অধ্যায়-৮

কাচ

(Glass)

৮.১ কাচের উপাদানসমূহ (Constituents of glass) :

নিচের ছকে বিভিন্ন ধরনের কাচ তৈরির কাঁচামালগুলোর তালিকা দেয়া হলো–

কাচের নাম	কাঁচামাল (উপাদান) শতকরা হারে					
	সিলিকা	পটাশ	লাইম	সোডা	লেড অক্সাইড	অ্যালুমিনা
সাধারণ গ্লাস বা বোতল গ্লাস (Ordinary or bottle glass)	60–70	2–3	15	5	–	5–7
উইন্ডো গ্লাস (Window glass)	70–75	–	13	13	–	4
প্লেট গ্লাস (Plate glass)	74–78	17	6	–	–	1
ফ্লিন্ট বা কাট গ্লাস (Flint or cut glass)	50	12	–	–	30	1
ফিউজিবল গ্লাস (রাসায়নিক যন্ত্রপাতির জন্য) (Fusible glass for chemical apparatus)	70	2	8	16	–	1
ইনফিউজিবল গ্লাস (জ্বালানি টিউবের জন্য) (Infusible glass for combustion)	73	10–12	10	3	–	1

কাচ তৈরিতে এর উপাদান ও উপাদানের আনুপাতিক হারের তারতম্যের মাধ্যমে এগুলোর ধর্ম, গুণাবলি, ব্যবহার উপযোগিতায় ভিন্নতা আনা যায়। তাই ভিন্ন ভিন্ন ধরন ও গুণাবলির জন্য এগুলোর উপাদান ও উপাদানের আনুপাতিক হারে ভিন্নতা দেখা যায়। তবে সব ধরনের কাচের মূল উপাদান বালি (SiO_2)। এখানে সাধারণভাবে কাচের উপাদানগুলো আনুপাতিক হারসহ দেয়া হলো– (ক) বালি– 50% হতে 78% (খ) পটাশ– 2% হতে 17%, (গ) চুন– 6% হতে 15% (ঘ) সোডা– 3% হতে 16% (ঙ) অ্যালুমিনা– 1% হতে 7% ও (চ) অন্যান্য উপাদান (যেমন– বোরাক্স, রঞ্জক, লেড অক্সাইড, ভাঙা কাচ ইত্যাদি)। ঈপ্সিত কাচের জন্য উপরোক্ত উপাদানের কোনো কোনোটির দরকার নাও হতে পারে।

সকল কাচের জন্যই মূল উপাদান সিলিকা (SiO_2) বা বালি। এ বালি গলাতে খুবই উচ্চতাপের দরকার হয় বিধায় এগুলোর সাথে ক্ষারকীয় সামগ্রী (যেমন– সোডিয়াম কার্বনেট বা পটাশিয়াম কার্বনেট বা সোডা) দিয়ে গলনাঙ্কের পরিমাণ হ্রাস করা হয়। এতে সান্দ্রতা কার্যোপযোগী হয়। লাইম কাচের ক্ষণভঙ্গুরতা হ্রাস করে, পটাশ কাচের তাপরোধীতার মাত্রা বৃদ্ধি করে এবং ম্যাগনেশিয়া কাচের অবাঞ্ছিত ময়লা পরিষ্কার করে ও কাচে স্বচ্ছতা আনয়ন করে। কাচের ভাঙা টুকরা (Cullet) কাজে লাগানোর জন্য সমশ্রেণির কাচ তৈরিতে এগুলো ব্যবহৃত হয়। কোনো কোনো ক্ষেত্রে গলনাঙ্কের মাত্রা হ্রাস এবং কাচের তাপীয় প্রসারাঙ্ক কমানোর জন্য বোরাক্স বা বরিক অ্যাসিডও ব্যবহার করা হয়।

