

# অষ্টম অধ্যায়

## রসায়ন ও শক্তি

### (Chemistry and Energy)



কাঠ পোড়ালে আগুন জ্বলে আবার পেট্রল বা ডিজেল এগুলো গাড়ির ইঞ্জিনে পোড়ালে তার জন্য গাড়ি চলে। তাহলে এগুলোর মধ্যে শক্তি থাকে। এ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তি বলে। পদার্থের মধ্যে এ রাসায়নিক শক্তি কীভাবে থাকে? আবার কীভাবেই বা এ শক্তি আমাদের কাজে লাগে? টর্চের ব্যাটারি থেকে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়ে আলো জ্বালায়। খনিজ তেল পুড়িয়ে তা থেকে তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। এ শক্তি থেকে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। এ সকল কীভাবে ঘটে? এ নিয়ে অবশ্যই তোমাদের মনে প্রশ্ন জাগে। বিভিন্ন দেশে পারমাণবিক শক্তি ব্যবহার করে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হচ্ছে। এ সবগুলোর সাথেই রসায়ন তথা রাসায়নিক বিক্রিয়া অথবা নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া জড়িত। আবার, এ বিক্রিয়াগুলোর কিছু বিরূপ প্রভাব আছে পরিবেশ ও আমাদের শরীরের উপর। এ সমস্ত বিষয়ই এ অধ্যায়ের আলোচ্য বিষয়।



## ଏ ଅଧ୍ୟାୟ ପାଠ ଶେଷେ ଆମରା

- ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନେର ସାଥେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନେର ସଙ୍କର ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରିବ ।
- ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନେ ଜ୍ଵାଳାନିର ବିଶୁଦ୍ଧତାର ଗୁରୁତ୍ୱ ଅନୁଧାବନ, ପରିବେଶ ସୁରକ୍ଷାଯ ଏଗୁଲୋର ବ୍ୟବହାର ସୀମିତ ରାଖତେ ଓ ଉପଯୁକ୍ତ ଜ୍ଵାଳାନି ନିର୍ବାଚନେ ସଚେତନତାର ପରିଚୟ ଦିତେ ପାରିବ ।
- ନିରାପତ୍ତାର ବିଷୟଟି ବିବେଚନାୟ ରେଖେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆ-ସଂପଲ୍ଲିଟ ସମସ୍ୟା ଚିହ୍ନିତ କରେ ତା ଅନୁସନ୍ଧାନେର ପରିକଳ୍ପନା, ବାସ୍ତବାୟନ ଏବଂ ଏର କାର୍ଯ୍ୟକାରିତା ମୂଲ୍ୟାୟନ କରତେ ପାରିବ ।
- ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ସଂଘଟନେ ଏବଂ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନେ ସ୍ଵତଃକୂର୍ତ୍ତଭାବେ ଓ ଆତ୍ମବିଶ୍ୱାସେର ସାଥେ ଦାୟିତ୍ୱଶୀଳ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଗ୍ରହଣେ ସକ୍ଷମ ହବ ।
- ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ବିକ୍ରିଆର ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ୍ଯୀୟ ମତବାଦ ବ୍ୟବହାର କରେ ଚଲବିଦ୍ୟୁତେର ଧାରଣା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରିବ ।
- ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଆର ମାଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରିବ ।
- ବିଦ୍ୟୁତ ବ୍ୟବହାର କରେ ବିକ୍ରିଆ ସଂଘଟନ କରତେ ପାରିବ ।
- ବିଭିନ୍ନ ପଦାର୍ଥେର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଳେଷଣେ ଉତ୍ପାଦିତ ପଦାର୍ଥ ଏବଂ ଏର ବାଣିଜ୍ୟକ ବ୍ୟବହାର ସଙ୍ପର୍କେ ମତାମତ ଦିତେ ପାରିବ ।
- ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷେର ତଡ଼ିଏର ଗଠନ କରତେ ପାରିବ ।
- ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଳେଷ୍ୟ କୋଷ ଓ ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷେର ମଧ୍ୟେ ପାର୍ଥକ୍ୟ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରିବ ।
- ତଡ଼ିଏ ରାସାୟନିକ କୋଷେର ପ୍ରୋଗ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରତେ ପାରିବ ।
- ତୁଳନାମୂଳକ ବିଶ୍ଳେଷଣ କରେ ପାରମାଣବିକ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ ସଙ୍ପର୍କେ ମତାମତ ଦିତେ ପାରିବ ।
- ତାପହାରୀ ଓ ତାପ ଉତ୍ପାଦୀ ବିକ୍ରିଆର ପରୀକ୍ଷା କରତେ ପାରିବ ।
- ରାସାୟନିକ ଦ୍ରବ୍ୟେର କ୍ଷତିକର ଦିକସମୂହ ସଙ୍ପର୍କେ ସଚେତନତା ପ୍ରଦର୍ଶନ କରତେ ପାରିବ ।
- ବିଶୁଦ୍ଧ ଜ୍ଵାଳାନି ବ୍ୟବହାରେ ଆଗ୍ରହ ପ୍ରଦର୍ଶନ କରତେ ପାରିବ ।
- ଲବଣ ଦ୍ରବ୍ୟଭୂତ ଓ ରାସାୟନିକ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହେଉଥାର ସମୟ ତାପେର ପରିବର୍ତ୍ତନ ପରୀକ୍ଷାର ସାହାଯ୍ୟ ଦେଖାତେ ପାରିବ ।

## ৮.১ রাসায়নিক শক্তি (Chemical Energy)

### ৮.১.১ রাসায়নিক শক্তির উৎস

আমরা ইতোমধ্যে জেনেছি যে, পদার্থের মধ্যে অণু ও পরমাণু থাকে। একটি পরমাণু আরেকটি পরমাণুর সাথে আকর্ষণ শক্তির (বন্ধন শক্তি) মাধ্যমে যুক্ত থাকে। আবার, একটি অণু অন্য অণুর সাথেও আকর্ষণ শক্তির (আন্তঃআণবিক শক্তি) সাহায্যে যুক্ত থাকে। এ শক্তিগুলোকে বলা হয় রাসায়নিক শক্তি। তোমরা এই অধ্যায়ে এসব রাসায়নিক শক্তি সমর্কে জানবে।

#### বন্ধন শক্তি (Bond Energy)

বন্ধনে আবদ্ধ 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, লোহার মধ্যে একটি আয়রন পরমাণুর সাথে অন্য আয়রন পরমাণুসমূহের মধ্যে ধাতব বন্ধন বিদ্যমান। এ সকল বন্ধনে আবদ্ধ একটি পরমাণুর সাথে আরেকটি পরমাণু যে আকর্ষণ শক্তির মাধ্যমে যুক্ত থাকে তাকে 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 অণুর আন্তঃআণবিক শক্তির চেয়ে বেশি। এজন্য আয়নিক পদার্থের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক সমযোজী পদার্থের গলনাঙ্ক ও স্ফুটনাঙ্ক অপেক্ষা বেশি।

ଏଜନ୍ ଆୟନିକ ଯୌଗସମୂହ ସାଧାରଣତ କଞ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାୟ କଠିନ ଅବସ୍ଥାୟ ଥାକେ ଆର ସମୟୋଜୀ ଯୌଗସମୂହ ସାଧାରଣତ କଞ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାୟ ତରଳ ବା ବାୟବୀୟ ଅବସ୍ଥାୟ ଥାକେ । ତବେ ଅନେକ ସମୟୋଜୀ ଯୌଗ ଆଛେ ଯେଗୁଲୋ କଞ୍ଚ ତାପମାତ୍ରାୟ କଠିନ ଅବସ୍ଥାୟ ଥାକେ । ସେମନ: ନ୍ୟାପଥଲିନ ।

ଏକଇ ପରମାଣୁ ଦିଯେ ଉତ୍ପନ୍ନ ସମୟୋଜୀ ଅଣୁସମୂହର (ସେମନ-  $H_2$ ) ଆନ୍ତଃଆଣବିକ ଶକ୍ତିର ଚେଯେ ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ପରମାଣୁ ଦିଯେ ଗଠିତ ଅଣୁର (ସେମନ  $HCl$ ) ଆନ୍ତଃଆଣବିକ ଶକ୍ତି ବେଶି ହୁଏ ।

### ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାୟ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟାପାନ୍ତର

ପ୍ରତ୍ୟେକ ପଦାର୍ଥର ମଧ୍ୟେ କିଛୁ ଶକ୍ତି ବିଦ୍ୟମାନ ଥାକେ । ସାଧାରଣତ କୋନୋ କୋନୋ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାୟ ବିକ୍ରିଯକସମୂହର ଶକ୍ତି ଦିଯେ ବିକ୍ରିଯା ଘଟାତେ ହୁଏ ଅଥବା କୋନୋ କୋନୋ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ଘଟାର ଫଳେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାୟ ଶକ୍ତିର ବ୍ୟାପାନ୍ତର ଘଟେ । ବିକ୍ରିଯା ଘଟାତେ ଯେ ଶକ୍ତି ଦିତେ ହୁଏ ବା ବିକ୍ରିଯା ଘଟାର ଫଳେ ଯେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ତାର ବିଭିନ୍ନ ରୂପ ହତେ ପାରେ । ସେମନ- ତାପଶକ୍ତି, ଆଲୋକ ଶକ୍ତି, ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତି, ଶବ୍ଦ ଶକ୍ତି ଇତ୍ୟାଦି ।

### ଶକ୍ତି ପରିମାପେର ଏକକ

ପୂର୍ବେ ଶକ୍ତି ମାପାର ଜନ୍ୟ କ୍ୟାଲରି (Calorie) ବା କିଲୋ କ୍ୟାଲରି (kilo Calorie) ଏକକ ବ୍ୟବହାର କରା ହତୋ । ୧ ଗ୍ରାମ ପାନିର ତାପମାତ୍ରା  $1^{\circ}\text{C}$  ବାଡ଼ାତେ ଯେ ପରିମାଣ ତାପଶକ୍ତି ପ୍ରଦାନ କରତେ ହୁଏ ତାକେ ଏକ କ୍ୟାଲରି (ସଂକ୍ଷେପେ Cal) ବଲେ । ୧ ହାଜାର କ୍ୟାଲରିକେ ୧ କିଲୋ କ୍ୟାଲରି ବଲେ । କିଲୋ କ୍ୟାଲରିକେ ସଂକ୍ଷେପେ kCal ଦିଯେ ପ୍ରକାଶ କରା ହୁଏ ।

ବର୍ତ୍ତମାନେ ସକଳ ଧରନେର ଶକ୍ତିର ଏକକ ହିସେବେ ଜୁଲ (Joule) କେ ଆନ୍ତର୍ଜାତିକଭାବେ ଗ୍ରହଣ କରା ହେବେ । କୋନୋ ବସ୍ତୁର ଉପର ୧ ନିୟଟିନ ବଲ ପ୍ରଯୋଗ କରଲେ ସଦି ବଲେର ଦିକେ ୧ ମିଟାର ସରଣ ଘଟେ ତବେ ତାର ଜନ୍ୟ ପ୍ରୋଜନ୍ମୀୟ କାଜକେ ୧ ଜୁଲ ବଲେ । ଏକେ ସଂକ୍ଷେପେ J ଦିଯେ ପ୍ରକାଶ କରା ହୁଏ । ୧ ହାଜାର ଜୁଲକେ ୧ କିଲୋଜୁଲ (kJ) ବଲେ ।

ଜୁଲ ଓ କ୍ୟାଲୋରିର ସମ୍ପର୍କ ହଚ୍ଛେ:  $1 \text{ Cal} = 4.18 \text{ J}$

### 8.1.2 ତାପେର ପରିବର୍ତନେର ଭିନ୍ତିତେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାର ଶ୍ରେଣିବିଭାଗ

କଥନୋ କଥନୋ ବିକ୍ରିଯକ ପଦାର୍ଥେ ବାଇରେ ଥେକେ ତାପ ଦିଯେ ବିକ୍ରିଯା ଘଟିଯେ ଉତ୍ପାଦେ ପରିଣତ କରା ହୁଏ । ଆବାର, କଥନୋ କଥନୋ ବିକ୍ରିଯକ ପଦାର୍ଥ ନିଜେ ନିଜେ ଉତ୍ପାଦେ ପରିଣତ ହୁଏ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦେ ପରିଣତ ହବାର ସମୟେ ତାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ତାପେର ପରିବର୍ତନେର ଭିନ୍ତିତେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ଦୁଇ ଧରନେର । (i) ତାପୋତ୍ପାଦୀ ବିକ୍ରିଯା (ii) ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯା । ତାପୋତ୍ପାଦୀ ବିକ୍ରିଯାର କ୍ଷେତ୍ରେ  $\Delta H$  ଏର ମାନ ଝଣାଉଁକ (negative) ଏବଂ ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଯାର କ୍ଷେତ୍ରେ  $\Delta H$  ଏର ମାନ ଧନୀଆୱକ (positive) ।

কোনো একটি পদাৰ্থ একটি নিৰ্দিষ্ট তাপমাত্ৰায় নিৰ্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি ধাৰণ কৰে। এই শক্তিকে অভ্যন্তৱীণ শক্তি বলে। যেকোনো বিক্ৰিয়ায় বিক্ৰিয়কসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তিকে  $E_1$  দ্বাৰা এবং উৎপাদসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তিকে  $E_2$  দ্বাৰা চিহ্নিত কৰা হলে ঐ বিক্ৰিয়াৰ তাপ শক্তিৰ পৰিবৰ্তন  $\Delta H = E_2 - E_1$

$$\Delta H = \text{উৎপাদসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি} (E_2) - \text{বিক্ৰিয়কসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি} (E_1)$$

তাপোৎপাদী বিক্ৰিয়াৰ ক্ষেত্ৰে বিক্ৰিয়কসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি  $E_1$  উৎপাদসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি  $E_2$  থেকে বেশি। কাজেই এ বিক্ৰিয়াতে বিক্ৰিয়াৰ তাপ শক্তিৰ পৰিবৰ্তন  $\Delta H = E_2 - E_1$  এৰ মান ধণাত্মক।

যেমন: কোনো বিক্ৰিয়া৯ বিক্ৰিয়কসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি  $50 \text{ kJ/mol}$  এবং উৎপাদসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি  $20 \text{ kJ/mol}$  হলে  $\Delta H = (20 - 50) \text{ kJ/mol} = -30 \text{ kJ/mol}$

আবাৰ, তাপহাৰী বিক্ৰিয়া৯ ক্ষেত্ৰে বিক্ৰিয়কসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি  $E_1$  উৎপাদসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি  $E_2$

থেকে কম। কাজেই এ বিক্ৰিয়াতে বিক্ৰিয়া৯ তাপ শক্তিৰ পৰিবৰ্তন  $\Delta H = E_2 - E_1$  এৰ মান ধণাত্মক।

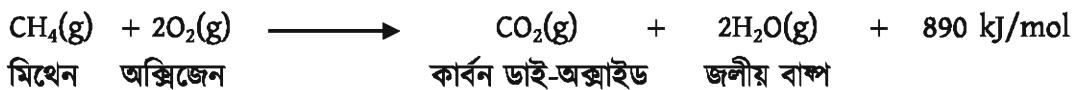
যেমন: কোনো বিক্ৰিয়া৯ বিক্ৰিয়কসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি  $70 \text{ kJ/mol}$  এবং উৎপাদসমূহেৰ মোট অভ্যন্তৱীণ শক্তি  $80 \text{ kJ/mol}$  হলে  $\Delta H = (80 - 70) \text{ kJ/mol} = +10 \text{ kJ/mol}$



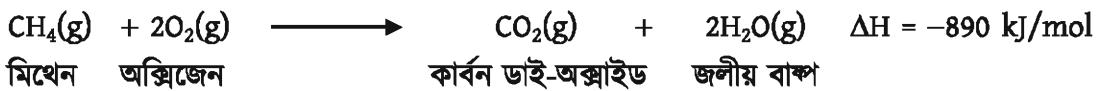
চিত্ৰ 8.01: তাপ উৎপাদন ও তাপ শোষণ।

## তাপোৎপাদী বিক্ৰিয়া (Exothermic Reactions)

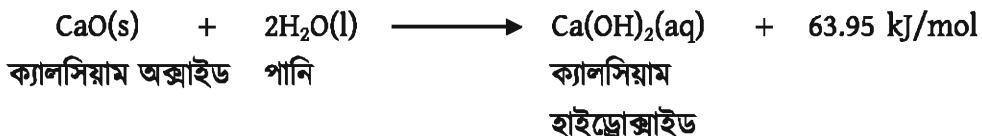
যে বিক্ৰিয়াৰ ফলে তাপ উৎপন্ন হয় তাকে তাপোৎপাদী বিক্ৰিয়া বলা হয়। তাপোৎপাদী বিক্ৰিয়াৰ সমীকৰণ লেখাৰ সময় বিক্ৰিয়াৰ ডান পাশে তাপ লেখা যেতে পাৰে কিংবা  $\Delta H$  দিয়ে প্ৰকাশ কৰা হলে  $\Delta H$  এৰ মান ধণাত্মক হতে হবে। তোমৰা দেখেছ, কোনো কিছু রাখা কৱতে চুলাতে জ্বালানি হিসেবে যে গ্যাস ব্যবহাৰ কৱি তা পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয়। আবাৰ শুকনা চুনে পানি ঢাললে তা গৱম হয়ে ওঠে। রাখাৰ গ্যাসেৰ প্ৰধান উপাদান হলো মিথেন ( $\text{CH}_4$ )। এ গ্যাস পোড়ালে প্ৰতি 1 মোল মিথেন গ্যাস বাতাসেৰ অক্সিজেনেৰ সাথে বিক্ৰিয়া কৱে কাৰ্বন ডাই-অক্সাইড আৰ পানি উৎপন্ন হয়। সেই সাথে  $890 \text{ kJ}$  তাপও উৎপন্ন হয়।



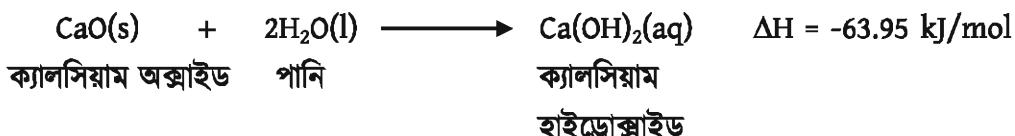
বা



আবার, শুকনা চুন হলো ক্যালসিয়াম অক্সাইড ( $\text{CaO}$ )। ক্যালসিয়াম অক্সাইডে পানি ঢাললে ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইড  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  উৎপন্ন হয়। সেই সাথে  $63.95 \text{ kJ/mol}$  তাপ উৎপন্ন হয়। সেজন্যই এ মিশ্রণ গরম হয়ে ওঠে।



বা



উপরের দুটি উদাহরণেই বিক্রিয়কের অভ্যন্তরীণ শক্তি উৎপাদের অভ্যন্তরীণ শক্তি থেকে বেশি। তাই বিক্রিয়ক যখন উৎপাদে পরিণত হয়েছে অতিরিক্ত শক্তিটুকু তাপশক্তি আকারে বের হয়ে এসেছে।

