



গ্রুপ IVA মৌলসমূহের রসায়ন

ভূমিকা

কার্বন, সিলিকন, জার্মেনিয়াম, টিন ও লেড এই ৫টি মৌল গ্রুপ IVA এর অন্তর্ভুক্ত। এই পাঁচটি মৌলই p ব্লকের মৌল। এদের মধ্যে কার্বন ও সিলিকন অধাতু, জার্মেনিয়াম অপধাতু বা অর্ধধাতু এবং টিন ও লেড ধাতু। এই ইউনিটের বিভিন্ন পাঠে গ্রুপ -IVA মৌল সমূহের রসায়ন আলোচনা করা হবে।

পাঠ ১ গ্রুপ IVA মৌলসমূহের উৎস ও ভৌত ধর্ম

ভূমিকা

মৌলসমূহের রসায়ন মূলত এদের উৎস এবং ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর নির্ভর করে। এই পাঠে গ্রুপ IVA মৌলসমূহের উৎস এবং ইলেকট্রন বিন্যাস সংক্ষেপে আলোচনা করা হবে।

উদ্দেশ্য

এ পাঠের শেষে

- গ্রুপ IVA মৌলসমূহের প্রাকৃতিক উৎস সম্পর্কে জানা যাবে।
- ইলেকট্রন বিন্যাসের ভিত্তিতে গ্রুপ IVA মৌলসমূহের ভৌত ধর্ম ব্যাখ্যা করা যাবে।

1৯.১.১: গ্রুপ IVA মৌলসমূহের প্রাকৃতিক উৎস

এই গ্রুপের মৌলসমূহের মধ্যে জার্মেনিয়াম ছাড়া বাকী সবগুলোই পরিচিত এবং কম বেশী প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। খনি থেকে আহরিত বস্তুসমূহের মধ্যে কার্বন অন্যতম। খনিতে কার্বন সাধারণত কয়লা, গ্রাফাইট এবং ডায়মন্ড বা হিরক (হিরা) রূপে পাওয়া যায়। ভূত্বকে বিশেষ করে বালিতে সিলিকন প্রচুর পানি থাকে। বালির রাসায়নিক সংকেত SiO_2 , যা সিলিকনের একটি যৌগ। নিচে গ্রুপ IVA মৌলগুলির উৎস সংক্ষেপে আলোচনা করা হল।

ভূ-ত্বকে কার্বন ও সিলিকনের বেশ প্রাচুর্য রয়েছে। টিন ও লেডের প্রাচুর্য কম হলেও এগুলো গাঢ়কৃত আকরিক হিসেবে থাকে বলে সহজেই নিষ্কাশন করা যায়। কোন কোন আকরিক ও কয়লার সাথে জার্মেনিয়াম স্বল্প মাত্রায় উপস্থিত থাকে।

কার্বন: প্রাচুর্যের দিক দিয়ে বিশ্বে কার্বনের অবস্থান চতুর্দশ। জীবন প্রক্রিয়ায় কার্বন একটি অত্যাবশ্যকীয় মৌল বলে এর অপরিসীম গুরুত্ব রয়েছে।

কার্বন প্রকৃতিতে মুক্ত ও যৌগ উভয় অবস্থায় বিদ্যমান। মুক্ত অবস্থায় ডায়মন্ড ও গ্রাফাইট এ দু'টি স্ফটিকাকার এবং কার্বন অনিয়তাকার বা অদানাদার। কার্বন মূলত: কয়লা হিসেবে থাকে। যৌগাবস্থায় কার্বন চূনাপাথর বা ক্যালসাইট, CaCO_3 ; ম্যাগনেসাইট, MgCO_3 ; ডলোমাইট, $\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$ ইত্যাদিতে থাকে। এ ছাড়া খনিজ তৈল ও প্রাকৃতিক গ্যাসসহ জৈব যৌগে কার্বন থাকে।

অজৈব যৌগ যেমন CO_2 কার্বনেট ও বাইকার্বনেট যৌগেও উলে-খযোগ্য পরিমাণে কার্বন থাকে।

সিলিকন: অক্সিজেনের পরই প্রকৃতিতে প্রাচুর্যতার দিক দিয়ে সিলিকনের অবস্থান। অক্সিজেনের প্রতি সিলিকনের প্রবল আসক্তি থাকায় প্রকৃতিতে সিলিকন অক্সাইড যৌগ। বালি, পাথর ও কোয়ার্টজ সিলিকা রূপে (SiO_2) সিলিকন বিদ্যমান থাকে। এছাড়া সিলিকন ফেল্ডস্পার, মাইকা, এ্যাসবেসটস ইত্যাদিতে সিলিকেট রূপে থাকে।

জার্মেনিয়াম: এই মৌলটি তুলনামূলকভাবে গ্রুপ-IV এর অন্যান্য মৌলের তুলনায় বিরল। বিভিন্ন সিলভার ও জিংক আকরিক ও কোন কোন কয়লার সাথে জার্মেনিয়াম স্বল্প মাত্রায় উপস্থিত থাকে। এর প্রধান যৌগ হচ্ছে বিভিন্ন অক্সাইড যেমন- GeO ও GeO_2 ইত্যাদি।

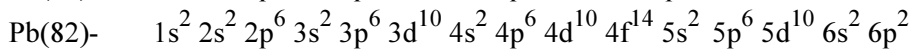
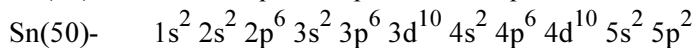
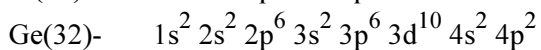
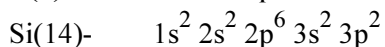
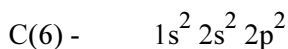
টিন: টিন প্রকৃতিতে মুক্ত অবস্থায় পাওয়া যায়না। এর প্রধান আকরিক হচ্ছে ক্যাসিটেরাইট বা টিন-স্টোন, SnO_2 । Fe, Cu ও Zn এর বিভিন্ন পাইরাইটস আকরিকের সাথেও স্বল্প পরিমাণে টিন মিশ্রিত থাকে।

লেড: লেডের প্রধান আকরিক গ্যালেনা, PbS । এর অন্যান্য আকরিক হচ্ছে সেরুসাইট, PbCO_3 ; লেড ওকার, PbO ; অ্যাংলোসাইট, PbSO_4 ; ল্যানারকাইট, $\text{PbO} \cdot \text{PbSO}_4$ এবং ম্যাটলোকাইট, $\text{PbCl}_2 \cdot \text{PbO}$ ।

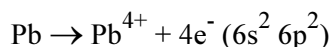
1৯.১.২ : গ্রুপ IVA মৌলসমূহের ভৌত ধর্ম

অন্যান্য গ্রুপের মৌলের মত গ্রুপ -IVA মৌলসমূহের ধর্মাবলী ও অনেকটা ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর নির্ভর করে।

নিচে গ্রুপ IVA মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হলো:



দেখা যাচ্ছে যে পরমাণুগুলোর বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $ns^2 np^2$ অর্থাৎ এই স্তরে, ৪টি ইলেকট্রন থাকে। তাই সর্ব বহিঃস্থ স্তরের অষ্টক পূর্ণ করার জন্য হয় এই ৪টি ইলেকট্রন অন্য কোন মৌল বা একাধিক মৌলের পরমাণুর ৪টি ইলেকট্রনের সাথে শেয়ার করে সমযোজী বন্ধন গঠন করে নতুবা মৌলগুলি চারটি ইলেকট্রন প্রদান করে তড়িৎযোজী বন্ধন গঠন করে। এ জন্য গ্রুপ IVA মৌলসমূহের সাধারণ জারণ সংখ্যা +4। যেমন-



কোন কোন ক্ষেত্রে বহিঃস্তরের p অরবিটালের দু'টি ইলেকট্রন অপসারিত হয়ে জারণ সংখ্যা +2 বিশিষ্ট M^{2+} আয়ন গঠিত হয়। তাই এ মৌলগুলোর অধিকাংশেরই জারণ সংখ্যা দু'টি অর্থাৎ +2 এবং +4। কার্বনের +4 জারণ সংখ্যা স্থিতিশীল। কার্বন থেকে লেডের দিকে যাওয়ার সময় উচ্চজারণ সংখ্যার তুলনায় নিম্ন জারণ অবস্থার স্থিতিশীলতা ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পায় এবং লেডের ক্ষেত্রে +2 জারণ সংখ্যা অধিকতর স্থিতিশীল।

সারণি : গ্রুপ IVA মৌলসমূহের জারণ সংখ্যা

মৌল	অস্থিতিশীল	স্থিতিশীল
কার্বন	+2	+4
সিলিকন	+2	+4
জার্মেনিয়াম	+2	+4
টিন	+2	+4
লেড	+4	+2

নিচের সারণিতে গ্রুপ -IVA মৌলসমূহের বিভিন্ন ভৌত ধর্ম দেখানো হলো:

সারণি : গ্রুপ IVA মৌলসমূহের ভৌত ধর্মাবলী

ভৌত ধর্ম	C	Si	Ge	Sn	Pb
পারমাণবিক সংখ্যা	6	14	32	50	82
পারমাণবিক ভর	12	28.06	72.6	118.7	207.20
পারমাণবিক ব্যাসার্ধ (Å)	0.077	0.117	0.122	0.140	0.146
আয়নিক ব্যাসার্ধ M^{4+} (Å)	0.015	0.041	0.053	0.071	0.084
ঘনত্ব (গ্রাম/সেমি ³) 20 সে	3.51	2.33	5.36	7.31	11.34
গলনাংক (° সে)	3570	1414	959	232	328
স্ফুটনাংক (° সে)	4830	2355	2700	2362	1755
তড়িৎ ঋনাত্মকতা (পলিং স্কেল)	2.5	1.8	1.8	1.8	1.80
১ম আয়নিকরণ শক্তি (eV)	11.26	8.15	8.13	7.32	7.42

সাধারণ নিয়ম অনুসারে পর্যায় সারণির কোন শ্রেণীর মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে পারমাণবিক ব্যাসার্ধ, আয়নিক ব্যাসার্ধ ইত্যাদি বৃদ্ধি পেতে থাকে। গ্রুপ IVA মৌলসমূহের ক্ষেত্রেও এর ব্যতিক্রম

ভূমিকা

মৌল সমূহের রাসায়নিক ধর্মাবলী মৌলসমূহের ব্যবহারে এক বিশেষ গুরুত্ব বহন করে। রাসায়নিক ধর্মাবলী মৌলসমূহের ইলেকট্রন বিন্যাসের উপর অনেকাংশে নির্ভরশীল। পূর্বের পাঠে গ্রুপ-IVA মৌলগুলির ইলেকট্রন বিন্যাস দেখানো হয়েছে। এই পাঠে ইলেকট্রন বিন্যাসের ভিত্তিতে মৌলগুলির রাসায়নিক ধর্ম আলোচনা করা হবে।

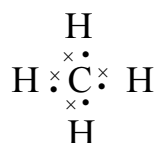
উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- ইলেকট্রন বিন্যাসের ভিত্তিতে মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম ব্যাখ্যা করা যাবে।
- মৌলসমূহের প্রধান প্রধান রাসায়নিক ধর্মের বিবরণ দেওয়া যাবে।

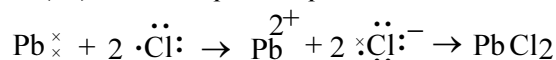
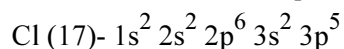
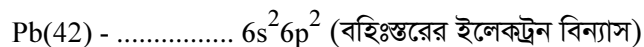
1৯.২.১ : ইলেকট্রন বিন্যাসের ভিত্তিতে গ্রুপ IVA মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম

গ্রুপ IVA এর মৌলসমূহের পরমাণুর বহিঃস্তরের ইলেকট্রন বিন্যাস $ns^2 np^2$ অর্থাৎ বহিঃস্তরে 4টি করে ইলেকট্রন থাকে। এদের ভেতর কার্বন ও সিলিকন অধাতু হওয়ায় এদের ইলেকট্রন গ্রহণ বা ত্যাগের প্রবণতা লক্ষ্য করা যায় না। কার্বন ও সিলিকন অন্য কোন মৌলের 4টি পরমাণু বা একাধিক মৌলের পরমাণুর 4টি ইলেকট্রনের সাথে শেয়ার করে সমযোজী বন্ধন গঠন করে। নিচের উদাহরণে দেখা যাচ্ছে যে মিথেনে কার্বন 4টি হাইড্রোজেনের সাথে 4টি সমযোজী বন্ধন উৎপন্ন করছে।

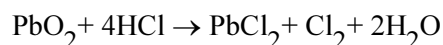


তবে জার্মেনিয়াম, টিন ও লেড ইলেকট্রন পরিত্যাগের মাধ্যমে অনেক ক্ষেত্রেই 2+ জারণ অবস্থা প্রাপ্ত হয়। এই মৌলগুলোর পরমাণুর বহিঃস্তরের s-অরবিটালের ইলেকট্রন কোন কোন ক্ষেত্রে যৌগ গঠনে অংশ গ্রহণ করে না। এই ধর্মকে নিষ্ক্রিয় জোড় প্রভাব (inert pair effect) বলা হয়। জলীয় দ্রবণে Sn^{2+} এবং Pb^{2+} আয়নের উপস্থিতি রয়েছে এবং টিন ও লেডের অনেক যৌগই তড়িৎযোজী বা আয়নিক।

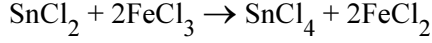
লেড ক্লোরাইডে লেডের বহিঃস্তরের p-অরবিটালের ইলেকট্রনদ্বয় দুটি ক্লোরিন পরমাণুতে স্থানান্তরিত হয়।



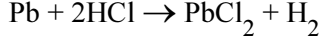
জার্মেনিয়াম থেকে লেডের দিকে যাওয়ার সময় 4+ জারণ অবস্থার তুলনায় 2+ জারণ অবস্থার স্থিতিশীলতা বাড়তে থাকে এবং লেডের ক্ষেত্রে 2+ জারণ অবস্থা অধিক স্থিতিশীল। এ জন্যই লেডের 4+ জারণ অবস্থা থেকে 2+ জারণ অবস্থায় পরিবর্তিত হওয়ার প্রবণতা বেশী অর্থাৎ Pb^{4+} আয়ন একটি শক্তিশালী জারক। অন্যদিকে Sn^{2+} এর Sn^{4+} এ পরিবর্তিত হওয়ার প্রবণতা অধিক বলে Sn^{2+} একটি শক্তিশালী বিজারক।



লেড 4+ জারণ অবস্থা থেকে 2+ জারণ অবস্থায় পরিবর্তিত হয়, অর্থাৎ বিজারিত হয়।

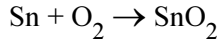
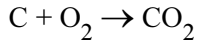


এই বিক্রিয়ায় Sn^{2+} পরিবর্তিত হয়ে Sn^{4+} হয়েছে। সিলিকন, জার্মেনিয়াম, টিন ও লেড এই চারটি মৌলের জলীয় দ্রবণে তড়িৎদ্বার বিভবের মান হচ্ছে যথাক্রমে 1.2, 0.23, -0.14 ও -0.12 ভোল্ট। এই মান থেকে স্পষ্টতই বুঝা যায় যে লঘু এসিড দ্রবণ থেকে কেবলমাত্র টিন ও লেড হাইড্রোজেন প্রতিস্থাপিত করতে পারবে।

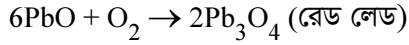
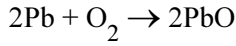


1৯.২.২ : IVA মৌলসমূহের প্রধান প্রধান রাসায়নিক বিক্রিয়া

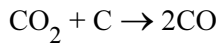
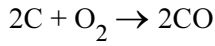
ক) বায়ু বা অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া: লেড ব্যতিত অন্যান্য মৌল উচ্চ তাপে অক্সিজেনের সাথে বিক্রিয়া করে ডাই অক্সাইড গঠন করে।



লেড প্রথমে লেড মনোঅক্সাইড এবং 450 সে: তাপমাত্রায় রেড লেড গঠন করে:

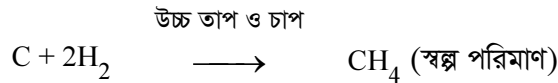


কার্বনের ক্ষেত্রে অপরিষ্কৃত অক্সিজেনের উপস্থিতিতে বা অধিক কার্বন ব্যবহৃত হলে কার্বন মনোঅক্সাইড উৎপন্ন হয়।



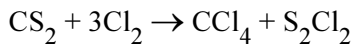
খ) হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া: এই মৌলগুলি হাইড্রোজেনের সাথে সরাসরি বিক্রিয়া করে না, যদিও প্রতিটি মৌলেরই সুস্থিত হাইড্রাইড রয়েছে। হাইড্রাইডগুলোর সুস্থিতি মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে হ্রাস পায়।

কার্বন অতি উচ্চ তাপ ও চাপে হাইড্রোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে মিথেন উৎপন্ন করে, এই প্রক্রিয়ায় উৎপাদন খুবই কম।

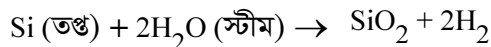
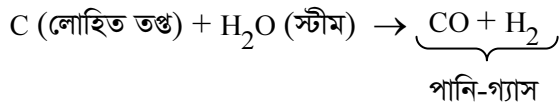


গ) ক্লোরিনের সাথে বিক্রিয়া: এই পাঁচটি মৌলই ক্লোরিনের সাথে উচ্চ তাপে বিক্রিয়া করে টেট্রাক্লোরাইড উৎপন্ন করে, লেডের ক্ষেত্রে অধিক স্থিতিশীল ডাই ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়।

কার্বনের সাথে ক্লোরিনের বিক্রিয়ার গতি খুবই ধীর। তাই কার্বন টেট্রাক্লোরাইড প্রস্তুতির জন্য নিচের বিক্রিয়াটি ব্যবহার করা হয়।

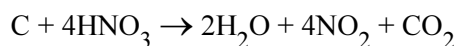


(ঘ) পানির সাথে বিক্রিয়া: সাধারণ অবস্থায় এই মৌলগুলি পানির সাথে কোন বিক্রিয়া করেনা। উত্তপ্ত অবস্থায় C, Si, Sn ও Pb এর উপর দিয়ে স্টীম চালনা করলে হাইড্রোজেন গ্যাস নির্গত হয় ও অক্সাইড উৎপন্ন হয়।

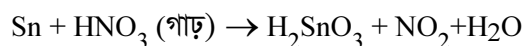
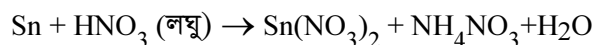
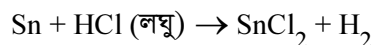


ঘ) এসিডের সাথে বিক্রিয়া: IVA শ্রেণীর মৌলগুলির সাথে এসিডের বিক্রিয়ার প্রবণতা মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়। এসিডের ঘনমাত্রা ও তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে বিভিন্ন যৌগ পাওয়া যায়।

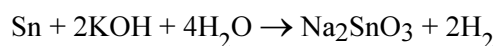
কার্বন শুধুমাত্র উত্তপ্ত ও গাঢ় নাইট্রিক এবং সালফিউরিক এসিডের সাথে বিক্রিয়া করে।



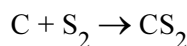
সিলিকন HF ছাড়া অন্য কোন এসিডের সাথে বিক্রিয়া করেনা। জার্মেনিয়াম হাইড্রোক্লোরিক এসিডের সাথে কোন বিক্রিয়া করেনা। টিন হাইড্রোক্লোরিক এসিড, নাইট্রিক এসিড ও সালফিউরিক এসিডের সাথে বিভিন্ন অবস্থায় বিক্রিয়া করে:



চ) ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া: জার্মেনিয়াম, টিন ও লেড উচ্চ তাপমাত্রায় গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে যথাক্রমে জার্মেনেট (IV), স্ট্যান্টেট (IV) ও প্লাস্টেট গঠন করে।



ছ) সালফারের সাথে বিক্রিয়া: লোহিত তপ্ত কোকের (কার্বন) উপর দিয়ে সালফার বাষ্প পরিচালিত করলে CS₂ উৎপন্ন হয়।



টিন ও লেড ধাতু সালফার সহযোগে উত্তপ্ত করলে SnS ও PbS উৎপন্ন হয়।

সারসংক্ষেপ

- জার্মেনিয়াম থেকে লেডের দিকে যাওয়ার সময় 4+ জারণ অবস্থার তুলনায় 2+ জারণ অবস্থার স্থিতিশীলতা বাড়তে থাকে এবং লেডের ক্ষেত্রে 2+ জারণ অবস্থা অধিক স্থিতিশীল। Pb⁴⁺ আয়ন একটি শক্তিশালী জারক, অন্যদিকে Sn²⁺ আয়ন একটি শক্তিশালী বিজারক। IVA শ্রেণীর মৌলগুলির সাথে এসিডের বিক্রিয়ার প্রবণতা মৌলসমূহের পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়, এসিডের ঘনমাত্রা ও তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে বিভিন্ন যৌগ পাওয়া যায়।

পাঠ ৩ সিলিকন

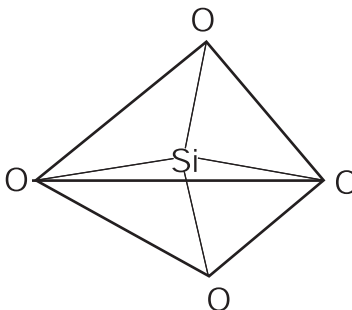
উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- সিলিকনের অক্সাইডের অম্ল-ক্ষারকীয় ধর্ম বর্ণনা করা যাবে।
- সিলিকন ফ্লোরাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণ প্রবণতা বর্ণনা করা যাবে।
- সিলিকনের প্রধান প্রধান ব্যবহার উল্লেখ করা যাবে।

১৯.৩.১ সিলিকন অক্সাইড

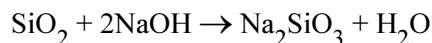
সিলিকন অক্সাইড, SiO অস্থিতিশীল। সিলিকন মূলত সিলিকা বা সিলিকন ডাই অক্সাইড (SiO₂) হিসেবে প্রকৃতিতে পাওয়া যায়। প্রকৃতিতে সিলিকনকে SiO₂ হিসেবে বালু এবং কোয়ার্টজে পাওয়া যায়। এগুলোর প্রতিটিতে একটি সিলিকন পরমাণু চারটি করে অক্সিজেন পরমাণুর সাথে চতুস্তলকীয় (tetrahedrally) ভাবে Si-O একক বন্ধন দ্বারা যুক্ত।



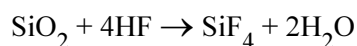
চিত্র : SiO₄ এর চতুস্তলকীয় একক

Si - O - Si বন্ধনের মাধ্যমে অনেক সংখ্যক চতুস্তলকীয় SiO₄ একক যুক্ত হয়ে ত্রি-মাত্রিক কাঠামোর বিভিন্ন বৃহদাকার অণু গঠন করে।

