ইউনিট ঃ ২

পরিমাপ

ভূমিকা

বিশ্ব ব্রহ্মান্ডে অজানা রহস্যের শেষ নেই। বিশ্ব প্রকৃতির এই অজানা বিষয় সম্পর্কে জানার জন্য বিজ্ঞানীরা অনেক গবেষণা এবং বিভিন্ন পরীক্ষা নিরীক্ষা করে থাকেন। এই পরীক্ষা নিরীক্ষার ফল প্রকাশের জন্য বিভিন্ন একক ব্যবহার করতে হয়। যা হবে সর্বজনগ্রাহ্য। এজন্য পরিমাপের এমন কিছু একক উদ্ভাবন করা হয়েছে যা আন্তর্জাতিকভাবে স্বীকৃত। পরিমাপের জন্য আবিস্কার করা হয়েছে বিভিন্ন যন্ত্র। যেসব যন্ত্রের সাহায্যে সুক্ষ্ম থেকে সুক্ষ্মতর পদার্থের পরিমাপ করা যেতে পারে। যার ফলে বিজ্ঞানের সার্বিক প্রসার হয়েছে সম্ভবপর।

পাঠ ঃ ১: বিভিন্ন ভৌত রাশির একক, মাত্রা ও মাত্রা সমীকরণ

উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি-

- পরিমাপের সংজ্ঞা ও পরিমাপের একক সম্পর্কে জানতে পারবেন।
- মৌলিক রাশি ও যৌগিক রাশি সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করতে পারবেন।
- বিভিন্ন রাশির একক জানতে পারবেন।
- এককের বিভিন্ন পদ্ধতি সম্পর্কে জানতে পারবেন।
- মাত্রা ও মাত্রা সমীকরণ কি সে সম্পর্কে জানতে পারবেন।

পরিমাপের সংজ্ঞা:

কোন কিছুর পরিমাণ নির্ণয় করাকে পরিমাপ বলে। বিশ্ব প্রকৃতির বিভিন্ন ভৌত ঘটনা সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান লাভ করতে হলে বিভিন্ন ভৌত রাশির পরিমানগত মান নির্ণয় করা প্রয়োজন।

কয়েকটি উদাহরণের সাহায্যে তা আরও সুস্পষ্ট ভাবে বলা যায়। যেমন- দূরত্ব পরিমাপে ব্যবহার করা হয় মিটার, ভর পরিমাপে ব্যবহার করা হয় কিলোগ্রাম এবং সময় পরিমাপের জন্য ব্যবহার করা হয় সেকেন্ড। এখানে মিটার, কিলোগ্রাম ও সেকেন্ড হল পরিমাপের একক।

পরিমাপের একক:

যে কোন ভৌত রাশির পরিমাপের জন্য তার একটি নিদিষ্ট পরিমাণকে আদর্শ হিসেবে ধরা হয় এবং এই পরিমাণের সাপেক্ষে সমগ্র ভৌত রাশিটির পরিমাপ করা হয়। এ আদর্শ পরিমাণকে ঐ রাশিটির একক বলা হয়। মনে করা যাক একটি ট্রেনের দৈর্ঘ্য ১০০ মিটার। এখানে, মিটার হল দৈর্ঘ্যের একক এবং ট্রেনের দৈর্ঘ্য উক্ত একক দূরত্বের ১০০গুণ। বিভিন্ন ভৌত রাশি যেমন, ক্ষেত্রফল, আয়তন, ওজন, কোণ, সময়, বল, তাপ, শক্তি ইত্যাদি পরিমাপের জন্য ভিন্ন ভিন্ন একক রয়েছে এবং পরিমাপের বিভিন্ন পদ্ধতিতে এদের ভিন্ন ভিন্ন নাম রয়েছে। এ এককগুলো আবার পরস্পর সম্পর্কযুক্ত।

সুতরাং যে আদর্শ পরিমাপের সাথে তুলনা করে ভৌত রাশিকে পরিমাপ করা হয় তাকে পরিমাপের একক বলা হয়।

মিটার, কিলোগ্রাম, সেকেন্ড, নিউটন, জুল ইত্যাদি পরিমাপের এককের উদাহরণ।

মৌলিক ও লব্ধ রাশি:

এই বিশ্ব প্রকৃতির যা কিছু পরিমাপ করা যায় তাকে রাশি বলা হয়। যেমন একটি লোহার বলের ভর পরিমাপের করা যায়। ভর একটি রাশি। আবার কাপড়ের দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায় যেখানে দৈর্ঘ্য একটি রাশি। পানির তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায়, তাহলে পানির তাপমাত্রাও একটি রাশি। বাড়ি থেকে স্কুলে যেতে কত সময় লাগে সেই সময়ও একটি রাশি। এই

ভৌত জগতে এরূপ বহু রাশি রয়েছে। এ সকল রাশির মধ্যে কয়েকটি রাশি রয়েছে যেগুলো পরিমাপ করার জন্য অন্য কোন রাশির উপর নির্ভর করার প্রয়োজন হয় না। এ্ রাশি গুলোকে মৌলিক রাশি বলা হয়। যেমন সময় মাপতে অন্য কোন রাশির উপর নির্ভর করতে হয় না। সুতরাং সময় একটি মৌলিক রাশি।

অপরদিকে, এমন অনেক রাশি আছে যেগুলো মাপার জন্য অন্য রাশির সাহায্যের দরকার হয়। যেমন বেগ পরিমাপের জন্য দূরত্ব এবং সময় এই রাশি দুটি জানার প্রয়োজন হয়। অত:পর দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করে বেগের মান বের করতে হয়। এর থেকে বুঝা যায় যে, বেগ একটি লব্ধ বা যৌগিক রাশি।

জ্ঞান বিজ্ঞানের সকল শাখায় বিজ্ঞানীরা পরিমাপের ক্ষেত্রে এরূপ সাতটি রাশিকে মৌলিক রাশি হিসেবে চিহ্নিত করেছেন। এগুলো হল দৈর্ঘ্য, ভর, সময়,তাপমাত্রা, তড়িৎপ্রবাহ, দীপন ক্ষমতা এবং পদার্থের পরিমাণ।

যে সকল রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভরশীল অর্থাৎ মৌলিক রাশি থেকে পাওয়া যায় , তাদেরকে লব্ধ রাশি বলা হয়।

বেগ, ত্বরণ, কাজ, বল, তাপ, বিভব ইত্যাদি লব্ধ রাশির উদাহারণ। যে গুলো মৌলিক রাশি থেকে গঠিত হয়।

যেমন: কাজ=বল×সরণ

$$=\text{ভর}\times\text{ত্বরণ}\times\text{সরণ}$$

$$=\text{ভর}\times\frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}^২}\times\text{সরণ}$$

$$=\text{ভর}\times\frac{\text{সরণ}^২}{\text{সময়}^২}$$

সুতরাং কাজ একটি লব্ধ রাশি বা যৌগিক রাশি।

মৌলিক একক বা লব্ধ একক:

মৌলিক রাশিকে প্রকাশ করতে যে একক ব্যবহার করা হয় তাকে মৌলিক একক বলে। যেমন দৈর্ঘ্যের একক মিটার। মিটার অন্য কোন এককের উপর নির্ভর করে না। তাই মিটার একটি মৌলিক একক।

মৌলিক একক ব্যবহার করে যে সকল একক পাওয়া যায় তাকে লব্ধ একক বলা হয়। যেমন বলের একক নিউটন যা মিটার, কিলোগ্রাম ও সেকেন্ডের এককের উপর নির্ভর করে।

$$1\ \text{নিউটন} = \frac{1\ \text{কিলোগ্রাম}\times 1\ \text{মিটার}}{\text{সেকেন্ড}^২}$$

এককের আর্ন্তজাতিক পদ্ধতি:

প্রাচীনকাল থেকেই মানুষ তার দৈনন্দিন কাজকর্ম ও ব্যবসা বাণিজ্যের জন্য মাপ জোখের প্রথা উদ্ভাবন করেন। এ মাপ জোখের জন্য বিভিন্ন রাশির স্থানীয় মান বা এলাকা ভিত্তিক বহু একক প্রচলন ছিল। যেমন, কিছুদিন আগেও ভরের একক

হিসেবে মন, সের এবং দূরত্বের একক হিসেবে মাইল ব্যবহার করা হত। দৈর্ঘ্যের জন্য গজ, ফুট, ইঞ্চি এখনও প্রচলিত রয়েছে।

বৈজ্ঞানিক তথ্যের আদান প্রদান ও ব্যবসা বাণিজ্যের প্রসারের সুবিধার্থে সারা বিশ্বে মাপ জোখের একই রকম আদর্শের প্রয়োজন হয়ে পড়ে। এ তাগিদ থেকে 1960 সাল থেকে সারা বিশ্বে বিভিন্ন রাশির একই রকম একক চালু করার সিদ্ধান্ত গৃহীত হয়। এককের এই পদ্ধতিকে এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতি বলা হয়, যা সংক্ষেপে এস. আই. ইউনিট (SI) হিসেবে পরিচিত। আন্তর্জাতিক পদ্ধতি চালুর পূর্বে সারা বিশ্বে বৈজ্ঞানিক হিসাব নিকাশের ক্ষেত্রে এককের তিনটি পদ্ধতি চালু ছিল। সেগুলো হল-

