অষ্টম অধ্যায়

রসায়ন ও শক্তি

Chemistry and Energy

সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন –১ **নিচের বিক্রিয়াসমূহ দেখে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :**

i. পেট্রোলিয়াম + $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + শক্তি

ii. $^{238}U + {}_0n^1 \rightarrow {}_{56}Ba + {}_{36}Kr + 3{}_0n^1$ + শক্তি

iii. $Zn + CuCl_2 \rightarrow ZnCl_2 + Cu$ + শক্তি

ক. ইলেকট্রোপ্লেটিং কী?

খ. তড়িৎরাসায়নিক কোষে লবণসেতু ব্যবহার করা হয় কেন?

গ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় বিক্রিয়াটি রাসায়নিক বিক্রিয়া নয়–ব্যাখ্যা কর।

ঘ. শক্তি উৎপাদনে (i) ও (iii) এর বিক্রিয়া তুলনা কর।

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎবিশ্লেষণের সাহায্যে কোনো সক্রিয় ধাতুর তৈরি জিনিসপত্রের উপর অন্য একটি কম সক্রিয় ধাতুর প্রলেপ সৃষ্টি করাকে ইলেকট্রোপ্লেটিং বলে।

খ. ------ তড়িৎ রাসায়নিক কোষে প্রধানত দুটি কারণে লবণ সেতু ব্যবহার করা হয়।

i. ----------অর্ধকোষদ্বয়ের মধ্যে সংযোগ স্থাপন করার জন্য।

ii. -------- দুই পাত্রের মধ্যে আয়নের সমতা বজায় রাখার জন্য।

গ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় বিক্রিয়ায় নতুন মৌল সৃষ্টি হয় বলে এটি নিউক্লিয়ার শিকল বিক্রিয়া, রাসায়নিক বিক্রিয়া নয়।

ii নং বিক্রিয়ায় ইউরেনিয়াম–২৩৮ কে উচ্চশক্তিসম্পন্ন নিউট্রন দ্বারা আঘাত করলে ফিসন বিক্রিয়ার ফলে 56^{Ba} ও 36^{Kr} তৈরি হয় ও তিনটি উচ্চশক্তিসম্পন্ন নিউট্রন নির্গত হয়। উৎপন্ন নিউট্রন তিনটি নতুন করে ইউরেনিয়াম–২৩৮ বা 56^{Ba} ও 36^{Kr} কে আঘাত করে অনুরূপভাবে নতুন পরমাণু ও নিউট্রন তৈরি করে। এভাবে শিকলের ন্যায় নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া চলতে থাকে, যতক্ষণ পর্যন্ত বিক্রিয়ার

মাধ্যমে ভেঙে ছোট পরমাণু হওয়ার মতো পরমাণু অবশিষ্ট থাকে। একে নিউক্লিয়ার শিকল বিক্রিয়া বলে।

রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কোনো নতুন পরমাণু গঠিত হয় না। পরমাণুগুলো সর্ববহিঃস্থ শক্তিস্তরের ইলেকট্রনের পরিবর্তনের মাধ্যম সংযুক্ত হয়ে যৌগ গঠন করে। ii নং বিক্রিয়ায় দেখা যায় এতে ইলেকট্রনের বিষয়টি সম্পূর্ণ অনুপস্থিত। এখানে বিক্রিয়ার ফলে নতুন মৌলের সৃষ্টি হয়। সুতরাং, দ্বিতীয় বিক্রিয়াটি নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া। এটি রাসায়নিক বিক্রিয়া নয়।

ঘ.উদ্দীপকের i নং বিক্রিয়ায় পেট্রোলিয়াম পুড়িয়ে ও iii নং বিক্রিয়ায় তড়িৎরাসায়নিক কোষের সাহায্যে শক্তি উৎপাদন করা হয়।

i নং ও iii নং উভয় তাপ উৎপাদী বিক্রিয়া। i নং বিক্রিয়ায় পেট্রোলিয়াম পোড়ালে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস, পানি ও তাপ উৎপন্ন হয়। iii নং বিক্রিয়ায় তড়িৎ রাসায়নিক কোষের মাধ্যমে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। এতে জারণ–বিজারণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে শক্তি উৎপন্ন হয়।

i নং ও iii নং উভয় বিক্রিয়াতে রাসায়নিক শক্তিকে তাপশক্তিতে পরিণত করা হয়। i নং বিক্রিয়ায় পেট্রোলিয়াম দহনের ফলে উৎপন্ন পদার্থের অভ্যন্তরীণ শক্তি জ্বালানির অণুর মধ্যে স্থিত রাসায়নিক শক্তির তুলনায় কম। ফলে অতিরিক্ত শক্তি তড়িৎ–চুম্বকীয় রশ্মি হিসেবে চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। ii নং বিক্রিয়ায় তড়িৎ রাসায়নিক কোষে ইলেকট্রন আদান প্রদানের দ্বারা তাপশক্তি উৎপাদন করা হয়।

i নং বিক্রিয়ায় পেট্রোলিয়াম পোড়ানোর ফলে উদ্‌ত তাপশক্তিকে ব্যবহার করে তাপ ইঞ্জিনের টারবাইন ঘুরিয়ে বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তর করা হয়। iii নং বিক্রিয়ায় সরাসরি রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে পরিণত হয়। এক্ষেত্রে তড়িৎ রাসায়নিক কোষে নিম্নোক্ত জারণ–বিজারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয় :

$$\text{অ্যানোড বিক্রিয়া : } Zn(S) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

$$\text{ক্যাথোড বিক্রিয়া : } Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \longrightarrow Cu(s)$$

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

i নং বিক্রিয়ায় শক্তি উৎপাদনের সাথে সাথে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস ও জলীয় বাষ্প উৎপন্ন হয়। iii নং বিক্রিয়ায় শুধু বিদ্যুৎশক্তি উৎপন্ন হয়। সুতরাং, শক্তি উৎপাদনে i নং ও iii নং উভয় ভূমিকা রাখলেও দুটি বিক্রিয়ায় তুলনামূলক কিছু পার্থক্য রয়েছে।

প্রশ্ন –২ ▶ নিচের চিত্র দেখে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

ক. ধাতব পরিবাহী কী?

খ. এসিড মিশ্রিত পানিকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী বলা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

গ. উপরের কোষে অ্যানোডে সংঘটিত বিক্রিয়াটি ব্যাখ্যা কর।

ঘ. উদ্দীপকে সংঘটিত বিক্রিয়ায় তড়িৎপ্রবাহের প্রয়োজনীয়তার যৌক্তিক ব্যাখ্যা দাও।

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক.যে সকল পরিবাহী ইলেকট্রন প্রবাহের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে তাদেরকে ধাতব বা ইলেকট্রনীয় পরিবাহী বলে।

খ.এসিড মিশ্রিত পানি হাইড্রোজেন আয়ন পরিবহনের মাধ্যমে বিদ্যুৎ পরিবহন করতে পারে বলে একে তড়িৎবিশ্লেষ্য পরিবাহী বলে।

বিদ্যুৎ প্রবাহ যদি পরিবাহীর আয়ন দ্বারা সাধিত হয় তাহলে ওইসব পরিবাহীকে তড়িৎবিশ্লেষ্য পরিবাহী বলে। যেমন : গলিত লবণ, এসিড, ক্ষার ও লবণের দ্রবণে ধাতব প্লাটিনাম (Pt) পাতের অ্যানোড ও ক্যাথোড ব্যবহার করে এসিড মিশ্রিত পানির মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে তা বিশ্লেষিত হয়ে হাইড্রোজেন এবং অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

গ. বিগলিত $MgCl_2$ আয়নিত অবস্থায় থাকে এবং তড়িৎ পরিবহনে সক্ষম। বিগলিত $MgCl_2$, Mg^{2+} ও Cl^- আয়ন উৎপন্ন করে যা নিম্নরূপে দেখানো যায়–

$$MgCl_2(aq) \longrightarrow Mg^{2+}(aq) + 2Cl^-(aq)$$

অ্যানোড ও ক্যাথোডের সাথে ব্যাটারির দুই প্রান্ত সংযুক্ত করা হলে অ্যানোডে জারণ সংঘটিত হয় এবং ক্লোরাইড আয়ন ইলেকট্রন ত্যাগ করে ক্লোরিন পরমাণুতে পরিণত হয়। এরূপ দুটি ক্লোরিন পরমাণু একে অপরের সাথে যুক্ত হয়ে ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন করে।

---------- অ্যানোড বিক্রিয়া : $2Cl^-(aq) - 2e^- \rightarrow 2Cl$ (জারণ)

---------- $2Cl \rightarrow Cl_2(g)$

অ্যানোডে দান করা ইলেকট্রনগুলো ক্যাথোডে যায় এবং ম্যাগনেসিয়াম আয়নকে বিজারিত করে ম্যাগনেসিয়াম ধাতু উৎপন্ন করে।

---------- ক্যাথোড বিক্রিয়া : $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$ (বিজারণ)

ঘ.উপরের কোষটি একটি তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষ। এই কোষে বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে নিম্নোক্ত রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।

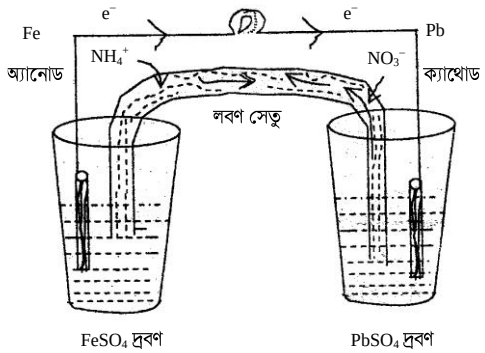
----------অ্যানোড বিক্রিয়া : $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2$

---------- ক্যাথোড বিক্রিয়া : $Mg^{2+} + 2e^- \rightarrow Mg$

বিগলিত $MgCl_2$ থেকে ম্যাগনেসিয়াম (Mg) ধাতু নিষ্কাশন করতে তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষের প্রয়োজন হয়। আর তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষের অন্যতম শর্ত হলো তড়িৎ প্রবাহ। কারণ তড়িৎ প্রবাহের ফলে ক্যাথোড

ঋণাত্মক (−ve) চার্জে ও অ্যানোড ধনাত্মক (+ve) চার্জে চার্জিত হয়। ফলে বিগলিত $MgCl_2$ থেকে আয়ন Mg^{2+} ক্যাথোডে ইলেকট্রন গ্রহণ করে জমা হয় অপরদিকে অ্যানোডে ক্লোরাইড (Cl^-) আয়ন ক্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন করে। যদি বিদ্যুৎ প্রবাহ না দেয়া হতো তাহলে কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হতো না। অর্থাৎ বিক্রিয়ার মাধ্যমে কাঙ্ক্ষিত Mg ও Cl_2 পাওয়ার জন্যই বিদ্যুৎ প্রবাহের প্রয়োজনীয়তা রয়েছে।

প্রশ্ন–৩



ক. COD কী? ১

খ. ক্ষার মিশ্রিত পানিকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী বলা হয় কেন? ২

গ. উক্ত কোষ ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক বাল্ব জ্বালানো যায়– ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. চিত্রে NH_4^+ ও NO_3^-এর গতির দিক বিপরীত হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

৩নং প্রশ্নের সমাধান

ক.COD বলতে রাসায়নিক অক্সিজেনের চাহিদাকে বোঝায় যেটি পানিতে মোট কতটুকু রাসায়নিক দ্রব্য আছে তা বুঝানোর জন্য ব্যবহার করা হয়।

খ.ক্ষার মিশ্রিত পানিতে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে তা বিভিন্ন আয়নে বিশ্লিষ্ট হয় বলে একে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী বলা হয়।

ক্ষারের জলীয় দ্রবণে হাইড্রক্সাইড আয়ন (OH^-) উপস্থিত থাকে। কঠিন অবস্থায় ক্ষারের আয়ন মুক্ত অবস্থায় থাকে না। এদের দ্রবীভূত করার সাথে সাথেই সম্পূর্ণরূপে আয়নিত হয়ে মুক্ত হাইড্রক্সাইড আয়ন (OH^-) উৎপন্ন করে। অর্থাৎ তড়িৎ চালনা করলে ক্ষার মিশ্রিত পানি নিম্নরূপে বিশ্লেষিত হয়।

$$KOH(s) + H_2O \longrightarrow K^+ + OH^-$$

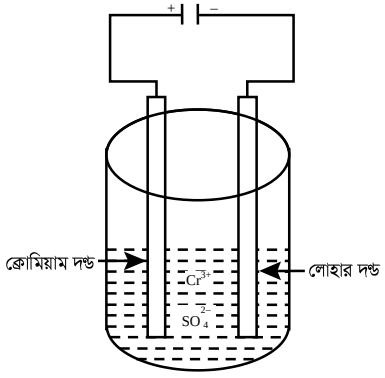
$$NaOH(s) + H_2O \longrightarrow Na^+ + OH^-$$

অতএব, হাইড্রক্সাইড আয়নের জন্যই ক্ষারমিশ্রিত পানি বিদ্যুৎ পরিবহন করে। তাই একে তড়িৎ বিশ্লেষ্য পরিবাহী বলা হয়।

গ.উদ্দীপকের চিত্রের শেষে রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎশক্তিতে পরিণত হয়। এ ধরনের কোষে তড়িৎদ্বার বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে। শেষে উৎপন্ন বিদ্যুৎ শক্তি ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক বাল্ব জানানো যায়।
চিত্রটিতে ক্যাথোড হিসেবে Pb দন্ড $PbSO_4$-এর জলীয় দ্রবণে ডুবানো থাকে। অন্য পাত্রে অ্যানোড হিসেবে Fe দন্ড $FeSO_4$-এর জলীয় দ্রবণে ডুবানো থাকে। পাত্রদ্বয়ের দ্রবণের মধ্যে সংযোগ স্থাপনের জন্য নিষ্ক্রিয় তড়িৎবিশ্লেষ্য (NH_4NO_3) দ্রবণপূর্ণ উল্টো U-আকৃতির টিউব দ্রবণদ্বয়ের মধ্যে ডুবানো হয়। Fe অ্যানোড নিজে ইলেকট্রন ছেড়ে বিযোজিত হয়ে দ্রবণে Fe^{2+} আয়ন হিসেবে দ্রবীভূত হয়। অপরদিকে, দ্রবণ থেকে $Pb^{2+}(aq)$ আয়ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতব লেড (Pb) হিসেবে ক্যাথোডে জমা হয়। প্রকৃতপক্ষে, অ্যানোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন তারের মাধ্যমে ক্যাথোডে পৌঁছে ইলেকট্রনের সমতা রক্ষা করে। তারের মাধ্যমে তড়িৎদ্বার দুটিকে সংযুক্ত করলেই অ্যানোড থেকে ক্যাথোডের দিকে ইলেকট্রন প্রবাহ তথা বিদ্যুৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়। এভাবে, উদ্দীপকের কোষ ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক বাল্ব জ্বালানো সম্ভব।

ঘ.তড়িৎবিশ্লেষ্য (NH_4NO_3)-এর আয়নদ্বয় বিপরীতধর্মী হওয়ায় এরা পরস্পর বিপরীত দিকে গমন করে। আমরা জানি যে, কোনো একটি বিশেষ আয়ন (ধনাত্মক বা ঋণাত্মক) একা থাকতে পারে না। এজন্য, উদ্দীপকের চিত্রে NH_4^+ এবং NO_3^-এর গতির দিক বিপরীত।
কোনো ধনাত্মক আয়ন একটি ঋণাত্মক আয়নের উপস্থিতি ছাড়া তৈরি হয় না। উদ্দীপকের চিত্রে অ্যানোড পাত্রে উৎপন্ন $Fe^{2+}(aq)$ আয়নের সমতুল্য পরমাণ ঋণাত্মক আয়নের (NH_4^+) প্রয়োজন হয়। এজন্য, অ্যামোনিয়াম (NH_4^+) আয়নটি অ্যানোডের দিকে ধাবিত হয়।
অপরদিকে, ক্যাথোড পাত্রের দ্রবণ থেকে $Pb^{2+}(aq)$ আয়ন Pb হিসেবে জমা হওয়ার ফলে সমতুল্য পরিমাণ ঋণাত্মক আয়ন (SO_4^{2-}) সালফেট মুক্ত হবে। ফলে, একদিকে অ্যানোড পাত্রে ধনাত্মক আয়ন $Fe^{2+}(aq)$, অপরদিকে ক্যাথোড পাত্রে ঋণাত্মক আয়নের (সালফেট) আধিক্য ঘটবে। প্রকৃতপক্ষে, দুই পাত্রের মধ্যে আয়নের সমতা বজায় না থাকলে বিক্রিয়া ঘটবে না। ক্যাথোড ও অ্যানোডের পাত্রে উল্লেখিত আয়নদ্বয়ের সমতা রক্ষার জন্য চিত্রে NH_4^+ এবং NO_3^- আয়নদ্বয় পরস্পর বিপরীত দিকে গমন করে।

প্রশ্ন – ৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. আকরিক কাকে বলে? ১

খ. 'BOD' বলতে কী বোঝায়? ২
গ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়ায় কীভাবে লোহার উপরে ক্রোমিয়ামের প্রলেপ দেয়া হয়? ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়ার সাথে গ্যালভানিক কোষের তুলনা কর। ৪

▶◀ ৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায়, তাদেরকে আকরিক বলে।

খ. BOD বলতে Biological Oxygen Demand বা জৈব রাসায়নিক অক্সিজেনের চাহিদাকে বোঝায়।

বায়ুর উপস্থিতিতে পানিতে বিদ্যমান সকল জৈব বস্তুকে ভাঙতে বা জারিত করতে যে পরিমাণ অক্সিজেনের প্রয়োজন হয় তাই BOD। কোনো পানিতে BOD মান বেশি হলে ঐ পানি দূষিত হয়।

গ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়ার সাহায্যে নিম্নলিখিত উপায়ে লোহার উপর ক্রোমিয়ামের প্রলেপ দেওয়া হয় :

i. লোহার দন্ডকে প্রথমে লঘু কস্টিক সোডা (NaOH) ও পরে লঘু সালফিউরিক এসিডে (H_2SO_4) ধুয়ে নিয়ে এর পৃষ্ঠতলকে পরিষ্কার করা হয়।

ii. কাচের পাত্রে $Cr_2(SO_4)_3$ এর দ্রবণ নিয়ে ক্রোমিয়াম ধাতুর দন্ডকে অ্যানোডরূপে এবং লোহার দন্ডকে ক্যাথোডরূপে ঐ দ্রবণে নিমজ্জিত রাখা হয়। দ্রবণে ক্রোমিয়াম (Cr^{3+}) আয়নের পরিমাণ যেন হ্রাস না পায় সেজন্য ক্রোমিয়ামের তৈরি অ্যানোড ব্যবহার করা হয়।

iii. ব্যাটারি থেকে বিদ্যুৎ চালনা করলে ক্যাথোডরূপী লোহার দন্ডের উপর ক্রোমিয়াম ধাতুর প্রলেপ পড়ে। অ্যানোড ও ক্যাথোডে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো নিম্নরূপ :

তড়িৎ বিশ্লেষ্যের বিয়োজন : $Cr_2(SO_4)_{3(aq)} \rightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)}$

অ্যানোড জারণ : $Cr_s \rightarrow Cr^{3+}_{(aq)} + 3e^-$

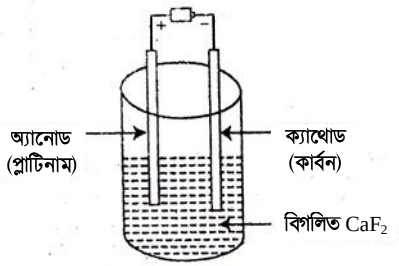
ক্যাথোডে বিজারণ : $Fe^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow Fe_{(s)}$

ঘ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের একটি উদাহরণ। তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ এবং গ্যালভানিক কোষের মধ্যে তুলনামূলক বৈশিষ্ট্যগুলো নিচে তুলে ধরা হলো :

তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষ	গ্যালভানিক কোষ
(i) যে কোষে তড়িৎ বিশ্লেষণ করা হয় তাকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ বলা হয়।	(i) গ্যালভানিক কোষ এক ধরনের তড়িৎ রাসায়নিক কোষ যার মাধ্যমে রাসায়নিক

	শক্তি থেকে বিদ্যুৎশক্তি তৈরি করা যায়।
(ii)বিদ্যুৎশক্তি, রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।	(ii) রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়। তাই রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎশক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
(iii) তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় উৎপন্ন আয়নসমূহ বিদ্যুতের প্রবাহে সহায়তা করে।	(iii) তড়িৎ রাসায়নিক কোষে জারণ–বিজারণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে ইলেকট্রনের প্রবাহ করা হয়।
(iv) বিদ্যুতের প্রবাহ, অ্যানায়নের প্রবাহের দিকে হয়।	(iv) বিদ্যুতের প্রবাহের বিপরীত দিকে ইলেকট্রনের প্রবাহ হয়।
(v) কিছু পদার্থের শিল্প উৎপাদনের উৎস হিসেবে ব্যবহৃত হয়।	(v) এটি শক্তির এক প্রকার উৎস।

প্রশ্ন–৫ ▶



ক. ইলেকট্রোপ্লেটিং কাকে বলে? ১

খ. ধাতব পরিবাহীকে ইলেকট্রনীয় পরিবাহী বলা হয় কেন? ২

গ. উপরের কোষে সংঘটিত বিক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের কোষটিতে CaF_2 এর পরিবর্তে তড়িৎ বিশ্লেষ্য হিসাবে ব্রাইন