গলিত কাচের সাথে রঞ্জক যোগে রঙিন কাচ তৈরি করা যায়। সচরাচর ব্যবহৃত রঞ্জকগুলোর মধ্যে কোবাল্ট, নিকেল ও ম্যাঙ্গানিজের অক্সাইড, ক্রোমিক অক্সাইড, কপারাস অক্সাইড, ক্রায়োলাইট ও টিন অক্সাইড অন্যতম। কাচে লাল বর্ণের জন্য গোল্ড সিলিনিয়াম সালফাইড, কপারাস অক্সাইড ইত্যাদি, সবুজ বর্ণের জন্য ক্রোমিক অক্সাইড, হলুদ বর্ণের জন্য ক্যাডমিয়াম সালফাইড, ভায়োলেট বর্ণের জন্য ম্যাঙ্গানিজ ডাই-অক্সাইড, নীল বর্ণের জন্য কোবাল্ট অক্সাইড, কপারিক অক্সাইড ইত্যাদি আম্বর বর্ণের জন্য সালফার ও আয়রন অক্সাইড, কালো বর্ণের জন্য ফেরিক ও কপারিক অক্সাইড, কোবাল্ট নিকেল, ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইড ইত্যাদি রঞ্জক হিসাবে ব্যবহৃত হয়।

৮.২ এবং ৮.৩ প্লেট, ওয়্যার্ড, টেম্পারড, কালার্ড, ফাইবার, ফোমড এবং ফ্লোট গ্লাস-এর সংজ্ঞা এবং ব্যবহার (Define plate, wired, tempered, coloured, fiber, formed and float glass) :

নিচের বিভিন্ন ধরনের গ্লাসের সংজ্ঞা দেয়া হলো :

(ক) **সোডালাইম গ্লাস (Soda-lime glass) :** বালি, চুনাপাথর এবং সোডা এগুলোকে প্রায় 1200°C তাপমাত্রায় গলিয়ে সোডালাইম গ্লাস তৈরি করা হয়। এটি সফট গ্লাস নামেও পরিচিত। এগুলো বেশ সস্তা এবং অপেক্ষাকৃত কম তাপে বিগলিত হয়। এগুলো সাধারণত কন্টেনার, বাল্ব ও অন্যান্য সাধারণ সামগ্রী তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। গ্লাস তৈরি প্রক্রিয়ায় ভিন্নতা এনে বিভিন্ন কাজের উপযোগী ও গড়ন ভিন্নতার কাচ তৈরি করে বাণিজ্যিকভাবে বাজারজাত করা হয়ে থাকে। যেমন যদিও তন্তু কাচ (Fibre glass) সিলিকা গ্লাসের উপাদানে তৈরি কিন্তু এ জাতীয় কাচ সরাসরি মোল্ডে ঢালাই না করে সরু ছিদ্রের জেটের ভিতর দিয়ে অত্যধিক চাপে (বাষ্পীয় চাপে) নির্গমন করা হয়, ফলে সরু সুতার ন্যায় কাচ পাওয়া যায় এবং এগুলোর টান শক্তি অত্যধিক। এগুলোকে তন্তু কাচ (fibre glass) বলা হয়। এ তন্তু কাচ (fibre glass)-কে গ্লাস উলও (glass wool) বলা হয়ে থাকে।

(খ) **পটাশ-লাইম গ্লাস (Potash-lime glass) :** তাপে পটাশিয়াম কার্বনেট, বালি, লাইম স্টোন গলিয়ে এগুলো তৈরি করা হয়। এগুলো পানি ও রাসায়নিক ক্রিয়ায় আক্রান্ত হয় না। এগুলো গবেষণাগারের সামগ্রী তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(গ) **লেড গ্লাস (Lead glass) :** তাপে ফ্লিন্ট, লিথার্জ এবং পটাশিয়াম কার্বনেট গলিয়ে এগুলো তৈরি করা হয়। এগুলো ফ্লিন্ট গ্লাস নামে পরিচিত। এগুলোর প্রতিফলন সূচক অধিক কিন্তু তাপ দেওয়া কালে ফারনেসের নির্গত গ্যাসের স্পর্শে এলে কিঞ্চিৎ কালো ও অস্বচ্ছ হয়। এগুলো লেন্স, প্রিজম, অপটিক্যাল যন্ত্রপাতি তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।