১. সি. জি. এস. (CGS) পদ্ধতি (Centimeter Gram Second system)

২. এম. কে. এস. (MKS) পদ্ধতি (Meter Kilogram Second system)

৩. এফ. পি. এস. (FPS) পদ্ধতি (Foot Pound Second system)

আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে এম. কে. এস পদ্ধতিকে আত্মীকরন করা হয়েছে। এই পদ্ধতিতে প্রতিটি ভৌত রাশির জন্য কেবল মাত্র একটি একক নির্ধারণ করা হয়েছে এবং সাতটি মৌলিক রাশির জন্য সাতটি একক ধরা হয়েছে। এছাড়া অন্য সকল একক এক বা একাধিক মৌলিক এককের গুণফল বা ভাগফল থেকে প্রতিপাদন করা হয়েছে। কাজের সুবিধার জন্য একক গুলোর গুণিতক বা উপগুণিতক ব্যবহার করা যায় এবং এককের সাথে সুবিধাজনক উপসর্গ যুক্ত করে তা পাওয় যায়। নিম্নের ছকে আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে (SI) মৌলিক এককগুলোর নাম ও প্রতীক উল্লেখ করা হল-

সারণি: ২.১-১ : মৌলিক রাশি ও তাদের একক

ক্রমিক নং	রাশি	রাশির প্রতীক	এস. আই একক	এককের প্রতীক	সি.জি.এস একক
১.	দৈর্ঘ্য (length)	l	মিটার (meter)	m	সেন্টিমিটার (cm)
২.	ভর (mass)	m	কিলোগ্রাম (kilogram)	kg	গ্রাম (g)
৩.	সময় (time)	t	সেকেন্ড(second)	s	সেকেন্ড (s)
৪.	তাপমাত্রা (temperature)	θ, T	কেলভিন (kelvin)	K	ডিগ্রি সেলসিয়াস (^oC)
৫.	তড়িৎ প্রবাহ (electrict current)	I	অ্যাম্পিয়ার (ampere)	A	অ্যাম্পিয়ার (length)
৬.	দীপনক্ষমতা (luminious intensity)	I	ক্যান্ডেলা (candela)	Cd	ক্যান্ডেলা পাওয়ার (cp)
৭.	পদার্থের পরিমাণ (amount of substance)	n	মোল (mole) Kilo mole	K mol	mole

সি.জি.এস. (CGS) পদ্ধতি :

সি.জি.এস বা সেন্টিমিটার গ্রাম সেকেন্ড পদ্ধতিতে দৈর্ঘ্যের একক সেন্টিমিটার, ভরের একক গ্রাম এবং সময়ের একক সেকেন্ড। এজন্যই এই পদ্ধতির নাম সি.জি.এস পদ্ধতি। সি.জি.এস পদ্ধতিতে মৌলিক রাশিগুলোর এককের মান ক্ষুদ্র বলে এই পদ্ধতির প্রচলন ক্রমশ হ্রাস পেয়েছে।

এস.আই. (SI) এর মৌলিক একক সমূহ:

যেহেতু মৌলিক রাশির একক সমূহ অন্য কোন এককের উপর নির্ভর করে না, তাই মৌলিক একক ইচ্ছামত নির্বাচন করা যায়। তবে নির্বাচিত এককগুলোর আন্তর্জাতিক স্বীকৃতি থাকতে হবে এবং এই একক গুলোর কিছু বৈশিষ্ট্য থাকতে হবে। যেমন, এটি হবে অপরিবর্তনীয় অর্থাৎ স্থান, কাল, পাত্র ভেদে কোন কিছুর উপর নির্ভর করবে না। কালের বিবর্তনে বা অন্য কোন প্রাকৃতিক পরিবর্তনের ফলে এর কোন পরিবর্তন হবে না। সহজে এককটি পূনরুৎপাদন করা যাবে। 1960 সালে এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতি চালুর সময় মৌলিক একক গুলোর যে আদর্শ বা স্ট্যান্ডার্ড গ্রহণ করা হয়েছিল পরবর্তীকালে উপযুক্ত বৈশিষ্ট্যগুলো অর্জনের লক্ষ্যে এদের মধ্যে অনেক এককের আদর্শ বদল করা হয়েছে কিন্তু তাতে এককগুলোর মানের কোনরূপ পরিবর্তন হয়নি। যেমন 1900 সালে ট্রপিক্যাল বৎসরের উপর ভিত্তি করে সময়ের একক সেকেন্ড এর সংজ্ঞা প্রদান করা হয়েছিল। পরবর্তীতে সিজিয়াম পরমানুর পারমানবিক পরিবৃত্তির উপর ভিত্তি করে সেকেন্ডের সংজ্ঞা প্রণয়ন করা হয়েছে। আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে মৌলিক এককগুলোর জন্য সর্বশেষ গৃহীত আদর্শ নিম্নে বর্ণনা করা হল।

দৈর্ঘ্যের একক ঃ

বায়ুশূন্য স্থানে আলো $\frac{1}{299,792,458}$ সেকেন্ডে যে দূরত্ব অতিক্রম করে, সে দূরত্ব কে 1 মিটার (m) বলা হয়।

ভরের একক ঃ

ফ্রান্সের স্যাভ্রোতে ইন্টারন্যাশনাল ব্যুরো অব ওয়েট্স এন্ড মেজারস্ এ সংরক্ষিত প্লাটিনাম ইরিডিয়াম সংকর ধাতুর তৈরি একটি সিলিন্ডারের ভরকে 1 কিলোগ্রাম (kg) বলে। এই সিলিন্ডারটির উচ্চতা ও ব্যাস উভয়েই 3.9 cm।

সময়ের একক ঃ

একটি সিজিয়াম পরমানুর (^{133}Cs) 9,192,631,770 টি স্পন্দন সম্পন্ন করতে যে সময়ের প্রয়োজন হয় তাকে 1 সেকেন্ড (s) বলে।

তাপমাত্রার একক ঃ

পানির ত্রৈধ বিন্দুর (triple point) তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ ভাগকে 1 কেলভিন (K) বলে।

তড়িৎ প্রবাহের একক : অ্যাম্পিয়ার ঃ

শূন্য মাধ্যমে 1m দূরত্বে অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের এবং উপেক্ষনীয় প্রস্থচ্ছেদের দুটি সমান্তরাল সরল পরিবাহীর প্রত্যেকটিতে যে পরিমাণ তড়িৎপ্রবাহ চললে পরস্পরের মধ্যে প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 2×10^{-7} N নিউটন বল উৎপন্ন হয় তাকে 1 ampere বলে।

দীপন ক্ষমতার একক : ক্যান্ডেলা ঃ

101325 প্যাসকেল চাপে প্লাটিনামের হিমাংককে (2042 K) কোন কৃষ্ণ বস্তুর (black body) পৃষ্ঠের $\frac{1}{600000}$ বর্গমিটার পরিমিত ক্ষেত্রফলের পৃষ্ঠের অভিলম্ব বরাবর দীপন ক্ষমতাকে 1 ক্যান্ডেলা (cd) বলে।

পদার্থের পরিমাণের একক : মোল ঃ যে পরিমান পদার্থে 0.012 কিলোগ্রাম কার্বন-১২ এ অবস্থিত পরমাণুর সমান সংখ্যক প্রাথমিক ইউনিট (যেমন পরমাণু, অণু, আয়ন, ইলেকট্রন ইত্যাদি বা এগুলোর নির্দিষ্ট কোনো গ্রুপ) থাকে তাকে 1 মোল বলে।

ব্যবহার এবং বুঝার সুবিধার্থে অনেক সময় এ সকল এককের গুণিতক ও উপগুণিতক ব্যবহৃত হয়। উদাহরণ হিসেবে বলা যায় যে,

1 কিলোমিটার (km) = 10^3 মিটার (m)

1 সেন্টিমিটার (cm) = 10^{-2} মিটার (m)

1 মিলিমিটার (mm) = 10^{-3} মিটার (m)

1 ন্যানোমিটার (nm) = 10^{-9} মিটার (m)

1 টন (t) = 10^3 কিলোগ্রাম (kg)

সংখ্যার বৈজ্ঞানিক প্রতীক : দশের সূচকের ব্যবহার ঃ

বিজ্ঞানীরা এমন অনেক রাশি ব্যবহার করে থাকেন যেগুলোর মান খুব বড় বা খুব ছোট হয়ে থাকে। যেমন, আলোর দ্রুতি প্রায় 30,00,00,000 ms^{-1} এবং ইলেক্ট্রনের আধানের পরিমাণ 0.00000000000000000016 কুলম্ব। এ জাতীয় রাশির সংখ্যা স্বাভাবিক ভাবেই পড়া, লেখা, বুঝা এবং মনে রাখা খুবই অসুবিধাজনক। এই সমস্যা সমাধানের জন্য 10 (দশ) সংখ্যাটির ঘাত (power) ব্যবহার করা হয়।

