রসায়ন ও শক্তি
CHEMISTRY AND ENERGY

ইউনিট ৮

ভূমিকা (Introduction)

প্রতিনিয়ত পদার্থের পরিবর্তন ঘটছে। এ পরিবর্তন ভৌত ও রাসায়নিক উভয় প্রকারের হয়ে থাকে। রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে। কোনো কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়াতে তাপের উদ্ভব ঘটে, আবার কোনো কোনো বিক্রিয়ায় তাপের শোষণ ঘটে। রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ, তাপ ও আলোক শক্তিতে পরিবর্তন করা যায়। রাসায়নিক শক্তির নেতিবাচক প্রভাবও আছে। রাসায়নিক শক্তিকে যথাযথভাবে ব্যবহার করা এবং এ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন বর্জ্যকে সঠিকভাবে সংরক্ষণ করা খুবই জরুরী। তড়িৎ রাসায়নিক কোষের মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে পরিবর্তন করা হয়।

ইউনিট সমাপ্তির সময়	ইউনিট সমাপ্তির সর্বোচ্চ সময় ৩ সপ্তাহ

এই ইউনিটের পাঠসমূহ

পাঠ - ৮.১ : রাসায়নিক শক্তি

পাঠ - ৮.২ : রাসায়নিক শক্তির পরিবর্তন ও এর ব্যবহার এবং এর ক্ষতিকর দিক

পাঠ - ৮.৩ : তড়িৎ রাসায়নিক কোষ

পাঠ - ৮.৪ : তড়িৎ বিশ্লেষণ ও এর প্রয়োগ

পাঠ - ৮.৫ : নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া ও বিদ্যুৎ উৎপাদন

পাঠ-৮.১

রাসায়নিক শক্তি

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- রাসায়নিক শক্তি ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- তাপোৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়া বর্ণনা করতে পারবেন।
- বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন হিসাব করতে পারবেন।
- রাসায়নিক শক্তির পরিবর্তন ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	বন্ধন শক্তি, তাপোৎপাদী, তাপহারী, বন্ধন ভাঙ্গা, বন্ধন সৃষ্টি

রাসায়নিক শক্তি

ক) বন্ধন শক্তি ও রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শক্তির পরিবর্তন:

নিষ্ক্রিয় গ্যাস যেমন হিলিয়াম (He), নিয়ন (Ne), আর্গন (Ar), ক্রিপ্টন (Kr) প্রভৃতি এক পরমাণুক অণু হিসেবে প্রকৃতিতে স্থায়ীভাবে অবস্থান করে। নিষ্ক্রিয় গ্যাস ব্যাতীত অন্যান্য মৌলের পরমাণুগুলো প্রকৃতিতে স্বাধীনভাবে অবস্থান করতে পারে না। অন্যান্য মৌলের পরমাণুগুলো অণু হিসেবে অবস্থান করে। একই মৌলের দুই বা ততোধিক পরমাণু যুক্ত হয়ে মৌলের অণু গঠন করে। যেমন H_2, O_2, N_2, Cl_2, O_3, P_4, S_8 ইত্যাদি। আবার ভিন্ন মৌলের দুই বা ততোধিক পরমাণু সংযুক্ত হয়ে যৌগের অণু গঠন করে। যেমন, H_2O, NH_3, CH_4, NaCl, HCl, CO_2 প্রভৃতি যৌগের অণু। অণুর মধ্যে পরমাণুসমূহ এক বিশেষ আকর্ষন শক্তি দ্বারা যুক্ত থাকে। এ শক্তিই বন্ধন শক্তি।

যে আকর্ষণ বলের প্রভাবে দুই বা ততোধিক পরমাণু কেনো মৌলিক অণু বা যৌগিক অণু বা আয়নীয় জোটের মধ্যে সুসংঘবদ্ধ হয়ে অবস্থান করে তাকেই রাসায়নিক বন্ধন বলে। পরীক্ষার মাধ্যমে প্রমাণিত যে, অণুতে বা আয়নীয় জোটে পরমাণুগুলো শুধুমাত্র পাশাপাশি অবস্থায় অবস্থান করে না। রাসায়নিক বন্ধনের মাধ্যমে পরমাণুগুলো যে ইলেকট্রনীয় গঠন কাঠামো লাভ করে তা অধিকতর সুস্থিত হয়। প্রকৃতিতে প্রতিটি সিস্টেম তার অন্তর্নিহিত শক্তি কমিয়ে স্থায়িত্ব লাভের চেষ্টা করে।

এ কারণে পরমাণুগুলো রাসায়নিক সংযোগের মাধ্যমে ইলেকট্রনীয় গঠনের দিক থেকে অপেক্ষাকৃত অধিক সুস্থিতি লাভের চেষ্টা করে। অর্থাৎ পরমাণু নিম্নতর শক্তির অবস্থায় পৌছানোর প্রবণতা দেখায়। তাই পরমাণুগুলো রাসায়নিকভাবে যুক্ত হয় বা রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে সৃষ্টি হয় রাসায়নিক বন্ধনের।

এছাড়াও কোনো পদার্থের অণু বা আয়নসমূহ পরস্পর পরস্পরের সাথে বিভিন্ন ধরনের শক্তির প্রভাবে যুক্ত থাকে। এ শক্তি আন্ত:আণবিক শক্তি নামে পরিচিত। এ শক্তির প্রভাবেই পদার্থের উপাদানসমূহ পরস্পর পরস্পরের কাছাকাছি থেকে পদার্থের একটি সুনির্দিষ্ট অবস্থা যেমন কঠিন, তরল বা গ্যাসীয় অবস্থার সৃষ্টি করে। পদার্থের মধ্যে আন্ত:আণবিক শক্তির পরিমাণ বেশি হলে কঠিন অবস্থা, কম হলে তরল অবস্থা এবং এ শক্তির মান একেবারে কম হলে গ্যাসীয় অবস্থায় পদার্থ অবস্থান করে। একই পদার্থের অবস্থা ভেদে আন্ত:আণবিক শক্তি ভিন্ন হয়। যেমন কঠিন বরফকে তাপদিলে শক্তি শোষণ করে তরল পানিতে পরিণত হয়। আরো তাপ দিলে তরল পানি শক্তি শোষণ করে জলীয় বাষ্পে পরিণত হয়। বিপরীতভাবে জলীয় বাষ্পকে ঠান্ডা করলে শক্তি হারিয়ে তরল পানি এবং তরল পানিকে আরো ঠান্ডা করলে শক্তি হারিয়ে কঠিন বরফে পরিণত হয়। প্রকৃতপক্ষে পদার্থের অবস্থা পরিবর্তনের সাথে শক্তি জাড়িত। আবার রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেও শক্তির পরিবর্তন ঘটে। রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে শক্তির যে পরিবর্তন ঘটে তা তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রের মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। সূত্রটি হলো শক্তি এক রূপ থেকে অন্য রূপে পরিবর্তিত হতে পারে, কিন্তু একে কোনো অবস্থাতেই সৃষ্টি বা ধ্বংস করা সম্ভব নয়। এটি শক্তির নিত্যতা সূত্র নামে পরিচিত।

খ) তাপোৎপাদী বিক্রিয়া ও তাপহারী বিক্রিয়াঃ

রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপের উদ্ভব ও শোষণ এর উপর ভিত্তি করে রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলোকে দু শ্রেণিতে ভাগ করা হয়:

১. তাপোৎপাদী বিক্রিয়া এবং

২. তাপহারী বিক্রিয়া

তাপোৎপাদী বিক্রিয়াঃ যেসব রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের উদ্ভব হয়, তাকে তাপোৎপাদী বিক্রিয়া বলে। কাঠ, কয়লা, LPG গ্যাস, প্রাকৃতিক গ্যাস ইত্যাদিকে পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয়। চুন পানিতে ফেলে দিলে তাপ উৎপন্ন হয়। প্রকৃতপক্ষে চুন হলো ক্যালসিয়াম অক্সাইড, CaO যা পানিতে দ্রবীভূত হয়ে ক্যালসিয়াম হাইড্রক্সাইড ও তাপ উৎপ্ন করে।

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

বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপকে সাধারণত $\triangle H$ দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং এটি সমীকরণের ডান দিকে লেখা হয়। যেমন,

$$A + B \rightarrow C + D + \triangle H\ (\text{তাপ})$$

উদাহরণ: 1 মোল কার্বন ও 1 মোল অক্সিজেন বিক্রিয়া করে 1 মোল কার্বন ডাই-অক্সাইড উৎপন্নের সময় 393.5 kJ তাপের উদ্ভব হয়। বিক্রিয়ার সমীকরণটি নিম্নরূপ:

$$C(s) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 393.5\ kJ.mol^{-1}$$

এক্ষেত্রে $\triangle H = -\ 393.5\ kJ.mol^{-1}$ ($\triangle H$ এর মান ঋণাত্নক দ্বারা তাপ উৎপন্ন বোঝায়)

এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক কার্বন ও অক্সিজেনের মধ্যে মোট রাসায়নিক শক্তি উৎপাদ কার্বন ডাই-অক্সাইডের মধ্যস্থিত রাসায়নিক শক্তি অপেক্ষা বেশি। বিক্রিয়কের এ অতিরিক্ত শক্তিই তাপশক্তি হিসেবে বেরিয়ে আসে।

একইভাবে,

$$N_2(g) + 3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g) + 92.2\ kJ$$

$$C(s) + 2H_2(g) \rightarrow CH_4(g) + 74.8\ kJ.\ mol^{-1}$$

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2\ (g) \rightarrow H_2O(l) + 285.8\ kJ.\ mol^{-1}$$

অর্থাৎ নির্গত তাপশক্তি = (উৎপাদ যৌগসমূহের মোট শক্তি -বিক্রিয়ক যৌগ সমূহের মোট শক্তি)।

তপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে এর মান সবসময় ঋণাত্নক হয়। সকল তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপাদের মোট শক্তি বিক্রিয়কের মোট শক্তি অপেক্ষা কম হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ	একটি কাঁচের গ্লাসের অর্ধেক পরিমাণ পানি নিয়ে তার মধ্যে কঠিন চুনের কিছু পরিমাণ যোগ করুন। এবার পর্যবেক্ষণ করে ফলাফল খাতায় লিখুন।

তাপহারী বিক্রিয়াঃ

যে সব রাসায়নিক বিক্রিয়াতে তাপের শোষণ ঘটে তাকে তাপহারী বিক্রিয়া বলে। হাইড্রোজেন গ্যাস ও আয়োডিন গ্যাসের মধ্যে বিক্রিয়া ঘটিয়ে হাইড্রোজেন আয়েডাইড গ্যাস প্রস্তত করা হয়। এক্ষেত্রে হাইড্রোজেন আয়োডাইড উৎপাদনের সময় তাপের শোষণ ঘটে।

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

তাপহারী বিক্রিয়ায় শোষিত তাপকে $-\triangle H$ দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং এটি সমীকরণের ডান দিকে লেখা হয়। যেমন,

$$A + B \rightarrow C + D - \triangle H\ (\text{তাপ})$$

উদাহরণ: 1 মোল নাইট্রোজেন গ্যাস ও 1 মোল অক্সিজেন গ্যাসের বিক্রিয়ায় 2 মোল নাইট্রিক অক্সাইড গ্যাস উৎপন্ন হওয়ার সময় 180.5 kJ তাপ শোষিত হয়। বিক্রিয়ার সমীকরণটি নিম্নরূপ:

$$N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO(g) - 180.5\ kJ$$

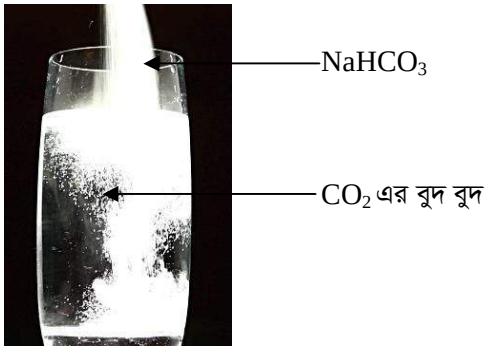
এক্ষেত্রে $\triangle H = +180.5$ kJ ($\triangle H$ এর মান ধণাত্মক দ্বারা তাপের শোষণ বোঝায়)

এক্ষেত্রে বিক্রিয়ক নাইট্রোজেন ও অক্সিজেনের মধ্যে মোট রাসায়নিক শক্তি উৎপাদ নাইট্রোজেন ডাই-অক্সাইডের মধ্যস্থিত রাসায়নিক শক্তি অপেক্ষা কম। উৎপাদের এ অতিরিক্ত শক্তিই তাপশক্তি হিসেবে শোষিত হয়।

অর্থাৎ শোষিত শক্তি = (উৎপাদ যৌগ সমূহের মোট শক্তি – বিক্রিয়ক যৌগ সমূহের মোট শক্তি)

তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ΔH এর মান সব সময় ধনাত্মক হয়। সকল তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপাদের মোট শক্তি বিক্রিয়কের শক্তির তুলনায় বেশি হয়।

পরীক্ষা: একটি কাঁচের গ্লাসের মধ্যে লেবুর রস অথবা ভিনেগার নিয়ে তার মধ্যে সোডিয়াম হাইড্রোজেন কার্বনেট যোগ করুন। এবার পর্যবেক্ষণ করে ফলাফল খাতায় লিখুন।



চিত্র ১: তাপহারী বিক্রিয়ার পরীক্ষা

গ) রসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তনের হিসাব

প্রত্যেক রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেই প্রথমেই বিক্রিয়কের মধ্যকার বন্ধনগুলো ভেঙ্গে যায় এবং পরবর্তীতে নতুন বন্ধন সৃষ্টির মাধ্যমে নতুন পদার্থের সৃষ্টি হয়। এ নতুন পদার্থই উৎপাদ। বিক্রিয়কের মধ্যকার বন্ধন ভাঙ্গার ক্ষেত্রে শক্তির প্রয়োজন হয় এবং উৎপাদের মধ্যকার বন্ধন সৃষ্টির ক্ষেত্রে শক্তির শোষণ ঘটে। প্রতিটি রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রেই কী কী বন্ধনের ভাঙ্গন হয় এবং এ জন্য মোট প্রয়োজনীয় শক্তির গণনা করা হয়। ঠিক একইভাবে উৎপাদের মধ্যে কী কী নতুন বন্ধনের সৃষ্টি হয়েছে এবং এ জন্য মোট উৎপন্ন শক্তি গণনা করা হয়। এ দুই শক্তির মানের সাপেক্ষে নিচের সমীকরণ ব্যবহার করে বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন গণনা করা হয়।

বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন = (বিক্রিয়কের বন্ধন ভাঙ্গার ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় মোট শক্তি - উৎপাদের বন্ধন সৃষ্টির ক্ষেত্রে নির্গত মোট শক্তি)।

তাপের এ পরিবর্তন ঋণাত্মক হলে বিক্রিয়া তাপোৎপাদী হয় এবং ধনাত্মক হলে বিক্রিয়া তাপহারী হয়।

বন্ধনশক্তির সারণি

বন্ধন	বন্ধন শক্তি (kJ/mole)
C-H	414
H-H	435
C-Cl	326
O-H	464
Cl-Cl	244
O=O	498
H-Cl	431