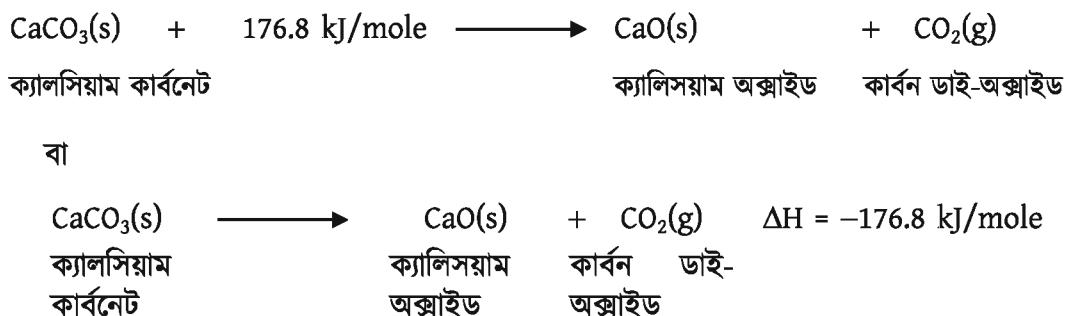
### তাপহারী বিক্রিয়া (Endothermic Reactions)

তাপ প্রদান করে যে বিক্রিয়া ঘটানো হয় সেই বিক্রিয়কে তাপহারী বিক্রিয়া বলা হয়। তাপহারী বিক্রিয়কে তাপশোষী বিক্রিয়াও বলা হয়। তাপহারী বিক্রিয়ার সমীকরণ লেখার সময় বিক্রিয়ার বাম পাশে তাপ লেখা যেতে পারে। কিন্তু  $\Delta H$  দিয়ে লিখলে  $\Delta H$  এর মান ধনাত্মক হতে হবে। গ্রামে শামুক বা বিনুকের খোলস থেকে চুন তৈরি করা হয়। অনেকগুলো শামুক বা বিনুকের খোলস একসাথে জড়ে করে জ্বালানি দিয়ে আগুন জ্বালিয়ে সেগুলোকে উন্মৃত করা হয়। এতে খোলসগুলো থেকে চুন তৈরি



চিত্র ৪.০২: বিনুকের খোলস থেকে চুন তৈরি

হয়। আসলে বিনুক বা শামুকের খোলসগুলোতে প্রায় 98% ক্যালসিয়াম কার্বনেট ( $\text{CaCO}_3$ ) থাকে। আগুনের তাপে এ ক্যালসিয়াম কার্বনেট ভেঙে গিয়ে ক্যালসিয়াম অক্সাইড এবং কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈরি হয়। ক্যালসিয়াম অক্সাইড হচ্ছে চুন, সেটি পড়ে থাকে—কার্বন ডাই-অক্সাইড বাতাসের সাথে মিশে যায়।



### ৪.1.3 বন্ধন শক্তি হিসাব করে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তনের হিসাব

রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন  $\Delta H$  এর মান দুইভাবে হিসাব করা হয়। যদি অভ্যন্তরীণ শক্তি ব্যবহার করি তবে উৎপাদসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি থেকে বিক্রিয়কসমূহের মোট অভ্যন্তরীণ শক্তি বাদ দিয়ে  $\Delta H$  এর মান হিসাব করা হয়। আর যদি বন্ধন শক্তি ব্যবহার করি তবে বিক্রিয়কসমূহের মোট বন্ধন শক্তি থেকে উৎপাদসমূহের মোট বন্ধন শক্তি বাদ দিয়ে  $\Delta H$  এর মান হিসাব করা হয়। এই দুইভাবে হিসাব করলেও কোনো বিক্রিয়ার  $\Delta H$  এর মান একই হয়।

কোনো যৌগের যেকোনো দুইটি পরমাণুর মধ্যকার বন্ধন ভেঙে পরমাণু দুটিকে আলাদা করতে যে শক্তি দিতে হয় তাকে বন্ধন শক্তি বলে। আবার কোনো যৌগের যেকোনো দুইটি পরমাণুর মধ্যে বন্ধন তৈরি হতে যে শক্তি নির্গত হয় তাকে বন্ধন শক্তি বলে।

রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পর্ক হওয়ার সময় বিক্রিয়কগুলোর মধ্যে যে বন্ধনগুলো আছে সেই বন্ধনগুলো ভেঙে যায় এবং উৎপাদগুলোর মধ্যে নতুন নতুন বন্ধন তৈরি হয়। বিক্রিয়কগুলোর বন্ধন ভাঙ্গার জন্য শক্তি দিতে হয় এবং উৎপাদগুলোর বন্ধন তৈরি হতে শক্তি নির্গত হয়।

যেকোনো বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কগুলোর মোট বন্ধন শক্তিকে  $B_1$  দিয়ে এবং উৎপাদসমূহের মোট বন্ধন শক্তিকে  $B_2$  দিয়ে চিহ্নিত করা হলে ঐ বিক্রিয়ার তাপ শক্তির পরিবর্তন:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \text{বিক্রিয়কগুলোর মোট বন্ধন শক্তি } B_1 - \text{ উৎপাদগুলোর মোট বন্ধন শক্তি } B_2 \\ &= (\text{বিক্রিয়কগুলোর বন্ধন ভাঙ্গার জন্য দেওয়া মোট বন্ধন শক্তি } B_1) \\ &\quad - (\text{উৎপাদনগুলোর বন্ধন তৈরি হওয়ার জন্য নির্গত হওয়া মোট বন্ধন শক্তি } B_2) \end{aligned}$$

ତାପ ଉତ୍ପାଦୀ ବିକ୍ରିଆର କ୍ଷେତ୍ରେ  $B_1$  ଏର ମାନ  $B_2$  ଥିଲେ କମ ଏଜନ୍ୟ ତାପ ଉତ୍ପାଦୀ ବିକ୍ରିଆର କ୍ଷେତ୍ରେ  $\Delta H$  ଏର ମାନ ଖଣ୍ଡାତ୍ମକ । ଅନ୍ୟଦିକେ ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଆର କ୍ଷେତ୍ରେ  $B_1$  ଏର ମାନ  $B_2$  ଥିଲେ ବେଶ ଏଜନ୍ୟ ତାପହାରୀ ବିକ୍ରିଆର କ୍ଷେତ୍ରେ  $\Delta H$  ଏର ମାନ ଧନ୍ତାତ୍ମକ ।

**ଟେବିଲ 8.01 ବନ୍ଧନ ଏବଂ ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି**

ବନ୍ଧନ	ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି (କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ)	ବନ୍ଧନ	ବନ୍ଧନ 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

ଟେବିଲ ଥିଲେ ଦେଖା ଯାଇ, O=O ଏର ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି 498 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ । ଏ ତଥ୍ୟ ଥିଲେ ବୋରୀ ଯାଇ 1 ମୋଲ O=O ବନ୍ଧନକେ ଭାଙ୍ଗିବାରେ 498 କିଲୋଜୁଲ ତାପ ଦିତେ ହୁଏ । ଅଥବା ଅନ୍ୟଭାବେ ବଲା ଯାଇ 1 ମୋଲ O=O ବନ୍ଧନ ତୈରି ହତେ 498 କିଲୋଜୁଲ ତାପ ନିର୍ଗତ ହୁଏ ।



### ଉଦାହରଣ

**ସମସ୍ୟା:**  $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$  ବିକ୍ରିଆର ବିକ୍ରିଆ ତାପେର ପରିବର୍ତ୍ତନ  $\Delta H$  ହିସାବ କରିବାକୁ ଦେଇଛା । ଦେଉଯା ଆହେ, C-H ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି 414 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ, C-Cl ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି 326 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ, Cl-Cl ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି 244 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ, H-Cl ବନ୍ଧନ ଶକ୍ତି 431 କିଲୋଜୁଲ/ମୋଲ ।

**ସମାଧାନ:**  $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{Cl} + \text{HCl}$  ଏଇ ବିକ୍ରିଆଯ ବିକ୍ରିଯକଗୁଲୋର ଏକ ମୋଲ C-H ବନ୍ଧନ ଓ ଏକ ମୋଲ Cl-Cl ବନ୍ଧନ ଭେଣେଛେ ଏବଂ ଉତ୍ପାଦସମୂହରେ ଏକ ମୋଲ C-Cl ବନ୍ଧନ ଓ ଏକ ମୋଲ H-Cl ବନ୍ଧନ ତୈରି ହୋଇଥିଲା ।

কাজেই, বিক্রিয়কগুলোর বন্ধন ভাঙার জন্য প্রদত্ত মোট শক্তি =  $(414 + 244)$  kJ = 658 kJ

উৎপাদগুলোর বন্ধন তৈরি হতে নির্গত মোট শক্তি =  $(326 + 431)$  kJ = 757 kJ

কাজেই বিক্রিয়া তাপের পরিবর্তন  $\Delta H = (658 - 757)$  kJ = -99 kJ

যেহেতু  $\Delta H$  এর মান ঋগাত্মক সেহেতু এটি তাপ উৎপাদনী বিক্রিয়া। এই বিক্রিয়ায় 99 কিলোজুল/মোল তাপ উৎপন্ন হয়।

## ৮.২ রাসায়নিক শক্তির ব্যবহার (Uses of Chemical Energy)

রাসায়নিক শক্তিকে বিভিন্ন শক্তিতে রূপান্তরিত করে আমরা বিভিন্নভাবে ব্যবহার করতে পারি।

### ৮.২.১ রাসায়নিক শক্তিকে অন্য প্রকারের শক্তিতে রূপান্তর

রাসায়নিক শক্তি তাপ, আলো, বিদ্যুৎ, শব্দ বা যান্ত্রিক ইত্যাদি যেকোনো শক্তিতে রূপান্তর হতে পারে। নিচে কিছু উদাহরণ দেওয়া হলো।

#### জ্বালানি পোড়ানো

কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস, কাঠ ইত্যাদি পোড়ালে তাপ ও আলোক শক্তি পাই। এ শক্তি মূলত এ পদার্থগুলোর মধ্যে বিদ্যমান রাসায়নিক শক্তি থেকে পাওয়া যায়। দহন বা পোড়ানো হলো কোনো পদার্থকে বায়ুর অক্সিজেন-এর সাথে বিক্রিয়া করানো। প্রাকৃতিক গ্যাসের প্রধান উপাদান হলো মিথেন ( $CH_4$ )। মিথেনে 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 অনুষ্ঠানের দিনে আকাশে যে আতশবাজি দেখে সেখান থেকে আলো, শব্দ ও যান্ত্রিক শক্তি (গতিশক্তি) পাওয়া যায়। আতশবাজির মাঝে যে রাসায়নিক পদার্থগুলো থাকে তাদের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে আর রাসায়নিক শক্তি থেকে আলো, শব্দ ও যান্ত্রিক শক্তি পাওয়া যায়।

#### ড্রাই সেল

তোমরা সবাই ব্যাটারি দেখেছ টর্চলাইট বা টেলিভিশনের রিমোটে যে পেনসিল ব্যাটারি ব্যবহার করা হয়, সেগুলো আসলে ড্রাই সেল (ব্যাটারি বা ড্রাই সেল সমষ্টে পরবর্তীতে আমরা আরও জানতে পারব)। ড্রাই সেলের মধ্যে যে সকল রাসায়নিক পদার্থ থাকে তাদের মধ্যে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটে। এই রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে রাসায়নিক শক্তি রূপান্তরিত হয়ে বিদ্যুৎ শক্তিতে পরিণত হয়।

### ডেনিয়েল সেল

তোমরা বাসে, ট্রাকে যে বাটারি দেখে থাকো তা মূলত ডেনিয়েল সেল। জিংক সালফেট লবণের দ্রবণের মধ্যে জিংক ধাতুর দণ্ড এবং কপার সালফেট লবণের দ্রবণের মধ্যে কপার ধাতুর দণ্ড ব্যবহার করে ডেনিয়েল সেল তৈরি করা হয়। এতে নিচের বিক্রিয়া ঘটে:



এ বিক্রিয়ার মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

### ৪.২.২ রাসায়নিক শক্তি এবং রাসায়নিক শক্তি থেকে পাওয়া বিভিন্ন শক্তির ব্যবহার

পদার্থের অগু-পরমাণুর মধ্যে রাসায়নিক শক্তি সঞ্চিত থাকে। একটি পদার্থ যখন আরেকটি পদার্থের সাথে বিক্রিয়া করে তখন রাসায়নিক শক্তি পাওয়া যায়। এ শক্তিকে পরবর্তীতে বিভিন্ন শক্তিতে রূপান্তর করে আমাদের বিভিন্ন কাজে লাগাই। পৃথিবীতে সকল প্রকার শক্তির মাঝে রাসায়নিক শক্তি সবচেয়ে বেশি ব্যবহৃত হয়।

রান্নার কাজে আমরা জ্বালানি হিসেবে কাঠ বা প্রাকৃতিক গ্যাস ব্যবহার করি। কাঠ বা প্রাকৃতিক গ্যাস পোড়ালে এদের ভিতরের রাসায়নিক শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। কাঠ পোড়ালে যে তাপ পাওয়া যায় সে তাপ ব্যবহার করে ইটের ভাটায় ইট এবং মাটির বিভিন্ন পাত্র তৈরি করা হয়। লোহা, ইস্পাত বা সিরামিকস প্রভৃতি কারখানায় প্রচুর তাপের প্রয়োজন হয়। কয়লা, পেট্রোলিয়াম ও প্রাকৃতিক গ্যাস ইত্যাদি খনিজ জ্বালানি তাপ ইঞ্জিনে ব্যবহার করা হয়। এ জ্বালানি ইঞ্জিনের দহন চেম্বারে পুড়িয়ে যে তাপশক্তি উৎপন্ন হয় তাকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত করে মোটর গাড়ি, জাহাজ, বিমান, রেলগাড়ি ইত্যাদি চালানো হয়।

রাসায়নিক শক্তির কথা বলতে গেলে প্রথমেই যেটি সামনে চলে আসে সেটি হলো সালোক সংশ্লেষণ। উক্তিদের সবুজ অংশে ক্লোরোফিল থাকে, এই ক্লোরোফিলের সহায়তায় এবং সূর্যালোক ব্যবহার করে উক্তিদে মাটি থেকে মূল দিয়ে শোষিত পানি ও বায়ু থেকে শোষিত কার্বন ডাই-অক্সাইড বিক্রিয়া করে থ্রুকোজ ( $C_6H_{12}O_6$ ) নামক শর্করা তৈরি করে, সেই সাথে অক্সিজেনও উৎপন্ন হয়। এ অক্সিজেন উক্তিদ থেকে বের হয়ে যায়। এ বিক্রিয়াটিকেই আমরা সালোক সংশ্লেষণ বলি। তবে সালোক সংশ্লেষণ ঘটাতে উক্তিদ যে সূর্যালোক ব্যবহার করে তা রাসায়নিক শক্তি হিসেবে শর্করার মধ্যে থেকে যায়।

এছাড়া উক্তিদ ও প্রাণীদেহে প্রোটিন ও চর্বি জাতীয় পদার্থ তৈরি হয়। এগুলোতেও রাসায়নিক শক্তি মজুদ থাকে। আবার, মানুষ ও অন্যান্য প্রাণীকুল এগুলো খাদ্য হিসেবে গ্রহণ করে। উক্তিদ ও প্রাণীদেহকে রাসায়নিক যন্ত্র বলা যেতে পারে। উক্তিদ এ শর্করা, প্রোটিন ও চর্বি জাতীয় খাদ্য থেকে রাসায়নিক শক্তি পায়। এ শক্তি তাপশক্তি বা অন্যান্য প্রকার শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ শক্তি ব্যবহার

করে উড়িদ ও প্রাণীকুল বিভিন্ন জৈবিক কার্যকলাপ করে। কাজেই বুঝতেই পারছ রাসায়নিক শক্তি ছাড়া প্রাণের অস্তিত্ব অসম্ভব।



চিত্র 8.03: সালোক সংশ্লেষণ প্রক্রিয়া

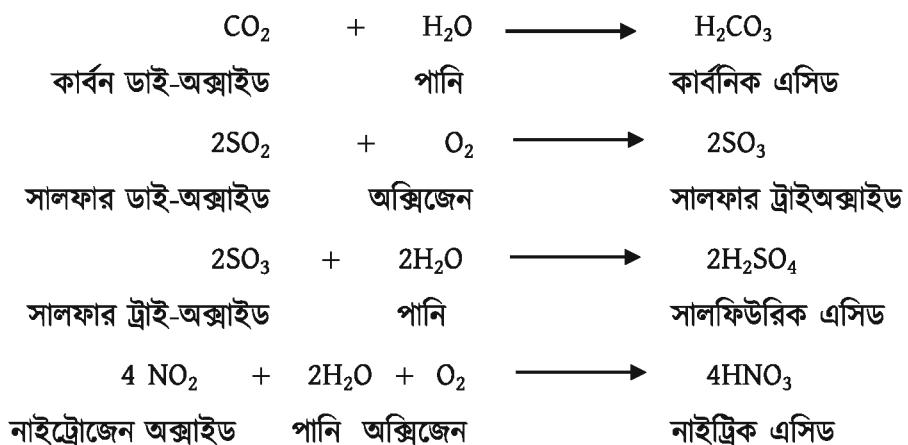
### 8.2.3 রাসায়নিক শক্তির যথাযথ ব্যবহার

পেট্রোলিয়াম, কয়লা, প্রাকৃতিক গ্যাস এগুলোকে জীবাশ্ম জ্বালানি বলে। এসব জ্বালানির মাঝে রাসায়নিক শক্তি জমা থাকে। এসব জ্বালানির দহন ঘটিয়ে বা জ্বালানিকে অক্সিজেনে পোড়ালে জ্বালানির মধ্যে বিদ্যমান রাসায়নিক শক্তি থেকে আমরা তাপশক্তি পাই। এই তাপশক্তি ব্যবহার করে আমরা রান্না, গাঢ়ি চালানো, বিদ্যুৎ উৎপাদনসহ নানা ধরনের কাজ করছি।

এসব জীবাশ্ম জ্বালানি পোড়ালে একদিকে যেমন আমরা তাপশক্তি পাই, অন্যদিকে এই জীবাশ্ম জ্বালানি পোড়ালে পরিবেশের ক্ষতি হয়। জীবাশ্ম জ্বালানি পোড়ালে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হয়। প্রতিবছর জীবাশ্ম জ্বালানি পুড়িয়ে 21.3 বিলিয়ন টন কার্বন ডাই-অক্সাইড তৈরি হচ্ছে। কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্রিনহাউজ গ্যাস অর্থাৎ এটি তাপ ধারণ করে। যার ফলে বিশ্ব ধীরে ধীরে উষ্ণ হয়ে উঠছে। আবার কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস বৃষ্টির পানির সাথে বিক্রিয়া করে কার্বনিক এসিড ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) তৈরি করছে, যা বৃষ্টির পানির সাথে মাটিতে পড়ছে। একে আমরা এসিড বৃষ্টি বলি। এসিড বৃষ্টি 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 অর্থাৎ প্রয়োজনের অতিরিক্ত জীবাশ্ম জ্বালানি ব্যবহার না করলে পৃথিবীতে জীবাশ্ম জ্বালানির ব্যবহারের উপর চাপ কমবে এবং পরিবেশের জন্যও কল্যাণকর হবে।

