



ভৌত জগৎ ও পরিমাপ

Physical World and Measurement

এ অধ্যায়ে
অনন্য
সংযোজন



শিখনফলের
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর



পাঠ্যবইয়ের সূত্রসহ
প্রশ্ন ও উত্তর



সমৰ্বিত অধ্যায়ের
প্রশ্ন ও উত্তর



সেরা কলেজের
প্রশ্ন বিষয়বল



অ্যাপস-এ
MCQ Exam

চূ. চূ. মি. কা (Introduction)

আদিম যুগ হতে আদ্যাবাহি বিজ্ঞানের, বিশেষ করে বিজ্ঞানের চাবিকাঠি পদাৰ্থবিজ্ঞানের বিশ্লেষক অবদান এবং এর ব্যাপক পরিসরে এই ষষ্ঠ পরিসরে সম্পূর্ণভাবে বৰ্ণনা কৰা কঠিন। সেই আদিম যুগে পাথৰে পাথৰ ঘষে ঘৰ্ষণের মাধ্যমে আগুন জ্বালানো শেখা থেকে সভ্যতা তথা বিজ্ঞানের যাত্রা শুরু। মানবসভ্যতার ক্রমবিকাশে বিজ্ঞানের যে অবদান তাৰ সিংহভাগ বিজ্ঞানের বিভিন্ন শাখাৰ মধ্যে সমৃদ্ধশালী বিষয় পদাৰ্থবিজ্ঞানের অবদান। আমাদেৱ দৈনন্দিন জীবনহাতাৰ প্ৰয়োজনে সুখ-স্বাচ্ছন্দ্য, আৱাম-আয়েশ, চিত্-বিনোদন, ব্যবহাৰ্য সামগ্ৰী, প্ৰকাশনা, যোগাযোগ ও তথ্য থেকে শুৰু কৰে জাতীয় ও আন্তৰ্জাতিকভাৱে বিভিন্ন উন্নয়নে পদাৰ্থবিজ্ঞানের বিশ্লেষক অবদান অপৰিসীম।

► এক নজৰে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদেৱ সেৱা প্ৰস্তুতিৰ জন্য এ অধ্যায়টি পাঁচটি ধারাবাহিক
পার্টে বিভক্ত কৰে উপস্থাপন কৰা হলো। সহজে খুঁজে বেৱ কৰাৰ
জন্য প্ৰতিটি পার্টেৰ সাথে পৃষ্ঠা নম্বৰ দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীৰা
পার্টসমূহ অনুসৰণে প্ৰস্তুতি গ্ৰহণ কৰলে পৰীক্ষায় যেভাবেই প্ৰশ্ন
আসুক না কেন, সহজেই ১০০% কমন নিশ্চিত কৰতে পাৰবে।



অনুশীলন [Practice]

১০০% সঠিক কৰম্যাট অনুসৰণে শিখনফলেৱ ধারায় প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

সূজনশীল অংশ

কমন উপযোগী প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

পৃষ্ঠা : ৫-৩৪

বহুনির্বাচনি অংশ

১০০% নির্ভুল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

পৃষ্ঠা : ৩৫-৪৯



যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সূজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্ৰশ্নব্যাংক পৃষ্ঠা ৫০



এক্সক্লিসিভ সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পৰীক্ষা ও এইচএসসি পৰীক্ষা উপযোগী সাজেশন্স পৃষ্ঠা ৫২



বিকল্প প্ৰস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধাৰার পুনৰুৎপূৰ্ণ প্ৰশ্নেৰ সমৰয়ে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ৫২



এক্সক্লিসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পূৰ্ণাঙ্গ প্ৰস্তুতি নিশ্চিতকৃত্বে অভিন্বন কৌশলভিত্তিক নিৰ্দেশনা পৃষ্ঠা ৫২



E-XCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

- মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভৰ্তি পৰীক্ষায় আসা প্ৰশ্নোত্তৰ পৃষ্ঠা ৫৩

টিচাৰ্স ম্যানুয়াল অনুসৰণে
ভিল ধাৰায় উপস্থাপন



শিখনফল



শিখন যাচাই



উপকৰণ

অধ্যায় সংশ্লিষ্ট ৩ বিজ্ঞানীৰ পৰিচিতি



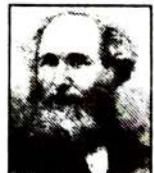
বিং খ্যাত পদাৰ্থবিজ্ঞানী আলবাৰ্ট আইনস্টাইন আপেক্ষিকতা তত্ত্ব আবিষ্কাৰেৰ জন্য স্মাৰকীয়। তাৰ প্ৰদত্ত $E = mc^2$ সূত্ৰটি নিউটনীয় শক্তিৰ ধাৰণা দেয়। এ তত্ত্বটি বলবিদ্যা ও তড়িৎ চৌম্বকতত্ত্বকে একীভূত কৰে।

আইনস্টাইন



গ্ৰি ক গণিতজ্ঞ, পদাৰ্থবিদ, প্ৰকৌশলী, জ্যোতিৰ্বিদ ও দার্শনিক আৰ্কিমিডিস স্থিতিবিদ্যা ও প্ৰবাহী স্থিতিবিদ্যাৰ ভিতৰ স্থাপন এক লিভাৱেৰ কথনীতিৰ বাধা আদান কৰেন। তিনি তুলু পাঞ্চ আৰ্কাৰ কৰেন।

আৰ্কিমিডিস



ক্ৰ টিশ পদাৰ্থবিজ্ঞানী জেমস ক্লাৰ্ক ম্যাক্সওয়েল দেখান
যে, আলোক এক প্ৰকাৰ তড়িত
চৌম্বক তৰঙ। তিনি তড়িতক্ষেত্ৰ ও
চৌম্বকক্ষেত্ৰকে একীভূত কৰে
তড়িত চৌম্বক তৰঙৰ বিকাশ
ঘটান।

ম্যাক্সওয়েল



ও.য়ে.ব.সা.ই.ট তথ্য সংযোগ

অধ্যায়টিকে বিষয়বস্তুৰ ওপৰ শিখনফলেৱ
ধাৰাবাহিকতায় প্ৰশ্ন তৈৰিতে এবং উত্তৰকে
তথ্যবস্তু ও নিৰ্ভুলতা নিশ্চিতকৃতণে বোৰ্ড বইয়েৰ পাশাপাশি
নিৰোক্ত ওয়েব লিংকেৰ সহায়তা নেওয়া হয়েছে—

en.wikipedia.org/wiki/Universe

en.wikipedia.org/wiki/Physics

http://en.wikipedia.org/wiki/Classical_physics

http://en.wikipedia.org/wiki/Modern_physics

http://en.wikipedia.org/wiki/Quantum_mechanics

http://en.wikipedia.org/wiki/Applied_physics

<http://en.wikipedia.org/wiki/Astronomy>

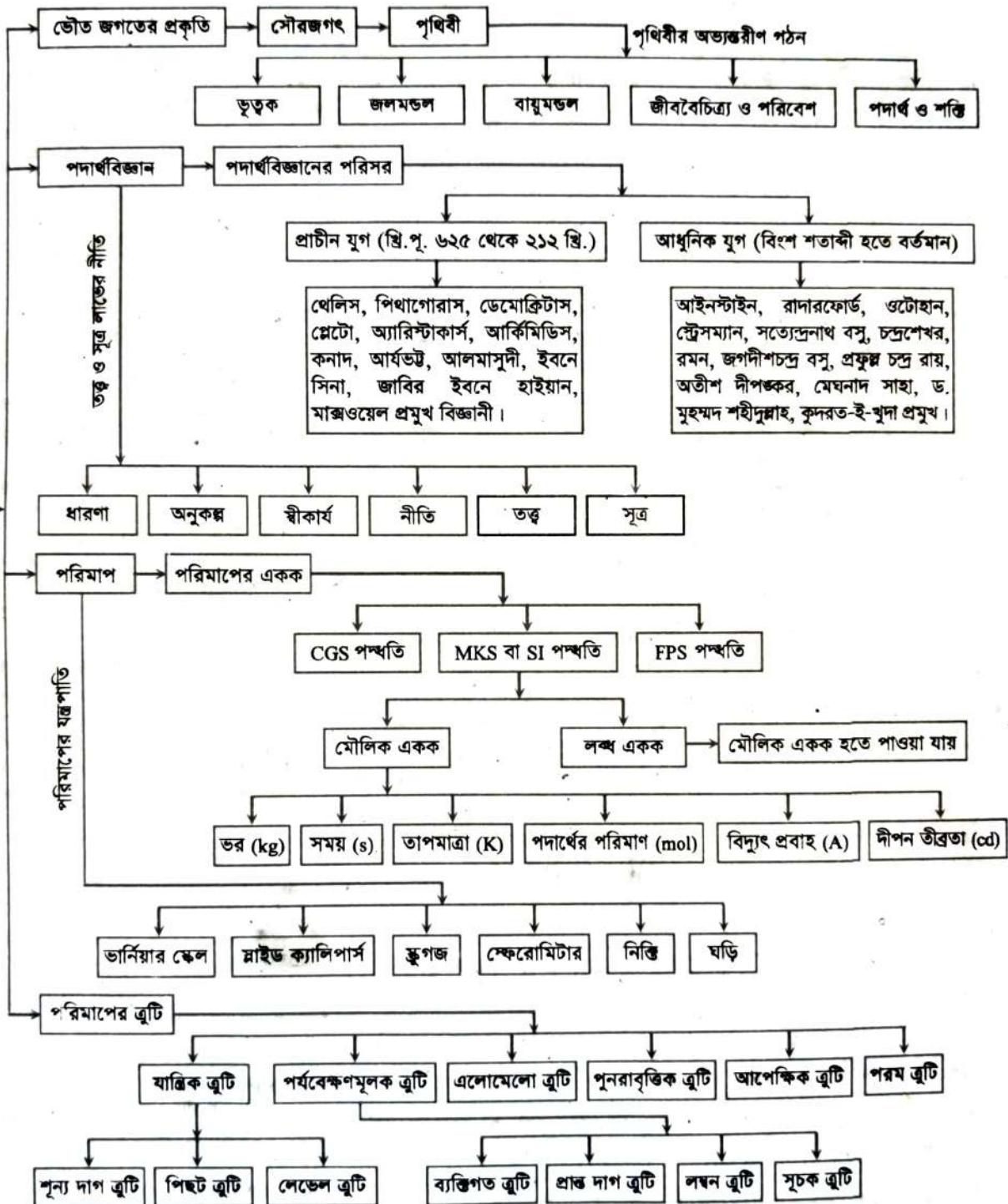
<http://en.wikipedia.org/wiki/Thermodynamics>

৭৪

নজরে

অধ্যায়ের প্রবাহ চিত্র

শিয়াল শিক্ষার্থী বস্তুরা, কোনো অধ্যায়ের বিষয়বস্তুর বিন্যাস ও ধারাবাহিকতা সম্পর্কে পূর্ব হতে ধারণা থাকলে প্রশ্ন ও উত্তর আবশ্যিক করা সহজ হয়। নিম্ন এ অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ বিষয়বিলি প্রবাহ চিত্র (Flow Chart) আকারে উপস্থাপন করা হলো, যা তোমাদের সহজেই এক নজরে অধ্যায়টি সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পেতে সহায়তা করবে।



অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis).....

- ৫৫ টি সুজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর (অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪৫টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ৭টি + কলেজ প্রশ্ন ২টি + সমর্পিত প্রশ্ন ১টি)
- ৩১২ টি বহুনির্বাচনি প্রশ্ন ও উত্তর (বোর্ড প্রশ্ন ৪১টি + মাস্টার ট্রেইনার প্রশ্ন ১০৫টি + কলেজ প্রশ্ন ৮৩টি + অনুশীলনীর প্রশ্ন ৮৩টি)

অনলাইনে প্রস্তুতি যাচাই



www.lectureop.com
সুজনশীল মডেল টেস্ট ০৫টি
বহুনির্বাচনি মডেল টেস্ট ০৫টি



PART

01



অনুশীলন
Practice

প্রিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পর্কে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দুটি অংশে বিভক্ত— সৃজনশীল অংশ ও বহুনির্বাচনি অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর প্রক্ষেপ ও উভয়ের পাশাপাশি এইচএসসি পরীক্ষা, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল, শীর্ষস্থানীয় কলেজ ও সহস্রিত অধ্যায়ের প্রশ্নোত্তর সংযোজন করা হয়েছে। প্রক্ষেপ ও উভয়ের সর্বশেষ সংশোধিত ফরম্যাট অনুসৃত হয়েছে।

অধ্যায়ের শিখনফল

অধ্যায়টি অনুশীলন করে আমি যা জানতে পারব—

- ভৌত জগতের প্রকৃতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর এবং এর উদ্দেশ্য ও অবদান ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পদার্থবিজ্ঞানে ব্যবহৃত বিভিন্ন ধারণা, সূত্র, নীতি, সূক্ষ্মাণ্য, অনুকরণ এবং তত্ত্বের অর্থ উপলব্ধি ও ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পদার্থবিজ্ঞানের সাথে জ্ঞানের বিভিন্ন শাখার সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারব।
- স্থান, সময়, ভর এবং বিভিন্ন প্রতিভাসের কার্যকারণ সম্পর্কে ব্যাখ্যা করতে পারব।
- মৌলিক ও লব্ধ এককের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করতে পারব।
- পরিমাপের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষণের ক্রমবিকাশ ও গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।
- পরিমাপযোগ্য রাশির শূন্ধতর মান নির্ধারণের কৌশল প্রয়োগ করতে পারব।
- স্কেরোমিটার ব্যবহার করে গোলীয় তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ পরিমাপ করতে পারব।
- নিস্তির সাহায্যে দোলন পদ্ধতিতে বস্তুর ভর নির্ণয় করতে পারব।

শিখন অর্জন যাচাই

- পৃথিবীর অভ্যন্তরীণ গঠন, আগ্নেয়গিরির উদগীরণ ও ভূমিকম্পের উৎপত্তি সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে পারব।
- পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর ও বিষয়কর অবদান জানতে পারব।
- পদার্থবিজ্ঞান ও অন্যান্য জ্ঞানের জগৎ সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে পারব।
- পদার্থবিজ্ঞানের সন্মানী ধারণা ও আধুনিক ধারণার মধ্যে পার্থক্য অনুধাবন করতে পারব।
- পরিমাপের মূলনীতিগুলো সম্পর্কে জানতে পারব।
- বিজ্ঞানীদের সুশৃঙ্খলাতার সাথে বিজ্ঞানসম্মত দৃষ্টিভঙ্গ, পরীক্ষণ ও গবেষণা সম্পর্কে জ্ঞান লাভ করতে পারব।
- পরিমাপের বিভিন্ন ত্রুটিসমূহ সম্পর্কে ধারণা লাভ করতে পারব।

শিখন সহায়ক উপকরণ

- সৌরজগৎ এর বিভিন্ন গ্রহের বিবরণসহ ডিডিও।
- পৃথিবীর অভ্যন্তরীণ গঠনের বিভিন্ন অংশের বিবরণসহ ছবি।
- অনুকরণ ও তত্ত্বের মধ্যে পার্থক্যের একটি ছক।
- বিভিন্ন ভৌত, সংকেত, একক, মাত্রা উল্লেখপূর্বক একটি চার্ট।
- একটি সুবৈদী নিষ্ঠা, ওজন বাঞ্চ, ওজন করার ভর নির্ণয়ের বস্তু।
- গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি, প্রতীক ও একক পরিচিতি বিবরণসহ চার্ট।



NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রক্ষেপ ও উভয়

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নমুনা সৃজনশীল প্রক্ষেপসমূহের যথাযথ উভয় নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্নোত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার প্রক্ষেপ ও উভয়ের ধ্রুন ও মান সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

৩ এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তোহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রক্ষেপ ও উভয়

নিহারিকা বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণযামান একটি খেলনা গাড়ির ভর, দুটি ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $(5 \pm 0.1)g$, $(10 \pm 0.1)\text{cm s}^{-1}$ এবং $(20 \pm 0.2)\text{cm}$ পরিমাপ করল।

