

প্রথম অধ্যায়

ভৌত রাশি ও পরিমাপ

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও সমাধান

১ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

রাশেদ তার সদ্য কেনা স্কেল দিয়ে পেন্সিলের দৈর্ঘ্য মেপে বলল পেন্সিলটির দৈর্ঘ্য 11.73 cm। তার বন্ধু সুজন বলল এই পরিমাপ সঠিক নাও হতে পারে। রাশেদ বলল যে এই স্কেল দিয়ে কয়েকবার পরিমাপ করে একই ফল পেয়েছে। তারা শিক্ষকের কাছে গেলে শিক্ষক তাদের 0.005 cm ভার্নিয়ার ধুবকবিশিষ্ট ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করতে বললেন। রাশেদ ভার্নিয়ার স্কেলের সাহায্যে সঠিক দৈর্ঘ্য পরিমাপ করল।

ক. ভার্নিয়ার ধুবক কী?

খ. কোনো রাশির পরিমাণ প্রকাশ করতে এককের প্রয়োজন হয় কেন?

গ. ব্যবহৃত ভার্নিয়ার স্কেলের কয় ভাগ

? প্রধান স্কেলের কত ভাগের সমান নির্ণয় কর।

ঘ. রাশেদের প্রথম দৈর্ঘ্য পরিমাপ সঠিক পরিমাপের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ ছিল না যুক্তি সহকারে লিখ।

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ কতটুকু ছোট তার পরিমাণকে ভার্নিয়ার ধুবক বলে।

খ. যে আদর্শ পরিমাণের সাথে তুলনা করে কোনো কিছু পরিমাপ করা হয় তাকে বলা হয় পরিমাপের একক। কোনো কিছুর পরিমাণ নির্ণয় করতে প্রয়োজন হয় এককের, যেন রাশিটির পরিমাপের সময় ঐ আদর্শ পরিমাণের সাথে তুলনা করা যায়।

ধরা যাক, একটি লাঠির দৈর্ঘ্য 4 মিটার। এখানে মিটার হলো দৈর্ঘ্যের একক। তাহলে লাঠির দৈর্ঘ্য 4 মিটার বলতে বোঝায় লাঠিটির দৈর্ঘ্য 1 মিটারের 4 গুণ।

গ. দেওয়া আছে, ভার্নিয়ার ধুবক, $VC = 0.005 \text{ cm}$

$$= 0.005 \times 10 \text{ mm}$$

$$= 0.05 \text{ mm}$$

$$s = 1 \text{ mm}$$

আমরা জানি,

$$\text{ভার্নিয়ার ধ্রুবক} = \frac{\text{প্রধান স্কেলের 1 ক্ষুদ্রতম ভাগের দৈর্ঘ্য (s)}}{\text{ভার্নিয়ার ভাগের সংখ্যা (n)}}$$

$$\text{বা, } VC = \frac{s}{n}$$

$$\text{বা, } n = \frac{s}{VC}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } n &= \frac{1 \text{ mm}}{0.05 \text{ mm}} \\ &= \frac{100}{5} = 20 \end{aligned}$$

অর্থাৎ, ভার্নিয়ার স্কেলের 20 ভাগ প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 19 ভাগের সমান।

ঘ. সাধারণ মিটার স্কেলে মিলিমিটার পর্যন্ত দৈর্ঘ্য মাপা যায়। কিন্তু মিলিমিটারের ভগ্নাংশ যেমন 0.2 মিলিমিটার বা 0.8 মিলিমিটার মাপা যায় না। এরূপ দৈর্ঘ্য মাপতে হলে ব্যবহার করতে হয় ভার্নিয়ার স্কেল। রাশেদ সাধারণ স্কেল দ্বারা পেন্সিলের দৈর্ঘ্য মাপায় মিলিমিটারের ক্ষুদ্র ভগ্নাংশ মাপতে পারেনি। কিন্তু পরে সে 0.005cm ভার্নিয়ার ধ্রুবকবিশিষ্ট ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করে যার সাথে ভার্নিয়ার সমপাতনের মান ব্যবহার করে ভার্নিয়ার পাঠ বের করে। এরপর সে পূর্বে নির্ণীত মানের সাথে ভার্নিয়ারের পাঠের মান যোগ করে সঠিকভাবে পেন্সিলের দৈর্ঘ্য মাপে। প্রথমবার রাশেদ মিলিমিটারের ভগ্নাংশ মাপেনি, তাই প্রথম দৈর্ঘ্য পরিমাপ সঠিক পরিমাপের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ ছিল না।

প্রশ্ন -২ → নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

শাকিল একটি আয়তাকার বস্তুর পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল ও আয়তন নির্ণয়ে স্লাইড ক্যালিপার্স ব্যবহার করায় সে নিম্নোক্ত পাঠ পেল।

প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ঘরের মান, $s = 1\text{cm}$

ভার্নিয়ার স্কেলের মোট ভাগসংখ্যা, $n = 20$

ভার্নিয়ার ধ্রুবক, $VC = 0.05 \text{ cm}$

আয়তাকার বস্তুর দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা নির্ণয়ের ছক :

আয়ত	পর্যবে	প্রধান	ভার্নিয়	ভার্নি	পাঠ
াকার	বক্ষণ	স্কেল	ার	য়ার	M
বস্তুর	সংখ্য	পাঠ	সমপা	ধ্রুবক	+ V
	।			VC	

		M (cm)	তন V	×	VC
দৈর্ঘ্য , L	1	5.8	4	0.05	
	2	5.8	5	0.05	
	3	5.8	6	0.05	
প্রস্থ, B	1	5.2	5	0.05	
	2	5.2	6	0.05	
	3	5.2	4	0.05	
উচ্চত া, H	1	5.6	6	0.05	
	2	5.6	5	0.05	
	3	5.6	4	0.05	

ক. ব্যক্তিগত ত্রুটি কাকে বলে? ১

খ. সংখ্যার বৈজ্ঞানিক প্রতীক বলতে কী বুঝ?

গ. আয়তাকার বস্তুটির বৃহত্তম তলের

ক্ষেত্রফল কত হবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বস্তুটির সমগ্রতলের ক্ষেত্রফল এবং

আয়তনের মধ্যে কোনটির সাংখ্যিক মান

বৃহত্তর হবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পর্যবেক্ষকের নিজের কারণে পাঠে যে ত্রুটি আসে তাকে ব্যক্তিগত ত্রুটি বলে।

খ. বিজ্ঞানীরা এমন অনেক রাশি ব্যবহার করে থাকেন যেগুলোর মান খুব বড় বা খুব ছোট হতে পারে। স্বাভাবিকভাবেই এ জাতীয় সংখ্যা পড়া, লেখা, বোঝা এবং মনে রাখা খুবই অসুবিধাজনক। আমরা দশ সংখ্যাটির ঘাত ব্যবহার করে এ সমস্যা কাটিয়ে ওঠার জন্য যে প্রতীক ব্যবহার করি তা হলো সংখ্যার বৈজ্ঞানিক প্রতীক।

যেমন : $0.00001 = 10^{-5}$ ।

গ. দৈর্ঘ্যের 1নং পর্যবেক্ষণের পাঠ = $M + V \times VC$

$$= 5.8 \text{ cm} + 4 \times 0.05 \text{ cm}$$

$$= 6.0 \text{ cm}$$

এভাবে প্রদত্ত সারণির সর্বডানের ঘরটি নিম্নোক্তরূপে পূরণ করি এবং গড় পাঠ বের করি।

আয়তাকার বস্তুর	পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	পাঠ M + V × VC (cm)	গড় পাঠ (cm)
দৈর্ঘ্য L	1	6.0	6.05
	2	6.05	
	3	6.1	
প্রস্থ B	1	5.45	5.45
	2	5.5	
	3	5.4	
উচ্চতা H	1	5.9	5.85
	1	5.85	
	2	5.8	

সুতরাং আয়তাকার বস্তুটির বৃহত্তম তলের ক্ষেত্রফল = $L \times B$

$$= 6.05 \text{ cm} \times 5.45 \text{ cm}$$

$$= 32.97 \text{ cm}^2$$

$$= 33 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

ঘ. আয়তাকার ঘনবস্তুটির সমগ্রতলের ক্ষেত্রফল

$$= 2(L \times B + B \times H + L \times H)$$

$$= 2(6.05 \text{ cm} \times 5.45 \text{ cm} + 5.45 \text{ cm} \times 5.85 \text{ cm} + 6.05 \text{ cm} \times 5.85 \text{ cm})$$

$$= 200.50 \text{ cm}^2$$

এবং আয়তন = $L \times B \times H$

$$= 6.05 \text{ cm} \times 5.45 \text{ cm} \times 5.85 \text{ cm}$$

$$= 192.89 \text{ m}^3$$

সুতরাং সাংখ্যিক মান বিবেচনায় ঘনবস্তুটির আয়তন এর সমগ্রপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল অপেক্ষা বৃহত্তর মানের হবে।