সারণিতে প্রদত্ত বন্ধনশক্তির সাহায্যে নিচের বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন গণনা করুন:

$$CH_4(g) + Cl_2(g) \rightarrow CH_3Cl(g) + HCl(g)$$

এ বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে এক মোল C-H ও এক মোল Cl-Cl বন্ধন ভেঙ্গেছে এবং এক মোল C-Cl ও এক মোল H-Cl নতুন বন্ধনের সৃষ্টি হয়েছে।

এক মোল C-H ও এক মোল Cl-Cl বন্ধন ভাঙ্গার ক্ষেত্রে প্রয়োজনীয় মোট শোষিত শক্তি = (414+244) = 658 kJ

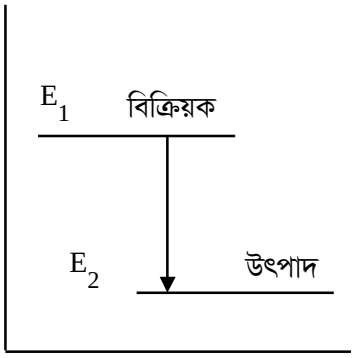
এক মোল C- Cl ও এক মোল H-Cl বন্ধন সৃষ্টির ক্ষেত্রে র্নিগত মোট শোষিত শক্তি = (326+431) = 757 kJ

∴ বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন, $\triangle H$ = (বন্ধন ভাঙ্গার জন্য মোট প্রয়োজনীয় শোষিত শক্তি - বন্ধন সৃষ্টির জন্য মোট নির্গত শক্তি)

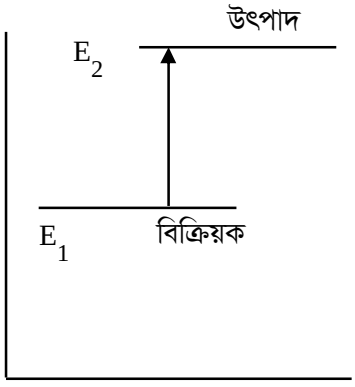
= (658-757) = -99 kJ

∴ এ বিক্রিয়ায় 99 kJ তাপ নির্গত হয়।

ঘ) বিক্রিয়ার শক্তি চিত্র: কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে তাপের উদ্ভব ও শোষণ বিক্রিয়ার শক্তি চিত্রের মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়। চিত্র ২ ও চিত্র ৩ এর মাধ্যমে তাপোৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে শক্তিচিত্র দুটি পর্যবেক্ষণ কর।



চিত্র ২: তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার শক্তিচিত্র; এখানে $E_1 > E_2$



চিত্র ৩: তাপহারী বিক্রিয়ার শক্তিচিত্র; এখানে $E_2 > E_1$

তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মোট শক্তি, E_1 এর পরিমাণ উৎপাদের মোট শক্তি, E_2 এর মোট পরিমাণের তুলনায় বড় হয়। অর্থাৎ $E_1 > E_2$ হয়। এ জাতীয় বিক্রিয়া যখন সম্পন্ন হয় তখন বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মোট শক্তি থেকে উৎপাদ গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় মোট শক্তির পরিমাণ কম হয়। এ অতিরিক্তি শক্তি তাপশক্তি হিসেবে রেরিয়ে আসে। বিপরীত ভাবে তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে এর ঠিক উল্টোটি ঘটে। তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মোট শক্তি, E_1 উৎপাদের মোট শক্তি E_2 অপেক্ষা কম হয়। অর্থাৎ $E_2 > E_1$ হয়। সুতরাং এক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মোট শক্তির পরিমাণ, উৎপাদের মোট শক্তির পরিমাণের তুলনায় কম হয়। এ কারণে বিক্রিয়া সম্পন্ন হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি পরিবেশ থেকে শোষণ করে। বিক্রিয়ক পরিবেশ থেকে তাপ শোষণ করে উৎপাদে পরিণত হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ	নিচের বিক্রিয়াগুলোর ক্ষেত্রে বিক্রিয়া তাপের পরিমাণ গণনা করুন: 1. $CH_4(g) + 4Cl_2(g) \rightarrow CCl_4 + 4HCl(g)$ 2. $CH_4(g) + 2O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g)$ 3. $CH_4(g) + 2Cl_2(g) \rightarrow CH_2Cl_2(g) + 2HCl(g)$ 4. $CH_3 - CH_3(g) + 6Cl_2(g) \rightarrow CCl_3 - CCl_3(g) + 6HCl(g)$ 5. $CH_3 - CH_2OH(l) + 6O_2(g) \rightarrow 2CO_2(g) + 2H_2O(g)$

সার-সংক্ষেপ :

- **বন্ধন শক্তি:** অণুর মধ্যে পামাণুগুলো এক বিশেষ আকর্ষণ শক্তি দ্বারা যুক্ত থাকে। এ শক্তিকে বন্ধন শক্তি বলে।
- **রাসায়নিক বন্ধন:** যে আকর্ষণ বলের প্রভাবে দুই বা ততোধিক পরমাণু কোনো মৌলিক বা যৌগিক অণু বা আয়নিয় জোটের মধ্যে সুসংঘবদ্ধ হয়ে অবস্থান করে, তাকে রাসায়নিক বন্ধন বলে।
- **শক্তির নিত্যতা সূত্র:** শক্তিকে এক রূপ থেকে অন্য রূপে পরিবর্তিত হতে পারে, কিন্তু একে কোনো অবস্থাতেই সৃষ্টি বা ধ্বংস করা সম্ভব নয়।
- **তাপোৎপাদী বিক্রিয়া:** যেসব রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের উদ্ভব হয় তাকে তাপোৎপাদী বিক্রিয়া বলে।
- **তাপহারী বিক্রিয়া:** যে সব রাসায়নিক বিক্রিয়াতে তাপের শোষণ ঘটে তাকে তাপহারী বিক্রিয়া বলে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। নিচের কোনটি মৌলিক অণু?

ক) H_2O খ) HCl গ) S_8 ঘ) CO_2

২। নিচের কোনটি সঠিক?

ক) কয়লা পোড়ালে শক্তি ধ্বংস হয়।

খ) এলপিজি গ্যাস পোড়ালে তাপের শোষণ ঘটে।

গ) তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে নির্গত শক্তি ঋণাত্মক হয়।

ঘ) তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে নির্গত শক্তি শূণ্য।

৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন:

i) সিস্টেম তার অন্তর্নিহিত শক্তি কমিয়ে স্থায়িত্ব লাভ করে।

ii) তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে উৎপাদের মোট শক্তি বিক্রিয়কের মোট শক্তি অপেক্ষা কম।

iii) বন্ধন ভাঙ্গার সময় শক্তির শোষন ঘটে।

নিচের কোনটি সঠিক?

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

পাঠ-৮.২ রাসায়নিক শক্তির পরিবর্তন ও এর ব্যবহার এবং এর ক্ষতিকর দিক

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- রাসায়নিক পরিবর্তনের সাথে শক্তি উৎপাদনের সম্পর্ক ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- এসিড বৃষ্টির কারণ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- রাসায়নিক শক্তির ব্যবহার ও এর নেতিবাচক প্রভাব উল্লেখ করতে পারবেন।
- শক্তি উৎপাদনে জ্বালানি বিশুদ্ধ হওয়ার গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	**রাসায়নিক শক্তি, তাপ, আলো, শোষণ, উদগীরন, ড্রাইসেল, ড্যানিয়েল কোষ, জীবাশ্ম জ্বালানী, নবায়নযোগ্য জ্বালানী**

রাসায়নিক শক্তিকে তাপ, বিদ্যুৎ ও আলোকশক্তিতে পরিবর্তন

একটি দিয়াশলাই এর কাঠি জ্বালালে গরম অনুভব করি এবং আলো পাই। মোমবাতিকে জ্বালালে তাপ ও আলো দুটিই পেয়ে থাকি (চিত্র) একইভাবে কাঠ, কয়লা, কাগজ, কেরোসিন, ডিজেল, পেট্রোল, প্রাকৃতিক গ্যাস, এলপিজি (LPG) গ্যাস প্রভৃতির দহনের ফলে তাপ ও আলো দুটোই পেয়ে থাকি। তাপ ও আলো হলো তড়িৎ চুম্বকীয় রশ্মি। এই যে এত সব পদার্থের উল্লেখ করা হলো এদের শক্তির রহস্য কী? এসব জ্বালানী দহনের ফলে কেনইবা তাপ ও আলোর সৃষ্টি হয়।

চিত্র ১: মোমবাতি জ্বলছে।

প্রকৃতপক্ষে দহনের ফলে কোনো পদার্থের অণু অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয় এবং নতুন অক্সিজেন যুক্ত অণুর সৃষ্টি করে। অর্থাৎ অণুর পূর্বের বন্ধন ভেঙ্গে যায় এবং অক্সিজেন যুক্ত নতুন বন্ধনের সৃষ্টি হয়। উদাহরণস্বরূপ, প্রকৃতিক গ্যাস, মিথেনকে দহন করলে কার্বন ডাই অক্সাইড ও পানি উৎপন্ন হয়।

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

মিথেন (CH_4) অণুর C-H বন্ধন ভেঙ্গে ও অক্সিজেন (O_2) অণুর O=O বন্ধন ভেঙ্গে নতুন অণু কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2) এর মধ্যে C=O ও পানি (H_2O) এর মধ্যে O-H বন্ধনের সৃষ্টি হয়েছে। সব বন্ধন ভাঙ্গার ক্ষেত্রে এবং সৃষ্টির ক্ষেত্রে একই পরিমাণ শক্তির যথাক্রমে শোষণ ও উদগীরণ ঘটে না। এ ক্ষেত্রে শক্তির শোষণের তুলনায় উৎপন্ন হয় অনেক বেশি। প্রকৃতপক্ষে সকল জ্বালানীর দহনের ফলেই উৎপন্ন পদার্থের অভ্যন্তরীন শক্তি জ্বালানীর অণুর মধ্যস্থিত শক্তির তুলনায় কম হয়। এ কারণে অতিরিক্ত শক্তি তড়িৎ চুম্বকীয় রশ্মি হিসাবে চারদিকে বিকিরিত হয় যা আমরা পেয়ে থাকি তাপ ও আলোক শক্তি হিসেবে।

একইভাবে কয়লা ও কার্বনকে দহন করলে নতুন অণু কার্বন ডাই-অক্সাইডের সৃষ্টি হয়। এক্ষেত্রে অক্সিজেন অনুর O=O বন্ধন ভেঙ্গে যায় এবং উৎপন্ন কার্বন ডাই-অক্সাইডের ক্ষেত্রে C=O নতুন বন্ধনের সৃষ্টি হয়।

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

এক্ষেত্রেও উৎপন্ন অতিরিক্ত শক্তিকে আমরা তাপ শক্তি হিসেবে ও আলো হিসেবে দেখি, এ শক্তিই তড়িৎ চুম্বকীয় রশ্মি।

জ্বালানীর দহনের ফলে সৃষ্ট তাপশক্তি ব্যবহার করে তাপইঞ্জিন টারবাইন (চাকা) ঘুরিয়ে তাপশক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে পরিবর্তিত করে। বাংলাদেশে বেশির ভাগ বিদ্যুৎ কেন্দ্রেই এ মূলনীতিকে কাজে লাগিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। কোথাও প্রাকৃতিক গ্যাসভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র, কোথাও পেট্রোলিয়াম উপাদানভিত্তিক বিদ্যুৎ কেন্দ্র এবং কোথাও আবার কয়লা ভিত্তিক

বিদ্যুৎ কেন্দ্র। সব ক্ষেত্রেই জ্বালানীকে দহন করে উৎপন্ন তাপের সাহায্যে তাপ ইঞ্জিনের টারবাইন ঘুরিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। জেনারেটরে তরল পেট্রোলিয়াম জাতীয় উপাদানকে দহন করে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।

বিভিন্ন ধরনের ব্যাটারী যেমন, ড্রাই সেল, লেড ব্যাটারী কোষ, লিথিয়াম ব্যাটারী, ড্যানিয়েল কোষ প্রভৃতি ক্ষেত্রে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করা হয়। আবার ড্রাইসেল, লেড সঞ্চয়ী কোষ প্রভৃতির সাহায্যে আলো পেয়ে থাকি। এক্ষেত্রে ড্রাই সেলের সাহায্যে টর্চ জ্বালানো এবং লেড সঞ্চয়ী কোষের সাহায্যে আইপএস (IPS) এর মাধ্যমে বিদ্যুৎ ও আলো উৎপাদন করা হয়। এ সবই রাসায়নিক শক্তিকে বিভিন্ন ভাবে বিভিন্ন শক্তিতে পরিবর্তিত করে মানুষের ব্যবহার উপযোগী করে মানব কল্যাণে ব্যবহৃত হয়।

চিত্র ২: জেনারেটর চলছে এবং আলো জ্বলছে।

রাসায়নিক শক্তি থেকে পাওয়া বিভিন্ন শক্তি কাজে লাগানো:

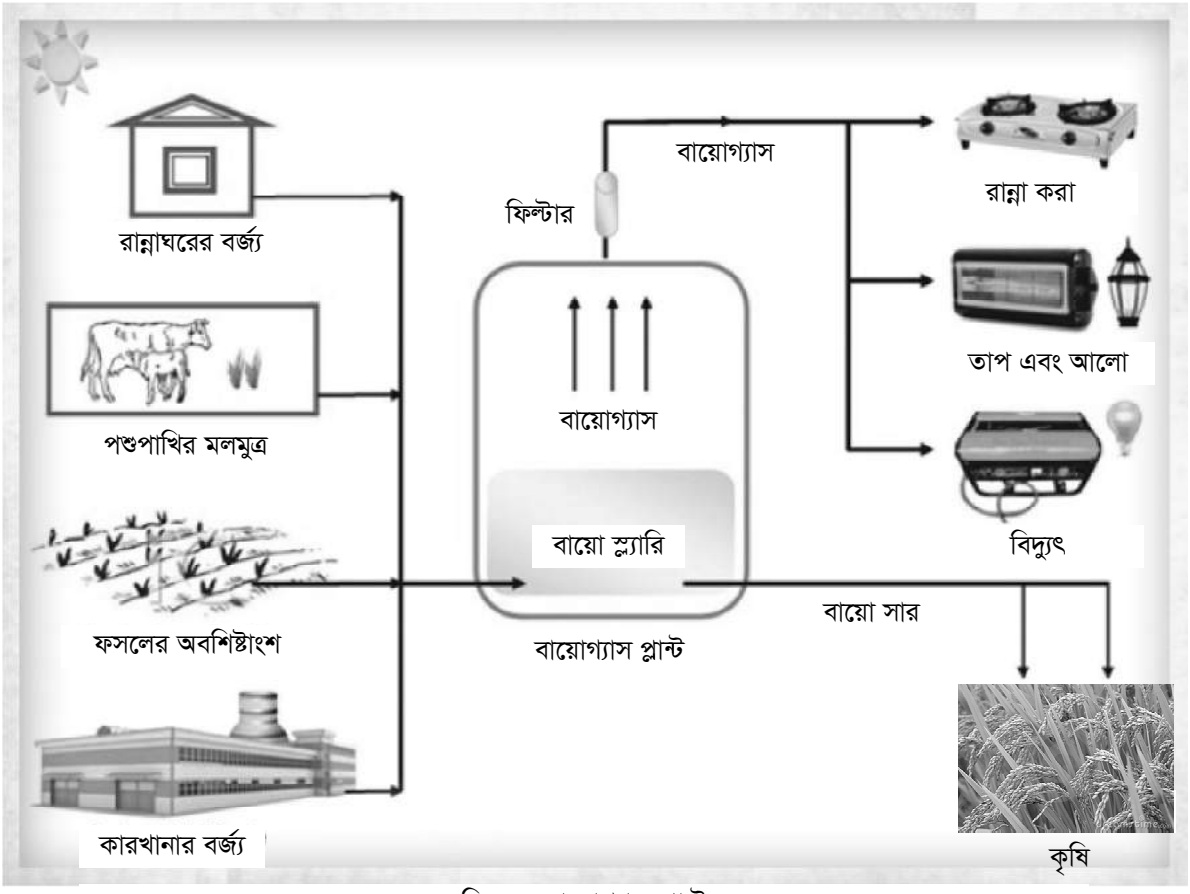
জ্বালানীর দহনের ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। তাপ এক প্রকার শক্তি। আবার কাজ করার সামর্থকে শক্তি বলে। জ্বালানীর দহনের ফলে রাসায়নিক শক্তি তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়। বাড়ীতে কাঠ পুড়িয়ে রান্না করি, প্রাকৃতিক গ্যাস বা এলপিজি গ্যাস পুড়িয়ে রান্না করি, এমনকি শুকনা পাতা, শুকনা গোবর এসব পুড়িয়েও রান্নার কাজ করে থাকি। সব ক্ষেত্রেই রাসায়নিক শক্তি থেকে তাপ শক্তি উৎপন্ন হয়। আবার এসব জ্বালানির দহনের সময় আলোও পাওয়া যায়। তাপশক্তিকে ব্যবহার করে ইটের ভাটায় ইট পোড়ানো হয়। গ্রামে কুমার কাঁচা মাটির পাত্রকে পুড়িয়ে পাকা করে থাকে। এক্ষেত্রেও তাপশক্তির ব্যবহার হয়ে থাকে। সিরামিক শিল্প, কাঁচ শিল্প, লোহা ও ইস্পাতের ঢালাই শিল্প, অ্যালুমিনিয়ামের ঢালাই শিল্প সব ক্ষেত্রেই প্রচুর পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়। রাস্তায় এতসব গাড়ী, ট্রাক, বাস, টেম্পো, সি এন জি চলছে। সবই পেট্রোলিয়াম জ্বালানী অথবা প্রাকৃতিক গ্যাসকে দহন করে। পানিতে লঞ্চ, স্টিমার, বড় বড় জাহাজ চলছে। এক্ষেত্রে জ্বালানীর উৎস পেট্রোলিয়াম জাতীয় উপাদান, রেলগাড়ীর জ্বালানী কয়লা অথবা পেট্রোলিয়াম জাতীয় উপাদান। আকাশে বিমান, হেলিকপ্টার চলছে গ্যাসোলিন জ্বালানি ব্যবহার করে। এটিও পেট্রোলিয়াম জাতীয় জ্বালানী।

চিত্র ৩: টর্চ জ্বলছে।

স্যালো ইঞ্জিনের সাহায্যে শস্য ক্ষেতে পানি দেয়া হয়। এ ক্ষেত্রেও পেট্রোলিয়াম কে দহন করে উৎপন্ন শক্তিকে কাজে লাগিয়ে মাটির গভীর থেকে পানি তোলা হয়। জেনারেটর থেকে বিদ্যুৎ পেয়ে থাকি। এখানেও জ্বালানী হিসেবে পেট্রোলিয়ামকে ব্যবহার করা হয়। প্রায় বেশির ভাগ বিদ্যুৎ কেন্দ্রের জ্বালানীই পেট্রোলিয়াম। আমরা আইপিএস (IPS) এর সাহায্যে ব্যাটারীর মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে পরিবর্তিন করি এবং এর সাহায্যে বাল্ব জ্বালানো, বৈদ্যুতিক ফ্যান চালানো, টেলিভিশন দেখা সব কিছুই সম্পন্ন করে থাকি। এ সবই রাসায়নিক শক্তি থেকে পাওয়া বিভিন্ন ধরনের রূপান্তরিত শক্তি।

আজকাল গ্রামে বায়োগ্যাস প্লান্টের ব্যবহার যথেষ্ট দেখা যায়। এ গ্যাস প্লান্টে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে উৎপন্ন মিথেন গ্যাসকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করে রান্নার কাজ, বিদ্যুৎ উৎপাদন কাজ, বৈদ্যুতিক পাখা, বৈদ্যুতিক বাল্ব জ্বালানো ইত্যাদি কাজ সম্পন্ন করা হয়। এটিও রাসায়নিক শক্তির বহুমুখী ব্যবহারের একটি উদাহরণ।

চিত্র ৪: জেনারেটর চলছে



চিত্র ৫: বায়োগ্যাস প্লান্ট

রাসায়নিক শক্তির যথাযথ ব্যবহারঃ

রাসায়নিক শক্তির যথাযথ ব্যবহার অত্যন্ত জরুরী। মানুষ তার প্রয়োজনের তাগিদে এত বেশি পরিমাণে ও অধিক হারে রাসায়নিক শক্তিকে ব্যবহার করছে যে, একসময় রাসায়নিক শক্তির উৎসের মারাত্মক ঘাটতি হবে। তখন জ্বালানী সংকট দেখা দেবে। রাসায়নিক শক্তির প্রধান উৎস কয়লা, পেট্রোলিয়াম, প্রাকৃতিক গ্যাস ইত্যাদি সবই জীবাশ্ম জ্বালানি। পৃথিবীতে এর মজুদ সীমিত। ব্যবহারের মাত্রা বাড়তে থাকলে আগামী দিনগুলোতে কোনো না কোনো এক সময় এটি ফুরিয়ে যাবে। এখন প্রশ্ন উঠতে পারে এটি ফুরিয়ে যাবে কেন? প্রতিনিয়ত তো উদ্ভিদের ও প্রাণির জন্ম ও মৃত্যু হচ্ছে। তা হলে এ সব জীবাশ্ম জ্বালানীর শেষ হওয়ার কারণ কী? উত্তরটা খুবই সাধারণ। যে হারে জ্বালানির ব্যবহার বাড়াছে এবং হচ্ছে সে হারে জীবাশ্ম জ্বালানি উৎপন্ন হচ্ছে না।

জীবাশ্ম জ্বালানি শেষ হয়ে গেলে তখন শক্তির যোগান দিতে আমরা কী ব্যবহার করব? এ প্রশ্নের উত্তরের আগেই আমাদেরকে জ্বালানির ব্যবহার সম্পর্কে সচেতন হতে হবে। অপ্রয়োজনে শক্তির অপচয় করা থেকে বিরত থাকতে হবে। অকারণে গ্যাসের চুলা জ্বলতে থাকা, বৈদ্যুতিক পাখা ঘুরছে, ভাল্ব জ্বলছে এটি কখনোই কাম্য নয়। শক্তির পরিমিত ব্যবহারের ক্ষেত্রে গুরুত্ব দিতে হবে। পাশাপাশি বিকল্প শক্তির উৎসের অনুসন্ধান করতে হবে। এ ক্ষেত্রে নবায়নযোগ্য জ্বালানির দিকে অধিক গুরুত্ব দিতে হবে। সমুদ্র সম্পদের দিক থেকে বাংলাদেশ যথেষ্ট গুরুত্ববহ। আমাদের রয়েছে বিশাল সমুদ্র উপকূল। সমুদ্রপৃষ্ঠের উত্তাল ঝড়ো হাওয়াকে কাজে লাগিয়ে নবায়নযোগ্য জ্বালানি উৎপাদনের অপার সম্ভাবনা রয়েছে। বায়ু, টারবাইন নির্মাণের মাধ্যমে বাংলাদেশ বিদ্যুৎ চাহিদার বড় একটা অংশ মেটাতে পারে। আগামী দিনগুলোতে বিশ্বব্যাপী বায়ু, টারবাইনগুলোর উৎপাদন ক্ষমতা বৃদ্ধিতে সহায়ক ভূমিকা পালন করবে। বাংলাদেশের ক্ষেত্রে এত অপার সম্ভাবনা থাকা সত্ত্বেও এর সুষ্ঠু পরিকল্পনা ও উদ্যোগের কারণে এ প্রকল্প বাস্তবায়ন করা সম্ভব হচ্ছে না। এটি বাস্তবায়িত হলে রাসায়নিক শক্তির ব্যবহারের উপর চাপ কমে আসবে।

জ্বালানি বিশুদ্ধ হওয়ার গুরুত্বঃ

জীবাশ্ম জ্বালানির দহনের ফলে সাধারণত কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাস, পানি ও তাপ পেয়ে থাকি। স্বল্প বায়ুতে জ্বালানি দহন করলে কার্বন ডাই-অক্সাইড গ্যাসের সাথে কিছু পরিমাণ কার্বন মনোক্সাইড গ্যাসও উৎপন্ন হয়। কার্বন মনোক্সাইড (CO) খুব বিষাক্ত গ্যাস। এটি নীরব ঘাতক গ্যাস নামে পরিচিত। স্বাস্থ্যের জন্য এটি মারাত্মক ঝুকিপূর্ণ। জীবাশ্ম জ্বালানি কয়লার মধ্যে যথেষ্ট পরিমাণ বর্জ্য সালফার ও নাইট্রোজেন বর্তমান থাকে। কয়লার দহনের সময় বর্জ্য সালফার পরিবর্তিত হয়ে সালফার ডাই-অক্সাইড (SO_2) এবং নাইট্রোজেন তার বিভিন্ন অক্সাইড যৌগ হিসেবে বায়ুতে ফিরে আসে। সালফার ডাই-অক্সাইড গ্যাস বায়ুতে মিশে বায়ুর ঘনত্ব বৃদ্ধি করে এবং জলীয় বাষ্পের সাথে যুক্ত হয়ে সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন করে থাকে। সালফিউরিক এসিড এসিড বৃষ্টির সৃষ্টি করে। নাইট্রোজেন অক্সাইডও একইভাবে জলীয় বাষ্পের সাথে যুক্ত হয়ে নাইট্রিক এসিড, নাইট্রাস এসিড উৎপন্ন করে। এগুলোও এসিড বৃষ্টি সৃষ্টিকারী উপাদান। এসিড বৃষ্টির কারণে প্রাকৃতিক বিপর্যয় ঘটে।

ইঞ্জিনের নকিং ক্ষমতা কমানোর জন্য জ্বালানি তেলের সাথে টেট্রাইথাইল লেড (TEL) মিশ্রিত করে দেয়া হয়। এ ধরনের জ্বালানির দহনের ফলে লেড অক্সাইড (PbO) ও লেড ডাই অক্সাইড (PbO_2) যৌগের সৃষ্টি হয়। এটি মারাত্মক বিষাক্ত উপাদান। শিশুদের মস্তিষ্কের বিকাশ ঘটাতে এটি বাঁধা সৃষ্টি করে। তাই কোনো ভাবেই টেট্রাইথাইল লেড মিশ্রিত জ্বালানিকে ব্যবহার করা উচিত নয়।

এছাড়া যানবাহন থেকে নির্গত কালো ধোঁয়ায় কার্বন মনোক্সাইড (CO), নাইট্রাস অক্সাইড (N_2O), অদগ্ধ গ্যাসীয় জ্বালানি বিশেষত মিথেন বায়ুতে মিশে থাকে। এসব বর্জ্য উপাদান বায়ুতে এসে সূর্য্যের আলোর উপস্থিতিতে বিভিন্ন পরিবর্তনের মাধ্যমে বিষাক্ত ধোঁয়ার সৃষ্টি করে। একে 'ফটোকেমিক্যাল ধোঁয়া' বলে। এ ধোঁয়া বায়ু মন্ডলের ওজোন স্তরকে ক্ষয় করে এবং বৈশ্বিক উষ্ণায়নের ক্ষেত্রে মারাত্মক ভূমিকা রাখে। এ সব বিবেচনা করে আমাদের কে পরিবেশ বান্ধব ও স্বাস্থ্যসম্মত বিশুদ্ধ জ্বালানির ব্যবহার নিশ্চিত করতে হবে।

রাসায়নিক শক্তি ব্যবহারের নেতিবাচক প্রভাব

জীবাশ্ম জ্বালানির দহনের ফলে কার্বন ডাই-অক্সাইড (CO_2), জলীয় বাষ্প ও তাপ পেয়ে থাকি। এসবের পাশাপাশি উৎপন্ন হয় বিষাক্ত CO, SO_2, NO_2, N_2O ও ধোঁয়ার সাথে নির্গত অদগ্ধ গ্যাসীয় জ্বালানি। এসবের গন্তব্যস্থান বায়ুমন্ডলের বায়ু। সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে উদ্ভিদ বায়ুমন্ডলের CO_2 কে গ্রাস করে ঠিকই কিন্তু পরিমাণে খুবই কম। তাছাড়া যে হারে গাছের নিধন চলছে তাতে করে বায়ুমন্ডলের CO_2 গ্যাসের শোষণের হার আগামী দিনগুলোতে আরো হ্রাস পাবে এতে কোন সন্দেহ নেই। উৎপন্ন CO_2 গ্যাস ও অপরিবর্তিত মিথেন (CH_4) গ্যাস দুটিই গ্রিন হাউস গ্যাস। এ দুটি গ্যাসের তাপ ধারণ ক্ষমতা অস্বাভাবিকভাবে বেশি। নাইট্রোজেনের অক্সাইড গুলোও গ্রিন হাউস গ্যাস। বৈশ্বিক উষ্ণায়নের ক্ষেত্রে এদের ভূমিকা যথেষ্ট। এ গ্যাস গুলোর প্রভাবে বৈশ্বিক উষ্ণায়ন ঘটে। ফলে গ্রিন হাউস প্রভাব সৃষ্টি হয়। উত্তর মেরুর বরফ গলে গিয়ে দক্ষিণ মেরুর পানির উচ্চতা বৃদ্ধি করছে, সৃষ্টি করছে বন্যা, অতিবৃষ্টি আবার কখনো অনাবৃষ্টির। বৈশ্বিক উষ্ণায়নের কারণে উদ্ভিদ মরে গিয়ে সৃষ্টি হচ্ছে নতুন মরুভূমির। ভারসাম্য নষ্ট হচ্ছে প্রাকৃতিক পরিবেশের, ক্ষয় হচ্ছে ওজোন স্তরের। ওজোন স্তরের ক্ষয়ের কারণে পৃথিবীপৃষ্ঠে এসে পড়ছে মারাত্মক ক্ষতিকারক অতি বেগুনি UV রশ্মি। রাসায়নিক শক্তি ব্যবহারের ক্ষেত্রে বিশেষ সতর্কতা অবলম্বন না করলে আগামী দিনগুলোতে আরো ভয়াবহ ক্ষতির সন্মুখীন হবে আমাদের এ সবুজ পৃথিবী। এ সবুজ পৃথিবীকে রক্ষার দায়িত্ব আমাদেরকেই নিতে হবে। আমাদের পরবতী বংশধরদের আবাসভুমিকে নষ্ট করা চলবে না। এক্ষেত্রে হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল, বিভিন্ন নবায়নযোগ্য জ্বালানি, বিভিন্ন তড়িৎ রাসায়নিক কোষ এবং নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্লান্টের দিকে বেশি করে গুরুত্ব দেয়ার প্রয়োজন।