- | | |
|---|---|
| ক. পদ্ধতিগত ত্রুটি কী? | ১ |
| খ. অনুকরণ করতে কী বোঝ? | ২ |
| গ. কেন্দ্ৰূৰী বলের অনিচ্যতা হিসাব কৰ। | ৩ |
| ঘ. গাড়িটিৰ কোণিক ভৱেগেৰ ত্রুটি নিৰূপণ সম্ভব হবে কী— উভয়েৰ অনুকূলে গাপিতিক ব্যাখ্যা দাও। | ৪ |
- [অনুশীলনীৰ প্রক্ষেপ]

১২ প্রশ্নেৰ উভয়

ক) যে সকল ত্রুটি নিৰ্দিষ্ট নিয়ম মেনে বা জানা কাৰণে উভয় তাকে পদ্ধতিগত ত্রুটি বলে।

খ) অনুকরণ হচ্ছে কোনো বৈজ্ঞানিক ঘটনার প্রস্তাৱিত ব্যাখ্যা। একজন বিজ্ঞানী সৱল নিয়ম বা প্রচলিত বৈজ্ঞানিক তত্ত্বেৰ মাধ্যমে ঘটনার বিজ্ঞানসম্মত ব্যাখ্যা প্ৰদান কৰতে বৰ্যৰ হলে যুক্তিসম্মত প্ৰক্ৰিয়া গ্ৰহণ কৰা হয়। উভয় প্ৰক্ৰিয়াটি যদি সংশ্লিষ্ট সম্ভব ঘটনা ব্যাখ্যা কৰতে সমৰ্থ হয় তবে এটি প্ৰাকৃতিক নিয়ম হিসেবে গণ্য কৰা হয়। সঠিক কোনো বিজ্ঞান সম্মত ব্যাখ্যাৰ প্ৰেক্ষিতে এটি ভবিষ্যতে পৰিবৰ্তিত হতে পাৰে।

১ কেন্দ্ৰূৰী বল, F হলে,

$$F = \frac{mv^2}{r}$$

$$= \frac{5 \times (10)^2}{20}$$

$$= 25 \text{ dyne}$$

কেন্দ্ৰূৰী বল, $F = mv^2/r$

এখন, কেন্দ্ৰূৰী বলেৰ অনিচ্যতা, ∂F হলে,

$$\frac{\partial F}{F} = \frac{\partial m}{m} + 2 \frac{\partial v}{v} + \frac{\partial r}{r}$$

$$= \frac{0.1}{5} + 2 \times \frac{0.1}{10} + \frac{0.2}{20}$$

$$= 0.05$$

$$\therefore \partial F = 0.05 \times F = 0.05 \times 25 = 1.25 \text{ dyne}$$

নিৰ্দেশ অনিচ্যতা 1.25 dyne

এখনে,

ভৱ, $m = 5\text{g}$

বেগ, $v = 10 \text{ cm s}^{-1}$

ব্যাসার্ধ, $r = 20 \text{ cm}$

এখন, $\partial m = 0.1 \text{ g}$

বেগেৰ অনিচ্যতা, $\partial v = 0.1 \text{ cm s}^{-1}$

ব্যাসার্ধেৰ অনিচ্যতা, $\partial r = 0.2 \text{ cm}$

$$\therefore \partial L = \frac{\partial m}{m} + \frac{\partial v}{v} + \frac{\partial r}{r}$$

$$\text{বা, } \partial L = \left(\frac{\partial m}{m} + \frac{\partial v}{v} + \frac{\partial r}{r} \right) \times L$$

$$\text{বা, } \partial L = \left(\frac{0.1}{5} + \frac{0.1}{10} + \frac{0.2}{20} \right) \times 1000$$

$$\text{বা, } \partial L = 40 \text{ gcm}^2 \text{s}^{-1}$$

অতএব, কৌণিক ভরবেগের অনিচ্ছয়তা বা ত্রুটি $\partial L = 40 \text{ gcm}^2 \text{s}^{-1}$
অতএব, এটি নির্ণয় সম্ভব।

প্রয়োগ ত্রুটি গজের সাহায্যে একটি সিলিডারের আয়তন নির্ণয় করার সময় নিম্নোক্ত বিষয়গুলো লক্ষ করলে—

- i. ত্রুটি গজের বৃত্তাকার ক্ষেলের ভাগ সংখ্যা 100 এবং রৈখিক ক্ষেলের চূড়াত্ম 1 ভাগ = 1 mm
- ii. ত্রুটি গজের প্রধান ক্ষেলের শূন্য ঘরের চেয়ে তিন ঘর উপরের দিকে বৃত্তাকার ক্ষেলের শূন্য দাগ ফিলে আছে।
- iii. সিলিডারের ব্যাসার্ধ পরিমাপের সময় প্রধান ক্ষেলের পাঠ ছিল 2 mm এবং বৃত্তাকার ক্ষেল পাঠ 73।

ক. পরিমাপের একক কী?

১

খ. সময় পরিমাপের এনালগ ও ডিজিটাল যন্ত্রের মধ্যে কোনটির ব্যবহার সুবিধাজনক, কেন?

২

গ. যান্ত্রিক ত্রুটি নির্ণয় করে উক্ত সিলিডারের ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. সিলিডারের দৈর্ঘ্য 3 cm হলে সিলিডারটির আয়তন এস আই এককে নির্ণয় কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রয়োজনীয়তা)

২নং প্রয়োগের উত্তর

ক যেকোনো পরিমাপের জন্য চাই একটি আদর্শ পরিমাণ, যার সাথে তুলনা করে সকল ভৌত রাশির পরিমাপ করা হয়। পরিমাপের এ আদর্শ পরিমাণই হলো পরিমাপের একক।

খ এনালগ স্টপওয়াচের চেয়ে ডিজিটাল স্টপওয়াচ ব্যবহার করা সুবিধাজনক। কারণ এনালগ স্টপওয়াচের চেয়ে ডিজিটাল স্টপওয়াচ অনেক নিকৃত পাঠ দেয়। একটি এনালগ স্টপওয়াচ যেখানে $\pm 0.1 \text{ s}$ পর্যন্ত নিকৃত পাঠ দিতে পারে সেখানে একটি ডিজিটাল স্টপওয়াচ $\pm 0.01 \text{ s}$ পর্যন্ত সঠিকভাবে পাঠ দিতে পারে। ফলে ফলাফল নিকৃত হওয়ার হার অনেক বেড়ে যায়।

গ উদ্বৃত্তি হতে পাই, যন্ত্রের পিচ, $P = 1 \text{ mm}$

বৃত্তাকার ক্ষেলের ভাগসংখ্যা, $S = 100$

উপরে থাকা ভাগসংখ্যা, $N = 3$

যান্ত্রিক ত্রুটি, $e = ?$

প্রধান ক্ষেল পাঠ, $L = 2 \text{ mm}$

বৃত্তাকার ক্ষেলের ভাগসংখ্যা, $V = 73$

সিলিডারের ব্যাসার্ধ, $r = ?$

আমরা জানি,

$$\text{ত্রুটি গজের লঘিষ্ঠ গণন, } L.C = \frac{P}{S} = \frac{1 \text{ mm}}{100} = 0.01 \text{ mm}$$

$$\text{আবার, যান্ত্রিক ত্রুটি, } e = N \times L.C = 3 \times 0.01 \text{ mm}$$

$$\therefore e = 0.03 \text{ mm}$$

যেহেতু বৃত্তাকার ক্ষেলের শূন্য দাগ রৈখিক ক্ষেলের শূন্য দাগের উপরে রয়েছে সেহেতু যন্ত্রের যান্ত্রিক ত্রুটি খালাত্তক হবে।

$$\text{সুতরাং, যান্ত্রিক ত্রুটি, } e = -0.03 \text{ mm}$$

$$\text{আমরা জানি, ব্যাস, } d = L + C \times V.C - (\pm e)$$

$$\text{বা, } d = 2 \text{ mm} + (73 \times 0.01 \text{ mm}) - (-0.03 \text{ mm})$$

$$\text{বা, } 2r = 2 \text{ mm} + 0.73 + 0.03 \text{ mm}$$

$$\text{বা, } r = \frac{2.76 \text{ mm}}{2} = 1.38 \text{ mm}$$

সুতরাং সিলিডারের ব্যাসার্ধ 1.38 mm।

ঘ 'গ' হতে, সিলিডারের ব্যাসার্ধ, $r = 1.38 \text{ mm} = 0.138 \text{ cm}$

উদ্বৃত্তি হতে গাই, সিলিডারের দৈর্ঘ্য, $h = 3 \text{ cm}$

আমরা জানি, সিলিডারের আয়তন,

$$V = \pi r^2 h = 3.1416 \times (0.138 \text{ cm})^2 \times 3 \text{ cm}$$

$$\text{বা, } V = 0.179 \text{ cm}^3$$

$$\text{বা, } V = 1.79 \times 10^{-7} \text{ m}^3 \quad [\because 1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3]$$

$$\text{সুতরাং, S.I এককে সিলিডারটির আয়তন } 1.79 \times 10^{-7} \text{ m}^3।$$

ঙ প্রয়োগ $F = \frac{mv^2}{r}$ সূত্রের সাহায্যে কেন্দ্ৰমুখী বল নির্ণয় করতে $m = 3.5 \text{ kg} \pm 100 \text{ gm}$, $v = 200 \text{ m s}^{-1} \pm 1 \text{ m s}^{-1}$, $r = 12.5 \text{ m} \pm 50 \text{ cm}$ পাওয়া গেল। অন্য পরীক্ষায় বৃত্তটির আয়তন পাওয়া গেল $v = (100 \pm 3) \text{ m s}^{-1}$

ক. বীকার্য কী?

১

খ. অবিন্যস্ত ত্রুটি ব্যাখ্যা কর।

২

গ. ঘনত্বের আপেক্ষিক ত্রুটি নির্ণয় কর।

৩

ঘ. কেন্দ্ৰমুখী বলের শতকরা ত্রুটি পাপিতিকভাবে বিপ্লব কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রয়োজনীয়তা)

৩নং প্রয়োগের উত্তর

ক বীকার্য হলো একটি প্রস্তাৱনা যার প্রমাণের প্রয়োজন হয় না, নিজে থেকেই প্রতিষ্ঠিত অথবা সত্য বলে বীকার করার কোনো সুনির্দিষ্ট উদ্দেশ্য থাকে এবং এটি অন্য একটি প্রস্তাৱনা প্রমাণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

খ বিভিন্ন ধরনের জানা ও অজানা কারণে এলোমেলোভাবে যে ত্রুটি ঘটে তাই অবিন্যস্ত ত্রুটি। এই ত্রুটি কখনোই পুরোগুরি দূর করা যায় না। আবার এমন কিছু ত্রুটি দেখা যায় যার উপর পর্যবেক্ষকের কোনো নিয়ন্ত্রণ থাকে না। তাপমাত্রা, আপেক্ষিক আর্দ্রতা, ভূপ্ল থেকে উক্তভা ইত্যাদি নেসর্গিক কারণে পরীক্ষালভ পাঠ প্রকৃত পাঠ থেকে ভিন্ন হতে পারে। এরূপ ব্যতোক অবিন্যস্ত ত্রুটি নির্দিষ্ট সম্পর্কযুক্ত সমীকরণের সাথে যুক্ত করে চূড়ান্ত ফলাফল নির্ণয় করতে হয়। যেমন তাপমাত্রার সংশোধনযুক্ত শব্দের বেগের সমীকরণে, বিকিৰণ সংশোধনযুক্ত কঠিন ও তুল পদার্থের আপেক্ষিক তাপ বা সুষ্ঠুতাপ নির্ণয়ে এটি ব্যবহৃত হয়। প্রকৃত আপেক্ষিক গুরুত্ব পাওয়ার জন্য পরীক্ষালভ মানকে পরীক্ষাগারের বায়ুর তাপমাত্রায় পানির আপেক্ষিক গুরুত্ব দিয়ে গুণ করতে হয়।

ঘ দেওয়া আছে, ভর, $m = 3.5 \text{ kg} \pm 100 \text{ g}$

$$= 3.5 \text{ kg} \pm 0.1 \text{ kg}$$

আয়তন, $V = (100 \pm 3) \text{ m}^3$

$$\text{আমরা জানি, ঘনত্ব, } p = \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}} = \frac{m}{V}$$

$$\therefore \text{ঘনত্বের আপেক্ষিক ত্রুটি} = \frac{\delta m}{m} + \frac{\delta V}{V} = \frac{0.1}{3.5} + \frac{3}{100} = 0.05857.$$

ঙ দেওয়া আছে, ভর, $m = 3.5 \text{ kg} \pm 0.1 \text{ kg}$

$$\text{বেগ, } v = 200 \text{ m s}^{-1} \pm 1 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{ব্যাসার্ধ, } r = 12.5 \text{ m} \pm 0.5 \text{ m}$$

$$\therefore \text{কেন্দ্ৰমুখী বলের শতকরা ত্রুটি} = \left(\frac{\delta m}{m} + \frac{2\delta V}{V} + \frac{\delta r}{r} \right) \times 100\% \\ = \left(\frac{0.1}{3.5} + 2 \times \frac{1}{200} + \frac{0.5}{12.5} \right) \times 100\% \\ = 7.85\%.$$

একটি ক্লু গজের মধ্যবর্তী ফাঁক যখন শূন্য তখন বৃত্তাকার ক্ষেলের শূন্য দাগ শূন্য অপেক্ষা 7 ঘর নিচে নেমে গেছে। বৃত্তাকার ক্ষেলে 100টি ঘর আছে এবং রৈখিক ক্ষেলের ক্ষুদ্রতম ঘরের মান 1 mm।

ক. মৌলিক রাশি কাকে বলে? ১

খ. S.I একক বলতে কী বুঝ? ২

গ. যান্ত্রিক তুটি নির্ণয় করে তা ধনাঘাতক না ঘণাঘাতক নির্ধারণ কর। ৩

ঘ. যদে পরিলক্ষিত তুটি ঘটার কারণ ও প্রতিকার বিশ্লেষণ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রথ ৪]

৩৮ প্রশ্নের উত্তর

ক) যেসব তোত রাশি স্থানীয় বা নিরপেক্ষ, অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি যাদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

খ) S.I (এস.আই) এককের পুরো নাম International System of Units. বাংলায় বলা হয় এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতি। এ International System বা আন্তর্জাতিক পদ্ধতিকে সংক্ষেপে বোঝাতে S.I (এস.আই) ব্যবহার করা হয়।

দেশিন কাজকর্ম ও ব্যবসায়-বাণিজ্যের কারণে প্রাচীনকাল থেকেই মাপজোখের প্রচলন ছিল। এ মাপজোখের জন্য বিভিন্ন এলাকায় বহু একক প্রচলন ছিল। বৈজ্ঞানিক তথ্যের আদান-প্রদান ও ব্যবসায়-বাণিজ্যের প্রসারের জন্য সারা বিশ্বে মাপজোখের একই রকম আদর্শের প্রয়োজন হয়ে পড়ে। এ তাগিদে ১৯৬০ সাল থেকে দুনিয়াজোড়া বিভিন্ন রাশির একই রকম একক চালু করার সিদ্ধান্ত গৃহীত হয়। বিশ্বজোড়া চালু হওয়া এককের এ পদ্ধতিকে বলা হয় এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতি বা সংক্ষেপে এসআই (S.I) একক।

গ) উদ্বীপক হতে পাই, পিচ, $P = 1 \text{ mm}$

বৃত্তাকার ক্ষেলের ভাগ সংখ্যা, $S = 100$

নিচে থাকা ভাগ সংখ্যা, $N = 7$

যান্ত্রিক তুটি, $e = ?$

$$\text{আমরা জানি, ক্লু গজের লম্বিট গণন, } L.C = \frac{P}{S} = \frac{1 \text{ mm}}{100}$$

$$\therefore L.C = 0.01 \text{ mm}$$

$$\text{আবার, যান্ত্রিক তুটি, } e = N \times L.C = 7 \times 0.01 \text{ mm} = 0.07 \text{ mm}$$

$$\text{সূতরাং যন্ত্রটির যান্ত্রিক তুটি } 0.07 \text{ mm}$$

যেহেতু বৃত্তাকার ক্ষেলের শূন্যদাগ নিচে আছে সেহেতু যান্ত্রিক তুটি ধনাঘাতক।

সূতরাং, যান্ত্রিক তুটি, $e = + 0.07 \text{ mm}$

ঘ) যদে পরিলক্ষিত তুটি হচ্ছে যান্ত্রিক তুটি। এ তুটি ঘটার কারণ ও প্রতিকার নিচে বিশ্লেষণ করা হলো—