প্রশ্ন -৩ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মাহফুজ একটি বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করতে স্কু গজ ব্যবহার করায় সে নিম্নোক্ত পাঠ পেল :

রৈখিক স্কেলের এক ভাগের মান 1 mm

বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা 100

পিচ (বৃত্তাকার স্কেল সম্পূর্ণ একবার ঘুরালে রৈখিক স্কেলে যে দৈর্ঘ্য অতিক্রম করে) 1mm

তারের ব্যাস নির্ণয়ের ছক :

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	রৈখিক স্কেল পাঠ, L (mm)	বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা, C	লঘিষ্ঠ গণন, LC (mm)	ব্যাস, d = L + C × LC (mm)
1	12	50	0.01	
2	12	50	0.01	
3	12	60	0.01	
4	12	60	0.01	
5	12	40	0.01	

- ক. দৈব ত্রুটি কী? ১
- খ. লঘিষ্ঠ গণন বলতে কী বোঝ? ২
- গ. বৃত্তাকার তারটির প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় কর। ৩

?

- ঘ. উদ্দীপকের তারের ব্যাস নির্ণয়ের ক্ষেত্রে স্কু গজ ও স্লাইড ক্যালিপার্সের মধ্যে তোমার কাছে কোনটি বেশি উপযোগী বলে মনে হয় ব্যাখ্যা কর। ৪

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো একটি ধ্রুব রাশি কয়েকবার পরিমাপ করলে যে ত্রুটির কারণে পরিমাপকৃত মানের অসামঞ্জস্য দেখা যায় তাকে দৈব ত্রুটি বলে।

খ. বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা স্কুটি যতটুকু সরে আসে তাকে ওই যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন বলে। যন্ত্রের স্কু পিচকে বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে লঘিষ্ঠ গণন পাওয়া যায়।

$$\therefore \text{লঘিষ্ঠ গণন} = \frac{\text{যন্ত্রের স্কু পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা}}$$

গ. তারের ব্যাস নির্ণয়ে প্রদত্ত সারণির সর্বডানের ঘরটি নিম্নোক্তরূপে পূরণ করি এবং গড় পাঠ বের করি।

পর্যবেক্ষণ সংখ্যা	রৈখিক স্কেল পাঠ, L (mm)	বৃত্তাকার স্কেলে পাঠ, L (mm)	লঘিষ্ঠ গণন (m)	ব্যাস d = L + C × LC (mm)	গড় ব্যাস (mm)
1	12	50	0.01	12.5	
2	12	50	0.01	12.5	
3	12	60	0.01	12.6	12.52
4	12	60	0.01	12.6	
5	12	40	0.01	12.4	

∴ তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$A = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \times 3.14 \times (12.52)^2 \text{ mm}^2$$

$$= 123.05 \text{ mm}^2 = 123 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

ঘ. যে জিনিস যত ছোট, তার পরিমাপ তত সূক্ষ্মভাবে করতে হয় এবং এ জন্য প্রয়োজন তত সূক্ষ্ম যন্ত্রের। স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে আমরা 0.1 mm পর্যন্ত সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করতে পারি কিন্তু স্ক্রু গজের সাহায্যে আমরা 0.01 mm পর্যন্ত সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করতে পারি। যেহেতু তারের ব্যাস খুব কম তাই এটি পরিমাপ করতে স্লাইড ক্যালিপার্স অপেক্ষা স্ক্রু গজ বেশি উপযোগী।

উদ্দীপকের তারের ব্যাস স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে পরিমাপ করলে 12.5 mm অথবা 12.6 mm পাওয়া যেত কিন্তু স্ক্রু গজের সাহায্যে মেপে 12.52 mm পাওয়া গেল।

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

সভ্যতার বিবর্তনে পদার্থবিজ্ঞানের অবদান অপরিসীম। বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার মধ্যে এটি সবচেয়ে সমৃদ্ধশালী। মানবসভ্যতার বিবর্তনে বিজ্ঞানের যে অবদান তার বিপুল অংশ এই পদার্থবিজ্ঞানের অবদান। আমাদের দৈনন্দিন জীবনের বিভিন্ন আরাম-আয়েশ থেকে শুরু করে জাতীয় জীবনের বিভিন্ন উন্নতিতে পদার্থবিজ্ঞানের দান অপরিসীম।

ক. পদার্থবিজ্ঞান কাকে বলে? ১

খ. বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখার মধ্যে
পদার্থবিজ্ঞানের অবস্থান ব্যাখ্যা কর। ২

গ. মানবসভ্যতার বিবর্তনে

পদার্থবিজ্ঞানীদের অবদান বর্ণনা
কর। ৩

ঘ. আমাদের প্রাত্যহিক জীবন থেকে
জাতীয় জীবনের বিভিন্ন উন্নতিতে
পদার্থবিজ্ঞানের দান সম্পর্কে তোমার
মতামত লিখ। ৪

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. বিজ্ঞানের যে শাখায় পদার্থের ভৌত অবস্থা, প্রকৃতি, আচরণ ইত্যাদি পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে নির্ণয় করা হয় তাকে পদার্থবিজ্ঞান বলা হয়।

খ. পদার্থবিজ্ঞান হলো প্রাচীন গ্রিসের মতো পুরনো এবং আগামী দিনের সংবাদপত্রের মতো নতুন। তাই স্থান-কাল-পাত্রভেদে এর অবস্থানকে সীমাবদ্ধ করা সম্ভব নয়। কেননা পদার্থবিজ্ঞান তথা ভৌত বিজ্ঞানের বিকাশ ঘটেছিল সেই প্রাচীন পুটো যুগে এবং এই আধুনিক যুগে এসেও পদার্থবিজ্ঞানের যশ আর খ্যাতি এতটুকুও মলিন হয়নি। সভ্যতার বিবর্তনের সাথে সাথে পদার্থবিজ্ঞানও নিজ ক্ষেত্রে ব্যাপক উন্নতি সাধন করেছে। ভৌত বিজ্ঞানের এক অন্যতম অংশজুড়ে আছে পদার্থবিজ্ঞান।

গ. উনিশ শতকে বিভিন্ন পদার্থবিজ্ঞানীদের আবিষ্কার ও উদাবন কেবল ইউরোপীয় সভ্যতার শিল্প বিপ্লব ঘটায়নি বরং পুরো মানবসভ্যতার জীবনযাত্রার মধ্যে এক বিবর্তন আনতে সক্ষম হয়েছে।

যেমন : ওয়েরস্টেড সর্বপ্রথম দেখান যে, তড়িৎপ্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া আছে। পরবর্তীতে মাইকেল ফ্যারাডে, হেনরী ও লেঞ্জকে পরিচালিত করে চৌম্বক ক্রিয়া তড়িৎপ্রবাহ উৎপাদন করার মতো ঘটনা আবিষ্কারের দিকে। আধুনিক সভ্যতার অধিকাংশ তড়িৎ সঞ্চারী শিল্পের ভিত্তি হলো এই আবিষ্কারসমূহ।

১৮৬৪ সালে পদার্থবিজ্ঞানী জেমস্ ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল আলোর তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্বের বিকাশ ঘটান। ১৮৯৬ সালে মার্কনী এরকম তরঙ্গ ব্যবহার করে অধিক দূরত্ব মোর্সকোডে সংকেত পাঠানোর ব্যবস্থা উদাবন করেন, যা পরবর্তীতে বেতার যন্ত্রের রূপ নিয়ে মানবসভ্যতার যোগাযোগ ব্যবস্থাকে আরও একধাপ এগিয়ে দিয়েছে।

বিংশ শতাব্দীতে পদার্থবিজ্ঞানের বিস্ময়কর অগ্রগতি মানবসভ্যতার ওপর প্রকট প্রভাব ফেলেছে। বিকিরণ বিষয়ক ম্যাক্স প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্ব ও আলবার্ট আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব পূর্বে পরীক্ষালব্ধ ফলাফলকেই শুধু ব্যাখ্যা করেনি, এমন সব ভবিষ্যদ্বাণী সম্ভব হয়েছে যা আরও পরীক্ষা-নিরীক্ষা দ্বারা প্রমাণিত হয়েছে।