#### 8.2.4 জ্বালানির বিশুদ্ধতার গুরুত্ব

ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିର ଆଧାର ହିସେବେ ଆମରା ନାନା ଧରନେର ଜ୍ଵାଳାନି ବ୍ୟବହାର କରି। ବିଶେଷ କରେ କାଠ, ପ୍ରାକୃତିକ ଗ୍ୟାସ, ପେଟ୍ରୋଲିୟାମ ପ୍ରଭୃତି ଆମରା ପ୍ରତିନିଯିତ ବ୍ୟବହାର କରେ ଯାଚ୍ଛି। ଏ ସମ୍ମତ ଜ୍ଵାଳାନି ବିଶୁଦ୍ଧ ହେଁଯା ଏକାନ୍ତ ଜରୁରି। ସ୍ଵଲ୍ପ ବାୟୁର ଉପର୍ଯ୍ୟନ୍ତରେ ଏସବ ଜ୍ଵାଳାନି ପୋଡ଼ାଲେ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଆଇଡେର ସାଥେ କାର୍ବନ ମନୋଆଇଡ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ, ଯେଟି ବିଷାକ୍ତ ଏକଟି ଗ୍ୟାସ। ଏଗୁଲୋ ଆମାଦେର ଶରୀରେର ଜନ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷତିକର। ପ୍ରକୃତିତେ ଯେ ଜ୍ଵାଳାନି ପାଓୟା ଯାଇ, ସେଗୁଲୋ ମୂଳତ ଅବିଶୁଦ୍ଧ ଥାକେ। ଏର ସାଥେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ, ସାଲଫାର, ଫସଫରାସ ପ୍ରଭୃତି ମୌଲେର ବିଭିନ୍ନ ଯୌଗ ମିଶ୍ରିତ ଥାକେ। ସେଜନ୍ୟ ବାଜାରେ ଏସବ ଜ୍ଵାଳାନି ଛାଡ଼ାର ଆଗେ ଯଥେଷ୍ଟ ପରିମାଣେ ବିଶୁଦ୍ଧ କରେ ନେଓୟା ଦରକାର। ବିଶୁଦ୍ଧ ନା କରେ ସେ ଜ୍ଵାଳାନି ପୋଡ଼ାଲେ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଆଇଡ୍ ଗ୍ୟାସେର ସାଥେ ଏସବ ମୌଲେର ଅକ୍ରାଇଡ୍‌ଓ ବାତାସେ ଚଲେ ଆସେ। ଏସବ ଅକ୍ରାଇଡ ବୃକ୍ଷିତ ପାନିର ସାଥେ ମିଶେ ଏସିଡ ତୈରି କରେ। ଫଳେ ତଥନ ଯେ ବୃକ୍ଷି ହୁଏ ତାର ସାଥେ ଏ ଏସିଡଗୁଲୋ ଯଥେଷ୍ଟ ପରିମାଣେ ମିଶ୍ରିତ ଥାକେ। ଏ ବୃକ୍ଷିକେ ଏସିଡ ବୃକ୍ଷି ବଲେ ।



এ এসিড বৃষ্টি পরিবেশের জন্য খুবই ক্ষতিকর। গাছপালা মরে যায়। জলাশয়ের পানি অম্লযুক্ত হয়ে যায়। ফলে মাছ ও অন্যান্য জলজ প্রাণীর টিকে থাকা কঠিন হয়ে পড়ে। এছাড়া যানবাহন থেকে নির্গত ধোঁয়ায় কার্বন মনোক্সাইড, নাইট্রাস অক্সাইড ও অব্যবহৃত জ্বালানি (যেমন-মিথেন) থাকে। সূর্যের আলোর উপরিতে এগুলো নানা রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন বিষাক্ত গ্যাসের ধোঁয়া সৃষ্টি করে। এদেরকে ‘ফটোকেমিক্যাল ধোঁয়া’ (photochemical smog) বলে। ফটোকেমিক্যাল ধোঁয়ার বিভিন্ন উপাদান বায়ুমণ্ডলের ওজোন ( $O_3$ ) স্তরের ক্ষয়সাধন করে। ওজোন সূর্যের অতিবেগুনি রশ্মি থেকে পৃথিবীকে রক্ষা করে। কাজেই এই স্তরের ক্ষয় সাধন হলে পৃথিবীর মানুষ বিপদগ্রস্ত হয়ে পড়বে।

### ୮.୨.୫ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ବ୍ୟବହାରେର ନେତ୍ରିବାଚକ ପ୍ରଭାବ

ଆମରା ଶକ୍ତି ପାବାର ଜନ୍ୟ ଜ୍ବାଲାନି ପୋଡ଼ାଛି । ମୂଳତ ଆମରା ଜ୍ବାଲାନିର ମାଧ୍ୟମେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିକେ ବ୍ୟବହାର କରାଛି । ସଦିଓ ବର୍ତ୍ତମାନ ବିଶ୍ୱ ସୌରଶକ୍ତି, ନିଉକ୍ଲିଯାର ଶକ୍ତି, ବାତାସେର ଶକ୍ତି, ଶ୍ରୋତେର ଶକ୍ତିକେଓ କାଜେ ଲାଗାନୋ ହଚ୍ଛେ, ତବୁ ଜୀବାଶ୍ମ ଜ୍ବାଲାନିଇ ଆମାଦେର ପ୍ରୟୋଜନୀୟ ଶକ୍ତିର ସିଂହଭାଗ ଜୋଗାନ ଦେଯ । ଆମରା ଆଗେଇ ବଲେଛି, ପ୍ରତିବହର ଜ୍ବାଲାନି ପୁଡ଼ିଯେ 21.3 ବିଲିଯନ ଟନ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅକ୍ଲାଇଡ ତୈରି କରା ହଚ୍ଛେ । ଗାଢ଼ ସାଲୋକ ସଂଶୋଷଣ ପ୍ରକିଯାଯ କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅକ୍ଲାଇଡ ଗ୍ରହଣ କରେ । ଏହାଡ଼ା ଆରଓ କିଛୁ ପ୍ରାକୃତିକ ପ୍ରକିଯାଯ ଏର ଅର୍ଧେକଟା ବ୍ୟବହାର ହୁଏ । ବାକି ଅର୍ଧେକ ପୃଥିବୀତେ ଥେକେ ଯାଏ । କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅକ୍ଲାଇଡ ବାୟୁର ଅନ୍ୟ ଉପାଦାନେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଯାଓ କରେ ନା । କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅକ୍ଲାଇଡ ପ୍ରଚୁର ପରିମାଣେ ତାପଶକ୍ତି ଧାରଣ କରତେ ପାରେ । ଏତେ କରେ ପୃଥିବୀର ତାପମାତ୍ରା ଦିନେ ଦିନେ ବେଡେ ଯାଚେ । ଏକେ ବୈଶ୍ୱିକ ଉତ୍ସାହନ (global warming) ବଲେ । ବୈଶ୍ୱିକ ଉତ୍ସାହନ ପୃଥିବୀର ତାପମାତ୍ରା ବେଡେ ଯାବାର କାରଣେ ମେରୁ ଅଞ୍ଚଳେର ବରଫ ଗଲେ ସେଟି ସମୁଦ୍ରେର ପାନିର ଉଚ୍ଚତା ବାଡ଼ିଯେ ଦିଚେ । ଯେ କାରଣେ ବାଂଲାଦେଶର ପୃଥିବୀର ଅନେକ ଦେଶେର ବିଶାଲ ଅଂଶ ପାନିର ନିଚେ ଝୁବେ ଯାବେ । କାର୍ବନ ଡାଇ-ଅକ୍ଲାଇଡ ଛାଡ଼ାଓ ଆରଓ କିଛୁ ଗ୍ୟାସ ଆହେ ଯେଗୁଲୋ ପୃଥିବୀର ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି କରାଛେ । ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧିର ଏ ଘଟନାକେ ‘ଗ୍ରିନହାଉସ ପ୍ରଭାବ ବଲେ’ (greenhouse effect) । ଆର ଏ ସକଳ ଗ୍ୟାସକେ ଗ୍ରିନହାଉସ ଗ୍ୟାସ ବଲେ । କାର୍ବନ ଡାଇଅକ୍ଲାଇଡେର ଭୂମିକା ଏକ୍ଷେତ୍ରେ ଅନ୍ୟାନ୍ୟ ଗ୍ୟାସେର ଚେଯେ ଅନେକ ବେଶି । ତୋମରା ଇତୋମଧ୍ୟେ ଜେନେଛ ଜ୍ବାଲାନି ପୋଡ଼ାନୋର ଫଳେ ପ୍ରାପ୍ତ ଗ୍ୟାସଗୁଲୋ ଏସିଡ ବୃଦ୍ଧିର କାରଣ । ଏହାଡ଼ା ତୋମରା ଜେନେଛ ଯେ ଜ୍ବାଲାନି ପୋଡ଼ାନୋର ଫଳେ ପ୍ରାପ୍ତ ଗ୍ୟାସଗୁଲୋ ଫଟୋକେମିକାଲ ଧୋଁଯାର ସୃଷ୍ଟି କରାଛେ । ଏସବ ଗ୍ୟାସ ବାୟୁମଣ୍ଡଲେର ଓଜୋନ ସ୍ତରେର ସାଥେ ବିକ୍ରିଯା କରେ ଓଜୋନ ସ୍ତରେର ପୂରୁତ୍ବ କମିଯେ ଦିଚେ । ବାୟୁମଣ୍ଡଲେର ଓଜୋନ ସ୍ତର ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆଲୋର ଛାଁକନି ହିସେବେ କାଜ କରେ । ସୂର୍ଯ୍ୟର ଆଲୋତେ ଅତିବେଗୁନି ରଶ୍ମି (ultra violet ray) ଥାକେ, ଯା ଆମାଦେର ଭ୍ରକେର ଜନ୍ୟ ଅତ୍ୟନ୍ତ କ୍ଷତିକର, ଏମନକି କ୍ୟାନସାର ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ସୃଷ୍ଟି କରତେ ପାରେ । ଓଜୋନ ସ୍ତର ଏ ଅତିବେଗୁନି ରଶ୍ମିକେ ପୃଥିବୀତେ ଆସତେ ବାଧା ପ୍ରଦାନ କରେ ।

### ୮.୨.୬ ଇଥାନଲକେ ଜ୍ବାଲାନି ହିସେବେ ବ୍ୟବହାର

ଇଥାନଲ—ଏର ଅପର ନାମ ଇଥାଇଲ ଅୟାଲକୋହଲ । ଏର ରାସାୟନିକ ସଂକେତ  $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$  । ଜୀବାଶ୍ମ ଜ୍ବାଲାନି ଯେମନ କେରୋସିନ, ଡିଜେଲ, ପେଟ୍ରୋଲ ପ୍ରାଭୃତିର ମତୋ ଇଥାନଲକେ ପୋଡ଼ାଲେଓ ତାପ ଉତ୍ସାହ ହୁଏ । ତାଇ ଜୀବାଶ୍ମ ଜ୍ବାଲାନିର ମତୋ ଇଥାନଲକେଓ ତାପ ଇଞ୍ଜିନେ ବ୍ୟବହାର କରେ କଲକାରଖାନା, ଗାଡ଼ି, ବିମାନ, ଜାହାଜ ପ୍ରାଭୃତି ଚାଲାନୋ ଯେତେ ପାରେ । ଉତ୍ତର ଆମେରିକାମହ ଅନେକ ଦେଶେ ଜୀବାଶ୍ମ ଜ୍ବାଲାନିର ସାଥେ ଇଥାନଲକେ ମିଶିଯେ ତାପ ଇଞ୍ଜିନେ ବ୍ୟବହାର କରା ହଚ୍ଛେ । ଯୁକ୍ତରାଷ୍ଟ୍ରେର ସବ ଗାଡ଼ିତେ ପେଟ୍ରୋଲେର ସାଥେ ଶତକରା 10 ଭାଗ ଇଥାନଲ ମିଶିଯେ ଜ୍ବାଲାନି ହିସେବେ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ତାଇ ଆମରା ଯତ ଇଥାନଲକେ ଜ୍ବାଲାନି ହିସେବେ ବ୍ୟବହାର କରବ ତତି ଜୀବାଶ୍ମ ଜ୍ବାଲାନିର ଉପର ଚାପ କମବେ ।

## ୮.୩ ତଡ଼ିତେର ସାହାଯ୍ୟେ ରାସାୟନିକ ପ୍ରକିଳ୍ପ (Chemical Process by Electricity)

### ୮.୩.୧ ତଡ଼ିତ ରାସାୟନିକ କୋଷ (Electrochemical cell)

ଜ୍ଞାଲାନି ପୁଡ଼ିଯେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତିକେ ତାପଶକ୍ତିତେ ରୂପାନ୍ତରିତ କରା ହୁଏ । ଏହି ତାପଶକ୍ତିକେ ଆବାର ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତିତେ ପରିଣତ କରା ଯାଏ । ଏବାର ଆମରା ଜାନବ କୀଭାବେ ତାପଶକ୍ତିକେ ସରାସରି ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତିତେ ଏବଂ ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତିକେ ସମ୍ବନ୍ଧରେ କରେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ଘଟାନୋ ଯାଏ । ଯେ ସମ୍ବନ୍ଧରେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ଘଟାନୋ ହୁଏ ତାକେ ତଡ଼ିତ ରାସାୟନିକ କୋଷ ବଲେ । ତଡ଼ିତ ରାସାୟନିକ କୋଷେ ଏକଇ ବା ଦୁଇଟି ଭିନ୍ନ ତଡ଼ିତ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟର ଦ୍ରବ୍ୟରେ ଦୁଇଟି ଧାତବ ଦଣ୍ଡ ବା ଗ୍ରାଫାଇଟ ଦଣ୍ଡରେ ଆଂଶିକ ଡ୍ରୁବାନୋ ଥାକେ । ଅତଃପର ଦଣ୍ଡ ଦୂଟିକେ ଏକଟି ଧାତବ ତାର ଦିଯେ ସରାସରି ବା ବ୍ୟାଟାରିର ମାଧ୍ୟମେ ସଂଯୋଗ ଦେଓଯା ହୁଏ । କୋଷର ମଧ୍ୟେ ଧାତବ ଦଣ୍ଡ ବା ଗ୍ରାଫାଇଟ ଦଣ୍ଡକେ ତଡ଼ିତରେ ବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଡ୍ (Electrode) ବଲା ହୁଏ ।

ତଡ଼ିତ ରାସାୟନିକ କୋଷ ଦୁଇ ପ୍ରକାର ।

- (i) ତଡ଼ିତ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟ କୋଷ (Electrolytic Cell): ଯେ କୋଷେ ବାଇରେ କୋଣୋ ଉତ୍ସ ଥେକେ ତଡ଼ିତ ପ୍ରବାହିତ କରେ କୋଷର ମଧ୍ୟେ ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ଘଟାନୋ ଯାଏ ସେଇ କୋଷକେ ତଡ଼ିତ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟ କୋଷ ବଲେ ।
- (ii) ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷ (Galvanic Cell): ଯେ କୋଷେ ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥସମୂହ ବିକ୍ରିଯା କରେ ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତି ଉତ୍ସପାଦନ କରେ ସେଇ କୋଷକେ ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷ ବଲା ହୁଏ ।

### ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ: (Conductor)

ସେ ସକଳ ପଦାର୍ଥ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହନ କରତେ ପାରେ ତାଦେରକେ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ ପଦାର୍ଥ ବଲେ । ଯେମନ— ଧାତୁ, ଗ୍ରାଫାଇଟ, ଗଲିତ ଲବଣ, ଲବଣେର ଦ୍ରବ୍ୟ, ଏସିଡ ଓ କ୍ଷାରେର ଦ୍ରବ୍ୟ ପ୍ରଭୃତି ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀର ଉଦାହରଣ ।

ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହନେର କୌଶଲେର ଉପର ନିର୍ଭର କରେ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହୀ ଦୁଇ ପ୍ରକାର ହତେ ପାରେ । ସଥା: (i) ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ପରିବାହୀ ଏବଂ (ii) ତଡ଼ିତ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟ ।

### ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ପରିବାହୀ (Electronic Conductor)

ସେବ ପଦାର୍ଥରେ ମଧ୍ୟ ଦିଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ମାଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତ ହୁଏ ସେବ ପରିବାହୀକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ପରିବାହୀ ବଲେ । ତୋମରା ଦେଖେ ଧାତୁର ମଧ୍ୟେ ଧାତବ ବନ୍ଧନ ବିଦ୍ୟମାନ । ଏଥାନେ ପ୍ରଚୁର ପରିମାଣେ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥାକେ । ଗ୍ରାଫାଇଟେ ଓ ମୁକ୍ତ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଥାକେ । ଏ ସକଳ ପଦାର୍ଥରେ ମଧ୍ୟ ଦିଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ମାଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତ ହୁଏ । ସକଳ ପରିବାହୀକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ପରିବାହୀ ବଲେ । ଯେମନ— ଲୋହା (Fe), କପାର (Cu), ନିକେଲ (Ni), ଗ୍ରାଫାଇଟ ଇତ୍ୟାଦି ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋନୀୟ ପରିବାହୀ ।

## তড়িৎ বিশ্লেষ্য (Electrolyte)

যেসব পদার্থ কঠিন অবস্থায় বিদ্যুৎ পরিবহন করে না কিন্তু গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় বিদ্যুৎ পরিবহন করে এবং বিদ্যুৎ পরিবহনের সাথে সাথে ঐ পদার্থের রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটায় তাদেরকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ বলে। তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় আয়নিত অবস্থায় থাকে। এই আয়নের মাধ্যমে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ বিদ্যুৎ পরিবহন করে। আয়নিক যৌগ এবং কিছু পোলার সমযোজী যৌগ গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী হয়। উদাহরণ হিসেবে বলা যায়, সোডিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{NaCl}$ ), কপার সালফেট ( $\text{CuSO}_4$ ), সালফিউরিক এসিড ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), পানি ( $\text{H}_2\text{O}$ ), ইথানয়িক এসিড ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ইত্যাদি গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় বিদ্যুৎ পরিবহন করে।

তড়িৎ বিশ্লেষ্য আবার দুই প্রকার

(i) **তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য (Strong Electrolyte):** যে সকল তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে বা গলিত অবস্থায় সম্পূর্ণরূপে আয়নিত অবস্থায় থাকে তাদেরকে তীব্র তড়িৎ বিশ্লেষ্য বলে। যেমন—সোডিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{NaCl}$ ), কপার সালফেট ( $\text{CuSO}_4$ ), সালফিউরিক এসিড ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) ইত্যাদি।