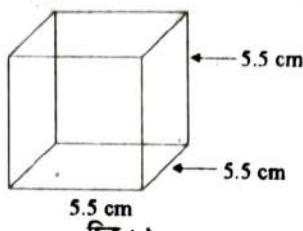
নিম্নমানের ক্লু গজ যদে দাগাঘননে তুটি থাকার সম্ভাবনা বেশি, এটি একটি শারীরিক তুটি। এছাড়া যে সকল তুটি দেখা যায় সেগুলো হলো—

১. শূন্য দাগ ক্লু গজ : ক্লু গজ তৈরি করার সময় বা দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে শূন্য দাগ তুটির উভ ঘটে। এ তুটি ধনাঘাতক বা ঘণাঘাতক হতে পারে। এ তুটির পরিমাপ নির্ণয় করে আপাত পাঠ থেকে তা সর্বদা বিয়োগ করে প্রকৃত পাঠ নির্ণয় করতে হয়। এক্ষেত্রে যান্ত্রিক তুটি ধনাঘাতক হলে বিয়োগ এবং ঘণাঘাতক হলে যোগ করতে হবে।

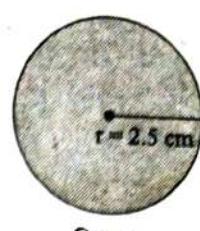
২. পিছত তুটি : দীর্ঘদিন ব্যবহার বা অপব্যবহারের ফলে ক্লু গজের নাটের প্যাচ বা ক্লু ক্য হয়ে আলগা হয়ে যায়। ফলে ক্লু উভয় দিকে একই পরিমাপ কূর্ণনের ফলে একই পরিমাপ দূরত অভিক্ষম করে না। এ ধরনের তুটিকে পিছত তুটি বলা হয়। পাঠ নেওয়ার সময় ক্লুকে একই দিকে চুরিয়ে একটি অপেক্ষা করে পাঠ নিয়ে এ তুটি পরিহার করা যায়।

৩. লেজেল তুটি : ক্লু গজ যন্ত্রকে ব্যবহারের পূর্বে অনুভূমিক বা করে না নিলে এটি সঠিক পাঠ দেয় না। সঠিক পাঠ পেতে হলে ক্লু বা স্পিনিট লেজেলের সাহায্যে যন্ত্রগুলো লেজেল করে নিতে হবে।

১৫ নিচের চিত্র দুটি লক্ষ কর :



চিত্র : ১



চিত্র : ২

ক. ভার্নিয়ার ক্ষেল কী?

খ. একই সূত্র দ্বারা বৃত্ত দুটির আয়তন পরিমাপ করতে না পারার কারণ কী? ২

গ. চিত্র-২ কে চিত্র-১ এর ভেতর প্রবেশ করানো হলে চিত্র-১ এর ভেতরের ফাঁপা অংশের আয়তন কত হবে? ৩

ঘ. উভয় চিত্রে দেখানো পরিমাপ ঘিটার ক্ষেলের সাহায্যে নির্ণয় করা যাবে কি-না তোমার উত্তরের সমক্ষে যুক্তি দেখো। ৪

[অনুশীলনীর প্রথ ৫]

৩৯ প্রশ্নের উত্তর

ক) মূল বা প্রধান ক্ষেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের ভগ্নাংশের নির্ভুল পরিমাপের জন্য প্রধান ক্ষেলের পাশে আর একটি সচল ক্ষেল ব্যবহার করা হয়। এটিই ভার্নিয়ার ক্ষেল।

খ) উপরের চিত্রে যথাক্রমে ঘনবস্তু ও নিরেট বলকে দেখানো হয়েছে। ঘনবস্তুটির দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা সমান দেখানো আছে। অর্থাৎ এটি একটি ঘনক। আর ঘনকের আয়তনের সূত্র হলো (বাহু)³ ঘন একক। অপরদিকে, নিরেট বল হচ্ছে একটি গোলক। আর গোলকের আয়তন নির্ণয়ে এর ব্যাসার্ধের ঘন কে $\frac{4}{3} \pi$ দিয়ে গুণ করতে হয়। সূতরাং দেখা যাচ্ছে একই সূত্র দ্বারা দুটি বস্তুর আয়তন পরিমাপ করা যাবে না।

গ) উদ্বীপকে উল্লিখিত, চিত্র-১ একটি ঘনবস্তু এবং চিত্র-২ একটি নিরেট বল।

উদ্বীপক হতে পাই, ঘনবস্তুটির প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য = 5.5 cm

\therefore ঘনবস্তুটির আয়তন = (বাহু)³ ঘন একক

$$= (5.5)^3 \text{ cm}^3 = 166.375 \text{ cm}^3$$

আবার, নিরেট বলটির ব্যাসার্ধ, $r = 2.5 \text{ cm}$

\therefore বলটির আয়তন = $\frac{4}{3} \pi r^3$ ঘন একক

$$= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (2.5)^3 \text{ cm}^3 = 65.45 \text{ cm}^3$$

\therefore ঘন বস্তুটির প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্যের আয়তন

= ঘন বস্তুটির আয়তন – বলের আয়তন

$$= (166.375 - 65.45) \text{ cm}^3 = 100.925 \text{ cm}^3$$

অতএব, ফাঁপা অংশের আয়তন 100.925 cm³।

ঘ) ঘিটার ক্ষেলের সাহায্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য ও দূরত পরিমাপ করা হয়। তবে এর দ্বারা সব দূরত পরিমাপ করা যায় না। উপরের ঘন বস্তুটির প্রত্যেক বাহুর দৈর্ঘ্য এর দ্বারা পরিমাপ করা গেলেও বলটির কেন্দ্র থেকে পরিষিদ্ধির দূরত এর দ্বারা পরিমাপ সম্ভব নয়।

ঘিটার ক্ষেল দ্বারা সুধম বস্তুর দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায়। সুধম বস্তু বলতে দণ্ডাকার বা সমতল লম্বা প্রকৃতির বস্তুকে বুঝায়।

অর্থাৎ, এমন সব বস্তু যাদের দুই পাতে ঘিটার ক্ষেলটি স্থাপন করা যায়। ঘন বস্তুটির ক্ষেত্রে, এর দৈর্ঘ্যে পরিমাপের সময় বাহুর দুই পাতে ঘিটার ক্ষেলটি স্থাপন করা হয় এবং ঘিটার ক্ষেল থেকে সরাসরি দৈর্ঘ্যকে পরিমাপ করা যায়। কিন্তু নিরেট বলটির ক্ষেত্রে, বলটির দুই পাতে একই সাথে ঘিটার ক্ষেলটি স্থাপন করা যায় না। ফলে এর দুই পাতের পাঠ পাওয়া সম্ভব হয় না যা থেকে এর ব্যাসার্ধের পরিমাপটি বের করা

যেত। কিন্তু ইলাইড ক্যালিপার্স নামক যন্ত্ৰ ব্যবহাৰ কৰে এ বলেৱ দুই প্ৰাণৰে পাঠ বেৱ কৰা যায়। ফলে ইলাইড ক্যালিপার্সৰ মাধ্যমে এ ধৰনৰে নিৱেষট বল বা সিলিন্ডাৰেৰ ব্যাসাৰ্ধ পৰিমাপ কৰা হয়। উপৰেৱ আলোচনা থেকে দেখা যাচ্ছে, ঘনবস্তু পৰিমাপ কৰা গেলেও নিৱেষট বলেৱ উপৰ্যুক্ত পৰিমাপ মিটাৰ ক্ষেত্ৰেৰ সাহায্যে নিৰ্ণয় কৰা যাবে না।

বিষয় ৬ | শিহাৰেৰ পৰীক্ষাগাৰে অভিকৰ্ষজ তুৱণেৰ মান নিৰ্ণয় কৰল 9.81 m s^{-2} । কিন্তু সে যখন 100 g ভৱেৱ একটি বাটখাৰাকে স্প্ৰিং নিষ্কেতে ঝুলিয়ে দিল তখন এটি 0.9783 N ওজন প্ৰদৰ্শন কৰল।

- ক. পদাৰ্থবিজ্ঞান কাকে বলে? ১
 খ. S.I পদ্ধতিতে মৌলিক রাশিগুলোৰ নাম ও একক লেখ? ২
 গ. শিহাৰেৰ নিৰ্ণযুক্ত অভিকৰ্ষজ তুৱণে শতকৰা ত্ৰুটি নিৰ্ণয় কৰ। ৩
 ঘ. ভৱতৰ মান প্ৰদৰ্শনে শিহাৰেৰ কৰণীয়তা আলোচনা কৰ। ৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৬]

৬নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক) বিজ্ঞানেৰ যে শাখায় পদাৰ্থ ও শক্তি এবং এদেৱ যিথক্তিয়া সম্পর্কে আলোচনা কৰা হয় তাকে পদাৰ্থবিজ্ঞান বলে।

খ) এস. আই. (S.I) বা আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিতে মৌলিক রাশিগুলোৰ নাম ও একক নিচে ছকে দেওয়া হলো—

মৌলিক রাশি	একক
১. দৈৰ্ঘ্য	মিটাৰ
২. ভৱ	কিলোগ্ৰাম
৩. সময়	সেকেণ্ড
৪. তাপমাত্ৰা	কেলভিন
৫. তড়িৎ প্ৰবাহ	অ্যাম্পিয়াৰ
৬. দীপন ক্ষমতা	ক্যাডেলা
৭. পদাৰ্থেৰ পৰিমাণ	মোল

গ) উদ্ধীপকে প্ৰদৰ্শন,

শিহাৰেৰ পৰিমাপ্য অভিকৰ্ষজ তুৱণেৰ মান = 9.81 m s^{-2}

বাটখাৰার ভৱ, $m = 100 \text{ g} = 0.1 \text{ kg}$

বাটখাৰার ওজন, $W = 0.9783 \text{ N}$

আমৰা জানি, বস্তুৰ ওজন, $W = mg$

$$\text{বা, } g = \frac{W}{m} = \frac{0.9783 \text{ N}}{0.1 \text{ kg}} = 9.783 \text{ m s}^{-2}$$

সূতৰাং, অভিকৰ্ষজ তুৱণেৰ প্ৰকৃত মান = 9.783 m s^{-2}

আবাৰ, এখানে, অভিকৰ্ষজ তুৱণেৰ প্ৰকৃত মান, $x = 9.783 \text{ m s}^{-2}$

শিহাৰেৰ পৰিমাপ্য মান, $y = 9.81 \text{ m s}^{-2}$

ঢ. আমিৰ হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ঢ. মো. নজুলুল ইসলাম স্যারেৰ বইয়েৰ অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

বিষয় ৭ | মনন একটি তামাৰ গোলককে সুতায় বেঁধে মাপ চোঙেৰ তৱলে স্থাপন কৰে 80 mL পাঠ প্ৰহণ কৰল। সেখান থেকে গোলকটিকে উঠানোৰ পৰ পাঠ 60 mL পাওয়া গেল। আবাৰ সে কৌতুহলবশত তামাৰ গোলককে পৰিৱৰ্তে সমভৱেৰ সীসাৰ গোলক ব্যবহাৰ কৰল। এক্ষেত্ৰে পূৰ্ববতী পাঠ পৰিৱৰ্তন হয়ে গেল। এ বিষয়টি সে তার পদাৰ্থবিজ্ঞান শিক্ষককে অবহিত কৰল এবং শিক্ষক বিষয়টি মননকে সুন্দৰভাৱে বৈজ্ঞানিক ভিত্তিতে ব্যাখ্যা কৰলেন।

- ক. পৰিমাপ কী? ১
 খ. ইলাইড ক্যালিপার্সে ভাৰ্নিয়াৰ ক্ষেত্ৰ ব্যবহাৰ কৰা হয় কেন? ২
 গ. উদ্ধীপকে উল্লেখিত তামাৰ গোলককেৰ ভৱ নিৰ্ণয় কৰ। ৩
 ঘ. একই ভৱেৱ তামাৰ গোলককেৰ পৰিৱৰ্তন সীসাৰ গোলক ব্যবহাৰ কৰায় মাপ চোঙেৰ পূৰ্ববতী পাঠ পৰিৱৰ্তন হলো কেন তা গালিতিক মুক্তিৰ মাধ্যমে প্ৰকাশ কৰ। ৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৭]

আমৰা জানি,

$$\begin{aligned} \text{ত্ৰুটিৰ শতকৰা হাৰ} &= \frac{x - y}{x} \times 100\% \\ &= \frac{9.783 \text{ m s}^{-2} - 9.81 \text{ m s}^{-2}}{9.783 \text{ m s}^{-2}} \times 100\% \\ &= \frac{-0.027 \text{ m s}^{-2}}{9.783 \text{ m s}^{-2}} \times 100\% \\ &= -0.276\% \end{aligned}$$

সূতৰাং শিহাৰেৰ নিৰ্ণযুক্ত অভিকৰ্ষজ তুৱণে শতকৰা ত্ৰুটিৰ হাৰ = -0.276% ।

বিষয় ৮ | শিহাৰেৰ পৰীক্ষাগাৰে অভিকৰ্ষজ তুৱণেৰ মান নিৰ্ণয় কৰল 9.81 m s^{-2} । কিন্তু সে যখন 100 g ভৱেৱ একটি বাটখাৰাকে স্প্ৰিং নিষ্কেতে ঝুলিয়ে দিল তখন এটি 0.9783 N ওজন প্ৰদৰ্শন কৰল।

- ক. পদাৰ্থবিজ্ঞান কাকে বলে? ১
 খ. S.I পদ্ধতিতে মৌলিক রাশিগুলোৰ নাম ও একক লেখ? ২
 গ. শিহাৰেৰ নিৰ্ণযুক্ত অভিকৰ্ষজ তুৱণে শতকৰা ত্ৰুটি নিৰ্ণয় কৰ। ৩
 ঘ. ভৱতৰ মান প্ৰদৰ্শনে শিহাৰেৰ কৰণীয়তা আলোচনা কৰ। ৪

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ৮]

যান্ত্ৰিক ত্ৰুটি : পৰীক্ষাগাৰে দীৰ্ঘদিন ব্যবহাৰেৰ ফলে যন্ত্ৰপাতিতে অল্পবিস্তৰ ত্ৰুটি তৈৰি হওয়া অসম্ভব কিন্তু না। এ কাৰণে প্ৰথমেই কাজ হবে যে যন্ত্ৰ ব্যবহাৰ কৰা হবে তাৰ ত্ৰুটি নিৰ্ণয় কৰে নেওয়া। অতঃপৰ আপাত পাঠ থেকে উন্ত ত্ৰুটি বাদ দিয়ে প্ৰকৃত পাঠ পাওয়া যায়।

প্ৰকৃত পাঠ = আপাত পাঠ - ($\pm e$)

এখানে, ($\pm e$) দেওয়াৰ কাৰণ, যান্ত্ৰিক ত্ৰুটিৰ কাৰণে কথনও আপাত পাঠ প্ৰকৃত পাঠেৰ চেয়ে বেশি হয়, সেক্ষেত্ৰে এ ত্ৰুটি বিৱোগ কৰতে হয়, একে বলে ধনাত্মক ত্ৰুটি (+e)। আবাৰ কথনও কথনও যান্ত্ৰিক ত্ৰুটিৰ কাৰণে আপাত পাঠ প্ৰকৃত পাঠেৰ চেয়ে ছেট হয়, তখন একে আপাত পাঠেৰ চেয়ে যোগ কৰতে হয়। একে বলে ঋণাত্মক ত্ৰুটি (-e)।

