ରବଣ ବଲେ ଏବଂ ଏଇ 1 ଲିଟାର ଦ୍ରବଶେର ମଧ୍ୟେ ଯଦି 0.1 ମୋଲ ଦ୍ରବ ଦ୍ରବୀଭୂତ ଥାକେ ତବେ ଏଇ ଦ୍ରବଶେର ଡେସିମୋଲାର ଦ୍ରବଣ ବଲେ ଏବଂ ଡେସିମୋଲାର ଦ୍ରବଶେର ମୋଲାରିଟି = 0.1 । ସେମିମୋଲାର ଦ୍ରବଶେର ମୋଲାରିଟି ହବେ 0.51 ।

ବିଭିନ୍ନ ମୋଲାରିଟିର ଦ୍ରବଣ ପ୍ରସ୍ତୁତକରଣ

ଲ୍ୟାବରେଟରିତେ ମୋଲାର ଦ୍ରବଣ, ଡେସିମୋଲାର ଦ୍ରବଣ, ସେମିମୋଲାର ଦ୍ରବଣ ଇତ୍ୟାଦି ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାର ପ୍ରୟୋଜନ ହୁଁ । ବିଭିନ୍ନ ମୋଲାରିଟିର ଦ୍ରବଣ ପ୍ରସ୍ତୁତ କରା ଅଭିନନ୍ଦ ସହଜ । ଏକେତେ ତୋମାକେ କତଗୁଲୋ କାଜ ଧାପେ ଧାପେ କରାତେ ହେବେ । ପ୍ରଥମତ ତୋମାକେ ଏକଟି ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଆୟତନେର ଆୟତନିକ ଫ୍ଲାଷ୍କ ବାଛାଇ କରାତେ ହେବେ । ଦ୍ଵିତୀୟତ ଯେ ପଦାର୍ଥରେ ଦ୍ରବଣ ତୈରି କରାତେ ହେବେ ସେଇ ପଦାର୍ଥରେ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ପରିମାଣ ଓଜନ କରେ ନିୟେ ଆୟତନିକ ଫ୍ଲାଷ୍କେ ଢେଲେ ନିତେ ହେବେ । ତୃତୀୟତ ଆୟତନିକ ଫ୍ଲାଷ୍କେର ମଧ୍ୟେ ଖାନିକଟା ପାନି ଯୋଗ କରେ ଝାଁକିଯେ ପଦାର୍ଥଟିର ଦ୍ରବଣ ତୈରି କରାତେ ହେବେ । ତାରପର ସାବଧାନେ ଆୟତନିକ ଫ୍ଲାଷ୍କେର ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦାଗ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପାନି ଦ୍ଵାରା ପୂର୍ଣ୍ଣ କରାତେ ହେବେ । ଦ୍ରବଶେର ମୋଲାରିଟି, ଦ୍ରବଶେର ଆୟତନ, ଦ୍ରବେର ଭର ଏବଂ ଦ୍ରବେର ଆଗ୍ରହିକ ଭରର ମଧ୍ୟେ ଏକଟି ସଞ୍ଚର୍କ ଆଛେ ।

$$\text{ଆମ ଏକକେ ଦ୍ରବେର ଭର} = \frac{\text{ଦ୍ରବଶେର ମୋଲାରିଟି} \times \text{ମିଲିଲିଟାର ଏକକେ ଦ୍ରବଶେର ଆୟତନ} \times \text{ଦ୍ରବେର ଆଗ୍ରହିକ ଭର}}{1000}$$

$$\text{ଏଥାଣେ ଆମ ଏକକେ ଦ୍ରବେର ଭର} = w$$

$$\text{ଦ୍ରବଶେର ମୋଲାରିଟି} = S$$

$$\text{ମିଲିଲିଟାର ଏକକେ ଦ୍ରବଶେର ଆୟତନ} = V$$

$$\text{ଏବଂ ଦ୍ରବେର ଆଗ୍ରହିକ ଭର} = M \text{ ଧରେ ନିଲେ}$$

$$w = \frac{SVM}{1000}$$

ମୋଲାରିଟି ବା ଘନମାତ୍ରା ସଂକ୍ରାନ୍ତ ସମସ୍ୟା ସମାଧାନେର ଜନ୍ୟ ଏହି ସୂଚନା ବ୍ୟବହାର କରା ଯେତେ ପାରେ ।



উদাহরণ

সমস্যা: 250 মিলিলিটার আয়তনিক ফ্লাকে রে 0.2 মোলার NaCl জ্বরণ কীভাবে প্রস্তুত করবে?

সমাধান: দেওয়া আছে, জ্বরণের আয়তন, $V = 250\text{mL}$, জ্বরণের মোলারিটি, $S = 0.2$ মোলার, NaCl এর আণবিক ভর $23 + 35.5 = 58.5$

কাজেই 1 মোল $\text{NaCl} = 58.5 \text{ g}$

1000 মিলি বা 1 লিটার জ্বরণে 0.2 মোলারিটির জন্য প্রয়োজন $58.5 \times 0.2 = 11.7 \text{ g}$

$$250 \text{ mL জ্বরণে প্রয়োজন} = \frac{11.7 \times 250}{1000} = 2.925 \text{ g}$$

একটি 250 মিলিলিটার আয়তনিক ফ্লাকে নিয়ে তার মধ্যে 2.925 গ্রাম NaCl যোগ করো। এবার পানি যোগ করে আয়তনিক ফ্লাকে জ্বরণের আয়তন 250 মিলিলিটার করো। তাহলেই 0.2 মোলার জ্বরণ প্রস্তুত হয়ে যাবে।

বিকল্প সমাধান:

$$\text{আমরা জানি, } W = \frac{SVM}{1000}$$

$$\text{কাজেই } W = \frac{0.2 \times 250 \times 58.5}{1000} \text{ g} = 2.925 \text{ g}$$

এবারে আগের মতো আয়তনিক ফ্লাকে 2.925 গ্রাম NaCl নিয়ে পানি যোগ করে জ্বরণের আয়তন 250 মিলিলিটার করো। তাহলেই 0.2 মোলার জ্বরণ প্রস্তুত হয়ে যাবে।

সমস্যা: 2 লিটার 0.1 মোলার Na_2CO_3 জ্বরণের মধ্যে কী পরিমাণ Na_2CO_3 আছে?

সমাধান: Na_2CO_3 এর আণবিক ভর = $23 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 106$

কাজেই 1 লিটার 1 মোলার জ্বরণে Na_2CO_3 এর পরিমাণ 106 g

1 লিটার 0.1 মোলার জ্বরণে Na_2CO_3 এর পরিমাণ 10.6 g

2 লিটার 0.1 মোলার জ্বরণে Na_2CO_3 এর পরিমাণ $10.6 \times 2 = 21.2 \text{ g}$

বিকল্প সমাধান:

$$W = \frac{SVM}{1000}$$

$$W = \frac{0.1 \times 2000 \times 106 \text{ g}}{1000}$$

$$w = 21.2 \text{ g}$$

समस्या: 250 mL द्रवणे 20g Na_2CO_3 थाकले Na_2CO_3 द्रवणेर मोलारिटी कत?

समाधान: Na_2CO_3 एर आणविक भर $23\times 2 + 12 + 16\times 3 = 106$

1 लिटरे 1 मोलारिटीर जन्त प्रयोजन 106 g

$$250 \text{ mL द्रवणे } 1 \text{ मोलारिटीर जन्त प्रयोजन } \frac{106 \times 250}{1000} = 26.5 \text{ g}$$

250 mL द्रवणे 26.5 g Na_2CO_3 थाकले मोलारिटी हय 1 मोलार

$$250 \text{ mL द्रवणे } 1 \text{ g } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ थाकले मोलारिटी हय } \frac{1}{26.5} \text{ मोलार}$$

$$250 \text{ mL द्रवणे } 20 \text{ g } \text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ थाकले मोलारिटी हय } \frac{1 \times 20}{26.5} = 0.75 \text{ मोलार}$$

विकल्प समाधान:

$$w = \frac{\text{SVM}}{1000}$$

$$20 = \frac{S \times 250 \times 106}{1000}$$

$$S = 0.75 \text{ मोलार}$$

समस्या: 0.75 मोलार Na_2CO_3 द्रवणेर मध्ये 20 शाम Na_2CO_3 द्रवीভूत थाकले ऐ द्रवणेर आयतन कत मिलिलिटर?

समाधान: देवेया आहे, $S = 0.75 \text{ Molar}$, $w = 20 \text{ g}$, $M = 23 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 106$, $V=?$
आमरा जानि,

$$w = \frac{\text{SVM}}{1000}$$

$$20 = \frac{0.75 \times V \times 106}{1000}$$

$$V = \frac{1000 \times 20}{0.75 \times 106} = 250 \text{ mL}$$

समस्या: एकटि 250 mL द्रवणेर मध्ये 20 g पदार्थ द्रवीभूत थाकले एवं ऐ द्रवणेर मोलारिटी 0.75 मोलार हवे। ऐ द्रवणे द्रवणेर आणविक भर कत?

समाधान: देवेया आहे, $w = 20 \text{ g}$, $V = 250 \text{ mL}$, $S = 0.7 \text{ Molar}$, $M = ?$

आमरा जानि,

$$W = \frac{SVM}{1000}$$

$$20 = \frac{0.75 \times 250 \times M}{1000}$$

$$M = \frac{1000 \times 20}{0.75 \times 250} = 106$$

ସମସ୍ୟା: ତୁମ କୀତାବେ 200 ମିଲିଲିଟାର ସେମିମୋଲାର Na_2CO_3 ହ୍ରବଣ ତୈରି କରିବେ?

ସମ୍ବାଧନ: $V = 200 \text{ mL}$, $S = 0.5 \text{ Molar}$, $M = 23 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 106$

$$\text{ଆମରା ଜାନି, } W = \frac{SVM}{1000} = \frac{0.5 \times 200 \times 106}{1000} \text{ g} = 10.6 \text{ g}$$

ଏବାରେ ଏକଟି 200 mL ପାଞ୍ଚେ 10.6g Na_2CO_3 ନିଯୋ ତାତେ ପାନି ହୋଗ କରେ ହ୍ରବଣେର ଆୟତନ 200 mL କରଲେଇ ସେମି ମୋଲାର Na_2CO_3 ହ୍ରବଣ ତୈରି ହବେ।



ନିଜେ କରିବାକୁ ପାଇଁ

କାଜ: 100 ମିଲିଲିଟାର ହ୍ରବଣେ 4 ହାମ NaOH ଥାକଲେ ହ୍ରବଣେର ମୋଲାରିଟି କତ ବେର କରିବାକୁ ପାଇଁ

କାଜ: 100 ମିଲିଲିଟାର ହ୍ରବଣେ 4 ହାମ HCl ଥାକଲେ ହ୍ରବଣେର ମୋଲାରିଟି କତ ବେର କରିବାକୁ ପାଇଁ

6.2 ଯୌଗେ ମୌଲେର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା

(The Percentage Composition of Elements in Compounds)

କୋନୋ ଯୌଗେର 100 ଗ୍ରାମର ମଧ୍ୟେ କୋନୋ ମୌଲ ଯତ ଗ୍ରାମ ଥାକେ ତାକେ ଏ ମୌଲେର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା ବଲେ । ଯୌଗେର ଆଗବିକ ସଂକେତ ଥେବେ ଏହି ଯୌଗେ ବିଦ୍ୟାମାନ ମୌଲସମ୍ମହେର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା ବେର କରା ଯାଏ । ଅର୍ଥାତ୍,

$$\text{କୋନୋ ଯୌଗେ ଏକଟି ମୌଲେର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା} = \frac{\text{ଯୌଗେର ଶାରୀରିକ ଭର} \times \text{ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା} \times 100}{\text{ଯୌଗେର ଆଗବିକ ଭର}} \%$$

ଉଦ୍ଦାହରଣ: HCl ଯୌଗେ H ଓ Cl ଏର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା ହିସାବ ଦେଖାନ୍ତେ ହୁଳେ

$$\text{HCl ଏର ଆଗବିକ ଭର} = 1 + 35.5 = 36.5$$

এখানে 36.5 গ্রাম HCl এর মধ্যে H আছে = 1 গ্রাম

অতএব, 1 গ্রাম HCl এর মধ্যে H আছে = $\frac{1}{36.5}$ গ্রাম

অতএব, 100 গ্রাম HCl এর মধ্যে H আছে = $\frac{1 \times 100}{36.5}$ গ্রাম = 2.74 গ্রাম

অতএব, H এর শতকরা সংযুক্তি = 2.74%

আবার, 36.5 গ্রাম HCl এর মধ্যে Cl আছে = 35.5 গ্রাম

অতএব, 1 গ্রাম HCl এর মধ্যে Cl আছে = $\frac{35.5}{36.5}$ গ্রাম

অতএব, 100 গ্রাম HCl এর মধ্যে Cl আছে = $\frac{35.5 \times 100}{36.5}$ গ্রাম = 97.26 গ্রাম

অতএব, Cl এর শতকরা সংযুক্তি = 97.26%

কিংবা অন্যভাবে বের করতে পারি: Cl এর শতকরা সংযুক্তি = $(100 - 2.74)\% = 97.26\%$



উদাহরণ

সমস্যা: H_2O -এর H ও O এর শতকরা সংযুক্তি হিসাব করো;

সমাধান: 1 মৌল H_2O এর ভর = $2 + 16 = 18$ গ্রাম

18 গ্রাম H_2O এর মধ্যে H আছে = 2 গ্রাম

1 গ্রাম H_2O এর মধ্যে H আছে = $\frac{2}{18}$ গ্রাম

100 গ্রাম H_2O এর মধ্যে H আছে = $\frac{2 \times 100}{18}$ গ্রাম = 11.11 গ্রাম

কাজেই H এর শতকরা সংযুক্তি = 11.11%

O এর শতকরা সংযুক্তি = $(100 - 11.11)\% = 88.89\%$

আমরা ইচ্ছা করলে শতকরা সংযুক্তির সূত্রটিতে মান বসিয়ে শতকরা সংযুক্তির মান বের করতে পারি।

$$\text{মৌলের শতকরা সংযুক্তি} = \frac{\text{মৌলের পারমাণবিক ভর} \times \text{পরমাণুর সংখ্যা} \times 100}{\text{মৌলের আণবিক ভর}} \%$$

যেমন: H_2SO_4 থোগে H, S এবং O এর শতকরা সংযুক্তি হচ্ছে;

H_2SO_4 এর আণবিক ভর = $(1 \times 2 + 32 \times 1 + 16 \times 4) = 98$

এখানে, H এর পারমাণবিক ভর 1, পরমাণুর সংখ্যা 2

কাজেই H এর শতকরা সংযুক্তি = $\frac{1 \times 2 \times 100}{98}\% = 2.04\%$

S এর পারমাণবিক ভর 32, পরমাণুর সংখ্যা 1,

কাজেই S এর শতকরা সংযুক্তি = $\frac{32 \times 1 \times 100}{98}\% = 32.65\%$

O ଏର ପାରମାଣ୍ୱିକ ଭର 16, ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା 4

$$\text{କାଜେଇ O ଏର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା} = \frac{16 \times 4 \times 100}{98} \% = 65.30\%$$

ସମସ୍ତା: $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ଯୌଗେ ଆଲ୍ୟମିନିଆମ, ସାଲଫାର ଏବଂ ଅଞ୍ଜିଜେନେର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା ବେଳେ କରୋ ।

ସମୀକ୍ଷା: ଏଥାନେ $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ଏର ଆଣ୍ୱିକ ଭର = $27 \times 2 + (32 \times 1 + 16 \times 4) \times 3 = 342$

$$\text{ଆଲ୍ୟମିନିଆମେର (Al) ଏର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା} = \frac{27 \times 2 \times 100}{342} \% = 15.78\%$$

$$\text{ସାଲଫାର (S) ଏର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା} = \frac{32 \times 3 \times 100}{342} \% = 28.07\%$$

$$\text{ଅଞ୍ଜିଜେନ (O) ଏର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା} = \frac{16 \times 12 \times 100}{342} \% = 56.14\%$$



ନିଜେ କରୋ

କାଜ: NaCl ଯୌଗେ Na ଏବଂ Cl ଏର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା ବେଳେ କରୋ ।

6.2.1 ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ ସ୍ଥୂଲ ସଂକେତ

ଆମରା ଆଣ୍ୱିକ ସଂକେତେ ଧାରଣାଟିର ସାଥେ ଭାଲୋଭାବେ ପରିଚିତ ହୋଇଛି, ଅନେକବାର ସ୍ୱରହାର କରେଛି ଏବଂ ଆମରା ଜାନି ଆଣ୍ୱିକ ସଂକେତ ଦେଖେ ଆମରା ଏକଟି ଅଗୁତେ କୋନ ପରମାଣୁ କତଗୁଲୋ ଆହେ ବେଳ କରାତେ ପାରି । ଏକଟି ଅଗୁତେ ବିଭିନ୍ନ ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟାର ଅନୁପାତ ବୋକାନୋର ଜନ୍ୟ “ସ୍ଥୂଲ ସଂକେତ” ଏର ଧାରଣାଟି ପ୍ରାବର୍ତ୍ତନ କରା ହୋଇଛେ । ସେମନ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ପାର ଅଙ୍ଗ୍ରେଇଡର ଅଗୁତେ (H_2O_2) ଦୂଟି ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଏବଂ ଦୂଟି ଅଞ୍ଜିଜେନ ପରମାଣୁ ରଯୋହେ । ତୋମରା ଦେଖାତେ ପାଇଁ H_2O_2 ଏ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଓ ଅଞ୍ଜିଜେନେର ପରମାଣୁର ସଂଖ୍ୟା ସଥାକ୍ରମେ 2 ଏବଂ 2, କାଜେଇ ତାଦେର ଅନୁପାତ 1:1 ଅର୍ଥାତ୍ H_2O_2 ଏର ସ୍ଥୂଲ ସଂକେତ HO । ଅର୍ଥାତ୍ ସେ ସଂକେତ ଦିଯେ ଅଗୁତେ ବିଦ୍ୟୁମାନ ପରମାଣୁଗୁଲୋର ଅନୁପାତ ପ୍ରକାଶ କରେ ତାକେ ସ୍ଥୂଲ ସଂକେତ ବଳେ ।

କାଜେଇ ତୋମରା ବୁଝାତେ ପାରିଛେ ଆମରା ଯଦି କୋନୋ ଯୌଗେର ଭେତ୍ରକାର ମୌଳଗୁଲୋର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା ଏବଂ ଆପେକ୍ଷିକ ପାରମାଣ୍ୱିକ ଭର ବା ପାରମାଣ୍ୱିକ ଭର ଜାନି ତାହାଲେ ଖୁବ ସହଜେଇ ଯୌଗଟିର ସ୍ଥୂଲ ସଂକେତ ବେଳ କରାତେ ପାରବ ।

ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା ଥେକେ ସ୍ଥୂଲ ସଂକେତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ

ଶତକରା ସଂଖ୍ୟା ଥେକେ ସ୍ଥୂଲ ସଂକେତ ବେଳ କରାର କତକଗୁଲୋ ଧାପ ରଯୋହେ ଯା ନିମ୍ନେ ଦେଉଥାଇଲୋ-

- ✓ ଧାପ 1: ମୌଳସମୂହେର ଶତକରା ସଂଖ୍ୟାକୁ ଏର ପାରମାଣ୍ୱିକ ଭର ଦାରା ଭାଗ କରାତେ ହବେ ।

- ✓ ধাপ ২: ভাগফলগুলোর মধ্য থেকে যে সংখ্যাটি ক্ষুদ্রতম সেই সংখ্যা দিয়ে ভাগফলগুলোকে ভাগ করতে হবে এবং ভাগফলগুলোকে নিকটতম পূর্ণসংখ্যায় পরিণত করার জন্য প্রয়োজনে যেকোনো সংখ্যা দিয়ে সবগুলোকে গুণ করতে হবে।
- ✓ ধাপ ৩: মৌলসমূহের প্রতীকের নিচে ডান পাশে ঐ পূর্ণসংখ্যাগুলো বসিয়ে দিলেই স্থূল সংকেত তৈরি হবে যাবে।
- ✓ ধাপ ৪: মৌলগুলোর প্রতীকের নিচে ডান পাশে ১ থাকলে সেটি লেখার প্রয়োজন নেই।

ধরা যাক কোনো যৌগ কার্বনের সংযুক্তি 92.31% এবং হাইড্রোজেনের সংযুক্তি 7.69% , যৌগটির স্থূল সংকেত বের করতে হবে।

প্রথমে মৌলগুলোর শতকরা সংযুক্তিকে তার পারমাণবিক ভর দিয়ে ভাগ করি

$$C = \frac{92.31}{12} = 7.69$$

$$H = \frac{7.69}{1} = 7.69$$

ভাগফলগুলোর মধ্য থেকে যে সংখ্যাটি ক্ষুদ্রতম সেই সংখ্যা দিয়ে ভাগফলগুলোকে ভাগ করি

$$C = \frac{7.69}{7.69} = 1$$

$$H = \frac{7.69}{7.69} = 1$$

এই মানগুলো এবং মৌলের প্রতীক দিয়ে সংকেত আকারে লিখলেই স্থূল সংকেত পাওয়া যাবে।
অতএব, যৌগটির স্থূল সংকেত: $C_1H_1 = CH$



উদাহরণ

সমস্যা: কোনো যৌগের মৌলগুলোর শতকরা সংযুক্তি $H = 2.04\%$, $S = 32.65\%$, $O = 65.30\%$ দেওয়া আছে। এর স্থূল সংকেত বের করো।

সমাধান: প্রথমে শতকরা সংযুক্তিকে নিজ নিজ পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করি

$$H = \frac{2.04}{1} = 2.04$$

$$S = \frac{32.65}{32} = 1.02$$

$$O = \frac{65.30}{16} = 4.08$$

ভাগফলগুলোর মধ্য থেকে যে সংখ্যাটি স্ফূর্তিম সেই সংখ্যা দিয়ে ভাগফলগুলোকে ভাগ করি

$$H = \frac{2.04}{1.02} = 2$$

$$S = \frac{1.02}{1.02} = 1$$

$$O = \frac{4.08}{1.02} = 4$$

এই মানগুলো এবং মৌলের প্রতীক দিয়ে সংকেত আকারে লিখলেই স্থূল সংকেত পাওয়া যাবে।



সমস্যা: একটি ঘোগে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন আছে। হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের শতকরা সংযুক্তি যথাক্রমে 11.11% ও 88.89%। এর স্থূল সংকেত কত?

সমাধান: প্রথমে শতকরা সংযুক্তিকে নিজ নিজ পারমাণবিক তর দিয়ে ভাগ করি

$$H = \frac{11.11}{1} = 11.11$$

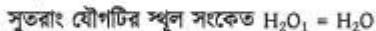
$$O = \frac{88.89}{16} = 5.55$$

ভাগফলগুলোর মধ্য থেকে যে সংখ্যাটি স্ফূর্তিম সেই সংখ্যা দ্বারা ভাগফলগুলোকে ভাগ করি

$$H = \frac{11.11}{5.55} = 2$$

$$O = \frac{5.55}{5.55} = 1$$

এই মানগুলো এবং মৌলের প্রতীক দিয়ে সংকেত আকারে লিখলেই স্থূল সংকেত পাওয়া যাবে।



নিজে করো

কাজ: একটি পরীক্ষার মাধ্যমে দেখা গেল 3 গ্রাম কার্বন পরমাণু এবং 8 গ্রাম অক্সিজেন পরমাণুর সাথে যুক্ত হয়ে ঘোগ গঠন করেছে। সেই ঘোগের স্থূল সংকেত বের করো।

৬.২.২ শতকরা সংযুক্তি থেকে ঘোগের আণবিক সংকেত নির্ণয়

কোনো ঘোগের আণবিক সংকেত বের করার জন্য ঘোগের শতকরা সংযুক্তি থেকে প্রথমে স্থূল সংকেত বের করতে হবে। কোনো ঘোগের স্থূল সংকেতের ভর যদি এই ঘোগের আণবিক ভরের সমান হয় তাহলে ঘোগের স্থূল সংকেতটি ঘোগের আণবিক সংকেত হবে। কিন্তু যদি কোনো ঘোগের স্থূল সংকেতের ভর এই ঘোগের আণবিক ভরের সমান না হয় তাহলে স্থূল সংকেতের ভর থেকে আণবিক ভর কর গুণ বেশি সেটি বের করতে হবে।

যদি স্থূল সংকেতের ভর থেকে আণবিক ভর n গুণ বেশি হয় তাহলে

আণবিক সংকেত = (স্থূল সংকেত)_n

$$\text{এখানে, } n = \frac{\text{ঘোগের আণবিক ভর}}{\text{স্থূল সংকেতের ভর}}$$

ধরা যাক, কোনো ঘোগের C = 92.31%, H = 7.69% দেওয়া আছে। এই ঘোগের আণবিক ভর = 78
যৌগটির আণবিক সংকেত বের করতে হবে।

মৌলগুলোর শতকরা সংযুক্তিকে তাদের পারমাণবিক ভর দিয়ে ভাগ করি

$$C = \frac{92.31}{12} = 7.69$$

$$H = \frac{7.69}{1} = 7.69$$

ভাগফলগুলোর মধ্য থেকে যে সংখ্যাটি ক্ষুদ্রতম সেই সংখ্যা দিয়ে ভাগফলগুলোকে ভাগ করি

$$C = \frac{7.69}{7.69} = 1$$

$$H = \frac{7.69}{7.69} = 1$$

এই মানগুলো এবং মৌলের প্রতীক দিয়ে সংকেত আকারে লিখলেই স্থূল সংকেত পাওয়া যাবে।

অতএব, ঘোগটির স্থূল সংকেত = $C_1H_1 = CH$

ঘোগের স্থূল সংকেত CH হলে এর আণবিক সংকেত হবে: $(CH)_n = C_nH_n$

স্থূল সংকেত CH এর ভর = $12 \times 1 + 1 \times 1 = 13$ এবং আণবিক ভর = 78

$$\text{অতএব, } n = \frac{\text{ঘোগের আণবিক ভর}}{\text{স্থূল সংকেতের ভর}} = \frac{78}{(12+1)} = 6$$

কাজেই ঘোগটির আণবিক সংকেত = C_6H_6

আণবিক সংকেত থেকে শ্বৃল সংকেত নির্ণয়

কোনো ঘোগের আণবিক সংকেত থেকে শ্বৃল সংকেত নির্ণয় করা যায়। ধৰা যাক গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$) এর শ্বৃল সংকেত বের করতে হবে।

গ্লুকোজ ($C_6H_{12}O_6$) এর একটি অণুতে ৬টি C পরমাণু, 12টি H পরমাণু এবং ৬টি O পরমাণু আছে।

অতএব, পরমাণুসমূহের অনুপাত $C:H:O = 6:12:6 = 1:2:1$

সুতরাং শ্বৃল সংকেত $C_1H_2O_1 = CH_2O$

কখনো কখনো শ্বৃল সংকেত এবং আণবিক সংকেত একই হয়।

যেমন পানির আণবিক সংকেত H_2O এর শ্বৃল সংকেত H_2O । সালফিটেরিক এসিড এর আণবিক সংকেত H_2SO_4 এবং এর শ্বৃল সংকেত H_2SO_4 ।

কিন্তু যে সকল ঘোগের সকল পরমাণুর সংখ্যাকে কোনো নির্দিষ্ট সংখ্যা দিয়ে ভাগ করা যায় তাদের শ্বৃল সংকেত এবং আণবিক সংকেত ভিন্ন হবে। বেনজিনের আণবিক সংকেত C_6H_6 । বেনজিনের কার্বন এবং হাইড্রোজেনের পরমাণু সংখ্যাকে ৬ দ্বারা ভাগ করা যায় অতএব, এর শ্বৃল সংকেত C_1H_1 বা CH ।

একইভাবে ইথিনের আণবিক সংকেত C_2H_4 । অতএব, এর শ্বৃল সংকেত C_1H_2 বা CH_2 ।

৬.৩ রাসায়নিক বিক্রিয়া ও রাসায়নিক সমীকরণ

(Chemical Reactions and Chemical Equations)

রাসায়নিক বিক্রিয়া

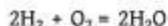
মদি কোনো পরিবর্তনের ফলে কোনো পদার্থ তার নিজের ধর্ম ও বৈশিষ্ট্য হারিয়ে নতুন ধর্ম লাভ করে সেই পরিবর্তনকে রাসায়নিক পরিবর্তন বলে। যে প্রক্রিয়ায় রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে সেই প্রক্রিয়কে রাসায়নিক বিক্রিয়া বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়কে সংকেপে উপস্থাপন করার জন্য যে সমীকরণ ব্যবহার করা হয় সেই সমীকরণকে রাসায়নিক সমীকরণ বলা হয়।

রাসায়নিক সমীকরণকে প্রকাশ করার জন্য প্রতীক, সংকেত এবং নাম রকম চিহ্ন ব্যবহার করা হয়।

যে সকল পদার্থ নিয়ে রাসায়নিক বিক্রিয়া শুরু করা হয় সেই সকল পদার্থকে বলা হয় বিক্রিয়ক। বিক্রিয়ার ফলে নতুন ধর্মবিপিট যে সকল পদার্থ উৎপন্ন হয় সেই সকল পদার্থকে উৎপাদ বলা হয়।

রাসায়নিক বিক্রিয়কে রাসায়নিক সমীকরণ আকারে লেখার জন্য কতগুলো নিয়ম মানা হয় সেগুলো হচ্ছে:

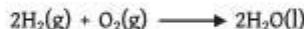
- গণিতে যেমন সমীকরণের মাঝে একটি সমান চিহ্ন (=) ব্যবহার করা হয় তেমনি কোনো বিক্রিয়ার বিক্রিয়ক বাম পাশে এবং উৎপাদ ডান পাশে লিখে তাদের মাঝে একটি সমান চিহ্ন (=) বা তীর চিহ্ন (→) বসাতে হয়।
- বিক্রিয়কসমূহ এবং উৎপাদসমূহকে রাসায়নিক প্রতীক বা সংকেতের মাধ্যমে লেখা হয়। বিক্রিয়ায় একাধিক বিক্রিয়ক থাকলে বিক্রিয়কসমূহের মাঝে যোগ চিহ্ন দিতে হয়। এবং একাধিক উৎপাদ থাকলে উৎপাদসমূহের মাঝে যোগ চিহ্ন দিতে হয়।
- যে প্রক্রিয়ায় সমীকরণের বাম পাশের বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা এবং ডান পাশের ঐ একই মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করা হয়। সেই প্রক্রিয়াকে রাসায়নিক সমীকরণের সমতা বলা হয়।



- কখনো কখনো বিক্রিয়ার সমতা না করেও বিক্রিয়া দেখানো হয়, তখন সমান চিহ্ন (=) না দিয়ে তীর চিহ্ন (→) ব্যবহার করতে হয়।



- অনেক সময় বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের ভৌত অবস্থা উল্লেখ করেও রাসায়নিক সমীকরণ লেখা হয়। বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের ভৌত অবস্থা পদার্থের ডান পাশে প্রথম বর্ণনীর মধ্যে প্রকাশ করা হয়। একেব্রতে কোনো পদার্থ কঠিন হলে তার ইংরেজি নাম (Solid) এর প্রথম বর্ণ (S) লিখতে হয়, কোনো পদার্থ গ্যাসীয় তার ইংরেজি নাম (gas) এর প্রথম বর্ণ (g) লিখতে হয়, কোনো পদার্থ পানিতে জ্বরিভূত হলে সেই জ্বরণকে বলা হয় জ্বলীয় হ্রবণ। জ্বলীয় জ্বরণের ইংরেজি নাম (aqueous solution) এর প্রথম দুটি বর্ণ (aq) লিখতে হয়। উপরের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন গ্যাস এবং উৎপন্ন পদার্থ পানি তরল তাই তাকে লিখতে হবে।



রাসায়নিক সমীকরণ এর উদ্দেশ্য হচ্ছে কোন কোন পদার্থ বিক্রিয়া করে কোন কোন পদার্থ হয়েছে সেটি দেখানো। অনেক সময় সমতা না করেও সেটি দেখানো যেতে পারে।

- তবে যদি কোনো বিক্রিয়ায় কতটুকু তাপ উৎপন্ন হয় বা কতটুকু তাপ শোষিত হয় তা সমীকরণে দেখাতে হয় তবে সেক্ষেত্রে রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমতা করতে হবে এবং বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের ভৌত অবস্থা (যেমন- কঠিন, তরল, গ্যাসীয় অবস্থা, জ্বলীয় অবস্থা ইত্যাদি) লিখতে হবে।

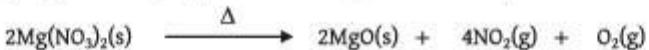
কঠিন কার্বন অক্সাইজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। এক্ষেত্রে রাসায়নিক সমীকরণকে নিম্নরূপে লেখা যায়।



কঠিন ক্যালসিয়াম কার্বনেট হাইড্রোক্সেরিক এসিডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড, গ্যাসীয় কার্বন ডাইঅক্সাইড এবং তরল পানি উৎপন্ন হয়।



কোনো কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপ প্রয়োগে সংঘটিত হয় সেক্ষেত্রে তীব্রের উপর একটি ডেলটা চিহ্ন (Δ) দিতে হবে। যেমন কঠিন ম্যাগনেসিয়াম নাইট্রেটকে তাপ প্রয়োগ করলে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড, নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড গ্যাস এবং অক্সিজেন গ্যাস তৈরি হয়।



6.3.1 রাসায়নিক সমীকরণের সমতাকরণ

রাসায়নিক বিক্রিয়াকে সংক্ষিপ্তরূপে রাসায়নিক সমীকরণের সাহায্যে প্রকাশ করা হয়। যেহেতু রাসায়নিক বিক্রিয়াতে বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ ভরের সংরক্ষণসূত্র মেনে চলে তাই বিক্রিয়ার সমীকরণে বিক্রিয়ক পদার্থের বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা উৎপাদ পদার্থের বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যার সমান থাকে। রাসায়নিক সমীকরণের তীব্র চিহ্ন বা সমান চিহ্নের বাম পাশে কোনো মৌলের যে কয়টি পরমাণু থাকে তীব্র চিহ্ন বা সমান চিহ্নের ভাবে পাশে মৌলের সেই কয়টি পরমাণু থাকলে আমরা ঐ রাসায়নিক সমীকরণ সমতাকরণ হচ্ছে বলে বুঝে থাকি।

নিচের উদাহরণটি লক্ষ করো:



ম্যাগনেসিয়াম ও হাইড্রোক্সেরিক এসিডকে বিক্রিয়ক হিসেবে ব্যবহার করলে আমরা ম্যাগনেসিয়াম ক্লোরাইড ও হাইড্রোজেন পাই এটি সত্তি, কাজেই বিক্রিয়াটি সঠিক। কিন্তু দুইপাশে হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন পরমাণুর সংখ্যা সমান নয়, তাই এই সমীকরণটির সমতাকরণ হয়নি।

বিক্রিয়া সমতাকরণের পদ্ধতি

বিভিন্ন মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের সংকেতের সামনে প্রয়োজনীয় সংখ্যা (1, 2, 3, 4 ...) দিয়ে গুণ করতে হয় এবং পরমাণুর সংখ্যা সমান করার জন্য চেষ্টা করে যেতে হয়। সমীকরণের সমতা করার জন্য কোনো সুনির্দিষ্ট নিয়ম নেই কিন্তু কিন্তু কোশল অবলম্বন করা হয়। সেগুলো এরকম:

1. প্রথমে বিক্রিয়ক এবং উৎপাদের সঠিক সংকেত লিখে বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখা হয়।
2. সমীকরণে সমতা না থাকলে বিভিন্ন বিক্রিয়ক এবং উৎপাদকে বিভিন্ন সংখ্যা দিয়ে গুণ করে তার চিহ্ন বা সামান চিহ্নের দুই পাশে মৌলের পরমাণুর সংখ্যা সমান করার চেষ্টা করা হয়।
3. প্রথমে যৌগিক অণুতে বিদ্যমান মৌলের পরমাণু সংখ্যার সমান করা হয় পরে মৌলিক অণুতে বিদ্যমান মৌলের পরমাণু সংখ্যার সমান করা হয়।
4. সমীকরণের উভয় পাশে প্রত্যেকটি মৌলের পরমাণু সংখ্যা সমান বা সমতা হলেই এ সমীকরণের সমতা হয়েছে বলে বিবেচিত হবে।

আমরা কয়েকটি উদাহরণ দিয়ে সমতাকরণের প্রক্রিয়াটি বোঝাবে চেষ্টা করি।

উদাহরণ 1:



উপরের বিক্রিয়ায় যৌগিক অণু HCl এর মধ্যে Cl পরমাণু আছে 1টি কিন্তু তান পাশে যৌগিক অণু MgCl₂ এর মধ্যে Cl পরমাণু আছে 2টি। কাজেই উভয় পাশে Cl পরমাণুর সংখ্যা সমান হয় নাই। আবার উপরের বিক্রিয়ায় বাম পাশে H পরমাণু আছে 1টি কিন্তু তান পাশে H পরমাণু আছে 2টি। কাজেই উভয় পাশে H পরমাণুর সংখ্যা সমান হয়নি।

আবার উপরের বিক্রিয়ায় বাম পাশে Mg পরমাণু আছে 1টি কিন্তু তান পাশে Mg পরমাণু আছে 1টি কাজেই উভয় পাশে Mg পরমাণুর সংখ্যা সমান হয়েছে।

প্রথমে সমীকরণের উভয় পাশে Cl পরমাণুর সংখ্যা সমান করার চেষ্টা করি একেব্রে বাম পাশের HCl কে 2 দিয়ে গুণ করি



উপরের বিক্রিয়ার বাম দিকের প্রতিটি পরমাণুর সংখ্যা এবং ডান দিকের প্রতিটি পরমাণুর সংখ্যা সমান হয়েছে। অতএব, রাসায়নিক বিক্রিয়ার বা রাসায়নিক সমীকরণের সমতা হয়েছে।

সমীকরণের সমতা হয়ে গেলে তাকে সমান চিহ্ন দ্বারাও লেখা যায়।



উদাহরণ ২:



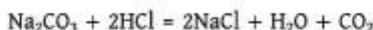
এই সমীকরণে সমতা নেই। কারণ বাম পাশে Na দুটি ডান পাশে Na একটি। অতএব, ডান পাশে NaCl কে ২ দ্বারা গুণ করি।



এখনো সমতা হয়নি। ডান পাশে Cl দুটি বাম পাশে Cl একটি। বাম পাশের HCl কে ২ দ্বারা গুণ করি।



এখন উপরের বিক্রিয়ার বাম দিকের প্রতিটি পরমাণুর সংখ্যা এবং ডান দিকের প্রতিটি পরমাণুর সংখ্যা সমান হয়েছে। অতএব, রাসায়নিক বিক্রিয়ার বা রাসায়নিক সমীকরণের সমতা হয়েছে। সমীকরণের সমতা হয়ে গেলে তাকে সমান চিহ্ন দ্বারাও লেখা যায়।



উদাহরণ ৩:

আলুমিনিয়াম অক্সাইড হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে আলুমিনিয়াম ক্লোরাইড ও পানি উৎপন্ন হয়।



এই সমীকরণে সমতা নেই। Al কে সমান করার জন্য ডান পাশে AlCl_3 কে ২ দিয়ে গুণ করো।



এখনো সমতা হয়নি। Cl এর সমতাকরণের জন্য বাম পাশে HCl কে ৬ দিয়ে গুণ দাও।



এখনো সমতা হয়নি। বাম পাশে অক্সিজেন (O) আছে তিনটি। তান পাশে অক্সিজেন (O) আছে ১টি।
বাম পাশে H আছে ছয়টি। তান পাশে H আছে দুটি। সমতাকরণের জন্য তান পাশের H_2O কে 3 দিয়ে
গুণ দাও।



এবারে সমতা হয়ে গেছে।



৬.৩.২ মোল এবং রাসায়নিক সমীকরণ

নির্দিষ্ট পরিমাণ একটি বিক্রিয়ক অপর একটি বিক্রিয়কের নির্দিষ্ট পরিমাণের সাথে বিক্রিয়া করে নির্দিষ্ট পরিমাণ উৎপাদ উৎপন্ন করে। রাসায়নের যে শাখায় বিক্রিয়কের পরিমাণ থেকে উৎপাদের পরিমাণ এবং উৎপাদের পরিমাণ থেকে বিক্রিয়কের পরিমাণের হিসাব করা হয় তাকে স্টয়াকিওমিতি (Stoichiometry) বলে। রাসায়নিক সমীকরণ থেকে মোলের হিসাব সংক্রান্ত যে তথ্যসমূহ লেখা যায় তা ঐ বিক্রিয়ার স্টয়াকিওমিতি।

বিক্রিয়ার স্টয়াকিওমিতি অনুযায়ী আমরা হিসাব করে বলতে পারি কতটি বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে কতটি উৎপাদ উৎপন্ন করেছে, কত মোল বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে কত মোল উৎপাদ উৎপন্ন করেছে, কতো গ্রাম বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে কত গ্রাম উৎপাদ উৎপন্ন করেছে।



স্টয়াকিওমিতি অনুযায়ী উপরের বিক্রিয়ার বিভিন্ন পদার্থের নিচে নিচে আমরা নিম্নলুপ লিখতে পারি।

| | | |
|------------------------------------|---------------------------|--|
| $2Mg(s)$ | $+ O_2(g)$ | $\longrightarrow 2MgO(s)$ |
| ম্যাগনেসিয়াম | অক্সিজেন | ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড |
| 2 মোল Mg পরমাণু | 1 মোল O_2 অণু | 2 মোল MgO অণু |
| $2 \times 6.023 \times 10^{23}$ টি | 6.023×10^{23} টি | $2 \times 6.023 \times 10^{23}$ টি MgO |
| Mg পরমাণু | O_2 অণু | অণু |
| $2 \times 24 = 48$ গ্রাম | $1 \times 32 = 32$ গ্রাম | $2 \times 40 = 80$ গ্রাম |

রাসায়নিক বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত সমীকরণ এর নিচে প্রদত্ত এই সব হিসাব-নিকাশকেই বিক্রিয়ার স্টয়কিউমিতি বলা হয়। যদি বিক্রিয়ক এবং উৎপাদ উভয়েই গ্যাসীয় হয় তবে স্টয়কিউমিতিতে প্রামাণ অবস্থায় ১ মোল গ্যাসীয় পদার্থের আয়তন হয় 22.4 লিটার।



উদাহরণ

সমস্যা: 5 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু কত গ্রাম অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে সম্পূর্ণরূপে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড তৈরি করে।

সমাধান: ম্যাগনেসিয়াম অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড তৈরি করে। এই বিক্রিয়ার সমতাযুক্ত সমীকরণ এবং স্টয়কিউমিতি পূর্বের পৃষ্ঠায় দেখানো হয়েছে। বিক্রিয়ার এই স্টয়কিউমিতি অনুযায়ী লেখা যায়:

48 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু বিক্রিয়া করে 32 গ্রাম অক্সিজেনের সাথে

$$\text{কাজেই } 1 \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু বিক্রিয়া করে \frac{1 \times 32}{48} \text{ গ্রাম অক্সিজেনের সাথে}$$

$$5 \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু বিক্রিয়া করে \frac{1 \times 32 \times 5}{48} = 3.33 \text{ গ্রাম অক্সিজেনের সাথে}$$

সমস্যা: 2 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতুর সাথে প্রয়োজনীয় পরিমাণ অক্সিজেন সরবরাহ করলে কত গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

সমাধান: বিক্রিয়ার স্টয়কিউমিতি অনুযায়ী লেখা যায়:

48 গ্রাম Mg ধাতু থেকে উৎপন্ন হয় 80 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড

$$1 \text{ গ্রাম Mg ধাতু থেকে উৎপন্ন হয় } \frac{80}{48} \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড}$$

$$2 \text{ গ্রাম Mg ধাতু থেকে উৎপন্ন হয় } \frac{2 \times 80}{48} \text{ গ্রাম} = 3.33 \text{ গ্রাম MgO}$$

সমস্যা: প্রয়োজনীয় পরিমাণ ম্যাগনেসিয়াম সরবরাহ করলে 10 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন করতে কত গ্রাম অক্সিজেন প্রয়োজন?

সমাধান: বিক্রিয়ার স্টয়কিউমিতি অনুযায়ী লেখা যায়:

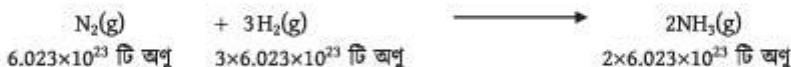
80 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয় 32 গ্রাম অক্সিজেন থেকে

$$1 \text{ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয় } \frac{32}{80} \text{ গ্রাম অক্সিজেন থেকে}$$

১০ গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয় $\frac{32 \times 10}{80} = 4$ গ্রাম অক্সিজেন থেকে

সমস্যা: ৫টি N_2 অণু থেকে কতটি NH_3 অণু উৎপন্ন হবে?

সমাধান:



বিক্রিয়ার সমীকরণ থেকে লিখতে পারি

6.023×10^{23} টি N_2 অণু থেকে উৎপন্ন হয় $2 \times 6.023 \times 10^{23}$ টি NH_3 অণু

অতএব, ১ টি N_2 অণু থেকে উৎপন্ন হয় $\frac{2 \times 6.023 \times 10^{23}}{6.023 \times 10^{23}} = 2$ টি NH_3 অণু

অতএব, ৫ টি N_2 থেকে উৎপন্ন $2 \times 5 = 10$ টি NH_3 অণু



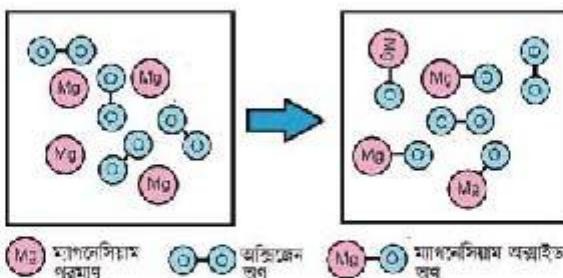
নিজে করো

কাজ: ৬ মোল পানি উৎপন্ন করতে কত মোল O_2 প্রয়োজন হয়?

কাজ: প্রামাণ তাপমাত্রা ও চাপে ৪ লিটার N_2 থেকে কত লিটার NH_3 পাওয়া যাবে। এখানে বিক্রিয়ক ও উৎপাদ সকল পদার্থ গ্যাসীয়।

৬.4 লিমিটিং বিক্রিয়ক (Limiting Reactant)

রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যে সকল পদার্থ অংশগ্রহণ করে তাদেরকে বিক্রিয়ক বলে এবং যে সকল পদার্থ উৎপন্ন হয় তাদেরকে উৎপাদ বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় একাধিক বিক্রিয়ক থাকলে বিক্রিয়া সংঘটনের জন্য সবগুলো বিক্রিয়ক পরিমাণ মাধ্যিক সরবরাহ করা যাব না। ফলে দেখা যায় কোনো একটি বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে শেষ হয়ে যায় এবং অন্য একটি বিক্রিয়ক বিক্রিয়া শেষে কিছু পরিমাণ উদ্ভৃত রয়ে যায় বা অবশিষ্ট থেকে যায়। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যে বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে শেষ হয়ে যায় সেই বিক্রিয়ককে লিমিটিং বিক্রিয়ক বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কোন বিক্রিয়কটি লিমিটিং বিক্রিয়ক হবে তা বিক্রিয়কের পরিমাণের উপর নির্ভর করে। কোন বিক্রিয়ক কতটুকু বিক্রিয়া করবে, কতটুকু অবশিষ্ট থাকবে এবং কোন উৎপাদ কতটুকু উৎপন্ন হবে ইত্যাদি বিষয় লিমিটিং বিক্রিয়কের পরিমাণ থেকে হিসাব করে বের করা হয়।

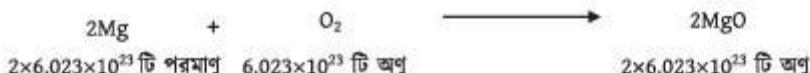


চিত্র ৬.০২: এখানে ম্যাগনেসিয়াম ধাতব লিমিটিং বিক্রিয়ক।



উদাহরণ

সমস্যা: ৪টি ম্যাগনেসিয়াম ধাতব পরমাণুর মধ্যে ৫টি অক্সিজেন অণু মিশ্রিত করা হলো। এখানে কোন বিক্রিয়কটি লিমিটিং বিক্রিয়ক?



সমাধান:

উপরের সমীকরণ থেকে আমরা দেখতে পাইছ যে প্রতি ২টি Mg ধাতব পরমাণুর সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজন ১টি O₂ অণু। কাজেই ৪টি Mg ধাতব পরমাণুর সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজন ২টি O₂ অণু। বিক্রিয়ার জন্য দেওয়া আছে এটি O₂, কিন্তু বিক্রিয়া করেছে ২টি O₂। এখনো বিক্রিয়া পারে উভ্যে থেকে গেছে (4 - 2) = 2টি O₂ অণু। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যে বিক্রিয়ক বিক্রিয়া করে শেষ হয়ে যায় সেই বিক্রিয়কটি লিমিটিং বিক্রিয়ক হবে। এখানে ম্যাগনেসিয়াম বিক্রিয়া করে শেষ হয়ে গেছে কাজেই ম্যাগনেসিয়াম লিমিটিং বিক্রিয়ক।

যদি 70টি ম্যাগনেসিয়াম ধাতব পরমাণুর মধ্যে 30টি অক্সিজেন অণু মিশ্রিত করা হতো, তাহলে কোন বিক্রিয়কটি লিমিটিং বিক্রিয়ক হবে?

যেহেতু প্রতি ২টি Mg ধাতব পরমাণুর সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজন ১টি O₂ অণু তাই 70টি ম্যাগনেসিয়াম ধাতব পরমাণুর সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজন 35টি O₂ অণু। কিন্তু বিক্রিয়ার জন্য

দেওয়া আছে 30টি O_2 অণু অর্ধাং অক্সিজেন অণুর পরিমাণ কম দেওয়া আছে। কাজেই এক্ষেত্রে অক্সিজেন লিমিটিং বিক্রিয়ক।

সমস্যা: 5 গ্রাম হাইড্রোজেন গ্যাসের মধ্যে 75 গ্রাম ক্রেডিন গ্যাস মিশ্রিত করা হলো, এখানে কোন বিক্রিয়কটি লিমিটিং বিক্রিয়ক? এবং বিক্রিয়া শেষে কোন বিক্রিয়ক কতটুকু উদ্বৃত্ত থাকবে বা অবশিষ্ট থাকবে?



সমাধান:

উপরের বিক্রিয়ার সমীকরণ থেকে লেখা থায়,

2 গ্রাম H_2 গ্যাসের সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজন 71 গ্রাম Cl_2

অতএব, 5 গ্রাম H_2 গ্যাসের সাথে বিক্রিয়া করার জন্য প্রয়োজন $\frac{71 \times 5}{2} = 177.5$ গ্রাম Cl_2

কিন্তু বিক্রিয়ার জন্য দেওয়া আছে 75 গ্রাম Cl_2 কাজেই Cl_2 এর পরিমাণ কম দেওয়া আছে। এক্ষেত্রে Cl_2 লিমিটিং বিক্রিয়ক।



নিজে করো

উপরের উদাহরণে কতটুকু H_2 অবশিষ্ট থাকবে বের করো।

6.5 উৎপাদের শতকরা পরিমাণ হিসাব (Calculation of the Percentage of Yield)

বাসায়নিক বিক্রিয়ায় ব্যবহৃত বিক্রিয়কগুলো সব সময় 100% বিশুদ্ধ হয় না। যে বিক্রিয়ক সবচেয়ে বেশি বিশুদ্ধ তাকে আনালার বা আনালার গ্রেড পদার্থ বলে।

যদি কোনো পদার্থকে 99% বিশুদ্ধ করা যায় এবং এর চেয়ে আর বেশি বিশুদ্ধ করা সম্ভব না হয় তখন এই 99% বিশুদ্ধ পদার্থকেই আনালার বলে। কোনো অবিশুদ্ধ পদার্থকে বিশুদ্ধ করার জন্য কেলাসন, পাতন, আশিক পাতন, ক্রামাটোগ্রাফি ইত্যাদি ব্যবহার করা হয়। এই বিশুদ্ধকরণ পদ্ধতি তোমরা পরবর্তী শ্রেণিতে শিখতে পারবে।

এক বা একাধিক বিশুদ্ধকরণ পদ্ধতি প্রয়োগ করেও অনেক পদার্থকে 100% বিশুদ্ধ করা যায় না। বিক্রিয়ক 100% বিশুদ্ধ না হলে লিমিটিং বিক্রিয়ক থেকে হিসাব করে যে পরিমাণ উৎপাদ হবার কথা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তার চেয়ে কম পরিমাণে উৎপাদ তৈরি হয়।

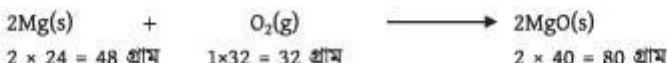
কোনো বিক্রিয়ায় উৎপাদের শতকরা পরিমাণকে নিচের সমীকরণের সাহায্যে বের করা যায়

$$\text{উৎপাদের শতকরা পরিমাণ} = \frac{\text{বিক্রিয়া হওয়ার পরে প্রাপ্ত প্রকৃত উৎপাদের পরিমাণ} \times 100 \\ \text{রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সমীকরণ থেকে হিসাবকৃত উৎপাদের পরিমাণ}$$



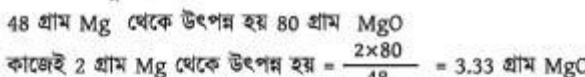
উদাহরণ

সমস্যা: 2 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম ধাতু প্রয়োজনীয় পরিমাণ অঙ্গীজনের সাথে বিক্রিয়া করে 3.25 গ্রাম ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড উৎপন্ন হয়। উৎপাদের শতকরা পরিমাণ কতো?



সমাধান:

সমীকরণ অনুযায়ী:



বিক্রিয়া হওয়ার পরে ম্যাগনেসিয়াম অক্সাইড প্রকৃত উৎপন্ন হয়েছে 3.25 গ্রাম

$$\text{অতএব, উৎপাদের শতকরা পরিমাণ} = \frac{\text{বিক্রিয়া হওয়ার পরে প্রাপ্ত প্রকৃত উৎপাদের পরিমাণ} \times 100}{\text{রাসায়নিক বিক্রিয়ায় সমীকরণ থেকে হিসাবকৃত উৎপাদের পরিমাণ}}$$

$$= \frac{3.25 \times 100}{3.33} \% = 97.6\%$$



নিজে করো

80 গ্রাম CaCO_3 কে তাপ দিয়ে 39 গ্রাম CaO পাওয়া যায়। উৎপাদের শতকরা পরিমাণ বের করো। Ca এর পারমাণবিক ভর 40, C এর পারমাণবিক ভর 12, O এর পারমাণবিক ভর 16।



পরীক্ষণ

250 মিলিলিটার (মিলি) আয়তনিক ফ্লাস্কে 0.1 মোলার সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ প্রস্তুতি।

মূলনৈতি: সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) একটি প্রাইমারি স্ট্যান্ডার্ড পদার্থ। কারণ সোডিয়াম কার্বনেটকে বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়, শুক্র অবস্থায় পাওয়া যায়, রাসায়নিক নিষ্ঠিতে সরাসরি ওজন করা যায়, সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণের ঘনমাত্রা তৈরি করে রাখলে ঐ ঘনমাত্রা দীর্ঘদিন কোনো পরিবর্তন হয় না। একটি 250 মিলি আয়তনিক ফ্লাস্কে 0.1 মোলার সোডিয়াম কার্বনেটের দ্রবণ তৈরি করার জন্য নিচের হিসাব প্রয়োজন।

এখানে, $V = 250$ মিলিলিটার, $S = 0.1$ মোলার, $M = 23 \times 2 + 12 + 16 \times 3 = 106$, $w = ?$

$$W = \frac{SVM}{1000}$$

$$W = \frac{0.1 \times 250 \times 106}{1000} \text{ গ্রাম}$$

$$W = 2.65 \text{ গ্রাম}$$

একটি আয়তনিক ফ্লাস্কে 2.65 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট যেপে নিয়ে তার মধ্যে পানি যোগ করে দ্রবণের আয়তন 250 মিলিলিটার করলে 0.1 মোলার সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ প্রস্তুত হয়ে থাবে। কিন্তু এই নির্দিষ্ট ঘনমাত্রার (মোলারিটির) দ্রবণ তৈরি করা অত্যন্ত কষ্টসাধ। কারণ সঠিকভাবে 2.65 গ্রাম সোডিয়াম কার্বনেট যেপে নেওয়া অত্যন্ত কঠিন। অতএব, 0.1 মোলার ঘনমাত্রার কাছাকাছি কোনো ঘনমাত্রার দ্রবণ তৈরি করা হয়।

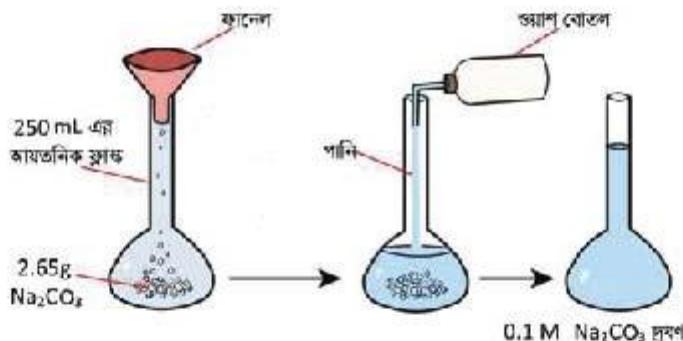
প্রয়োজনীয় যত্নপাতি: 250 মিলিলিটার আয়তনিক ফ্লাস্ক, ফানেল, ওজন বোতল, রাসায়নিক নিষ্ঠি, ওয়াশ বোতল।

রাসায়নিক দ্রবণি: বিশুদ্ধ সোডিয়াম কার্বনেট, পানি।

কার্যপদ্ধতি

- একটি পরিষ্কার 250 মিলিলিটার আয়তনিক ফ্লাস্কের মুখে একটি পরিষ্কার ফানেল রাখা হলো।
- শুক্র ওজন বোতলে কিছু পরিমাণ (2.65 গ্রামের বেশি) সোডিয়াম কার্বনেট নেওয়া হলো এবং রাসায়নিক নিষ্ঠির সাহায্যে এর ওজন নেওয়া হলো।

৩. ওজন বোতলের সোডিয়াম কার্বনেট ফানেলের মধ্য দিয়ে আয়তনিক ফ্লাকে এমনভাবে ঢালা হলো যেন সোডিয়াম কার্বনেটসহ ওজন বোতলের ওজন পূর্বের ওজন অপেক্ষা 2.65 g গ্রাম কম হয়।
৪. ঘরাশ বোতল থেকে পাতিত পানি ফানেলের মাধ্যমে আয়তনিক ফ্লাকে আস্তে আস্তে যোগ করা হলো। অর্ধেক পানি ঢালার পর আয়তনিক ফ্লাকের মুখের ছিপি আটকিয়ে আয়তনিক ফ্লাক বাঁকিয়ে সোডিয়াম কার্বনেটকে সমৃদ্ধভাবে দ্রব্যাভৃত করা হলো। এরপর আরো পানি যোগ করে আয়তনিক ফ্লাকের 250 mL দাগ পর্যন্ত পানি ঢালা পূর্ণ করা হলো।



চিত্র 6.03: 0.1 M মোলার সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ প্রস্তুতি।

সতর্কতা

- শুষ্ক ও বিশুদ্ধ সোডিয়াম কার্বনেট নেওয়া।
- শুষ্ক ওজন বোতল নেওয়া।
- বিশুদ্ধ পানি অর্ধেক পাতিত পানি আয়তনিক ফ্লাকে যোগ করা।

শিক্ষার্থীর কাজ: উপরের ব্যবহারিক কার্যের ধারা অনুসারে তোমাদের ডাটা বা উপাঞ্চগুলো ব্যবহার করে তোমরা 250 mL মিলি আয়তনিক ফ্লাকে 0.1 M মোলার সোডিয়াম কার্বনেট দ্রবণ প্রস্তুত করো।



পরীক্ষণ

তুঁতের কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয়।

মূলনীতি: তুঁতের রাসায়নিক নাম ব্লু ভিট্রিয়ল (Blue Vitriol) বা কপার সালফেট পেটেচাইড্রেট। এর সংকেত $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ । কপার সালফেট ও ৫ অণু পানির সমষ্টিয়ে তুঁতে গঠিত। এটি খাবার লবণ সোডিয়াম ক্রোরাইডের মতো কেলাস আহুতির দানাদার পদার্থ। খাবার লবণের বর্ণ সাদা, তুঁতের মধ্যে ৫ অণু পানি থাকে। তুঁতকে উত্তৃত করলে এই ৫ অণু পানি বাষ্প হয়ে উড়ে যায়। তখন তুঁতের মধ্যে কোনো পানি থাকে না এবং তুঁতের বর্ণ সাদা হয়ে যায়। এই ৫ অণু পানিকে কেলাস পানি বলে।



প্রয়োজনীয় উপকরণ: তুঁতে (ব্লু ভিট্রিয়ল), ডেসিকেটর, নিষ্ঠি, তুঁতে, সিরামিক বাটি, ত্রিপলি স্ট্যাক্ট, তারজালি, বুনসেন বার্নার বা স্পিরিট ল্যাম্প।

কার্যপদ্ধতি

- নিষ্ঠি দিয়ে একটি পোমেলিন ক্রুসিবল মেপে নেওয়া হলো। ধৰা যাক ক্রুসিবল এর ওজন a গ্রাম। এবার এই পোমেলিন ক্রুসিবলের মধ্যে কিছু তুঁতে নেওয়া হলো এবং তুঁতেসহ ক্রুসিবলের ওজন পাওয়া গেল b গ্রাম। কাজেই তুঁতের ওজন $(b - a)$ গ্রাম।
- একটি ত্রিপলি স্ট্যাক্টের উপর তারজালি স্থাপন করে তারজালির উপরে তুঁতেসহ ক্রুসিবলকে বুনসেন বার্নার বা স্পিরিট ল্যাম্প দিয়ে তাপ দেওয়া হলো।



চিত্র 6.04: তুঁতের কেলাস পানির পরিমাণ নির্ণয়

3. তাপ থান করার ফলে যে তুঁতের বর্ণ নীল ছিল সেই তুঁতের বর্ণ আস্তে সাদা হয়ে যাবে। তাপ প্রয়োগের ফলে তুঁতে থেকে পানি অপসারিত হওয়ার কারণে তুঁতের বর্ণ সাদা হয়ে যাবে।
4. তুঁতের বর্ণ একেবারে সাদা হয়ে যাওয়ার পর বুনসেন বার্নার বা স্পিরিট ল্যাম্প বন্ধ করে তাপ দেওয়া বন্ধ করা হলো।
5. এবার পোসেলিন কুসিবলকে দ্রুত ডেসিকেটরে নিয়ে যাওয়া হলো এবং দ্রুত শীতল করে পোসেলিন কুসিবলের ওজন নেওয়া হলো। এটি দ্রুত করতে হবে, তা না হলে তুঁতে আবার পানি শোষণ করে নীল বর্ণ ধারণ করবে। ধৰা যাক এই ওজন c গ্রাম।

তাহলে পানি অপসারিত হবার পর তুঁতের ওজন (c - a) গ্রাম
 তুঁতে থেকে অপসারিত পানির পরিমাণ (b - a) - (c - a) গ্রাম
 = (b - c) গ্রাম

হিসাব

$$(b - a) \text{ গ্রাম তুঁতে থেকে অপসারিত পানির পরিমাণ } (b - c) \text{ গ্রাম}$$

$$\text{কাজেই } 100 \text{ গ্রাম তুঁতে থেকে অপসারিত পানির পরিমাণ } \frac{(b-c)}{(b-c)} \times 100 \text{ গ্রাম}$$

$$\text{তুঁতেতে কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ } \frac{(b-c)}{(b-c)} \times 100 \%$$

সতর্কতা

গোসেলিন বাটিতে তুঁতে উন্মত্ত করার সময় ধীরে ধীরে এবং সমানভাবে তাপ দিতে হবে।
 তাপ দিয়ে পানি বাঢ়িত্ব করার পর দ্রুত পোসেলিনসহ তুঁতের ওজন নিতে হবে।

শিক্ষার্থীর কাজ: তুঁতের কেলাস পানির শতকরা পরিমাণ নির্ণয়ের জন্য এইরূপ একটি পরীক্ষাকার্য সফলাদান করো।



অনুশীলনী



বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

১. প্রমাণ অবস্থায় 2 গ্রাম হাইড্রোজেন গ্যাসের আয়তন কত?

- (ক) 2.24 লিটার (খ) 11.2 লিটার
 (গ) 22.4 লিটার (ঘ) 44.8 লিটার

২. নিচের কোনটি ক্যালসিয়াম ফসফেটের সংকেত?

- (ক) CaPO_4 (খ) $\text{Ca}(\text{PO}_4)_2$
 (গ) $\text{Ca}_2(\text{PO}_4)_3$ (ঘ) $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

নিচের উচ্চীগতের আলোকে 3 ও 4 নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

৫ গ্রাম হাইড্রোজেন গ্যাসকে 75 গ্রাম ক্রোরিন গ্যাসের মধ্যে চালনা করা হলো।

৩. উচ্চীগতে ব্যবহৃত ক্রোরিন পরমাণুর সংখ্যা কতটি?

- (ক) 1.27×10^{24} (খ) 2.54×10^{24}
 (গ) 6.02×10^{23} (ঘ) 6.36×10^{23}

৪. উচ্চীগতের বিক্রিয়ায় অবশিষ্ট ধাকে-

- (ক) 1.44 মোল H_2 (খ) 1.44 মোল Cl_2
 (গ) 2.89 মোল H_2 (ঘ) 2.89 মোল Cl_2

৫. প্রমাণ অবস্থায় 17 গ্রাম অ্যামোনিয়া গ্যাসের আয়তন কত?

- (ক) 24.2 লিটার (খ) 22.4 লিটার
 (গ) 12.2 লিটার (ঘ) 11.4 লিটার

৬. 10g CaCO_3 এ কয়টি অণু আছে?

- (ক) 6.02×10^{23} টি (খ) 6.02×10^{22} টি
 (গ) 6.02×10^{21} টি (ঘ) 2.58×10^{22} টি



ସୃଜନଶୀଳ ପ୍ରଶ୍ନ

1.