সিলিকন ডাই অক্সাইড রাসায়নিক বিক্রিয়ায় অম্লীয় আচরণ করে। সিলিকায় বৃহদাকার অণুতে বহুসংখ্যক Si-O বন্ধন থাকে, এগুলো ভাঙতে হয় বলে সিলিকা লঘু সোডিয়াম হাইড্রক্সাইড দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করেনা বরং গাঢ় সোডিয়াম হাইড্রক্সাইডের সাথে বিক্রিয়া করে সিলিকেট উৎপন্ন করে।

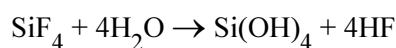


SiO₂ হাইড্রোজেন ফ্লোরাইডের সাথে বিক্রিয়া করে সিলিকন টেট্রা ফ্লোরাইড উৎপন্ন করে।

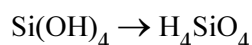


এটি সিলিকন ডাই অক্সাইডের ক্ষারীয় আচরণ

সিলিকন টেট্রা ফ্লোরাইডের আর্দ্র-বিশ্লেষণের ফলে Si(OH)₄ উৎপন্ন হয়।

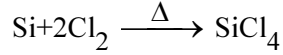


Si(OH)₄ বস্তুত পক্ষে অর্থোসিলিসিক এসিড হিসেবে থাকে।

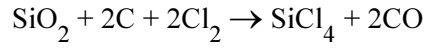


১৯.৩.২ সিলিকন ক্লোরাইড

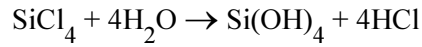
সিলিকন টেট্রাক্লোরাইড SiCl_4 সিলিকনের একমাত্র ক্লোরাইড। উচ্চতাপে সিলিকনের উপর দিয়ে ক্লোরিন প্রবাহিত করে সিলিকন টেট্রাক্লোরাইড প্রস্তুত করা যায়।



এছাড়াও সিলিকা ও বিচূর্ণ কোক মিশ্রণে ক্লোরিন গ্যাস প্রবাহিত করে SiCl_4 প্রস্তুত করা যায়।



SiCl_4 একটি বর্ণহীন তরল পদার্থ, এর স্ফুটনাংক ৫৯ সে। সিলিকন টেট্রাক্লোরাইড কার্বন টেট্রাক্লোরাইডের ন্যায়ই সমযোজী যৌগ। তবে SiCl_4 পানির সাথে আর্দ্র- বিশ্লেষিত হয়ে সিলিকন হাইড্রক্সাইড ও HCl উৎপন্ন করে।

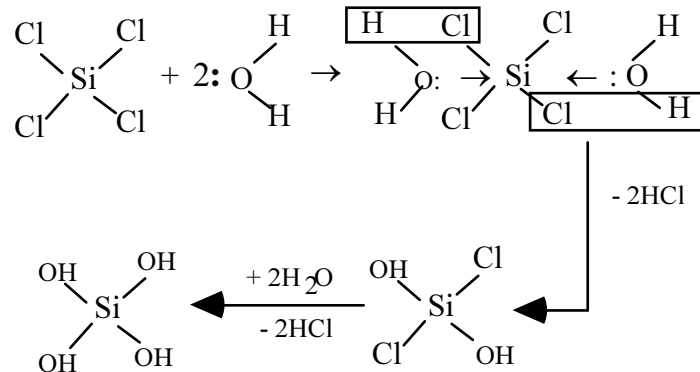


CCl_4 এভাবে আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় না।

কার্বন পরমাণুর বহিঃস্থ স্তর দ্বিতীয় স্তর বলে এ স্তরে কোন ফাঁকা d অরবিটাল নেই ($\text{C-1s}^2\text{2s}^2\text{2p}^2$)। তাই কার্বনের বহিস্তরে অস্টক সম্প্রসারণের কোন সুযোগ নেই। এ জন্য পানির অক্সিজেন পরমাণুর মুক্ত জোড় ইলেকট্রনকে স্থান দেওয়া কার্বনের পক্ষে সম্ভব হয়না। ফলে পানির অনু CCl_4 এর কার্বন পরমাণুর সাথে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন গঠন করতে পারে না বলে CCl_4 আর্দ্র বিশ্লেষিত হয়না।

অপর দিকে সিলিকনের ইলেকট্রন বিন্যাস ($\text{1s}^2\text{2s}^2\text{2p}^6\text{3s}^2\text{3p}^2\text{3d}^0$) হতে দেখা যায় যে সিলিকনে শূন্য 3d অরবিটাল রয়েছে। পানির অক্সিজেন পরমাণুর মুক্ত জোড় ইলেকট্রন সিলিকনের খালি 3d অরবিটালের সাথে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে জটিল যৌগ উৎপন্ন করে। এই জটিল যৌগ থেকে ক্রমে ক্রমে সব Cl পরমাণু HCl হিসেবে অপসারিত হয়।

১ম পর্যায়ে দুই অণু পানি বিক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে দুই অণু HCl অপসারিত করে এবং পরের পর্যায়ে আবার দুই অণু পানি বিক্রিয়ায় অংশ নিয়ে দুই অণু HCl অপসারিত করে চূড়ান্তভাবে Si(OH)_4 এসিড উৎপন্ন করে।

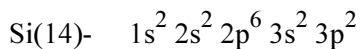
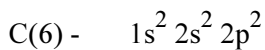


যুদ্ধের সময় ধূমজাল সৃষ্টি করার জন্য SiCl_4 ও NH_3 একই সাথে নির্গত করা হয়। এই প্রক্রিয়ায় NH_4Cl এর সাদা ধূঁয়া উৎপন্ন হয়ে ধূমজালের ব্যাপ্তি ও গাঢ়ত্ব বৃদ্ধি করে।

১৯.৩.৩ কার্বন ও সিলিকনের তুলনা

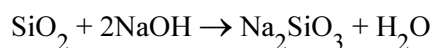
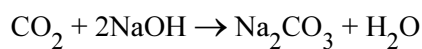
সাদৃশ্যঃ

- (i) ইলেকট্রন বিন্যাসঃ কার্বন ও সিলিকন উভয়ের বহিস্তরে চারটি ইলেকট্রন রয়েছে।



- (ii) অনুরূপ যৌগ গঠনঃ কার্বন ও সিলিকন মৌলদ্বয় সদৃশ্য হাইড্রাইড, হ্যালাইড ও অক্সাইড গঠন করে।
যেমন, CH_4 ও SiH_4 , CCl_4 ও $SiCl_4$, CO_2 ও SiO_2

- (iii) অক্সাইডের প্রকৃতিঃ উভয় মৌলের অক্সাইড অম্লধর্মী।



বৈসাদৃশ্যঃ

- (i) ক্যাটিনেশনঃ কার্বন ক্যাটিনেশন ধর্ম প্রদর্শন করে। কিন্তু Si এর এ ধর্ম সীমিত।
(ii) অক্সাইডের প্রকৃতিঃ সাধারণ তাপমাত্রায় CO_2 গ্যাসীয়, কিন্তু SiO_2 কঠিন।
(iii) উচ্চ তাপমাত্রায় কার্বন গলে না, কিন্তু সিলিকন গলে।
(iv) সমাপ্ততাঃ কার্বন যৌগে সমাপ্ততা দেখা যায়, কিন্তু Si যৌগে সমাপ্ততা দেখা যায় না।

১৯.৩.৪ সিলিকনের প্রধান প্রধান ব্যবহার

সিলিকনের ব্যবহার বর্তমান যুগে খুবই গুরুত্বপূর্ণ। ইলেকট্রনিক শিল্পে সেমিকন্ডাক্টর ট্রানজিস্টর এবং মাইক্রোচিপ (microchip) হিসেবে সিলিকনের একচেটিয়া ব্যবহার রয়েছে।

গ্লাস ও সিরামিক শিল্পে সিলিকেট হিসেবে সিলিকন ব্যবহৃত হয়।

সিমেন্ট ও মর্টার উৎপাদনে সিলিকেট ব্যবহৃত হয়। সিমেন্ট উৎপাদনের জন্য বিচূর্ণ চূনাপাথর ও অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেট (বিশেষ ধরনের কাদামাটি)কে অধিক তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করে প্রথমে ক্লিংকার (Clinker) প্রস্তুত করা হয়, যার সাথে পরে পরিমাণ মত জিপসাম মিশিয়ে বিচূর্ণ করে মসূন সিমেন্ট পাউডার উৎপন্ন করা হয়। বাংলাদেশে বর্তমানে অনেক সিমেন্ট ফ্যাকটরীতেই আমদানীকৃত ক্লিংকার ব্যবহার করে সিমেন্ট প্রস্তুত করা হচ্ছে।

বিভিন্ন ধরনের কোয়ার্টজ ঘড়িতে সিলিকন স্কটিকের বহুল ব্যবহার রয়েছে।

বিভিন্ন ধরনের সংকর যথা- ফেরো সিলিকন, সিলিকন-ব্রোঞ্জ ইত্যাদি প্রস্তুতিতে সিলিকন ব্যবহৃত হয়।

সারসংক্ষেপ

- $SiCl_4$ আর্দ্র-বিশ্লেষিত হলেও CCl_4 হয়না। সিলিকনে ফাঁকা 3d অরবিটাল থাকায় পানির অণুর অক্সিজেন পরমাণুর মুক্ত জোড় ইলেকট্রন সিলিকনের খালি 3d অরবিটালের সাথে সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন দ্বারা যুক্ত হয়ে জটিল যৌগ উৎপন্ন করে। CCl_4 এর বেলায় কার্বন এর ফাঁকা 3d অরবিটাল না থাকায় এ ধরনের সন্নিবেশ সমযোজী বন্ধন গঠিত হয়না বলেই CCl_4 আর্দ্র-বিশ্লেষিত হয় না।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (\surd) দিন।

- ১। সিলিকা জাতীয় পদার্থ হচ্ছে-
 - ক) চূনাপাথর
 - খ) মার্বেল
 - গ) কোয়ার্টজ
 - ঘ) মরিচিকা
- ২। সিলিকন টেট্রা ক্লোরাইড একটি
 - ক) সমযোজী
 - খ) তড়িৎ-যোজী
 - গ) সন্নিবেশ সমযোজী
 - ঘ) জটিল আয়নযুক্ত যৌগ
- ৩। SiCl_4 এর আর্দ্র-বিশ্লেষণ ঘটে, কারণ Si এর 2p ও 3d অরবিটালের ভেতর শক্তির পার্থক্য
 - ক) খুব বেশী
 - খ) তেমন বেশী নয়
 - গ) সমান
 - ঘ) 3d এর চেয়ে 2p এর শক্তি বেশী।
- ৪। ক্লিংকার প্রস্তুতির জন্য
 - ক) কোক ও অ্যালুমিনি়ুম সিলিকেট
 - খ) কোক ও বিচূর্ণ চূনা পাথর
 - গ) বিচূর্ণ চূনাপাথর ও বালি
 - ঘ) বিচূর্ণ চূনাপাথর ও অ্যালুমিনি়ুম সিলিকেট কে উত্তপ্ত করা হয়।