এবং অ্যানোড মারকারী হলে অ্যানোড ও ক্যাথোডে সংঘটিত বিক্রিয়াগুলো আলোচনা কর। ৪

৫নং প্রশ্নের সমাধান

ক.তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে কোনো ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দেওয়ার প্রক্রিয়াকে ইলেকট্রোপ্লেটিং (electroplating) বলা হয়।

খ.ধাতব পরিবাহীতে মুক্ত ইলেকট্রনের উপস্থিতির কারণে এদেরকে ইলেকট্রনীয় পরিবাহী বলা হয়। সাধারণত যেসকল পরিবাহী ইলেকট্রন প্রবাহের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে তাদেরকে ইলেকট্রনীয় পরিবাহী বলে। সকল ধাতুতেই পর্যাপ্ত পরিমাণে মুক্ত ইলেকট্রন উপস্থিত থাকে। এজন্য, ধাতব পরিবাহীকে ইলেকট্রনীয় পরিবাহী বলে।

গ.উপরের কোষটি একটি তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ। এতে সংঘটিত বিক্রিয়া নিচে ব্যাখ্যা করা হলো–
চিত্রের কোষে বিগলিত CaF_2 আয়নিত অবস্থায় আছে এবং তড়িৎ পরিবহনে সক্ষম। কারণ CaF_2 একটি আয়নিক যৌগ। বিগলিত অবস্থায় CaF_2, Ca^{2+} ও F^- আয়ন উৎপন্ন করে যা নিম্নরূপে দেখানো যায়।

$$CaF_2 \longrightarrow Ca^{2+}(aq) + 2F^-(aq)$$

অ্যানোড ও ক্যাথোডের সাথে ব্যাটারির দুই প্রান্ত সংযুক্ত করা হলে অ্যানোডে জারণ সংঘটিত হয় এবং ফ্লোরাইড আয়ন ইলেকট্রন ত্যাগ করে ফ্লোরিন (F) পরমাণুতে পরিণত হয়। এরূপ দুটি ফ্লোরিন পরমাণু একে অপরের সাথে যুক্ত হয়ে ফ্লোরিন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

অ্যানোড বিক্রিয়া :

$$2F^-(aq) - 2e^- \longrightarrow 2F(\text{জারণ})$$

$$2F \longrightarrow F_{2(aq)}$$

অ্যানোডে দান করা ইলেকট্রনগুলো ক্যাথোডে যায় এবং ক্যালসিয়াম আয়নকে বিজারিত করে ক্যালসিয়াম ধাতু উৎপন্ন করে।

ক্যাথোডে বিক্রিয়া : $Ca^{2+} + 2e^- \longrightarrow Ca$ (বিজারণ)

ঘ.উদ্দীপকের কোষটিতে CaF_2 এর পরিবর্তে ব্রাইন দ্রবণ ব্যবহার করা হলে তড়িৎবিশ্লেষণে তড়িৎদ্বারে কী পদার্থ উৎপন্ন হবে তা নির্ভর করে তড়িৎদ্বারের প্রকৃতি এবং দ্রবণের ঘনমাত্রার উপর।
তড়িৎবিশ্লেষ্য হিসেবে ব্রাইন এবং অ্যানোড হিসেবে মারকারি ব্যবহৃত হল বিদ্যুৎ প্রবাহের সময় ঋণাত্মক সোডিয়াম ও হাইড্রোজেন আয়ন ক্যাথোডের দিকে আকৃষ্ট হয়। মারকারি তড়িৎদ্বারে হাইড্রোজেন আয়নের তুলনায় সোডিয়াম আয়নের বিজারিত হওয়ার প্রবণতা অনেক বেশি। তাই, ক্যাথোডে Na^+ আয়ন বিজারিত হয় এবং উৎপাদ সোডিয়াম মারকারিতে দ্রবীভূত হয়।

ক্যাথোডে বিক্রিয়া : $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$

$$Na + Hg \longrightarrow Na–Hg \text{ দ্রবণ}$$

Na – Hg দ্রবণ অন্য একটি পাত্রে পানি যোগ করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ও হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$Na - Hg + H_2O \longrightarrow NaOH + Hg + H_2$

প্রশ্ন–৬ ▸ অ্যালকেনের ১ম সদস্য 'A' এর অপূর্ণ দহনে বিষাক্ত গ্যাস উৎপন্ন হয়।

ক. মোলারিটি কাকে বলে? ১

খ. তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় তাপমাত্রা পরিবর্তনের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২

গ. C–H, O = O, H–O বন্ধন শক্তি যথাক্রমে 414, 498, 464 KJ/mole এবং উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে 890 KJ তাপশক্তি উৎপন্ন হলে, C = O বন্ধন শক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি স্বাস্থ্য, পরিবেশ ও অর্থনীতির জন্য ক্ষতিকর– বিশ্লেষণ কর। ৪

▸◂ ৬নং প্রশ্নের সমাধান ▸◂

ক.নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের মোলসংখ্যাকে দ্রবণের মোলারিটি বলে।

খ.তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থা বাম দিকে অগ্রসর হয় এবং বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থায় তাপমাত্রা হ্রাস করলে সাম্যাবস্থা ডান দিকে অগ্রসর হবে। যে সকল উভমুখী বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন হয় সে সকল বিক্রিয়ার সাম্যাবস্থার উপর তাপের প্রভাব থাকে। সুতরাং তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার উপর তাপমাত্রার পরিবর্তনের প্রভাব রয়েছে।

গ.উদ্দীপকে অ্যালকেনের ১ম সদস্য A তথা মিথেনের অপূর্ণ দহনে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ–

$CH_4(g) + 2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) + 2H_2O(g);\ \Delta H = -890\ kJ/mole$

বিক্রিয়ায় এক মোল C-H এবং দুই মোল O = O বন্ধন ভাঙে। এজন্য, প্রয়োজনীয় শক্তি = $414 + (2 \times 498) = 1410\ kJ/mole$ .....(i)

আবার, বিক্রিয়ায় এক মোল C = O এবং দুই মোল O-H বন্ধন সৃষ্টি হয়।

এতে উৎপাদিত শক্তি = [(C = O) + 2 (464)] kJ /mole

= [928 + (C = O)] kJ /mole..... (ii)

আমরা জানি, বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন, ΔH = (পুরাতন বন্ধন ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি– নতুন বন্ধন গঠিত হওয়ায় উৎপাদিত শক্তি)

বা, $890 = 1410 - [928 + (C = O)$

বা, $890 - 1410 + 928 = (C = O)$

$\therefore (C = O) = 408$ kJ /mole

সুতরাং, উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে $C = O$ বন্ধনশক্তি 408 kJ/mole।

ঘ.উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে উৎপাদ গ্যাস হলো CO_2 যা স্বাস্থ্য, পরিবেশ ও অর্থনীতির জন্য ক্ষতিকর। CO_2 গ্যাসের ক্ষতিকর প্রভাব নিচে বিশ্লেষণ করা হলো–

কার্বন ডাইঅক্সাইডকে গ্রিন হাউস গ্যাস বলা হয়। সালোকসংশ্লেষণ বিক্রিয়ায় বায়ুতে মিশে যাওয়া CO_2 গ্যাস ব্যবহৃত হয় বটে, কিন্তু, আমরা উদ্দিদকুলের নিধন করে আমাদের অত্যাধুনিক জীবন ব্যবস্থার চাহিদা মেটানোর জন্য জ্বালানির ব্যবহার বৃদ্ধি করছি। এতে করে বায়ুমণ্ডলে CO_2-এর পরিমাণ অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে যাচ্ছে। যদিও CO_2 বায়ুর অন্য উপাদানের সাথে বিক্রিয়া করে না। তবে, CO_2 গ্যাসের তাপ ধারণ–ক্ষমতা বেশি, অর্থাৎ CO_2 তাপ শোষণ করে তা ধরে রাখতে পারে।

আবার, CO_2 গ্যাস ওজনে ভারী হওয়ায় ভূপৃষ্ঠের কাছাকাছি অবস্থান করে। যার দরুণ দিনে দিনে পৃথিবীর তাপমাত্রা বেড়ে যাচ্ছে, যাকে বৈশ্বিক উষ্ণায়ন বলা হয়। CO_2 গ্যাসের এ ধরনের তাপমাত্রা বৃদ্ধির ঘটনা 'গ্রিন হাউস প্রভাব' বলে পরিচিত। বৈশ্বিক উষ্ণায়নের ফলে মেরু অঞ্চলের বরফ গলে পানিতে পরিণত হয়ে অনাকাঙ্ক্ষিত বন্যার সৃষ্টি করছে। তাছাড়া, CO_2 গ্যাস, বায়ুমণ্ডলের বিভিন্ন উপাদানের ভারসাম্য নষ্ট করে এসিডবৃষ্টি ও ফটোকেমিক্যাল ধোঁয়ার সৃষ্টি করছে। ফটোকেমিক্যাল ধোঁয়ার উপাদানসমূহ স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর মারাত্মক ক্ষতিকর প্রভাব ফেলে।

সুতরাং, বলা যায় যে, উদ্দীপকের মিথেনের দহন বিক্রিয়াটি স্বাস্থ্য, পরিবেশ ও অর্থনীতির জন্য মারাত্মক ক্ষতির কারণ।

প্রশ্ন – ৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন অণু গ্যাসীয় অবস্থায় বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। $H - H$, $Cl - Cl$ ও $C - Cl$ এর বন্ধন শক্তিসমূহ যথাক্রমে 435 kJ, 244 kJ ও 431 kJ।

ক. kJ কী? ১

খ. তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ΔH এর মান ঋণাত্মক হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার 300 kJ তাপ উৎপন্ন করতে কত গ্রাম ক্লোরিনের প্রয়োজন হবে তা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. 'উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি একটি তপোৎপাদী বিক্রিয়া'– উক্তিটির যথার্থতা যাচাই কর এবং তাপ রাসায়নিক সমীকরণের আলোকে সমীকরণটির তাৎপর্য লেখ। ৪

৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. kJ হলো আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে তাপ বা শক্তি বা কাজের একক।

খ. তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের বন্ধন ভাঙার প্রয়োজনীয় শক্তি উৎপাদের বন্ধন সৃষ্টিতে নির্গত শক্তি অপেক্ষা বেশি হয়। বিক্রিয়ায় তাপ নির্গত হলে স্বাভাবিকভাবেই উৎপাদের শক্তি বিক্রিয়কের শক্তির চেয়ে কম হয়ে যায়। অতএব, এক্ষেত্রে ΔH–এর মান অবশ্যই '–' হয়। এ কারণেই তাপোৎপাদী বিক্রিয়ায় ΔH–এর মান ঋণাত্মক।

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় হাইড্রোজেন ও ক্লোরিন অণু গ্যাসীয় অবস্থায় বিক্রিয়া করে হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$H - H + Cl - Cl \rightarrow 2H - Cl$$

দেখা যায়, বিক্রিয়ায় এক মোল $H-H$ এবং এক মোল $Cl-Cl$ বন্ধন ভাঙে। এজন্য, প্রয়োজনীয় শক্তি $= (435 + 244)kJ$

$= 679\ kJ.$

আবার, এ বিক্রিয়া দুই মোল $H-Cl$ বন্ধন সৃষ্টি হতে নির্গত শক্তি $= (431 \times 2)\ kJ. = 862\ kJ.$

এক্ষেত্রে উৎপন্ন তাপ $= (862 - 679)\ kJ = 183\ kJ$

এখন, 183kJ তাপ উৎপন্ন করতে ক্লোরিনের প্রয়োজন = 71g

$\therefore$ 300 kJ " " " " " $= \frac{71 \times 300}{183}$

$= 116.39g$

অর্থাৎ, উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় 300 kJ তাপ উৎপন্ন করতে 116.39g ক্লোরিনের প্রয়োজন।

ঘ. আমরা গ নং প্রশ্নের উত্তর থেকে পাই, বন্ধন ভাঙতে প্রয়োজনীয় শক্তি = 679 kJ এবং বন্ধন সৃষ্টিতে নির্গত শক্তি = 862 kJ। দেখা যায় যে, বন্ধন ভাঙার শক্তি < নতুন বন্ধন সৃষ্টিতে নির্গত শক্তি।

উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি একটি তাপোৎপাদী বিক্রিয়া। তাপোৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে ΔH এর মান সর্বদা ঋণাত্মক হয়ে থাকে।

এই বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে $\Delta H = (679 - 862)kJ = -183\ kJ.$ যেহেতু ΔH এর মান ঋণাত্মক তাই বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। বিক্রিয়াটি হলো–

$$H_2(g) + Cl_2(g) \rightarrow 2HCl(g);\ \Delta H = -183\ kJ$$

তাপ রাসায়নিক সমীকরণের আলোকে এ সমীকরণের তাৎপর্য হচ্ছে–

1 mole (= 2g) হাইড্রোজেন গ্যাস 1 mole (= 71g) ক্লোরিন গ্যাসের সাথে বিক্রিয়া করে 2 mole (= 73g) হাইড্রোজেন ক্লোরাইড গ্যাস উৎপন্ন করে। এ সময় 183kJ তাপ নির্গত হয়। এখানে তাপমাত্রার পরিবর্তন ΔH ঋণাত্মক বিধায় তাপ উদগীরণ বোঝায়।

প্রশ্ন –৮ ▶ নিচে একটি তাপ রাসায়নিক সমীকরণ দেওয়া হলো :

$$H_2 + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O$$

এখানে H–H, O=O এবং O–H এর বন্ধন শক্তির মান যথাক্রমে 435, 498 এবং 464kJ/mole.

ক. লবণ সেতু কী? ১

খ. ইলেকট্রোপ্লেটিংয়ের উদ্দেশ্য লিখ। ২

গ. উদ্দীপকে উৎপন্ন পদার্থটির তড়িৎবিশ্লেষণের ক্রিয়াকৌশল দেখাও। ৩

ঘ. উদ্দীপকে আলোচিত মানগুলো থেকে বিক্রিয়াটির ΔH এর মান হিসাব করে দেখাও। ৪

৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি তড়িৎবিশ্লেষ্য দ্রবণকে দুটি ভিন্ন পাত্রে নিয়ে পাত্রদ্বয়ের দ্রবণকে KCl এর সম্পৃক্ত দ্রবণপূর্ণ একটি বাঁকানো নল দ্বারা পরোক্ষভাবে সংযোগ করে দিলে তরল সংযোগ বিভব ন্যূনতম মানে হ্রাস পায়। এ যন্ত্রসজ্জাকে লবণ সেতু বলে।

খ. ইলেকট্রোপ্লেটিংয়ের উদ্দেশ্য নিম্নরূপ :

i. জলবায়ু ও অক্সিজেনের বিক্রিয়া থেকে লোহা, পিতল ইত্যাদি ধাতু বা ধাতু সংকরের তৈরি জিনিসকে রক্ষা করা।

ii. ধাতব পদার্থের স্থায়িত্ব ও সৌন্দর্য বৃদ্ধি করা।

গ. উদ্দীপকে উৎপন্ন পদার্থ হলো পানি যাকে তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষের মাধ্যমে ভাঙা যায়।

পানির বিশ্লেষণের জন্য যে তড়িৎ রাসায়নিক কোষ ব্যবহৃত হয়, তাতে রাসায়নিকভাবে নিষ্ক্রিয় ধাতুর অ্যানোড ও ক্যাথোড ব্যবহার করা হয়। সাধারণত ধাতব প্লাটিনামের (Pt) পাত অ্যানোড ও ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়। সালফিউরিক এসিড দ্বারা সামান্য অম্লীয় পানির দ্রবণ তৈরি করে ততে প্লাটিনাম অ্যানোড ও ক্যাথোডের মাধ্যমে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে নিম্নোক্ত অর্ধকোষ বিক্রিয়া সংঘটিত হয়।

অ্যানোড বিক্রিয়া : $2H_2O_{(1)} \rightarrow O_{2(g)} + 4H^+(aq) + 4e^-$

অ্যানোড বিক্রিয়া : $\dfrac{4H^+(aq) + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)}{2H_2O_{(1)} \rightarrow 2H_{2(g)} + O_{2(g)}}$

অ্যানোডে পানির অণু জারিত হয়ে অক্সিজেন গ্যাস, হাইড্রোজেন আয়ন (প্রোটন) ও ইলেকট্রন তৈরি করে। অন্যদিকে, ক্যাথোডে হাইড্রোজেন আয়ন বিজারিত হয়ে হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়। প্রকৃতপক্ষে, অ্যানোডে উৎপন্ন হাইড্রোজেন আয়ন দ্রবণের মধ্য দিয়ে ও ইলেকট্রন তারের মাধ্যমে ক্যাথোডে পৌঁছায়। এখানে উল্লেখ্য যে, বিক্রিয়ায় সালফিউরিক এসিডের কোনো পরিবর্তন হয় না। H_2SO_4 শুধু দ্রবণের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ পরিবাহিতার কাজ করে।

ঘ. উদ্দীপকে আলোচিত মানগুলো থেকে বিক্রিয়াটির ΔH এর মান হিসাব করা যায়।

$H_2 + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow H_2O$ বিক্রিয়াটিকে নিম্নরূপে প্রকাশ করা যায়।

$$H–H + \frac{1}{2}(O = O) \rightarrow H–O–H$$

বিক্রিয়া থেকে দেখা যায় 1 mole H–H বন্ধন ও $\frac{1}{2}$ mole O = O বন্ধন ভেঙে 2 mole O–H বন্ধন গঠিত হয়।

1 mole H–H বন্ধন ভাঙনে শোষিত শক্তি = 435 kJ

$\frac{1}{2}$ mole O = O বন্ধন ভাঙনে শোষিত শক্তি $= \frac{498}{2}$ kJ = 249 kJ

বন্ধন ভাঙনে মোট শোষিত শক্তি = (435 + 249)kJ = 684 kJ

2টি O–H বন্ধন গঠনে (464 × 2) kJ = 928 kJ শক্তি নির্গত হয়।

দেখা যায় যে, বন্ধন ভাঙনে শোষিত শক্তি < বন্ধন গঠনে নির্গত শক্তি যেহেতু বিক্রিয়াটি তাপোৎপাদী। অর্থাৎ ΔH ঋণাত্মক।

$\therefore \Delta H = (684 – 928)$ kJ

$\therefore \Delta H = – 244$ kJ

সুতরাং, বিক্রিয়াটির ΔH এর নির্ণেয় মান– 244 kJ।

প্রশ্ন –৯ ▶ নিচের বিক্রিয়াটি লক্ষ করে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$CH_3Cl + Cl_2 = CH_2Cl_2 + HCl$ এ বিক্রিয়ায় C–H, C–Cl, Cl–Cl এবং H–Cl এর বন্ধন শক্তি যথাক্রমে 415, 327, 244 এবং 431 kJ/mole।

ক. বিক্রিয়া তাপ কী? ১

খ. গ্যালভানিক কোষ বলতে কী বুঝ? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটির ΔH এর মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার আলোকে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপশক্তির পরিবর্তনের কারণ আলোচনা কর। ৪

৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় পরিবর্তিত তাপকে বিক্রিয়া তাপ বলে।

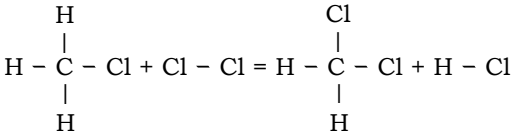
খ. যে তড়িৎ রাসায়নিক কোষে তড়িৎদ্বারে বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে, অর্থাৎ বিক্রিয়া সংঘটনের জন্য বাইরের থেকে শক্তির দরকার হয় না এবং রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎশক্তিতে পরিণত হয়, তাকে গ্যালভানিক কোষ বলে।

ড্যানিয়াল কোষ একটি গ্যালভানিক কোষ। ড্যানিয়াল কোষে ক্যাথোড হিসেবে $Cu/Cu^{2+}(aq)$ ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার ও অ্যানোড হিসেবে $Zn/Zn^{2+}(aq)$ ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার নিয়ে গঠিত।

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি হলো :

$CH_3Cl + Cl_2 = CH_2Cl_2 + HCl$

বন্ধন দেখিয়ে বিক্রিয়াটিকে নিম্নরূপে দেখানো যায় :



এই বিক্রিয়ায় এক মোল C−H বন্ধন এবং এক মোল Cl−Cl বন্ধন ভাঙে। আবার, একই সাথে এক মোল C−Cl এবং এক মোল H−Cl বন্ধন গঠিত হয়। এক মোল C−H বন্ধন এবং এক মোল Cl−Cl বন্ধন ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় মোটশক্তি = (415 + 244) কিলোজুল = 659 কিলোজুল। এক মোল C−Cl ও এক মোল H−Cl নতুন বন্ধন গঠিত হওয়ায় নির্গত মোট শক্তি = (327 + 431) কিলোজুল = 758 কিলোজুল।

অতএব, বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন, ΔH = পুরাতন বন্ধন ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় মোট শক্তি — নতুন বন্ধন গঠিত হওয়ায় নির্গত মোট শক্তি = (659 - 758) কিলোজুল = − 99 কিলোজুল।

অর্থাৎ বিক্রিয়ায় ΔH এর মান 99 কিলোজুল

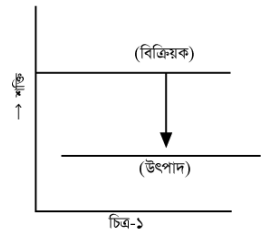
ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটি তাপউৎপাদী। কারণ তাপ উৎপাদী বিক্রিয়ায় ΔH এর মান ঋণাত্মক হয়।