- (କ) ମୋଲ କାକେ ବଲେ ?
- (ଘ) ଶ୍ଥୁଲ ସଂକେତ ଓ ଆଗ୍ରହିକ ସଂକେତ ବଲତେ କୀ ବୋଲା ?
- (ଗ) ଉଦ୍ଦିପକେର ଦ୍ରୁବଗଭ୍ୟାକେ ଏକତ୍ରେ ମିଶ୍ରିତ କରଲେ ଯେ ଲବଣ ପାଓଯା ଥାଏ ତାର ସଂଯୁକ୍ତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରେ ଦେଖାଓ ।
- (ଘ) ଉଦ୍ଦିପକେର ଦ୍ରୁବ ଦ୍ୱାରିର ମୋଲାରିଟି ସମାନ ହବେ କିନ୍ତୁ ତାର ଗାଣିତିକ ଘୁଣ୍ଡି ଦାଓ ।



2. 10 ଗ୍ରାମ CaCO_3 ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାର ଲକ୍ଷ୍ୟେ 4.4 ଗ୍ରାମ କାର୍ବନ ଡାଇଆକ୍ୟୁଅଇଡ ଓ 5 ଗ୍ରାମ କ୍ୟାଲସିଯାମ ଅକ୍ୟୁଅଇଡ ମିଶ୍ରିତ କରା ହଲୋ । ବିକ୍ରିଯାଯ ପ୍ରତ୍ୟାଶିତ ଉତ୍ପାଦ ପାଓଯା ଗେଲ ନା ।
- (କ) ରାସାୟନିକ ସମୀକରଣ କାକେ ବଲେ ?
- (ଘ) କାର୍ବନ ଡାଇଆକ୍ୟୁଅଇଡ ମୋଲାର ଆୟତନ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରୋ ।
- (ଗ) ବିକ୍ରିଯାଯ କଣ ମୋଲ କାର୍ବନ ଡାଇଆକ୍ୟୁଅଇଡ ବ୍ୟବହାର କରା ହେଉଛିଲ ତା ନିରୂପଣ କରେ ଦେଖାଓ ।
- (ଘ) ଉଦ୍ଦିପକେର ବିକ୍ରିଯାଯ ପ୍ରତ୍ୟାଶିତ ଉତ୍ପାଦେର ପରିମାଣ କମ ହେଁଥାର ମୌକ୍ତିକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା ଦାଓ ।

সপ্তম অধ্যায়

রাসায়নিক বিক্রিয়া

(Chemical Reactions)



আমরা জানি, পদার্থের প্রকৃতি, ধর্ম এবং তাদের পরিবর্তন রাসায়ন পাঠের মূল বিষয়। আমদের চারপাশে বিভিন্ন পদার্থ প্রতিনিয়ত পরিবর্তিত হচ্ছে। তিনি অবস্থায় পরিণত হওয়াকে তোত পরিবর্তন এবং সম্পূর্ণ ভিন্নধৰ্মী নতুন পদার্থে পরিণত হওয়াকে রাসায়নিক পরিবর্তন বলে। এই পরিবর্তনগুলো ঘটে নানা ধরনের তোত পরিবর্তন ও রাসায়নিক বিক্রিয়ার কারণে। এই অধ্যায়ে রাসায়নিক বিক্রিয়ার প্রকারভেদ, রাসায়নিক বিক্রিয়ার হার ইত্যাদি বিষয়ে বিস্তারিত আলোচনা করা হয়েছে।



ଏ ଅଧ୍ୟାୟ ପାଠ ଶେୟେ ଆମରା

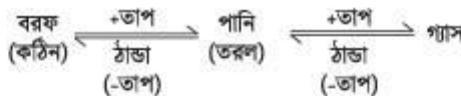
- ଭୋତ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଓ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ପାର୍ଥକ୍ୟ କରତେ ପାରବ ।
- ପଦାର୍ଥର ପରିବର୍ତ୍ତନକେ ବିଶ୍ଲେଷଣ କରେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆ ଶନାନ୍ତ କରତେ ପାରବ ।
- ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ଶ୍ରେଣିବିଭାଗ, ରେଡ଼ୀ/ନଳ-ରେଡ଼ୀ, ଏକମୁଖୀ, ଉତ୍ତମୁଖୀ, ତାପ ଉଂପାଦୀ, ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଆର ସଂଜ୍ଞା ଦିତେ ପାରବ ଏବଂ ବିକ୍ରିଆର ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ଶନାନ୍ତ କରତେ ପାରବ ।
- ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆଯ ଉଂପନ୍ନ ପଦାର୍ଥର ପରିମାଣକେ ଲା-ଶାତେଲିଯାରେର ମୌତିର ଆଲୋକେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ପରିବର୍ତ୍ତନ ବିଶ୍ଲେଷଣ କରେ ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ବିକ୍ରିଆର ପ୍ରକାର ଶନାନ୍ତ କରେ ପାରବ ।
- ବାସ୍ତବେ ବିଭିନ୍ନ କ୍ଷେତ୍ରେ ସଂଘଟିତ ବିକ୍ରିଆ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରବ ।
- ବାସ୍ତବ କ୍ଷେତ୍ରେ ସଂଘଟିତ କ୍ଷତିକର ବିକ୍ରିଆସମୂହ ନିୟକ୍ରମ ବା ରୋଧେର ଉପାୟ ନିର୍ଧାରଣ କରତେ ପାରବ । (ଲୋହାର ତୈରି ଜିନିସେର ମରିଚା ପଡ଼ା ରୋଧେର ସଥାର୍ଥ ଉପାୟ ନିର୍ଧାରଣ କରତେ ପାରବ ।)
- ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ହାର ବ୍ୟାଖ୍ୟା ଓ ସଂଖ୍ଲିଷ୍ଟ ହାରେର ତୁଳନା କରତେ ପାରବ ।
- ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହାର କରେ ବିକ୍ରିଆର ଗତିବେଗ ବା ହାର ପରୀକ୍ଷା ଓ ତୁଳନା କରତେ ପାରବ ।
- ଦୈନିନ୍ଦିନ କାଜେ ଧାତବ ବସ୍ତୁ ବ୍ୟବହାରେ ସଚେତନତା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରତେ ପାରବ ।
- ପରୀକ୍ଷାର ସାହାଯ୍ୟ ବିକ୍ରିଆର ହାରେର ଭିନ୍ନତା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରତେ ପାରବ ।
- ଅନ୍ତଃ-କାର ପ୍ରଶମନ ବିକ୍ରିଆ ଏବଂ ଅଧିକ୍ଷେପଣ ବିକ୍ରିଆ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରତେ ପାରବ ।

৭.১ পদার্থের পরিবর্তন (Changes of Matter)

আমরা সব সময় আমাদের চারপাশের নানা পদার্থ তাপ, চাপ কিংবা একে অন্যের সংস্পর্শে এসে পরিবর্তিত হতে দেখি। পদার্থের দুই ধরনের পরিবর্তন হয়—কখনো হয় ভৌত পরিবর্তন, কখনো বা রাসায়নিক পরিবর্তন।

৭.১.১ ভৌত পরিবর্তন

প্রতিটি রাসায়নিক পদার্থ এক বা একাধিক মৌল দিয়ে গঠিত। যদি কোনো পদার্থের অভ্যন্তরীণ রাসায়নিক গঠনের কোনো পরিবর্তন না ঘটে শুধু বাহ্যিক অবস্থার পরিবর্তন ঘটে তাকে ভৌত পরিবর্তন (Physical Change) বলে। যেমন—এক খণ্ড কঠিন বরফকে কক্ষ তাপমাত্রায় রেখে দিলে তা পরিবেশ থেকে তাপ গ্রহণ করে আস্তে আস্তে গলে তরল পানিতে পরিণত হয়। আবার, তরল পানিকে তাপ প্রদান করে 100°C এ উচ্চীত করলে সেটি জলীয় বাল্কে পরিণত হয়। এখানে কঠিন বরফ, পানি এবং জলীয় বাল্ক এ তিনটি পদার্থের আণবিক সংকেত H_2O । অর্থাৎ তরল পানি, কঠিন বরফ এবং গ্যাসীয় জলীয় বাল্ক তিনটিরই প্রতিটি অণুতে দৃঢ়ি করে হাইড্রোজেন ও একটি করে অক্সিজেন পরমাণু থাকে। কাজেই তিনটি পদার্থ একই। শুধু এদের ভৌত অবস্থার পরিবর্তন ঘটেছে—বরফ কঠিন, পানি তরল এবং জলীয় বাল্ক গ্যাসীয়। এ ধরনের পরিবর্তনকে আমরা ভৌত পরিবর্তন বলব।



৭.১.২ রাসায়নিক পরিবর্তন

কখনো কখনো দেখা যায় যেকোনো পদার্থের ব্যাখ্যিক তাপমাত্রা ও চাপের পরিবর্তন করলে কিংবা অন্য পদার্থের সংস্পর্শে আনলে তা পরিবর্তিত হয়ে সম্পূর্ণ ভিন্নধর্মী নতুন পদার্থে পরিণত হয়। এ ধরনের পরিবর্তনকে রাসায়নিক পরিবর্তন (Chemical Change) বলে। অর্থাৎ যে পরিবর্তনের ফলে সম্পূর্ণ ভিন্ন ধর্মবিশিষ্ট নতুন পদার্থে পরিণত হয় তাকে রাসায়নিক পরিবর্তন বলে। রাসায়নিক পরিবর্তনে নতুন যে পদার্থ উৎপন্ন হয় তার অণুতে অবস্থিত মৌলগুলো পূর্বের পদার্থ থেকেই আসে। পূর্বের অণুর মধ্যে বন্ধনসম্মত ভাগনের মাধ্যমে বিজিহ আয়ন বা পরমাণুর সৃষ্টি হয়। পরবর্তীকালে আয়ন বা পরমাণুগুলোর মধ্যে নতুন বন্ধন গঠিত হয়ে নতুন অণুর সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ এক কথায় পুরোনো বন্ধনের ভাগন এবং নতুন বন্ধনের গঠনই মূলত রাসায়নিক বিজিহ বা রাসায়নিক পরিবর্তন। রাজার কাজে আমরা যে প্রাকৃতিক গ্যাস ব্যবহার করি সে গ্যাসের প্রধান উপাদান হলো মিথেন (CH_4)। মিথেন গ্যাসকে অক্সিজেনে পোড়ালে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস, জলীয় বাল্ক এবং তাপ শক্তি উৎপন্ন হয়। এ ধরনের পরিবর্তনই রাসায়নিক পরিবর্তন।



একইভাবে, ক্যালসিয়াম কার্বনেট হাইড্রোক্রিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লেরাইড, কার্বন ডাই-অক্সাইড ও পানি উৎপন্ন করে। এটিও রাসায়নিক পরিবর্তন।



7.2 রাসায়নিক বিক্রিয়ার শ্রেণিবিভাগ (Classification of Chemical Reactions)

রাসায়নিক বিক্রিয়াকে নিম্নলিখিত বিষয়গুলোর উপর ভিত্তি করে শ্রেণিবিভাগ করা যায়:

7.2.1 রাসায়নিক বিক্রিয়ার দিক

বিক্রিয়ার দিকের উপর ভিত্তি করে রাসায়নিক বিক্রিয়াকে দুই ভাগে ভাগ করা যায়। একমুখী বিক্রিয়া ও উভমুখী বিক্রিয়া।

একমুখী বিক্রিয়া (Irreversible Reactions)

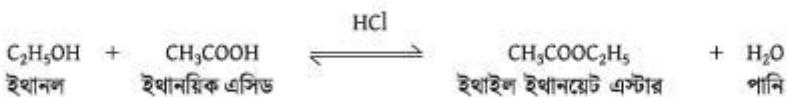
যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থগুলো উৎপাদে পরিণত হয়, কিন্তু উৎপাদ পদার্থগুলো পুনরায় বিক্রিয়কে পরিণত হয় না তাকে একমুখী বিক্রিয়া বলা হয়। যেমন: তুমি যদি ক্যালসিয়াম কার্বনেটকে একটি খোলা পাতে নিয়ে তাপ দাও তাহলে দেখবে ক্যালসিয়াম কার্বনেট ভেঙে গিয়ে কঠিন চুন ও গ্যাসীয় কার্বন ডাই-অক্সাইডে পরিণত হবে। গ্যাসীয় কার্বন ডাই-অক্সাইড বিক্রিয়া পাত থেকে অপসারিত হয় এ অবস্থায় কঠিন চুন পুনরায় ক্যালসিয়াম কার্বনেটে পরিণত হয় না। সুতরাং এটি একটি একমুখী বিক্রিয়া। একমুখী বিক্রিয়ার সমীকরণে বিক্রিয়ক ও উৎপাদের মধ্যে একটি ডানমুখী তীর ছিঁ (→) ব্যবহার করা হয়।



উভমুখী বিক্রিয়া (Reversible Reactions)

যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থ বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয় আবার উৎপাদ পদার্থগুলো বিক্রিয়া করে পুনরায় বিক্রিয়ক পদার্থে পরিণত হয়। এই ধরনের রাসায়নিক বিক্রিয়াকে উভমুখী বিক্রিয়া বলে। উভমুখী বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক হতে উৎপাদ হওয়ার বিক্রিয়াকে সম্মুখমুখী বিক্রিয়া এবং উৎপাদ

ହତେ ବିକ୍ରିଯକେ ପରିଣତ ହୋଇବା ବିକ୍ରିଯାକେ ପଚାଂମୁଖୀ ବିକ୍ରିଯା ବଲା ହୁଏ ଉତ୍ତମମୁଖୀ ବିକ୍ରିଯା ବିକ୍ରିଯକ ଓ ଉତ୍ପାଦେର ମଧ୍ୟେ ବିପରୀତମୁଖୀ ଦୁଟି ଅର୍ଧ ତୀର ଚିହ୍ନ (≡) ବ୍ୟବହାର କରେ ସମୀକ୍ରମ ଉପର୍ଯ୍ୟାପନ କରା ହୁଏ । ଯେମନ୍: ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲୋରିକ ଏସିଡେର ଉପର୍ଯ୍ୟାପିତିତେ ଇଥାନଲ ଓ ଇଥାନ୍‌ସିଲିକ ଏସିଡ ପରପରେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଯା କରେ ଇଥାଇଲ ଇଥାନ୍‌ସେଟ ଏସ୍ଟାର ଓ ପାନି ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ଅପରଦିକେ, ଉତ୍ପନ୍ନ ଇଥାଇଲ ଇଥାନ୍‌ସେଟ ଏସ୍ଟାର ଓ ପାନି ପରପରେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଯା କରେ ଇଥାନଲ ଓ ଇଥାନ୍‌ସିଲିକ ଏସିଡ ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ଏକେ ନିମ୍ନରୂପେ ଦେଖାନ୍ତେ ଯାଏ:



ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଏବଂ ଆଯୋଡିନ ବିକ୍ରିଯା କରେ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଆଯୋଡାଇଡ ଉତ୍ପାଦ ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ଆବର, ଉତ୍ପାଦ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଆଯୋଡାଇଡ ଭେଙେ ପୁନରାୟ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ଓ ଆଯୋଡିନ ପରିଣତ ହୁଏ । କାଜେଇ ଏ ବିକ୍ରିଯାଟି ଓ ଉତ୍ତମମୁଖୀ:



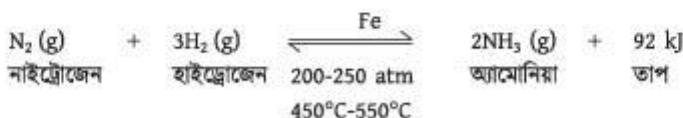
ଆସଲେ ଉପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଶର୍ତ୍ତେ ସବ ବିକ୍ରିଯାଇ ଉତ୍ତମମୁଖୀ, ତବେ କିଛୁ ବିକ୍ରିଯାର ବେଳାଯା ସମ୍ମୁଖମୁଖୀ ବିକ୍ରିଯାର ତୁଳନାରେ ବିପରୀତମୁଖୀ ବିକ୍ରିଯାର ପରିମାଣ ଏତ କମ ଥାକେ ଯେ ବିକ୍ରିଯାକେ ଏକମୁଖୀ ମନେ ହୁଏ ।

7.2.2 ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାଯ ତାପେର ପରିବର୍ତ୍ତନ

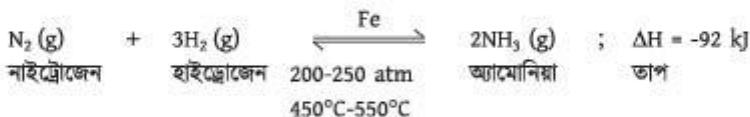
ଇତଃପୂର୍ବେ ତୋମରା ଜେନେଛ ଯେ, ତାପୀୟ ପରିବର୍ତ୍ତନର ମଧ୍ୟମେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ସଂଘଟିତ ହୁଏ । ତାପେର ଶୋଷଣ ଏବଂ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୋଇବାର ଉପର ଭିତ୍ତି କରେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାକେ ଦ୍ୱିଭାଗେ ଭାଗ କରା ଯାଏ ଯଥା: ତାପୋଂପାଦୀ ବିକ୍ରିଯା ଏବଂ ତାପହରୀ ବିକ୍ରିଯା ।

ତାପୋଂପାଦୀ ବିକ୍ରିଯା (Exothermic Reactions)

ଯେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାଯ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ତାଦେର ତାପୋଂପାଦୀ ବିକ୍ରିଯା ବଲେ । ଯେମନ୍: ହେବାର ପ୍ରଗାଣିତେ 1 ମୋଲ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଓ 3 ମୋଲ ହାଇଡ୍ରୋଜନ ହତେ 2 ମୋଲ ଆମୋନିଆ ଉତ୍ପାଦନେରେ ସମୟ 92 କିଲୋଜୁଲ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ବିକ୍ରିଯାଟି ନିମ୍ନରୂପ:



এখানে Fe চূর্ণ প্রভাবক হিসেবে কাজ করে। সমতাকৃত সমীকরণ অনুযায়ী একটি রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হতে তাপের যে পরিবর্তন হয় তাকে বিক্রিয়া তাপ বলে। বিক্রিয়ার তাপকে ΔH দ্বারা প্রকাশ করা হয়। বিক্রিয়ায় তাপ উৎপাদন হলে ΔH এর মান ঋণাত্মক হয়। কাজেই আমরা আগের বিক্রিয়াকে এভাবে লিখতে পারি:



তাপহারী বিক্রিয়া বা তাপশোষী বিক্রিয়া (Endothermic Reactions)

যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপশক্তির শোষন ঘটে সেই রাসায়নিক বিক্রিয়াকে তাপহারী বা তাপশোষী বিক্রিয়া বলে। যেমন- 1 মোল নাইট্রোজেন ও 1 মোল অক্সিজেন পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করে 2 মোল নাইট্রিক অক্সাইড উৎপন্ন হওয়ার সময় 180 kJ তাপ শোষিত হয়। এটি তাপশোষী বিক্রিয়া।



আমরা বিক্রিয়ায় তাপ ΔH ব্যবহার করেও লিখতে পারি। তাপশোষী বিক্রিয়ায় ΔH এর মান ধনাত্মক।



7.2.3 ইলেক্ট্রন স্থানান্তর

ইলেক্ট্রন স্থানান্তরের উপর ভিত্তি করে রাসায়নিক বিক্রিয়াকে দুইভাগে ভাগ করা যায়। যথা: রেডক্স বিক্রিয়া এবং নন-রেডক্স বিক্রিয়া।

রেডক্স (Redox) বিক্রিয়া

Reduction (বিজ্ঞারণ) শব্দের এর প্রথমাংশ Red এবং Oxidation (জ্ঞারণ) শব্দের প্রথমাংশ ox এর সমন্বয়ে গঠিত শব্দ হলো Redox অর্ধাং এর নাম থেকেই বের যাচ্ছে যে Redox (রেডক্স) অর্থ জ্ঞারণ-বিজ্ঞারণ। জ্ঞারণ-বিজ্ঞারণ বিক্রিয়কসমূহের মধ্যে ইলেক্ট্রনের আদানপ্রদান ঘটে। একটি বিক্রিয়ক ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে এবং অপর বিক্রিয়কটি সেই ইলেক্ট্রনকে গ্রহণ করে। সূতরাং জ্ঞারণ-বিজ্ঞারণ বিক্রিয়া দুটি অর্ধাংশে বিভক্ত। এক অর্ধাংশে বিক্রিয়ক ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে যাকে জ্ঞারণ অর্ধবিক্রিয়া বলে। অপর অর্ধাংশে অন্য একটি বিক্রিয়ক ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে যাকে বিজ্ঞারণ অর্ধবিক্রিয়া

বলে। উল্লেখ্য যে, জারণ-বিজ্ঞান বিক্রিয়ায় যে বিক্রিয়কটি ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে তাকে বিজ্ঞান পদার্থ বলা হয় এবং যে বিক্রিয়কটি ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে তাকে জারণ পদার্থ বলা হয়।

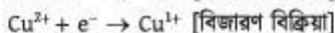


এই বিক্রিয়ায় Na ইলেক্ট্রন ত্যাগ করছে, সূতরাং Na বিজ্ঞান পদার্থ। অপরদিকে, Cl ইলেক্ট্রন গ্রহণ করেছে তাই Cl জারণ পদার্থ।

যে বিক্রিয়ায় কোনো পরমাণুর ইলেক্ট্রনের দান ঘটে অর্থাৎ এ পরমাণুর ধনাত্মক চার্জের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় বা ঋগাত্মক চার্জের সংখ্যা হ্রাস পায় সেই বিক্রিয়াকে জারণ বিক্রিয়া বলে। যেমন-



যে বিক্রিয়ায় কোনো পরমাণুর ইলেক্ট্রনের গ্রহণ ঘটে অর্থাৎ এ পরমাণুর ধনাত্মক চার্জের সংখ্যা হ্রাস পায় বা ঋগাত্মক চার্জের সংখ্যা বৃদ্ধি পায় সেই বিক্রিয়াকে বিজ্ঞান বিক্রিয়া বলে। যেমন-



জারণ সংখ্যা: কোনো অণু বা যৌগমূলকের মধ্যে অবস্থিত পরমাণুগুলোর কোনোটি ইলেক্ট্রন ছেড়ে দেওয়ার আবার কোনোটি ইলেক্ট্রন গ্রহণ করার প্রবণতা দেখায়। অণু বা যৌগমূলকের মধ্যে অবস্থিত কোনো পরমাণুর ইলেক্ট্রন ছাড়ার প্রবণতাকে ধনাত্মক চিহ্নযুক্ত একটি সংখ্যা দিয়ে আর কোনো পরমাণুর ইলেক্ট্রন গ্রহণ করার প্রবণতাকে ঋগাত্মক চিহ্নযুক্ত সংখ্যা দিয়ে প্রকাশ করা হয়। অণু বা যৌগমূলকের মধ্যে অবস্থিত কোনো পরমাণুর এই ধনাত্মক বা ঋগাত্মক চিহ্নযুক্ত সংখ্যাকেই তার জারণ সংখ্যা (Oxidation Number) বলে।

একক পরমাণু যেমন: Na, Mg, Fe ইত্যাদিতে সংশ্লিষ্ট পরমাণুসমূহের জারণ সংখ্যা শূন্য ধরা হয়। আবার, একই পরমাণু দিয়ে গঠিত অণু যেমন: H₂, O₂, N₂, Cl₂, Br₂ ইত্যাদিতে সংশ্লিষ্ট পরমাণুসমূহের জারণ সংখ্যা শূন্য (0)।

FeSO₄ অণুতে Fe এর জারণ সংখ্যা +2 আবার Fe ধাতুতে Fe এর জারণ সংখ্যা শূন্য। HCl এ Cl এর জারণ সংখ্যা -1 আবার Cl₂ অণুতে এর জারণ সংখ্যা শূন্য (0)।

জারণ সংখ্যা নির্ণয়: একটি যৌগে কোনো একটি মৌলের জারণ সংখ্যা যৌগের অন্যান্য মৌলের জারণ সংখ্যার উপর নির্ভর করে। যৌগে কোনো একটি মৌলের জারণ সংখ্যা বের করার জন্য যৌগের অন্যান্য মৌলের জারণ সংখ্যা জানতে হয়।

ଟେବିଲ ୭.୦୧: ବିଭିନ୍ନ ଯୌଗେ ପରମାଣୁର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା

| ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟାର ନିୟମ | ଯୌଗେର ସଂକେତ | ମୌଳ ଓ ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା |
|--|--|---|
| ଧାତୁସମୂହରେ ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ଧନୀୟକ ଏବଂ ଅଧାତୁସମୂହରେ ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ଋପୀୟକ ହୁଏ । | NaCl | Na = +1 Cl = -1 |
| ନିରାପେକ୍ଷ ପରମାଣୁ ବା ମୁଣ୍ଡ ମୌଲେର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ଶୂନ୍ୟ ହୁଏ । | Fe, H ₂ | Fe = 0 H = 0 |
| ନିରାପେକ୍ଷ ଯୌଗେ ପରମାଣୁସମୂହରେ ମୋଟ ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ଶୂନ୍ୟ ହୁଏ । | H ₂ O | H = +1 O = -2 ମୋଟ = 0 |
| ଆଧାନବିଶିଷ୍ଟ ଆୟନେ ପରମାଣୁସମୂହରେ ମୋଟ ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ଆଧାନ ସଂଖ୍ୟାର ସମାନ ହୁଏ । | SO ₄ ⁻² , NH ₄ ⁺ | SO ₄ ²⁻ = -2 NH ₄ ⁺ = +1 |
| କାର ଧାତୁସମୂହରେ ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା +1 ହୁଏ । | KCl, K ₂ CO ₃ | K = +1 |
| ମୃଦ୍ଧକାର ଧାତୁସମୂହରେ ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା +2 ହୁଏ । | CaO, MgSO ₄ | Ca = +2 Mg = +2 |
| ଧାତବ ହ୍ୟାଲାଇଡେ ହ୍ୟାଲୋଜେନେର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା -1 ହୁଏ । | MgCl ₂ , LiCl | Cl = -1 |
| ଅଧିକାଂଶ ଯୌଗେ ହ୍ୟାଇଡ୍ରୋଜେନେର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା +1 କିନ୍ତୁ ଧାତବ ହ୍ୟାଇଡ୍ରୋଜେନେର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା -1 ହୁଏ । | NH ₃ , LiAlH ₄ | H = +1 H = -1 |
| ଅଧିକାଂଶ ଯୌଗେ (ଅର୍ଜାଇଡେ) ଅର୍ଜିଜେନେର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା -2 କିନ୍ତୁ ପାର-ଅର୍ଜାଇଡେ ଅର୍ଜିଜେନେର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା -1 ହୁଏ ଏବଂ ସୁପାର-ଅର୍ଜାଇଡେ ଅର୍ଜିଜେନେର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା $-\frac{1}{2}$ । | K ₂ O, CaO K ₂ O ₂ , H ₂ O ₂ NaO ₂ , KO ₂ | O = -2 O = -1 O = $-\frac{1}{2}$ |

କୋନୋ ଅଣୁ ବା ଆୟନେ ସଂପର୍କିତ ପରମାଣୁର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ନିଚେର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରା ଯାଏ:

- ଯୌଗ ବା ଆୟନେ ଅବସ୍ଥିତ ଯେ ପରମାଣୁଟିର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା ବେର କରାତେ ହବେ ଧରେ ନେଇ ତାର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା X ।
- ଯୌଗ ବା ଆୟନେର ସକଳ ମୌଲେର ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟାକେ ତାଦେର ନିଜ ନିଜ ପରମାଣୁ ସଂଖ୍ୟା ଦ୍ୱାରା ଗୁଣ କରେ ତାଦେର ସମ୍ପତ୍ତି ବେର କରାତେ ହବେ ।
- ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟାର ସମ୍ପତ୍ତି ହେଉ ଅଗ୍ର କେତେ ଶୂନ୍ୟ (0) ଏବଂ ଆୟନେର କେତେ ତାର ଚିକ୍ଷୁଦ୍ଧ ଚାର୍ଜ ସଂଖ୍ୟାର ସମାନ । ଏଥାନ ଥେବେ ପରମାଣୁ ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟା X ବେର କରା ଯାବେ । ଯେମନ୍: ଧରା ଯାକ KMnO₄ ଅଗ୍ରତେ କେମ୍ବ୍ରିୟ ପରମାଣୁ Mn ଏର ଜାରଣ ମାନ ବେର କରାତେ ହବେ । ଧରା ଯାକ, Mn ଏର ଜାରଣ ମାନ ଧରୋ X,

K এর জারণ মান +1 এবং O এর জারণ মান -2 নিয়ে সকল মৌলের জারণ সংখ্যাকে তাদের পরমাণু সংখ্যা দ্বারা গুণ করে যোগ করো। উক্ত যোগফল হবে KMnO_4 এর জারণ সংখ্যার সমান। KMnO_4 একটি আধান নিরপেক্ষ অণু, সুতরাং এর আধান শূন্য, কাজেই

$$(+) \times 1 + x \times 1 + (-2) \times 4 = 0 \\ \text{বা } x = 7$$

অর্থাৎ Mn এর জারণ সংখ্যা +7

4. সাধারণত ধাতব হাইড্রাইড (যেমন: LiH , LiAlH_4) বাটীত সকল ক্ষেত্রে H এর জারণ সংখ্যা +1। হাইড্রজেন পার-অক্সাইড (H_2O_2), সোডিয়াম পার-অক্সাইড (Na_2O_2) এ অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -1, সুপার-অক্সাইড যেমন: সোডিয়াম সুপার-অক্সাইড (NaO_2), পটাশিয়াম সুপার-অক্সাইড (KO_2) এ অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা - $\frac{1}{2}$ হয়। এছাড়া সকল ক্ষেত্রে অক্সিজেনের জারণ সংখ্যা -2।

H_2SO_4 এ S এর জারণ সংখ্যা নির্ণয়:

ধরি, H_2SO_4 এ S এর জারণ সংখ্যা = x

$$\text{অতএব, } (+1) \times 2 + x + (-2) \times 4 = 0$$

$$x = 6$$

অতএব, H_2SO_4 এ S এর জারণ সংখ্যা = +6।



একক কাজ

নিম্নলিখিত যৌগে শাল বর্ণে লেখা মৌলের জারণ সংখ্যা নির্ণয় করো: CuSO_4 , HNO_3 , H_3PO_4 , MnO_2 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ এবং CuI

দেওয়া আছে, Cu এর জারণ মান = +2, O এর জারণ মান = -2, H এর জারণ মান = +1, K এর জারণ মান = +1, Na এর জারণ মান = +1, I এর জারণ মান = -1

জারণ সংখ্যা এবং যোজনী একই বিষয় নয়, জারণ সংখ্যা হলো পরমাণু বা আয়নে উপস্থিত চার্জ সংখ্যা (চিহ্নসহ)। এটি ধনাত্মক বা ঋণাত্মক, পূর্ণসংখ্যা, শূন্য এমনকি ভগ্নাংশও হতে পারে। শুধু তাই নয়, একই মৌলের জারণ সংখ্যা বিভিন্ন যৌগে বিভিন্ন হতে দেখা যায়। অন্যদিকে যোজনী হলো একটি মৌল অন্য মৌলের সাথে যুক্ত হওয়ার সামর্থ্য। যোজনী ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হয় না, এটি সর্বদাই পূর্ণসংখ্যা হয়। শুধু নিচ্ছিয় গ্যাসের যোজনী শূন্য হয়।

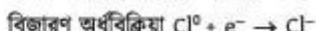
ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ଏକଟି ଯୁଗପଥ କ୍ରିୟା

ତୋମରା ଜାନେ, ସେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଦାନ ଘଟେ ତାକେ ଜାରଣ ବିକ୍ରିଆ ଏବଂ ସେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ର ଶ୍ରହଣ ଘଟେ ତାକେ ବିଜାରଣ ବିକ୍ରିଆ ବଲା ହୁଯା । ଆବାର, ସେ ପଦାର୍ଥ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତ୍ୟାଗ କରେ ତାଦେରକେ ବିଜାରକ ଏବଂ ସେ ପଦାର୍ଥ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଶ୍ରହଣ କରେ ତାଦେରକେ ଜାରକ ପଦାର୍ଥ ବଲେ । ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ବିକ୍ରିଆ ଏକଇ ସାଥେ ସଂଘଟିତ ହୁଏ ।

ଆମରା ନିଚେର ବିକ୍ରିଆଟି ବିବେଚନା କରତେ ପାରିଃ



ଏଥାନେ ବିଜାରକ ପଦାର୍ଥ Na ତାର ବାଇରେ ଶେଳେର ୧ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତ୍ୟାଗ କରେ ଜାରଣ ଅର୍ଥବିକ୍ରିଆ ସଞ୍ଚାର କରରେ । ଅପରଦିକେ ବିଜାରକ Na ସେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତ୍ୟାଗ କରରେ, ଜାରକ ପଦାର୍ଥ Cl ଦେଇ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌କେ ଶ୍ରହଣ କରେ ବିଜାରଣ ଅର୍ଥବିକ୍ରିଆ ସଞ୍ଚାର କରରେ ।



ଏଇ ଦୁଇ ଅର୍ଥ-ବିକ୍ରିଆକେ ଘୋଗ କରିଲେ ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ବିକ୍ରିଆ ପାଓଯା ଯାଏ :



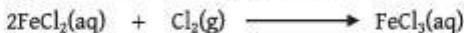
ଏଥାନେ ଶ୍ରଷ୍ଟତ ଜାରଣେ ବିଜାରକ ପଦାର୍ଥ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ତ୍ୟାଗ କରରେ, ଅପରଦିକେ ବିଜାରଣେ ଜାରକ ପଦାର୍ଥ ଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଶ୍ରହଣ କରରେ । ସବୁ ଜାରକ ପଦାର୍ଥ Cl ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଶ୍ରହଣ ନା କରତୋ ତାହାରେ ବିଜାରକ ପଦାର୍ଥ Na ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଦାନ କରତେ ପାରନ୍ତି ନା । କାଜେଇ ବଲା ଯାଏ ଜାରଣ ସଥିନେଇ ଘଟିବେ ସାଥେ ସାଥେ ସେଥାନେ ବିଜାରଣ ଓ ଘଟିବେ ଅର୍ଥାତ୍ ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ଏକଟି ଯୁଗପଥ ପ୍ରକ୍ରିୟା (Simultaneous Process) ।

ଯେହେତୁ ବିଜାରକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଦାନ କରେ ଏବଂ ଜାରକ ଉତ୍କ୍ରମିତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ଶ୍ରହଣ କରେ କାଜେଇ ବଲା ଯାଏ ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ବିକ୍ରିଆ ମାନେଇ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ ସ୍ଥାନାନ୍ତର ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

ବେଶ କିଛୁ ବିକ୍ରିଆ ଆହେ ସେଥାନେ ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ବିକ୍ରିଆ ଘଟେ । ମେଘୁଳେ ହଜେ :

୧. ସଂଯୋଜନ ବିକ୍ରିଆ
୨. ବିଯୋଜନ ବିକ୍ରିଆ
୩. ପ୍ରତିସ୍ଥାପନ ବିକ୍ରିଆ
୪. ଦହନ ବିକ୍ରିଆ

১. সংযোজন বিক্রিয়া (Addition Reaction): যে জারণ-বিজ্ঞারণ বিক্রিয়ায় দুই বা ততোধিক রাসায়নিক পদার্থ পরম্পরের সাথে যুক্ত হয়ে একটিমাত্র উৎপন্ন করে তাকে সংযোজন বিক্রিয়া বলে। যেমন: ফেরাস ক্লোরাইডের সাথে ক্লোরিন যুক্ত হয়ে ফেরিক ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

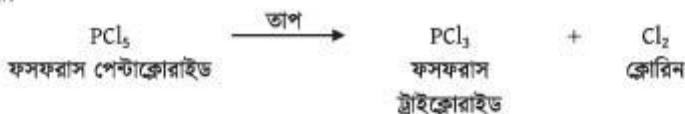


আবার, হাইড্রোজেন গ্যাস নাইট্রোজেন গ্যাসের সাথে যুক্ত হয়ে আয়ামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন করে। এটিও সংযোজন বিক্রিয়ার উদাহরণ।

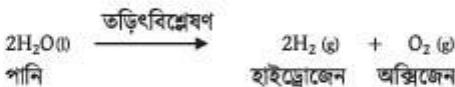


তবে যেসব সংযোজন বিক্রিয়ায় শুধু মৌলিক পদার্থ যুক্ত হয়ে যৌগ গঠন করে, তাদেরকে সংশ্লেষণ বিক্রিয়াও বলে। সূতরাং আয়ামোনিয়া গ্যাস উৎপন্ন করার বিক্রিয়াটি একাধারে সংযোজন বা সংশ্লেষণ বিক্রিয়া হিসেবে বিবেচিত।

২. বিয়োজন বিক্রিয়া (Decomposition Reaction): যে বিক্রিয়ায় একটি যৌগ ভেঙে একাধিক যৌগ বা মৌলে উৎপন্ন হয় তাকে বিয়োজন বিক্রিয়া বলা হয়। যেমন: ফসফরাস পেন্টাক্লোরাইডকে তাপ দিলে তা বিয়োজিত হয়ে ফসফরাস ট্রাইক্লোরাইড ও ক্লোরিন উৎপন্ন করে। এটি বিয়োজন বিক্রিয়া।



আবার, পানিকে তড়িৎবিশ্লেষণ করলে একটি অণু ভেঙে দুটি অণুতে পরিণত হয়। আবারও অক্সিজেন গ্যাস ও ক্যার্বনেট হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। এটিও বিয়োজন বিক্রিয়ার উদাহরণ:



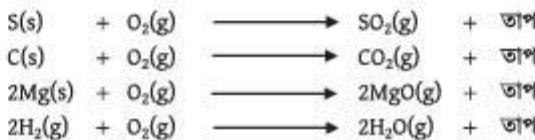
৩. প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া (Substitution or Displacement Reaction): কোনো অধিক সক্রিয় মৌল বা যৌগমূলক অপর কোনো কম সক্রিয় মৌল বা যৌগমূলককে প্রতিস্থাপন করে নতুন যৌগ উৎপন্ন করার প্রক্রিয়াকে প্রতিস্থাপন বিক্রিয়া বলে। যেমন: জিংক ধাতু সালফিটেরিক এসিডের হাইড্রোজেনকে প্রতিস্থাপিত করে জিংক সালফেট ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। এটি প্রতিস্থাপন বিক্রিয়ার উদাহরণ:



୪. ଦହନ ବିକ୍ରିଆ (Combustion Reaction): କୋମେ ମୌଳ ବା ଯୌଗକେ ବାତାସେର ଅଞ୍ଚିଜେନେର ଉପଶିଥିତିତେ ପୁଡ଼ିଯେ ତାର ଉପାଦାନ ମୌଲେର ଅଙ୍ଗାଇତେ ପରିଣତ କରାର ପ୍ରକ୍ରିୟାକେ ଦହନ ବିକ୍ରିଆ ବଲେ। ଦହନ ବିକ୍ରିଆଯ ସବ ସମୟ ତାପ ଉଂପନ୍ନ ହୁଏ। ଏଇ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ଇଲେକ୍ଟ୍ରିନ ଏର ଆଦାନ-ପ୍ରଦାନ ଘଟେ। ସେମନ- ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ ବା ମିଥିନ ବାତାସେର ଅଞ୍ଚିଜେନେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଆ କରେ କାରିନ ଡାଇ-ଅଙ୍ଗାଇତ ଓ ପାନି ଉଂପନ୍ନ କରୋ। ଏଟି ଦହନ ବିକ୍ରିଆର ଉଦାହରଣ:



ଏକଇଭାବେ S, C, Mg ଓ H₂ କେ ଦହନ କରଲେ ତାଦେର ଅଙ୍ଗାଇତ ଉଂପନ୍ନ ହୁଏ ଏବଂ ତାପ ଉଂପନ୍ନ ହୁଏ।



ଦହନ ବିକ୍ରିଆର ପ୍ରତିକ୍ରିୟାତ୍ମକ ଅଞ୍ଚିଜେନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଅପର ଯୌଗ ବା ମୌଳ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିନ ତାପ କରୋ। ସୁତରାଂ ଦହନ ବିକ୍ରିଆ ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ବିକ୍ରିଆର ଅନ୍ତର୍ଦୂର୍ବୁଲ୍ଲତା।

ନନ-ରେଡ଼୍କ୍ସ (Non Redox) ବିକ୍ରିଆ

ଏହନ ଅନେକ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆ ଦେଖା ଯାଏ ସେଥାନେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିନେର ଆଦାନ-ପ୍ରଦାନ ଘଟେ ନା। ଏ ଧରନେର ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆକେ ନନ-ରେଡ଼୍କ୍ସ ବିକ୍ରିଆ ବଲେ। ଏ ଧରନେର ବିକ୍ରିଆଯ ଯେହେତୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିନେର ଆଦାନ-ପ୍ରଦାନ ଘଟେ ନା ସୁତରାଂ ଦହନ ବିକ୍ରିଆ କୋମେ ପରମାଣୁ ଜାରଣ ସଂଖ୍ୟାର ହ୍ରାସ ବା ବୃଦ୍ଧି ଘଟେ ନା। ନିମ୍ନେ ବିଭିନ୍ନ ପ୍ରକାର ନନ-ରେଡ଼୍କ୍ସ ବିକ୍ରିଆ ଦେଖାନ୍ତେ ହଲୋ ସେମନ: (1) ପ୍ରଶମନ ବିକ୍ରିଆ (2) ଅଧ୍ୟକ୍ଷେପଣ ବିକ୍ରିଆ ଇତ୍ୟାଦି।

୧. ପ୍ରଶମନ ବିକ୍ରିଆ (Neutralization Reaction): ଏକଟି ଏସିଡ ଓ ଏକଟି ଶାର ପରମ୍ପରେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଆ କରେ ପ୍ରଶମିତ ହୁଏ ଲବଣ ଓ ପାନି ଉଂପନ୍ନ କରୋ। ଏଇ ବିକ୍ରିଆକେ ପ୍ରଶମନ ବିକ୍ରିଆ ବଲା ହୁଏ। ଏହିନେର ବିକ୍ରିଆକେ ଏସିଡ-ଶାର ବିକ୍ରିଆ ଓ ବଲା ହୁଏ। ସେମନ- HCl ଓ NaOH ପରମ୍ପରେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଆ କରେ NaCl ଲବଣ ଓ ପାନି ଉଂପନ୍ନ କରୋ। ଏଟି ଏକଟି ପ୍ରଶମନ ବିକ୍ରିଆ। ଏକେ ଏତାବେ ଦେଖାନ୍ତେ ଯାଏ:



ଚିତ୍ର ୭.୦୧: ଜ୍ଵାଳାନିର ଦହନ।

প্রশমন বিক্রিয়ায় সর্বদাই তাপ উৎপন্ন হয়। অর্থাৎ প্রশমন বিক্রিয়া তাপেও পানী বিক্রিয়া এবং এসিড ও শ্বার উভয়ই তীব্র হলে এই তাপের মান হয় $\Delta H = -57.34 \text{ kJ}$ । প্রশমন বিক্রিয়ায় এসিড হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) সরবরাহ করে এবং শ্বার হাইড্রোক্সাইড আয়ন (OH^-) সরবরাহ করে। এরপর উক্ত আয়ন দুটি পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করে পানি উৎপন্ন করে। $NaCl$ জলীয় দ্রবণে Na^+ এবং Cl^- আয়ন হিসেবে থাকে।



এই দ্রবণে উপস্থিত Na^+ ও Cl^- আয়নদ্বয় বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। এদেরকে দর্শক আয়ন বলে। প্রশমন বিক্রিয়ার প্রকৃত সমীকরণ হলো:



সূতরাং প্রশমন বিক্রিয়া বলতে আমরা H^+ আয়ন ও OH^- আয়নের সহযোগে পানি উৎপন্ন করার বিক্রিয়াকে বুঝে থাকি।

আবার, এসিড হিসেবে আমরা যেকোনো তীব্র এসিড নিই না কেন প্রতি ক্ষেত্রে সে হাইড্রোজেন আয়ন H^+ সরবরাহ করবে এবং শ্বার হিসেবে যেকোনো তীব্র শ্বার নিলে সেটি হাইড্রোক্সাইড OH^- সরবরাহ করবে। অতঃপর এরা পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে পানি উৎপন্ন করবে। 1 মোল পানি উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয় তাকে প্রশমন তাপ বলে। হিসাব করে দেখা গেছে 1 মোল পানি উৎপন্ন করার জন্য 57.34 kJ তাপ উৎপন্ন হয়।



পরীক্ষণ

পরীক্ষণের মাধ্যমে প্রশমন বিক্রিয়া প্রদর্শন।

এসিড ও শ্বার বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে, এই বিক্রিয়াকে প্রশমন বিক্রিয়া বলা হয়। একটি কাচপাত্র বা বিকারে 10 mL $NaOH$ দ্রবণ নাও। অপর একটি বিকারের মধ্যে HCl দ্রবণ নাও। বিকারের দ্রবণের মধ্যে একটি নীল লিটোস পেপার নিমজ্জিত করো। এবার ছাপার ব্যবহার করে বাম হাত দিয়ে HCl দ্রবণকে ধীরে ধীরে $NaOH$ দ্রবণের মধ্যে ঢালতে থাকো। একই সাথে ডান হাত দিয়ে একটি কাচস্ত দিয়ে নেড়ে নেড়ে HCl দ্রবণকে $NaOH$ দ্রবণের মধ্যে মিশ্রিত করো। যে মুহূর্তে লিটোস পেপারের রং লাল হয়ে থাবে, সেই মুহূর্তে মনে করতে হবে বিকারের $NaOH$ দ্রবণ HCl দ্রবণ দ্বারা প্রশমিত হয়ে গেল।



২. অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া (Precipitation Reaction): একই জ্বরকে দুটি যোগ মিশ্রিত করলে তারা পরম্পরের সাথে বিক্রিয়া করে যে উৎপাদনগুলো উৎপন্ন করে তাদের মধ্যে কোনোটি যদি ঐ জ্বরকে অভ্যর্ণীয় বা খুবই কম পরিমাণে ভ্রবর্ণীয় হয় তবে তা বিক্রিয়া পাত্রের তলায় কঠিন অবস্থায় তলানি হিসেবে জমা হয়। এ তলানিকে অধঃক্ষেপ (precipitate) বলে। যে বিক্রিয়ায় ভ্রবর্ণীয় বিক্রিয়ক পদার্থ বিক্রিয়া করে অভ্যর্ণীয় কঠিন উৎপাদন পরিণত হয় তাকে অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া বলে।

যেমন: সোডিয়াম ক্লোরাইডের (NaCl) জলীয় জ্বরণের মধ্যে সিলভার নাইট্রেট (AgNO_3) জলীয় জ্বরণ যোগ করলে তাদের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটে, ফলে সিলভার ক্লোরাইড (AgCl) এবং সোডিয়াম নাইট্রেট (NaNO_3) উৎপন্ন হয়। পানিতে NaNO_3 এর ভ্রবর্ণীয়তা বেশি। তাই NaNO_3 পানিতে ভ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। কিন্তু পানিতে AgCl এর ভ্রবর্ণীয়তা অন্যন্ত কম বলে তা বিক্রিয়ার পর পাত্রের তলায় অধঃক্ষেপ হিসেবে জমা হয়।



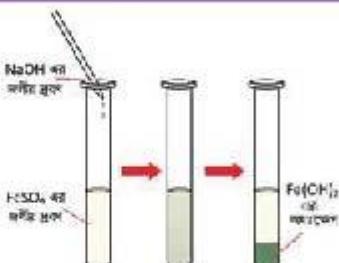
সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4) জ্বরণে বেরিয়াম ক্লোরাইড জ্বরণ যোগ করলে বেরিয়াম সালফেট (BaSO_4) ও সোডিয়াম ক্লোরাইড উৎপন্ন করে। বেরিয়াম সালফেট অধঃক্ষিপ্ত হয়।



তবে কিছু অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া রয়েছে যেখানে ইলেক্ট্রনের স্থানান্তর ঘটে। এ সম্পর্কে পরবর্তী প্রশ্নিতে জানতে পারবে।



পরীক্ষণ



চিত্র 7.02: অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া।

পরীক্ষণের মাধ্যমে অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়া প্রদর্শন।

একটি পরীক্ষা মলে 2-3 মিলি ফেরাস সালফেট জ্বরণে ফৌটায় ফৌটায় NaOH জ্বরণ যোগ করো। দেখবে জ্বরণে ধীরে ধীরে সবুজ বর্ণের অধঃক্ষেপ তৈরি হচ্ছে এবং তা নিচে জমা পড়ছে। তরল FeSO_4 জ্বরণ তরল NaOH জ্বরণের সাথে বিক্রিয়া করে কঠিন Fe(OH)_2 এর অধঃক্ষেপ তৈরি করছে।



যে যৌগের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয় বিক্রিয়ায় সেই যৌগের ডান পাশে নিচের দিকে তীব্র চিহ্ন (↓) দ্বারা বোঝানো হয়।

৭.৩ বিশেষ ধরনের রাসায়নিক বিক্রিয়া (Special Types of Chemical Reactions)

কিছু কিছু রাসায়নিক বিক্রিয়া দেখতে পাওয়া যায় যেগুলো Redox এবং Non-Redox প্রেমিতাগের মধ্যে পড়ে না। নিচে কিছু বিশেষ ধরনের রাসায়নিক বিক্রিয়া আলোচনা করা হলো।

আর্দ্ধ বিশ্লেষণ বিক্রিয়া বা **পানি বিশ্লেষণ** (Hydrolysis) বিক্রিয়া কোনো রাসায়নিক ত্বক্রিয়ায় বিক্রিয়ক হিসেবে পানি অন্য কোনো যৌগের সাথে বিক্রিয়া করে উৎপাদ উৎপন্ন করলে তাকে আর্দ্ধ বিশ্লেষণ বিক্রিয়া বলে। যেমন:



এখানে SiCl_4 এবং H_2O বিক্রিয়া করছে। অতএব, এটি আর্দ্ধ বিশ্লেষণ বিক্রিয়া। আর্দ্ধ বিশ্লেষণ বিক্রিয়ায় অনেক সময় অস্বচ্ছ মূল্যায়ি যৌগ উৎপন্ন করে। সেক্ষেত্রে বিক্রিয়াটি অধঃক্ষেপণ হিসেবেও বিবেচিত হতে পারে। নিম্নের বিক্রিয়াকে আর্দ্ধ বিশ্লেষণ বিক্রিয়াও বলা যায় আবার অধঃক্ষেপণ বিক্রিয়াও বলা যায়। যেমন:



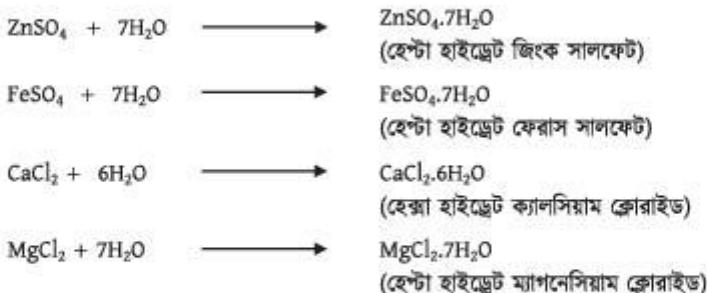
এখানে, Al(OH)_3 পানিতে অঙ্গৰীয়।

পানিযোজন (Hydration) বিক্রিয়া

অনেক সময় দেখা যায়, আয়নিক যৌগগুলো কেলাস বা স্ফটিক গঠনের জন্য এক বা একাধিক পানির অণুর সাথে যুক্ত হয়। এ ধরনের বিক্রিয়াকে পানিযোজন বিক্রিয়া বলে। যৌগগুলোর সাথে যে কয়টি পানির অণু যুক্ত হয় তাদেরকে কেলাস পানি বলে। যেমন: কপার সালফেট (CuSO_4) এর সাথে 5 অণু পানি ($5\text{H}_2\text{O}$) যুক্ত হয়ে পেন্টা হাইড্রেট কপার সালফেট ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) উৎপন্ন হয়।



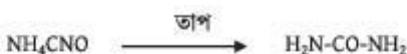
এরকম আরও অনেক উদাহরণ রয়েছে:



পানিযোজন বিক্রিয়া মূলত সংযোজন বিক্রিয়ার মতো। তবে সংযোজন বিক্রিয়ায় ইলেক্ট্রনের আদান-প্রদান ঘটে কিন্তু পানিযোজনে ইলেক্ট্রনের আদানপ্রদান ঘটে না।

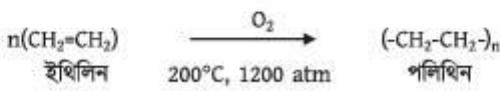
সমানুকরণ (Isomerisation) বিক্রিয়া

যদি দুটি ঘোপের আধিক সংকেত একই থাকে কিন্তু গাঠনিক সংকেত ভিন্ন হয় তবে তাদেরকে পরিপরের সমানু ঘোপে বলা হয়। একটি সমানু থেকে অপর একটি সমানু তৈরীর প্রক্রিয়াকে সমানুকরণ বিক্রিয়া বলে। যেমন, $\text{H}_4\text{N}_2\text{CO}$ আধিক সংকেত থারা ভিন্ন গাঠনিক সংকেত বিশিষ্ট দুটি ঘোপকে প্রকাশ করা হয়। যৌগ দুটি হলো: NH_2CNO (আমোনিয়াম সায়ানেট) ও ইউরিয়া ($\text{H}_2\text{N}-\text{CO}-\text{NH}_2$)। এরা পরিপরের সমানু। আমোনিয়াম সায়ানেটকে তাপ দিলে তা ইউরিয়াতে পরিণত হয়।



পলিমারকরণ (Polymerization) বিক্রিয়া

প্রভাবক, উচ্চ তাপ ও তাপের প্রভাবে যথেন্দু এক বা একাধিক ঘোপের অসংখ্য সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অণু পরিপরের সাথে যুক্ত হয়ে একটি বৃহদাকার অণু তৈরি করে তখন তাকে পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলে। এক্ষেত্রে বৃহদাকার অণুটিকে পলিমার অণু এবং সূক্ষ্ম অণুটিকে মনোমার অণু বলা হয়। যে বিক্রিয়ায় অসংখ্য মনোমার থেকে পলিমার উৎপন্ন হয় তাকে পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলে। 1200 atm চাপে 200°C তাপমাত্রায় ও O_2 প্রভাবকের উপর্যুক্তভাবে ইথিলিনের অসংখ্য সূক্ষ্ম সূক্ষ্ম অণু যুক্ত হয়ে বৃহৎ পলিমার অণু পলিথিন উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়া হচ্ছে ইথিলিনের পলিমারকরণ বিক্রিয়া। এখানে ইথিলিন মনোমার এবং পলিথিন পলিমার অণু হিসেবে বিবেচিত। এখানে n দ্বারা ইথিলিনের অসংখ্য অণুর সংখ্যা বোঝায়।



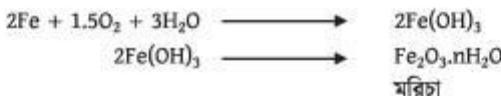
৭.৪ বাস্তব ক্ষেত্রে সংঘটিত কয়েকটি রাসায়নিক বিক্রিয়ার উদাহরণ (Examples of a Few Real Life Chemical Reactions)

৭.৪.১ বাস্তব ক্ষেত্রে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়া

আমরা প্রতিদিন অনেক ঘটনা পর্যবেক্ষণ করি যেগুলোতে বিভিন্ন রাসায়নিক বিক্রিয়ার কারণে ঘটে থাকে। যেমন:

১. লোহায় মরিচা পড়া

আমরা লোহার (আয়রন বা Fe) তৈরি বিভিন্ন যন্ত্রপাতি যেমন: ছুরি, কাঁচি, বেঁটি, দা ইত্যাদি ব্যবহার করি। এসব যন্ত্রপাতি বাতাসে মুক্ত অবস্থায় রেখে দিলে এদের পৃষ্ঠে মরিচা পড়ে। এখানে আয়রন বাতাসের অক্সিজেন ও জলীয় বাল্পের সাথে বিক্রিয়া করে আর্দ্ধ ফেরিক অক্সাইড বা মরিচা তৈরি করে। এতে ধাতুর পৃষ্ঠাটল ক্ষয় হয়। মরিচা বাঁধরা জাতীয় পদার্থ হওয়ায় এর ভিতর দিয়ে বাতাসের অক্সিজেন এবং জলীয় বাল্প তুকে লোহার পৃষ্ঠাকে ক্রমাগত ক্ষয় করতে থাকে। এভাবে লোহার তৈরি পুরো জিনিসটিই এক সময় নষ্ট হয়ে যায়।



মরিচায় পানির অণুর সংখ্যা নিম্নিটি নয়। সূতরাং মরিচার রাসায়নিক সংকেত $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ । n এর মান 1, 2, 3 ইত্যাদি ঘোকোনো পূর্ণ সংখ্যা হতে পারে।

২. তামা (Cu) ও আলুমিনিয়াম (Al) এর ক্ষয়রোধ

লোহার তৈরি দ্রব্যাদি ছাড়াও আমরা দৈনন্দিন প্রয়োজনে কপার আলুমিনিয়াম এর দ্রব্যাদি ব্যবহার করে থাকি। Cu ও Al এর দ্রব্যাদির বাতাসের অক্সিজেনের সংশ্পর্শে এলে প্রথমে তাদের উপর CuO ও Al_2O_3 এর একটি আস্তরণ পড়ে। পরবর্তীতে বাতাসের অক্সিজেন উত্তু আস্তরণ তেদ করে আর Cu বা Al সংশ্পর্শে আসতে পারে না। ফলে আর বিক্রিয়া সাধিত হয় না। সূতরাং Cu বা Al এর ক্ষয় সাধিত হয় না। এরূপে CuO ও Al_2O_3 যথাক্রমে Cu ও Al কে রক্ষা করে।

৩. পিপড়া বা মৌমাছির কামড়ের জ্বালা নিরাময়

পিপড়া বা মৌমাছি কামড়ালে ক্ষতস্থানে জ্বালা-যন্ত্রণা করে। এ যন্ত্রণা থেকে রেহাই পাওয়ার জন্য আমরা ক্ষতস্থানে চুন লাগাই। এর কারণ কী? পিপড়ার মুখ বা মৌমাছির হুলে এক ধরনের এসিড থাকে যেটি জ্বালা-যন্ত্রণার সৃষ্টি করে। ক্ষতস্থানে চুন (ক্ষারক) যোগ করার ফলে এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে সেটি প্রশস্তিত হয়। ফলে জ্বালা-যন্ত্রণা বন্ধ হয়ে যায়।

୪. ଶ୍ଵସନ ପ୍ରକ୍ରିୟାର ମାଧ୍ୟମେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ

ଆମାଦେର ଶରୀରେର ପ୍ରତିଟି କୋଷେ ଶ୍ଵସନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ସାଧିତ ହୁଏ ଶ୍ଵସନେ ମୂଳତ ଫୁକୋଜ୍ ($C_6H_{12}O_6$) ଅଣୁ ଅଞ୍ଚିଜେନ ବାରା ଜାରିତ ହେଁ (O₂ ଏର ସାଥେ ବିକ୍ରିଆ କରେ)

କାର୍ବନ ଡାଇ-ଆକ୍ସାଇଡ୍ (CO₂) , ପାନି (H₂O) ଓ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ।



ମାନୁଷେର ଶରୀରେର ବିପାକ କ୍ରିୟାଯ ଅନେକେର ପାକସ୍ଥଳୀତେ ଅତିରିକ୍ତ HCl ତୈରି ହୁଏ । ଅତିରିକ୍ତ HCl କେ ପ୍ରଶମିତ କରାର ଜନ୍ୟ ରୋଗୀଙ୍କେ ଡାକ୍ତର ଏଟାସିଡ ଜାତୀୟ ଓସୁଥ ଥେତେ ବେଳେ । ଏଟାସିଡ ହଲୋ Mg(OH)₂ ଓ Al(OH)₃ ଏର ମିଶ୍ରଣ । ଏହି ଝାରକ ଦୂଟି ଅତିରିକ୍ତ HCl କେ ପ୍ରଶମିତ କରେ ଏବଂ ରୋଗୀ ଏସିଡ଼ିଟି ଥେକେ ମୁଣ୍ଡି ପାଇ । ଏଟାସିଡ଼ର ବିକ୍ରିଆ ଏରକମ:



୫. ଜ୍ବାଲାନି ହିସେବେ ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ

ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ ଜ୍ବାଲାନି ହିସେବେ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସେ ବେଶିର ଭାଗରେ ମିଥେନ ଥାକେ । ମିଥେନ ଗ୍ୟାସକେ ଅଞ୍ଚିଜେନେ ପୋଡ଼ାଳେ CO₂ ଏବଂ ଜଳୀଯ ବାକ୍ଷ ଓ ତାପଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । CNG, ଡିଜେଲ, ପେଟ୍ରିଲ, କେରେସିନ, ଅକଟେନ ଇତ୍ୟାଦି ଜ୍ବାଲାନିକେ ପୋଡ଼ାଳେ ଏକଇଭାବେ CO₂ ଏବଂ ଜଳୀଯବାକ୍ଷ ଓ ତାପଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।



7.4.2 ବାକ୍ଷତବ କ୍ଷେତ୍ରେ ସଂଘଟିତ କତିପଯ କ୍ଷତିକର ବିକ୍ରିଆ ରୋଥ କରାର ଉପାୟ

ଆମାଦେର ଚାରପାଶେର ଅନେକ କିଛୁଇ ପ୍ରତିନିଯିତ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆ କରେ କ୍ଷୟାତ୍ମକ ହଜ୍ରେ କିଂବା ନୟ୍ତ ହଜ୍ରେ । ଆମରା ଆମାଦେର ରସାୟନେର ଜାନ ବ୍ୟବହାର କରେ ଅନେକ କ୍ଷେତ୍ରେଇ ଅନେକ କିଛୁ ରକ୍ଷା କରନ୍ତେ ପାରି ଯେମନ୍:

(i) ମରିଚର କ୍ଷୟ ଥେକେ ଆୟରନକେ ରକ୍ଷାର ଜନ୍ୟ ଲୋହର ତୈରି ଭ୍ରାନ୍ତିର ଉପର ରଂ ଦିଲେ ଦେଖି ଆର ବାତାସେର ସଂପର୍କେ ଆସନ୍ତେ ପାରେ ନା, ଫଳେ ମରିଚା ପଡ଼ନ୍ତେ ପାରେ ନା ।

ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଵେଷରେ ମାଧ୍ୟମେ ଲୋହର ତୈରି ଭ୍ରାନ୍ତିର ଉପର ଲୋହା ଅପେକ୍ଷା କମ ସନ୍ତ୍ରିଯ ଅପର ଏକଟି ଧାତୁର ପ୍ରଲେପ ଦିଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋପ୍ରୋଟିଂ କରେ ଲୋହର ତୈରି ଭ୍ରାନ୍ତିକେ ମରିଚାର ହାତ ହତେ ରକ୍ଷା କରା ଯାଏ । କୋନୋ ଧାତୁର ଉପର ଜିଂକେର ପ୍ରଲେପ ଦେଓୟାକେ ଗ୍ୟାଲାନାଇଜିଂ ଏବଂ ଟିନ୍‌ର ପ୍ରଲେପ ଦେଓୟାକେ ଟିନ୍ ପ୍ରୋଟିଂ ବଲେ ।

তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে একটি ধাতুর উপর অন্য একটি ধাতুর প্রলেপ দেওয়ার প্রক্রিয়াগুলোকে ইলেক্ট্রোপ্লেটিং বলে। এভাবে ধাতব পৃষ্ঠকে রক্ষা করা যায়।

(ii) বর্ষাকালে ছান্দ বা বাড়ির আঙিনা পিছিল হয়। তখন আমরা বালি ফেলে দিয়ে পিছিলতা কমানোর চেষ্টা করি। ছান্দ বা আঙিনাকে পিছিল করে ক্ষার জাতীয় পদার্থ। সুতরাং এ ক্ষারকে প্রশংসিত করার জন্য এসিড জাতীয় পদার্থ যোগ করতে হবে। বালু (SiO_2) অযুক্তমী। তাই বালু যোগ করার ফলে অম্ল-ক্ষার প্রশংসন বিক্রিয়ার মাধ্যমে পিছিলতা দূর হয়।

(iii) সেলাই করার সূচকে নারিকেল তেলের ভিতর ঝুঁটিয়ে রাখা হয়। কারণ সূচ যাতে বাতাসের অঙ্গুজেন ও জলীয় বাষ্পের সাথে রাসায়নিক বিক্রিয়া করে ক্ষয় না হয়। এভাবে সোহার তৈরি সূচে মরিচা পড়া রোধ করা যায়।

৭.৫ বিক্রিয়ার গতিবেগ বা বিক্রিয়ার হার (Rate of Reaction)

আমরা জানি, সকল রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থ উৎপাদে পরিণত হয়। কোনো কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হতে ১ সেকেন্ডের কম সময় লাগে। আবার, কোনো কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হতে অনেক বেশি সময় লাগে।

একক সময়ে যে পরিমাণ বিক্রিয়ক উৎপাদে পরিণত হয় তাকে বিক্রিয়ার হার বলে।



চিত্র ৭.০৩: বিভিন্ন গতিসম্পন্ন বিক্রিয়া: সোহার মরিচা, যোমরাতির প্রজ্ঞালন, বোমা বিঘ্নেরণ।

যেমন: NaCl দ্রবণে AgNO_3 যোগ করার পর ১ সেকেন্ডের কম সময়ে AgCl এর সাদা অধঃক্ষেপ উৎপন্ন করে। আবার, সোহার তৈরি একটি বিজে মরিচা পড়তে অনেক দিন সময় লাগে।

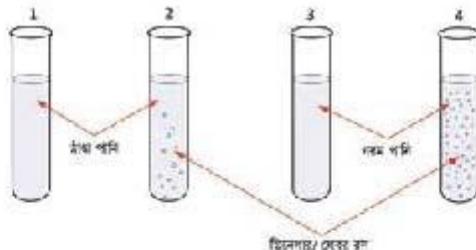
ବିଭିନ୍ନ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆ ସଫଳ ହତେ ବିଭିନ୍ନ ସମୟ ନେଇ । ସେ ବିକ୍ରିଆ ଅଳ୍ପ ସମୟେ ସଂଘଟିତ ହୁଏ କେବେଳାକୁ ଆବାର ଯେ ବିକ୍ରିଆ ଅନେକ ବେଶି ସମୟେ ସଂଘଟିତ ହୁଏ କେବେଳାକୁ ଗତିବେଗ ବା ହାର କମ ।



ଅନୁମତ୍ତାନ

ବିକ୍ରିଆର ହାର ପରୀକ୍ଷା

ଚାରଟି ଟେସ୍ଟଟିଉସ ବା ଚାରଟି ଶ୍ଵଜ୍ଜ କାଚେର ଗ୍ଲୋସ ନାଓ ଏବଂ ତାଦେରକେ 1, 2, 3 ଓ 4 ନମ୍ବର ଦିଆଯି ଚିହ୍ନିତ କରୋ । ଥତିଟି ଟେସ୍ଟଟିଉସ ଆନୁମାନିକ 0.5 ମି.ଗ୍ରା. ସୋଡ଼ିଆମ କାର୍ବନେଟ (Na_2CO_3) ଅଥବା କାପଡ଼ କାଚ ସୋଡ଼ା ନାଓ । ଏଥିଲେ 1 ଓ 2 ନମ୍ବର ଟେସ୍ଟଟିଉସରେ ଘ୍ୟାଭାବିକ ପାନି ଏବଂ 3 ଓ 4 ନମ୍ବର ଟେସ୍ଟଟିଉସରେ ପରମ ପାନି ଢେଲେ ନାଓ । 2 ଓ 4 ନମ୍ବର ଟେସ୍ଟଟିଉସରେ 1 ମିଲି ଲେବୁର ରସ (Citric acid) ଅଥବା ଡିନେଗାର (4-10% Acetic acid) ଘୁଣ୍ଟ କରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ପରିବର୍ତ୍ତନଗୁଲୋ ଲକ୍ଷ କରୋ ।



ଚିତ୍ର 7.04: ସୋଡ଼ିଆମ କାର୍ବନେଟ ହରଦିନ ପାଇଁ ଡିନେଗାର ବା ଏସିଟିକ ଏସିଡ଼ର ବିକ୍ରିଆ ।

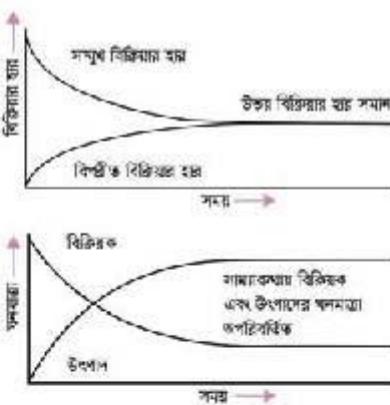
- କୋନ କୋନ ଟେସ୍ଟଟିଉସ ଗ୍ୟାସେର ବୁଦ୍ବୁଦ୍ଧ ଉଂପନ୍ନ ହୁଏ?
- କୋନ କୋନ ଟେସ୍ଟଟିଉସ ଗ୍ୟାସେର ବୁଦ୍ବୁଦ୍ଧ ଉଂପନ୍ନ ହୁଏ ନା?
- କୋନ ଟେସ୍ଟଟିଉସ ସବଚେଯେ ବେଶି ପରିମାଣେ ଗ୍ୟାସେର ବୁଦ୍ବୁଦ୍ଧ ଉଂପନ୍ନ ହୁଏ?
- କୋନ ଟେସ୍ଟଟିଉସ ସବଚେଯେ କମ ପରିମାଣେ ଗ୍ୟାସେର ବୁଦ୍ବୁଦ୍ଧ ଉଂପନ୍ନ ହୁଏ?

ଚିନ୍ତା କରୋ: 2 ଓ 4 ନମ୍ବର ଟେସ୍ଟଟିଉସରେ ଏକଟିତେ ବେଶି ପରିମାଣେ ଗ୍ୟାସ ନିର୍ଗତ ହୁଏ କେଳ?

উপরের পরীক্ষা থেকে তুমি বুঝতে পারবে যে, একটি নির্দিষ্ট সময়ে সকল টেস্টিটিউবে সমান পরিমাণ গ্যাস নির্গত হয় না। অর্থাৎ একটি নির্দিষ্ট সময়ে সকল টেস্টিটিউবে সমপরিমাণ উৎপাদ উৎপন্ন হয় না অথবা সমপরিমাণ বিক্রিয়ক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না।

৭.৫.১ লা-শাতেলিয়ার নীতি (Le Chatelier's Principle)

আমরা জানি, উভমুখী বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক পদার্থগুলো পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করে উৎপাদে পরিণত হয়, এই বিক্রিয়াকে সম্মুখবর্তী বিক্রিয়া বলে। আবার, উৎপাদ পদার্থগুলো পরস্পরের সাথে বিক্রিয়া করে বিক্রিয়কে পরিণত হয়, এই বিক্রিয়াকে পশ্চাত্মকী বিক্রিয়া বলে। বিক্রিয়ার শুরুতে সম্মুখবর্তী বিক্রিয়ার হার অনেক বেশি থাকে। যতই সময় যেতে থাকে সম্মুখবর্তী বিক্রিয়ার হার ততই কমতে থাকে।



চিত্র 7.05: বিক্রিয়ায় সাম্যাবস্থা।

আবার, বিক্রিয়ার শুরুতে পশ্চাত্মকী বিক্রিয়ার হার কম থাকে। যতই সময় পার হয় পশ্চাত্মকী বিক্রিয়ার হার ততই বাঢ়তে থাকে। এক সময় সম্মুখবর্তী বিক্রিয়ায় হার এবং পশ্চাত্মকী বিক্রিয়ায় হার সমান হয়ে যায়। এ অবস্থাকে উভমুখী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বলা হয়।

সাম্যাবস্থায় সম্মুখবর্তী বিক্রিয়া এবং পশ্চাত্মকী বিক্রিয়া চলতে থাকে, যে পরিমাণ বিক্রিয়ক সম্মুখবর্তী বিক্রিয়ায় উৎপাদে পরিণত হয়েছে, পশ্চাত্মকী বিক্রিয়ায় উৎপাদ থেকে ঠিক সেই পরিমাণ বিক্রিয়ক

ଉପରେ ହେଉଥିଲା (ଚିତ୍ର 7.05)। କାଜେଇ ସାମ୍ୟବସ୍ଥାଯ ବାହିକଭାବେ ମନେ ହୁଏ ବିକ୍ରିଯାଟି ବୁଝି ଥେମେ ଗେଛେ, କିନ୍ତୁ ବାସ୍ତବେ ସେଟି ଥେମେ ନେଇ । ତବେ ସାମ୍ୟବସ୍ଥାଯ ବିକ୍ରିଯାର ନିୟାମକ ତାପ, ଚାପ, ସନମାତ୍ରା ଏଗ୍ରଲୋ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରାଲେ ସାମ୍ୟବସ୍ଥାଓ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଯ ଯାଏ । ଉତ୍ତମୁଖୀ ବିକ୍ରିଯାଯ ସାମ୍ୟବସ୍ଥାଯ ଉପାଦେର ପରିମାଣ ବୃଦ୍ଧି ବା ହ୍ରାସ ଲା-ଶାତେଲିଯାର ନୀତି ଦିଯେ ନିୟାନ୍ତ ହେଯ । ଲା-ଶାତେଲିଯାର ନୀତିଟି ହେବେ:

କୋନୋ ବିକ୍ରିଯାର ସାମ୍ୟବସ୍ଥାଯ ଧାକାକାଳୀନ ସନ୍ଦି ତାପ, ଚାପ, ସନମାତ୍ରା ଇତ୍ତାଦି ପରିବର୍ତ୍ତନ କରା ହେଯ ତବେ ସାମ୍ୟର ଅବସ୍ଥାନ ଏମନଭାବେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେଯ ଯେନ ତାପ, ଚାପ, ସନମାତ୍ରା ଇତ୍ତାଦିର ପରିବର୍ତ୍ତନେର ଫଳାଫଳ ପ୍ରଶମିତ ହେଯ ।

ଲା-ଶାତେଲିଯାର ନୀତିର ବ୍ୟାଖ୍ୟା

ତାପ, ଚାପ କିଂବା ସନମାତ୍ରାର ପ୍ରଭାବେ ସାମ୍ୟବସ୍ଥାର କୀ ଧରନେର ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଯ ଲା-ଶାତେଲିଯାର ନୀତିର ମାଧ୍ୟମେ ସେଟି ଖୁବ ସହଜେ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରା ଯାଏ ।

ସାମ୍ୟବସ୍ଥାର ଉପର ତାପେର ପ୍ରଭାବ

ଏକଟି ଉତ୍ତମୁଖୀ ବିକ୍ରିଯା ବିବେଚନା କରା ଯାଏ:



ଏହି ବିକ୍ରିଯାର ସମ୍ମୁଖ୍ୟମୁଖୀ ଅଂଶଟି ତାପ ଉପାଦୀ, ଅର୍ଧାଂ ଯଥନ N_2 ଏବଂ H_2 ବିକ୍ରିଯକ ତଥନ ଉପାଦ NH_3 , ଉପରେ ହେଉଥାର ସମୟ ବିକ୍ରିଯାଟି ତାପ ଉପାଦନ କରେ । ଏହି ବିକ୍ରିଯାର ବିପରୀତମୁଖୀ ଅଂଶଟି ତାପହାରୀ, ଅର୍ଧାଂ NH_3 କେ ଭେଣେ N_2 ଏବଂ H_2 ଉପରେ କରାର ସମୟ ତାପ ଶୋଷିତ ହେଯ, କାଜେଇ ଏଇ ଜନ୍ଯ ତାପ ପ୍ରାୟୋଗ କରାତେ ହେଯ । ଆମରା ଏଥିନ ଲା-ଶାତେଲିଯାର ନୀତିର ଭିତ୍ତିତେ ଦେଖାଇ ଚାହିଁ ଏହି ଉତ୍ତମୁଖୀ ବିକ୍ରିଯାଯ ତାପ ପ୍ରାୟୋଗ କରା ହେଲେ କୀ ଘଟରେ । ଲା-ଶାତେଲିଯାର ନୀତି ଅନୁଯାୟୀ ତାପ ପ୍ରାୟୋଗ କରା ହେଲେ ତାପ ବୃଦ୍ଧିଜନିତ ଫଳାଫଳ ପ୍ରଶମିତ ହତେ ହେବେ । ତାପ ପ୍ରାୟୋଗ କରା ହେଲେ ସନ୍ଦି ସମ୍ମୁଖ୍ୟମୁଖୀ ତାପ ଉପାଦୀ ବିକ୍ରିଯାଟି ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ତା ହେଲେ ଆରା ବେଶି ତାପ ଉପାଦନିତ ହବେ ଏବଂ ଫଳାଫଳ ପ୍ରଶମିତ ନା ହେଯ ଆରା ବୃଦ୍ଧି ପାରେ । ସନ୍ଦି ବିପରୀତମୁଖୀ ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯାଟି ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ ତାହଲେ ସେଟି ତାପ ଶୋଷଣ କରେ ତାପ ବୃଦ୍ଧିଜନିତ ଫଳାଫଳ ପ୍ରଶମିତ କରାବେ । କାଜେଇ ଲା-ଶାତେଲିଯାର ନୀତି ଅନୁଯାୟୀ ଆମରା ବଳତେ ପାରି ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି କରା ହେଲେ ବିପରୀତମୁଖୀ ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯାଟି ବୃଦ୍ଧି ପାରେ । ଅନ୍ୟଭାବେ ବଳା ଯାଏ, ତାପୋଧାନୀ ବିକ୍ରିଯାଯ ତାପ ପ୍ରାୟୋଗ କରାଲେ ସାମ୍ୟ ଡାର୍ଦିକ ଥେକେ ବାମଦିକେ ସରେ ଯାଏ ଅର୍ଧାଂ NH_3 ଭେଣେ N_2 ଏବଂ H_2 ଉପରେ କରାଇ ।

একই ঘূর্ণিতে আমরা বলতে পারি, বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা হ্রাস করা হলে সম্মুখমুখী তাপ উৎপাদনী বিক্রিয়াটি বৃদ্ধি পাবে এবং তাপ হ্রাসজনিত ফলাফল প্রশমিত করবে। অর্থাৎ সাম্য বাম দিক থেকে ডানদিকে সরে যাবে। যে সকল বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন হয় না সে সকল বিক্রিয়ায় সাম্যাবস্থার উপর তাপমাত্রার কোনো প্রভাব নেই।

এবারে আরেকটি বিক্রিয়া বিবেচনা করা যাক। এই বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী অংশটি তাপহারী এবং বিপরীতমুখী অংশটি তাপ উৎপাদনী।



এই বিক্রিয়ায় তাপ প্রয়োগ করা হলে সম্মুখমুখী তাপহারী বিক্রিয়া বৃদ্ধি পাবে, কিংবা সাম্য বামদিক থেকে ডানদিকে সরে যাবে অর্থাৎ N_2 ও O_2 বিক্রিয়া করে NO উৎপন্ন হবে। আবার, সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা হ্রাস করা হলে বিপরীতমুখী তাপ উৎপাদনী বিক্রিয়া বৃদ্ধি পাবে অর্থাৎ সাম্য ডানদিক থেকে বামদিকে সরে যাবে অর্থাৎ NO ভেঙে N_2 এবং O_2 উৎপন্ন হবে।

সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব

যে সকল বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদনের মধ্যে যেকোনো একটি গ্যাসীয় বা সবই গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে সেসব বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব থাকে। সাম্যাবস্থায় বিক্রিয়কের মোট মোল সংখ্যা এবং উৎপাদনের মোট মোল সংখ্যার পরিবর্তন হলে সাম্যাবস্থার উপর চাপের প্রভাব থাকবে।

যেমন:



লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে সাম্যাবস্থায় চাপ প্রয়োগ করা হলে চাপ বৃদ্ধিজনিত ফলাফল প্রশমিত হতে হবে। একই আয়তনে গ্যাসের মোল সংখ্যা বেশি হলে চাপ বেশি হয় এবং মোল সংখ্যা কম হলে চাপ কম হয়। উপরের উভয়মুখী বিক্রিয়ায় বাম দিকে গ্যাসীয় উৎপাদনে মোল সংখ্যা বেশি ($1+3 = 4$) এবং ডান দিকে কম (2)। কাজেই চাপ বৃদ্ধিজনিত ফলাফল প্রশমিত করার জন্য বিক্রিয়াটির গ্যাসীয় উৎপাদন বেশি মোল থেকে কম মোলের দিকে যেতে হবে। অর্থাৎ বিক্রিয়ার সম্মুখমুখী অংশটি বৃদ্ধি পেয়ে N_2 ও H_2 বিক্রিয়া করে NH_3 উৎপন্ন করবে। অন্যভাবে বলতে পারি, বেশি মোল থেকে কম মোলের দিকে সাম্য সরে যাবে। কাজেই সাম্যাবস্থায় চাপ কমিয়ে দিলে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে চাপ হ্রাসজনিত ফলাফল প্রশমিত করার জন্য বা চাপ বাঢ়ানোর জন্য কম মোল থেকে বেশি মোলের দিকে সাম্য সরে যাবে।

আমরা আরও একটি উভয়মুখী বিক্রিয়া বিবেচনা করতে পারি:



এই বিজ্ঞায়ায় বিজ্ঞয়কের মোট মোল সংখ্যা $1 + 1 = 2$ এবং উৎপাদের মোল সংখ্যাও 2, অর্থাৎ এই বিজ্ঞায়ায় মোলের পরিবর্তন হয় না, কাজেই চাপেরও পরিবর্তন হয় না। অন্যভাবে বলতে পারি, এই বিজ্ঞায়ার সাম্যাবস্থায় চাপের কোনো প্রভাব নেই।

সাম্যাবস্থার উপর ঘনমাত্রার প্রভাব

সকল বিজ্ঞায়ার সাম্যাবস্থার উপর বিজ্ঞয়কের ঘনমাত্রার প্রভাব রয়েছে। বিজ্ঞায়ার সাম্যাবস্থায় যে কোনো একটি বিজ্ঞয়কের ঘনমাত্রা বাড়ালে লা-শাতেলিয়ার নীতি অনুসারে বিজ্ঞয়কের ঘনমাত্রা কমিয়ে পরিবর্তনের ফলাফলকে প্রশ্নিত করার জন্য উৎপাদের পরিমাণ বৃদ্ধি হতে হবে। আমরা বলতে পারি, এখানে বিজ্ঞায়ার সাম্যাবস্থা ডামদিকে অগ্রসর হয়। একইভাবে বিজ্ঞায়ার সাম্যাবস্থায় যেকোনো একটি উৎপাদের ঘনমাত্রা বাড়ানো হলে উৎপাদের পরিমাণ কমানোর জন্য বিজ্ঞয়টি বিগরীত দিকে ঘটতে থাকে এবং বিজ্ঞয়কের ঘনমাত্রা বৃদ্ধি হতে থাকে। অন্যভাবে বলতে পারি, সাম্যাবস্থা বামদিকে অগ্রসর হয়।



অনুশীলনী



১. ভিনেগারে নিচের কোন এসিডটি উপর্যুক্ত থাকে?
- (ক) সাইট্রিক এসিড
 - (খ) এসিটিক এসিড
 - (গ) টারটারিক এসিড
 - (ঘ) এসক্রবিক এসিড
২. মৌমাছি কামড় দিলে ক্ষতস্থানে কোনটি ব্যবহার করা যেতে পারে?
- (ক) কলিচুন
 - (খ) ভিনেগার
 - (গ) খাবার লবণ
 - (ঘ) পানি
৩. এন্টাসিড জাতীয় ঔষুধ সেবনে কোন ধরনের বিজ্ঞয়া সফল হয়?
- (ক) প্রশ্নমন
 - (খ) দহন
 - (গ) সংযোজন
 - (ঘ) প্রতিস্থাপন



- (i) তাপ উৎপন্ন হয়
- (ii) ইলেক্ট্রন স্থানান্তর ঘটে
- (iii) অধংকেপ পড়ে

নিচের কোনটি সঠিক?

- | | |
|-------------|-----------------|
| (ক) i | (খ) ii ও iii |
| (গ) i ও iii | (ঘ) i, ii ও iii |



- (i) সমানুরূপ বিক্রিয়া
- (ii) জারণ-বিজ্ঞারণ
- (iii) সংযোজন বিক্রিয়া

নিচের কোনটি সঠিক?

- | | |
|--------------|------------------|
| (ক) i ও ii | (খ) i ও iii |
| (গ) ii ও iii | (ঘ) i, ii ও, iii |

6. H_2SO_4 এ সালফারের জারণ সংখ্যা কত?

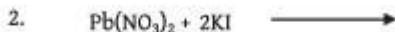
- | | |
|--------|--------|
| (ক) +2 | (খ) +4 |
| (গ) +6 | (ঘ) +8 |



সৃজনশীল প্রশ্ন

1. অপু ও সেতু উভয়ের বাসায় রামার কাজে প্রাকৃতিক গ্যাস ব্যবহার করা হয়। অপুর বাসার পাত্রের নিচে কালো দাগ পড়লেও সেতুর বাসার পাত্রের নিচে কোনো দাগ নেই।

- (ক) একমুখী বিক্রিয়া কাকে বলে?
- (খ) রাসায়নিক সাম্যাবস্থা বলতে কী বোবায়?
- (গ) রামার সময় তাদের বাসায় সকলো বিক্রিয়াটি কোন ধরনের? ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) উদ্ধীপকের কোন বাসায় রামার কাজে গ্যাসের অপচয় হয় বলে তৃষ্ণি মনে করো? তোমার উত্তরের সংগৃহে যুক্তি দাও।



উপরের বিক্রিয়ার আলোকে নিচের ছকটি পূরণ করা হলো [K = 39, I = 127]

| উপাদান | ১ম পাত্র | ২য় পাত্র | ৩য় পাত্র | ৪র্থ পাত্র | ব্যবহৃত মোট আয়তন (mL) | অধ্যক্ষেপ |
|---|-------------|--------------|--------------|---------------|------------------------------|-----------|
| 0.2 M $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ এর আয়তন (mL) | 1 | 2 | 3 | 4 | 10 | হলুদ |
| গানির আয়তন (mL) | 4 | 3 | 2 | 1 | 10 | |
| 0.5 M KI এর আয়তন (mL) | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | |
| প্রতিটি পাত্রের ছবিগুরের মোট আয়তন (mL) | 6 | 6 | 6 | 6 | - | |

(ক) তাপ উৎপাদনী বিক্রিয়া কাকে বলে?