জ্বালানি হিসেবে ইথানল ব্যবহারঃ

জীবাশ্ম জ্বালানি একদিন ফুরিয়ে যাবে। এর ব্যবহার সম্পর্কে এখনই সতর্কতা অবলম্বন করা প্রয়োজন। মানুষ বিকল্প জ্বালানির সন্ধান করেই চলেছে। ইথানল (CH_3-CH_2-OH) একটি দাহ্য তরল হওয়ায় একে জ্বালানির বিকল্প ব্যবহারের চেষ্টা অনেক আগে থেকেই শুরু হয়েছে। পেট্রোলিয়াম ও পেট্রোলিয়াম জাতীয় জ্বালানির সাথে একটি নির্দিষ্ট শতকরা

অনুপাতে ইথানলকে ব্যবহার করে মোটর ইঞ্জিনের বিকল্প জ্বালানী হিসেবে একে ব্যবহার করা হচ্ছে। ব্রাজিল সরকার জীবাশ্ম তরল জ্বালানির সাথে প্রায় ২৫% ইথানলকে ব্যবহার করছে। উত্তর আমেরিকার অনেক দেশেই এ পদ্ধতির প্রচলন শুরু হয়েছে। আমেরিকার প্রায় সব পেট্রোলিয়াম জাতীয় তরল জ্বালানির সাথে ১০% ইথানলকে ব্যবহার করা হয়। ইথানলকে একটি শতকরা অনুপাতে তাপ উৎপাদনের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করে কলকারখানা, গাড়ি, লঞ্চ, জাহাজ এমনকি বিমানের জ্বালানি হিসেবেও ব্যবহার করা যায়। এ ভাবে ব্যবহৃত অ্যালকোহলকে পাওয়ার অ্যালকোহল বলে।

এখন প্রশ্ন হলো ইথানলকে আমরা কেন জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করতে চাই। কারণ জীবাশ্ম জ্বালানির বড়ো একটি অংশ ইথানল পূর্ণ করলে জীবাশ্ম জ্বালানির মজুদের উপর কম চাপ পড়বে। উপরন্তু ইথানলের উৎপাদনের কাঁচামাল খুবই সহজ প্রাপ্য ও দামে সস্তা। চিনি কলের উপজাত চিটাগুড় বা মোলাসেস এর প্রধান উৎস। চিটাগুড়কে বিশেষ প্রক্রিয়ায় গাঁজন করে ইথানল প্রস্তুত করা হয়। তাছাড়া শস্য দানা বা শ্বেতসার জাতীয় উপাদান থেকে গাঁজন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ইথানল উৎপাদন করা হয়। এভাবে চিটাগুড় ও শ্বেতসার থেকে অ্যালকোহল উৎপাদন করে জীবাশ্ম জ্বালানির উপর চাপ অনেকটাই কমিয়ে আনা সম্ভব। বাংলাদেশে মেসার্স কেরু এন্ড কোং, (দর্শনা) চিটাগুড় হতে বাণিজ্যিকভাবে অ্যালকোহল উৎপাদন করা হলেও এ অ্যালকোহলকে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয় না। বাংলাদেশের ১৬টি চিনি কলের উপজাত হিসেবে উৎপন্ন চিটাগুড়কে কাঁচামাল হিসেবে ব্যবহার করে অ্যালকোহল উৎপন্ন করা হয়। উক্ত অ্যালকোহলকে মোটর ইঞ্জিনের বিকল্প জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করলে জীবাশ্ম জ্বালানির ব্যবহার ২৫% কমানো সম্ভব।

শিক্ষার্থীর কাজ	১। আপনার এলাকায় বায়োগ্যাস প্লান্ট দেখে তার নির্মাণ কৌশলের উপর ২০০ শব্দের একটি প্রতিবেদন লিখুন। ২। বইয়ের বাইরে আপনার দেখা রাসায়নিক শক্তিকে তাপ, বিদ্যুৎ ও আলোক শক্তি রূপান্তরের দুটি করে উদাহরণ লিখুন।

সার-সংক্ষেপ :

- **রাসায়নিক শক্তি:** উপাদানের রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে যে শক্তির উদ্ভব ঘটে তাকে রাসায়নিক শক্তি বলে।
- **তাপ শক্তি:** কোনো পদার্থের দহনের সময় অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে নতুন অক্সিজেন যুক্ত অণু সৃষ্টি হওয়ার সময় যে শক্তি নির্গত হয় তাকে তাপশক্তি বলে।
- **এসিড বৃষ্টি:** কোনো কোনো বৃষ্টির পানিতে এসিড মিশ্রিত অবস্থায় থাকে। এ ধরনের বৃষ্টিকে এসিড বৃষ্টি বলে।
- **পাওয়ার অ্যালকোহল:** পেট্রোলিয়াম ও পেট্রোলিয়াম জাতীয় উপাদানের সাথে প্রায় ২৫% ইথানলকে মিশ্রিত করে মোটর ইঞ্জিনের বিকল্প জ্বালানী হিসেবে ব্যবহার করা হয়। একে পাওয়ার অ্যালকোহল বলে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। কোনটি নবায়নযোগ্য জ্বালানীর ব্যবহার?

ক) কয়লা পুড়িয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন
খ) ডিজেল দিয়ে শ্যালো মেশিন চালানো
গ) ব্যাটারি দিয়ে টর্চ জ্বালানো
ঘ) বায়ুপ্রবাহ থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদন।

২। বিকল্প জ্বালানী হলো-

ক) কয়লার পরিবর্তে ডিজেল
খ) ডিজেলের পরিবর্তে কেরোসিন
গ) কেরোসিনের পরিবর্তে বায়োগ্যাস
ঘ) অকটেনের পরিবর্তে পাওয়ার অ্যালকোহল

৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন-

i) জীবাশ্ম জ্বালানীর দহনে গ্রীণ হাউস গ্যাস উৎপন্ন হয়।
ii) বায়ু বিদ্যুৎ নবায়নযোগ্য জ্বালানী।
iii) কয়লা, পেট্রোল, প্রাকৃতিক গ্যাস সবই জীবাশ্ম জ্বালানী।

নিচের কোনটি সঠিক?

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

পাঠ-৮.৩ তড়িৎ রাসায়নিক কোষ

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- জারণ বিজারণ বিক্রিয়ার ইলেকট্রনীয় মতবাদ ব্যবহার করে চল বিদ্যুতের ধারণা ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপাদন প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- গ্যালভানিক কোষের তড়িৎদ্বার গঠন করতে পারবেন।
- তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ ও গ্যালভানিক কোষের মধ্যে পার্থক্য করতে পারবেন।
- স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর ব্যাটারির প্রভাব বর্ণনা করতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	**রাসায়নিক কোষ, পরিবাহী, তড়িৎদ্বার, ইলেকট্রনীয় পরিবাহী, অ্যানোড, ক্যাথোড, লবণ সেতু**

তড়িৎ রাসায়নিক কোষ

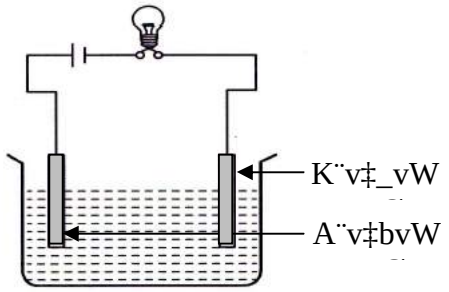
কাঠ, কয়লা, জীবাশ্ম জ্বালানিকে দহন করে রাসায়নিক শক্তিকে তাপশক্তিতে পরিণত করে এ তাপ থেকে বিদ্যুৎ ও আলো উৎপন্ন করা হয়। আবার রাসায়নিক শক্তিকে তাপশক্তিতে রুপান্তরিত না করে সরাসরি বিদ্যুৎ শক্তিতেও পরিণত করা যায় এবং বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করা যায়। রাসায়নিক শক্তিকে সরাসরি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরের কৌশল উদ্ভাবন করেন বিজ্ঞানী গ্যালভানি (Galvanik)। পরবর্তী সময়ে বিজ্ঞানী ভোল্টা (Volta) একই প্রক্রিয়ায় উক্ত পদ্ধতির উন্নতি সাধন করেন। প্রকৃত পক্ষে ১৭৮০ সালে বিজ্ঞানী গ্যালভানি এবং ১৮০০ সালে বিজ্ঞানী ভোল্টা স্পষ্টভাবে প্রমাণ করেন যে, স্বত:স্ফূর্তভাবে সংঘটিত জারণ-বিজারণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। তাঁদের এ মহান আবিষ্কারের কারণেই আমরা ব্যবহারিক জীবনে ব্যাটারি ব্যবহার করতে পারছি। তড়িৎ রাসায়নিক কোষ এমন একটি যান্ত্রিক ব্যবস্থা, যার মাধ্যমে রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে সৃষ্ট রাসায়নিক শক্তিকে সরাসরি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়। আবার লেড মারকারি কোষের মধ্যে বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত করা হয়। এ প্রক্রিয়াকে তড়িৎ বিশ্লেষণ বলে। যে কোষে তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হয় তাকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ বলে। একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষের ক্ষেত্রে তড়িৎদ্বার, লবণ সেতু ও তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণ থাকে। যে কোনো তড়িৎ রাসায়নিক কোষে দুটি ধাতব দন্ডকে একই বা ভিন্ন তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে আংশিক নিমজ্জিত করা হয়। এ দন্ডগুলোকে তড়িৎদ্বার বলে। তড়িৎদ্বার কে আবার বাম তড়িৎদ্বার বা জারণ তড়িৎদ্বার এবং ডান তড়িৎদ্বার বা বিজারণ তড়িৎদ্বার এ দুভাগে ভাগ করা হয়।

৮.৯ বিদ্যুৎ পরিবাহী ও তড়িৎদ্বার

পরিবাহী: ইলেকট্রনের প্রবাহই তড়িৎ প্রবাহ। যে সব পদার্থের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রন তথা তড়িৎ চলাচল করতে পারে, তারা তড়িৎ পরিবাহী। যেমন সকল ধাতু, দ্রবণে ও গলিত অবস্থায় ধাতুর লবণ, এসিড, ক্ষার লবণের দ্রবণ সমূহ তড়িৎ পরিবাহী। তড়িৎ পরিবহনের কৌশল তথা ইলেকট্রন পরিবহনের কৌশলের উপর ভিত্তি করে তড়িৎ পরিবাহী সমূহকে দুইভাগে বিভক্ত করা যায়। যথা: ১) ধাতব বা ইলেকট্রনীয় পরিবাহী ও ২) তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী।

পদার্থের কঠিন অবস্থায় তড়িৎ পরিবহনের সময় কোনো ধরনের রাসায়নিক পরিবর্তন না ঘটেই ইলেকট্রন প্রবাহের কারণে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় তাকে ইলেকট্রনীয় পরিবাহী বলে। যেমন সকল ধাতু ও গ্রাফাইট এ ধরনের পরিবাহী। ধাতুর উত্তপ্ত অবস্থায় তড়িৎ পরিবহন ক্ষমতার হ্রাস ঘটে। এটি একটি ভৌত পরিবর্তন পদ্ধতি। ইলেকট্রন অত্যন্ত ক্ষুদ্র ও হালকা কণা বলে খুব দ্রুত মাধ্যমে চলাচল করতে পারে।

তড়িৎ পরিবহন যদি যৌগের বিগলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তাদের ধনাত্নক ও ঋণাত্নক আয়ন দ্বারা তড়িৎ পরিবহন সম্পন্ন হয় তবে তাকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী বলে। এ ক্ষেত্রে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয়। যেমন, সব ধরনের আয়নিক যৌগ, গলিত লবণ ও এর দ্রবণ, এসিড দ্রবণ, ক্ষার দ্রবণ ইত্যাদি। উত্তপ্ত অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহীতে তড়িৎ পরিবহন বৃদ্ধি পায়। তড়িৎ প্রবাহকালে রাসায়নিক ক্রিয়া সংঘঠিত হয়।



চিত্র ১: সাধারণ তড়িৎ কোষ।

তড়িৎদ্বার:

তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় বিগলিত অথবা দ্রবীভূত তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্যে দুটি ধাতব পরিবাহী অথবা গ্রাফাইট দন্ড এমনভাবে রেখে দেয়া হয় যেন একটি দিয়ে ইলেকট্রন কোষে প্রবেশ করে এবং অন্যটি দিয়ে ইলেকট্রন বের হয়ে যায়। এ দুটি ধাতব অথবা গ্রাফাইট পরিবাহীকে তড়িৎদ্বার বলা হয়। তড়িৎদ্বার তড়িৎ রাসায়নিক কোষের ইলেকট্রনিক পরিবাহী ও ইলেকট্রোলাইট পরিবহীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের যোগসূত্র স্থাপন করে কোষ বর্তনী পূর্ণ করে।

একটি তড়িৎ রাসায়নিক কোষ গঠনের ক্ষেত্রে দুটি তড়িৎদ্বারের প্রয়োজন। একটি অ্যানোড তড়িৎদ্বার এবং অপরটি ক্যাথোড তড়িৎদ্বার।

অ্যানোড তড়িৎদ্বার:

যে তড়িৎদ্বার ব্যাটারির ধনাত্নক প্রান্তের সাথে যুক্ত থাকে এবং যার মাধ্যমে ইলেকট্রন দ্রবণ ছেড়ে চলে যায়, তাকে অ্যানোড তড়িৎদ্বার বা ধনাত্নক তড়িৎদ্বার বলে। অ্যানোড তড়িৎদ্বারে জারণ ক্রিয়া সম্পন্ন হয়। অর্থাৎ অ্যানোডে অ্যানায়নগুলো ইলেকট্রন ত্যাগ করে আধান মুক্ত হয়।

ক্যাথোড তড়িৎদ্বার:

যে তড়িৎদ্বার ব্যাটারির ঋণাত্নক প্রান্তের সাথে যুক্ত থাকে এবং যার মাধ্যমে ইলেকট্রন ব্যাটারি থেকে দ্রবণে প্রবেশ করে, তাকে ক্যাথোড তড়িৎদ্বার বা ঋণাত্নক তড়িৎদ্বার বলে। ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে বিজারণ ক্রিয়া সম্পন্ন হয়। অর্থাৎ ক্যাথোডে ক্যাটায়নগুলো ইলেকট্রন গ্রহণ করে আধান মুক্ত হয়।

একটি এসিড এবং তড়িৎরোধী পাত্র নিয়ে উহার মধ্যে তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণ নেয়া হয়। অ্যানোড তড়িৎদ্বার ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার হিসেবে যথাক্রমে সুবিধামত ধাতব দন্ড ও গ্রাফাইট দন্ডকে ব্যবহার করা হয়। ধাতব দন্ড ও গ্রাফাইট দন্ডকে অর্থাৎ তড়িৎদ্বারদ্বয়কে সংযোগ তার ও ব্যাটারির মাধ্যমে যুক্ত করে তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষ গঠন করা হয়। তবে তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষে অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার হিসেবে একই ধাতব দন্ড অথবা ভিন্ন ধাতব দন্ড ব্যবহার করা যায়। এক্ষেত্রে ধাতব দন্ড শুধুমাত্র ইলেকট্রন পরিবহনের কাজ করে, কোনো ভাবেই কোনরূপ রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। এ কোষের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত ব্যাটারির ধনাত্নক প্রান্ত যে তড়িৎদ্বারে যুক্ত তাকে অ্যানোড এবং ব্যাটারির ঋণাত্নক প্রান্ত যে তড়িৎদ্বারের সাথে যুক্ত থাকে তাকে ক্যাথোড বলে।