সুতরাং, উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক CH_3Cl ও Cl_2 এর মধ্যে মোট স্থিত রাসায়নিক শক্তি উৎপাদিত যৌগ CH_2Cl_2 ও HCl এর মধ্যস্থিত রাসায়নিক শক্তির চেয়ে বেশি। অর্থাৎ বিক্রিয়কের মধ্যে স্থিত মোট রাসায়নিক শক্তি নতুন যৌগ গঠনে ব্যয় হওয়ার পর অতিরিক্ত অংশ তাপ হিসেবে বের হয়।

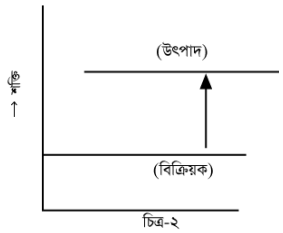
∴ নির্গত তাপশক্তি = উৎপাদ যৌগসমূহের মোট শক্তি (E_2) – বিক্রিয়ক যৌগসমূহের মোট শক্তি (E_1)

সুতরাং, বিক্রিয়া সংগঠিত হওয়ার সময় বিক্রিয়কের শক্তি থেকে উৎপাদ গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি ব্যয় হওয়ার পর অতিরিক্ত শক্তি তাপশক্তি রূপে বের হয়।

প্রশ্ন –১০ ▶ নিচের চিত্র লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র-১



চিত্র-২

ক. 1 mole মিথেন পোড়ালে কত শক্তি পাওয়া যায়? ১

খ. বৈশ্বিক উষ্ণায়ন কী? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ার শক্তিচিত্র ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. চিত্র–১ চিত্র–২ এর চেয়ে স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে– উক্তিটি বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. 1 mole মিথেন গ্যাস পোড়ালে 891000 জুল শক্তি পাওয়া যায়।

খ. জীবাশ্ম জ্বালানি অব্যাহত হারে পোড়ানোর ফলে বায়ুমণ্ডলে CO_2 গ্যাস বাড়ছে। CO_2 গ্যাসের তাপ ধারণক্ষমতা বেশি বলে বায়ুমণ্ডলে CO_2 তাপ শোষণ করে তা ধরে রাখছে। CO_2 গ্যাস ওজনে ভারী হওয়ায় পৃথিবী পৃষ্ঠের কাছাকাছি অবস্থান করে। এতে দিন দিন পৃথিবীর তাপমাত্রা বেড়ে যাচ্ছে, যাকে বৈশ্বিক উষ্ণায়ন বলা হয়।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত চিত্র–১ তাপোৎপাদী এবং চিত্র–২ তাপহারী বিক্রিয়া।

তাপউৎপাদী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মোটশক্তি (E_1) উৎপাদের মোট শক্তি (E_2) অপেক্ষা বেশি হয়, অর্থাৎ $E_1 > E_2$। বিক্রিয়া সংগঠিত হওয়ার সময় বিক্রিয়কের শক্তি থেকে উৎপাদ গঠনের জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি ব্যয় হওয়ার পর অতিরিক্ত শক্তি তাপশক্তি রূপে বের হয়।

অন্যদিকে, তাপহারী বিক্রিয়ার শক্তিচিত্র তাপউৎপাদী বিক্রিয়ার উল্টো। তাপহারী বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে বিক্রিয়কের মোট শক্তি (E_1) উৎপাদের মোট শক্তি (E_2) অপেক্ষা কম হয়, অর্থাৎ $E_1 < E_2$। এক্ষেত্রে

বিক্রিয়কের মোট শক্তি উৎপাদের শক্তির তুলনায় কম থাকায় বিক্রিয়া সংগঠিত হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় শক্তি পরিবেশ থেকে শোষণ করে। সে কারণে তাপহারী বিক্রিয়া ঘটলে বিক্রিয়া মিশ্রণের তাপমাত্রা কমতে দেখা যায় অথবা বিক্রিয়া সংগঠিত করার জন্য তাপ দিতে হয়। তাই, চিত্র–১ তাপোৎপাদী বিক্রিয়া এবং চিত্র–২ হলো তাপহারী বিক্রিয়া।

ঘ. উদ্দীপকের চিত্র–১ এ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে।

যে বিক্রিয়ায় তাপশক্তি উৎপন্ন হয় এবং বিক্রিয়া অঞ্চলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় তাকে তাপোৎপাদী বিক্রিয়া বলে। এ ধরনের বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কসমূহ একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ শক্তি ছেড়ে দিয়ে উৎপাদে পরিণত হয়। এতে বিক্রিয়ক অপেক্ষা উৎপাদের তাপ ধারণ ক্ষমতা কমে যায় এবং উৎপাদের স্থিতিশীলতা বেড়ে যায়। বিক্রিয়ক অপেক্ষা উৎপাদের তাপ ধারণ ক্ষমতা কমে গেলে বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হয়।

চিত্র–২ ধরনের বিক্রিয়ায় তাপশক্তির শোষণ ঘটে বলে বিক্রিয়া অঞ্চলের তাপমাত্রা হ্রাস পায়। বিক্রিয়ায় ΔH এর মান ধনাত্মক হয় এবং বিক্রিয়া সংঘটনের জন্য বাইরের থেকে তাপ সরবরাহ করতে হয়। তাই তাপহারী বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে না।

যে বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের অভ্যন্তরীণ শক্তি উৎপাদের চেয়ে বেশি হয়, সে বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্ত হবে। তাই, চিত্র–১ স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে।

প্রশ্ন –১১ ▶ নিচের বিক্রিয়াদ্বয় লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

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

ii. $N_2(g) + O_2(g) \longrightarrow 2NO(g)-180.6kJ\ mol^{-1}$

ক. তাপের পরিবর্তন কী? ১

খ. কীভাবে রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়? ২

গ. উদ্দীপকের প্রথম বিক্রিয়ায় বিক্রিয়কের প্রতিগ্রাম দহনে কত কিলোজুল তাপশক্তি পাওয়া যায়? ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াদ্বয়ের ভৌত ধর্মের তুলনামূলক আলোচনা কর। ৪

▶◀ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় বিক্রিয়ক ও উৎপাদের বন্ধন ভাঙা গড়ার নীট শক্তির ফলাফলকে তাপের পরিবর্তন বলে।

খ. তড়িৎ রাসায়নিক কোষে জারণ–বিজারণ বিক্রিয়া তথা ইলেকট্রন আদান প্রদানের মাধ্যমে রাসায়নিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

তড়িৎ রাসায়নিক কোষে জারণ–বিজারণ বিক্রিয়ার মাধ্যমে ইলেকট্রনের স্থানান্তর ঘটে। এতে রাসায়নিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

গ. উদ্দীপকের প্রথম বিক্রিয়ায় কার্বনের দহনের ফলে তাপশক্তি নির্গত হয়।

$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g);\ \Delta H = -393.5\ kJmol^{-1}$

C এর পারমাণবিক ভর = 12

∴ 12g কার্বন দহনে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ = 393.5 kJ

∴ 1g কার্বন দহনে উৎপন্ন তাপের পরিমাণ = $\frac{393.5}{12}$ kJ

= 32.79 kJ

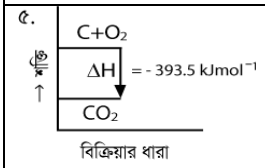
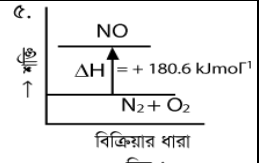
অর্থাৎ উৎপন্ন তাপের পরিমাণ 32.79 kJ।

ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়াদ্বয়ের একটি তাপোৎপাদী এবং অন্যটি তাপহারী।

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

ii. $N_2(g) + O_2(g) \rightarrow 2NO\ (g) - 180.6 kJmol^{-1}$

এদের প্রথমটি তাপোৎপাদী এবং পরেরটি তাপহারী। এদের তুলনা নিম্নরূপ :

	i. নং বিক্রিয়া	**ii. নং বিক্রিয়া**
১.	তাপের পরিবর্তন বা ΔH ঋণাত্মক।	তাপের পরিবর্তন বা ΔH ধনাত্মক।
২.	বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে।	বিক্রিয়াটি স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে না।
৩.	বিক্রিয়া অঞ্চলের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।	বিক্রিয়া অঞ্চলের তাপমাত্রা হ্রাস পায়।
৪.	বিক্রিয়ক অপেক্ষা উৎপাদের তাপ ধারণ ক্ষমতা কম।	বিক্রিয়ক অপেক্ষা উৎপাদের তাপ ধারণ ক্ষমতা বেশি।
৫.	 চিত্র-১	 চিত্র-২

প্রশ্ন –১২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দিনে দিনে পৃথিবীর তাপমাত্রা বেড়ে যাচ্ছে। যাকে বৈশ্বিক উষ্ণায়ন বলা হয়। এর জন্য ফটোক্যামিক্যাল ধোঁয়াকে প্রধানত দায়ী করা হয়।

ক. এসিড বৃষ্টি সৃষ্টি হয় কোন গ্যাসের কারণে? ১

খ. এসিড বৃষ্টি আমাদের জন্য ক্ষতিকর কেন? ২

গ. উদ্দীপকের ঘটনাটি বর্ণনা কর। ৩

ঘ. উক্ত ধোঁয়া থেকে মুক্ত থাকার জন্য আমাদের কী কী পদক্ষেপ গ্রহণ করা উচিত বলে তুমি মনে কর। ৪

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. এসিড বৃষ্টি সৃষ্টি হয় সালফার ডাইঅক্সাইড গ্যাসের কারণে।

খ. এসিড বৃষ্টি উদ্দিদ, প্রাণী, দালানকোঠা ও যন্ত্রপাতির জন্য ক্ষতিকর।

এসিড বৃষ্টিতে মিশে থাকা সালফিউরিক এসিড মৎস্য সম্পদের জন্য ক্ষতিকর। এমনকি মানুষের প্রাণহানিও ঘটতে পারে। এসিড বৃষ্টি পরিবেশ ও স্বাস্থ্যের জন্য ঝুঁকিপূর্ণ। এ কারণেই এসিড বৃষ্টি আমাদের জন্য ক্ষতিকর।

গ. উদ্দীপকের ঘটনাটি হলো বৈশ্বিক উষ্ণায়ন, যা অতিরিক্ত CO_2 এর কারণে বৃদ্ধি পাচ্ছে।

আমরা আধুনিক জীবনব্যবস্থার চাহিদা মেটাতে গিয়ে জ্বালানির ব্যবহার বৃদ্ধি করছি। এতে করে দিনে দিনে বায়ুমন্ডলে CO_2 এর পরিমাণ অস্বাভাবিকভাবে বেড়ে যাচ্ছে। যদিও CO_2 বায়ুর অন্য উপাদানের সাথে বিক্রিয়া করে না, তবে CO_2 গ্যাসের তাপ ধারণক্ষমতা বেশি, অর্থাৎ CO_2 তাপ শোষণ করে তা ধরে রাখতে পারে। আবার, CO_2 গ্যাস ওজনে ভারী হওয়ায় পৃথিবীপৃষ্ঠের কাছাকাছি অবস্থান করে। এতে করে দিনে দিনে পৃথিবীর তাপমাত্রা বেড়ে যাচ্ছে, যাকে বৈশ্বিক উষ্ণায়ন বলা হয়।

CO_2 গ্যাসের এ ধরনের তাপমাত্রা বৃদ্ধির ঘটনা 'গ্রিন হাউজ প্রভাব' বলে পরিচিত এবং CO_2–কে গ্রিন হাউজ গ্যাস বলা হয়। বৈশ্বিক উষ্ণায়নের ফলে মেরু অঞ্চলের বরফ গলে পানিতে পরিণত হয়ে অনাকাঙ্ক্ষিত বন্যার সৃষ্টি করছে।

ঘ. উক্ত ধোঁয়া হলো ফটোকেমিক্যাল ধোঁয়া যার ক্ষতিকর প্রভাব থেকে মুক্ত থাকার জন্য আমাদের সচেতন থাকা উচিত।

জ্বালানিকে পুড়িয়ে তাপ উৎপন্ন করার সময় এ থেকে নির্গত ধোঁয়ায় CO, N_2O ও অব্যবহৃত গ্যাসীয় জ্বালানি (মিথেন) বায়ুতে মিশে সূর্যের আলোর উপস্থিতিতে নানা রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে বিভিন্ন বিষাক্ত গ্যাসের ধোঁয়ার সৃষ্টি করে। একে ফটোক্যামিক্যাল ধোঁয়া বলে। এ থেকে মুক্ত থাকার জন্য আমাদের নিম্নরূপ পদক্ষেপ গ্রহণ করা উচিত–

১. কলকারখানা বা শিল্পাঞ্চল আবাসিক এলাকা থেকে দূরে স্থাপন করা উচিত।

২. কল কারখানা থেকে নির্গত বিষাক্ত গ্যাসকে পরিস্রুত করে পরিবেশে ত্যাগ করতে হবে।

৩.চুল্লি বা কলকারখানা থেকে নির্গত ধোঁয়া ভূমি থেকে যতদূর সম্ভব উপরে নিষ্কাশনের ব্যবস্থা করা দরকার।

৪. যানবাহনে ভেজালমুক্ত, বিশুদ্ধ জ্বালানি ব্যবহার করতে হবে।

৫.বনজ সম্পদ ধ্বংস প্রতিরোধ করতে হবে। অধিকহারে গাছ লাগানোর ক্ষেত্রে জনসাধারণকে উৎসাহিত করতে হবে।

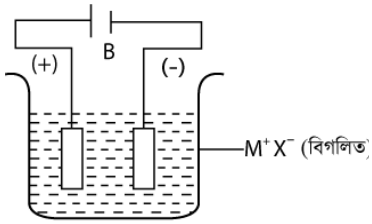
৬. জমিতে জৈব সারের ব্যবহার বৃদ্ধি করতে হবে।

৭. জীবাশ্ম জ্বালানির ব্যবহার হ্রাস করতে হবে।

৮. মোটরযানে CNG এর ব্যবহার বৃদ্ধি করতে হবে।

৯. পরিবেশ দূষণ আইনের যথাযথ প্রয়োগ ঘটাতে হবে।

প্রশ্ন –১৩ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র : তড়িৎ বিশ্লেষ্য কোষ

ক. ফসিল ফুয়েল কী? ১

খ. নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকের বিগলিত পদার্থ কি তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. 'উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় তড়িৎশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়'– উক্তিটির যথার্থতা প্রমাণ কর। ৪

▶◀ ১৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. খনিতে যে জ্বালানি পাওয়া যায় তাকে ফসিল ফুয়েল বা জীবাশ্ম জ্বালানি বলে।

খ. যে বিক্রিয়ার মাধ্যমে উচ্চ গতিসম্পন্ন কোনো কণিকার আঘাতে ভারী নিউক্লিয়াস ভেঙে ক্ষুদ্রতম নিউক্লিয়াস অথবা উচ্চ তাপমাত্রার প্রভাবে ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে অপেক্ষাকৃত বড় নিউক্লিয়াসে পরিণত হয় এবং বিপুল পরিমাণ তাপ শক্তি নির্গত হয় তাকে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া বলে। এ বিক্রিয়ায় নতুন নতুন মৌল সৃষ্টি হয়।

গ. উদ্দীপকের পদার্থ তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ।

যেসব পদার্থ বিগলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ পরিবহন করতে পারে অর্থাৎ যাদের তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে তার উপাদান আলাদা করা যায় তাদেরকে তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ বলে। যেমন : বিগলিত NaCl তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ। সাধারণত আয়নিক যৌগসমূহ তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ।

উদ্দীপকের বিগলিত পদার্থ হলো M^+X^-। এর ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে ক্যাথোডে ধনাত্মক আয়ন এবং অ্যানোডে ঋণাত্মক আয়ন গমন করে চার্জমুক্ত হবে। এর ফলে ধাতু এবং অধাতু আলাদা হয়ে যাবে।

ঘ. উদ্দীপকের কোষ একটি তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষ। এ কোষে রয়েছে অ্যানোড ও ক্যাথোড এবং তড়িৎবিশ্লেষ্য হিসেবে রয়েছে বিগলিত M^+X^-। এখানে ব্যাটারির মাধ্যমে তড়িৎ চালনা করে M^+X^- যৌগকে ধাতু (M) এবং অধাতু (X) আলাদা করা হয়েছে। এক্ষেত্রে ব্যাটারির মাধ্যমে তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের মধ্যে ইলেকট্রন সরবরাহ করে তড়িৎ শক্তিকে রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তর করা হয়েছে।

তড়িৎবিশ্লেষ্য কোষের অ্যানোড ধনাত্মক তড়িৎদ্বার M^+ ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে এবং X^- অ্যানোডে ইলেকট্রন ছেড়ে দিয়ে চার্জমুক্ত হয়। এর ফলে বর্তনীর সংযোগ পূর্ণ হয় এবং তড়িৎশক্তির রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তর ঘটে।

$2MX \xrightarrow{\triangle} 2M^+ + 2X^-$

অ্যানোডে জারণ বিক্রিয়া : $2X^- \longrightarrow X_2 + 2e^-$

[X কে হ্যালোজেন ধরে]

ক্যাথোডে বিজারণ বিক্রিয়া : $2M^+ + 2e^- \longrightarrow 2M$

অতএব, "উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় তড়িৎশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়"– উক্তিটি যথার্থ।

প্রশ্ন –১৪ ▶ নিচের বিক্রিয়া দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$C(s) + O_2(g) \rightarrow A +$ তাপ
অল্প পরিমাণ

$C(s) + O_2(g) \rightarrow B +$ তাপ
অতিরিক্ত

ক. পেট্রোলিয়াম কী? ১

খ. জ্বালানিতে N এবং S মৌল থাকলে কী সমস্যা হয়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. B কীভাবে Global Warming–এ ভূমিকা রাখে? ৩

ঘ. 'উদ্দীপকের B গ্যাস জীবন বাঁচাতে এবং A গ্যাস জীবন ধ্বংসে সহায়তা করে'–উক্তিটির যথার্থতা প্রমাণ কর। ৪

▶◀ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. খনিতে তরল জ্বালানি হিসেবে যে পদার্থ পাওয়া যায় তাকে পেট্রোলিয়াম বলে।

খ. জ্বালানিতে N এবং S মৌল থাকলে একে দহনের ফলে বায়ুতে CO_2 এর সাথে উপজাত হিসেবে ক্ষতিকর SO_2, SO_3 এবং NO_2 রূপে বিমুক্ত হয়।

আমরা জ্বালানি হিসেবে যা ব্যবহার করছি তা পোড়ানোর ফলে CO_2 এবং জলীয়বাষ্প বায়ুতে বিমুক্ত হয়। উদ্দিদ CO_2 গ্রহণ করায় বায়ুতে CO_2 এর পরিমাণের তেমন কোন পরিবর্তন হয় না। তবে NO_2 ও SO_2 উপজাত গ্যাসগুলো এসিড বৃষ্টি সৃষ্টি করে যা পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ।

গ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় বিক্রিয়ায় অতিরিক্ত অক্সিজেন ব্যবহার করায় কার্বন পুরোপুরি পুড়ে CO_2 এ পরিণত হয়।

$C(s) + O_2$ (অতিরিক্ত) $\rightarrow CO_2$

সুতরাং উদ্দীপকের B গ্যাস হলো CO_2। উদ্দিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO_2 ব্যবহার করার পর যদি বায়ুতে অধিক পরিমাণ CO_2 থেকে যায় তাহলে সেটা পরিবেশের জন্য ক্ষতির কারণ হতে পারে। বর্তমানে CO_2 এর নিঃসরণ বেড়ে যাচ্ছে এবং সেই সাথে বনভূমির পরিমাণ কমে যাচ্ছে। এতে করে বায়ুতে CO_2 এর আনুপাতিক পরিমাণ বেড়ে যাচ্ছে। বায়ুতে CO_2 বেড়ে গেলে পৃথিবীর তাপমাত্রা বাড়তে থাকবে। কারণ, CO_2 সূর্য থেকে আগত রশ্মি ধরে রেখে পৃথিবীর তাপমাত্রার ভারসাম্য রক্ষা করে। কিন্তু বায়ুতে CO_2 এর আধিক্যের কারণে পৃথিবীর তাপমাত্রা বেড়ে যেতে পারে।

এভাবে B গ্যাস Global Warming-এ ভূমিকা রাখে।

ঘ. উদ্দীপকের A গ্যাসটি হলো CO।

স্বল্প অক্সিজেনে কার্বন দহন করলে কার্বন পুরোপুরি পুড়ে না। কার্বনের আংশিক দহনের ফলে বায়ুতে প্রচুর পরিমাণে CO গ্যাস উৎপন্ন হয়। অন্যদিকে B গ্যাস হলো CO_2। এ দুইটি গ্যাসের ভূমিকা বিপরীতমুখী। CO_2 আমাদের জীবন বাঁচাতে মুখ্য ভূমিকা পালন করে।

উদ্দিদ CO_2, H_2O এবং সৌরশক্তি ব্যবহার করে ক্লোরোফিলের সাহায্যে গ্লুকোজ তৈরি করে। এ গ্লুকোজ বা শর্করা আমরা প্রাণিকুল খাবার হিসেবে গ্রহণ করে বেঁচে থাকি। উদ্দিদ যদি CO_2 ব্যবহার করে শর্করা না তৈরি করত তাহলে পৃথিবীতে আমাদের বেঁচে থাকা সম্ভব হতো না।