(খ) যোজনী ও জারণ সংখ্যা এক নয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) সারণিতে ব্যবহৃত মোট KI এর পরিমাণ কত হ্রাস? নির্ণয় করে দেখাও।

(ঘ) কোন পাত্রের ছবিগুরে অধিক হলুদ হবে বলে তুমি মনে করো? যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।

3.



(ক) সমাগুকরণ বিক্রিয়া কাকে বলে?

(খ) উভয়ীয় বিক্রিয়াটির উৎপাদন হৌগটিতে সালফারের জারণ সংখ্যা নির্ণয় করো।

(গ) বিতীর্ণ বিক্রিয়াটির উৎপাদন হৌগটিতে সালফারের জারণ সংখ্যা নির্ণয় করো।

(ঘ) উভয়কে প্রথম বিক্রিয়াটিতে জারণ-বিজ্ঞারণ মুগ্ধণ্ড ঘটে-বিশ্লেষণ করো।

অষ্টম অধ্যায়

রসায়ন ও শক্তি

(Chemistry and Energy)



সপ্তম অধ্যায়ে আমরা দেখেছি বেশির ভাগ বিক্রিয়া সংযোগ হওয়ার সময় তাপ নির্গত হয়। ঘেমন- কাঠ, কয়লা, প্রকৃতিক গ্যাস পুড়িয়ে আমরা রাজা করি, গাড়ি চালাই। অর্থাৎ একেতে তাপ নির্গত হয়। শুশ্রাৎ হলো, এই ভাপের উৎস কোথায়। প্রত্যেকটি রাসায়নিক বস্তু এক ধরনের শক্তি ধারণ করে যা বিক্রিয়ার মাধ্যমে তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। পদার্থের এই অভিনিহিত শক্তিকে রাসায়নিক শক্তি বলে। পদার্থের মধ্যে এ রাসায়নিক শক্তি কীভাবে থাকে? আবার কীভাবেই বা এ শক্তি আমাদের কাজে লাগে? টেরের ব্যাটারি দ্বারা আমরা বিন্দুৎ উৎপন্ন করে আলো জ্বালাই। বনিজ তেল পুড়িয়ে তা থেকে তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। এ শক্তি থেকে বিন্দুৎ উৎপন্ন হয়। এসব কীভাবে ঘটে? এ নিয়ে অবশ্যই তোমাদের মনে প্রশ্ন জাগে। বিভিন্ন দেশে পারমাণবিক শক্তি ব্যবহার করে বিন্দুৎ উৎপাদন করা হচ্ছে। এ সর্বগুলোর সাথেই রসায়ন তথা রাসায়নিক বিক্রিয়া অথবা নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া জড়িত। আবার, এ বিক্রিয়াগুলোর কিছু বিরূপ প্রভাব আছে পরিবেশ ও জামাদের শরীরের উপর। এ সমস্ত বিষয়ই এ অধ্যায়ের আলোচ্য বিষয়।



ଏ ଅଧ୍ୟାୟ ପାଠ ଶେଷେ ଆମରା

- ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ସାଥେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନେର ସଫର୍କ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରଣେ ପାରବ ।
- ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନେ ଜ୍ଞାଲାନିର ବିଶ୍ୱାସତାର ଗୁରୁତ୍ୱ ଅନୁଧାବନ, ପରିବେଶ ସୁରକ୍ଷାର ଏଗ୍ଗୋର ବ୍ୟବହାର ସୀମିତ ରାଖଣେ ଓ ଉପ୍ରୟୁକ୍ତ ଜ୍ଞାଲାନି ନିର୍ବାଚନେ ସତ୍ୟନତାର ପରିଚୟ ଦିତେ ପାରବ ।
- ନିରାପଦତାର ବିଷୟାଟି ବିବେଚନାୟ ରେଖେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆ-ସଂଘର୍ଷ ସମସ୍ୟା ଚିହ୍ନିତ କରେ ତା ଅନୁସମ୍ଭାନେର ପରିକଳ୍ପନା, ବାସ୍ତବାୟନ ଏବଂ ଏର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ମୂଳ୍ୟାନ୍ତ କରଣେ ପାରବ ।
- ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ସଂଘଟନେ ଏବଂ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନେ ସତ୍ୟନତାରେ ଓ ଆଦ୍ୟବିଶ୍ୱାସେର ସାଥେ ଦାହିତ୍ତଶୀଳ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ହଙ୍ଗମେ ସମ୍ପଦ ହବ ।
- ଜୀବନ୍-ବିଜୀବନ୍ ବିକ୍ରିଆର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନୀୟ ମତବାଦ ବ୍ୟବହାର କରେ ଚଲବିନ୍ଦୁତେର ଧାରଣା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରଣେ ପାରବ ।
- ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ମାଧ୍ୟମେ ବିନ୍ଦୁଃ ଉତ୍ପାଦନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରଣେ ପାରବ ।
- ବିନ୍ଦୁଃ ବ୍ୟବହାର କରେ ବିକ୍ରିଆ ସଂଘଟନ କରଣେ ପାରବ ।
- ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥର ତଡ଼ିଃ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ଉତ୍ପାଦିତ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଏର ବାଣିଜ୍ୟକ ବ୍ୟବହାର ସଫର୍କ ମତାମତ ଦିତେ ପାରବ ।
- ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷେର ତଡ଼ିଃବାର ଗଠନ କରଣେ ପାରବ ।
- ତଡ଼ିଃ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟ କୋଷ ଓ ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷେର ମଧ୍ୟେ ପାର୍ଶ୍ଵକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରଣେ ପାରବ ।
- ତଡ଼ିଃ ରାସାୟନିକ କୋଷେର ପ୍ରୋଗ୍ରାମ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରଣେ ପାରବ ।
- ତୁଳନାମୂଳକ ବିଶ୍ଲେଷଣ କରେ ପାରମାଣ୍ଵିକ ବିନ୍ଦୁଃ ଉତ୍ପାଦନ ସଫର୍କ ମତାମତ ଦିତେ ପାରବ ।
- ତାପହାରୀ ଓ ତାପ ଉତ୍ପାଦନ ବିକ୍ରିଆର ପରୀକ୍ଷା କରଣେ ପାରବ ।
- ରାସାୟନିକ ଦ୍ରବ୍ୟର ଅତିକର ଦିକ୍ଷମ୍ଭୁତ ସଫର୍କରେ ସତ୍ୟନତା ସୃତି କରଣେ ପାରବ ।
- ବିଶ୍ୱାସ ଜ୍ଞାଲାନି ବ୍ୟବହାରେ ଆଘାତ ସୃତି କରଣେ ପାରବ ।
- ଦ୍ରବ୍ୟ ଓ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ତାପେର ପରିବର୍ତ୍ତନ ପରୀକ୍ଷାର ସାହାଯ୍ୟ ଦେଖାଣେ ପାରବ ।

৪.১ রাসায়নিক শক্তি (Chemical Energy)

৪.১.১ রাসায়নিক শক্তির উৎস

আমরা ইতোমধ্যে জেনেছি যে, পদার্থের মধ্যে অগু ও পরমাণু থাকে। একটি বস্তুতে এ অগু বা পরমাণুগুলো পরস্পরের সাথে যে শক্তির সাহায্যে যুক্ত থাকে তাদেরকে রাসায়নিক শক্তি বলে।

তোমরা এই অধ্যায়ে এসব রাসায়নিক শক্তি সম্পর্কে জানবে।

বন্ধন শক্তি (Bond Energy)

বন্ধু বা যৌগে বন্ধনে আবশ্য একটি পরমাণুর সাথে আরেকটি পরমাণু যে আকর্ষণ শক্তির মাধ্যমে যুক্ত থাকে তাকে বন্ধন শক্তি বলে।

সোডিয়াম ক্লোরাইডে সোডিয়াম আয়ন ও ক্লোরাইড আয়নের মধ্যে আয়নিক বন্ধন বিদ্যমান। কার্বন ডাই-অক্সাইড অণুতে কার্বন ও অক্সিজেনের মধ্যে সমযোজী বন্ধন বিদ্যমান। আবার, একটি লোহার খণ্ডে আয়নের পরমাণুসমূহের মধ্যে ধাতব বন্ধন বিদ্যমান। এসব বন্ধনে একটি পরমাণুর সাথে আরেকটি পরমাণু যে আকর্ষণ শক্তির মাধ্যমে যুক্ত থাকে তাকেই বন্ধন শক্তি বলে।

আন্তঃআণবিক শক্তি

সমযোজী যৌগের অণুসমূহ একে অপরের সাথে যে আকর্ষণ শক্তির মাধ্যমে যুক্ত থাকে তাকে আন্তঃআণবিক শক্তি (Intermolecular Energy) বলা হয়। যেমন- পানি একটি সমযোজী যৌগ। একটি পানির অণুর সাথে আশপাশের অন্যান্য পানির অণুসমূহ আন্তঃআণবিক আকর্ষণ শক্তির মাধ্যমে যুক্ত থাকে।

অন্যদিকে সোডিয়াম ক্লোরাইডের আয়নিক যৌগে একটি সোডিয়াম আয়নের চারদিকে ৬টি ক্লোরাইড আয়ন অবস্থান করে। এখানে একটি সোডিয়াম ও ৬টি ক্লোরাইড আয়নের মধ্যে আকর্ষণ বিদ্যমান থাকে। আবার প্রত্যেকটি ক্লোরাইড আয়নের চারদিকে ৬টি সোডিয়াম আয়ন অবস্থান করে। এখানে প্রত্যেকটি ক্লোরাইড আয়ন ও ৬টি সোডিয়াম আয়নের মধ্যে আকর্ষণ বিদ্যমান থাকে।

আয়নিক যৌগে আয়নসমূহের মধ্যে যে আকর্ষণ শক্তি থাকে ঐ আকর্ষণ শক্তি সমযোজী যৌগের আন্তঃআণবিক শক্তির চেয়ে বেশি। এজন্য আয়নিক পদার্থের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক সমযোজী পদার্থের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক অপেক্ষা বেশি।

ଏଜନ୍ୟ ଆୟନିକ ଯୌଗସମୂହ ସାଧାରଣତ କଞ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାୟ କଠିନ ଅବସ୍ଥାୟ ଥାକେ ଆର ସମୟୋଜୀ ଯୌଗସମୂହ ସାଧାରଣତ କଞ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାୟ ତରଳ ବା ବାୟବୀୟ ଅବସ୍ଥାୟ ଥାକେ । ତବେ ଅନେକ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ଆଜେ ଯେଗୁଲେ କଞ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାୟ କଠିନ ଅବସ୍ଥାୟ ଥାକେ । ସେମନ: ନ୍ୟାଗ୍ରାହିଲିନ ।

ଏକଇ ମୌଲେର ପରମାଣୁ ଥିକେ ଉତ୍ପନ୍ନ ସମୟୋଜୀ ଅଣୁସମୂହେର (ସେମନ- H₂) ଆନ୍ତଃଆଗବିକ ଶକ୍ତିର ଚେଯେ ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ମୌଲେର ପରମାଣୁ ଦିନେ ଗଠିତ ଅଣୁର (ସେମନ HCl) ଆନ୍ତଃଆଗବିକ ଶକ୍ତି ବେଶି ହୁଏ ।

ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାୟ ଶକ୍ତିର ବୃପ୍ତାନ୍ତର

ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦାର୍ଥର ମଧ୍ୟେ କିଛୁ ନା କିଛୁ ଶକ୍ତି ବିଦ୍ୟମାନ ଥାକେ । ସମ୍ଭବ ଅଧ୍ୟାୟେ ବିକ୍ରିଯାୟ ଆମରା ଦେଖେଛି କୋନୋ କୋନୋ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାୟ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ ଆବାର କୋନୋ କୋନୋ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାୟ ଶକ୍ତି ଶୋସିଥିବା ହୁଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାୟ ଶକ୍ତିର ବୃପ୍ତାନ୍ତର ଘଟିବା ଏବଂ ଏକଟି ବିକ୍ରିଯାୟ ଶକ୍ତିର ବୃପ୍ତାନ୍ତର ବିଭିନ୍ନ ବୃପ୍ତେ ହତେ ପାରେ । ସେମନ- ତାପଶକ୍ତି, ଆଲୋକ ଶକ୍ତି, ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତି, ଶବ୍ଦ ଶକ୍ତି ଇତ୍ୟାଦିତେ ବୃପ୍ତାନ୍ତରିତ ହତେ ପାରେ ।

ଶକ୍ତି ପରିମାପେର ଏକକ

ପୂର୍ବ ଶକ୍ତି ମାପାର ଜନ୍ୟ କ୍ୟାଲେର (Calorie) ବା କିଲୋ କ୍ୟାଲେର (kilo Calorie) ଏକକ ବ୍ୟବହାର କରା ହତେ । 1 ହାମ ପାନିର ତାପମାତ୍ରା 1°C ବାଡ଼ାତେ ସେ ପରିମାଣ ତାପଶକ୍ତି ପ୍ରଦାନ କରାତେ ହୁଏ ତାକେ ଏକ କ୍ୟାଲେର (ସଂକ୍ଷେପେ Cal) ବଲେ । 1 ହାଜାର କ୍ୟାଲେରିକେ 1 କିଲୋ କ୍ୟାଲେର ବଲେ । କିଲୋ କ୍ୟାଲେରିକେ ସଂକ୍ଷେପେ kCal ଦିନେ ପ୍ରକାଶ କରା ହୁଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନେ ସକଳ ଧରନେର ଶକ୍ତିର ଏକକ ହିସେବେ ଜୁଲ (Joule) କେ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରା ହରୋଛେ । କୋନୋ ବସ୍ତୁର ଉପର 1 ନିଉଟନ ବଲ ପ୍ରାଯୋଗ କରଲେ ଯଦି ବଲେର ଦିକେ 1 ମିଟାର ସରଣ ଘଟେ ତବେ ତାର ଜନ୍ୟ ପ୍ରାୟୋଜନୀୟ କାଙ୍କାକେ 1 ଜୁଲ ବଲେ । ଏକେ ସଂକ୍ଷେପେ J ଦିନେ ପ୍ରକାଶ କରା ହୁଏ । 1 ହାଜାର ଜୁଲକେ 1 କିଲୋଜୁଲ (kJ) ବଲେ ।

ଜୁଲ ଓ କ୍ୟାଲେରିର ସମ୍ପର୍କ ହଜ୍ଜେ: 1 Cal = 4.18 J

8.1.2 ତାପେର ପରିବର୍ତ୍ତନେର ଭିତ୍ତିତେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାର ଶୈଖିବିଭାଗ

କିଛୁ କିଛୁ ବିକ୍ରିଯା ସ୍ଵାତନ୍ତ୍ରତାବେ ଘଟେ ଆବାର କିଛୁ କିଛୁ ବିକ୍ରିଯା ଶକ୍ତି ପ୍ରଯୋଗ କରେ ଘଟାତେ ହୁଏ । ସେ ସକଳ ବିକ୍ରିଯା ସ୍ଵାତନ୍ତ୍ରତାବେ ଘଟେ ସେମର ବିକ୍ରିଯକ ଉତ୍ପାଦେ ପରିଣତ ହେବାର ସମୟେ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ତାପେର ପରିବର୍ତ୍ତନେର ଭିତ୍ତିତେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ଦୁଇ ଧରନେର । (i) ତାପୋଂପାନୀ ବିକ୍ରିଯା (ii) ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯା । ତାପୋଂପାନୀ ବିକ୍ରିଯାର ଫେଟ୍ରେ ΔH ଏର ମାନ ଋଣାୟକ (negative) ଏବଂ ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯାର ଫେଟ୍ରେ ΔH ଏର ମାନ ଧନୀୟକ (positive) ହୁଏ ।

এখানে H হলো heat content বা ক্ষমতার ধারণকৃত তাপ।

একটি পদাৰ্থ একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি ধারণ কৰে। এই শক্তিকে অভ্যন্তরীণ শক্তি বলে। একটি বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তিকে H_1 ঘৰা এবং উৎপাদসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তিকে H_2 ঘৰা চিহ্নিত কৰা হলে ঐ বিক্রিয়াৰ তাপ শক্তিৰ পৰিবৰ্তন

$$\Delta H = \text{উৎপাদসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি} (H_2) - \text{বিক্রিয়কসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি} (H_1)$$

তাপোৎপাদনী বিক্রিয়াৰ ক্ষেত্ৰে বিক্রিয়কসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি H_1 উৎপাদসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি H_2 থকে বেশি। কাজেই এ বিক্রিয়াতে বিক্রিয়া তাপ বা শক্তিৰ পৰিবৰ্তন $\Delta H = H_2 - H_1$ এৰ মান ধৰাত্বক। এইসৰ বিক্রিয়াৰ তাপ নিৰ্গত হয়।

যেমন- কোনো বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি 50 kJ/mol এবং উৎপাদসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি 20 kJ/mol হলে $\Delta H = (20 - 50)$ kJ/mol = -30 kJ/mol অৰ্থাৎ 30kJ/mol তাপ নিৰ্গত হয়।

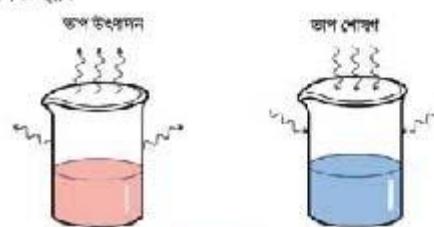
আবাৰ, তাপহাৰী বিক্রিয়া ক্ষেত্ৰে বিক্রিয়কসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি H_1 উৎপাদসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি H_2

থকে কম। কাজেই এ বিক্রিয়াতে তাপ শক্তিৰ পৰিবৰ্তন $\Delta H = H_2 - H_1$ এৰ মান ধৰাত্বক। এ ধৰনেৰ বিক্রিয়া শক্তি প্ৰয়োগ কৰা না হলে বিক্রিয়া ঘটে না।

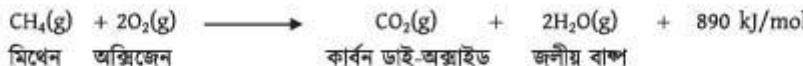
যেমন: কোনো বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি 70 kJ/mol এবং উৎপাদসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি 80 kJ/mol হলে $\Delta H = (80 - 70)$ kJ/mol = +10 kJ/mol। অৰ্থাৎ এ ক্ষেত্ৰে কমপক্ষে 10 kJ শক্তি প্ৰয়োগ কৰতে হবে। তা না হলে বিক্রিয়া ঘটবে না।

তাপোৎপাদনী বিক্রিয়া (Exothermic Reactions)

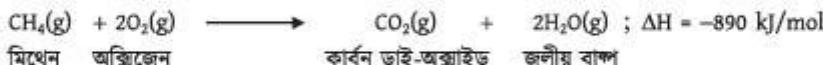
যে বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয় তাকে তাপোৎপাদনী বিক্রিয়া বলা হয়। তাপোৎপাদনী বিক্রিয়াৰ সমীকৰণ লেখাৰ সময় বিক্রিয়াৰ ডানপাশে উৎপাদনেৰ সাথে + চিহ্ন দিয়ে তাপ লেখা যেতে পাৰে কিংবা ΔH দিয়ে বিক্রিয়া উৎপাদিত তাপ প্ৰকাশ কৰা যেতে পাৰে, একেজে ΔH এৰ মান ধৰাত্বক হবে। তোমাৰা দেখেছ, কোনো কিছু রাখা কৰতে চুলাতে ঝালানি হিসেবে যে গ্যাস ব্যৱহাৰ কৰি তা পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয়। আবাৰ শুকনা চুন পানিতে যোগ কৰলে তা গৰম হৈবে ওঠে। রাখাৰ গ্যাসেৰ প্ৰধান উপাদান হলো মিথেন (CH_4)। এ গ্যাস পোড়ালে প্ৰতি 1 মোল মিথেন গ্যাস বাতাসেৰ অক্সিজেনেৰ সাথে বিক্রিয়া কৰে কাৰ্বন ডাই-অক্সাইড আৰ পানি উৎপন্ন হয়। সেই সাথে 890 kJ তাপও উৎপন্ন হয়।



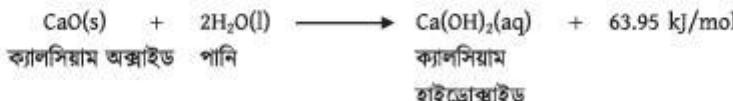
চিত্ৰ 8.01: তাপ উৎপন্ন ও তাপ শোষণ।



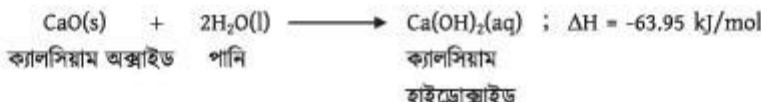
ବା



ଆବାର, ଶୁକଳ ଚନ୍ଦ୍ର ହଲୋ କ୍ୟାଲସିଯାମ ଅର୍କ୍‌ଇଡ (CaO) କ୍ୟାଲସିଯାମ ଅର୍କ୍‌ଇଡେ ପାନି ଯୋଗ କରିଲେ କ୍ୟାଲସିଯାମ ହୈଡ୍ରୋକ୍ରୀଟିକ୍ ଡାଇକ୍ରୋକ୍ରୀଟିକ୍ $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ଉଂପନ୍ଥ ହୁଏ । ସେଇ ସାଥେ 63.95 kJ/mol ତାପ ଉଂପନ୍ଥ ହୁଏ । ସେଇନାହିଁ ଏ ମିଶ୍ରଣ ପରମ ହେବୁ ଓଠେ ।



ବା



ଉପରେ ଦୁଇ ଉଦାହରଣେଇ ବିକ୍ରିଯକେର ଅଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି ଉଂପାଦେର ଅଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି ଥେବେ ବେଶି । ତାଇ ବିକ୍ରିଯକ ସଥଳ ଉଂପାଦେ ପରିଣିତ ହୁଏ ତଥଳ ଅତିରିକ୍ତ ଶକ୍ତିଟିକୁ ତାପଶକ୍ତି ଆକାରେ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।

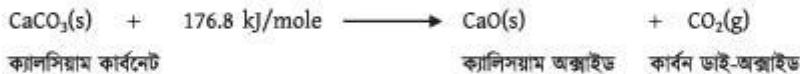
ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯା (Endothermic Reactions)

ତାପ ପ୍ରଦାନ କରେ ଯେ ବିକ୍ରିଯା ଘଟାନେ ହୁଏ ସେଇ ବିକ୍ରିଯାକେ ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯା ବଲା ହୁଏ । ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯାକେ ତାପଶୋଷି ବିକ୍ରିଯାଓ ବଲା ହୁଏ । ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯାର ସମୀକରଣ ଲେଖାର ସମୟ ବିକ୍ରିଯାର ବାମପାଶେ ବିକ୍ରିଯକେର ସାଥେ + ଚିହ୍ନ ଦିଯେ ତାପ ଲେଖା ଯେତେ ପାରେ । କିନ୍ତୁ ΔH ଦିଯେ ଲିଖିଲେ ΔH ଏର ମାନ ଧନ୍ୟାତ୍ମକ ହରେ । ଥାମେ ଶାୟିକ ବା ବିନ୍ଦୁକେର ଖୋଲସ ଥେବେ ଚନ୍ଦ୍ର ତୈରି କରା ହୁଏ । ଅନେକଗୁଲୋ ଶାୟିକ ବା ବିନ୍ଦୁକେର ଖୋଲସ ଏକସାଥେ ଜଡ଼ୋ କରେ ଆଗୁନ ଝାଲିଯେ ଦେଖିଲୋକେ ଉତ୍ସମ୍ଭବ କରାଯାଇଛି ।

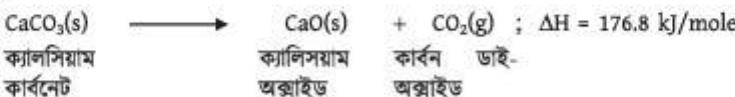


ଚିତ୍ର ୪.୦୨: ବିନ୍ଦୁକେର ଖୋଲସ ଥେବେ ଚନ୍ଦ୍ର ତୈରି ।

ହୁଏ । ଆସଲେ ଖିନ୍କ ବା ଶାମୁକେର ଖୋଲସଗୁଲୋତେ ଥ୍ରାୟ 98% କ୍ୟାଲସିଆମ କାର୍ବନେଟ୍ (CaCO_3) ଥାକେ । ଆଗୁମେର ତାପେ ଏ କ୍ୟାଲସିଆମ କାର୍ବନେଟ୍ ଭେଣେ ପିଯେ କ୍ୟାଲସିଆମ ଅଙ୍ଗ୍ରାଇଡ୍ ଏବଂ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅଙ୍ଗ୍ରାଇଡ୍ ତୈରି ହୁଏ । କ୍ୟାଲସିଆମ ଅଙ୍ଗ୍ରାଇଡ୍ ହଜେ ଚୁନ, ସେଟି ପଡ଼େ ଥାକେ—କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅଙ୍ଗ୍ରାଇଡ୍ ବାତାସେର ସାଥେ ମିଶେ ଯାଏ ।



ବା



୮.୧.୩ ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତି ହିସାବ କରେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାଯିର ତାପେର ପରିବର୍ତ୍ତନେର ହିସାବ

ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାଯି ତାପେର ପରିବର୍ତ୍ତନ ବା ΔH ଏର ମାନ ଦୂଇଭାବେ ହିସାବ କରା ହୁଏ । (୧) ଅଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରେ ଏବଂ (୨) ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରେ ।

ଯଦି ଅଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ ତାହାଲେ ଉତ୍ପାଦନୟରେ ମୋଟ ଅଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି ଥେବେ ବିକ୍ରିଯକନୟରେ ମୋଟ ଅଭ୍ୟନ୍ତରୀଣ ଶକ୍ତି ବାଦ ଦିଯେ ΔH ଏର ମାନ ହିସାବ କରା ହୁଏ । ଆର ଯଦି ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ ତାହାଲେ ବିକ୍ରିଯକନୟରେ ମୋଟ ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତି ଥେବେ ଉତ୍ପାଦନୟରେ ମୋଟ ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତି ବାଦ ଦିଯେ ΔH ଏର ମାନ ହିସାବ କରା ହୁଏ । ଯେତାବେ ହିସାବ କରା ହିୟକ ନା କେନ, ବିକ୍ରିଯାର ΔH ଏର ମାନ ଏକଇ ଥାକେ ।

ଏକଟି ଯୌଗେର ଯେକୋନୋ ଦୂଇଟି ପରମାଣୁର ମଧ୍ୟକାର ବସ୍ଥନ ଭେଣେ ପରମାଣୁ ଦୂଟିକେ ଆଲାଦା କରତେ ଯେ ଶକ୍ତି ଦିତେ ହୁଏ ତାକେ ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତି ବଳେ । ଆବାର କୋନୋ ଯୌଗେର ଯେକୋନୋ ଦୂଇଟି ପରମାଣୁର ମଧ୍ୟେ ବସ୍ଥନ ତୈରି ହୁଲେ ଯେ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ ତାକେବେ ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତି ବଳେ ।

ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ସଫଳ ହେଉଥାର ସମୟ ବିକ୍ରିଯକନୟରେ ମଧ୍ୟେ ଯେ ବସ୍ଥନଗୁଲୋ ଆଛେ ଦେଇ ବସ୍ଥନଗୁଲୋ ଭେଣେ ଯାଏ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦନଗୁଲୋର ମଧ୍ୟେ ନତୁନ ନତୁନ ବସ୍ଥନ ତୈରି ହୁଏ । ବିକ୍ରିଯକନୟର ବସ୍ଥନ ଭାଙ୍ଗାର ଜନ୍ୟ ଶକ୍ତି ଦିତେ ହୁଏ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦନଗୁଲୋର ବସ୍ଥନ ତୈରି ହୁଲେ ଶକ୍ତି ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।

ଯେକୋନୋ ବିକ୍ରିଯା ବିକ୍ରିଯକନୟରେ ମୋଟ ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତିକେ B_1 ଦିଯେ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦନୟରେ ମୋଟ ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତିକେ B_2 ଦିଯେ ଚିହ୍ନିତ କରା ହୁଲେ ଏଇ ବିକ୍ରିଯାର ତାପ ଶକ୍ତିର ପରିବର୍ତ୍ତନ:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \text{ବିକ୍ରିଯକନୟରେ ମୋଟ ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତି } B_1 - \text{ଉତ୍ପାଦନଗୁଲୋର ମୋଟ ବସ୍ଥନ ଶକ୍ତି } B_2 \\ &= (\text{ବିକ୍ରିଯକନୟରେ ବସ୍ଥନ ଭାଙ୍ଗାର ଜନ୍ୟ ଦେଓଯା ମୋଟ ଶକ୍ତି } B_1) \\ &\quad - (\text{ଉତ୍ପାଦନଗୁଲୋର ବସ୍ଥନ ତୈରି ହେଉଥାର ଜନ୍ୟ ନିର୍ଗତ ହେଉଥା ମୋଟ ଶକ୍ତି } B_2)\end{aligned}$$

ତାପ ଉଂପାଦୀ ବିକ୍ରିଯାର ଫେଟେ B₁ ଏର ମାନ B₂ ଥିଲେ କମ ଏଜନ୍ୟ ତାପ ଉଂପାଦୀ ବିକ୍ରିଯାର ଫେଟେ ΔH ଏର ମାନ ଥନ୍ତ୍ରାୟକ । ଅନ୍ୟଦିକେ ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯାର ଫେଟେ B₁ ଏର ମାନ B₂ ଥିଲେ ବେଶୀ ଏଜନ୍ୟ ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯାର ଫେଟେ ΔH ଏର ମାନ ଥନ୍ତ୍ରାୟକ । ନିଚେର ତାଲିକାଯି କିଛୁ ବସ୍ତୁରେ ବସ୍ତନ ଶକ୍ତି ଉପର୍ଯ୍ୟାପନ କରାଇଲେ ।

ଟେବିଲ ୮.୦୧: ବସ୍ତନ ଏବଂ ବସ୍ତନ ଶକ୍ତି ।

| ବସ୍ତନ | ବସ୍ତନ ଶକ୍ତି (କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ) | ବସ୍ତନ | ବସ୍ତନ ଶକ୍ତି (କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ) |
|-------|------------------------------|-------|------------------------------|
| C-H | 414 | N-H | 391 |
| C-Cl | 326 | O-H | 464 |
| C-C | 344 | O=O | 498 |
| C=C | 615 | C≡C | 812 |
| N≡N | 946 | Cl-Cl | 244 |
| Br-Br | 193 | I-I | 151 |
| O-O | 143 | H-H | 436 |
| H-Cl | 431 | H-Br | 366 |
| H-I | 299 | H-F | 563 |
| C=O | 724 | C-O | 350 |

୮.୦୧ ତାଲିକା ଥିଲେ ଦେଖିବା ଯାଇ, O=O ଏର ବସ୍ତନ ଶକ୍ତି 498 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ । ଏ ତଥ୍ୟ ଥିଲେ ବୋକା ଯାଇ 1 ମୋଲ O=O ବସ୍ତନକେ ଭାଙ୍ଗିଲେ 498 କିଲୋଜୁଲ ତାପ ଦିଲେ ହୁଏ । ଅଧିବା ଅନ୍ୟଭାବେ ବଳା ଯାଇ 1 ମୋଲ O=O ବସ୍ତନ ତୈରି ହାତେ 498 କିଲୋଜୁଲ ତାପ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।



ଉଦାହରଣ

ସମସ୍ୟା: CH₄ + Cl₂ → CH₃Cl + HCl ବିକ୍ରିଯା ବିକ୍ରିଯା ତାପେର ପରିବର୍ତ୍ତନ (ΔH) ହିସାବ କରିବ ।

ଦେଉୟା ଆହେ, C-H ବସ୍ତନ ଶକ୍ତି 414 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ, C-Cl ବସ୍ତନ ଶକ୍ତି 326 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ, Cl-Cl ବସ୍ତନ ଶକ୍ତି 244 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ, H-Cl ବସ୍ତନ ଶକ୍ତି 431 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ ।

ସମାଧାନ: CH₄ + Cl₂ → CH₃Cl + HCl ଏଇ ବିକ୍ରିଯା ବିକ୍ରିଯକଗୁଲୋର ଏକ ମୋଲ C-H ବସ୍ତନ ଓ ଏକ ମୋଲ Cl-Cl ବସ୍ତନ ଭେଟେହେ ଏବଂ ଉଂପାଦସମ୍ମହରେ ଏକ ମୋଲ C-Cl ବସ୍ତନ ଓ ଏକ ମୋଲ H-Cl ବସ୍ତନ ତୈରି ହୋଇଛେ ।

কাজেই, বিক্রিয়কগুলোর বন্ধন ভাঙার জন্য প্রদত্ত মোট শক্তি = $(414 + 244)$ kJ = 658 kJ

উৎপাদনগুলোর বন্ধন তৈরি হতে নির্গত মোট শক্তি = $(326 + 431)$ kJ = 757 kJ

কাজেই বিক্রিয়া তাপের পরিবর্তন, $\Delta H = (658 - 757)$ kJ = -99 kJ

যেহেতু ΔH এর মান ঋগ্যাত্মক সেহেতু এটি তাপ উৎপাদনী বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়ায় 99 কিলোজুল/মোল তাপ উৎপন্ন হয়।

৪.২ রাসায়নিক শক্তির ব্যবহার (Uses of Chemical Energy)

রাসায়নিক শক্তিকে বিভিন্ন শক্তিতে বৃপ্তান্তরিত করে আমরা বিভিন্নভাবে ব্যবহার করতে পারি।

৪.২.১ রাসায়নিক শক্তিকে অন্য প্রকারের শক্তিতে বৃপ্তান্তর

রাসায়নিক শক্তি তাপ, আলো, বিদ্যুৎ, শব্দ বা যান্ত্রিক ইত্যাদি যেকোনো শক্তিতে বৃপ্তান্তর হতে পারে। নিচে কিছু উদাহরণ দেওয়া হলো।

জ্বালানি পোড়ানো

কফলা, প্রাকৃতিক গ্যাস, কাঠ ইত্যাদি পোড়ালে আমরা তাপ ও আলো পাই। তাপ ও আলো মূলত এ পদার্থগুলোর মধ্যে বিদ্যমান রাসায়নিক শক্তি থেকে পাওয়া যায়। সহন বা পোড়ানো হলো কোনো পদার্থকে বায়ুর অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করানো। প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদান হলো মিথেন (CH_4)। মিথেন যখন দহন ঘটে অর্থাৎ মিথেনকে যখন অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া ঘটানো হয় তখন কার্বন ডাই-অক্সাইড, জলীয় বাষ্প, তাপ এবং আলো সৃষ্টি হয়।

আতশ-বাজি

তোমরা বড় কোনো অনুষ্ঠানের রাতে আকাশে যে আতশবাজি দেখে সেখান থেকে আলো ও শব্দ পাওয়া যায়। আতশবাজির ভিতরে যে রাসায়নিক পদার্থগুলো থাকে তাদের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে ফলে রাসায়নিক শক্তি আলো ও শব্দ এ দুই শক্তিতে বৃপ্তান্তরিত হয়।

ড্রাই সেল

তোমরা সবাই ব্যাটারি দেখেছ। টর্চলাইট, দেওয়াল ঘড়ি, কফিলাইটারের মাউটস, বা টেলিভিশনের রিমোট ইত্যাদিতে যে পেনসিল ব্যাটারি ব্যবহার করা হয়, সেগুলো আসলে ড্রাই সেল (ব্যাটারি বা ড্রাই সেল সমন্বে এ অধ্যায়ের পরবর্তী অংশে আমরা আরও জানতে পারব)। ড্রাই সেলের মধ্যে যে সকল রাসায়নিক পদার্থ থাকে তাদের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। আর এই রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে বৃপ্তান্তরিত হয়।

ଡେନିୟେଲ ସେଲ

ତୋମରା ବାସେ, ଟ୍ରାକେ ଯେ ବ୍ୟାଟାରି ଦେଖେ ଥାକ ତା ମୂଳତ ଡେନିୟେଲ ସେଲ । ଜିଏକ ସାଲଫେଟ ଲବଶେର ଛବିଗେର ମଧ୍ୟେ ଜିଏକ ଧାତୁର ଦନ୍ତ ଏବଂ କପାର ସାଲଫେଟ ଲବଶେର ଛବିଗେର ମଧ୍ୟେ କପାର ଧାତୁର ଦନ୍ତ ବ୍ୟବହାର କରେ ଡେନିୟେଲ ସେଲ ତୈରି କରା ହୁଏ । ଏତେ ନିଚେର ବିକ୍ରିଆ ଘଟେ:



ଏ ବିକ୍ରିଆର ମଧ୍ୟମେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତିତେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ ।

8.2.2 ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ଥେକେ ରୂପାନ୍ତରିତ ବିଭିନ୍ନ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟବହାର

ଇତୋମଧ୍ୟେ ଆମରା ଜେନେଜି, ପଦାର୍ଥର ମଧ୍ୟେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ସହିତ ଥାକେ । ଏ ଶକ୍ତିକେ ପରବତୀକାଳେ ବିଭିନ୍ନ ଶକ୍ତିତେ ରୂପାନ୍ତର କରେ ଆମରା ବିଭିନ୍ନ କାଜେ ଲାଗାଇ । ପୃଥିବୀତେ ସକଳ ପ୍ରକାର ଶକ୍ତିର ମଧ୍ୟେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ସବଚେଯେ ବେଶ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ ।

ରାଗାର କାଜେ ଆମରା ଜ୍ଵାଳାନି ହିସେବେ କାଠ ବା ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ ବ୍ୟବହାର କରି । କାଠ ବା ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ ପୋଡ଼ାଳେ ଏଦେର ଭିତରେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ତାପଶକ୍ତିତେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ । କାଠ ପୋଡ଼ାଳେ ଯେ ତାପ ପାଇଁ ଯାଏ ତାପ ବ୍ୟବହାର କରେ ରାଗା କରା ହୁଏ, ଇଟେର ଭାଟାର ଇଟସହ ମାଟିର ବିଭିନ୍ନ ପାଇଁ ତୈରି କରା ହୁଏ । ଲୋହା, ଇଶ୍ପାତ ବା ସିରାମିକସ ପ୍ରାକୃତି କାରଖାନାଯ ପ୍ରାଚୀର ତାପେର ପ୍ରୋଜେନ ହୁଏ । ଏକେବେଳେ କାଲା, ପେଟ୍ରୋଲିଆମ ଓ ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ ଇତ୍ୟାଦି ଥିଲିଙ୍ଗ ଜ୍ଵାଳାନି ତାପ ଇଞ୍ଜିନେ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ଏ ଜ୍ଵାଳାନି ଇଞ୍ଜିନେର ଦହନ ଚେଷ୍ଟାରେ ପୂର୍ଣ୍ଣତା ଯେ ତାପଶକ୍ତି ଉତ୍ତପନ ହୁଏ ତାକେ ଯାନ୍ତିକ ଶକ୍ତିତେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରେ ମୋଟିର ଗାଡ଼ି, ଜାହାଜ, ବିମାନ, ରେଲଗାଡ଼ି ଇତ୍ୟାଦି ଚାଲାନୋ ହୁଏ ।

ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିର କଥା ବଳତେ ଗେଲେ ପ୍ରାଥମିକ ସାଲୋକ ସଂହର୍ଷେଣ ଏର ଉତ୍ତେଷ୍ଠ କରାନ୍ତେ ହୁଏ । ଉତ୍ତେଷ୍ଠରେ ସବୁଜ ଅଂଶେ କ୍ରୋରୋଫିଲ ଥାକେ, ଏହି କ୍ରୋରୋଫିଲେର ସହାଯତାଯ ମୁଁରେ ଆଲୋ ଉତ୍ତେଷ୍ଠ ମାଟି ଥେକେ ମୂଳ ଦିନ୍ୟେ ଶୋଷିତ ପାନି ଓ ବ୍ୟାବ୍ସ୍ଥା ଥିଲା ଯେ ଏହି ପାନି ପ୍ରକାର ଧୂକୋଜ (C₆H₁₂O₆) ନାମକ ଶର୍କରା ତୈରି କରେ, ଯେହି ସାଥେ ଅଞ୍ଜିଜେନ୍ ଓ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏ ଅଞ୍ଜିଜେନ୍ ଉତ୍ତେଷ୍ଠ ଥେକେ ବେର ହୁଏ ବାତାନେ ମିଶେ ଯାଏ । ଏ ବିକ୍ରିଆଟିକେଇ ଆମରା ସାଲୋକସଂହର୍ଷେଣ ବଳି । ତବେ ସାଲୋକସଂହର୍ଷେଣ ଘଟାତେ ଉତ୍ତେଷ୍ଠ ଯେ ଶୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ ବ୍ୟବହାର କରେ ତା ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ହିସେବେ ଶର୍କରାର ମଧ୍ୟେ ସହିତ ହୁଏ ।

| ସୂର୍ଯ୍ୟାଲୋକ କ୍ରୋରୋଫିଲ | | | | | |
|--|---|----------------------------|---|--|---|
| 6CO ₂ କାର୍ବନ ଡାଇ-অଞ୍ଜାଇଟ | + | 12H ₂ O ପାନି | → | C ₆ H ₁₂ O ₆ ଧୂକୋଜ | + 6O ₂ ଅଞ୍ଜିଜେନ୍ + 6H ₂ O ପାନି |

ଚିତ୍ର 8.03: ସାଲୋକସଂହର୍ଷେଣ ପ୍ରକିଳ୍ପ ।

এছাড়া উডিদ ও প্রাণীদেহে প্রোটিন ও চর্বি জাতীয় পদার্থ তৈরি হয়। এগুলোতেও রাসায়নিক শক্তি মজুদ থাকে। মানুষ ও অন্যান্য প্রাণিকুল এগুলো খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। উডিদ ও প্রাণীদেহকে রাসায়নিক যত্ন বলা যেতে পারে যেখানে উডিদ এ শর্করা, প্রোটিন ও চর্বি জাতীয় খাদ্য থেকে রাসায়নিক শক্তি উৎপন্ন হয়। এ শক্তি তাপশক্তি বা অন্যান্য প্রকার শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ শক্তি ব্যবহার করে উডিদ ও প্রাণিকুল বিভিন্ন জৈবিক কার্যকলাপ করে। কাজেই বুবাতেই পারছে রাসায়নিক শক্তি ছাড়া প্রাণের অস্তিত্ব অসম্ভব।

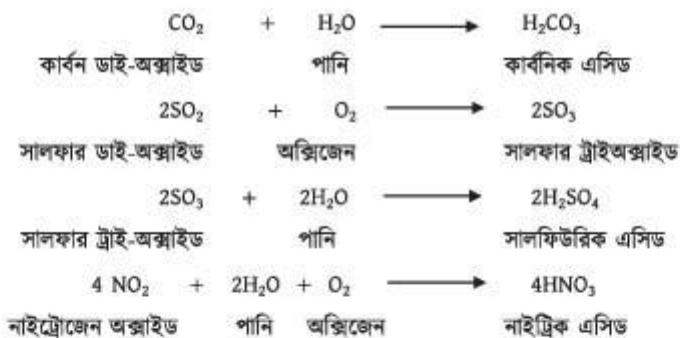
৪.2.3 রাসায়নিক শক্তির যথাযথ ব্যবহার

পেট্রোলিয়াম, কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস এগুলোকে জীবাশ্ম জ্বালানি বলে। এসব জ্বালানির মাঝে রাসায়নিক শক্তি জমা থাকে। এসব জ্বালানির দহন ঘটিয়ে বা জ্বালানিকে অক্সিজেনে পোড়াইয়ে জ্বালানির মধ্যে বিদ্যমান রাসায়নিক শক্তি থেকে আমরা তাপশক্তি পাই। এই তাপশক্তি ব্যবহার করে আমরা রান্না, গাড়ি চালানো, বিদ্যুৎ উৎপাদনসহ নানা ধরনের কাজ করি।

এসব জীবাশ্ম জ্বালানি পোড়ালে একদিকে যেমন আমরা তাপশক্তি পাই, অন্যদিকে এই জীবাশ্ম জ্বালানি থেকে প্রচুর পরিমাণে কার্বন মনোঅক্সাইড ও কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। এই গ্যাসগুলো পরিবেশের ক্ষতি করে। প্রতিবছর জীবাশ্ম জ্বালানি পোড়ানোর ফলে 21.3 বিলিয়ন টন কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হচ্ছে। কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস অর্ধাং এটি তাপ ধারণ করে যার ফলে বিশু ধীরে ধীরে উষ্ণ হয়ে উঠেছে। আবার কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস বৃত্তির পানির সাথে বিক্রিয়া করে কার্বনিক এসিড (H_2CO_3) তৈরি করছে, যা বৃত্তির পানির সাথে মাটিতে পড়ছে। একে আমরা এসিড বৃত্তি বলি। এসিড বৃত্তি পরিবেশের অনেক ক্ষতি করে। জীবাশ্ম জ্বালানির ব্যবহারের ফলে সৃষ্টি এ সকল কারণে এক সময় পৃথিবীতে জীবের অস্তিত্ব হুমকির মুখে পড়বে। তাই জীবাশ্ম জ্বালানির পরিমিত ব্যবহার করা উচিত। কোনোভাবেই প্রয়োজনের অতিরিক্ত জীবাশ্ম জ্বালানি ব্যবহার করা উচিত নয়। পৃথিবীতে যে পরিমাণ জীবাশ্ম জ্বালানি আছে তার চেয়ে বেশি জীবাশ্ম জ্বালানি তৈরি হবে না। জীবাশ্ম জ্বালানি অতিরিক্ত ব্যবহার করলে এক সময় জীবাশ্ম জ্বালানি শেষ হয়ে যাবে। জীবাশ্ম জ্বালানির পরিমিত ব্যবহার নিশ্চিত করতে পারলে অর্ধাং প্রয়োজনের অতিরিক্ত জীবাশ্ম জ্বালানি ব্যবহার না করলে পৃথিবীতে জীবাশ্ম জ্বালানির ব্যবহারের উপর চাপ কমবে এবং পরিবেশের জন্মও কল্যাণকর হবে।

୮.୨.୪ ଜ୍ଲାଲାନିର ବିଶୁଦ୍ଧତାର ଗୁରୁତ୍ୱ

ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିର ଆଧାର ହିସେବେ ଆମରା ନାନା ଧରନେର ଜ୍ଲାଲାନି ବ୍ୟବହାର କରି। ବିଶେଷ କରେ କାଠ, ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ, ପେଟ୍ରୋଲିଆମ ପ୍ରଭୃତି ଆମରା ପ୍ରତିନିଯାତ ବ୍ୟବହାର କରେ ଯାଇଛି। ଏ ସମ୍ମତ ଜ୍ଲାଲାନି ବିଶୁଦ୍ଧ ହେଉଥାଏ ଏକାନ୍ତ ଜାରୁରି। ବ୍ୟଳ୍ପ ବାହୁର ଉପସିଥିତିତେ ଏସବ ଜ୍ଲାଲାନି ପୋଡ଼ାଲେ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅକ୍ୱାଇଇଡ୍ରେ ଦାଖିଲ ହେବାର ପାଇଁ କାର୍ବନ ମନୋଝ୍ଲାଇଡ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ, ଯେଟି ବିଷାକ୍ତ ଏକଟି ଗ୍ୟାସ । ଏ ଗ୍ୟାସ ଆମାଦେର ଶରୀରରେ ଜନ୍ମ ଅଭ୍ୟନ୍ତ ଫତିକର । ପ୍ରକୃତିତେ ସେ ଜ୍ଲାଲାନି ପାଓଯା ଯାଏ, ସେଗୁଲୋ ମୂଳତ ଅବିଶୁଦ୍ଧ ଥାକେ । ଏର ସାଥେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ, ସାଲଫାର, ଫସଫରାସ ପ୍ରଭୃତି ମୌଲେର ବିଭିନ୍ନ ଯୋଗ ମିଶ୍ରିତ ଥାକେ । ସେଜନ୍ ବାଜାରେ ଏସବ ଜ୍ଲାଲାନି ଛାଡ଼ାର ଆଗେ ସଥେଟ୍ ପରିମାଣେ ବିଶୁଦ୍ଧ କରେ ନେଇବା ଦରକାର । ବିଶୁଦ୍ଧ ନା କରେ ଏସବ ଜ୍ଲାଲାନି ପୋଡ଼ାଲେ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅକ୍ୱାଇଇଡ ଗ୍ୟାସେର ସାଥେ ଏସବ ମୌଲେର ଅକ୍ୱାଇଇଡ ଓ ବାତାସେ ଚଳେ ଆସେ । ଏସବ ଅକ୍ୱାଇଇଡ ବୃତ୍ତିର ପାନିର ସାଥେ ମିଶେ ଏସିଦ ତୈରି କରେ । ଫଳେ ତଥାନ ସେ ବୃତ୍ତି ହୁଏ ତାର ସାଥେ ଏ ଏସିଦଗୁଲେ ସଥେଟ୍ ପରିମାଣେ ମିଶ୍ରିତ ଥାକେ । ଏ ବୃତ୍ତିକେ ଏସିଦ ବୃତ୍ତି ବଳେ । ଏସିଦ ବୃତ୍ତି ସୃତିତେ ସଂପ୍ରିଣ୍ଟ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାସମୂହ ।



ଏସିଦ ବୃତ୍ତି ପରିବେଶେର ଜନ୍ୟ ଖୁବଇ କ୍ଷତିକର । ଗାଢ଼ପାଳା ମରେ ଯାଏ । ଜଳାଶ୍ୟେର ପାନି ଅଧିକ୍ୟ ହେଯେ ଯାଏ । ଫଳେ ମାଛ ଓ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଜଲଜ ପ୍ରାଣୀର ଟିକେ ଥାକା କଠିନ ହେଯେ ପଡ଼େ । ଏହାଙ୍କ ଯାନବାହନ ଥେକେ ନିର୍ଗତ ଘୋଯାଯା କାର୍ବନ ମନୋଝ୍ଲାଇଡ, ନାଇଟ୍ରୋ ଅକ୍ୱାଇଇଡ ଓ ଅବାବହତ ଜ୍ଲାଲାନି (ସେମନ-ମିଥେନ) ଇତ୍ତାଦି ଥାକେ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆଲୋର ଉପସିଥିତିତେ ଏଗୁଲୋ ନାନା ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାର ମାଧ୍ୟମେ ବିଭିନ୍ନ ବିଷାକ୍ତ ଗ୍ୟାସେର ଘୋଯା ସୃତି କରେ । ଏଦେରକେ 'ଫଟୋକେମିକାଲ ଘୋଯା' (photochemical smog) ବଳେ । ଫଟୋକେମିକାଲ ଘୋଯାର ବିଭିନ୍ନ ଉପାଦାନ ବାହୁମତ୍ତଳେର ଓଜୋନ (O_3) ସ୍ତରରେ କ୍ଷୟପାଦନ କରେ । ଓଜୋନ ସୂର୍ଯ୍ୟର ଅତିବେଶ୍ୱର ରଶ୍ଯ ଥେକେ ପୃଥିବୀକେ ରଙ୍ଗା କରେ । କାଜେଇ ଏହି ସ୍ତରରେ କ୍ଷୟପାଦନ ହଲେ ପୃଥିବୀର ମାନ୍ୟ ବିପଦାଳ୍ପତ୍ତ ହେଯେ ପଡ଼ିବେ ।

৪.২.৫ রাসায়নিক শক্তি ব্যবহারের নেতৃত্বাচক প্রভাব

আমরা শক্তি পাবার জন্য জ্বালানি পোড়াচ্ছি। মূলত আমরা জ্বালানি পোড়ানোর মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তিকে ব্যবহার করছি। যদিও বর্তমান বিশ্বে সৌরশক্তি, নিউক্লিয়ার শক্তি, বায়ু শক্তি, স্রোতের শক্তিকেও কাজে লাগানো হচ্ছে, তবু জীবাশ্য জ্বালানিই আমাদের প্রয়োজনীয় শক্তির সিংহভাগ জোগান দেয়। আমরা অঙ্গেই বলেছি, প্রতিবছর জীবাশ্য জ্বালানি পোড়ানোর ফলে 21.3 বিলিয়ন টন কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন হচ্ছে। গাছ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্রহণ করে। এছাড়া আরও কিছু প্রাকৃতিক প্রক্রিয়ায় এর অনেকটা ব্যবহার হয়। বাকিটুকু পৃথিবীতে থেকে যায়। কার্বন ডাই-অক্সাইড ভারী গ্যাস বলে তা বায়ুমণ্ডলের নিচের অংশেই থাকে। কার্বন ডাই-অক্সাইড বায়ুর অন্যান্য উপাদানের সাথে বিক্রিয়াও করে না। কার্বন ডাই-অক্সাইড প্রচুর পরিমাণে তাপশক্তি ধারণ করতে পারে। ফলে পৃথিবীর তাপমাত্রা দিনে দিনে বেড়ে যাচ্ছে। একে বৈশ্বিক উষ্ণায়ন (global warming) বলে। বৈশ্বিক উষ্ণায়নে পৃথিবীর তাপমাত্রা বেড়ে যাবার কারণে মেরু অঞ্চলের বরফ গলে দেটি সমুদ্রের পানির উচ্চতা বাড়িয়ে দিচ্ছে। যে কারণে বাহ্যান্দেশসহ পৃথিবীর অনেক দেশের বিশাল অংশ পানির নিচে ঝুঁকে যাবে। কার্বন ডাই-অক্সাইড ছাড়াও আরও কিছু গ্যাস আছে যেগুলো পৃথিবীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি করছে। তাপমাত্রা বৃদ্ধির এ ঘটনাকে ‘গ্রিনহাউস প্রভাব বলে’ (greenhouse effect)। আর এ সকল গ্যাসকে গ্রিনহাউস গ্যাস বলে। কার্বন ডাইঅক্সাইডের ভূমিকা একেজে অন্যান্য গ্যাসের চেয়ে অনেক বেশি। তোমরা ইতোমধ্যে জেনেছ জ্বালানি পোড়ানোর ফলে সৃষ্টি গ্যাসগুলো এসিড বৃদ্ধি সৃষ্টি করে। এছাড়া তোমরা জেনেছ যে জ্বালানি পোড়ানোর ফলে সৃষ্টি গ্যাসগুলো ফটোকেমিক্যাল ধোঁয়ার ও সৃষ্টি করছে। এসব গ্যাস বায়ুমণ্ডলের ওজন স্তরের সাথে বিক্রিয়া করে ওজন স্তরের পুরুষ কমিয়ে দিচ্ছে। বায়ুমণ্ডলের ওজন স্তরের আলোর ছাঁকনি হিসেবে কাজ করে। সূর্যের আলোতে অতিবেগুনি রশ্মি (ultra violet ray) থাকে, যা আমাদের শরীরের জন্য অত্যন্ত ক্ষতিকর, এমনকি ক্যানসার পর্যন্ত সৃষ্টি করতে পারে। ওজন স্তর এ অতিবেগুনি রশ্মিকে পৃথিবীতে আসতে বাধা প্রদান করে।

৪.২.৬ ইথানলকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার

ইথানল—এর অপর নাম ইথাইল অ্যালকোহল। এর রাসায়নিক সংকেত $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$ । জীবাশ্য জ্বালানি যেমন কেরোসিন, ডিজেল, পেট্রল প্রভৃতির মতো ইথানলকে পোড়ালেও তাপ উৎপন্ন হয়। তাই জীবাশ্য জ্বালানির মতো ইথানলকেও তাপ ইঞ্জিনে ব্যবহার করে কলকারখানা, গাড়ি, বিমান, জাহাজ প্রভৃতি চালানো যেতে পারে। উত্তর আমেরিকাসহ অনেক দেশে জীবাশ্য জ্বালানির সাথে ইথানলকে মিশিয়ে তাপ ইঞ্জিনে ব্যবহার করা হচ্ছে। ফুর্তাট্রের সব গাড়িতে পেট্রলের সাথে শক্তকরা 10 ভাগ ইথানল মিশিয়ে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তাই আমরা যত ইথানলকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করব ততই জীবাশ্য জ্বালানির উপর চাপ করবে।

୮.୩ ତଡ଼ିଏ-ରାସାୟନିକ ପ୍ରକିଳ୍ପ (Electro-chemical process)

୮.୩.୧ ତଡ଼ିଏ ରାସାୟନିକ କୋଷ (Electrochemical cell)

ଜ୍ଵାଲାନି ପୁଡ଼ିଯେ ଯେମନ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିକେ ତାପଶକ୍ତିତେ ବୃପ୍ତାନ୍ତରିତ କରା ହୁଯ ତେଣି ଏହି ତାପଶକ୍ତିକେ ଆବାର ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତିତେ ପରିବର୍ତ୍ତନ କରା ଯାଇ । ଏବାର ଆମରା ଜାନବ କୀତାବେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିକେ ସରାସରି ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତିତେ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତିକେ ବସନ୍ତର କରେ ରାସାୟନିକ ବିକିଳ୍ପ ଘଟାନୋ ଯାଇ । ସେ ଯଜ୍ଞର ସାହାଯ୍ୟେ ରାସାୟନିକ ବିକିଳ୍ପ ଘଟାନୋ ହୁଯ ତାକେ ତଡ଼ିଏ ରାସାୟନିକ କୋଷ ବଲେ । ତଡ଼ିଏ ରାସାୟନିକ କୋଷେ ଏକଇ ବା ଦୁଇଟି ଡିମ୍ ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟେର ଦ୍ରବ୍ୟେ ଦୁଇଟି ଧାତବ ଦନ୍ତ ବା ଏକଟି ଧାତବ ଦନ୍ତ ଓ ଏକଟି ଗ୍ରାଫାଇଟ ଦନ୍ତ ଆଖିଶିକ ଭୁବାନୋ ଥାକେ । ଅତଃପର ଦନ୍ତ ଦୁଇଟିକେ ଏକଟି ଧାତବ ତାର ଦିଯେ ସରାସରି ବା ବ୍ୟାଟାରିର ମାଧ୍ୟମେ ସଂଯୋଗ ଦେଉଥାଇ । କୋଷେ ବସନ୍ତ ଧାତବ ଦନ୍ତ ବା ଗ୍ରାଫାଇଟ ଦନ୍ତକେ ତଡ଼ିଏର ବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ (Electrode) ବଲା ହୁଯ ।

ତଡ଼ିଏ ରାସାୟନିକ କୋଷ ଦୁଇ ପ୍ରକାର । ଯଥା-

- ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟ କୋଷ (Electrolytic Cell):** ସେ କୋଷେ ବାଇରେର କୋନୋ ଉତ୍ସ ଥିଲେ ତଡ଼ିଏ ପ୍ରାବାହିତ କରେ କୋଷରେ ମଧ୍ୟେ ରାସାୟନିକ ବିକିଳ୍ପ ଘଟାନୋ ଯାଇ ସେଇ କୋଷକେ ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟ କୋଷ ବଲେ ।
- ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷ (Galvanic Cell):** ସେ କୋଷେ ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥସମୂହ ବିକିଳ୍ପ କରେ ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ସାହନ କରେ ସେଇ କୋଷକେ ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷ ବଲା ହୁଯ ।

ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ (Conductor)

ସେ ସକଳ ପଦାର୍ଥ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହଣ କରତେ ପାରେ ତାଦେରକେ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ ପଦାର୍ଥ ବଲେ । ଯେମନ— ଧାତୁ, ଗ୍ରାଫାଇଟ, ଗଲିତ ଲବଣ, ଲବଣେର ଦ୍ରବ୍ୟ, ଏସିଡ ଓ କ୍ଷାରେର ଦ୍ରବ୍ୟ ପ୍ରତ୍ୱତି ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀର ଉତ୍ସାହନ ।

ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହଣର କୌଶଳେର ଉପର ନିର୍ଭର କରେ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ ଦୁଇ ପ୍ରକାର ହତେ ପାରେ । ଯଥା: (i) ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ ଏବଂ (ii) ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ ।

ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ (Electronic Conductor)

ସେବ ପଦାର୍ଥ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ମାଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତ ହୁଯ ସେବ ପରିବାହିକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ ବଲେ । ତୋମରା ଜାନେ ଧାତୁର ମଧ୍ୟେ ଧାତବ ବସନ୍ତ ବିଦ୍ୟାମାନ । ଏଥାନେ ଥାଇବାକୁ ପରିମାଣେ ମୁଣ୍ଡ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ଥାକେ । ଗ୍ରାଫାଇଟେ ମୁଣ୍ଡ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ଥାକେ । ଏବର ପଦାର୍ଥ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ମାଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତ ହୁଯ ।

ତାଇ ଏବର ପରିବାହିକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ ବଲେ । ଯେମନ— ଲୋହ (Fe), କପାର (Cu), ନିକେଲ (Ni), ଗ୍ରାଫାଇଟ ଇତ୍ୟାଦି ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ ।

তড়িৎ বিশ্লেষ্য (Electrolyte)

যেসব পদার্থ কঠিন অবস্থায় বিদ্যুৎ পরিবহণ করে না কিন্তু গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় বিদ্যুৎ পরিবহণ করে এবং বিদ্যুৎ পরিবহনের সাথে সাথে ঐ পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটায় তাদেরকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ বলে। তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় আয়নিত হয় থাকে। এই আয়নের মাধ্যমে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ বিদ্যুৎ পরিবহণ করে। আয়নিক যোগ এবং কিছু পোলার সময়োজী যোগ গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী হয়। উন্নতরূপ হিসেবে বলা যায়, সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl), কপার সালফেট (CuSO_4), সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4), ইথানয়িক এসিড (CH_3COOH) ইত্যাদি গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় বিদ্যুৎ পরিবহণ করে।

তড়িৎ বিশ্লেষ্য আবার দুই প্রকার। যথা:

- তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য (Strong Electrolyte):** যে সকল তড়িৎ বিশ্লেষ্য জ্বলনে বা গলিত অবস্থায় সক্রূপে আয়নিত হয় তাদেরকে তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য বলে। যেমন—সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl), কপার সালফেট (CuSO_4), সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) ইত্যাদি।
- মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য (Weak Electrolyte):** যে সকল তড়িৎ বিশ্লেষ্য জ্বলনে খুব অল্প পরিমাণে আয়নিত হয় থাকে তাদেরকে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য বলে। যেমন—অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্লোরাইড, ইথানয়িক এসিড (CH_3COOH) ইত্যাদি।

তড়িৎঘার (Electrode)

তড়িৎ রাসায়নিক কোষে বিগলিত বা দ্রবীভূত তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্যে যে দুটি ইলেক্ট্রনীয় পরিবাহী অর্থাৎ ধাতব দণ্ড বা শ্রাফাইট দণ্ড অর্থেক ডুবানো থাকে তাদেরকে তড়িৎঘার বলা হয়। তড়িৎ রাসায়নিক কোষে একটি তড়িৎঘারে পরমাণু বা ঝঁঝাঙ্ক আয়ন ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে। অর্থাৎ এ তড়িৎঘারে জারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। অপর তড়িৎ ঘারে ধনাঞ্চক আয়ন ইলেক্ট্রন প্রাপ্ত করে। অর্থাৎ এ তড়িৎঘারে বিজ্ঞারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং সক্রূপ কোষের মধ্যে জারণ-বিজ্ঞারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। যে তড়িৎঘারে জারণ বিক্রিয়া ঘটে তাকে আচানোড তড়িৎঘার আর যে তড়িৎঘারে বিজ্ঞারণ বিক্রিয়া ঘটে তাকে ক্যাপোড তড়িৎঘার বলে।

৪.3.2 তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ, তড়িৎ বিশ্লেষণ ও তড়িৎ বিশ্লেষণের কৌশল

তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে (Electrolytic cell) বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটানো হয়। গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ পরিবহনের সময় উক্ত তড়িৎ বিশ্লেষ্যের যে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে তাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ (Electrolysis) বলা হয়।

হেমন-গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ চালনা করলে আনোডে ক্লোরিন গ্যাস আর ক্যাথোডে সোডিয়াম ধাতু উৎপন্ন হয়। একে সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিপ্লবণ প্রক্রিয়া বলে।



গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিপ্লবণের কৌশল

একটি কাচ বা চিনামাটির পাত্রে গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইড নেওয়া হয়। গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের মধ্যে সোডিয়াম আয়ন (Na^+) ও ক্লোরাইড (Cl^-) আয়ন থাকে। তরল পদার্থের অন্যান্য কণার মতো সোডিয়াম আয়ন ও ক্লোরাইড আয়ন চলাচল (migrate) করতে পারে। গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের মধ্যে দুটি ধাতব দণ্ড বা গ্রাফাইট দণ্ড অর্ধেক ঢুবানো হয়। এ দণ্ড দুটির একটিকে ব্যাটারির ধনাচাক প্রান্তে এবং অপরটিকে ব্যাটারির ঋণাচাক প্রান্তের সাথে যুক্ত করলে ব্যাটারির ধনাচাক প্রান্তের সাথে যুক্ত ধনাচাক তড়িৎবার বা আনোডে ঋণাচাক আধান যুক্ত Cl^- আয়নকে আকর্ষণ করবে, অন্যদিকে ব্যাটারির ঋণাচাক প্রান্তের সাথে যুক্ত ঋণাচাক তড়িৎবার বা ক্যাথোড ধনাচাক আধানযুক্ত Na^+ আয়নকে আকর্ষণ করবে। Cl^- -আয়ন আনোডে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে ক্লোরিন গ্যাসে পরিণত হয়।

আনোডে জারণ বিক্রিয়া:

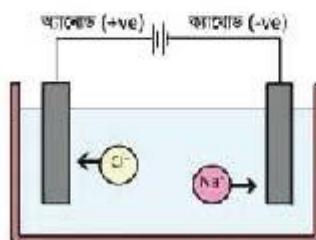


অন্যদিকে Na^+ ক্যাথোড থেকে ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে ধাতব সোডিয়ামে পরিণত হয়।

ক্যাথোডে বিজ্ঞারণ বিক্রিয়া:



ক্যাথোড কর্তৃক যে আয়ন আকর্ষিত হয় তাকে ক্যাটায়ন বলে এবং আনোডে কর্তৃক যে আয়ন আকর্ষিত হয় তাকে আনায়ন বলে।



চিত্র ৪.০৪: তড়িৎ বিপ্লবণ কোষে সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিপ্লবণ।

লিটিমাস পেপারের সাহায্যে আনোডের ক্লোরিন গ্যাস শৰণাত্মকরণ

গলিত NaCl এর তড়িৎ বিপ্লবণের সময় আনোডে উৎপন্ন গ্যাস একটি টেস্টটিউবে সংগ্রহ করে তার মুখে ভিজা নীল লিটিমাস পেপার ধরলে লিটিমাস পেপারের বর্ষ লাল বর্ণে পরিণত হবে এবং ক্লোরিন গ্যাসের উপস্থিতি প্রমাণ করবে।



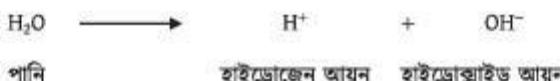
যেহেতু ক্লরিন পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোক্লোরিক এসিড এবং হাইপোক্লোরাস এসিড উৎপন্ন করে তাই নীল লিটমাস লাল লিটমাসে পরিণত হয়।

গাঢ় NaCl স্ববনের তড়িৎ বিশ্লেষণ

গাঢ় সোডিয়াম ক্লোরাইডের স্ববনে NaCl আয়নিত হয়ে Na^+ ও Cl^- আয়ন উৎপন্ন করে।



গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের মতো এখানে শুধু এ দুটি আয়নই থাকে না। এখানে পানির অণুও সামান্য পরিমাণে আয়নিত হয়ে H^+ এবং OH^- তৈরি করে।



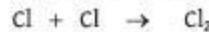
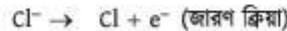
তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় বিন্দুৎ প্রবাহকালে Na^+ ও H^+ একই সাথে ক্যাথোডের দিকে যাবে। আমরা জানি, Na^+ আয়নের চেয়ে H^+ আয়নের ইলেক্ট্রন গ্রহণ করার প্রবণতা বেশি তাই ক্যাথোডে H^+ একটি ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে H পরমাণুতে পরিণত হয়। দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু পরস্পর যুক্ত হয়ে H_2 অণু উৎপন্ন করে।

ক্যাথোড তড়িৎস্বারে বিক্রিয়া



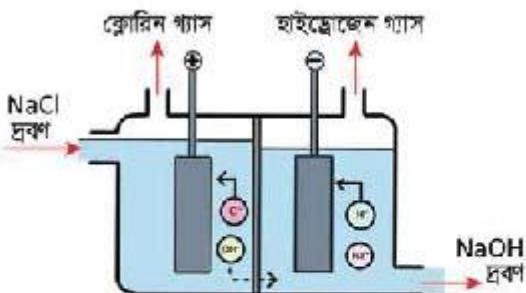
আনোড়ে একই সাথে Cl^- ও OH^- হায়। আমরা জানি OH^- এর ইলেক্ট্রন দানের প্রবণতা Cl^- আয়নের চেয়ে বেশি থাকলেও স্ববনে Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা OH^- আয়নের ঘনমাত্রার চেয়ে অনেক বেশি বলে OH^- এর চেয়ে Cl^- আয়ন আগে আনোড়ে ইলেক্ট্রন ভ্যাগ করে। একটি Cl^- আয়ন আনোড়ে তড়িৎস্বারে একটি ইলেক্ট্রন ভ্যাগ করে একটি Cl পরমাণুতে পরিণত হয়। দুটি ক্লরিন পরমাণু একসাথে যুক্ত হয়ে Cl_2 অণু উৎপন্ন করে।

আনোড়ে তড়িৎস্বারে বিক্রিয়া



ପାଇଁ Na^+ ଓ OH^- ଥିଲେ ଯାଏ ।
କଲେ Na^+ ଓ OH^- -ଏକତ୍ର ହେଁ
 NaOH କ୍ଷାର ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ ।

ଅଭାବେ କୋମୋ ଦ୍ରବ୍ୟେ ଏକେର
ଅଧିକ ପ୍ରକାରେର କ୍ୟାଟାଯନ ଓ
ଆନାଯନ ଉପଚିହ୍ନ ଥାକଲେ
କ୍ୟାଥୋଡେ କୋନ କ୍ୟାଟାଯନ ଆଗେ
ଗିଯେ ଚାର୍ଜମୁଣ୍ଡ ହେ ବା ଆନୋଡେ
କୋନ ଆନାଯନ ଆଗେ ଗିଯେ
ଚାର୍ଜମୁଣ୍ଡ ହେ ବା ତିଳଟି ବିଷ୍ୟୋର
ଉପର ନିର୍ଭର କରେ । ସେମନ-



ଚିତ୍ର 8.05: ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ରୋଇଇ ଦ୍ରବ୍ୟେର ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷଣ ।

(i) କ୍ୟାଟାଯନ ବା ଆନାଯନେର ଚାର୍ଜମୁଣ୍ଡ ହେଉଥାର ପ୍ରସ୍ତରତା

ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ସମୟ ମଧ୍ୟେ ଏକେର ଅଧିକ ପ୍ରକାର କ୍ୟାଟାଯନ ଥାକଲେ କ୍ୟାଟାଯନସମ୍ମହେର ମଧ୍ୟେ କୋନଟି ଆଗେ କ୍ୟାଥୋଡେ ଗିଯେ
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଚାର୍ଜମୁଣ୍ଡ ହେ, କୋନଟି ପରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ
ଗ୍ରହଣ କରେ ଚାର୍ଜମୁଣ୍ଡ ହେ ତାର ଉପର ଡିପି କରେ କ୍ୟାଟାଯନସମ୍ମହେକେ
ଏକଟି ସାରିଗିଠେ ସାଜାନେ ହେଁଛେ । ଏଇ ସାରିଗିଠେ ଧାତୁର
ସକ୍ରିୟତା ପିରିଜ ବା ଧାତୁର ତଡ଼ିଂ ରାସାୟନିକ ସାରି ବଳ ହୁଏ ।
ଏଇ ସାରିର ସେକେନୋ ଦୃଢ଼ ମୌଳେର ମଧ୍ୟେ ସେ ଧାତୁଟି ଉପରେ
ଅବସ୍ଥିତ ସେଇ ଧାତୁଟି ଅଧିକ ସକ୍ରିୟ ଅର୍ଥାତ୍ ସେଇ ଧାତୁଟି ଦୃଢ଼
ବିକ୍ରିଯା କରେ । ଆବାର, ଏଇ ସାରିର ସେକେନୋ ଦୃଢ଼ ମୌଳେର
ଆୟନେର ମଧ୍ୟେ ସେ ଆୟନଟିର ଅବସ୍ଥାନ ନିଚେ ଅବସ୍ଥିତ ସେଇ ଆଗେ
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଆଗେ ଚାର୍ଜମୁଣ୍ଡ ହେ ଅର୍ଥାତ୍ ଆଗେ ବିଜାରିତ
ହେ । ସେମନ— Na^+ ଏବଂ H^+ ଏର ମଧ୍ୟେ H^+ ଏର ଅବସ୍ଥାନ ସାରିର ନିଚେ
ଅବସ୍ଥିତ କାଜେଇ H^+ ଆଗେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଚାର୍ଜମୁଣ୍ଡ ହେଁ
ଅର୍ଥାତ୍ ଆଗେ ବିଜାରିତ ହେ । ଆବାର, Zn^{2+} ଏବଂ Fe^{2+} ଏର ମଧ୍ୟେ
ତଡ଼ିଂ ରାସାୟନିକ ସାରିରେ Fe^{2+} ଏର ଅବସ୍ଥାନ ନିଚେ କାଜେଇ Fe^{2+}
ଆଗେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଚାର୍ଜମୁଣ୍ଡ ହେ ଅର୍ଥାତ୍ ଆଗେ ବିଜାରିତ
ହେ ।

ଟେବିଲ 8.02: ତଡ଼ିଂ ରାସାୟନିକ
ସାରିଗି ।

| କ୍ୟାଟାଯନ | ଆନାଯନ |
|------------------|--------------------|
| Li^+ | NO_3^- |
| K^+ | SO_4^{2-} |
| Na^+ | Cl^- |
| Mg^{2+} | Br^- |
| Al^{3+} | I^- |
| Zn^{2+} | OH^- |
| Fe^{2+} | |
| Sn^{2+} | |
| Pb^{2+} | |
| H^+ | |
| Cu^{2+} | |
| Ag^+ | |
| Au^{3+} | |

ଅନୁରୂପଭାବେ ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ସମୟ ଏକେର ଅଧିକ ଆନାଯନ ଥାକଲେ

অ্যানোডের আন্যানসমূহের মধ্যে কোনটি আগে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে চার্জমুন্ত হবে, কোনটি পরে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে চার্জমুন্ত হবে তার উপর ভিত্তি করে আন্যানসমূহকেও আরও একটি সারণিতে সাজানো হয়েছে। এই সারণিকে আন্যানের তত্ত্বিক রাসায়নিক সারি বলা হয়। এই সারিতে যেকোনো দুটি আয়নের মধ্যে যে আয়নটি নিচে অবস্থিত সেটি আগে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে চার্জমুন্ত হবে অর্থাৎ আগে জারিত হবে। যেমন: SO_4^{2-} এবং Cl^- এর মধ্যে Cl^- সারির নিচে অবস্থিত। কাজেই Cl^- আগে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে চার্জমুন্ত হবে অর্থাৎ আগে জারিত হবে। আবার, Cl^- এবং OH^- এর মধ্যে OH^- তত্ত্বিক রাসায়নিক সারির নিচে অবস্থিত। কাজেই OH^- আগে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে চার্জমুন্ত হবে অর্থাৎ আগে জারিত হবে।