ঘ. আধুনিক যুগকে বিজ্ঞানের আশীর্বাদপুষ্ট যুগ বললে অত্যুক্তি হবে না। আমাদের দৈনন্দিন জীবনের প্রতিটি কাজে বিজ্ঞান ওতপ্রোতভাবে জড়িত। ভোরের মোবাইল ফোন বা ঘড়ির অ্যালার্মের শব্দে ঘুম ভাঙা থেকে শুরু করে রাতের টেলিভিশন সবই বৈজ্ঞানিক আবিষ্কারের ফসল। বিজ্ঞান মানবজীবনকে করেছে সুন্দর, সুখী ও সমৃদ্ধ এবং বাড়িয়ে দিয়েছে আরাম-আয়েশ ও সুখ স্বাচ্ছন্দ্য। নিউক্লীয় বিক্রিয়া থেকে পাচ্ছি প্রচুর তড়িৎশক্তি। ইলেকট্রনিক কম্পিউটারে আমরা জটিল সব সমস্যার সমাধান করছি সানন্দে। মহাশূন্যে পাঠানো হচ্ছে নতুন নতুন উপগ্রহ এবং সেসব উপগ্রহ মহাশূন্য সম্পর্কে সরবরাহ করছে নতুন অথচ বিস্ময়কর সব তথ্য। দূরপাল্লার মিসাইল দূর থেকে আঘাত হানছে লক্ষ্যবস্তুতে। পদার্থবিজ্ঞানের অগ্রগতি আমাদের দৈনন্দিন জীবনকে করেছে আরও সমৃদ্ধশালী। বৈদ্যুতিক পাখা শীতল বাতাস ছড়িয়ে দূর করছে পরিশ্রান্ত দেহের ক্লান্তি, টেলিগ্রাফ, টেলিফোন ও বহুল ব্যবহৃত মোবাইল ফোনের সাহায্যে আমরা দূর-দূরান্তের তথ্য আদান-প্রদান করতে পারি। এছাড়াও বৈদ্যুতিক ইস্ত্রি, রেফ্রিজারেটর, মোটরগাড়ি, ট্রেন, বাস, বৈদ্যুতিক চুল্লির মতো আরও কত শত আবিষ্কার আমাদের জীবনকে অনেক সুখ ও স্বাচ্ছন্দ্যময় করে তুলেছে। বিংশ শতাব্দীতে পদার্থবিজ্ঞানের আবিষ্কারগুলো এতই দ্রুত প্রসার লাভ করে যে, মানবসভ্যতার গতিকেই যেন পাল্টে দিয়েছে বিস্ময়কর এসব আবিষ্কার।

প্রশ্ন -৫ > নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

উনবিংশ শতাব্দীর শেষ ভাগ হতে বর্তমান পর্যন্ত বিজ্ঞানের এ যুগের নাম আধুনিক যুগ। এ যুগে বিজ্ঞানের চরম উৎকর্ষতা লাভ করেছে। ভৌতবিজ্ঞানের বিকাশ ও প্রসার মানবসভ্যতাকে করেছে বেগবান। বর্তমান যুগে নতুন নতুন আবিষ্কার মানবজীবনকে করে তুলছে অধিক বিজ্ঞানময়। বিজ্ঞানের চাবিকাঠি হলো পদার্থবিজ্ঞান।

ক. মাত্রা কী? ১

খ. আধুনিক যুগে বিজ্ঞানের নব নব আবিষ্কার কীভাবে জীবনযাত্রা পাল্টে দিচ্ছে? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বর্তমানকালের কয়েকটি যুগান্তকারী

?

আবিষ্কারের বর্ণনা দাও। ৩

ঘ. বিজ্ঞানের বিকাশে আধুনিককাল এবং পূর্ববর্তীকালের মধ্যে পার্থক্য বিশ্লেষণ কর। ৪

<< ৫নং প্রশ্নের উত্তর >>

ক. কোনো ভৌত রাশিতে উপস্থিত মৌলিক রাশিগুলোর সূচককে রাশিটির মাত্রা বলে।

খ. আধুনিক যুগকে অনেক মনীষী বিজ্ঞানের যুগ বলে আখ্যা দিয়েছেন। কেননা এই আধুনিক সভ্যতার প্রতিটি জিনিসেই রয়েছে বিজ্ঞানের ছোঁয়া। বিজ্ঞানের অবদানে মানুষের জীবনযাত্রায় এত পরিবর্তন ঘটেছে যা অকল্পনীয়। হাতে লেখার চিঠির যুগ যেন বিলীন হয়ে যাচ্ছে। মোবাইলে তথ্য আদান-প্রদান, কথাবার্তার মাধ্যমে

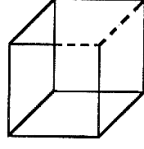
নিমিষেই খবর পৌঁছে যাচ্ছে পৃথিবীর একপ্রান্ত থেকে অন্যপ্রান্তে। ঘরে বসেই টেলিভিশনে শুধু দেশের না বরং সারাবিশ্বের খবর চলে আসছে হাতের মুঠোয়। আধুনিক বিজ্ঞানের নব নব আবিষ্কার জীবনধারণার গতিকে অনেক ত্বরান্বিত করেছে।

গ. আধুনিক যুগের বিজ্ঞানের বিস্ময়কর সব আবিষ্কার মানুষের জীবনযাত্রাকে পাল্টে দিয়েছে। এমনি এক বিস্ময়কর আবিষ্কার হলো কম্পিউটার। মানুষের দৈনন্দিন জীবনের টুকটাকি হিসাব-নিকাশ থেকে শুরু করে মুদ্রণশিল্প, যোগাযোগ ব্যবস্থা, চিকিৎসা ক্ষেত্রে রোগ নিরূপণ, কলকারখানার সব নথিপত্র সংগ্রহ ও জমা রাখার মতো বিস্ময়কর সব কাজকর্ম করে চমকে দিচ্ছে আধুনিক সভ্যতাকে। কম্পিউটারে ইন্টারনেট ব্যবহারের মাধ্যমে যোগাযোগ ব্যবস্থা অনেকটাই সুগম হয়েছে। বিজ্ঞানের আরেক আবিষ্কার হলো মোবাইল ফোন। তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের মাধ্যমে খবরাখবরকে নিমিষেই পৌঁছে দেয়ার ক্ষেত্রে এর কোনো জুড়ি নেই। তথ্য আদান-প্রদানের ক্ষেত্রে এই ক্ষুদ্র বৈজ্ঞানিক যন্ত্র এতটাই সাফল্য অর্জনে সক্ষম হয়েছে যে, আজ বড় বড় শিল্পপতি থেকে শুরু করে হতদরিদ্র কৃষকও ব্যবহার করছে মোবাইল ফোন। এছাড়া কৃত্রিম উপগ্রহ যোগাযোগের ক্ষেত্রকে প্রসারিত করেছে। উন্নত বিশ্বের দেশগুলো নিউক্লীয় শক্তিকে কাজে লাগিয়ে উৎপন্ন করছে তড়িৎশক্তি। এছাড়া মানুষ বিজ্ঞানের আশীর্বাদেই আজ কেবল পৃথিবী নয় মহাকাশ নিয়েও গবেষণা শুরু করেছে।