(ঘ) বোরোসিলিকেট গ্লাস **(Borosilicate glass) :** এগুলো বিশেষ ধরনের গ্লাস। এগুলো তৈরিতে বালির কিয়দংশের পরিবর্তে নির্দিষ্ট অনুপাতে বোরন অক্সাইড, অ্যালুমিনিয়াম ও সোডিয়ামের অক্সাইড মেশানো হয়। এ গ্লাস তাপ, রাসায়নিক ক্রিয়া ও জলের প্রতিরোধী, তাপমাত্রার আকস্মিক পরিবর্তনে তেমন আক্রান্ত হয় না। এগুলো গবেষণাগারের যন্ত্রপাতি ও রান্নাবান্নার সামগ্রী তৈরিতে অধিক ব্যবহৃত হয়।

(ঙ) **পাইরোসিরাম (Pyroceram or float glass) :** পাইরোসিরাম অধুনা আবিষ্কৃত বিশেষ ধরনের গ্লাস। এগুলো কর্কের ন্যায় পাতলা ভাসে, ইস্পাতের মতো শক্তিশালী। এগুলো সাধারণ জয়েনারি টুলস দ্বারা চেরাই করা যায়, ড্রিল করা যায় এবং স্বচ্ছ। এগুলো গাড়ির যন্ত্রাংশ তৈরিতে বেশ উপযোগী।

(চ) **শিট গ্লাস (Sheet glass) :** শিট গ্লাস তৈরির জন্য গ্লাসের গলিত উপাদানের মিশ্রণ সমতল টেবিলে ঢালাই করে আর্চের চেম্বারে নিয়ে আরো হিট ট্রিটমেন্ট করা হয়। এগুলো নিখুঁত সমতল ও সমপুরুত্বের হয় না। এগুলো দরজা-জানালা প্রভৃতিতে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

(ছ) **প্লেট গ্লাস (Plate glass) :** প্লেট গ্লাস সমতল ও সমপুরুত্বের নিখুঁত গ্লাস এবং এগুলোতে দৃশ্যের ত্রুটিবিচ্যুতি ঘটে না। এ জাতীয় গ্লাস তৈরিকালে গলিত গ্লাস উপকরণকে ঢালাই টেবিলে যথাযথভাবে সমতল ও সমপুরুত্বে ঢালাই করে প্রয়োজনীয় প্রাইমিং ও পলিশিং করে উভয় পৃষ্ঠ সতর্কতার সাথে সমতল করে দেয়া হয়। এগুলো কারটেন ওয়ালিং, জানালা ও পার্টিশনে বিশেষভাবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

(জ) **ওয়্যার্ড গ্লাস (Wired glass) :** ওয়্যার্ড গ্লাস তৈরিতে ঢালাইকালে ঢালাই পুরুত্বের কেন্দ্রের মাঝে তারজালি (Wire mesh) দেয়া হয়। ফলে গ্লাস ভেঙে গেলেও কাচ খণ্ডগুলো আটকে থাকে। এ জাতীয় গ্লাস অগ্নিরোধী। এগুলো স্কাইলাইট ও ছাদের ট্রাসে খুব উপযোগী।

(ঝ) **সেফটি গ্লাস (Safety glass) :** সেফটি গ্লাস তৈরিতে দুটি প্লেট গ্লাস শিটের মাঝে স্বচ্ছ সেলুলয়েড বা রজনের শিট স্থাপন করে তাপ ও চাপে একটি শিটরূপে তৈরি করা হয়। এগুলো যানবাহন, কার ইত্যাদির জানালায় ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

(ঞ) **ফাইবার গ্লাস (Fibre glass) :** ফাইবার গ্লাস খুবই গুরুত্বপূর্ণ গ্লাস। এগুলো শব্দ ও তাপ অন্তরক হিসাবে ব্যবহৃত হয়। সোডা লাইম গ্লাস তৈরির গলিত উপাদানকে সরু জেটের ভিতর দিয়ে প্রবাহিত করে ফাইবার বা কাচের আঁশ তৈরি করা হয়। এগুলো বিটুমিন ইমালশনে নিমজ্জিত করে মোটামুটি 20 মিমি হতে 25 মিমি পুরু করে চাপে ম্যাট তৈরি করে উক্ত ফাইবার ম্যাট অন্তরক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এগুলো রোল আকারে বাজারে পাওয়া যায়। এগুলো এয়ারক্রাফট, মিসাইল ইত্যাদিতে অন্তরক হিসেবে ব্যবহৃত হয়ে থাকে।