যেমন,

$10^0 = 1$

$10^1 = 10$

$10^2 = 10 \times 10 = 100$

$10^3 = 10 \times 10 \times 10 = 1000$ ইত্যাদি।

শূন্যের সংখ্যা 10 কত শক্তিতে উন্নীত করা হয়েছে তা নির্দেশ করে এবং তাকে 10 এর সূচক বলে। উদাহরণ স্বরূপ উপরোল্লিখিত আলোর দ্রুতিকে 3×10^8 ms^{-1} হিসেবে প্রকাশ করা যায়। আবার 1 এর চেয়ে ছোট সংখ্যাগুলোকে নিম্নরূপ ভাবে প্রকাশ করা যায়,

$$10^{-1} = \frac{1}{10} = 0.1$$

$$10^{-2} = \frac{1}{10 \times 10} = 0.01$$

$$10^{-3} = \frac{1}{10 \times 10 \times 10} = 0.001$$ ইত্যাদি।

কোন সংখ্যাকে 10 এর যে কোন ঘাত এবং 1 থেকে 10 এর মধ্যে অবস্থিত অপর সংখ্যার গুণফল হিসেবে প্রকাশ করা হলে তাকে বৈজ্ঞানিক প্রতীক বলে। যেমন, 5800000 হল 5.8×10^{6} এবং 0.0000000956 হল 9.56×10^{-8}। তাহলে প্রতীয়মান হচ্ছে যে, এ প্রতীকে প্রকাশিত সংখ্যাটির 10 এর ধনাত্মক সূচক যত, দশমিক বিন্দুকে ডান দিকে তত ঘর সরালে মূল সংখ্যাটি পাওয়া যাবে। অনুরূপভঅবে 10 এর ঋণাত্মক সূচক যত, দশমিক বিন্দুকে বাম দিকে তত ঘর সরালে মূল সংখ্যাটি পাওয়া যাবে।

বৈজ্ঞানিক প্রতীকে প্রকাশিত সংখ্যার ক্ষেত্রে গুণের নিম্নোক্ত সাধারণ নিয়মটি প্রযোজ্য:

$$10^{m}\times10^{n}=10^{m+n}$$

এখানে m এবং n যে কোন সংখ্যা, যা ধনাত্মক বা ঋণাত্মক হতে পারে।

যেমন,

$$10^{5}\times10^{9} = 10^{14}$$

$$10^{3}\times10^{-7} = 10^{-4}$$

ভাগের ক্ষেত্রেও নিয়মটি প্রযোজ্য :

$$10^{m} \div 10^{n}=10^{m-n}$$

$$10^{8}\div10^{5} = 10^{8-5}=10^{3}$$

$$10^{8}\div10^{-12} = 10^{8-(-12)} = 10^{20}$$

সারণী : ২.২-২ : দশের সূচক সমূহ

উপসর্গ	উৎপাদক	সংকেত	উদাহরণ
পেটা (peta)	10^{15}	P	1 পেটা মিটার =1 pm =10^{15}m
টেরা (tera)	10^{12}	T	1 টেরা গ্রাম =1 tg =10^{12}g
গিগা (giga)	10^{9}	G	1 গিগা জুল =1 Gj =10^{9}j
মেগা (mega)	10^{6}	M	1 মেগা ওয়াট =1 MW =10^{6}W
কিলো (kilo)	10^{3}	k	1 কিলোভোল্ট =1 kV =10^{3}V
হেক্টো (hecto)	10^{2}	h	1 হেক্টো প্যাসকেল =1 hPa =10^{2}Pa
ডেকা (deca)	10^{1}	da	1 ডেকা নিউটন =1 daN =10^{1}N
ডেসি (deci)	10^{-1}	d	1 ডেসি ওহম =1 dΩ =10^{-1}Ω
সেন্টি (centi)	10^{-2}	c	1 সেন্টিমিটার =1 cm =10^{-2}m
মিলি (milli)	10^{-3}	m	1 মিলি অ্যাম্পিয়ার =1 mA =10^{-3}A
মাইক্রো (micro)	10^{-6}	μ	1 মাইক্রো ভোল্ট =1 μV =10^{-6}V
ন্যানো (nano)	10^{-9}	n	1 ন্যানো সেকেন্ড =1 ns =10^{-9}s
পিকো (pico)	10^{-12}	p	1 পিকো ফ্যারাড =1 pF =10^{-12}F
ফেমটো (femto)	10^{-15}	f	1 ফেমটো মিটার = 1 fm =10^{-15}m

মাত্রা (Dimension) :

পূর্বের আলোচনা থেকে আমরা জেনেছি যে, ভৌত রাশিগুলো এক বা একাধিক মৌলিক রাশি দ্বারা গঠিত হয়। সুতরাং যে কোনো ভৌত রাশিকে বিভিন্ন সূচকের এক বা একাধিক মৌলিক রাশির গুণফল হিসেবে প্রকাশ করা হয়। কোনো ভৌত রাশিতে বিদ্যমান মৌলিক রাশি গুলোর সূচককে রাশিটির মাত্রা বলে। মৌলিক রাশি দৈর্ঘ্য, ভর ও সময়কে যথাক্রমে L, M ও T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। L কে দৈর্ঘ্যের মাত্রা, M কে ভরের মাত্রা, T কে সময়ের মাত্রা বলে।

যেমন, বল = ভর × ত্বরণ

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$$

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{দৈর্ঘ্য}}{\text{সময়}^2}$$

$$= M \times \frac{L}{T^2}$$

$$= MLT^{-2}$$

সুতরাং, বলের মাত্রা MLT^{-2}। অর্থাৎ বলের রয়েছে ভরের মাত্রা (M), দৈর্ঘ্যের মাত্রা (L) এবং সময়ের মাত্রা (T^{-2})।

যে সমীকরনের সাহায্যে কোন রাশির মাত্রা প্রকাশ করা হয়ে থাকে তাকে মাত্রা সমীকরণ বলে। মাত্রা সমীকরণে মাত্রা নির্দেশ করতে তৃতীয় বন্ধনী [ ] ব্যবহার করা হয়। যেমন, বলের মাত্রা সমীকরণ হল, $[F] = [MLT^{-2}]$

২.৩-৩ সারণীতে বিভিন্ন রাশির মাত্রা দেখানো হল। মাত্রা সমীকরণের সাহায্যে আমরা কোন ভৌত রাশির একক নির্ণয় করতে এবং সমীকরণের শুদ্ধতা পরীক্ষা করতে পারি। উদাহরন স্বরূপ আমরা নিম্নের সমীকরণটি বিবেচনা করতে পারি।

$$S = ut + \frac{1}{2}at^2$$

কেবলমাত্র একই জাতীয় রাশির যোগ, বিয়োগ বা সমতা সম্ভব। সুতরাং একটি সমীকরণের প্রতিটি পদকে অবশ্যই একই জাতীয় রাশিকে নির্দেশ করতে হবে। উপরের সমীকরণটিতে তিনটি পদ আছে। বামদিকে একটি এবং ডানদিকে দুটি। এই সমীকরণে S হল সরণ।

সুতরাং, S এর মাত্রা হল L

u হল আদিবেগ, এর মাত্রা= $\frac{L}{T} = LT^{-1}$

a হল ত্বরণ, এর মাত্রা= $\frac{L}{T^2} = LT^{-2}$

t হল সময়, এর মাত্রা= T

$\therefore$ ut এর মাত্রা= $LT^{-1} \times T = L$

এবং at^2 এর মাত্রা= $LT^{-2} \times T^2 = L$

সুতরাং প্রতীয়মান হচ্ছে যে, উক্ত সমীকরণটির বামদিকের পদটির মাত্রা L এবং ডানদিকের দুটি পদের মাত্রাও L। সুতরাং সমীকরণটি সিদ্ধ।

সারনী : ২.৩-৩ বিভিন্ন ভৌত রাশির সংকেত, একক ও মাত্রা সমূহ

রাশি			এস. আই. একক			মাত্রা
নাম	ইংরেজি পরিভাষা	সংকেত	নাম	সংকেত	প্রতিপাদন	
দৈর্ঘ্য	length	l	মিটার	m	m	L
ভর	mass	m	কিলোগ্রাম	kg	kg	M
সময়	time	t	সেকেন্ড	s	s	T
সরণ	displacement	s	মিটার	m	m	L
ক্ষেত্রফল	area	A	মিটার^2	m^2	m.m	L^2
আয়তন	volume	V	মিটার^3	m^3	m^2.m	L^3
বেগ,দ্রুতি	velocity, speed	u	মিটার/সেকেন্ড	ms^{-1}	$m.s^{-1}$	LT^{-1}
ত্বরণ	acceleration	a	মিটার/সেকেন্ড^2	ms^{-2}	$m.s^{-1}.s^{-1}$	LT^{-2}
ভরবেগ	momentum	p	কিলোগ্রাম-মিটার/সেকেন্ড	kg ms^{-1}	$kg.ms^{-1}$	MLT^{-1}
বল	force	F	নিউটন	N	$kg.ms^{-2}$	MLT^{-2}
কাজ	work	W	জুল	J	N.m	ML^2T^{-2}
ক্ষমতা	power	p	ওয়াট	W	J. s^{-1}	ML^2T^{-3}
শক্তি	energy	E	জুল	J	N.m	ML^2T^{-2}
ঘনত্ব	density	ρ	কিলোগ্রাম/মিটার^3	kg m^{-3}	kg. m^{-3}	ML^{-3}
চাপ	pressure	p	প্যাসকেল	Pa	$N.m^{-2}$	$ML^{-1}T^{-2}$
দোলনকাল	time period	T	সেকেন্ড	s	s	T
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য	wave length	λ	মিটার	m	m	L
কম্পাঙ্ক	frequency	f	হার্জ	Hz	s^{-1}	T^{-1}
তাপমাত্রা	temperature	θ	কেলভিন	K	K	θ
প্রসারণ সহগ	co-efficient of expansion	α,β,γ	প্রতি কেলভিন	K^{-1}	K^{-1}	θ^{-1}
তাপ	quantity of heat	Q	জুল	J	N.m	ML^2T^{-2}
তাপ ধারণ ক্ষমতা	heat capacity	C	জুল/কেলভিন	J K^{-1}	$J.K^{-1}$	$ML^2T^{-2}\theta^{-1}$
আপেক্ষিক সুপ্ত তাপ	specific latent heat	l	জুল/কিলোগ্রাম	J kg^{-1}	$J.kg^{-1}$	L^2T^{-2}
তাপ পরিবাহকত্ব	thermal conductivity	K	ওয়াট/মিটার-কেলভিন	Wm^{-1} K^{-1}	$Js^{-1}.m^{-1}$ K^{-1}	$MLT^{-3}\theta^{-1}$
দীপন ক্ষমতা	luminious intensity	l	ক্যান্ডেলা	cd	cd	J