গড়মান নিৰ্ণয় : পৰ্যবেক্ষণমূলক ত্ৰুটি দূৰ কৰাৰ জন্য এ কাজটি কৰা হয়। যে রাশিৰ মান নিৰ্ণয় কৰতে হবে তা একবাৰ নিৰ্ণয় না কৰে সাধাৰণত তিনবাৰ পাঠ নেওয়া হয়। অতঃপৰ সেই তিনটি পাঠেৰ গড় মানকে চূড়ান্ত ফলাফল হিসেবে বিবেচনা কৰা হয়।

পৰীক্ষাগাৰেৰ যন্ত্ৰপাতিৰ রক্ষণাবেক্ষণ : দীৰ্ঘদিনেৰ অহংক ও অ্যাবহাৰে যন্ত্ৰপাতিৰ কাৰ্যকৰিতা হ্ৰাস পেতে পারে। তাই পৰীক্ষাগাৰেৰ সূচাৰু ও সুদৃঢ় রক্ষণাবেক্ষণ আবশ্যক।

উপৰেৱ কাজগুলো সূচাৰুৰূপে সম্পন্ন কৰলে শিহাৰেৰ মানেৰ ভিন্নতাৰ ব্যবধান দূৰ কৰে শুন্ধতৰ মান নিৰ্ণয় কৰতে পাৰবে।

৭নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক) কোনো কিছুৰ পৰিমাপ নিৰ্ণয় কৰাই হলো পৰিমাপ। অৰ্থাৎ আমাদেৱ দৈনন্দিন জীবনেৰ মাপজোখেৰ বিষয়টি হলো পৰিমাপ।

খ) বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য বা ব্যাস নিৰ্ণয়ে বস্তুৰ দুই প্ৰাণেৰ পাঠেৰ পার্থক্য নেওয়া হয়। পাঠেৰ এ পাৰ্থক্যই বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য বা ব্যাস প্ৰকাশ কৰে। ইলাইড ক্যালিপার্সেৰ প্ৰধান ক্ষেত্ৰই এ পৰিমাপ প্ৰকাশ কৰতে পাৰতো। তবে অধিকতৰ সূচক্ষ্য ও সঠিক পৰিমাপ এভাৱে পাওয়া যেত না। তাই ইলাইড ক্যালিপার্সেৰ ভাৰ্নিয়াৰ ক্ষেত্ৰ ব্যবহাৰ কৰা হয় যাৰ মাধ্যমে বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য বা ব্যাস অতি সূচক্ষ্য ও সঠিকভাৱে পৰিমাপ সন্দৰ্ব।

গ) উদ্ধীপক হতে পাই,

তামাৰ গোলকসহ তৱলেৰ আয়তন, $V_1 = 80 \text{ mL}$

তামাৰ গোলকবাদে তৱলেৰ আয়তন, $V_2 = 60 \text{ mL}$

তামার ঘনত্ব, $\rho = 8920 \text{ kg m}^{-3}$

তামার গোলকের ভর, $m = ?$

$$\begin{aligned} \text{তামার গোলকের আয়তন}, V &= V_1 - V_2 \\ &= 80 \text{ mL} - 60 \text{ mL} = 20 \text{ mL} \end{aligned}$$

$$\therefore V = 20 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{আমরা জানি}, \rho = \frac{m}{V}$$

$$\text{বা, } m = \rho V = 8920 \text{ kg m}^{-3} \times 20 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{বা, } m = 178.4 \times 10^{-3} \text{ kg} = 178.4 \text{ g}$$

সুতরাং তামার গোলকের ভর 178.4 g।

৩ 'g' হতে পাই, তামার গোলকের ভর 178.4 g

যেহেতু তামার গোলকের পরিবর্তে একই ভরের সীসার গোলক ব্যবহার করা হয়েছে, সেহেতু সীসার গোলকের ভর $m' = 178.4 \text{ g}$ হবে।

আমরা জানি, কোনো বস্তুর আয়তন তার ভর এবং ঘনত্বের উপর নির্ভর করে।

$$\therefore \text{সীসার গোলকের আয়তন}, V' = \frac{m'}{\rho'}$$

$$\text{আমরা জানি, সীসার ঘনত্ব} = 11300 \text{ kg m}^{-3}$$

$$\therefore V' = \frac{178.4 \text{ g}}{11300 \text{ kg m}^{-3}}$$

$$= \frac{178.4 \times 10^{-3} \text{ kg}}{11300 \text{ kg m}^{-3}}$$

$$= 15.79 \times 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\therefore V^2 = 15.79 \text{ mL}$$

সুতরাং সীসার গোলকের আয়তন 15.79 mL।

অতএব, সীসাসহ গোলক তরলের আয়তন ($60 \text{ mL} + 15.79 \text{ mL}$)
 $= 75.79 \text{ m}^2$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায় তামার এবং সীসার গোলকের ভর সমান হওয়া সত্ত্বেও তাদের ঘনত্বের ভিন্নতার কারণে সীসার গোলক তামার গোলক অপেক্ষা কম আয়তন দখল করে। সীসার গোলকের এই কম আয়তন দখলের কারণেই মাপচোঙের পূর্ববর্তী পাঠ পরিবর্তন হলো।

৪ পদাৰ্থবিজ্ঞান ব্যবহারিক ক্লাসে শিক্ষক তোমাকে একটি ধাতব গোলকের খণ্ডাল দিলেন এবং স্কেরোমিটার ব্যবহার করে এর বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করতে বললেন। তুমি যে স্কেরোমিটার ব্যবহার করলে তার দুটি পায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব 8 cm। দোলন পদ্ধতিতে ভর নির্ণয়ের সময় তান পাছায় 100 g রেখে স্থির বিন্দুর অবস্থানের পার্থক্য 30 পেসে।

৫ ক. ভার্নিয়ার ধূবক কী?

১

খ. মৌলিক রাশি এবং লব্ধ রাশির পার্থক্য লিখ।

২

গ. স্কেরোমিটারের পা তিনটির সমতল থেকে বক্রতলের উচ্চতা 1.1 cm হলে গোলকের খণ্ডালের বক্রতার ব্যাসার্ধ কত?

৩

ঘ. অতিরিক্ত 10 g ভরের জন্য সূচক কাঁটার স্থিতিবিন্দুর পরিবর্তন 4 হলে বস্তুর প্রকৃত ভর নির্ণয় কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ২)

৮নং প্রশ্নের উত্তর

১ প্রধান ক্ষেত্রে ক্রুদ্ধতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার ক্ষেত্রের এক ভাগ কতটুকু ছোট তার পরিমাণকে বলা হয় ভার্নিয়ার ধূবক। একে V.C হারা প্রকাশ করা হয়।

২ মৌলিক রাশি ও লব্ধ রাশির মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো:

মৌলিক রাশি	লব্ধ রাশি
১. যেসব রাশি অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না কিন্তু অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।	১. যেসব রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভর করে বা মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় তাকে লব্ধ রাশি বলে।
২. মৌলিক রাশি স্বাধীন বা নিরপেক্ষ।	২. লব্ধ রাশি স্বাধীন নয়।
৩. মৌলিক রাশি সাতটি।	৩. লব্ধ রাশি অসংখ্য।

৩ ধরি, গোলক খণ্ডালটির বক্রতার ব্যাসার্ধ R

স্কেরোমিটারের দুটি পায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, d = 8 cm

বক্রতলের উচ্চতা, h = 1.1 cm

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} R &= \frac{d^2 + h}{6h} = \frac{(8 \text{ cm})^2}{6 \times 1.1 \text{ cm}} + \frac{1.1 \text{ cm}}{2} \\ &= \frac{64 \text{ cm}^2}{6.6 \text{ cm}} + 5.5 \text{ cm} \\ &= 9.7 \text{ cm} + 5.5 \text{ cm} \\ \therefore R &= 15.2 \text{ cm} \end{aligned}$$

সুতরাং গোলক খণ্ডালটির বক্রতার ব্যাসার্ধ 15.2 cm।

৪ উচ্চীপকের প্রশান্নযায়ী,

10 g ভরের জন্য সূচক কাঁটার স্থিতিবিন্দুর পরিবর্তন হলো 8 ভাগ অর্থাৎ সূচক কাঁটার 8 ভাগ পরিবর্তনের জন্য ভরের পরিবর্তন 10 g তাহলে, সূচক কাঁটার 1 ভাগ পরিবর্তনের জন্য ভরের পরিবর্তন $\frac{10}{8} g$

সুতরাং, সূচক কাঁটার 30 ভাগ পরিবর্তনের জন্য

$$\text{ভরের পরিবর্তন} = \frac{10 \times 30}{8} g = 37.5 g$$

\therefore বস্তুটির প্রকৃত ভর = $200 g + 37.5 g = 237.5 g$

সুতরাং বস্তুটির প্রকৃত ভর 237.5 g।

প্রশ্ন ১ | গবেষণাগারে পরীক্ষার কাজে ব্যবহারের জন্য শিক্ষক অনিককে বিভিন্ন প্রস্থচ্ছেদের কয়েকটি তার দিলেন যান সঠিক আছে কিনা যাচাই করার জন্য। অনিক ক্রুগজ দিয়ে তারগুলোর প্রস্থচ্ছেদ মেপে দেখল যে তারের গায়ে লেখা মানের সঙ্গে প্রাণ্ড মান মিলে না। সে শিক্ষককে এই তারতম্যের বিষয়টি জানালে তিনি দেখেন যে অনিক ক্রুগজ ব্যবহারের সঠিক পদ্ধতি ব্যবহার না করায় এই তারতম্য পাওয়া গেছে। পিছট তুটি পরিহার করে পুনরায় মেপে অনিক দেখল যে তারের গায়ে স্থিতি মান ও প্রাণ্ড মান একই।

ক. পিছট তুটি কী?

১

খ. পরিমাপের তুটিগুলো কী কী?

২

গ. পিছন তুটি পরিহারের জন্য শিক্ষক অনিককে কী নিয়ম শিখিয়ে দিলেন?

৩

ঘ. ক্রুগজের সাহায্যে দুটি তারের প্রস্থচ্ছেদ নির্ণয়ের জন্য তুমি কী পদ্ধতি ব্যবহার করবে বর্ণনা কর।

৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩)

৯নং প্রশ্নের উত্তর

১ ক. ক্রু গজ যন্ত্র ক্রুমাগত ব্যবহারের ফলে ক্রু ক্ষয় হয়ে আলগা হয়ে পড়ে এবং ক্রুকে উভয়দিকে একই পরিমাণ ঘূরালে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে না, তাই পিছট তুটি।

২ পরিমাপের তুটিগুলো হলো—

- ঘ. যান্ত্রিক তুটি, ২. পর্যবেক্ষণমূলক তুটি, ৩. এলোমেলো তুটি ও ৪. পুনরাবৃত্তিক তুটি।



যান্ত্রিক তুটি আবার তিনি প্রকার। যথা-

- শূন্য তুটি
- পিছট তুটি ও
- লেভেল তুটি

আবার, পর্যবেক্ষণমূলক তুটি চার প্রকার। যথা-

- ব্যক্তিগত তুটি,
 - গ্রাহক দাগ তুটি,
 - লঘুন তুটি ও
 - সূচক তুটি
- যেসব যন্ত্র ঝুঁ-নাট নীতির উপর ভিত্তি করে তৈরি সেসব যন্ত্রে অপব্যবহারের ফলে এ ধরনের তুটি দেখা যায়। দীর্ঘদিন ব্যবহার বা অপব্যবহারের ফলে নাটের পাঁচ বা ঝুঁ ক্ষয় হয়ে আলগা হয়ে যায়। ফলে ঝুঁ উভয় দিকে একই পরিমাণ ঘূর্ণনের ফলে একই পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করে না। এ ধরনের তুটিকে পিছট তুটি বলা হয়। পাঠ নেওয়ার সময় ঝুঁকে একই দিকে ঘুরিয়ে একটু অপেক্ষা করে পাঠ নিয়ে এ তুটি পরিহার করা যায়।

১) পিছট তুটি পরিহার করার জন্য প্রধান বিজ্ঞানী রফিক সাহেবকে যে নিয়ম শিখিয়ে দিলেন তা নিচে বর্ণনা করা হলো-

পিছট তুটি : যেসব যন্ত্র ঝুঁ-নাট নীতির উপর ভিত্তি করে তৈরি সেসব যন্ত্রে অপব্যবহারের ফলে এ ধরনের তুটি দেখা যায়। দীর্ঘদিন ব্যবহার বা অপব্যবহারের ফলে নাটের পাঁচ বা ঝুঁ ক্ষয় হয়ে আলগা হয়ে যায়। ফলে ঝুঁ উভয় দিকে একই পরিমাণ ঘূর্ণনের ফলে একই পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করে না। এ ধরনের তুটিকে পিছট তুটি বলা হয়। পাঠ নেওয়ার সময় ঝুঁকে একই দিকে ঘুরিয়ে একটু অপেক্ষা করে পাঠ নিয়ে এ তুটি পরিহার করা যায়।

২) ঝুঁগজের সাহায্যে আমি দুটি তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের অনুপাত যেতাবে বের করব তা নিচে ব্যাখ্যা করা হলো-

ঝুঁগজের সাহায্যে তার দুটির ব্যাস নির্ণয় করে এদের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করা যায়।

ঝুঁগজের সাহায্যে পরিমাপকৃত তারের ব্যাস, $d = d' - (\pm e)$

আমরা জানি; তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল,

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

ধরি, ঝুঁ গজের সাহায্যে নির্ণীত ১ম তারের ব্যাস d_1

এবং ২য় তারের ব্যাস d_2

$$\therefore 1\text{ম তারের ক্ষেত্রফল}, A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \quad \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{এবং } 2\text{য় তারের ক্ষেত্রফল}, A_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} \quad \dots \dots \dots (2)$$

(1) \div (2) নং হতে পাই,

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{\frac{\pi d_1^2}{4}}{\frac{\pi d_2^2}{4}} = \frac{d_1^2}{d_2^2}$$

$$\therefore A_1 : A_2 = d_1^2 : d_2^2$$

অতএব উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে বলা যায় দুটি তারের ব্যাসের অনুপাতের বর্গ করলেই প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের অনুপাত পাওয়া যায়।

উদাহরণ: 1 mm পীচবিশিষ্ট একটি স্কেরোমিটারের বৃত্তাকার ক্ষেত্রে ভাগ সংখ্যা 100। মাঝুক স্কেরোমিটারটির সাহায্যে একটি অবতল লেন্সের উচ্চতা পরিমাপ করে গড় উচ্চতা পেল 5.32 cm এবং একটি সমতল কাচ প্লেটের উচ্চতা পেল 0.25 cm। স্কেরোমিটারটির তিনি পায়ের মধ্যর্তী দূরত্ব যথাক্রমে 6.3 cm, 6.4 cm ও 6.2 cm।

ক. লঘুন তুটি কী?

১

খ. সমীকরণের নির্ভুলতা কীভাবে যাচাই করা হয়?

২

গ. উদীপকের অবতল লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. মাঝুক স্কেরোমিটার হারা বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কী কী

৪

সতর্কতা অবলম্বন করেছিল-আলোচনা কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রথ ৪]

১০.৯ প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো রৈখিক বা বৃত্তাকার ক্ষেত্রের পাঠ নেওয়ার সময় দৃষ্টি রেখা ক্ষেত্রে তলের সাথে লম্বভাবে প্রক্ষেপণ করতে হয়। অন্যথায় দৃষ্টির দিক পরিবর্তনের সাথে সাথে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের আগাত পরিবর্তন ঘটে এবং পাঠ নিতে ভুল হয়। একে লঘুন তুটি বলা হয়।

খ. সমীকরণের নির্ভুলতা মাত্রা সমীকরণ বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই করা যায়। সমমাত্রিক নীতি অনুসারে কোনো সমীকরণের বামপক্ষের মাত্রা ডানপক্ষের মাত্রার সমান হবে। অতএব, কোনো সমীকরণের উভয় পক্ষের মাত্রা বের করে তা সমান কি-না যাচাই করে সমীকরণের নির্ভুলতা যাচাই করা যায়।

গ. উদীপক অনুসারে, স্কেরোমিটারের তিনি পায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d_1 = 6.3 \text{ cm}$, $d_2 = 6.4 \text{ cm}$

এবং $d_3 = 6.2 \text{ cm}$.