ঘ. মানুষের মধ্যে বিজ্ঞানের আবির্ভাব ঘটেছিল ভৌত বিজ্ঞানের মাধ্যমেই। বিজ্ঞানের ইতিহাস পর্যালোচনা করলে দেখা যায় প্রাচীন গ্রিক ও রোম সাম্রাজ্যে থেলিসের মতো বিজ্ঞানী ছিলেন। তিনিই সর্বপ্রথম বলেছিলেন, বৃষ্ণের ব্যাস বৃত্তকে সমদ্বিখণ্ডিত করে। প্রাচীন ভৌতবিজ্ঞানের রাজ্যে প্রতাপের সাথে রাজত্ব করেছিলেন প্লেটো ও শীর্ষ বিজ্ঞানী অ্যারিস্টটল। খ্রিস্টের জন্মের চারশ বছর আগে গ্রিক দার্শনিক ডেমোক্রিটাস ধারণা দেন যে, পদার্থের অবিভাজ্য একক রয়েছে। তিনি এর নাম দেন পরমাণু। এছাড়া গ্রিক গণিতবিদ আর্কিমিডিস লিভারের নীতিতে নিমজ্জিত বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল উর্ধ্বমুখী বলের ধারণা দেন। প্রাচীন পৃথিবীর সর্বশ্রেষ্ঠ জ্যোতির্বিদ অ্যারিস্টার্কাস যদিও বলেছিলেন, সূর্যই সৌরজগতের কেন্দ্র এবং পৃথিবী ও অন্যান্য গ্রহগুলো তার চারদিকে ঘুরছে। কিন্তু তার এই বৈপ্লবিক মতবাদ তখন টিকতে পারেনি অ্যারিস্টটলের মতবাদের সামনে। যা হোক, তথাপি প্রাচীনকালেই ভৌতবিজ্ঞানের অনেকটাই উন্নতি ঘটেছিল বিজ্ঞানীদের অক্লান্ত পরিশ্রম ও সৃজনশীলতার কারণে। প্রাচীনকালে ভৌতবিজ্ঞানের ততটা ব্যবহারিক দিক ছিল না এখনকার আধুনিক যুগে যতটা রয়েছে। আধুনিক যুগে তো ভৌতবিজ্ঞানের বিভিন্ন আবিষ্কারের দিকে তাকালেই বোঝা যায় বিজ্ঞান কতটা উন্নতি সাধনে সক্ষম হয়েছে। রেডিও, টেলিভিশন, কম্পিউটার, ল্যাপটপ, কৃত্রিম উপগ্রহ, বিভিন্ন মহাকাশযান, উড্ডোজাহাজ, রকেট, বিভিন্ন নিউক্লীয় চুল্লি ও তার ব্যবহার, মোবাইল ফোন, টেলিফোন ইত্যাদি সবই ভৌতবিজ্ঞানের আবিষ্কার। তাই একথা বলা যায়, ভৌত বিজ্ঞানের আবির্ভাব ঘটেছে প্রাচীনকালে কিন্তু তার পূর্ণতাপ্রাপ্তি হয়েছে আধুনিক যুগে।

প্রশ্ন -৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

কানিজ ফাতিমা ল্যাব ক্লাসে বিভিন্ন জিনিস পরিমাপের ধারণা পেল। তাকে একটি আয়তাকার বস্তু দেয়া হলো এবং ল্যাবের ভেতর থেকে তার প্রয়োজনমতো যন্ত্রপাতি দিয়ে পরিমাপ করতে দেয়া হলো। বস্তুটির দৈর্ঘ্য 5 cm, প্রস্থ 3 cm এবং উচ্চতা 4cm।



- ক. পরিমাপ কাকে বলে? ১
- খ. কানিজ ফাতিমা আয়তাকার বস্তুটির আয়তন কত নির্ণয় করল? ২
- গ. আয়তাকার বস্তুটির আয়তন কোন যন্ত্রের সাহায্যে কীভাবে নির্ণয় করবে বর্ণনা কর। ৩

- ঘ. স্কু গজের সাহায্যে কোনো বস্তুর ব্যাস কীভাবে নির্ণয় করা যায়? বর্ণনা কর। ৪

৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো কিছুর পরিমাণ নির্ণয় করাকে বলা হয় পরিমাপ।

খ. কানিজ ফাতিমা আয়তাকার বস্তুর আয়তন V বিবেচনা করল,

$$\text{তাহলে, } V = L \times B \times H$$

$$\text{এখানে, } L = \text{বস্তুর দৈর্ঘ্য} = 5 \text{ cm}$$

$$B = \text{বস্তুর প্রস্থ} = 3 \text{ cm}$$

$$\text{এবং } H = \text{বস্তুর উচ্চতা} = 4 \text{ cm}$$

কানিজ ফাতিমা স্লাইড ক্যালিপার্স ব্যবহার করে আয়তাকার বস্তুর আয়তন নির্ণয় করল।

$$\text{বস্তুটির আয়তন} = (5 \times 3 \times 4) \text{ cm}^3 = 60 \text{ cm}^3$$

গ. স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে বস্তুটির আয়তন সহজে নির্ণয় করা যাবে।

ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষেত্রে আমরা জানি,

$$L = \text{প্রধান স্কেলের পাঠ} + \text{ভার্নিয়ার সমপাতন} \times \text{ভার্নিয়ার ধুবক} \dots (i)$$

যখন L হলো দৈর্ঘ্য, প্রস্থ বা উচ্চতা।

প্রথমে স্লাইড ক্যালিপার্সের ভার্নিয়ার ধুবক নির্ণয় করতে হবে। তারপর বস্তুটিকে এর দৈর্ঘ্য বরাবর স্লাইড ক্যালিপার্সের চোয়াল দুটির মাঝে এমনভাবে স্থাপন করতে হবে যেন দৈর্ঘ্য দুই চোয়ালের সংস্পর্শে থাকে।

ভার্নিয়ারের শূন্য দাগ মূল স্কেলের কত দাগ পার হয়েছে— তার পাঠ নেয়া হয়। যা প্রধান স্কেলের পাঠ।

পরে ভার্নিয়ারের কত সংখ্যক দাগ মূল স্কেলের যেকোনো একটি দাগের সাথে মিলে গেছে তা বের করা হয়। ভার্নিয়ারের এই পাঠকেই ভার্নিয়ার সমপাতন বলে। এই পাঠগুলো (i) নং সমীকরণে বসিয়ে বস্তুটির দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা হয়। একই নিয়মে বস্তুটিকে যথাক্রমে প্রস্থ বরাবর ও উচ্চতা বরাবর ভার্নিয়ার স্কেলের দুই চোয়ালের মধ্যে রেখে প্রস্থ

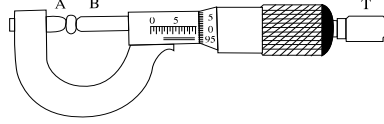
ও উচ্চতা নির্ণয় করা হয়। নিচের সমীকরণে দৈর্ঘ্য L , প্রস্থ B ও উচ্চতা H এর মান বসিয়ে আপাত আয়তন নির্ণয় করা হয়।

$$\text{আয়তন } V = L \times B \times H$$

সবশেষে আপাত আয়তনের সাথে যান্ত্রিক ত্রুটি (যদি থাকে) বিয়োগ করে প্রকৃত আয়তন নির্ণয় করা হয়।

ঘ. স্ক্রু গজের সাহায্যে বস্তুর ব্যাস নির্ণয় :

১. রৈখিক স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের মান ও বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা নির্ণয় করা হয়। যন্ত্রে কোনো ত্রুটি আছে কিনা তাও বের করা হয়।



২. স্ক্রু মাথা (T) সম্পূর্ণ একবার ঘুরালে রৈখিক স্কেলে যতটুকু দূরত্ব অতিক্রান্ত হয় তা বের করা হয়। এটা হলো পিচ। পিচকে বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে লঘিষ্ঠ গণন নির্ণয় করতে হয়।

৩. পরীক্ষাধীন বস্তুটিকে (তার) A ও B এর মাঝে স্থাপন করে স্ক্রুকে এমনভাবে ঘুরানো হয় যেন তারের এক পাশ A-কে এবং অপর পাশ B-কে স্পর্শ করে।

৪. রৈখিক স্কেলের কতভাগ অগ্রসর হয়েছে এবং বৃত্তাকার স্কেলের কত ভাগ অতিক্রম করেছে তা হতে রৈখিক স্কেলের পাঠ ও বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ সঠিকভাবে নেয়া হয়।

গণনা :

মনে করি, রৈখিক স্কেলের পাঠ = L মিমি

বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ = C ,

পিচ = 1 মিমি

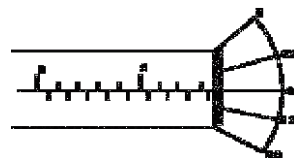
এবং বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা = 100

$$\therefore \text{লঘিষ্ঠ গণন} = \frac{1}{100} \text{ মিমি} = .01 \text{ মিমি}$$

এবং তারের ব্যাস = রৈখিক স্কেল পাঠ + বৃত্তাকার স্কেল পাঠ \times লঘিষ্ঠ গণন = $(L + C \times 0.01)$ মিমি = $(L + 0.01C)$ মিমি।

প্রশ্ন - ৭ > নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

চিত্রে একটি স্ক্রু গজের অংশ দেখানো হয়েছে। পিচ বা রৈখিক স্কেলের উপরের দাগগুলোর এক ঘরের মান 1 mm। নিচের দাগগুলো 0.5 mm দূরে। স্ক্রু পিচ 0.50 mm। এই যন্ত্রের সাহায্যে খুব সরু তারের ব্যাসার্ধ মাপা যায়।



? ক. স্ক্রু গজ কী?