আলোক ফ্লাক্স	luminous flux	Q	লুমেন	lm	cd.sr	J
দীপন তীব্রতা	illumination	E	লাক্স	lx	lm. m^{-2}	JL^{-2}
লেন্সের ক্ষমতা	power of a lens	p	ডাই অপ্টার	d	m^{-1}	L^{-1}
বিবর্ধন	magnification	m	--	--	--	--
তড়িৎ প্রবাহ	electric current	I	অ্যাম্পিয়ার	A	A	I
আধান	charge	q,Q	কুলম্ব	C	A.s	IT
তড়িৎ তীব্রতা	electric field strength, electric intensity	E	নিউটন/কুলম্ব	NC^{-1} $=Vm^{-1}$	$N.C^{-1}$	$MLT^{-3}I^{-1}$
তড়িৎ বিভব	electric potential	V	ভোল্ট	V	$J.C^{-1}$	$ML^2T^{-3}I^{-1}$
রোধ	resistance	R	ওহম	Ω	$V.A^{-1}$	$ML^2T^{-3}I^{-2}$
পরিবাহিতা	conductance	G	সিমেন্স	S	$V^{-1}.A$	$M^{-1}L^{-2}T^3I^2$
পরিবাহকত্ব	conductivity	σ	প্রতি ওহম প্রতি মিটার	$\Omega^{-1}m^{-1}$	$\Omega^{-1}.m^{-1}$	$M^{-1}L^{-3}T^3I^2$
আপেক্ষিক রোধ	specific resistance, resistivty	ρ	ওহম-মিটার	Ωm	Ωm	$ML^3T^{-3}I^{-2}$
তড়িচ্চালক শক্তি	elctromotive force	e,E	ভোল্ট	V	$J.C^{-1}$	$ML^2T^{-3}I^{-1}$

সার সংক্ষেপ ঃ

- মৌলিক রাশিঃ দৈর্ঘ্য, ভর, সময়, তাপমাত্রা, তড়িৎপ্রবাহ, দীপন ক্ষমতা, পদার্থের পরিমাণ- এই সাতটি রাশিকে মৌলিক রাশি বলে। রাশিগুলোকে পরিমাপ করতে অন্য কোন এককের উপর নির্ভর করতে হয় না।
- লব্ধ রাশিঃ যে রাশিগুলো মৌলিক রাশির উপর নির্ভরশীল তাদেরকে লব্ধ রাশি বলে। যেমন- বেগ, কাজ, ত্বরণ ইত্যাদি।
- এককঃ এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতিকে সংক্ষেপে এস আই (SI) ইউনিট বলে।
- মাত্রা ও মাত্রা সমীকরণঃ ভৌত রাশিতে বিদ্যমান মৌলিক রাশিগুলোর সূচককে রাশিটির মাত্রা বলে। মাত্রা সমীকরণের সাহায্যে সমীকরণের সতত্য যাচাই করা যায়।

পাঠ-১

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন

১. কত সালে আন্তর্জাতিক একক পদ্ধতি চালু হয়?

ক) ১৯৫০ সালে খ) ১৯৬০ সালে গ) ১৯৭০ সালে ঘ) ১৯৮০ সালে

২. 1 ফেমটোমিটার সমান কত মিটার?

ক) 10^{-9} m খ) 10^{-12} m গ) 10^{-14} m ঘ) 10^{-15} m

৩. নিম্নের তথ্যগুলো লক্ষ্য করুন।

i) 1 মিলিগ্রাম = 10^{-3} কিলোগ্রাম

ii) $[F] = [MLT^{-2}]$

iii) $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

নিচের কোনটি সঠিক?

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

পাঠ ঃ ২: মিটার স্কেল, ভার্নিয়ার স্কেল, স্লাইড ক্যালিপার্স

উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি-

- পরিমাপের যন্ত্রাদি সম্পর্কে জানতে পারবেন।
- ভার্নিয়ার স্কেল, স্ক্রুগজ সম্পর্কে জানতে পারবেন।
- এ সব যন্ত্রাদি দ্বারা পরিমাপ পদ্ধতি সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান লাভ করতে পারবেন।

পরিমাপের যন্ত্রাদি :

আমরা পরিমাপের জন্য বিভিন্ন প্রকার যন্ত্র ব্যবহার করে থাকি। বিভিন্ন ব্যবহারিক কাজে অতি ক্ষুদ্র হতে আরম্ভ করে বৃহৎ দূরত্ব পরিমাপ করতে হয়। তাই এ ক্ষেত্রে নির্ভুলতা অর্জনের জন্য প্রধানত এসব যন্ত্রের ব্যবহার হয়ে থাকে । বৈজ্ঞানিক পরিমাপের ক্ষেত্রে যেসব যন্ত্রাদি সচরাচর ব্যবহার করা হয়, তাদের মধ্যে কয়েকটি যন্ত্র সম্বন্ধে নিম্নে আলোচনা করা হল।

ক) মিটার স্কেল

খ) ভার্নিয়ার স্কেল

গ) স্লাইড ক্যালিপার্স

ঘ) স্ক্রু গজ

ঙ) তুলা যন্ত্র

ক) মিটার স্কেল :

দৈর্ঘ্য পরিমাপের জন্য পরীক্ষাগারে সাধারণত যে সকল যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তার মধ্যে সবচেয়ে বড় যন্ত্র হল মিটার স্কেল। স্কেলটির দৈর্ঘ্য সাধারণত ১ মিটার বা ১০০ সেন্টিমিটার থাকে বলে একে মিটার স্কেল বলা হয়। স্কেলটির এক ধার সেন্টিমিটারে এবং অপর ধার ইঞ্চিতে দাগ কাটা থাকে। প্রত্যেক সেন্টিমিটার এবং প্রত্যেক ইঞ্চি সমান দশ ভাগে ভাগ করা থাকে। প্রত্যেক সেন্টিমিটারের প্রত্যেকটি ভাগকে ১ মিলিমিটার বা ০.১ সেন্টিমিটার বলা হয়। কোন কোন স্কেলে প্রত্যেক ইঞ্চিকে আট ভাগ বা ষোল ভাগে বিভক্ত করা হয়।

পরিমাপ পদ্ধতি

মিটার স্কেলের সাহায্যে কোন সরল বস্তুর দৈর্ঘ্য অতি সহজেই পরিমাপ করা যায়। যে দন্ড বা কাঠির দৈর্ঘ্য মাপতে হবে তার এক প্রান্ত মিটার স্কেলের শূন্য (০) দাগে বা অন্য কোন সুবিধাজনক স্থানে স্থাপন করতে হবে। দন্ডের অপর প্রান্ত স্কেলের যে দাগের সাথে মিলে যাবে তার পাঠ নিতে হবে। অত:পর দন্ডের দুটি প্রান্ত পাঠের পার্থক্য হলো দন্ডের দৈর্ঘ্য। সাধারণভাবে বলা যায়, যে দন্ডের দৈর্ঘ্য মাপতে হবে তার এক প্রান্ত যদি X দাগে স্থাপন করা হয় এবং দন্ডের অপর প্রান্ত

Y দাগের সাথে মিলে যায় তাহলে দন্ডের দৈর্ঘ্য L হবে X ও Y এর বিয়োগফল। অর্থাৎ L= Y- X । এই স্কেলের সাহায্যে মিলিমিটার পর্যন্ত দৈর্ঘ্য সঠিকভাবে পরিমাপ করা যায়। যদি এর চেয়ে সূক্ষ্ম পরিমাপ করতে হয়, তাহলে ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করা হয়।

খ) ভার্নিয়ার স্কেল :