লেন্সের গড় উচ্চতার পাঠ, $H = 5.32 \text{ cm}$.

স্কেরোমিটারটিতে তুটি, $e = 0.25 \text{ cm}$

\therefore লেন্সের বক্রতলের উচ্চতা, $h = H - e$

$$= (5.32 - 0.25) \text{ cm}$$

$$= 5.07 \text{ cm}.$$

স্কেরোমিটারের তিনি পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব,

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3}$$

$$= \frac{6.3 + 6.4 + 6.2}{3} \text{ cm}$$

$$= 6.3 \text{ cm}$$

\therefore লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R = \left(\frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}\right)$ একক

$$= \left(\frac{6.3^2}{6 \times 5.07} + \frac{5.07}{2}\right) \text{ cm}$$

$$= 3.84 \text{ cm}$$

অতএব, উদীপকের অবতল লেন্সটির বক্রতার ব্যাসার্ধ 3.84 cm .

ঘ. মাঝুকের অবলম্বনকৃত সতর্কতাসমূহ নিচে আলোচনা করা হলো-

- যদে যান্ত্রিক তুটি আছে কি-না তা পরীক্ষা করেছে।
- ঝুঁর শীর্ষ একই দিকে ঘুরিয়ে পিছট তুটি পরিহার করা হয়েছে।
- পাঠ নেওয়ার সময় লঘুন তুটি যাতে না হয় সেদিকে লক রাখা হয়েছে।
- রৈখিক ক্ষেত্রে ক্ষুদ্রতম ঘরের মান, যদের পিচ এবং লিষ্ট গণন সতর্কতার সাথে নির্ণয় করা হয়েছে।
- রৈখিক ক্ষেত্রে পাঠ ও বৃত্তাকার ক্ষেত্রের পাঠ সতর্কতার সাথে নির্ণয় করা হয়েছে।
- যদের দুটি ঝুঁর প্রাতিবিন্দু ও তিনি পা বক্রতলে এবং কাচগাতের তল আলতোভাবে স্পর্শ করেছে কি-না তা সতর্কতার সাথে লক করা হয়েছে।
- যদের দুটি পায়ের দূরত্ব দ্বারা কাঁটা কম্পাস ও ক্ষেত্রের সাহায্যে সূচ্যভাবে যাপা হয়েছে।

ব্যবহারিক ক্লাসে শামীমাকে একটি তারের বেধ পরিমাপের জন্য একজন শিক্ষক একটি ইলাইড ক্যালিপার্স ও একটি ক্রুগজ দিলেন। ইলাইড ক্যালিপার্সের লঘিষ্ঠ ধূবক 0.1 mm এবং ক্রুগজের লঘিষ্ঠ ধূবক 0.01 mm।

ক. তত্ত্ব কী?

খ. সূজ্জভাবে তারের বেধ মাপার জন্য শামীমা কোনটি

ব্যবহার করবে এবং কেন?

গ. ক্রুগজ ছারা পরিমাপ করার সময় শামীমা বৈধিক ক্ষেলের পাঠ 2 mm এবং চক্রাকার ক্ষেলের পাঠ 48

শেল। তারটির ব্যাস কত?

ঘ. একটি মাত্রাহীন ভৌত রাশির নাম লেখ। প্রমাণ কর যে, রাশিটি মাত্রাহীন।

১

২

৩

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

১১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. তত্ত্ব হচ্ছে অনুকরণ ও নিয়মের সমন্বয়। পরীক্ষা-নিরীক্ষার ছারা প্রয়োগিত অনুকরণকে তত্ত্ব বলে।

খ. সূজ্জভাবে তারের বেধ মাপার জন্য শামীমা ক্রুগজ ব্যবহার করবে। কারণ উদ্বিগ্নিক অনুসারে ক্রুগজের লঘিষ্ঠ ধূবক (0.01 mm) ইলাইড ক্যালিপার্সের লঘিষ্ঠ ধূবক (0.1 mm) অপেক্ষা ছোট তাই ক্রুগজে সম্ভাব্য সর্বোচ্চ ত্রুটির পরিমাণ ইলাইড ক্যালিপার্সের চেয়ে কম হবে।

গ. এখানে, বৈধিক ক্ষেলের পাঠ, $L = 2 \text{ mm}$

চক্রাকার ক্ষেলের পাঠ, $C = 48$

ক্রুগজের লঘিষ্ঠ গনন, $LC = 0.01 \text{ mm}$

তারটির ব্যাস, $D = \text{নির্ণেয়}$

আমরা জানি, $D = L + C \times LC$

$$= (2 + 48 \times 0.01) \text{ mm}$$

$$= 2.48 \text{ mm}$$

অতএব, তারটির ব্যাস 2.488 mm .

ঘ. মাত্রাহীন ভৌত রাশিটি হলো সমতলিক কোণ θ ।

এখন ক্ষেপের সংজ্ঞানুযায়ী, আমরা জানি,

$$\theta = \frac{\text{বৃত্তচাপ}}{\text{ব্যাসার্ধ}}$$

বৃত্তচাপ ও ব্যাসার্ধ উভয় রাশিরই মাত্রা হলো দৈর্ঘ্যের মাত্রা [L]

$$\therefore \text{কোণ } (\theta) = \frac{[L]}{[L]} = 1$$

সূতৰাং সমতলিক কোণ একটি মাত্রাহীন রাশি।

ক. আনোয়ার মিটার খিঁজের সাহায্যে একটি তারের রোধ পরিমাপে নিরোক্ত মানগুলো পেলে—

101.2Ω , 101.7Ω , 101.3Ω , 101.5Ω , 101.2Ω , 101.4Ω , 101.3Ω এবং 101.1Ω ।

ক. সম্ভব একক কাকে বলে?

খ. আধুনিক বিজ্ঞানের ক্রমবিকাশে নিউটন ও আইনস্টাইনের তত্ত্বিকা উল্লেখ কর।

গ. শুধুমাত্র অনিয়মিত ত্রুটি বিদ্যমান রয়েছে ধরে নিয়ে রোধের প্রমাণ বিচ্যুতি নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্বিগ্নে গড় ত্রুটিসহ তারের রোধের মান ও সম্ভাব্য ত্রুটিসহ তারের রোধের মধ্যে প্রাপ্ত ব্যবধান গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

১

২

৩

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৬]

১২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব ভৌত রাশির একক স্বাধীন বা নিরপেক্ষ নয় অন্য কোনো মৌলিক রাশির এককের উপর নির্ভর করে এবং এক বা একাধিক মৌলিক রাশির এককের গুণফল বা তাগফল থেকে উৎপন্ন হয় তাকে সম্ভব একক বলে।

খ. আধুনিক বিজ্ঞানের ক্রমবিকাশে নিউটন ও আইনস্টাইনের তত্ত্বিকা অপরিসীম। মহাকর্ষ বল, ক্যালকুলাস, আলোর বর্ণালী ইত্যাদি সূজ্জ আবিষ্কারের মাধ্যমে বিজ্ঞানী নিউটন অবিস্মরণীয় তত্ত্বিকা পালন করেন। অনন্দিকে, বিজ্ঞানী আইনস্টাইন আপেক্ষিকতা ও আলোক তত্ত্ব ক্রিয়ার মতো যুগান্তকারী তত্ত্বের অবতারণা করে আধুনিক বিজ্ঞানকে একটি নতুন মাত্রায় নিয়ে যান।

গ. ধরি, $r_1 = 101.2 \Omega$

$$r_2 = 101.7 \Omega$$

$$r_3 = 101.3 \Omega$$

$$r_4 = 101.5 \Omega$$

$$r_5 = 101.2 \Omega$$

$$r_6 = 101.4 \Omega$$

$$r_7 = 101.3 \Omega$$

$$r_8 = 101.1 \Omega$$

∴ রোধগুলোর গড়মান,

$$\bar{r} = \frac{r_1 + r_2 + r_3 + r_4 + r_5 + r_6 + r_7 + r_8}{8}$$

$$= \frac{101.2 + 101.7 + 101.3 + 101.5 + 101.2 + 101.4 + 101.3 + 101.1}{8}$$

$$= 101.3375 \Omega$$

গড়মান হতে বিচ্যুতি,

$$\delta_1 = r_1 - \bar{r} = (101.2 - 101.3375) \Omega = -0.1375 \Omega$$

$$\delta_2 = r_2 - \bar{r} = (101.7 - 101.3375) \Omega = 0.3625 \Omega$$

$$\delta_3 = r_3 - \bar{r} = (101.3 - 101.3375) \Omega = -0.0375 \Omega$$

$$\delta_4 = r_4 - \bar{r} = (101.5 - 101.3375) \Omega = 0.1625 \Omega$$

$$\delta_5 = r_5 - \bar{r} = (101.2 - 101.3375) \Omega = -0.1375 \Omega$$

$$\delta_6 = r_6 - \bar{r} = (101.4 - 101.3375) \Omega = -0.0625 \Omega$$

$$\delta_7 = r_7 - \bar{r} = (101.3 - 101.3375) \Omega = -0.0375 \Omega$$

$$\delta_8 = r_8 - \bar{r} = (101.1 - 101.3375) \Omega = -0.2375 \Omega$$

$$\therefore \text{প্রমাণ বিচ্যুতি} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \delta_3^2 + \delta_4^2 + \delta_5^2 + \delta_6^2 + \delta_7^2 + \delta_8^2}$$

$$= \sqrt{0.1375^2 + 0.3625^2 + 0.0375^2 + 0.1625^2 + 0.1375^2 + 0.0625^2 + 0.0375^2 + 0.2375^2}$$

$$= 0.0636 \Omega$$

ঘ. 'গ' এর উপাত্ত ব্যবহার করে পাই,

$$\text{গড় বিচ্যুতি}, \delta = \frac{|\delta_1| + |\delta_2| + |\delta_3| + |\delta_4| + |\delta_5| + |\delta_6| + |\delta_7| + |\delta_8|}{8}$$

$$= \frac{(0.1375 + 0.3625 + 0.0375 + 0.1625 + 0.1375 + 0.0625 + 0.0375 + 0.2375) \Omega}{8}$$

$$= 0.1469 \Omega$$

∴ গড় ত্রুটিসহ রোধের মান R_g হলে

$$R_g = \bar{r} \pm \delta = 101.3375 \pm 0.1469$$

$$\therefore R_g = 101.48 \Omega \text{ বা } 101.19 \Omega$$

এখন, গড় মানের বিচ্যুতি α এর মান বের করার জন্য δ কে $\sqrt{n-1}$ দ্বারা ভাগ করতে হবে। যেখানে $n =$ পর্যবেক্ষণ সংখ্যা

$$\therefore \alpha = \frac{\delta}{\sqrt{n-1}} = \frac{0.1469}{\sqrt{8-1}}$$

$$= 0.056 \Omega$$

সন্দাব্য তুটি a এর মান হবে α এর 0.8 গুণ

$$\text{তাহলে } a = 0.8 \times \alpha = (0.8 \times 0.056) \Omega = 0.044 \Omega$$

সন্দাব্য তুটিসহ রোধের মান,

$$\begin{aligned} R_p &= \bar{r} \pm a \\ &= (101.3375 \pm 0.044) \Omega \\ \therefore R_p &= 101.38 \Omega \text{ বা } 101.294 \Omega \end{aligned}$$

৩ ড. শাহজাহান তপন, মুহুমদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সংজ্ঞাল পত্ৰ ও উত্তৰ

প্রশ্ন ১৩ পদার্থবিজ্ঞান হলো একটি বিষয়কর বিষয়। বিজ্ঞানের এমন কোনো শাখা নেই যা পদার্থবিজ্ঞানের স্বারা সমৃদ্ধ হয়নি। কৃষি, শিল্প, চিকিৎসাবিজ্ঞান, জীববিজ্ঞান, জ্যোতির্বিজ্ঞান, আবহাওয়া বিজ্ঞান, সমুদ্রবিজ্ঞান, ভূ-তত্ত্ব বিজ্ঞান ইত্যাদিতে রয়েছে পদার্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন নীতি, অনুকরণ, সূত্র ও তত্ত্বের প্রয়োগ।

ক. পদার্থবিজ্ঞান কী?

১

খ. সূত্র ও তত্ত্বের পার্থক্য ব্যাখ্যা কর।

২

গ. পদার্থবিজ্ঞানের অবদানে প্রযুক্তি কীভাবে সমৃদ্ধ হয়েছে তা উদ্দীপকের আলোকে ব্যাখ্যা কর।

৩

ঘ. পদার্থবিজ্ঞান একটি বিষয়কর বিষয়— তোমার যুক্তি দাও।

৪

[অনুশীলনীর পত্ৰ ১]

১৩ং প্রশ্নের উত্তৰ

ক যে বিজ্ঞান পদাৰ্থ ও শক্তি এবং পদাৰ্থকে শক্তিতে বৃপ্তির ও শক্তিকে পদাৰ্থে বৃপ্তির নিয়ে আলোচনা কৰে তাই পদার্থবিজ্ঞান।

খ সূত্র ও তত্ত্বের পার্থক্য নিচে ব্যাখ্যা কৰা হলো—

সূত্র	তত্ত্ব
১. সাধাৰণভাৱে কোনো নিৰ্দিষ্ট শক্তি বা অবস্থায় সবসময় কী ঘটবে তাৰ বৰ্ণনা হলো সূত্র।	১. কোনো কিছু ব্যাখ্যাৰ জন্যে আনুষ্ঠানিক চিন্তাধাৰা, ভাৱ বা ধাৰণা তাকে তত্ত্ব বলে।
২. পৰীক্ষা-নিৰীক্ষাৰ মাধ্যমে প্ৰমাণিত তত্ত্বের মূল কথাগুলো যে বন্ধবেৰ মাধ্যমে প্ৰকাশিত কৰা হয় তাই সূত্র।	২. প্ৰকল্প ও নিয়মেৰ সময়ে তত্ত্ব প্ৰতিষ্ঠিত।
৩. সূত্র হলো প্ৰকৃতিৰ নীতিৰ বৰ্ণনা যা সৰ্বজনৈকৃত।	৩. তত্ত্ব হলো সেই ধৰনেৰ বৰ্ণনা যার একাধিক সূত্র থাকে কিছু বিতৰ্কেৰ উৰ্ধে উঠে সৰ্বজনৈকৃত মান অৰ্জন কৰতে পাৰেন।

গ পদার্থবিজ্ঞান ও প্রযুক্তি পৱন্পৱেৰ সাথে অঞ্জাজ্ঞীভাৱে জড়িত। পদার্থবিজ্ঞান যেমন প্রযুক্তিৰ বিকাশে সহায়তা কৰেছে তেমনি প্রযুক্তিও পদার্থবিজ্ঞানে নতুন ধাৰণাৰ জন্ম দিয়েছে। বিজ্ঞানী জুলেৰ তাপকে কাজে বৃপ্তিৰ এবং মাইকেল ফ্যারাডেৰ তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ আবিষ্কাৰ শুধু সমাজকে উপকৃত কৰেনি বৱেং প্রযুক্তিৰ ভিত্তি তৈৰি কৰেছে। পদার্থবিজ্ঞানেৰ উপৰ ভিত্তি কৰে প্রযুক্তিতে যেসব অগ্ৰগতি ঘটেছে তাৰ কয়েকটি নিচে দেওয়া হলো:

১. লিভাৰ সিস্টেমেৰ সাহায্যে অনেক গুৰুত্বপূৰ্ণ ও দুৰকাৰি মেশিন ডিজাইন কৰা সন্দৰ্ভ হয়েছে।
২. প্ৰৰাহীৰ প্ৰাৰ্হেৰ জ্ঞানেৰ সাহায্যে এৱেপনেৰ ডিজাইন তৈৰিতে আমাদেৰ সহায়তা কৰেছে।
৩. তাপকে কাজে বৃপ্তিৰ তাপ ইঞ্জিন তৈৰিৰ দিকে আমাদেৰ চালিত কৰে।

সুতৰাং গড় তুটিসহ রোধেৰ মান এবং সন্দাব্য তুটিসহ রোধেৰ মানেৰ $\Delta R = |R_s - R_p|$

$$\begin{aligned} &= (101.48 - 101.38) \Omega \text{ বা, } |101.19 - 101.294| \\ &= 0.1 \Omega \text{ বা } 0.1 \Omega \end{aligned}$$

অতএব, গড় তুটিসহ তাৰেৰ রোধেৰ মান ও সন্দাব্য তুটিসহ তাৰেৰ রোধেৰ মধ্যে ব্যৰধান 0.1 Ω .