অন্যদিকে, CO একটি নীরব ঘাতক। বায়ু থেকে শ্বাস–প্রশ্বাসের মাধ্যমে যদি CO গ্রহণ করা হয় তাহলে দেহে অক্সিজেন পরিবহনে ব্যাঘাত সৃষ্টি করে। কেননা, CO রক্তের হিমোগ্লোবিনের সাথে বিক্রিয়া করে কার্বক্সিহিমোগ্লোবিন নামক জটিল যৌগ গঠন করে। এতে করে হৃদযন্ত্রের ওপর বাড়তি চাপ সৃষ্টি হয়। এতে হৃদরোগ হওয়ার সম্ভাবনা রয়েছে। ফুসফুস ক্ষতিগ্রস্ত হয়।

অতএব, উদ্দীপকের B গ্যাস জীবন বাঁচাতে এবং A গ্যাস জীবন ধ্বংসে সহায়তা কর।

প্রশ্ন –১৫ ▶ নিচের বিক্রিয়াটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শ্বেতসার $\xrightarrow{\text{গাঁজন}}$ X + CO_2

ক. পৃথিবীর সকল শক্তির উৎস কী? ১

খ. মোম পোড়ালে কী ঘটে? ২

গ. উদ্দীপকের X থেকে কীভাবে বিদ্যুৎ শক্তি পাওয়া যায়? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. 'উদ্দীপকের গ্যাস থেকে পুনরায় বিক্রিয়ক উৎপাদন জীবের বেঁচে থাকার জন্য অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ'–উক্তিটির যথার্থতা প্রমাণ কর। ৪

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পৃথিবীর সকল শক্তির উৎস সূর্য।

খ. মোম বায়ুর অক্সিজেনে পোড়ালে তাপ এবং আলো পাওয়া যায়।

মোম একটি উচ্চ আণবিক ভরবিশিষ্ট হাইড্রোকার্বন। যা পোড়ালে প্রথমে এর গলন হয় যা ভৌত পরিবর্তন। এরপর মোমের জ্বলন হয় যা রাসায়নিক পরিবর্তন। মূলত আমরা জ্বলন্ত মোম থেকে তাপ ও আলোক শক্তি পেয়ে থাকি।

মোম + $O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$ + শক্তি (তাপ + আলো)

গ. উদ্দীপকের X যৌগটি হলো ইথানল।

শ্বেতসার $\xrightarrow{\text{গাঁজন}} CH_3CH_2OH + CO_2$

ইথানল থেকে দুইভাবে বিদ্যুৎ শক্তি পাওয়া যায়। যথা :

i. সরাসরি জ্বালানির সাথে পুড়িয়ে।

ii. ফুয়েল সেলে জ্বালানি হিসেবে ব্যবহার করে।

ফুয়েল সেল হলো আধুনিক ও নতুন প্রজন্মের প্রযুক্তিখাত সেল। যেখানে ইথানল থেকে সরাসরি বিদ্যুৎশক্তি পাওয়া যায়। এভাবে প্রাপ্ত বিদ্যুৎ শক্তি বিভিন্ন উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা যায়। একসময় জীবাশ্ম জ্বালানি নিঃশেষ হয়ে যাবে। তখন নতুন প্রজন্মের জ্বালানি চাহিদার মুখ্য ভূমিকা পালন করবে ফুয়েল সেল। ফুয়েল সেলে ইথানলকে অ্যানোডে জারিত এবং অক্সিজেনকে ক্যাথোডে বিজারিত করা হয়। এতে অ্যানোড থেকে ক্যাথোডে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হলে বিদ্যুৎশক্তি পাওয়া যায়।

এভাবে আমরা ইথানল থেকে বিদ্যুৎ শক্তি পেয়ে থাকি।

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় শর্করাকে গাঁজন করে ইথানল ও CO_2 এ রূপান্তর করা হয়। এভাবে প্রাপ্ত ইথানলকে বিভিন্ন উদ্দেশ্যে ব্যবহার করা হয়। এ বিক্রিয়ায় উপজাত হিসেবে উৎপন্ন CO_2 গ্যাস

পরিবেশের জন্য অত্যন্ত জরুরি। কেননা, উদ্দিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় CO_2, H_2O এবং সূর্যালোক ব্যবহার করে ক্লোরোফিলের সাহায্যে গ্লুকোজ তথা শর্করা উৎপাদন করে।

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{সূর্যালোক}} C_6H_{12}O_6 + O_2$$

এ বিক্রিয়ায় উৎপন্ন শর্করা খেয়ে আমরা বেঁচে থাকি। আবার আমাদের শ্বাস–প্রশ্বাস ও শর্করা থেকে তাপশক্তি পেতে অক্সিজেন অপরিহার্য। তাই আলোচ্য বিক্রিয়াটি অত্যন্ত গুরুত্বপূর্ণ বিক্রিয়া। কেননা এ বিক্রিয়ার কল্যাণেই পৃথিবীর সমস্ত প্রাণী বেঁচে আছে।

প্রশ্ন –১৬ ▶ নিচের তড়িৎদ্বারদ্বয় লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$M/M^{2+}(aq)$ এবং $N^{2+}(aq)/N$

M এর সক্রিয়তা N অপেক্ষা বেশি।

ক. কোন জ্বালানি আমাদের চাহিদার সিংহভাগ যোগান দেয়? ১

খ. চুলোয় মিথেন গ্যাস পোড়ানো হলে কী ধরনের পরিবর্তন ঘটে? ২

গ. উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারের বিক্রিয়াগুলো লেখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারের সমন্বয়ে গঠিত কোষে তড়িৎ উৎপাদন সম্ভব কিনা– বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ১৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. জীবাশ্ম জ্বালানি আমাদের চাহিদার সিংহভাগ যোগান দেয়।

খ. চুলোয় মিথেন গ্যাস পোড়ানো হলে রাসায়নিক পরিবর্তন ঘটে।

মিথেন গ্যাস দাহ্য পদার্থ। একে বায়ুর অক্সিজেনে দহন করলে CO_2, H_2O এবং শক্তি উৎপন্ন হয়।

$$CH_4 + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O + \text{শক্তি}$$

যেহেতু এ বিক্রিয়ায় নতুন যৌগ উৎপন্ন হয়েছে সেহেতু এটি একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত তড়িৎদ্বার দুটি হলো $M/M^{2+}(aq)$ এবং $N^{2+}(aq)/N$। এদের মধ্যে প্রথমটি অ্যানোড এবং দ্বিতীয় ক্যাথোড হিসেবে কাজ করে। অ্যানোডে জারণ হয় এবং ক্যাথোডে বিজারণ হয়।

কোনো রাসায়নিক কোষের যেখানে জারণ–বিজারণ বিক্রিয়া সংঘটিত হয় তাকে তড়িৎদ্বার বলে। যেখানে জারণ ঘটে তাকে অ্যানোড আর যেখানে বিজারণ ঘটে তাকে ক্যাথোড বলে।

উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারে নিম্নোক্ত বিক্রিয়াগুলো হয়।

অ্যানোডে জারণ বিক্রিয়া : $M - 2e^- \longrightarrow M^{2+}$

ক্যাথোডে বিজারণ বিক্রিয়া : $N^{2+} + 2e^- \longrightarrow N$

ঘ. উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারের সমন্বয়ে গঠিত কোষে তড়িৎ উৎপাদন সম্ভব।

উদ্দীপকের তড়িৎদ্বার দুটি থেকে বিদ্যুৎ পেতে হলে এদেরকে একটি লবণ সেতুর মাধ্যমে সংযোগ দিতে হবে। আমরা কোষটিকে নিম্নোক্তভাবে উপস্থাপন করতে পারি–

$M/M^{2+}(aq) \parallel N^{2+}(aq)/N$

এখানে পূর্ণাঙ্গ কোষ বিক্রিয়া দাঁড়ায় –

$M + N^{2+} \rightleftharpoons M^{2+} + N$

এখানে যেহেতু M এর সক্রিয়তা N অপেক্ষা বেশি তাই M থেকে ইলেকট্রন N^{2+} তে স্থানান্তরিত হবে। এর ফলে অ্যানোড থেকে ক্যাথোডের দিকে ইলেকট্রন প্রবাহ সৃষ্টি হবে এবং বিদ্যুৎ প্রবাহ পাওয়া যাবে।

যেহেতু কোষ বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে, তাই উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারের সঠিক সংযোগের ফলে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হবে।

প্রশ্ন –১৭ ▶ নিচের বিক্রিয়াদ্বয় লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

i. U-235 + নিউট্রন $\rightarrow$ Sr-90 + Xe−143 + নিউট্রন (3টি); $\Delta H_1 = 2 \times 10^{13}\ J\ mol^{-1}$

ii. $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(l)$; $\Delta H_2 = -285850\ J\ mol^{-1}$

? ক. বিদ্যুৎ পরিবাহী কী? ১

খ. নিউক্লিয়ার ফিসন বলতে কী বোঝ? ২

গ. প্রথম বিক্রিয়ায় দ্বিতীয় বিক্রিয়ার তাপ পেতে কত মোল H_2 লাগবে? হিসাব করে দেখাও। ৩

ঘ. উদ্দীপকে প্রথম বিক্রিয়ার সাহায্যে কি দ্বিতীয় বিক্রিয়ার জ্বালানি পাওয়া সম্ভব? তোমার উত্তর পক্ষে যুক্তি দাও। ৪

▶◀ ১৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. যে সকল পদার্থের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে, তাদেরকে বিদ্যুৎ পরিবাহী বলে।

খ. যে নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় উচ্চ গতিসম্পন্ন কোনো কণিকা দ্বারা আঘাত করে ভারী নিউক্লিয়াসকে ভেঙে ক্ষুদ্র নিউক্লিয়াসে পরিণত করা হয় তাকে নিউক্লিয়ার ফিসন বলে।

এ বিক্রিয়ার বিপুল পরিমাণ তাপশক্তি নির্গত হয় যা দিয়ে শান্তিপূর্ণ বিদ্যুৎ তৈরি করা যায়। যেমন : U−235 কে নিউট্রন দ্বারা আঘাত করলে Sr-90 এবং Xe −143 মৌল পাওয়া যায়।

U−235 + নিউট্রন → Sr − 90 + Xe −143 + নিউট্রন + বিপুল শক্তি

গ. উদ্দীপকের প্রথম বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত শক্তির মান হলো, 2×10^{13} J mol^{-1} এবং দ্বিতীয় বিক্রিয়ায় প্রাপ্ত শক্তির মান হলো 285850J mol^{-1}

i. U-235 + নিউট্রন → Sr−90 + Xe−143 + নিউট্রন (3টি); $\Delta H_1 = 2 \times 10^{13}$

ii. $H_2(g) + \frac{1}{2} O_2(g) \rightarrow H_2O(l); \Delta H_2 = -285850 Jmol^{-1}$

এখন প্রথম বিক্রিয়ায় দ্বিতীয় বিক্রিয়ার তাপ পেতে ΔH_1 কে ΔH_2 দ্বারা ভাগ করতে হবে।

∴ হাইড্রোজেন মোলসংখ্যা = $\frac{2\times10^{13}}{285850}$ mol

$= 69.97 \times 10^6$ mol

সুতরাং, হাইড্রোজেনের মোলসংখ্যা 69.97×10^6 mol

ঘ. উদ্দীপকে প্রথম বিক্রিয়ার সাহায্যে দ্বিতীয় বিক্রিয়ার জ্বালানি পাওয়া সম্ভব।

উদ্দীপকের প্রথম বিক্রিয়ায় বিপুল পরিমাণ তাপশক্তি নির্গত হয়। এ বিপুল শক্তি ব্যবহার করে স্টিম তৈরির মাধ্যমে বিদ্যুৎ শক্তি উৎপাদন সম্ভব, যা উন্নত বিশ্বের দেশগুলো উৎপাদন করছে। এভাবে উৎপাদিত বিদ্যুৎ দামে অনেক সস্তা হয়। আমরা জানি, এসিড মিশ্রিত পানিকে তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে আলাদা করে H_2 এবং O_2 উৎপাদন করা যায়।

সুতরাং প্রথম বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রাপ্ত তাপশক্তি থেকে বিদ্যুৎ উৎপাদন করে সহজেই পানির তড়িৎ বিশ্লেষণ দ্বারা হাইড্রোজেন গ্যাস তৈরি করা যায়।

নিউক্লিয়ার বিক্রিয়া → তাপশক্তি → তড়িৎশক্তি

$2H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{তড়িৎশক্তি}} 2H_2$ (ক্যাথোডে) + O_2 (অ্যানোডে)

সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়া : $4H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} 4H^+ + 4OH^-$

অ্যানোডে বিক্রিয়া : $4OH^- - 4e^- \rightarrow 2H_2O + O_2$

ক্যাথোডে বিক্রিয়া : $4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2$

সুতরাং, ক্যাথোডে প্রাপ্ত H_2 গ্যাসই হলো দ্বিতীয় বিক্রিয়ার জ্বালানি।

প্রশ্ন −১৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শিক্ষার্থীরা খাবার লবণের জলীয় দ্রবণ ও এসিড মিশ্রিত পানির মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ চালনায় কী ঘটে তা পরীক্ষা করে দেখল।

ক. তড়িৎদ্বার কী? ১

খ. তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থসমূহ জলীয় দ্রবণে তড়িৎ পরিবহন করে, কিন্তু কঠিন অবস্থায় করে না কেন? ২

গ. প্রথম ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করলে অ্যানোড ও ক্যাথোডে কী বিক্রিয়া সংঘটিত হয়– ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. দ্বিতীয় ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ চালনায় কী ঘটে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তড়িৎদ্বার হলো তড়িৎ বিশ্লেষণ কোষে ব্যবহৃত ধাতব বা অধাতব বিদ্যুৎ পরিবাহী পদার্থ।

খ. কঠিন অবস্থায় তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের আয়নসমূহ কেলাসের মধ্যে নির্দিষ্ট স্থানে আবদ্ধ থাকে। তখন তারা বিদ্যুৎ পরিবহন করতে পারে না। জলীয় দ্রবণে আয়নসমূহ মোটামুটি স্বাধীনভাবে বিচরণ করে। এ কারণে বিদ্যুৎ পরিবহন করতে পারে।

গ. প্রথম ক্ষেত্রে খাবার লবণ অর্থাৎ NaCl এর জলীয় দ্রবণে তড়িৎ প্রবাহ চালনা করা হয়েছে।

NaCl এর জলীয় দ্রবণে তড়িৎ চালনা করলে ক্যাথোডে H_2 এবং অ্যানোডে Cl_2 গ্যাস নির্গত হয়।

অ্যানোড বিক্রিয়া : ধনাত্মক তড়িৎদ্বার বা অ্যানোডে ঋণাত্মক ক্লোরাইড (Cl^-) আয়ন একটি ইলেকট্রন বর্জন করে প্রথমে ক্লোরিন পরমাণু ও পরে দুটি ক্লোরিন পরমাণু মিলিত হয়ে ক্লোরিন গ্যাসের অণু তৈরি করে।

$$Cl^- \rightarrow Cl + e^-$$
$$Cl + Cl \rightarrow Cl_2(g)$$

ক্যাথোড বিক্রিয়া : তড়িৎ প্রবাহের সময় ঋণাত্মক তড়িৎদ্বার বা ক্যাথোড ধনাত্মক সোডিয়াম আয়ন (Na^+) ও হাইড্রোজেন আয়নসমূহ (H^+) ক্যাথোড কর্তৃক আকৃষ্ট হয় এবং ক্যাথোডে পৌঁছামাত্র ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে সোডিয়াম ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন করে। উৎপন্ন সোডিয়াম পানির সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড এবং হাইড্রোজেন গ্যাস উৎপন্ন করে।

$$Na^+ + e^- \rightarrow Na$$
$$H^+ + e^- \rightarrow H$$
$$2H \rightarrow H_2$$
$$Na + H_2O(l) \rightarrow NaOH(aq) + H_2(g)$$

ঘ. দ্বিতীয় ক্ষেত্রে এসিড মিশ্রিত পানিতে তড়িৎ চালনা করলে অ্যানোডে অক্সিজেন গ্যাস এবং ক্যাথোডে হাইড্রোজেন গ্যাস জমা হয়। তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় নিম্নোক্ত বিক্রিয়া ঘটে :

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

পানির মধ্যে দুটি প্লাটিনাম তড়িৎদ্বার ব্যবহার করে তড়িৎ চালনা করলে H^+ আয়ন ক্যাথোডের দিকে এবং OH^- আয়ন অ্যানোডের দিকে আকৃষ্ট হয়।

১. ক্যাথোডে বিক্রিয়া : তড়িৎপ্রবাহের সময় ক্যাথোডে ধনাত্মক হাইড্রোজেন আয়নসমূহ আকর্ষিত ও ধাবিত হয় এবং ক্যাথোডে পৌঁছামাত্র ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে হাইড্রোজেন পরমাণু সৃষ্টি করে। দুটি হাইড্রোজেন পরমাণু (H) একত্রিত হয়ে হাইড্রোজেন অণু (H_2) সৃষ্টি করে। এভাবে ক্যাথোডে হাইড্রোজেন গ্যাসের সৃষ্টি হয়। অতএব, ক্যাথোড বিক্রিয়া হচ্ছে :

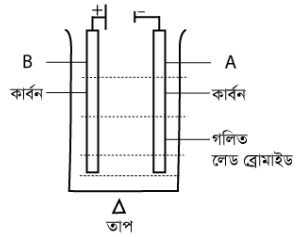
$$H^+ + e^- \rightarrow H$$
$$H + H \rightarrow H_2$$
অর্থাৎ $$4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2(g)$$

২. অ্যানোড বিক্রিয়া : অন্য দিকে অ্যানোডে ঋণাত্মক হাইড্রোক্সাইড (OH^-) ও সালফেট (SO_4^{2-}) আয়ন উভয়ই আকর্ষিত ও ধাবিত হয়। তবে সক্রিয়তা ক্রমে OH^- আয়নের অবস্থান নিচে হওয়ায় শুধু হাইড্রোক্সাইড আয়ন সেখানে ইলেকট্রন ত্যাগ করে জারিত হয় এবং অক্সিজেন গ্যাসের সৃষ্টি করে।

$$OH^- \rightarrow OH + e^-$$
$$OH + OH \rightarrow H_2O + O$$
$$O + O \rightarrow O_2$$
অর্থাৎ $$4OH^- \rightarrow 2H_2O(l) + O_2(g) + 4e^-$$

দেখা যায়, পানির তড়িৎ বিশ্লেষণে একই তাপমাত্রায় ও চাপে ক্যাথোডে দুই আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাস এবং অ্যানোডে এক আয়তন অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়।

প্রশ্ন –১৯ ▶ চিত্রের আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. তড়িৎবিশ্লেষ্য কাকে বলে? ১

খ. চিত্রে কোন ইলেকট্রোডটিকে ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করা হয় এবং কেন? ২

গ. চিত্রে B তড়িৎদ্বারে সংঘটিত বিক্রিয়াসমূহ বর্ণনা কর। ৩

ঘ. তাপ বন্ধ করলে উদ্দীপকের কোষে বিক্রিয়ার সম্ভাব্য পরিবর্তন যুক্তিসহ ব্যাখ্যা

দাও। উল্লেখ্য সাধারণ তাপমাত্রায় লেড ব্রোমাইড কঠিন অবস্থায় থাকে। ৪

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গলিত অবস্থায় যেসব পদার্থের মধ্যদিয়ে বিদ্যুৎ চালনা করলে এদের মধ্যদিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হয়, তাদের তড়িৎবিশ্লেষ্য বা ইলেকট্রোলাইট বলে।

খ. চিত্রে A ইলেকট্রোডটিকে ক্যাথোড হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

A ইলেকট্রোডটি ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত এবং গলিত যৌগের ক্যাটায়ন A দন্ডের দিকে ধাবিত হয় এবং ইলেকট্রন গ্রহণ করা নিস্তড়িত হয়।

গ. চিত্রের B তড়িৎদ্বার হলো কার্বন দন্ড যা কোষে ধনাত্মক তড়িৎদ্বার বা ক্যাথোড হিসেবে ক্রিয়াশীল।

আবার, দ্রবণে গলিত লেড ব্রোমাইডের আয়নসমূহ নিম্নরূপ :

$PbBr_2 \rightarrow Pb^{2+} + 2Br^-$

তড়িৎ চালনা করলে Br^- আয়ন B ইলেকট্রোড কর্তৃক আকৃষ্ট হবে এবং ইলেকট্রন বর্জন অর্থাৎ জারিত হয়ে Br পরমাণুতে পরিণত হবে। দুটি Br পরমাণু মিলে Br_2 অণুতে পরিণত হবে।

$2Br^- \rightarrow Br + e$

$2Br \rightarrow Br_2$

ঘ. কোষটিতে তাপ দেয়া বন্ধ করলে ধীরে ধীরে লেড ব্রোমাইড তরল অবস্থা থেকে কঠিন অবস্থায় পরিণত হবে।

যতক্ষণ পর্যন্ত ক্যাটায়ন ও অ্যানায়নসমূহ আলাদা থাকবে ততক্ষণ পর্যন্ত ক্যাথোডে বিজারণ ও অ্যানোডে জারণ প্রক্রিয়া চলতে থাকবে। যখন কঠিন অবস্থায় পরিণত হবে তখন তড়িৎবিশ্লেষণ বন্ধ হয়ে যাবে। কারণ, কঠিন অবস্থায় তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থের আয়নসমূহ কেলাসের মধ্যে নির্দিষ্ট স্থানে দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ থাকে তখন তারা বিদ্যুৎ পরিবহন করে না।