মিটার স্কেলে আমরা সাধারণত মিলিমিটার পর্যন্ত দৈর্ঘ্য মাপতে পারি। মিলিমিটারের ভগ্নাংশ যেমন, 0.2 মিমি, 0.5 মিমি বা 0.9 মিমি ইত্যাদি মাপার জন্য আমাদের ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করতে হয়। ফরাসী গণিত শাস্ত্রবিদ পিয়েরে ভার্নিয়ার এই স্কেল উদ্ভাবন করেন। এজন্য তাঁর নামানুসারে এ স্কেলের নামকরণ করা হয় ভার্নিয়ার স্কেল।

মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের ভগ্নাংশের মান নিখুঁতভাবে নির্ণয় করার জন্য মূল স্কেলের পাশে ছোট আর একটি স্কেল ব্যবহার করা হয়। সেই ছোট স্কেলটির নাম ভার্নিয়ার স্কেল। মিটার স্কেলের সাথে ভার্নিয়ার স্কেল সংযুক্ত করে মিলিমিটারের ভগ্নাংশ নির্ভুলভাবে নির্ণয় করা যায়।

ভার্নিয়ার স্কেল আকারে মূল স্কেল অপেক্ষা ছোট হয়। এই স্কেলটি মূল স্কেল বা প্রধান স্কেলের পাশে সংযুক্ত থাকে, ভার্নিয়ার স্কেলকে প্রধান স্কেলের পাশ দিয়ে সামনে বা পেছনে সরানো যায়। ধরা যাক, একটি ভার্নিয়ার স্কেলে দশটি ভাগ আছে। ভার্নিয়ার স্কেলের দশ ভাগ প্রধান স্কেলের নয়টি ক্ষুদ্রতম ভাগের সমান। প্রধান স্কেলের নয়টি ক্ষুদ্রতম ভাগের মান 9 মিলিমিটার বা 0.9 সেন্টিমিটার। যেহেতু ভার্নিয়ার স্কেলের 10 ভাগ প্রধান স্কেলের 9 ক্ষুদ্রতম ভাগের সমান সেহেতু ভার্নিয়ার স্কেলের ভাগগুলো প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের চেয়ে সামান্য ছোট। প্রধান স্কেলের এক ভাগের দৈর্ঘ্য এবং ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগের দৈর্ঘ্যের পার্থক্যকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক (Vernier constant) বলা হয়।

নিম্নের সূত্রের সাহায্যে ভার্নিয়ার ধ্রুবক নির্ণয় করা যায়।

$$\text{ভার্নিয়ার ধ্রুবক} = \frac{s}{n}$$

যেখানে, s হল প্রধান স্কেলের এক ক্ষুদ্রতম ভাগের দৈর্ঘ্য এবং n হল ভার্নিয়ারের ভাগের সংখ্যা।

তাহলে, $s = 1$ মিমি এবং $n = 10$ ভাগ

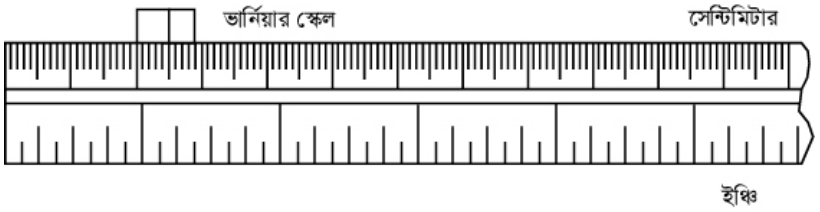
$$\therefore \text{ভার্নিয়ার ধ্রুবক} = \frac{s}{n} = \frac{1 \text{ মিমি}}{10} = 0.1 \text{ মিমি} = 0.01 \text{ সেমি}$$

কোন কোন সময় ভার্নিয়ার স্কেলের 20 ভাগ প্রধান স্কেলের 19 ক্ষুদ্রতম ভাগের সমান থাকে এবং প্রধান স্কেলের এক ক্ষুদ্রতম ভাগের মান 1 মিমি এর চেয়ে কম হয়। তখন ভার্নিয়ার ধ্রুবক পরিবর্তন হয়ে যায়। মূলত: ভার্নিয়ার ধ্রুবকের মান নির্ভর করে প্রধান স্কেল ও ভার্নিয়ার স্কেলের দাগ কাটার উপর।

ভার্নিয়ার স্কেলের সাহায্যে পরিমাপ :

ধরা যাক, XY দন্ডের দৈর্ঘ্য পরিমাপ করতে হবে। দন্ডটির X প্রান্ত প্রধান স্কেলের শূন্য (০) দাগের সাথে মিলিয়ে ভার্নিয়ার স্কেলটি সামনে বা পিছনে সরিয়ে Y প্রান্তের সাথে মিলানো হয়। মনে করা যাক, দন্ডের Y প্রান্ত স্কেলের M মিমি দাগ

অতিত্রম করেছে। তাহলে, এর দৈর্ঘ্য M ও (M+1) মিমি এর মাঝামাঝি হবে। এ M মিমি এর চেয়ে বাড়তি দৈর্ঘ্য বের করতে ভার্নিয়ার স্কেল ব্যবহার করতে হয় এবং এর দৈর্ঘ্য টুকু হবে ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ।



চিত্রঃ ২.২-১ ভার্নিয়ার স্কেল

অত:পর ভার্নিয়ারের কোন দাগটি প্রধান স্কেলের কোন দাগের সাথে মিলছে তা পর্যবেক্ষণ করতে হবে। যদি কোন দাগ না মিলে তাহলে ভার্নিয়ারের কোন দাগটি প্রধান স্কেলের কোন একটি দাগের সাথে সবচেয়ে কাছাকাছি হয়েছে তা দেখতে হবে। ভার্নিয়ার স্কেলের এই দাগই হবে ভার্নিয়ার সমপাতন।

ধরা যাক, ভার্নিয়ারের V নম্বর দাগটি প্রধান স্কেলের যেকোন দাগের একটি দাগের সাথে মিলেছে বা কাছাকাছি হয়েছে। যদি যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক V.C হয় , তাহলে

দন্ডের দৈর্ঘ্য = প্রধান স্কেল পাঠ + ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ

=প্রধান স্কেল পাঠ + ভার্নিয়ার সমপাতন × ভার্নিয়ার ধ্রুবক

অর্থাৎ, $L = M + V \times V.C$

মনে করা যাক, দন্ডের Y প্রান্ত প্রধান স্কেলের 15 মিমি দাগ অতিক্রম করেছে এবং প্রধান স্কেলের একটি দাগের সাথে ভার্নিয়ারের 5 নম্বর দাগটি মিলেছে।

তাহলে দন্ডের দৈর্ঘ্য হবে,

$L = 15$ মিমি $+ 5 \times 0.1$ মিমি [ভার্নিয়ার ধ্রুবক=0.1 মিমি]

$= 15$ মিমি $+ 0.5$ মিমি

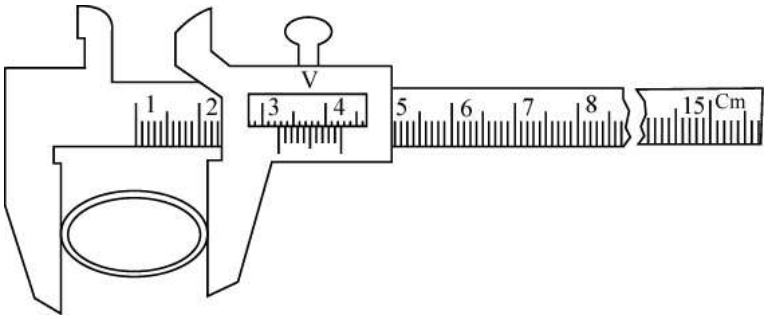
=15.5 মিমি

=1.55 সেমি

গ) স্লাইড ক্যালিপার্স :

ভার্নিয়ারের পরিমাপ পদ্ধতি অবলম্বন করে স্লাইড ক্যালিপার্স তৈরি করা হয় বলে একে ভার্নিয়ার ক্যালিপার্সও বলা হয়। স্লাইড ক্যালিপার্সের মূল বা প্রধান স্কেল সাধারণত ইস্পাত দ্বারা নির্মাণ করা হয়। যার এক পার্শ্বে ইঞ্চি ও অপর পার্শ্বে

সেন্টিমিটার এবং মিলিমিটারে দাগ কাটা থাকে। প্রধান স্কেলের যে প্রান্ত থেকে স্কেলের সূচনা হয় অর্থাৎ শূন্য দাগ কাটা থাকে সে প্রান্তটি ধাতব চোয়াল যুক্ত থাকে। চোয়ালযুক্ত একটি ভার্নিয়ার স্কেল প্রধান স্কেলের সাথে সমান্তরাল ভাবে অবস্থান করে। এই চোয়ালযুক্ত ভার্নিয়ার স্কেলটি প্রধান স্কেলের উপর সামনে বা পিছনে সরানো যায়। এই স্কেলের সাথে একটি স্ক্রু সংযুক্ত থাকে।