(ii) ক্যাটায়ন ও আন্যানের ঘনমাত্রার প্রভাব

জ্বরণে একের অধিক ক্যাটায়ন বা আন্যান ধাকলে চার্জমুন্ত হওয়ার প্রবণতার চেয়ে ঘনমাত্রার প্রভাব অনেক বেশি কার্যকর হয়। যেমন— কক্ষ তাপমাত্রায় 0.1 মোলার NaCl এর জলীয় জ্বরণে আন্যান Cl^- এর ঘনমাত্রা হবে 0.1 মোলার। অনলিকে, পানির বিয়োজনে উৎপন্ন OH^- আয়নের ঘনমাত্রা হবে 10^{-7} মোলার। অর্থাৎ Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা OH^- আয়নের ঘনমাত্রার চেয়ে 10^6 গুণ বেশি। চার্জমুন্ত হবার প্রবণতার সারিতে OH^- আয়নের অবস্থান Cl^- আয়নের নিচে হওয়ায় OH^- আয়নের আগে চার্জমুন্ত হবার প্রবণতা বেশি। কিন্তু Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা বেশি হওয়ায় Cl^- আয়ন আগে চার্জমুন্ত হয়।

(iii) তত্ত্বিক ধারের প্রকৃতি

তত্ত্বিকঙ্কে কোথে তত্ত্বিক ধারের প্রকৃতি অনেক সময় চার্জমুন্ত হওয়ার জন্য উপরের দুইটি নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটায়। তোমরা দেখেছ তাপমাত্রায় 0.1 মোলার NaCl এর জলীয় জ্বরণে দুই ধরনের ক্যাটায়ন ধাকে। একটি Na^+ আয়ন, অপরটি H^+ আয়ন। যদি প্লাটিনাম তত্ত্বিক ধারের ব্যবহার করা হয় তবে চার্জমুন্ত হবার প্রবণতা অনুযায়ী ক্যাথোডে H^+ চার্জমুন্ত হয়ে H_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। আর যদি পারদকে ক্যাথোডরূপে ব্যবহার করা হয় তবে Na^+ আয়ন আগে চার্জমুন্ত হয়।

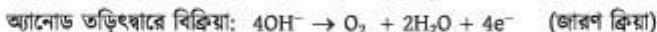
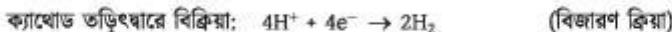
বিশুদ্ধ পানির তত্ত্বিক বিক্রিয়ণ

বিশুদ্ধ পানিকে তত্ত্বিক বিক্রিয়ণ করতে তত্ত্বিক বিক্রিয়ণ কোথে নিষ্ক্রিয় ধাতুর আনোড ও ক্যাথোড ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে প্লাটিনাম ধাতুর পাত আনোড ও ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। পানি সামান্য পরিমাণে নিম্নরূপে আয়নিত অবস্থায় ধাকে:



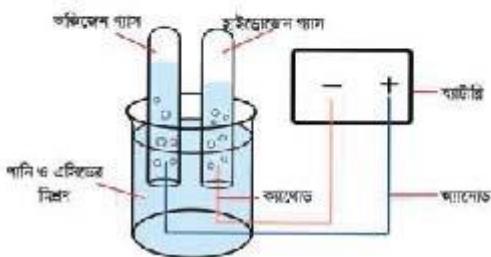
পানির বিয়োজন মাত্রা বৃদ্ধি করার জন্য পানিতে কয়েক ফোটা সালফিউরিক এসিড যোগ করা হয়।

ଏଥିନ ବ୍ୟାଟାରିର ମାଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ କରଲେ ଆନୋଡ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲିଲ ଆଯନ (OH^-) କେ ଆକର୍ଷଣ କରେ ଆର କ୍ୟାଥୋଡ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଆଯନକେ (H^+) ଆକର୍ଷଣ କରେ । ତଡ଼ିଂଘାର ଦୁଇଟିତେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସିଙ୍କ୍ରିଯା ଘଟେ ।



ଅର୍ଥାତ୍ କ୍ୟାଥୋଡ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସ ଆର ଆନୋଡେ ଅସ୍ତ୍ରିଜେନ ଗ୍ୟାସ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।

ତୋମରା ହୁଯତୋ ଭାବରୁ ଏଥାନେ କରେକ
ଫୋଟା ସାଲକ୍ଷିଟିଉରିକ ଏସିଡ କେବୁ
ବସବାହର କରା ହେଲା? ତୋମରା ଜାନୋ
ଏକଟି ପୂର୍ଣ୍ଣ ବତନୀ ତୈରି ନା ହେଲେ
ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ ନା । ଆନୋଡ,
କ୍ୟାଥୋଡ ବା ବ୍ୟାଟାରିର ମଧ୍ୟେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍‌ସିଟିନେର
ମାଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ
ତରଳେର ମଧ୍ୟେ ଆଯନରେ ମାଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ୍
ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ପାନି ଥୁବିଥି ଅଳ୍ପ ପରିମାଣେ
ଆଯନିତ ହୁଏ । ତାଇ ବିଶୁଦ୍ଧ ପାନି ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଅପରିବାହିତ ମତୋ ଆଚରଣ କରେ । ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପରିବାହିତା ବାଢାତେ
ତାଇ ସାମାଜିକ ପରିମାଣ ସାଲକ୍ଷିଟିଉରିକ ଏସିଡ ବସବାହର କରା ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର ୪.୦୬: ପାନିର ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ରେଷ୍ଣଣ ।

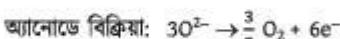
୪.୩.୩ ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ରେଷ୍ଣଣର ବସବାହର

ବର୍ତ୍ତମାନେ ସମ୍ମନ ପୃଥିବୀରେ ଶିଳ୍ପକାରୀଖାନାର ବ୍ୟାପକ ପ୍ରମାଣର ଘଟେଛେ । ଆର ଶିଳ୍ପଜଗତେ ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ରେଷ୍ଣଣର ଭୂମିକା ବଳେ ଶେଷ କରା ଯାବେ ନା । ଅନେକ ମୂଲ୍ୟାବଳୀ ଯୌଗେର ଉତ୍ପାଦନେ, ଆକାରିକ ଥେକେ ଧାତୁ ନିଷ୍କାଶନେ, ଅବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁରେ ବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁରେ ପରିଣାମ କରନ୍ତେ, ସେ ସକଳ ଧାତୁ ସହଜେ କ୍ଷୟପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ ତାମେର କ୍ଷୟ ଥେକେ ରଙ୍ଗା କରନ୍ତେ, ଲୋହାର ଉପର ମରିଚା ପଡ଼ା ଠେକାନ୍ତେ, ଏକ ଧାତୁର ଉପର ଅନ୍ୟ ଧାତୁର ପ୍ରଲେପ ଦିତେ ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ରେଷ୍ଣଣ ପରିପାଳିତ ବସବାହର କରା ହୁଏ ଆର ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ରେଷ୍ଣଣ କରନ୍ତେ ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ରେଷ୍ଣଣ କୋଷ ବସବାହର କରା ହୁଏ । ନିଚେ ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ରେଷ୍ଣଣର କିନ୍ତୁ ବସବାହର ଦେଖାନ୍ତେ ହୁଲେ:

ଧାତୁ ନିଷ୍କାଶନ: କ୍ଷାର ଧାତୁ, ମୃଦ୍ଧକାର ଧାତୁ, ଆଲ୍ୟମିନିୟାମ ଧାତୁ ପ୍ରଭୃତି ସକ୍ରିୟ ଧାତୁମୂଳ୍ୟ ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ରେଷ୍ଣଣ ପରିପାଳିତ ନିଷ୍କାଶନ କରା ହୁଏ । ସାଧାରଣତ ଏ ସକଳ ଧାତୁର ଯୌଗେର ତରଳେ ଅଥବା ଦ୍ରବ୍ୟେ ତଡ଼ିଂଘାର ବସବାହର କରେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହ ଚାଲନ୍ତି କରଲେ କ୍ୟାଥୋଡ ଧାତୁ ନିଷ୍କାଶିତ ହୁଏ । ସେମନ୍ – ଗଲିତ ସୋଡ଼ିଆମ

କ୍ଲୋରାଇଡେର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ସମୟ କ୍ଯାଥୋଡେ ସୋଡ଼ିଆମ ଧାତୁ ଏବଂ ଆନୋଡେ କ୍ଲୋରିନ ଗ୍ୟାସ (Cl_2) ପାଓଯା ହୁଏ ।

ଗଲିତ ବିଶୁଦ୍ଧ ଅୟାଲୁମିନିଆମ ଅଙ୍ଗାଇଟ ବା ଅୟାଲୁମିନା (Al_2O_3) ଏର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣ କରଲେ କ୍ଯାଥୋଡେ ଅୟାଲୁମିନିଆମ ଧାତୁ ଓ ଆନୋଡେ ଅଞ୍ଜିଜେନ ଗ୍ୟାସ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।



ଧାତୁ ବିଶୁଦ୍ଧକରଣ: ଆକରିକ ଥେକେ ଧାତୁ ନିଷାଶନେର ପର ପ୍ରାପ୍ତ ଧାତୁଟେ ଯଥେଷ୍ଟ ପରିମାଣେ ଭେଜାଳ ଦ୍ରବ୍ୟ ଯିଶ୍ରିତ ଥାକେ । ଏ ସକଳ ଧାତୁକେ ବିଶୁଦ୍ଧ କରତେ ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଅତ୍ୟନ୍ତ କାର୍ଯ୍ୟକର । କପାର, ଜିଙ୍କ, ଲେଡ, ଅୟାଲୁମିନିଆମ ପ୍ରଭୃତି ଧାତୁକେ ବିଶୁଦ୍ଧକରଣେ ଜନ୍ୟ ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ସେଇ ଭେଜାଳ ଯିଶ୍ରିତ ଧାତୁ ଥେକେ ଭେଜାଳ ଅପସାରଣ କରି ଆମରା ବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁ ତୈରି କରତେ ଚାଇ ମେଇ ଭେଜାଳ ଯିଶ୍ରିତ ଧାତୁର ଦନ୍ତକେ ବ୍ୟାଟାରିର ଖଣ୍ଡାତ୍ମକ ପ୍ରାନ୍ତେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ କରା ହୁଏ । ସେଇ ଧାତୁକେ ବିଶୁଦ୍ଧ କରତେ ଚାଇ ଏଇ ଧାତୁର ଏକଟି ବିଶୁଦ୍ଧ ଦନ୍ତ ବ୍ୟାଟାରିର ଖଣ୍ଡାତ୍ମକ ପ୍ରାନ୍ତେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ କରା ହୁଏ । ଏରପର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପ୍ରୟୋଗ କରଲେ ଭେଜାଳ ଯିଶ୍ରିତ ଅବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁର ଦନ୍ତ ଥେକେ ଧାତବ ଆହନ ଦ୍ରବ୍ୟେ ଚଲେ ଯାଏ ଏବଂ ଦ୍ରବ୍ୟ ଥେକେ ଏଇ ଧାତବ ଆହନ ବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତବ ଦନ୍ତ ଜମା ପଡ଼େ, ଫଳେ ବ୍ୟାଟାରିର ଖଣ୍ଡାତ୍ମକ ପ୍ରାନ୍ତେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତବ ଦନ୍ତ ମୋଟା ହତେ ଥାକେ । ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣ ଚଳାକାଳେ ଏକଦିକେ ଭେଜାଳ ଯିଶ୍ରିତ ଅବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତବ ଦନ୍ତ କ୍ଷୟ ହତେ ଥାକେ, ଅନ୍ୟଦିକେ ବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତବ ଦନ୍ତ ମୋଟା ହତେ ଥାକେ ।

ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋପ୍ଲେଟିଂ ବା ତଡ଼ିଏ ପ୍ରଲେପନ: ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ମାଧ୍ୟମେ ଏକଟି ଧାତୁର ଉପର ଅନ୍ୟ ଏକଟି ଧାତୁର ପ୍ରଲେପ ଦେଓୟାକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋପ୍ଲେଟିଂ ବଲେ । ଧାତୁର ଉତ୍ତରଳତା ସୃଷ୍ଟିର ଜନ୍ୟ ଅଧିକା ଧାତୁର କ୍ଷୟରୋଧ କରତେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋପ୍ଲେଟିଂ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । କୋନୋ ଧାତୁର ଉତ୍ତରଳତା ସୃଷ୍ଟିର ଜନ୍ୟ ଅନ୍ୟ ଏକଟି ଉତ୍ତରଳ ଧାତୁର ପ୍ରଲେପ ଦେଓୟା ହୁଏ । କାରଣ କମ ସନ୍ତ୍ରିଯ ଧାତୁ ବାତାସର ଅଞ୍ଜିଜେନେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଯା କରେ ନା । କୋନୋ ଧାତୁର କ୍ଷୟରୋଧ କରତେ ଏଇ ଧାତୁର ଉପର ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ ସନ୍ତ୍ରିଯ ଅନ୍ୟ ଧାତୁର ପ୍ରଲେପ ଦେଓୟା ହୁଏ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋପ୍ଲେଟିଂରେ ଜନ୍ୟ ସାଧାରଣତ ନିକେଳ, କ୍ରୋମିଆମ ଇତ୍ୟାଦି ଧାତୁ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ଲୋହା ଜଳୀଯ ବାକ୍ ଏବଂ ବାୟୁର ସଂପର୍କେ ଏଲେ ମରିଚା ଧରେ ଏବଂ କ୍ଷୟପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଲୋହାର ଉପର ନିକେଳ, କ୍ରୋମିଆମ ଓ ଶିଳଭାର ଧାତୁର ପ୍ରଲେପ ଦେଓୟା ହୁଏ । ଫଳେ ଲୋହା ବାତାସ ଓ ଜଳୀଯ ବାକ୍ଷେର ସଂପର୍କେ ଆସନ୍ତେ ପାରେ ନା ଫଳେ ଏତେ ମରିଚାଓ ପଡ଼େ ନା । ଲୋହାର ତୈରି କୋନୋ ଜିନିସେର ଉପର ପ୍ରଲେପ ଦେଓୟାର କୌଶଳ ନିଚେ ଆଲୋଚନା କରା ହଲୋ ।

ଲୋହର ତୈରି କୋଣେ ଜିନିସ ଯେମନ, ଚାମଚେର ଉପର ସିଲଭାରେ ପ୍ରଲେପ ଦିତେ AgNO_3 ଭବନ ଏକଟି ବିକାରେ ନେଇଥାରୁ ହୁଏ । ସେ ଜିନିସେର ଉପର ପ୍ରଲେପ ଦିତେ ହବେ ତାକେ ବ୍ୟାଟାରିର ଖଣ୍ଡାଙ୍କ ପ୍ରାନ୍ତେ ସାଥେ ଯୁକ୍ତ କରେ କ୍ୟାଥୋଡ ତଡ଼ିଂଛାର ହିସେବେ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ସିଲଭାର ଧାତୁର ପାତ ଆନ୍ଦୋଳ ହିସେବେ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ବ୍ୟାଟାରି ଘାରା ଦ୍ଵରଣେ ବିନ୍ଦୁଂ ପ୍ରବାହିତ କରିଲେ ଆନ୍ଦୋଳ ହିସେବେ ସେ ସିଲଭାରେ ପାତ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ ଦେଇ ସିଲଭାର ପାତ ଥେକେ ଧାତବ Ag ପରମାଣୁ ଏକଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରେ Ag^+ ଆଯନେ ପରିଣତ ହେଁ ଦ୍ଵରଣେ ଚଲେ ଯାଏ ଏବଂ ଦ୍ଵରଣେ Ag^+ ଆଯନ କ୍ୟାଥୋଡ ତଡ଼ିଂଛାର ଥେକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଧାତବ ସିଲଭାରେ ପରିଣତ ହେଁ କ୍ୟାଥୋଡ ଜମା ହୁଏ । ଏତେ ଲୋହର ତୈରି ଜିନିସେର ଉପର ସିଲଭାରେ ପ୍ରଲେପ ପଡ଼େ ।



ଚିତ୍ର ୪.୦୭: ଚାମଚେର ଉପର ସିଲଭାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଟ୍ରୋଟିଂ ।

ଦ୍ଵରଣେ AgNO_3 ଏର ବିଯୋଜନ: $\text{AgNO}_3 \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$
 ଆନ୍ଦୋଳ ଜାରଣ ବିକ୍ରିଯା: $\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + e^-$
 କ୍ୟାଥୋଡ ବିଜାରଣ ବିକ୍ରିଯା: $\text{Ag}^+ + e^- \rightarrow \text{Ag}$

ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଵରେ ଉତ୍ୱପାଦିତ ପଦାର୍ଥର ବାଣିଜ୍ୟକ ବ୍ୟବହାର

ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଵରେ ଯାଧ୍ୟମେ ଆମରା ଅନେକ କିଛୁ କରତେ ପାରି । ବିଭିନ୍ନ ସଙ୍କଳିତ ଧାତୁର ନିଷକାଶନ ଥେକେ ଶୁଦ୍ଧ କରେ ଅନେକ ମୂଲ୍ୟବାନ ଯୌଗ ଓ ମୌଲେର ଉତ୍ୱପାଦନ, ଏକ ଧାତୁର ଉପର ଅନ୍ୟ ଧାତୁର ପ୍ରଲେପ ଦିଯେ ତାର କ୍ଷୟ ରୋଧ କରା, ଉଞ୍ଜ୍ଜଳତା ବୃଦ୍ଧି କରାନ୍ତି ଆରା ଅନେକ କିଛୁ ।

ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଵରେ ଯାଧ୍ୟମେ ଆକରିକ ଥେକେ ବିଭିନ୍ନ ଧାତୁ ଯେମନ- ସେତ୍ରିଆମ, ଆଲ୍ୟୁମିନିୟାମ, ଦୂର୍ତ୍ତା, କ୍ୟାଲସିଯାମ, ମାଗେନେସିଯାମ ପ୍ରଭୃତି ନିଷକାଶନ କରା ହୁଏ । ଏହାହା ତାମା, ସୋନା, ରୂପା ଏର ବିଶ୍ୱଦ୍ୱାରା କରତେ ଏ ପରିଣତ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ଆଧୁନିକ ବିଶ୍ୱେ ଏସବ ଧାତୁର ବ୍ୟବହାର ଅପରିସୀମ ।

ଆମରା ଜାନି, ରୂପା ଓ ତାମାର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ରୋଧ ସବଚୟେ କମ । କିନ୍ତୁ ରୂପାର ଦାମ ଅନେକ ବେଶ । ତାଇ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ତାର ତୈରିତେ ତାମା ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ତୋମରା କି ଚିତା କରତେ ପାରୋ ସାରା ବିଶ୍ୱେ କତ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ତାର ବ୍ୟବହାର କରା ହଜେ ? ଆଲ୍ୟୁମିନିୟାମ ଅତି ପ୍ରୋଜନୀୟ ଧାତୁ । ଏ ଧାତୁ ଦିଯେ ବିଭିନ୍ନ ଖାଲାବାସନ ତୈରି କରା ହୁଏ ଥାକେ । ତାହାହା ଆଲ୍ୟୁମିନିୟାମ ହଳକା ଧାତୁ ବଳେ ବିମାନ ତୈରିତେ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ଲୋହର ଉପର ମରିଚା ପଡ଼ା ଠିକାତେ ଲୋହର ଉପର ଦୂର୍ତ୍ତାର ପ୍ରଲେପ ଦେଓଯା ହୁଏ ।

এতে লোহার স্থায়িত্বও বৃদ্ধি পায়। অল্প দামি ধাতুর গয়নার উপর উজ্জ্বল ধাতু যেমন-ক্রিয়াম, নিকেল, সোনা, রূপা প্রভৃতি ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হয়। এতে গয়না অনেক উজ্জ্বল ও মসৃণ হয়।

সমুদ্রের পানির তড়িৎ বিপ্লবশে উৎপন্ন ক্লেরিন জীবাণুনাশক হিসেবে এবং সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ক্ষার বিভিন্ন শিল্পে কাঁচামাল হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

৮.৪ রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপাদন (Production of Electricity by Chemical Reaction)

গ্যালভানিক কোষ বা ভোল্টাইক কোষ (Galvanic Cell or Voltaic Cell)

গ্যালভানিক বা ভোল্টাইক কোষ হলো সেই সকল কোষ, যেখানে কোষের ভিতরের পদার্থসমূহের রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন করা হয়। গ্যালভানিক কোষে সাধারণত ডিম্ব মৌল দিয়ে তৈরি দুটো ইলেক্ট্রোডকে দুটি ডিম্ব পাত্রের তড়িৎ বিপ্লবশের মধ্যে আংশিকভাবে ঢুবানো থাকে। তড়িৎধার দুইটির মধ্যে অধিক সক্রিয় ধাতুর ইলেক্ট্রোড আনোড আর কম সক্রিয় ধাতুর ইলেক্ট্রোড ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে।

গ্যালভানিক বা ভোল্টাইক কোষে একটি তড়িৎধার যে ধাতু দিয়ে তৈরি তড়িৎধারটিকে সেই ধাতুর কোনো লবণের মূল্যে (তড়িৎ বিপ্লবশে) রাখতে হয়। যাতে তড়িৎ বিপ্লবশে ঐ ধাতুর আয়ন থাকে। যেমন-কপার ধাতুর দণ্ড দিয়ে যদি তড়িৎধার তৈরি করা হয় তবে ঐ দণ্ডকে CuSO_4 , তড়িৎ বিপ্লবশের মূল্যে রাখা হয়। আবার, জিংক ধাতুর দণ্ড দিয়ে যদি তড়িৎধার তৈরি করা হয় তবে ঐ দণ্ডকে ZnSO_4 , তড়িৎ বিপ্লবশের মূল্যে রাখা হয়। তড়িৎধার দুটিকে বাইরে থেকে খাতব তার দিয়ে সংযোগ করলে এক তড়িৎধার থেকে অপর তড়িৎধারে ইলেক্ট্রন প্রবাহিত হয় অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রবাহের সূচি হয়। দুইটি তড়িৎ বিপ্লবশের মূল্যে U আকৃতির লবণ সেতু স্থাপন করা হয়। U আকৃতির একটি কাচনে KCl লবণের লবণ থাকে। গ্যালভানিক কোষের আনোড, ক্যাথোড, তড়িৎধারে বিক্রিয়া, লবণ সেতুর ভূমিকা এগুলো ভালোভাবে বুঝানোর জন্য এখানে ডেনিয়েল কোষের গঠন আলোচনা করা হলো।

ডেনিয়েল কোষ (Daniell cell)

জন ফ্রেডরিক ডেনিয়েল 1836 সালে এ কোষটি প্রথম আবিষ্কার করেন। তাঁর সম্মানে এ কোষকে ডেনিয়েল কোষ বলে। দুইটি কাচ বা চিনামাটির পাত্রের একটিতে জিংক সালফেট লবণ এবং অপরটিতে কপার সালফেট লবণ নেওয়া হয়। জিংক সালফেট লবণে জিংক দণ্ড আর কপার সালফেট লবণে কপারের দণ্ড আংশিক ঢুবানো হয়। পাত্র দুইটির মূল্যের মধ্যে সংযোগ স্থাপনের জন্য ৪.০৪ নং ৫

ଚିତ୍ରର ମତୋ U ଆକୃତିର ଲବଣ ଦେଖୁ ଉପର୍ଦ୍ଦ କରେ ଦୁଇଟି ଛବିରେ ମଧ୍ୟେ ରାଖା ହୁଏ । ଏବାର ଏକଟି ଧାତବ ତାର ଦିଯେ ତଡ଼ିଂଦାର ଦୁଇଟି ସଂଯୋଗ ଘଟାନେ ହୁଏ । ତାରେ ମାତ୍ରେ ଏକଟି ବାର୍ଷିକ ପରିପାଳନ ଏବଂ ତାରେ ମଧ୍ୟ ଦିଯେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ ଶୁଣୁ ହୁଲେ ବାର୍ଷିକ ଜ୍ଵଳେ ଉଠେ । ଏଥାନେ ଜିଂକ ତଡ଼ିଂଦାର ଜିଂକର ଏକଟି ପରମାଣୁ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତାଗ କରେ ଜିଂକ ଆଯନେ (Zn^{2+}) ପରିଣତ ହୁଏ । ଏହି ଜିଂକ ଆଯନ ତଡ଼ିଂଦାର ଛେତ୍ର ଛବିରେ ପ୍ରବେଶ କରେ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦୁଇଟି ଜିଂକ ତଡ଼ିଂଦାର ପରିପାଳନ କରିବାର ପରିପାଳନ ହେବେ ଏହି ତଡ଼ିଂଦାର ଅନ୍ଧାରକ ଚାର୍ଜ୍ୟୁନ୍ତ ହୁଏ । ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦୁଇଟି ତଡ଼ିଂଦାର ଦୁଇଟିକେ ଯେ ତାର ଦିଯେ ସଂଯୋଗ ଦେଖେଯା ହେବେ, ତାର ମଧ୍ୟ ଦିଯେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ସେହେତୁ ଜିଂକର ତଡ଼ିଂଦାର ଧାତବ Zn ଥିଲେ Zn^{2+} ପରିଣତ ହୁଏ, ଦେହେତୁ ବଳୀ ଯାଇ ଏ ତଡ଼ିଂଦାର ଜାରଣ ବିକିର୍ଯ୍ୟା ଘଟେ । ତାଇ ଏ ତଡ଼ିଂଦାର ହଲୋ ଆନୋଡ ।



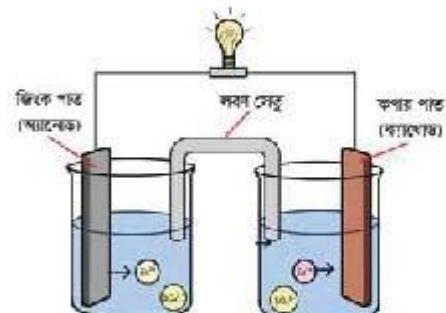
ଏବାର ଜିଂକ ଆନୋଡ ଥିଲେ ଆସା ୨୩ ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ କପାର ତଡ଼ିଂଦାର ପ୍ରବେଶ କରେ ଏବଂ ଏ ତଡ଼ିଂଦାର ଥିଲେ $CuSO_4$ ଦ୍ରବ୍ୟରେ Cu^{2+} ଆଯନ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପରିପାଳନ କରେ ଧାତବ କପାର (Cu) ପରିଣତ ହୁଏ ଫଳେ କପାର ତଡ଼ିଂଦାର ବିଜାରଣ ଘଟେ । ଏଜନ୍ୟ ଏକ୍ଷେତ୍ରେ କପାର ତଡ଼ିଂଦାର ହଲୋ କ୍ୟାହୋଡ ।



ଏଥାନେ ଦେଖା ଯାଇଛେ, ଆନୋଡ ଜିଂକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦାନ କରେ ବଳୀ ଯାଇନୋଡ ଜାରଣ ବିକିର୍ଯ୍ୟା ଘଟେଇ । କିନ୍ତୁ ଶୁଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦାନ କରିଲେ ବିକିର୍ଯ୍ୟା ସମ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ନା । ଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଅନ୍ୟ କାଟିକେ ପରିପାଳନ କରନେ ହବେ । କ୍ୟାହୋଡ ତଡ଼ିଂଦାର ଜିଂକର ଦାନ କରା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ କପାର ଆଯନ ପରିପାଳନ କରେ ବିଜାରଣ ବିକିର୍ଯ୍ୟା ସମ୍ପନ୍ନ କରଇବାକୁ ପାଇଁ ଆର୍ଥିକ ଆର୍ଥିକ ବିକିର୍ଯ୍ୟା ଆବଶ୍ୟକ ।

ଆନୋଡ କୋଷ ବିକିର୍ଯ୍ୟାକୁ ଜାରଣ ଅର୍ଥବିକିର୍ଯ୍ୟା ଆର୍ଥବିକିର୍ଯ୍ୟା ବା କ୍ୟାହୋଡ ବିକିର୍ଯ୍ୟା କୋଷ ବିକିର୍ଯ୍ୟା ଘଟେଇ କ୍ୟାହୋଡ ବିକିର୍ଯ୍ୟା ଆର୍ଥବିକିର୍ଯ୍ୟା ଆର୍ଥବିକିର୍ଯ୍ୟା ବା କ୍ୟାହୋଡ ବିକିର୍ଯ୍ୟା କୋଷ ବିକିର୍ଯ୍ୟା ହଲୋ ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ବିକିର୍ଯ୍ୟା ।

ଆନୋଡ ଥିଲେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତାରେ ମଧ୍ୟ ଦିଯେ କ୍ୟାହୋଡ ପ୍ରବେଶ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ତାରେ ମଧ୍ୟ ଦିଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ



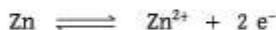
ଚିତ୍ର ୪.୦୫: ଗ୍ୟାଲଭାନିକ (ଡେନିରେଲ) କୋଷ ।

হয় অর্থাৎ একেতে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন হয়েছে। অর্থাৎ গ্যালভানিক কোষে রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে মুগাপ্তরিত হয়।

টেবিল ৪.০৩: তড়িৎ বিপ্লব্য কোষ ও গ্যালভানিক কোষের পার্থক্য।

| তড়িৎ বিপ্লব্য কোষ | গ্যালভানিক কোষ |
|---|--|
| যে কোষে তড়িৎ শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটানো হয় তাকে তড়িৎ বিপ্লব্য কোষ বলে। | যে কোষে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে তড়িৎ শক্তি উৎপন্ন করা হয় তাকে গ্যালভানিক কোষ বলে। |
| তড়িৎ বিপ্লব্য কোষে আনোড় ধনাচাক চার্জযুক্ত এবং ক্যাথোড ধনাচাক চার্জযুক্ত। | গ্যালভানিক কোষে আনোড় ধনাচাক চার্জযুক্ত কিন্তু ক্যাথোড ধনাচাক চার্জযুক্ত। |
| কোনো মৌল বা যৌগ উৎপাদন, ইলেক্ট্রোপ্রেটিং, ধাতু বিশেখন প্রাপ্তি কাজে তড়িৎ বিপ্লব্য কোষ ব্যবহার করা হয়। | তড়িৎ শক্তি উৎপাদন করার যত্ন যেমন—ব্যাটারি তৈরিতে গ্যালভানিক কোষ ব্যবহৃত হয়। |

গ্যালভানিক কোষের তড়িৎধারা: গ্যালভানিক কোষে নানা ধরনের তড়িৎধারা ব্যবহার করা হয়। এদের মধ্যে সবচেয়ে সহজে তৈরি করা যায় ধাতু-ধাতুর আয়ন তড়িৎধারা। এ ধরনের তড়িৎধারণগুলোকে তৈরি করতে কোনো ধাতুর দণ্ড বা পাতকে সেই ধাতুর আয়নবিশিষ্ট ভবনে অর্ধেক বা অর্ধেকের বেশি পরিমাণে নিমজ্জিত করে তৈরি করা হয়। এ তড়িৎধারকে লিখে প্রকাশ করতে হলে প্রথমে ধাতু তারপর ধাতুর আয়নকে পাশাপাশি লিখে দুটির মাঝখানে খাড়া দাগ দিতে হয়। যেমন—জিংক ধাতুর দণ্ডকে $ZnSO_4$, এর ধরনের মধ্যে রাখলে জিংক ধাতুর তড়িৎধারা তৈরি হয়ে গেল। একে $Zn|Zn^{2+}$ দিয়ে প্রকাশ করা হয়। এ তড়িৎধারে নিরূপ বিক্রিয়া ঘটে।



এ ধরনের আরও কিছু তড়িৎধার ও তাদের বিক্রিয়া ৪.০৪ টেবিলে দেখানো হলো।

অধিক সক্রিয় ধাতু যেমন—সোডিয়াম, পটাশিয়াম, ক্যালসিয়াম প্রাপ্তি ধাতুর তড়িৎধারা এভাবে তৈরি হয় না। এসব ফেঞ্জে সাধারণত: আয়ামলগাম ব্যবহার করা হয়। আয়ামলগাম হলো, পারদ ও সক্রিয় ধাতুর মিশ্রণ।

ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷେ ଆୟନୋଡ ଏବଂ କ୍ୟାଥୋଡ ଶନୀକରଣ

ଦୁଇଟି ତଡ଼ିଂଘାର ଦିଯେ କୋନୋ ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷ ତୈରି କରଲେ କୋନଟି ଆୟନୋଡ ଏବଂ କୋନଟି କ୍ୟାଥୋଡ ହବେ ତା ନିର୍ଭର କରେ ସେଗୁଳେ କୋନ ମୌଲ ଦିଯେ ତୈରି ତାର ଉପର । ତଡ଼ିଂଘାର ରାସାଯନିକ ସାରିର ଉପରେର ଦିକେ ଅବଶ୍ଵିତ ଅଧିକ ସକ୍ରିୟ ମୌଲେର ତଡ଼ିଂଘାର ଆୟନୋଡ ଏବଂ ତଡ଼ିଂଘାର ରାସାଯନିକ ସାରିର ନିଚେର ଦିକେ ଅବଶ୍ଵିତ ଅପେକ୍ଷାକୃତ କମ ସକ୍ରିୟ ମୌଲେର ତୈରି ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ କ୍ୟାଥୋଡ ହିସେବେ କାଜ କରେ ।

ଟେବିଲ 8.04: ତଡ଼ିଂଘାର ଓ ତାଦେର ବିକ୍ରିଆ ।

| ତଡ଼ିଂଘାର | ବିକ୍ରିଆ |
|---------------------|---|
| Zn Zn ²⁺ | Zn(s) \longrightarrow Zn ²⁺ (aq) + 2e ⁻ |
| Cu Cu ²⁺ | Cu(s) \longrightarrow Cu ²⁺ (aq) + 2e ⁻ |
| Fe Fe ²⁺ | Fe(s) \longrightarrow Fe ²⁺ (aq) + 2e ⁻ |
| Ag Ag ⁺ | Ag(s) \longrightarrow Ag ⁺ (aq) + e ⁻ |

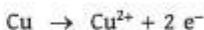
ଟେବିଲ 8.05:

ତଡ଼ିଂଘାର ।

ଯେମନ- କପାର ଧାତୁ ଓ ସିଲଭାର ଧାତୁର ତଡ଼ିଂଘାର ଦିଯେ ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷ ତୈରି କରା ହଲେ ଏକେହେ କପାର ଧାତୁର ତଡ଼ିଂଘାରଟି ଆୟନୋଡ ଆର ସିଲଭାର ଧାତୁର ତଡ଼ିଂଘାରଟି କ୍ୟାଥୋଡ ହିସେବେ କାଜ କରବେ । କାରଣ ତଡ଼ିଂଘାର ରାସାଯନିକ ସାରିତେ କପାର ଧାତୁର ଅବଶ୍ଵାନ ଉପରେ ଆର ସିଲଭାର ଧାତୁର ଅବଶ୍ଵାନ ନିଚେ ।

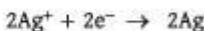
ଏଇ କୋଷେ କପାର ପରମାଣୁ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରେ କପାର ଆୟନେ ପରିଣତ ହୁଯ ।

ଆୟନୋଡ ଜୀବନ ଅର୍ଥବିକ୍ରିଆ:



ଏଇ କୋଷେ ସିଲଭାର ଆୟନ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଧାତୁର ସିଲଭାର ପରମାଣୁତେ ପରିଣତ ହୁଯ ।

କ୍ୟାଥୋଡ ବିଜ୍ଞାରଣ ଅର୍ଥବିକ୍ରିଆ:



ଏଥନ ଅର୍ଥବିକ୍ରିଆ ଦୁଇଟି ଯୋଗ କରଲେ କୋଷ ବିକ୍ରିଆ ପାଓଯା ଯାବେ ।

| |
|--------------------------------|
| ତଡ଼ିଂଘାର |
| Li Li ⁺ |
| K K ⁺ |
| Na Na ⁺ |
| Mg Mg ²⁺ |
| Al Al ³⁺ |
| Zn Zn ²⁺ |
| Fe Fe ²⁺ |
| Ni Ni ²⁺ |
| Sn Sn ²⁺ |
| Pb Pb ²⁺ |
| H ₂ H ⁺ |
| Cu Cu ²⁺ |
| Ag Ag ⁺ |
| Au Au ³⁺ |

কোষ বিক্রিয়া:



লবণ সেতু ও তার ব্যবহার

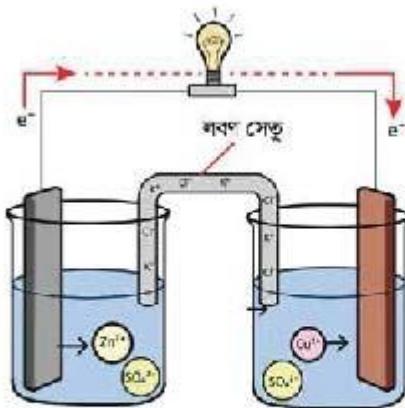
তোমরা ডেনিয়েল কোষে দেখেছো আনোডে ধাতব জিংক দুইটি ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে জিংক আয়ন পরিণত হয়। এ ইলেক্ট্রন বাইরের তার দিয়ে ক্যাথোডে যায়। ফলে আনোডের দ্রবণে ধনাত্মক আয়ন বেশি হয়ে যায়।

আনোডে জারণ অধিক্রিয়া:



আবার, ক্যাথোডে থাকা CuSO_4 এর দ্রবণ থেকে Cu^{2+} আয়ন দুইটি ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে আধান নিরপেক্ষ Cu পরমাণুতে পরিণত হয় কিন্তু SO_4^{2-} আয়নের কোনো পরিবর্তন হয় না। ফলে দ্রবণ ধনাত্মক আধান প্রাপ্ত হয়। অর্থাৎ দুইটি দ্রবণের আধান নিরপেক্ষতা নষ্ট হয়। ফলে কিছুক্ষণের মধ্যে বিক্রিয়া বন্ধ হয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়। এই বিক্রিয়া চালু রাখার জন্য লবণ সেতু ব্যবহার করা হয়। একটি U আকৃতির কাচের নলের মধ্যে আগার-আগার নামের একটি রাসায়নিক পদার্থের সাথে KCl লবণের দ্রবণ মেশানো হয়। ফলে জেলির মতো মিশ্রণ তৈরি হয়। একে লবণ সেতু বলে। এই লবণ সেতুতে বিদ্যমান K^+ আয়ন ও Cl^- আয়ন এর গতি সমান। KCl দ্রবণ দিয়ে তৈরি লবণ সেতুর দুই মুখে তুলা দিয়ে ৪.০৯ নং চিত্রের মতো পরোক্ষভাবে দুইটি তড়িৎ বিপ্লবিয়ের দ্রবণকে সংযোগ দেওয়া হয়।

এখন আনোডের দ্রবণে যতগুলো ধনাত্মক চার্জ বেশি হয় লবণ সেতু থেকে ততগুলো Cl^- আয়ন আনোডে দ্রবণে চলে আসে। আবার ক্যাথোডের দ্রবণে যতগুলো ধনাত্মক চার্জ করে যায় লবণ সেতু থেকে ততগুলো K^+ আয়ন ক্যাথোড দ্রবণে চলে আসে। ফলে আনোডে ও ক্যাথোড উভয় দ্রবণের তড়িৎ নিরপেক্ষতা বজায় থাকে। ফলে কোথের তড়িৎ প্রবাহ মির্বিলে চলতে থাকে।



চিত্র ৪.০৯: কোথে ব্যবহৃত লবণ সেতু।

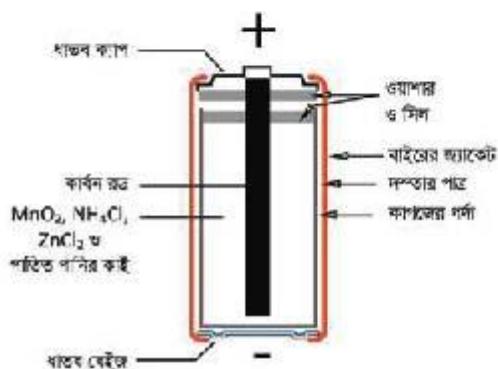
ଡ୍ରାଇ ସେଲ

ଡ୍ରାଇ ସେଲ (କୋଷ) ଏକ ଧରନେର ଗ୍ୟାଲଟାନିକ କୋଷ । ଡ୍ରାଇ ସେଲେର ମଧ୍ୟମେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିକେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଶକ୍ତିତେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରା ହୁଏ । ଆମରା ସାଥରଗତ ଟର୍ଚଲାଇଟ ଜ୍ଵାଲାତେ, ରେଡ଼ିଓ ବାଜାତେ, ଟିଭିର ରିମୋଟ ଚାଲାତେ, ସେଲନ ଚାଲାତେ ଡ୍ରାଇ ସେଲ ବ୍ୟବହାର କରି । ଡ୍ରାଇ ସେଲ ଓ ଆନ୍ତୋଡ ଏବଂ କ୍ୟାଥୋଡ ଘରା ଗଠିତ ।

ଡ୍ରାଇ ସେଲେର ପାଠନ, ରାସାୟନିକ ବିକିଳ୍ପ ଓ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥାର କୌଶଳ

ଡ୍ରାଇ ସେଲେ ଆନ୍ତୋଡ ହିସେବେ
ସାଥରଗତ ଧାତବ ଜିଂକେର ତୈରି
ହୋଇ କୌଟା ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ ।

ମ୍ୟାକ୍ରାନ୍ତିଜ ଡାଇ-ଅକ୍ରାଇଡ
(MnO_2), ଆମୋନିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡ
(NH_4Cl), ଜିଂକ କ୍ଲୋରାଇଡ
($ZnCl_2$) ଓ ପାତିତ ପାଣି ମିଶ୍ରିତ
କରେ ପ୍ରସ୍ତୁତକୃତ କାଇ (paste)
ଦାରା ଜିଂକେର ତୈରି ଛୋଟ କୌଟା
ପୂର୍ଣ୍ଣ କରା ହୁଏ । ଏରପର ଜିଂକେର
କୌଟାଟିର ମାବାଖାନେ ଏକଟି କାର୍ବନ
(ଶ୍ରାଫାଇଟ) ଦଙ୍ଡ ପ୍ରବେଶ କରାନ୍ତେ
ହୁଏ । କାର୍ବନ ଦଙ୍ଡ କ୍ୟାଥୋଡ
ହିସେବେ କାଜ କରେ ।



ଚିତ୍ର 8.10: ଡ୍ରାଇ ସେଲ ।

ସଥନ କୋନୋ ବାବୁ ବା ଅନ୍ୟ କୋନୋ ଇଲେକ୍ଟ୍ରାନିକ ଯତ୍ନେର ଦୁଇଟି ପ୍ରାଣ୍ତ (ଧନାୟକ ପ୍ରାଣ୍ତ ଏବଂ କଣାୟକ ପ୍ରାଣ୍ତ) ଏର ସାଥେ ଦୁଇଟି ତାର ମୁକ୍ତ କରେ ଏକଟି ତାର ଜିଂକ କୌଟାର ସାଥେ ଏବଂ ଅନ୍ୟ ତାର କାର୍ବନ ଦଙ୍ଡେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ କରା ହୁଏ ତଥିନ ନିମ୍ନରୂପ ବିକିଳ୍ପ ସଂଘଟିତ ହୁଏ ।

ଡ୍ରାଇ ସେଲେ ଆନ୍ତୋଡର ଜିଂକ ୨ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତାରେର ମଧ୍ୟ ଦିଯେ କାର୍ବନ ଦଙ୍ଡେ ଚଲେ ଆସେ ଏବଂ କାର୍ବନ ଦଙ୍ଡେର ୨ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଆମୋନିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡ ଥେକେ ପ୍ରାଣ୍ତ ଆମୋନିଆମ ଆଯନ (NH_4^+) ଏବଂ ମ୍ୟାକ୍ରାନ୍ତିଜ ଡାଇ-ଅକ୍ରାଇଡ (MnO_2) ଅହସ କରେ ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସ (NH_3) ଓ ଡାଇ ମ୍ୟାକ୍ରାନ୍ତିଜ ଡାଇ-ଅକ୍ରାଇଡ ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ ।

ଆନ୍ତୋଡ ବିକିଳ୍ପ:



ক্যাথোডে বিক্রিয়া:



সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া:



ড্রাই সেলের আয়নোড ও ক্যাথোড প্রান্তকে যদি বাল্ব বা কোনো ইলেক্ট্রনিক ঘর্ষণের দুই প্রান্তে যুক্ত করা হয় তখন ইলেক্ট্রনের প্রবাহ সৃষ্টি হয় অর্থাৎ বিদ্যুৎ উৎপাদন হয়। তাহলে যেখানে বিদ্যুৎ প্রয়োজন সেখানে ড্রাই সেল সংযুক্ত করলেই উল্লিখিত বিক্রিয়াসমূহ সংঘটিত হবে এবং আমরা বিদ্যুৎ শক্তি পাব।

তড়িৎ রাসায়নিক কোষের প্রয়োগ

প্রাচীনকাল থেকেই তড়িৎ বিশ্লেষণ কৌশল ব্যবহার করে এক ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ ব্যবহার করা হয়। তবে এখন তড়িৎ বিশ্লেষণ কৌশলের ব্যবহার আরও ব্যাপক। তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে



চিত্র ৪.11: রক্তে গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয়ের যন্ত্র।

আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন, মূচ্যবান রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, বিদ্যুৎ শক্তির উৎপাদন, পদার্থের বিশুদ্ধকরণ ইত্যাদি করা হয়। হাইড্রোজেন ফুরেল সেলের সাহায্যে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। এতে আয়নোডে হাইড্রোজেন অণু জারিত হয় আর ক্যাথোডে অক্সিজেন অণু বিজড়িত হয়ে পানি উৎপাদন করে। ফলে কোষে ইলেক্ট্রন আয়নোড হতে ক্যাথোডে প্রবাহিত হয়। এই বিদ্যুতের সাহায্যে গাঢ়ি পর্যবেক্ষণ চলতে পারে। সারা পৃথিবীতে কত

মোবাইল ফোন, কত কম্পিউটার, কত ক্যালকুলেটর ব্যবহৃত হচ্ছে চিন্তা করতে পারছো, সব ক্ষেত্রে ব্যাটারি ব্যবহৃত হয়।

ডায়াবেটিক রোগীর রক্তের গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় করার জন্য তড়িৎ বিশ্লেষণ কৌশলনির্ভর সেলের ব্যবহার করা হয়। ৪.11 নং চিত্রে তড়িৎ বিশ্লেষণ কৌশল ব্যবহার করে মানবদেহের রক্তের গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় দেখানো হলো। বাম হাতের আঙুলে লাগানো ছেট অংশটিতে পাতলা ও চিকন আয়নোড ও ক্যাথোড লাগানো আছে। আয়নোড ও ক্যাথোডের মাঝখানে একটা ছেট ফাঁকা নালি (channel) থাকে। যদি আয়নোড ও ক্যাথোডের মাঝখানে ফাঁকা নালিতে রক্ত দেওয়া হয়, তাহলে একটি পূর্ণ

ତଡ଼ିଥ କୋଷ ଗଠିତ ହରେ । ଆସଲେ, ଫାଁକା ନାଲିତେ ରଙ୍ଗ ଦିଲେ କୋଷେ ସଂମୁଖ ଉଦ୍‌ସ ହତେ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହେର ଫଳେ ରଙ୍ଗେ ଅବଶ୍ଵିତ ଫୁକୋଜ ଅଣୁ ଆନ୍ଦୋଳେ ଜାରିତ ହୟ । ଅନ୍ୟଦିକେ, ହିସାବ-ନିକାଶ କରାର ଯତୋର ସାହାଯ୍ୟେ ଫୁକୋଜେର ଜାରଣେର ଫଳେ ଉଚ୍ଛୃତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରାନ୍ୟେର ସଂଖ୍ୟା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରେ ସର୍ବାଟି ତାର ପର୍ଦାୟ (screen) ରଙ୍ଗେ ଅବଶ୍ଵିତ ଫୁକୋଜେର ପରିମାଣ ମିନିଟ୍ରେ ଡିଜିଟେର (digit) ସାହାଯ୍ୟେ ପ୍ରକାଶ କରେ । ମଜାର ବ୍ୟାପର ହଲୋ ଏ ପ୍ରୟୁଣି ସାବହାର କରେ ରଙ୍ଗେ ଫୁକୋଜେର ପରିମାଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରତେ ଏକ ମିନିଟ୍ ବା ତାର ଚେଯେ କମ ସମୟ ଲାଗେ ।

ସାମ୍ପ୍ରଦୟ ଓ ପରିବେଶେର ଉପର ସ୍ମାର୍ଟଫୋନ୍‌ର ବିରୂପ ପ୍ରଭାବ

ଆମରା ବିଭିନ୍ନ କାଜେ ସ୍ମାର୍ଟଫୋନ୍‌ର ସାବହାର କରି । ଡ୍ରାଇ ସେଲ (dry cell) ଟର୍ଚଲାଇଟ ଜ୍ବାଲାନୋର କାଜେ, ଲେଡ-ସ୍ଟୋରେଜ ସ୍ମାର୍ଟଫୋନ୍ (lead storage battery) ବାସ, ଟ୍ରାକ ଇତ୍ୟାଦି ସ୍ଟାର୍ଟ ଦେୟାର କାଜେ ସାବହାର କରା ହୟ । ଏବେ ସ୍ମାର୍ଟଫୋନ୍ରିତେ ବିଭିନ୍ନ ଧାତୁ ଏବଂ ଧାତବ ଆଯନ ସାବହାର କରା ହୟ । ସ୍ମାର୍ଟଫୋନ୍ରିତେ ବିଭିନ୍ନ ଧାତୁ ଏବଂ ଧାତବ ଆଯନ ସାବହାର କରା ହୟ । ସ୍ମାର୍ଟଫୋନ୍ରିତେ ବିଭିନ୍ନ ଧାତୁ ଏବଂ ଧାତବ ଆଯନ ସାବହାର କରା ହୟ ।



ଚିତ୍ର 8.12: ମୋବାଇଲ ଫୋନେ ସାବହାର ସ୍ମାର୍ଟଫୋନ୍ ।

ମାର୍ଗାଳ୍ପକ କମିକର । ଡ୍ରାଇ ସେଲେ ଦୟନ୍ତ (Zn) ଓ ମ୍ୟାଞ୍ଜାନିଜ ଡ୍ରାଇ-ଆର୍କ୍‌ଇଡ (MnO₂) ଥାକେ, ଲେଡ-ସ୍ଟୋରେଜ ସ୍ମାର୍ଟଫୋନ୍ରିତେ ସିସା (Pb) ଓ ସିସାର ଅକ୍ରାଇଡ (PbO₂) ଇତ୍ୟାଦି ଥାକେ । ରାସାୟନିକ ଧର୍ମେର ବିବେଚନୀୟ ଏଗ୍ଲୋ ବିଷାକ୍ତ (toxic) ଓ କ୍ୟାନ୍ସାର ସୃତିକାରୀ (carcinogenic) । ଏଗ୍ଲୋ ସାବହାରେ ପର ଆମରା ଯେଥାନେ ଦେଖାନେ ଫେଲେ ଦେଇ । ଫଳେ ଏ ସକଳ ବିଷାକ୍ତ ପଦାର୍ଥ ମାଟି ଓ ପାନିକେ ଦୂରିତ କରେ ତୋଲେ ।

8.5 ନିୟୁକ୍ତିଯାର ବିକ୍ରିଯା ଓ ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ସାହନ (Nuclear Reactions and Generation of Electricity)

ନିୟୁକ୍ତିଯାର ବିକ୍ରିଯା

ଯେ ବିକ୍ରିଯା କୋନୋ ମୌଲେର ନିୟୁକ୍ତିଯାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ ତାକେ ନିୟୁକ୍ତିଯାର ବିକ୍ରିଯା ବଲେ । ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାର ପରମାପୁର ବା ଆଯନେର ସର୍ବାହିମ୍ୟ ଶକ୍ତିତର ଥେକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରାନ୍ୟେର ଆଦାନ-ପ୍ରଦାନ ଘଟେ । ନିୟୁକ୍ତିଯାରେ କୋନୋ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୟ ନା । କିନ୍ତୁ ନିୟୁକ୍ତିଯାର ବିକ୍ରିଯା ପରମାପୁର ନିୟୁକ୍ତିଯାରେ ପରିବର୍ତ୍ତନ ଘଟେ । ଏଥାନେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରାନ୍ୟେର କୋନୋ ଭୂମିକା ନେଇ । ଏ ବିକ୍ରିଯାର ଫଳେ ନତୁନ ମୌଲେର ପରମାପୁର

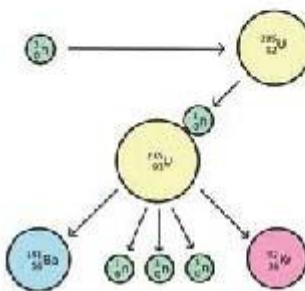
নিউক্লিয়াসের সৃষ্টি হয়। যে বিক্রিয়ার ফলে ছোট ছোট মৌলের নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে বড় মৌলের নিউক্লিয়াস অথবা কোনো বড় মৌলের নিউক্লিয়াস ভেঙে একাধিক ছোট মৌলের নিউক্লিয়াস তৈরি হয় সেই বিক্রিয়াকে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় প্রচুর পরিমাণে শক্তি উৎপন্ন হয়।

বিভিন্ন রকমের নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া আছে; তবে এদের মধ্যে নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া ও নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়া অন্যতম।

নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া

যে নিউক্লিয়ার প্রক্রিয়ায় কোনো বড় এবং ভারী মৌলের নিউক্লিয়াস ভেঙে ছোট ছোট মৌলের নিউক্লিয়াসে পরিণত হয় তাকে নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া বলে। এর সাথে নিউট্রন আর প্রচুর (Fission) পরিমাণে শক্তি উৎপন্ন হয়।

সম্পর্কিত নিউট্রন দিয়ে $^{235}_{92}\text{U}$ কে আঘাত করলে নিউক্লিয়াসটি প্রায় দুইটি সমান অংশে বিভক্ত হয়ে $^{141}_{56}\text{Ba}$ ও $^{92}_{36}\text{Kr}$ এর নিউক্লিয়াস ও তিনটি নিউট্রন (^1_0n) ও তার সাথে প্রচুর পরিমাণে শক্তি উৎপন্ন হয়। এটি একটি নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া।

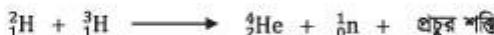


চিত্র 8.13: নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া।



নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়া

যে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় ছোট ছোট নিউক্লিয়াসসমূহ একত্রিত হয়ে বড় নিউক্লিয়াস গঠন করে তাকে নিউক্লিয়ার ফিউশন (Fusion) বিক্রিয়া বলে। নিচে নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়ার উদাহরণ দেওয়া হলো।

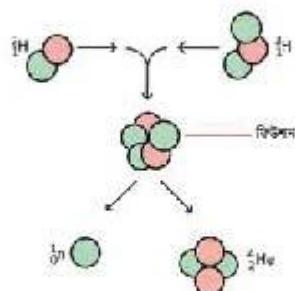


নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়ার সাহায্যে হাইড্রোজেন বোমা তৈরি করা হয়।

নিউক্লিয়ার চেইন বিক্রিয়া

নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়াগুলোই মূলত নিউক্লিয়ার চেইন বিক্রিয়া (Chain Reaction)। যে বিক্রিয়া একবার শুরু হলে তাকে চালু রাখার জন্য অতিরিক্ত কোনো শক্তির প্রয়োজন হয় না তাকে নিউক্লিয়ার

ଚେଇନ ବିକ୍ରିଆ ବଲେ । ତୋମରା ଦେଖେଛୋ ଏକଟି $^{235}_{92}\text{U}$ ଆଇସୋଟୋପକେ ଏକଟି ନିଉଟ୍ରାନ ଦିରେ ଆଘାତ କରା ହେଲେ $^{235}_{92}\text{U}$ ଆଇସୋଟୋପକେ ଡେଙ୍ଗେ ଏକଟି $^{141}_{56}\text{Ba}$ ନିଉକ୍ରିୟାସ, ଏକଟି $^{92}_{36}\text{Kr}$ ନିଉକ୍ରିୟାସ, ୩ଟି ନିଉଟ୍ରାନ (^1_0n) ଏବଂ ପ୍ରଚାର ପରିମାଣେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହି ୩ଟି ନିଉଟ୍ରାନେର ଗତି କମାନେ ସମ୍ଭବ ହେଲେ ସେଗୁଲୋର ଏକଟି ଅଂଶ ଆବାର ଅନ୍ୟ $^{235}_{92}\text{U}$ ଆଇସୋଟୋପକେ ଆଘାତ କରେ । ଏଭାବେ ଆରୋ ନିଉଟ୍ରାନ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ସେଇ ନିଉଟ୍ରାନଗୁଲୋର ଗତିବେଗ କମାନେ ହେଲେ ତାଦେର ଏକଟି ଅଂଶ ଆବାର ଅନ୍ୟ $^{235}_{92}\text{U}$ କେ ଆଘାତ କରେ ଫଳେ ଆବାର ନିଉଟ୍ରାନ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏଭାବେ ଚଳମାନ ବିକ୍ରିଆକେ ନିଉକ୍ରିୟା ଚେଇନ ବିକ୍ରିଆ ବଲେ । ନିଉକ୍ରିୟାର ଚେଇନ ବିକ୍ରିଆକେ ନିୟମନ କରା ଯଥେତ୍ ଜଟିଲ ଏବଂ ଏହି ବିକ୍ରିଆକେ ନିୟମନ କରେ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଚୁଲ୍ଲିତେ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ କରା ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର ୪.୧୪: ନିଉକ୍ରିୟାର ଫିଶନ ବିକ୍ରିଆ ।

ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ

ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ କରତେ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଚୁଲ୍ଲି ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ନିଉକ୍ରିୟା ଫିଶନ ବିକ୍ରିଆର ସମୟ ଯେ ଚେଇନ ବିକ୍ରିଆ ହୁଏ, ସେଇ ଚେଇନ ବିକ୍ରିଆକେ ଯେ ଯତୋର ସାହାଯ୍ୟେ ନିୟମନ କରା ହୁଏ ତାକେ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଚୁଲ୍ଲି ବଲେ । ପାରମାଣ୍ଵିକ ଚୁଲ୍ଲିର ସାହାଯ୍ୟେ ପ୍ରଚାର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରା ଯାଏ । ପାରମାଣ୍ଵିକ ଚୁଲ୍ଲିର ଭିତରେ ଫିଶନ ବିକ୍ରିଆର ଫଳେ ଯେ ସକଳ କ୍ଷୁଦ୍ର ମୌଳ ତୈରି ହୁଏ ସେଗୁଲୋ ଉଚ୍ଚ ଗତିସମ୍ପର୍କ ହୁଏ । ଏହି ଉଚ୍ଚ ଗତିସମ୍ପର୍କ କ୍ଷୁଦ୍ର ମୌଳଗୁଲୋ ଚୁଲ୍ଲିର ଭିତରେ ଏକାକି ଅନ୍ୟେର ଥାଏ ଏବଂ ଦେଇଲେ ପ୍ରଚାନ୍ଦ ଜୋରେ ଆଘାତ କରେ ଓ ପ୍ରଚାର ତାପଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ଏହି ତାପ ଚୁଲ୍ଲି ଥିକେ ବେର କରେ ନିଯେ ଏମେ ସେଇ ତାପ ବାକ୍ଷ ଉତ୍ପାଦନ ପ୍ରକାରେ ଚାଲନା କରା ହୁଏ ଏବଂ ଏହି ତାପ ଦିରେ ବାକ୍ଷ ଉତ୍ପାଦନ କରା ହୁଏ । ଏବାର ଏ ବାକ୍ଷର ସାହାଯ୍ୟେ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନରେ ଜନ୍ୟ ଟାରବାଇନ ଚାଲନା କରା ହୁଏ । ଫଳେ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । କୋଣୋ କୋଣୋ କ୍ଷେତ୍ରେ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଚୁଲ୍ଲିର ଭେତରେଇ ବାକ୍ଷ ଉତ୍ପାଦନରେ ବ୍ୟବସ୍ଥା ଥାଏ । ପୃଥିବୀର ଅନେକ ଦେଶେ ପାରମାଣ୍ଵିକ ଚୁଲ୍ଲିର ସାହାଯ୍ୟେ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ କରା



ଚିତ୍ର ୪.୧୫: ନିଉକ୍ରିୟାର ବିଦ୍ୟୁତ କେନ୍ଦ୍ର ।

হচ্ছে। বাংলাদেশ সরকার পাবনা জেলার রূপগুরে পারমাণবিক বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য সকল প্রস্তুতি গ্রহণ করেছে। প্রকল্পটি সম্পূর্ণ হলে বাংলাদেশ বিদ্যুৎ উৎপাদনে স্বয়ংসম্পূর্ণ হয়ে যাবে। অদ্যুর ভাবিষ্যতে বাংলাদেশের সব এলাকায় বিদ্যুৎ সরবরাহ করা সম্ভব হবে।



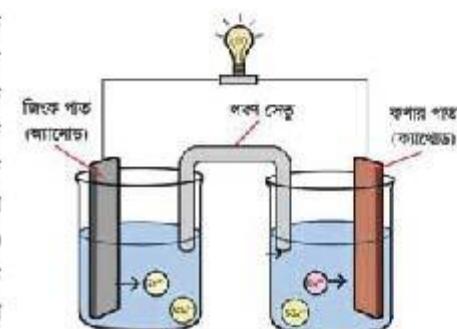
পরীক্ষণ -১

গ্যালভানিক কোষ তৈরি করে বিদ্যুৎ উৎপাদন।

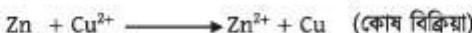
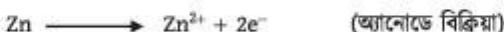
মূলনীতি: যে তড়িৎ রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয় তাকে গ্যালভানিক কোষ বলে। একটি জিংক (Zn) দণ্ডকে জিংক সালফেট ($ZnSO_4$) জ্বরণে আংশিক ডুবিয়ে এবং কপার সালফেট ($CuSO_4$) জ্বরণে আংশিক ডুবিয়ে দণ্ড দুটিকে একটি তামার তার দিয়ে সংযোগ ঘটালে গ্যালভানিক কোষ তৈরি হয়।

এফেক্টে জিংক দণ্ড থেকে জিংক

পরমাণু দূষিত ইলেক্ট্রন ভ্যাগ করে জিংক আয়ন (Zn^{2+}) হিসেবে জ্বরণে চলে যায়। ইলেক্ট্রন দূষিত কপার তারের ভিতর দিয়ে কপার দণ্ডে পৌঁছে। কপার সালফেট জ্বরণের কপার আয়ন (Cu^{2+}) ইলেক্ট্রন দূষিত গ্রহণ করে ধাতব কপারে পরিণত হয়। কপার তারের মধ্যে দিয়ে ইলেক্ট্রন প্রবাহের ফলে বিদ্যুৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়। এ ক্ষেত্রে জিংক দণ্ড আনোড় আর কপার দণ্ড ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে।



চিত্র ৪.১৬: গ্যালভানিক কোষের
সাহায্যে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন।



ପ୍ରଯୋଜନୀୟ ଯକ୍ଷମାଣିକ ମ୍ରବଣ: ଦୁଇଟି ବିକାର, ଜିଂକ ସାଲଫେଟ ($ZnSO_4$) ମ୍ରବଣ, କପାର ସାଲଫେଟ ($CuSO_4$) ମ୍ରବଣ, ଜିଂକ ଦନ୍ତ, କପାର ଦନ୍ତ, ଏକଟି LED, ପାନିତେ ଭେଜାନ୍ତେ ଏକ ଟୁକରୋ ଲଶ୍ଚ କାଗଜ ଅଥବା ଲବଣ ସେତୁ, କପାର ତାର ଇତ୍ୟାଦି ।

କାର୍ଯ୍ୟପାଳି: 8.16 ଟିକ୍ରେ ମତୋ କରେ ଏକଟି ବିକାରେ ଜିଂକ ସାଲଫେଟ ମ୍ରବଣ ନିୟେ ତାତେ ଜିଂକ ଦନ୍ତ ଏବଂ ଅପର ଏକଟି ବିକାରେ କପାର ସାଲଫେଟ ମ୍ରବଣ ନିୟେ ତାତେ କପାର ଦନ୍ତ ଆଂଶିକ ପ୍ରାବେଶ କରାଓ । ବିକାର ଦୁଟିର ମ୍ରବଣେ ଟିକ୍ରେ ମତୋ କରେ ଏକଟି ଲବଣ ସେତୁ ସ୍ଥାପନ କର । ଏବାରେ ଜିଂକ ଓ କପାର ଦନ୍ତ ଦୁଟିକେ ତାମାର ତାର ଯୁକ୍ତ କର । ଏବାର LED ଏଇ ପଞ୍ଜିତିତ ପ୍ରାବେଶ କପାର ଥାଙ୍କେ ତାମାର ତାରେର ସାଥେ ଏବଂ ନେଗେଟିଭ ପ୍ରାବେଶ ଜିଂକ ଦନ୍ତରେ ତାମାର ତାରେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ କରିଲେ LEDଟି ଜୁଲେ ଉଠିବେ । ଏହି ସମୟ ଜିଂକ ଦନ୍ତ କ୍ଷୟପାଳି ହରେ ଜିଂକ ଆୟନ ମ୍ରବଣେ ଚଲେ ଥେବେ ଥାକେ ଏବଂ ମ୍ରବଣ ଥେକେ କପାର ଆୟନ କପାର ଦନ୍ତେ ଗିଯେ ଜୟା ହତେ ଥାକେ ।

ଏକ୍ଷେତ୍ରେ ଉପରେ ଦେଖାନ୍ତେ କୋଷ ବିକ୍ରିଯାତି ସଂଘଟିତ ହୁଏ । ଫଳେ ରସାୟନିକ ଶକ୍ତି ବିନ୍ଦୁରେ ଶକ୍ତିତେ ବୃଦ୍ଧିତାରିତ ହୁଏ ।

ସତର୍କତା

- ଦୁଇଟି ମ୍ରବଣେର ଉଚ୍ଚତା ସମାନ ରାଖିବାକୁ ହେବେ ।
- ଲବଣ ସେତୁ ବା ଏକ ଟୁକରୋ ଭେଜା କାଗଜ ଦିଯେ ଉତ୍ୟ ମ୍ରବଣେର ମଧ୍ୟେ ସଂଯୋଗ ଭାଲୋମତୋ କରାନ୍ତେ ହେବେ ।



ପରୀକ୍ଷଣ -୨

ପାନିତେ ଆୟନିଯାମ କ୍ଲୋରାଇଡ (NH_4Cl) ଦ୍ରବୀଭୂତ କରେ ତାପମାତ୍ରାର ପରିବର୍ତ୍ତନ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ।

ମୂଳନିତି: ଆୟନିଯାମ କ୍ଲୋରାଇଡ଼କେ ପାନିତେ ଦ୍ରବୀଭୂତ କରିଲେ ତା ନିମ୍ନରୂପେ ଆୟନାଯିତ ହୁଏ ।

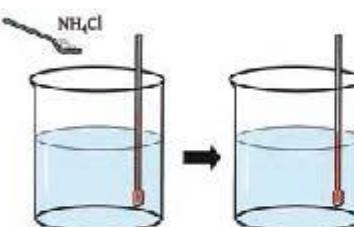


ଆୟନିଯାମ କ୍ଲୋରାଇଡେର କେଲାସ ଭାବରେ ଓ ଆୟନିଯାମ କ୍ଲୋରାଇଡେର ଅଣୁ ଆୟନାଯିତ ହତେ ଶକ୍ତିର ପ୍ରଯୋଜନ ହୁଏ । ଏ ଶକ୍ତି ପାନି ହତେ ଆମେ । ଫଳେ ପାନିର ତାପମାତ୍ରା କମେ ଯାଏ । ତାଇ ଆୟନିଯାମ କ୍ଲୋରାଇଡ ପାନିତେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହେଯା ଏକଟି ତାପହାରୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

প্রয়োজনীয় যত্নপাতি ও রাসায়নিক ভ্রষ্ট:
বিকার, আমোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl),
পাতিত পানি, কাচ দণ্ড, ধার্মোমিটার।

কার্যপ্রণালী

- বিকারে 50 গ্রাম পাতিত পানি নাও।
ধার্মোমিটারের সাহায্যে পানির তাপমাত্রা
নির্ণয় করো।
10 গ্রাম আমোনিয়াম ক্লোরাইড বিকারের
পানিতে ঘোগ করো।



চিত্র ৪.১৭: বিকারে NH_4Cl এর ভ্রবণ।

কাচ দণ্ড দিয়ে নাড়াচাড়া করে সক্ষূর্জ আমোনিয়াম ক্লোরাইডকে দ্রবীভূত করো।
যত তাড়াতাড়ি সম্ভব দ্রবীভূত হওয়ার সাথে সাথে ভবণের তাপমাত্রা ধার্মোমিটার দিয়ে নির্ণয় করো।
ফলাফল: পর্যবেক্ষণকৃত ভাটা থেকে দেখা যাবে আমোনিয়াম ক্লোরাইড পানিতে দ্রবীভূত হলে
পানির তাপমাত্রা হ্রাস পাবে, অর্থাৎ এটি একটি তাপহারী প্রক্রিয়া।



পরীক্ষণ - ৩

পানিতে চুন ঘোগ করে তাপমাত্রা পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ।

মূলনীতি: চুন বা ক্যালসিয়াম অক্সাইড পানিতে ঘোগ করলে তা পানির সাথে নিম্নরূপে বিক্রিয়া
করে।

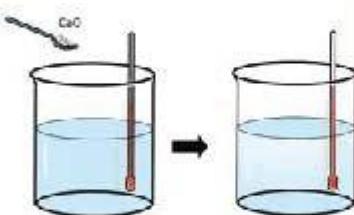


এই বিক্রিয়াটি তাপেৎপদী বিক্রিয়া। তাই ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইডসহ পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি
পায়।

প্রয়োজনীয় যত্নপাতি ও রাসায়নিক ভ্রষ্ট: বিকার, চুন বা ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO),
পাতিত পানি, কাচ দণ্ড, ধার্মোমিটার।

କାର୍ଯ୍ୟଗାଲି

- ବିକାରେର ଅର୍ଧେକ ପରିମାଣ ପାତିତ ପାନି ନାହିଁ ।
- ଥାର୍ମୋମିଟାରେର ସାହାଯ୍ୟେ ପାନିର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରୋ ।
- ଚନ୍ ବା କ୍ୟାଲସିଆମ ଅଙ୍ଗ୍ରାଇଡ ବିକାରେର ପାନିତେ ଘୋଗ କରୋ ।
- ବିକିର୍ଯ୍ୟ ଶୁଣୁଁ ହଲେ କାଢ ଦର୍ଜ ଦିଯେ ବିକାରେର ଦ୍ରବ୍ୟକେ ନାଡ଼ାଟାଡ଼ା କରୋ ।
- ସତ ତାଡାତାଡ଼ି ସମ୍ବବ ବିକାରେର ଦ୍ରବ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରା ଥାର୍ମୋମିଟାର ଦିଯେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରୋ । ଦେଖା ଯାବେ ଦ୍ରବ୍ୟରେ ତାପମାତ୍ରା ବେଢ଼େ ଗେଛେ ।



ଚିତ୍ର ୫.୧୮: ବିକାରେ ପାନି ଓ ଚନ୍ଦେର ଦ୍ରବ୍ୟ ।

ଫଳାଫଳ: ପାନିତେ ଚନ୍ ଘୋଗ କରଲେ ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ । ଏହି ଏକଟି ତାପୋଂପାଦୀ ପ୍ରକିର୍ଯ୍ୟ ।

ଅନୁଶୀଳନୀ

**ବହୁନିର୍ବାଚନି ପ୍ରଶ୍ନ**

୧. ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହନେର କୌଶଳେର ଉପର ଭିତ୍ତି କରେ ପରିବାହି କତ ପ୍ରକାର?

- | | |
|---------|---------|
| (କ) ଏକ | (ଖ) ଦୁଇ |
| (ଗ) ତିନ | (ଘ) ଚାର |

୨. ନଂ ପ୍ରଶ୍ନେର ସାଥେ ପ୍ରଦତ୍ତ ଚିତ୍ରେର ଆଲୋକେ ୨ ଓ ୩ ନଂ ପ୍ରଶ୍ନେର ଉତ୍ତର ଦାଓ:

୨. ଉଦ୍‌ଦୀପକେର ପ୍ରକିର୍ଯ୍ୟ ଲୋହାର-

- | | |
|-----------------------|--------------------------|
| (କ) ପରିମାଣ ବୃଦ୍ଧି କରେ | (ଖ) କ୍ଷୟାରୋଧ କରେ |
| (ଗ) ଦୃଢ଼ତା ବୃଦ୍ଧି କରେ | (ଘ) ବିଶୁଦ୍ଧତା ବୃଦ୍ଧି କରେ |

৩. পাশের চিঠ্ঠো—

- (i) Ni ক্ষয়প্রাপ্ত হয়
- (ii) Fe আনোড় হিসেবে কাজ করে
- (iii) ইলেক্ট্রনের আদান-প্রদান ঘটে

নিচের কোনটি সঠিক?

- | | |
|-------------|-----------------|
| (ক) i ও ii | (খ) ii ও iii |
| (গ) i ও iii | (ঘ) i, ii ও iii |

৪. ছাই সেলে নিচের কোনটি জারক হিসেবে কাজ করে?

- | | |
|-----------------|--------------|
| (ক) Zn দণ্ড | (খ) MnO_2 |
| (গ) কার্বন দণ্ড | (ঘ) NH_4^+ |

৫. তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে কোনো ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেওয়াকে কী বলে?

- | | |
|-------------------|----------------------|
| (ক) ভলকানাইজিং | (খ) ধাতু বিশোধন |
| (গ) গ্যালভানাইজিং | (ঘ) ইলেক্ট্রোপ্লেটিং |

৬. নিউক্লিয়ার সময় নিউক্লিয়াসকে আঘাত করা হয় সাধারণত কোনটি ঘরা?

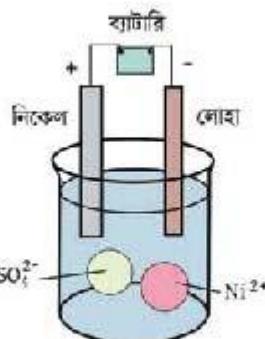
- | | |
|-------------|---------------|
| (ক) প্রোটন | (খ) ইলেক্ট্রন |
| (গ) পজিট্রন | (ঘ) নিউট্রন |

৭. প্লাটিনাম তড়িৎস্থার ব্যবহার করে $NaCl$ জলীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় উৎপন্ন হয়—

- (i) হাইড্রোজেন গ্যাস
- (ii) ক্রেরিন গ্যাস
- (iii) সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণ

নিচের কোনটি সঠিক?