কিন্তু বিগলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় আয়নসমূহ মোটামুটি স্বাধীনভাবে বিচরণ করে ও বিদ্যুৎ পরিবহন করে।

প্রশ্ন –২০ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

সিরাজুল ইসলাম একটি চামচ তৈরির কারখানার মালিক। তিনি তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে লোহার চামচের উপর রুপার প্রলেপ কীভাবে দিতে হয় তা কর্মচারীদের কাছে ব্যাখ্যা করলেন।

ক. ড্রাইসেলে কী ধরনের শক্তির রূপান্তর হয়? ১

খ. স্বাস্থ্য ও পরিবেশের উপর ব্যাটারির প্রভাব কী? ২

গ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটির নাম, উদ্দেশ্য ও ব্যবহার লিখ। ৩

ঘ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়ার সাহায্যে কীভাবে লোহার চামচের উপর রুপার প্রলেপ দেওয়া যায়? বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ড্রাইসেলে রাসায়নিক শক্তিকে বিদ্যুৎ শক্তিতে রূপান্তর করা হয়।

খ. ব্যাটারি বিভিন্ন ভারী ধাতু ও ধাতব আয়নের সমন্বয়ে গঠিত। যেমন– লেড স্টোরেজ ব্যাটারি Pb ও PbO_2 দ্বারা, লিথিয়াম ব্যাটারি CoO_2 দ্বারা তৈরি। এসব যৌগসমূহ বিষাক্ত ও ক্যান্সার সৃষ্টিকারী হিসেবে পরিচিত। ব্যাটারি ব্যবহারের পর ফেলে দিলে এসব ক্ষতিকারক ধাতব যৌগসমূহ মাটি ও পানির সাথে যুক্ত হয়। এগুলো পরিবেশের ভারসাম্য নষ্ট করে এবং একটা সময় পর আমাদের খাদ্য শিকলে প্রবেশ করে ক্যান্সারসহ নানা জটিল রোগের সৃষ্টি করে।

গ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটি হলো ইলেকট্রোপ্লেটিং। এর উদ্দেশ্য ও ব্যবহার নিম্নরূপ :

১. সাধারণত লোহার তৈরি জিনিসপত্রে বাতাস ও জলীয় বাষ্পের ক্রিয়ায় সহজেই মরিচা ধরে। ফলে এরা ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। ইলেকট্রোপ্লেটিং এর পর লোহার জিনিসে মরিচা ধরে না, ক্ষয়প্রাপ্তও হয় না।

২. এর দ্বারা বস্তুটিকে অত্যন্ত উজ্জ্বল দেখায়। লোহার চামচ দেখতে রুপার মতো উজ্জ্বল; প্রকৃতপক্ষে এর ভেতরে লোহা, উপরে রুপার প্রলেপ।

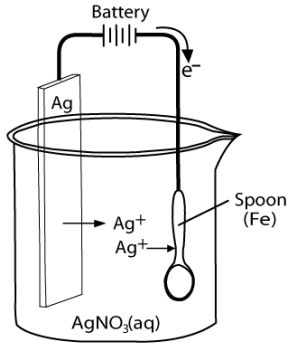
৩. এর দ্বারা পদার্থ অধিক স্থায়ী হয়।

ঘ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়ার সাহায্যে নিম্নলিখিত উপায়ে লোহার চামচের উপর রুপার প্রলেপ দেওয়া হয় :

১. লোহার তৈরি কোন জিনিসিকে যেমন লোহার চামচকে প্রথমে লঘু কস্টিক সোডা ও পরে লঘু সালফিউরিক এসিডে ধুয়ে নিয়ে এর পৃষ্ঠতলকে পরিষ্কার করা হয়।

২. কাচের পাত্রে $AgNO_3$–এর দ্রবণ নিয়ে একটি সিলভার ধাতুর দন্ডকে অ্যানোডরূপে এবং লোহার তৈরি পরিষ্কার চামচ (প্লেটিং করার বস্তু)–কে ক্যাথোডরূপে ঐ দ্রবণে নিমজ্জিত রাখা হয়। দ্রবণে সিলভার আয়নের পরিমাণ যেন হ্রাস না পায় সেজন্য সিলভার তৈরি অ্যানোড ব্যবহার করা হয়।

৩. ব্যাটারি থেকে বিদ্যুৎ চালনা করলে ক্যাথোডরূপী লোহার চামচের উপর সিলভার ধাতুর প্রলেপ পড়ে। অ্যানোড ও ক্যাথোডে বিক্রিয়া নিম্নরূপ:



চিত্র: লোহার চামুচের উপর রূপার প্রলেপ

তড়িৎবিশ্লেষণের বিয়োজন : $AgNO_3(aq) \longrightarrow Ag^+(aq) + NO_3^-(aq)$

অ্যানোডে জারণ : $Ag(s) \longrightarrow Ag^+(aq) + 2e^-$

ক্যাথোডে বিজারণ : $Ag^+(aq) + e^- \longrightarrow Ag(s)$ (প্রলেপ)

প্রশ্ন –২১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রসায়নের ক্লাসে শিক্ষক তার ছাত্রদের তড়িৎ বিশ্লেষণ পড়ানোর সময় জানালেন আধুনিককালে তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া কেবলমাত্র ইলেকট্রোপ্লেটিং নয়, আকরিক থেকে ধাতু নিষ্কাশন, বিদ্যুৎ শক্তির উৎপাদন, এমনকি চিকিৎসাশাস্ত্রেও ব্যবহৃত হচ্ছে। এর উদাহরণ হিসেবে তিনি ফুয়েল সেল এবং গ্লুকোজ সেন্সরের কার্যপ্রণালী ব্যাখ্যা করলেন।

ক. লবণ সেতুতে কোন দ্রবণ ব্যবহার করা হয়? ১

খ. হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল কীভাবে কাজ করে? ২

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত উদাহরণের সপক্ষে একটি গ্লুকোজ সেন্সরের গঠন ও কার্যপ্রণালি আলোচনা কর। ৩

ঘ. ক্লাসে শিক্ষকের বর্ণিত প্রক্রিয়ায় উৎপাদিত পদার্থের বাণিজ্যিক ব্যবহার আলোচনা কর। ৪

▶◀ ২১নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. লবণ সেতুতে KCl এর জলীয় দ্রবণ ব্যবহার করা হয়।

খ. হাইড্রোজেন ফুয়েল সেল তড়িৎবিশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় কাজ করে বিদ্যুৎ উৎপাদন করে।

হাইড্রোজেন ফুয়েল সেলের অ্যানোডে হাইড্রোজেন অণু জারিত হয় এবং ক্যাথোডে অক্সিজেন অণু বিজারিত হয়ে পানি উৎপন্ন করে। এর ফলস্বরূপ তড়িৎ কোষে অ্যানোডে ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়। এই ইলেকট্রন প্রবাহ থেকে বিদ্যুৎ পাওয়া যায়।

গ. ডায়াবেটিস রোগীর রক্তের মধ্যে গ্লুকোজের পরিমাণ নির্ণয় করার জন্য তড়িৎবিশ্লেষণ কৌশল নির্ভর গ্লুকোজ সেন্সর ব্যবহার করা হয়।

গ্লুকোজ সেন্সরের উপরের দিকে দন্ডাকার অংশে পাতলা ও চিকন অ্যানোডে ও ক্যাথোডে বসানো থাকে। প্রকৃতপক্ষে, অ্যানোড ও ক্যাথোডে প্লাস্টিকের উপর ধাতুর পাতলা আবরণ, যা স্ক্রিন প্রিন্টিং প্রযুক্তির মাধ্যমে তৈরি করা হয়। অ্যানোড ও ক্যাথোডের মাঝখানে একটি ছোট ফাঁকা নালি থাকে। নিচের দিকের মোটা অংশটি মূলত বিদ্যুৎপ্রবাহের উৎস ও তড়িৎ প্রবাহের ফলে উদ্ভূত বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণকারী অণুর হিসেব নিকাশ করার যন্ত্রবিশেষ নিয়ে গঠিত।

মানবদেহের রক্তে বিভিন্ন রকমের তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ যেমন–আয়ন, প্রোটন ইত্যাদি থাকে। অ্যানোড ও ক্যাথোডের মাঝখানের নালিতে রক্ত দেয়া হলে কোষে সংযুক্ত উৎস হতে তড়িৎ প্রবাহিত হয়ে অ্যানোডে রক্তে অবস্থিত গ্লুকোজ অণু জারিত হয়। যন্ত্রে অবস্থিত হিসাব–নিকাশ করার যন্ত্রের সাহায্যে গ্লুকোজের জারণের ফলে উদ্ভূত ইলেকট্রনের সংখ্যা নির্ণয় করে যন্ত্রটি তার পর্দায় রক্তে অবস্থিত গ্লুকোজের পরিমাণ প্রকাশ করে।

ঘ. ক্লাসে শিক্ষকের বর্ণিত প্রক্রিয়াটি হলো তড়িৎবিশ্লেষণ যার মাধ্যমে আকরিক থেকে বিভিন্ন ধাতু যেমন– সোডিয়াম, অ্যালুমিনিয়াম, তামা, দস্তা, লোহা, সিসা প্রভৃতি নিষ্কাশন করা হয়। আধুনিক বিশ্বে এসব ধাতুর ব্যবহার অপরিসীম।

লোহার বাণিজ্যিক ব্যবহার সর্বক্ষেত্রেই বিস্তৃত। দালান, ইমারত, রেলপথ, পাকা রাস্তাঘাট, সেতু, যানবাহন, বিমান, জাহাজ, যন্ত্রপাতি, কলকারখানা, আসবাবপত্র প্রভৃতি তৈরিতে লোহা ছাড়া অন্য ধাতু বিবেচনা করা যায় না। তাছাড়াও লোহার সংকর, ইস্পাত শক্ত ও মরিচারোধী ধাতব পদার্থ হিসেবে সমাদৃত। বাণিজ্যিকভাবে ইস্পাত লোহার পরিবর্তে ব্যবহৃত হয়। তামা দিয়ে তৈরি বৈদ্যুতিক তার বহুল ব্যবহৃত হয়। স্বল্প বিদ্যুৎরোধী হওয়ার কারণে তামার তার বাণিজ্যিকভাবে বেশি সমাদৃত। অ্যালুমিনিয়াম ধাতু ওজনে হালকা হওয়ায় বিমান তৈরিতে ব্যবহার করা হয়। তাছাড়াও রান্না–বান্না করার জন্য ব্যবহৃত হাঁড়ি–পাতিল অ্যালুমিনিয়াম দিয়ে তৈরি।

বাণিজ্যিকভাবে ইলেক্ট্রোপ্লেটিংয়ের মাধ্যমে লোহায় অন্য ধাতুর বিশেষ করে দস্তা ও ম্যাগনেসিয়ামের মরিচারোধক প্রলেপ দেওয়া হয়। এতে লোহার স্থায়িত্ব বৃদ্ধি পায়। ইলেকট্রোপ্লেটিংয়ের সাহায্যে কোনো ধাতুর উপর অন্য ধাতুর প্রলেপ দিলে তা অত্যন্ত মসৃণ হয়। সহজলভ্য কোনো ধাতুর ওপর মূল্যবান ধাতুর প্রলেপ দিয়ে বিভিন্ন ধরনের আকর্ষণীয় অলংকার তৈরি করা হয়। যেমন–রুপার তৈরি অলংকারের ওপর সোনার প্রলেপ দিয়ে অলংকারের ঔজ্জ্বল্য বৃদ্ধি করা হয়।

পানির তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে উৎপন্ন হাইড্রোজেন গ্যাস মূল্যবান ও পরিবেশবান্ধব জ্বালানি। হাইড্রোজেনকে পোড়ালে পরিবেশের জন্য প্রয়োজনীয় পানি ও তাপ উৎপন্ন হয়। হাইড্রোজেন গ্যাস বর্তমান সময়ের ফুয়েল সেলের সবচেয়ে ভালো জ্বালানি। সমুদ্রের পানির তড়িৎবিশ্লেষণে উৎপন্ন ক্লোরিন গ্যাস বাণিজ্যিকভাবে জীবাণুনাশক হিসেবে ব্যবহার করা হয় এবং বিভিন্ন কারখানার কাঁচামাল হিসেবে সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ক্ষার প্রচুর ব্যবহার করা হয়।

প্রশ্ন –২২ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

কয়লা (S এবং N এর যৌগ মিশ্রিত) + $O_2 \longrightarrow CO_2 + NO_2 + SO_2 + heat$

?

ক. ব্যাটারি কী? ১

খ. নিরাপদ জ্বালানি বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাসগুলোর মধ্যে কোনটি উদ্দিদ বায়ু থেকে সরাসরি গ্রহণ করে শর্করা উৎপন্ন করে? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. 'উদ্দীপকে উৎপন্ন গ্যাসগুলোর মধ্যে দুটি গ্যাস পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ'–উক্তিটির যথার্থতা প্রমাণ কর। ৪

▸◂ ২২নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. ব্যাটারি এক ধরনের তড়িৎ রাসায়নিক কোষ।

খ. যেসব জ্বালানি পোড়ানোর ফলে স্বাস্থ্য এবং পরিবেশের জন্য কোনো ক্ষতিকর পদার্থ উৎপন্ন হয় না তাদেরকে নিরাপদ জ্বালানি বলে।

নিরাপদ জ্বালানি ব্যবহার করলে পরিবেশে কার্বন ডাইঅক্সাইড ও জলীয়বাষ্প বিমুক্ত হয়। এতে পরিবেশের তেমন ক্ষতি হয় না। তবে স্বল্প অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পোড়ালে বিষাক্ত CO উৎপন্ন হয়, যা পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়ায় মোট তিনটি গ্যাস যথা CO_2, SO_2 এবং NO_2 উৎপন্ন হয়। এদের মধ্যে CO_2 উদ্দিদ সালোকসংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ব্যবহার করে শর্করা জাতীয় খাবার উৎপন্ন করে থাকে।

উদ্দিদ বায়ু থেকে সরাসরি CO_2 গ্রহণ করে এবং শিকড় দিয়ে মাটির নিচ থেকে পানি শোষণ করে তার কোষের ক্লোরোফিলের সাহায্যে সৌরশক্তি ব্যবহার করে শর্করা (গ্লুকোজ) উৎপন্ন করে। এ বিক্রিয়ার মাধ্যমে সৌরশক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। এ রাসায়নিক শক্তি প্রাণীকুল প্রত্যক্ষ বা পরোক্ষভাবে গ্রহণ করে বেঁচে থাকে।

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{ক্লোরোফিল}]{\text{সৌরশক্তি}} \underset{\text{শর্করা}}{C_6H_{12}O_6} + O_6$$

ঘ. উদ্দীপকের জ্বালানিতে S এবং N যৌগ থাকায় একে পোড়ানোর ফলে CO_2 এর সাথে উপজাত হিসেবে SO_2 এবং NO_2 উৎপন্ন হয়। বায়ুতে NO_2 এবং SO_2 উপস্থিতিতে বিপর্যয় ঘটতে পারে।

কেননা এ গ্যাস দুটি অম্লধর্মী হওয়ায় বায়ুর অন্যান্য উপাদানের সাথে বিক্রিয়া করে এসিড সৃষ্টি করে যা বৃষ্টি আকারে ভূপৃষ্ঠে পতিত হয়। আমরা একে এসিড বৃষ্টি বলে থাকি।

$NO_2 + O_2 + H_2O \rightarrow HNO_3$

$SO_2 + O_2 \rightarrow SO_3$

$SO_3 + H_2O \rightarrow H_2SO_4$ [SO_2 জারিত হয়ে SO_3-এ পরিণত হয়]

এ এসিডগুলো যখন বৃষ্টি আকারে পতিত হয় তখন পরিবেশের ব্যাপক ক্ষতি সাধিত হয়। যেমন :

i. ধাতু নির্মিত অবকাঠামো চরমভাবে ক্ষতিগ্রস্ত হয়।
ii. মাটির অম্লত্ব বাড়ায় ফসলের উৎপাদন হ্রাস পায়।
iii. পানির অম্লত্ব বাড়ায় মাছ মরে যায়।
iv. গাছপালার ব্যাপক ক্ষতি সাধন হয়।

সুতরাং, উদ্দীপকের উৎপন্ন NO_2 এবং SO_2 গ্যাস দুটি পরিবেশের জন্য হুমকিস্বরূপ।

প্রশ্ন –২৩ ▶ নিচের তড়িৎদ্বার দুটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

$Ag^+(aq)/Ag(s)$
$Zn(s)/Zn^{2+}(aq)$
জিঙ্ক (Zn) সিলভার (Ag) অপেক্ষা অধিক সক্রিয়।

ক. জীবাশ্ম জ্বালানির অধিক ব্যবহারে বায়ুতে কোন গ্যাসের পরিমাণ বেড়ে যায়? ১
খ. Trapping of heat বলতে কী বোঝ? ২
গ. উদ্দীপকের ধাতুদ্বয়ের মধ্যে কোনটি বিজারক হিসেবে কাজ করে ব্যাখ্যা কর। ৩
ঘ. "উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারকে লবণ সেতু দিয়ে সংযুক্ত করে রাসায়নিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর সম্ভব"–উক্তিটি বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. জীবাশ্ম জ্বালানির অধিক ব্যবহারে বায়ুতে CO_2 এর পরিমাণ বেড়ে যায়।

খ. পৃথিবী পৃষ্ঠের তাপ ধারণ করাকে Trapping of heat বলে।

বায়ুতে দিনে দিনে CO_2 এর পরিমাণ বেড়ে যাচ্ছে। বায়ুতে এ গ্যাসের বৃদ্ধি পরিবেশের জন্য মারাত্মক। CO_2 ভারী গ্যাস হওয়ায় পৃথিবী পৃষ্ঠের কাছাকাছি অবস্থান করে। তাছাড়া, এ গ্যাসের তাপধারণ ক্ষমতা অনেক বেশি। এটাই Trapping of heat।

গ. উদ্দীপকের ধাতুদ্বয়ের মধ্যে Zn বিজারক হিসেবে কাজ করে।

জারণ–বিজারণ বিক্রিয়ার সময় যে রাসায়নিক সত্তা (অণু, পরমাণু বা আয়ন) ইলেকট্রন ত্যাগ করে তাকে বিজারক বলে। বিজারক অন্যকে বিজারিত করে নিজে জারিত হয়। উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারে দুটি

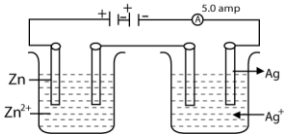
ধাতু রয়েছে যথা : জিংক (Zn) এবং সিলভার (Ag)। সক্রিয়তা সিরিজে Zn এর অবস্থান সিলভারের উপরে। তাই Zn বিজারক হিসেবে কাজ করবে এবং Ag^+ আয়ন জারক হিসেবে কাজ করবে।

$Zn - 2e^- \longrightarrow Zn^{2+}$

এখানে Zn বিজারক হিসেবে ইলেকট্রন ত্যাগ করে Zn^{2+} আয়নে পরিণত হয়েছে।

ঘ. "উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারকে লবণ সেতু দিয়ে সংযুক্ত করে রাসায়নিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর করা সম্ভব।"– উক্তিটি যথাযথ যুক্তিসঙ্গত।

উদ্দীপকের তড়িৎদ্বার দুটি হলো Ag^+/Ag এবং Zn/Zn^{2+}। এদের মধ্যে জিংকের সক্রিয়তা সিলভার অপেক্ষা বেশি হওয়ায় Zn/Zn^{2+} অ্যানোড এবং Ag^+/Ag ক্যাথোড হিসেবে কাজ করবে। যতক্ষণ পর্যন্ত তড়িৎদ্বারের দ্রবণকে লবণ সেতু দ্বারা যুক্ত করা হবে ততক্ষণ পর্যন্ত বিক্রিয়া সম্পন্ন হবে না। কারণ লবণ সেতু বর্তনীপূর্ণ করে কোষকে সচল রাখে। যদি তড়িৎদ্বারদ্বয়কে লবণ সেতু দ্বারা পরোক্ষভাবে সংযোগ দেওয়া হয় তাহলে যে কোষ গঠিত হবে তা নিম্নরূপ:



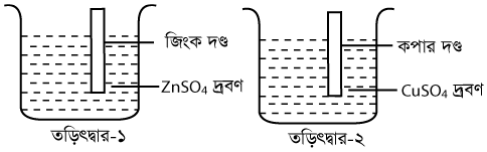
$Zn(s)/Zn^{2+}(aq) \parallel Ag^+(aq)/Ag(s);$

এবং এর সংশ্লিষ্ট রাসায়নিক সমীকরণ :

$Zn(s) + 2Ag^+(aq) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2Ag(s)$

উপরিউক্ত বিক্রিয়ায় জিংক ধাতু ইলেকট্রন ত্যাগ করছে এবং Ag^+ তা গ্রহণ করে Ag ধাতুতে পরিণত হয়েছে। এক কথায় জিংক দণ্ড থেকে সিলভার দণ্ডে ইলেকট্রন স্থানান্তরের মাধ্যমে তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি হবে। এক্ষেত্রে অবশ্যই তড়িৎদ্বার দুটিকে পরিবাহী তার দ্বারা সংযুক্ত করতে হবে। কাজেই প্রদত্ত উক্তিটি যথার্থ।