চিত্রঃ ২.২-২ স্লাইড ক্যালিপার্স

এই স্ক্রুর সাহায্যে ভার্নিয়ার স্কেলকে প্রধান স্কেলের সাথে যেকোন জায়গায় আটকানো যায়। মূল স্কেলের চোয়াল এবং ভার্নিয়ার স্কেলের চোয়াল পস্পরের সাথে লেগে থাকে, তখন সাধারণত ভার্নিয়ার স্কেলের শূন্য দাগ প্রধান স্কেলের শূন্য দাগের সাথে মিলে যায়। আবার অনেক যন্ত্রে মিলে না। তখন বুঝে নিতে হবে যন্ত্রটিতে যান্ত্রিক ত্রুটি আছে। তাই এই ত্রুটির জন্য পাঠ সংশোধনের প্রয়োজন আছে। ভার্নিয়ারের শূন্য দাগ প্রধান স্কেলের শূন্য দাগের ডানপাশে থাকলে উক্ত ত্রুটিকে ধনাত্নক ত্রুটি বলে এবং ভার্নিয়ারের শূন্য দাগ প্রধান স্কেলের শূন্য দাগের বামপাশে থাকলে উক্ত ত্রুটিকে ঋণাত্নক ত্রুটি বলে। এ যান্ত্রিক ত্রুটিকে আপাত পাঠ থেকে বিয়োগ করতে হয়। যদি কোন যন্ত্রের আপাত পাঠ L′ এবং যান্ত্রিক ত্রুটি e হয়, তাহলে প্রকৃত পাঠ বা দৈর্ঘ্য, L′ হবে,

$$L = L' - (\pm e)$$

স্লাইড ক্যালিপার্সের ব্যবহার পদ্ধতিঃ

যে বস্তুর বা দন্ডের দৈর্ঘ্য বের করতে হবে তা স্লাইড ক্যালিপার্সের চোয়াল দুইটির মাঝখানে স্থাপন করা হয়। এর পর ভার্ণিয়ার স্কেলের চোয়াল ঠেলে বস্তুর দিকে নিয়ে আসতে হয় যাতে মূল স্কেলের চোয়াল এবং ভার্নিয়ার স্কেলের চোয়াল বস্তুটিকে বিপরীত দিক থেকে স্পর্শ করে। এখন স্ক্রুর সাহায্যে ভার্নিয়ার স্কেলটিকে প্রধান স্কেলের সাথ দৃঢ়ভাবে আটকে দেওয়া হয়। এই অবস্থায় প্রধান স্কেল পাঠ এবং ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ নেওয়া হয়। সুতরাং বস্তুটির দৈর্ঘ্য = প্রধান স্কেল পাঠ (M)+ [ভার্নিয়ার সমপাতন(V)×ভার্নিয়ার ধ্রুবক (V.c)]-[যান্ত্রিক ত্রুটি(±e)]

স্লাইড ক্যালিপার্সের ব্যবহারঃ

নিম্নলিখিত কাজে স্লাইড ক্যালিপার্স ব্যবহৃত হয়।

১. বস্তুর দৈর্ঘ্য নির্ণয়।

২. চোঙ বা বেলনের উচ্চতা নির্ণয়।

৩. ফাঁপা নলের অন্তঃব্যাস নির্ণয়।

৪. স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে আয়তন নির্ণয়

ক) আয়তাকার বস্তু

খ) গোলাকার বস্তু

গ) সিলিন্ডার বা চোঙ বা বেলনের আয়তন নির্ণয়

ক) আয়তাকার বস্তুর আয়তন নির্ণয়:

কোন আয়তাকার বস্তুর আয়তন যদি V হয়, তাহলে

$$V=L\times B\times H$$

এখানে, L= বস্তুর দৈর্ঘ্য

B= বস্তুর প্রস্থ এবং

H= বস্তুর উচ্চতা

স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে L, B ও H এর মান নির্ণয় করে উপরিউক্ত সূত্রের সাহায্যে আয়তাকার বস্তুর আয়তন নির্ণয় করা হয়।

খ) গোলকের আয়তন নির্ণয়:

যদি গোলকের আয়তন যদি V হয়, তাহলে

$$V=\frac{4}{3}\pi r^3$$

$$=\frac{4}{3}\pi(\frac{d}{2})^3$$

$$=\frac{1}{6}\pi d^3 \qquad [\pi=3.14]$$

যেখানে, r =গোলকের ব্যাসার্ধ

এবং d =গোলকের ব্যাস

স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে গোলকের ব্যাস বের করে উপরিউক্ত সূত্রের সাহায্যে গোলকের আয়তন নির্ণয় করা হয়।

গ) সিলিন্ডার বা বেলনের আয়তন নির্ণয়:

যদি বেলনের আয়তন যদি V হয়, তাহলে

$$V=\pi r^2 h$$

$$=\pi(\frac{d}{2})^2h$$

$$=\frac{1}{4}\pi d^2h$$

যেখানে, r = বেলনের ব্যাসার্ধ

এবং d = বেলনের ব্যাস

h = বেলনের উচ্চতা

বেলনের ব্যাস ও উচ্চতা স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে নির্ণয় করে উপরোক্ত সূত্রের সাহায্যে বেলনের আয়তন নির্ণয় করা হয়।

সার সংক্ষেপঃ

- পরিমাপের বিভিন্ন যন্ত্রাদির মধ্যে মিটার স্কেল, ভার্ণিয়ার স্কেল, স্লাইড ক্যালিপার্স, স্ক্রু গজ, তুলা যন্ত্র বহুল প্রচলিত।
- মিটার স্কেলের সাহায্যে কোন বস্তুর দৈর্ঘ্য মাপা হয়।
- স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য, আয়তন, বেলনের উচ্চতা, ফাঁপা নলের অন্ত:ব্যাস নির্ণয় করা যায়।

পাঠ-২

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-২

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন

১. মিটার স্কেলের দৈর্ঘ্য কত?

ক) 1 সেন্টিমিটার খ) 10 সেন্টিমিটার গ) 100 সেন্টিমিটার ঘ) 1000 সেন্টিমিটার

২. একটি গোলকের আয়তন নির্ণয় করুন, যেখানে r = 2 cm

ক) 30.42 cm খ) 32.52 cm গ) 33.52 cm ঘ) 34.52 cm

৩. স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে-

i) বেলনের আয়তন নির্ণয় করা হয়

ii) তারের ব্যাস নির্ণয় করা হয়

iii) ফাঁপা নলের অন্ত:ব্যাস নির্ণয় করা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i খ) i ও ii গ) ii ও iii ঘ) i ও iii

পাঠ ঃ ৩: স্ক্রু গজ, তুলা যন্ত্র

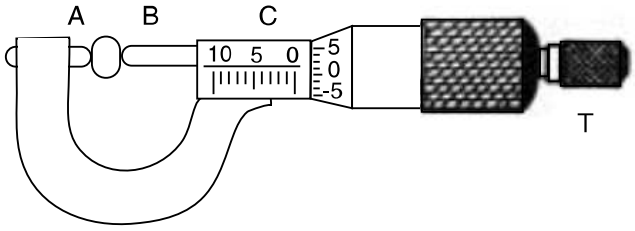
উদ্দেশ্য

এই পাঠ শেষে আপনি-

- স্ক্রু গজ সম্পর্কে জানতে পারবেন।
- স্ক্রু গজের ত্রুটি ও পরিমাপ পদ্ধতি সম্পর্কে সম্যক জ্ঞান লাভ করতে পারবেন।
- তুলা যন্ত্র কি এবং এর পরিমাপ পদ্ধতি সম্পর্কে জানতে পারবেন।

স্ক্রু গজ :

স্ক্রু গজকে মাইক্রোমিটার স্ক্রু গজও বলা হয়। এটি ইস্পাত দ্বারা নির্মিত হয়। এই যন্ত্রের সাহায্যে ক্ষুদ্র বস্তুর দৈর্ঘ্য, সরু তারের ব্যাস, সরু চোঙের ব্যাসার্ধ ইত্যাদি পরিমাপ করা যায়। এই যন্ত্রে U আকৃতির একটি কাঠামো থাকে। এই U আকৃতি বিশিষ্ট কাঠামোর দুই বাহুর প্রান্তে দুটি নল সংযুক্ত থাকে। একটি নলের মধ্য দিয়ে কীলক বা দন্ড A স্থায়ীভাবে আটকানো থাকে এবং অপর বাহুর নল C এর মধ্য দিয়ে একটি দন্ড B সংযুক্ত থাকে যা সামনে পেছনে সরানো যায়। C নলে মিলিমিটারে দাগাঙ্কিত একটি রৈখিক স্কেল থাকে। C নলের বাইরের অংশ অপর একটি ফাঁপা নল দ্বারা বেষ্টিত থাকে যার বহি:প্রান্তে একটি বেলনাকৃতির টুপি T থাকে। T এর কিনারকে সাধারণত 50 বা 100 ভাগ করা হয়। যখন B স্থায়ী কীলক বা সমতল প্রান্ত বিশিষ্ট দন্ড A কে স্পর্শ করে তখন বৃত্তাকার স্কেল শূন্য দাগ ও রৈখিক স্কেলের শূন্য দাগ মিলে যায়। যদি দুটি স্কেলের শূন্য দাগ মিলে না যায় তাহলে বুঝতে হবে যন্ত্রটিতে যান্ত্রিক ত্রুটি রয়েছে।