- | | |
|-------------|------------------|
| (ক) i ও ii | (খ) ii ও iii |
| (গ) i ও iii | (ঘ) i, ii, ও iii |



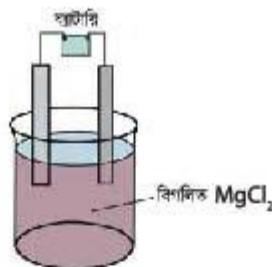


ସୂଜନଶୀଳ ପ୍ରଶ୍ନ

1. (i) ପେଟ୍ରୋଲିଆମ + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + ଶକ୍ତି
- (ii) ^{238}U + $_{0}n^1$ \longrightarrow ^{56}Ba + ^{36}Kr + $^{3}n^1$ + ଶକ୍ତି
- (iii) Zn + $CuCl_2$ \longrightarrow $ZnCl_2$ + Cu + ଶକ୍ତି

- (କ) ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋପ୍ଲେଟିଂ କୀ?
- (ଖ) ତଡ଼ିଏ ରାସାୟନିକ କୋଷେ ଲବଣ ଦେତୁ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଯ କେନ?
- (ଗ) ଉନ୍ନିପକେର ଦ୍ୱାତୀୟ ବିକ୍ରିଯାଟି ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ନୟ-ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରୋ।
- (ଘ) ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନେ (i) ଓ (iii) ଏର ବିକ୍ରିଯା ତୁଳନା କରୋ।

2. (କ) ଧାତବ ପରିବାହି କୀ?
 (ଖ) ଏସିଡ ମିଶ୍ରିତ ପାନିକେ ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟ ପରିବାହି ବଲା ହୁଯ କେନ? ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରୋ।
 (ଗ) ପାଶେର କୋଷେ ଆନ୍ତୋଡ ସଂଘଟିତ ବିକ୍ରିଯାଟି ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରୋ।
 (ଘ) ଉନ୍ନିପକେ ସଂଘଟିତ ବିକ୍ରିଯା ତଡ଼ିଏ ପ୍ରବାହେର ପ୍ରୟୋଜନୀୟତାର ଯୌନ୍ତିକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା ଦାଓ।



3. (i) ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣ କୋଷ (ii) ଶାଲଭାନିକ କୋଷ
 (କ) ତାପୋଂପାଦୀ ବିକ୍ରିଯା କାକେ ବଲେ?
 (ଖ) ପାନିର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ସମୟ ସାମାନ୍ୟ ପରିମାଣେ ସାଲାଫିଟୁରିକ ଏସିଡ ଯୋଗ କରା ହୁଯ କେନ?
 (ଗ) (i) ନଂ କୋଷେର ଗଠନ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରୋ।
 (ଘ) (ii) ନଂ କୋଷେର ସାହାଯ୍ୟ ବିନ୍ଦୁଏ ଉତ୍ପାଦନେର ସଞ୍ଚାବନା ବିଶ୍ଲେଷଣ କରୋ।

নবম অধ্যায়

এসিড-ক্ষারক সমতা (Balance of Acid-Base)



অনেক ফলই খনিকটা এসিডধর্মী।

রসায়ন গবেষণাগারে আমরা নানা ধরনের যৌগ ব্যবহার করে থাকি। তাদের মধ্যে এসিড, ক্ষারক আর লবণ অন্যতম। রসায়নের শিক্ষার্থী হিসেবে তোমাদেরকেও এসিড, ক্ষারক এবং লবণ সম্পর্কে জানতে হবে। ল্যাবরেটরিতে আমরা পরীক্ষা-নিরীক্ষা করার জন্য গাঢ় এসিড বা গাঢ় ক্ষারের পরিবর্তে লম্বু এসিড বা লম্বু ক্ষারই বেশি ব্যবহার করে থাকি। থানের মাধ্যমে আমরা এসিড, ক্ষারক ও লবণ পেয়ে থাকি, যা আমাদের শরীরের জন্য আবশ্যিক। এসিডকে ক্ষারক দ্বারা প্রশস্তিত করে লবণ তৈরি করা হয় অথবা ক্ষারককে এসিড দ্বারা প্রশস্তিত করে লবণ তৈরি করা হয়। কোনো দ্রবণ এসিডধর্মী না ক্ষারধর্মী তা আমরা ল্যাবরেটরিতে বিভিন্ন পরীক্ষার মাধ্যমে জানতে পারি। এদের মধ্যে লিটিমাস পরীক্ষা, pH মান পরীক্ষা সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়। প্রয়োজনীয় এসব এসিড, ক্ষারক এবং লবণ আমাদের পরিবেশকে আবার বিভিন্নভাবে দূষিতও করছে। এসব বিষয়ই এই অধ্যায়ে আলোচনা করা হবে।



এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা

- অঞ্চ, ক্ষার ও লবণের বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পরিচিত পরিবেশের পদার্থগুলোর মধ্য থেকে অঞ্চ, ক্ষার ও লবণকে শনাক্ত করতে পারব।
- ক্ষারক ও ক্ষার জাতীয় পদার্থের পার্থক্য করতে পারব।
- ব্যবহার্য পদার্থের ওপর অঞ্চ ও ক্ষারের প্রভাব বর্ণনা করতে পারব।
- গৃহস্থালি পদার্থের ওপর অঞ্চ ও ক্ষার জাতীয় জ্বরের প্রভাবের আর্থিক গুরুত্ব মূল্যায়ন করতে পারব।
- pH এর ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- pH পরিমাপের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পরিবেশের ভারসাম্য রক্ষায় অঞ্চ-ক্ষার সমতার গুরুত্ব অনুধাবন করতে পারব।
- এসিড বৃত্তির কারণ, ক্ষতিকর দিকসমূহ এবং তা থেকে রক্ষার উপায় ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পানিচক্র ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পানির খরাতা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- ধূর পানি ব্যবহারের সুবিধাসমূহ উল্লেখ করতে পারব।
- ধূর পানি ব্যবহারের আর্থিক ক্ষতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পানি দূষণের কারণ ও পরিশেষে উপায়সমূহ বর্ণনা করতে পারব।
- আসেনিকমুক্ত পানি পানের ক্ষতিকর দিক উল্লেখ করতে পারব।
- pH পরিমাপের মাধ্যমে গৃহের/ল্যাবের/লবণক্ত পানির প্রকৃতি নির্ণয় করতে পারব।
- যৌগসমূহের দ্রবণের pH মান নির্ণয় করে বা লিটমাস বা ইউনিভার্সাল ইডিকেটর ব্যবহার করে যৌগের প্রকৃতি তুলনা (এসিড, ক্ষার) করতে পারব।
- দূষণমুক্ত পানি ব্যবহারে আগ্রহ প্রদর্শন করতে পারব।
- এসিড সম্পাদের ভয়াবহ দিক সংক্ষেক্ষে সচেতনতার পরিচয় দিতে পারব এবং অন্যদের সচেতন করতে পারব।
- ব্যবহার্য পদার্থের ওপর অঞ্চ ও ক্ষারের প্রভাব পরীক্ষার মাধ্যমে দেখাতে পারব।
- অঞ্চ ও ক্ষার জাতীয় পদার্থ ব্যবহারের ক্ষেত্রে যথাযথ ব্যবহারের পূর্ব সতর্কতামূলক ব্যবস্থা গ্রহণ করতে পারব।

৯.১ এসিড (Acid)

রাসায়নিক দ্রব্যাদির মধ্যে এসিড দ্বুই গুরুত্বপূর্ণ। এসিড এক ধরনের গুরুত্বপূর্ণ রাসায়নিক দ্রব্য যা পানিতে দ্রবীভূত করলে এসিডের অণু বিয়োজিত হয়ে (ভেঙে) হাইড্রোজেন আয়ন বা প্রোটন (H^+) দান করে। যেমন— হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl), সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) এরা তীব্র এসিড অতএব, এরা জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়:



কার্বনিক এসিড (H_2CO_3), এসিটিক এসিড (CH_3COOH) এরা মৃদু এসিড। এরা জলীয় দ্রবণে নিম্নরূপে বিয়োজিত হয়।



HCl ও H_2SO_4 এর ক্ষেত্রে বিয়োজন বোঝাতে একটিমাত্র তীর চিহ্ন ব্যবহার করা হয়েছে। এর অর্থ হলো HCl ও H_2SO_4 পানিতে সম্পূর্ণ (100%) বিয়োজিত হয়। তাই এ ধরনের এসিডকে তীব্র এসিড বা সরল এসিড বলে। অন্য দুইটি এসিড CH_3COOH ও H_2CO_3 , এর বিয়োজন বোঝাতে উভয়ই তীর চিহ্ন (—) ব্যবহার করা হয়েছে। অর্থাৎ এরা পানিতে আঘশিক বিয়োজিত হয়। তাই এ ধরনের এসিডকে মৃদু এসিড বা দুর্বল এসিড বলে। উদাহরণ হিসেবে বলা যায়, $25^\circ C$ তাপমাত্রায় 1000টি CH_3COOH অণুর মধ্যে পানিতে মাত্র ৪টি অণু বিয়োজিত হয়। বাকি 996টি অণু অবিয়োজিত অবস্থায়ই পানিতে থেকে যায়। এসিড ও পানির দ্রবণে এসিডের পরিমাণ যদি বেশি থাকে তবে তাকে গাঢ় এসিড বলে। আবার, এসিডের জলীয় দ্রবণে পানির পরিমাণ যদি এসিডের তুলনায় অনেক বেশি হয় তবে তাকে লম্ব এসিড বলে। এসিড টক স্বাদযুক্ত। তোমরা নিশ্চয় তেঁতুল খেয়েছ, যা খুব টক। তেঁতুলের ভিতরে টারটারিক এসিড থাকে। তাই তেঁতুল এত টক। এসিড দ্রবণ নীল রঙের লিটোমাস পেপারকে লাল রঙের লিটোমাস পেপারে ঝুঁপান্তরিত করে।

এসিড ধাতব অক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে সরণ ও পানি উৎপন্ন করে।



এসিড সঞ্চয় ধাতুর সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও হাইড্রোজেন গ্যাস তৈরি করে



আমরা প্রতিদিন অনেক খাবার গ্রহণ করি যেগুলোর মাঝে বিভিন্ন ধরনের এসিড থাকে। যেমন—দুধের মধ্যে ল্যাকটিক এসিড, সফট ছিল্কসে কার্বনিক এসিড, কমলালেবু বা লেবুতে সাইট্রিক এসিড, তেঁতুলে টারটারিক এসিড, ভিনেগারে ইথানয়িক এসিড, চায়ে ট্যানিক এসিড ইত্যাদি। এই খাদ্যগুলো যখন আমরা খাই তখন খাদ্যের মাধ্যমে সংশ্লিষ্ট এসিডগুলো আমাদের শরীরে প্রবেশ করে। এসিডগুলো আমাদের খাদ্য পরিপাকে সাহায্য করে এবং শরীরের রোগ প্রতিরোধ করে। আবার, আচারজাতীয় অনেক এসিডযুক্ত খাদ্য আছে যেগুলো আমাদের খাওয়ার বুঢ়ি বৃদ্ধি করে। এসব এসিড খুবই দুর্বল প্রকৃতির হওয়ার এগুলো আমাদের শরীরের ক্ষতি করে না। আবার, এগুলো থেকে টক স্বাদযুক্ত। আমাদের পাকস্থলীর দেয়াল থেকে হাইড্রোক্লোরিক এসিড উৎপন্ন হয়। এটি অত্যন্ত শক্তিশালী এসিড। এটি পাকস্থলীতে খাদ্যকণা ভাঙতে ব্যবহৃত হয়। কিন্তু অনেক সময় দেখা যায় পাকস্থলীর দেয়াল থেকে অতিরিক্ত হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) নিঃসরিত হয়ে তা পাকস্থলীর দেয়ালের কোষগুলোকে ভাঙতে শুরু করে। আবার, খাদ্য গ্রহণ না করে স্কুর্বার্ত অবস্থায় থাকলে অর্ধাং পাকস্থলী খালি রাখলে নিঃসরিত হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) পাকস্থলীর দেয়ালের কোষগুলোকে ভেঙ্গে সেখানে ক্ষতের সৃষ্টি করে। ফলে পেটে ব্যথা শুরু হয়। এ অবস্থাকে আমরা পেপটিক আলসার বলি। কাজেই যেসব খাদ্য থেকে অতিরিক্ত এসিড নিঃসরিত হয় সেগুলো পরিহার করতে হবে। আবার, বেশি সময় ধরে পেট খালি রাখাও পরিহার করতে হবে। এ অধ্যায়ে এসিডের আরও ধর্ম এবং তাদের ব্যবহার সম্পর্কে জানতে পারবে।

৯.১.১ লঘু এসিডের ধর্মসমূহ ও এদের পরীক্ষামূলক প্রয়োগ

(i) **স্বাদ:** সকল লঘু এসিড টক স্বাদযুক্ত। আমরা ইতোঃপূর্বে দেখেছি এসিডযুক্ত খাবারগুলো টক। তবে সাধারণ ল্যাবরেটরিতে কোনো এসিডের স্বাদ মুখে নেওয়া যাবে না। কেননা এগুলো জিহ্বায় লাগলে সঙ্গে সঙ্গে জিহ্বায় ক্ষত সৃষ্টি করে ফেলবে। তবে তেঁতুলের মধ্যে টারটারিক এসিড থাকে। যদি তেঁতুল মুখে নাও তবে তেঁতুল টক স্বাদযুক্ত পাবে।

(ii) **ক্ষয়কারী:** এসিডগুলো ক্ষয়কারী পদাৰ্থ হিসেবে পরিচিত। যেমন—এসিডের মধ্যে এক খন্দ লোহার পাত রাখলে লোহার পাতটির পৃষ্ঠাল ক্ষয়ে বাঁজার হয়ে যায়।

(iii) **লিটমাস পরীক্ষা:** এসিড নীল বর্ণের লিটমাসকে লাল বর্ণে পরিণত করে। একটি পরীক্ষা নলে 2-3 মিলি হাইড্রোক্লোরিক এসিড নিয়ে এতে এক টুকরা নীল লিটমাস কাগজ যোগ করো। দেখবে

নীল রঙের লিটমাস কাগজটি লাল বর্ণে পরিণত হয়েছে। একইভাবে, H_2SO_4 , HNO_3 বা অন্য যেকোনো এসিড নিয়ে এই পরিশ্রম করতে পারো। এমনকি তেঁতুল বা আচারের মধ্যেও পানিতে ডেজা নীল লিটমাস যোগ করলে নীল লিটমাস কাগজ লাল বর্ণে পরিণত হবে।

(iv) সক্রিয় ধাতুর সাথে এসিডের বিক্রিয়া: এসিড সক্রিয় ধাতুর (যেমন— K, Na, Mg ইত্যাদি) সাথে বিক্রিয়া করে সংশ্লিষ্ট ধাতুটির লবণ এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে। যেমন— Mg ধাতু, সালফিউরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে $MgSO_4$ এবং H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে। বিক্রিয়াটি হচ্ছে:



(v) ধাতব কার্বনেটের সাথে লঘু এসিডের বিক্রিয়া: লঘু এসিড ধাতব কার্বনেটের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ, পানি ও কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। যেমন— ক্যালসিয়াম কার্বনেটের সাথে লঘু HCl বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড লবণ, পানি আর কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। এখানে CO_2 গ্যাস বুদ্বুদ আকারে বেরিয়ে আসে।



উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) কে চুনের পানির মধ্যে চালনা করলে চুনের পানি প্রথমে ঘোলা হয়। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াটি হচ্ছে:



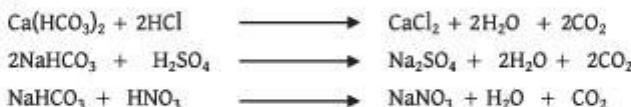
এখানে অন্তর্বর্ণীয় $CaCO_3$ উৎপন্ন হওয়ার জন্য চুনের পানিকে ঘোলা দেখায়। এই ঘোলা চুনের পানিতে অতিরিক্ত CO_2 গ্যাসকে চালনা করলে সেটি আবার স্বচ্ছ হয়ে যায়। এক্ষেত্রে অন্তর্বর্ণীয় $CaCO_3$ এর সাথে CO_2 এবং H_2O বিক্রিয়া করে স্বর্বর্ণীয় ক্যালসিয়াম বাইকার্বনেট $[Ca(HCO_3)_2]$ উৎপন্ন করার কারণে ঘোলা চুনের পানিকে স্বচ্ছ দেখায়।



একইভাবে ধাতব কার্বনেটগুলো লঘু সালফিউরিক এসিড কিংবা লঘু নাইট্রিক এসিডের সাথে একই ধরনের বিক্রিয়া করে সালফেট লবণ বা নাইট্রেট লবণ উৎপন্ন করে।



(vi) ধাতব বাইকার্বনেটের সাথে লয় এসিডের বিক্রিয়া: ধাতব হাইড্রোজেন কার্বনেট বা ধাতব বাইকার্বনেটগুলোও লয় এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ, পানি এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে। যেমন:



(vii) ধাতুর হাইড্রোক্সাইডের (ক্ষারের) সাথে এসিডের বিক্রিয়া: ধাতুর হাইড্রোক্সাইড তথা ক্ষারের সাথে এসিড বিক্রিয়া করে লবণ এবং পানি উৎপন্ন করে। এটি একটি প্রশমন বিক্রিয়া। যেমন— লয় NaOH দ্রবণে ধীরে ধীরে লয় HCl দ্রবণ ঘোগ করলে NaCl (লবণ) এবং পানি উৎপন্ন হয়।



(viii) ধাতুর অক্সাইডের সাথে এসিডের বিক্রিয়া: ধাতুর অক্সাইডের সাথে এসিড বিক্রিয়া করে লবণ এবং পানি উৎপন্ন করে। ধাতুর অক্সাইডগুলো সাধারণত ক্ষারীয় প্রকৃতির হয়। তাই এ ক্ষেত্রেও বিক্রিয়াটি প্রশমন প্রকৃতির হয়।



একইভাবে লয় সালফিউরিক এসিডের সাথে কপার অক্সাইড বিক্রিয়ায় কপার সালফেট ও পানি উৎপন্ন হয়।



কিংবা লয় নাইট্রিক এসিডের সাথে ক্যালসিয়াম অক্সাইড বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম নাইট্রেট এবং পানি উৎপন্ন করে:



9.1.2 এসিডের রাসায়নিক ধর্মে পানির ভূমিকা

এতক্ষণ যে আলোচনা করা হয়েছে তার প্রতি ক্ষেত্রেই আমরা “লয় এসিড দ্রবণ” কথাটি উল্লেখ করেছি। লয় এসিড দ্রবণ অর্থ পানির মধ্যে এসিড ঘোগ করে এসিডের দ্রবণ তৈরি করা হয়েছে। প্রশ্ন হলো এসিডের সাথে পানি সৃষ্টি থাকলে এসিডের ধর্মের কি কোনো পরিবর্তন ঘটে? ধৰা যাক, তুমি কিছু দানাদার অক্সালিক এসিডের উপর শুক্র নীল লিটমাস পেপার স্পর্শ করিয়েছ, তুমি দেখবে লিটমাস পেপারের রং পরিবর্তিত হয়নি। পরিবর্তন না হওয়ার কারণ অনার্দ অক্সালিক এসিডের দানাতে কোনো হাইড্রোজেন আয়ন নেই। অনার্দ অক্সালিক এসিডকে পানিতে জ্বীভূত করলে এটি

পানিতে বিয়োজিত হয়ে H^+ আয়ন প্রদান করবে, যা নীল লিটমাস পেপারকে লাল বর্ণে পরিণত করবে। অর্থাৎ জলীয় দ্রবণে উপস্থিত হাইড্রোজেন আয়ন অস্ফ ধর্ম প্রদর্শন করে।

জলীয় দ্রবণে সাইট্রিক এসিড আংশিক বিয়োজিত হয়। ইথানয়িক এসিড, কার্বনিক এসিডও জলীয় দ্রবণে আংশিক বিয়োজিত হয়।

আংশিক বিয়োজিত হবার অর্থ হলো যতটি অগু দ্রবণে মোগ করা হলো তার মধ্যে অল্প কিছু অগু ভেঙে যায় বা বিয়োজিত হয় এবং বাকি অগুগুলো বিয়োজিত হয় না।



জলীয় দ্রবণে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয় এবং হাইড্রোজেন আয়ন উৎপন্ন করে:



বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড এবং নাইট্রিক এসিড বর্ণহীন তরল পদার্থ। এতে মৌগ দুটি আণবিক অবস্থায় থাকে। আয়নিত নয় বলে অর্থাৎ হাইড্রোজেন আয়ন উপস্থিত নয় বলে বিশুদ্ধ সালফিউরিক এসিড এবং নাইট্রিক এসিড এসিডের ধর্ম প্রদর্শন করবে না, তেমনি বিদ্যুৎ পরিবহনও করবে না। এই এসিডগুলোকে শুধু পানিতে ছবীভূত করলেই হাইড্রোজেন আয়ন উৎপন্ন করে, এসিডের ধর্ম প্রদর্শন করে এবং বিদ্যুৎ পরিবহন করে। অর্থাৎ আমরা লিখতে পারি:



একইভাবে:



যে সকল এসিড জলীয় দ্রবণে আংশিক আয়নিত হয় তারা দুর্বল এসিড। শক্তিশালী এসিড জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণ আয়নিত হয়। অর্থাৎ দুর্বল এসিডের দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের পরিমাণ কম থাকে। কিন্তু শক্তিশালী এসিডের দ্রবণে H^+ আয়নের পরিমাণ তুলনামূলক বেশি থাকে।

9.1.3 গাঢ় এসিড

যে এসিডে পানির পরিমাণ তুলনামূলকভাবে কম থাকে সেই এসিডকে গাঢ় এসিড বলে।

চ্যাবরেটরিতে বিভিন্ন সময়ে বিভিন্ন ধরনের গাঢ় এসিড ব্যবহৃত হয়। যেমন— গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক

এসিড (HCl), গাঢ় সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4), গাঢ় নাইট্রিক এসিড (HNO_3) ইত্যাদি। এই এসিডগুলো হাতে, মুখে, চোখে বা শরীরে পড়লে ক্ষতের সূচি হয়। এজন্য হাতে হ্যান্ড গ্লাভস, চোখে গগলস, মুখে মাস্ক, শরীরে আপ্টোন ইত্যাদি পরিধান করে সতর্কতার সাথে কাজ করতে হবে।

গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিড: হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস পানিতে দ্রবীভূত হয়ে যে জ্বরণ উৎপন্ন করে তাকে হাইড্রোক্লোরিক এসিড বলে। তুলনামূলক কম পরিমাণ পানিতে অধিক পরিমাণে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস দ্রবীভূত করে গাঢ় হাইড্রোক্লোরিক এসিড (HCl) তৈরি করা হয়। গাঢ় HCl জ্বরণ যে বোতলে রাখা হয় সেই বোতলের মুখ ঘুললেই হালকা কুয়াশার মতো সৃষ্টি হয় এবং তীব্র ঝঁঝালো গন্ধ পাওয়া যায়। এজন্য গাঢ় HCl এসিডের মুখ খোলার আগে নাকে, মুখে মাস্ক এবং চোখে নিরাপদ চশমা পরে নিতে হয়।



গাঢ় নাইট্রিক এসিড: নাইট্রোজেন ডাইঅক্সাইড- গ্যাসকে পানিতে দ্রবীভূত করে নাইট্রিক এসিড তৈরি করা হয়। কম পরিমাণ পানিতে অধিক পরিমাণে NO_2 গ্যাস দ্রবীভূত করে গাঢ় নাইট্রিক এসিড HNO_3 তৈরি করা হয়।



গাঢ় নাইট্রিক এসিডের বোতলের মুখ ঘুললে হালকা কুয়াশার মতো গ্যাস বের হয় এবং তীব্র ঝঁঝালো গন্ধ পাওয়া যায়। নাইট্রিক এসিড যে কাচের বোতলে রাখা হয় সেই কাচের বোতলের বর্ষ বাদামি হয়। নাইট্রিক এসিড যে কাচের বোতলে রাখা হয় সেই কাচের বোতলের মধ্যে যদি আলো প্রবেশ করে তবে বোতলের মধ্যের HNO_3 আলোর উপস্থিতিতে ভেঙে যায়। HNO_3 যাতে আলোর উপস্থিতিতে বোতলের মধ্যে ভেঙে না যায় সেজন্য HNO_3 কে বাদামি বোতলের মধ্যে রাখা হয়। কারণ বাদামি বোতলের মধ্যে আলো প্রবেশ করতে পারে না।

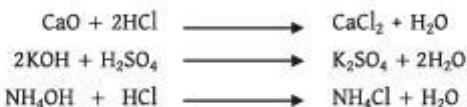
গাঢ় সালফিউরিক এসিড: সালফার ট্রাই-অক্সাইড (SO_3) গ্যাস পানিতে দ্রবীভূত হয়ে সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন হয়। যদি কম পরিমাণ পানিতে অধিক পরিমাণ SO_3 গ্যাস দ্রবীভূত করা হয় তবে গাঢ় সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) তৈরি হয়।



9.2 ক্ষারক এবং ক্ষার (Base and Alkali)

ক্ষারক (Base): সাধারণত ধাতু বা ধাতুর মতো ক্রিয়াশীল যৌগমূলকের অক্সাইড এবং হাইড্রোক্লোরিড যা এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে তাকে ক্ষারক বলে।

ସେମନ:



CaO ଏবଂ KOH ଛାଡ଼ାଓ କାରକେ ଉଦ୍‌ଦେହଣ ହଜେ; ସୋଡ଼ିଆମ ଅଙ୍ଗାଇଡ (Na₂O), କପାର ଅଙ୍ଗାଇଡ (CuO), ଫେରାସ ଅଙ୍ଗାଇଡ (FeO), ସୋଡ଼ିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ (NaOH), କ୍ୟାଲସିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ Ca(OH)₂, ଫେରାସ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ Fe(OH)₂, ଆୟୋନିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ (NH₄OH) ଇତ୍ୟାଦି।

ଆୟୋନିଆମ ଆଯନ (NH₄⁺), ଫ୍ରେନୋନିଆମ ଆଯନ (PH₄⁺) ଏଗୁଳୋ ଧାତୁର ମତୋ କ୍ରିୟାଶୀଳ ମୂଳକ । କେନ୍ଦ୍ରନା ଧାତୁ ଆଯନ, ଯେମନ Na⁺, K⁺ ଇତ୍ୟାଦି ଅଧାତ୍ର ଆଯନ Cl⁻, SO₄²⁻ ଇତ୍ୟାଦିର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ହେଁ ଆୟାନିକ ଯୌଗ NaCl, KCl, Na₂SO₄, K₂SO₄, ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ ତେମନିଇ NH₄⁺, PH₄⁺ ଆଯନ Cl⁻, SO₄²⁻ ଇତ୍ୟାଦିର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ହେଁ ଆୟାନିକ ଯୌଗ NH₄Cl, PH₄Cl, (NH₄)₂SO₄, (PH₄)₂SO₄, ଇତ୍ୟାଦି ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ଏସିଡ୍ରେର ସାଥେ କ୍ଷାରର ବିକ୍ରିଆର ଲବଣ ଓ ପାନି ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଁବାର ବିକ୍ରିଆକେ ଏସିଡ୍-କ୍ଷାରକ ପ୍ରଶ୍ନମ ବିକ୍ରିଯା ବଲେ । ତାଇ ବଲା ହେଁ ଏସିଡ୍ କ୍ଷାରକକେ ଆର କ୍ଷାରକ ଏସିଡକେ ପ୍ରଶ୍ନିତ କରେ ।

କ୍ଷାର (Alkali): ଧାତୁ ବା ଧାତୁର ମତୋ କ୍ରିୟାଶୀଳ ଯୌଗମୂଳକେ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ ଯୌଗ ଯା ପାନିତେ ଦ୍ରବୀୟ ତାଦେରକେ କ୍ଷାର ବଲେ । କୋଣୋ ଯୌଗେର କ୍ଷାର ହବାର ଜନ୍ୟ ୨୨ ଶର୍ତ୍ତ ରହେଛେ: (i) ଯୌଗଟିତେ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ (OH⁻) ଯୌଗମୂଳକ ଧାରକତେ ହେଁ ଏବଂ (ii) ଏ ଯୌଗ ପାନିତେ ଦ୍ରବୀୟତ ହାତେ ହେଁ ।

NaOH କ୍ଷାର, କାରଣ ସୋଡ଼ିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ ଯୌଗେ OH⁻ ମୂଳକ ଆହେ ଏବଂ ଏହି ପାନିତେ ଦ୍ରବୀୟ ନାହିଁ । Fe(OH)₂ କେ କ୍ଷାର ବଲା ଯାଇ ନା । କାରଣ ଏଟିତେ OH⁻ ଶୁଣୁଥିବା ଆହେ କିନ୍ତୁ ଏହି ପାନିତେ ଦ୍ରବୀୟ ନାହିଁ, ଏହି ଶୁଣୁ କ୍ଷାରକ । CaO କ୍ଷାରକ, କ୍ଷାର ନାହିଁ କାରଣ CaO ଏ OH⁻ ମୂଳକ ନାହିଁ । ଅର୍ଥାତ୍ ତୋମରା ବୁଝାତେ ପାରଲେ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ ମୂଳକଧାରୀ ପାନିତେ ଦ୍ରବୀୟ କ୍ଷାରକଗୁଲୋଇ ହଲୋ କ୍ଷାର । ତାଇ ବଲା ଯାଇ ସବ କ୍ଷାରକଇ କ୍ଷାର ନାହିଁ କିନ୍ତୁ ସବ କ୍ଷାରକଇ କ୍ଷାରକ ।

ବାସାବାଡ଼ିତେ କ୍ଷାର ଜାତୀୟ ଅନେକ ପଦାର୍ଥ ବ୍ୟବହାର କରା ହେଁ । ସେମନ- ଟ୍ୟାଲେଟ୍ ପରିଷକାର କରାର ଜନ୍ୟ ହେଁ ଟ୍ୟାଲେଟ୍ କ୍ଲିନାର ବ୍ୟବହାର କରା ହେଁ ତାର ମଧ୍ୟେ ସୋଡ଼ିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ କ୍ଷାର ଥାକେ । କାଚ ପରିଷକାର କରାର ଜନ୍ୟ ଯେ ପ୍ଲାସ କ୍ଲିନାର ବ୍ୟବହାର କରା ହେଁ ତାର ମଧ୍ୟେ ଆୟୋନିଆମ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲାଇଡ କ୍ଷାର (NH₄OH) ଥାକେ ।

9.2.1 ଲୟୁ କ୍ଷାରେର ଧର୍ମସମ୍ମହ

ବେଶ ପାନିର ମଧ୍ୟେ କମ ପରିମାଣ କ୍ଷାର ଯୌଗ କରେ ହେଁ ଦ୍ରବ୍ୟ ତୈରି କରା ହେଁ ସେଇ ଦ୍ରବ୍ୟକେ ଲୟୁ କ୍ଷାର ଦ୍ରବ୍ୟ ବଲା ହେଁ ।

লিটিমাস পরীক্ষা: একটি টেস্টটিউবে সামান্য পরিমাণ লঘু সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণ নাও। লাল লিটিমাস কাগজের এক টুকরা টেস্টটিউবের দ্রবণের মধ্যে যোগ করো। দেখবে লাল লিটিমাস কাগজ নীল বর্ণ ধারণ করেছে। আবার, আরেকটি টেস্টটিউবের মধ্যে সামান্য পরিমাণ NaOH দ্রবণ নাও। এবার এই টেস্টটিউবের মধ্যে নীল লিটিমাস কাগজ প্রবেশ করাও, দেখবে নীল লিটিমাস কাগজ নীলই রয়ে গেছে। এই পরীক্ষা থেকে বোকা হায়, ক্ষার দ্রবণ শুধু লাল লিটিমাস পেপারকে নীল করে।

অনুভব: লঘু NaOH দ্রবণ হাত দিয়ে শৰ্শ করলে এক প্রকার পিছিল অনুভূতি সৃষ্টি হয়। ক্ষার দ্রবণ পিছিল জাতীয় পদার্থ। ক্ষার দ্রবণের কিন্তু ধর্ম এখানে আলোচনা করা হলো। তবে ক্ষারকে শৰ্শ করা হলে সেটি ত্বকের ক্ষতি করে।

৯.২.২ ধাতব লবণের সাথে লঘু ক্ষারের বিক্রিয়া

অ্যালুমিনিয়াম নাইট্রেট $[Al(NO_3)_3]$, ফেরাস নাইট্রেট $[Fe(NO_3)_2]$, ফেরিক নাইট্রেট $[Fe(NO_3)_3]$, জিঙ্ক নাইট্রেট $[Zn(NO_3)_2]$ ইত্যাদি ধাতব লবণের সাথে লঘু ক্ষার বিক্রিয়া করে সংশ্লিষ্ট ধাতব হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন করে। উল্লেখ্য, এখানে শুধু ধাতব নাইট্রেট লবণ ব্যবহার করা হয়েছে। ধাতব নাইট্রেট লবণ ব্যাকোইড, ধাতব সালফেট, ধাতব কার্বনেট ইত্যাদি লবণ ব্যবহার করলেও সংশ্লিষ্ট ধাতব হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন হবে। নিচে ধাতব নাইট্রেট লবণের সাথে লঘু ক্ষারের বিক্রিয়া দেখানো হলো। যেমন-

$Al(NO_3)_3$ এর সাথে লঘু NaOH এর বিক্রিয়া

একটি টেস্টটিউবে $Al(NO_3)_3$ এর দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে কয়েক ফৌটা লঘু NaOH দ্রবণ যোগ করলে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইড $[Al(OH)_3]$ এবং $NaNO_3$ উৎপন্ন হয়। $Al(OH)_3$ সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ হিসেবে টেস্টটিউবের নিচে জমা হয় এবং সোডিয়াম নাইট্রেট $NaNO_3$ পানিতে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। এটি পানিতে কোনো বর্ণ প্রদান করে না। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া:



ফেরাস নাইট্রেট $Fe(NO_3)_2$ এর সাথে লঘু NaOH এর বিক্রিয়া

একটি টেস্টটিউবে $Fe(NO_3)_2$ এর দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে কয়েক ফৌটা লঘু NaOH দ্রবণ যোগ করলে ফেরাস হাইড্রোক্সাইড $[Fe(OH)_2]$ এর সবৃজ বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয় এবং $NaNO_3$ পানিতে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া:



ক্রেতিক নাইট্রেট $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ এর সাথে NaOH এর বিক্রিয়া

একটি টেস্টটিউবে $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ এর দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে কয়েক ফোটা লম্বু NaOH দ্রবণ যোগ করলে $\text{Fe}(\text{OH})_3$ এর লালচে বাদামি বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয় এবং সোডিয়াম নাইট্রেট NaNO_3 পানিতে ছবীভূত অবস্থায় থাকে।

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া:



$\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ এর সাথে লম্বু NaOH এর বিক্রিয়া

একটি টেস্টটিউবে $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ এর দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে কয়েক ফোটা লম্বু NaOH দ্রবণ যোগ করলে কপার হাইড্রোক্সাইড $[\text{Cu}(\text{OH})_2]$ এর হালকা নীল বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয় এবং সোডিয়াম নাইট্রেট NaNO_3 পানিতে ছবীভূত অবস্থায় থাকে। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া:



$\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ এর সাথে লম্বু NaOH এর বিক্রিয়া

একটি টেস্টটিউবে $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ এর দ্রবণ নিয়ে এর মধ্যে কয়েক ফোটা লম্বু NaOH দ্রবণ যোগ করলে জিংক হাইড্রোক্সাইড $[\text{Zn}(\text{OH})_2]$ এর সাদা বর্ণের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয় এবং সোডিয়াম নাইট্রেট NaNO_3 পানিতে ছবীভূত অবস্থায় থাকে। সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া:



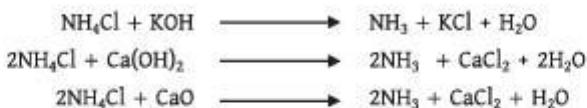
উপরের বিক্রিয়াগুলোতে দেখা যায়, ধাতব নাইট্রেট যৌগের সাথে ক্ষার দ্রবণ বিক্রিয়া করলে ঐ ধাতুর হাইড্রোক্সাইডের অধঃক্ষেপ উৎপন্ন হয়।

আমোনিয়াম লবণের সাথে ক্ষারের বিক্রিয়া

একটি পাত্রে আমোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) নিয়ে এর মধ্যে ক্ষার (NaOH) যোগ করলে আমোনিয়া গ্যাস (NH_3), সোডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) লবণ এবং পানি (H_2O) উৎপন্ন হয়।

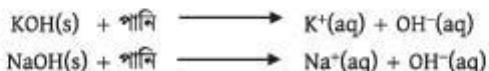


আমোনিয়াম লবণের সাথে ক্ষারের একটি বৈশিষ্ট্যপূর্ণ বিক্রিয়া আছে। যেকোনো আমোনিয়াম লবণের সাথে ক্ষার বিক্রিয়া করে NH_3 গ্যাস উৎপন্ন করো। যেমন -



৯.২.৩ ক্ষারের রাসায়নিক ধর্মে পানির ভূমিকা

পটশিলিয়াম হাইড্রোক্সাইড এবং সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড এই দুইটি ঘোগেই আয়ন থাকে, তবে কঠিন অবস্থায় এই আয়ন মুক্ত থাকে না। এগুলোকে দ্রবীভূত করার সাথে সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয়ে মুক্ত হাইড্রোক্সাইড আয়ন উৎপন্ন করে। দ্রবণে কেবল হাইড্রোক্সাইড আয়নই খাগোব্বক আধান বা চার্জ বহন করে।



অ্যামোনিয়া গ্যাস হচ্ছে অ্যামোনিয়া অণুর সমষ্টি। অ্যামোনিয়াকে পানিতে দ্রবীভূত করা হলে অ্যামোনিয়া গ্যাস ও পানির বিক্রিয়ায় অ্যামোনিয়াম আয়ন আর হাইড্রোক্সাইড আয়ন উৎপন্ন হয়। তবে পানিতে অ্যামোনিয়ার সামান্য অংশই দ্রবীভূত হয় এবং খুব অল্প সংখ্যক হাইড্রোক্সাইড আয়ন উৎপন্ন হয়।

সুতরাং, অ্যামোনিয়া দ্রবণে অ্যামোনিয়া অণু, পানির অণু এবং অল্পসংখ্যক অ্যামোনিয়াম আয়ন ও হাইড্রোক্সাইড আয়ন উৎপন্ন থাকে। ভ্রাম্যাণ হাইড্রোক্সাইড আয়নের উপরিভিত্তির উপর ক্ষার দ্রবণের বৈশিষ্ট্য নির্ভর করে। যে সকল ক্ষার জলীয় দ্রবণে অংশিক আয়নিত হয় তারা দুর্বল ক্ষার। সবল ক্ষার জলীয় দ্রবণে সম্পূর্ণ আয়নিত হয়। অর্থাৎ দুর্বল ক্ষারের দ্রবণে হাইড্রোক্সাইড আয়নের পরিমাণ সবল ক্ষারের তুলনায় কম থাকে।



একক কাজ

নিচের প্রতিটি কাজ সম্পন্ন করো। ঢোকে দেখা যায় এমন একটি করে পরিবর্তন বর্ণনা করো। সংশ্লিষ্ট আয়নিক সমীকরণ লেখো।

লঘু সালফিউরিক এসিড দ্রবণে আয়রন শুড়া ঘোগ করা হলে।

লঘু হাইড্রোক্সাইড এসিডে কঠিন সোডিয়াম কার্বনেট ঘোগ করা হলে।

কপার (II) সালফেট দ্রবণে অ্যামোনিয়া দ্রবণ ঘোগ করা হলে।

৯.৩ গাঢ় এসিড ও গাঢ় ক্ষারের ক্ষয়কারী ধর্ম

(Corrosive Properties of Concentrated Acids and Alkali)

গাঢ় এসিড এবং গাঢ় ক্ষার অত্যন্ত ক্ষয়কারক পদার্থ। এগুলো কাপড়-চোপড় এবং শরীরে লাগলে হক ও কাপড়কে ক্ষয় করতে পারে। এগুলো চোখে গেলে সোখ নষ্ট হয়। পানির মধ্যে গাঢ় এসিড বা গাঢ় ক্ষার অল্প অল্প করে যোগ করে তাকে দ্রবীভূত করে লম্বু ছবণ তৈরি করা হয়।

যদি অসাবধানতাবশত কোনো গাঢ় এসিড বা গাঢ় ক্ষার শরীরে লেগে যায় তবে তোমাকে পানি দিয়ে বারবার সেই জ্বালাগায় ধূতে হবে। এরপর শিক্ষককে জানাতে হবে।



একক কাজ

সবল ও দুর্বল এসিড অথবা সবল ও দুর্বল ক্ষারের পরীক্ষা

কোন এসিডটি সবল এবং কোন এসিডটি দুর্বল তা একটি পরীক্ষার মাধ্যমে জানা যায়।

একটি বিকারে ৫০ mL লম্বু হাইড্রোক্লোরিক এসিড নাও। এবার এই বিকারের মধ্যে দুটি গ্রাফাইট দণ্ড এমনভাবে বসাও যাতে তারা একে অপরের সাথে স্পর্শ না করে। এবার একটি গ্রাফাইট দণ্ডকে ১টি তারের সাথে ব্যাটারির এক প্রান্তে এবং অপর গ্রাফাইট দণ্ডকে তারের সাথে বাল্বের মধ্যে দিয়ে ব্যাটারির অপর প্রান্তের সাথে যুক্ত করো। দেখবে বাল্বটি জ্বলে উঠেছে। এবার বাল্বটির আলোর উজ্জ্বলতার দিকে খেয়াল করো।

এবার অন্য একটি বিকারে ইথানলিক এসিড নাও। ইথানলিক এসিড একটি ঘূরু এসিড। এবার এই ঘূরু এসিড দ্রবণের মধ্যেও দুটি গ্রাফাইট দণ্ডকে প্রবেশ করাও। এবার একটি গ্রাফাইট দণ্ডকে একটি তারের সাথে ব্যাটারির এক প্রান্তে এবং অপর গ্রাফাইট দণ্ডকে তারের সাথে বাল্বের মধ্যে দিয়ে ব্যাটারির অপর প্রান্তের সাথে যুক্ত করো। দেখবে বাল্বটি জ্বলে উঠেছে। এবার বাল্বটির আলোর উজ্জ্বলতার দিকে খেয়াল করো। তৃতীয় দেখবে HCl দ্রবণে বাল্বটি যে পরিমাণ উজ্জ্বলতা সৃষ্টি করেছিল ইথানলিক এসিড দ্রবণ তার চেয়ে কম পরিমাণ উজ্জ্বলতা সৃষ্টি করেছে।

তীব্র বা সবল এসিড জলীয় দ্রবণে মৃদু বা দুর্বল এসিড অপেক্ষা অধিক পরিমাণে H^+ সরবরাহ করে। অধিক পরিমাণে H^+ জলীয় দ্রবণে অধিক পরিমাণে বিদ্যুৎ পরিবহন করে। এজন্য বাল্বটি অধিক উজ্জ্বলতার সৃষ্টি করে। পক্ষান্তরে, মৃদু এসিড জলীয় দ্রবণে তীব্র এসিড অপেক্ষা কম পরিমাণে H^+

সরবরাহ করে। কম পরিমাণে H^+ জলীয় দ্রবণে কম পরিমাণে বিদ্যুৎ পরিবহণ করে। এজন্য বাল্টি কম উজ্জ্বলতা সৃষ্টি করে।

মৃদু এসিড \rightarrow কম পরিমাণে H^+ (প্রোটন) উৎপন্ন হয়।

তীব্র এসিড \rightarrow বেশি পরিমাণে H^+ (প্রোটন) উৎপন্ন হয়।

(একইভাবে তীব্র ক্ষার NaOH ও মৃদু ক্ষার NH_4OH নিয়েও পরীক্ষা করে দেখা যায় যে, NaOH দ্রবণ বাল্টির অধিক উজ্জ্বলতা সৃষ্টি করে। পক্ষন্তরে, NH_4OH দ্রবণ বাল্টির কম উজ্জ্বলতা সৃষ্টি করে। এই পরীক্ষা থেকে প্রমাণিত হয় NaOH তীব্র ক্ষার, পক্ষন্তরে NH_4OH মৃদু ক্ষার।)

৯.৪ pH এর ধারণা (The Conception of pH)

কোনো জলীয় দ্রবণের প্রকৃতি অঞ্চল নাকি ক্ষারীয় নাকি নিরবেক্ষ প্রকৃতির ইত্যাদি জ্ঞানের জন্য pH একক ব্যবহার করা হয়। কোনো দ্রবণের pH হলো ঐ দ্রবণে উপস্থিত হাইড্রোজেন আয়নের (H^+) ঘনমাত্রার ঝগাঝাক লগারিদম। অর্থাৎ-

$$pH = -\log[H^+]$$

(pH লেখার সময় p ছোট হাতের আর H বড় হাতের লেখা হয়)

$[H^+]$ দ্বারা H^+ আয়নের মোলার ঘনমাত্রা অর্থাৎ ১ লিটার দ্রবণে কত মোল H^+ আয়ন রয়েছে সেটা বোঝানো হয়।

১ লিটার বিশুল্প পানিতে H^+ এর পরিমাণ 10^{-7} মোল।

বিশুল্প পানির pH = $-\log[H^+] = -\log(10^{-7})$

অতএব, বিশুল্প পানির pH = 7

তৃতীয় বর্ষনীর মধ্যে কোনো আয়ন থাকলে মোলারিটি এককে সেই আয়নের ঘনমাত্রা বোঝানো হয়।

যদি বিশুল্প পানিতে এসিড যোগ করা হয় এবং এসিড যোগের কারণে যদি H^+ এর সংখ্যা 10 গুণ বেড়ে গিয়ে প্রতি লিটারে 10^{-6} মোল হয়, তাহলে দ্রবণের pH কমে যাবে।

$$pH = -\log[10^{-6}] = 6$$

H^+ আয়নের ঘনমাত্রা যত বেশি হবে pH এর মান তত কমতে থাকবে।

যদি বিশুল্প পানির মধ্যে ক্ষার যোগ করা হয় তবে ক্ষারের OH^- বিশুল্প পানির H^+ এর সাথে বিক্রিয়া করে এই ভ্রবণে বিশুল্প পানির তুলনায় H^+ এর সংখ্যা কমে যাবে।

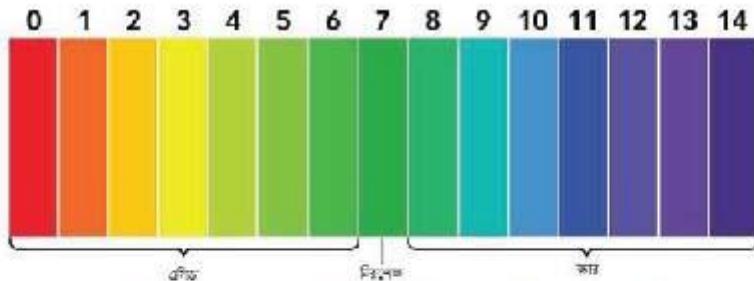
যেমন: পানির মধ্যে ক্ষার যোগ করার কারণে যদি H^+ এর সংখ্যা কমে গিয়ে প্রতি লিটারে 10^{-10} মৌল হয় তাহলে তার pH হবে

$$\text{pH} = -\log[10^{-10}] = 10$$

অর্থাৎ pH এর মান 7 থেকে বেড়ে যাবে। অর্থাৎ ক্ষারীয় ভ্রবণের pH এর মান 7 থেকে বেশি। pH এর মান 7 হওয়ার অর্থ এটি ক্ষারও নয় আবার এসিডও নয়। এটি নিরপেক্ষ ভ্রবণ। যদি কোনো ভ্রবণের pH এর মান 7 থেকে কম হয় তাহলে সেই ভ্রবণটি এসিডিক ভ্রবণ এবং যদি কোনো ভ্রবণের pH মান 7 থেকে বেশি হয় তবে সেই ভ্রবণটি ক্ষারীয় ভ্রবণ।

৯.৪.১ pH এর পরিমাপ

pH এর পরিমাপ করার জন্য pH স্কেল ব্যবহার করা হয়।



চিত্র ৯.০১: pH স্কেল (ইউনিভার্সাল ইভিকেটরের বিভিন্ন pH এ বর্ণ।)

pH স্কেল: যদিও অংকের হিসাবে pH এর মান ঋগাঞ্চক থেকে শুরু করে যেকোনো ধনাঞ্চক সংখ্যা হওয়া সম্ভব কিন্তু বাস্তব জীবনে ব্যবহারিক ক্ষেত্রে pH এর মান 0 থেকে 14 পর্যন্ত বিবেচনা করা হয়।

নিরপেক্ষ কোনো ভ্রবণের pH এর মান 7 এবং তোমরা দেখেছো যেকোনো এসিড ভ্রবণের pH এর মান 7 এর চেয়ে কম অপরদিকে যেকোনো ক্ষারের ভ্রবণের pH এর মান 7 এর চেয়ে বেশি। এই ক্ষেত্রে সবচেয়ে শক্তিশালী এসিডের pH এর মান 0 এবং সবচেয়ে শক্তিশালী ক্ষারের pH এর মান 14।

pH পরিমাপন পদ্ধতি: দ্রবণে হাইড্রোজেন আয়নের ঘনমাত্রা থেকে কীভাবে pH হিসাব করতে হয় তোমরা সেটা জেনেছ। এখন পরীক্ষার মাধ্যমে কোনো দ্রবণের pH কীভাবে পরিমাপ করা হয় সেটা জানবে। pH এর মান পরিমাপের জন্য ইউনিভার্সাল নির্দেশক (Universal indicator), pH পেপার (pH paper), pH মিটার (pH meter) পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

ইউনিভার্সাল নির্দেশক: বিভিন্ন এসিড-ক্ষার নির্দেশকের মিশ্রণ হলো ইউনিভার্সাল নির্দেশক (Universal Indicator)। ভিন্ন ভিন্ন pH মানের দ্রবণে ইউনিভার্সাল নির্দেশক ভিন্ন ভিন্ন বর্ণ প্রদান করে। কোনো দ্রবণের জন্য ইউনিভার্সাল নির্দেশক কোন বর্ণ ধারণ করবে তা বোঝার জন্য একটি চার্ট রয়েছে। এই চার্টকে ইউনিভার্সাল নির্দেশক কালার চার্ট বলে। কোনো দ্রবণে কয়েক ফেটা ইউনিভার্সাল নির্দেশক যোগ করলে দ্রবণ যে বর্ণ ধারণ করে এই বর্ণ ইউনিভার্সাল নির্দেশক কালার চার্টের বর্ণের সাথে মিলিয়ে দ্রবণের pH পরিমাপ করা হয়।

pH পেপার: অজানা pH মানের দ্রবণের pH এর মান জানার জন্য pH পেপার ব্যবহার করা হয়। কোনো দ্রবণের মধ্যে এক টুকরা pH পেপার যোগ করলে পেপারের বর্ণের পরিবর্তন ঘটে। দ্রবণে কত pH মানের জন্য pH পেপারের বর্ণ কীরুণ হবে তার জন্য একটি স্ট্যান্ডার্ড কালার চার্ট আছে। এ চার্টের সাথে দ্রবণের pH পেপারের বর্ণ দেখে অজানা দ্রবণের pH এর মান জানা যায়।

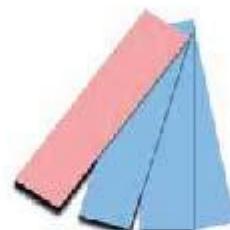
pH মিটার: অজানা দ্রবণের pH মান জানার জন্য pH মিটার ব্যবহার করা হয়। pH মিটারের ইলেকট্রোডকে অজানা দ্রবণে ঢুকিয়ে pH মিটারের ডিজিটাল ডিসপ্লি থেকে সরাসরি pH মান জানা যায়।



চিত্র 9.02: pH পেপার
ও তার স্ট্যান্ডার্ড কালার চার্ট।



চিত্র 9.03: pH মিটার।



চিত্র 9.04: লাল ও নীল
লিটিমাস পেপার।

লিটমাস পেপার: মোটামুটিভাবে pH অনুমান করার জন্য সহজ এবং সহজলভ্য লিটমাস পেপার ব্যবহার করা যায়। দ্রবণের pH 7 থেকে কম হলে লিটমাস পেপার লাল এবং 7 থেকে বেশি হলে লিটমাস পেপার নীল বর্ণ ধারণ করে।

৯.৪.২ pH এর গুরুত্ব

কৃষিক্ষেত্রে, জীবদ্দেহে বিভিন্ন জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়ায়, প্রসাধনী ব্যবহারে pH এর গুরুত্ব অপরিসীম। নিচে এগুলো ব্যাখ্যা করা হলো:

কৃষিক্ষেত্রে: কৃষিতে pH এর গুরুত্ব অপরিসীম। উচ্চিদ তার শরীরের পুষ্টির জন্য মাটি থেকে বিভিন্ন আয়ন, পানি শোষণ করে। এর জন্য মাটির pH এর মান 6.0 থেকে 8.0 এর মধ্যে হলে সবচেয়ে ভালো। আবার, মাটির pH এর মান 3.0 এর কম বা 10 এর বেশি হলে মাটির উৎপকারী অণুজীব মারা যায়। মাটির pH এর মান কমে গেলে পরিমাণমতো চুন (CaO) ব্যবহার করা হয়। আবার মাটির pH এর মান বেড়ে গেলে পরিমাণমতো আয়োনিয়াম সালফেট, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, আয়োনিয়াম ফসফেট $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ ইত্যাদি সার ব্যবহার করলে মাটির pH কমানো হয়।

জীবদ্দেহে বিভিন্ন জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়ার pH: শরীরের বিভিন্ন অংশে বিভিন্ন জৈব রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে তার জন্য শরীরের বিভিন্ন অংশে বিভিন্ন মানের pH প্রয়োজন হয়। পাশের ছকে সেগুলো উল্লেখ করা হলো:

| অংশের নাম | pH |
|--------------|-----------|
| পাক্ষিক্ষণী | 1 |
| মানুষের দ্বক | 4.8-5.5 |
| মূত্র | 6 |
| রক্ত | 7.43-7.45 |
| আঘাতশয় রস | 8.1 |

প্রসাধনী (Cosmetics) ব্যবহারে: মানুষ তাক পরিষ্কার করতে, তাকের সৌন্দর্য রক্ষায়, চুল পরিষ্কার করতে এবং বিভিন্ন কাজে প্রসাধনী ব্যবহার করে। তাকের pH 4.8 থেকে 5.5 এর মধ্যে থাকলে তাক অচীর প্রকৃতির যা তাকে জীবাণুর আক্রমণ বা বংশবৃদ্ধি প্রতিরোধ করে। তাই প্রসাধনীর pH 4.8 থেকে 5.5 থাকা ভালো।

৯.৫ প্রশমন বিক্রিয়া (Neutralization Reaction)

আমরা জানি, এসিড জলীয় দ্রবণে H^+ দান করে এবং ক্ষার জলীয় দ্রবণে OH^- দান করে। তাই এসিড ও ক্ষার একত্রে মিশ্রিত করলে এসিডের H^+ আয়ন এবং ক্ষারের OH^- আয়ন বিক্রিয়া করে পানি উৎপন্ন করে। যেমন— HCl পানিতে H^+ আয়ন এবং NaOH পানিতে OH^- দান করে। এ দ্রবণ দুটিকে একসাথে মিশ্রিত করলে এসিডের H^+ এবং ক্ষারের OH^- বিক্রিয়া করে পানি উৎপন্ন করে।

এসিডের বাকি ঝগড়াক আয়ন Cl^- এবং ক্ষারের ধনাদ্বাক আয়ন বিক্রিয়া করে লবণ (NaCl) উৎপন্ন করে। এসিড ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন হওয়ার বিক্রিয়াকে প্রশমন বিক্রিয়া বলে। কেননা এ বিক্রিয়াতে এসিড তার এসিডত্ত হারায় আর ক্ষার তার ক্ষারকত্ত হারায় এবং প্রশম পদার্থ লবণ আর পানি উৎপন্ন করে।



উপরের বিক্রিয়াতে দেখো এক মোল হাইড্রোক্সেলিক এসিড এক মোল সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডকে সংকুর্ণরূপে প্রশমিত করে। কাজেই দুই মোল হাইড্রোক্সেলিক এসিড দুই মোল সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডকে সংকুর্ণরূপে প্রশমিত করবে। আবার, সালফিটেরিক এসিড ও সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের বিক্রিয়ায় সোডিয়াম সালফেট লবণ আর পানি উৎপন্ন করে।



উপরের বিক্রিয়া হতে দেখা যায়, এক মোল সালফিটেরিক এসিড দুই মোল সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডকে সংকুর্ণরূপে প্রশমিত করে। এ থেকে প্রমাণিত হয় যে, কোনো নিমিট এসিডের একটি নিমিট পরিমাণ অপর কোনো নিমিট ক্ষারের নিমিট পরিমাণকে সংকুর্ণরূপে প্রশমিত করবে:

৯.৫.১ দৈনন্দিন জীবনে প্রশমন বিক্রিয়ার গুরুত্ব

পরিপাক: খাদ্য হজম করতে পাকস্থলীতে হাইড্রোক্সেলিক এসিড নিঃস্ত হয়। কোনো কারণে পাকস্থলীতে এই এসিডের পরিমাণ বেশি হয়ে গেলে তখন পেটে অস্বস্তি বোধ হয়। সাধারণভাবে এটিকে এসিডিটি বলে। বেশিদিন এসিডিটি থাকলে পাকস্থলীতে ঘা হয়ে যেতে পারে। তাই এই এসিডের প্রশমিত করতে এন্টাসিড নামক ঔষধ দেতে হয়। এন্টাসিডে Al(OH)_3 ও Mg(OH)_2 থাকে। এরা আরজাতীয় পদার্থ। তাই পেটের অতিরিক্ত হাইড্রোক্সেলিক এসিডকে এরা প্রশমিত করে।



দাঁতের যত্নে: কখনো মিষ্টিজাতীয় খাবার থেয়ে মুখে পরিষ্কার না করলে কিছুক্ষণ পর মুখে টক টক অনুভূত হয়। আসলে মুখের মধ্যে অনেক ব্যাকটেরিয়া থাকে যা আমাদের খাওয়া খাবার থেকে বিভিন্ন ধরনের জৈব এসিড তৈরি করে। তাই মুখে টক স্বাদ অনুভূত হয়। এই এসিড দাঁতের এনামেলকে

(ক্যালসিয়ামের হৌগ) ক্ষয় করে। টুথপেস্টে থাকা ক্ষারজাতীয় পদার্থ এ সকল এসিডকে প্রশমিত করে। ফলে দাঁতের এনামেল রক্ষা পায়।

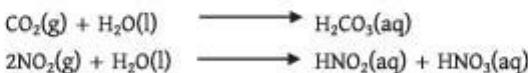
কৃষিক্ষেত্রে: গাছ যখন মাটি থেকে বিভিন্ন ধাতব আয়ন যেমন— Fe^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ ইত্যাদি শেষণ করে তখন মাটি অঙ্গীয় হয়ে যায়। মাটির উর্বরতা হ্রাস পায়। মাটির উর্বরতা বৃদ্ধি করতে চুন ব্যবহার করতে হয়। চুনের রাসায়নিক নাম ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO)। চুন মাটির অতিরিক্ত এসিডকে প্রশমিত করে মাটির উর্বরতা বৃদ্ধি করে।

9.5.2 লবণ

তোমরা ইতোমধ্যে জেনেছো যে, প্রশমন বিক্রিয়ায় এসিডের সাথে ক্ষার বিক্রিয়া করে লবণ এবং পানি উৎপন্ন হয়। লবণের ধনাঞ্চক আয়নটি ক্ষার থেকে আসে। তাই ধনাঞ্চক আয়নকে ক্ষারীয়মূলক (Basic radical) বলে। আর লবণের ঝণাঞ্চক আয়নটি এসিড বা অম থেকে আসে। তাই লবণের ঝণাঞ্চক আয়নকে অঙ্গীয় মূলক (Acid radical) বলে। তীব্র এসিড ও তীব্র ক্ষারের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণের জলীয় মুবণ নিরপেক্ষ। যেমন— NaCl , Na_2SO_4 ইত্যাদির জলীয় মুবণ নিরপেক্ষ। তীব্র এসিড ও মৃদু ক্ষারের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন লবণের জলীয় মুবণ অঙ্গীয় প্রকৃতির। যেমন— FeCl_3 , $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ইত্যাদির জলীয় মুবণ অঙ্গীয়। তীব্র ক্ষার ও মৃদু এসিডের জলীয় মুবণ ক্ষারীয় প্রকৃতির, যেমন— Na_2CO_3 , CH_3COONa (সোডিয়াম ইথানয়েট) ইত্যাদির জলীয় মুবণ ক্ষারীয় প্রকৃতির।

9.6 এসিড বৃষ্টি (Acid Rain)

অধিতুর অক্সাইডগুলো পানির সাথে বিক্রিয়া করে বিভিন্ন এসিড উৎপন্ন করে। বিশুদ্ধ বায়ুতে কিছু পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড এবং নাইট্রোজেনের বিভিন্ন অক্সাইড থাকে। গ্রামীণ খাস ক্রিয়ার সময় বায়ুতে কার্বন ডাই-অক্সাইড নিঃসরণ করে। আবার, যে স্থানে বজ্রপাত হয় সেই স্থানের বায়ুর তাপমাত্রা 3000°C সৃষ্টি হয়। এ তাপমাত্রায় বায়ুতে উপস্থিত N_2 ও O_2 বিক্রিয়া করে NO উৎপন্ন করে। NO বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে NO_2 উৎপন্ন করে। বৃষ্টির পানিতে এ সকল অক্সাইড প্রবীচৃত হয়ে সামান্য পরিমাণ এসিড উৎপন্ন করে। এই এসিড বৃষ্টির পানির সাথে মাটিতে পাতত হয়। এসিডসৃষ্ট বৃষ্টিকে এসিড বৃষ্টি বলে।



তাই বৃষ্টির পানির pH এর মান 5 থেকে 6 এর মধ্যে হয়। কিন্তু মনুষ্য সৃষ্টি কারণ যেমন— বিভিন্ন ধানবাহন থেকে, বিদ্যুৎ কেন্দ্র থেকে, কলকারবানা থেকে প্রাচুর পরিমাণ কার্বন ডাই-অক্সাইড

বাতাসে চলে আসে, যা বৃক্তির পানির সাথে বিক্রিয়া করে কার্বনিক এসিড (H_2CO_3) উৎপন্ন করে। এছাড়া বিদ্যুৎ কেন্দ্র, ইটভাটা প্রত্তিতে নাইট্রোজেন ও সালফারযুক্ত কয়লা বা পেট্রোলিয়াম ব্যবহার করলে নাইট্রোজেন ও সালফারের বিভিন্ন অক্সাইড উৎপন্ন করে। এরা বৃক্তির পানিতে দ্রব্যীভূত হয়ে বিভিন্ন এসিড উৎপন্ন করে। এই এসিডসমূহ বৃক্তির পানির সাথে মাটিতে পতিত হয়।

তাই কোনো স্থানে উপরোক্তেরিত কোনো কারণে কখনো কখনো বৃক্তির পানিতে বিভিন্ন এসিডের পরিমাণ স্থানাবিকের চেয়ে বেশি হয়ে যায়। ফলে বৃক্তির পানির pH এর মান কমে ৪ বা তারও কম হয়ে গেলে সে বৃক্তিকে এসিড বৃক্তি বলে। এর ফলে মাটির pH এর মান কমে যায়। ফলে ফসল বা গাছপালার বিরাট শক্তি হয়। জলাশয়ের পানির pH এর মান কমে যায়। ফলে জলজ উচ্চিদ ও প্রাণী বসবাসের অনুপযুক্ত হয়ে যায়। মৎস্য উৎপাদন ব্যাহত হয়। এ ছাড়া এসিড বৃক্তির কারণে দালান-কোঠা, ধাতুর তৈরি বিভিন্ন স্থাপনা, মার্বেল পাথর দিয়ে তৈরি স্থাপনা বা ভাস্কর্য শক্তিগ্রস্ত হয়।

9.7 পানি (Water)

বিশুদ্ধ পানির অপর নাম জীবন। গোসল করা, কাপড় কাচাসহ বিভিন্ন কারণে পানি দৃষ্টিত হয়। বিভিন্ন কারণে পানি খর হয়। খর পানিকে বিভিন্ন উপায়ে আমরা মৃদু পানিতে পরিণত করতে পারি।

9.7.1 পানির ঝরতা (Hardness of Water)

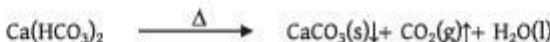
পানির উৎস হলো নদী-নালা, খাল-বিল, পুরুর, সমুদ্র বা টিউবওয়েল ইত্যাদি। এসব পানিতে বিভিন্ন খনিজ লবণ দ্রব্যীভূত থাকতে পারে। পানিতে ক্যালসিয়াম বা ম্যাগনেসিয়ামের ক্রোরাইড, সালফেট, কার্বনেট, বাইকার্বনেট ইত্যাদি লবণ দ্রব্যীভূত থাকলে উক্ত পানি সাবানের সাথে সহজে ফেনা উৎপন্ন করে না। এ ধরনের পানিকে খর পানি বলে। অবশ্য ক্যালসিয়াম বা ম্যাগনেসিয়াম ছাড়া আয়রন, ম্যাজানিজ প্রভৃতি লবণ দ্রব্যীভূত থাকলেও পানি খর হতে পারে। খর পানিতে সাবান ঘষলে সহজে ফেনা উৎপাদন করে না কেন? কারণ সাবান হলো উচ্চতর জৈব এসিডের সোডিয়াম বা পটাশিয়াম লবণ। বেনেন-সোডিয়াম স্টিয়ারেট ($C_{17}H_{35}COONa$) হলো স্টিয়ারিক এসিডের সোডিয়াম লবণ। এটি সাবান হিসেবে ব্যবহৃত হয়। এ সাবান দিয়ে খর পানিতে কাপড় কাচা হলে যতক্ষণ পানিতে ক্যালসিয়াম বা ম্যাগনেসিয়ামের লবণ উপস্থিত থাকে ততক্ষণ ফেনা উৎপন্ন হয় না এবং সাবান ক্ষয়প্রাপ্ত হতে থাকে।



ম্যাগনেসিয়াম বা অন্যান্য ধাতুর লবণও একই রূপ বিক্রিয়া করে। পানির পাইপ বা কলকারখানাতে বয়লারের ভিতরে খর পানি ব্যবহার করলে খর পানিতে বিদ্যমান বিভিন্ন খনিজ লবণ পাইপের গায়ে

জমা হয়। ফলে পাইপের গাঁথে মোটা আস্তরণ পড়ে। এতে পানির পাইপে পানি প্রবাহে বাধা পায়। বয়লারে তাপের অপচয় ঘটে এমনকি বয়লার ফেটে বিক্ষেপণ পর্যন্ত ঘটতে পারে। পানির মধ্যে যে ধর্মের জন্য পানিতে সাবান ভালোভাবে ময়লা পরিষ্কার করতে পারে না পানির সেই ধর্মকে পানির খারতা বলে। পানির খরতা দুই প্রকার, অস্থায়ী খরতা এবং স্থায়ী খরতা:

(i) **অস্থায়ী খরতা:** পানিতে ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, আয়রন প্রভৃতি লবণের বাইকার্বনেট (HCO_3^-) লবণ দ্রৌপ্তি থাকলে যে খারতা সৃষ্টি হয় তাকে অস্থায়ী খরতা বলে এবং এই পানিকে অস্থায়ী খর পানি বলা হয়। অস্থায়ী খর পানিকে শুধু উৎপন্ন করলেই অন্তর্বর্ণীয় কার্বনেট লবণ উৎপন্ন হয়। এ লবণ পান্তের নিচে তলানি আকারে জমা হয়। এই তলানি থেকে ছাঁকনির মাধ্যমে পানিকে সহজেই পৃথক করা যায়। ফলে অস্থায়ী খরতা দূর হয় এবং অস্থায়ী খর পানি মৃদু পানিতে পরিণত হয়।



(ii) **স্থায়ী খরতা:** পানিতে ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, আয়রন প্রভৃতি ধাতুর ক্লেরাইড বা সালফেট লবণ দ্রৌপ্তি থাকলে স্থায়ী খরতার সৃষ্টি হয় এবং এই পানি স্থায়ী খর পানি বলে। স্থায়ী খর পানিকে শুধু উৎপন্ন করলেই স্থায়ী খরতা দ্রৌপ্তি হয় না বিভিন্ন বিক্রিয়ার মাধ্যমে বা বিভিন্ন উপায় অবলম্বন করে স্থায়ী খরতা দূর করা হয়। সাধারণত বৃক্ষ জলাশয় যেমন—পুরুর, ডোবা ইত্যাদির পানি মৃদু হয়। বৃক্ষের পানিও মৃদু পানি। মৃদু পানিতে ক্যালসিয়াম, ম্যাগনেসিয়াম, আয়রন প্রভৃতি ধাতুর লবণ খুব বেশি দ্রৌপ্তি থাকে না। স্থায়ী খর পানি থেকে স্থায়ী খরতা অপসারণ করে এই পানিকে মৃদু পানিতে পরিণত হয়।

স্থায়ী খরতা দ্রৌপ্তির পক্ষতি: স্থায়ী খর পানির মধ্যে সেডিয়াম কার্বনেট যোগ করলে সেডিয়াম কার্বনেট ক্যালসিয়াম আয়ন ও ম্যাগনেসিয়াম আয়নের সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম কার্বনেট এবং ম্যাগনেসিয়াম কার্বনেটের অধ্যক্ষেপ উৎপন্ন করে। ফলে পানি থেকে ক্যালসিয়াম আয়ন এবং ম্যাগনেসিয়াম আয়ন পানি থেকে অপসারিত হয় অর্থাৎ স্থায়ী খরতা দূর হয়।



9.7.2 পানিদূষণ ও দূষণ নিয়ন্ত্রণ

পানিদূষণ

উক্তি ও প্রাণী দেহের বেশির ভাগই পানি। তাই প্রতিটি জীবের জন্য প্রচুর বিশুদ্ধ পানির প্রয়োজন। কিন্তু এই পানি নানাভাবে দূষিত হচ্ছে। যেমন— গৃহস্থালি বর্জা বা মলযুক্ত বৃক্ষের পানিতে বা অন্যাভাবে ধূয়ে নদী, খাল-বিল, পুরুর প্রভৃতি জলাশয়ে এসে পড়ছে। এছাড়াও হাসপাতাল থেকে

ওষুধগথ্য বা রোগীর বিভিন্ন ব্যবহার্য দ্রব্য ধূয়ে বিভিন্ন জলাশয়ের পানিতে এসে পড়ছে। কৃষিক্ষেত্রে ব্যবহৃত সার ও কীটবন্ধক বৃক্ষির পানিতে ধূয়ে নদী-নালা, খাল-বিল, পুকুরের পানিতে এসে পড়ছে। শিল্পকারখানা থেকে বিভিন্ন রাসায়নিক বর্জ্য, বিভিন্ন ঘানবাহন থেকে বিশেষ করে জ্বালানি বর্জ্য পানিতে এসে পড়ে। ফলে পানি দুর্গম্বস্থুন্ত ও বিষাক্ত হয়ে পড়ছে। এসব বর্জ্য থেকে বিভিন্ন ধরনের দূষক পদার্থের সাথে পানিতে লেড, ক্যারিমিয়াম, মার্কারি, ক্রামিয়াম প্রভৃতি ভারী ধাতু মেশে। তারী ধাতুগুলো মানুষের শরীরে ক্যানসারের মতো কঠিন রোগের সৃষ্টি করতে পারে।

আবার মানুষের কর্মকাণ্ডে শুধু তু-পৃষ্ঠের পানি নয় তু-গর্ভস্থ পানিও দূষিত হচ্ছে। যেমন— অগভীর নলকৃপের সাহায্যে অতিরিক্ত পানি উত্তোলনের ফলে এবং অতিরিক্ত খননের ফলে তু-গর্ভস্থ পানিতে আসেনিক পাওয়া যায়। আসেনিক একটি বিষাক্ত পদার্থ। একটি নির্দিষ্ট মাত্রার অতিরিক্ত আসেনিকমুন্ত পানি পান করলে মানুষের মৃত্যু পর্যন্ত হতে পারে।

দূষণ নিয়ন্ত্রণ

আমাদের দেশে বড় শহরগুলোতে বর্জ্য শোধনাগার রয়েছে। তা আবার প্রয়োজনের তুলনায় অনেক কম। প্রয়োজনালির বর্জ্য এবং গৃহস্থালির পচনশীল বর্জ্য থেকে বায়োগ্যাস উৎপাদনের পাশাপাশি জৈব সার পাওয়া যায়। এ বিষয়ে যথাযথ উদ্যোগ নিলে পরিবেশ ও পানি দূষণ হ্রাস পাবে। ছেট ছেট বায়োগ্যাস প্লাট স্থাপন করলে মানুষ ও পশুপাখির মলমৃত্ত এবং গৃহস্থালির বর্জ্য ব্যবহার করে বায়োগ্যাস ও জৈব সার পাওয়া যাবে, যা আমাদের জ্বালানি সংকট হ্রাস ও কৃষিক্ষেত্রে সারের খরচ কমাতে সাহায্য করবে।

প্রত্যেক শিল্পকারখানায় বর্জ্য পরিশোধনাগার স্থাপন করা বাধ্যতামূলক করতে হবে। কোনো অবস্থাতেই শিল্পকারখানার বর্জ্য পরিবেশ বা উন্মুক্ত জলাশয়ে ফেলা যাবে না। এ বিষয়ে সরাইকে সচেতন থাকতে হবে। পরিবেশ অধিদপ্তরকে তথ্য দিয়ে সাহায্য করতে হবে। মনে রাখতে হবে দেশে সংগঠিত জনসচেতনতা ও জনমতই দৃষ্ট রোধের সবচেয়ে কার্যকর উপায়।

9.7.3 পানির বিশুদ্ধতার পরীক্ষা ও বিশুদ্ধকরণ

বিশুদ্ধতার পরীক্ষা

বর্ষ ও গুরু পর্যবেক্ষণ: বিশুদ্ধ পানি বর্ণহীন ও গুরুহীন স্বচ্ছ তরল পদার্থ। এতে সামান্য পরিমাণ খনিজ লবণ দ্রব্যাত্মক থাকে। তবে কোনো কোনো খনিজ লবণ পানিতে অধিক পরিমাণ দ্রব্যাত্মক থাকলে পানি দূষিত হয়। কোনো পানিতে গুরু পাওয়া গেলে বা ঘোলাটে দেখা গেলে অথবা ফিল্টার পেপেরে ছাঁকা হলে তলানি পাওয়া গেলে পানি দূষিত।

পানির তাপমাত্রা: গ্রীষ্মকালে পানির তাপমাত্রা $30\text{-}35^{\circ}\text{C}$ হয়। কখনো তা 40°C হতে পারে। কোনো কারণে পানির তাপমাত্রা কয়েক ডিগ্রি বেশি হলে তাপ দূষণ হয়েছে বলা যায়। বিনোদ কেন্দ্রের

ব্রহ্মপতি ঠাণ্ডা করার পানি বা বয়লারের পানি সরাসরি জলাশয়ে মুক্ত করা হলে পানির তাপ দূষণ হয়। খার্মেইটার দিয়ে পানির তাপমাত্রা নির্ণয় করে পানির তাপ দূষণ শনাক্ত করা যায়।

পানির pH মান: পানির pH মান 4.5 থেকে কম এবং 9.5 অপেক্ষা বেশি হলে তা জীবের বসবাসের অযোগ্য হয়ে পড়ে। pH পেপার বা pH মিটার ব্যবহার করে পানির pH এর মান নির্ণয় করা যায়।

BOD: BOD এর পূর্ণ রূপ হলো Biological Oxygen Demand। অর্থাৎ BOD এর বাংলা অর্থ হলো জৈব রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা। এক লিটার পানিতে উপস্থিত পচনযোগ্য জৈব দূষককে ব্যাকটেরিয়ার মতো অগুজীব দ্বারা ভাঙ্গতে যে পরিমাণ অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় তাকে উক্ত পানির BOD বলে। কোনো পানির BOD এর মান যত বেশি হয় সে পানি তত বেশি দূষিত হয়।

COD: COD এর পূর্ণরূপ হলো Chemical Oxygen Demand। অর্থাৎ COD এর বাংলা অর্থ হলো রাসায়নিক অক্সিজেন চাহিদা। এক লিটার পানিতে উপস্থিত জৈব ও অজৈব দূষককে রাসায়নিক পদার্থ দ্বারা ভাঙ্গতে যে পরিমাণ অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় তাকে উক্ত পানির COD বলে। কোনো পানির COD এর মান যত বেশি হয় সে পানি তত বেশি দূষিত হয়।

BOD ও COD উভয়ই পানির দূষণ মাত্রা প্রকাশ করতে ব্যবহৃত হয়। কোনো পানির COD এর মান BOD অপেক্ষা বেশি হয়। কেননা, পানিতে উপস্থিত শুধু জৈব বস্তুকে ভাঙ্গতে প্রয়োজনীয় অক্সিজেনের পরিমাণ হলো BOD। অপরদিকে, সকল জৈব ও অজৈব দূষক তা অগুজীব দ্বারা পচনযোগ্য হোক বা না হোক তাদের রাসায়নিকভাবে সম্পূর্ণরূপে জারিত করতে যে পরিমাণ অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় তাকে উক্ত পানির COD বলে। সুতরাং একই পানির COD এর মান BOD অপেক্ষা বেশি হবে।

পানি বিশুদ্ধকরণ

ক্লোরিনেশন (Chlorination): পানিকে জীবাণুমুক্ত করার সবচেয়ে সহজ উপায় হলো ক্লোরিনেশন। পানিতে প্রয়োজনীয় পরিমাণ ট্রিচিং পাউডার যোগ করলে উৎপন্ন ক্লোরিন জারিত করার মাধ্যমে জীবাণুকে ধ্বংস করে। এ পদ্ধতিকে পানির ক্লোরিনেশন বলা হয়। এক্ষেত্রে পানিতে ট্রিচিং পাউডার যোগ করার পর ছেঁকে নিলে পানি পানযোগ্য হয়।

ফুটালো (Boiling): পানিকে কমপক্ষে 15 থেকে 20 মিনিট ধরে ফুটালে পানি জীবাণুমুক্ত হয়। তবে আর্মেনিকযুক্ত পানি ফুটালে তা আরও ক্ষতিকর হয়।

থিতানো (Sedimentation): এক বালতি পানিতে 1 চামচ ফিটকিরি (K_2SO_4 , $Al_2(SO_4)_3$, $24H_2O$) পুরু যোগ করে আধা ঘণ্টা রেখে দিলে পানির সব অপদ্রব্য থিতিয়ে বালতির তলায় জমা হয়। তারপর উপর থেকে পানি ঢেলে পৃথক করা হয়। এভাবে অন্তর্বর্ষীয় দূষক দূর হয়।

ছাঁকন (Filtration): বর্তমানে বাজারে জীবাণু, আসেনিক ও অন্য দূষক দূর করতে ফিল্টার পাওয়া যাচ্ছে। এই ফিল্টার দিয়ে ছেঁকে নিলে বিশুল্প পানি পাওয়া যায়।



পরীক্ষণ

লিটমাস পেপারের সাহায্যে সরবরাকৃত আপেলের অঙ্গীয় বা ক্ষারীয় প্রকৃতি বিশ্বর্ণ।

মূলনীতি: খাদ্য অঙ্গীয়, ক্ষারীয় বা নিরপেক্ষ প্রকৃতির হতে পারে। যেসব খাদ্য অঙ্গীয় প্রকৃতির তাদের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাস পেপারকে লাল করে। যেসব খাদ্য ক্ষারীয় প্রকৃতির সেগুলোর জলীয় দ্রবণ লাল লিটমাস পেপারকে নীল করে। নিরপেক্ষ প্রকৃতির খাদ্যের জলীয় দ্রবণ লিটমাস পেপারের বর্ণের কোনো পরিবর্তন করে না।

প্রয়োজনীয় যত্নপাতি ও রাসায়নিক দ্রব্য: পেষণ যত্ন, টেস্টটিউব, কাচদণ্ড, ছাঁকন কাগজ, ফানেল, নীল লিটমাস পেপার, লাল লিটমাস পেপার, পাতিত পানি, আপেল কুচি।

কার্য়ধারণা

1. পেষণ যত্নে কয়েকটি আপেল কুচি এবং সামান্য পানি নিয়ে সেটিকে ভালোভাবে পিষে আপেলের পেস্ট তৈরি করো।
2. আপেলের পেস্ট বিকারে নাও।
3. বিকারে 10 mL পাতিত পানি নিয়ে কাচদণ্ডের সাহায্যে আপেলের পেস্টকে পানি দিয়ে ভালোভাবে মিশিয়ে নাও।
4. একার ছাঁকন কাগজ আর ফানেলের সাহায্যে মিশ্রণটিকে ছেঁকে নিয়ে একটি টেস্টটিউবে মিশ্রণের জলীয় অংশটুকু নাও।
5. টেস্টটিউবের জলীয় অংশে একবার নীল লিটমাস পেপার আর একবার লাল লিটমাস পেপার ঢুবাও এবং বর্ণের পরিবর্তন লক্ষ করো।

পর্যবেক্ষণ ও সিদ্ধান্ত

| খাদ্যের নাম | লিটোমাস পেগারের বর্ণের সম্ভাব্য পরিবর্তন | সিদ্ধান্ত |
|-------------|--|------------------------|
| আপেল | নীল লিটোমাস পেগারের বর্ণ লাল হয়েছে কিন্তু লাল লিটোমাসের বর্ণের কোনো পরিবর্তন ঘটেনি। | আপেল অঞ্চীয় প্রকৃতির |
| আপেল | লাল লিটোমাস পেগারের বর্ণ নীল হয়েছে কিন্তু নীল লিটোমাসের বর্ণের কোনো পরিবর্তন ঘটেনি। | আপেল শ্বারীয় প্রকৃতির |

ফলাফল: সঠিকভাবে পরীক্ষাটি করতে পারলে তোমরা দেখবে আপেল অঞ্চীয় প্রকৃতির খাদ্য।



একক কাজ

আপেলের কূচির যেমন পরীক্ষা তুমি করলে একইভাবে ভাত এবং শসার ক্ষেত্রে পরীক্ষা সক্ষমদণ্ড করলে সেখা যাবে ভাত নিরপেক্ষ প্রকৃতির। অর্থাৎ ভাত লাল লিটোমাস এবং নীল লিটোমাসের কোনো বর্ষ পরিবর্তন করে না। শসা শ্বারীয় প্রকৃতির অর্থাৎ শসা লাল লিটোমাসকে নীল করে।



একক কাজ

pH পেপার তৈরি

রঙিন শাকশবজি (যেমন- লালশুকর, লাল বাঁধাকপি, বিট ইত্যাদি) বা রঙিন ফুল (যেমন- রঞ্জিজবা, লাল গোলাপ, ডালিয়া) এর যেকোনো একটি নাও। ছোট ছোট করে কেটে হালকা আঁচে ভাপে সিদ্ধ করো। যে রঙিন নির্যাস পাওয়া যাবে তাতে এক টুকরা ফিল্টার পেপার ঢুবাও। বাতাসে রেখে শুকিয়ে নাও এবং শুকানোর পর চিকন চিকন করে কেটে নাও। তৈরি হয়ে গেল তোমার pH পেপার।

এই পেপার জানা pH মান ভবিষ্যে pH পরিসরের কালার চার্ট তৈরি করো। সবচেয়ে ভালোটি ব্যবহারের জন্য বেছে নাও।



অনুশীলনী



বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

- চুনাপাথরের সাথে লঘু নাইট্রিক এসিড যোগ করলে নিচের কোন হোগতি উৎপন্ন হবে?