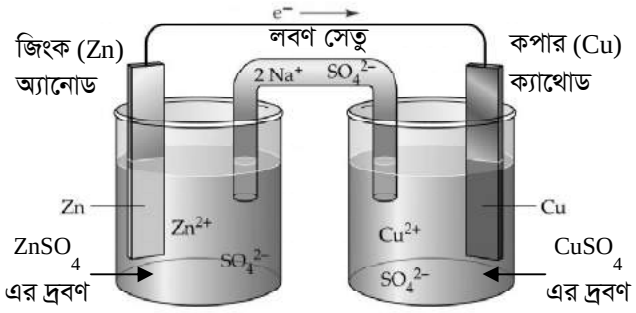
গ্যালভানিক কোষ তৈরী:

গ্যালভানিক কোষের ক্ষেত্রে অ্যানোড তড়িৎদ্বার ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার গঠনের পদ্ধতি তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষ থেকে সম্পূর্ণ ভিন্ন। একটি ধাতব দন্ডকে ঐ ধাতুর লবণের দ্রবণের মধ্যে স্থাপন করা হয়। এভাবে ভিন্ন ভিন্ন ধাতুর দন্ডকে ঐ স্ব স্ব ধাতুর লবণের দ্রবণের মধ্যে স্থাপন করে অ্যানোড তড়িৎদ্বার ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার গঠন করা হয়। তবে অ্যানোড তড়িৎদ্বার ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার নির্ধারিত হয় ধাতুর সক্রিয়তার উপর ভিত্তি করে। তড়িৎদ্বার হিসেবে ব্যবহৃত ধাতব দন্ড দুটোর মধ্যে

অধিক সক্রিয় ধাতব দন্ডটি অ্যানোড তড়িৎদ্বার এবং অপেক্ষাকৃত কম সক্রিয় ধাতব দন্ডটি ক্যাথোড তড়িৎদ্বার হিসেবে কাজ করে। গ্যালভানিক কোষের অ্যানোড তড়িৎদ্বার ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বারকে ব্যাটারির সাহায্যে সংযুক্ত না করে শুধু পরিবাহি তারের মাধ্যমে যুক্ত করা হয়। তবে নির্দেশক বাল্ব যুক্ত করে তড়িৎ প্রবাহকে নিশ্চিত করা হয়। দুটো তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণকে লবণ সেতু দ্বারা সংযোগ করা হয়। লবণ সেতুর মধ্যস্থ তড়িৎ বিশ্লেষ্য উভয় তড়িৎদ্বারের সাথে যুক্ত ধাতব লবণের দ্রবণের সাথে কোন বিক্রিয়া করে না।

লবণ সেতুঃ

তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নের গতিবেগ সমান এরূপ কোনো উপযুক্ত তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ যেমন KCl, KNO_3, NH_4NO_3, Na_2SO_4 এবং 0.1M ঘনামাত্রার দ্রবণে সামান্য পরিমাণ অ্যাগার-অ্যাগার মিশ্রিত করে উত্তপ্ত করার পর দ্রবণটিকে ∪ আকৃতির কাঁচের নলের মধ্যে ঢেলে শীতল করলে দ্রবণটি জেলির মত ধারণ করে। নলের মুখে তুলার প্যাড দিয়ে বন্ধ করে নলটিকে দুটি অর্ধকোষের দ্রবণে নিমজ্জিত করে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের মধ্যে পরোক্ষ সংযোগ স্থাপন করা হয়। এটিই লবণ সেতু। লবণ সেতুতে বর্তমান তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ক্যাটায়ন ও অ্যানায়ন অর্ধকোষের দ্রবণে পরিব্যাপ্ত হয়ে উভয় দ্রবণের তড়িৎ নিরপেক্ষতা বজায় রাখে।



চিত্র ২: লবণ সেতু

গ্যালভানিক কোষের ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বারঃ

কোনো একটি ধাতুকে যদি ঐ ধাতুর লবণের দ্রবণের মধ্যে ডুবানো যায়, তবে তাকে ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার বলে। উদাহরণস্বরূপ লোহার একটি দন্ডকে যদি ফেরাস সালফেট, $FeSO_4(aq)$ এর দ্রবণের মধ্যে ডুবানো হয় তবে সেটি $Fe(s)/FeSO_4(aq)$ বা $Fe(s)/Fe^{2+}(aq)$ তড়িৎদ্বার। একইভাবে $Cu(s)/Cu^{2+}(aq)$, $Ni(s)/Ni^{2+}(aq)$, $Zn(s)/Zn^{2+}(aq)$, $Ag(s)/Ag^{+}(aq)$ ইত্যাদি প্রত্যেকটি ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার।

তড়িৎদ্বার বিক্রিয়াঃ

ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া উভমুখী। এর বিক্রিয়াকে নিম্নরূপে লেখা যায়।

$$M(s) \rightleftharpoons M^{+n}(aq) + ne^-$$

এখানে M হলো মৌলের বা ধাতুর পরমাণুর প্রতীক।

যেমন, i) $Ag(s) \rightleftharpoons Ag^{+}(aq) + e^-$

ii) $Zn(s) \rightleftharpoons Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

iii) $Al(s) \rightleftharpoons Al^{3+}(aq) + 3e^-$

অর্থাৎ এক্ষেত্রে তড়িৎদ্বার বিক্রিয়ায় ধাতু (M), n সংখ্যক ইলেকট্রনকে দান করে উহার ধাতব আয়ন, M^{+n} এ পরিণত হয় এবং দ্রবণে দ্রবীভূত হয়। অথবা দ্রবণের M^{+n} আয়ন n সংখ্যক ইলেকট্রনকে গ্রহণ করে M ধাতুতে পরিণত হয়।

সুতরাং তড়িৎদ্বারের মূল বিক্রিয়া জারণ-বিজারণ ক্রিয়া। কোনো একটি তড়িৎদ্বারের ধাতু ইলেকট্রন দান করে জারিত হয়ে দ্রবণে আয়নিত হয় এবং দ্রবীভূত হয়। বিপরীত ভাবে অপর তড়িৎদ্বারে দ্রবণের ধাতব আয়ন ইলেকট্রনকে গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে ধাতুতে পরিণত হয়। যে তড়িৎদ্বারে জারন ক্রিয়া ঘটে তাকে অ্যানোড তড়িৎদ্বার এবং যে তড়িৎদ্বারে বিজারণ ক্রিয়া ঘটে তাকে ক্যাথোড তড়িৎদ্বার বলে।

অ্যানোড তড়িৎদ্বারের ক্ষেত্রে বিক্রিয়া: $M \rightarrow M^{+n} + ne^-$

ক্যাথোড তড়িৎদ্বারের ক্ষেত্রে বিক্রিয়া: $M'^{+n} + ne^- \rightarrow M'$

এক্ষেত্রে M^{+n} ও M'^{+n} এর ক্ষেত্রে n এর মান এক হতে পারে আবার ভিন্নও হতে পারে। কিন্তু দানকৃত মোট ইলেকট্রনের সংখ্যা ও গ্রহণকৃত মোট ইলেকট্রনের সংখ্যা সব সময় অভিন্ন হয়।

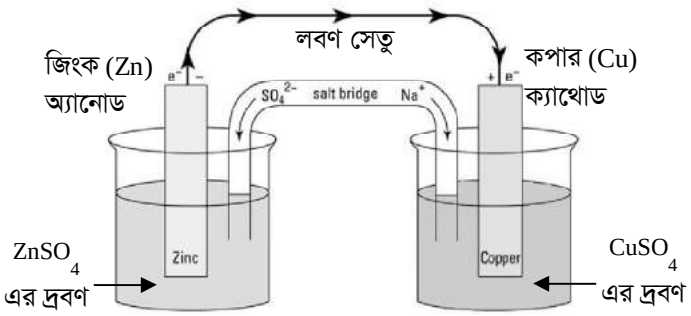
৮.১০: গ্যালভানিক কোষ:

এ জাতীয় তড়িৎ রাসায়নিক কোষের ক্ষেত্রেও রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে সৃষ্ট রাসায়নিক শক্তিকে তড়িৎশক্তিতে পরিণত করা হয়। তবে তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া সংঘঠনের জন্য বাইরের উৎস থেকে শক্তি সরবরাহের প্রয়োজন পড়ে না। অর্থাৎ কোষের তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া স্বত:স্ফূর্তভাবে ঘটে। ড্যানিয়েল কোষ একটি গ্যালভানিক কোষ।

ড্যানিয়েল কোষ নির্মাণ:

দুইটি 250ml আয়তনের কাঁচের বিকার নাও। একটিতে 1.0M ঘনমাত্রার $ZnSO_4$ দ্রবনে জিংকের একটি ধাতব দন্ডের $\frac{3}{4}$ অংশ ডুবিয়ে রাখ। অপর বিকারটিতে একইভাবে 1.0M মোলার ঘনমাত্রার $CuSO_4$ দ্রবণে কপারের একটি ধাতব দন্ডের $\frac{3}{4}$ অংশ ডুবিয়ে রাখ। বিকার দুটির দ্রবণকে একটি লবণ সেতুর মাধ্যমে সংযুক্ত কর। (চিত্র:.....)।

এখন ধাতব দন্ড দুটিকে একটি ভোল্টামিটার ও সুইচের মাধ্যমে পরিবাহী তার দিয়ে যুক্ত করে দাও। ড্যানিয়েল কোষ নির্মাণ হয়ে গেল।



চিত্র ৩: ড্যানিয়েল কোষ

পর্যবেক্ষণ: এখন সুইচের মাধ্যমে বর্তনী সম্পূর্ণ করে নিম্নের বিষয়গুলোর উত্তর লিখে ফেলুন।

১। পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে শুরু করছে কী না? হাঁ অথবা না লিখে ফেলুন।

২। জিংক দন্ডের ওজন ক্রমশ .....থাকে এবং কপার দন্ডের ওজন ক্রমশ.....থাকে।

৩। $ZnSO_4$ দ্রবণে Zn^{2+} আয়নের গাঢ়ত্ব .....থাকে।

৪। $CuSO_4$ দ্রবণে Cu^{2+} আয়নের গাঢ়ত্ব .....থাকে।

৫। দুটি বিকারের দ্রবণই তড়িৎযুক্ত/তড়িৎ নিরপেক্ষে থাকে। [সঠিক উত্তরটিতে √ চিহ্ন দিন]

বিক্রিয়া: পরিবাহী তারের মাধ্যমে বর্তনী পূর্ণ করলে স্বত:স্ফূর্তভাবে নিম্নের জারণ-বিজারণ বিক্রিয়াগুলো সংঘটিত হয়।

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

জিংক দন্ড থেকে Zn পরমাণু ২টি করে ইলেকট্রন দান করে জারিত হয়ে Zn^{2+} আয়ন হিসেবে দ্রবণে চলে আসে। এ কারনে জিংক দন্ড ক্রমশ ক্ষয় হতে থাকে এবং দ্রবণে Zn^{2+} আয়নের গাঢ়ত্ব বাড়তে থাকে।

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

Zn দন্ডের Zn পরমাণুর দানকৃত ইলেকট্রন ২টি পরিবাহী তারের মাধ্যমে Cu দন্ডে আসে। এ অবস্থায় $CuSO_4$ দ্রবণের Cu^{2+} আয়ন Cu দন্ডে এসে ওই ইলেকট্রন দুটি গ্রহণ করে বিজারিত হয়ে Cu দন্ডে জমা হয়। সুতরাং Cu দন্ডের ওজন বাড়তে থাকবে এবং $CuSO_4$ দ্রবণে Cu^{2+} আয়নের গাঢ়ত্ব ক্রমশ কমতে থাকবে।

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

সারসংক্ষেপ:

Zn দন্ডের Zn পরমাণুর জারণের ফলে ইলেকট্রনের দান ঘটে। এ কারনে Zn দন্ডের উপর ইলেকট্রনের আধিক্য ঘটে। এটি ঋণাত্মক আধান প্রাপ্ত হয়। সুতরাং Zn দন্ডটি হবে অ্যানোড তড়িৎদ্বার।

বিপরীতভাবে Cu দন্ড থেকে ইলেকট্রন গ্রহন করে দ্রবণের Cu^{2+} আয়নগুলো বিজারিত হয়। ফলে Cu দন্ডে ইলেকট্রনের ঘাটতি হয়। ফলে এটি ধনাত্মক আধান প্রাপ্ত হয়। সুতরাং Cu দন্ড ক্যাথোড হিসেবে কাজ করবে।

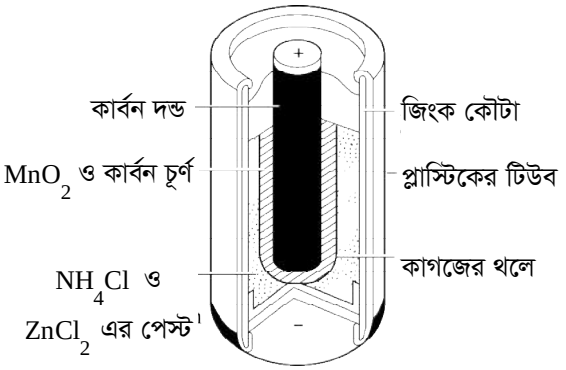
পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে ইলেকট্রনের প্রবাহ Zn দন্ড থেকে Cu দন্ডের দিকে ঘটবে। অর্থাৎ অ্যানোড তড়িৎদ্বার থেকে ক্যাথোড তড়িৎদ্বারের দিকে ঘটবে। তাই প্রচলিত রীতি অনুযায়ী পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে তড়িতের প্রবাহ হবে ক্যাথোড থেকে অ্যানোডের দিকে।

৮.১১: ড্রাইসেলের গঠন ও ইলেকট্রন স্থানান্তরের কৌশল:

টর্চলাইট জ্বালাতে, রেডিও বাজাতে, ছোট্ট সোনামনিদের খেলনা চালাতে, টিভির রিমোট চালাতে যে ব্যাটারি ব্যবহার করি সেটিই ড্রাইসেল। এর মধ্যেও রাসায়নিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়। এখানেও অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার ব্যবহার করা হয়। তবে কোনো তরল তড়িৎ বিশ্লেষ্য ব্যবহার করা হয় না। লেকলেন্স সেল সর্বাধিক পরিচিত একটি ড্রাইসেল। কার্যত এটিও এক ধরনের গ্যালভানিক সেল।

নির্মাণ কৌশল:

জিংক বা দস্তা ধাতু দ্বারা নির্মিত এক মুখ বন্ধ ফাঁপা চোঙ নিন। এটি অ্যানোড তড়িৎদ্বার হিসেবে কাজ করবে। পিতলের টুপি যুক্ত একটি কার্বন দন্ড নিন। এ দন্ডটি আলকাতরা যুক্ত কাগজের উপর খাড়াভাবে বসানো থাকে। ফলে কাবর্ন দন্ড থেকে দস্তার ফাঁপা চোঙ পৃথক হয়ে থাকে। কার্বন দন্ডটি ক্যাথোড হিসেবে কাজ করবে। অন্য একটি পাত্রের মধ্যে ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড (MnO_2) ও কার্বন চূর্ণের মিশ্রণকে ভালভাবে মিশিয়ে নিন। এ মিশ্রণকে কার্বন দন্ড ও দস্তার চোঙের মাঝে কাগজের থলিতে রাখুন। দস্তার চোঙ ও কাগজের থলির মাঝে আঠালো স্টার্চের গুঁড়া, NH_4Cl ও সামান্য $ZnCl_2$ এর একটি পেস্ট রাখুন। এ পেস্ট কে MnO_2 ভেজা রাখতে সাহায্য করবে। কোষের উপরের মুখে পিচ অথবা গালা দিয়ে বন্ধ করে দিন এবং দস্তার চোঙটিকে একটি কাগজের মোড়কে ঢেকে দিন। তৈরী হয়ে গেল ড্রাইসেল।



চিত্র ৪: ড্রাইসেল

ড্রাইসেলের রাসায়নিক বিক্রিয়াঃ

ড্রাইসেলেও রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে ইলেকট্রনের আদান প্রদান ঘটে থাকে।

অ্যানোড তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়াঃ $Zn(s) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

ক্যাথোড তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়াঃ $2NH_4^+(aq) + 2e^- \rightarrow 2NH_3(g) + H_2(g)$

উৎপন্ন H_2 গ্যাস MnO_2 কে জারিত করে Mn_2O_3 ও পানি উৎপন্ন করে।

$$2MnO_2(s) + H_2(g) \rightarrow Mn_2O_3(s) + H_2O(l)$$

অর্থাৎ কোষের সামগ্রিক বিক্রিয়াঃ

$$Zn(s) + 2MnO_2(s) + 2NH_4^+(aq) \rightarrow Zn^{2+}(aq) + 2NH_3(g) + Mn_2O_3(s) + H_2O(l)$$

এ কোষের তড়িৎচালক বল (EMF) প্রায় 1.5 Volt

স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর ব্যাটারির প্রভাবঃ

তড়িৎ শক্তি ব্যবহারের প্রয়োজনে দৈনন্দিন কাজে আমরা বিভিন্ন ধরনের ব্যাটারি ব্যবহার করে থাকি। লেড স্টোরেজ ব্যাটারি, ড্রাইসেল, মারকারি সেল, লিথিয়াম সেল ইত্যাদি বিভিন্ন প্রকৃতির সেলের ব্যবহার আজকাল খুবই ব্যাপক। সব ব্যাটারির মধ্যেই কোনো না কোন ধাতু ও ধাতব আয়ন থাকে। যেমন -লেড স্টোরেজ ব্যাটারিতে সিসা (Pb) ও সিসার অক্সাইড (PbO_2), মারকারি কোষে দস্তা (Zn) ও মারকিউরাস অক্সাইড (Hg_2O), ড্রাইসেলে দস্তা ও ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2), লিথিয়াম ব্যাটারিতে লিথিয়াম কোবাল্ট অক্সাইড ($LiCoO_2$) ব্যবহার করা হয়। এ ধাতুগুলো সবই ভারী ধাতু হিসেবে পরিচিত। এ সব ধাতু মানবদেহের জন্য মারাত্নক ক্ষতিকারক এবং জীবদেহে ক্যান্সার সৃষ্টিকারী নিয়ামক হিসেবে বহুল পরিচিত।

ব্যাটারি ব্যবহারের পর ফেলে দিলে এর বর্জ্যের গন্তব্যস্থল হয় আমাদের পরিবেশ। প্রথমে মাটি ও পানিতে মিশে যায়, পরে উদ্ভিদ ও অন্যান্য প্রাণির মাধ্যমে খাদ্য শৃঙ্খলে প্রবেশ করে মানবদেহে প্রবেশ করে। লেড স্টোরেজ ব্যাটারি হতে রিসাইক্লিনিং প্রক্রিয়ায় লেড ধাতু সংগ্রহ করা হয়। এ রিসাইক্লিনিং প্রক্রিয়ায় দহনের সময় লেড ট্রেস ধাতু হিসেবে বায়ুতে মিশে বায়ুর মারাত্নক দূষণ ঘটায়। এ লেড বাষ্প হিসেবে, লেডের অজৈব যৌগ ও জৈব যৌগ হিসেবে উদ্ভিদ ও প্রাণিদেহে অধিশোষণের ফলে খাদ্যশৃঙ্খলে প্রবেশ করে মানুষের শরীরে গিয়ে পৌছায়। লেডের অজৈব যৌগগুলো বেশির ভাগই পানিতে দ্রবণীয়। প্রাণিদেহের টিস্যু কর্তৃক সহজেই লেড ধাতু শোষিত হয়। সুতরাং ব্যাটারির বর্জ্য কোনো ভাবেই মুক্ত পরিবেশে ফেলা উচিত নয়। ব্যাটারি বর্জ্যকে সংগ্রহ করে বৈজ্ঞানিক উপায়ে এর রিসাইক্লিনিং এর ব্যবস্থা করা হলে পরিবেশের ক্ষতির সম্ভাবনা অনেকাংশে কমে যায়।

৮.১৩: বিদ্যুৎ ব্যবহার করে বিক্রিয়া সংগঠন

তড়িৎ রাসায়নিক কোষ বলতেই আমরা বুঝতে পারি এখানে রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটছে এবং বিক্রিয়ার ফলে উৎপন্ন রাসায়নিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে পরিবর্তিত হচ্ছে। ড্যানিয়েল সেল ও ড্রাই সেল এর ক্ষেত্রে আমরা এমনটিই দেখেছি। এ সব সেলের তড়িৎদ্বারে স্বত:স্ফূর্তভাবে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘঠিত হয়।

তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের ক্ষেত্রে বিষয়টি ঠিক উল্টো হয়। এক্ষেত্রে কোষের মধ্যে তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া সংগঠনের জন্য বাইরের উৎস থেকে বিদ্যুৎশক্তি সরবরাহ করা হয়। এক্ষেত্রে বিদ্যুৎশক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে পরিবর্তিত করা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে ধাতুকে বিশোধন করা হয়। আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশনের পর এ প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন করা হয়। ফলে ধাতু বিশুদ্ধ হয়। অ্যালুমিনিয়াম, জিংক, কপার, সিলভার, নিকেল প্রভৃতি ধাতুর বিশোধনে তড়িৎ বিশ্লেষণ পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়। এছাড়াও ধাতুর প্রলেপন দেয়া, নতুন রাসায়নিক উপাদান উৎপাদনেও এ পদ্ধতি যথেষ্ট গুরুত্ব বহন করে।

শিক্ষার্থীর কাজ	১। একটি কাঁচের বিকারের মধ্যে চিনির দ্রবণ নিয়ে তার মধ্যে দুটি কার্বন দন্ড রেখে সংযোগ দ্বারা যুক্ত করে বৈদ্যুতিক ভাল্বের সাথে যুক্ত করুন। ২। অন্য একটি বিকারের মধ্যে HCl যুক্ত NaCl দ্রবণ নিয়ে একইভাবে কার্বন দন্ড রেখে সংযোগ তার দ্বারা যুক্ত করে বৈদ্যুতিক ভাল্বের সাথে যুক্ত করে পর্যবেক্ষণ করুন। ফলাফল খাতায় লিখুন।

সার-সংক্ষেপ :

- **তড়িৎ রাসায়নিক কোষঃ** রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে সৃষ্ট রাসায়নিক শক্তিকে সরাসরি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা হয়।
- **তড়িৎদ্বারঃ** তড়িৎ রাসায়নিক কোষে দুটি ধাতব দন্ডকে একই বা ভিন্ন তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণে আংশিকভাবে নিমজ্জিত করে রাখা হয়। এ দন্ডগুলোকে তড়িৎদ্বার বলে।
- **অ্যানোড তড়িৎদ্বারঃ** যে তড়িৎদ্বার ব্যাটারির ধনাত্নক প্রান্তের সাথে যুক্ত থাকে এবং যার মাধ্যমে ইলেকট্রন তড়িৎবিশ্লেষ্য বা দ্রবণ ছেড়ে চলে যায়, তাকে অ্যানোড তড়িৎদ্বার বলে।
- **ক্যাথোড তড়িৎদ্বারঃ** যে তড়িৎদ্বার ব্যাটারির ঋণাত্নক প্রান্তের সাথে যুক্ত থাকে এবং যার মাধ্যমে ইলেকট্রন ব্যাটারি থেকে দ্রবণে প্রবেশ করে, তাকে অ্যানোড তড়িৎদ্বার বলে।
- **ড্রাইসেলঃ** অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার ব্যবহার করে রাসায়নিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রুপান্তরিক করা হয় কিন্তু কোনো তরল তড়িৎ বিশ্লেষ্য ব্যবহার করা হয় না।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। যে তড়িৎদ্বার দিয়ে ইলেকট্রন দ্রবণে প্রবেশ করে তাকে কী বলে?

ক) অ্যানোড খ) ক্যাথোড
গ) পরিবাহী তড়িৎদ্বার ঘ) ধনাত্নক তড়িৎদ্বার

২। লবণ সেতু হিসেবে ব্যবহার করা হয় কোনটির ০.১ M ঘনমাত্রার দ্রবণ?

ক) NaCl খ) HCl গ) NaOH ঘ) KCl

৩। কোন উক্তিটি সঠিক বলে আপনি মনে করেন?

ক) অ্যানোড তড়িৎদ্বারে জারন ঘটে।
খ) ক্যাথোড় তড়িৎদ্বারে জারণ ঘটে।
গ) লবণ সেতু দ্রবণের তড়িৎ নিরপেক্ষতা নষ্ট করে।
ঘ) ড্যানিয়েল সেল একটি ড্রাইসেল

৪। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন-

i) ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে বিজারণ ঘটে।
ii) ড্রাইসেলের ক্ষেত্রে দস্তা ক্যাথোড তড়িৎ হিসেবে কাজ করে।
iii) তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে পরিণত করা হয়।

নিচের কোনটি সঠিক?

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

পাঠ-৮.৪

তড়িৎ বিশ্লেষণ ও এর প্রয়োগ

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

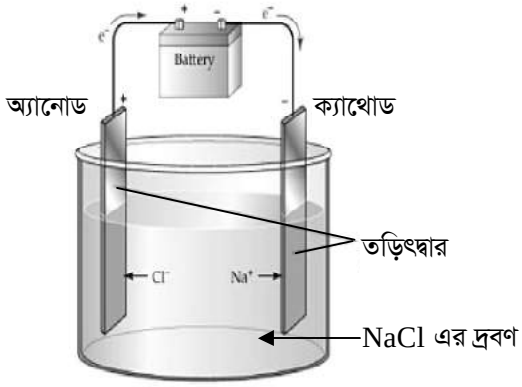
- তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিশ্লিষ্ট হওয়ার কৌশল ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- বিভিন্ন পদার্থের তড়িৎ বিশ্লেষণে উৎপাদিত পদার্থ এবং এর বাণিজ্যিক ব্যবহার সম্পর্কে মতামত দিতে পারবেন।
- রাসায়নিক কোষের প্রয়োগ ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	**তড়িৎ বিশ্লেষণ, ব্রাইন, ইলেকট্রোপ্লেটিং, ফুয়েল সেল, ব·াইট**

তড়িৎ বিশ্লেষণ ও তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিশ্লিষ্ট হওয়ার কৌশলঃ

তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের ক্ষেত্রে বাইরের উৎস থেকে বৈদ্যুতিক সংযোগ প্রদান করে কোষের মধ্যের রাসায়নিক বিক্রিয়া সম্পন্ন করা হয়। এর গঠন পদ্ধতি অনেকটাই গ্যালভানিক কোষের অনুরূপ। তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ এক প্রকোষ্ট বা দুই প্রকোষ্ট বিশিষ্ট হতে পারে। চিত্রে এক প্রকোষ্ট বিশিষ্ট একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের গঠন কাঠামো দেখানো হল:

কোষের মধ্যে বাইরের উৎস থেকে বিদ্যুৎ প্রবাহ চালনা করলে একটি অ্যানোড তড়িৎদ্বার বা ধনাত্মক তড়িৎদ্বার এবং অপরটি ক্যাথোড তড়িৎদ্বার বা ঋণাত্মক তড়িৎদ্বার সৃষ্টি হয়। এ কারণে তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের মধ্যে উপস্থিত ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আয়নগুলো চার্জ অনুসারে তড়িৎদ্বারের দিকে আকৃষ্ট হয়। ফলে আধান প্রশমিত হয়। স্বাভাবিক নিয়মেই অ্যানোড তড়িৎদ্বারে তড়িৎ বিশ্লেষ্যের ঋণাত্মক আধান যুক্ত আয়ন এবং ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে ধনাত্মক আধান যুক্ত আয়নের চার্জ প্রশমন ঘটে।



চিত্র ১: তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ

এভাবে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের অ্যানোড তড়িৎদ্বারের ঋণাত্মক আয়ন জারণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ইলেকট্রনকে দান করে নতুন পদার্থে পরিণত হয়। বিপরীতভাবে ক্যাথোড তড়িৎদ্বারের ধনাত্মক আয়ন বিজারণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ইলেকট্রনকে গ্রহণ করে নতুন পদার্থের সৃষ্টি করে।

তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের অ্যানোড তড়িৎদ্বারে ঋণাত্মক আয়নের জারণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন ইলেকট্রন পরিবাহী তারের মাধ্যমে ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে গিয়ে বিজারণ প্রক্রিয়ার জন্য প্রয়োজনীয় ইলেকট্রনের ঘাটতি মিটিয়ে থাকে।

অ্যানোড তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া: $X^{n-} \rightarrow X + ne^-$

ক্যাথোড তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া: $M^{n+} + ne^- \rightarrow M$

উদাহরণ: গলিত NaCl এর মধ্যে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের বিক্রিয়াঃ

অ্যানোড তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া: $2Cl^- \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

ক্যাথোড তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া: $2Na^+ + 2e^- \rightarrow 2Na(s)$

তড়িৎ রাসায়নিক কোষের প্রয়োগ

তড়িৎ রাসায়নিক কোষে তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হয়। আধুনিককালে তড়িৎ বিশ্লেষণের ব্যবহার খুবই ব্যাপক। ধাতুর আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন, উৎপন্ন ধাতুকে তড়িৎ বিশোধন করা- শিল্পক্ষেত্রে বিশাল একটি জায়গা করে নিয়েছে। পরীক্ষাগারে বিভিন্ন রাসায়নিক দ্রব্যের বা নমুনার বিশোধনে তড়িৎ বিশ্লেষণের গুরুত্ব এক কথায় ব্যাপক। পদার্থের পরিশোধনের ক্ষেত্রে এ পদ্ধতি একমাত্র পদ্ধতি হিসেবে সমাদৃত হয়েছে।

প্রাচীনকাল থেকেই এক ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেয়া হয়। এতে ধাতুর ব্যবহারিক গুণ ও উজ্জলতা উভয়ই বৃদ্ধি পায়। লোহা বা রূপার উপর সোনার প্রলেপ দেয়ার পদ্ধতি বহুল প্রচলিত ও পুরানো। তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে কোনো ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেয়ার প্রক্রিয়াকে ইলেকট্রোপ্লেটিং বলা হয়।