চিত্র :২.৩-১ স্ক্রু গজ

টুপি T একবার ঘুরালে যতটুকু সরণ ঘটে এবং রৈখিক স্কেল বরাবরে যে দৈর্ঘ্য অতিক্রম করে তাকে স্ক্রুর পিচ (pitch) বলা হয়। বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র একভাগ ঘুরালে, এর প্রান্ত যতটুকু সরে আসে তাকে যন্ত্রের লঘিষ্ট গণন (Least count) বলা হয়। স্পষ্টত: যন্ত্রের পিচকে বৃত্তাকার স্কেলের মোট ভাগ সংখ্যা দিয়ে ভাগ করলে যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন পাওয়া যায়। সুতরাং

$$\text{লঘিষ্ঠ গণন} = \frac{\text{পিচ্}}{\text{বৃত্তাকার স্কেলের ভাগের সংখ্যা}}$$

সাধারণত বৃত্তাকার স্কেলে 100 ভাগ থাকে এবং এই যন্ত্রে পিচ্ থাকে 1 mm

$\therefore$ লঘিষ্ঠ গণন $= \frac{1 \text{ mm}}{100}$

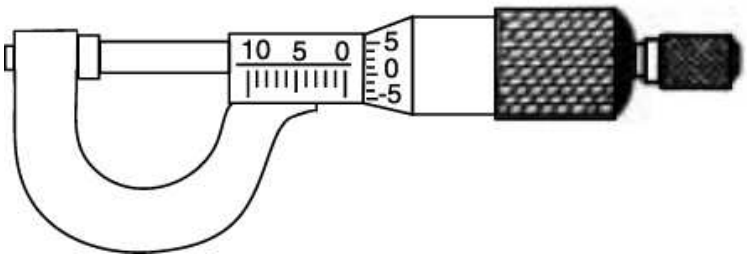
$= 0.01$ mm

স্ক্রু গজের যান্ত্রিক ত্রুটি (Instrumental Error) :

স্ক্রু গজে সাধারণত দুই ধরনের ত্রুটি দেখা যায়। যেমন: শূন্য ত্রুটি (Zero error) এবং ব্যাকল্যাশ ত্রুট বা পিছট ত্রুটি (Backlash error)

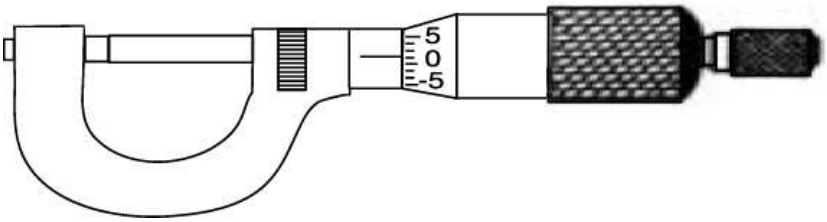
শূন্য ত্রুটি :

স্ক্রুর মাথা যখন স্থায়ী কীলক স্পর্শ করে তখন বৃত্তাকার স্কেলের শূন্য দাগ রৈখিক স্কেলের শূন্য দাগের সাথে মিলে যাওয়া উচিত। যদি দুটি স্কেলের শূন্য দাগ না মিলে তাহলে বুঝতে হবে যান্ত্রিক ত্রুটি রয়েছে।



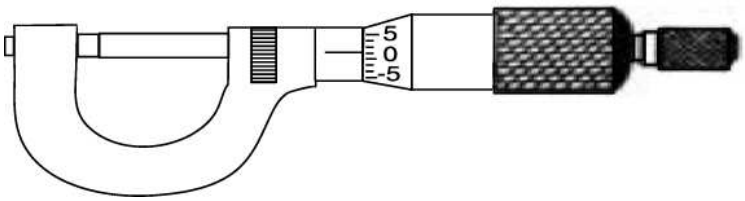
চিত্র : ২.৩-২ স্ক্রু গজ

যদি বৃত্তকার স্কেলের শূন্য দাগ রৈখিক স্কেলের শূন্য দাগ পর্যন্ত না পৌঁছে অর্থাৎ বৃত্তাকার স্কেলের শূন্য দাগ রৈখিক স্কেলের শূন্য দাগের নিচে অবস্থান করে, তাহলে যান্ত্রিক ত্রুটি ধনাত্মক (+e) হবে।



চিত্র : ২.৩-৩ স্ক্রু গজ

সেক্ষেত্রে বৃত্তাকার স্কেলের শূন্য দাগ রৈখিক স্কেলের শূন্য দাগ থেকে যে কয়টি ঘর পিছনে থাকে, সেই ঘর সংখ্যাকে লঘিষ্ঠ গনন দিয়ে গুণ করে যান্ত্রিক ত্রুটির মান নির্ণয় করা হয়। আর বৃত্তাকার স্কেলের শূন্য দাগ যদি রৈখিক স্কেলের শূন্য দাগ অতিক্রম করে অর্থাৎ বৃত্তাকার স্কেলের শূন্য দাগ যদি রৈখিক স্কেলের উপরে থাকে, তবে যান্ত্রিক ত্রুটির মান হবে ঋণাত্মক (-e)।



চিত্র : ২.৩-৪ স্ক্রু গজ

এ অবস্থায় বৃত্তাকার স্কেলের যে কয়টি ঘর রৈখিক স্কেলের শূন্য দাগ অতিক্রম করে যায়, সে ঘর সংখ্যাকে লঘিষ্ঠ গণন দ্বারা গুণ করলে যান্ত্রিক ত্রুটির মান পাওয়া যায়। মনে রাখতে হবে যে, সঠিক মান পাওয়ার জন্য নির্নীত বা আপাত দৈর্ঘ্য থেকে যান্ত্রিক ত্রুটি সব সময় বিয়োগ করতে হয়। অর্থাৎ আপাত দৈর্ঘ্য যদি L′ হয়, তাহলে প্রকৃত দৈর্ঘ্য, L হবে,

$$L = L' - (\pm e)$$

ব্যাকল্যাশ বা পিছট ত্রুটি :

যে সব যন্ত্র স্ক্রু, নাট ইত্যাদি নীতির উপর ভিত্তি করে তৈরী করা হয়, সে সব যন্ত্রে এ ধরনের ত্রুটি দেখা যায়। নতুন অবস্থায় যন্ত্রের এই ত্রুটি থাকে না বললেই চলে। কিন্তু ক্রমাগত ব্যবহারের ফলে স্ক্রু ক্ষয় হয়ে যায়। এর ফলে স্ক্রু আলগা হয়ে পড়ে এবং স্ক্রুকে উভয় দিকে একই পরিমাণ ঘুরালে সরণ সমান হয় না। এই ত্রুটিকে ব্যাকল্যাশ ত্রুটি বা পিছট ত্রুটি বলা হয়। পাঠ নেওয়ার সময় স্ক্রুকে একই দিকে ঘুরিয়ে এই ত্রুটি পরিহার করা যায়।

ব্যবহার পদ্ধতি :

যে তারের ব্যাস পরিমাপ করতে হবে বা যে পাতের পুরুত্ব নির্ণয় করতে হবে সে বস্তুকে A ও B [চিত্র : ২.৩-১] এর মাঝে স্থাপন করতে হবে। তার বা পাতটি A ও B এর মাঝখানে এমন ভাবে স্থাপন করতে হবে যাতে এর এক পাশ A কে এবং অপর পাশ B কে স্পর্শ করে। এবার T এর সাহায্যে দৃঢ়ভাবে বস্তুটিকে আটকাতে হবে। এখন বৃত্তকার এবং রৈখিক স্কেল পাঠ নিতে হবে। ধরা যাক, রৈখিক স্কেল পাঠ L মিমি এবং বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা C। সুতরাং তারের ব্যাস বা পুরুত্ব হবে,

ব্যাস বা পুরুত্ব= রৈখিক স্কেল পাঠ + বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা×লঘিষ্ঠ গণন

$$= L \text{ মিমি} + C \times L.C$$

$$= L \text{ মিমি} + C \times 0.01 \text{ মিমি}$$

$$= (L + 0.01C) \text{ মিমি}$$

উদাহরন স্বরূপ, রৈখিক স্কেলের পাঠ 3 মিমি এবং বৃত্তাকার স্কেলের ভাগ সংখ্যা 25, তাহলে

তারের ব্যাস $= 3 \text{ মিমি} + 25 \times 0.01 \text{ মিমি}$

$$= (3+0.25) \text{ মিমি}$$

$$= 3.25 \text{ মিমি}$$

স্ক্রু গজের সাহায্যে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় :

বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট কোনো তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল যদি A হয়, তাহলে

$$A = \pi r^2 = \pi(\frac{d}{2})^2 = \frac{1}{4}\pi d^2$$

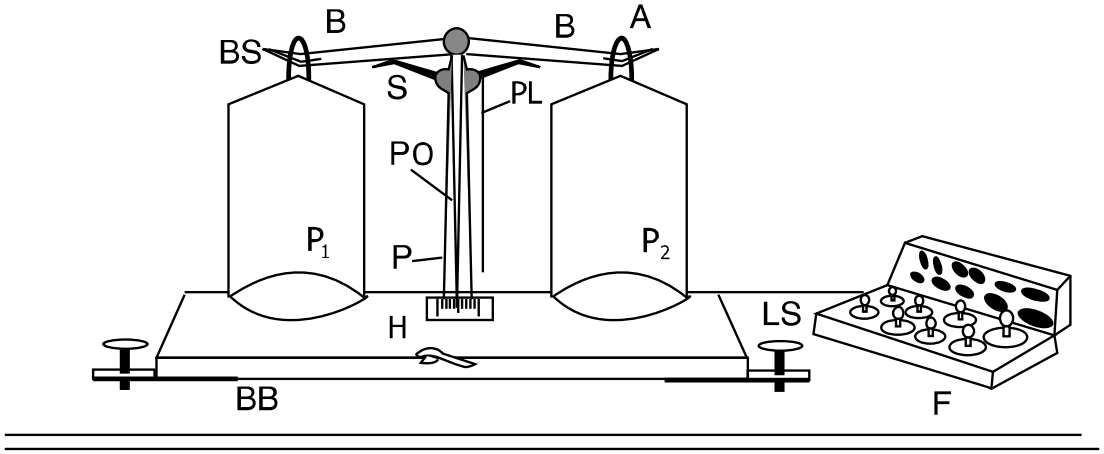
যেখানে, r =তারের ব্যাসার্ধ

এবং d = তারের ব্যাস

স্ক্রু গজের সাহায্যে তারের ব্যাস নির্ণয় করে উপরিউক্ত সূত্র ব্যবহার করে তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল পরিমাপ করা যায়।

তুলা যন্ত্র :

পদার্থ বিজ্ঞান বা রসায়নে খুব অল্প পরিমাণ জিনিসের ভর সুক্ষ্মভাবে মাপার প্রয়োজন হয়। তখন সাধারন নিক্তির সাহায্যে তা পরিমাপ করা সম্ভব হয় না। বস্তু বা পদার্থের ভর যত কম হবে, তার ভর পরিমাপের জন্য তত সুক্ষ্ম নিক্তির প্রয়োজন হবে। এই রকম একটি সুক্ষ্ম নিক্তি হল তুলা যন্ত্র। পদার্থ বিজ্ঞান বা রসায়ন বিজ্ঞানের ল্যাবরেটরীতে খুব অল্প পরিমাণ নমুনার ভর পরিমাপ করতে এই যন্ত্র ব্যবহৃত হয়। কারণ ল্যাবরেটরীতে কোন জিনিসের ভর সঠিকভাবে পরিমাপ করতে না পারলে ঐ পরীক্ষণের ফলাফল ভুল আসতে পারে এবং পরীক্ষণের উদ্দেশ্য সফল হতে পারে না।



চিত্র : তুলা যন্ত্র

গঠন প্রণালী:

নিক্তির দুই প্রান্তে সাধারণ নিক্তির মত দুটি সমান ওজনের পাল্লা বা তুলাপাত্র (Scale pan) P_1 ও P_2 থাকে। একটি ধাতব দন্ড বা বিম AB এর দুই প্রান্তে দুটি খাঁজের মধ্যে উল্টানো ছুরির ফালের উপর দুটি সমান ওজনের ফ্রেমের সাহায্যে পাল্লা দুটি ঝুলানো থাকে। একটি ছুরি AB বিমের কেন্দ্রে আটকিয়ে দেয়া হয়, যা নিচের দিকে মুখ করে থাকে।

AB বিমটিকে একটি উলম্ব ফাঁপা থাম P-এর উপর স্থাপন করা হয় যাতে কাঠের ভিত বা পাটাতন BB এর মাঝখানে দৃঢ়ভাবে আটকানো থাকে। এই পাটাতনের সাথে তিনটি লেভেলিং স্ক্রু থাকে। এই স্ক্রুগুলোর সাহায্যে যন্ত্রটিকে লেভেলিং করা হয়। ফাঁপা থামটির মধ্যে একটি নিরেট ধাতব দন্ড থাকে যা পাটাতনের সংলগ্ন হাতল H ঘুরিয়ে উঠানো বা নামানো যায়।

একটি ত্রিকোণাকার অ্যাগেট পাথরের মোটা দিক বিম এর ঠিক মধ্যস্থলে আটকিয়ে সরু ধারটি থামটির নিরেট দন্ডের উপর অবস্থিত একটি অ্যাগেট প্লেটের উপর বসানো হয়। নিরেট দন্ডটিকে উপরে তুললে বিম AB অ্যাগেট পাথরের সরু দিকটাকে ফালক্রম করে দুলতে থাকে।

তুলাদন্ডের মধ্যস্থলে একটি লম্বা সূচকের (PO) চওড়া দিকটা আটকিয়ে দিয়ে এর নিচের সরু প্রান্তটিকে একটি স্কেলের উপর মুক্ত রাখা হয়। যখন তুলাদন্ড অনুভূমিক অবস্থায় থাকে তখন সূচকের সরু প্রান্ত স্কেলের শূন্য(০) দাগের উপর থাকে। ওলনদড়ি (PL) এবং পাটাতনের নিচের স্ক্রু এর সাহায্যে দন্ডটিকে অনুভূমিক করা হয়। সমগ্র যন্ত্রটিকে একটি কাঁচের বাক্সে রাখা হয়।

তুলাযন্ত্রটি ব্যবহার করার সময় হাতল H ঘুরিয়ে থামটিকে উপরে উঠানো হয়। এতে AB বিমটি উপরে উঠে এবং ছুরির কিনারার উপর মুক্তভাবে দুলতে থাকে। দন্ডের সাথে পাল্লা দুটিও উপরে নিচে দুলতে থাকে। হাতল H কে উল্টা দিকে ঘুরালে থাম নিচে নেমে যায় এবং বিম AB ও পাল্লার দোলন থেমে যায়।

যখন AB বিম দুলতে থাকে তখন সূচক কাঁটাটি নিচের স্কেলের উপর ডানে বামে দুলতে থাকে। পাল্লায় কোন জিনিস না থাকলে সূচকটির দোলনের বিস্তার শূন্য দাগের দুপাশে সমান হবে। আর যদি দোলন শূন্য দাগের দুপাশে সমান না হয় তাহলে AB বিমের দুপাশে সমন্বয় স্ক্রু (BS) দ্বারা এমনভাবে সমন্বয় করে নিতে হবে যাতে সূচকের দোলন দুপাশে সমান হয়। ওলন রেখা PL দ্বারা থাম P উলম্ব হল কি'না তা দেখে নিতে হবে।

কোন বস্তু বা জিনিসের ভর মাপতে হলে বস্তুটিকে বামদিকের পাল্লায় রেখে ডানদিকের পাল্লায় ধীরে ধীরে একটা একটা করে বাটখারা রাখতে হয় যতক্ষন পর্যন্ত না সূচকটি শূন্য দাগের দুপাশে সমান দোলন দিতে থাকে। এভাবে জানা বাটখারার সাহায্যে অজানা বস্তুর ভর তুলাযন্ত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়।

সার সংক্ষেপঃ

- স্ক্রু গজের দুই ধরণের ত্রুটি রয়েছে। শূন্য ত্রুটি ও ব্যাকল্যাশ ত্রুটি।
- খুব অল্প পরিমাণ পদার্থের ভর সুষমভাবে মাপার জন্য পরীক্ষাগারে তুলা যন্ত্র ব্যবহৃত হয়।

পাঠ-৩

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩

সঠিক উত্তরের পাশে টিক (√) চিহ্ন দিন

১. স্ক্রু গজে কয় ধরণের ত্রুটি থাকে?

ক) দুই খ) তিন গ) চার ঘ) পাঁচ

২. যদি স্ক্রু গজের বৃত্তাকার স্কেলে 100 ভাগ এবং এই যন্ত্রে পিচ্ থাকে 1 মিমি তখন লঘিষ্ঠ গণন কত হবে?

ক) 0.1 মিমি খ) 0.01 মিমি গ) 0.001 মিমি ঘ) 1 মিমি

চূড়ান্ত মূল্যায়ন

সৃজনশীল প্রশ্ন

সজীব নবম শ্রেণীর ছাত্র। সে পদার্থ বিজ্ঞান বই কিনে বইতে মাত্রা সমীকরণ দেখে বিষয়টি বুঝতে পারল না। এ জন্য সে তার শিক্ষকের কাছে এ বিষয়ে জানতে চাইল। তার শিক্ষক তাকে রাশি, বিভিন্ন রাশির মধ্যে সম্পর্ক, মাত্রা সমীকরণ এবং এর সাহায্যে সমীকরণের সত্যতা যাচাই ইত্যাদি বিষয় সম্পর্কে বিশদ আলোচনা করল। ফলে সে বিষয়টি সম্পর্কে জানতে পারল এবং নিজে নিজে প্রয়োগ করার চেষ্টা করল।

ক) মাত্রা সমীকরণের সংজ্ঞা লিখুন। ১

খ) মৌলিক রাশি এবং লব্ধ রাশির মধ্যে পার্থক্য উল্লেখ করুন। ২

গ) কাজের মাত্রা সমীকরণ বিশ্লেষণের মাধ্যমে বের করুন। ৩

ঘ) মাত্রা সমীকরণের সাহায্যে সজীব কিভাবে নিম্নোল্লিখিত সমীকরণের সত্যতা যাচাই করল। সমীকরণটি হল- ৪

$$S= ut + \frac{1}{2} at^2$$

উত্তরমালা

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-১ : ১. খ ২. ঘ ৩. খ

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-২ : ১. গ ২. গ ৩. ঘ

পাঠোত্তর মূল্যায়ন-৩ : ১. ক ২. খ