(ii) **মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য (Weak Electrolyte):** যে সকল তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে খুব অল্প পরিমাণে আয়নিত অবস্থায় থাকে তাদেরকে মৃদু তড়িৎ বিশ্লেষ্য বলে। যেমন: পানি ( $\text{H}_2\text{O}$ ), ইথানয়িক এসিড ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) ইত্যাদি।

## তড়িৎধার (Electrode)

তড়িৎ রাসায়নিক কোষে বিগলিত বা দ্রবীভূত তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্যে যে দুটি ইলেক্ট্রনীয় পরিবাহী অর্থাৎ ধাতব দণ্ড বা গ্রাফাইট দণ্ড প্রবেশ করানো হয় তাদেরকে তড়িৎধার বলা হয়। তড়িৎ রাসায়নিক কোষে একটি তড়িৎধারে কোনো পরমাণু বা আয়ন ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে। অর্থাৎ এ তড়িৎধারে জারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। অপর তড়িৎধার থেকে ধনাত্মক আয়ন ইলেক্ট্রন গ্রহণ করে। অর্থাৎ এ তড়িৎধারে বিজারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয় এবং সম্পূর্ণ কোষের মধ্যে জারণ-বিজারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। যে তড়িৎধারে জারণ বিক্রিয়া ঘটে তাকে অ্যানোড তড়িৎধার আর যে তড়িৎধারে বিজারণ বিক্রিয়া ঘটে তাকে ক্যাথোড তড়িৎধার বলে।

### 8.3.2 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 উন্নত তড়িৎ বিশ্লেষ্যের যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয় তাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ (Electrolysis) বলা হয়।

ସେମନ-ଗଲିତ ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡେର ମଧ୍ୟ ଦିଯେ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହ ଚାଲନା କରଲେ ଅୟାନୋଡେ କ୍ଲୋରିନ ଗ୍ୟାସ ଆର କ୍ୟାଥୋଡେ ସୋଡ଼ିଆମ ଧାତୁ ଉଂପନ୍ନ ହେଉଥାଇ ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡେର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଳେଷଣ ପ୍ରକିର୍ତ୍ତା:



### ଗଲିତ ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡେର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଳେଷଣର କୌଶଳ

ଏକଟି କାଚ ବା ଚିଲମାଟିର ପାତ୍ରେ ଗଲିତ ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡ ନେଓଯା ହୁଏ । ଗଲିତ ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡେର ମଧ୍ୟେ ସୋଡ଼ିଆମ ଆଯନ ( $\text{Na}^+$ ) ଓ କ୍ଲୋରାଇଡ ( $\text{Cl}^-$ ) ଆଯନ ଥାକେ । ସୋଡ଼ିଆମ ଆଯନ ଓ କ୍ଲୋରାଇଡ ଆଯନ ଚଲାଚଳ (migrate) କରତେ ପାରେ । ଗଲିତ ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡେର ମଧ୍ୟେ ଦୁଟି ଧାତବ ଦନ୍ତ ବା ଗ୍ରାଫାଇଟ ଦନ୍ତ ପ୍ରବେଶ କରାନୋ ହୁଏ । ଏ ଦନ୍ତ ଦୁଟିର ଏକଟିକେ ବ୍ୟାଟାରିର ଧନାୟକ ପ୍ରାନ୍ତେ ଏବଂ ଅପରାଟିକେ ବ୍ୟାଟାରିର ଧନାୟକ ପ୍ରାନ୍ତେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ କରଲେ ବ୍ୟାଟାରିର ଧନାୟକ ପ୍ରାନ୍ତେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ଧନାୟକ ତଡ଼ିଏଦୀର ବା ଅୟାନୋଡ ଧନାୟକ ଆଧାନ ଯୁକ୍ତ  $\text{Cl}^-$  ଆଯନକେ ଆକର୍ଷଣ କରବେ, ଅନ୍ୟଦିକେ ବ୍ୟାଟାରିର ଧନାୟକ ପ୍ରାନ୍ତେର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ ଧନାୟକ ଆଧାନ ଯୁକ୍ତ  $\text{Na}^+$  ଆଯନକେ ଆକର୍ଷଣ କରବେ ।  $\text{Cl}^-$  ଆଯନ ଅୟାନୋଡେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରେ କ୍ଲୋରିନ ଗ୍ୟାସେ ପରିଣତ ହୁଏ ।

ଅୟାନୋଡେ ଜାରଣ ପ୍ରକିର୍ତ୍ତା:



ଅନ୍ୟଦିକେ  $\text{Na}^+$  କ୍ୟାଥୋଡ ଥେକେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ୟାସ ପରିଣତ ହୁଏ ।

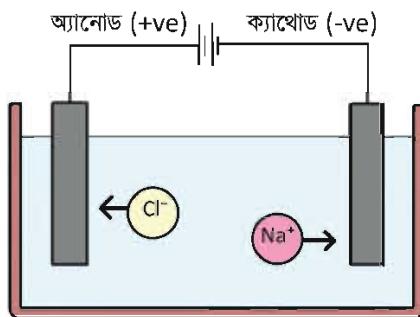
କ୍ୟାଥୋଡ ବିଜାରଣ ପ୍ରକିର୍ତ୍ତା:



କ୍ୟାଥୋଡ କର୍ତ୍ତକ ଯେ ଆଯନ ଆକର୍ଷିତ ହୁଏ ତାକେ କ୍ୟାଟାଯନ ବଲେ ଏବଂ ଅୟାନୋଡ କର୍ତ୍ତକ ଯେ ଆଯନ ଆକର୍ଷିତ ହୁଏ ତାକେ ଅୟାନାଯନ ବଲେ ।

**ଲିଟମାସ ପେପାରେର ସାହାଯ୍ୟେ ଅୟାନୋଡେର କ୍ଲୋରିନ ଗ୍ୟାସ ଶନାକ୍ତକରଣ:**

ଗଲିତ  $\text{NaCl}$  ଏର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଳେଷଣର ସମୟ ଅୟାନୋଡେ ଉଂପନ୍ନ ଗ୍ୟାସ ଏକଟି ଟେସ୍ଟଟିଉବେ ସଂଘର୍ଷିତ କରେ ତାର ମୁଖେ ଭିଜା ନୀଳ ଲିଟମାସ ପେପାର ଧରଲେ ଲିଟମାସ ପେପାରେର ବର୍ଣ୍ଣ ଲାଲ ବର୍ଣ୍ଣ ପରିଣତ ହବେ ଏବଂ କ୍ଲୋରିନ ଗ୍ୟାସେର ଉପସ୍ଥିତି ପ୍ରମାଣ କରବେ ।



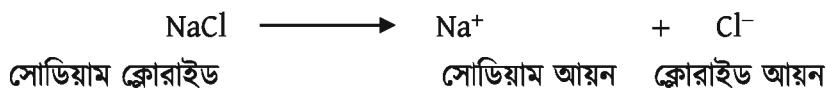
ଚିତ୍ର ୪.୦୪: ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଳେଷ କୋଷେ ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡେର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଳେଷଣ



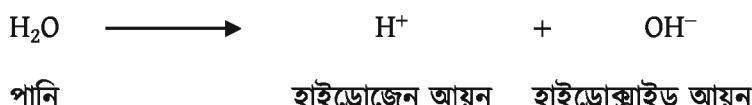
যেহেতু ক্লারিন পানির সাথে বিক্রিয়া করে হাইড্রোক্লোরিক এসিড এবং হাইপোক্লোরাস এসিড উৎপন্ন করে তাই নীল লিটমাস লাল লিটমাসে পরিণত হয়।

## গাঁট NaCl দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ

গাত সোডিয়াম ক্লোরাইডের দ্রবণে  $\text{NaCl}$  আয়নিত হয়ে  $\text{Na}^+$  ও  $\text{Cl}^-$  আয়ন উৎপন্ন করে।

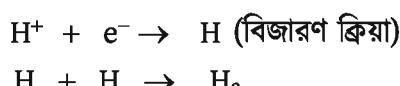


গলিত সোডিয়াম ক্লোরাইডের মতো এখানে শুধু এ দুটি আয়নই থাকে না। এখানে পানির অণুও সামান্য পরিমাণে আয়নিত হয়ে  $H^+$  এবং  $OH^-$  তৈরি করে।



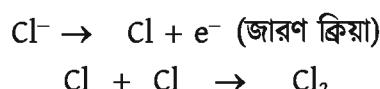
তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোমে সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় বিদ্যুৎ প্রবাহকালে  $\text{Na}^+$  ও  $\text{H}^+$  একই সাথে ক্যাথোডের দিকে যাবে। আমরা জানি,  $\text{Na}^+$  আয়নের চেয়ে  $\text{H}^+$  আয়নের ইলেকট্রন গ্রহণ করার প্রবণতা বেশি তাই ক্যাথোডে  $\text{H}^+$  একটি ইলেকট্রন গ্রহণ করে  $\text{H}$  পরমাণুতে পরিণত হয়। দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু পরস্পর ঘন্ট হয়ে  $\text{H}_2$  অণু উৎপন্ন করে।

## କାଥୋଡ ତଡିଏବାରେ ବିଳିଯା



অ্যানোডে একই সাথে  $\text{Cl}^-$  ও  $\text{OH}^-$  যায়। আমরা জানি  $\text{OH}^-$  এর ইলেক্ট্রন দানের প্রবণতা  $\text{Cl}^-$  আয়নের চেয়ে বেশি থাকলেও দ্রবণে  $\text{Cl}^-$  আয়নের ঘনমাত্রা  $\text{OH}^-$  আয়নের ঘনমাত্রার চেয়ে অনেক বেশি বলে  $\text{OH}^-$  এর চেয়ে  $\text{Cl}^-$  আয়ন আগে অ্যানোডে ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে। একটি  $\text{Cl}^-$  আয়ন অ্যানোড তড়িৎধারে একটি ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে একটি  $\text{Cl}$  পরমাণুতে পরিণত হয়। দুটি ক্লোরিন পরমাণু একসাথে যন্ত্র হয়ে  $\text{Cl}_2$  অণ উৎপন্ন করে।

## ଆମୋଡ ତଡିଁଦାରେ ବିକ୍ରିଯା



ପାତ୍ରେ  $\text{Na}^+$  ଓ  $\text{OH}^-$  ଥେକେ ଯାଇ ।  
ଫଳେ  $\text{Na}^+$  ଓ  $\text{OH}^-$  ଏକତ୍ର ହେଁ  
 $\text{NaOH}$  କ୍ଷାର ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ ।

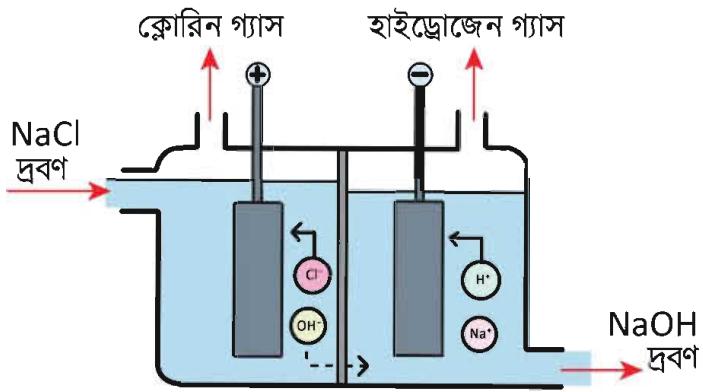
ଏଭାବେ କୋଣୋ ଦ୍ରବଣେ ଏକେର  
ଅଧିକ ପ୍ରକାରେ କ୍ୟାଟାଯନ ଓ  
ଆନାୟନ ଉପସ୍ଥିତ ଥାକଲେ  
କ୍ୟାଥୋଡେ କୋଣୋ କ୍ୟାଟାଯନ ଆଗେ  
ଗିଯେ ଚାର୍ଜମୁକ୍ତ ହବେ ବା ଅୟାନୋଡେ  
କୋଣ ଆନାୟନ ଆଗେ ଗିଯେ  
ଚାର୍ଜମୁକ୍ତ ହବେ ତା ତିନଟି ବିଷ୍ୟେର  
ଉପର ନିର୍ଭର କରେ । ଯେମନ୍:

### (i) କ୍ୟାଟାଯନ ବା ଆନାୟନେର ଚାର୍ଜମୁକ୍ତ ହେଁଯାର ପ୍ରବନ୍ଧତା

ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷଣେର ସମୟ ଦ୍ରବଣେ ଏକେର ଅଧିକ ପ୍ରକାର କ୍ୟାଟାଯନ  
ଥାକଲେ କ୍ୟାଟାଯନସମୁହେର ମଧ୍ୟେ କୋନଟି ଆଗେ କ୍ୟାଥୋଡେ ଗିଯେ  
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଚାର୍ଜମୁକ୍ତ ହବେ, କୋନଟି ପରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ  
ଗ୍ରହଣ କରେ ଚାର୍ଜମୁକ୍ତ ହବେ ତାର ଉପର ଭିନ୍ନ କରେ କ୍ୟାଟାଯନସମୂହକେ

ଏକଟି ସାରଣିତେ ସାଜାନୋ ହେଁଛେ । ଏହି ସାରଣିକେ ଧାତୁର  
ସଂକିଳିତ ସିରିଜ ବା ଧାତୁର ତଡ଼ିଂ ରାସାୟନିକ ସାରି ବଲା ହୁଏ ।  
ଏହି ସାରିର ଯେକୋନୋ ଦୁଟି ମୌଲେର ମଧ୍ୟେ ଯେ ଧାତୁଟି ଉପରେ  
ଅବସ୍ଥିତ ସେଇ ଧାତୁଟି ଅଧିକ ସଂକିଳିତ ଅର୍ଥାତ୍ ସେଇ ଧାତୁଟି ଦ୍ରୁତ  
ବିକ୍ରିଯା କରେ । ଆବାର, ଏହି ସାରିର ଯେକୋନୋ ଦୁଟି ମୌଲେର  
ଆୟନେର ମଧ୍ୟେ ଯେ ଆୟନଟି ନିଚେ ଅବସ୍ଥିତ ସେଟି ଆଗେ  
ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଆଗେ ଚାର୍ଜମୁକ୍ତ ହବେ ଅର୍ଥାତ୍ ଆଗେ ବିଜାରିତ  
ହବେ । ଯେମନ୍ –  $\text{Na}^+$  ଏବଂ  $\text{H}^+$  ଏର ମଧ୍ୟେ  $\text{H}^+$  ସାରିର ନିଚେ  
ଅବସ୍ଥିତ କାଜେଇ  $\text{H}^+$  ଆଗେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଚାର୍ଜମୁକ୍ତ ହବେ  
ଅର୍ଥାତ୍ ଆଗେ ବିଜାରିତ ହବେ । ଆବାର,  $\text{Zn}^{2+}$  ଏବଂ  $\text{Fe}^{2+}$  ଏର ମଧ୍ୟେ  
 $\text{Fe}^{2+}$  ତଡ଼ିଂ ରାସାୟନିକ ସାରିର ନିଚେ ଅବସ୍ଥିତ । କାଜେଇ  $\text{Fe}^{2+}$   
ଆଗେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଆଗେ ଚାର୍ଜମୁକ୍ତ ହବେ ଅର୍ଥାତ୍ ଆଗେ  
ବିଜାରିତ ହବେ ।

ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷଣେର ସମୟ ଏକେର ଅଧିକ ଆନାୟନ ଥାକଲେ



ଚିତ୍ର 8.05: ସୋଡ଼ିଆମ କ୍ୟାରାଇଡ ଦ୍ରବଣେର ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷଣ

ଟେବିଲ 8.02: ତଡ଼ିଂ ରାସାୟନିକ  
ସାରଣି

କ୍ୟାଟାଯନ	ଆନାୟନ
$\text{Li}^+$	$\text{NO}_3^-$
$\text{K}^+$	$\text{SO}_4^{2-}$
$\text{Na}^+$	$\text{Cl}^-$
$\text{Mg}^{2+}$	$\text{Br}^-$
$\text{Al}^{3+}$	$\text{I}^-$
$\text{Zn}^{2+}$	$\text{OH}^-$
$\text{Fe}^{2+}$	
$\text{Sn}^{2+}$	
$\text{Pb}^{2+}$	
$\text{H}^+$	
$\text{Cu}^{2+}$	
$\text{Ag}^+$	
$\text{Au}^{3+}$	

অ্যানোডের অ্যানায়নসমূহের মধ্যে কোনটি আগে ইলেকট্রন ত্যাগ করে আগে চার্জমুন্ত হবে, কোনটি পরে ইলেকট্রন ত্যাগ করে চার্জমুন্ত হবে তার উপর ভিত্তি করে অ্যানায়নসমূহকেও আরও একটি সারণিতে সাজানো হয়েছে। এই সারণিকে অ্যানায়নের তড়িৎ রাসায়নিক সারি বলা হয়। এই সারির যেকোনো দুটি মৌলের মধ্যে যে আয়নটি নিচে অবস্থিত সেটি আগে ইলেকট্রন ত্যাগ করে আগে চার্জমুন্ত হবে অর্থাৎ আগে জারিত হবে। যেমন:  $\text{SO}_4^{2-}$  এবং  $\text{Cl}^-$  এর মধ্যে  $\text{Cl}^-$  সারির নিচে অবস্থিত। কাজেই  $\text{Cl}^-$  আগে ইলেকট্রন ত্যাগ করে চার্জমুন্ত হবে অর্থাৎ আগে জারিত হবে। আবার,  $\text{Cl}^-$  এবং  $\text{OH}^-$  এর মধ্যে  $\text{OH}^-$  তড়িৎ রাসায়নিক সারির নিচে অবস্থিত। কাজেই  $\text{OH}^-$  আগে ইলেকট্রন ত্যাগ করে চার্জমুন্ত হবে অর্থাৎ আগে জারিত হবে।

### (ii) ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের ঘনমাত্রার প্রভাব:

দ্রবণে একের অধিক ক্যাটায়ন বা অ্যানায়ন থাকলে চার্জমুন্ত হওয়ার প্রবণতার চেয়ে ঘনমাত্রার প্রভাব অনেক বেশি কার্যকর হয়। যেমন— কক্ষ তাপমাত্রায় 0.1 মোলার  $\text{NaCl}$  এর জলীয় দ্রবণে অ্যানায়ন  $\text{Cl}^-$  আয়নের ঘনমাত্রা হবে 0.1 মোলার। অন্যদিকে, পানির বিয়োজনে অ্যানায়ন  $\text{OH}^-$  আয়নের ঘনমাত্রা হবে  $10^{-7}$  মোলার। অর্থাৎ  $\text{Cl}^-$  আয়নের ঘনমাত্রা  $\text{OH}^-$  আয়নের ঘনমাত্রার চেয়ে  $10^6$  গুণ বেশি। চার্জমুন্ত হবার প্রবণতার সারিতে  $\text{OH}^-$  আয়নের অবস্থান  $\text{Cl}^-$  আয়নের নিচে হওয়ায়  $\text{OH}^-$  আয়নের আগে চার্জমুন্ত হবার প্রবণতা বেশি। কিন্তু  $\text{Cl}^-$  আয়নের ঘনমাত্রা বেশি হওয়ায়  $\text{Cl}^-$  আয়ন আগে চার্জমুন্ত হয়।