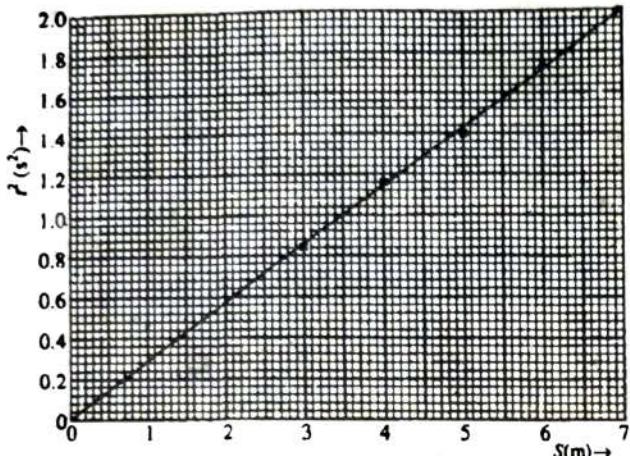
৮. অৰ্পণিবাহী জংশন ডায়োড ও ট্ৰানজিস্টোৰ আবিষ্কাৰেৰ ফলে রেডিও, টেলিভিশন, কম্পিউটাৰ ও ৰোবট তৈৰি কৰা সন্দৰ্ভ কৰেছে।
৯. কৃত্ৰিম উপগ্ৰহেৰ সাহায্যে আবহাওয়ায় পূৰ্বাভাস, যোগাযোগ, গবেষণা, গোয়েন্দাগিৰি ইত্যাদি কাজ কৰা সন্দৰ্ভ হচ্ছে।
১০. চিকিৎসাবিজ্ঞানে একৰে, আলট্ৰাসনোগ্ৰাফি, ইসিজি, এমআৱআই, ইকোকাৰ্ডিওগ্ৰাফি, এনডোস্কোপি ও এনজিওগ্ৰাম কৰা সন্দৰ্ভ হচ্ছে পদার্থবিজ্ঞানেৰ অবদানেৰ কাৰণে। এগুলো চিকিৎসা জগতে বিপ্ৰিব এনেছে।
১১. নিউক্লিয় ফিশনেৰ আবিষ্কাৰ আমাদেৰ শক্তিৰ বিপুল উৎসেৰ সম্বন্ধ দিয়েছে। নিউক্লিয়াৰ পাওয়াৰ স্টেশন, নিউক্লিয় বোমাৰ জন্য প্ৰয়োজনীয় বিপুল পৰিমাণ শক্তি পাওয়া যাচ্ছে তাৰকে শক্তিতে বৃপ্তিৰেৰ মাধ্যমে।
১২. লেজাৰ রশ্মিৰ আবিষ্কাৰ আমাদেৰ মানবদেহেৰ ক্যান্সাৰ, গলুৰাডাৰ ও কিডনি থেকে পাথৰ অপসাৰণ, চোখেৰ বিভিন্ন ৰোগেৰ উন্নত চিকিৎসা সন্দৰ্ভ কৰেছে।

ঘ পদার্থবিজ্ঞান একটি বিষয়কর বিষয়— এ বিষয়ে আমাৰ যুক্তি নিচে দেওয়া হলো—

পদার্থবিজ্ঞানেৰ অধূৰত আবিষ্কাৰ যেমন মানবজীবনেৰ অধিকাংশ ক্ষেত্ৰে প্ৰভাৱ বিস্তাৰ কৰে তেমনি জ্ঞানেৰ জগতে প্ৰায় প্ৰতিটি শাখায় এৰ ভূমিকা অপৰিসীম। পদার্থবিজ্ঞানেৰ সাথে রসায়ন, গণিত ও জীববিজ্ঞানকে নিখাদ বিজ্ঞান বলা হয়। উচ্চতর পদার্থবিজ্ঞান গণিত ছাড়া কিছুই নয় আবাৰ উচ্চতৰ গণিতে পঠিত বিষয় চিৰায়ত বলবিজ্ঞান, কোয়ান্টাম বলবিজ্ঞান, আপেক্ষিকতা পদার্থবিজ্ঞানেৰ অংশ। পদাৰ্থেৰ গঠন থেকে শুৰু কৰে, শক্তিৰ নিয়তা, তেজস্ত্বিয়তা, বৰ্ণালি বিশ্লেষণ, কেলাসবিদ্যা, বিদ্যুৎ বিশ্লেষণ, কোয়ান্টাম রসায়ন ইত্যাদি বহুবিধি বিষয় রসায়নে পদার্থবিজ্ঞানেৰ অবদান। পদার্থবিজ্ঞানেৰ নিয়মগুলো সৰ্বজনীন হওয়ায় এৰ মাধ্যমে শুধু জড় জগৎ নয় প্ৰাণিজগতকেও পদার্থবিজ্ঞানেৰ অনেক নিয়মে ব্যাখ্যা কৰা সন্দৰ্ভ। সংগৰণ শক্তিজীতে যজ্ঞাবিজ্ঞানী নিউটনেৰ পতিৰ তিনটি সূত্র এবং মহাকৰ্ষ সূত্র জ্যোতিৰ্বিজ্ঞানে নতুন দিগন্বেৰ সূচনা কৰে। ট্ৰানজিস্টোৰ, ৱেডিও, ৱিভিন্ন টেলিভিশন, ডিজিটাল ক্যামেৰা, ত্ৰিমাত্ৰিক ছবি, লেজাৰ, ফ্যারে, প্ৰিটিৎ, ফটোকপিয়াৰ, মোবাইল ফোন, আইপ্যাড, ইন্টাৰনেট, ই-মেইল, কম্পিউটাৰ ইত্যাদিসহ সকল প্ৰকাৰ বৈদ্যুতিক যন্ত্ৰপাতি পদার্থবিজ্ঞানেৰ অবদান যা আমাদেৰ জীবনকে সহজ ও সুখময় কৰে গড়ে তুলেছে। পদার্থবিজ্ঞানেৰ বিভিন্ন পৰেশণা ও আবিষ্কাৰ চিকিৎসা বিজ্ঞানে এক নতুন মাত্ৰা যোগ কৰেছে। ৱোগ নিৰ্বায়েৰ ক্ষেত্ৰে বিভিন্ন আধুনিক যন্ত্ৰপাতি যেমন ইসিজি, আলট্ৰাসনোগ্ৰাম, লেজাৰ ও লেপিক, সিটক্যান, ইসিজি ইত্যাদি পদার্থবিজ্ঞানেৰ কোনো না কোনো যৌৰিক সূত্ৰকে কাজে লাগিয়ে আবিষ্কাৰ কৰা হয়েছে। শুধু এগুলোই নয় কৃষিবিজ্ঞান, সাহিত্য, সংস্কৃতি, সমাজবিজ্ঞান, দৰ্শন এবং খেলাধূলায়ও পদার্থবিজ্ঞানেৰ অবদান রয়েছে। অতএব, উপৰেৰ আলোচনা হতে বলা যায় পদার্থবিজ্ঞান একটি বিষয়কর বিষয়।

৩ গোলাম হোসেন আমাণিক, দেওয়ান নাসির উকিম ও রফিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

বিষয় ১৫ একজন ছাত্র মুক্তভাবে পড়ত বস্তুর ত্বরণ নির্ণয়ের জন্য একটি পরীক্ষা করেন। একটি ক্ষুদ্র ভারী গোলক বিভিন্ন উচ্চতা থেকে ছেড়ে দিয়ে থামা ঘড়ির সাহায্যে পতন কাল নির্ণয় করে তার পরীক্ষা লক্ষ ফলাফল নিচের লেখচিত্রে দেখানো হলো। সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে $s \propto t^2$ সূত্রানুযায়ী মূল বিদ্যুগামী সরলরেখা হবে। কিন্তু পরীক্ষা লক্ষ ফলাফল থেকে দেখা যায় বিদ্যুগুলো সরলরেখা থেকে বিচ্যুত হয়েছে।



- ক. এক কেলভিন কাকে বলে? ১
 খ. একটি ঝুঁঁজ বন্ধ অবস্থায় শূন্য পাঠ দেয় না। এ ঝুঁঁজের সাহায্যে কোনো তারের ব্যাস নির্ণয়ে যে ত্রুটি হবে তা এলোমেলো ত্রুটি না পুনরাবৃত্তি ত্রুটি? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. মুক্তভাবে পড়ত বস্তুর ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. পরীক্ষণচিত্রে কী ধরনের ত্রুটি হয়েছে? লেখচিত্রের সাহায্যে এ ত্রুটি কীভাবে কমানো সম্ভব হয়েছে বিশ্লেষণ কর। ৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪)

৪১৮ং প্রশ্নের উত্তর

ক পানির ত্বেধবিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ অংশকে এক কেলভিন বলে।

খ আমরা জানি, ঝুঁঁজ বন্ধ অবস্থায় শূন্য পাঠ না দিলে তাকে শূন্য ত্রুটি বলে। সুতরাং ঝুঁঁজের সাহায্যে কোনো তারের ব্যাস নির্ণয়ে যে ত্রুটি হবে তা পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি। কারণ যান্ত্রিক ত্রুটির দরুন তারের ব্যাস নির্ণয়ে যে ত্রুটি হয় তা পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি। ঝুঁঁজের বৃত্তাকার ক্ষেলের শূন্য দাগ অনুভূমিক ক্ষেলের নিচে থাকলে তাহলে প্রতিক্রিয়েই ব্যাস কম হবে।

৫. তফাজ্জল হোসেন, মহিউদ্দিন, নীলুফার, হুমায়ুন ও আতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

বিষয় ১৬ পৃথিবীকে মোটাযুক্তি $6.37 \times 10^6 \text{ m}$ ব্যাসার্ধের সূষ্ম গোলক বিবেচনা করা যায়।

- ক. এক সেকেন্ড কাকে বলে? ১
 খ. বীকার্য বলতে কী বোঝা? ২
 গ. পৃথিবী পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল কত বর্গ কিলোমিটার? ৩
 ঘ. পৃথিবীর আয়তন ঘন কিলোমিটারের নির্ণয় করে ঘন মিটার ও ঘন কিলোমিটারের মধ্যে সম্পর্ক দেখো। ৪

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১)

১ আমরা জানি,

$$s = v_0 t + \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } s = 0 + \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } s = \frac{1}{2} gt^2$$

$$\text{বা, } 2s = gt^2 = \frac{2s}{t^2} = \frac{2 \times 2.8}{0.8} = 7 \text{ m s}^{-2}$$

অতএব, মুক্তভাবে পড়ত বস্তুর ত্বরণ 7 m s^{-2}

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } v_0 = 0$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ } g$$

লেখচিত্র থেকে পাই,

$$s = 2.8 \text{ m}$$

$$t^2 = 0.8 \text{ s}$$

২ উদ্দীপকের পরীক্ষণচিত্রে পর্যবেক্ষণজনিত ত্রুটি হয়েছে।

পর্যবেক্ষণজনিত ত্রুটি বিভিন্নভাবে হতে পারে। যেমন—

১. ব্যক্তিগত ত্রুটি, ২. প্রান্ত-দাগ ত্রুটি, ৩. লম্বন ত্রুটি, ৪. সূচক ত্রুটি, ৫. পরিবেশগত ত্রুটি।

নিচে এসব ত্রুটি ও তা পরিহার করার উপায় ব্যাখ্যা করা হলো—

১. ব্যক্তিগত ত্রুটি : বিভিন্ন পর্যবেক্ষণের মান বিভিন্ন ব্যক্তির জন্য বিভিন্ন রকম হতে পারে। আবার একই ব্যক্তি একই পর্যবেক্ষণ কয়েকবার করলে প্রতিবারই পৃথক মান পেতে পারেন। এখানে পরীক্ষণচিত্রে উচ্চতা ও সময় নির্ণয়ে এই ত্রুটি কমানো যায়।
২. প্রান্ত-দাগ ত্রুটি : উচ্চতা পরিমাপে ব্যবহৃত ক্ষেলটি দীর্ঘদিন ব্যবহার হলে প্রান্তের দাগ ক্ষয় বা অস্পষ্ট হয়ে পড়তে পারে। ক্ষেলের মাঝামাঝি অংশ ব্যবহার করে পাঠ নিলে তাতে ভুল হয়ে যেতে পারে। ক্ষেলের মাঝামাঝি অংশ ব্যবহার করে পাঠ নিলে এ ধরনের ত্রুটি এড়ানো যায়।
৩. লম্বন ত্রুটি : দৃষ্টির দিক পরিবর্তনের সাথে সাথে কোনো লক্ষবস্তুর অবস্থানের আপাত পরিবর্তনকে লম্বন ত্রুটি বলে। থামা ঘড়ির সাহায্যে পতনকাল নির্ণয়ে লম্বন ত্রুটি হতে পারে।
৪. সূচক ত্রুটি : সাধারণত আলোক বেঞ্চে এ ধরনের ত্রুটি দেখা যায়। উদ্দীপকের পরীক্ষণচিত্রে এ ধরনের ত্রুটি হয় নি।
৫. পরিবেশগত ত্রুটি : তাপমাত্রা, আর্দ্ধতা, ডুপ্পত্তি থেকে উচ্চতা ইত্যাদি কারণে পরীক্ষাক্ষ পাঠ প্রকৃত পাঠ হতে ভিন্ন হতে পারে। উদ্দীপকের ক্ষেত্রে উচ্চতা পরিবর্তনে অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান পরিবর্তিত হতে পারে।

লেখচিত্রের সাহায্যে এ ত্রুটি কমানোর জন্য মূল বিদ্যুগামী সরলরেখা টে বিন্দুতে পুরোপুরি মিলেছে সে বিন্দুর স্থানাংক নির্ণয় করে অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় করা হয়েছে। এতে ত্রুটি কমানো সম্ভব হয়েছে।

বিষয় ১৭ অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৫ এর উত্তরের জন্য ৩০ পৃষ্ঠার ১৯ নং (জানুয়ারি) এবং ৯ পৃষ্ঠার সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর খ, গ, ঘ উত্তর দ্রষ্টব্য।

৫ ১৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি সিজিয়াম 133 পরমাণুর 9192631770 টি স্পন্দন সম্প্রসাৰণ করতে যে সময় লাগে তাকে এক সেকেন্ড বলে।

খ কোনো বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব একটি সার্বিক বিবৃতির মাধ্যমে বীকার্য করে নিলে তাকে বীকার্য বলে। ঐ বীকার্য তত্ত্বটির একটি ভিত্তি প্রদান করে। এই বিবৃতিগুলো প্রাথমিকভাবে বিনা তর্কে বীকার্য করে নিলেও পরে তা পরীক্ষার দ্বারা প্রমাণিত হতে হয়। যেমন, আইনস্টাইনের বিশেষ আপেক্ষিক তত্ত্ব দুটি মৌলিক বীকার্যের ওপর প্রতিষ্ঠিত। আইনস্টাইন

মনে কৱেন যে, দুজন পৰ্যবেক্ষকের মধ্যে যদি আপেক্ষিক পতি বজায় থাকে তাহলে একটি মাত্ৰ ঘটে যাওয়া ঘটনা দুই রকম দেখবেন।