পাঠ ৪ কার্বন

উদ্দেশ্য

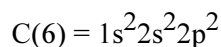
এ পাঠ শেষে

- কার্বনের কয়েকটি বৈশিষ্টমূলক ধর্ম যথা- সংকরন, বহু-বন্ধন ও ক্যাটিনেশন বর্ণনা করা যাবে।
- কার্বনের অক্সাইডসমূহের ধর্ম বর্ণনা করা যাবে।
- কার্বন টেট্রাক্লোরাইডের আচরণ ব্যাখ্যা করা যাবে।
- কার্বনের বহুবিধ ব্যবহার বর্ণনা করা যাবে এবং শিল্পক্ষেত্রে কার্বন যে একটি মূল্যবান বিজারক পদার্থ তা ব্যাখ্যা করা যাবে।

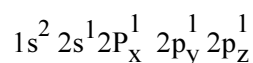
১৯.৪.১ কার্বনের কয়েকটি বৈশিষ্টমূলক ধর্ম

১৯.৪.১.১: সংকরণ

কার্বনের ইলেকট্রন বিন্যাস নিম্নরূপ:



উত্তেজিত অবস্থায় কার্বনের ইলেকট্রন বিন্যাস হচ্ছে-



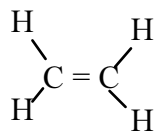
এবং এর চারটি সংকরণ যোগ্য অরবিটাল অর্থাৎ $2s$, $2p_x$, $2p_y$ এবং $2p_z$ প্রতিটিতে 1টি করে ইলেকট্রন রয়েছে। কার্বনের বিভিন্ন যৌগে তিন ধরনের সংকরণ দেখা যায়। যথা-

- sp সংকরণ; অ্যাসিটিলিন অণুতে কার্বনের sp সংকরণ হয়।
- sp^2 সংকরণ; ইথিলিন অণুতে কার্বনের sp^2 সংকরণ হয়।
- sp^3 সংকরণ; মিথেন অণুতে কার্বনের sp^3 সংকরণ হয়।

১৯.৪.১.২: বহু বন্ধন (multiple bonds)

কার্বন পরমাণুসমূহ নিজেদের ভেতর বা কার্বন পরমাণু অন্য পরমাণুর সাথে দুই ধরনের বহুবন্ধন গঠন করতে পারে।

- দ্বি-বন্ধন: ইথিনে কার্বন-কার্বন দ্বিবন্ধন, কার্বন মনোক্সাইডে কার্বন-অক্সিজেন দ্বি-বন্ধন রয়েছে।

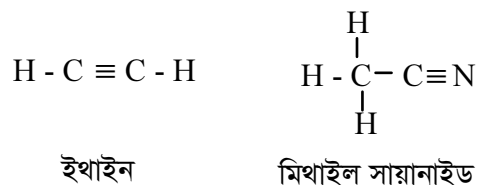


ইথিন



কার্বন মনোক্সাইড

ii) **ত্রি-বন্ধন:** ইথাইন এ কার্বন-কার্বন ত্রি-বন্ধন ও মিথাইল সায়ানাইডে কার্বন-নাইট্রোজেন ত্রি-বন্ধন রয়েছে।



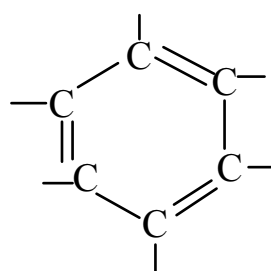
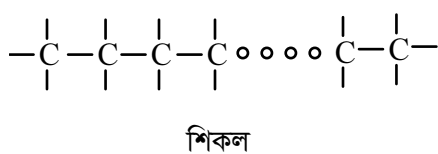
দ্বি-বন্ধনের ক্ষেত্রে 1টি সিগমা ও 1টি পাই-বন্ধন থাকে আর ত্রি-বন্ধনে 1টি সিগমা ও 2টি পাই-বন্ধন থাকে।

১৯.৪.১.৩ ক্যাটিনেশন (Catenation)

একই মৌলের অনেকগুলো পরমাণুর পর পর যুক্ত হয়ে শিকল গঠনের প্রক্রিয়াকে ক্যাটিনেশন বলা হয়। কার্বনের ক্যাটিনেশন গুণ খুব প্রবল, সিলিকনেরও ক্যাটিনেশন প্রবণতা রয়েছে। ক্যাটিনেশন প্রবণতা বন্ধন-শক্তির সাথে সম্পর্কযুক্ত। নিচের সারণি থেকে তা স্পষ্ট হয়ে উঠবে।

বন্ধন	বন্ধন-শক্তি kJmol ⁻¹	মন্তব্য
C - C	348	বহু শিকল গঠন করে
Si - Si	222	অল্প সংখ্যক শিকল গঠন করে
Ge - Ge	167	ক্যাটিনেশন প্রবণতা বেশ কম
Sn - Sn	155	ক্যাটিনেশন প্রবণতা নেই।

কার্বন ক্যাটিনেশনের মাধ্যমে শিকল ও চক্রাকার বা বলয় উভয় ধরনের কাঠামো গঠন করতে পারে। কাঠামোতে কার্বন-কার্বন একক, দ্বিবন্ধন বা ত্রি-বন্ধন থাকতে পারে।



চক্র বা বলয়

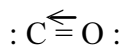
১৯.৪.২ কার্বনের অক্সাইড সমূহ

কার্বনের দু'টি অক্সাইড: কার্বন মনোঅক্সাইড ও কার্বন ডাইঅক্সাইড।

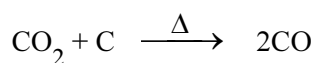
১৯.৪.২.১: কার্বন মনোঅক্সাইড, CO

কার্বন মনোঅক্সাইড একটি বর্ণহীন, স্বাদহীন ও গন্ধহীন গ্যাস। এটি খুবই বিষাক্ত।

কার্বন মনোঅক্সাইডের ইলেকট্রন গঠন কাঠামো নিম্নলিখিতভাবে দেখানো যায়। কার্বন ও অক্সিজেনের মধ্যে দুই জোড়া ইলেকট্রনের শেয়ার ঘটে দ্বিবন্ধন গঠিত হয়। অতঃপর অক্সিজেন এর মুক্ত জোড় ইলেকট্রন কার্বনকে দান করে কার্বনের সাথে সন্নিবেশ বন্ধন গঠন করে।

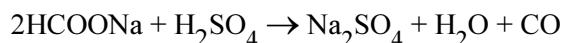


কার্বনকে স্বল্প পরিমাণ অক্সিজেন সহযোগে দহন করলে বা CO₂ কে লোহিত তপ্ত কোকের সাহায্যে বিজারিত করলে কার্বন মন অক্সাইড, CO উৎপন্ন হয়।

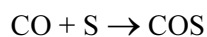
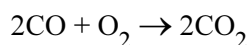


CO₂ মুক্ত CO পাওয়ার জন্য উৎপন্ন CO কে কস্টিক সোডার গাঢ় দ্রবনের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত করা হয়।

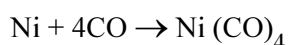
পরীক্ষাগারে সোডিয়াম মিথানয়েটের সাথে গাঢ় সালফিউরিক এসিডের বিক্রিয়ার সাহায্যে কার্বন মনোঅক্সাইড প্রস্তুত করা যায়।



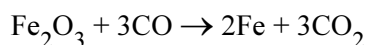
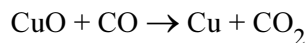
কার্বন মনোঅক্সাইড বেশ সক্রিয়, ইহা সহজেই অক্সিজেন, সালফার ও হ্যালোজেনের সাথে বিক্রিয়া করে,



এটি নিকেল, কোবাল্ট, আয়রন ইত্যাদি ধাতুর সাথে যুক্ত হয়ে উদ্বায়ী কার্বনাইল যৌগ গঠন করে।



CO অতি সহজেই জারিত হতে পারে বলে ধাতু নিষ্কাশনে বিজারক হিসেবে বহুল ব্যবহৃত হয়।



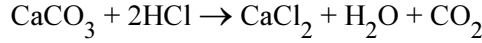
গাঢ় HCl বা কিউপ্রাস ক্লোরাইডযুক্ত অ্যামোনিয়া দ্রবণে অতি সহজেই CO শোষিত হয়।

১৯.৪.২.২ কার্বন ডাই অক্সাইড, CO₂

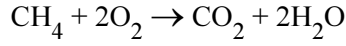
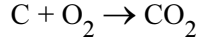
কার্বন ডাইঅক্সাইড একটি বর্ণহীন ও স্বাদহীন অম্লধর্মী গ্যাস।

জীব-জন্তুর নিঃশ্বাসে ও পর্যাপ্ত বায়ুর উপস্থিতিতে যে কোন দহনের ফলে CO₂ পাওয়া যায়।

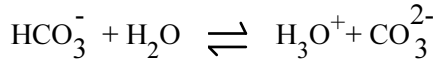
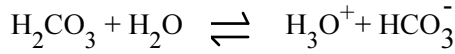
পরীক্ষাগারে সাধারণত কোন কার্বনেটের সাথে লঘু HCl এর বিক্রিয়ায় CO₂ প্রস্তুত করা হয়।



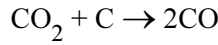
পর্যাপ্ত অক্সিজেনে কার্বন বা যে কোন কার্বন যৌগকে দহন করলে CO₂ উৎপন্ন হয়।



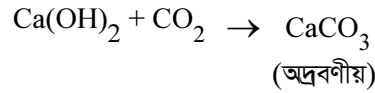
কার্বন ডাই অক্সাইড পানিতে স্বল্প মাত্রায় দ্রবনীয়, দ্রবণে H₂CO₃ উৎপন্ন হয় যা একটি মৃদু এসিড। H₂CO₃ এর জ্বলীয় দ্রবণ থেকে কার্বনেট ও বাইকার্বনেট আয়ন পাওয়া যায়;



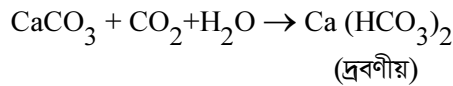
CO₂ কে কার্বন, জিংক বা লোহার উপস্থিতিতে উত্তপ্ত করলে বিজারিত হয়ে CO উৎপন্ন হয়।



চুনের পানি, Ca(OH)₂ এর ভেতর দিয়ে কার্বন ডাইঅক্সাইড গ্যাস পরিচালনা করলে অদ্রবণীয় CaCO₃ উৎপন্ন হয় বলে চুনের পানি ঘোলাটে হয়।



এই বিক্রিয়াটি CO₂ এর উপস্থিতি নির্ণয়ের জন্য ব্যবহৃত হয়। অতিরিক্ত CO₂ পরিচালনা করলে কার্বনেট দ্রবণীয় বাইকার্বনেট পরিণত হয়, ফলে চুনের পানি আবার স্বচ্ছ হয়ে যায়।



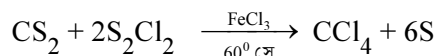
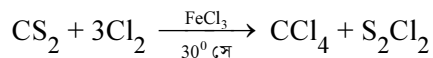
গাছ-পালার প্রবৃদ্ধির জন্য CO₂ অপরিহার্য। সূর্যালোকের উপস্থিতিতে উদ্ভিদের সবুজ পাতার উপাদান ক্লোরোফিলের সাহায্যে CO₂ ও পানির ভেতর সালোক-সংশ্লেষণ বিক্রিয়ার সাহায্যে শর্করা উৎপন্ন হয়।



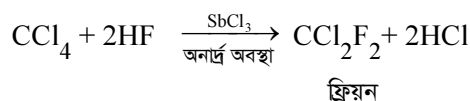
কার্বন ডাই অক্সাইড একটি প্রধান গ্রীন হাউজ গ্যাস। বায়ুমন্ডলে এই গ্যাসের গাঢ়ত্বের বৃদ্ধি বিশ্বের গড় উষ্ণতা বৃদ্ধিকে প্রভাবিত করবে বলে আশংকা করা হচ্ছে।