### (iii) তড়িৎ দ্বারের প্রকৃতি:

তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষে তড়িৎদ্বারের প্রকৃতি অনেক সময় চার্জমুন্ত হওয়ার জন্য উপরের দুইটি নিয়মের ব্যতিক্রম ঘটায়। তোমরা দেখেছ  $\text{NaCl}$  এর জলীয় দ্রবণে দুই ধরনের ক্যাটায়ন থাকে। একটি  $\text{Na}^+$  আয়ন, অপরটি  $\text{H}^+$  আয়ন। যদি প্লাটিনাম তড়িৎদ্বার ব্যবহার করা হয় তবে চার্জমুন্ত হবার প্রবণতা অনুযায়ী ক্যাথোডে  $\text{H}^+$  চার্জমুন্ত হয়ে  $\text{H}_2$  গ্যাস উৎপন্ন করে। আর যদি পারদকে ক্যাথোড রূপে ব্যবহার করা হয় তবে  $\text{Na}^+$  আয়ন আগে চার্জমুন্ত হয়।

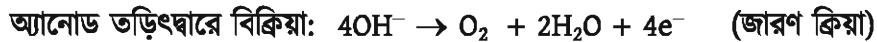
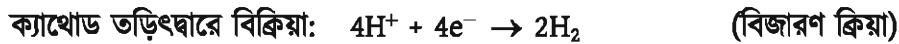
### বিশুদ্ধ পানির তড়িৎ বিশ্লেষণ

বিশুদ্ধ পানিকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করতে তড়িৎ বিশ্লেষণ কোষে নিষ্ক্রিয় ধাতুর অ্যানোড ও ক্যাথোড ব্যবহার করা হয়। এক্ষেত্রে প্লাটিনাম ধাতুর পাত অ্যানোড ও ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। পানি সামান্য পরিমাণে নিম্নরূপে আয়নিত অবস্থায় থাকে:



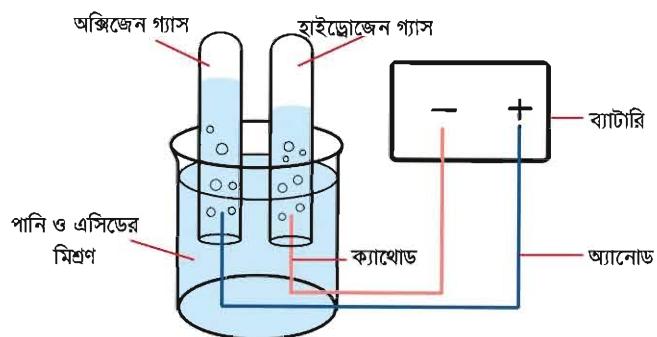
পানির বিয়োজন বৃদ্ধি করার জন্য পানিতে কয়েক ফোঁটা সালফিউরিক এসিড যোগ করা হয়।

ଏଥିନ ବ୍ୟାଟାରିର ମଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହିତ କରଲେ ଅୟାନୋଡ ହାଇଡ୍ରୋକ୍ଲିଲ ଆଯନ ( $\text{OH}^-$ ) କେ ଆକର୍ଷଣ କରେ ଆର କ୍ୟାଥୋଡ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଆଯନକେ ( $\text{H}^+$ ) ଆକର୍ଷଣ କରେ । ତଡ଼ିଂଦାର ଦୁଇଟିତେ ନିମ୍ନରୂପ ବିକ୍ରିଆ ଘଟେ ।



ଅର୍ଥାତ୍ କ୍ୟାଥୋଡ ହାଇଡ୍ରୋଜେନ ଗ୍ୟାସ ଆର ଅୟାନୋଡ ଅୱିଜେନ ଗ୍ୟାସ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ ।

ତୋମରା ହୁଏତେ ଭାବଚ ଏଥାନେ କରେକ  
ଫୋଟା ସାଲଫିଡ୍ରିକ ଏସିଡ ବା କରେକ  
ଦାନା  $\text{NaCl}$  କେନ ବ୍ୟବହାର କରା ହଲୋ?  
ତୋମରା ଜାନେ ଏକଟି ପୂର୍ଣ୍ଣ ବତନୀ  
ତୈରି ନା ହଲେ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ  
ନା । ଅୟାନୋଡ, କ୍ୟାଥୋଡ ବା ବ୍ୟାଟାରିର  
ମଧ୍ୟେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରିନ୍ୟେର ମଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ  
ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । କିନ୍ତୁ ତରଲେର ମଧ୍ୟ  
ଦିଯେ ଆଯନେର ମଧ୍ୟମେ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହିତ  
ହୁଏ । ପାନି ଖୁବଇ ଅଳ୍ପ ପରିମାଣେ  
ଆଯନିତ ହୁଏ । ତାହିଁ ବିଶୁଦ୍ଧ ପାନି ବିଦ୍ୟୁତ ଅପରିବାହୀର ମତୋ ଆଚରଣ କରେ । ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବାହିତା ବାଡ଼ାତେ  
ତାହିଁ ସାମାନ୍ୟ ପରିମାଣ ସାଲଫିଡ୍ରିକ ଏସିଡ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ ।



ଚିତ୍ର ୪.୦୬: ପାନିର ତଡ଼ିଂ ବିଶେଷଣ

### ୪.୩.୩ ତଡ଼ିଂ ବିଶେଷଣର ବ୍ୟବହାର

ବର୍ତ୍ତମାନେ ସମ୍ମତ ପୃଥିବୀତେ ଶିଳ୍ପକାରଖାନାର ବ୍ୟାପକ ପ୍ରସାର ଘଟେଛେ । ଆର ଶିଳ୍ପଜଗତେ ତଡ଼ିଂ ବିଶେଷଣର  
ଭୂମିକା ବଲେ ଶେଷ କରା ଯାବେ ନା । ଅନେକ ମୂଲ୍ୟବାନ ଯୌଗେର ଉତ୍ପାଦନେ, ଆକରିକ ଥେକେ ଧାତୁ ନିଷ୍କାଶନେ,  
ଅବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁକେ ବିଶୁଦ୍ଧ ଧାତୁତେ ପରିଣତ କରତେ, ଯେ ସକଳ ଧାତୁ ସହଜେ କ୍ଷୟପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ ତାଦେର କ୍ଷୟ  
ଥେକେ ରଙ୍ଗା କରତେ, ଲୋହର ଉପର ମରିଚା ପଡ଼ା ଠେକାତେ, ଏକ ଧାତୁର ଉପର ଅନ୍ୟ ଧାତୁର ପ୍ରଲେପ ଦିତେ  
ତଡ଼ିଂ ବିଶେଷଣ ପଞ୍ଚତି ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ ଆର ତଡ଼ିଂ ବିଶେଷଣ କରତେ ତଡ଼ିଂ ବିଶେଷ୍ୟ କୋଷ ବ୍ୟବହାର  
କରା ହୁଏ । ନିଚେ ତଡ଼ିଂ ବିଶେଷଣର କିଛୁ ବ୍ୟବହାର ଦେଖାନୋ ହଲୋ:

**ଧାତୁ ନିଷ୍କାଶନ:** କ୍ଷାର ଧାତୁ, ମୃତକାର ଧାତୁ, ଅୟାନୋଡିନିଯାମ ଧାତୁ ପ୍ରଭୃତି ସକ୍ରିୟ ଧାତୁସମୂହ ତଡ଼ିଂ ବିଶେଷଣ  
ପଞ୍ଚତିତେ ନିଷ୍କାଶନ କରା ହୁଏ । ସାଧାରଣତ ଏ ସକଳ ଧାତୁର ଯୌଗେର ତରଲେ ଅର୍ଥବା ଦ୍ରବ୍ୟେ ତଡ଼ିଂଦାର  
ବ୍ୟବହାର କରେ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହ ଚାଲନା କରଲେ କ୍ୟାଥୋଡେ ଧାତୁ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ସେମନ- ଗଲିତ ସୋଡ଼ିଆମ

ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় ক্যাথোডে ধাতব সোডিয়াম পাওয়া যায় এবং অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস ( $\text{Cl}_2$ ) পাওয়া যায়।

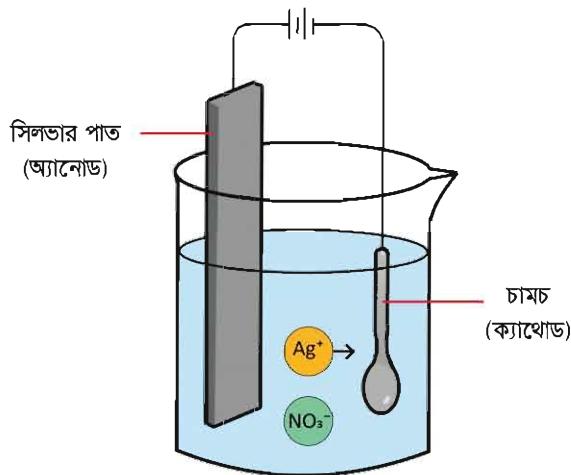
গলিত বিশুদ্ধ অ্যালুমিনিয়াম অক্সাইড বা অ্যালুমিনা ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) এর তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে ক্যাথোডে অ্যালুমিনিয়াম ধাতু ও অ্যানোডে অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।



**ধাতু বিশুদ্ধকরণ:** আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনের পর প্রাপ্ত ধাতুতে যথেষ্ট পরিমাণে ভেজাল দ্রব্য মিশ্রিত থাকে। এ সকল ধাতুকে বিশুদ্ধ করতে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি অত্যন্ত কার্যকর। কপার, জিংক, লেড, অ্যালুমিনিয়াম প্রভৃতি ধাতুকে বিশুদ্ধকরণের জন্য তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। যে ভেজাল মিশ্রিত ধাতু থেকে ভেজাল অপসারণ করে আমরা বিশুদ্ধ ধাতু তৈরি করতে চাই সেই ভেজাল মিশ্রিত ধাতুর দণ্ডকে ব্যাটারির ধনাত্ত্বক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। যে ধাতুকে বিশুদ্ধ করতে চাই ঐ ধাতুর একটি বিশুদ্ধ দণ্ড ব্যাটারির ঝণাত্ত্বক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয়। এরপর তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি প্রয়োগ করলে ভেজাল মিশ্রিত অবিশুদ্ধ ধাতুর দণ্ড থেকে ধাতব আয়ন দ্রবণে চলে যায় এবং দ্রবণ থেকে ঐ ধাতব আয়ন বিশুদ্ধ ধাতব দণ্ডে লেগে যায়, ফলে ব্যাটারির ঝণাত্ত্বক প্রান্তের সাথে যুক্ত বিশুদ্ধ ধাতব দণ্ড মোটা হতে থাকে। তড়িৎ বিশ্লেষণ চলাকালে একদিকে ভেজাল মিশ্রিত অবিশুদ্ধ ধাতব দণ্ড ক্ষয় হতে থাকে, অন্যদিকে বিশুদ্ধ ধাতব দণ্ড মোটা হতে থাকে।

**ইলেক্ট্রোপ্লেটিং বা তড়িৎ প্রলেপন:** তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে একটি ধাতুর উপর অন্য একটি ধাতুর প্রলেপ দেওয়াকে ইলেক্ট্রোপ্লেটিং বলে। ধাতুর উজ্জ্বলতা সৃষ্টির জন্য অথবা ধাতুর ক্ষয়রোধ করতে ইলেক্ট্রোপ্লেটিং পদ্ধতি ব্যবহার করা হয়। কোনো ধাতুর উজ্জ্বলতা সৃষ্টির জন্য অন্য একটি উজ্জ্বল ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হয়। কারণ কম সক্রিয় ধাতু বাতাসের অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে না। কোনো ধাতুর ক্ষয়রোধ করতে ঐ ধাতুর উপর অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয় অন্য ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হয়। ইলেক্ট্রোপ্লেটিং এর জন্য সাধারণত নিকেল, ক্রোমিয়াম ইত্যাদি ধাতু ব্যবহার করা হয়। লোহা জলীয় বাক্ষ এবং বায়ুর সংস্পর্শে এলে মরিচা ধরে এবং ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। লোহার উপর নিকেল, ক্রোমিয়াম ও সিলভার ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হয়। ফলে লোহা বাতাস ও জলীয় বাক্ষের সংস্পর্শে আসতে পারে না এবং মরিচাও পড়ে না। লোহার তৈরি কোনো জিনিসের উপর প্রলেপ দেওয়ার কৌশল নিচে আলোচনা করা হলো।

ଲୋହର ତୈରି କୋଣୋ ଜିନିସ ଯେମନ, ଚାମଚ ଏବଂ ଉପର ସିଲଭାରେ ପ୍ରଲେପ ଦିତେ  $\text{AgNO}_3$  ଦ୍ରବ୍ୟ ଏକଟି କାଚପାତ୍ରେ ମଧ୍ୟେ ନେଇଯା ହୁଏ । ଯେ ଜିନିସର ଉପର ପ୍ରଲେପ ଦିତେ ହେବେ ତାକେ ବ୍ୟାଟାରିର ଝଣାଘକ ପ୍ରାନ୍ତେ ସାଥେ ଯୁକ୍ତ କରେ କ୍ୟାଥୋଡ ତଡ଼ିଂଦ୍ଵାରା ହିସେବେ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ସିଲଭାର ଧାତୁର ପାତ ଆନୋଡ ହିସେବେ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ବ୍ୟାଟାରି ଦ୍ୱାରା ଦ୍ରବ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହିତ କରିଲେ ଆନୋଡ ହିସେବେ ଯେ ସିଲଭାର ପାତ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ ସେଇ ସିଲଭାର ପାତ ଥିଲେ ଧାତୁର  $\text{Ag}$  ପରମାଣୁ ଏକଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରେ  $\text{Ag}^+$  ଆଯନେ ପରିଣତ ହେବେ ଏବଂ ଦ୍ରବ୍ୟରେ  $\text{Ag}^+$  ଆଯନ କ୍ୟାଥୋଡ ତଡ଼ିଂଦ୍ଵାରା ଥିଲେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଧାତୁର ସିଲଭାର ପରିଣତ ହେବେ କ୍ୟାଥୋଡ ଲେଗେ ଯାଏ । ଏତେ ଲୋହର ତୈରି ଜିନିସର ଉପର ସିଲଭାରେ ପ୍ରଲେପ ପଡ଼େ ।



ଚିତ୍ର ୪.୦୭: ଚାମଚର ଉପର ସିଲଭାରେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋପ୍ଲେଟିଂ



### ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ଉତ୍ପାଦିତ ପଦାର୍ଥର ବାଣିଜ୍ୟକ ବ୍ୟବହାର

ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ମାଧ୍ୟମେ ଆମରା ଅନେକ କିଛୁ କରତେ ପାରି । ବିଭିନ୍ନ ସକଳ ଧାତୁର ନିଷ୍କାଶନ ଥିଲେ ଶୁରୁ କରେ ଅନେକ ମୂଲ୍ୟବାନ ଯୌଗ ଓ ମୌଲେର ଉତ୍ପାଦନ, ଏକ ଧାତୁର ଉପର ଅନ୍ୟ ଧାତୁର ପ୍ରଲେପ ଦିଯେ ତାର କ୍ୟାଥୋଡ ରୋଧ କରା, ଉଞ୍ଚଳତା ବୃଦ୍ଧି କରାନ୍ତି ଆରା ଅନେକ କିଛୁ ।

ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ମାଧ୍ୟମେ ଆକରିକ ଥିଲେ ବିଭିନ୍ନ ଧାତୁ ଯେମନ: ସୋଡ଼ିଆମ, ଆୟାଲୁମିନିଆମ, ଦୂର୍ତ୍ତା, କ୍ୟାଲସିଆମ, ମ୍ୟାଗନେସିଆମ ପ୍ରଭୃତି ନିଷ୍କାଶନ କରା ହୁଏ । ଏହାଡ଼ା ତାମା, ସୋନା, ରୂପା ଏବଂ ବିଶ୍ୱାସ କରତେ ଏ ପଦ୍ଧତି ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ଆଧୁନିକ ବିଶ୍ୱେ ଏସବ ଧାତୁର ବ୍ୟବହାର ଅପରିସୀମ ।

ଆମରା ଜାନି, ରୂପା ଓ ତାମାର ବୈଦ୍ୟୁତିକ ରୋଧ ସବଚେଯେ କମ । କିନ୍ତୁ ରୂପାର ଦାମ ଅନେକ ବେଶି । ତାଇ ବୈଦ୍ୟୁତିକ ତାର ତୈରିତେ ତାମା ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ତୋମରା କି ଚିନ୍ତା କରତେ ପାରୋ ସାରା ବିଶ୍ୱେ କିମ୍ବା ବୈଦ୍ୟୁତିକ ତାର ବ୍ୟବହାର ହଚେ? ଆୟାଲୁମିନିଆମ ଅତି ପ୍ରଯୋଜନୀୟ ଧାତୁ । ଏ ଧାତୁ ଦିଯେ ବିଭିନ୍ନ ଥାଲାବାସନ ତୈରି କରା ହେବେ ଥାକେ । ତାହାଡ଼ା ଆୟାଲୁମିନିଆମ ହାଲକା ଧାତୁ ବଲେ ବିମାନ ତୈରିତେ ଆୟାଲୁମିନିଆମ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ଲୋହର ଉପର ମରିଚା ପଡ଼ା ଠେକାତେ ଲୋହର ଉପର ଦୂର୍ତ୍ତା ଓ ମ୍ୟାଗନେସିଆମର ପ୍ରଲେପ ଦେଓଯା

হয়। এতে লোহার স্থায়িত্বও বৃদ্ধি পায়। অল্প দারী ধাতুর গয়নার উপর উজ্জ্বল ধাতু যেমন: ক্রোমিয়াম, নিকেল, সোনা, রূপা প্রভৃতি ধাতুর প্রলেপ দেওয়া হয়। এতে গয়না অনেক উজ্জ্বল ও মসৃণ হয়।

সমুদ্রের পানির তড়িৎ বিশ্লেষণে উৎপন্ন ক্লোরিন জীবাণুনাশক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। বিভিন্ন শিল্পে কাঁচামাল হিসেবে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ক্ষার ব্যবহৃত হয়।

## ৪.৪ রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপাদন (Production of Electricity by Chemical Reaction)

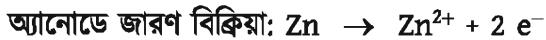
**গ্যালভানিক কোষ বা ভোল্টায়িক কোষ (Galvanic Cell or Voltaic Cell):**