প্রশ্ন –২৪ ▶ নিচের চিত্রদ্বয় লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. বায়ুমণ্ডলের কোন গ্যাসের তাপ ধারণক্ষমতা বেশি? ১

খ. শক্তির অপচয় কীভাবে হয়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের তড়িৎদ্বার দুটি যুক্ত করলে কোন তড়িৎদ্বারে জারণ বিক্রিয়া ঘটে? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারদ্বয়ের পরোক্ষ সংযোগে বিদ্যুৎ উৎপাদন সম্ভব কিনা– বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বায়ুমণ্ডলে CO_2 গ্যাসের তাপধারণ ক্ষমতা বেশি।

খ. শক্তির অপরিমিত ও অপ্রয়োজনীয় ব্যবহারের মাধ্যমে শক্তির অপচয় হয়।

আমরা প্রতিনিয়ত জ্বালানির অপচয় করছি। যেমন– গ্যাসের চুলা অপ্রয়োজনে জ্বালিয়ে রাখা, আলো জ্বালানো, পাখা ঘোরানো, বিনোদনের জন্য রকমারি আলোকসজ্জা ইত্যাদি। এগুলো জ্বালানির অপচয়।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত তড়িৎদ্বারের মধ্যে জিংক দণ্ডে জারণ বিক্রিয়া ঘটবে।

যে বিক্রিয়ায় কোনো রাসায়নিক সত্তা (পরমাণু, আয়ন, অণু) ইলেকট্রন দান করে, তাকে জারণ বলে। যেহেতু, জিংকের সক্রিয়তা বেশি এবং জিংক দণ্ডকে $ZnSO_4$ দ্রবণে ডুবানো আছে, তাই জিংক দুটি ইলেকট্রন ত্যাগ করে দ্রবণে চলে যাবে।

$Zn(s) - 2e^- \longrightarrow Zn^{2+}$

অতএব, জিংক তড়িৎদ্বারে জারণ বিক্রিয়া ঘটে।

ঘ. উদ্দীপকের তড়িৎদ্বারদ্বয়ের পরোক্ষ সংযোগে বিদ্যুৎ উৎপাদন সম্ভব।

উদ্দীপকে উল্লিখিত তড়িৎদ্বারের মধ্যে প্রথমটি হলো $Zn(s)/Zn^{2+}(aq)$ এবং দ্বিতীয়টি হলো $Cu^{2+}(aq)/Cu(s)$। এদের মধ্যে জিংক Zn এর সক্রিয়তা কপার অপেক্ষা বেশি। তড়িৎ রাসায়নিক কোষে ভিন্ন সক্রিয়তার ধাতব দন্ড এবং তাদের লবণের জলীয় দ্রবণ প্রয়োজন হয়। উদ্দীপকে সঠিকভাবেই তড়িৎদ্বার গঠন করা আছে। সুতরাং, তড়িৎদ্বার দুটিকে পরিবাহী তার দ্বারা বহিঃসংযোগ এবং লবণ সেতু দিয়ে পরোক্ষ সংযোগ দিলে একটি পূর্ণাঙ্গ তড়িৎ রাসায়নিক কোষ তৈরি হবে।

এতে করে অ্যানোড থেকে ক্যাথোডে ইলেকট্রন প্রবাহিত হবে এবং দ্রবণে জিংক ধাতু ক্ষয়প্রাপ্ত হবে এবং কপার দন্ড মোটা হবে। যার ফলশ্রুতিতে আমরা বিদ্যুৎ পাব।

নিচে তড়িৎদ্বার দুটি লবণ সেতু দ্বারা সংযুক্ত করে দেখানো হলো :

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

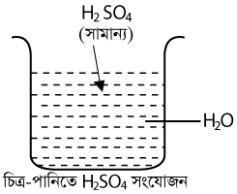
উল্লিখিত কোষের বিক্রিয়া নিম্নরূপে :

অ্যানোডে বিক্রিয়া : $Zn(s) - 2e^- \longrightarrow Zn^{2+}(aq)$

ক্যাথোডে বিক্রিয়া : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$

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

প্রশ্ন –২৫ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র-পানিতে H_2SO_4 সংযোজন

?

ক. দহন কী? ১

খ. সূর্যের আলো থেকে UV রশ্মি পৃথিবীতে আসতে বাধা পায় কেন? ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত দ্রবণে তড়িৎপ্রবাহ চালনা করলে অ্যানোডে সৃষ্ট গ্যাসের আয়তন ক্যাথোডে সৃষ্ট গ্যাসের অর্ধেক হবে কেন? ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্রাবকে এসিডের পরিবর্তে খাবার লবণ যোগ করে তড়িৎ চালনা করলে কোনো পরিবর্তন ঘটবে কি? ঘটলে তা সমীকরণসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

▸◂ ২৫নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. কোনো দাহ্য পদার্থকে বায়ুর অক্সিজেনে পোড়ানোকে দহন বলে।

খ. ওজোন স্তরের উপস্থিতির কারণে সূর্য থেকে আগত UV রশ্মি বাধা পায়।

UV রশ্মির অর্থ Ultraviolet রশ্মি বা অতি বেগুনি রশ্মি। সূর্য থেকে আগত এ রশ্মি আমাদের জন্য ক্ষতিকর। কিন্তু প্রাকৃতিকভাবে ভূপৃষ্ঠ থেকে 20–50km উপরে ওজোনস্তর (O_3) রয়েছে যা UV রশ্মিকে শোষণ করে এর হাত থেকে আমাদের রক্ষা করে।

গ. উদ্দীপকের দ্রবণে পানি এবং এসিড রয়েছে। অর্থাৎ এটি মূলত এসিড মিশ্রিত পানি। বিশুদ্ধ পানি বিদ্যুৎ কুপরিবাহী হলেও এসিড মিশ্রিত পানি বিদ্যুৎ পরিবহন করে। এসিড মিশ্রিত পানি তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ হওয়ায় এটি বিযোজিত হয়ে H^+ এবং OH^- আয়নে পরিণত হয়।

$$H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} H^+ + OH^-$$

সুতরাং, এসিড মিশ্রিত পানিতে তড়িৎ চালনা করলে অ্যানোডে O_2 গ্যাস এবং ক্যাথোডে H_2 গ্যাস পাওয়া যায়।

অ্যানোডে জারণ বিক্রিয়া : $4OH^- - 4e^- \longrightarrow 4OH$

$$4OH \longrightarrow 2H_2O + O_2$$

ক্যাথোডে বিজারণ বিক্রিয়া : $4H^+ + 4e^- \longrightarrow 2H_2$

সার্বিক বিক্রিয়া হলো : $2H_2O \xrightarrow[H_2SO_4]{\text{তড়িৎবিশ্লেষণ}} 2H_2 + O_2$

একই তাপমাত্রা ও চাপে সকল গ্যাসের মোলার আয়তন সমান। উপরিউক্ত বিক্রিয়ায় দেখা যাচ্ছে দুই অণু পানি বিয়োজিত হয়ে 2 অণু হাইড্রোজেন গ্যাস ও 1 অণু অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়েছে। অর্থাৎ, 2 আয়তন হাইড্রোজেন গ্যাস ও 1 আয়তন অক্সিজেন গ্যাস উৎপন্ন হয়েছে।

সুতরাং, অ্যানোডে উৎপন্ন গ্যাসের আয়তন ক্যাথোডে উৎপন্ন গ্যাসের অর্ধেক।

ঘ. উদ্দীপকের দ্রাবকে এসিডের পরিবর্তে খাবার লবণ যোগ করে তড়িৎ চালনা করলে পরিবর্তন ঘটবে।

উদ্দীপকে দ্রাবক হলো পানি, এটি একটি পোলার দ্রাবক। পোলার দ্রাবকে আয়নিক যৌগসমূহ দ্রবীভূত হয়ে আয়নগুলো আলাদা হয়ে মুক্তভাবে চলাচল করতে পারে। এখন, উদ্দীপকে দ্রবণে অর্থাৎ পানিতে সোডিয়াম ক্লোরাইড যোগ করলে এটি বিয়োজিত হয়ে Na^+ এবং Cl^- এ পরিণত হয় এবং সাথে কিছু পানির অণুও বিয়োজিত হয়।

$NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

$H_2O \rightarrow H^+ + OH^-$

এ দ্রবণের ভেতর দিয়ে তড়িৎ চালনা করলে তড়িৎদ্বারে বিভিন্ন ধরনের পদার্থ উৎপন্ন হতে পারে। তবে NaCl এর পরিমাণ বেশি হলে অ্যানোডে ক্লোরিন গ্যাস, ক্যাথোডে হাইড্রোজেন গ্যাস এবং দ্রবণে NaOH উৎপন্ন হবে। এক্ষেত্রে প্রবাহিত তড়িৎ শক্তি রাসায়নিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।

অ্যানোডে জারণ বিক্রিয়া : $2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2(g)$

ক্যাথোডে বিজারণ বিক্রিয়া : $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2(g)$

দ্রবণে বিক্রিয়া হলো : $Na^+ + OH^- \rightarrow NaOH(l)$

যদি অ্যানোড থেকে Cl_2 গ্যাস অপসারণ না করা হয় তাহলে Cl_2 গ্যাস দ্রবণের NaOH এর সাথে বিক্রিয়া করে সোডিয়াম হাইপোক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

$NaOH + Cl_2 \rightarrow NaCl + H_2O + NaOCl$

প্রশ্ন –২৬ ▶ নিচের বিক্রিয়াটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মোম + $O_2 \rightarrow$ A + B + তাপ + আলো

A এর আণবিক ভর B অপেক্ষা বেশি।

ক. তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থ কী? ১

খ. শর্করা থেকে কীভাবে বায়োফুয়েল পাওয়া যায়? ২

গ. উদ্দীপকে ভৌত ও রাসায়নিক উভয় পরিবর্তন সাধিত হয়েছে–ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. "উদ্দীপকে উৎপন্ন A এবং B এর মধ্যে একটি গ্রিন হাউজ প্রভাবে মুখ্য ভূমিকা পালন করে"–উক্তিটির যথার্থতা মূল্যায়ন কর। ৪

▸◂ ২৬নং প্রশ্নের উত্তর ▸◂

ক. যেসব পদার্থকে বিগলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষণের মাধ্যমে আলাদা করা যায়, তাদেরকে তড়িৎবিশ্লেষ্য পদার্থ বলে।

খ. শর্করা থেকে গাঁজন প্রক্রিয়ায় বায়োফুয়েল পাওয়া যায়।

বায়োফুয়েল মূলত ইথানল। শর্করা জাতীয় খাবার থেকে গাঁজন প্রক্রিয়ার মাধ্যমে ইথানল প্রস্তুত করা হয়।

শর্করা যেমন $C_6H_{12}O_6$ কে জাইমেজের উপস্থিতিতে গাঁজন করলে ইথানল তথা বায়োফুয়েল পাওয়া যায়।

$$C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{জাইমেজ}} 2CH_3–CH_2OH + 2CO_2$$

গ. উদ্দীপকের মোম একটি উচ্চ আণবিক ভরবিশিষ্ট হাইড্রোকার্বন এবং কঠিন পদার্থ। যা পোড়ালে ভৌত ও রাসায়নিক উভয় পরিবর্তন সাধিত হয়েছে। ভৌত পরিবর্তনে পদার্থের আণবিক গঠনের কোনো পরিবর্তন হয় না কিন্তু রাসায়নিক পরিবর্তনে আণবিক গঠনের পরিবর্তন হয় এবং নতুন যৌগ উৎপন্ন হয়।

সব হাইড্রোকার্বনই দাহ্য পদার্থ এবং অক্সিজেনে পোড়ালে CO_2, H_2O এবং শক্তি পাওয়া যায়। মোম পোড়ানো হলে প্রথমে এটি গলতে থাকে যা ভৌত পরিবর্তন, এর পর অক্সিজেনে জ্বলতে থাকে যা রাসায়নিক পরিবর্তন।

$$\text{মোম (কঠিন)} \xrightarrow{\Delta} \text{মোম (তরল)} = \text{ভৌত পরিবর্তন}$$

$$\text{মোম (তরল)} + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{শক্তি} = \text{রাসায়নিক পরিবর্তন}$$

সুতরাং উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় ভৌত ও রাসায়নিক পরিবর্তন সম্পন্ন হয়েছে।

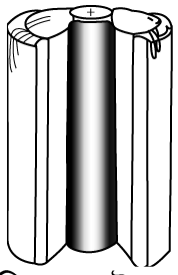
ঘ. সূর্য থেকে আগত আলোক রশ্মি বায়ুমণ্ডলের গ্যাস স্তরে বাধা পায় অর্থাৎ গ্যাসসমূহ কিছু তাপ ধরে রাখে, ফলে পৃথিবী গরম থাকে, আর তাই আমরা বসবাস করতে পারি। এ গ্যাসগুলো হলো CO_2, $H_2O(g)$, CH_4, CFC ইত্যাদি। এদেরকে গ্রিন হাউজ গ্যাস বলে। আর, এ গ্যাস দ্বারা তাপমাত্রা বৃদ্ধির ফলাফলকে গ্রিন হাউজ প্রভাব বলে।

উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন গ্যাস দুটি হলো CO_2 এবং $H_2O(g)$। এদের মধ্যে A হলো CO_2 আর B হলো $H_2O(g)$। যেহেতু A এর আণবিক ভর B এর আণবিক ভর অপেক্ষা বেশি। সুতরাং, A অপেক্ষাকৃত ভারী গ্যাস বলে বায়ুমণ্ডলের নিচের স্তরে বিরাজ করে। এর তাপ ধরে রাখার ক্ষমতা সবচেয়ে বেশি। বর্তমানে জীবাশ্ম জ্বালানি ব্যাপক বৃদ্ধি পেয়েছে অথচ দিনে দিনে বনভূমি কমে যাচ্ছে। ফলশ্রুতিতে বায়ুতে CO_2 এর পরিমাণ ক্রমান্বয়ে বেড়ে চলেছে। আর তাই মেরু অঞ্চলের বরফ গলতে শুরু করেছে। এভাবে তাপমাত্রা বাড়তে থাকলে আমরা ক্রমান্বয়ে ধ্বংসের দিকে চলে যাব। কারণ

এভাবে বরফ গলতে থাকলে সাগরের পানির উচ্চতা বাড়তে থাকবে এবং পৃথিবীর নিম্নভূমির অঞ্চলগুলো পানির নিচে তলিয়ে যাবে।

সুতরাং, উদ্দীপকে উৎপন্ন A গ্যাসটি গ্রিন হাউজ প্রভাবে মুখ্য ভূমিকা পালন করে।

প্রশ্ন –২৭ ▶ নিচের চিত্রটি লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র : ড্রাইসেল

ক. সর্বাধিক প্রচলিত ড্রাইসেল কী নামে পরিচিত? ১

খ. শুষ্ক কোষে MnO_2 এর কাজ কী? ২

গ. উদ্দীপকের সেলের গঠন ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের সেলের ইলেকট্রন স্থানান্তরের কৌশল আলোচনা কর। ৪

◀◀ ২৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. সর্বাধিক প্রচলিত ড্রাইসেল লেকলেন্স সেল নামে পরিচিত।

খ. শুষ্ক কোষে MnO_2 এর কাজ জারক হিসেবে ক্রিয়া করা।

শুষ্ক কোষে অ্যানোড হিসেবে জিংক এবং ক্যাথোড হিসেবে কার্বন দন্ড ব্যবহার করা হয়। এ কোষে তড়িৎবিশ্লেষ্য দ্রবরূপে NH_4Cl, $ZnCl_2$ এবং স্টার্চের কাই ব্যবহার করা হয়। কার্বন দন্ডের চারপাশে থাকে MnO_2 এর আবরণ। MnO_2 জিংক প্রদত্ত ইলেকট্রন গ্রহণ করে Mn_2O_3–তে পরিণত হয়। অর্থাৎ MnO_2 জারক হিসেবে কাজ করে।

গ. উদ্দীপকের সেলটি হলো ড্রাইসেল।

ড্রাইসেলের অ্যানোড হিসেবে সাধারণত ধাতব জিংকের তৈরি ছোট জার (কৌটা) ব্যবহার করা হয়। উক্ত কৌটাটি ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড (MnO_2) ও তড়িৎবিশ্লেষ্য দ্রব দ্বারা পূর্ণ করা হয়। তড়িৎবিশ্লেষ্য দ্রব হিসেবে অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড (NH_4Cl) ও জিংক ক্লোরাইড ($ZnCl_2$) মিশ্রিত করে পানি দিয়ে কাই তৈরি করা হয়। প্রাপ্ত কাইকে ঘন করার জন্য স্টার্চ যুক্ত করা হয়। এরপর জিংকের কৌটাটি কাই দ্বারা পূর্ণ করে তার ঠিক মাঝখানে ক্যাথোড দন্ড প্রবেশ করানো হয়। ক্যাথোড হিসেবে ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড এর ভারী আবরণযুক্ত কার্বন দন্ড ব্যবহার করা হয়। ড্রাইসেলের যদি

ব্যবচ্ছেদ করা হয়, তাহলে সেলের কেন্দ্রে কার্বন দন্ড, তার উপর ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইডের আবরণ, এরপর পানি দিয়ে তৈরি স্টার্চ, অ্যামোনিয়াম ক্লোরাইড ও জিংক ক্লোরাইডের ঘন কাই এবং সর্ববাইরে ধাতব জিংকের পাত দেখা যায়।

ঘ. উদ্দীপকের সেলটি হলো ড্রাইসেল যেখানে ইলেকট্রন প্রবাহের মাধ্যমে বিদ্যুৎ উৎপন্ন হয়, আর ইলেকট্রন আদান–প্রদানের (জারণ–বিজারণ) ফলে ইলেকট্রন প্রবাহের সৃষ্টি করা যায়।

ড্রাইসেলের অ্যানোডে ইলেকট্রনের উৎপাদন ও ক্যাথোডে গ্রহণের কৌশল নিচে দেখানো হলো :

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

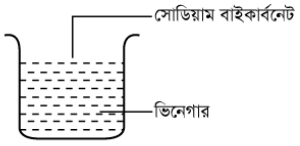
ক্যাথোড বিক্রিয়া :

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

অ্যানোডে জিংক দন্ড বিজারিত হয়ে দুটি ইলেকট্রন ও জিংক আয়ন উৎপন্ন করে। উৎপন্ন জিংক আয়ন কাইয়ের সাথে মিশে যাবে। অন্যদিকে, ক্যাথোডে অবস্থিত ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইড অ্যানোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন গ্রহণ করে বিজারিত হয়। অ্যামোনিয়াম আয়ন ম্যাঙ্গানিজ ডাইঅক্সাইডকে বিজারিত হতে সহায়তা করে মাত্র। কার্বন দন্ড অ্যানোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন ক্যাথোডে সরবরাহ করে। এভাবেই উদ্দীপকের সেলে ইলেকট্রন স্থানান্তরিত হয়।

প্রশ্ন –২৮ ▶ নিচের চিত্র লক্ষ কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

[সাতক্ষীরা সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]



চিত্র : ভিনেগারে বাইকার্বনেট সংযোগ

ক. ইথানয়িক এসিডের সংকেত লিখ। ১

খ. তাপ রাসায়নিক সমীকরণ বলতে কী বোঝ? ২

গ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়াটি একটি রাসায়নিক পরিবর্তন– ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় তাপশক্তির কীরূপ পরিবর্তন হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

▶◀ ২৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

ক. ইথানয়িক এসিডের সংকেত হলো : CH_3-COOH।

খ. যে রাসায়নিক সমীকরণে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় উৎপন্ন বা শোষিত তাপের উল্লেখ থাকে তাকে তাপ রাসায়নিক সমীকরণ বলে। এ সমীকরণে তাপের পরিবর্তন ΔH দ্বারা প্রকাশ করা হয়। যেমন :

বিক্রিয়ক $\longrightarrow$ উৎপাদ; $\Delta H = (\pm)$

বা, বিক্রিয়ক $\longrightarrow$ উৎপাদ $\pm$ heat.