১৯.৪.৩ কার্বন টেট্রা ক্লোরাইড, CCl₄

কার্বন ডাই সালফাইড ও ক্লোরিনের মিশ্রণকে FeCl₃ প্রভাবকের উপস্থিতিতে 30° সে. তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে CCl₄ উৎপন্ন হয়।



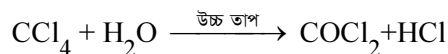
CCl₄ কে দ্রাবক হিসেবে এবং অগ্নি নির্বাপক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। ফ্রিয়ন প্রস্তুতিতে এর ব্যাপক ব্যবহার ছিলো।



ওজোনস্তর ধ্বংশে ফ্রিয়নের ভূমিকার জন্য এই যৌগটির উৎপাদন ও ব্যবহার অনেক দেশেই বর্তমানে নিষিদ্ধ করা হয়েছে।

সাধারণ অবস্থায় CCl₄ অর্দ্র বিশ্লেষিত হয় না। এ সম্পর্কে ১৯.৩.২ এ আলোচনা করা হয়েছে।

তবে অতি উত্তপ্ত স্টীমের সাথে CCl₄ অর্দ্র বিশ্লেষিত হয়।



১৯.৪.৪. কার্বনের ব্যবহার

কার্বনের দু'টি রূপভেদ আছে যথা গ্রাফাইট ও ডায়মন্ড (হীরক)। বিভিন্ন রূপভেদে কার্বনের ব্যবহারও বিভিন্ন। গ্রাফাইট উত্তম বিদ্যুৎ পরিবাহী বলে ইলেকট্রোড হিসেবে ব্যবহৃত হয়। যন্ত্রাংশ লুব্রিকেশন (lubrication) করার জন্য এবং কাদা সহযোগে পুড়িয়ে কাঠ পেল্লিলের সীস তৈরীতে গ্রাফাইট ব্যবহৃত হয়।

ডায়মন্ড বা হীরক ভংগুর হলেও প্রকৃতিতে প্রাপ্ত পদার্থসমূহের মধ্যে অন্যতম কঠিনতম। ডায়মন্ড উত্তম তাপ-পরিবাহী হলেও বিদ্যুৎ-অপরিবাহী। হীরক একটি মূল্যবান রত্ন, দামী অলংকার প্রস্তুতিতে এর উল্লেখযোগ্য ব্যবহার রয়েছে। কম দামী হীরক যা অলংকারে ব্যবহার করা যায়না সেগুলো কাঁচ কাটার কাজে, শক্ত বস্তু মসৃন করার জন্য, কঠিন শিলা জাতীয় পদার্থ ছিদ্র করার যন্ত্রে (drill) এবং শান দেওয়ার পাথর হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

কয়লা, কোক, চারকোল ইত্যাদি অনিয়তাকার কার্বন। চারকোলের গ্যাস পরিশোধনের ক্ষমতা থাকায় বিষাক্ত গ্যাস পরিশোধনের জন্য নির্মিত গ্যাস প্রতিরোধক মুখোসে চারকোল ব্যবহৃত হয়। কার্বনের বিজারন ক্ষমতা বেশ উল্লেখযোগ্য। সক্রিয়তা শ্রেণীতে অ্যালুমিনিয়ামের নিচের অনেক ধাতুর অক্সাইড থেকে বিজারনের মাধ্যমে ধাতু নিষ্কাশনের জন্য কোক ব্যবহৃত হয়। বাত্যাচুল্লীতে আয়রন অক্সাইডকে কোকের সাহায্যে বিজারিত করে লোহা উৎপাদন প্রক্রিয়ার কথা প্রায় সকলেরই জানা। কার্বনের একটি রূপ ভূসা কয়লা (lamp black)। মূদ্রণ-কালি এবং কালো ও ধূসর রং প্রস্তুতিতে এর প্রচুর ব্যবহার রয়েছে।

সারসংক্ষেপ

- একই মৌলের অনেকগুলো পরমাণুর পর পর যুক্ত হয়ে শিকল গঠনের প্রক্রিয়াকে ক্যাটিনেশন বলা হয়। কার্বনের ক্যাটিনেশন গুণ বেশ প্রবল। ক্যাটিনেশন প্রবণতা মৌলের দু'টি পরমাণুর মধ্যকার বন্ধন-শক্তির সাথে সম্পর্কযুক্ত। কার্বন ক্যাটিনেশনের মাধ্যমে শিকল ও চক্রাকার বা বলয় উভয় ধরনের কাঠামো গঠন করতে পারে।
- CO অতি সহজেই জারিত হতে পারে বলে বিজারক হিসেবে খাতু নিক্ষেপনে বহুল ব্যবহৃত হয়।
- সূর্যালোকের উপস্থিতিতে উদ্ভিদের সবুজ পাতার উপাদান ক্লোরোফিলের সাহায্যে CO₂ ও পানির ভেতর সালোক-সংশ্লেষণ বিক্রিয়ায় শর্করা উৎপন্ন হয়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। নিচের কোন যৌগে কার্বন-কার্বন ত্রি-বন্ধন রয়েছে।
ক) মিথাইল সায়ানাইড
খ) কার্বন ডাই সালফাইড
গ) ইথাইন
ঘ) বেনজিন
- ২। C - C বন্ধন শক্তি
ক) 170 KJ mol⁻¹
খ) 225 KJmol⁻¹
গ) 348 KJmol⁻¹
ঘ) 448 kJ mol⁻¹
- ৩। CO₂ ও পানি সূর্যালোকের উপস্থিতিতে উদ্ভিদের সবুজ পাতার ক্লোরোফিলের সাহায্যে সালোক সংশ্লেষিত হয়ে উৎপন্ন করে-
ক) আমিষ
খ) লিওমিনাস
গ) কার্বোহাইড্রেট
ঘ) শর্করা
- ৪। যন্ত্রাংশ লুব্রিকেশন করার জন্য
ক) হীরক
খ) গ্রাফাইট
গ) কোক
ঘ) চারকোল ব্যবহৃত হয়

পাঠ ৫ গ্লাস ও সিরামিক শিল্পে সিলিকেট

উদ্দেশ্য

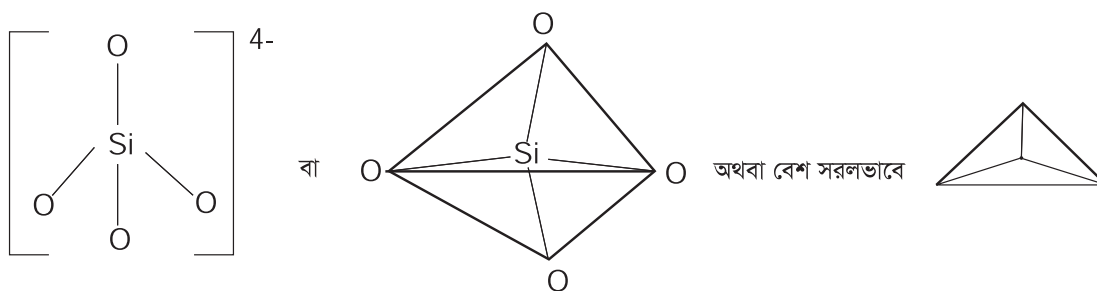
এ পাঠ শেষে

- সিলিকেট আয়নের বিভিন্ন কাঠামো বর্ণনা করা যাবে
- গ্লাস ও সিরামিক শিল্পে সিলিকেটের গুরুত্ব বর্ণনা করা যাবে।

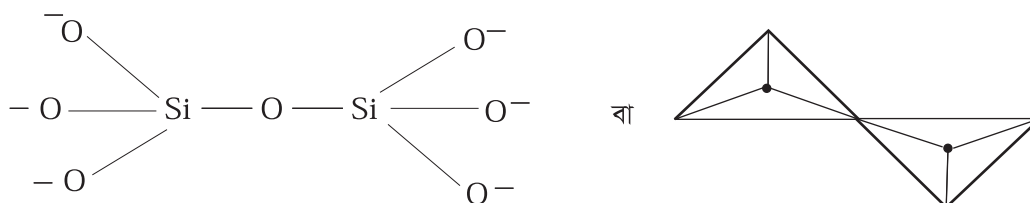
১৯.৫.১ সিলিকেট আয়নের বিভিন্ন কাঠামো

বিভিন্ন সিলিকেটের গঠন বিভিন্ন ধরনের। এখানে এদের বিবরণ দেয়া হলো।

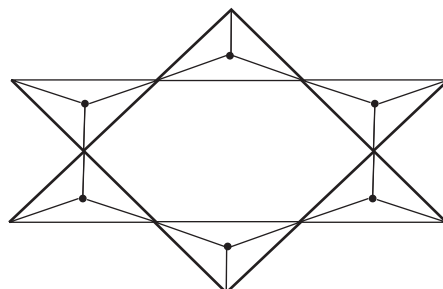
i) অলিভাইন, Mg_2SiO_4 এ $[SiO_4]^{4-}$ চতুস্তলক Mg^{2+} আয়নের মাধ্যমে যুক্ত থাকে।



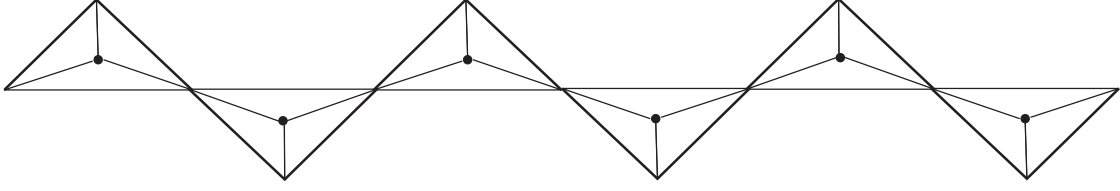
ii) $Si_2O_7^{6-}$ এ প্রতিটি SiO_4 চতুস্তলকের কোণের মাধ্যমে যুক্ত হয়ে নিচের কাঠামো দেয়।



iii) SiO_4 চতুস্তলকের তিনটি বা ছয়টি মিলে একটি চাক্রিক শিকল গঠন করতে পারে।



iv) $(\text{SiO}_3)_n^{2n-}$ অ্যানায়নে অনেকগুলো SiO_4 চতুস্তলক কোণের মাধ্যমে (অক্সিজেনের মাধ্যমে) যুক্ত হয়ে খোলা শিকল গঠন করে।



এছাড়াও ডবল শিকল ও প্রসারিত ডবল শিকলের সংযুক্তির মাধ্যমে পাত গঠিত হতে পারে।

১৯.৫.২ গ্লাস শিল্পে সিলিকেটের গুরুত্ব

কাঁচ হচ্ছে সিলিকেটের জটিল মিশ্রণ, বস্তুত পক্ষে অতিশীতল (super cooled) তরল। কাঁচ খুব স্বচ্ছ ও ভঙ্গুর।