খ. স্কু গজ ও স্লাইড ক্যালিপার্সের মধ্যে
পার্থক্য কোথায়? ২

গ. লঘিষ্ঠ গণন কত? চিত্রের পাঠ নির্ণয়
কর। ৩

ঘ. কীভাবে স্কু গজের সাহায্যে একটি
তারের ব্যাসার্ধ নির্ণয় করবে? ৪

◀◀ **এনং প্রশ্নের উত্তর** ▶▶

ক. স্কু গজ একটি পরিমাপ যন্ত্র। যা দ্বারা খুব ছোট দৈর্ঘ্য, তারের ব্যাসার্ধ, সরু চোঙের ব্যাসার্ধ এবং পাতলা পাতের পুরুত্ব অতি সূক্ষ্মভাবে মাপা যায়।

খ. স্লাইড ক্যালিপার্স ও স্কু গজের পার্থক্য নিচে ছক আকারে দেয়া হলো :

স্লাইড ক্যালিপার্স	স্কু গজ
১. এই যন্ত্রে দুটি স্কেল রয়েছে। ক. রৈখিক স্কেল ও খ. ভার্নিয়ার স্কেল।	১. এতে দুটি স্কেল আছে ক. পিচ বা রৈখিক স্কেল ও খ. বৃত্তাকার স্কেল।
২. এই যন্ত্রের ধুবককে ভার্নিয়ার ধুবক বলে।	২. এই যন্ত্রের ধুবককে লঘিষ্ঠ ধুবক বলে।
৩. এই যন্ত্রে সর্বনিম্ন 0.1 mm থেকে 0.02 mm পর্যন্ত মাপা যায়।	৩. এই যন্ত্রে সর্বনিম্ন 0.01 mm পর্যন্ত মাপা যায়।

গ. আমরা জানি, লঘিষ্ঠ গণন = $\frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা}}$

$$= \frac{0.50}{50} = 0.01 \text{ mm}$$

বৃত্তাকার স্কেলটি রৈখিক স্কেলের উপরের আট দাগ এবং নিচে আট এর পরে এক দাগ অতিক্রম করেছে। অর্থাৎ রৈখিক স্কেলের পাঠ 8.5 mm। রৈখিক স্কেলের লম্বা রেখাটি বৃত্তাকার স্কেলের 40 ঘরের সাথে মিলে গেছে।

$$\text{সুতরাং বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ} = 40 \times 0.01 \text{ mm}$$

$$= 0.40 \text{ mm}$$

$$\text{অতএব, মোট পাঠ} = (8.5 + 0.40) \text{ mm}$$

$$= 8.90 \text{ mm}$$

ঘ. বৃত্তাকার স্কেল একবার ঘুরিয়ে পিচ নির্ণয় করা হয় এবং পিচকে বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে লঘিষ্ঠ ধ্রুবক নির্ণয় করা হয়। তারপর স্থায়ী দণ্ডের সাথে চলমান দণ্ড স্পর্শ করিয়ে যান্ত্রিক ত্রুটি নির্ণয় করা হয়।

এবার তারটিকে এর ব্যাস বরাবর স্থায়ী দণ্ড ও চলমান দণ্ডের মাঝে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে দুটি দণ্ডের পৃষ্ঠ তারের সাথে স্পর্শ করে।

বৃত্তাকার স্কেল রৈখিক স্কেলের কত ঘর অতিক্রম করেছে তা দেখে রৈখিক স্কেলের পাঠ গ্রহণ করা হয়। রৈখিক স্কেলের লম্বা রেখাটি বৃত্তাকার স্কেলের যে দাগের সাথে মিলেছে তা বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ। বৃত্তাকার স্কেলের পাঠকে লঘিষ্ঠ ধ্রুবক দ্বারা গুণ করে যে মান পাওয়া যায় তাকে রৈখিক স্কেলের পাঠের সাথে যোগ করলে তারের আপাত ব্যাস পাওয়া যাবে। এই আপাত ব্যাস থেকে যান্ত্রিক ত্রুটি বিয়োগ করলে তারের প্রকৃত ব্যাস পাওয়া যাবে। এভাবে তারের কয়েক স্থানের ব্যাস নির্ণয় করে গড় ব্যাস নির্ণয় করা হয়। গড় ব্যাসকে 2 দ্বারা ভাগ করে ব্যাসার্ধ নির্ণয় করা হয়।

প্রশ্ন -৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

সাধারণ মিটার স্কেলে কোনো জিনিসের দৈর্ঘ্য মিলিমিটার পর্যন্ত মাপা যায়। আরও নিখুঁতভাবে কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য মাপতে হলে অর্থাৎ মিলিমিটারের ভগ্নাংশ যেমন : 0.2 mm, 0.6 mm ইত্যাদি মাপতে হলে ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করতে হয়। একটি ভার্নিয়ার স্কেলের 10 ভাগ প্রধান স্কেলের 9 ভাগের সমান।



ক. ভার্নিয়ার স্কেল কী? ১

খ. ভার্নিয়ার সমপাতন 6 বলতে কী বোঝ? ২

গ. প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগ 1mm

৭ হলে ভার্নিয়ার ধ্রুবকের মান বের কর। ৩

ঘ. কোনো বস্তুর পরিমাণ নির্ণয়ে প্রধান স্কেলের সাথে ভার্নিয়ার স্কেলের সম্পর্ক স্থাপন করা যায়— বিশ্লেষণ কর। ৪

ক. মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের ভগ্নাংশের নির্ভুল পরিমাপের জন্য মূল স্কেলের পাশে যে ছোট আর একটি স্কেল ব্যবহার করা হয় তার নাম ভার্নিয়ার স্কেল।

খ. ভার্নিয়ার স্কেলের কোনো দাগ যদি প্রধান স্কেলের কোনো দাগের সাথে পুরোপুরি মিলে যায় অথবা কোনো দাগ যদি না মিলে তবে যে দাগের কাছাকাছি অবস্থান করে, সে দাগই হবে ভার্নিয়ার স্কেলের সমপাতন।

সুতরাং ভার্নিয়ার সমপাতন 6 বলতে বোঝায় ভার্নিয়ার স্কেলের দাগটি প্রধান স্কেলের 6 দাগের সাথে মিলে গেছে অথবা না মিললে 6 নং দাগের সবচেয়ে কাছাকাছি অবস্থান করছে।

গ. এখানে, ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগ সংখ্যা, $n = 10$

প্রধান স্কেলের ভাগ সংখ্যা, $m = 9$

প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগ, $s = 1 \text{ mm}$

প্রশ্নমতে, ভার্নিয়ার স্কেলের 10 ভাগ প্রধান স্কেলের 9 ভাগের সমান।

আমরা জানি,

$$\text{ভার্নিয়ার ধুবক, } VC = \frac{s(n - m)}{n}$$

$$\text{বা, } VC = \frac{1(10 - 9)\text{mm}}{10} = \frac{1}{10} \text{ mm}$$

$$\therefore VC = 0.1 \text{ mm}$$

ঘ. সাধারণ মিটার স্কেলের কোনো সোজা জিনিসের দৈর্ঘ্য মিলিমিটার পর্যন্ত মাপা যায়। কিন্তু ভার্নিয়ার স্কেলকে ব্যবহার করে মিলিমিটারের ভগ্নাংশ যেমন : 0.2, 0.6, 0.8 মিলিমিটার ইত্যাদি সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায়।

ভার্নিয়ার স্কেলের সাথে প্রধান স্কেলের সম্পর্ক : ভার্নিয়ার স্কেল মূল বা প্রধান স্কেলের সাথে সংযুক্ত থাকে এবং প্রধান স্কেল বরাবর সামনে-পেছনে সরানো যায়। মনে করি, একটি ভার্নিয়ার স্কেলের 10 টি ভাগ আছে। এই 10 ভাগ প্রধান স্কেলের 9 টি ক্ষুদ্রতম ভাগের সমান। প্রধান স্কেলের 9 টি ক্ষুদ্রতম ভাগ হলো 9 mm বা 0.09 cm।

ভার্নিয়ার স্কেলের 10 ভাগ যেহেতু প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 9 ভাগের সমান।

সুতরাং ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগগুলো প্রধান স্কেলের ভাগের চেয়ে সামান্য ছোট।