গ্যালভানিক বা ভোল্টায়িক কোষ হলো সেই সকল কোষ, যেখানে কোষের ভিতরের পদার্থসমূহের রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন করা হয়। গ্যালভানিক কোষে সাধারণত দুটি ভিন্ন মৌল দিয়ে তৈরি দুটো ইলেক্ট্রোডকে দুটি ভিন্ন পাত্রের তড়িৎ বিশ্লেষ্যের দ্রবণের মধ্যে আংশিকভাবে ডুবানো থাকে। তড়িৎদ্বার দুইটির মধ্যে অধিক সক্রিয় ধাতুর ইলেক্ট্রোড অ্যানোড আর কম সক্রিয় ধাতুর ইলেক্ট্রোড ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে। কোনো তড়িৎদ্বার যে ধাতু দিয়ে তৈরি সেই ধাতুর তড়িৎদ্বারকে এমন একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্যে রাখতে হবে যেন তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্যে সেই ধাতুর আয়ন থাকে। যেমন— কপার ধাতুর দণ্ড দিয়ে যদি তড়িৎদ্বার তৈরি করা হয় তবে ঐ দণ্ডকে  $\text{CuSO}_4$  তড়িৎ বিশ্লেষ্যের দ্রবণে রাখা হয়। আবার, জিংক ধাতুর দণ্ড দিয়ে যদি তড়িৎদ্বার তৈরি করা হয় তবে ঐ দণ্ডকে  $\text{ZnSO}_4$  তড়িৎ বিশ্লেষ্যের দ্রবণে রাখা হয়। তড়িৎদ্বার দুটিকে বাইরে থেকে ধাতব তার দিয়ে সংযোগ করলে এক তড়িৎদ্বার থেকে অপর তড়িৎদ্বারে ইলেক্ট্রন প্রবাহিত হয় অর্থাৎ বিদ্যুৎ প্রবাহের সূচী হয়। দুইটি তড়িৎ বিশ্লেষ্যের দ্রবণের মধ্যে U আকৃতির লবণ সেতু স্থাপন করা হয়। U আকৃতির একটি কাচনলে  $\text{KCl}$  লবণের দ্রবণ থাকে। গ্যালভানিক কোষের অ্যানোড, ক্যাথোড, তড়িৎদ্বারে বিক্রিয়া, লবণ সেতুর ভূমিকা এগুলো ভালোভাবে বুঝতে তোমাদের জন্য ডেনিয়েল কোষের গঠন আলোচনা করা হলো।

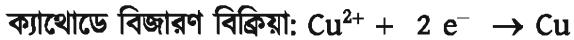
**ডেনিয়েল কোষ (Daniell cell)**

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 দ্রবণ এবং অপরটিতে কপার সালফেট দ্রবণ নেওয়া হয়। জিংক সালফেট দ্রবণে জিংক দণ্ড আর কপার সালফেট দ্রবণে কপারের দণ্ড প্রবেশ করানো হয়। পাত্র দুইটির দ্রবণের মধ্যে সংযোগ স্থাপনের জন্য চিত্রের

ମତୋ U ଆକୃତିର ଲବଣ ସେତୁ ଦୁଇଟି ଦ୍ରବ୍ୟର ମଧ୍ୟେ ଡୁବାନୋ ହୁଏ । ଏବାର ଏକଟି ଧାତବ ତାର ଦିଯେ ତଡ଼ିଂଦାର ଦୁଇଟି ସଂଯୋଗ ଘଟାନୋ ହୁଏ । ତାରେର ମାଝେ ଏକଟି ବାଲ୍ବ ଥାକିଲେ ତାରେର ମଧ୍ୟ ଦିଯେ ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ ଶୁରୁ ହଲେ ବାଲ୍ବଟି ଜୁଲେ ଉଠେ । ଏଥାନେ ଜିଂକ ତଡ଼ିଂଦାରେ ଜିଂକେର ଏକଟି ପରମାଣୁ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରେ ଜିଂକ ଆଯନେ ( $Zn^{2+}$ ) ପରିଣତ ହୁଏ । ଏହି ଜିଂକ ଆଯନ ତଡ଼ିଂଦାର ଛେଡେ ଦ୍ରବ୍ୟରେ ପ୍ରବେଶ କରେ । ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦୁଇଟି ଜିଂକ ତଡ଼ିଂଦାର ପ୍ରହଳାଦ କରେ । ଫଳେ ଏ ତଡ଼ିଂଦାର ଖଣ୍ଡାକ ଚାର୍ଜଯୁକ୍ତ ହୁଏ । ଏହି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦୁଇଟି ତଡ଼ିଂଦାର ଦୁଇଟିକେ ଯେ ତାର ଦିଯେ ସଂଯୋଗ ଦେଓଯା ହେଯେଛେ, ତାର ମଧ୍ୟ ଦିଯେ ପ୍ରବାହିତ ହୁଏ । ଯେହେତୁ ଜିଂକେର ତଡ଼ିଂଦାରେ ଧାତବ Zn ଥିବାରେ  $Zn^{2+}$  ପରିଣତ ହୁଏ, ସେହେତୁ ବଲା ଯାଇ ଏ ତଡ଼ିଂଦାରେ ଜାରଣ ବିକିଳ୍ପ ଘଟେ । ତାଇ ଏ ତଡ଼ିଂଦାର ହଲୋ ଅୟାନୋଡ ।



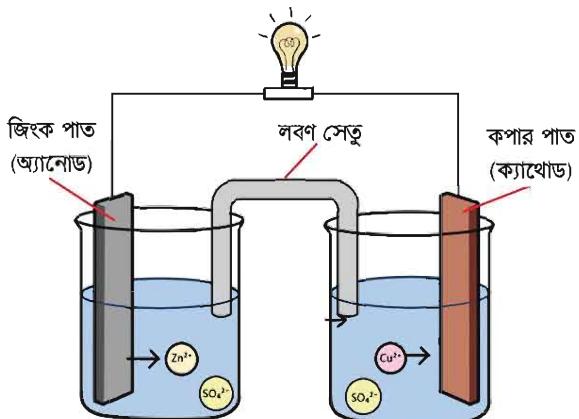
ଏବାର ଜିଂକ ଅୟାନୋଡ ଥିବାରେ ଆସା ୨ଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ କପାର ତଡ଼ିଂଦାରେ ପ୍ରବେଶ କରେ । ଏ ତଡ଼ିଂଦାର ଥିବାରେ  $CuSO_4$  ଦ୍ରବ୍ୟରେ  $Cu^{2+}$  ଆଯନ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରହଳାଦ କରେ ଧାତବ କପାରେ (Cu) ପରିଣତ ହୁଏ । କପାର ତଡ଼ିଂଦାରେ ବିଜାରଣ ଘଟେଛେ ବଲେ କପାର ତଡ଼ିଂଦାର କ୍ୟାଥୋଡ ତଡ଼ିଂଦାର ହିସେବେ ବିବେଚିତ ।



ଅୟାନୋଡେ ଜିଂକ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦାନ କରେ ବଲେ ଅୟାନୋଡେ ଜାରଣ ବିକିଳ୍ପ ଘଟେଛେ । କିନ୍ତୁ ଶୁଦ୍ଧ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଦାନ କରିଲେ ବିକିଳ୍ପ ସମ୍ଭାବ୍ୟ ହୁଏ ନା । ଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ପ୍ରହଳାଦ କରିବାରେ ଜିଂକେର ଦାନ କରିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ କପାର ଆଯନ ପ୍ରହଳାଦ କରେ ବିଜାରଣ ବିକିଳ୍ପ ସମ୍ଭାବ୍ୟ କରିବାକୁ ଅର୍ଥାତ୍ ଅୟାନୋଡେ ଅର୍ଧେକ ବିକିଳ୍ପ ଆରା କ୍ୟାଥୋଡେ ଅର୍ଧେକ ଅର୍ଧେକ ବିକିଳ୍ପ ଘଟେଛେ ।

ତାଇ ଅୟାନୋଡେର ବିକିଳ୍ପକୁ ଜାରଣ ଅର୍ଧ୍ୟବିକିଳ୍ପ ଆରା କ୍ୟାଥୋଡେର ବିକିଳ୍ପକୁ ବିଜାରଣ ଅର୍ଧ୍ୟବିକିଳ୍ପ ବଲା ହେଯେଛେ । କୋଷ ବିକିଳ୍ପ ଯେହେତୁ କ୍ୟାଥୋଡେର ବିକିଳ୍ପ ଆରା ଅୟାନୋଡେର ବିକିଳ୍ପର ଯୋଗଫଳ, ତାଇ କୋଷ ବିକିଳ୍ପ ହଲୋ ଜାରଣ-ବିଜାରଣ ବିକିଳ୍ପ ।

ଅୟାନୋଡ ଥିବା ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତାରେର ମଧ୍ୟ ଦିଯେ କ୍ୟାଥୋଡେ ପ୍ରବେଶ କରେ ଅର୍ଥାତ୍ ତାରେର ମଧ୍ୟ ଦିଯେ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବା ବିଦ୍ୟୁତ୍ ପ୍ରବାହିତ



ଚିତ୍ର ୪.୦୮: ଗ୍ୟାଲଭାନିକ (ଡେନିୟେଲ) କୋଷ

হয় অর্থাৎ বিদ্যুৎ শক্তি উৎপন্ন হয়েছে। অর্থাৎ গ্যালভানিক কোষে রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

**টেবিল ৪.০৩: তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ ও গ্যালভানিক কোষের পার্থক্য**

তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ	গ্যালভানিক কোষ
যে কোষে তড়িৎ শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটানো হয় তাকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ বলে।	যে কোষে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে তড়িৎ শক্তি উৎপন্ন করা হয় তাকে গ্যালভানিক কোষ বলে।
তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে অ্যানোড ধনাত্মক চার্জযুক্ত এবং ক্যাথোড ঋণাত্মক চার্জযুক্ত।	গ্যালভানিক কোষে অ্যানোড ঋণাত্মক চার্জযুক্ত কিন্তু ক্যাথোড ধনাত্মক চার্জযুক্ত।
কোনো মৌল বা যৌগ উৎপাদন, ইলেক্ট্রোপ্লেটিং, ধাতু বিশোধন প্রভৃতি কাজে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ ব্যবহার করা হয়।	তড়িৎ শক্তি উৎপাদন করার যন্ত্র যেমন- ব্যাটারি তৈরিতে গ্যালভানিক কোষ ব্যবহৃত হয়।

**গ্যালভানিক কোষের তড়িৎদ্বার:** গ্যালভানিক কোষের নানা ধরনের তড়িৎদ্বার রয়েছে। এদের মধ্যে সবচেয়ে সহজে তৈরি করা যায় ধাতু-ধাতুর আয়ন তড়িৎদ্বার। এ ধরনের তড়িৎদ্বারগুলোকে তৈরি করতে কোনো ধাতুর দণ্ড বা পাতকে সেই ধাতুর আয়নবিশিষ্ট দ্রবণে অর্ধেক বা অর্ধেকের বেশি পরিমাণে নিমজ্জিত করে তৈরি করা হয়। এ তড়িৎদ্বারকে লিখে প্রকাশ করতে হলে প্রথমে ধাতু তারপর ধাতুর আয়নকে পাশাপাশি লিখে দুটির মাঝখানে খাড়া দাগ দিতে হয়। যেমন- জিংক ধাতুর দণ্ডকে  $ZnSO_4$  এর দ্রবণের মধ্যে রাখলে জিংক ধাতুর তড়িৎদ্বার তৈরি হয়ে গেল। একে  $Zn|Zn^{2+}$  দিয়ে প্রকাশ করা হয়। এ তড়িৎদ্বারে নিম্নরূপ বিক্রিয়া ঘটে।



নিচে আরও কিছু তড়িৎদ্বার ও তাদের বিক্রিয়া ৪.০৪ টেবিলে দেখানো হলো।

অধিক সক্রিয় ধাতু যেমন-সোডিয়াম, পটাশিয়াম, ক্যালসিয়াম প্রভৃতি ধাতুর তড়িৎদ্বার এভাবে তৈরি হয় না।

### গ্যালভানিক কোষে অ্যানোড এবং ক্যাথোড শনাক্তকরণ

দুইটি তড়িৎধার দিয়ে কোনো গ্যালভানিক কোষ তৈরি করলে কোনটি অ্যানোড এবং কোনটি ক্যাথোড হবে তা নির্ভর করে সেগুলো কোন মৌল দিয়ে তৈরি তার উপর। তড়িৎ রাসায়নিক সারির উপরের দিকে অবস্থিত অধিক সক্রিয় মৌলের তড়িৎধার অ্যানোড এবং তড়িৎ রাসায়নিক সারির নিচের দিকে অবস্থিত অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয় মৌলের তৈরি ইলেকট্রোড ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে। তড়িৎ রাসায়নিক সারির যেকোনো ২টি ধাতুর মধ্যে যে ধাতুটি উপরে অবস্থিত সে ধাতুর দণ্ডটি অ্যানোড এবং যে ধাতুটি নিচে অবস্থিত সে ধাতুর দণ্ডটি ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে।

তড়িৎধার	বিক্রিয়া
Zn Zn <sup>2+</sup>	Zn(s) $\rightleftharpoons$ Zn <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup>
Cu Cu <sup>2+</sup>	Cu(s) $\rightleftharpoons$ Cu <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup>
Fe Fe <sup>2+</sup>	Fe(s) $\rightleftharpoons$ Fe <sup>2+</sup> (aq) + 2e <sup>-</sup>
Ag Ag <sup>+</sup>	Ag(s) $\rightleftharpoons$ Ag <sup>+</sup> (aq) + e <sup>-</sup>

টেবিল 8.04: তড়িৎধার ও তাদের বিক্রিয়া

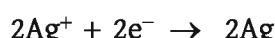
ধাতুর মধ্যে যে ধাতুটি উপরে অবস্থিত সে ধাতুর দণ্ডটি অ্যানোড এবং যে ধাতুটি নিচে অবস্থিত সে ধাতুর দণ্ডটি ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে।

এই তড়িৎ রাসায়নিক সারি থেকে যেকোনো দুইটি ধাতুর তড়িৎধার তৈরি করে ঐ তড়িৎধার দুটি দিয়ে যদি গ্যালভানিক কোষ তৈরি করা হয় তবে সারিতে তুলনামূলক উপরে অবস্থিত ধাতুর তড়িৎধারটি অ্যানোড আর তুলনামূলক নিচে অবস্থিত ধাতুর তড়িৎধারটি ক্যাথোড হিসেবে কাজ করবে। যেমন কপার ধাতু ও সিলভার ধাতুর তড়িৎধার দিয়ে গ্যালভানিক কোষ তৈরি করা হয় তবে কপার ধাতুর তড়িৎধারটি অ্যানোড আর সিলভার ধাতুর তড়িৎধারটি ক্যাথোড হিসেবে কাজ করবে। যেহেতু তড়িৎ রাসায়নিক সারিতে কপার ধাতুর অবস্থান উপরে আর সিলভার ধাতুর অবস্থান নিচে। এই কোষে কপার পরমাণু ইলেকট্রন ত্যাগ করে কপার আয়নে পরিণত হয়। অ্যানোডে জারণ অধিবিক্রিয়া:



এই কোষে সিলভার আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতব সিলভার পরমাণুতে পরিণত হয়।

### ক্যাথোডে বিজ্ঞান অধিবিক্রিয়া:

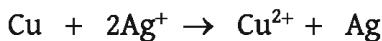


এখন অধিবিক্রিয়া দুইটি যোগ করলে কোষ বিক্রিয়া পাওয়া যাবে।

টেবিল 8.05:  
তড়িৎধার

তড়িৎধার
Li Li <sup>+</sup>
K K <sup>+</sup>
Na Na <sup>+</sup>
Mg Mg <sup>2+</sup>
Al Al <sup>3+</sup>
Zn Zn <sup>2+</sup>
Fe Fe <sup>2+</sup>
Ni Ni <sup>2+</sup>
Sn Sn <sup>2+</sup>
Pb Pb <sup>2+</sup>
H <sub>2</sub>  H <sup>+</sup>
Cu Cu <sup>2+</sup>
Ag Ag <sup>+</sup>
Au Au <sup>3+</sup>

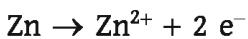
କୋଷ ବିକ୍ରିଯା:



## ଲବଣ ସେତୁ ଓ ତାର ବ୍ୟବହାର

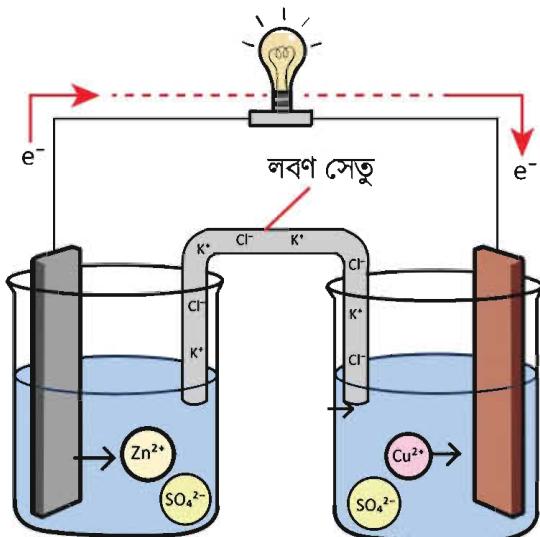
ତୋମରା ଡେନିୟେଲ କୋଷେ ଦେଖେ ଅଣାନ୍ତେ ଧାତବ ଜିଂକ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ତ୍ୟାଗ କରେ ଜିଂକ ଆଯନ ପରିଣତ ହୁଏ । ଏ ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ବାଇରେ ତାର ଦିଯେ କ୍ୟାଥୋଡେ ଯାଏ । ଫଳେ ଅଣାନ୍ତେର ଦ୍ରବଣେ ଧନାୟକ ଆଯନ ବୈଶି ହୁଏ ଯାଏ ।

ଅଣାନ୍ତେ ଜାରଣ ଅର୍ଥବିକ୍ରିଯା:



ଆବାର, କ୍ୟାଥୋଡେ ଥାକା  $\text{CuSO}_4$  ଏର ଦ୍ରବଣ ଥିବା  $\text{Cu}^{2+}$  ଆଯନ ଦୁଇଟି ଇଲେକ୍ଟ୍ରନ ଗ୍ରହଣ କରେ ଆଧାନ ନିରପେକ୍ଷ  $\text{Cu}$  ପରମାଣୁତେ ପରିଣତ ହୁଏ କିନ୍ତୁ  $\text{SO}_4^{2-}$  ଆଯନର କୋନୋ ପରିବର୍ତ୍ତନ ହୁଏ ନା । ଫଳେ ଦ୍ରବଣ ଝଣାୟକ ଆଧାନ ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ । ଅର୍ଥାତ୍ ଦୁଇଟି ଦ୍ରବଣର ଆଧାନ ନିରପେକ୍ଷତା ନୟ ହୁଏ । ଫଳେ କିଛିକଣେର ମଧ୍ୟେ ବିକ୍ରିଯା ବନ୍ଧ ହୁଏ ବିଦ୍ୟୁତ ପ୍ରବାହ ବନ୍ଧ ହୁଏ ଯାଏ । ଏଇ ବିକ୍ରିଯା ଚାଲୁ ରାଖାର ଜନ୍ୟ ଲବଣ ସେତୁ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ଏକଟି U ଆକୃତିର କାଚେର ନଲେର ମଧ୍ୟେ ଆଗାର-ଆଗାର ନାମେର ଏକଟି ରାସାୟନିକ ପଦାର୍ଥର ମଧ୍ୟେ  $\text{KCl}$  ଲବଣର ଦ୍ରବଣ ମେଶାନୋ ହୁଏ । ଫଳେ ଜେଲିର ମତୋ ମିଶ୍ରଣ ତୈରି ହୁଏ । ଏକେ ଲବଣ ସେତୁ ବଲେ । ଏଇ ଲବଣ ସେତୁତେ ବିଦ୍ୟୁମାନ  $\text{K}^+$  ଆଯନ ଓ  $\text{Cl}^-$  ଆଯନ ଏର ଗତି ସମାନ ।  $\text{KCl}$  ଦ୍ରବଣ ଦିଯେ ତୈରି ଲବଣ ସେତୁର ଦୁଇ ମୁଖେ ତୁଳା ଦିଯେ ଚିତ୍ରେ ମତୋ ପରୋକ୍ଷଭାବେ ଦୁଇଟି ତଡ଼ିଂ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟେର ଦ୍ରବଣକେ ସଂଯୋଗ ଦେଓଯା ହୁଏ ।