সোডিয়াম সিলিকেটের সাথে বিভিন্ন ধাতুর সিলিকেট মিশিয়ে প্রথমে উচ্চ তাপমাত্রায় গলানো হয়, পরে এই বিগলিত পদার্থকে ধীরে ধীরে শীতল করলে কাঁচ উৎপন্ন হয়, কাঁচ বিভিন্ন ধরনের হতে পারে। যথা-

i) সোডা বা নমনীয় কাঁচ: এই ধরনের কাঁচে Na ও Ca সিলিকেট থাকে। সোডা কাঁচ হচ্ছে-



এই ধরনের কাঁচ সাধারণ কাজের জন্য ব্যবহৃত হয়।

ii) লেড কাঁচ: সোডা কাঁচের CaO কে PbO দিয়ে প্রতিস্থাপিত করলে যে কাঁচ উৎপন্ন হয় তাকে লেড বা ফ্লিন্ট (Flint) কাঁচ বলা হয়। এই ধরনের কাঁচ চশমার লেন্স ও স্কটিক কাঁচ (Crystal glass) তৈরীতে ব্যবহৃত হয়।

iii) পাইরেক্স ও “জেলা” কাঁচ: বোরন অক্সাইড, B_2O_3 মিশ্রিত কাঁচ বোরো সিলিকেট কাঁচ নামে পরিচিত। এই ধরনের কাঁচ থেকেই পাইরেক্স ও ‘জেলা’ কাঁচ প্রস্তুত হয়। পাইরেক্স বা জেলা কাঁচ উচ্চ তাপসহ এবং এরা রাসায়নিক দ্রব্যাদির সাথে সহজে বিক্রিয়া করেনা। পরীক্ষাগারে বিভিন্ন কাঁচের যন্ত্রাদি প্রস্তুতিতে এ ধরনের কাঁচই মূলত ব্যবহৃত হয়।

iv) রংগীন কাঁচ: বিভিন্ন ধাতব অক্সাইড কাঁচ তৈরীর উপাদানসমূহের সাথে স্বল্পমাত্রায় মিশ্রিত করে বিভিন্ন বর্ণের কাঁচ প্রস্তুত করা যায়। ফেরাস অক্সাইড ব্যবহার করে সবুজ বর্ণের কাঁচ আর ফেরিক অক্সাইড ব্যবহার করে হলুদ বর্ণের কাঁচ প্রস্তুত করা হয়। কোবাল্ট অক্সাইড ব্যবহার করলে গাঢ় নীল বর্ণের কাঁচ পাওয়া যায়। এই ধরনের রঙীন কাঁচ বিভিন্ন নকশা ও সজ্জার কাজে ব্যবহৃত হয়। আমাদের দৈনন্দিন জীবনে কাঁচের তৈরী জিনিষপত্র বেশ প্রয়োজনীয়।

১৯.৫.৩ সিরামিক শিল্পে সিলিকেটের গুরুত্ব

আমরা দৈনন্দিন প্রয়োজনে প্রায়শই মাটি ও চিনামাটির তৈরী জিনিষপত্র ব্যবহার করে থাকি। কাদামাটি (Clay) প্রকৃত পক্ষে অ্যালুমিনো সিলিকেট। এর প্লাস্টিকের মত গুণ রয়েছে এবং উত্তপ্ত করলে পানি অপসারিত হয়ে শক্ত ও ভংগুর হয়। কাদামাটির এই গুণের জন্যই একে সিরামিক বা মৃৎ শিল্পে ব্যবহার করা হয়।

কেওলিনাইট (Kaolinite) একটি বিশেষ ধরনের কাদামাটি, এর আণবিক সংকেত $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$ । রান্নার হাঁড়িপাতিল, পানির কলসী ও অন্যান্য পাত্রাদির প্রস্তুতিতে কেওলিনাইটের বহুল ব্যবহার রয়েছে।

বিভিন্ন ধরনের কাদামাটি দিয়ে গৃহস্থালীর প্রয়োজনীয় জিনিষপত্র তৈরীর শিল্পই সিরামিক বা মৃৎশিল্প নামে পরিচিত। বাংলাদেশের সিরামিক (ceramic) শিল্প ইতোমধ্যেই আন্তর্জাতিক পর্যায়ে খ্যাতি লাভ করেছে। মনু সিরামিক, বেংগল ফাইল সিরামিকসসহ অন্যান্য প্রতিষ্ঠানের তৈরী জিনিষপত্র বিশ্বের বিভিন্ন দেশে পরিচিত।

চীনা মাটিও এক ধরনের অ্যালুমিনিয়াম সিলিকেট। চীনা মাটির তৈরী জিনিষপত্রও গৃহস্থালীর কাজে খুব প্রচলিত ছিলো। বস্তুত সিরামিক জাতীয় জিনিষপত্রগুলো এখন চীনামাটির তৈরী জিনিষপত্রের ব্যবহার কমিয়ে আনছে।

কেওলিনাইট বা কেওলিনের সাহায্যে সিরামিক দ্রব্যাদি প্রস্তুত করার সময় আয়রন সিলিকেট ব্যবহার করলে লাল রঙ উৎপন্ন হয়। এ সব পদার্থের চাকচিক্য ও মসৃণতার জন্য ফেল্ডস্পার, সিলিকা ও রেড অক্সাইড সহযোগে পোড়ানো হয়। বিভিন্ন ধাতব অক্সাইড ব্যবহার করে তৈরী জিনিষপত্রে বিভিন্ন বর্ণের সমাহার করা যায়।

সিলিকেট ব্যতীত সিরামিক শিল্পের কল্পনাই করা যায় না। জিওলাইট এক বিশেষ ধরনের সিলিকেট যা পানির খরতা দূরীকরণে ক্যাটায়ন বিনিময়কারী হিসেবে ব্যবহৃত হয়।

সারসংক্ষেপ

- সিলিকেটের বিভিন্ন গঠনের একক হচ্ছে SiO_4^{4-} চতুষ্টলক। এই চতুষ্টলক বিভিন্ন ভাবে যুক্ত হয়ে বিভিন্ন ধরনের কাঠামো তৈরী করে।
- সোডিয়াম সিলিকেটের সাথে বিভিন্ন ধাতুর সিলিকেট মিশিয়ে প্রথমে উচ্চ তাপমাত্রায় বিগলিত করে পরে ধীরে ধীরে শীতল করলে কাঁচ উৎপন্ন হয়।
- কাদামাটি হচ্ছে অ্যালুমিনো সিলিকেট। এর প্লাস্টিকের মত গুণ রয়েছে এবং উত্তপ্ত করলে পানি অপসারিত হয়ে শক্ত ও ভঙ্গুর হয়। এই বিশেষগুণের জন্যই একে সিরামিক শিল্পে ব্যবহার করা হয়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। $(\text{SiO}_3)_n^{2n-}$ অ্যানায়নে অনেকগুলো SiO_4 চতুষ্টলক কোণের মাধ্যমে যুক্ত হয়ে যে শিকল গঠন করে তা-

ক) খোলা

খ) চাক্রিক

গ) বক্র

ঘ) পাত

২। সোডা কাঁচের সংযুক্তি

ক) $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{CaO} \cdot x\text{SiO}_2$

খ) $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{PbO} \cdot x\text{SiO}_2$

গ) $\text{NaAlSiO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

ঘ) $\text{Al}_4\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$

৩। বোরো সিলিকেট গ্লাসে মিশ্রিত থাকে

ক) PbO

খ) Na_2O

গ) B_2O_3

ঘ) Al_2O_3

৪। সিরামিক দ্রব্যাদি প্রস্তুতির সময় লাল রঙ দেওয়ার জন্য ব্যবহৃত হয়

ক) ফেল্ডস্পার

খ) আয়রন সিলিকেট

গ) সিলিকা

ঘ) ফেরাস অক্সাইড

পাঠ ৬ লেড

উদ্দেশ্য

এ পাঠ শেষে

- লেড-এর শিল্লোৎপাদন বর্ণনা করতে পারবেন।
- +4 জারণ অবস্থায় লেড জারক হিসেবে কিভাবে কাজ করে ব্যাখ্যা করতে পারবেন।
- লেড-এর অক্সাইড বা হাইড্রক্সাইডের অম্ল-ক্ষারকীয় ধর্ম বর্ণনা করতে পারবেন।
- লেড-এর প্রধান প্রধান ব্যবহার বর্ণনা করতে পারবেন।
- লেড পরিবেশের অন্যতম দূষক- ব্যাখ্যা করতে পারবেন।

১৯.৬.১ লেড-এর শিল্লোৎপাদন

লেডের প্রধান আকরিক গ্যালেনা, PbS। গ্যালেনা থেকে লেডের শিল্লোৎপাদনের অনেকগুলো পদ্ধতি রয়েছে। যথা-

i) কার্বন বিজারণ পদ্ধতি

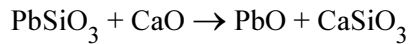
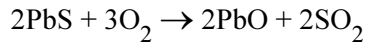
ii) বায়ু বিজারণ পদ্ধতি ইত্যাদি।

এখানে কার্বন বিজারণ পদ্ধতি সম্পর্কে আলোচনা করা হলো।

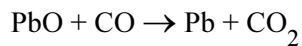
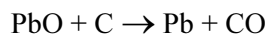
কার্বন বিজারণ পদ্ধতি

প্রথমে লেড আকরিককে বিচূর্ণ করা হয়। গ্যালেনায় সাধারণত: 6-8% লেড থাকে। বিচূর্ণ আকরিককে ফেনা ভাসমান পদ্ধতিতে গাঢ়ীকরণ করে 50-70% লেড সমৃদ্ধ করা হয়।

বিচূর্ণী ও গাঢ়ীকৃত গ্যালেনা, PbS কে বায়ু প্রবাহে তাপজারিত করে PbO এ পরিণত করা হয়। আকরিকের সাথে অপদ্রব্য হিসাবে SiO₂ থাকে এ জন্য PbS এর সাথে চুন, CaO মিশ্রিত করে তাপজারণ করা হয়, যাতে PbS জারিত হয়ে PbSO₄ ও PbSiO₃ এ পরিণত হতে না পারে। যদি কিছু পরিমাণ PbSiO₃ উৎপন্ন হয়, তবে তা CaO এর সাথে বিক্রিয়া করে PbO এ পরিবর্তিত হয়।



এরপর প্রাপ্ত PbO এর সাথে বিজারক কোক ও বিগালক চুন মিশ্রিত করে বার্ত্যা চুল্লীতে (Blast furnace) বায়ু প্রবাহে উত্তপ্ত করা হয়। PbO বিজারিত হয়ে লেডে পরিণত হয়।



উৎপন্ন লেড বিগলিত অবস্থায় বাত্যা চুল্লীর তলদেশে জমা হয় এবং নির্গম নলের মাধ্যমে বের করা হয়।

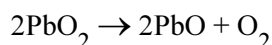
এই ভাবে প্রাপ্ত লেডের সাথে Cu, Sb, As, Bi, Au, Ag ইত্যাদি স্বল্প পরিমাণে অপদ্রব্য রূপে মিশ্রিত থাকতে পারে। তড়িৎ বিশোধন পদ্ধতিতে অশুদ্ধ লেড থেকে বিশুদ্ধ লেড পাওয়া যায়।

তড়িৎ বিশোধনের আগে লেড থেকে পার্ক বা প্যাটিনশনের পদ্ধতির মাধ্যমে সিলভার অপসারণ করা হয়। বেটের তড়িৎ বিশোধন পদ্ধতিতে সিলভার মুক্ত লেডের মোটা পাতকে অ্যানোড আর বিশুদ্ধ লেডের সরু পাতকে ক্যাথোড এবং লেড হেক্সাফ্লোরো সিলিকেট, $PbSiF_6$ ও 10% হেক্সাফ্লোরো সিলিসিক এসিডের মিশ্রণকে তড়িৎ-বিশোধ্য (electrolyte) হিসেবে ব্যবহার করে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করলে ক্যাথোডে ক্রমে ক্রমে বিশুদ্ধ লেড জমা হতে থাকে।

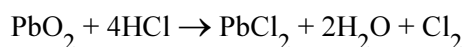
১৯.৬.২ Pb^{4+} জারণ অবস্থায় লেড শক্তিশালী জারক