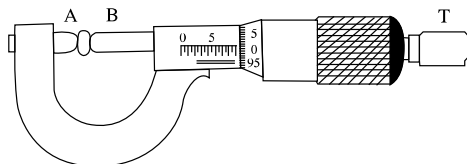
ভার্নিয়ার স্কেলের কোনো দণ্ডের দৈর্ঘ্য = প্রধান স্কেল পাঠ + ভার্নিয়ার সমপাতন \times ভার্নিয়ার ধুবক।

এখানে, প্রধান স্কেল পাঠ = প্রধান স্কেলে দণ্ডের অঙ্কিত পাঠ বা দণ্ডের সাধারণ দৈর্ঘ্য।

ভার্নিয়ার সমপাতন = ভার্নিয়ার যত নম্বর দাগটি প্রধান স্কেলের যে দাগের সাথে সম্পূর্ণরূপে মিলে গেছে বা সবচেয়ে কাছাকাছি আছে

এবং ভার্নিয়ার ধুবক = ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগ এবং প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগের পার্থক্য।

প্রশ্ন - ৯ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্রে একটি স্কু গজের ছবি দেখা যাচ্ছে। এর বৃত্তাকার ক্ষেত্রের ভাগ সংখ্যা 100। বৃত্তাকার ক্ষেত্র সম্পূর্ণ একবার ঘুরালে এর প্রান্ত স্কুটি এক ঘর সরে আসে। এর সাহায্যে বিভিন্ন আকৃতির ও ব্যাসার্ধের বস্তুর ব্যাস, পরিধি বা দৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যায়। এই যন্ত্রে দুই ধরনের যান্ত্রিক ত্রুটি দেখা যায়।

ক. পরিমাপের ক্ষেত্রে ত্রুটি কয় ধরনের? ১

খ. তুমি কীভাবে বুঝবে এ যন্ত্রটিতে যান্ত্রিক ত্রুটি আছে? ২

গ. চিত্রে প্রদর্শিত যন্ত্রের সাহায্যে একটি পাতের বেধ মেপে মূল ক্ষেত্র ও চক্রাকার

? ক্ষেত্রের পাঠ পাওয়া গেল 2 মিমি ও 30 মিমি। পাতটির বেধ কত? ৩

ঘ. যন্ত্রটির সাহায্যে কোনো তারের ব্যাস ও প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ের পদ্ধতি আলোচনা কর। ৪

▶ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. পরিমাপের বেলায় তিন ধরনের ত্রুটি রয়েছে। যথা :

১. দৈব ত্রুটি, ২. যান্ত্রিক ত্রুটি, ৩. ব্যক্তিগত ত্রুটি।

খ. স্কু গজের স্কুর মাথা যখন স্থায়ী কীলক বা সমতল প্রান্তবিশিষ্ট দণ্ড স্পর্শ করে তখন বৃত্তাকার ক্ষেত্রের শূন্য দাগ রৈখিক ক্ষেত্রের শূন্য দাগের সাথে মিলে যাবে। যদি না মিলে যায় তাহলে বুঝতে হবে যান্ত্রিক ত্রুটি আছে।

গ. চিত্রে প্রদর্শিত স্কু গজের বৃত্তাকার ক্ষেত্রের ঘর সংখ্যা 100 ভাগ থাকে এবং এ ধরনের যন্ত্রের যান্ত্রিক পিচ 1 মিমি।

$$\begin{aligned} \therefore \text{লঘিষ্ঠ গণন} &= \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার ক্ষেত্রের মোট ঘর সংখ্যা}} \\ &= \frac{1}{100} \text{ মিমি} = 0.01 \text{ মিমি} \end{aligned}$$

আমরা জানি,

পাতটির বেধ, $d = a$	এখানে,
$+ bc$	মূল ক্ষেত্রের পাঠ, a
$= 2 + 30$	$= 2$ মিমি
$\times 0.01$	বৃত্তাকার ক্ষেত্রের পাঠ, $b = 30$

$$= 2.30 \text{ লঘিষ্ঠ গণন, } c =$$

$$\text{মিমি} \quad 0.01 \text{ মিমি}$$

$$= 2.3$$

$$\text{মিমি}$$

∴ নির্ণেয় পাতটির বেধ 2.3 মিমি।

ঘ. স্কু গজের সাহায্যে তারের ব্যাস/ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য পরিমাপ পদ্ধতি :

স্কু গজের বাহুদ্বয় (A ও B) এর মাঝে বস্তুটিকে এমনভাবে স্থাপন করতে হবে যেন এর এক পাশ A এবং অপর পাশ B-কে স্পর্শ করে। এখন বৃত্তাকার ও রৈখিক স্কেলের পাঠ নিতে হবে। মনে করি, রৈখিক স্কেলের পাঠ a মিমি এবং বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা b, লঘিষ্ঠ গণন c।

সুতরাং তারের ব্যাস হবে—

$$\text{ব্যাস} = \text{রৈখিক স্কেলের পাঠ} + \text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা} \times \text{লঘিষ্ঠ গণন} = a + b \times c \text{ মিমি}$$

স্কু গজের সাহায্যে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় : বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট কোনো তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A হলে,

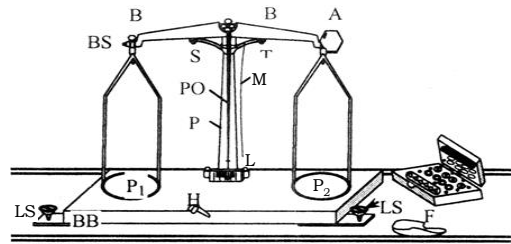
$$A = \pi r^2$$

$$= \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 = \frac{1}{4} \pi d^2$$

যেখানে, r = তারের ব্যাসার্ধ এবং d = তারের ব্যাস।

স্কু গজের সাহায্যে তারের ব্যাস নির্ণয় করে উপরিউক্ত সূত্রের সাহায্যে প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা যায়।

প্রশ্ন -১০▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. চিত্রে প্রদর্শিত যন্ত্রের নাম কী? ১
- খ. যন্ত্রটি কীভাবে কাজ করে? ২
- গ. প্রদর্শিত চিত্রটির বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত কর। ৩

- ঘ. যন্ত্রটির সাহায্যে ক্ষুদ্র বস্তুর ভর নির্ণয় করা সুবিধাজনক— আলোচনা কর। ৪

◀ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▶

- ক. চিত্রে প্রদর্শিত যন্ত্রটির নাম তুলা যন্ত্র।

খ. কোনো জানা মানের সাথে তুলনা করে অজানা ভরের বস্তুর ভর নির্ণয় করাই হলো তুলা যন্ত্রের কাজ। এই কার্যনীতি অনুসারে যে বস্তুর ভর নির্ণয় করতে হবে সেটিকে তুলা যন্ত্রের বামদিকের পাল্লায় রাখতে হবে এবং ডান দিকের পাল্লায় জানা মানের বাটখারা ধীরে ধীরে রাখতে হয় যতক্ষণ না সূচকটি স্কেলের শূন্য দাগের দুই পাশে সমানভাবে দুলতে থাকে।

গ. তুলা যন্ত্রের বিভিন্ন অংশ চিহ্নিত করা হলো :

১. AB → ভারসাম্য দণ্ড;
২. BS → সমন্বয় স্ক্রু;
৩. PO → সূচক দণ্ড;
৪. P → থাম;
৫. PL → ওলন দড়ি;
৬. P₁ P₂ → পাল্লা;
৭. H → হাতল;
৮. BB → পাটাতন;
৯. LS → লেভেলিং স্ক্রু;
১০. F → চিমটা।

ঘ. তুলা যন্ত্রের সাহায্যে ক্ষুদ্র বস্তুর ভর পরিমাপ করা সুবিধাজনক। কারণ এই যন্ত্রের সাহায্যে কোনো বস্তুর ভর যত সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করা যায় তা সাধারণ কোনো নিক্তির সাহায্যে তত সূক্ষ্মভাবে পরিমাপ করা যায় না। তুলা যন্ত্র অন্যসব নিক্তির চেয়ে গঠনগত পার্থক্যজনিত কারণে এটি সম্ভব। যেসব কারণে সাধারণ নিক্তির চেয়ে তুলা যন্ত্রে কোনো ক্ষুদ্র বস্তুর ভর সূক্ষ্মভাবে নির্ণয় করা যায় সেগুলো হলো :

১. তুলা যন্ত্রটি কাচের বাস্তুর ভেতর থাকে। ফলে বাইরের বায়ুপ্রবাহ পরিমাপে বাধা হয় না।
২. পরিমাপের জন্য বাটখারাগুলো পিতল বা অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি হওয়ায় সেগুলোতে মরিচা পড়ার সম্ভাবনা থাকে না।

উপরিউক্ত কারণে কোনো ক্ষুদ্র বস্তুর ভর পরিমাপের জন্য সাধারণ নিক্তির চেয়ে তুলা যন্ত্র যথেষ্ট সুবিধাজনক।

প্রশ্ন -১১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

দৈনন্দিন জীবনে পরিমাপের জন্য আমরা বিভিন্ন যন্ত্র ব্যবহার করে থাকি। বিশেষ করে পরীক্ষাগারে বৈজ্ঞানিক পরিমাপের ক্ষেত্রে যেসব যন্ত্রাদি ব্যবহৃত হয় তাদের একটি হলো ভার্নিয়ার স্কেল। এটি মূলত মূল বা প্রধান স্কেলের পাশে সংযুক্ত থাকে। ভার্নিয়ার স্কেলের 10 ভাগ প্রধান স্কেলের 9 ক্ষুদ্রতম ভাগের সমান। প্রধান স্কেলের নয়টি ক্ষুদ্রতম ভাগ 9 মিলিমিটার বা 0.09 সেন্টিমিটার।



ক. ভার্নিয়ার স্কেল কী?