ଏଥନ ଅଣାନ୍ତେର ଦ୍ରବଣେ ଯତଗୁଲୋ ଧନାୟକ ଚାର୍ଜ ବୈଶି ହୁଏ ଲବଣ ସେତୁ ଥିବା ତତଗୁଲୋ  $\text{Cl}^-$  ଆଯନ ଅଣାନ୍ତ ଦ୍ରବଣେ ଚଲେ ଆସେ । ଆବାର କ୍ୟାଥୋଡେର ଦ୍ରବଣେ ଯତଗୁଲୋ ଧନାୟକ ଚାର୍ଜ କମେ ଯାଏ ଲବଣ ସେତୁ ଥିବା ତତଗୁଲୋ  $\text{K}^+$  ଆଯନ କ୍ୟାଥୋଡ ଦ୍ରବଣେ ଚଲେ ଆସେ । ଫଳେ ଅଣାନ୍ତ ଓ କ୍ୟାଥୋଡ ଉଭୟ ଦ୍ରବଣର ତଡ଼ିଂ ନିରପେକ୍ଷତା ବଜାଯ ଥାକେ । ଫଳେ କୋଷେର ତଡ଼ିଂ ପ୍ରବାହ ନିର୍ବିମ୍ବ ଚଲତେ ଥାକେ ।



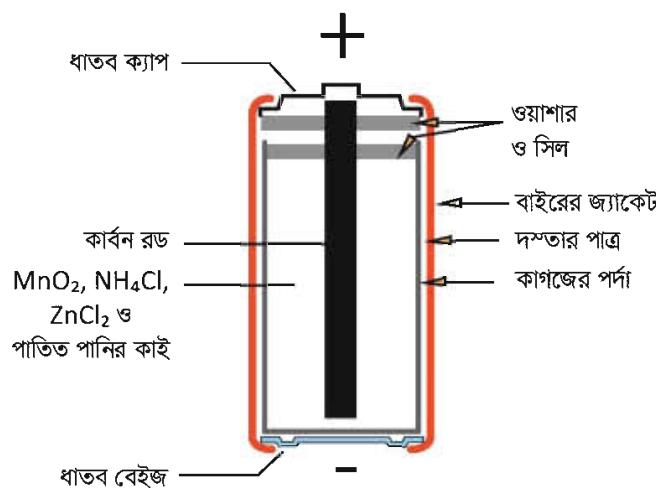
ଚିତ୍ର ୪.୦୯: କୋଷେ ବ୍ୟବହାର ଲବଣ ସେତୁ

## ড্রাই সেল

ড্রাই সেল (কোষ) এক ধরনের গ্যালভানিক কোষ। ড্রাই সেলের মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়। আমরা সাধারণত টর্চলাইট জ্বালাতে, রেডিও বাজাতে, টিভির রিমোট চালাতে, খেলনা চালাতে ড্রাই সেল ব্যবহার করি। ড্রাই সেলও অ্যানোড এবং ক্যাথোড দ্বারা গঠিত।

ড্রাই সেলের গঠন, রাসায়নিক বিক্রিয়া ও বিদ্যুৎ উৎপন্ন হওয়ার কৌশল:

ড্রাই সেলে অ্যানোড হিসেবে সাধারণত ধাতব জিংকের তৈরি ছোট কোটা ব্যবহার করা হয়। ম্যাঞ্চানিজ ডাই-অক্সাইড ( $MnO_2$ ), অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ( $NH_4Cl$ ), জিংক ক্লোরাইড ( $ZnCl_2$ ) ও পাতিত পানি মিশ্রিত করে প্রস্তুতকৃত কাই (paste) দ্বারা জিংকের তৈরি ছোট কোটা পূর্ণ করা হয়। এরপর জিংকের কোটাটির মাঝখানে একটি কার্বন (গ্রাফাইট) দণ্ড প্রবেশ করানো হয়। কার্বন দণ্ড ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে।



চিত্র ৪.১০: ড্রাই সেল

যখন কোনো বাল্ব বা অন্য কোনো ইলেক্ট্রনিক যন্ত্রের দুইটি প্রান্ত (ধনাত্মক প্রান্ত এবং ঋণাত্মক প্রান্ত) এর সাথে দুইটি তার যুক্ত করে একটি তার জিংক কোটার সাথে এবং অন্য তার কার্বন দণ্ডের সাথে যুক্ত করা হয় তখন নিম্নরূপ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।

ড্রাই সেলের অ্যানোডের জিংক ২টি ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে  $Zn^{2+}$  এ পরিণত হয়।

অ্যানোডে বিক্রিয়া:



অ্যানোডে উৎপন্ন ২টি ইলেক্ট্রন তারের মধ্য দিয়ে কার্বন দণ্ডে চলে আসে এবং কার্বন দণ্ডের ২টি ইলেক্ট্রন অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড থেকে প্রাপ্ত অ্যামোনিয়াম আয়ন ( $NH_4^+$ ) এবং ম্যাঞ্চানিজ ডাই-অক্সাইড ( $MnO_2$ ) গ্রহণ করে অ্যামোনিয়া গ্যাস ( $NH_3$ ), ডাই ম্যাঞ্চানিজ ট্রাই-অক্সাইড উৎপন্ন করে।

ক্যাথোডে বিক্রিয়া:



সামগ্রিক কোষ বিক্রিয়া:



ড্রাই সেলের অ্যানোড ও ক্যাথোড প্রান্তকে যদি বাল্ব বা কোনো ইলেকট্রনিক যন্ত্রের দুই প্রান্তে যুক্ত করা হয় তখন ইলেকট্রনের 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 হতো। তবে এখন তড়িৎ বিশ্লেষণ কৌশলের ব্যবহার আরও ব্যাপক। তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে



আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন, মূল্যবান রাসায়নিক পদার্থের উৎপাদন, বিদ্যুৎ শক্তির উৎপাদন, পদার্থের বিশুদ্ধকরণ ইত্যাদি করা হয়। হাইড্রোজেন ফুরেল সেলের সাহায্যে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। এতে অ্যানোডে হাইড্রোজেন অণু জারিত হয় আর ক্যাথোডে অক্সিজেন অণু বিজারিত হয়ে পানি উৎপাদন করে। ফলে কোষে ইলেক্ট্রন অ্যানোড হতে ক্যাথোডে ইলেক্ট্রন প্রবাহিত হয়। এই বিদ্যুতের সাহায্যে গাড়ি পর্যন্ত চলতে পারে। সারা পৃথিবীতে কত

চিত্র ৪.11: রন্ধে গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয়ের যন্ত্র।

মোবাইল ফোন, কত কম্পিউটার, কত ক্যালকুলেটর ব্যবহৃত হচ্ছে চিন্তা করতে পারছ, সব ক্ষেত্রে ব্যাটারি ব্যবহৃত হয়।

ডায়াবেটিক রোগীর রন্ধের গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় করার জন্য তড়িৎ বিশ্লেষণ কৌশলনির্ভর সেসর ব্যবহার করা হয়। চিত্রে তড়িৎ বিশ্লেষণ কৌশল ব্যবহার করে মানবদেহের রন্ধের গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় দেখানো হলো। বাম হাতের আঙুলে লাগানো ছেট অংশটিতে পাতলা ও চিকন অ্যানোড ও ক্যাথোড লাগানো আছে। অ্যানোড ও ক্যাথোডের মাঝখানে একটা ছেট ফাঁকা নালি (channel) থাকে। যদি অ্যানোড ও ক্যাথোডের মাঝখানে ফাঁকা নালিতে রন্ধ দেওয়া হয়, তাহলে একটি পূর্ণ

তড়িৎ কোষ গঠিত হবে। আসলে, ফাঁকা নালিতে রস্ত দিলে কোষে সংযুক্ত উৎস হতে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে রঞ্জে অবস্থিত প্লুকোজ অণু অ্যানোডে জারিত হয়। অন্যদিকে, হিসাব-নিকাশ করার যন্ত্রের সাহায্যে প্লুকোজের জারণের ফলে উড্ডুত ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয় করে যন্ত্রটি তার পর্দায় (screen) রঞ্জে অবস্থিত প্লুকোজের পরিমাণ মনিটরে ডিজিটের (digit) সাহায্যে প্রকাশ করে। মজার ব্যাপার হলো এ প্রযুক্তি ব্যবহার করে রঞ্জে প্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় করতে এক মিনিট বা তার কম সময় লাগে।

## স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর ব্যাটারির প্রভাব

আমরা বিভিন্ন কাজে ব্যাটারি ব্যবহার করি। ড্রাই সেল (dry cell) টর্চলাইট জ্বালানোর কাজে, লেড-স্টোরেজ ব্যাটারি (lead storage battery) বাস, ট্রাক ইত্যাদির ব্যাটারি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এসব ব্যাটারিতে বিভিন্ন ধাতু এবং ধাতব আয়ন ব্যবহার করা হয়। যা আমাদের শরীরের জন্য



**চিত্র 8.12:** মোবাইল ফোনে ব্যবহৃত ব্যাটারি

ମାରାଘ୍କ କ୍ଷତିକର । ଡ୍ରାଇ ସେଲେ ଦ୍ୱାରା (Zn) ଓ ମ୍ୟାଞ୍ଜାନିଜ ଡ୍ରାଇ-ଅଙ୍ଗ୍ରାଇଡ (MnO<sub>2</sub>) ଥାକେ, ଲେଡ- ସ୍ଟୋରେଜ ବ୍ୟାଟାରିତେ ସିସା (Pb) ଓ ସିସାର ଅଙ୍ଗ୍ରାଇଡ (PbO<sub>2</sub>) ଇତ୍ୟାଦି ଥାକେ । ରାସାୟନିକ ଧର୍ମେର ବିବେଚନାଯ ଏଗୁଲୋ ବିଷାକ୍ତ (toxic) ଓ କ୍ୟାନ୍ସାର ସୃଦ୍ଧିକାରୀ (carcinogenic) । ଏଗୁଲୋ ବ୍ୟବହାରେର ପର ଆମରା ସେଖାନେ ସେଖାନେ ଫେଲେ ଦେଇ । ଫଳେ ଏ ସକଳ ବିଷାକ୍ତ ପଦାର୍ଥ ମାଟି ଓ ପାନିର ସାଥେ ମିଶେ ମାଟି ଓ ପାନିକେ ଦୂଷିତ କରେ ତୋଳେ ।

## ৪.৫ নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া ও বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন

## **(Nuclear Reactions and Generation of Electricity)**

## নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া

যে বিক্রিয়ায় কোনো মৌলের নিউক্লিয়াসের পরিবর্তন ঘটে তাকে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পরমাণুর বা আয়নের সর্ববহিস্থ শক্তিস্তর থেকে ইলেক্ট্রনের আদান-প্রদান ঘটে। কিন্তু নিউক্লিয়াসের কোনো পরিবর্তন হয় না। কিন্তু নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় পরমাণুর নিউক্লিয়াসের পরিবর্তন ঘটে। এখানে ইলেক্ট্রনের কোনো ভূমিকা নেই। এ বিক্রিয়ার ফলে নতুন মৌলের পরমাণুর

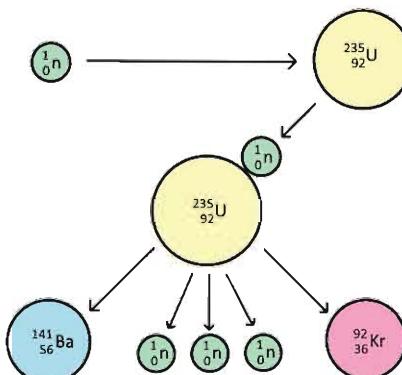
নিউক্লিয়াসের সৃষ্টি হয়। যে বিক্রিয়ার ফলে ছোট ছোট মৌলের নিউক্লিয়াস একত্র হয়ে বড় মৌলের নিউক্লিয়াস অথবা কোনো বড় মৌলের নিউক্লিয়াস ভেঙে একাধিক ছোট মৌলের নিউক্লিয়াস তৈরি হয় সেই বিক্রিয়াকে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় প্রচুর পরিমাণে শক্তি উৎপন্ন হয়।

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।

স্বচ্ছগতির 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 ডিনটি নিউট্রন ( ${}_0^1\text{n}$ ) ও তার সাথে প্রচুর পরিমাণে শক্তি উৎপন্ন হয়। এটি একটি নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া।

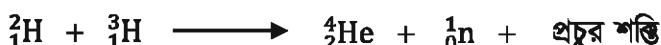


চিত্র 8.13: নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া



### নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়া

যে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় ছোট ছোট নিউক্লিয়াসসমূহ একত্র হয়ে বড় নিউক্লিয়াস গঠন করে তাকে নিউক্লিয় ফিউশন (Fusion) বিক্রিয়া বলে। নিচে নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়ার উদাহরণ দেওয়া হলো।



নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়া হাইড্রোজেন বোমা তৈরির ভিত্তি।

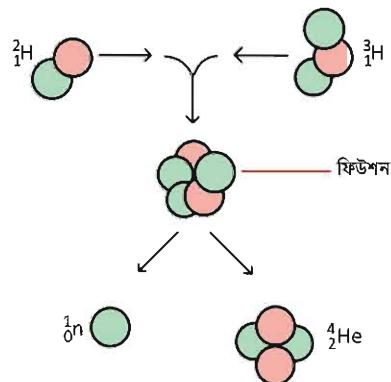
### নিউক্লিয়ার চেইন বিক্রিয়া

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 ଦେଖେ ଏକଟି  $^{235}_{92}\text{U}$  ଆଇସୋଟୋପକେ ଏକଟି ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ଦିଯେ ଆଘାତ କରା ହଲେ  $^{235}_{92}\text{U}$  ଭେଣେ ଏକଟି  $^{141}_{56}\text{Ba}$  ନିୟକ୍ରିୟାସ, ଏକଟି  $^{92}_{36}\text{Kr}$  ନିୟକ୍ରିୟାସ, ୩ଟି ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ( $^1_0\text{n}$ ) ଏବଂ ପ୍ରଚାର ପରିମାଣେ ଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହି ୩ଟି ନିୟନ୍ତ୍ରଣର ଗତି କମାନୋ ସ୍ଵର୍ଗବ ହଲେ ସେଗୁଲୋର ଏକଟି ଅଂଶ ଆବାର ଅନ୍ୟ  $^{235}_{92}\text{U}$  ଆଇସୋଟୋପକେ ଆଘାତ କରେ । ଏଭାବେ ଆରୋ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ସେଇ ନିୟନ୍ତ୍ରଣଗୁଲୋର ଗତିବେଗ କମାନୋ ହଲେ ତାଦେର ଏକଟି ଅଂଶ ଆବାର ଅନ୍ୟ  $^{235}_{92}\text{U}$  କେ ଆଘାତ କରେ ଫଳେ ଆବାର ନିୟନ୍ତ୍ରଣ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହିଭାବେ ଚଳମାନ ବିକ୍ରିଆକେ ନିୟକ୍ରିୟାର ଚେଇନ ବିକ୍ରିଆ ବଲା ହୁଏ । ନିୟକ୍ରିୟାର ଚେଇନ ବିକ୍ରିଆକେ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରା ସହେଲ୍ ଜଟିଲ ଏବଂ ଏହି ବିକ୍ରିଆକେ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରେ ପାରମାଣବିକ ଚୁଲ୍ଲିତେ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ କରା ହୁଏ ।

### ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ

ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ କରତେ ପାରମାଣବିକ ଚୁଲ୍ଲି ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଏ । ନିୟକ୍ରିୟ ଫିଶନ ବିକ୍ରିଆର ସମୟ ସେ ଚେଇନ ବିକ୍ରିଆ ହୁଏ, ସେଇ ଚେଇନ ବିକ୍ରିଆକେ ସେ ସହାଯ୍ୟ କରାଯାଇଥାଏ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ କରା ହୁଏ ତାକେ ପାରମାଣବିକ ଚୁଲ୍ଲି ବଲେ । ପାରମାଣବିକ ଚୁଲ୍ଲିର ସାହାଯ୍ୟ ପ୍ରଚାର ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନ କରା ଯାଏ । ପାରମାଣବିକ ଚୁଲ୍ଲିର ଭିତରେ ଫିଶନ ବିକ୍ରିଆର ଫଳେ ସେ ସକଳ କ୍ଷୁଦ୍ର ମୌଳ ତୈରି ହୁଏ ସେଗୁଲୋ ଉଚ୍ଚ ଗତିସମ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । ଏହି ଉଚ୍ଚ ଗତିସମ୍ପନ୍ନ କ୍ଷୁଦ୍ର ମୌଳଗୁଲୋ ଚୁଲ୍ଲିର ଭିତରେ ଏକେ ଅନ୍ୟେ ସାଥେ ଏବଂ ଦେୟାଳେ ପ୍ରଚାନ୍ଦ ଜୋରେ ଆଘାତ କରେ ଓ ପ୍ରଚାର ତାପଶକ୍ତି ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ । ଏହି ତାପ ଚୁଲ୍ଲି ଥିକେ ବେର କରେ ନିଯେ ଏସେ ସେଇ ତାପ ବାକ୍ଷ ଉତ୍ପାଦନ ପ୍ରକାରେ ଚାଲନା କରା ହୁଏ । ଏହି ତାପ ଦିଯେ ବାକ୍ଷ ଉତ୍ପାଦନ କରା ହୁଏ । ଏଥିର ଏକ ବାକ୍ଷର ସାହାଯ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନରେ ଜଳ୍ୟ ଟାରବାଇନ ଚାଲନା କରା ହୁଏ । ଫଳେ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ । କୋଣୋ କୋଣୋ କ୍ଷେତ୍ରେ ପାରମାଣବିକ ଚୁଲ୍ଲିର ଭେତରେଇ ବାକ୍ଷ ଉତ୍ପାଦନର ବ୍ୟବସ୍ଥା ଥାକେ । ପୃଥିବୀର ଅନେକ ଦେଶେ ପାରମାଣବିକ ଚୁଲ୍ଲିର ସାହାଯ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନ କରା