আধুনিককালে ক্ষর পানিকে মৃদু পানিতে পরিণত করার ক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষণ একটি উল্লেখযোগ্য পদ্ধতি। এ পদ্ধতির মূলনীতিকে ব্যবহার করে পানিতে অপ্রয়োজনীয় আয়ন মুক্ত করে বিশুদ্ধ পানিতে পরিণত করা হয়। বর্তমানের নতুন সংযোজন হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল। এ সেলের ক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনের সমন্বয়ে পানি উৎপাদন করা হয় এবং বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়। এছাড়া তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ার মাধ্যমে পানিতে বিষাক্ত আর্সেনিকের পরিমাণ নির্ধারণ, ডায়াবেটিস রোগীর শরীরের রক্তের মধ্যে গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ধারণ, প্লাষ্টিকের উপর ধাতুর পাতলা আবরন দেয়া, বিভিন্ন ধরনের বর্জ্যের পরিশোধন সবই সুন্দর ভাবে সম্পন্ন করা হয়।

পানির তড়িৎ বিশ্লেষণঃ

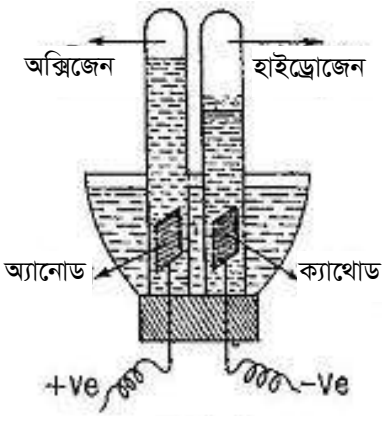
তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের ব্যবহারিক প্রয়োগের মাধ্যমে পানির অণুকে ভেঙ্গে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেনে পরিণত করা হয়। পানির আণবিক সংকেত H_2O। এ সংকেত থেকে জানা যায় পানির প্রতিটি অণুতে দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু ও একটি অক্সিজেন পরমাণু বর্তমান। প্রকৃতপক্ষে এক অণু হাইড্রোজেন যার মধ্যে হাইড্রোজেনের দুটি পরমাণু বর্তমান ও অর্ধ অণু অক্সিজেন যার মধ্যে অক্সিজেনের একটি পরমাণু বর্তমান। এরা মিলিত হয়েই পানির অণুর সৃষ্টি করে থাকে। পানির অণুর সৃষ্টির ক্ষেত্রে রাসায়নিক সমীকরণটি হলো:

$$H_2(g) + \frac{1}{2}O_2(g) \rightarrow H_2O(l) + \text{তাপ}$$

বিপরীত প্রক্রিয়ায় পানির অণুকে ভাঙ্গলে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন পাওয়া যাবে। কিন্তু এ প্রক্রিয়াটি স্বত:স্ফুর্ত না হওয়ায়, প্রক্রিয়াটি সম্পন্ন করতে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের প্রয়োজন হয়।

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

পানির তড়িৎ বিশ্লেষণে যে তড়িৎ রাসায়নিক কোষকে ব্যবহার করা হয় সে কোষের অ্যানোড তড়িৎদ্বার ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার উভয় তড়িৎদ্বার হিসেবে নিষ্ক্রিয় ধাতু প্লাটিনামের (Pt) পাতকে ব্যবহার করা হয়। যে পানিকে তড়িৎ বিশ্লেষণ ঘটাতে হবে তার মধ্যে খুব সামান্য সালফিউরিক এসিড, H_2SO_4 যোগ করে পানিকে অম্লীয় করে নেয়া হয়। চিত্র ২ অনুযায়ী যন্ত্রপাতি সজ্জিত করে অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে তড়িৎপ্রবাহ চালনা করা হয়। ফলে ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে হাইড্রোজেন গ্যাস; H_2ও অ্যানোড তড়িৎদ্বারে অক্সিজেন গ্যাস; O_2 উৎপন্ন হয়।



চিত্র ২: পানির তড়িৎ বিশ্লেষণ

পানিতে সালফিউরিক এসিড মিশ্রিত করার ফলে পানির বিয়োজন ঘটে এবং হাইড্রোক্সিল আয়ন

(OH^-) ও হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) উৎপন্ন করে। সালফিউরিক এসিড দ্রবণে তড়িৎ পরিবাহিতার কাজ করে।

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

অ্যানোড তড়িৎদ্বারে হাইড্রক্সিল আয়ন (OH^-) ইলেকট্রন দান করে অর্থাৎ জারিত হয়ে অক্সিজেন গ্যাস (O_2) উৎপন্ন করে।

অ্যানোড তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া: $4OH^- \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) + 4e^-$

ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে হাইড্রোজেন আয়ন (H^+) ইলেকট্রন গ্রহণ করে অর্থাৎ বিজারিত হয়ে হাইড্রোজেন গ্যাস (H_2) উৎপন্ন করে।

ক্যাথোড তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়া: $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)$

সমগ্র বিক্রিয়া:

$$4H_2O(l) \rightarrow 4H^+(aq) + 4OH^-(aq)$$

অ্যানোড তড়িৎদ্বারে: $4OH^- \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) + 4e^-$

ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে: $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)$

$$4H_2O(l) \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) + 2H_2(g)$$

বা, $$2H_2O(l) \rightarrow 2H_2(g) + O_2(g)$$

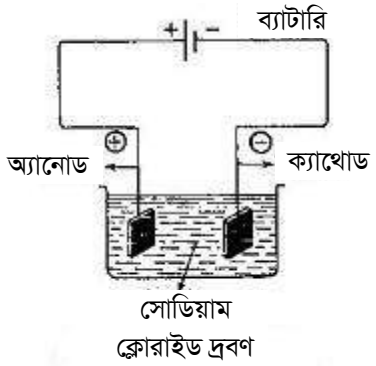
প্রকৃত অর্থে পানিকে বিয়োজিত করার জন্য তড়িৎ রাসায়নিক কোষ থেকে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হয়। ফলে পানির বিয়োজন ঘটে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়। বিয়োজনের ক্ষেত্রে অ্যানোড তড়িৎদ্বারের উৎপন্ন ইলেকট্রন তারের মাধ্যমে ক্যাথোডে পৌছায়।

সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ:

তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের আরো বড় একটি ব্যবহারিক প্রয়োগ সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ। সোডিয়াম ক্লোরাইডের সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণকে ব্রাইন দ্রবণ বলে। ব্রাইন দ্রবণকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে ক্লোরিন গ্যাস (Cl_2) হাইড্রোজেন গ্যাস (H_2) এবং সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) পাওয়া যায়। সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইডকে বিশুদ্ধভাবে পাওয়ার ক্ষেত্রে পারদ ক্যাথোড সেল ব্যবহার করা হয়। পারদ ক্যাথোড সেল সম্পর্কে তোমরা উচ্চ শ্রেণিতে বিস্তারিত জানতে পারবে।

পানিতে খাদ্য লবণ দ্রবীভূত করে ব্রাইন দ্রবণ প্রস্তুত করা হয়। এ দ্রবণকে একটি কাঁচের বিকারে নিয়ে অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বার ব্যবহার করে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হয়। গ্রাফাইট দন্ডকে অ্যানোড তড়িৎদ্বার এবং লোহা দন্ডকে ক্যাথোড তড়িৎদ্বার হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

চিত্রনুযায়ী অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বারকে ব্রাইন দ্রবণের মধ্যে ডুবিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হয়। ফলে অ্যানোড তড়িৎদ্বারে ক্লোরিন গ্যাস (Cl_2) ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে হাইড্রোজেন গ্যাস (H_2)উৎপন্ন হয়।



চিত্র ৩: সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণ

অ্যানোড তড়িৎদ্বারে: $2Cl^-(aq) \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$

ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে: $2H^+(aq) + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

একটি বিষয় না উল্লেখ করলেই নয়; ব্রাইন দ্রবণে তড়িৎ বিশ্লেষণ করলে দ্রবনের ধীর গতি সম্পন্ন ক্যাটায়ন (Na^+) ও ধীর গতি সম্পন্ন অ্যানায়ন (OH^-) যুক্ত হয়ে দ্রবনের মধ্যে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড (NaOH) উৎপন্ন হয়।

দ্রবণের মধ্যে : $Na^+ + OH^- \rightarrow NaOH$

উৎপন্ন সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড (NaOH) কে উপজাত হিসাবে সংগ্রহ করা হয়। এ উদ্দেশ্যে পারদ ক্যাথোড সেল ব্যবহার করা হয়।

তড়িৎ বিশ্লেষণে উৎপাদিত পদার্থের বাণিজ্যিক ব্যবহার

তড়িৎ বিশ্লেষণের ফলে উৎপাদিত পদার্থের বাণিজ্যিক ব্যবহারের মধ্যে বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য হল- আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন, বিভিন্ন ধাতু বিশেষ করে অ্যালুমিনিয়াম, জিংক, কপার, সোডিয়াম, লেড, সিলভার প্রভৃতি ধাতু নিষ্কাশনের ক্ষেত্রে তড়িৎ বিশ্লেষণের গুরুত্ব অপরিসীম। বক্সাইট (Al_2O_3) আকরিক থেকে তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় অ্যালুমিনিয়াম ধাতু নিষ্কাশন করা হয়। গৃহস্থালির প্রয়োজনীয় বাসনপত্র তৈরীতে অ্যালুমিনিয়াম ধাতুর ব্যবহার প্রচুর। বৈদ্যুতিক ক্যাবল হিসেবে এটির ব্যবহার খুবই ব্যাপক। উড়োজাহাজ, মোটর গাড়ী, সেতু, সিঁড়ি, প্রভৃতি নির্মাণে অ্যালুমিনিয়াম ধাতুকে ব্যবহার করা হয়। ফটোগ্রাফীতে ব্যবহৃত ফ্লাশ বাল্ব এবং সূক্ষ তার প্রস্তুতিতে, উজ্জ্বল ও চকচকে বার্ণিশ প্রস্তুতিতে, বিজারক হিসেবে, অস্ত্রোপচার কার্যে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি তৈরীতে এর ব্যবহার যথেষ্ট। অন্যান্য ধাতুর ব্যবহারও কম গুরুত্বপূর্ণ নয়। আধুনিক বিশ্বে নির্মাণ কাজে লোহার ব্যবহার খুবই ব্যাপক। দালান কোঠা, রাস্তাঘাট, সেতু, রেলপথ, জাহাজ, কলকারখানা, ফ্লাইওভার, মেট্রোরেল প্রভৃতি তৈরীতে লোহা ছাড়া কল্পনা করা যায় না। লোহার বিভিন্ন সংকর ধাতু ও মরিচারোধী লোহার ব্যবহার ব্যাপক।

ফুয়েল সেল বিশেষ করে হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে হাইড্রোজেন উৎপন্ন করা হয়। উৎপন্ন হাইড্রোজেনকে এ সেলের জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এছাড়া এসিড যুক্ত পানিকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করা হয়। হাইড্রোজেন পরিবেশ বান্ধব জ্বালানি। হাইড্রোজেন দহনের ফলে পরিবেশ বান্ধব পানি ও তাপ উৎপন্ন হয়।

ব্রাইন দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণের ফলে উৎপন্ন ক্লোরিন গ্যাস একটি উৎকৃষ্ট মানের জীবানুনাশক। এ প্রক্রিয়ায় উপজাত সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড বিভিন্ন শিল্পে ব্যবহার ও ক্ষার হিসেবে ব্যবহার যথেষ্ট। এছাড়া তামা দিয়ে তৈরী বৈদ্যুতিক তার, তামার আবসাবপত্র, তামার সংকর ধাতু নির্মাণে যথেষ্ট ব্যবহৃত হয়।

তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে ইলেকট্রোপ্লেটিং এর মাধ্যমে কোনো একটি ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেয়া হয়। ফলে ধাতু যেমন মসৃণ হয় তেমনি মরিচারোধী হয়। লোহার উপর জিংক ও অ্যালুমিনিয়ামের ইলেকট্রোপ্লেটিং করা হয়। ফলে লোহা মরিচারোধী হয়। লোহার উপর নিকেলের প্রলেপ দেয়া হয়। ফলে, লোহা উজ্জ্বল চকচকে দেখায় এবং মরিচা রোধক হয়। এভাবে রূপার গহনার উপর সোনার ইলেকট্রোপ্লেটিং করে গহনার উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি ও আকর্ষণীয় করা হয়।

শিক্ষার্থীর কাজ	একটি কাঁচের বিকারের মধ্যে এর দ্রবণ নিয়ে তার মধ্যে ২-৩ ফোঁটা লঘু দ্রবণ যোগ করুন। দ্রবণে একটি লোহার পাত ও পুরানো শুষ্ক ব্যাটারী বা টর্চ লাইটের ব্যাটারীর ভিতরের কার্বন দন্ডকে আংশিক ভাবে ডুবিয়ে দিন। পরিবাহী তার দ্বারা সংযোগ পূর্ণ করুন। তারের মাঝে যেকোন স্থানে একটি ছোট নির্দেশক ভাল্বের সংযোগ দিন। ভাল্ব জ্বলে কীনা পরীক্ষা করুন। দ্রবণ থেকে যে কোনো পাতকে তুলে উপরে উঠান এবং দ্রবণে ডুবান। ফলাফল পর্যবেক্ষণ করুন।

সার-সংক্ষেপ :

- **তড়িৎ বিশ্লেষণ:** তড়িৎ বিশ্লেষ্য দ্রবণের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করার ফলে যে রাসায়নিক বিয়োজন ঘটে তাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ বলে।
- **ইলেকট্রোপ্লেটিং:** তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে কোনো ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেয়ার প্রক্রিয়াকে ইলেকট্রোপ্লেটিং বলা হয়। এ প্রক্রিয়ায় রুপার উপর সোনার প্রলেপ দেয়া হয়। লোহার উপর জিংক বা নিকেল ধাতুর প্রলেপ দিয়ে লোহাকে মরিচারোধী করা হয়।
- **পানির তড়িৎ বিশ্লেষণ:** তড়িৎ রাসায়নিক কোষ থেকে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করে পানিকে বিয়োজিত করা হয়। পানির বিয়োজন ঘটে হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।
- **ব্রাইন দ্রবণ:** NaCl এর সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণকে ব্রাইন দ্রবণ বলে। ব্রাইন দ্রবণকে তড়িৎ বিশ্লেষণ করে কস্টিক সোডা উৎপাদন করা হয়।
- **ফুয়েল সেল:** ফুয়েল সেল এমন একটি কোষ যেখানে তড়িৎ রাসায়নিক ডিভাইস থাকে যা ফুয়েলের জারণ বিক্রিয়ার শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করে থাকে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.৪

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। পানির তড়িৎ বিশ্লেষণের ক্ষেত্রে সঠিক উক্তিটি হলো-

ক) H_2O এর বিভাজন স্বত:স্ফূর্ত প্রক্রিয়া

খ) সালফিউরিক এসিড দ্রবণের তড়িৎ পরিবাহিতা রোধ করে।

গ) সালফিউরিক এসিডের উপস্থিতিতে পানির বিয়োজন ঘটে।

ঘ) পানির বিয়োজন ঘটে অক্সিজেন উৎপন্ন হয়।

২। কোন উক্তিটি সঠিক বলে মনে করেন?