খ. ভার্নিয়ার স্কেল কেন ব্যবহার করা হয়?

২

গ. প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগ = 1

মিমি হলে, ভার্নিয়ার ধুবকের মান বের

কর।

৩

ঘ. প্রধান স্কেলের সাথে ভার্নিয়ার স্কেলের

সম্পর্ক আলোচনা কর।

৪

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মূল বা প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের ভগ্নাংশের নির্ভুল পরিমাণের জন্য মূল স্কেলের পাশে যে ছোট আর একটি স্কেল ব্যবহার করা হয় তাকে ভার্নিয়ার স্কেল বলে।

খ. সাধারণ মিটার স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের চেয়েও ক্ষুদ্রতর ও সূক্ষ্ম পরিমাপের জন্য ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করা হয়। সাধারণ মিটার স্কেলের সাহায্যে 1 মিলিমিটার পর্যন্ত দৈর্ঘ্য মাপা যায় কিন্তু এর ভগ্নাংশ সঠিকভাবে নির্ণয় করা যায় না। ভার্নিয়ার স্কেল দিয়ে 1 মিলিমিটারের 0.1 ভাগ পর্যন্ত সঠিকভাবে পরিমাপ করা সম্ভব। সুতরাং অতি ক্ষুদ্রতম দৈর্ঘ্যের সঠিক পরিমাপের জন্য ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করা হয়।

গ. প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ কতটুকু ছোট তার পরিমাণকে বলা হয় ভার্নিয়ার ধুবক।

দেওয়া আছে, ভার্নিয়ার স্কেলের 10 ভাগ প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 9 ভাগের সমান এবং প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগ = 1 মিমি

ধরি, ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগ = x মিমি

তাহলে, $9 \times 1 = 10 \times x$

$$\therefore x = \frac{9}{10} \text{ মিমি}$$

$$\therefore \text{সংজ্ঞানুযায়ী ভার্নিয়ার ধুবক} = \left(1 - \frac{9}{10}\right) \text{ মিমি}$$

$$= \frac{10 - 9}{10} \text{ মিমি}$$

$$= \frac{1}{10} \text{ মিমি বা } 0.1 \text{ মিমি}$$

\therefore নির্ণেয় ভার্নিয়ার ধুবক 0.1 মিমি।

ঘ. সাধারণ মিটার স্কেলে আমরা মিলিমিটার পর্যন্ত দৈর্ঘ্য মাপতে পারি। মিলিমিটারের ভগ্নাংশ যেমন 0.2 মিমি, 0.6 মিমি বা 0.8 মিমি ইত্যাদি সঠিক পরিমাপের জন্য ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করা হয়।

ভার্নিয়ার স্কেলের সাথে প্রধান স্কেলের সম্পর্ক : ভার্নিয়ার স্কেল মূল বা প্রধান স্কেলের পাশে সংযুক্ত থাকে এবং প্রধান স্কেলের পাশ দিয়ে সামনে বা পেছনে সরানো যায়। মনে করি, একটি ভার্নিয়ার স্কেলে 10টি ভাগ দাগ কাটা আছে। এ 10 ভাগ প্রধান স্কেলের 9টি ক্ষুদ্রতম ভাগের সমান। প্রধান স্কেলের 9টি ক্ষুদ্রতম ভাগ হলো 9 mm বা 0.09 cm।

ভার্নিয়ার স্কেলের 10 ভাগ যেহেতু প্রধান স্কেলে 9 ক্ষুদ্রতম ভাগের সমান, সুতরাং ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগগুলো প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের চেয়ে সামান্য ছোট। মনে করা যায়, যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক VC হলে ভার্নিয়ার স্কেলে কোনো দণ্ডের দৈর্ঘ্য = প্রধান স্কেলের পাঠ + ভার্নিয়ার সমপাতন \times ভার্নিয়ার ধ্রুবক।

এখানে, প্রধান স্কেলের পাঠ = প্রধান স্কেলে দণ্ডের সাধারণত দৈর্ঘ্য ভার্নিয়ার সমপাতন = ভার্নিয়ারের যত নম্বর দাগটি প্রধান স্কেলের যে দাগের সাথে সম্পূর্ণরূপে মিলেছে বা সবচেয়ে কাছাকাছি হয়েছে।

ভার্নিয়ার ধ্রুবক = ভার্নিয়ার স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগ এবং প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 1 ভাগের পার্থক্য।

প্রশ্ন - ১২ > নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি আয়তাকার ইস্পাত দণ্ডের গায়ে দাগ কেটে স্লাইড ক্যালিপার্সের মূল বা প্রধান স্কেল তৈরি করা হয়। কোনো বস্তুর সঠিক পরিমাপের জন্য এর গায়ে ভার্নিয়ার স্কেল যুক্ত থাকে। বেলনাকার একটি কাঠদণ্ডের ব্যাস নির্ণয়ের ক্ষেত্রে প্রধান স্কেল পাঠ পাওয়া গেল 4.5 cm এবং ভার্নিয়ার পাঠ পাওয়া গেল 3। ভার্নিয়ার 10 ভাগ প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম 8 ভাগের সমান।

ক. দৈব ত্রুটি কাকে বলে? ১

খ. ভার্নিয়ারের সমপাতন বলতে কী বোঝ? ২

গ. স্লাইড ক্যালিপার্স দ্বারা দণ্ডটির ব্যাস নির্ণয় কর। ৩

ঘ. যদি দণ্ডটির দৈর্ঘ্য 4.50 cm হয় তবে তার আয়তন নির্ণয় কর। ৪

<< ১২নং প্রশ্নের উত্তর >>

ক. কোনো একটি ধ্রুব রাশি কয়েকবার পরিমাপ করলে যে ত্রুটির কারণে পরিমাপকৃত মানের অসামঞ্জস্য দেখা যায় তাকে দৈব ত্রুটি বলে।

খ. ভার্নিয়ারের কোনো দাগ যদি প্রধান স্কেলের সাথে না মিলে, তাহলে দেখতে হবে ভার্নিয়ারের কোন দাগটি প্রধান স্কেলের কোনো একটি দাগের সাথে সবচেয়ে কাছাকাছি হয়েছে। ভার্নিয়ারের এই দাগই হলো ভার্নিয়ারের সমপাতন।

গ. দেওয়া আছে,

প্রধান স্কেল পাঠ, $M = 4.5 \text{ cm}$

ভার্নিয়ারের এক ভাগের দৈর্ঘ্য $= \frac{8}{10} \text{ mm} = 0.8 \text{ mm}$

ভার্নিয়ার ধুবক, $C = 1 \text{ mm} - 0.8 \text{ mm} = 0.2 \text{ mm}$

ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ, $V = 3$

\therefore স্লাইড ক্যালিপার্স দ্বারা পরিমাপে দণ্ডটির ব্যাস,

$$\begin{aligned} D &= M + V \times VC \\ &= 4.50 \text{ cm} + 3 \times 0.2 \text{ mm} \\ &= 4.5 \text{ cm} + 0.6 \text{ mm} \\ &= 4.5 \text{ cm} + 0.06 \text{ cm} \\ &= 5.56 \text{ cm} \end{aligned}$$

\therefore দণ্ডটির ব্যাস 4.56 cm

ঘ. 'গ' থেকে দণ্ডটির ব্যাস, $D = 4.56 \text{ cm}$

এবং দণ্ডটির দৈর্ঘ্য, $H = 45 \text{ cm}$

অতএব, দণ্ডটির আয়তন, $V = \frac{1}{4} \pi D^2 H$

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times (4.56 \text{ cm})^2 \times 45 \text{ cm} \\ &= 734.91 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

\therefore নির্ণেয় দণ্ডটির আয়তন 734.91 cm^3 ।

প্রশ্ন - ১৩ > নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

মিজান ব্যবহারিক ক্লাসে একটি তারের ব্যাস স্কু গজ দ্বারা মেপে গড় পাঠ পেল 3.2 mm । তখন বৃত্তাকার স্কেলের গড় ভাগ সংখ্যা ছিল 20।

- ক. স্কুর পিচ কী? ১
- খ. লঘিষ্ঠ গণন বলতে কী বোঝ? ২
- গ. উদ্দীপকের আলোকে লঘিষ্ঠ গণন নির্ণয় কর। ৩

?