গ এখনে, পৃথিবীৰ ব্যাসাৰ্ধ $R = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$

$$= \frac{6.37 \times 10^6}{10^3} \text{ km}$$

$$= 6.37 \times 10^3 \text{ km}$$

$$\therefore \text{পৃথিবী পৃষ্ঠেৰ ক্ষেত্ৰফল} = 4\pi R^2$$

$$= 4 \times 3.1416 \times (6.37 \times 10^3)^2 \text{ km}^2$$

$$= 509.91 \text{ km}^2$$

অতএব, পৃথিবী পৃষ্ঠেৰ ক্ষেত্ৰফল 509.91 বৰ্গকিলোমিটাৰ।

ঘ এখনে, পৃথিবীৰ ব্যাসাৰ্ধ $R = 6.37 \times 10^3 \text{ km}$ [গ হতে]

$$\therefore \text{পৃথিবীৰ আয়তন} = \frac{4}{3} \pi R^3$$

$$= \frac{4}{3} \times 3.1416 \times (6.37 \times 10^3)^3 \text{ km}^3$$

$$= 1.08 \times 10^{12} \text{ km}^3$$

এখন, $1 \text{ m} = 10^{-3} \text{ km}$

$$\therefore 1 \text{ m}^3 = 10^{-3} \times 10^{-3} \times 10^{-3} \text{ km}^3 = 10^{-9} \text{ km}^3$$

এটিই ঘনমিটাৰ ও ঘনকিলোমিটাৰেৰ মধ্যে সম্পৰ্ক।

১৪৩৭ ১ ঘন সে.মি. পানিৰ ভৰ 1g একটি 5700 m^3 আয়তনেৰ পানি পূৰ্ণ ধাৰকেৰ সাথে একটি নিৰ্গম নল যুক্ত এবং এই নলেৰ মাধ্যমে 10.0 h সময়ে ধাৰকটি খালি হয়।

- ক**. ১ মিটাৰ কাকে বলে? ১
খ. অনুকৰণ বলতে কী বোঝ? ২
গ. কিলোগ্ৰাম এককে এক ঘনমিটাৰ পানিৰ ভৰ কত? ৩
ঘ. নিৰ্গম নলেৰ মধ্যে পতি সেকেডে কত কিলোগ্ৰাম পানি প্ৰবাহিত হয়েছিল তা যথাযথ যুক্তিৰ মাধ্যমে উপস্থাপন কৰ। ৪

[অনুশীলনীৰ পৰ্য ২]

১৪৩৮ প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক শূন্যস্থানে আলো $\frac{1}{299792458}$ সেকেডে যে দূৰত্ব অতিক্ৰম কৰে তাকে ১ মিটাৰ বলে।

খ অনুকৰণ হচ্ছে কোনো বৈজ্ঞানিক ঘটনাৰ প্ৰস্তাৱিত ব্যাখ্যা। একজন বিজ্ঞানী সৱল নিয়ম বা প্ৰচলিত বৈজ্ঞানিক তত্ত্বেৰ মাধ্যমে ঘটনাৰ বিজ্ঞানসম্মত ব্যাখ্যা প্ৰদান কৰতে ব্যৰ্থ হলে যুক্তিসম্মত প্ৰকল্প গ্ৰহণ কৰা হয়। উক্ত প্ৰকল্পটি যদি সংশ্লিষ্ট সমস্ত ঘটনা ব্যাখ্যা কৰতে সমৰ্থ হয় তবে এটি প্ৰাকৃতিক নিয়ম হিসেবে গণ্য কৰা হয়। সঠিক কোনো বিজ্ঞান সম্মত ব্যাখ্যাৰ প্ৰেক্ষিতে এটি ভবিষ্যতে পৱিত্ৰিত হতে পাৰে।

গ এখনে, ১ ঘন সে.মি. পানিৰ ভৰ 1g

আমৰা জানি, $1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$

$$\therefore 1 \text{ m}^3 = (100 \times 100 \times 100) \text{ cm}^3 = 1000000 \text{ cm}^3$$

এখন, ১ ঘন সে.মি. পানিৰ ভৰ 1g

$$\therefore 1000000 \text{ " } " (1 \times 1000000) \text{ g}$$

$$= 1000000 \text{ g}$$

$$= \frac{1000000}{1000} \text{ kg}$$

$$= 1000 \text{ kg}$$

অতএব, কিলোগ্ৰাম এককে এক ঘনমিটাৰ পানিৰ ভৰ 1000 kg।

ঘ 1 m^3 আয়তনেৰ পানিৰ ভৰ 1000 kg [গ হতে আগত]

$$\therefore 5700 \text{ m}^3 \text{ " } " (1000 \times 5700) \text{ kg}$$

$$= 5700000 \text{ kg}$$

আবাৰ, $1 \text{ h} = 3600 \text{ s}$

$$\therefore 10 \text{ h} = (3600 \times 10) \text{ s} = 36000 \text{ s}$$

$\therefore 36000$ সেকেডে পানি প্ৰবাহিত হয় 5700000 কিলোগ্ৰাম

$$1 \text{ সেকেডে পানি প্ৰবাহিত হয়} \frac{5700000}{36000}$$

$$= 158.33 \text{ কিলোগ্ৰাম}$$

অতএব, নিৰ্গম নলেৰ মধ্যে পতি সেকেডে 158.33 kg পানি প্ৰবাহিত হয়।

১৪৩৯ সৱল দোলকেৰ দোলনকাল, T দোলকেৰ বলেৰ ভৰ, m দৈৰ্ঘ্য, l এবং অভিকৰ্মীয় তুলণ, g এৰ উপৰ T $\propto m^a l^b g^c$ সমীকৰণ দাবা নিৰ্ভৰশীল, যেখনে a, b ও c ধৰণৰাপি। আবাৰ T এৰ সমীকৰণ হল $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$

ক. মাত্ৰা সমীকৰণ কাকে বলে?

খ. মাত্ৰা সমীকৰণে ব্যবহৃত রাশিগুলো কেমন হবে?

গ. a, b ও c ধৰণৰ রাশিগুলোৰ মান নিৰ্ণয় কৰ।

ঘ. উদীপকে উল্লেখিত T এৰ দুটি সমীকৰণ অনুযায়ী k

এৰ মাত্ৰা কীৱৰ্প হবে তাৰ যথাযথ ব্যাখ্যা দাও।

[অনুশীলনীৰ পৰ্য ৩]

১৪৩৯ প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক যে সমীকৰণ মৌলিক একক এবং লব্ধি এককেৰ মধ্যে সম্পৰ্ক স্থাপন কৰে তাকে মাত্ৰা সমীকৰণ বলে।

খ কোনো ভৌত রাশিকে মৌলিক রাশিৰ সূচকীয় আকাৰে প্ৰকাশ হচ্ছে মাত্ৰা। আৱ যে সমীকৰণেৰ সাহায্যে মাত্ৰা প্ৰকাশ কৰা হয় তাকে মাত্ৰা সমীকৰণ বলে। এক্ষেত্ৰে রাশি এবং রাশি সংশ্লিষ্ট মৌলিক এককেৰ মধ্যে সম্পৰ্ক স্থাপিত হয়। এতে পদাৰ্থ বিজ্ঞানৰ মৌলিক রাশিসমূহকে কতিপয় প্ৰতীকেৰ সাহায্যে প্ৰকাশ কৰা হয়। যেমন, দৈৰ্ঘ্যকে L, ভৰকে M, সময়কে T, তড়িৎ প্ৰবাহকে Q ও দীপন ক্ষমতাকে J দাবা প্ৰকাশ কৰা হয়। মাত্ৰা সমীকৰণে ব্যবহৃত রাশিগুলো ইংৰেজি বড় অক্ষৰ দিয়ে প্ৰকাশ কৰা হয় এবং তৃতীয় বৰ্ণনী দাবা আবশ্য রাখা হয়।

১ প্ৰদত্ত সমীকৰণ, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\text{বা, } T = 2\pi \left(\frac{L}{g}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{বা, } T = 2\pi L^{\frac{1}{2}} g^{-\frac{1}{2}} = 2\pi m^0 L^{\frac{1}{2}} g^{-\frac{1}{2}}$$

$$\text{বা, } T \propto m^0 L^{\frac{1}{2}} g^{-\frac{1}{2}}$$

এই সমীকৰণকে $T \propto m^a l^b g^c$ এৰ সাথে তুলনা কৰে পাই,

$$a = 0, b = \frac{1}{2} \text{ এবং } c = -\frac{1}{2}$$

ঘ প্ৰদত্ত সমীকৰণ,

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}}$$

$$\text{বা, } T^2 = 4\pi^2 \frac{m}{k}$$

$$\text{বা, } k = 4\pi^2 \frac{m}{T^2}$$

এখনে, m এৰ মাত্ৰা M এবং T এৰ মাত্ৰা T

$$\therefore k \text{ এৰ মাত্ৰা হবে } \frac{M}{T^2} = MT^{-2}$$

অতএব, k এৰ মাত্ৰা MT^{-2}

বিষয় যদি একটি তোত রাশি x এর মাত্রা এমন যে, দ্রুতির সাথে x এর সম্পর্ক $v = \sqrt{\frac{x}{\rho}}$ যখনে ρ ঘনত্ব বোঝায়।

- | | |
|---|---|
| ক. তোত রাশি কী? মৌলিক একক কাকে বলে? | ১ |
| খ. ঘনত্বের একক মৌলিক না লব্ধ? | ২ |
| গ. x এর মাত্রা সমীকরণ কেমন হবে? | ৩ |
| ঘ. x এর কীরূপ রাশি হলে উদ্দীপকে উল্লিখিত সমীকরণটি যথার্থ হবে? | ৪ |

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

২ ১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক তোত জগতের রাশিসমূহই হলো তোত রাশি।

যে একক বাধীন ও নিরপেক্ষ অর্থাৎ অন্য কোনো এককের উপর নির্ভর হয় না বরং অন্য একক এর ওপর নির্ভরশীল তাকে মৌলিক একক বলে।

খ আমরা জানি, ঘনত্ব = $\frac{\text{ভর}}{\text{আয়তন}}$

$$\therefore \text{ঘনত্বের একক} = \frac{\text{ভর}}{\text{আয়তনের একক}} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \text{kg m}^{-3}$$

এখানে ঘনত্বের একক দৃঢ়ি মৌলিক রাশি ভর ও দৈর্ঘ্যের এককের উপর নির্ভরশীল। সুতরাং ঘনত্বের একক লব্ধ একক।

গ প্রদৰ্শন সম্পর্ক, $v = \sqrt{\frac{x}{\rho}}$

বা, $v^2 = \frac{x}{\rho}$

বা, $x = v^2 \rho$

এখানে, বেগ v এর মাত্রা LT^{-1}

ঘনত্ব ρ এর মাত্রা ML^{-3}

$$\therefore x \text{ এর মাত্রা } = (LT^{-1})^2 \times ML^{-3} = L^2 T^{-2} \times ML^{-3} = ML^{-1} T^{-2}$$

$$\therefore x \text{ এর মাত্রা সমীকরণ হবে } [ML^{-1} T^{-2}]$$

ঘ 'গ' হতে পাই, x এর মাত্রা সমীকরণ $[ML^{-1} T^{-2}]$

আমরা জানি, চাপের মাত্রা সমীকরণ $[ML^{-1} T^{-2}]$

$$\text{কারণ, চাপ} = \frac{\text{ভর}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{\text{ভর} \times \text{তুরণ}}{\text{দৈর্ঘ্য} \times \text{দৈর্ঘ্য}}$$

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

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

$$\therefore \text{চাপের মাত্রা} = \frac{\text{ভরের মাত্রা}}{\text{দৈর্ঘ্যের মাত্রা} \times \text{সময়}^2 \text{ এর মাত্রা}} = \frac{M}{LT^2} = ML^{-1} T^{-2}$$

অর্থাৎ x এর মাত্রা ও চাপের মাত্রা অনুরূপ,

অতএব x রাশিটি চাপ হলে উদ্দীপকে উল্লিখিত সমীকরণটি যথার্থ হবে।

৩ ড. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

বিষয় রোহা ঘনকের একটি বাহু মেপে মান (3.3 ± 0.2) m নির্ণয় করল। পরিমাপের সর্বোচ্চ ত্রুটি 10% গ্রহণযোগ্য।

- | | |
|--|---|
| ক. পদার্থবিজ্ঞান কী? | ১ |
| খ. মৌলিক রাশি ও লব্ধ রাশির পার্থক্য লেখ। | ২ |
| গ. ঘনকটির বাহু পরিমাপের শতকরা ত্রুটি নির্ণয় কর। | ৩ |
| ঘ. উদ্দীপকের তথ্যের সাহায্যে ঘনকটির আয়তন নির্ণয় করা গ্রহণযোগ্য কি-না যাচাই কর। | ৪ |

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

৪ ২০নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে বিজ্ঞান পদার্থ ও শক্তি এবং পদার্থকে শক্তিতে বৃপ্তির ও শক্তিকে পদার্থে বৃপ্তির নিয়ে আলোচনা করে তাই পদার্থবিজ্ঞান।

খ মৌলিক রাশি ও লব্ধ রাশির মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো:

মৌলিক রাশি	লব্ধ রাশি
১. যেসব রাশি অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না কিন্তু অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।	১. যেসব রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভর করে বা মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় তাকে লব্ধ রাশি বলে।
২. মৌলিক রাশি বাধীন বা নিরপেক্ষ।	২. লব্ধ রাশি বাধীন নয়।
৩. মৌলিক রাশি সাতটি।	৩. লব্ধ রাশি অসংখ্য।

গ এখন, ঘনকের আয়তন, $v = a^3$ | এখানে, প্রকৃত বাহুর মান, $a = 3.3$ m
 \therefore বাহুর আনুপাতিক ত্রুটি,

$$\frac{\Delta a}{a} = \frac{0.2 \text{ m}}{3.3 \text{ m}} = \frac{2}{33}$$

$$\text{অতএব, বাহু পরিমাপের শতকরা ত্রুটি} = \frac{\Delta a}{a} \times 100\%$$

$$= \frac{2}{33} \times 100\% = 6.06\%$$

অতএব, বাহু পরিমাপের শতকরা ত্রুটি 6.06%।

ঘ এখানে, ঘনকের প্রত্যেক বাহুর পরিমাণ = ১ মি.

এখন, ঘনকের আয়তন, $v = a^3$ ঘন মি.

$$\therefore \text{আয়তনের আনুপাতিক ত্রুটি}, \frac{\Delta v}{v} = \frac{3\Delta a}{a}$$

$$\therefore \frac{\Delta v}{v} = 3 \times \frac{0.2}{3.3} = 0.1818$$

$$\text{অতএব, আয়তনের শতকরা ত্রুটি} = \frac{\Delta v}{v} \times 100\%$$

$$= 0.1818 \times 100\% = 18.18\%$$

∴ যেহেতু পরিমাপের সর্বোচ্চ ত্রুটি 10% গ্রহণযোগ্য।

অতএব, উদ্দীপকের তথ্যের সাহায্যে ঘনকটির আয়তন নির্ণয় করা গ্রহণযোগ্য নয়।

বিষয় আবুল কাশেম পরীক্ষাগারে স্কেরোমিটারের সাহায্যে একটি গোলীয় তলের বক্তার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করছিল। কাশেমের ব্যবহৃত স্কেরোমিটারের পিচ হচ্ছে 1 mm এবং গোলীয় কেলে মোট দাগ সংখ্যা 100টি চিহ্নিত করে। কাশেম দীর্ঘস্থূলি সম্পর্ক ছিল। কাশেম লক করে যে, প্রতিটি পাঠের বিচ্ছান্ন স্থির হলেও এটি যানের দিক থেকে বেশি। পাঠের শুল্কতা নিশ্চিত করার জন্য কাশেম একাধিক পাঠ গ্রহণ করে এবং তার গড় করে।

ক. স্কেরোমিটার কাকে বলে?