ଚିତ୍ର ୪.୧୪: ନିୟକ୍ରିୟାର ଫିଶନ ବିକ୍ରିଆ



ଚିତ୍ର ୪.୧୫: ନିୟକ୍ରିୟାର ବିଦ୍ୟୁତ କେନ୍ଦ୍ର

হচ্ছে। বাংলাদেশ সরকার পাবনা জেলার রূপপুরে পারমাণবিক বিদ্যুৎ উৎপাদনের জন্য সকল প্রস্তুতি গ্রহণ করেছে। প্রকল্পটি সম্পূর্ণ হলে বাংলাদেশ বিদ্যুৎ উৎপাদনে স্বয়ংসম্পূর্ণ হয়ে যাবে। অদূর ভবিষ্যতে বাংলাদেশের সব এলাকায় বিদ্যুৎ সরবরাহ করা সম্ভব হবে।

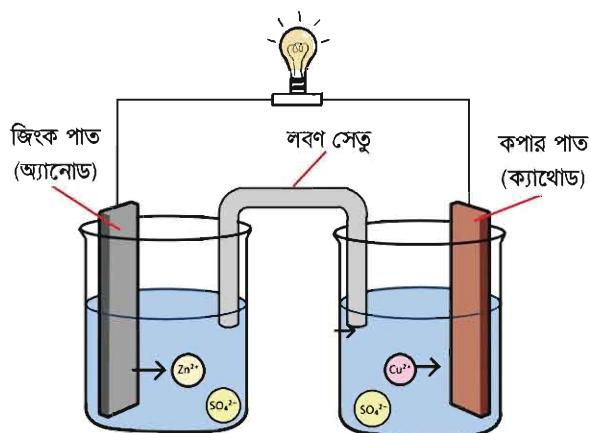


## পরীক্ষণ

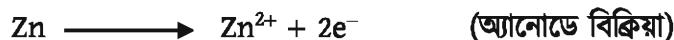
### গ্যালভানিক কোষ তৈরি করে বিদ্যুৎ উৎপাদন

**মূলনীতি:** যে তড়িৎ রাসায়নিক কোষে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয় তাকে গ্যালভানিক কোষ বলে। একটি জিঙ্ক (Zn) দণ্ডকে জিঙ্ক সালফেট ( $ZnSO_4$ ) দ্রবণে আংশিক ডুবিয়ে এবং কপার সালফেট ( $CuSO_4$ ) দ্রবণে কপার (Cu) দণ্ডকে আংশিক ডুবিয়ে দণ্ড দুটিকে একটি তামার তার দিয়ে সংযোগ ঘটালে গ্যালভানিক কোষ তৈরি হয়।

এক্ষেত্রে জিঙ্ক দণ্ড থেকে জিঙ্ক পরমাণু দুইটি ইলেক্ট্রন ত্যাগ করে জিঙ্ক আয়ন ( $Zn^{2+}$ ) হিসেবে দ্রবণে চলে যায়। ইলেক্ট্রন দুটি কপার তারের তিতার দিয়ে কপার দণ্ডে পৌঁছে। কপার সালফেট দ্রবণ থেকে কপার আয়ন ( $Cu^{2+}$ ) ইলেক্ট্রন দুইটি গ্রহণ করে ধাতব কপারে পরিণত হয়। কপার তারের মধ্য দিয়ে ইলেক্ট্রন প্রবাহের ফলে বিদ্যুৎ প্রবাহ সৃষ্টি হয়। এ ক্ষেত্রে জিঙ্ক দণ্ড অ্যানোড আর কপার দণ্ড ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে।



চিত্র ৪.১৬: গ্যালভানিক কোষের  
সাহায্যে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন



**ପ୍ରସ୍ତୋଜନୀୟ ସମ୍ପାଦି ଓ ରାସାୟନିକ ଦ୍ରବ୍ୟ:** ଦୁଇଟି ବିକାର, ଜିଂକ ସାଲଫେଟ ( $ZnSO_4$ ) ଦ୍ରବ୍ୟ, କପାର ସାଲଫେଟ ( $CuSO_4$ ) ଦ୍ରବ୍ୟ, ଜିଂକ ଦଣ୍ଡ, କପାର ଦଣ୍ଡ, ଏକଟି LED, ପାନିତେ ଭେଜନୋ ଏକ ଟୁକରୋ ଲସା କାଗଜ ଅଥବା ଲବଣ ସେତୁ, କପାର ତାର ଇତ୍ୟାଦି ।

**କାର୍ଯ୍ୟପଥାଳି:** ଚିତ୍ରେ ମତୋ କରେ ଏକଟି ବିକାରେ ଜିଂକ ସାଲଫେଟ ଦ୍ରବ୍ୟ ନିଯେ ତାତେ ଜିଂକ ଦଣ୍ଡ ଏବଂ ଅପର ଏକଟି ବିକାରେ କପାର ସାଲଫେଟ ଦ୍ରବ୍ୟ ନିଯେ ତାତେ କପାର ଦଣ୍ଡ ପ୍ରବେଶ କରାଓ । ବିକାର ଦୁଟିର ଦ୍ରବ୍ୟରେ ଚିତ୍ରେ ମତୋ କରେ ଏକ ଟୁକରୋ ଭେଜା କାଗଜ ଏମନଭାବେ ପ୍ରବେଶ କରାତେ ହବେ ଯେନ କାଗଜେର ପ୍ରାନ୍ତ ଦୁଟି ଉଭୟ ଦ୍ରବ୍ୟରେ ମଧ୍ୟେ ଡୁବେ ଥାକେ । ଏବାରେ ଜିଂକ ଓ କପାର ଦଣ୍ଡର ଦୁଟି ତାମାର ତାର ଯୁକ୍ତ କରା ହୁଏ । ଏବାର ଏକ ପଞ୍ଜିତିଭ ପ୍ରାନ୍ତ କପାର ପ୍ରାନ୍ତର ତାମାର ତାରର ସାଥେ ଏବଂ ନିଗେଟିଭ ପ୍ରାନ୍ତ ଜିଂକ ଦଣ୍ଡର ତାମାର ତାରର ସାଥେ ଯୁକ୍ତ କରଲେ LEDଟି ଜୁଲେ ଉଠିବେ । ଏହି ସମୟ ଜିଂକ ଦଣ୍ଡ କ୍ଷୟପ୍ରାପ୍ତ ହେଁ ଜିଂକ ଆଯନ ଦ୍ରବ୍ୟରେ ଚଲେ ଯେତେ ଥାକେ ଏବଂ ଦ୍ରବ୍ୟ ଥିକେ କପାର ଆଯନ କପାର ଦଣ୍ଡ ଗିଯେ ଜମା ହତେ ଥାକେ ।

ଏକ୍ଷେତ୍ରେ ଉପରେ ଦେଖାନୋ କୋଷ ବିକ୍ରିଯାଟି ସଂଘଟିତ ହୁଏ । ଏହି ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯାର ମାଧ୍ୟମେ ସେ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ପାଓଯା ଯାଇ ସେଇ ରାସାୟନିକ ଶକ୍ତି ବିଦ୍ୟୁତ ଶକ୍ତିରେ ରୂପାନ୍ତରିତ ହୁଏ ।

### ସତର୍କତା

- ଦୁଇଟି ଦ୍ରବ୍ୟରେ ଉଚ୍ଚତା ସମାନ ରାଖିବାକୁ ହେଁ ।
  - ଲବଣ ସେତୁ ବା ଏକ ଟୁକରୋ ଭେଜା କାଗଜ ଦିଯିବାକୁ ହେଁ ।
- ଉତ୍ତର ଦ୍ରବ୍ୟରେ ମଧ୍ୟେ ସଂଯୋଗ ଭାଲୋମତୋ କରାତେ ହବେ ।



### ପରୀକ୍ଷଣ

ପାନିତେ ଅୟମୋନିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡ ( $NH_4Cl$ ) ଦ୍ରବୀଭୂତ କରେ ତାପମାତ୍ରା ପରିବର୍ତ୍ତନ ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ ।

**ମୂଳନୀତି:** ଅୟମୋନିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡକେ ପାନିତେ ଦ୍ରବୀଭୂତ କରଲେ ତା ନିମ୍ନରୂପେ ଆଯନାଯିତ ହୁଏ ।



ଅୟମୋନିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡର କେଲାସ ଭାଙ୍ଗିବାକୁ ଏ ଅୟମୋନିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡର ଅଣୁ ଆଯନାଯିତ ହତେ ଶକ୍ତିର ପ୍ରୟୋଜନ ହୁଏ । ଏ ଶକ୍ତି ପାନି ହତେ ଆମେ । ଫଳେ ପାନିର ତାପମାତ୍ରା କମେ ଯାଇ । ତାଇ ଅୟମୋନିଆମ କ୍ଲୋରାଇଡ ପାନିତେ ଦ୍ରବୀଭୂତ ହେଁଥା ଏକଟି ତାପହାରୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

## ପ୍ରସ୍ତୁତି ଏବଂ ବ୍ୟାକାନିକ ଦ୍ରୁଷ୍ଟି:

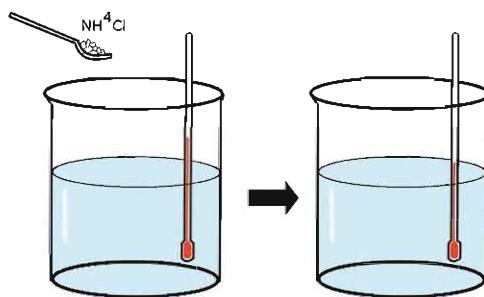
বিকার, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ),  
পাতির পানি, কাচ দণ্ড, থার্মেটিটার।

କାର୍ଯ୍ୟପ୍ରଣାଳୀ

বিকারে 50 গ্রাম পাতিত পানি নাও।

থার্মোমিটারের সাহায্যে পানির তাপমাত্রা  
নির্ণয় করো।

১০ গ্রাম অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড বিকারের  
পানিতে ঘোগ করো।



### চিত্র 8.17: বিকারে $\text{NH}_4\text{Cl}$ এর দ্রবণ

କାଚ ଦଣ୍ଡ ଦିଯେ ନାଡ଼ାଚାଡ଼ା କରେ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଅୟାମୋନିଆମ କ୍ଲୋରାଇଇଡ଼କେ ଦ୍ରବୀଭୂତ କରୋ ।

যত তাড়াতাড়ি সম্বৰ দ্রবীভূত হওয়ার সাথে সাথে দ্রবণের তাপমাত্রা থার্মোমিটার দিয়ে নির্ণয় করো।

**ফলাফল:** পর্যবেক্ষণকৃত ডাটা থেকে দেখা যাবে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড পানিতে দ্রবীভূত হলে পানির তাপমাত্রা হ্রাস পাবে, অর্থাৎ এটি একটি তাপহারী প্রক্রিয়া।



ପରୀକ୍ଷଣ

পানিতে চুন যোগ করে তাপমাত্রা পরিবর্তন পর্যবেক্ষণ।

**মূলনীতি:** চুন বা ক্যালসিয়াম অক্সাইড পানিতে ঘোগ করলে তা পানির সাথে নিম্নরূপে বিক্রিয়া করে।

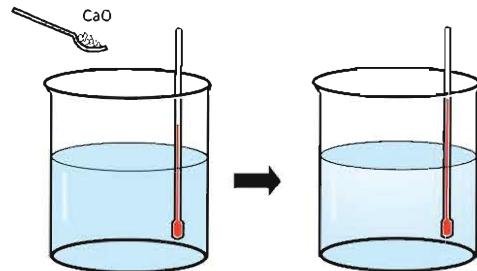


এই বিক্রিয়াটি তাপোৎপন্নী বিক্রিয়া। তাই ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইডসহ পানির তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।

**প্রয়োজনীয় বস্তুপাতি ও রাসায়নিক দ্রব্য:** বিকার, চুন বা ক্যালসিয়াম অক্সাইড (CaO), পাতিত পানি, কাচ দণ্ড, থার্মোমিটার।

### କାର୍ଯ୍ୟଥାଳି

- ବିକାରେର ଅର୍ଧେକ ପରିମାଣ ପାତିତ ପାନି ନାହିଁ ।
- ଥାର୍ମୋମିଟାରେର ସାହାଯ୍ୟେ ପାନିର ତାପମାତ୍ରା ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରୋ ।
- ଚୁନ ବା କ୍ୟାଲସିଆମ ଅକ୍ରାଇଡ ବିକାରେର ପାନିତେ ଯୋଗ କରୋ ।
- ବିକ୍ରିଯା ଶୁରୁ ହଲେ କାଚ ଦଣ୍ଡ ଦିଯେ ବିକାରେର ଦ୍ରବଣକେ ନାଡ଼ାଚାଡ଼ା କରୋ ।
- ଯତ ତାଡ଼ାତାଡ଼ି ସଞ୍ଚବ ବିକାରେର ଦ୍ରବଣେ ତାପମାତ୍ରା ଥାର୍ମୋମିଟାର ଦିଯେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରୋ । ଦେଖା ଯାବେ ଦ୍ରବଣେର ତାପମାତ୍ରା ବେଡେ ଗେଛେ ।



ଚିତ୍ର ୪.୧୮: ବିକାରେ ପାନି ଓ ଚୁନେର ଦ୍ରବଣ

**ଫୁଲାଫୁଲ:** ପାନିତେ ଚୁନ ଯୋଗ କରଲେ ତାପମାତ୍ରା ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ । ଏଟି ଏକଟି ତାପୋଂପାଦୀ ପ୍ରକ୍ରିୟା ।

### ଅନୁଶୀଳନୀ



#### ବହୁନିର୍ବାଚନି ପ୍ରଶ୍ନ

- ବିଦ୍ୟୁତ ପରିବହନେର କୌଶଲେର ଉପର ଭିତ୍ତି କରେ ପରିବାହୀ କତ ପ୍ରକାର?

- |         |         |
|---------|---------|
| (କ) ଏକ  | (ଖ) ଦୁଇ |
| (ଗ) ତିନ | (ଘ) ଚାର |

ଚିତ୍ରେ ଆଲୋକେ 2 ଓ 3 ନଂ ପ୍ରଶ୍ନେର ଉତ୍ତର ଦାଓ:

- ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟକେର ପ୍ରକ୍ରିୟା ଲୋହାର

- |                       |                          |
|-----------------------|--------------------------|
| (କ) ପରିମାଣ ବୃଦ୍ଧି କରେ | (ଖ) କ୍ଷୟରୋଧ କରେ          |
| (ଗ) ଦୃଢ଼ତା ବୃଦ୍ଧି କରେ | (ଘ) ବିଶୁଦ୍ଧତା ବୃଦ୍ଧି କରେ |

৩. পাশের চিত্রে:

- (i) Ni ক্ষয়প্রাপ্ত হয়
- (ii) Fe আনোড তড়িৎদ্বার হিসেবে কাজ করে
- (iii) ইলেকট্রনের আদান-প্রদান ঘটে

নিচের কোনটি সঠিক?

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

৪. ড্রাই 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) ইলেকট্রোপ্লেটিং |

৬. নিউক্লিয় বিক্রিয়ার সময় নিউক্লিয়াসকে আঘাত করা হয় সাধারণত কোনটি দ্বারা?

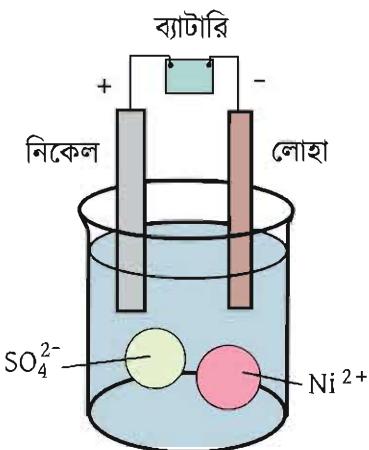
- |             |               |
|-------------|---------------|
| (ক) প্রোটন  | (খ) ইলেক্ট্রন |
| (গ) পজিট্রন | (ঘ) নিউট্রন   |

৭. প্লাটিনাম তড়িৎদ্বার ব্যবহার করে  $NaCl$  জলীয় দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় উৎপন্ন হয়:

- (i) হাইড্রোজেন গ্যাস
- (ii) ক্লোরিন গ্যাস
- (iii) সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড দ্রবণ

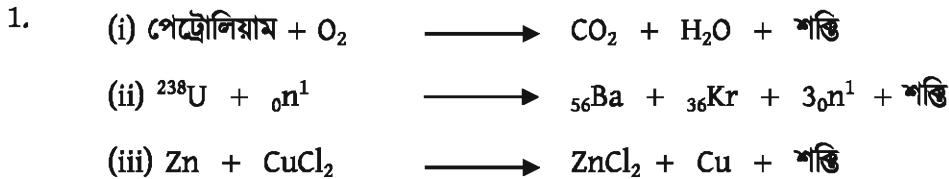
নিচের কোনটি সঠিক?

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





## ସୂଜନଶୀଳ ପ୍ରଶ୍ନ



- (କ) ଇଲେକ୍ଟ୍ରୋଲିସିଟିକ କୀ?  
 (ଖ) ତଡ଼ିଏ ରାସାୟନିକ କୋଷେ ଲବଣ ସେତୁ ବ୍ୟବହାର କରା ହୁଯ କେନ?  
 (ଗ) ଉଦ୍ଦିପକେର ଦ୍ଵିତୀୟ ବିକ୍ରିଯାଟି ରାସାୟନିକ ବିକ୍ରିଯା ନୟ-ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାରେ।  
 (ଘ) ଶକ୍ତି ଉତ୍ପାଦନେ (i) ଓ (iii) ଏର ବିକ୍ରିଯା ତୁଳନା କରାରେ।

2. (କ) ଧାତବ ପରିବାହୀ କୀ?  
 (ଖ) ଏସିଡ ମିଶ୍ରିତ ପାନିକେ ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷ୍ୟ ପରିବାହୀ ବଲା ହୁଯ କେନ? ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାରେ।  
 (ଗ) ପାଶେର କୋଷେ ଅୟାନୋଡ ସଂଘଟିତ ବିକ୍ରିଯାଟି ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାରେ।  
 (ଘ) ଉଦ୍ଦିପକେ ସଂଘଟିତ ବିକ୍ରିଯାଯ ତଡ଼ିଏ ପ୍ରବାହେର ପ୍ରୋଜନ୍ନିୟତାର ଯୌନ୍ତିକ ବ୍ୟାଖ୍ୟା ଦାଓ।
3. (i) ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣ କୋଷ (ii) ଗ୍ୟାଲଭାନିକ କୋଷ  
 (କ) ତାପୋଃପାଦୀ ବିକ୍ରିଯା କାକେ ବଲେ?  
 (ଖ) ପାନିର ତଡ଼ିଏ ବିଶ୍ଲେଷଣେ ସମୟ ସାମାନ୍ୟ ପରିମାଣେ ସାଲଫିଡ଼ରିକ ଏସିଡ ଯୋଗ କରା ହୁଯ କେନ?  
 (ଗ) (i) ନଂ କୋଷେର ଗଠନ ବ୍ୟାଖ୍ୟା କରାରେ।  
 (ଘ) (ii) ନଂ କୋଷେର ସାହାଯ୍ୟ ବିଦ୍ୟୁତ ଉତ୍ପାଦନେର ସମ୍ଭାବନା ବିଶ୍ଲେଷଣ କରାରେ।