- ঘ. শুধু মিটার স্কেলের সাহায্যে তারটির প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করলে প্রাপ্ত পাঠ থেকে তা কত শতাংশ পরিবর্তন হতো বিশ্লেষণ কর। ৪

ক. স্কু গজের স্কুকে একবার ঘুরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে এবং রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে স্কুর পিচ বলা হয়।

খ. বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা স্কুটি যতটুকু সরে আসে তাকে যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন বলা হয়। একে LC দিয়ে প্রকাশ করা হয়। যন্ত্রের পিচকে বৃত্তাকার স্কেলের সংখ্যা দ্বারা ভাগ করলে লঘিষ্ঠ গণন পাওয়া যায়।

$$\text{অতএব, লঘিষ্ঠ গণন} = \frac{\text{পিচ}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগের সংখ্যা}}$$

গ. প্রশ্নানুসারে, রৈখিক স্কেল পাঠ, $L = 3\text{mm}$

$$\begin{aligned} \text{বৃত্তাকার স্কেলের গড় পাঠ} &= 3.2\text{ mm} - 3\text{mm} \\ &= 0.2\text{ mm} \end{aligned}$$

বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা, $C = 20$

আমরা জানি,

লঘিষ্ঠ গণন LC এবং বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা C হলে,

$$\text{বৃত্তাকার স্কেলের পাঠ} = C \times LC$$

$$\therefore C \times LC = 0.2\text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } LC &= \frac{0.2\text{ mm}}{C} = \frac{0.2}{20}\text{ mm} \\ &= 0.01\text{ mm} \end{aligned}$$

অর্থাৎ, স্কু গজটির লঘিষ্ঠ গণন ছিল 0.01 mm।

ঘ. স্কু গজের সাহায্যে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{1}{4} \pi d_1^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times (3.2\text{ mm})^2 \\ &= 8.04\text{ mm}^2 \end{aligned}$$

অপরদিকে, শুধু মিটার স্কেল ব্যবহার করে তারের ব্যাস পাওয়া যেত, $d_2 = \text{রৈখিক স্কেলের পাঠ} = 3\text{mm}$ এবং সংশ্লিষ্ট প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল মান হতো—

$$\begin{aligned} A_2 &= \frac{1}{4} \pi d_2^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3.1416 \times (3\text{mm})^2 \\ &= 7.07\text{ mm}^2 \end{aligned}$$

সুতরাং এক্ষেত্রে প্রস্থচ্ছেদের পরিবর্তনের মান শতকরা

$$= \frac{(A_1 - A_2)}{A_1} \times 100\%$$

$$= \frac{(8.04 - 7.07) \text{ mm}^2}{8.04 \text{ mm}^2} \times 100\%$$

$$= 12.06\% \text{।}$$

প্রশ্ন - ১৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

পদার্থবিজ্ঞান ক্লাসে মিজান স্যার 0.00000846 লিখলেন এবং বললেন পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত অনেক বড় ও ছোট রাশিকে সংক্ষিপ্ত আকারে লেখা যায়। স্যার আরও বললেন এগুলো সংখ্যার বৈজ্ঞানিক আকার। অনেক সময় মৌলিক এককগুলোর ভগ্নাংশ বা গুণিতক ব্যবহার করা সুবিধাজনক।

ক. 'এক মাইক্রোমিটার' এর সংকেত লেখ। ১

খ. সংখ্যার বৈজ্ঞানিক প্রতীক ব্যাখ্যা কর। ২

গ. স্যারের লেখা সংখ্যাটিকে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির মাধ্যমে প্রকাশ কর। ৩

ঘ. সংখ্যার বৈজ্ঞানিক প্রতীকের সাহায্যে বিভিন্ন ছোট-বড় একক ব্যবহার করা যায়- ব্যাখ্যা কর। ৪

◀ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶

ক. 'এক মাইক্রোমিটার' এর সংকেত হলো $1\mu\text{m}$ ।

খ. কোনো সংখ্যাকে 10 এর যেকোনো ঘাত এবং 1 থেকে 10 এর মধ্যে অপর সংখ্যার গুণফল হিসেবে প্রকাশ করা হলে তাকে বৈজ্ঞানিক প্রতীক বলে।

যেকোনো সংখ্যাকে সংক্ষিপ্ত ও সুবিধাজনক পদ্ধতিতে পড়া ও মনে রাখার পদ্ধতিই হলো সংখ্যার বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি।

যেমন : 5790000000 সংখ্যাটি হলো 5.79×10^8 এবং 0.000000975 সংখ্যাটি হলো 9.75×10^{-6} । বৈজ্ঞানিক প্রতীকে প্রকাশিত সংখ্যার ক্ষেত্রে গুণের সাধারণ নিয়মটি হলো : $10^m \times 10^n = 10^{m+n}$ এখানে, m এবং n যেকোনো সংখ্যা হতে পারে। এরা ধনাত্মক বা ঋণাত্মকও হতে পারে।

গ. প্রদত্ত সংখ্যা 0.00000846-কে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতির মাধ্যমে প্রকাশ করতে মিজানকে প্রথমে দশমিকের পরে যতটি শূন্য আছে তা হিসাব করতে হবে। এখানে দশমিকের পর 5টি শূন্য এবং 8 সহ মোট ছয় ঘর নিতে হবে। এজন্য 10 এর সূচক হবে (-6)।

$$\therefore 0.00000846 = 8.46 \times 10^{-6} = 8.5 \times 10^{-6}$$

যেহেতু দশমিকের পর 6, 5 এর চেয়ে বড়; তাই 1 যোগ করা হয়েছে পূর্ববর্তী ডিজিটের সঙ্গে।

$$\text{সুতরাং বৈজ্ঞানিক পদ্ধতিতে মান } 8.5 \times 10^{-6}$$

ঘ. বৈজ্ঞানিক প্রতীকের দশের ঘাতকে আরও সহজ ও সুবিধাজনকভাবে প্রকাশের জন্য ছোট ও বড় এককে প্রকাশ করা হয়। কোনো রাশিকে মাপতে হলে ঐ রাশির মান অনুযায়ী ছোট বা বড় একক ব্যবহার করতে হয়। বিশেষভাবে বৈজ্ঞানিক পরিমাপের ক্ষেত্রে অনেক সময় অতিক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য, যেমন : পরমাণুর কেন্দ্রের ব্যাস, আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং খুব বড় মানের দৈর্ঘ্য, যেমন : বিভিন্ন নক্ষত্রের দূরত্ব মাপার প্রয়োজন হয়। খুব ছোট দৈর্ঘ্য মাপতে যেমন মাইক্রো (μ), ন্যানো (η), পিকো (ρ) ইত্যাদি ব্যবহৃত হয়, ঠিক তেমনি বড় মানের দৈর্ঘ্য মাপতে মেগা (M), গিগা (G), টেরা (T) ইত্যাদি একক ব্যবহৃত হয়। যেমন :

$$1 \text{ টেরাগ্রাম} = 1\text{Tg} = 10^{12}\text{g},$$

$$1 \text{ গিগাবাইট} = 1 \text{ GB} = 10^9\text{B},$$

$$1 \text{ মেগাওয়াট} = 1 \text{ MW} = 10^6 \text{ W},$$

$$1 \text{ মিলি অ্যাম্পিয়ার} = 1\text{mA} = 10^{-3}\text{A},$$

$$1 \text{ মাইক্রোভোল্ট} = 1\mu\text{V} = 10^{-6}\text{V},$$

$$1 \text{ ন্যানোসেকেন্ড} = 1\text{ns} = 10^{-9}\text{s}$$

এখানে যত সংখ্যাকে ছোট করে প্রকাশ করা যায়।