গ. উদ্দীপকের প্রক্রিয়ায় সম্পূর্ণ নতুন ধরনের পদার্থের সৃষ্টি হয়। কাজেই এটি একটি রাসায়নিক পরিবর্তন।

যে পরিবর্তনে কোনো পদার্থের আণবিক গঠন পুনর্বিন্যস্ত হয়ে নতুন অণু সৃষ্টি হয় তাকে রাসায়নিক পরিবর্তন বলে।

উদ্দীপকের দ্রবণের ভিনেগার বা ইথানয়িক এসিড এবং যোগকৃত $NaHCO_3$ বিপরীতধর্মী হওয়ায় এদের মধ্যে বিক্রিয়া সংঘটিত হবে এবং নতুন যৌগ সৃষ্টি হবে।

$$CH_3COOH + NaHCO_3 \longrightarrow CH_3COONa + CO_2\uparrow + H_2O$$

উপরিউক্ত বিক্রিয়ায় দেখা যাচ্ছে ইথানয়িক এসিড $NaHCO_3$ এর সাথে বিক্রিয়া করে CH_3COONa, CO_2 এবং পানি উৎপন্ন করেছে।

ঘ. রাসায়নিক পরিবর্তনে তাপের পরিবর্তন দুই রকম হয়ে থাকে। রাসায়নিক পরিবর্তনে তাপশক্তি নির্গত হলে ΔH ঋণাত্মক এবং তাপশক্তি শোষিত হলে ΔH ধনাত্মক হয়ে থাকে।

উদ্দীপকের বিক্রিয়ায় ভিনেগারে দুর্বল জৈব এসিড বিদ্যমান যার নাম ইথানয়িক এসিড (CH_3COOH) এবং এতে যোগ করা হয় $NaHCO_3$ লবণ। যেহেতু জৈব এসিডসমূহ রাসায়নিকভাবে কম সক্রিয় অর্থাৎ কম পরিমাণে জলীয় দ্রবণে বিয়োজিত হয়, তাই বিক্রিয়াটি যখন সংঘটিত হয় তখন দ্রাবক থেকে তাপ শোষণ করে। অর্থাৎ প্রক্রিয়াটি তাপহারী আর তাই ΔH এর মান ধনাত্মক হয়।

$CH_3 - COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + CO_2 + H_2O;\ \Delta H = (+)\ Ve$

এখানে, উল্লেখ্য CH_3COOH বিয়োজনে তাপশক্তি শোষিত হয় বলে, ΔH এর মান ধনাত্মক হয়।

প্রশ্ন –২৯ (i) $Zn + CuSO_4 \rightarrow ZnSO_4 + Cu;$

(ii) ${}^{1}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He$

ক. লবণ সেতু কাকে বলে? ১

খ. জৈব যৌগে অসম্পৃক্ততা নির্ণয়ের বেয়ার পরীক্ষা বর্ণনা কর। ২

গ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াদ্বয় যে শ্রেণির তাদের মধ্যে পার্থক্য আলোচনা কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের i নং বিক্রিয়াটি যে কোষে সংঘটিত হয় তার গঠন ও কার্যপ্রণালি আলোচনা কর। ৪

২৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. দুটি তড়িৎদ্বারের মধ্যে পরোক্ষ সংযোগের জন্য বাঁকা কাঁচনলে লবণের দ্রবণ পূর্ণ যে ব্যবস্থা করা হয় তাকে লবণ সেতু বলে।

খ. অ্যালকিন যেমন, ইথিনকে লঘু জলীয় পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেট দ্বারা জারিত করলে ইথিলিন গ্লাইকল উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায় লঘু জলীয় পটাসিয়াম পারম্যাঙ্গানেটের গোলাপি বা বেগুনি বর্ণ বিনষ্ট হয়। এই বিক্রিয়ার মাধ্যমে অসম্পৃক্ত হাইড্রোকার্বনকে শনাক্ত করা যায়। এটি বেয়ার পরীক্ষা নামে পরিচিত।

$$H_2C = CH_2 + H_2O + [O] \xrightarrow[KMnO_4]{\text{লঘু}} \underset{\text{ইথিলিন}}{H_2C(OH)} - \underset{\text{গ্লাইকল}}{CH_2(OH)}$$

গ. উদ্দীপকে (i) নং বিক্রিয়াটি হলো রাসায়নিক বিক্রিয়া এবং (ii) নং বিক্রিয়াটি হলো নিউক্লীয় বিক্রিয়া। নিচে বিক্রিয়াদ্বয়ের পার্থক্য আলোচনা করা হলো :

রাসায়নিক বিক্রিয়া ও নিউক্লীয় বিক্রিয়ার পার্থক্য :

রাসায়নিক বিক্রিয়া	নিউক্লীয় বিক্রিয়া
১. রাসায়নিক বিক্রিয়ার ফলে নতুন মৌল সৃষ্টি হয় না।	১. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় নতুন মৌল সৃষ্টি হয়।
২. রাসায়নিক বিক্রিয়াকালে মৌলের প্রোটন সংখ্যা অপরিবর্তিত থাকে।	২. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় মৌলের প্রোটন সংখ্যা পরিবর্তিত হয়।
৩. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় যোজ্যতা ইলেকট্রনসমূহের পরিবর্তন ঘটে।	৩. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় পরমাণুর নিউক্লিয়াসের পরিবর্তন ঘটে।
৪. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় শক্তির পরিবর্তনের পরিমাণ তুলনামূলক অনেক কম।	৪. নিউক্লীয় বিক্রিয়ায় শক্তির পরিবর্তনের পরিমাণ অনেক বেশি।
৫. রাসায়নিক বিক্রিয়া কাচপাত্রে যেমন : টেস্টটিউবে ঘটানো যায়।	৫. নিউক্লীয় বিক্রিয়া নিউক্লিয় চুল্লিতে নিয়ন্ত্রিতভাবে ঘটানো যায়।

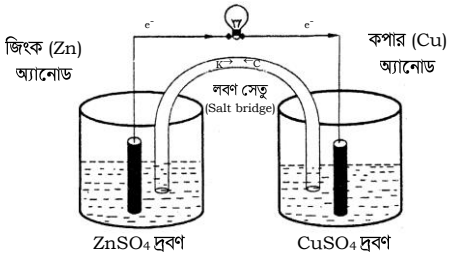
ঘ. উদ্দীপকের (i) নং বিক্রিয়াটি হলো :

$$Zn + CuSO_4 \longrightarrow ZnSO_4 + Cu$$

এই বিক্রিয়াটি গ্যালভানিক কোষে সংঘটিত হয়। তার গঠন ও কার্যপ্রণালি আলোচনা করা হলো :

এ কোষে ক্যাথোড হিসেবে $Cu \mid Cu^{2+}$ ধাতু/ধাতব আয়ন এবং অ্যানোড হিসেবে $Zn \mid Zn^{2+}$ ধাতু/ধাতব আয়ন ব্যবহার করা হয়। একটি পাত্রে কপার সালফেটের দ্রবণে কপার দন্ড এবং অন্য পাত্রে

জিংক দন্ড জিংক সালফেটের দ্রবণে ডুবানো থাকে। KCl দ্রবণপূর্ণ U–আকৃতির টিউব দ্রবণদ্বয়ের মধ্যে ডুবানো থাকে।



একটি তারের সাহায্যে তড়িৎদ্বার দুটি সংযুক্ত করা হলে নিচের বিক্রিয়া ঘটবে :

অ্যানোড বিক্রিয়া : $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+}(aq) + 2e^-$

ক্যাথোড বিক্রিয়া : $Cu^{2+}(aq) + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$

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

অর্থাৎ $Zn(s)$ অ্যানোড ইলেকট্রন ছেড়ে বিয়োজিত হয়ে $Zn^{2+}(aq)$ আয়ন হিসেবে দ্রবণে থাকবে এবং $Cu^{2+}(aq)$ আয়ন ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতব কপার হিসেবে ক্যাথোডে জমা হবে। অ্যানোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন তারের মাধ্যমে ক্যাথোডে পৌঁছে ইলেকট্রনের সমতা রক্ষা করবে। এতে বিদ্যুৎ প্রবাহের সৃষ্টি হবে।

এখানে লবণ সেতু খুবই গুরুত্বপূর্ণ। অ্যানোড পাত্রে $Zn^{2+}_{(aq)}$ আয়নের আধিক্য হয় এবং ক্যাথোড পাত্রে $Cu^{2+}(aq)$ আয়নে ঘাটতি হয়। আমরা জানি, কোনো বিশেষ আয়ন (ধনাত্মক বা ঋণাত্মক) একা থাকতে পারে না। কাজেই লবণ সেতু যুক্ত করলে এতে অবস্থিত ধনাত্মক $\{K^+(aq)\}$ ও ঋণাত্মক $\{Cl^-(aq)\}$ আয়নের সাহায্যে ক্যাথোড ও অ্যানোড পাত্রে উল্লিখিত আয়নের অসমতা দূর হয়।

প্রশ্ন –৩০ H_2SO_4 হলো রাসায়নিক পদার্থের রাজা। এটি SO_3 ও H_2O এর বিক্রিয়ায় তৈরি হয়। তবে এই পদ্ধতি পরিবেশের জন্য ক্ষতিকর। আবার স্পর্শ পদ্ধতিতেও এটি উৎপন্ন করা যায়। এই পদ্ধতি পরিবেশবান্ধব।

ক. আকরিক কী? ১

খ. 'সকল খনিজ আকরিক নয়'– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের প্রথম পদ্ধতিটি কীভাবে পরিবেশ দূষিত করে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় পদ্ধতিটি পরিবেশবান্ধব কেন? ব্যাখ্যা কর। ৪

৩০নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় তাকে আকরিক বলে।

খ. যে সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায়, তাকে আকরিক বলে।

মূল্যবান ধাতু ও অধাতুসমূহ পৃথিবীর সর্বত্র বিরাজিত থাকলেও ভূপৃষ্ঠে বা ভূগর্ভে কোনো কোনো শিলাস্তূপে প্রচুর পরিমাণে যৌগ অথবা মুক্ত মৌল হিসেবে মূল্যবান ধাতু বা অধাতু পাওয়া যায়, এগুলোকে খনিজ বলে।

আবার, সকল খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় না।

সুতরাং সকল খনিজ আকরিক নয়।

গ. উদ্দীপকের প্রথম পদ্ধতিতে সালফিউরিক এসিড উৎপাদনের জন্য প্রথমে সালফারকে বায়ুর অক্সিজেনের উপস্থিতিতে পোড়ানো হয়। এতে সালফার ডাইঅক্সাইড পাওয়া যায়। একে আবার অক্সিজেন দ্বারা জারিত করলে সালফার ট্রাইঅক্সাইড উৎপন্ন হয়। বাতাসের জলীয়বাষ্পের সাথে যুক্ত হয়ে সালফার ডাইঅক্সাইড ও সালফার ট্রাইঅক্সাইড যথাক্রমে সালফিউরাস এসিড ও সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন করে।

$$S + O_2 \longrightarrow SO_2$$

$$2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3$$

বায়ুমন্ডলে উপস্থিতে সালফারের এ অক্সাইডসমূহ বৃষ্টির পানির সাথে মিশে এসিড তৈরি করে। একে এসিড বৃষ্টি বলা হয়।

$$SO_2 + H_2O \longrightarrow H_2SO_3$$

$$SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4$$

এসিড বৃষ্টির ফলে পুকুর,হ্রদ ও বিলের পানি অম্লীয় হয়ে যায়। ফলে জলাশয়ের মাছ ও জলজ উদ্দিদ মারা যায়। এছাড়া এসিড বৃষ্টিতে দালানকোঠা, ধাতু দ্বারা তৈরি জাহাজ, যানবাহনেরও ক্ষতি হয়। এভাবে উদ্দীপকের প্রথম পদ্ধতিটি পরিবেশ দূষিত করে।

ঘ. উদ্দীপকের দ্বিতীয় পদ্ধতিতে ক্ষতিকর অক্সাইড গ্যাস ও এসিড নির্গত হয় না বলে এটি পরিবেশবান্ধব। সাধারণ অবস্থায় সালফার ডাইঅক্সাইড বাতাসের অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয় না। স্পর্শ চেম্বারে 400 – 450°C তাপমাত্রায় প্লাটিনাম চূর্ণ বা ভ্যানাডিয়াম পেন্টাঅক্সাইড প্রভাবকের উপস্থিতিতে অক্সিজেন দ্বারা জারিত হয়ে সালফার ট্রাইঅক্সাইড উৎপন্ন করে।

$$2SO_2(g) + O_2(g) \xrightarrow{440–500°C, Pt/V_2O_5} 2SO_3(g)$$

এভাবে প্রাপ্ত SO_3 এর সাথে 98% H_2SO_4 এ শোষণ করে ধূমায়মান সালফিউরিক এসিড উৎপন্ন করা হয়।

$$H_2SO_4(l) + SO_3(g) \longrightarrow H_2S_2O_7(l)$$

পরবর্তীতে একে H_2O দ্বারা লঘু করে H_2SO_4-এ পরিণত করা হয়।

$$H_2S_2O_7(l) + H_2O(l) \longrightarrow 2H_2SO_4(l)$$

এই পদ্ধতিতে SO_3 বাতাসে ছড়িয়ে পড়ে সালফিউরিক এসিডের ঘন কুয়াশা তৈরি করতে পারে না। তাই দ্বিতীয় পদ্ধতিটি অর্থাৎ স্পর্শ পদ্ধতিতে H_2SO_4 উৎপাদন পরিবেশবান্ধব।

প্রশ্ন –৩১ ▶ নিচে একটি তাপ রাসায়নিক সমীকরণ দেয়া হলো :

$$H_2(g) + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow H_2O(g);\ \Delta H = (-)\ 244\ kJ$$

ক. ব্রাইন কী? ১

খ. তাপ–নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলতে কী বোঝ? ২

গ. H–H, O = O এবং O–H বন্ধন শক্তিসমূহ যথাক্রমে 435, 498 ও 643 kJ/mole হলে উদ্দীপকে উল্লিখিত বিক্রিয়া থেকে ΔH এর মান বের কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বিক্রিয়াটিতে ΔH এর মান ঋণাত্মক কেন? ব্যাখ্যা কর। ৪

◀ ৩১নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. সোডিয়াম ক্লোরাইডের সম্পৃক্ত জলীয় দ্রবণকে ব্রাইন বলে।

খ. পারমাণবিক চুল্লিতে ফিশন বিক্রিয়ার ফলে উদ্‌ত তাপশক্তিকে কাজে লাগিয়ে বিদ্যুৎ উৎপন্ন করা হয়। এ উদ্দেশ্যে বিভিন্ন ধরনের পারমাণবিক চুল্লি যেমন : লাইট ওয়াটার চুল্লি, হেভী ওয়াটার চুল্লি, ব্রিডার চুল্লি প্রভৃতি ব্যবহার করা হয়। এই ক্ষেত্রে সংশ্লিষ্ট বিক্রিয়াসমূহকে তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলে।

গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :

$$H_{2(g)} + \frac{1}{2} O_2 \longrightarrow H_2O_{(g)}$$

দেওয়া আছে–

বন্ধন	বন্ধনশক্তি (kJ/mol)
H – H	435
O = O	498
O – H	643

বিক্রিয়াটিতে 1 mole H–H বন্ধন এবং $\frac{1}{2}$ mole O = O বন্ধন ভেঙে 2 mole O–H বন্ধন গঠিত হয়।

∴ বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন, ΔH = বন্ধন ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় মোট শক্তি – নতুন বন্ধন গঠিত হওয়ায় নির্গত মোট শক্তি $= \left(1 \times 435 + \frac{1}{2} \times 498\right) - 2 \times 643$ kJ/mole

$\therefore \Delta H = -602$ kJ/mole

অতএব, উল্লিখিত বিক্রিয়ায় নির্ণেয় ΔH এর মান –602 kJ/mole।

ঘ. আমরা জানি, রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপের পরিবর্তন ΔH = বন্ধন ভাঙার জন্য প্রয়োজনীয় মোট শক্তি – নতুন বন্ধন গঠিত হওয়ায় নির্গত মোট শক্তি ..... (i)

এক্ষেত্রে,

বন্ধন ভাঙতে প্রয়োজনীয় মোট শক্তি $= \left(1 \times 435 + \frac{1}{2} \times 498\right)$

$= 684$ kJ/mole

এবং

নতুন বন্ধন গঠিত হওয়ায় নির্গত শক্তি $= 2 \times 643 = 1286$ kJ/mol

$\therefore$ বন্ধন ভাঙতে প্রয়োজনীয় মোট শক্তি < নতুন বন্ধন গঠিত হওয়ায় নির্গত শক্তি

$\therefore$ (i) নং সমীকরণ হতে $\rightarrow \Delta H = (684 - 1286)$ kJ/mol

$= -602$ kJ/mol

সুতরাং, ΔH এর মান ঋণাত্মক।

প্রশ্ন –৩২ শিল্পক্ষেত্রে খাদ্য লবণের গাঢ় জলীয় দ্রবণ থেকে তড়িৎ বিশ্লেষণের সাহায্যে এক সাথে ক্লোরিন ও ক্ষার উৎপাদন করা হয়। প্রধানত ক্লোরিন গ্যাসের বাণিজ্যিক উৎপাদন এই প্রক্রিয়ায় সম্পন্ন হয়।

ক. তড়িৎবিশ্লেষণ বলতে কী বোঝ? ১

খ. তাপোৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়া কাকে বলে? উদাহরণ দাও। ২

গ. সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িৎ বিশ্লেষণ প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎবিশ্লেষণে পারদের ক্যাথোড ব্যবহার করা হলে কী ধরনের রাসায়নিক পরিবর্তন হবে, তা বিক্রিয়াসহ ব্যাখ্যা কর। ৪

৩২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে প্রক্রিয়ায় গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎপ্রবাহ চালনা করে পদার্থটির উপাদান মৌলসমূহ বিশ্লিষ্ট করা হয় তাকে তড়িৎবিশ্লেষণ বলে।

খ. যে রাসায়নিক বিক্রিয়ায় তাপ উৎপন্ন হয় তাকে তাপোৎপাদী বিক্রিয়া বলে। যেমন : কাঠ, কয়লা বা গ্যাস পোড়ালে তাপ উৎপন্ন হয়।

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

যে রাসায়নিক বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার জন্য তাপের শোষণ ঘটে, তাকে তাপহারী বিক্রিয়া বলে। যেমন : হাইড্রোজেন আয়োডিনের সাথে বিক্রিয়া ঘটালে তাপের শোষণ ঘটে।

$H_2(g) + I_2(g) \longrightarrow 2HI(aq) - \text{তাপ}$

গ. বিগলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় সোডিয়াম ক্লোরাইডের সোডিয়াম (Na^+) ও ক্লোরাইড (Cl^-) আয়নসমূহ মোটামুটি মুক্ত অবস্থায় চলাচল করে। তরলে দুইটি তড়িৎদ্বার প্রবেশ করিয়ে তাদের মধ্যে ব্যাটারির সাহায্যে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি করা হয়। ক্যাথোড ঋণাত্মক আধান বিশিষ্ট হওয়ায় তা ধনাত্মক সোডিয়াম আয়নসমূহকে আকর্ষণ করে। সোডিয়াম আয়নসমূহ ক্যাথোডে পৌঁছামাত্র ক্যাথোড তাদের ইলেকটন দান করে, ফলে সোডিয়াম পরমাণুর সৃষ্টি হয়। সোডিয়াম পরমাণুসমূহ একত্রিত হয়ে সোডিয়াম ধাতুরূপে দেখা দেয়।

$Na^+ + e^-$ (ক্যাথোড) = Na (বিজারণ)

অন্যদিকে, অ্যানোড ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট হওয়ায় তা ঋণাত্মক ক্লোরাইড আয়নসমূহকে আকর্ষণ করে এবং এ আয়নসমূহ অ্যানোডে পৌঁছামাত্র তাতে ইলেকট্রন ছেড়ে দিয়ে ক্লোরিন পরমাণুর সৃষ্টি হয়। দুইটি ক্লোরিন পরমাণু পরস্পরের সাথে যুক্ত হয়ে ক্লোরিন গ্যাসের সৃষ্টি করে।

$Cl^- - e^- = Cl$ (জারণ) (অ্যানোডে ইলেকট্রন ছেড়ে দেয়)

$Cl^- = Cl + e^-$

$2Cl = Cl_2$

এভাবেই সোডিয়াম ক্লোরাইড দ্রবণের তড়িৎবিশ্লেষণ সংঘটিত হয়।

ঘ. সোডিয়াম ক্লোরাইডের তড়িৎ বিশ্লেষণের সময় ধনাত্মক সোডিয়াম ও হাইড্রোজেন আয়ন ক্যাথোডের দিকে আকৃষ্ট হয়। পারদের তড়িৎদ্বারে হাইড্রোজেন আয়নের তুলনায় সোডিয়াম আয়নের বিজারিত হওয়ার প্রবণতা অনেক বেশি তাই ক্যাথোডে নিম্নলিখিত বিক্রিয়ায় Na^+ আয়ন বিজারিত হয় এবং উৎপাদিত Na পারদে দ্রবীভূত হবে।

$Na^+ + e^- \longrightarrow Na$

$Hg + Na \longrightarrow Na - Hg$ দ্রবণ।

Na–Hg দ্রবণ অন্য একটি পাত্রে নিয়ে পানি যোগ করলে নিম্নোক্ত বিক্রিয়ায় সোডিয়াম হাইড্রোক্সাইড ও হাইড্রোজেন উৎপন্ন হবে।

$Na - Hg + H_2O \longrightarrow NaOH + H_2 + Hg$

প্রশ্ন –৩৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

বন্ধন	বন্ধনশক্তি kJ/mole	বন্ধন	বন্ধন শক্তি kJ/mole
C – H	414	Cl– Cl	244
C – Cl	326	H – Cl	431

ক. বন্ধন শক্তি বলতে কী বুঝ? ১

খ. তাপোৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়ার পার্থক্য লেখ। ২

গ. $CH_4 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl_2(g) + 2HCl$ বিক্রিয়াটির ΔH এর মান বের কর। ৩

ঘ. NaCl দ্রবণের তড়িৎবিশ্লেষণ প্রক্রিয়া ব্যাখ্যা কর। ৪

৩৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. সব অণুতেই পরমাণুসমূহ এক বিশেষ আকর্ষণ শক্তি দ্বারা পরস্পর আবদ্ধ থাকে, এ শক্তিকে বন্ধনশক্তি বলে।

খ. তাপোৎপাদী ও তাপহারী বিক্রিয়ার পার্থক্য হলো :

তাপোৎপাদী বিক্রিয়া	তাপহারী বিক্রিয়া
১. তাপের পরিবর্তন বা ΔH ঋণাত্মক।	১. তাপের পরিবর্তন বা ΔH ধনাত্মক।
২. বিক্রিয়া অঞ্চলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।	২. বিক্রিয়া অঞ্চলে তাপমাত্রা হ্রাস পায়।
৩. বিক্রিয়ক অপেক্ষা উৎপাদের তাপ ধারণ ক্ষমতা কম।	৩. বিক্রিয়ক অপেক্ষা উৎপাদের তাপ ধারণ ক্ষমতা বেশি।