(ক) CO_2 (খ) H_2
 (গ) O_2 (ঘ) SO_2
- নিচের কোনটি ক্ষার?

(ক) NaOH (খ) NaCl
 (গ) Na_2SO_4 (ঘ) HCl
- নিচের কোনটির উপস্থিতির জন্য আয়োনিয়া গ্যাসের জলীয় দ্রবণ কারীয় প্রকৃতির হয়?

(ক) NH_4^+ (খ) OH^-
 (গ) NH_3 (ঘ) H_2O
- একটি অজানা ধাতুর সাথে নাইট্রিক এসিডের বিক্রিয়ায় বর্ণিল দ্রবণ উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন দ্রবণটিতে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণ যোগ করলে সাদা বর্ণের অধ্যক্ষেপ উৎপন্ন হয় কিন্তু অধিক পরিমাণ সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণ যোগ করলে তা-ও দ্রবীভূত হয়ে যায়। ধাতুটি-

(ক) কপার (খ) আয়রন
 (গ) লেড (ঘ) জিংক
- ইথানয়িক এসিড দ্রবণের pH -এর মান ৪। pH এর মান বৃদ্ধি করার জন্য এতে যোগ করতে হবে-

(i) আয়োনিয়া দ্রবণ
 (ii) ঘন হাইড্রোক্সেরিক এসিড
 (iii) কঠিন যাণেন্সিয়াম কার্বনেট

নিচের কোনটি সঠিক?

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

৬. কোনটি চুনের পানিকে ঘোলা করে?

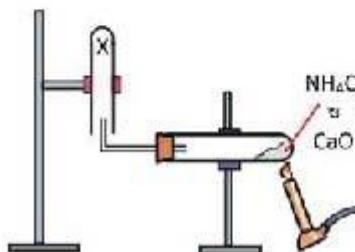
- | | |
|-------------------|-------------------|
| (ক) NO_2 | (খ) CO |
| (গ) SO_2 | (ঝ) CO_2 |



সূজনশীল প্রশ্ন

১. পাশের চিত্র।

- (ক) NO_2 গ্যাসের বর্ণ কী?
- (খ) চুনের পানির pH-এর মান ৭ থেকে বেশি না কম হবে? ব্যাখ্যা করো।
- (গ) 'X' গ্যাসটির জলীয় ত্বরণের একটি রাসায়নিক ধর্ম ব্যাখ্যা করো।
- (ঝ) HCl গ্যাসের মধ্যে 'X' গ্যাস চালনা করলে কী ঘটবে? সমীকরণসহ লেখো।



২. টেক্সটাইল মিল ও ডায়িং শিল্প, রং ও সালফিউরিক এসিডযুক্ত বর্জ্য সরাসরি নিকটস্থ জলাশয়ে ফেলছে। ফলে এই সকল জলাশয়ে জলজ প্রাণীর বসবাসের অনুপযুক্ত হয়ে পড়ছে।

- (ক) তেঁতুলে কোন এসিড থাকে?
- (খ) উকীপকের জলাশয়ে pH মান সকলকে তোমার ধারণা ব্যাখ্যা করো।
- (গ) টেক্সটাইল মিল ও ডায়িং শিল্পের দূষণ নিয়ন্ত্রণ প্লাটে এসিড দূষণ নিয়ন্ত্রণে যৌক্তিক পরামর্শ দাও।
- (ঝ) টেক্সটাইল মিল ও ডায়িং শিল্পের আশপাশে এসিড বৃত্তির সম্ভাবনা বিক্রিয়াসহ বিশ্লেষণ করো।

দশম অধ্যায়

খনিজ সম্পদ: ধাতু-অধাতু

(Mineral Resources: Metals and Non-metals)



নানা বর্ণের খনিজ পাথর।

টিন, লোহা, তামা, সোনা, চিনামাটির তৈরি খালাবাসন, প্রাকৃতিক গ্যাসসহ হাজার হাজার প্রয়োজনীয় সামগ্রী আমরা পারিবারিক জীবন, শিল্পকারখানাসহ বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রতিনিয়ত ব্যবহার করে আসছি। এগুলো মৌলিক, বৌগিক বা বিভিন্ন মৌল ও মৌগের মিশ্রণ হতে পারে। এদের মধ্যে অনেক পদার্থ খনি থেকে পাওয়া যায়। খনিজ সম্পদ কী? কীভাবে খনি থেকে ধাতু ও অধাতু পাওয়া যায়? আবার সেগুলোকে কীভাবে সংরক্ষণ করা যায় বা এগুলো থেকে কীভাবে অন্য কোনো প্রয়োজনীয় সামগ্রী তৈরি করা যায় সেগুলো নিয়েই এ অধ্যায়ে আলোচনা করা হবে।



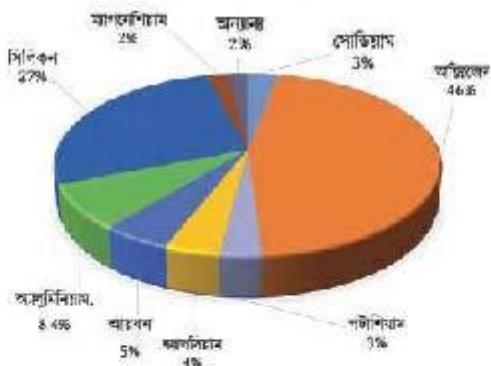
এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা

- খনিজ সংসদের ধারণা দিতে পারব।
- শিলা, খনিজ ও আকরিকের মধ্যে ভুলনা করতে পারব।
- ধাতুসমূহের নিষ্কাশনের উপযুক্ত উপায় নির্ধারণ করতে পারব।
- ধাতুসংকর তৈরির কারণ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- সালফারের উৎস এবং এদের কতিপয় প্রযোজনীয় যৌগ প্রস্তুতের বিক্রিয়া, রাসায়নিক ধর্মের বর্ণনা এবং গৃহে, শিল্পে ও কৃষিক্ষেত্রে তা ব্যবহারের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করতে পারব।
- খনিজ দ্রব্যের সমীমতা, যথাযথ ব্যবহার ও পুনর্ব্যবহারের গুরুত্ব বিশ্লেষণ করতে পারব।
- খনিজ দ্রব্যের ব্যবহারে সতর্কতা এবং সংরক্ষণে আগ্রহ প্রদর্শন করতে পারব।

10.1 খনিজ সম্পদ (Mineral Resources)

খনিজ সম্পদ: আমাদের প্রয়োজনীয় বিভিন্ন ধাতু, অধাতু, উপধাতু বা তাদের বিভিন্ন ঘোষ প্রকৃতিতে মাটি, পানি কিংবা বায়ুমণ্ডল থেকে সংগ্রহ করা হয়। মাটি, পানি বা বায়ুমণ্ডলের যে অংশ থেকে এগুলোকে সংগ্রহ করা হয় তাকে খনিজ বলে। খনিজ কঠিন হতে পারে, যেমন—সোহায় বা তামার খনিজ। তরল হতে পারে, যেমন—পেট্রোলিয়াম বা খনিজ তেলের খনিজ, আবার গ্যাসীয় হতে পারে যেমন—প্রকৃতিক গ্যাসের খনিজ।

আমাদের দেশে প্রচুর পরিমাণ প্রাকৃতিক গ্যাস পাওয়া যায় যা রাস্তার কাজে, যানবাহনের জ্বালানি হিসেবে, বিদ্যুৎ উৎপাদনে বা বিভিন্ন শিল্পকারখানায় কাঁচামাল হিসেবে ব্যবহার করা হচ্ছে। মধ্যপ্রাচ্যের বিভিন্ন দেশে পেট্রোলিয়ামের খনিজ রয়েছে, যা তারা সারা পৃথিবীতে রপ্তানি করছে এবং সমস্ত পৃথিবীর খনিজ তেলের চাহিন পূরণ করছে। দক্ষিণ আফ্রিকাতে রয়েছে সোনা ও ইৰার খনিজ। এছাড়া বিভিন্ন দেশে বিভিন্ন ধরনের খনিজ পাওয়া যায়, যা দেশ তথা সমগ্র পৃথিবীর উন্নয়নে মুখ্য ভূমিকা পালন করছে। কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় এ খনিজগুলোকে একত্রে খনিজ সম্পদ বলা হয়।



চিত্র 10.01: ভূক্তকের প্রধান উপাদান।

10.1.2 শিলা (Rocks)

বিভিন্ন খনিজ পদার্থ মিশ্রিত হয়ে কিছু শক্ত কণা তৈরি হয়, এই শক্ত কণাসমূহ একত্র হয়ে যে পদার্থ তৈরি হয় তাকে শিলা বলে। এসব শিলা যেভাবে তৈরি হয়েছে তার উপর ভিত্তি করে শিলা সাধারণত তিন প্রকার: (i) আঞ্চেয় শিলা, (ii) পাললিক শিলা ও (iii) রূপান্তরিত শিলা

আগের শিলা (Igneous Rock)

আগেরশিলি থেকে যে গলিত পদার্থসমূহের মিশ্রণ বের হয় তাকে ম্যাগমা বলে। ম্যাগমা যখন ঠাণ্ডা হয়ে কঠিন পদার্থে পরিণত হয় তখন তাকে আগের শিলা বলে। যেমন—গ্রানাইট। আগের শিলা থেকে অনেক মূলাবান খনিজ পাওয়া যায়।



চিত্র 10.02: আগের শিলা, পাললিক শিলা এবং বৃপ্তান্তরিত শিলা।

পাললিক শিলা (Sedimentary Rock)

আবহাওয়া ও জলবায়ু ইত্যাদি পরিবর্তনের ফলে বৃক্ষের পানি, বাতাস, কুয়াশা, ঝড় ইত্যাদির কারণে মাটির উপরিভাগের ভূ-ভাক্রের কানামাটি, বালিমাটি ইত্যাদি ধূয়ে কোনো কোনো জায়গায় পলি আকারে জমা হয় তারপরে পলির মধ্যে জমে থাকা কণাগুলো বিভিন্ন স্তরে স্তরে সজ্জিত হয়ে যে শিলা তৈরি হয় তাকে পাললিক শিলা বলে। যেমন—

বেলেগাথর।

বৃপ্তান্তরিত শিলা (Metamorphic Rock)

আগের শিলা, পাললিক শিলা বিভিন্ন তাপ ও চাপে পরিবর্তিত হয়ে নতুন ধরনের যে শিলা তৈরি হয় সেগুলোকে বৃপ্তান্তরিত শিলা বলে। যেমন—কয়লা।

মাটির নিচে শিলার বিভিন্ন স্তর সূচির
প্রক্রিয়া

মাটির নিচে শিলা বিভিন্ন স্তরে সজ্জিত থাকে।



চিত্র 10.03: শিলার বিভিন্ন স্তর।

মাধ্যাকর্ষণ বল, তাপ, চাপ এবং প্রাকৃতিক শক্তির প্রভাবে মাটির নিচে খিলা বিভিন্ন স্তর সৃষ্টি করে।

10.1.3 খনিজ ও আকরিক

খনিজ (Minerals): মাটির উপরিভাগে বা মাটির তলদেশে যেসকল পদার্থ থেকে আমরা প্রয়োজনীয় দ্রবাদি যেমন-বিভিন্ন প্রকার ধাতু বা অধাতু ইত্যাদি সংগ্রহ করে থাকি তাদেরকে খনিজ বলা হয়। যে অঞ্চল থেকে খনিজ উৎপন্ন করা হয় তাকে খনি বলে।

আকরিক (Ores)

যে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু বা অধাতুকে সংগ্রহ বা নিষ্কাশন করা যায় সে সকল খনিজকে আকরিক বলে। যেমন—গ্যালেনা (PbS) থেকে লাভজনকভাবে লেড ধাতু নিষ্কাশন করা যায়, তাই গ্যালেনাকে লেড ধাতুর আকরিক বা লেড ধাতুর খনিজ বলা হয়। বজ্রাইট থেকে লাভজনকভাবে আলুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা যায়। অতএব বজ্রাইটকে আলুমিনিয়ামের আকরিক বা খনিজ বলা হয়। আবার, কানামাটি থেকে লাভজনকভাবে আলুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা যায় না, সেজন্য কানামাটি শুধু আলুমিনিয়ামের খনিজ কিন্তু আকরিক নয়। অতএব, আমরা বলতে পরি আকরিক হলে সেটা অবশ্যই খনিজ হবে কিন্তু খনিজ হলে সেটা আকরিক না ও হতে পারে।

আয়রনের সালফাইডকে আয়রন পাইরাইটস (FeS_2) বলা হয়। আয়রন পাইরাইটস থেকে আয়রন ধাতু নিষ্কাশন করা যায়।

খনিজ সকলদের অবস্থান

আগে মনে করা হতো যে শুধু ভূগর্ভে বা মাটির নিচেই বুঝি খনিজ পদার্থ পাওয়া যায়। এখন আর এ ধারণা সঠিক বলা যায় না। কোনো কোনো খনিজ ভূগর্ভে আবার কোনো কোনো খনিজ ভূগর্ভে পাওয়া যায়। সালফার খনিজ ভূগর্ভে পাওয়া যায়। নেজাকোনার বিজয়পুরে সানা মাটি বা কেউলিন খনিজ ভূগর্ভেই পাওয়া যায়। কর্ণবাজারের সমুদ্রের বালিতে জিরকোনিয়ামের খনিজ জিরকন, আবার লোহার খনিজ হেমাটাইট, আলুমিনিয়ামের খনিজ বজ্রাইট এগুলো অনেক জায়গাতে ভূগর্ভেই পাওয়া যায়। হ্যালোজেনসমূহের খনিজ সমুদ্রের পানিতে পাওয়া যায়।

10.2 ধাতু নিষ্কাশন (Metal Extraction)

যে পদ্ধতিতে আকরিক থেকে ধাতু সংগ্রহ করা হয় তাকে ধাতু নিষ্কাশন বলে। বিভিন্ন ধাতুর ধর্মও বিভিন্ন। সে কারণে সকল ধাতুকে পৃথক করতে নির্দিষ্ট কোনো একটি প্রক্রিয়া নেই। তাই বিভিন্ন

ধাতুর নিষ্কাশন প্রক্রিয়ায় ভিন্নতা থাকে। কিছু কিছু অস্ক্রিয় ধাতু হেমন—সোনা, প্লাটিনাম এগুলোকে কখনো কখনো বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায়। কিন্তু কম বা অধিক স্ক্রিয় ধাতুসমূহের অজ্ঞাইড, সালফাইড, নাইট্রেট, কার্বনেট ও অন্যান্য অনেক প্রকার যৌগ হিসেবে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়, যেমন- ধাতুসমূহের অজ্ঞাইড, সালফাইড, নাইট্রেট, কার্বনেট ও অন্যান্য অনেক প্রকার যৌগ হিসেবে। তাই স্ক্রিয় ধাতুসমূহের যৌগগুলোকে বিজ্ঞাপিত করে বা তড়িৎ বিপ্লবণ প্রক্রিয়ায় তাদের যৌগ থেকে পৃথক করা হয়। ধাতু আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনের অনেকগুলো ধাপ রয়েছে। ধাপগুলো হলো (i) আকরিককে চূর্ণ-বিচূর্ণ করা (ii) আকরিক এর ঘনীকরণ (iii) ঘনীকৃত আকরিককে অজ্ঞাইডে রূপান্তর (iv) ধাতব অজ্ঞাইডকে মুক্ত ধাতুতে রূপান্তর (v) ধাতু বিশুদ্ধিকরণ। তবে একটি নির্দিষ্ট ধাতুর জন্য সব সময় সবগুলো ধাপ প্রযোজ্য নয়। প্রত্যেকটি ধাতুর ধর্মের উপর ভিত্তি করেই সেই ধাতুর জন্য প্রযোজ্য ধাপগুলো ব্যবহার করতে হবে। নিচে বিভিন্ন ধাপ সংক্ষেপে আলোচনা করা হলো।

(i) আকরিককে চূর্ণ-বিচূর্ণ করা

সাধারণত খনি থেকে যে আকরিককে উত্তোলন করা হয় তা যদি বড় এবং কঠিন শিলাখণ্ড হয় তবে এই কঠিন শিলাকে চূর্ণ-বিচূর্ণ করা হয়। প্রথমে শিলাখণ্ডকে জো ঝাশারের সাহায্যে ছোট ছোট টুকরায় পরিণত করা হয় এবং তারপর বল ঝাশারের সাহায্যে আকরিকের ছোট ছোট টুকরাকে মিহি দানায় বা পাউডারে পরিণত করা হয়।

(ii) আকরিক এর ঘনীকরণ

সাধারণত যে আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন করা হবে সেই আকরিক ব্যতীত অন্যান্য কিছু পদার্থ আকরিকের সাথে মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। আকরিকের সাথে মিশ্রিত থাকা এসব পদার্থকে অপ্রত্যয় বা খনিজমল বলে। কাজেই আকরিককে যখন চূর্ণ-বিচূর্ণ করে পাউডারের দানায় পরিণত করা হয় তখনে সেই পাউডার দানার মধ্যে বিভিন্ন অপ্রত্যয় বা খনিজমল থাকে। যেমন—বক্সাইট আকরিককে খনি থেকে তোলার সময় বক্সাইট আকরিকের সাথে খনিজমল হিসেবে বালি মিশ্রিত থাকে। এই খনিজমলসমূহকে দূর করে বিশুদ্ধ আকরিক পাওয়ার জন্য যে পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয় তাকে আকরিকের ঘনীকরণ বলা হয়। আকরিকের ঘনীকরণের জন্য বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। যেমন: হাইড্রোলাইটিক পদ্ধতি, চৌম্বকীয় পৃথক্কীকরণ, ফেনা ভাসমান পদ্ধতি, রাসায়নিক পদ্ধতি ইত্যাদি।



চিত্র 10.04: জো ঝাশার।

হাইড্রোলাইটিক পদ্ধতি (Hydrolytic Method)

এ পদ্ধতিটি সাধারণত ব্যবহৃত হয় অক্সাইড আকরিকের ফেনে। অক্সাইড আকরিকের কণাগুলো ভারী হয়। আর এতে থাকা অপম্ববাগুলো কিন্তু তুলনামূলক হালকা হয়। এই পদ্ধতিতে ১টি কঙ্খমান হেলানে খাঁজকাটা টেবিলের মধ্যে আকরিককে ঢালা হয়, এই আকরিকের উপর দিয়ে পানি প্রবাহিত করা হয়। এতে ভারী আকরিক ঘনীভূত হয়ে খাঁজের মধ্যে পড়ে থাকে এবং হালকা খনিজমলসমূহ পানির প্রবাহে পৌত হয়ে চলে যায়। এভাবে আকরিক থেকে খনিজমলসমূহ চলে যাবার পর আকরিক গাঢ় হয়।

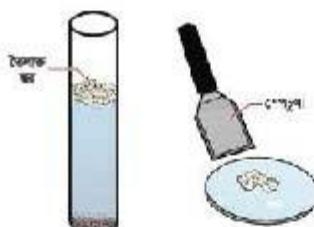
ফেনা ভাসমান পদ্ধতি (Froth Floatation Method)

এ পদ্ধতিতে সালফাইড আকরিকগুলোকে ঘনীভূত করা হয়। একটি বড় ট্যাঙ্কে আকরিক নিয়ে এর মধ্যে পানি দেওয়া হয়, তারপর এর মধ্যে অল্প অল্প করে তেল যোগ করা হয়। এরপর এই মিশ্রণের মধ্যে বায়ুপ্রবাহ চালনা করলে সালফাইড আকরিকগুলো তেলে ঘনীভূত হয় এবং ফেনার আকরে ভেসে উঠে। ফেনাসহ আকরিক পৃথক করে নেওয়া হয় এবং খনিজমল পাত্রের তলায় পড়ে থাকে।

তেল ফেনা ভাসমান প্রণালির পরীক্ষা

উপকরণ: বালি, কেরোসিন, স্পেচুলা, তরল/গুড়া সাবান, ওয়াচ প্লাস, ছিপিসহ একটি বড় টেস্টটিউর, চেলকোপাইরাইট, গ্যাসেনা বা হেমাটাইট আকরিক গুঁড়ো

- টেস্টটিউবের মুখে ছিপি লাগিয়ে ঝাঁকাও। বালি এবং খনিজ কি পৃথক হয়েছে?
- টেস্টটিউবে একটু তরল/গুড়া সাবান এবং কয়েক ফোটা কেরোসিন যোগ করো।
- টেস্টটিউবের মুখে ছিপি লাগিয়ে পুনরায় ভালো করে ঝাঁকাও।
- স্পেচুলা দিয়ে কিছুটা ফেনা ওয়াচ প্লাস দিয়ে পরীক্ষা কর এতে খনিজ আছে কি না?
- বালি তলানিতে পড়ে থাকে কিন্তু খনিজ টেস্টটিউবের উপরের অংশে ভাসমান থাকে।

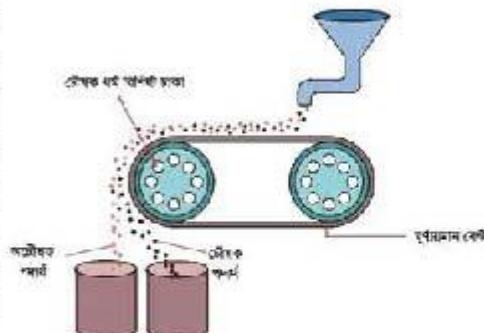


চিত্র 10.05: তেল ফেনা ভাসমান প্রণালি।

চৌম্বকীয় পৃথকীকরণ পদ্ধতি

যখন খনিজমল বা আকরিক এদের মধ্যে যেকোনো একটি চৌম্বক ধারা আকর্ষিত হয় তখন এই পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। এ পদ্ধতিতে চূর্ণীকৃত আকরিককে একটি ঘূর্ণায়মান বেল্টের উপর দিয়ে চালনা করা হয়। বেল্টটি চিনের মতো দুইটি ধাতব চাকার সাহায্যে ঘোরে। এই ধাতব চাকা দুইটির একটি চৌম্বক

ধর্ম বিশিষ্ট। এই চুম্বক দ্বারা আকর্ষিত হয়ে খনিজমালযুক্ত আকরিকের চৌম্বক অংশটি চুম্বক ধর্ম বিশিষ্ট ঢাকার নিচে এবং কাছে স্থপ আকারে জমা হয়। অনন্দিকে অচৌম্বক অংশটি একটু দূরে ঢিগ্রের মতো জমা হয়। ফলে আকরিক খনিজমাল থেকে পৃথক হয়ে যায়। ক্রোমাইট $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, বুটাইল TiO_2 এর মতো চৌম্বকধর্ম বিশিষ্ট আকরিক থেকে খনিজমাল অপসারণ করার জন্য চুম্বকীয় পৃথকীকরণ পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়।



চিত্র 10.06: চৌম্বকীয় পৃথকীকরণ।

রাসায়নিক পদ্ধতি

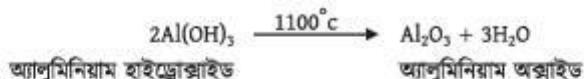
যে সকল ক্ষেত্রে কোনো পদার্থ আকরিক বা খনিজমালের থেকেনো একটির সাথে বিক্রিয়া করে কিন্তু অন্যটির সাথে বিক্রিয়া করে না সে সকল ক্ষেত্রে আকরিক থেকে খনিজমাল অপসারণ করার জন্য রাসায়নিক পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। যেমন- বক্সাইট থেকে অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড পার্বার জন্য রাসায়নিক পদ্ধতি প্রয়োগ করা হয়। বক্সাইটের সাথে আয়রন অক্সাইড, টাইটেনিয়াম অক্সাইড, বালি ইত্যাদি খনিজমাল মিশ্রিত থাকে। বক্সাইটের মধ্যে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) যোগ করে উৎপন্ন করলে বক্সাইটের ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) সাথে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) বিক্রিয়া করে সোডিয়াম অ্যালুমিনেট (NaAlO_2) ও পানি তৈরি হয়।



গরম সোডিয়াম অ্যালুমিনেটকে পানির সাথে বিক্রিয়া করালে অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইড এবং সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড পানিতে জ্বরীভূত থাকে এবং অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইড পাত্রের নিচে তলানি আকারে অধর্ঘন্ধিত হয়।



অ্যালুমিনিয়াম হাইড্রোক্সাইডকে পৃথক করে এনে তাকে 1100°C তাপমাত্রায় উৎপন্ন করলে বিশুद্ধ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড এবং পানি উৎপন্ন হয়।



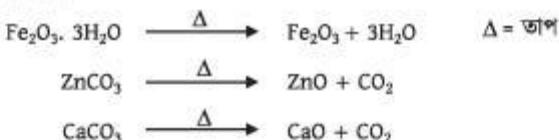
উপরের প্রক্রিয়ায় বৰুইট আকরিকের ঘনীকরণ করে বিশুষ্ক আলুমিনিয়াম অক্সাইড পাওয়া যায়।

(iii) ঘনীভূত আকরিককে অক্সাইডে রূপান্তর

ঘনীভূত আকরিককে ভস্মীকরণ বা তাপজ্ঞারণ পদ্ধতিতে ধাতুর অক্সাইডে পরিণত করা হয়।

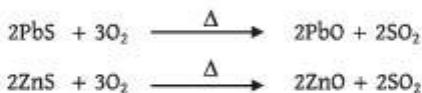
আকরিকের ভস্মীকরণ (Calcination of Ores)

আকরিকে উপস্থিত ধাতুকে বিজ্ঞারিত করে পৃথক করার আগে ঘনীভূত আকরিককে গলনাঙ্কের চেয়ে কম তাপমাত্রায় বাতাসের অনুপস্থিতিতে উত্পন্ন করা হয়। এই প্রক্রিয়াকে ভস্মীকরণ বলে। ভস্মীকরণের ফলে আকরিক থেকে পানিসহ কার্বনেট, বাইকার্বনেট, হাইড্রোক্সাইড জাতীয় কিছু অপদ্রব্য কার্বন ডাই-অক্সাইড কিংবা পানি হিসেবে দূরীভূত হয়। এ সকল অপদ্রব্য দূর না করলে পরবর্তীতে এগুলো দূর করা কঠিন।



আকরিকের তাপজ্ঞারণ

সাধারণত সালফাইড আকরিকের তাপজ্ঞারণ করা হয়। সালফাইড আকরিককে গলনাঙ্কের চেয়ে কম তাপমাত্রায় বাতাসের উপস্থিতিতে উত্পন্ন করা হয়। এর ফলে সালফাইড, ফসফরাস, আসেনিক ইত্যাদি উদ্বায়ী খনিজমল অক্সাইড হিসেবে দূরীভূত হয়।



(iv) ধাতব অক্সাইডকে মুক্ত ধাতুতে রূপান্তর

আকরিককে ভস্মীকরণ বা তাপজ্ঞারণ করায় যে ধাতব অক্সাইড পাওয়া যায় তাদেরকে বিজ্ঞারিত করলে ধাতু পাওয়া যায়। বিভিন্নভাবে এ বিজ্ঞারণ সম্পন্ন করা যায়, যেমন- তড়িৎ- বিশ্লেষণের মাধ্যমে বিজ্ঞারণ, কার্বন বিজ্ঞারণ পদ্ধতি, স্ববিজ্ঞারণ ইত্যাদি। ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজে তাদের অবস্থাসের উপর কোন পদ্ধতিতে বিজ্ঞারণ সম্পন্ন করা হবে তা নির্ভর করে। তোমরা যেন সহজে সেটা বুঝতে পারো তার জন্য নিচের ছকটি দেওয়া হলো।

টেবিল 10.01: ধাতুর সক্রিয়তা সিরিজ।

| সক্রিয়তা সিরিজে ধাতুর অবস্থান | ধাতু | বিজ্ঞারণের পদ্ধতি |
|---|------|---|
| বেশি সক্রিয় ধাতুসমূহ যাদের অবস্থান সক্রিয়তা সিরিজের উপরের দিকে। | K | তড়িৎ বিপ্লবশের মাধ্যমে বিজ্ঞারণ ঘটানো হয়। |
| | Na | |
| | Ca | |
| | Mg | |
| | Al | |
| মধ্যম মানের সক্রিয় ধাতুসমূহ যাদের অবস্থান সক্রিয়তা সিরিজের মাঝে। | Zn | কার্বন বিজ্ঞারণ পদ্ধতিতে বিজ্ঞারণ ঘটানো হয়। |
| | Fe | |
| | Pb | |
| কম সক্রিয় ধাতুসমূহ যাদের অবস্থান সক্রিয়তা সিরিজের নিচের দিকে। | Cu | স্ববিজ্ঞারণ পদ্ধতিতে বিজ্ঞারণ ঘটানো হয়। |
| | Hg | |
| | Ag | |
| প্রায় অসক্রিয় ধাতু যাদের অবস্থান সক্রিয়তা সিরিজের একেবারে নিচে। | Pt | বিশুল্প অবস্থায় পাওয়া যায়। |
| | Au | |

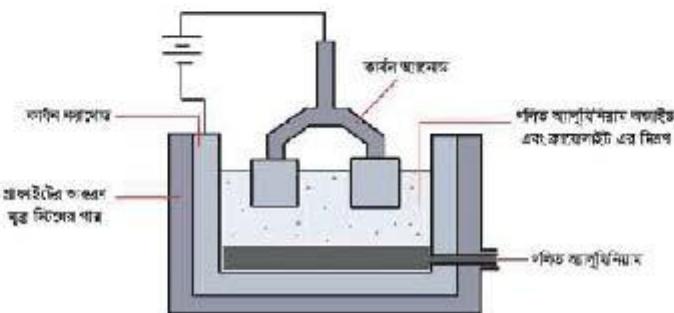
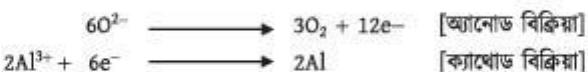
তড়িৎ বিপ্লবশের মাধ্যমে বিজ্ঞারণ (Reduction by Electrolysis): সক্রিয়তা সিরিজে প্রদর্শিত উপরের দিকে অবস্থিত অধিক সক্রিয় ধাতু K, Na, Ca, Mg, Al ইত্যাদি ধাতুসমূহের জন্য তড়িৎ বিপ্লবশের মাধ্যমে বিজ্ঞারণ সম্ভব করা হয়। নিচে আলুমিনিয়ামের অক্সাইড থেকে তড়িৎ বিপ্লবণ পদ্ধতি প্রয়োগ করে আলুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন পদ্ধতি বর্ণনা করা হলো।

এই পদ্ধতিতে প্রথমে কঠিন আলুমিনিয়াম অক্সাইডকে গলিয়ে তরল করতে হবে। আলুমিনিয়াম অক্সাইড 2050°C তাপমাত্রায় গলে যায়। এত বেশি তাপমাত্রা তৈরি করা অভ্যন্তর কঠিন কাজ। যদি আলুমিনিয়াম অক্সাইড এর মধ্যে ফ্রায়োলাইট (Na_3AlF_6) যোগ করা হয়, তাহলে আলুমিনিয়াম অক্সাইড $800^{\circ}\text{C}-1000^{\circ}\text{C}$ তাপমাত্রায় গলে যায়। গলিত Al_2O_3 এর মধ্যে Al^{3+} এবং O^{2-} আয়ন থাকে।



ফ্রায়োলাইট কার্বন এর আস্তরণযুক্ত একটি স্টিলের পাত্রের মধ্যে গলিত আলুমিনিয়াম অক্সাইড এবং ফ্রায়োলাইট এর মিশ্রণ নেওয়া হয় এবং এর মধ্যে কয়েকটি কার্বন দণ্ড এমনভাবে প্রবেশ করানো হয় যাতে এটি স্টিলের পাত্রকে স্পর্শ না করে। এবার স্টিলের পাত্রকে ব্যাটারির ঝাগাঝাক হান্তের সাথে

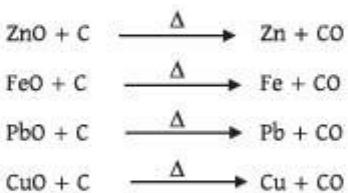
এবং কার্বন দণ্ডগুলোকে ব্যাটারির ধনাঞ্চক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। বিদ্যুৎ প্রবাহের সাথে সাথে তড়িৎ বিপ্লবণ শুরু হয়। তড়িৎ বিপ্লবণকালে O^{2-} আনোডে ইলেক্ট্রন ভ্যাগ করে O_2 গ্যাস তৈরি করে এবং দ্রবণে বিদ্যুমান Al^{3+} ক্যাথোড থেকে ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে Al ধাতুতে পরিণত হয়।



চিত্র 10.07: তড়িৎ বিপ্লবণের পদ্ধতিতে আলুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন।

কার্বন বিজ্ঞারণ পদ্ধতি (Method of Carbon Reduction)

ধাতব অক্সাইড এর সাথে কার্বনকে উত্পন্ন করে ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। যেমন: ZnO থেকে Zn ধাতু, FeO থেকে Fe ধাতু, PbO থেকে Pb ধাতু কিংবা CuO থেকে Cu ধাতুকে এই পদ্ধতিতে নিষ্কাশন করা হয়।



এই পদ্ধতিকে বলা হয় কার্বন বিজ্ঞারণ পদ্ধতি। সক্রিয়তা সিরিজে প্রদর্শিত মধ্যম মানের সক্রিয় ধাতুসমূহকে এ পদ্ধতিতে বিজ্ঞারণ ঘটানো হয়।



একক কাজ

শিক্ষার্থীর কাজ: লেড বা সিসার অক্সাইড থেকে ধাতব লেড নিষ্কাশন।

উপকরণ: হলুদ বর্ণের লেড অক্সাইড, এক টুকরা সাদা কাগজ, বুনসেন বার্নার/স্পিরিট ল্যাঙ্ক, দিয়াশলাইয়ের কাঠি।

সতর্কতা: লেড, লেড অক্সাইড ও এর বাক্স বিষাক্ত পদার্থ। একে খালি হাতে স্পর্শ করবে না।
এর বাক্স শুস্থ-প্রশ্নাসের সাথে টেনে নিবে না।

পদ্ধতি (i) প্রথমে বার্নারের শিখাটি ছেট করে নাও।

- একটি দিয়াশলাইয়ের কাঠি এমনভাবে পোড়াও যেন বারুদের কোনো অবশেষ না থাকে।
- দিয়াশলাইয়ের কাঠির কয়লা হয়ে যাওয়া অংশটি পানিতে ভিজিয়ে একটু লেড অক্সাইড মুক্ত করো।
- দিয়াশলাইয়ের কাঠির লেড অক্সাইড মুক্ত মাখাটি বার্নারের আগুনে ধরো এবং উজ্জ্বল ধূসর বর্ণের পলিত লেডের ছেট বিন্দু সৃষ্টি হয় কি না তা লক্ষ করো।
- দিয়াশলাইয়ের কাঠিটি ঠাণ্ডা হতে দাও। একে একটি সাদা কাগজের উপরে রেখে লেড কণা ঝুঁজে বের করো। প্রয়োজনে একটি আতঙ্গি কাচ (লেস) ব্যবহার করো। পর্যবেক্ষণে যদি লেড না পাওয়া যায় তাহলে ii-v খাপের কাজগুলো পুনরায় করো।

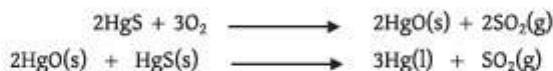
মন্তব্য কর:

- দিয়াশলাইয়ের কাঠির পোড়া অংশটি পানিতে ভেজানোর কারণ ব্যাখ্যা করো।
- এতে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া হয়েছে কি? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।
- সিসা বা লেড মুক্ত করার জন্য প্রয়োজনীয় কার্বন কোথা থেকে এলো?
- কথায় ও আণবিক সংকেতে ব্যবহার করে বিক্রিয়াটির রাসায়নিক সমীকরণ লিখ।
- কপার, আয়রন বা জিংক অক্সাইড নিয়ে পরীক্ষাটি করলে একই রকম ফল পাওয়া যাবে কি? তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি দাও।

স্ববিজ্ঞাপন (Auto-Reduction): সক্রিয়তা সিরিজে অবস্থিত নিচের দিকে অবস্থিত কম সক্রিয় ধাতু Cu, Hg, Ag ধাতুসমূহের অক্সাইড এর ক্ষেত্রে কোনো বিজ্ঞারক যোগ না করে শুধু উত্তৃত করেও বিজ্ঞারণ ঘটানো হয়। উদাহরণ হিসেবে মার্কারিন আকরিককে এভাবে বিজ্ঞারিত করা যায়:



বা,



(v) ধাতু বিশুদ্ধিকরণ

উপরে উল্লেখিত বিজ্ঞারণ পদ্ধতিসমূহের মাধ্যমে প্রাপ্ত ধাতুসমূহ সক্রূরূপে বিশুদ্ধ হয় না। এতেও উল্লেখযোগ্য পরিমাণ অপ্রচ্ছা থেকে যায়। এ অপ্রচ্ছা দূর করতে বিভিন্ন পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়।

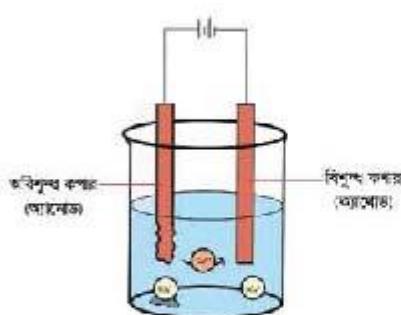
বিগালক ঘোগ করার পদ্ধতি: উচ্চ তাপমাত্রায় কার্বন বিজ্ঞারণ পদ্ধতিতে প্রাপ্ত ধাতুর মধ্যে কিছু খনিজমল দ্রবীভূত থাকতে পারে। এই খনিজমল অপসারণ করার জন্য যে পদার্থ ঘোগ করা হয় তাকে বিগালক বলে। খনিজমল ক্ষারকীয় হলে এসিডিক বিগালক (SiO_2) ঘোগ করা হয় এবং খনিজমল এসিডিক হলে তার মধ্যে ক্ষারকীয় বিগালক (CaO) ঘোগ করা হয়। বিগালক এবং খনিজমল একত্র হয়ে ধাতুর মল বা ধাতুমল তৈরি হয়। ধাতুর মল গলিত ধাতুতে দ্রবীভূত হয় না বলে উপর থেকে ধাতুমলকে গলিত ধাতু থেকে আলাদা করে ফেলা হয়। বিগালন প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত ধাতু বিশুদ্ধ নয়। এই অবিশুদ্ধ ধাতুকে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি প্রয়োগ করে ধাতু বিশুদ্ধ করা হয়। নিচে ধাতু বিশুদ্ধিকরণের জন্য তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি আলোচনা করা হলো।

তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ধাতুর বিশোধন: তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে ধাতুর বিশোধনে অবিশুদ্ধ ধাতুকে অ্যানোড এবং বিশুদ্ধ ধাতুর একটি পাতকে ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষ্য হিসেবে যে ধাতুকে বিশুদ্ধ করতে হবে তার লবণের দ্রবণকে ব্যবহার করা হয়। যখন তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করা হয় তখন অ্যানোড থেকে ধাতুর পরমাণু ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে আয়ন হিসেবে দ্রবণে প্রবেশ করে। অপরদিকে, ধাতুর আয়ন ইলেক্ট্রন প্রহণ করে বিশুদ্ধ ধাতু হিসেবে ধাতবদ্ধতে জমা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে কপার ধাতু ও অন্যান্য ধাতু বিশোধন করা হয়। নিচে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে কপার ধাতুর বিশুদ্ধিকরণ বর্ণনা করা হলো।

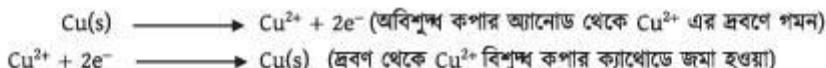
তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতিতে কপার ধাতুর বিশুদ্ধিকরণ: বিজ্ঞারণ প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত কপার ধাতু ৭৪% বিশুদ্ধ। একে তড়িৎ বিশোধন পদ্ধতি প্রয়োগ করে ৯৯.৯% বিশুদ্ধ কপার ধাতু তৈরি করা যায়। একেত্রে CuSO_4 এর জলীয় দ্রবণ একটি পাত্রে নেওয়া হয়। এই পাত্রে যে ধাতবদ্ধতকে বিশুদ্ধ করতে হবে সেই অবিশুদ্ধ কপারদ্ধতকে ব্যাটারির ধনাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। এটি আনোড হিসেবে ৫০ কাজ করে। একটি বিশুদ্ধ কপার দণ্ডকে ঐ ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। এটি

ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে।
সাধারণত, অবিশুধ কপার দণ্ড মোটা
থাকে এবং বিশুধ কপার দণ্ড পাতলা
থাকে।

এবার ব্যাটারির সাহায্যে দ্রবণের মধ্যে
তড়িৎ প্রবাহিত করলে আবেগোড হিসেবে
ব্যবহৃত অবিশুধ কপার দণ্ড থেকে
 Cu^{2+} আয়ন হিসেবে দ্রবণে ঢলে যায়
এবং দ্রবণ থেকে Cu^{2+} বিশুধ কপার
দণ্ডে জমা হয়। এক্ষেত্রে আনোডের
জারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং
ক্যাথোডের বিজ্ঞারণ বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়।



চিত্র 10.08: তড়িৎ বিদ্রোহণের সাহায্যে অবিশুধ কপার
বিশোধন।

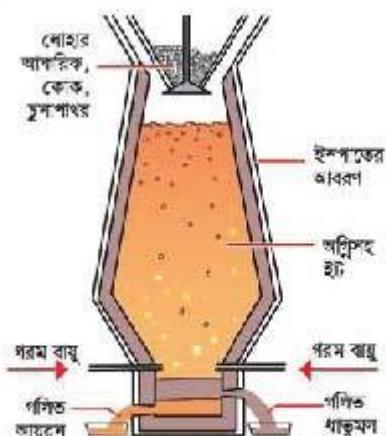
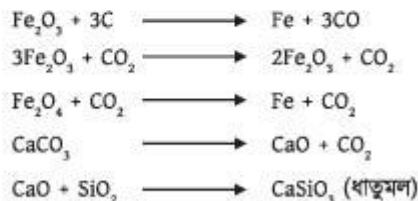


আয়রণ নিষ্কাশন প্রক্রিয়া:

আয়রণ একটি গুরুত্বপূর্ণ ধাতু। আয়রণ এর গুরুত্বপূর্ণ
আকরিক হলো হেমাটাইট Fe_2O_3 । প্রধানত: তিনটি
ধাপে যেমন-

- (1) গাঢ়ীকরণ, (2) ভস্মীকরণ/ তাপজ্ঞারণ ও
- (3) বিগলন দ্বারা ব্যাত্যাছিল্পিতে লৌহ নিষ্কাশন করা
হয়। চিত্র 10.09

এই প্রক্রিয়তে একাধিক রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে:



চিত্র 10.09: বাত্যা চুল্লিতে আয়রণ নিষ্কাশন।



দলীয় কাজ

১. সোডিয়াম ক্রোরাইডের গলনাঙ্ক 801°C । সোডিয়াম ক্রোরাইড 40-42% এবং ক্যালসিয়াম ক্রোরাইড 58-60% মিশ্রণের গলনাঙ্ক প্রায় 600°C । উপর্যুক্ত বিষয়টি বিবেচনায় নিয়ে সোডিয়াম ধাতু নিষ্কাশনের একটি কৌশল বর্ণনা করো। এ জন্য যে বিষয়সমূহ তুমি বিবেচনা করবে তা হলো:

- বিগলনের খরচ
- মিশ্রণ ব্যবহার করলে সোডিয়াম ও ক্যালসিয়াম উভয় ধাতু একত্রে মুক্ত হবে কি না?
- বিক্রিয়া উৎপাদনসমূহের পরিবেশ দূষণ।

২. আলুমিনিয়াম অক্সাইডের গলনাঙ্ক 2050°C । আলুমিনিয়াম অক্সাইড এবং ক্রায়োলাইট Na_3AlF_6 মিশ্রণের গলনাঙ্ক $800-1000^{\circ}\text{C}$ এর মধ্যে। উপর্যুক্ত বিষয়টি বিবেচনায় নিয়ে আলুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশনের একটি কৌশল বর্ণনা করো। এ জন্য যে বিষয়সমূহ তুমি বিবেচনা করবে তা হলো:

- বিগলনের খরচ
- মিশ্রণ ব্যবহার করলে সোডিয়াম ও আলুমিনিয়াম উভয় ধাতু একত্রে মুক্ত হবে কি না?
- বিক্রিয়া উৎপাদনসমূহের পরিবেশ দূষণ।

৩. কপার নিষ্কাশনের সময় উপজাত গ্যাস পরিবেশের কী ক্ষতি করবে? এ ক্ষতি (এসিড বৃষ্টি) থেকে পরিত্রাণের উপায় ব্যাখ্যা করো। পরিবেশের ক্ষতি প্রতিরোধ করে এই উপজাত গ্যাসকে লাভজনক কাজ ব্যবহার উপায় সঞ্চারে তোমার মতামত দাও।

| ধাতু | আকরিক | নিষ্কাশনের বিক্রিয়া | অস্ত্রব্য |
|-------------|--|----------------------|-----------|
| মার্করি | সিল্বার HgS | | |
| জিঙ্ক | জিঙ্ক প্রাইট ZnS | | |
| | ক্যালামাইন ZnCO_3 | | |
| লেড | গ্যালেনা PbS | | |
| আরাম | ম্যাগনেটাইট Fe_3O_4 | | |
| | হেয়াটাইট Fe_2O_3 | | |
| | লিমোনাইট $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ | | |
| কপার | কপার পাইরোইট CuFeS_2 | | |
| | চালকোসাইট Cu_2S | | |
| আলুমিনিয়াম | বক্সাইট $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ | | |
| সোডিয়াম | সাধরের পানি NaCl | | |
| ক্যালসিয়াম | চূনাপাথর CaCO_3 | | |

৪. চিত্রটি লক্ষ করো এবং প্রাণ্গুলোর উপর দাও।

চুলিতে সংঘটিত সম্ভাব্য বিক্রিয়াসমূহ ভাষায় ও আণবিক সংকেতের সাহায্যে লিখ। বিবেচনা করবে: আকরিকের সাথে খনিজমল হিসেবে সিলিকন ডাই-অক্সাইড উপস্থিত আছে; বিক্রিয়ার উৎপাদ বিক্রিয়ার উপস্থিত অন্যান্য বিক্রিয়ক বা উৎপাদের সাথে বিক্রিয়া করতে পারে।

৫. টেবিলে উপস্থাপিত আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনের সম্ভাব্য বিক্রিয়া টেবিলে উপস্থাপন করো। তোমার উত্তরের পক্ষে যুক্তি মন্তব্য কলামে উপস্থাপন করো।

10.3 নির্বাচিত সংকর ধাতু (Selected Alloys)

কঙগুলো ধাতুকে একজে গলানোর পর গলিত মিশ্রণকে ঠাণ্ডা করলে যে ধাতু মিশ্রণ পাওয়া যায় তাকে সংকর ধাতু বলা হয়। প্রিটপূর্ব 5000 থেকে প্রিটপূর্ব 3000 পর্যন্ত সময়কালকে তাত্ত্বিক বলা হয়। কারণ এই সময়ে তামা দিয়ে মানুষ গয়না, অন্ত এবং যজ্ঞপাতি তৈরি করত। কিন্তু তামা নরম ধাতু বিধায় এই ধাতু দিয়ে যে অন্ত এবং যজ্ঞপাতি তৈরি করা হতো তা বেশি দিন কার্যকর থাকত না। সেজন্য সেই প্রাচীনকালেই মানুষ গলিত কপারের সাথে গলিত টিন মিশিয়ে মিশ্রণকে ঠাণ্ডা করে ত্রোজ তৈরি করেছিল। ত্রোজ মূলত একটি সংকর ধাতু। কোনো গরম গলিত ধাতুর মধ্যে অন্য কোনো গরম গলিত ধাতু বা অধাতু মিশিয়ে সেই মিশ্রণকে ঠাণ্ডা করলে যে কঠিন পদার্থ পাওয়া যায় তাকে বলা হয় সংকর ধাতু। প্রাচীনকালের মানুষদের সংকর ধাতু ত্রোজ আবিষ্কার ছিল একটি যুগান্তকারী ঘটনা। প্রিটপূর্ব 3000 থেকে 1000 পর্যন্ত সময়কালকে বলা হয় ত্রোজ যুগ। এই সময় ত্রোজ ধারা বিভিন্ন অন্ত এবং যজ্ঞপাতি তৈরি করা হতো। বিভিন্ন যজ্ঞপাতি তৈরি করতে ধাতুর চেয়ে সংকর ধাতু বেশি উপযোগী। লোহা এবং কার্বন মিশিয়ে স্টিল নামক সংকর ধাতু তৈরি করা হয়। ছুরি, কাঁচ, রেলের ঢাকা, রেললাইন, জাহাজ, কৃষি যজ্ঞপাতি ইত্যাদি স্টিল ধারা তৈরি করা হয়। আবার গরম গলিত লোহার মধ্যে গলিত কার্বন, নিকেল ও ক্রোমিয়াম মিশিয়ে যে সংকর ধাতু তৈরি হয় তাকে স্টেইনলেস স্টিল বলে। হাসপাতালে ডাক্তাররা যে ছুরি বা কাঁচ ব্যবহার করে তা স্টেইনলেস স্টিলের তৈরি। গলিত কপার এবং গলিত ভিংক একজে মিশিয়ে পিতল নামক সংকর ধাতু তৈরি হয়। বৈদ্যুতিক সুইচ, পাতিল ইত্যাদি তৈরিতে পিতল ব্যবহৃত হয়। কপার ও টিন মিশিয়ে সংকর কাঁসা বা ত্রোজ তৈরি হয়। ধালাবাসন, প্লাস ইত্যাদি তৈরিতে ত্রোজ ব্যবহৃত হয়। অ্যালুমিনিয়াম, কপার,

ম্যাগনেসিয়াম, ম্যাঞ্জানিজ ও লোহার মিশ্রণে ডুরালমিন নামক সংকর ধাতু তৈরি করা হয়। এটি উড়োজাহাজের বড় তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

টেবিল ৮.০২: বিভিন্ন সংকর ধাতু ও তার ব্যবহার

| ধাতু সংকর | উপাদান ও সংযুক্তি | ব্যবহার |
|--|---|---|
| স্টিল | লোহা 99% কার্বন 1% | রেলের চাকা ও লাইন, ইঞ্জিন, জাহাজ, যানবাহন, ক্রেন, মুক্তাক্ষ, ছুরি, কাঁচি, ঘড়ির স্ট্রিং, চুম্বক, কৃষি যন্ত্রপাতি ইত্যাদি। |
| মরিচাবিহীন ইস্পাত (স্টেইনলেস স্টিল) | লোহা 74% ক্রেমিয়াম 18% নিকেল 8% | ছুরি, কাঁচি চামচ, পাকঘরের সিঙ্ক, রসায়ন শিল্পের বিক্রিয়া পাত্র, অঙ্গোপচারের যন্ত্রপাতি ইত্যাদি। |
| পিতল (ব্রাস) | কপার 65% জিঙ্ক 35% | অলংকার, কলকবজ্জ্বার বিমারিং, বৈদ্যুতিক সুইচ, দরজার হাতল, ডেকচি পাতিল ইত্যাদি। |
| কাঁসা (ব্রোজ) | কপার 90% চিন 10% | ধাতু গলানো যন্ত্রাংশ, থালা, প্লাস ইত্যাদি। |
| ডুরালমিন | আলুমিনিয়াম 95% কপার 4% ম্যাগনেসিয়াম, ম্যাঞ্জানিজ ও লোহা 1% | উড়োজাহাজের বড়, বাইসাইকেলের পার্টস ইত্যাদি। |
| 24 ক্যারেট স্বর্ণ | স্বর্ণ 100% | ডেভিসিট, মুদ্রা, ইলেক্ট্রনিক সংযোগ। |
| 22 ক্যারেট স্বর্ণ | স্বর্ণ 91.67% কপার এবং অন্যান্য ধাতু 8.33% | অলংকার। |
| 21 ক্যারেট স্বর্ণ | স্বর্ণ 87.5% কপার এবং অন্যান্য ধাতু 12.5% | অলংকার। |

তোমরা এতক্ষণ জানলে বিভিন্ন ধাতু একত্রে মিশিয়ে সংকর ধাতু তৈরি করা হয়। এই সংকর ধাতু তৈরিতে সকল ধাতুকে সমান পরিমাণে মেশানো হয় না। সংকর ধাতুর মধ্যে একটি ধাতুকে প্রধান ধাতু এবং অন্য এক বা একাধিক পদার্থ ধাতুকে অপ্রধান ধাতু বা অধাতু। যেমন—পিতলের মধ্যে প্রধান ধাতু কপার ধাতুকে 65% এবং জিঙ্ক 35% ধাতুকে। প্রধান ধাতুর নাম অনুসারে সংকর ধাতুর নামকরণ করা হয়। নথ-৩২, রসায়ন-১২-১০ম শ্রেণি

হয়। যেমন- স্টিলের মধ্যে লোহা প্রধান ধাতু এবং কার্বন অপ্রধান অধাতু। স্টিলে লোহা থাকে 99% এবং কার্বন থাকে 1% এজন্য স্টিলকে লোহার সংকর ধাতু বলা হয়। অনুরূপভাবে, কাঁসার মধ্যে প্রধান ধাতু কপার থাকে 90%, টিন থাকে 10%। এজন্য কাঁসা কপারের সংকর ধাতু। আবার, পিতলে প্রধান ধাতু কপার থাকে 65% এবং অপ্রধান ধাতু জিংক থাকে 35%। এজন্য পিতলও কপারের সংকর ধাতু। কপারের দুইটি সংকর ধাতু আছে, যথা- পিতল (ত্রাস) ও কাঁসা (ব্রোজ)।

10.4 কতিপয় ধাতু এবং সংকর ধাতুর ক্ষয় হওয়ার লক্ষণ, কারণ ও প্রতিকার (Symptoms, Causes and Prevention of Corrosion of Certain Metals and Alloys)

লোহা বা লোহার সংকর ধাতুর তৈরি জিনিসপত্র জানালার গ্রিল, আলমিরা ইত্যাদি খোলা জায়গা বা বাতাসে দীর্ঘদিন থাকলে এসব জিনিসপত্রের উপর লালচে বাদামি বর্ণের এক ধরনের পদার্থ তৈরি হয়। এই বাদামি পদার্থকে লোহার মরিচা বলা হয়। মরিচা তৈরির মাধ্যমে লোহা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। বিশুদ্ধ কপার বা পিতল বা কাঁসার তৈরি জিনিসপত্র দীর্ঘদিন বাতাসে থাকার ফলে এসবের উপর কালো বা বাদামি বা সবুজ বর্ণের একটি আস্তরণ পড়ে। এই আস্তরণকে কপারের তাত্ত্বমল বলা হয়। তাত্ত্বমল তৈরির মাধ্যমে তামা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

সাধারণত বিশুদ্ধ ধাতু বা সংকর ধাতু দীর্ঘদিন বাতাসে থাকার ফলে ধাতু বা সংকর ধাতুর উপর তিমি বর্ণন্ত একটি নতুন পদার্থের সৃষ্টি হয়। এই প্রক্রিয়াকে ধাতুর ক্ষয় বলে।

লোহা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে যে লালচে বাদামি বর্ণের মরিচা তৈরি হয় সেটি হলো আর্ফ ফেরিক অক্সাইড ($Fe_2O_3.nH_2O$)। আবার বিভিন্ন বর্ণের তাত্ত্বমলে বিভিন্ন ধরনের পদার্থ উপস্থিত থাকে। যেমন—কোনো কোনো তাত্ত্বমলে কিউপ্রাস অক্সাইড (Cu_2O) উপস্থিত থাকে। কোনো কোনো তাত্ত্বমলে কিউপ্রাস সালফাইড বা চালকোসাইট (Cu_2S) উপস্থিত থাকে। তাত্ত্বমলকে কোনো নিমিটি রাসায়নিক সংকেতে প্রকাশ করা যায় না। কারণ তাত্ত্বমলের সব জায়গায় একই ধরনের পদার্থ তৈরি হয় না। সাধারণত কোনো কোনো ধাতু বা সংকর ধাতু যখন বায়ুমণ্ডলে থাকে তখন ধাতুসমূহ ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে ধনাত্মক আয়নে পরিণত হয়। এখানে একটি জারণ বিক্রিয়া হয়। আবার, ধাতু যে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে বায়ুমণ্ডলের কোনো উপাদান সেই ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে ক্ষণাত্মক আয়নে পরিণত হয়। এখানে একটি বিজারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। অতঃপর ধনাত্মক আয়ন এবং ক্ষণাত্মক আয়নের মধ্যে বিক্রিয়া একটি যৌগ তৈরি হয়। নতুন যৌগটি রূপান্বিত হয়ে বা অন্যান্য যৌগের সাথে বিক্রিয়া করে। এভাবে ধাতু বা সংকর ধাতু ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

লোহার উপর মরিচা পড়ার বিক্রিয়া অনেক ধীরে সংঘটিত হয় এবং অনেকগুলো ধাপে সংঘটিত হয়। এ সকল ধাপসমূহের মধ্যে একটি ধাপে জারণ বিক্রিয়া এবং একটি ধাপে বিজ্ঞারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। এজন্য লোহায় মরিচা পড়ার বিক্রিয়াটি জারণ বিজ্ঞারণ বিক্রিয়া। লোহায় মরিচা পড়ার জন্য বায়ুমণ্ডলের অক্সিজেন (O_2) এবং পানির (H_2O) প্রয়োজন হয়। বায়ুমণ্ডলের পানি কিছুটা বিহোজিত হয়ে H^+ ও OH^- তৈরি করে।



লোহা যথন বায়ুমণ্ডলের H^+ এর সংশ্রেষ্ণ আসে তখন লোহা ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে Fe^{2+} এ পরিষ্ঠত হয়। এখানে জারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।



Fe যে ইলেক্ট্রন দান করে O_2 এবং H^+ সেই ইলেক্ট্রন প্রাপ্ত করে H_2O উৎপন্ন করে। এখানে বিজ্ঞারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।



এবার Fe^{2+} এবং H^+ এবং O_2 বিক্রিয়া করে Fe^{3+} ও পানি উৎপন্ন করে।



অতঃপর Fe^{3+} OH^- এর সাথে বিক্রিয়া করে $Fe(OH)_3$ তৈরি করে।



এই ফেরিক হাইড্রোক্সাইড পরিবর্তিত হয়ে পানিযুক্ত ফেরিক অক্সাইড বা মরিচা $Fe_2O_3 \cdot 3H_2O$ তৈরি হয়।

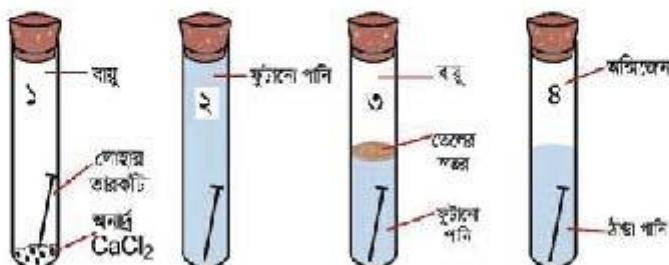


অনুসন্ধান

লোহায় মরিচা সৃষ্টির পরীক্ষা

- চারটি টেস্টটিউব নাও এবং ১ থেকে ৪ মসুর দিয়ে চিহ্নিত করো।
- টেস্টটিউবগুলোতে চিত্রের ন্যায় ব্যবস্থা করো।
- ৩ নং টেস্টটিউবের পানিকে এক মিলিট ফুটিয়ে পানির উপর এক মিলি রাশার তেল বা অলিভ অয়েল যোগ করো। তেলের বাধার কারণে তেলের বায়ু প্রবেশ করতে পারবে না।

এভাবে টেস্টটিউবগুলোকে এক সন্তান রেখে দাও এবং পর্যবেক্ষণ করো।



চিত্র 10.10: মরিচ সৃষ্টির পরীক্ষা (পানির অক্সিজেন অপসারণের জন্য পানি দেওয়ানো হয়)।

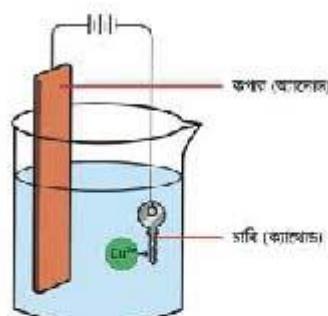
ধাতু ক্ষয়রোধের উপায়

ধাতু বা সংকর ধাতু যদি বাতাসের অক্সিজেন এবং পানির সংশ্লিষ্টে না আসে তবে ধাতু ক্ষয়প্রাপ্ত হয় না। এটি বিভিন্নভাবে করা যায়, যেমন-(i) রং করে (ii)

ইলেক্ট্রোপ্লেটিং ও (iii) গ্যালভানাইজিং করে ইত্যাদি।

তোমরা বাড়িতে লোহার তৈরি নরজা-জানালা রং করে যেন লোহা বাতাসের অক্সিজেন এবং পানির সংশ্লিষ্টে না আসে। আমরা জানি কম সক্রিয় ধাতু সাধারণত বাতাসের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে না। কিন্তু বেশি সক্রিয় ধাতু বাতাসের অক্সিজেন এবং পানির সাথে দ্রুত বিক্রিয়া করে। অতএব, বেশি সক্রিয় ধাতুর ক্ষয় হওয়া থেকে ধাতুকে রক্ষা করার জন্য বেশি সক্রিয় ধাতুর উপর কম সক্রিয় ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হয়।

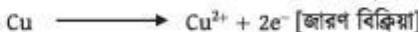
এভাবে বেশি সক্রিয় ধাতুকে ক্ষয় হওয়া থেকে রক্ষা করা যায়। একটি অধিক সক্রিয় ধাতুর উপর কম সক্রিয় ধাতুর প্রলেপ দুইভাবে দেওয়া যায় যথা—
ইলেক্ট্রোপ্লেটিং ও গ্যালভানাইজিং।



চিত্র 10.11: চারি উপর কণার ধাতুর ইলেক্ট্রোপ্লেটিং।

ইলেক্ট্রোপ্লেটিং (Electroplating)

সাধারণত তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি প্রয়োগ করে একটি ধাতুর উপর আরেকটি ধাতুর প্লেপ দেওয়ার প্রক্রিয়াকে বলা হয় ইলেক্ট্রোপ্লেটিং। একেতে যে ধাতুর প্লেপ দিতে হবে তাকে ব্যাটারির ধনাচ্ছাক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। যে ধাতুর উপর প্লেপ দিতে হবে তাকে ব্যাটারির ঝণাচ্ছাক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। এরপর তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতির মাধ্যমে ইলেক্ট্রোপ্লেটিং করা হয়। যেমন— লোহার উপর কপার ধাতুর প্লেপ দেওয়ার জন্য CuSO_4 এর একটি জ্বরণ নেওয়া হয় এবং কপার দণ্ডকে ব্যাটারির ধনাচ্ছাক প্রান্তের সাথে এবং লোহা দণ্ডকে ব্যাটারির ঝণাচ্ছাক প্রান্তের সাথে যুক্ত করে দ্রবণে তড়িৎ প্রবাহিত করা হয়। তড়িৎ প্রবাহিতকালে Cu দণ্ডের কপার গুঠি ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে Cu^{2+} হিসেবে দ্রবণে চলে যায়।



এবার এই Cu^{2+} দ্রবণের মধ্য দিয়ে Fe দণ্ড থেকে গুঠি ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে Cu এ পরিণত হয় এবং Fe দণ্ডের উপর লেগে যায়।



গ্যালভানাইজিং (Galvanizing): যেকোনো ধাতুর উপর জিংকের প্লেপ দেওয়াকে গ্যালভানাইজিং বলে। একেতে তড়িৎ বিশ্লেষণের প্রয়োজন নেই। কোনো ধাতুর উপর যেকোনোভাবে জিংকের প্লেপ দিয়ে গ্যালভানাইজিং করা হয়।

ধাতু পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণ (Recycling of Metals)

পৃথিবীতে প্রতিটি মৌলিক পদার্থ বা ধাতুর পরিমাণ নিমিট। কোনো ধাতুর তৈরি জিনিসপত্র ব্যবহারের পর সেটা ফেলে না দিয়ে সেটাকে সংগ্রহ করে এই ধাতু তৈরির কারখানায় সেগুলো পাঠিয়ে দেওয়া হয়। এই পরিভ্রান্ত ধাতু থেকে ব্যবহার উপযোগী ধাতু তৈরি করা হয়। পরিভ্রান্ত ধাতু থেকে আবার ব্যবহার উপযোগী ধাতুতে পরিণত করার পদ্ধতিকে ধাতু পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণ বলে। যেমন—পরিভ্রান্ত আলুমিনিয়ামের হাঁড়ি-পাতলাকে অ্যালুমিনিয়াম তৈরির কারখানায় প্রেরণ করে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণ করা হয়। পরিভ্রান্ত লোহাকে লোহা তৈরির কারখানায় প্রেরণ করে লোহা ধাতু পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণ করা হয়। আমেরিকায় যে কপার ব্যবহৃত হয় সেই কপারের প্রায় 21% কপার পুনঃপ্রক্রিয়াজাত এর মাধ্যমে তৈরি করে। ইউরোপে যে অ্যালুমিনিয়াম ব্যবহৃত হয় সেই অ্যালুমিনিয়ামের 60% অ্যালুমিনিয়াম পুনঃপ্রক্রিয়াজাতকরণের মাধ্যমে তৈরি হয়।

১০.৫ খনিজ অধাতু (Nonmetal Minerals)

খনি থেকে যে অধাতুসমূহকে পাওয়া যায় তাদেরকে খনিজ অধাতু বলা হয়। সালফার একটি খনিজ অধাতু এবং খনি থেকে সালফার সংগ্রহ করা হয়।

সালফার

সালফার হলুদ বর্ণের পদার্থ। সালফারের খনি মাটির অনেক নিচে থাকে। ফ্রাশ (Frasch) পদ্ধতিতে সালফারের খনি থেকে সালফারকে নিষ্কাশন করা হয়। একেত্রে মাটির অনেক নিচে সালফারের খনির মধ্যে তিনটি এককেন্দ্রিক পাইপ প্রবেশ করানো হয়, যাকে ফ্রাশ পাইপ বলে। সালফার 115°C তাপমাত্রায় গলে যায়। এজন্য সালফারের গলনাঙ্কের চেয়ে বেশি তাপমাত্রায় গরম পানি (সুপার হিটেড ওয়াটার) তিনটি এককেন্দ্রিক নলের বাইরের পাইপ দিয়ে প্রবাহিত করা হয় যাতে গরম পানির তাপমাত্রায় সালফার গলে যায়। আমরা জানি এক বায়ুমণ্ডলীয় চাপে পানির স্ফুটনাঙ্ক 100°C , কিন্তু চাপ বাঢ়লে পানির স্ফুটনাঙ্ক বৃদ্ধি পায়। এভাবে অতিরিক্ত চাপে 100°C থেকে 374°C তাপমাত্রার মধ্যবর্তী যেকোনো তাপমাত্রার পানিকে সুপার হিটেড ওয়াটার বলে। এবার সবচেয়ে ভিতরের পাইপ দিয়ে 20-22 বায়ুমণ্ডল চাপের বাতাস প্রবাহিত করা হয়। একদিকে বাইরের পাইপ দিয়ে গরম পানির চাপে এবং সবচেয়ে ভিতরের পাইপ দিয়ে বাতাসের চাপে গলিত সালফার মাঝের পাইপ দিয়ে মাটির উপরে উঠে এসে বাইরের পাত্রে জমা হয়।

সালফারের ব্যবহার

সালফার বিভিন্ন শিল্পকারখানায় প্রচুর পরিমাণে ব্যবহৃত হয়। যেমন—

- (i) সালফিটেরিক এসিড প্রস্তুতিতে সালফার ব্যবহার করা হয়।
- (ii) রাবারকে টেকসই করার জন্য রাবারের মধ্যে সালফার যোগ করা হয়। একে রাবারের ভলকানাইজিং বলে।
- (iii) সালফানাইড দ্বারা বিভিন্ন প্রকার ওষুধ তৈরি করা হয়। সালফানাইড

ব্যাকটেরিয়া ধ্বংস করে।
সালফানাইড প্রস্তুতিতে সালফার
ব্যবহার করা হয়।



চিত্র: 10.12: ফ্রাশ পদ্ধতিতে সালফার উত্তোলন।

সালফারের যৌগ

সালফারের কতগুলো গুরুত্বপূর্ণ যৌগ নিচে আলোচনা করা হলো।

সালফার ডাই-অক্সাইড

সালফারকে বাতাসের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে।



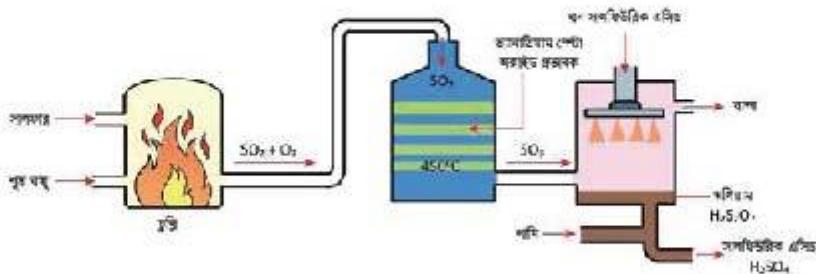
সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস অত্যন্ত বিষাক্ত। এই গ্যাস নাক বা মুখের মধ্যে দিয়ে শরীরে প্রবেশ করলে শরীরের ক্ষতি হয়। SO_2 গ্যাস চোখে প্রবেশ করলে চোখ ঝালাপোড়া করে। কয়লার মধ্যে যদি সালফার থাকে বা পেট্রোলিয়াম তেলের মধ্যে যদি সালফার থাকে তবে কয়লা বা তেলকে বাতাসে পোড়োলে কয়লা বা তেলের মধ্যের সালফার অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে তীব্র বাঁজালো SO_2 গ্যাস উৎপন্ন হয়। এই গ্যাস বায়ুমণ্ডলে চলে যায়। যখন বৃষ্টি হয় তখন এই গ্যাস পানির সাথে বিক্রিয়া করে সালফিউরিস এসিড (H_2SO_3) উৎপন্ন করে যেটি বৃষ্টির পানির সাথে মাটিতে পড়ে। এই বৃষ্টিকে এসিড বৃষ্টি বলে।



সালফিউরিক এসিড

সালফিউরিক এসিড অন্যান্য রাসায়নিক দ্রব্য অপেক্ষা সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয় বলে সালফিউরিক এসিডকে রাসায়নিক দ্রব্যের রাজা বলা হয়। শিল্পকারখানায় কঠিন সালফার থেকে সালফিউরিক এসিডকে প্রস্তুত করা হয়। এই পদ্ধতিকে স্পর্শ পদ্ধতি বলে।

স্পর্শ পদ্ধতি: স্পর্শ পদ্ধতিটি কয়েকটি ধাপে সম্পন্ন হয়।



চিত্র 10.13: স্পর্শ পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) প্রস্তুতি।

ধাপ ১: প্রথমে একটি চুল্লিতে সালফার (S) এবং শুক্র বায়ু (যে বায়ুতে জলীয় বাষ্প নেই) প্রবাহিত করা হয়। এই চুল্লিতে সালফার এবং অক্সিজেন বিক্রিয়া করে সালফার ডাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে।



ধাপ ২: SO_2 গ্যাসের সাথে কিছু O_2 গ্যাস একটি চুল্লিতে প্রেরণ করা হয়। এই চুল্লির তাপমাত্রা থাকে $450^{\circ}C - 550^{\circ}C$ এবং প্রভাবক থাকে ভানাডিয়াম পেন্টা-অক্সাইড। এই চুল্লিতে উচ্চ তাপমাত্রায় প্রভাবকের উপর্যুক্তিতে SO_2 এবং O_2 বিক্রিয়া করে সালফার ট্রাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে।



ধাপ ৩: উৎপন্ন SO_3 এর সাথে H_2O এর সংশ্রে ঘটলে H_2SO_4 তৈরি হবে। কিন্তু SO_3 এর সাথে সরাসরি H_2O বিক্রিয়ায় বাষ্পীয় H_2SO_4 তৈরি হয় যা ঘন কুয়াশার মতো অবস্থা তৈরি করে। এতে শিল্পকারখানায় কাজের অসুবিধা হয়। এছাড়া এই বাষ্পীয় H_2SO_4 কে ঘনীভূত করে তরল H_2SO_4 এ পরিণত করা কঠিন। এজন্য SO_3 কে প্রথমে গাঢ় H_2SO_4 এর মধ্যে শোষণ করিয়ে ধূমায়মান সালফিউরিক এসিড তৈরি করা হয়। (ধূমায়মান সালফিউরিক এসিডকে অলিয়াম বলে। এর সংকেত $H_2S_2O_7$)

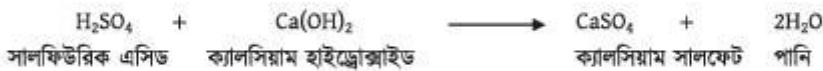


ধূমায়মান সালফিউরিক এসিড এর সাথে পানির বিক্রিয়া ঘটিয়ে তরল সালফিউরিক এসিড তৈরি করা হয়।



সালফিউরিক এসিডের ধর্ম

এসিড ধর্ম: লবু H_2SO_4 বা গাঢ় H_2SO_4 কোনো ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ এবং পানি তৈরি করে। একে H_2SO_4 এর এসিড ধর্ম বলে। যেমন: সালফিউরিক এসিড ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইড এর সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম সালফেট লবণ এবং পানি উৎপন্ন করে।



জারণ ধর্ম (Oxidation Property)

H_2SO_4 এর মধ্যে অনেক বেশি পানি থাকলে অর্থাৎ পানির মধ্যে H_2SO_4 দিলে সেই H_2SO_4 কে লবু H_2SO_4 এসিড বলে। লবু H_2SO_4 এর জারণ ধর্ম নেই। কিন্তু যে H_2SO_4 এর মধ্যে পানি কম পরিমাণে থাকে সেই H_2SO_4 গাঢ় H_2SO_4 বলে। গাঢ় H_2SO_4 এর জারণ ধর্ম আছে। গাঢ় H_2SO_4 কপারকে জারিত করে কপার সালফেটে পরিণত করে এবং নিজে বিজারিত হয়ে সালফার ডাই-অক্সাইড এবং পানি উৎপন্ন করে।



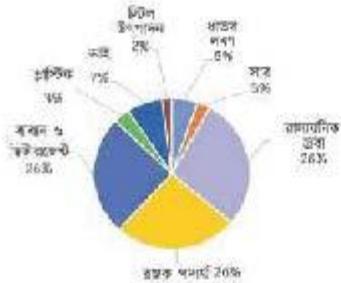
নিরূদন ধর্ম (The Dehydrating Property)

যে পদার্থকে কোনো ঘোগ থেকে পানি শোষণ করে সেই পদার্থকে নিরূদক বলে। পানি শোষণ করার ধর্মকে নিরূদন ধর্ম বলে। লব্ধ H_2SO_4 এর কোনো নিরূদন ধর্ম নেই, কিন্তু গাঢ় H_2SO_4 এর নিরূদন ধর্ম আছে। গাঢ় H_2SO_4 টিনি ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) থেকে পানি শোষণ করে। এজন্য গাঢ় H_2SO_4 কে নিরূদক বলে।



একক কাজ

- একটি টেস্টটিউবে 2-3 mL চুনের পানি নিয়ে এতে কয়েক ফোটা লব্ধ সালফিউরিক এসিড ঘোগ করো। ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করো। পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করো এবং সম্ভাব্য বিক্রিয়াটি লেখো।
- একটি টেস্টটিউবে এক চিমটি পটাশিয়াম আয়োডাইড KI নিয়ে এতে কয়েক ফোটা ঘন সালফিউরিক এসিড ঘোগ করো। ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করো। পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করো এবং সম্ভাব্য বিক্রিয়াটি লেখো।
- একটি টেস্টটিউবে এক চামচ টিনি ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) নিয়ে এতে কয়েক ফোটা ঘন সালফিউরিক এসিড ঘোগ করো। ভালোভাবে পর্যবেক্ষণ করো।
- পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করো এবং সম্ভাব্য বিক্রিয়াটি লেখো। এই পরীক্ষাটি সাবধানে করতে হবে।
- উপরের পরীক্ষা তিনিটির কোনটিতে সালফিউরিক এসিডের কোন ধর্ম (এসিড, জারক, নিরূদক) প্রকাশ করে তা ব্যাখ্যা করো।
- সালফিউরিক এসিডের ব্যবহার প্রকাশকারী পাই চার্টের (চিত্র: 10.13) ভিত্তিতে বাংলাদেশে সালফিউরিক এসিডের অর্থনৈতিক গুরুত্ব বিশ্লেষণ করো।



চিত্র 10.14: সালফিউরিক এসিডের ব্যবহার।

অনুশীলনী



বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

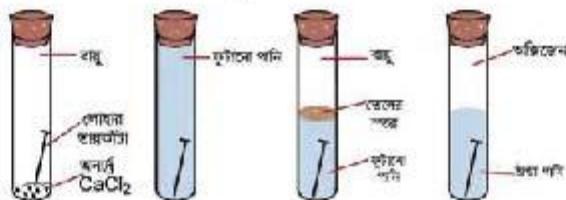
১. টেবিলের কোন রেকর্ডটি সাধারণত ধাতুর বৈশিষ্ট্য প্রকাশ করে?

| | গলনীক | ফ্লুটনীক | ঘনত্ব |
|-----|-------|----------|-------|
| (ক) | 1539 | 2887 | 7.86 |
| (গ) | -113 | 45 | 0.79 |

| | গলনীক | ফ্লুটনীক | ঘনত্ব |
|-----|-------|----------|-------|
| (খ) | -219 | 183 | 0.002 |
| (ঘ) | 117 | 888 | 1.96 |

উচ্চিপক থেকে ২ ও ৩ নং প্রশ্নের উত্তর দাও।

একদল শিক্ষার্থী মরিচার অনুসম্ভাবন করছিল। তারা বাম থেকে ক্রমান্বয়ে চারটি টেস্টটিউবে চারটি লোহার পেরেক রাখল এবং নিচের চিত্রানুসূয়ী ব্যবস্থা নিল।



২. কোন টেস্টটিউবের পেরেকটিতে সবচেয়ে বেশি মরিচা ধরবে?