ক) ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে ঋণাত্বক আধানযুক্ত আয়নের আধান প্রশমন ঘটে।

খ) তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের অ্যানোড তড়িৎদ্বারে জারন ঘটে

গ) হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের জ্বালানী হাইড্রোজেন ও অক্সিজেন

ঘ) সোনার উপর রুপার ইলেকট্রোপ্লেটিং করা হয়।

৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ করুন-

i) তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে জারণ ঘটে।

ii) পানির তড়িৎ বিশ্লেষণে H_2SO_4 তড়িৎ পরিবাহিতার কাজ করে।

iii) ব্রাইন দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণে দ্রবণে NaOH উপন্ন হয়।

নিচের কোনটি সঠিক?

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

পাঠ-৮.৫ নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া ও বিদ্যুৎ উৎপাদন

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে শিক্ষার্থীরা-

- নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- তুলনামূলক বিশ্লেষণ করে পারমাণবিক বিদ্যুৎ উৎপাদন সম্পর্কে মতামত দিতে পারবেন।
- রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন পরীক্ষা করতে পারবেন।

মুখ্য শব্দ	**নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া, আইসোটোপ, আলফা রশ্মি, বিটা রশ্মি, গামা রশ্মি**

নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া ও বিদ্যুৎ উৎপাদন

প্রকৃতিতে যে সব রাসায়নিক বিক্রিয়া সংগঠিত হয় অথবা আমরা ল্যাবরেটরিতে যেসব রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটিয়ে থাকি তাকে প্রতিটি মৌলের পরমাণুর সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে। রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে পরমাণু। কিন্তু এমন কিছু বিক্রিয়া আছে যেখানে নতুন মৌলের সৃষ্টি হয়। পরমাণুর একটি নিউক্লিয়াসকে অন্য আর একটি পরমাণুর নিউক্লিয়াস বা মৌলিক কণা দ্বারা আঘাত করলে সম্পূর্ণ ভিন্ন প্রকৃতির নিউক্লিয়াসের সৃষ্টি হয়। যেমন-

$$^{14}_{7}N + ^{4}_{2}He \rightarrow ^{17}_{8}O + ^{1}_{1}H$$

নাইট্রোজেন হিলিয়াম অক্সিজেন হাইড্রোজেন

এক্ষেত্রে নাইট্রোজেন পরমাণু দ্রুতগতি সম্পন্ন হিলিয়াম পরমাণু দ্বারা আঘাত করার ফলে অক্সিজেনের আইসোটোপ ও হাইড্রোজেন পরমাণুর সৃষ্টি হয়। এক্ষেত্রে বিক্রিয়কের সর্বমোট প্রোটন সংখ্যা ও নিউট্রন সংখ্যা এবং উৎপাদের মধ্যে এ সংখ্যা মানের কোনো পরিবর্তন ঘটেনি।

কোনো উচ্চগতি সম্পন্ন কণা বা ক্ষুদ্র নিউক্লিয়াস দ্বারা অন্য কোনো পরমাণুর ভারী নিউক্লিয়াসকে আঘাত করলে ঐ নিউক্লিয়াসের পরিবর্তনের মাধ্যমে নতুন নিউক্লিয়াস যুক্ত পরমাণুর সৃষ্টি হয়, এ প্রক্রিয়াই নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া সংঘঠিত হলে অনেক বেশি তাপ শক্তির উদ্ভব ঘটে। এ তাপকে কাজে লাগিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।

প্রকৃতিতে প্রাপ্ত সব চেয়ে ভারী মৌল ইউরেনিয়াম। এর প্রতীক U, পারমাণবিক সংখ্যা 92, পারমানবিক ভর 235 ও 238 অর্থাৎ $^{235}_{92}U$ ও $^{238}_{92}U$। এরা পরস্পর আইসোটোপ। ইউরেনিয়ামের পরবর্তী ভারী মৌলগুলো নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার মাধ্যমে সৃষ্টি হয়েছে। আবার কিছু ভারী মৌল বিশেষ করে যাদের পারমাণবিক সংখ্যা 82 এর বেশি তাদের নিউক্লিয়াস সুস্থিত থাকে না। এ কারনে নিউক্লিয়াস সুস্থিতির জন্য ভেঙ্গে ছোট ছোট নিউক্লিয়াসে পরিণত হয়। স্বত:স্ফূর্তভাবে বিভিন্ন ধরনের রশ্মি বিকিরণ করে অপর মৌলে বা মৌলের আইসোটোপে পরিণত হয়। মৌলের এ ধর্মকে তেজস্ক্রিয়তা বলে। যেমন ইউরেনিয়াম, $^{238}_{92}U$ পরমাণু থেকে α-কণা বিকিরণের ফলে থোরিয়াম, $^{234}_{90}Th$ পরমাণুর সৃষ্টি হয়।

$$^{238}_{92}U \rightarrow ^{234}_{90}Th + ^{4}_{2}He$$

আলফা রশ্মি (α-কণা), বিটা রশ্মি (β-কণা) ও গামা রশ্মি (γ-কণা) হলো তেজস্ক্রিয় রশ্মি। এ সব রশ্মির বিকিরণের ফলেই নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া সম্পন্ন হয়।

শক্তি উৎপাদনের ক্ষেত্রে দুটি ভিন্ন প্রকৃতির নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া সংঘটিতহয়। এরা হলো-

ক) নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়া (Nuclear Fission)

খ) নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়া (Nuclear Fusion)

নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়ায় কোনো মৌলের ভারী নিউক্লিয়াসকে উচ্চগতি সম্পন্ন নিউট্রন দ্বারা আঘাত করার ফলে দুটি ভিন্ন ভর ও পারমাণবিক সংখ্যা বিশিষ্ট নিউক্লিয়াসের সৃষ্টি হয়।

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{26}Kr + 3\,^{1}_{0}n + \text{প্রচুর তাপ}$$

এ প্রক্রিয়াতেও প্রচুর তাপের সৃষ্টি হয়। এ তাপকে কাজে লাগিয়ে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।

নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়ায় ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র নিউক্লিয়াস যুক্ত হয়ে বড় নিউক্লিয়াস গঠন করে।

$$^{3}_{1}H + ^{2}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n + \text{প্রচুর তাপ}$$

নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়ার মাধ্যমেই সূর্য ও অন্যান্য নক্ষত্রগুলো শক্তির সৃষ্টি করে থাকে।

বাংলাদেশে নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্লান্ট স্থাপনের প্রক্রিয়া দ্রুতগতিতে এগিয়ে চলছে। পাবনা জেলার রুপপুরে এ প্রকল্পের কাজ হাতে নেয়া হয়েছে। এ প্রকল্প সম্পন্ন হলে নিউক্লিয়ার ফিশন বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা সম্ভব হবে।

পদার্থ দ্রবীভূত করে ও রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন পরীক্ষা:

কোনো কোনো উপাদান পানিতে দ্রবীভূত হয়ে তাপ উৎপন্ন করে থাকে, আবার কোনো উপাদান পানিতে দ্রবীভুত হয়ে তাপের শোষণ ঘটায়।

উদাহরণ: চুন (CaO) পানিতে যোগ করলে, উহা পানির সাথে বিক্রিয়া করে ক্যালসিয়াম হাইড্রোক্সাইডে পরিণত হয় ও তাপ উৎপন্ন করে।

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

উৎপাদ $Ca(OH)_2$ এর মধ্যে স্থিত রাসায়নিক শক্তির পরিমাণ CaO ও H_2O মধ্যকার মোট স্থিত রাসায়নিক শক্তির তুলনায় কম। এ শক্তিই তাপশক্তি হিসেবে নির্গত হয়।

খাবার সোডাকে লেবুর রসের দ্রবণের মধ্যে অথবা ভিনেগারের দ্রবণের মধ্যে যোগ করলে CO_2 গ্যাস নির্গত হয় এবং দ্রবণ শীতল হয়ে যায়। খাবার সোডা হলো $NaHCO_3$ আর লেবুর রস হলো সাইট্রিক এসিড এবং ভিনেগার হলো ইথানোয়িক এসিড (CH_3-COOH) । খাবার সোডা ভিনেগারের সাথে বিক্রিয়া করে CO_2, লবন ও পানি উৎপন্ন করে।

$$CH_3\text{-}COOH\,(aq) + NaHCO_3(s) \rightarrow CH_3\text{-}COONa\,(aq) + H_2O\,(l) + CO_2\,(g)$$

এ প্রক্রিয়ায় তাপের শোষণ ঘটে। ফলে দ্রবণ শীতল হয়ে যায়।

পরীক্ষা:

তিনটি পলিথিনের ব্যাগের প্রত্যেকটিতে আনুমানিক 25 mL করে পানি নিন। এবার ব্যাগ তিনটিকে A, B ও C দ্বারা চিহ্নিক করুন। ব্যাগের মুখ বন্ধ করে বেধে দেয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সূতা আগেই কেটে রাখুন।

A- ব্যাগের মধ্যে প্রায় 10 g পরিমাণ চুন যোগ করে ব্যাগের মুখ সূতা দ্বারা বেধে দিন।

B- ব্যাগের মধ্যে প্রায় 10 g পরিমাণ খাবার সোডা ($NaHCO_3$) যোগ করে সম্পূর্ণ একটা লেবুর রস (যা পূবেই সংগ্রহ করে নিতে হবে) তাতে যোগ করুন।

C-ব্যাগের মধ্যে প্রায় 10 g পরিমাণ খাবার সোডা ($NaHCO_3$) যোগ করে 10 mL ভিনেগার দ্রবণ যোগ করুন।

পরীক্ষার পর্যবেক্ষণ নিচের ছকে লিপিবদ্ধ করুনঃ

ব্যাগ	গৃহীত পানি (mL)	সংযুক্ত দ্রবণ (g)	সম্ভাব্য বিক্রিয়া	তাপের পরিবর্তন
A	25	10g CaO		
B	25	10g $NaHCO_3$+ লেবুর রস		
C	25	10g $NaHCO_3$+ 10 mL ভিনেগার		

শিক্ষার্থীর কাজ	রাসায়নিক বিক্রিয়া ও নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার মধ্যে পার্থক্য সূচক ছক তৈরী করুন।

সার-সংক্ষেপ :

- **নিউক্লিয়ার বিক্রিয়াঃ** উচ্চগতি সম্পন্ন কোনো কণা বা ক্ষুদ্র নিউক্লিয়াস দ্বারা অন্য কোনো পরমাণুর ভারী নিউক্লিয়াসকে আঘাত করলে সংশ্লিষ্ট নিউক্লিয়াসের পরিবর্তনের মাধ্যমে নতুন পারমাণবিক নিউক্লিয়াস বিশিষ্ট পরমাণুর সৃষ্টি হওয়াকে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে।
- **আইসোটোপঃ** যেসব মৌলের পরমাণুর পারমাণবিক সংখ্যা একই কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন তাদেরকে পরমাণুর আইসোটোপ বলে। পারমাণবিক সংখ্যা বলতে মৌলের পরমাণুর প্রোটন সংখ্যা বোঝায়।
- **আলফা রশ্মিঃ** দ্বিযোজী ধনাত্বক আধান বিশিষ্ট হিলিয়াম আয়নকে আলফা কণা বলে। এর প্রতীক ^4_2He
- **বিটা রশ্মিঃ** বিটা রশ্মি ঋণাত্বক আধানযুক্ত অতি ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র পদার্থ কণার সমষ্টি। একে β দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর ভর একটি ইলেকট্রনের ভরের সমান এবং আধান একটি ইলেকট্রনের আধানের সমান।
- **গামা রশ্মিঃ** ক্ষুদ্র তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ যার মধ্যে উচ্চ গতি সম্পন্ন ফোটন থাকে। গামা রশ্মি কোনো পদার্থ নয়। গামা রশ্মিকে γ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.৫

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন।

১। নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সঠিক উক্তি হলো-
ক) পরমাণুর সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে।
খ) ইলেকট্রন বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে।
গ) ল্যাবরেটরিতে সম্পন্ন করা যায়।
ঘ) নতুন মৌলের সৃষ্টি হয়।

২। কোন উক্তিটি সঠিক বলে মনে করেন?
ক) আইসোটোপে ভর সংখ্যা অভিন্ন হয়।
খ) আলফা, বিটা, গামা তেজস্ক্রিয় রশ্মি।
গ) নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় তাপের শোষণ ঘটে।
ঘ) নিউক্লিয়ার ফিউশন বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয়।

৩। নিচের উক্তিগুলো লক্ষ্য করুন-
i) বাংলাদেশে বিদ্যুৎ উৎপাদন করা হয় নিউক্লিয়ার পাওয়ার প্লান্টের মাধ্যমে।
ii) আইসোটোপ একই মৌলের মধ্যে হয়।
iii) নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া একটি স্বত:স্ফুর্ত বিক্রিয়া।
নিচের কোনটি সঠিক?
ক) i খ) i ও ii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

চূড়ান্ড় মূল্যায়ন

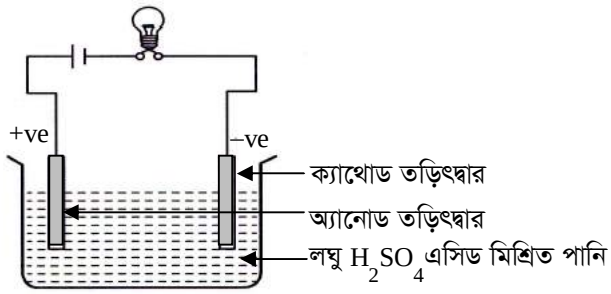
সৃজনশীল প্রশ্ন-১ঃ চিত্রগুলো লক্ষ্য করুন এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।

চিত্র-১: জেনারেটর হতে বিদ্যুৎ উৎপাদন।

চিত্র-২: বায়ু হতে বিদ্যুৎ উৎপাদন।

ক) শক্তির নিত্যতা সূত্র কী? ১
খ) রাসায়নিক বিক্রিয়া ও নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ার মধ্যে চারটি পার্থক্য লিখুন। ২
গ) উদ্দীপকের ১ নং চিত্রে ব্যবহৃত জ্বালানী পরিবেশ বান্ধব নয়- আলোচনা করুন। ৩
ঘ) উদ্দীপকের ১ নং ও ২ নং ক্ষেত্রে উৎপাদিত বিদ্যুতের সম্ভাবনা বিশ্লেষণ করুন। ৪

সৃজনশীল প্রশ্ন-২ঃ চিত্রটি লক্ষ্য করুন এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দিন।



ক) লবণ সেতু কী? ১

খ) রাসায়নিক শক্তি ব্যবহারের নেতিবাচক প্রভাব ব্যাখ্যা করুন। ২

গ) উদ্দীপকের কোষের অ্যানোড ও ক্যাথোড তড়িৎদ্বারে সংঘঠিত বিক্রিয়ার ব্যাখ্যা করুন। ৩

ঘ) উদ্দীপকের কোষের সাথে ড্যানিয়েল কোষের তুলনামূলক আলোচনা করুন। ৪

উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.১ : ১। গ ২। গ ৩। ঘ

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.২ : ১। ঘ ২। ঘ ৩। ঘ

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.৩ : ১। খ ২। ঘ ৩। ক ৪। ক

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.৪ : ১। গ ২। খ ৩। গ

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৮.৫ : ১। ঘ ২। খ ৩। গ