গ. $CH_4(g) + 2Cl_2(g) \rightarrow CH_2Cl_2(g) + 2HCl$

বন্ধন দেখিয়ে বিক্রিয়াটিকে নিম্নরূপে দেখানো যেতে পারে–

$$H-\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle H}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-H(g) + 2Cl-Cl(g) \rightarrow H-\underset{\displaystyle H}{\overset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}}-Cl(g) + 2H-Cl(g)$$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, এই বিক্রিয়ায় দুই মোল C – H বন্ধন এবং দুই মোল Cl – Cl বন্ধন ভাঙে। আবার, একই সময়ে দুই মোল C – Cl বন্ধন এবং দুই মোল H – Cl বন্ধন গঠিত হয়। জানা আছে,

C – H বন্ধন শক্তি = 414 kJ/ মোল

Cl – Cl বন্ধন শক্তি = 244 kJ/ মোল

C – Cl বন্ধন শক্তি = 326 kJ/ মোল

H – Cl বন্ধন শক্তি = 431 kJ/ মোল

সুতরাং বন্ধন ভাঙনে প্রয়োজনীয় শক্তি = $(2 \times 414 + 2 \times 244)$ kJ

$= (828 + 488)$ kJ

$= 1316$ kJ

এবং বন্ধন গঠনে নির্গত শক্তি $= (2 \times 326 + 2 \times 431)$ kJ

$= (652 + 862)$ kJ

$= 1514$ kJ

বিক্রিয়া তাপ = বন্ধন ভাঙনে প্রয়োজনীয় শক্তি – বন্ধন গঠনে নির্গত শক্তি

$= (1316 - 1514)$ kj

$= -198$ kj

অর্থাৎ এই বিক্রিয়ায় 198 kj তাপশক্তি নির্গত হয়।

ঘ. রংপুর জিলা স্কুলের (গ) উত্তর দেখ।

প্রশ্ন –৩৪ A যৌগের 1.6g এ C আছে 1.2g এবং H আছে 0.4g। যৌগটির বাষ্প ঘনত্ব 8।

ক. মোলারিটি কাকে বলে? ১

খ. 2g MgO তৈরিতে কত গ্রাম Mg প্রয়োজন হবে? ২

গ. A যৌগের শতকরা সংযুতি বের করে আণবিক সংকেত নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ^{235}U এর 1 মোল দহনে যে পরিমাণ তাপশক্তি নির্গত হয়, সেই পরিমাণ তাপ শক্তি উৎপন্ন করতে কত মোল A যৌগের প্রয়োজন হবে বলে তুমি মনে কর? (C – H, O = O, C = O ও O – H এ বন্ধন শক্তি মোল প্রতি যথাক্রমে 414, 498, 843 ও 464 KJ)। ৪

৩৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় প্রতি লিটার দ্রবণে দ্রবীভূত দ্রবের গ্রাম আণবিক ভর বা মোল সংখ্যাকে ঐ দ্রবণের মোলারিটি বলা হয়।

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

2 অণু 2 অণু

2×24 $2(24 + 16)$

$= 48g$ $= 80g$

80g MgO তৈরিতে প্রয়োজন হয় 48gMg

$\therefore$ 2g " " " " $\frac{48 \times 2}{80}$ "

$= 1.2g$ Mg

গ. দেয়া আছে, A যৌগের ভর $= 1.6g$

C মৌলের ভর $= 1.2g$

H " " $= 0.4g$

সুতরাং, A যৌগে–

C মৌলের শতকরা সংযুতি $= \frac{1.2}{1.6} \times 100$

$= 75\%$

H মৌলের শতকরা সংযুতি $= \frac{0.4}{1.6} \times 100$

$= 25\%$

A যৌগের শতকরা সংযুতি C = 75% ও H = 25%

প্রাপ্ত সংযুতিদ্বয়কে মৌলসমূহের নিজ নিজ পারমাণবিক ভর দ্বারা ভাগ করি–

$C = \frac{75}{12} = 6.25$ $H = \frac{25}{1} = 25$

ভাগফলদ্বয়ের মধ্যে ক্ষুদ্রতর দ্বারা উভয়কে ভাগ করি :

$C = \frac{6{\cdot}25}{6{\cdot}25} = 1$ $H = \frac{25}{6{\cdot}25} = 4$

সুতরাং যৌগে C ও H এর অনুপাত 1 : 4

অতএব, যৌগের স্থূল সংকেত = CH_4

ধরি, স্থূল সংকেতের আণবিক সংকেত = $(CH_4)_n$

দেয়া আছে, যৌগের বাষ্প ঘনত্ব = 8

$\therefore$ যৌগের আণবিক ভর $= 8 \times 2$

$= 16$

প্রশ্নমতে, $(CH_4)_n = 16$

বা, $(12 + 1 \times 4)_n = 16$

বা, $16n = 16$

বা, $n = \frac{16}{16}$

$\therefore n = 1$

সুতরাং, যৌগটির আণবিক সংকেত = $(CH_4)_1 = CH_4$

ঘ. উদ্দীপকের A যৌগটি হলো CH_4।

$_{235}U$ এর 1 মোল দহনে 2.0×10^{13} জুল তাপ উৎপন্ন হয়।

CH_4 এর দহন বিক্রিয়া নিম্নরূপ–

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$$

সকল বন্ধন দেখিয়ে উক্ত বিক্রিয়াটি নিম্নরূপে লেখা যায়–

$$\begin{array}{l} \quad H \\ \quad | \\ H - C - H + 2(O = O) \longrightarrow O = C = O + 2(H - O - H) \\ \quad | \\ \quad H \end{array}$$

উক্ত বিক্রিয়ায় 4 মোল C – H ও 2 মোল O = O

বন্ধন ভাঙতে প্রয়োজনীয় মোট শক্তি $= 4(C–H) + 2(O = O)$

$= 4 \times 414 + 2 \times 498$

$= 1656 + 996$

= 2652 kJ.

আবার, 2 মোল C = O ও 4–মোল O – H নতুন বন্ধন গঠন করতে নির্গত মোট শক্তি = 2(C = O) + 4 (O – H)

= 2 × 843 + 4 × 464

= 1686 + 1856

= 3542 kJ

উক্ত বিক্রিয়ায় উৎপন্ন তাপের পরিবর্তন

ΔH = (2652 – 3542) kJ

= –890 kj

= –890000 j

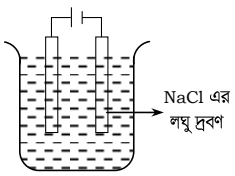
এক মোল ইউরেনিয়ামে –235 এর সমপরিমাণ তাপ উৎপন্ন করতে মিথেন পোড়াতে হবে

= $(2.0 \times 10^{13} \div 890000)$

= $22{\cdot}5 \times 10^{6}$ মোল

সুতরাং, $22{\cdot}5 \times 10^{6}$ মোল A যৌগ (CH_4) পোড়াতে হবে বা প্রয়োজন হবে।

প্রশ্ন –৩৫



ক. আকরিক কী? ১

খ. Fe^{2+} আয়নটি জারিত ও বিজারিত হতে পারে– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত তড়িৎবিশ্লেষণ কোষটির অ্যানোড ও ক্যাথোড বিক্রিয়া–ব্যাখ্যা কর। ৩

ঘ. Pt এর পরিবর্তে মারকারি তড়িৎদ্বার ক্যাথোড হিসেবে এবং গাঢ় NaCl এর দ্রবণ নিলে একই বিক্রিয়া ঘটবে কিনা যুক্তি দাও। ৪

৩৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব খনিজ থেকে লাভজনকভাবে ধাতু নিষ্কাশন করা যায় সেগুলোকে আকরিক বলে।

খ. $FeCl_2$ এবং Cl_2 এর বিক্রিয়ায় Fe^{2+} আয়ন e^- প্রদান করে জারিত হয়ে Fe^{3+} আয়ন উৎপন্ন করে।

সম্পূর্ণ বিক্রিয়া : $FeCl_2 + Cl_2 \longrightarrow FeCl_3$

জারণ বিক্রিয়া : $Fe^{2+} + e^- \longrightarrow Fe^{3+}$

FeO, C দ্বারা বিজারিত হয়ে Fe উৎপন্ন করে।

সম্পূর্ণ বিক্রিয়া : $FeO + C \longrightarrow Fe + CO$

বিজারণ বিক্রিয়া : $Fe^{2+} + 2e^- \longrightarrow Fe$

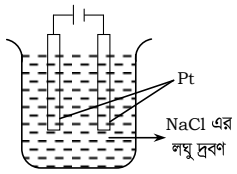
অর্থাৎ, Fe^{2+} আয়ন জারিত ও বিজারিত হতে পারে।

গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত তড়িৎ বিশ্লেষণ কোষটি নিম্নরূপ :

দ্রবণে উপস্থিত আয়নসমূহ :

ক্যাটায়ন	অ্যানায়ন
H^+	OH^-
Na^+	Cl^-

সক্রিয়তা সিরিজে H^+, Na^+ অপেক্ষা নিচে অবস্থিত হওয়ায় এটি ক্যাথোডে বিজারিত হয়ে H_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।



ক্যাথোডে বিক্রিয়া : $2H^+ + 2e^- \longrightarrow H_2$

সক্রিয়তা সিরিজ $2H^+$, Cl^- অপেক্ষা নিচে অবস্থিত হওয়ায় এটি অ্যানোডে জারিত হয়ে O_2 গ্যাস উৎপন্ন করে।

অ্যানোডে বিক্রিয়া : $4OH^- + 4e^- \longrightarrow O_2 + 2H_2O$

ঘ. Pt তড়িৎদ্বারের পরিবর্তে মারকারি তড়িৎদ্বার, ক্যাথোড হিসেবে গাঢ় NaCl নিলে অ্যানোড ও ক্যাথোডে একই বিক্রিয়া হবে না।

দ্রবণে উপস্থিত :

ক্যাটায়ন	অ্যানায়ন
H^+	OH^-
Na^+	Cl^-

গাঢ় দ্রবণ হওয়ায় এতে Na^+ ও Cl^- আয়নের ঘনমাত্রা বেশি থাকবে। ফলে, ক্যাথোডে Na^+ বিজারিত হয়ে Na ধাতুতে ও Cl^- জারিত হয়ে Cl_2 গ্যাস উৎপন্ন করবে।

ক্যাথোডে বিক্রিয়া : $Na^+ + e^- \longrightarrow Na$ (বিজরণ)

অ্যানোডে বিক্রিয়া : $2Cl^- - 2e^- \longrightarrow Cl_2$ (জারণ)

ক্যাথোডে উৎপন্ন Na, মারকারিতে দ্রবীভূত হয়ে মারকারি অ্যামালগাম উৎপন্ন করে।

$Na + Hg \longrightarrow Na - Hg$

প্রশ্ন –৩৬ (i) $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$; $\Delta H = -890$ kJ

যেখানে C = O, C – H, O = O এর বন্ধন শক্তি যথাক্রমে 843 kJ/mole, 414 kJ/mole এবং 498 kJ/mole.

(ii) $N_2 + 3H_2 \rightarrow 2NH_3$; $\Delta H = -92$ kJ

ক. আয়নিক বন্ধন কাকে বলে? ১

খ. ফসফরাসের যোজনী 3 এবং 5 ইলেকট্রন বিন্যাসের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর। ২

গ. (i) নং বিক্রিয়াটি থেকে O–H এর বন্ধনশক্তি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. (i) নং বিক্রিয়ার আংশিক উৎপাদ এবং (ii)নং বিক্রিয়ার উৎপাদ হতে যে রাসায়নিক সার তৈরি করা হয় তা কীভাবে কাজে লাগে রাসায়নিক বিক্রিয়ার মাধ্যমে যুক্তি দাও। ৪

৩৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ইলেকট্রন আদান–প্রদানের মাধ্যমে গঠিত ক্যাটায়ন (ধনাত্মক আয়ন) ও অ্যানায়ন (ঋণাত্মক আয়ন) সমূহ যে আকর্ষণ বল দ্বারা যৌগের অণুতে আবদ্ধ থাকে, তাকে আয়নিক বন্ধন বলে।

খ. ফসফরাসের (P) পারমাণবিক সংখ্যা = 15

ইলেকট্রন বিন্যাস : $P(15) \longrightarrow 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 3d^0$

ইলেকট্রন বিন্যাস হতে দেখা যায়, P এর সর্ববহিঃস্তরে 3টি অযুগ্ম ইলেকট্রন বিদ্যমান এবং d অরবিটালে কোনো ইলেকট্রন নেই। এক্ষেত্রে P এর যোজনী 3। উত্তেজিত অবস্থায়, P এর 3s অরবিটালের ইলেকট্রন জোড় ভেঙে গিয়ে 1টি ইলেকট্রন d অরবিটালে উন্নীত হয়। তখন এর সর্ববহিঃস্থস্তরে অযুগ্ম ইলেকট্রন সংখ্যা হয় 5। অর্থাৎ P উত্তেজিত অবস্থায় 5 যোজনী প্রদর্শন করে।

গ. উদ্দীপকে বর্ণিত (i) নং বিক্রিয়াটি নিম্নরূপ :

$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$; $\Delta H = -890$ kJ

দেওয়া আছে,

বন্ধন	বন্ধনশক্তি, kJ/mole
C = O	843
C – H	414
O = O	498
O – H (x)	?

ΔH = বন্ধন ভাঙ্গার জন্য প্রয়োজনীয় মোট শক্তি– নতুন বন্ধন গঠনে নির্গত মোট শক্তি

বা, $-890 = (4 \times 414 + 2 \times 498) - (2 \times 843 + 2 \times x)$

বা, $-890 = 2652 - 1686 - 2x$

বা, $2x = 2652 - 1686 + 890$

বা, $2x = 1856$

$\therefore x = 928$ kJ/mole

ঘ. (i) নং বিক্রিয়ার আংশিক উৎপাদ CO_2 (কার্বন ডাইঅক্সাইড) এবং (ii) নং বিক্রিয়ার উৎপাদ NH_3 (অ্যামোনিয়া) এর মিশ্রণ উচ্চচাপে এবং $130°–150°C$ তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে ইউরিয়া সার উৎপাদন করা হয়।

$$CO_2 + 2NH_3 \longrightarrow (NH_2)_2C = O + H_2O$$

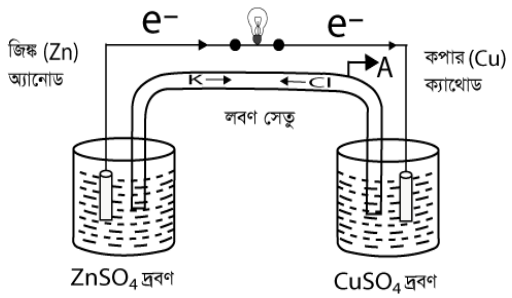
মাটিতে দ্রবীভূত অবস্থায় ইউরিয়া, ইউরিয়েজ এনজাইমের প্রভাবে ধীরে ধীরে বিয়োজিত হয়ে NH_3 ও CO_2 এ পরিণত হয়। NH_3 পানিতে দ্রবীভূত হয়ে অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইডে পরিণত হয়। অ্যামোনিয়াম হাইড্রোক্সাইড NH_4^+ আয়ন ও OH^- আয়নে আংশিকভাবে বিয়োজিত অবস্থায় থাকে। উদ্দিদ NH_4^+ আয়ন পরিশোধন করে।

$$(NH_2)_2C = O + H_2O \xrightarrow{\text{ইউরিয়েজ}} 2NH_3 + CO_2$$

$$NH_3 + H_2O == NH_4OH$$

$$NH_4OH + H_2O == NH_4^+{}_{(aq)} + OH^-{}_{(aq)} + H_2O$$

প্রশ্ন –৩৭ ▶ নিচের চিত্রটি থেকে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



ক. তড়িৎবিশ্লেষণ কী? ১

খ. চিত্রের কোষে সংঘটিত রাসায়নিক বিক্রিয়াগুলো লিখ। ২

গ. চিত্রের কোষটিতে কীভাবে বিদ্যুৎশক্তি উৎপাদন করা যায়–বর্ণনা কর। ৩

ঘ. চিত্রের অ্যানোড ও ক্যাথোড পাত্রে উল্লিখিত আয়নের সমতা দূর করতে A অংশের ভূমিকা আলোচনা কর। ৪

৩৭নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে প্রক্রিয়ায় তড়িৎপ্রবাহ দ্বারা কোনো তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থকে গলিত বা দ্রবীভূত অবস্থায় তার উপাদানসমূহকে আলাদা করা হয় তাকে তড়িৎ বিশ্লেষণ বলে।

খ. চিত্রের কোষে ক্যাথোড হিসেবে $Cu/Cu^{2+}(aq)$ ধাতু/ ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার ও অ্যানোড হিসেবে $Zn/Zn^{2+}(aq)$ ধাতু/ধাতব আয়ন তড়িৎদ্বার নিয়ে গঠিত। যদি তারের সাহায্যে তড়িৎদ্বার দুটিকে সংযুক্ত করা হয়, তাহলে নিম্নোক্ত জারণ–বিজারণ স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটবে।

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

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

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

গ. চিত্রের কোষে রাসায়নিক শক্তি বিদ্যুৎশক্তিতে পরিণত হয়। এ ধরনের কোষে তড়িৎদ্বারে বিক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্তভাবে ঘটে। এ জাতীয় কোষকে গ্যালভানিক কোষ বলে।

চিত্রে ক্যাথোড হিসেবে একটি পাত্রে কপার দণ্ড কপার সালফেটের জলীয় দ্রবণে ডুবানো থাকে। অন্য পাত্রে অ্যানোড হিসেবে জিংক দণ্ড জিংক সালফেটের জলীয় দ্রবণে ডুবানো থাকে। পাত্রদ্বয়ের দ্রবণের মধ্যে সংযোগ স্থাপনের জন্য নিষ্ক্রিয় তড়িৎবিশ্লেষ্য (KCl) দ্রবণপূর্ণ উল্টো U–আকৃতির টিউব দ্রবণদ্বয়ের মধ্যে ডুবানো হয়।

Zn অ্যানোড নিজে ইলেকট্রন ছেড়ে বিযোজিত হয়ে দ্রবণে $Zn^{2+}(aq)$ আয়ন হিসেবে দ্রবীভূত হয়। অপরদিকে, দ্রবণ থেকে $Cu^{2+}(aq)$ আয়ন ক্যাথোড থেকে ইলেকট্রন গ্রহণ করে ধাতব Cu হিসেবে ক্যাথোড জমা হবে। প্রকৃতপক্ষে অ্যানোডে উৎপন্ন ইলেকট্রন তারের মাধ্যমে ক্যাথোডে পৌঁছে ইলেকট্রনের সমতা রক্ষা করে। তার দিয়ে তড়িৎদ্বার দুটিকে সংযুক্ত করলেই অ্যানোড থেকে ক্যাথোডে ইলেকট্রন প্রবাহের সৃষ্টি হয়। ইলেকট্রন প্রবাহ মানেই বিদ্যুৎপ্রবাহ।

এভাবে চিত্রের কোষ থেকে বিদ্যুৎশক্তি উৎপাদন করা হয়।

ঘ. চিত্রের A অংশ হলো লবণ সেতু যা পাত্রে আয়নের সমতা দূর করতে ভূমিকা পালন করে।

কোষের অ্যানোডে $Zn^{2+}(aq)$ আয়ন তৈরি হয়ে দ্রবণে যায়। অপরদিকে, ক্যাথোডে দ্রবণ থেকে $Cu^{2+}(aq)$ আয়ন Cu হিসেবে জমা হয়। তাহলে, অ্যানোড পাত্রে $Zn^{2+}(aq)$ আয়নের আধিক্য হয় ও ক্যাথোড পাত্রে $Cu^{2+}(aq)$ আয়নের ঘাটতি হয়। আমরা জানি যে, কোনো একটি বিশেষ আয়ন (ধনাত্মক বা ঋণাত্মক) একা থাকতে পারে না। অর্থাৎ একটি ধনাত্মক আয়ন একটি ঋণাত্মক আয়নের

উপস্থিতি ছাড়া তৈরি হয় না। সুতরাং অ্যানোড পাত্রে উৎপন্ন $Zn^{2+}(aq)$ আয়নের সমতুল্য পরিমাণ ঋণাত্মক আয়নের (সালফেট আয়ন) প্রয়োজন হবে।

অন্যদিকে, ক্যাথোড পাত্রের দ্রবণ থেকে $Cu^{2+}(aq)$ আয়ন Cu হিসেবে জমা হওয়ার ফলে সমতুল্য পরিমাণ ঋণাত্মক আয়ন (সালফেট আয়ন) মুক্ত হবে। ফলে একদিকে অ্যানোড পাত্রে ধনাত্মক আয়ন $\{Zn^{2+}(aq)\}$, অপরদিকে ক্যাথোড পাত্রে ঋণাত্মক আয়নের (সালফেট) আধিক্য ঘটবে। প্রকৃতপক্ষে, দুই পাত্রের মধ্যে আয়নের সমতা বজায় না থাকলে বিক্রিয়া ঘটবে না।

কাজেই, লবণ–সেতু যুক্ত করে তন্মধ্যে অবস্থিত ধনাত্মক $\{K^{+}(aq)\}$ ও ঋণাত্মক $\{Cl^{-}(aq)\}$ আয়নের সাহায্যে ক্যাথোড ও অ্যানোড–পাত্রে উল্লিখিত আয়নের সমতা রক্ষা করা হয়।