লেডের জারণ সংখ্যা দুটি অর্থাৎ $4+$ এবং $2+$ । লেডের ক্ষেত্রে $4+$ জারণ সংখ্যার তুলনায় $2+$ জারণ সংখ্যা অধিকতর স্থিতিশীল। 2টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে লেড $4+$ জারণ অবস্থা থেকে সহজেই স্থিতিশীল $2+$ জারণ অবস্থায় পরিবর্তিত হতে পারে বলে $4+$ জারণ অবস্থায় লেড একটি শক্তিশালী জারক।

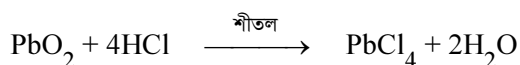
PbO_2 আলোর উপস্থিতিতে বা সামান্য উত্তপ্ত করলেই বিজারিত হয়ে PbO এ পরিণত হয়।



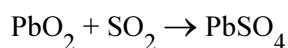
গাঢ় HCl এর সাথে PbO_2 এর বিক্রিয়ায় $PbCl_2$ উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায়ও PbO_2 জারক হিসেবে কাজ করে।



তবে শীতল অবস্থায় HCl এর সাথে বিক্রিয়ায় জারণ অবস্থার কোন পরিবর্তন হয় না।



SO_2 -এর সাথে বিক্রিয়ায়ও PbO_2 শক্তিশালী জারক হিসেবে কাজ করে,



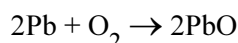
১৯.৬.৩ লেড অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইড

১৯.৬.৩.১ লেড অক্সাইড: লেডের পাঁচটি অক্সাইড আছে।

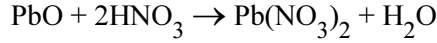
- i) লেড মনোঅক্সাইড, PbO
- ii) লেড-ডাই অক্সাইড, PbO_2
- iii) রেড লেড, Pb_3O_4
- iv) লেড সাবঅক্সাইড Pb_2O
- v) ডাই লেড ট্রাই অক্সাইড, Pb_2O_3

i) লেড মনো অক্সাইড: এটি লিথার্জ (Litharge) নামে পরিচিত।

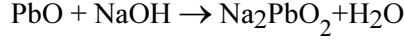
Pb বা PbS কে বায়ুপ্রবাহে উত্তপ্ত করলে PbO উৎপন্ন হয়।



লেড অক্সাইড উভধর্মী অক্সাইড। এটি এসিডে দ্রবীভূত হয়ে 2+ জারণ অবস্থার লবণ উৎপন্ন করে।

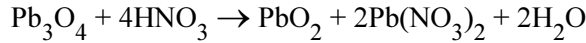


অন্যদিকে ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে প্লাম্বাইট শ্রেণীর লবণ উৎপন্ন করে।



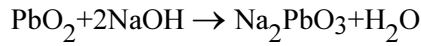
লেড অক্সাইড রং হিসেবে, পাত্রের উপর প্রলেপ দিতে, কাঁচ ও লেডের বিভিন্ন যৌগ প্রস্তুতিতে ব্যবহৃত হয়।

ii) **লেড ডাই অক্সাইড** : রেড লেড ও নাইট্রিক এসিডের বিক্রিয়ায় লেড ডাই অক্সাইড উৎপন্ন হয়, যা লেড পারঅক্সাইড নামেও পরিচিত।

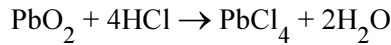


PbO_2 উভধর্মী সুপার অক্সাইডের ন্যায় আচরণ করে। এটি অম্ল ও ক্ষার উভয় ধর্মী আচরণ করে।

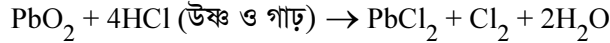
PbO_2 উষ্ণ ও গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে প্লাম্বেট উৎপন্ন করে



PbO_2 শীতল ও গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়া করে লেড (iv) ক্লোরাইড উৎপন্ন করে।

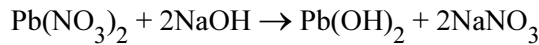


তবে উষ্ণ ও গাঢ় HCl এর সাথে বিক্রিয়ায় Pb(II) ক্লোরাইড উৎপন্ন হয়। এই বিক্রিয়ায় PbO_2 জারক হিসেবে কাজ করে।

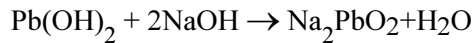


লেড ডাই অক্সাইড শক্তিশালী জারক হিসেবে বিভিন্ন বিক্রিয়ায় এবং দিয়াশলাই শিল্পে ব্যবহৃত হয়। লেড সঞ্চয়ক ব্যাটারীর অ্যানোড হিসেবেও এর ব্যবহার রয়েছে।

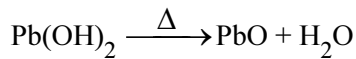
১৯.৬.৩.২ **লেড হাইড্রক্সাইড**: লেড (II) লবনের দ্রবণে অ্যালকালি দ্রবণ যোগ করলে লেড হাইড্রক্সাইডের অধঃক্ষেপ পাওয়া যায়।



$\text{Pb}(\text{OH})_2$ অতিরিক্ত অ্যালকালি বা ক্ষার দ্রবণে দ্রবীভূত হয়।



লেড হাইড্রক্সাইডকে উত্তপ্ত করলে PbO পাওয়া যায়।



লেড হাইড্রক্সাইড উভধর্মী আচরণ করে।

১৯.৬.৪ লেডের ব্যবহার

লেডের গলনাংক বেশ কম (327° সে:) ও ক্ষয় রোধী বলে এর ব্যাপক প্রচলন রয়েছে।

সঞ্চয়ী তড়িৎ কোষের তড়িৎদ্বার হিসেবে লেড ব্যবহৃত হয়। বৈদ্যুতিক তারের আবরক হিসেবে, সালফিউরিক এসিড প্রস্তুতিতে, লেড প্রকোষ্ট তৈরীতে, লেড গোলা তৈরীতে আর সাদা-লেডসহ বিভিন্ন বার্নিশ প্রস্তুতিতে লেড বেশ ব্যবহৃত হয়।

বিভিন্ন সংকর ধাতু যথা-

টাইপ ধাতু (82%Pb, 15%Sb ও 3%Sn), ঝালাই ধাতু (50% Pb ও 50% Sn) এবং পিউটার (20% Pb ও 80% Sn) প্রস্তুতিতে লেডের উল্লেখযোগ্য ব্যবহার হয়।

লেড যৌগ টেট্রাইথাইল লেড গাড়ীর এন্টি নকিং (anti Knocking) গুণাগুণ বাড়ানোর জন্য পেট্রোলের সাথে যুক্ত করা হয়। তবে লেড থেকে পরিবেশ দূষণের জন্য পৃথিবীর বহু দেশেই পেট্রোলে এই যৌগটির ব্যবহার ধীরে ধীরে বন্ধ করে দেয়া হচ্ছে।

১৯.৬.৫ পরিবেশ দূষনে লেড

লেডের মাধ্যমে পরিবেশ দূষনের প্রধান উৎস আমাদের দেশে মোটর যান। পেট্রোলের সাথে মিশ্রিত টেট্রা ইথাইল লেড থেকে বিভিন্ন লেড হ্যালাইড ও লেডের সূক্ষ কণা উৎপন্ন হয়ে বায়ুমন্ডলে মিশে।

শ্বাসের সাথে দূষিত বায়ু থেকে লেড মানব দেহে প্রবেশ করার পর 70-90% লেড হাড়ে সঞ্চিত হয়। এর বাকী অংশের বেশীর ভাগ কলিজায় ও অল্প অংশ মূত্রাশয়ে জমা হয়। লেড সঞ্চয়ের ফলে রক্ত সঞ্চালন, স্নায়ুতন্ত্র ও মূত্রাশয়ের ক্ষতি হয়। এ ছাড়াও লেড সঞ্চয়ের ফলে প্রজনন প্রক্রিয়া বাঁধাগ্রস্থ হয়, পাকস্থলীর বিভিন্ন রোগ ও হৃদরোগ হতে পারে। লেড দূষনে সবচেয়ে ক্ষতিগ্রস্থ হওয়ার সম্ভাবনা থাকে শিশুদের। কিছু কিছু গবেষণায় দেখা গেছে যে সব শিশুর দুধ-দাঁতে লেড সঞ্চয়ের পরিমাণ বেশী ওদের আচরণে অস্বাভাবিকতা, বুদ্ধিমত্তার কমতি এবং মানসিক ভারসাম্য নষ্ট হওয়ার বেশ সম্ভাবনা রয়েছে। মহিলাদের দেহে অধিক মাত্রায় লেড সঞ্চয়ের ফলে গর্ভাবস্থা ও উর্বরতার উপর ক্ষতিকর প্রভাব পড়তে পারে। WHO কর্তৃক বাতাসে লেডের উপস্থিতির সর্বাধিক মাত্রা ৫০ নেনোগ্রাম নির্ধারণ করা হয়েছে। ঢাকার বাতাসে লেডের পরিমাণ মাঝে মাঝে 470 নেনোগ্রাম উঠে বলে রিপোর্ট পাওয়া গেছে।

সারসংক্ষেপ

- লেডের প্রধান আকরিক গ্যালেনা, PbS থেকে বিজারণ পদ্ধতির মাধ্যমে লেডের শিল্পোৎপাদন করা হয়।
- লেড 4+ জারণ অবস্থা থেকে দু'টি ইলেকট্রন গ্রহণ করে সহজেই 2+ জারণ অবস্থা প্রাপ্ত হতে পারে বলে শক্তিশালী জারক হিসেবে লেড (IV) যৌগ কাজ করে।
- লেডের অক্সাইড ও হাইড্রক্সাইডের উভধর্মী অর্থাৎ অম্ল-ক্ষারকীয় গুণ রয়েছে।
- গাড়ীর পেট্রলের সাথে মিশানো টেট্রাইথাইল লেড পরিবেশ দূষনে বেশ ভূমিকা রাখছে।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

১। কার্বন বিজারণ পদ্ধতিতে গ্যালেনার সাথে CaO মিশ্রিত করে তাপজারণ করা হয়, যাতে

- ক) PbO উৎপন্ন না হতে পারে।
- খ) PbCl₂ উৎপন্ন না হতে পারে।
- গ) PbSO₄ উৎপন্ন না হতে পারে।
- ঘ) Pb₂O₃ উৎপন্ন না হতে পারে।

২। লেড

- (ক) +2 জারণ অবস্থায় শক্তিশালী জারক।
- (খ) +3 জারণ অবস্থায় শক্তিশালী জারক।
- (গ) +1 জারণ অবস্থায় শক্তিশালী জারক।
- (ঘ) +4 জারণ অবস্থায় শক্তিশালী জারক।

৩। PbO₂

- ক) উষ্ণ ও গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে প্লাস্বেট উৎপন্ন করে।
- খ) উষ্ণ ও লঘু ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে প্লাস্বেট উৎপন্ন করে।
- গ) শীতল ও গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে প্লাস্বেট উৎপন্ন করে।
- ঘ) শীতল ও লঘু ক্ষার দ্রবণের সাথে বিক্রিয়া করে প্লাস্বেট উৎপন্ন করে।

৪। ঝালাই ধাতুতে

- ক) 70%Pb ও 30% Sn
- খ) 50% Pb ও 50% Sn
- গ) 40%Pb ও 60% Sn
- ঘ) 20% Pb ও 80% Sn থাকে।