(ট) **ফোম গ্লাস (Foam glass) :** ফোম গ্লাস তৈরিতে কার্বন ও অন্য কোন গ্যাস গ্লাসের পাউডারের সাথে মিশিয়ে তৈরি করা হয়। এতে গ্লাস সচ্ছিদ্র ও হালকা হয়। এগুলো সাধারণ ম্যাসনরি টুলসে কাটা যায় এবং সহজে কাজ করা যায়। এগুলো তাপ-শব্দ অন্তরক হিসেবে কক্ষের পার্টিশনে বিশেষ করে এয়ারকন্ডিশনড বিল্ডিং-এ ব্যবহৃত হয়।

(ঠ) **ফ্রোস্টেড গ্লাস (Frosted glass) :** ফ্রোস্টেড্ গ্লাসকে গ্রাউন্ড গ্লাস (Ground glass) বা অবস্কিউরড্ গ্লাস (Obscured glass) বলা হয়ে থাকে। এগুলোর এক পৃষ্ঠ ঘষে দেয়া হয় বা গলিত গ্লাস পাউডার দিয়ে দেয়া হয়। তাই এগুলো আংশিক স্বচ্ছ (Semi-transparent) হয়ে থাকে। এগুলো জানালার প্যান, ভেন্টিলেটর ইত্যাদিতে আলো বিকীর্ণকরণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

(ড) **কালার্ড গ্লাস (Coloured glass) বা স্টেইনড গ্লাস (Stained glass) :** সাধারণ গ্লাস শীতল অবস্থায় শক্ত, ভঙ্গুর ও স্বচ্ছ হয়ে থাকে। কাচ তাপে কোমলায়ন করে গলে যাওয়ার পূর্বে ঈপ্সিত বর্ণের জন্য প্রয়োজনীয় ধাতব লবণ (Metallic salt) ও অন্যান্য উপাদান মিশিয়ে রঙিন গ্লাস তৈরি করা হয়। এগুলোকে স্টেইন্ড গ্লাস (Stained glass)ও বলা হয়ে থাকে। এক্ষেত্রে সবুজ বর্ণের জন্য ক্রোমিয়াম, নীল বর্ণের জন্য কোবাল্ট এবং লাল বর্ণের জন্য ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইড ব্যবহার করা যায়।

(ঢ) **টেম্পারড গ্লাস (Tempered glass) :** সাধারণ গ্লাস শীতল অবস্থায় শক্ত, ভঙ্গুর ও স্বচ্ছ হয়ে থাকে। এ গ্লাসকে তাপে কোমলায়ন করে টেম্পারড গ্লাস তৈরি করা হয়।

৮.৪ কাচের ধর্ম এবং ব্যবহার (Description of the properties and uses of glass) :

নিচে কাচের ধর্মগুলো দেয়া হলো–

১। এগুলো উচ্চতাপে প্রসার্য, অদানাদার ও ভঙ্গুর সামগ্রী।
২। বিভিন্ন প্রকার কাচের ওজনে তারতম্য রয়েছে। তবে এগুলো পানির তুলনায় প্রায় আড়াই গুণ ভারী। সে মতে প্রতি ঘনমিটারের ওজন প্রায় 2500 কেজি।
৩। এগুলোর তাপীয় প্রসারাঙ্ক খুব কম (প্রতি ডিগ্রি সেন্টিগ্রেডে 8×10^{-4} হতে 9×10^{-4})।
৪। এগুলোর আলোকীয় ধর্ম বিশেষভাবে উল্লেখযোগ্য।
৫। এগুলো রাসায়নিক বিক্রিয়ায় কম আক্রান্ত হয়।
৬। গ্লাস উল বা গ্লাস ফাইবার আকারে এগুলো তাপ ও শব্দ অন্তরক।
৭। গলিত গ্লাস বিদ্যুৎ পরিবাহী।
৮। এগুলো স্বাভাবিক তাপমাত্রায় উচ্চমানের বিদ্যুৎ প্রতিরোধী ও ডাই ইলেকট্রিক স্ট্রেংথ-সম্পন্ন।
৯। এগুলোকে স্যান্ড ব্লাস্টিং-এর মাধ্যমে ঘোলা করা যায়।
১০। গলনাঙ্কে এগুলোর টুকরাকে জোড়া দেয়া যায়।
১১। এগুলোকে আলো অপসারী ও আংশিক স্বচ্ছ অবস্থায় তৈরি করা যায়।
১২। এগুলো ঈপ্সিত আকার-আকৃতিতে ঢালাই করা যায়।
১৩। এগুলোর তৈরি দণ্ডের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের সাথে টান নেয়ার শক্তি বিপরীতমুখী অনুপাতে ঘটে। (যেমন, 1.27 সেমি ব্যাসের দণ্ড 700 কেজি/বর্গসেন্টিমিটার এবং 0.00129 সেমি ব্যাসের ফাইবার 24500 কেজি/বর্গসেন্টিমিটার টান নিতে পারে।)