- (ক) প্রথম (খ) দ্বিতীয়
 (গ) তৃতীয় (ঘ) চতুর্থ

৩. পরীক্ষাটির ভিত্তিতে যে সিদ্ধান্তসমূহ প্রহণ করা যায়—

- (i) মরিচা ধরার জন্য অক্সিজেন আবশ্যিক
 (ii) লবণ প্রভাবক হিসেবে কাজ করছে
 (iii) কেবল অক্সিজেন উপস্থিত থাকলেই মরিচা ধরে না

নিচের কোনটি সঠিক?

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

৪. পিনি সোনার কোন নমুনাটি সর্বোচ্চ দৃঢ়?

- (ক) 18 ক্যারেট (খ) 21 ক্যারেট
 (গ) 22 ক্যারেট (ঘ) 24 ক্যারেট

৫. লঘুকরণের পানিতে ফৌটায় ফৌটায় সালফিউরিক এসিড যোগ করার কারণ, সালফিউরিক এসিড-

- (i) এর হাইড্রোলিসিস তাপ অত্যধিক
 - (ii) একটি বিক্ষারকীয় এসিড
 - (iii) ক্ষয়কারক পদার্থ
- নিচের কোনটি সঠিক?
- (ক) i
 - (খ) i ও iii
 - (গ) ii ও iii
 - (ঘ) i, ii ও iii

৬. SO_3 কে 98% সালফিউরিক এসিডে শোষণ করে পানি যোগে প্রয়োজনমতো লঘু করা হয়, কারণ
সালফিউরিক এসিড-

- (i) জলীয় বাল্কের সাথে ঘন কুয়াশা সৃষ্টি করে
- (ii) পানিযোগে প্রচুর তাপ নির্গত করে
- (iii) একটি নিমূলক পদার্থ

নিচের কোনটি সঠিক?

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

৭. নিচের কোনটি খনিজমল?

- (ক) Al_2O_3
- (খ) ZnS
- (গ) SiO_2
- (ঘ) PbS

৮. সিনেবার কোন ধাতুর আকরিক?

- (ক) শার্কারি
- (খ) কপার
- (গ) জিঙ্ক
- (ঘ) লেড

৯. অ্যালুমিনিয়ামের গলনাঙ্গ কত?

- (ক) 2050°C
- (খ) 2000°C
- (গ) 1000°C
- (ঘ) 950°C

১০. নিচের কোনটির সঙ্ক্ষিপ্তা বেশি?

- (ক) Cu
- (খ) Zn
- (গ) Fe
- (ঘ) Pb

১১. তাত্ত্বমলে থাকে

- i. CuCO_3
- ii. CuSO_4
- iii. Cu(OH)_2

নিচের কোনটি সঠিক?

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

12. কাঁসাতে টিনের পরিমাণ কত?

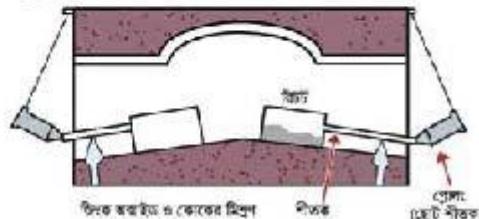
- | | |
|---------|---------|
| (ক) 90% | (খ) 65% |
| (গ) 35% | (ঘ) 10% |

ক্যালামাইনের তাপজ্ঞারণে উৎপন্ন ZnO কে টিনের ন্যায় রিটর্টে নিয়ে জিংক ধাতু আহরণ করা হয়।

উৎপন্ন ধাতুকে তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে আরও বিশুদ্ধ করা হয়।



সৃজনশীল প্রশ্ন



1. (ক) ক্যালামাইনের রাসায়নিক সংকেত লেখো।

- (খ) তাপজ্ঞারণের ব্যাখ্যা দাও।
- (গ) রিটর্টে সংঘটিত মূল প্রক্রিয়াটি ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) উদ্বীগকের ধাতু কেবল তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় নিষ্কাশন না করে তিন ধাপে করার কারণ মূল্যায়ন করো।

2. একটি খনিতে বরুইট ও ক্যালামাইন মিশ্রিত কিছু খনিজের অস্তিত্ব পাওয়া গেল। প্রফেসর রহমানের নেতৃত্বে একদল রসায়নবিদ উক্ত খনিজ থেকে দুটি ভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু দূটি নিষ্কাশন করলেন।

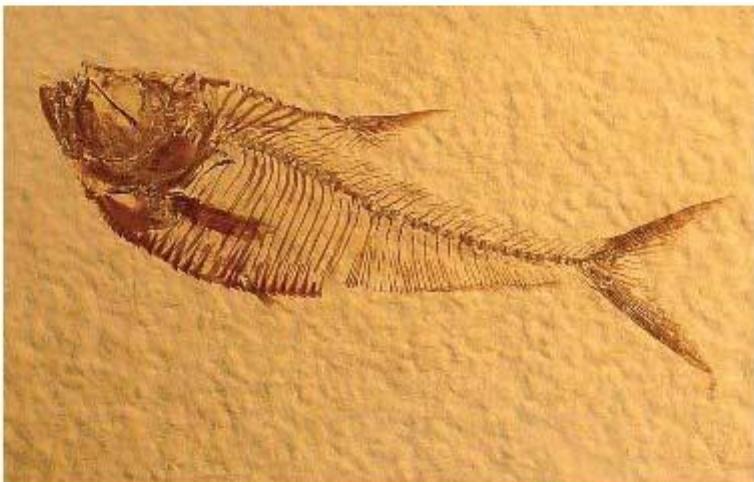
- (ক) খনিজ কাকে বলে?
- (খ) “সকল খনিজই আকরিক নয়” ব্যাখ্যা করো।
- (গ) দ্বিতীয় আকরিকটির বিহোজন প্রাপ্ত অক্সাইডবয়ের প্রকৃতি ব্যাখ্যা করো।
- (ঘ) ভিন্ন পদ্ধতিতে ধাতু দূটি নিষ্কাশনের কারণ মুক্তিসহ লেখো।

3. পর্যায় সারণির প্রুপ-16 এর একটি মৌলিকে বায়ুতে পোড়ালে একটি অক্সাইড A পাওয়া যায়। অক্সাইডটি কাঁজালো গন্ধবন্ধুত অত্যন্ত বিষাক্ত গ্যাস। লা-শাতেলিয়ার চীতি প্রয়োগ করে শিখপক্ষেত্রে A থেকে একটি এসিড B তৈরি করা যায়।

- (ক) আকরিক কাকে বলে?
- (খ) A অক্সাইড অয়ধৰ্মী-ব্যাখ্যা করো।
- (গ) উদ্বীগকের B এসিডটি তৈরি করার প্রক্রিয়া বর্ণনা করো।
- (ঘ) উদ্বীগকের B এসিডটির গাঢ়ত্বের ওপর জ্বারণ-ধর্ম নির্ভর করে-মুক্তি দ্বারা প্রমাণ করো।

একাদশ অধ্যায়

খনিজ সম্পদ: জীবাশ্ম (Mineral Resources: Fossils)



এ পৃথিবীর বহস প্রায় 4.54 মিলিয়ন বছর। আজকে পৃথিবীকে যেমন দেখছ, আনেক অনেক বছর আগে পৃথিবীর রূপ কিন্তু এমন ছিল না। আজ থেকে 500 বা 600 মিলিয়ন বছর আগে এই পৃথিবী ছিল ঘন বনজঙ্গল, নিচু জলাভূমি আর সাগর-মহাসাগরে পরিপূর্ণ। প্রাকৃতিক বিপর্যয়ে ধ্বংসপ্রাপ্ত মৃত প্রাণী, উড়িদ, শৈবাল-চূটাক মিচু এলাকাগুলোতে জমা হয়েছিল। তার উপর পড়তে থাকল পলির আস্তরণ। এভাবে মিলিয়ন মিলিয়ন বছর ধরে এ সকল উড়িদ আর প্রাণীর দেহাবশেষের উপর হাজার হাজার ঘূট মাটি, বিভিন্ন শিলার আস্তরণ হয়ে গেল। উচ্চচাপ, উচ্চ তাপমাত্রা, মিলিয়ন মিলিয়ন বছর ধরে বিভিন্ন ভৌত আর রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে কয়লা, পেট্রোলিয়াম আর প্রাকৃতিক গ্যাস সৃষ্টি হলো। এদেরকে বলে জীবাশ্ম জ্বালানি। কয়লার মূল উপাদান কার্বন। আর পেট্রোলিয়ামের মূল উপাদান শুধু কার্বন ও হাইড্রোজেনের সারা সৃষ্টি যৌগ হাইড্রোকার্বন। হাইড্রোকার্বন হলো জৈব যৌগ। অ্যালকোহল, আলকোহাইড, কিটোন, কার্বক্সিলিক এসিডসহ আরও যে সকল জৈব যৌগ আছে তারা মূলত হাইড্রোকার্বন থেকেই সৃষ্টি। এগুলো নিয়েই এ অধ্যায়ে আলোচনা করা হবে।



এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা

- জীবাণ্য জ্বালানির ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পেট্রোলিয়ামকে জৈব যৌগের মিশ্রণ হিসেবে ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পেট্রোলিয়ামের ব্যবহার ব্যাখ্যা করতে পারব।
- হাইড্রোকার্বনের ধরন ও প্রেগিভিতাগ ব্যাখ্যা করতে পারব।
- সঙ্গৃত ও অসঙ্গৃত হাইড্রোকার্বনের প্রস্তুতির বিক্রিয়া ও ধর্ম ব্যাখ্যা এবং এদের মধ্যে পার্থক্য করতে পারব।
- প্লাস্টিক দ্রব্য ও তন্তু তৈরির রাসায়নিক বিক্রিয়া এবং এর ব্যবহার বর্ণনা করতে পারব।
- পরিবেশের উপর প্লাস্টিক দ্রব্য অপব্যবহারের কুফল উল্লেখ করতে পারব।
- প্রাকৃতিক গ্যাস, পেট্রোলিয়াম এবং কয়লা ব্যবহারের সুবিধা, অসুবিধা ও ব্যবহারের কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারব।
- হাইড্রোকার্বন থেকে আলকোহল আলডিহাইড ও জৈব এসিডের প্রস্তুতির কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারব।
- আলকোহল, আলডিহাইড ও জৈব এসিডের ব্যবহার করতে পারব।
- পরিবেশের উপর প্লাস্টিক দ্রব্যের প্রভাব সম্পর্কিত অনুসন্ধানমূলক কাজ করতে পারব।
- পরীক্ষার মাধ্যমে জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে পার্থক্য করে দেখাতে পারব।
- জীবাণ্য জ্বালানির সঠিক ব্যবহার সংস্করে সচেতনতা প্রদর্শন করতে পারব।

11.1 জীবাশ্ম জ্বালানি (Fossil Fuel)

বহু প্রাচীনকালের উত্তিদ এবং প্রাণীর মৃতদেহের যে ধরণসারণ্যের মাটির নিচে পাওয়া যায় তাকে জীবাশ্ম বলে। শত শত মিলিয়ন বছর আগের প্রাণী এবং উত্তিদেহের ধরণসারণ্যে জীবাশ্মরূপে পাওয়া গেছে। কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস ও পেট্রোলিয়াম যেগুলো আমরা জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করি সেগুলো জীবাশ্মরূপে মাটির নিচ থেকে পাওয়া যায়। তাই কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস ও পেট্রোলিয়ামকে জীবাশ্ম জ্বালানি বলে।

শত শত মিলিয়ন বছর আগে এ পৃথিবীর ইতিহাসে বিভিন্ন সময় হিল হখন এ পৃথিবীজুড়ে ছিল ঘন বনজঙ্গল, নিচু জলাভূমি আর সমৃদ্ধ সেখানে ছিল জলজ উত্তিদ, ফাইটোপ্লাইকটন(পানিতে বসবাসকারী এক ধরনের শৈবাল), জুওপ্লাইকটন (পানিতে বসবাসকারী এক ধরনের ছাঁট প্রাণী)। বিভিন্ন সময় বড় বড় প্রাকৃতিক বিপর্যয়ে এই ধরনের উত্তিদ, প্রাণী মাটিচাপা পড়ে যায়। সময়ের বিবর্তনে তার উপর আরও মাটি পড়ে। ধীরে ধীরে এগুলো মাটির গভীর থেকে গভীরে ঢেলে ঘেটে থাকে। ফলে এর উপর চাপ ও আপমাজা বাড়তে থাকে। বায়ুর অনুপস্থিতিতে এগুলোর ক্ষয় ও রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটতে থাকে। শত শত মিলিয়ন বছর ধরে তাপ, চাপ আর রাসায়নিক পরিবর্তনের কারণে বড় বড় উত্তিদ ও প্রাণী থেকে শুরু করে শূন্ধিত উত্তিদ ও প্রাণী পর্যন্ত সকল ধরনের উত্তিদ ও প্রাণী থেকে জীবাশ্ম জ্বালানির সৃষ্টি হয়েছে। বড় বড় উত্তিদ থেকে কয়লা আর ফাইটোপ্লাইকটন, জুওপ্লাইকটন ও মৃত প্রাণীর দেহসারণ্যে থেকে পেট্রোলিয়ামের সৃষ্টি হয়েছে। এ পরিবর্তন অব্যাহত থাকায় পেট্রোলিয়াম আরও পরিবর্তিত হয়ে প্রাকৃতিক গ্যাস সৃষ্টি হয়। তাই কোথাও কোথাও পেট্রোলিয়াম ও প্রাকৃতিক গ্যাস এক সাথেই থাকে। যেমন- বাংলাদেশের হরিপুর গ্যাসক্ষেত্রে প্রাকৃতিক গ্যাসের সাথে পেট্রোলিয়ামও পাওয়া গেছে। এই জীবাশ্ম জ্বালানির মূল উৎস জীবদেহ, তাই এ সকল জ্বালানির মূল উপাদান কার্বন ও কার্বনের ঘোঁট।

11.1.1 প্রাকৃতিক গ্যাস (Natural Gas)

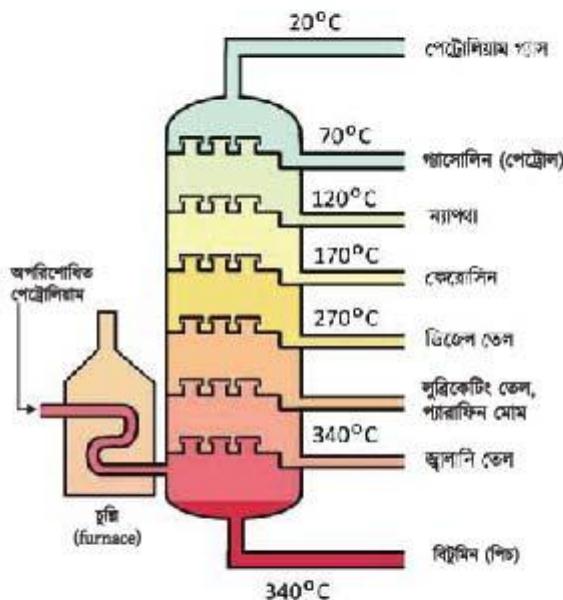
সাধারণত প্রাকৃতিক গ্যাসের বিভিন্ন উপাদানের অনুপাত তার প্রাকৃতিক উৎসের ভিত্তিতে তিনি হয়ে থাকে। প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদান হলো মিথেন (80%)। এছাড়া প্রাকৃতিক গ্যাসে ইথেন (7%), প্রোপেন (6%), বিউটেন ও আইসোবিউটেন (4%) এবং পেটেন (3%) থাকে। কিন্তু বাংলাদেশে এ পর্যন্ত যে প্রাকৃতিক গ্যাস পাওয়া গেছে তাতে 95-99% মিথেন থাকে।

11.1.2 পেট্রোলিয়ামের উপাদানসমূহ ও তাদের পৃথকীকরণ

পেট্রোলিয়াম সাধারণত 5000 ফুট বা তার চেয়েও গভীরে শিলা স্তরের মধ্যে পাওয়া যায়। পেট্রোলিয়ামের সাথে অনেক সময় প্রাকৃতিক গ্যাস থাকে, যা পেট্রোলিয়ামের উপরিভাগে চাপ প্রয়োগ

করে। কৃপ বনন করা হলে এই প্রাকৃতিক গ্যাস পেট্রোলিয়ামকে ভূপৃষ্ঠের উপরিভাগে উঠে আসতে সাহায্য করে। যে পেট্রোলিয়াম খনি থেকে সরাসরি পাওয়া যায় তাকে অপরিশোধিত তেল (Crude Oil) বা পেট্রোলিয়াম বলে। এই অপরিশোধিত তেল অস্বচ্ছ, এতে কখনো কখনো সালফারের কিছু কিছু যৌগ থাকার কারণে দুর্ব্যবহৃত হয়। এই পেট্রোলিয়াম মূলত বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ এবং সরাসরি ব্যবহার উপযোগী নয়। এই অপরিশোধিত তেল আংশিক পাতন পদ্ধতিতে স্ফুটনাক্ষের উপর ভিত্তি করে পৃথক করা হয়।

আংশিক পাতনও হলো এক ধরনের পাতন। এখানে বাল্কে ঠাণ্ডা করার জন্য লঙ্ঘা কলাম থাকে। কলাম আবার বিভিন্ন অংশে বিভক্ত। নিচের অংশটির তাপমাত্রা সর্বচ্ছে বেশি। যে অংশ যত উপরে তার তাপমাত্রা তত কম। ফলে যদি একাধিক তরলের মিশ্রণকে তাপ দিয়ে বাল্কেভূত করে আংশিক পাতন কলামের নিচের অংশে প্রবেশ করানো হয় তবে বাল্কের ধর্ম অনুযায়ী তা কলামের উপরের নিকে উঠবে। যেহেতু উপরের অংশগুলোর তাপমাত্রা কম থাকে, তাই তরলের মিশ্রণের প্রত্যেকটি উপাদান তাদের স্ফুটনাক্ষ অনুযায়ী আংশিক



চিত্র 11.01: পেট্রোলিয়ামের আংশিক পাতন।

পাতন কলামের বিভিন্ন অংশে পৃথক হয়। পেট্রোলিয়াম বিভিন্ন হাইড্রোকার্বনের মিশ্রণ। এদের স্ফুটনাক্ষও বিভিন্ন। আগেই বলা হয়েছে অপরিশোধিত তেল ব্যবহারের উপযুক্ত নয়, কিন্তু একে যদি আংশিক পাতনের সাহায্যে পৃথক করা হয় তবে এ অপরিশোধিত তেল থেকে পেট্রোল, গ্যাস, পেট্রোলিয়াম, ন্যাপথা, কেরোসিন, ডিজেল, প্যারাফিন মোম এবং পিচ প্রভৃতি অংশে বিভক্ত হয়ে যায়। যা বিভিন্ন কাজে ব্যবহার করা যায়। আংশিক পাতন কলাম থেকে প্রাপ্ত বিভিন্ন অংশের নাম, বিভিন্ন

অংশের স্ফুটনাঞ্চ, বিভিন্ন অংশে যে হাইড্রোকার্বনসমূহ থাকে তাদের কার্বন সংখ্যা এবং তাদের ব্যবহার নিচে বর্ণনা করা হলো:

- (i) পেট্রোলিয়াম গ্যাস: এ অংশের স্ফুটনাঞ্চ 0°C থেকে 20°C পর্যন্ত। এ অংশে যে হাইড্রোকার্বনসমূহ থাকে তাদের অগৃতে কার্বন সংখ্যা 1 থেকে 4 পর্যন্ত। পেট্রোলিয়ামে শতকরা দুই ভাগ পেট্রোলিয়াম গ্যাস থাকে। এ গ্যাসকে চাপ প্রয়োগ করে তরলে পরিণত করে সিলিন্ডারে ভর্তি করা হয় এবং LPG (Liquefied Petroleum Gas) নামে রাখার কাজে ও অন্যান্য কাজে তাপ উৎপাদনের জন্য ব্যবহার করা হয়।
- (ii) পেট্রোল (গ্যাসোলিন): এ অংশের স্ফুটনাঞ্চ 21°C থেকে 70°C পর্যন্ত। এ অংশে যে হাইড্রোকার্বনসমূহ থাকে তাদের অগৃতে কার্বন সংখ্যা 5 থেকে 10 পর্যন্ত। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 5 ভাগ পেট্রল থাকে। একে গ্যাসোলিনও বলা হয়। যানবাহনের ইঞ্জিনে জ্বালানি হিসেবে গ্যাসোলিন ব্যবহার করা হয়।
- (iii) ন্যাপথা: এ অংশের স্ফুটনাঞ্চ 71°C থেকে 120°C পর্যন্ত। এ অংশে যে হাইড্রোকার্বনসমূহ থাকে তাদের অগৃতে কার্বন সংখ্যা 7 থেকে 14 পর্যন্ত। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 10 ভাগ ন্যাপথা থাকে। জ্বালানি ও পেট্রোকেমিক্যাল শিল্পে বিভিন্ন রাসায়নিক পদার্থ ও অন্যান্য অনেক ব্যবহার্য জ্বর্য তৈরি করা হয়।
- (iv) কেরোসিন: এ অংশের স্ফুটনাঞ্চ 121°C থেকে 170°C পর্যন্ত। এ অংশে যে সকল হাইড্রোকার্বন থাকে তাদের অগৃতে কার্বন সংখ্যা 11 থেকে 16 পর্যন্ত। পেট্রোলিয়ামে শতকরা 13 ভাগ কেরোসিন থাকে। পেট্রোলিয়ামের এই অংশকে জেট ইঞ্জিনের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়।
- (v) ডিজেল: এ অংশের স্ফুটনাঞ্চ 171°C থেকে 270°C পর্যন্ত। এ অংশে যে হাইড্রোকার্বনসমূহ থাকে তাদের অগৃতে কার্বন সংখ্যা 17 থেকে 20 পর্যন্ত। যানবাহনের জ্বালানি, পিচিলকারক পদার্থ ও দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করা হয়।
- (vi) প্যারাফিন মোম: এ অংশের স্ফুটনাঞ্চ 271°C থেকে 340°C পর্যন্ত। এ অংশে যে হাইড্রোকার্বনসমূহ থাকে তাদের অগৃতে কার্বন সংখ্যা 20 থেকে 30 পর্যন্ত। প্যারাফিন মোম টয়লেট্রিজ এবং ভাসলিন তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।
- (vii) পিচ: এ অংশের স্ফুটনাঞ্চ 340°C থেকে উচ্চ তাপমাত্রা পর্যন্ত। এ অংশে যে হাইড্রোকার্বনসমূহ থাকে তাদের অগৃতে কার্বন সংখ্যা 30 এর বেশি। রাস্তা তৈরিতে এটি কাজ লাগে।

11.2 হাইড্রোকার্বন (Hydrocarbons)

হাইড্রোকার্বন হলো শুধু কার্বন ও হাইড্রোজেন এর সমন্বয়ে গঠিত যৌগ। যেমন: মিথেন (CH_4), ইথিন (C_2H_2), সাইক্লোহেক্সেন (C_6H_{12}), বেনজিন (C_6H_6) ইত্যাদি। সেখতেই পাছে যৌগগুলোতে কার্বন আর হাইড্রোজেন ছাড়া আর কোনো মৌল নেই।

হাইড্রোকার্বন মূলত দুই প্রকার: (i) অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন ও (ii) আরোমেটিক হাইড্রোকার্বন।

11.2.1 অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন (Aliphatic Hydrocarbons)

অ্যালিফেটিক কথাটির অর্থ হলো চর্বিজাত। এই শ্রেণির হাইড্রোকার্বন মূলত প্রাণীর চর্বি থেকে পাওয়া গিয়েছিল। তাই এ ধরনের হাইড্রোকার্বনের নাম অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন দেওয়া হয়েছে। অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বন দুই ধরনের (i) মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন এবং (ii) বন্ধ শিকল হাইড্রোকার্বন।

(i) মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন (Open Chain Hydrocarbon)

যে সকল হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলের দুই প্রাতের কার্বন দুইটি মুক্ত অবস্থায় থাকে। তাদেরকে মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন বলে। যেমন-

বিউটেন: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$, ইথিন: $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ ইত্যাদি।

মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন আবার সম্পৃক্ত (saturated) এবং অসম্পৃক্ত (unsaturated) দুই ধরনের হয়।

(a) সম্পৃক্ত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন (Saturated Open Chain Hydrocarbons): যে মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনে শুধু কার্বন-কার্বন একক বন্ধন (C-C) থাকে, তাকে সম্পৃক্ত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন বলে। যেমন-

গ্রোপেন: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$, পেন্টেন: $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$

(b) অসম্পৃক্ত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন (Unsaturated Open Chain Hydrocarbons): যে মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনে এক বা একধিক কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন বা কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন থাকে, তাকে অসম্পৃক্ত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বন বলে। যেমন: ইথাইন ($\text{CH}\equiv\text{CH}$)

অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনে কার্বন দ্বিবন্ধন বা ত্রিবন্ধনের পাশাপাশি কার্বন-কার্বন একক বন্ধনও থাকতে পারে।

অসক্রৃত মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনকে দ্বিত্বন কিংবা ত্রিত্বনের উপর নির্ভর করে আবার আলকিন ও আলকাইন সকলকে বিস্তারিতভাবে জানব।

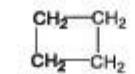
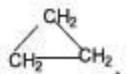
আলকিনে কার্বন-কার্বন দ্বিত্বন উপস্থিত থাকে। যেমন: প্রোপিন ($\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$)

আলকাইনে কার্বন-কার্বন ত্রিত্বন উপস্থিত থাকে। যেমন: ইথাইন ($\text{CH}\equiv\text{CH}$), পেপাইন ($\text{H}_3\text{C}-\text{C}\equiv\text{CH}$)

(ii) বন্ধ শিকল হাইড্রোকার্বন (Closed Chain Hydrocarbons)

এ জাতীয় হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলের দুই প্রাচের কার্বন পরস্পর মুক্ত হয়ে একটি বলয় বা চক্র গঠন করে। বিভিন্ন আকারের শিকল বিভিন্ন আকারের বলয় গঠন করে। মুক্ত শিকল হাইড্রোকার্বনের মতো এরাও সম্পৃক্ত বা অসম্পৃক্ত এ দুই ধরনের হতে পারে:

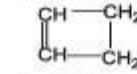
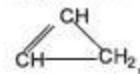
সম্পৃক্ত বন্ধ শিকল হাইড্রোকার্বন:



সাইক্লোপ্রোপেন

সাইক্লোবিটেন

অসম্পৃক্ত বন্ধ শিকল হাইড্রোকার্বন:



সাইক্লোপ্রেপিন

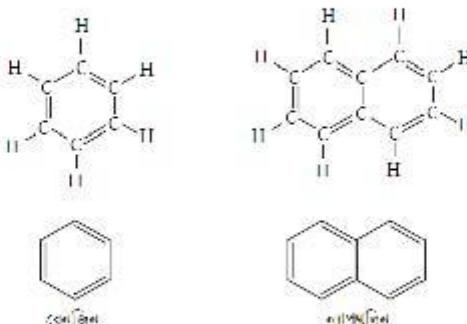
সাইক্লোবিটিন

বন্ধ শিকল হাইড্রোকার্বনকে অনেক সময় আলিসাইক্রিক হাইড্রোকার্বনও বলা হয়।

11.2.2 আরোমেটিক হাইড্রোকার্বন (Aromatic Hydrocarbons)

গ্রিক শব্দ আরোমা (Aroma) থেকে আরোমেটিক শব্দটি এসেছে। আরোমেটিক শব্দের অর্থ হলো সুগন্ধ। প্রথমে যে আরোমেটিক ঘোগগুলো পাওয়া গিয়েছিল সেগুলো ছিল সুগন্ধযুক্ত, তাই এ ধরনের নামকরণ করা হয়েছে। বেনজিন (C_6H_6) বা ন্যাপথলিন (C_{10}H_8) হচ্ছে আরোমেটিক হাইড্রোকার্বনের উদাহরণ।

আরোমেটিক ঘোগগুলো সাধারণত 5, 6 কিংবা 7 সদস্যের সমতলীয় ঘোগ (planar compounds); এগুলোতে একান্তর (alternate) দ্বিত্বন থাকে, অর্থাৎ পর্যায়ক্রমে কার্বন-কার্বন একটি একক বন্ধন এবং তারপর একটি দ্বিত্বন থাকে।



চিত্র 11.02: অ্যারোমেটিক বৈগ বেনজিন (C_6H_6) এবং নাপথলিন ($C_{10}H_8$)।

আমরা এই অধ্যায়ে আমাদের আলোচনা মূলত অ্যালিফেটিক হাইড্রোকার্বনের মাঝে সীমাবদ্ধ রাখব।

সমগোত্তীয় শ্রেণি (Homologous): যে সকল যৌগের কার্বকরীমূলক একই হওয়ায় তাদের তোত ও রাসায়নিক ধর্মের গভীর মিল থাকে তারা একই শ্রেণিজুন্ত। এদেরকে সমগোত্তীয় শ্রেণি বলে। একই সমগোত্তীয় শ্রেণির সকল সদস্যকে একটি সাধারণ সংকেত দিয়ে প্রকাশ করা যায়। যেমন- অ্যালকেন সমগোত্তীয় শ্রেণির সকল যৌগকে C_nH_{2n+2} সংকেত দিয়ে প্রকাশ করা যেতে পারে। নিচে বিভিন্ন সমগোত্তীয় শ্রেণির উদাহরণ দেওয়া হলো:

চেতিল 11.01: সমগোত্তীয় শ্রেণি।

| সমগোত্তীয় শ্রেণি | সাধারণ সংকেত | প্রথম কয়েকটি সদস্যের নাম ও সংকেত |
|----------------------|-------------------|--|
| অ্যালকেন | C_nH_{2n+2} | মিথেন (CH_4), ইথেন (C_2H_6), প্রোপেন (C_3H_6), বিটুটেন (C_4H_{10}) |
| অ্যালকিন | C_nH_{2n} | ইথিন (C_2H_4), প্রোপিন (C_3H_6) |
| অ্যালকাইন | C_nH_{2n-2} | ইথাইন (C_2H_2), প্রোপাইন (C_3H_4) |
| অ্যালকোহল | $C_nH_{2n+1}OH$ | মিথানল (CH_3-OH), ইথানল (C_2H_5OH) |
| অ্যালডিহাইড | $C_nH_{2n+1}CHO$ | ইথানল (CH_3-CHO), প্রোপানল (C_2H_5CHO) |
| কার্বক্সিলিক এসিড | $C_nH_{2n+1}COOH$ | ইথানয়িক এসিড (CH_3COOH), প্রোপানয়িক এসিড (C_2H_5COOH) |

11.3 সক্ষৃঙ্খ হাইড্রোকার্বন: অ্যালকেন (Saturated Hydrocarbons: Alkanes)

যে সকল হাইড্রোকার্বনের কার্বন শিকলে কাৰ্বন-কাৰ্বন একক বন্ধন বিদ্যমান থাকে তাকে অ্যালকেন বলে। অ্যালকেনেৰ সাধাৰণ সংকেত C_nH_{2n+2} ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$)। এ প্ৰেমিৰ প্ৰথম সদস্যেৰ নাম মিথেন। প্ৰথম সদস্য বলে সাধাৰণ সংকেতে $n = 1$, তাই এৰ সংকেত CH_4 । দ্বিতীয় সদস্য ($n = 2$) এৰ নাম ইথেন। ইথেনেৰ সংকেত C_2H_6 । অ্যালকেনেৰ কাৰ্বন-কাৰ্বন ও কাৰ্বন-হাইড্রজেন বন্ধন ভাঙা আনকে কঠিন। তাই অ্যালকেন রাসায়নিকভাৱে অনেকটা নিষ্ক্ৰিয়। এজন্য এদেৱকে প্যারাফিন বলে, প্যারাফিন অৰ্থ আসন্তিহীন। সাধাৰণত উচ্চ তাপমাত্ৰা, উচ্চ চাপ কিংবা শক্তিশালী প্ৰভাৱকেৰে উপস্থিতিতই অ্যালকেন রাসায়নিক বিক্ৰিয়ায় অংশগ্ৰহণ কৰে।

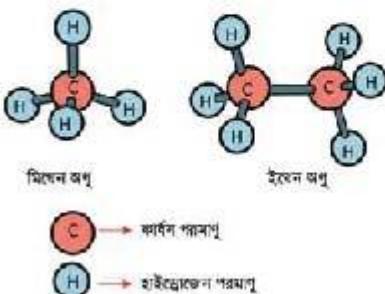
অ্যালকেনেৰ নামকৰণ

IUPAC পদ্ধতিতে অ্যালকেনেৰ নামকৰণেৰ নিয়ম এৰকম:

- সৱল শিকলবিশিষ্ট অ্যালকেনে এক কাৰ্বনবিশিষ্ট অ্যালকেন (CH_4) কে মিথেন, দুই কাৰ্বন বিশিষ্ট অ্যালকেন (CH_3-CH_3) কে ইথেন, তিনি কাৰ্বনবিশিষ্ট অ্যালকেন ($CH_3-CH_2-CH_3$) কে প্ৰোপেন এবং চাৰি কাৰ্বনবিশিষ্ট অ্যালকেন ($CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$) কে বিউটেন নাম দেওয়া হয়েছে।
- অ্যালকেনেৰ ক্ষেত্ৰে কাৰ্বন সংখ্যাৰ গ্ৰিক সংখ্যাসূচক শব্দেৰ শেষে এন (ane) যোগ কৰে নামকৰণ কৰা হয়।

অ্যালকাইল মূলক (Alkyl Group)

অ্যালকেন থেকে একটি হাইড্রোজেন পৰমাণু অপসাৱণ কৰলে যে একযোজী মূলকেৰ সৃষ্টি হয় তাকে অ্যালকাইল মূলক বলে। যেহেতু অ্যালকেনেৰ সাধাৰণ সংকেত C_nH_{2n-2} , তাই অ্যালকাইল মূলক R ব্যবহাৰ কৰে লিখতে চাইলে আমোৱা C_nH_{2n-2} এৰ পৰিৱৰ্তে R-H লিখতে পাৰি যেখনে অ্যালকাইল মূলক $R = C_nH_{2n-2}$ । যে অ্যালকেন থেকে হাইড্রোজেন পৰমাণুকে অপসাৱণ কৰে অ্যালকাইল মূলক তৈৰি হয় সেই অ্যালকেন এৰ নামেৰ শেষ অংশেৰ এন (ane) বাদ দিয়ে আইল (yl) যোগ কৰে অ্যালকাইল মূলকেৰ নামকৰণ কৰা হয়। উদাহৰণ হিসেবে বলা যায়, মিথেন (CH_4) থেকে মিথাইল (CH_3-), ইথেন (C_2H_6) থেকে ইথাইল (CH_3-CH_2-), প্ৰোপেন থেকে প্ৰোপাইল ($CH_3-CH_2-CH_2-$),



চিত্ৰ 11.03: মিথেন এবং ইথেন।

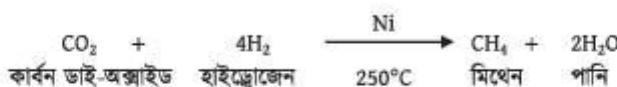
বিউটেন থেকে বিউটাইল ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2^-$), পেটেন থেকে পেন্টাইল ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2^-$) ইত্যাদি।

টেবিল 11.02: অ্যালকেনের কার্বন সংখ্যা, নাম এবং সংকেত।

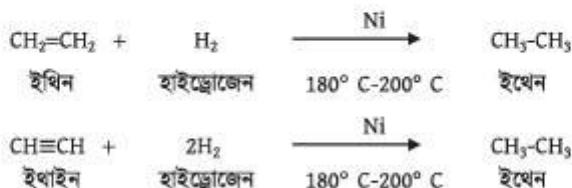
| অ্যালকেনের কার্বন সংখ্যা | অ্যালকেনের নাম | অ্যালকেনের সংকেত |
|-----------------------------|----------------------|---|
| 1 | মিথেন (Methane) | CH_4 |
| 2 | ইথেন (Ethane) | $\text{CH}_3\text{-CH}_3$ |
| 3 | প্রোপেন (Propane) | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ |
| 4 | বিউটেন (Butane) | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ |
| 5 | পেন্টেন (Pentane) | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ |
| 6 | হেক্সেন (Hexane) | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ |
| 7 | হেপ্টেন (Heptane) | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ |
| 8 | অক্টেন (Octane) | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ |
| 9 | ননেন (Nonane) | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ |
| 10 | ডেকেন (Decane) | $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_2\text{-CH}_3$ |

অ্যালকেনের প্রস্তুতি

কার্বন ডাই-অক্সাইড থেকে: নিকেল প্রভাবকের উপর্যুক্তিতে কার্বন ডাই-অক্সাইডের সাথে হাইড্রোজেনকে 250°C তাপমাত্রায় উৎপন্ন করলে মিথেন এবং পানি উৎপন্ন হয়।



অ্যালকিন ও অ্যালকাইন থেকে: নিকেল প্রভাবক এর উপস্থিতিতে পৃথকভাবে ইথিন এবং ইথাইনের সাথে হাইড্রোজেনকে $180^\circ\text{C}-200^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় উৎপন্ন করলে ইথেন উৎপন্ন হয়।



ডিকার্বিলোশন বিক্রিয়া থেকে: ক্যালসিয়াম অক্সাইডের উপস্থিতিতে সোডিয়াম ইথানয়েটকে সোডিয়াম হাইড্রোকার্বাইড এর সাথে উৎপন্ন করলে মিথেন এবং সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াকে ডিকার্বিলোশন বিক্রিয়া বলে।



অ্যালকেনের ধর্ম

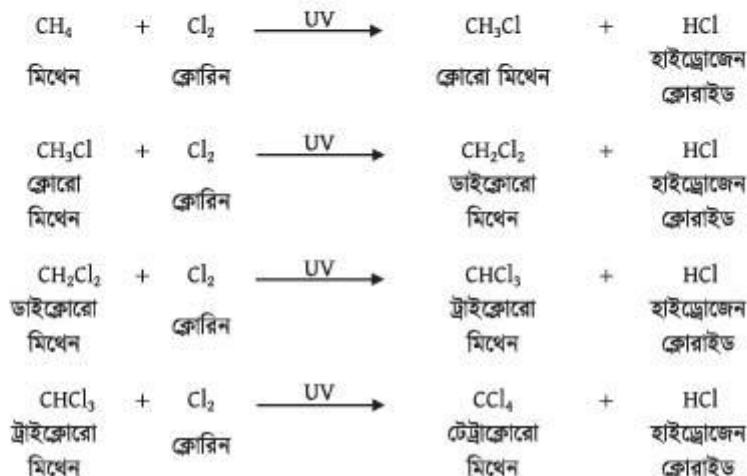
ভৌত ধর্ম: সক্ষম্ভূত হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেনের গলনাঙ্ক, স্ফুটনাঙ্ক এবং ভৌত অবস্থা অ্যালকেনের কার্বন সংখ্যার উপর নির্ভর করে। কার্বন সংখ্যার পরিবর্তন হলে ভৌত অবস্থার পরিবর্তন হয়। ১ থেকে ৪ কার্বন সংখ্যার সক্ষম্ভূত হাইড্রোকার্বনের স্ফুটনাঙ্ক কক্ষ তাপমাত্রার নিচে, তাই এগুলো গ্যাসীয় অবস্থায় থাকে। ৫ থেকে 15 কার্বন সংখ্যার সক্ষম্ভূত হাইড্রোকার্বনের স্ফুটনাঙ্ক কক্ষ তাপমাত্রার উপরে বলে এগুলো তরল অবস্থায় থাকে। ৫ কার্বনবিশিষ্ট সক্ষম্ভূত হাইড্রোকার্বন পেটেনের স্ফুটনাঙ্ক 36.1°C । সক্ষম্ভূত হাইড্রোকার্বনের কার্বন সংখ্যা 16 থেকে বেশি হলে এগুলো কঠিন প্রকৃতির হয়।

রাসায়নিক ধর্ম

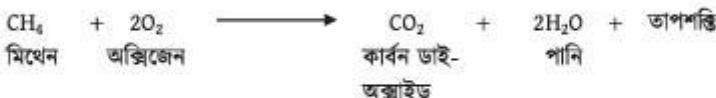
আগেই বলা হয়েছে অ্যালকেনসমূহ রাসায়নিকভাবে অনেকটা নিষ্ক্রিয়। তাই সাধারণ অবস্থায় এসিড, ফারক, জারক বা বিজ্ঞারকের সাথে বিপ্লিয়া করে না। তারপরও এরা কিছু রাসায়নিক বিপ্লিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া

অতিবেগুনি (UV) আলোর উপরিথিতে মিথেনের সাথে ক্লোরিন মিশ্রিত করলে টেট্রাক্লোরো মিথেন উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়া চার ধাপে সম্পন্ন হয়।



অক্সিজেনের সাথে দহন বিক্রিয়া: মিথেন বায়ুর অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বন ডাই-অক্সাইড জলীয় বাষ্প এবং তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। এই তাপশক্তি রাম্ভাবাঞ্চার কাজে ব্যবহৃত হয়।



11.4 অসম্পূর্ণ হাইড্রোকার্বন: অ্যালকিন ও অ্যালকাইন

(Unsaturated Hydrocarbons: Alkenes and Alkynes)

11.4.1 অ্যালকিন (Alkenes)

যে জৈব যৌগের কার্বন শিকলে অন্তত একটি কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন থাকে তাকে অ্যালকিন বলে। অ্যালকিনের সাধারণ সংকেত $C_n\text{H}_{2n}$ । অ্যালকিনের নিম্নতর সদস্যগুলো (ইথিন, প্রোপিন ইত্যাদি)

হ্যালোজেনের (Cl_2 , Br_2) এর সঙ্গে বিক্রিয়ায় তৈলান্ত পদার্থ উৎপন্ন করে বলে আলকিনকে অনেক সময় অলিফিন (Olefin, Greek: Olefiant = oil forming) বলে।

আলকিনের নামকরণ

IUPAC পদ্ধতিতে আলকেনের নামের শেষের এন (ane) বাদ দিয়ে ইন (ene) যোগ করে আলকিনের নামকরণ করতে হয়।

| আলকেন (Alkane) | আলকিন (Alkene) | আলকিনের সংকেত |
|-------------------|-------------------|------------------------------------|
| ইথেন (Ethane) | ইথিন (Ethene) | $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ |
| প্রোপেন (Propane) | প্রোপিন (Propene) | $\text{CH}_3\text{CH}=\text{CH}_2$ |

আলকিনের প্রস্তুতি

ইথাইল ক্রোরাইড থেকে: ইথাইল ক্রোরাইড এর সাথে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণকে উৎপন্ন করলে ইথিন, সোডিয়াম ক্রোরাইড এবং পানি উৎপন্ন হয়।



ইথানল থেকে: ইথানলের সাথে অতিরিক্ত গাঢ় সালফিটরিক এসিডকে উৎপন্ন করলে ইথিন এবং পানি উৎপন্ন হয়।



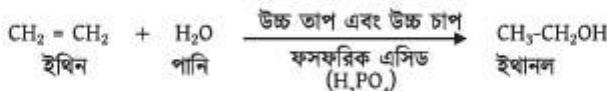
আলকিনের রাসায়নিক ধর্ম

আলকিনে কার্বন-কার্বন বিবর্ণন থাকে। এই বিবর্ণন থাকার কারণে এরা রাসায়নিকভাবে খুবই সঞ্চয়। কারণ বিবর্ণনের একটি বখন শক্তিশালী হলো অন্যটি তুলনামূলকভাবে দুর্বল। সাধারণত বিক্রিয় করার সময় আলকিনের দুর্বল বখন তেঙ্গে যায় এবং সংযোজন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

হাইড্রোজেন সংযোজন: নিকেল প্রভাবকের উপস্থিতিতে ইথিনকে হাইড্রোজেনের সাথে $180\text{-}200^\circ\text{C}$ তাপমাত্রায় উৎপন্ন করলে ইথেন উৎপন্ন হয়।



পানি সংযোজন: ফসফরিক এসিড প্রভাবকের উপস্থিতিতে ইথিন পানির বাক্সের সাথে উচ্চ তাপ এবং উচ্চ চাপে বিক্রিয়া করে ইথানল উৎপন্ন করে।

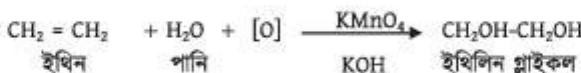


আলকোহলকে পরিবেশবাস্তব জ্বালন হিসেবে ব্যবহার করা হয় এবং পেট্রোলিয়াম শিল্পে দ্রাবক হিসেবে ব্যবহার করা হয় বলে এই বিক্রিয়া অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ।

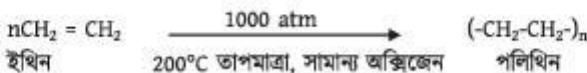
ক্রোমিন সংযোজন: ইথিনের মধ্যে লাল বর্ণের ক্রোমিন দ্রবণ যোগ করলে ইথিন লাল বর্ণের ক্রোমিন দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে ডাইক্রোমো ইথেন উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় ক্রোমিনের লাল বর্ণ অপসারিত হয়। সকল অসম্ভৃত হাইড্রোকার্বন এই বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। ইথিন যে অসম্ভৃত যোগ তা এই বিক্রিয়া দ্বারা প্রমাণিত হয়।



পটাশিয়াম পারম্যাঞ্জেনেট (জায়মান অক্সিজেন) দ্বারা জ্বারণ: ইথিনের মধ্যে পটাশিয়াম পারম্যাঞ্জেনেট এর গোলাপি বর্ণের দ্রবণ এবং পটাশিয়াম হাইড্রোক্সাইড যোগ করলে ইথিলিন প্লাইকল উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় পটাশিয়াম পারম্যাঞ্জেনেট এর গোলাপি বর্ণ অপসারিত হয়। সকল অসম্ভৃত হাইড্রোকার্বন এই বিক্রিয়া প্রদর্শন করে। ইথিন যে অসম্ভৃত যোগ তা এই বিক্রিয়া দ্বারা প্রমাণিত হয়। (প্রথমে পটাশিয়াম পারম্যাঞ্জেনেট এবং পটাশিয়াম হাইড্রোক্সাইড বিক্রিয়া করে যে জায়মান অক্সিজেন তৈরি করে, সেই জায়মান অক্সিজেন এবং দ্রবণের পানি ইথিনের সাথে বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে ইথিলিন প্লাইকল উৎপন্ন করে।)



ইথিনের পলিমারকরণ বিক্রিয়া: সামান্য পরিমাণ অক্সিজেনের উপস্থিতিতে 1000 atm চাপে ও 200°C তাপমাত্রায় ইথিনকে উৎপন্ন করলে পলিথিন উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াকে পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলে। এই বিক্রিয়ায় ইথিনকে মনোমার বলা হয়।



11.4.2 অ্যালকাইন (Alkynes)

যে জৈব ঘোগে কার্বন শিকলে অস্তত একটি কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন ($-C\equiv C-$) থাকে তাকে অ্যালকাইন বলে। তাই অ্যালকাইনের সাধারণ সংকেত C_nH_{2n-2} । অ্যালকাইন প্রেশির সুস্থিতম সরল সদস্য ইথাইন ($CH\equiv CH$) বা এসিটিলিন (acetylene)।

অ্যালকাইনের নামকরণ

অ্যালকেনের নামের শেষের এন (ane) বাদ দিয়ে আইন (yne) ঘোগ করে অ্যালকাইনের নামকরণ করা হয়। যেমন: $CH\equiv CH$ এর নাম ইথাইন, $CH_3-C\equiv CH$ এর নাম প্রোপাইন, $CH_3-C\equiv C-CH_3$ এর নাম বিউটাইন-২।

অ্যালকাইনের প্রস্তুতি

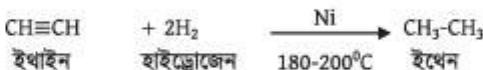
ক্যালসিয়াম কার্বাইড থেকে: ক্যালসিয়াম কার্বাইডের মধ্যে পানি ঘোগ করলে ইথাইন এবং ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইড উৎপন্ন হয়।



অ্যালকাইনের রাসায়নিক ধর্ম

অ্যালকাইনে কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন থাকে। এখানে একটি বন্ধন শক্তিশালী এবং অন্য দুইটি দুর্বল বন্ধন থাকে। অ্যালকাইনে এই দুর্বল বন্ধনগুলো ভেঙে সংযোজন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।

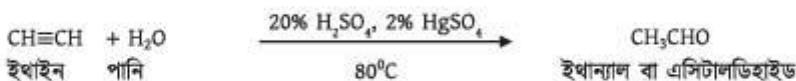
হাইড্রোজেন সংযোজন: তোমরা এর মাঝে জেনে গেছ, নিকেল প্রত্বাবকের উপরিভিত্তিতে ইথাইনকে হাইড্রোজেনের সাথে $180-200^{\circ}C$ তাপমাত্রায় উৎপন্ন করলে ইথেন উৎপন্ন হয়।



ক্রোমিন সংযোজন: ইথাইনের মধ্যে লাল বর্ণের ক্রোমিন দ্রবণ ঘোগ করলে ইথাইন লাল বর্ণের ক্রোমিন দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে টেট্রাক্রোমো ইথেন উৎপন্ন করে। এই বিক্রিয়ায় ক্রোমিনের লাল বর্ণ অপসারিত হয়। ইথাইন যে অসম্ভৃত ঘোগ তা এই বিক্রিয়া দ্বারা প্রমাণিত হয়।



পানি সংযোজন: 80°C তাপমাত্রায় ইথাইন এর মধ্যে 20% সালফিউরিক এসিড এবং 2% মারকিউরিক সালফেট দ্রবণ যোগ করলে ইথান্যাল উৎপন্ন হয়।



11.5 অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও ফ্যাটি এসিড (Alcohols, Aldehydes and Fatty Acids)

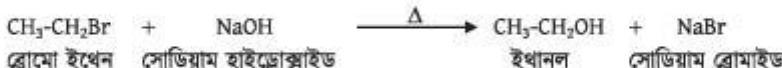
11.5.1 অ্যালকোহল (Alcohol)

যে জৈব যৌগে হাইড্রক্সিল মূলক ($-\text{OH}$) বিদ্যমান থাকে তাকে অ্যালকোহল বলে। তবে কিছু কিছু যৌগে হাইড্রক্সিল মূলক ($-\text{OH}$) বিদ্যমান থাকলেও তাদেরকে অ্যালকোহল বলা হয় না (যেমন ফেনল $\text{C}_6\text{H}_5\text{-OH}$)। অ্যালকোহলের সাধারণ সংকেত $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{OH}$ । এ শ্রেণির প্রথম সদস্য হচ্ছে মিথানল ($\text{CH}_3\text{-OH}$), প্রিতীয় সদস্য ইথানল ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$)। অ্যালকোহলকে R-OH দিয়ে প্রকাশ করা যায় যেখানে R হলো অ্যালকাইল মূলক। এ শ্রেণির প্রথম দিকের সদস্যগুলো বৃহদীন তরঙ্গ পন্দর্শ এবং পানিতে যে কোনো অনুপাতে মিশ্রিত হয়।

নামকরণ: অ্যালকেনের নামের শেষের ‘e’ বাদ দিয়ে অল (oil) যোগ করে অ্যালকোহলের নামকরণ করা হয়। যেমন: ইথানল ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$)

অ্যালকোহলের প্রস্তুতি

ইথাইল ব্রোমাইড থেকে: গ্রোমো ইথেন এর মধ্যে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড এর জলীয় মূবণ যোগ করে উত্তৃত করলে ইথানল এবং সোডিয়াম ব্রোমাইড উৎপন্ন হয়।



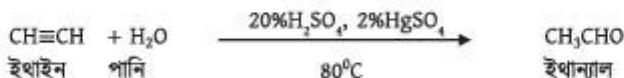
11.5.2 অ্যালডিহাইড (Aldehyde)

যে জৈব যৌগে অ্যালডিহাইড গ্রুপ ($-\text{CHO}$) বিদ্যমান থাকে তাকে অ্যালডিহাইড বলে।

নামকরণ: অ্যালকেনের নামের শেষের 'e' বাদ দিয়ে অ্যাল (al) যোগ করে অ্যালডিহাইড এর নামকরণ করা হয়। যেমন: প্রোপান্ডাল ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CHO}$)। অ্যালডিহাইড শ্রেণির প্রথম সদস্যের নাম মিথান্ডাল ($\text{H}-\text{CHO}$)।

অ্যালডিহাইডের প্রস্তুতি

পানি সংযোজন: 80°C তাপমাত্রায় ইথাইন এর মধ্যে 20% সালফিউরিক এসিড এবং 2% মারকিউরিক সালফেট দ্রবণ যোগ করলে ইথান্ডাল উৎপন্ন হয়।



চিত্র 11.04: ফরমালিনে রক্ষিত বিভিন্ন মৃত প্রাণীদেহ।

ফরমালিন (Formalin): ফরমালডিহাইড (মিথান্ডাল) এর 40% জলীয় দ্রবণকে ফরমালিন বলে। ফরমালিনে 40 ভাগ মিথান্ডাল আর 60 ভাগ পানি থাকে। গবেষণাগারে ফরমালিন এর ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। বিভিন্ন মৃত প্রাণীদেহ সংরক্ষণ করার জন্য ফরমালিন ব্যবহার করা হয়।

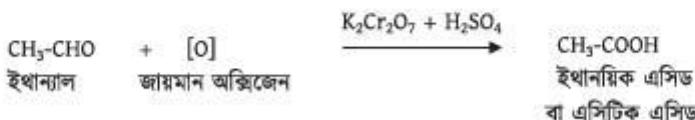
জৈব এসিড বা ফ্যাটি এসিড (Fatty Acid)

যে জৈব ঘোঁটে কার্বক্সিল গুপ (-COOH) বিদ্যমান থাকে তাকে জৈব এসিড বা ফ্যাটি এসিড বলে। জৈব এসিড এর সাধারণ সংকেত $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$ এটাকে সংক্ষেপে $\text{R}-\text{COOH}$ দিয়ে প্রকাশ করা হয়। জৈব এসিড এর সাধারণ সংকেত $\text{C}_n\text{H}_{2n+1}\text{COOH}$

নামকরণ: মূল অ্যালকেনের ইংরেজি নামের শেষের 'e' বাদ দিয়ে অঞ্চিক এসিড (oic acid) যুক্ত করে জৈব এসিডের নামকরণ করা হয়। যেমন: ইথানয়িক এসিড।

ফ্যাটি এসিডের প্রস্তুতি

ইথান্যাল থেকে: ইথান্যালের মধ্যে লঘু সালফিউরিক এসিড ও পটাশিয়াম ভাইক্রোমেট যোগ করলে ইথানয়িক এসিড উৎপন্ন হয়। (প্রথমে পটাশিয়াম ভাইক্রোমেট এবং সালফিউরিক এসিড বিক্রিয়া করে যে জায়মান অক্সিজেন তৈরি করে সেই জায়মান অক্সিজেন এবং ইথান্যাল বিক্রিয়া করে ইথানয়িক এসিড উৎপন্ন করে।)



ফ্যাটি এসিডের রাসায়নিক ধর্ম

অঞ্চীয় ধর্ম: সকল ফ্যাটি এসিড হলো মূর্বল এসিড। ফ্যাটি এসিডসমূহ জলীয় দ্রবণে সামান্য পরিমাণে আয়নিত হয়। ফ্যাটি এসিডের জলীয় দ্রবণ নীল লিটমাসকে লাল করে। ফ্যাটি এসিড ক্ষারের সাথে বিক্রিয়া করে লবণ ও পানি উৎপন্ন করে। যেমন, ইথানয়িক এসিড সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম ইথানয়েট লবণ ও পানি উৎপন্ন করে।



ভিনেগার: ইথানয়িক এসিডের 4% থেকে 10% জলীয় দ্রবণকে ভিনেগার (Vinegar) বলে। ভিনেগার খাবার তৈরিতে ও খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে কাজ করে। এ দ্রবণ মূল অঞ্চীয় বলে খাদ্যে ব্যবহার করলে খাদ্যে ঝাকটেরিয়া বা ইস্ট জন্মাতে পারে না। ফলে খাদ্য পচে না।

11.5.4 হাইড্রোকার্বন থেকে অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিড প্রস্তুতি

তোমরা বিভিন্ন প্রক্রিয়ায় অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিড প্রস্তুতির কথা জেনেছ। পেট্রোলিয়ামের প্রধান উপাদান হচ্ছে হাইড্রোকার্বন (আলকেন, অ্যালকিন ও অ্যালকাইন) এবং এই হাইড্রোকার্বন থেকেও অ্যালকোহল, অ্যালডিহাইড ও জৈব এসিড প্রস্তুত করা যায়।

- (i) **সূর্যালোকের উপর্যুক্তিতে সম্মুখ হাইড্রোকার্বন বা অ্যালকেন হ্যালোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল হালাইড উৎপন্ন করে।** তোমরা ইতোমধ্যে জেনেছ, সূর্যালোকের অভিবেগনি রশির উপর্যুক্তিতে কীভাবে মিথেনের সাথে ক্রোরিন বিক্রিয়া করছে। হাইড্রোজেন পার-অক্সাইডের উপর্যুক্তিতে অ্যালকিন হাইড্রোজেন ক্রোমাইডের সাথে বিক্রিয়া করে অ্যালকাইল ক্রোমাইড উৎপন্ন করে। অ্যালকাইল

হ্যালাইড সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডের জলীয় দ্রবণের সাথে বিক্রিয়ায় আলকোহলে পরিণত হয়। উৎপন্ন আলকোহলকে শক্তিশালী জারক ($K_2Cr_2O_7$ ও H_2SO_4) দ্বারা জারিত করলে প্রথমে আলডিহাইড/কিটোন এবং পরবর্তীকালে জৈব এসিডে পরিণত হয়।

(ii) ফসফরিক এসিডের উপস্থিতিতে আলকিন $300^{\circ}C$ তাপমাত্রায় এবং 60 atm চাপে জলীয় বাষ্পের (H_2O) সাথে বিক্রিয়া করে আলকোহল উৎপন্ন করে। 2% মারকিউরিক সালফেট ($HgSO_4$) এবং 20% সালফিটেরিক এসিডের (H_2SO_3) উপস্থিতিতে আলকাইন (ইথাইন) পানির সাথে বিক্রিয়া করে আলডিহাইড উৎপন্ন করে। তবে $HgSO_4$ বিষাক্ত হওয়ায় শিল্পক্ষেত্রে এর ব্যবহার নিরুৎসাহিত করা হয়। পেট্রোলিয়াম থেকে প্রাপ্ত আলকোহলকে উচ্চ তাপ ও চাপে বায়ুর অক্সিজেন দ্বারা জারিত করলে জৈব এসিড উৎপন্ন হয়।

11.6 আলকোহল, আলডিহাইড ও জৈব এসিডের ব্যবহার (The Uses of Alcohol, Aldehydes and Organic Acids)

আলকোহল: মিথানল বিষাক্ত রাসায়নিক পদার্থ। মিথানল মূলত অন্য রাসায়নিক পদার্থ প্রস্তুত করতে ব্যবহৃত হয়। রাসায়নিক শিল্পে ইথানালিক এসিড, বিভিন্ন জৈব এসিডের এন্টার প্রস্তুত করা হয়। ইথানলকে প্রধানত পারফিউম, কসমেটিকস ও গুরুত্ব শিল্পে দ্বারক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ফার্মাসিউটিক্যাল প্রেডের ইথানলকে ওষুধ শিল্পে এবং রেকটিফাইড স্পিরিটকে হেমিও ওষুধে ব্যবহার করা হয়। ইথানলের 96% জলীয় দ্রবণকে রেকটিফাইড স্পিরিট (rectified spirit) বলে। পারফিউম শিল্পে ইথানলের ব্যাপক ব্যবহার রয়েছে। পারফিউমে ইথানল ব্যবহারের পূর্বে তাকে গন্ধমুক্ত করা হয়। ওষুধ ও খাদ্য শিল্প ব্যাপ্তিত অন্য শিল্পে রেকটিফাইড স্পিরিট সামান্য মিথানল যোগে বিষাক্ত করে ব্যবহার করা হয়। একে মেথিলেটেড স্পিরিট (methylated spirit) বলে। কাঠ এবং খাতুর তৈরি আসবাবপত্র বার্নিশ করার জন্য মেথিলেটেড স্পিরিট ব্যবহার করা হয়। বর্তমানে বাজিলে জীবাশ্ম জ্বালানির পরিবর্তে ইথানলকে মোটর ইঞ্জিনের জ্বালানিরূপে ব্যবহার করা হচ্ছে।

স্টার্ট (চাল, গম, আলু ও ডুট্টা) থেকে গাঁজন (Fermentation) প্রক্রিয়ায় আলকোহল প্রস্তুত করা হয়। এছাড়া চিনি শিল্পের উপজাত উৎপন্ন (by-product) চিটাগুড় থেকে একই প্রক্রিয়ায় আলকোহল (ইথানল) পাওয়া যায়। বাংলাদেশের দর্শনায় কেবু এন্ড কেবু কোম্পানিতে ইথানল প্রস্তুত করে দেশের চাহিদা পূরণ করা হয়। আলকোহলকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করলে একদিকে জীবাশ্ম জ্বালানির উপর চাপ করে, অপরদিকে পরিবেশকে দূষণমুক্ত রাখা যায়।

আলডিহাইড: আলডিহাইড এর পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় বিভিন্ন প্লাস্টিক ত্রুট্য তৈরি করা হয়। ফরমালডিহাইড (মিথানাল) এর জলীয় দ্রবণকে অতি নিম্ন চাপে উত্পন্ন করলে ডেলরিন পলিমার

উৎপন্ন হয়। ডেলরিন পলিমার দিয়ে চেয়ার, ডাইনিং টেবিল, বালতি ইত্যাদি প্লাস্টিক দ্রব্য তৈরি করা হয়। ফরমালডিহাইড ও ইউরিয়া থেকে ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়া ইউরিয়া-ফরমালডিহাইড রেজিন উৎপন্ন হয় যা গৃহের প্লেট, প্লাস, মগ ইত্যাদি তৈরি করতে ব্যবহৃত হয়।

জৈব এসিড: জৈব এসিডসমূহ অজৈব এসিডের তুলনায় দুর্বল। জৈব এসিড মানুষের খাদ্যোগ্যোগী উপাদান। আমরা লেবুর রস (সাইট্রিক এসিড), তেঁতুল (টারটারিক এসিড), দধি (ল্যাকটিক এসিড) ইত্যাদি জৈব এসিডকে খাবার হিসেবে প্রাপ্ত করি। জৈব এসিডের ঝাকটেরিয়া ধ্রংস করার ক্ষমতা খাকায় একে খাল্য সংরক্ষক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ইথানয়িক এসিডের ৪% থেকে ১০% জলীয় ছবগকে ভিনেগার বলা হয়। ভিনেগার সস্ ও আচার সংরক্ষণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

11.7 পলিমার (Polymer)

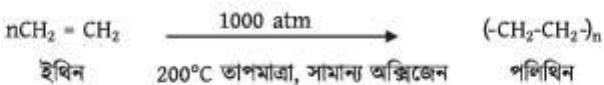
যে বিক্রিয়ায় কোনো পদার্থের অনেকগুলো ক্ষুদ্র অণু পরস্পর যুক্ত হয়ে বৃহৎ অণু গঠন করে সেই বিক্রিয়াকে পলিমারকরণ বিক্রিয়া (Polymerization Reaction) বলে। পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় যে হোট অণুগুলো অংশীভূত করে তাদের প্রত্যক্ষিক এক একটি মনোমার (monomer) বলে এবং বিক্রিয়ার ফলে যে বৃহৎ অণু গঠিত হয় তাকে পলিমার অণু বলে। দুইটি মনোমার একসাথে যুক্ত হলে তাকে বলে ডাইমার (dimer), তিনটি মনোমার একসাথে যুক্ত হয়ে তৈরি হয় ত্রাইমার (trimer)। এভাবে অনেকগুলো মনোমার এক সাথে যুক্ত হয়ে পলিমারের সৃষ্টি হয়। আমাদের খাদ্যের একটি প্রধান উপাদান প্রোটিন। এই প্রোটিনও জ্যামাইনো এসিডের একটি পলিমার।

পলিমারকে বিভিন্নভাবে শ্রেণিবিভাগ করা যেতে পারে। তবে গঠন প্রকৃতি অনুযায়ী পলিমার দুই প্রকার, যথ- সংযোজন বা যুক্ত পলিমার এবং ঘনীভবন পলিমার।

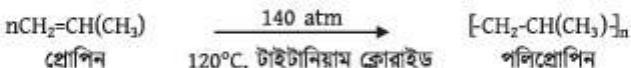
11.7.1 সংযোজন বা যুক্ত পলিমার (Addition Polymer)

যে পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় মনোমার অণুগুলো সরাসরি একে অপরের সাথে যুক্ত হয়ে দীর্ঘ শিকলবিশিষ্ট পলিমার গঠন করে তাকে সংযোজন পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলা হয়। সংযোজন পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় গঠিত পলিমারকে সংযোজন পলিমার বলে।

সংযোজন পলিমারকরণ বিক্রিয়া : সামান্য পরিমাণ অক্সিজেনের উপস্থিতিতে 1000 atm চাপে ও 200°C তাপমাত্রায় ইথিনকে উন্নত করলে পলিথিন উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াকে সংযোজন পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলে। এই বিক্রিয়ায় ইথিনকে মনোমার বলা হয়।

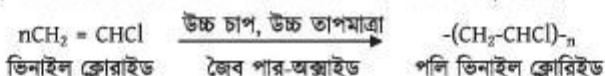


পলিপ্রোপেন (Polypropene): প্রোপেনকে টাইটানিয়াম ক্রোরাইডের উপরিথিতিতে 140 atm চাপে 120°C তাপমাত্রায় উৎপন্ন করলে পলিপ্রোপেন উৎপন্ন হয়।



পলিপ্রোপেন পলিথিনের চেয়ে মজবুত ও হালকা এবং উচ্চ তাপ সহ্য করতে পারে, তাই পলিপ্রোপেন দিয়ে দড়ি, পাইপ, কাপেট প্রভৃতি তৈরি করা যায়।

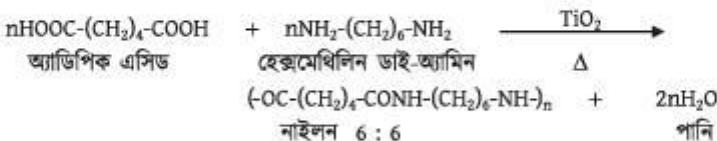
পলিভিনাইল ক্রোরাইড বা পিভিসি (PVC): ডিনাইল ক্রোরাইডকে জৈব পার-অক্সাইডের উপরিথিতিতে উচ্চ চাপ এবং উচ্চ তাপমাত্রায় উৎপন্ন করলে পলিভিনাইল ক্রোরাইড বা পিভিসি উৎপন্ন হয়। বিভিন্ন ধরণের পাইপ, তার এমনকি মেডিকেল ডিভাইস তৈরিতে এই পলিমার বহুল ব্যবহৃত।