পাঠ ৭ ইলেকট্রনিক শিল্পে সিলিকন ও জার্মেনিয়াম

উদ্দেশ্য

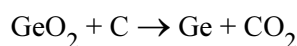
এই পাঠের শেষে-

- জার্মেনিয়ামের গুণাগুণ বর্ণনা করা যাবে।
- ইলেকট্রনিক শিল্পে সিলিকন ও জার্মেনিয়ামের গুরুত্ব ব্যাখ্যা করা যাবে।

১৯.৭.১ জার্মেনিয়াম

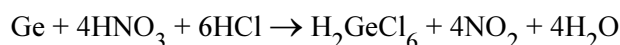
অত্যন্ত স্বল্প মাত্রায় জার্মেনিয়াম বিভিন্ন আকরিক ও কয়লার সাথে পাওয়া যায়। সিলভার আকরিক আর্গিসোসোডাইট, Ag_4SeS_4 এর সাথেও জার্মেনিয়াম স্বল্প মাত্রায় পাওয়া যায়।

GeO_2 কে কোক ও হাইড্রোজেন সহযোগে বিজারিত করলে Ge পাওয়া যায়।

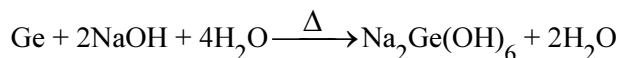


জার্মেনিয়াম ধূসর-সাদা বর্ণের ঔজ্জ্বল্য বিশিষ্ট পদার্থ। বাতাসের সাথে কোন বিক্রিয়া করেনা বলে Ge বায়ুতে ফেলে রাখলেও এর ঔজ্জ্বল্য বিনষ্ট হয় না।

জার্মেনিয়ামের সাথে হাইড্রোক্লোরিক এসিডের কোন বিক্রিয়া হয় না। মুদু বা লঘু H_2SO_4 এর সাথেও এর কোন বিক্রিয়া ঘটেনা। গাঢ় নাইট্রিক এসিড বা অ্যাকুয়ারেজিয়ার সাথে জার্মেনিয়াম বিক্রিয়া করে।



উচ্চ তাপমাত্রায় গাঢ় ক্ষার দ্রবণের সাথে জার্মেনিয়াম বিক্রিয়া করে জার্মেনেট (IV) লবণ গঠন করে।



Ge^{2+} ও Ge^{4+} এই উভয় ধরনের যৌগই পাওয়া যায়। Ge^{2+} কে সহজেই Ge^{4+} এ জারিত করা যায় বা বিজারিত করে Ge পাওয়া যায়।

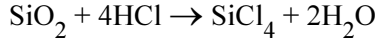
GeO এবং GeO_2 , জার্মেনিয়ামের এ দু'টি অক্সাইড আছে। GeO_2 সিলিকন ডাইঅক্সাইড, SiO_2 এর মত শক্তিশালী অম্লধর্মী নয়। ক্ষার দ্রবণে দ্রবীভূত হয়ে GeO_2 জার্মেনেট উৎপন্ন করে; জার্মেনেটের গঠন সিলিকেটের ন্যায়ই জটিল। এই অক্সাইড এসিডে অদ্রবণীয়। GeO এর সুস্পষ্ট অম্লধর্ম রয়েছে।

১৯.৭.২ ইলেকট্রনিক শিল্পে সিলিকন ও জার্মেনিয়ামের গুরুত্ব

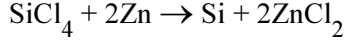
১৯.৭.২.১ ইলেকট্রনিক শিল্পে সিলিকনের গুরুত্ব

আধুনিক বিশ্বে ইলেকট্রনিক শিল্পের গুরুত্ব উত্তরোত্তর বৃদ্ধি পাচ্ছে আর একই সাথে বৃদ্ধি পাচ্ছে সিলিকনের গুরুত্ব। অর্ধপরিবাহী হিসেবে সিলিকনের ব্যবহার খুবই ব্যাপক। কম্পিউটারের প্রধান অংশ মাইক্রোচিপস (microchips)। অতি বিশুদ্ধ সিলিকন স্ফটিকের সাহায্যে মাইক্রো চিপস তৈরী করা হয়।

অতিবিশুদ্ধ সিলিকন স্ফটিক তৈরীর জন্য প্রথমে SiO_2 ও ক্লোরিনের বিক্রিয়ায় SiCl_4 উৎপন্ন করা হয়।



এই SiCl_4 কে আংশিক পাতনের মাধ্যমে বিশুদ্ধ করার পর অতিবিশুদ্ধ জিংক বা ম্যাগনেশিয়ামের সাহায্যে বিজারিত করে সিলিকন উৎপন্ন করা হয়।



সিলিকনকে অতিবিশুদ্ধ করা হয় জোন-বিশুদ্ধিকরণ (Zone-refining) পদ্ধতিতে। এই প্রক্রিয়ায় প্রাপ্ত অতি বিশুদ্ধ সিলিকন স্ফটিকই মাইক্রোচিপস তৈরীতে ব্যবহৃত হয়।

১৯.৭.২.২ ইলেকট্রনিক শিল্পে জার্মেনিয়ামের গুরুত্ব

জার্মেনিয়াম একটি অর্ধপরিবাহী মৌল। উচ্চ তাপমাত্রায় এর তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়। ট্রানজিস্টর জাতীয় ইলেকট্রনিক যন্ত্রপাতিতে জার্মেনিয়ামের বেশ ব্যবহার হয়। অন্য কোন ধাতুর সাথে জার্মেনিয়ামের সংকর প্রস্তুত করলে এই সংকরের বিশেষ একটি গুণ দেখা যায়। এই ধরনের সংকর কেবলমাত্র একদিকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করতে পারে। জার্মেনিয়াম স্ফটিকের এই বিশেষ গুণের জন্য একে রাডার ও ট্রানজিস্টরে ব্যবহার করা হয়। ট্রানজিস্টরে ব্যবহৃত জার্মেনিয়াম স্ফটিক অল্প বিদ্যুৎকে বহুগুণ বৃদ্ধি করতে পারে, তাই ভ্যাকুয়াম টিউব বা বাম্বের পরিবর্তে এর প্রচলন ট্রানজিস্টরকে অনেক বেশী কার্যকর করেছে। সিলিকনের ন্যায় জার্মেনিয়াম স্ফটিকের অতি বিশুদ্ধতা অপরিহার্য।

সারসংক্ষেপ

- Ge^{2+} ও Ge^{4+} এই উভয় ধরনেরই জার্মেনিয়াম যৌগ পাওয়া যায়। Ge^{2+} কে সহজেই Ge^{4+} এ জারিত করা যায় বা বিজারিত করে Ge পাওয়া যায়।
- কম্পিউটারের প্রধান অংশ মাইক্রো চিপস। অতি বিশুদ্ধ সিলিকন স্ফটিকের সাহায্যে মাইক্রোচিপস তৈরী করা হয়। অতি বিশুদ্ধ সিলিকন স্ফটিক তৈরী করা হয় জোন-বিশুদ্ধিকরণ প্রক্রিয়ার সাহায্যে।
- জার্মেনিয়াম স্ফটিক কেবলমাত্র একদিকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করতে পারে। এই বিশেষ গুণের জন্য রাডার বা ট্রানজিস্টরে এর ব্যাপক ব্যবহার হয়।

পাঠোত্তর মূল্যায়ন

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

সঠিক উত্তরের পাশে টিক চিহ্ন (✓) দিন।

- ১। সিলভার আকরিকের সাথে জার্মেনিয়াম পাওয়া যায়
 ক) বেশী মাত্রায়
 খ) অত্যন্ত স্বল্প মাত্রায়
 গ) 10% মাত্রায়
 ঘ) 5% মাত্রায়
- ২। জার্মেনিয়াম এর বিক্রিয়া ঘটে
 ক) অ্যাকুয়া রেজিয়া
 খ) গাঢ় HCl
 গ) গাঢ় H₂SO₄
 ঘ) লঘু H₂SO₄ এর সাথে।
- ৩। মাইক্রোচিপস তৈরী করা হয়
 ক) বিশুদ্ধ
 খ) মোটা মোটি বিশুদ্ধ
 গ) অতি বিশুদ্ধ
 ঘ) অবিশুদ্ধ
 সিলিকন স্ফটিকের সাহায্যে।
- ৪। সেমিকন্ডাকটর শ্রেণীর মৌল
 ক) টিন
 খ) লৌহ
 গ) প্লাটিনাম
 ঘ) জার্মেনিয়াম

রচনামূলক/ সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন

- ১। গ্রুপ-IV মৌলসমূহের প্রাকৃতিক উৎস বর্ণনা করুন।
- ২। ব্যাখ্যা করুন-
 “গ্রুপ IV মৌলসমূহের সাধারণ জারন সংখ্যা +4”
- ৩। গ্রুপ-IV মৌলসমূহের ধাতবগুণ পারমাণবিক সংখ্যা বৃদ্ধির সাথে সাথে বৃদ্ধি পায়- এই উক্তির যথার্থতা প্রমাণ করুন।
- ৪। ইলেকট্রন বিন্যাসের ভিত্তিতে গ্রুপ IVA মৌলসমূহের রাসায়নিক ধর্ম আলোচনা করুন।
- ৫। গ্রুপ IVA মৌলসমূহের প্রধান প্রধান রাসায়নিক ধর্মের বিবরণ দিন।
- ৬। সিলিকন অক্সাইডের অল্প-ক্ষারকীয় ধর্ম ব্যাখ্যা করুন।
- ৭। সিলিকন ক্লোরাইডের আর্দ্র বিশ্লেষণ প্রবণতা ব্যাখ্যা করুন।
- ৮। সিলিকনের প্রধান প্রধান ব্যবহারসমূহের উল্লেখ করুন।
- ৯। উদাহরণসহ কার্বনে বহুবন্ধন উল্লেখ করুন।
- ১০। “ক্যাটিনেশন কার্বনের একটি বৈশিষ্ট্যপূর্ণ ধর্ম”- এ উক্তির যথার্থতা প্রমাণ করুন।
- ১১। চুনের পানির সাথে CO₂ এর বিক্রিয়া সমীকরণসহ উল্লেখ করুন।
- ১২। কারন দর্শান- “গাছপালার প্রবৃদ্ধির জন্য CO₂ অপরিহার্য।”

- ১৩। "SiCl₄ আর্দ্র-বিশ্লেষিত হলেও CCl₄ হয় না।"-ব্যখ্যা করুন।
- ১৫। কার্বনের উল্লেখযোগ্য ব্যবহারগুলোর বর্ণনা দিন।
- ১৬। সিলিকেট আয়নের বিভিন্ন কাঠামো চিত্রসহ বর্ণনা করুন।
- ১৭। গ্লাস শিল্পে সিলিকেটের গুরুত্ব বর্ণনা করুন।
- ১৮। সিরামিক শিল্পে সিলিকেটের গুরুত্ব বর্ণনা করুন।
- ১৯। লেডের শিল্পোৎপাদনের বর্ণনা দিন।
- ২০। ব্যখ্যা করুন- “+4 জারণ অবস্থায় লেড শক্তিশালী জারক।”
- ২১। লেডের গুরুত্বপূর্ণ ব্যবহারগুলোর বর্ণনা দিন।
- ২২। লেড অক্সাইডের অম্ল-ক্ষারকীয় ধর্মের বর্ণনা দিন।
- ২৩। পরিবেশ দূষণে লেডের ভূমিকা আলোচনা করুন।
- ২৪। জার্মেনিয়ামের ধর্ম সমূহের উল্লেখ করুন।
- ২৫। ইলেকট্রনিক শিল্পে সিলিকনের গুরুত্ব বর্ণনা করুন।
- ২৬। ইলেকট্রনিক শিল্পে জার্মেনিয়ামের গুরুত্বের বর্ণনা দিন।