কাচের ব্যবহার (Uses of glass) :

আজকাল কাচের বহুল ব্যবহার পরিলক্ষিত হয়। অফিস-আদালতের দরজা-জানালায়, ঢালু ছাদের স্কাইলাইটে, সিঁড়ির সান লাইটে, দরজা-জানালার উপরের ফ্যান লাইটে, আলমারির দরজায়, ড্রেসিং টেবিলে, দোকানের প্রদর্শন কক্ষে, শোকেসে, অফিস-আদালতের টেবিল প্রচ্ছাদনে, বাথরুমে, গবেষণাগারে, যানবাহনের জানালায়, পানপাত্র, বাসন-কোসন, ছাইদানি, ফুলদানি, রাসায়নিক গবেষণাগারে সরঞ্জাম ইত্যাদিতে কাচ ব্যবহারের ব্যাপকতা দেখা যায়। এতদভিন্ন বৈদ্যুতিক বাল্ব, টিউব লাইটের টিউব, হারিকেনের চিমনি, পার্টিশন দেয়াল ইত্যাদিতে কাচ ব্যবহৃত হয়।

নিচের ছকে বিভিন্ন কাজের নামের পাশে ব্যবহার উপযোগী কাচের নাম দেয়া হলো–

কাজের নাম	কাচের নাম
দরজা-জানালার পাল্লা	সেফটি গ্লাস, শিট গ্লাস, ওয়্যার্ড গ্লাস
পার্টিশন দেয়াল, বড় জানালার পাল্লা	প্লেট গ্লাস
স্কাইলাইট	ওয়্যার্ড গ্লাস
যানবাহনের জানালা	সেফটি গ্লাস, রঙিন গ্লাস
বোতল, হারিকেনের চিমনি, পানির গ্লাস	সোডালাইম গ্লাস
রাসায়নিক যন্ত্রপাতি, লেন্স	বোরোসিলিকেট গ্লাস
শব্দ ও তাপ অন্তরক দেয়াল-ও মেঝে, উষ্ণ পানির পাইপ, সিলিন্ডারের আবরক, তড়িৎ অন্তরকের কাজ	ফাইবার গ্লাস
শব্দ ও তাপ অন্তরকের কাজ	গ্লাস উল
আলোকীয় কাজ ও কারুকার্য	লিড গ্লাস
হিমাগারের কক্ষ	ফোম গ্লাস
গবেষণাগারের যন্ত্রপাতি (কৃত্রিম জ্বালানি, উইন্ডো টানেল)	প্লাস্টিক গ্লাস
বাথরুম, ভেন্টিলেটর বিকিরণকারী আলোর জন্য	ফ্রোস্টেড গ্লাস
সেলফ ও দেয়ালে লাইনিং-এর কাজ	ওপেক গ্লাস, শিট গ্লাস
প্রতিফলিত দৃশ্য দেখার জন্য	মিরর (আয়না)
গাড়ির ইঞ্জিনের যন্ত্রাংশের কাজ	পাইরোসিরাম
সার্ভে যন্ত্রপাতি	প্রিজম গ্লাস
রঙ্গমঞ্চ, উপাসনালয়	স্টেইনড গ্লাস