11.7.2 ঘনীভবন পলিমার (Condensation Polymer)

যে পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় মনোমার অণুসমূহ পরস্পরের সাথে যুক্ত হবার সময় শূন্য শূন্য অণু যেমন: H₂O, CO₂ ইত্যাদি অপসারণ করে সেই পলিমারকরণ বিক্রিয়াকে ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়া বলা হয়। ঘনীভবন পলিমারকরণ বিক্রিয়ায় নাইলন 6 : 6 পলিমার তৈরি হয়।

নাইলন 6:6 উৎপাদন: টাইটানিয়াম অক্সাইড এর উপরিথিতিতে হেক্সামেথিলিন ডাই-অ্যামিন এর সাথে আ্যাডিপিক এসিড উৎপন্ন করলে নাইলন- 6 : 6 উৎপন্ন হয়।



উৎসের উপর ভিত্তি করে পলিমারকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়: প্রাকৃতিক পলিমার এবং কৃত্রিম পলিমার বা প্লাস্টিক।

প্রাকৃতিক পলিমার

প্রাকৃতিকভাবে অনেক পলিমার উৎপন্ন হয়। যেমন- উড়িদের সেলুলোজ ও স্টার্ট দুটোই প্রাকৃতিক পলিমার, যা বহুসংখ্যক ফুকোজ অণু থেকে তৈরি হয়।

প্রেটিন আমাইনো এসিডের পলিমার। রাবার গাছের কষ একটি প্রাকৃতিক পলিমার। আমাদের দেশে পার্বত্য চট্টগ্রাম, কক্রবাজার, হবিগঞ্জ, সিলেট ও টাঙ্গাইল জেলায় রাবার চাষ হচ্ছে। প্রাকৃতিক রাবারের চেয়ে বহুগুণ বেশি প্লাস্টিক শিল্পকারখানায় সংশ্লেষণ করা হচ্ছে।

টেবিল 11.03: বিভিন্ন ধরনের পলিমার, তার ধর্ম ও ব্যবহার।

| পলিমারের নাম | মনোমারের সংকেত | পলিমারের ধর্ম | ব্যবহার |
|-----------------------------|--|---|--|
| পলিথিন | $\text{CH}_2=\text{CH}_2$ | সহজে কাটা যায় না, টেকসই | প্লাস্টিক ব্যাগ, প্লাস্টিক শিট |
| পলিপ্রোপিন | $\text{CH}_2=\text{CH}-\text{CH}_3$ | সহজে কাটা যায় না, টেকসই | প্লাস্টিক রশি, প্লাস্টিক বোতল |
| পলিভিনাইল ক্লোরাইড (PVC) | $\text{CH}_2=\text{CHCl}$ | শক্ত, কঠিন এবং পলিথিনের তুলনায় কম নমনীয় | পানির পাইপ, বিদ্যুৎ অপরিবাহী পদাৰ্থ |
| নাইলন 6:6 | $\text{HOOC}-(\text{CH}_2)_4-\text{COOH}$ ও $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{NH}_2$ | চকচকে, টেকসই, নমনীয় | কৃতিম কাপড়, রশি, দাঁতের ভাস |

কৃতিম পলিমার বা প্লাস্টিক

শক্ত, হালকা, সম্মত এবং যেকোনো পছন্দসই রঙের প্লাস্টিক (plastic) পাওয়া যায়। প্লাস্টিককে গলানো যায় এবং ছাঁচে ঢেলে যেকোনো আকার দেওয়া যায়। প্লাস্টিক শব্দটি এসেছে গ্রিক শব্দ Plastikos থেকে। Plastikos অর্থ হলো গলানো সম্ভব। অনেকেই পরিভৃত প্লাস্টিক অংশটি গলিয়ে নানা কিছু তৈরি করেন। এটি করা বিপজ্জনক কারণ, প্লাস্টিক দ্রব্যকে পোড়ালে বা উত্তোলে গলানো হলে অনেক রকম বিষাক্ত গ্যাস উৎপন্ন হয়। খাবার রাখার পাত্র, মোড়ক, বলপেন, চেয়ার, টেবিল, গাড়ির হস্তান্ত, পানির ট্যাংক, গামলা, বালতি, মগ ইত্যাদি সামগ্ৰী প্ৰস্তুত কৱাৰ জন্য ব্যাপকভাৱে প্লাস্টিক দ্রব্য ব্যবহাৰ কৱা হয়।

11.7.3 প্লাস্টিক ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধা

বর্তমান বিশ্বে ব্যাপক হারে প্লাস্টিক জাতীয় কৃতিম পলিমার ব্যবহার করা হচ্ছে। এ জাতীয় পদার্থ ব্যবহারের প্রচুর সুবিধা রয়েছে। অপরদিকে, প্লাস্টিক জাতীয় পদার্থ আমাদের পরিবেশের জন্য ঝুঁকিপূর্বপুর। বর্তমানে এ জাতীয় পদার্থ আমাদের দৈনন্দিন জীবনের সাথে নিবিড়ভাবে জড়িয়ে গেছে। তাই এগুলোকে বর্জনণ করতে পারছি না। সেক্ষেত্রে এগুলোর ব্যবহার সঠিক উপায়ে করতে পারলে আমরা এ সকল অসুবিধা থেকে কিছুটা মুক্তি পেতে পারি।

সুবিধা: প্লাস্টিক জাতীয় পদার্থ থেকে আমাদের নিয়ন্ত্রণোজনীয় জিনিস যেমন- থালাবাসন, বিভিন্ন ধরনের পাইপ, বিভিন্ন কন্টেইনার, ব্যাগসহ আরও অনেক কিছু প্রস্তুত করা হয়। এগুলো তৈরিতে আগে সম্পূর্ণরূপে ধাতু, প্রাকৃতিক তন্তু যেমন- তুলা, পাট, রেশম, কাঠ ইত্যাদি ব্যবহার করা হতো। প্লাস্টিক এদের তুলনায় অনেক পাতলা। প্লাস্টিককে ইচ্ছা অনুযায়ী রূপ দিয়ে আমরা বিভিন্ন আকারের জিনিস তৈরি করতে পারি। তাতে বিভিন্ন ধরনের রং যিশিয়ে আকর্ষণীয় করে তুলতে পারি।

অসুবিধা: প্লাস্টিক জাতীয় দ্রব্যের সবচেয়ে বড় অসুবিধা হলো তা পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর। আমরা যে সকল জিনিস মাটিতে বা পানিতে ফেলি সেগুলো ব্যাকটেরিয়া বা বায়ুমণ্ডলের অক্সিজেন বা মাটি বা পানিতে অন্য পদার্থের সাথে বিক্রিয়া করে ক্ষয়প্রাপ্ত হয় এবং পরিবেশের ভারসাম্য বজায় রাখে। কিন্তু প্লাস্টিক দ্রব্য যেমন ব্যাকটেরিয়া দ্বারা ক্ষয়প্রাপ্ত হয় না, তেমনই অন্যান্য পদার্থের সাথেও বিক্রিয়া করে না। তাই মাটিতে বা পানিতে ফেললে তা একই রকম থেকে থায়। ফলে মাটি ও পানির দূষণ ঘটায়। সেই সাথে পরিবেশেরও ভারসাম্য নষ্ট হয়।

আমাদের কর্মশীল: প্লাস্টিক জাতীয় দ্রব্যকে যেখানে-সেখানে ফেলে না দিয়ে তাকে সংরক্ষণ করে আবার প্রক্রিয়াজাত (recycling) করে পুনরায় ব্যবহার করা উচিত। অন্যদিকে কাঠ, ধাতু, প্রাকৃতিক তন্তু ব্যবহারের পরিমাণও আমাদের বাড়াতে হবে। বিজ্ঞানীরা পচনশীল প্লাস্টিক দ্রব্য তৈরি করার চেষ্টা করছেন এবং ইতোমধ্যে তারা অনেক ক্ষেত্রে সফলও হয়েছেন। তাই আশা করা যায় অদূর ভবিষ্যতে বাজারে বর্তমানে ব্যবহৃত প্লাস্টিক দ্রব্যের পরিবর্তে পচনশীল প্লাস্টিকের তৈরি দ্রব্যসামগ্রী পাওয়া যাবে।

11.7.4 জৈব ও অজৈব যৌগের পার্থক্য

এ অধ্যায়ে তোমরা যে সকল যৌগ সম্পর্কে অধ্যয়ন করেছ তার সবই জৈব যৌগ। সাধারণত সময়োজী বৰ্ষনের মাধ্যমে জৈব যৌগসমূহ গঠিত হয় এবং আয়নিক বৰ্ষনের মাধ্যমে অজৈব যৌগসমূহ গঠিত হয়।

| জৈব যৌগ | অজৈব যৌগ |
|--|--|
| ১. সাধারণত জৈব যৌগে কার্বন অবশ্যই থাকবে। যেমন: মিথেন (CH_4) | ১. দু-একটি ব্যতিক্রম ছাড়া সাধারণত অজৈব যৌগে কার্বন থাকে না। যেমন- হাইড্রোজেন সালফাইড (H_2S) |
| ২. জৈব যৌগের বিক্রিয়া হতে সাধারণত অনেক বেশি সময় লাগে। | ২. অজৈব যৌগের বিক্রিয়া হতে সাধারণত অনেক কম সময় লাগে। |
| ৩. জৈব যৌগসমূহ সাধারণত সময়োজী বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত হয়। | ৩. অজৈব যৌগসমূহ সাধারণত আয়নিক বা সময়োজী বন্ধনের মাধ্যমে গঠিত হয়। |



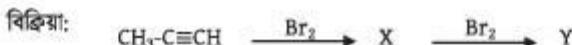
নিজে করো

কাজ: জৈব যৌগের সংজ্ঞা দাও। কয়েকটি জৈব ও অজৈব যৌগ নিয়ে গলনাঙ্ক নির্ণয় করে পার্থক্য দেখাও।

চিন্তা করো: আয়নিক ও সময়োজী যৌগের পার্থক্যের ভিত্তিতে কীভাবে জৈব ও অজৈব যৌগের মধ্যে পার্থক্য করা যায়।


অনুশীলনী
**বহুনির্বাচনি প্রশ্ন**

1. প্রাকৃতিক গ্যাসে শতকরা কত ভাগ ইথেন থাকে?
 (ক) 3 ভাগ (খ) 4 ভাগ
 (গ) 6 ভাগ (ঘ) 7 ভাগ
2. নিচের কোন যৌগটি ত্রোমিন জ্বরণের লাল বর্ণকে বর্ণিত করতে পারে?
 (ক) C_3H_8 (খ) C_3H_8O
 (গ) C_2H_6O (ঘ) C_2H_4



উপরের বিজ্ঞয়া থেকে 3 ও 4 নং প্রশ্নের উত্তর দাও:

3. Y যৌগটির নাম কী?
 (ক) 1, 1- ডাইত্রোমো প্রোপেন (খ) 2, 2- ডাইত্রোমো প্রোপেন
 (গ) 1, 1, 2, 2- টেত্রাত্রোমো প্রোপেন (ঘ) 1, 2- ডাইত্রোমো প্রোপিন

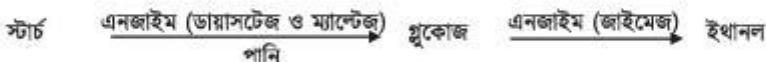
4. উচ্চীপর্কের 'X' যৌগটি-
 (i) সংযোজন বিজ্ঞয়া দেয়
 (ii) প্লাস্টিক তৈরিতে ব্যবহৃত হয়
 (iii) Y অপেক্ষা কম সঞ্চয়

- নিচের কোনটি সঠিক?
- (ক) i ও ii (খ) ii ও iii
 (গ) i ও iii (ঘ) i, ii ও iii



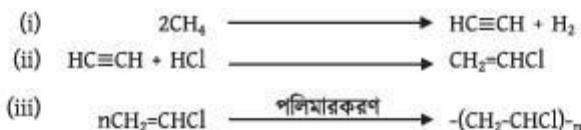
সৃজনশীল প্রশ্ন

১. মার্চ-জুন মাসে বাংলাদেশে সংরক্ষণের অভাবে গুচ্ছ পরিমাণে আলু নষ্ট হয়। আলু থেকে নিচের বিক্রিয়ায় ইথানল উৎপন্ন করা যায়।



- (ক) পেট্রোলিয়ামের প্রধান উপাদান কী?
 (খ) আলকেন অপেক্ষা অ্যালকিন সঞ্চয় কেন? ব্যাখ্যা করো।
 (গ) উদ্বীপকের বিক্রিয়া ব্যবহার করে আলু থেকে মিথেন প্রস্তুতির বর্ণনা দাও।
 (ঘ) অতিরিক্ত আলুকে জীবাণু জ্বালানির বিকল্প হিসেবে ব্যবহারের সম্ভাবনা বিশ্লেষণ করো।

২. পর্যায়ক্রমে একটি গ্যাসকে i থেকে iii বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন পদার্থে পরিণত করা হয়।



- (ক) হাইড্রোকার্বন কাকে বলে?
 (খ) বেনজিন অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন কেন?
 (গ) ii নং বিক্রিয়াটি কোন ধরনের বিক্রিয়া? ব্যাখ্যা করো।
 (ঘ) উদ্বীপকের প্রথম বিক্রিয়ক গ্যাসটির ব্যবহার বহুমুখীকরণের সম্ভাবনা বিশ্লেষণ করো।

৩.



- (ক) অ্যারোমেটিক হাইড্রোকার্বন কী?
 (খ) ক্যালসিয়াম কার্বাইড থেকে কীভাবে ইথাইন তৈরি করা যায়? বিক্রিয়াসহ লেখো।
 (গ) উদ্বীপকের বিক্রিয়াটি সম্পন্ন করো।
 (ঘ) X যৌগটি এসিড হবে কী? বিশ্লেষণ করো।

ঢাক্ষ অধ্যায়

আমাদের জীবনে রসায়ন (Chemistry in Our Lives)



প্রাকৃতিক ফলমূলের সাথে মাঝিয়ে রাগা কিছু সুস্থল সাবান।

আমরা মাটির উর্বরতা বাড়ানোর জন্য জমিতে বিভিন্ন প্রকার সার দেই। এই সার মূলত রাসায়নিক পদার্থ দ্বারা তৈরি। তোমরা কি জানো? পাউরুটি ফোলানোর জন্য আমরা ময়দার মধ্যে বেকিং সোডা ব্যবহার করি। কোনো খাদ্য দীর্ঘদিন বাড়িতে রেখে দেওয়ার জন্য ভিনেগার বা অন্যান্য ফুড প্রিজারভেটিভ ব্যবহার করি। এসব কিছুই রাসায়নিক পদার্থ। আবার, শিল্পকারখানার যে সকল বর্জ্য পরিবেশকে দূষ্যত করে সেগুলোও রাসায়নিক পদার্থ। আমাদের জীবনের প্রতিটি ক্ষেত্রে রাসায়নিক পদার্থের ভূমিকা রয়েছে। এ সকল রাসায়নিক পদার্থ কীভাবে প্রস্তুত করা হয়, এগুলোর ধর্ম, ব্যবহার ইত্যাদি এই অধ্যায়ের আলোচ্য বিষয়।



এ অধ্যায় পাঠ শেষে আমরা

- গৃহে ব্যবহার্য কতিপয় খাদ্যসামগ্ৰীৰ আহৰণ, ধৰ্ম ও ব্যবহাৰেৰ গুৱুত্ত বিশ্লেষণ কৰতে পাৰব।
- গৃহে প্ৰসাধন সামগ্ৰীৰ উপযোগিতা নিৰ্ধাৰণে pH এৰ গুৱুত্ত বৰ্ণনা কৰতে পাৰব।
- গৃহে ব্যবহার্য পৰিষ্কাৰক সামগ্ৰীৰ প্ৰস্তুতি ও পৰিষ্কাৰ কৰাৰ কৌশল ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- কৃষিক্ষেত্ৰে উপযুক্ত যৌগ ব্যবহাৰ কৰে মাটিৰ pH মান নিয়ন্ত্ৰণ কৰে পাৰব।
- কৃষিক্ষেত্ৰ প্ৰক্ৰিয়াকৰণেৰ উপায় ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- কৃষিক্ষেত্ৰ সংৰক্ষণেৰ উপায় ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- রাসায়নিক বৰ্জ্য সম্পৰ্কে জোনে এৰ অক্ষিকাৰক প্ৰভাৱ ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।
- রাসায়নিক ভ্ৰজ্য ব্যবহাৰ কৰে সাৰান প্ৰস্তুত কৰতে পাৰব।
- ব্ৰিচিং পাউডাৰেৰ বিৱজন ক্ৰিয়া প্ৰদৰ্শন কৰতে পাৰব।
- মাটি, পানি ও বায়ু দৃষ্টি রোধে রাসায়নিক ভ্ৰজ্যেৰ যথাযথ ব্যবহাৰেৰ বিষয়ে আস্থাৱ সাথে স্বতঃস্ফূর্তভাৱে মতামত দিতে পাৰব।
- স্বাস্থ্য সচেতন ভ্ৰজ্য ব্যবহাৰে আগ্ৰহ প্ৰদৰ্শন কৰতে পাৰব।
- স্বাস্থ্যসম্মত খাদ্যক্ৰজ্য ব্যবহাৰে আগ্ৰহ প্ৰদৰ্শন কৰতে পাৰব।
- খাদ্যজৈবে বেকিং পাউডাৰেৰ ভূমিকা পৱীক্ষাৰ মাধ্যমে দেখাতে পাৰব।

12.1 গৃহস্থালির রসায়ন (Domestic Chemistry)

আমরা আমাদের বাসায় নানা ধরনের রাসায়নিক পদার্থ ব্যবহার করি। যেমন- খাদ্য লবণ, বেকিং পাউডার, ভিনেগার, কোমল পানীয় ইত্যাদি রাসায়নিক পদার্থ।

খাদ্যলবণ

সাগরের পানিতে অনেক বেশি পরিমাণে খাদ্য লবণ বা সেডিয়াম ক্লোরাইড (NaCl) এবং তার সাথে খুবই সামান্য পরিমাণে CaCl_2 , MgCl_2 সহ অন্য কিছু লবণ দ্রবীভূত থাকে। আবার, মাটির তলদেশে অনিজ পদার্থ হিসেবেও সেডিয়াম ক্লোরাইড পাওয়া যায়। আমাদের দেশে সমুদ্রের পানি থেকে খাদ্য লবণ সংগ্রহ করা হয়। সমুদ্র উপকূলের লবণ চাষিয়া বিভিন্ন আকৃতির বর্ণাকার বা আয়তাকার জাহির চারপাশে বাঁধ নির্মাণ করে খানিকটা খুলো রাখে। জোয়ারের সময় ঘৰ্যন পানি ঐ জাহাগীয় প্রবেশ করে তখন পানি প্রবেশের মুখ ব্যথ করে জোয়ারের পানি আটকে দেওয়া হয়। ঘৰ্যন এই পানি সূর্যের তাপে শুকিয়ে যায় তখন এই জাহাগীয় লবণ দেখতে পাওয়া যায়। এটাকে সল্ট হারভেস্টিং বলে। সল্ট হারভেস্টিং এর মাধ্যমে পাওয়া এই লবণকে শিল্পকারখানায় বিভিন্ন প্রক্রিয়া সম্পাদন করে খাবার উপযোগী খাদ্যলবণে পরিণত করা হয়।



চিত্র 12.01: সমুদ্র উপকূলে লবণ চাষ।

সল্ট হারভেস্টিং এর মাধ্যমে পাওয়া লবণের সাথে বালু মিশিত থাকে। এই লবণকে কোনো পাত্রে নিয়ে পানি মিশালে লবণ পানিতে দ্রবীভূত হয়ে যায় কিন্তু বালু পাত্রের তলায় পড়ে থাকে। তখন লবণ পানির ভ্রবণকে ছেকে আলাদা করে নেওয়া হয়। এবার এই ভ্রবণকে তাপ প্রয়োগ করলে পানি বাঞ্ছীভূত হয়ে উঠে যায় এবং লবণ পাত্রের তলায় পড়ে থাকে। এভাবে উৎপন্ন লবণকে প্যাকেটে করে বিক্রির জন্য পাঠানো হয়।

আমাদের শরীরের যাবতীয় কাজ সুস্থিতাবে পরিচালিত হবার জন্য বিভিন্ন আয়ন যেমন: Na^+ , K^+ ইত্যাদি দরকার হয়। শরীরে যদি কোনো কারণে Na^+ এর ঘাটতি হয় তবে NaCl পানির সাথে মিশিয়ে খেলে দেই ঘাটতি পূরণ হয়।

NaCl এর ব্যবহার: NaCl অনেক কাজে ব্যবহার করা হয়। যেমন-

- (i) ভাত-এর সাথে আমরা তরকারি খাই। তরকারিতে NaCl লবণ না দিলে তরকারি সুস্থান্ত হয় না।

- (ii) শিল্পকারখনায় NaOH হৌগ প্রস্তুত করার জন্য NaCl ব্যবহৃত হয়।
 (iii) ডায়ারিয়া বা পানিশূন্যতা পুরণের জন্য ওষুধ শিল্প স্যালাইনের তৈরিতে NaCl প্রয়োজন হয়।

বেকিং সোডা পাউডার

বেকিং সোডা বা খাবার সোডার রাসায়নিক নাম সোডিয়াম হাইড্রোক্ষেল কার্বনেট (NaHCO_3)। খাবার সোডাকে সোডিয়াম বাই-কার্বনেটও বলা হয়ে থাকে। বেকিং সোডা (NaHCO_3) তৈরি করে তার মধ্যে টারটারিক এসিড ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$) মিশালে বেকিং পাউডার তৈরি হয়। সাধারণত কেক বানানোর কাজে বেকিং পাউডার ব্যবহার করা হয়।

বেকিং সোডা প্রস্তুতি

অ্যামোনিয়া গ্যাস, খাদ্যলবণ, পানি এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড থেকে বেকিং সোডা প্রস্তুত করা যায়। প্রথমে পানির মধ্যে NaCl কে স্বীকৃত করে NaCl এর সম্পৃক্ত দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। এবার এই সম্পৃক্ত দ্রবণের মধ্যে NH_3 গ্যাস প্রবাহিত করে NH_3 দ্বারা সম্পৃক্ত করা হয়। কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসকে NH_3 সম্পৃক্ত NaCl দ্রবণের মধ্যে প্রবাহিত করা হয়। এক্ষেত্রে CO_2 , NH_3 , H_2O একত্র হয়ে প্রথমে অ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট (NH_4HCO_3) উৎপন্ন হয়। এরপর অ্যামোনিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট (NH_4HCO_3) বেকিং সোডা উৎপন্ন করে।



বেকিং সোডাকে বিক্রিয়া পাত্র থেকে পৃথক করে তার সাথে টারটারিক এসিড মেশানো হয়। এ মিশ্রণকে বেকিং পাউডার বলে।

বেকিং সোডার ব্যবহার: কেক প্রস্তুতির সময় ময়দার মধ্যে বেকিং পাউডার মিলিয়ে তাপ প্রদান করা হয়। বেকিং সোডা মিশ্রণের টারটারিক এসিডের ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6$) সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম টারটারেট ($\text{C}_4\text{H}_4\text{Na}_2\text{O}_6$), CO_2 গ্যাস এবং H_2O উৎপন্ন করে। এই CO_2 গ্যাস এর জন্য কেক ফুলে উঠে।



বাড়িতে কিংবা বেকারিতে পাউরুটি ফোলানোর জন্য ইস্ট নামক ছাতাকও ব্যবহার করা হয়। এজন্য প্রথমে চিনির জ্বলে ইস্ট মেশানো হয়। এই মিশ্রণ দিয়ে ময়দা মাখিয়ে দলা করে উষ্ণ জ্বায়গায় রেখে দিলে ইস্টের সবাত শুসনের কারণে কার্বন ডাই-অক্সাইডের উৎপন্ন হয় যা পাউরুটিকে ফুলতে সাহায্য করে। পাউরুটি ফুলে ওঠার পর ওভেনে বেকিং করা হলে উত্তাপে ইস্ট মারা যায়, তখন পাউরুটির ফোলা বন্ধ হয়।



একক কাজ

ପୃଥିକଭାବେ ବେକିଂ ପାଉଡ଼ାର ଏବଂ ଇନ୍ଟେର ସାଥେ ମୟଦା ମେରେ ରୋଖେ ଦାଓ । କିଛୁ ସମୟ ପରେ ଏହି ମୟଦା ଦିଲ୍ଲେ ଆଲାଦା ଆଲାଦାଭାବେ କେକ ବାନାଓ । ଦୁଟି କେକର ମାଝେ ତୁଳନା କରୋ । କେକ ଦୁଟିତେ କୋଣୋ ପାର୍ଶ୍ଵକ୍ୟ ଦେଖା ଯାଇଁ ? ଏଇ କାରଣ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରୋ ।

ପିରକା ବା ଭିନେଗାର

ଇଥାନୋଲିକ ଏସିଡେର 4%–10% ଜଳୀଯ ଦ୍ରବ୍ୟକେ ଭିନେଗାର ବଲା ହୁଏ । ଭିନେଗାର ତରଳ ପଦାର୍ଥ । ସାଧାରଣତ ଆଚାର ତୈରି କରାର ସମୟ ଭିନେଗାର ଯୋଗ କରା ହୁଏ ।

ଭିନେଗାରର ପ୍ରସ୍ତୁତି

25°C-35°C ତାପମାତ୍ରାଯାର ରାଖା ଏକଟି ସିଟଲେର ପାତ୍ରେ ଇଥାନଲ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$) ଏବଂ ଆସିଟୋବ୍ୟାକଟର ନିଯିରେ ଏର ମଧ୍ୟେ ଅଞ୍ଜିଜେନ ଗ୍ୟାସେର ସୁନ୍ଦର ପ୍ରାହିତ କରିଲେ ଭିନେଗାର ବା ଆସିଟିକ ଏସିଡ ବା ଇଥାନୋଲିକ ଏସିଡ (CH_3COOH) ପ୍ରସ୍ତୁତ ହୁଏ । ଆସିଟୋବ୍ୟାକଟର (Acetobacter) ବ୍ୟାକଟରିୟା ଏମନ ଏକ ଧରନେର ଏନଜାଇମ ନିଃସ୍ତୃତ କରେ ଯା ଇଥାନଲକେ ଅଞ୍ଜିଜେନେର ସାଥେ ବିକିଳ୍ପା କରିଲେ ସାହାଯ୍ୟ କରେ ।



ଖାଦ୍ୟ ସଂରକ୍ଷଣେ ଭିନେଗାରର ଭୂମିକା

ଆଚାରକେ ଯଦି ବ୍ୟାକଟରିୟା ଆକ୍ରମଣ କରେ ତବେ ଆଚାର ପଚେ ଯାଇ ବା ନୟ୍ୟ ହେଁ ଯାଇ । ଆଚାର-ଏର ମଧ୍ୟେ ଭିନେଗାର ଦିଲେ ଆଚାରକେ ବ୍ୟାକଟରିୟା ଆକ୍ରମଣ କରିଲେ ପାରେ ନା । ଭିନେଗାରର ମୂଳ ଉପାଦାନ ଇଥାନୋଲିକ ଏସିଡ । ଭିନେଗାରକେ ସଥିନ ଆଚାରର ମଧ୍ୟେ ଦେଖାଯା ହୁଏ ତଥିନ ଇଥାନୋଲିକ ଏସିଡ କର୍ତ୍ତ୍ତକ ତ୍ୟାଗକୃତ ପ୍ରୋଟିନ, H^+ -ବ୍ୟାକଟରିୟାକେ ଧରିବା କରେ ଏବଂ ଖାଦ୍ୟ ଦୀର୍ଘକାଳ ବ୍ୟାକଟରିୟାର ଆକ୍ରମଣ ଥେକେ ରଙ୍ଗା ପାଇ । ଏତାବେ ଭିନେଗାର ଦିଲେ ଖାଦ୍ୟ ସଂରକ୍ଷଣ କରା ହୁଏ ।

କୋମଳ ପାନୀୟ (Soft drinks or Carbonated soda)

ଠାଣ୍ଡା ଅବସ୍ଥାଯା ଓ ଉଚ୍ଚ ତାପେ ପାନିତେ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଆକ୍ୟାଇଡ ଗ୍ୟାସ ଦ୍ରବ୍ୟାଭୃତ କରେ କୋମଳ ପାନୀୟ ତୈରି କରା ହୁଏ । କୋମଳ ପାନୀୟରେ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଆକ୍ୟାଇଡ ଏବଂ ପାନି ବିକିଳ୍ପା କରେ କାର୍ବନିକ ଏସିଡ (H_2CO_3) ଉଥିପନ କରେ । ଖାଦ୍ୟ ହଜମ ବା ପରିପାକ ହ୍ୟାର ଜନ୍ୟ ମାନୁଷ କୋମଳ ପାନୀୟ ପାନ କରେ ଥାକେ, ଯଦିଓ ଏର କୋଣୋ ବୈଜ୍ଞାନିକ ଭିତ୍ତି (scientific evidence) ନେଇ ।

12.2 পরিষ্কার-পরিচ্ছন্নতায় রসায়ন (Chemistry for Cleanliness)

সুস্থ দেহের সুস্থ মনকেই স্বাস্থ্য বলা হয়। স্বাস্থ্য ভালো রাখার জন্য আমরা আমাদের শরীরকে পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন রাখি। আমাদের শরীর পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন থাকলে মনও ভালো থাকে। গোসলের সময় আমরা প্রসাধনী সাবান ব্যবহার করি। আমাদের পোশাক বা কাপড়-চোপড় পরিষ্কার রাখার জন্য আমরা কাপড় কাচ সোডা, ট্রিচিং পাউডার ইত্যাদি ব্যবহার করি। ঘরের আনালার কাচ বা অন্যান্য কাচছবি পরিষ্কার করার জন্য আমরা ফ্লাস ক্লিনার ব্যবহার করি। টয়লেট পরিষ্কার-পরিচ্ছন্ন রাখার জন্য টয়লেট ক্লিনার ব্যবহার করি। এসব পরিষ্কার সামগ্রীর প্রস্তুতি এবং পরিষ্কারকরণের ক্রিয়াকৌশল নিম্নে আলোচনা করা হলো:

কাপড় কাচ সোডা

সোডিয়াম কার্বনেট (Na_2CO_3) কে সোডা আশ (Soda ash) বলা হয়। সোডা আসের 1 অণুর সাথে 10 অণু পানি রাসায়নিকভাবে যুক্ত হলে তাকে কাপড় কাচ বা ওয়াশিং সোডা বলে। কাপড় কাচ সোডার রাসায়নিক নাম সোডিয়াম কার্বনেট ডেক্রাইটেট ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$)।

কাপড় কাচ সোডা প্রস্তুতি

গাঢ় NaOH এর দ্বারণের মধ্যে CO_2 কে অধিক পরিমাণে চালনা করলে সোডিয়াম কার্বনেট উৎপন্ন হয় যা পানিতে দ্রবীভূত অবস্থায় থাকে।



বিক্রিয়া পাত্রের মধ্যে Na_2CO_3 এবং পানি থাকে। সোডিয়াম কার্বনেট 10 অণু পানির সাথে যুক্ত হয়ে কাপড় কাচ সোডা ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) উৎপন্ন হয়।



কাপড় কাচ সোডার ব্যবহার

কাপড় পরিষ্কার করতে কাপড় কাচ সোডা ব্যবহার করা হয়।

টয়লেট ক্লিনার

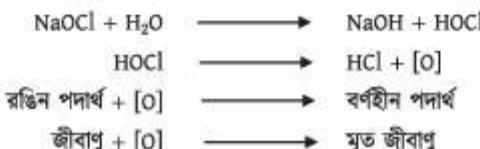
টয়লেট ক্লিনারের মূল উপাদান সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH)। টয়লেট ক্লিনারে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড এর সাথে সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট (NaOCl) মিশ্রিত থাকে। বেসিন, কমোড ইত্যাদি পরিষ্কার করার জন্য টয়লেট ক্লিনার ব্যবহার করা হয়। টয়লেট, বেসিন, কমোড ইত্যাদিতে চর্বি জাতীয় পদার্থ, প্রেটিন জাতীয় পদার্থ, বিভিন্ন রং (Pigments) এর জৈব পদার্থ, অজৈব পদার্থ, রোগজীবাণু ইত্যাদি থাকে। যখন টয়লেট, বেসিন, কমোড ইত্যাদিতে টয়লেট ক্লিনার যোগ করা হয়, ৫

তখন সোডিয়াম হাইড্রোক্লাইড চর্বি জাতীয় পদার্থ, প্রোটিন জাতীয় পদার্থ ইত্যাদির সাথে বিক্রিয়া করে এবং সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট বিভিন্ন পিগমেন্ট এবং রোগজীবাণুর সাথে বিক্রিয়া করে এদের কার্যকরিতা নষ্ট করে দেয়।

টয়লেট ক্লিনার ঘারা টয়লেট পরিষ্কারের কৌশল

টয়লেট ক্লিনারকে যথন টয়লেটের উপর ঢালা হয় তখন টয়লেট ক্লিনারের বিভিন্ন উপাদান বিভিন্নরূপে বিক্রিয়া করে। টয়লেট ক্লিনারের মূল উপাদান NaOH এর ক্ষারধর্মী ধর্মের জন্য টয়লেট পরিষ্কার হয়।

টয়লেট ক্লিনারের সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইট (NaOCl) পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইপোক্লোরাস এসিডে (HOCl) পরিণত হয় যা তেঙে জায়মান অক্সিজেন উৎপন্ন করে। এই জায়মান অক্সিজেন রঙিন পদার্থকে বণ্হিন করে এবং জীবাণুকে ধ্বংস করে।



এভাবে টয়লেট ক্লিনার রঙিন পদার্থকে বণ্হিন করে এবং জীবাণুকে ধ্বংস করে। (তৃতীয় বৰ্খনীর মধ্যে অক্সিজেন পরমাণু দিয়ে জায়মান অক্সিজেনকে বোঝানো হয়। জায়মান অক্সিজেন = [O], জায়মান অক্সিজেন বা nascent oxygen বলতে সন্দ তৈরি হওয়া অস্থায়ী অবিশ্বাস্য অক্সিজেন পরমাণুকে বোঝায় যা এখনো O₂ অণু তৈরি করেনি।

সাবান

সাধারণত সাবান হলো উচ্চতর ফ্যাটি এসিডের সোডিয়াম লবণ (R-COONa) বা উচ্চতর ফ্যাটি এসিডের পটাশিয়াম লবণ (R-COOK)। এখানে R কে অ্যালকাইল মূলক বলা হয়। R এর সাধারণ সংকেত C_nH_{2n+1} এবং n এর মান 12 থেকে 18 পর্যন্ত। যেমন: সোডিয়াম স্টিয়ারেট সাবানের সংকেত C₁₇H₃₅COONa এবং পটাশিয়াম স্টিয়ারেট সাবানের সংকেত C₁₇H₃₅COKO। তেল বা চর্বির সাথে সোডিয়াম হাইড্রোক্লাইড বা পটাশিয়াম হাইড্রোক্লাইড বিক্রিয়া করে সাবান এবং প্লিসারিন তৈরি হয়। সাবান ও প্লিসারিন তৈরির এই প্রক্রিয়াকে সাবানয়ন বলে। সাবানয়ন প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত সাবান এবং প্লিসারিনের মধ্যে NaCl যোগ করলে প্লিসারিন পাত্রের নিচে অবস্থান করে এবং সাবানের অণুগুলো NaCl কে ধীরে একত্র হয়ে পাত্রের উপরের দিকে কেকের আকারে ভেসে উঠে। একে সোপ কেক বলে। সোপ কেককে ছাঁকনির সাহায্যে ছেঁকে পৃথক করে বিভিন্ন আকৃতির ছাঁচে ঢেলে বিভিন্ন আকৃতির সাবান তৈরি করা হয়।

সাবান একটি পরিষ্কারক মুখ্য যা তেল বা চর্বি এবং ক্ষার থেকে প্রস্তুত করা হয়। ব্যবহারের উপর ভিত্তি করে সাবানকে মূলত মুই ভাগে ভাগ করা যায়। প্রসাধনী সাবান এবং লক্ষ্মি সাবান:

প্রসাধনী সাবান (Cosmetic soap): আমদের ঢককে পরিষ্কার করার জন্য যেসব সাবান ব্যবহার করি তাদেরকে প্রসাধনী সাবান বলে।

লন্ড্রি সাবান (Laundry soap): কাপড়-চোপড় পরিষ্কার করার জন্য আমরা যেসব সাবান ব্যবহার করি তাদেরকে কাপড় কাচা সাবান বা লন্ড্রি সাবান বলা হয়।

সাবান তৈরির সময় সাবানের সাথে ট্রিসারিনও তৈরি হয়। সাবান এবং ট্রিসারিনের মিশ্রণের সাথে তেল, চর্বি বা ক্ষার ইত্যাদি থেকে যেতে পারে। এগুলো থেকে সাবানকে আলাদা করা হয়। এই আলাদা করার সময় যদি সাবানের মধ্যে অধিক তেল বা চর্বি থেকে যায় তখন সাবানের মধ্যে তৈলান্ত ভাব থেকে যায়। এই সাবান ব্যবহারের সময় তেমন কোনো ফেনা উৎপন্ন করে না। যদি সাবানের মধ্যে অধিক পরিমাণে ক্ষার থেকে যায় তবে এই সাবান ব্যবহার করলে ফেনের ক্ষতি হয়। এজন্য সাবান তৈরি কারখানায় সঠিক অনুপাতে তেল বা চর্বি এবং ক্ষার যোগ করতে হয় যাতে তেল বা চর্বি এবং ক্ষার সম্পূর্ণে বিক্রিয়া করতে পারে। কার্বিল গুপ্ত অনেক বড় কার্বন শিকলের সাথে যুক্ত থাকলে ঐ যৌগকে উচ্চতর ফ্যাটি এসিড বলে। ফ্যাটি এসিড অ্যালকোহল বা ট্রিসারিনের সাথে বিক্রিয়া করে এস্টার উৎপন্ন করে। উচ্চতর ফ্যাটি এসিড ও ট্রিসারিনের ট্রাই এস্টার তরল অবস্থায় থাকলে তাকে তেল এবং কঠিন অবস্থায় থাকলে তাকে চর্বি বলা হয়।

স্টিয়ারিক এসিড হলো প্রানিদেহের ফ্যাট থেকে প্রাপ্ত সম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিড। সম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিডে কার্বন-কার্বন একক বন্ধন থাকে। কোনো দ্বিবন্ধন বা কোনো ত্রিবন্ধন থাকে না।

জলপাই থেকে যে তেল পাওয়া যায় তাকে অলিভ অয়েল বলে। অলিভ অয়েল থেকে অলিক এসিড পাওয়া যায়। অলিক এসিড হলো অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিড। অসম্পৃক্ত ফ্যাটি এসিডে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন বা কার্বন-কার্বন ত্রিবন্ধন থাকে। লন্ড্রি সাবানে ক্ষার বা অন্যান্য অপ্রস্তুত তুলনামূলক বেশি থাকে এবং এতে সুগন্ধি বা জীবাণুনাশক পদার্থ যোগ করা হয় না। প্রসাধনী সাবানে ক্ষার এবং অন্যান্য অপ্রস্তুতের পরিমাণ তুলনামূলক কম থাকে। প্রসাধনী সাবানে সুগন্ধিকারক পদার্থ বা জীবাণুনাশক পদার্থ যোগ করা হয়।

ডিটারজেন্ট

ডিটারজেন্ট সাবানের মতোই এক প্রকার পরিষ্কারক দ্রব্য। ডিটারজেন্ট সাধারণত পাউডারের মতো হয় এবং তরল আকারেও পাওয়া যায়। লরাইল অ্যালকোহলের ($C_{12}H_{26}O$) সাথে সালফিউরিক এসিড (H_2SO_4) বিক্রিয়া করে লরাইল হাইড্রোজেন সালফেট ($C_{12}H_{26}SO_4$) এবং পানি উৎপন্ন করে। এই লরাইল হাইড্রোজেন সালফেট ($C_{12}H_{26}SO_4$) এর সাথে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ($NaOH$) বিক্রিয়া করে সোডিয়াম লরাইল সালফেট ($C_{12}H_{25}SO_4Na$) এবং পানি (H_2O) উৎপন্ন হয়। সোডিয়াম লরাইল সালফেট ($C_{12}H_{25}SO_4Na$) ডিটারজেন্ট নামে পরিচিত।



ডিটারজেন্টকে ব্যবহার উপযোগী করার জন্য ডিটারজেন্টের মধ্যে বিভিন্ন পদার্থ যোগ করা হয়। ডিটারজেন্টকে পাউডার আকৃতির করার জন্য সোডিয়াম সালফেট (Na_2SO_4) যোগ করা হয়।

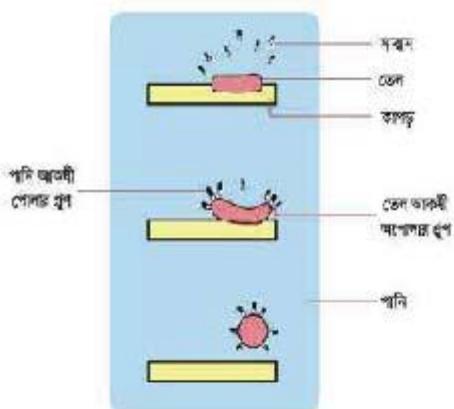
সাবান ও ডিটারজেন্ট ধারা ময়লা পরিষ্কার করার কৌশল

সাবান ও ডিটারজেন্ট এর মূল কাজ হলো কাপড়-চোপড় থেকে তেলকে অপসারণ করা এবং পানি দিয়ে ধূয়ে খুলাবালিকে অপসারণ করা। আমাদের শরীর থেকে তেলাণ্ট পদার্থ বের হয়ে কাপড়ে লেগে যায়। এছাড়া বাতাস থেকে কিছু তেলাণ্ট পদার্থ কাপড়ে লেগে যায়। এরপর খুলাবালি এই তেলাণ্ট পদার্থের উপর লেগে ময়লা তৈরি

করে।

সাবান (R-COONa) ও
ডিটারজেন্ট ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$)

একটি দীর্ঘ কার্বন শিকলবিশিষ্ট
অণু। পানিতে দ্রব্যীভূত অবস্থায়
এরা ঝণাঝক চার্জ বিশিষ্ট সাবান
(R-COO^-) বা ডিটারজেন্ট আয়ন
($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4^-$) এবং ধনাত্মক
সোডিয়াম আয়নে (Na^+) ভাগ হয়ে
যায়। সাবান বা ডিটারজেন্ট
আয়নের এক প্রান্তে ঝণাঝক চার্জ
হৃষ্ট থাকে। এই প্রান্ত পানিকে
আকর্ষণ করে বলে হাইড্রোফিলিক
বা পানি আকর্ষী বলে। সাবান বা
ডিটারজেন্ট আয়নের অন্য প্রান্ত



চিত্র 12.02: সাবান কিংবা ডিটারজেন্ট দিয়ে ময়লা পরিষ্কার করার কৌশল।

তেল বা শ্রিজে দ্রব্যীভূত হয়, এই প্রান্তকে হাইড্রোফেবিক বা পানি বিকর্ষী বলে।

সাবান কিংবা ডিটারজেন্টকে যখন পানির উপর্যুক্তিতে তেল বা শ্রিজাতীয় ময়লাযুক্ত কাপড়ের সংস্পর্শে আনা হয় তখন তার হাইড্রোফেবিক প্রান্ত তেল বা শ্রিজের দিকে আকর্ষিত হয় এবং এতে দ্রব্যীভূত হয়। অন্যদিকে হাইড্রোফিলিক অংশ পানির দিকে আকর্ষিত হয়ে পানির স্তরে প্রসারিত হয়। এ অবস্থায় কাপড়কে ঘষা দিলে বা মোচড়ানো হলে তেল বা শ্রিজের ময়লার কণা চারদিক থেকে সাবান বা ডিটারজেন্টের ঝণাঝক চার্জবিশিষ্ট আয়ন দিয়ে আবৃত্ত হয়ে পড়ে এবং তেল বা শ্রিজের

ময়লার কণার চারপাশে খণ্ডিক চার্জের একটা বলয় সৃষ্টি হয়। তখন এগুলো একটি আরেকটি থেকে সম্ভাব্য সর্বোচ্চ দূরত্বে থাকতে চায় এবং তেল, সাবান এবং পানির সাথে একত্র হয়ে একটি মিশ্রণ তৈরি করে। এই মিশ্রণ ফেনা নামে পরিচিত। ফেনাতে আরও পানি ঘোগ করলে ফেনা অপসারিত হবার সাথে তেল ও ধূলাবালি কাপড় থেকে অপসারিত হয়। এভাবেই সাবান ময়লা পরিষ্কার করে।

সাবান ও ডিটারজেন্টের পার্থক্য।

| সাবান | ডিটারজেন্ট |
|---|--|
| ১. সাবান হলো দীর্ঘ কার্বন শিকলবিশিষ্ট ফ্যাটি এসিডের সোডিয়াম বা পটশিয়াম লবণ। | ১. ডিটারজেন্ট হলো দীর্ঘ কার্বন শিকলবিশিষ্ট বেনজিন সালফেটিক এসিডের সোডিয়াম লবণ |
| ২. সাবান খর পানিতে ভালো কাজ করতে পারে না। | ২. ডিটারজেন্ট খর পানিতেও ভালো কাজ করতে পারে। |
| ৩. ডিটারজেন্ট এর চেয়ে পরিষ্কারকরণের ক্ষমতা সাবানের কম। | ৩. সাবানের চেয়ে পরিষ্কারকরণের ক্ষমতা ডিটারজেন্টের বেশি। |

অতিরিক্ত সাবান ও ডিটারজেন্ট ব্যবহারের ক্রুশল

সাবানের মধ্যে কিছু পরিমাণ ক্ষার, ট্রিসারিন, তেল, চর্বি ইত্যাদি থেকে যায়। অতিরিক্ত সাবান ব্যবহার করলে ক্ষার হাতের ক্ষতি করে। আবার পুরুর বা জলাশয়ের ধারে বা নদীর তীরে কাপড় কাঢ়া হলে সাবানের ফেনা পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ কমিয়ে দেয়। পানিতে দ্রবীভূত অক্সিজেনের পরিমাণ কমে গেলে পানির মধ্যে যে সকল জলজ উক্তিদ এবং মাছ রয়েছে সেগুলো মারা যায়। এভাবেই অতিরিক্ত সাবান ব্যবহারে পানি দূষিত হয়। আবার ডিটারজেন্টের মধ্যে ট্রাইসোডিয়াম ফসফেট (Na_3PO_4) থাকে। এই ট্রাইসোডিয়াম ফসফেট উক্তিদের বেঁচে থাকার জন্য ভালো সার হিসেবে কাজ করে। এতে পুরুরে উক্তিদের পরিমাণ বেড়ে যায়। উক্তিদ তার বেঁচে থাকার জন্য পানির মধ্যে দ্রবীভূত অক্সিজেন খরচ করে ফেলে, ফলে পানিতে অক্সিজেনের অভাবে মাছ মরে যায়। এভাবেই অতিরিক্ত ডিটারজেন্ট ব্যবহারে পানি দূষিত হয়।

প্রসাধনী ব্যবহারে

মানুষ ত্বক পরিষ্কার করতে, ত্বকের সৌন্দর্য রক্ষায়, চুল পরিষ্কার করতে এবং বিভিন্ন কাজে প্রসাধনী (সাবান, ক্লিম, শ্যাম্পু) ব্যবহার করে। তোমরা আগেই জেনেছ ত্বকের pH 4.8 থেকে 5.5 এর মধ্যে। অর্থাৎ ত্বক অর্পিয়া প্রকৃতির যা ত্বকে জীবাণুর আক্রমণ বা বংশবৃদ্ধি প্রতিরোধ করে। কাজেই প্রসাধনীর pH 4.8 থেকে 5.5 এর বেশি থাকলে সেই প্রসাধনী ব্যবহারের কারণে ত্বকের স্বাভাবিক অঙ্গুষ্ঠ কমে

যাবে, যার কারণে ঢকের সৌন্দর্য নষ্ট হবে এবং জীবাণুর সংক্রমণ হওয়ার আশঙ্কা বেড়ে যাবে। তাই প্রসাধনীর pH এবং ঢকের pH এর সামঞ্জস্য থাকতে হয়।



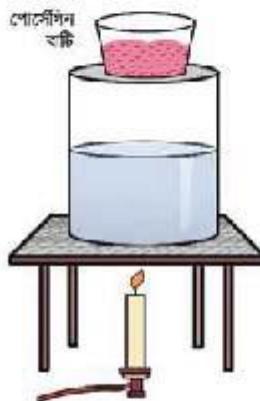
একক কাজ

সাবান প্রস্তুতি

অনুমিত প্রকল্প: কারের সাথে তেল বা চর্বির বিক্রিয়ায় সাবান উৎপন্ন হয়। উৎপন্ন সাবানের pH মান 7 এর মেলি হবে।

উৎপরণ: নারকেল তেল, কস্টিক সোডা, NaCl এর সঙ্গৰ্থ দ্রবণ, বাজারের সাবান, কেরোসিন তেল

যত্নপাতি: একটি বুনসেন বান্না/পিপিট লাঙ্ক/কেরোসিন কুকার, দুইটি বিকার 400 mL, দুইটি টেস্টটিউব, একটি বড় পোর্টেলিন বাটি, একটি নাড়ানি কাঠি, একটি পেচুলা, একটি মাপ চোঙ (10 mL), একটি ফানেল, একটি ফিল্টার পেগোর।



চিত্র 12.03: সাবান প্রস্তুতি।

নিরাগভাষ্যালক সতর্কতা

সোডিয়াম হাইড্রোকার্বাইড গরম অবস্থায় অত্যন্ত তীব্র ক্ষয়কারক পদার্থ। কাজেই এটি যেন পড়ে দিয়ে কোনো দুর্ঘটনা না ঘটে সে ব্যাপারে সতর্ক থাকতে হবে। উৎপন্ন সাবান হাতে বা গায়ে ব্যবহার না করা।

কার্যপদ্ধতি

- একটি বিকারে পানি পূর্ণ করে এর উপরে চিত্রের ন্যায় পোর্টেলিন বাটি বসিয়ে স্টিম বাথ প্রস্তুত করো।
- পোর্টেলিন বাটিতে 5 mL নারকেল তেল বা 5 গ্রাম চর্বি এবং 30 mL সোডিয়াম হাইড্রোকার্বাইড দ্রবণ নাও।

- (c) মিশ্রণটিকে স্টিম বাথে 30 মিনিট ধরে ফুটাও। এ সময় নাড়ানি কাঠি দিয়ে একটু পর পর নাড়তে থাকো এবং পানি যোগ করে স্টিম বাথের বাণিজ্যিক পানির ঘাটতি পূরণ করো। এ সময় তেল বা চর্বি সংপূর্ণ দ্রবীভূত হয়ে এক ধরনের আঠালো পদার্থ সৃষ্টি হবে।
- (d) তখন ভাগ দেওয়া বন্ধ করো এবং মিশ্রণটিকে ঠাণ্ডা হতে দাও।
- (e) ঠাণ্ডা মিশ্রণে 50 mL NaCl এর সঙ্গৰ্ষণ দ্রবণ যোগ করে সারা রাত রেখে দাও।
- (f) পরের দিন একটি ফিল্টার পেপারের সাহায্যে মিশ্রণটিকে ছেকে পরিসুত্তুকু ফেলে দাও এবং সাবানকে শুকোতে দাও।

উৎপন্ন সাবানের পরীক্ষা

- একটি টেস্টটিউবের তিনি ভাগের এক ভাগ পানি ও তোমার তৈরি সাবানের নমুনা নাও। টেস্টটিউবের মুখ বন্ধ করো বাঁকাও। লক্ষ করো ফেনা উৎপন্ন হয় কি না।
- এবার টেস্টটিউবে $\frac{2}{3}$ ফৌটা কেরোসিন যোগ করে বাঁকাও ও পর্যবেক্ষণ করো। কেরোসিনকে গ্রিজ ধরে নিয়ে ফলাফল ব্যাখ্যা করো।
- তোমার তৈরি সাবানের pH মান নির্ণয় করো।
- বাজার থেকে কিনে আনা সাবানের জন্য উপরের পরীক্ষা তিনটি সংশয় করো এবং তোমার তৈরি সাবানের সাথে বাজারের সাবানের তুলনা করো।

ব্লিং পাউডার

ব্লিং পাউডার এর রাসায়নিক নাম ক্যালসিয়াম ক্লোরো হাইপোক্লোরাইট, $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ । বলপেন এর কলি বা অন্য কোনো রং বেগুলো সাবান এবং ডিটারজেন্ট দিয়ে তোলা যায় না সেগুলোকে কাপড় থেকে উঠানের জন্য তথা বর্ণহীন করার জন্য ব্লিং পাউডার ব্যবহার করা হয়। এছাড়া মেঝে, কমোড, বেসিন ইত্যাদি জায়গা থেকে জীবাণু ধরন্স করার কাজেও ব্লিং পাউডার ব্যবহার করা হয়। 40°C তাপমাত্রায় কঠিন ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্লোরাইডের মধ্যে ক্লোরিন গ্যাস চালনা করলে ব্লিং পাউডার, $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$ উৎপন্ন হয়।



ব্লিং পাউডার দ্বারা কাপড়ের রঙিন দাগ উঠানোর কৌশল

ব্লিং পাউডার কাপড়ের রঙিন দাগকে বর্ণহীন করে। এজন্য ব্লিং পাউডারকে বিরঞ্জক বলা হয়। কাপড়ের দাগ ও ব্লিং পাউডার উভয়ই রাসায়নিক পদার্থ। ব্লিং পাউডারকে যখন কোনো কাপড়ের ৫

দাপের উপর রেখে পানি যোগ করা হয় তখন ব্রিচিং পাউডার প্রথমে পানির সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2) এবং হাইপোক্লোরাস এসিড (HOCl) তৈরি হয়।



HOCl ভেঙে গিয়ে HCl ও জায়মান অক্সিজেন $[O]$ তৈরি করে



রঙিন পদার্থের সাথে জায়মান অক্সিজেনের (O) বিক্রিয়া করে রঙিন পদার্থকে বণহীন করে।



ব্রিচিং পাউডার দ্বারা জীবাণু ধ্বংস করার কৌশল

ঘরের মেবো, কমোড, বেসিন ইত্যাদি জায়গা থেকে জীবাণু ধ্বংস করার কাজে ব্রিচিং পাউডার ব্যবহার করা হয়। ব্রিচিং পাউডারকে যখন কোনো ঘরের মেবো, কমোড, বেসিন ইত্যাদির উপর রেখে পানি যোগ করা হয় তখন ব্রিচিং পাউডার প্রথমে পানির সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম ক্লোরাইড (CaCl_2) এবং হাইপোক্লোরাস এসিডে (HOCl) পরিণত হয়।



হাইপোক্লোরাস এসিড ভেঙে গিয়ে জায়মান অক্সিজেন $[O]$ তৈরি করে যা জীবাণুকে ধ্বংস করে।



গ্লাস ক্লিনার

গ্লাস পরিষ্কার করার জন্য যে পরিষ্কারক দ্রব্য ব্যবহার করা হয় তাকে গ্লাস ক্লিনার বলে। কাচের গায়ে যদি তেল, চর্বি বা শ্রিজ লাগে তবে এগুলোর উপর খুলাবালি পড়ে কাচে ময়লা তৈরি হয়। কাচ পরিষ্কারকরণে এমন একটি ক্লিনার ব্যবহার করতে হবে যা তেল, চর্বি বা শ্রিজের সাথে বিক্রিয়া করে কিন্তু কাচের উপাদান সোডিয়াম সিলিকেট বা ক্যালসিয়াম সিলিকেট এর সাথে বিক্রিয়া করে না। সাধারণত আমেনিয়াম গ্যাসকে পানিতে দ্রবীভূত করে তৈরিকৃত আমেনিয়াম হাইড্রোক্লাইড (NH_4OH) এর সাথে আইসো প্রোপাইল আলকোহল, $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$, মিশিয়ে গ্লাস ক্লিনার প্রস্তুত করা হয়। আমেনিয়াম হাইড্রোক্লাইডকে আমেনিয়াম দ্রবণ বলেও উল্লেখ করা হয়।

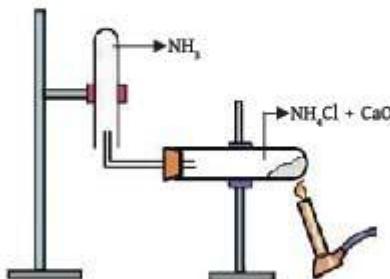
গ্লাস ক্লিনার দ্বারা কাচ পরিষ্কার করার কৌশল

গ্লাস ক্লিনারকে যখন কাচের গায়ে দেওয়া হয় তখন NH_4OH কাচের তেল, চর্বি বা শ্রিজের সাথে বিক্রিয়া করে তেল বা চর্বি বা শ্রিজকে কাচ থেকে অপসারণ করে। যদি কাচের গায়ে কোনো জৈব

পদার্থ লেগে থাকে তবে আইসো-প্রোপাইল অ্যালকোহল সেই জৈব পদার্থকে দ্রবীভূত করে জৈব পদার্থকে কাচ থেকে অপসারিত করে। গ্লাস ক্লিনার দিয়ে যথম কাচ পরিষ্কার করা হয় তখন নাকে ও মুখে মাস্ক পরে নিতে হয়। কারণ গ্লাস ক্লিনারের মধ্যে যে আমোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড থাকে সেই আমোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড গ্যাস বের হয়ে নাকে ও মুখে যেতে পারে।

আমোনিয়া গ্যাসের পরীক্ষাগার প্রস্তুতি
পরীক্ষাগারে সাধারণত দুইটি পদ্ধতিতে
আমোনিয়া গ্যাস প্রস্তুত করা হয়।

পরীক্ষাগারে একটি টেস্টটিউবে আমোনিয়াম ক্রোরাইড (NH_4Cl) এবং ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO) মিশিয়ে উৎপন্ন করে আমোনিয়া উৎপন্ন করা হয়।



চিত্র 12.04: পরীক্ষাগারে আমোনিয়া গ্যাসের প্রস্তুতি।

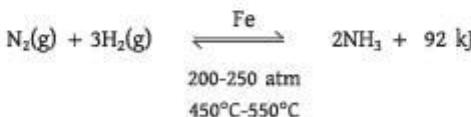


অথবা পরীক্ষাগারে একটি টেস্টটিউবে আমোনিয়াম ক্রোরাইড এবং কলিচুন $\text{Ca}(\text{OH})_2$ মিশিয়ে উৎপন্ন করলে আমোনিয়া গ্যাস, ক্যালসিয়াম ক্রোরাইড এবং পানি উৎপন্ন হয়।



শিল্পকারখানায় আমোনিয়া গ্যাস প্রস্তুতি

শিল্পকারখানায় হেবার পদ্ধতিতে আমোনিয়া গ্যাস উৎপাদন করা যায়। হেবার পদ্ধতিতে N_2 এবং H_2 গ্যাস 1:3 অনুপাতে মিশ্রিত করে এর মধ্যে Fe প্রভাবক যোগ করে যদি মিশ্রণকে 450-550°C তাপমাত্রায় উৎপন্ন করা হয় তবে NH_3 গ্যাস উৎপন্ন হয়। (1 : 3 অনুপাতে N_2 ও H_2 দ্বারা বোঝায় N_2 যত লিটার নেওয়া হবে তার 3 গুণ H_2 নেওয়া হবে।) NH_3 গ্যাস উৎপাদনের সময় কিছু তাপ উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়াটি উভয়ৰূপ বিক্রিয়া। একদিকে N_2 এবং H_2 বিক্রিয়া করে NH_3 তৈরি হয়, অপরদিকে কিছু NH_3 গ্যাস ভেঙে N_2 এবং H_2 গ্যাসে পরিণত হয়। এই বিক্রিয়ায় উভয়ৰূপ তীব্র চিহ্ন ব্যবহৃত হয়।



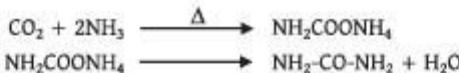
୧୨.୩ କୃଷି ଓ ଶିଳ୍ପକ୍ଷେତ୍ରେ ରସାୟନ (Chemistry in Agriculture and Industries)

ଶିଳ୍ପକାରଖାନାଯ ଉଥିଲା ବିଭିନ୍ନ ରସାୟନିକ ପଦାର୍ଥ ମାଟିତେ ପ୍ରୟୋଗ କରେ ମାଟିର ଉର୍ବରତା ବୃଦ୍ଧି କରା ହୁଏ । ଚନ୍ଦାପାଥର (CaCO_3) ଏକଟି ମୂଳ୍ୟବାନ ଖନିଙ୍ ସକଳ । ଆମାଦେର ଦେଶେ ସୁନାମଗଞ୍ଜ ଜେଲାଯ ଏବଂ ସେନ୍ଟାର୍ଟିନ ଦ୍ଵାପେ ପ୍ରତିର ଚନ୍ଦାପାଥର ପାଇଁ ଯାଏ । ଚନ୍ଦାପାଥର ଦ୍ୱାରା ଅନେକ ପଦାର୍ଥ ତୈରି କରା ଯାଏ । ସେମନ- ସିମେନ୍ଟ ତୈରି କରାର ପ୍ରଥାନ ଉପଦାନ ହିସେବେ ଚନ୍ଦାପାଥର ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । କୋଣୋ କାରଣେ ମାଟି ଯଦି ଅଛି ହୁଏ ଅର୍ଥାତ୍ ମାଟିତେ ଯଦି H^+ ଏର ପରିମାଣ ବେଡ଼େ ଯାଏ, ତବେ ମାଟିର ଅନ୍ତର୍ଭୁତ କମାନୋର ଜନ୍ୟ ସେଇ ମାଟିତେ ଚନ୍ଦାପାଥର ପ୍ରୟୋଗ କରା ହୁଏ । ଚନ୍ଦାପାଥର H^+ ଏର ସାଥେ ବିକ୍ରିଯା କରେ କ୍ୟାଲ୍‌ସିଯାମ ଆଯନ (Ca^{2+}), କାର୍ବନ ଡାଇ-ଆକ୍ୟାଇଡ ଏବଂ ପାନି ତୈରି କରେ । ଫଳେ ମାଟିର ଅନ୍ତର୍ଭୁତ କରି ଯାଏ ।

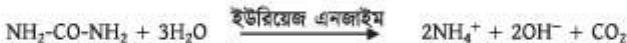


ଇଉରିଆ (Urea)

ଇଉରିଆ ମୂଳ୍ୟବାନ ପଦାର୍ଥ । କାର୍ବନ ଡାଇଆକ୍ୟାଇଡ ଏବଂ ଆମୋନିଆ ଗ୍ୟାସେର ଯିଶାଗକେ ଉଚ୍ଚ ତାପେ ଏବଂ $130^{\circ}\text{-}150^{\circ}\text{C}$ ତାପମାତ୍ରାଯ ଉଣ୍ଟନ୍ତ କରିଲେ ପ୍ରଥମେ ଆମୋନିଆମ କାର୍ବାମେଟ ($\text{NH}_2\text{COONH}_4$) ଉଥିଲା ହୁଏ । ପରବର୍ତ୍ତୀତେ ଆମୋନିଆମ କାର୍ବାମେଟ ଭେଦେ ଇଉରିଆ ($\text{NH}_2\text{-CO-NH}_2$) ପ୍ରତ୍ୟେତ ହୁଏ ।



ଶିଳ୍ପକ୍ଷେତ୍ରେ ଏବଂ କୃଷିକ୍ଷେତ୍ରେ ଇଉରିଆର ବ୍ୟାପକ ବ୍ୟବହାର ରାଖେ । ଶିଳ୍ପକ୍ଷେତ୍ରେ ଇଉରିଆ ଥିଲେ ମ୍ୟାଲାମାଇନ ପଲିମାର ତୈରି କରା ହୁଏ । କୃଷିକ୍ଷେତ୍ରେ ଇଉରିଆକେ ସାର ହିସେବେ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ଜୟିତେ ଇଉରିଆ ସାର ଦେଉସା ହୁଏ ଯାତେ ଗାହ ଇଉରିଆ ସାର ଥେବେ ପ୍ରାଯୋଜନୀୟ ପୁଣି ଉପଦାନ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ ଗ୍ରହଣ କରିବାକୁ ପାରେ । ଉତ୍ତିନ ବ୍ୟାପୁ ଥେବେ ଦରାସରି N_2 ଗ୍ରହଣ କରେ ନା । ମାଟିତେ ଇଉରିୟେସ (urease) ଏନଜାଇମେର ଉପର୍ଦ୍ଵିତ୍ତିତ ଇଉରିଆ ପାନିର ସାଥେ ବିକ୍ରିଯା କରେ NH_4^+ , OH^- ଏବଂ CO_2 ତୈରି କରେ । ଉତ୍ତିନ ଏଇ NH_4^+ ଶୋଷଣ କରେ ।



ଆମୋନିଆମ ସାଲଫେଟ (Ammonium Sulphate)

ଆମୋନିଆମ ଏବଂ ସାଲଫିଡ଼ରିକ ଏସିଡ ବିକ୍ରିଯା କରେ ଆମୋନିଆମ ସାଲଫେଟ $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$ ଏବଂ ପାନି ଉଥିଲା ହୁଏ ।



କୃଷିକ୍ଷେତ୍ରେ ଆମୋନିଆମ ସାଲଫେଟ ଏର ବ୍ୟାପକ ବ୍ୟବହାର ରାଖେ । ଆମୋନିଆମ ସାଲଫେଟ କ୍ଷାରକେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଯା କରିବାକୁ ପାରେ କାହେଇ ମାଟିତେ କ୍ଷାରକେର ପରିମାଣ ବେଡ଼େ ଗେଲେ ଆମୋନିଆମ ସାଲଫେଟ ପ୍ରୟୋଗ

করে ক্ষারকের পরিমাণ কমানো হয়। এটি উত্তিদের জন্য অতি প্রয়োজনীয় পুষ্টি উপাদান। এ থেকে উত্তিদ নাইট্রোজেন ও সালফার প্রাপ্তি করে।

কৃষিজ্বল প্রক্রিয়াকরণে রাসায়নিক দ্রব্য

কলমূল, শাকসবজি, মাছ ইত্যাদিকে কৃষিজ্বল বলা হয়। যে প্রক্রিয়ায় কোনো রাসায়নিক পদার্থের মাধ্যমে কোনো কৃষিজ্বল দ্রব্যকে দীর্ঘদিন ভালো রাখা বা পচনের হাত থেকে রক্ষা করা হয় সেই প্রক্রিয়াকে কৃষিজ্বল প্রক্রিয়াকরণ বলা হয়। রাসায়নিক দ্রব্য ব্যবহারের ভালো এবং খারাপ উভয় দিকই রয়েছে। ব্যবসায়ীরা পাকা আম বাস, ট্রাক বা ট্রেনে করে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় নিয়ে যাবার সময় আমের গায়ে দাগ লাগে। এই দাগ ফুর্তি আম মানুষ কিনতে চায় না। এজন্য অসাধু ব্যবসায়ী অনেক সময় কাঁচা আম কিনে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে নিয়ে যায়, ফলে আমের গায়ে দাগ পড়ে না। এরপর এই কাঁচা আমের উপর অসাধু ব্যবসায়ীরা ক্যালসিয়াম কার্বাইডের জলীয় দ্রবণ ব্যবহার করে, ফলে আম পেকে যায়। ক্যালসিয়াম কার্বাইড (CaC_2) এর মধ্যে পানি যোগ করে অ্যাসিটিলিন গ্যাস তৈরি করা হয়। এই অ্যাসিটিলিন গ্যাস ফল পাকাতে সাহায্য করে।



এছাড়া ইথিলিন গ্যাস দ্বারাও কাঁচা আম পাকানো হয়। ইথিলিনও আমদের শরীরের উপর বিরূপ প্রভাব ফেলে। কার্বাইড দিয়ে আম পাকানো বলতে অ্যাসিটিলিন দ্বারা আম পাকানোর পদ্ধতিকেই বোঝানো হয়। সাধারণত পাকা ফল থেকে ইথিলিন (প্রকৃতিক হরমোন) গ্যাস নিঃস্তৃত হয়ে আশপাশের কাঁচা ফলকেও পাকিয়ে ফেলে।

কৃষিজ্বল সংরক্ষণে রাসায়নিক দ্রব্য

কৃষিজ্বল যাতে দুর্গম্ব না হয় বা যাতে এগুলোতে পচন না ধরে সেজন্য বরফ, খাদ্য লবণ, ভিনেগার ইত্যাদি দ্বারা কৃষিজ্বল সংরক্ষণ করা হয়। বরফ দ্বারা মাছ সংরক্ষণ করা হয়। টমেটো, কাঁচা আম ইত্যাদি কৌটাতে দীর্ঘদিন সংরক্ষণ করার জন্য ভিনেগার ব্যবহৃত হয়। খাদ্যের সাথে আমদের শরীরে ভিনেগার প্রবেশ করলেও আমাদের কোনো সমস্যা হয় না। ফরমালিন দ্বারা খাদ্য সংরক্ষণ করা হয় না। কারণ ফরমালিন মানুষ এবং প্রাণী সকলের জন্য বিষাক্ত পদার্থ। আমাদের শরীরে ফরমালিন প্রবেশ করে আমাদের মৃত্যুর কারণও হতে পারে। অতএব, ফরমালিন দ্বারা কৃষিপণ্য সংরক্ষণ করা উচিত না। গবেষণাগারে মৃত্যু প্রাণীদেহে ফরমালিন ব্যবহার করা হয়।

কঁচেকঁচি অনুমোদিত ফুড প্রিজারভেটিভ

যেসব রাসায়নিক দ্রব্য খাদ্যসমগ্রীতে দিলে খাদ্যসমগ্রীতে ব্যাকটেরিয়া জন্মাতে পারে না, দুর্গম্ব হয় না, পচন হয় না সেসব রাসায়নিক দ্রব্যকে ফুড প্রিজারভেটিভ বলে। যেসব ফুড প্রিজারভেটিভ আমাদের শরীরে গেলে শরীরের কোনো ক্ষতি হয় না এবং সেগুলোকে বিশ্বস্ত্যা সংস্থা (WHO) খাদ্য সংরক্ষক হিসেবে অনুমোদন দিয়েছে, সেসব ফুড প্রিজারভেটিভকে অনুমোদিত ফুড প্রিজারভেটিভ বলা ৫

হয়। যেসব ফুড প্রিজারভেটিভ আমাদের শরীরে গেলে আমাদের শরীরের ক্ষতি হয় সেগুলোকে অননুমোদিত ফুড প্রিজারভেটিভ বলা হয়। সোডিয়াম বেনজোয়েট, বেনজোয়িক এসিড, ভিনেগার, লবণের দ্রবণ, চিনির দ্রবণ ইত্যাদি অনুমোদিত ফুড প্রিজারভেটিভ। ইথিলিন, অ্যাসিটিলিন ইত্যাদি অননুমোদিত ফুড প্রিজারভেটিভ।

শিল্প বর্জ্য ও পরিবেশ দূষণ

শিল্পকারখানা থেকে নির্গত বর্জ্য পদার্থ পরিবেশকে দূষিত করে। বাংলাদেশে চামড়া শিল্প, রং শিল্প, কীটনাশক শিল্প থেকে বর্জ্য হিসেবে বিভিন্ন প্রকার ভারী ধাতু যেমন- ক্রেসিয়াম (Cr), লেড (Pb), মার্কারি (Hg) এবং ক্যাডমিয়াম (Cd) ইত্যাদি নির্গত হয়। এসব ভারী ধাতু বা বর্জ্য পদার্থ মাটি এবং পানিতে প্রবেশ করে। এসব মাটিতে হেসব উত্তিদ জলে সেসব উত্তিদের মধ্যে এসব ধাতু প্রবেশ করে। এসব উত্তিদের ফলমূল খেলে আমাদের শরীরে এসব ভারী ধাতু প্রবেশ করে আমাদের কিডনি ও লিভারের ক্ষতি করে এমনকি, মৃত্যুও ঘটাতে পারে। আবার সাবান ও ডিটারজেন্ট কারখানা থেকে প্রচুর পরিমাণে কস্টিক সোডা (NaOH) মাটি এবং পানিতে নির্গত হয়। পানিতে NaOH গেলে পানিতে ক্ষারকের মাত্রা বেড়ে যায়, ফলে পানিতে জলজ প্রাণী এবং উত্তিদ ভালোভাবে বাঁচতে পারে না।

অনুশীলনী



বহুনির্বাচনি প্রশ্ন

1. অ্যামেনিয়া গ্যাস উৎপাদনে ব্যবহৃত হাইড্রোজেন ও নাইট্রোজেনের অনুপাত কতো?

- (ক) 1 : 2 (খ) 1 : 3
 (গ) 2 : 1 (ঘ) 3 : 1

2. $\text{NH}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4$ বিক্রিয়াতি –

- (i) একটি প্রশমন বিক্রিয়া
 (ii) উৎপাদ উত্তিদের একটি গুরুত্বপূর্ণ পৃষ্ঠি উপাদান
 (iii) উৎপাদের জলীয় দ্রবণের pH এর মান 7 এর চেয়ে বেশি নিচের কোনটি সঠিক?

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

৩. কোনটি রঙিন পদার্থকে বর্ণনা করে?
- (ক) Na(OH)_2 (খ) $\text{Ca}(\text{OCl})\text{Cl}$
 (গ) HCl (ঘ) CH_3COOH
৪. জমিতে ইউরিয়া প্রয়োগ করলে কোন আয়ন উদ্ভিদ দ্বারা পরিশোধিত হয়?
- (ক) OH^- (খ) NH_4^+
 (গ) H^+ (ঘ) ইউরিয়া



সূজনশীল প্রক্ষেপণ

১. দশম শ্রেণির ছাত্র শাওন টিউবওয়েলের পানিতে সাবান দিয়ে কাপড় খুঁয়ে দেখল সেটি তেমন পরিষ্কার হয়নি এবং ফেনাও ভালো হয়নি। তার বস্তু রিয়াদকে কথাটি জানালে রিয়াদ তাকে ডিটারজেন্ট ব্যবহার করার পরামর্শ দিলো।
- (ক) সাবান কী?
 (খ) গ্লাস ক্লিনার কী?
 (গ) শাওন প্রথমে যে পদার্থ দিয়ে কাপড় পরিষ্কার করার চেষ্টা করেছিল তার পরিষ্কারক কৌশল বর্ণনা করো।
 (ঘ) রিয়াদ কাপড় পরিষ্কার করার জন্য শাওনকে যে পরিষ্কারক সামগ্রীর পরামর্শ দিয়েছিল সেটি কার্যকর হওয়ার কারণ মুক্তিসহ ব্যাখ্যা দাও।
২. ডা. চন্দ্র গৃহকর্মীর বদহজম হওয়ার গৃহকর্মী বিশ্রাম নিচ্ছেন। হঠাতে বাড়ির ফ্রিজেটি বিকল হওয়ায় ডা. চন্দ্র বাজার থেকে আবা কাঁচা মাছ-মাহস, লবণ, হলুদ, বেকিং পাউডার এবং ভিনেগার নিয়ে চিন্তায় পড়লেন। ইতোমধ্যে গৃহকর্মী গোপনে বেকিং পাউডার থেরে সুস্থবোধ করলেন। ডা. চন্দ্র ঘটনাটি জেনে, ভবিষ্যতে তাকে এটি থেতে নিষেধ করলেন।
- (ক) গ্লাস ক্লিনারের মূল উপাদান কী?
 (খ) আমাদের দেশের অ্যামোনিয়া শিল্প বাতাসের ভূমিকা কোথায়?
 (গ) তৎক্ষণিক ব্যবস্থা নিতে ডা. চন্দ্র মাছ, মাহস সংরক্ষণের জন্য গৃহকর্মীকে উকীলকের কোনটিকে ব্যবহার করতে বলবেন? ব্যাখ্যা করো।
 (ঘ) উকীলকের গৃহকর্মীর বদহজম থেকে মুক্তি পাওয়ার রসায়ন সমীকরণসমূহ ব্যাখ্যা করো।

সমাপ্ত