খ. ভৌতবিজ্ঞানে পরিমাপের প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।

গ. প্রদৰ্শন স্কেরোমিটারের লাইট শুল্ক নির্ণয় কর।

ঘ. শুল্ক ব্যাসার্ধ নির্ণয়ে কাশেমের অনুসরণকৃত পদ্ধতির সঠিকতার বিষয়ে তোমার যুক্তি দাও।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ২]

৫ ২১নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে ঘনকের সাহায্যে গোলীয় তল তথা গোলকের বক্তার ব্যাসার্ধ পরিমাপ করে গোলকের আয়তন ও গোলক পৃষ্ঠার ক্ষেত্রফল পরিমাপ করা যায় তাই স্কেরোমিটার।

- খ** নিম্নে ভৌত জগতে পরিমাপের প্রয়োজনীয়তা তুলে ধরা হলো—
 ১. আমাদের দৈনন্দিন জীবনে প্রতিটি কাজের সাথে পরিমাপের ব্যাপারটি জড়িত।
 ২. বিভিন্ন গবেষণাগার কাজে প্রয়োজন হয় সূক্ষ্ম মাপ-জোখের।
 ৩. পরীক্ষালব্ধ বিজ্ঞান ও প্রযুক্তিতে মূল ভিত্তি হলো পরিমাপ।
 অতএব, বলা যায়, ভৌতজগতে পরিমাপ ও উৎপন্নতোভাবে জড়িত।

গ উদ্দীপকে প্রদত্ত স্কেরোমিটারের পিচ, $P = 1 \text{ mm}$

স্কেরোমিটারের গোলীয় ক্ষেত্রে মোট দাগ সংখ্যা, $S = 100$

$$\text{স্কেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক } L.C \text{ হলো, } L.C = \frac{P}{S} = \frac{1 \text{ mm}}{100}$$

$$\therefore L.C = 0.01 \text{ mm}$$

সূতরাং স্কেরোমিটারের লঘিষ্ঠ ধ্রুবক 0.01 mm ।

ঘ স্কেরোমিটারের সাহায্যে গোলীয়তলের ব্যাসার্ধের যে মান আবৃল কাশেম নির্ণয় করেছে তার শুল্কতার বিষয়ে আমার অভিমত যুক্তিসহ উপস্থাপন করা হলো—

আবৃল কাশেমের চোখ দীর্ঘ দৃষ্টিসম্পন্ন এবং প্রতিটি পাঠের বিচুতি স্থির হওয়ায় তার ক্ষেত্রে যান্ত্রিক ত্রুটি এবং পর্যবেক্ষণমূলক ত্রুটি ঘটার সম্ভাবনা আছে। কাশেমের প্রতিটি পাঠের বিচুতি স্থির অর্থাৎ প্রতিটি পাঠের ক্ষেত্রে পাঠের মান প্রকৃত মান হতে বেশি পাওয়া যাচ্ছে।

যেহেতু প্রতিটি পাঠের মান প্রকৃত পাঠের মানের চেয়ে বেশি সেহেতু এ ত্রুটি ধনাত্মক। সেহেতু আপাত পাঠ থেকে ত্রুটির মান বাদ দিয়ে প্রকৃত মান নির্ণয় করতে হবে। পর্যবেক্ষণমূলক ত্রুটির অন্তর্ভুক্ত ব্যক্তিগত ত্রুটি এড়াতে সে একাধিক পাঠ গ্রহণ করে গড় নেয় বলে তার ব্যক্তিগত ত্রুটি ঘটার সম্ভাবনা কর। তবে যেহেতু তার চোখ দীর্ঘদৃষ্টি সম্পন্ন সেহেতু তার ক্ষেত্রে ক্ষেত্রের প্রান্তের অংশের পরিবর্তে মাঝামাঝি অংশ ব্যবহার করলে সে প্রান্তীয় ত্রুটি থেকে পরিশুল্কতা পেতে পারে। এছাড়া রৈখিক বা বৃত্তাকার ক্ষেত্রের পাঠ নেওয়ার সময় তাকে দৃষ্টি ক্ষেত্রের তলের সাথে লভভাবে প্রক্ষেপণ করতে হবে যাতে সে লভন ত্রুটি থেকে যুক্তি পায়। বিভিন্ন ধরনের জানা-অজানা কারণে এলোমেলো ত্রুটি ঘটতে পারে যা কখনোই পুরোপুরি দূর করা যায় না। সেক্ষেত্রে কাশেম একাধিকবার যান্ত্রের এবং পর্যবেক্ষণকৃত উভয় প্রকার পাঠের বহু সংখ্যক সেগুলোর গড় নির্ণয় করে এ ত্রুটি থেকে শুল্কতার শুল্কতা লাভ করতে পারে।

যেহেতু আবৃল কাশেম তার যান্ত্রিক ত্রুটি নির্ণয় করতে সক্ষম হয়েছে সেহেতু সে তার যান্ত্রিক ত্রুটির মান আপাত পাঠ থেকে বিয়োগ করে এবং পর্যবেক্ষণমূলক ত্রুটি এবং এলোমেলো ত্রুটি সম্পর্কে সচেতন থাকলে সে শুল্কতার মান পাবে বলে আমি মনে করি।

১ আশরাফ একদিন পরীক্ষাগারে স্কেরোমিটার ব্যবহার করে সমতল কাচ প্লেটের উচ্চতার গড় পাঠ 0.1 m এবং উভল লেসের উচ্চতায় গড় পাঠ 1.24 m পেল। যান্ত্রের তিন পায়ের গড় দূরত্ব 40 mm ।

- ২** ক. স্কেরোমিটার কী?
 খ. পিছট ত্রুটি কাকে বলে?
 গ. উদ্দীপকের লেসটির বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।
 ঘ. উদ্দীপকের লেসটি উভল না হয়ে অবতল হলে বক্রতার ব্যাসার্ধের কোনো পরিবর্তন হতো কি? তোমার মতামত দাও।

১

২

৩

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

২২নং প্রশ্নের উত্তর

১ যে যান্ত্রের সাহায্যে গোলীয় তল তথা গোলকের বক্রতার ব্যাসার্ধ পরিমাপ করে গোলকের আয়তন ও গোলক পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল পরিমাপ করা যায় তাই স্কেরোমিটার।

২ যে সকল যন্ত্র ক্লু-ন্যাট নীতির উপর ভিত্তি করে তৈরি সে সকল যন্ত্র অপব্যবহারের ফলে এক ধরনের ত্রুটি দেখা যায়। সীরিদিন ব্যবহার বা অপব্যবহারের ফলে নাটের প্র্যাচ বা ক্লু ক্ষয় হয়ে আলগা হয়ে যায়। ফলে ক্লু উভয় দিকে একই পরিমাপ ঘূর্ণনের ফলে একই পরিমাপ দূরত্ব অন্তর্ভুক্ত করে না। এ ধরনের ত্রুটিকে পিছট ত্রুটি বলা হয়। পাঠ নেওয়ার সময় ক্লুকে একই দিকে সুরিয়ে একটু অপেক্ষা করে পাঠ নিয়ে এ ত্রুটি পরিহার করা যায়।

৩ এখানে, সমতল কাচ প্লেটের গড় পাঠ, $h_1 = 0.1 \text{ m}$

উভল লেসের উচ্চতার গড় পাঠ, $h_2 = 1.24 \text{ m}$

উচ্চতা, $h = (1.24 - 0.1) \text{ m} = 1.14 \text{ m}$

তিন পায়ের গড় দূরত্ব, $d = 40 \text{ mm} = 0.04 \text{ m}$

বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R = ?$

আমরা জানি,

$$R = \left(\frac{d^2 + h}{6h} + \frac{1}{2} \right) = \left\{ \frac{(0.04)^2}{6 \times 1.14} + \frac{1.14}{2} \right\} \text{ m}$$

$$\therefore R = 0.57 \text{ m} = 57 \text{ cm}$$

অতএব, উদ্দীপকের লেসটির বক্রতার ব্যাসার্ধ 57 cm ।

৪ উভল লেসের বক্রতার ব্যাসার্ধ $R = 57 \text{ cm}$ ['গ' হতে প্রাপ্ত]

অবতল লেসের ক্ষেত্রে,

তিন পায়ের গড় দূরত্ব, $d = 40 \text{ mm} = 0.04 \text{ m}$

উচ্চতা, $h = (0.1 - 1.24) \text{ m} = -1.14 \text{ m} = 1.14 \text{ m}$

[ঋণাত্মক চিহ্ন পরিবহার করে।]

এখন, ব্যাসার্ধ R_1 হলো,

আমরা জানি,

$$\therefore R_1 = \frac{d^2 + h}{6h} + \frac{1}{2} = \left\{ \frac{(0.04)^2}{6 \times 1.14} + \frac{1.14}{2} \right\} \text{ m}$$

$$= 0.57 \text{ m} = 57 \text{ cm}$$

অর্থাৎ অবতল লেসের বক্রতার ব্যাসার্ধ $R_1 = 57 \text{ cm}$ ।

এখানে, $R = R_1$

অতএব, লেসটি উভল বা অবতল যাই হোক বক্রতার ব্যাসার্ধ একই হবে।

৫ প্রশ্ন ২৫। রাজশাহী কলেজের পদার্থবিদ্যা বিভাগের ব্যবহারিক ক্লাসে শিক্ষক এক ছাত্রকে একটি লোহার পিণ্ড দিলেন। সে স্কেরোমিটার ব্যবহার করে এর বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করল। স্কেরোমিটারের দু'পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 8 cm . মিটার। এরপর দোলনগতিতে এর ভর নির্ণয়ের সময় ভান পালায় 200 গ্রাম রেখে স্থিতি বিদ্যুর অবস্থানের পার্থক্য 40 পেল।

ক. মৌলিক একক কী?

১

খ. নিউটন একটি লক্ষ একক— ব্যাখ্যা কর।

২

গ. স্কেরোমিটারের পা তিনটির সমতল থেকে বক্রতারের উচ্চতা 1.2 সে.মি. হলে গোলক খণ্ডাশের বক্রতার ব্যাসার্ধ কত?

৩

ঘ. অতিরিক্ত 10 গ্রাম ভরের জন্য সূচক কাটার স্থিতিবিদ্যুর পরিবর্তন $7 \text{ হলে কভুর প্রকৃত ভর কত?}$

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

১ মৌলিক রাশির এককই হচ্ছে মৌলিক একক।

২ আমরা জানি, বলের একক = $(ভরের একক) \times \frac{\text{দূরত্বের একক}}{\text{সময়ের একক}}$

$$\text{বা, } 1 \text{ নিউটন} = \frac{(1 \text{ কিলোগ্রাম}) \times 1 \text{ মিটার}}{\text{সেকেন্ড}^2}$$

এখানে, বল একটি লম্ব রাশি যা তিনটি মৌলিক রাশি তর, দূরত্ব এবং সময়ের সাথে সম্পর্কিত। তব, দূরত্ব এবং সময়ের একক (মৌলিক একক) থেকে ক্ষেলের একক নির্ণয় করা যায়।
 ∴ বলের একক নিউটন একটি লম্ব একক।

গ ধরি, গোলক খড়াংশটির বক্রতার ব্যাসার্ধ R
 স্কেরোমিটারের দুটি পায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = 8 \text{ cm}$

বক্রতলের উচ্চতা, $h = 1.2 \text{ cm}$

আমরা জানি,

$$R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} = \frac{(8 \text{ cm})^2}{6 \times 1.2 \text{ cm}} + \frac{1.2 \text{ cm}}{2}$$

$$= \frac{64 \text{ cm}^2}{7.2 \text{ cm}} + 0.6 \text{ cm}$$

$$= 8.89 \text{ cm} + 0.6 \text{ cm} = 9.49 \text{ cm}$$

সুতরাং গোলক খড়াংশটির বক্রতার ব্যাসার্ধ 9.49 cm।

ঘ উচ্চিপকের প্রশ্নানুযায়ী,

10 mg ডরের জন্য সূচক কাঁটার স্থিতিবিন্দুর পরিবর্তন হলো 7 ভাগ
 অর্থাৎ সূচক কাঁটার 7 ভাগ পরিবর্তনের জন্য ডরের পরিবর্তন 10 mg
 তাহলে, সূচক কাঁটার 1 ভাগ পরিবর্তনের জন্য ডরের পরিবর্তন $\frac{10}{7} \text{ mg}$

সুতরাং, সূচক কাঁটার 40 ভাগ পরিবর্তনের জন্য

$$\text{ডরের পরিবর্তন} = \frac{10 \times 40}{7} \text{ mg} = 57.14 \text{ mg} = 0.05714 \text{ g}$$

∴ বস্তুটির প্রকৃত ভর = $200 \text{ g} + 0.05714 \text{ g} = 200.05714 \text{ g}$
 সুতরাং বস্তুটির প্রকৃত ভর 200.05714 g।

ঙ একজন শিক্ষার্থী একটি উভল তলে বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয়ের জন্য যে স্কেরোমিটারটি ব্যবহার করে তার রৈখিক ক্ষেলের ক্ষদ্রতম এক ঘরের মান 1 mm এবং বৃত্তাকার ক্ষেলের মোট ভর সংখ্যা 100। স্কেরোমিটারটিকে সমতলে রাখলে সে রৈখিক ক্ষেল ও বৃত্তাকার ক্ষেলের পাঠ পায় যথাক্রমে 8 ও 35 এবং উভল তলের উপর রেখে পাঠ পায় যথাক্রমে 9 ও 60। স্কেরোমিটারের তিনটি পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 0.04 m।

ক ক. সূত্র কাকে বলে?

১

খ. পিছট ত্রুটি বলতে কী বোঝ?

২

গ. শিক্ষার্থীর নিশ্চীত উভল তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ হিসাব কর।

৩

ঘ. স্কেরোমিটারটির তিন পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 0.045 m হলে সমতলে পূর্বের পাঠ পাওয়া গেলেও উভল তলে পূর্বের পাঠ পাওয়া যায় না— গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৫]

২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব পরীক্ষা-নিরীক্ষার পর সঠিক প্রয়াণিত হলে যখন একটি উক্তির মাধ্যমে এটিকে প্রকাশ করা হয় তখন তাকে সূত্র বলে।

খ যে সকল যন্ত্র ক্লু-নাট নীতির উপর ভিত্তি করে তৈরি সে সকল যন্ত্র অপব্যবহারের ফলে এক ধরনের ত্রুটি দেখা যায়। নীতিটিন ব্যবহার বা অপব্যবহারের ফলে নাটের প্র্যাচ বা ক্লু ক্ষয় হয়ে আলগা হয়ে যায়। ফলে ক্লু উভয় দিকে একই পরিমাপ ঘূর্ণনের ফলে একই পরিমাপ দূরত্ব অতিক্রম করে না। এ ধরনের ত্রুটিকে পিছট ত্রুটি বলা হয়। পাঠ নেওয়ার সময় ক্লুকে একই দিকে ঘুরিয়ে একটু অপেক্ষা করে পাঠ নিয়ে এ ত্রুটি পরিহার করা যায়।

গ সমতল কাচ ছেটে পাঠ,

এখানে, রৈখিক ক্ষেলের পাঠ, $M = 8 \text{ mm}$

বৃত্তাকার ক্ষেলের পাঠ, $C = 35 \text{ mm}$

$$\text{লঘিষ্ঠ ধূবক, } K = \frac{1}{100} \text{ mm} = 0.01 \text{ mm}$$

$$\text{খন্দ অংশ বা তগ্ধাংশ, } F = (C \times K) \text{ mm} = 35 \times 0.01 = 0.35 \text{ mm}$$

$$\text{মোট পাঠ, } T_0 = (M + F) \text{ mm} = (8 + 0.35) \text{ mm} = 8.35 \text{ mm}$$

বক্রতলের পাঠ,

রৈখিক ক্ষেলের পাঠ, $M_e = 9 \text{ mm}$

বৃত্তাকার ক্ষেলের পাঠ, $C' = 60 \text{ mm}$

$$\text{লঘিষ্ঠ ধূবক, } K = \frac{1}{100} \text{ mm} = 0.01 \text{ mm}$$

$$\text{খন্দ অংশ বা তগ্ধাংশ, } F' = C' \times K = 60 \times 0.01 = 0.6 \text{ mm}$$

$$\text{মোট পাঠ, } T' = (M_e + F') \text{ mm} = (9 + 0.6) \text{ mm} = 9.6 \text{ mm}$$

$$\text{স্কেরোমিটারের তিনটি পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব, } d = 0.04 \text{ m}$$

$$\text{তিনটি পায়ের তল হতে বক্রতলের উচ্চতা, } h = T - T_0$$

$$= (9.6 - 8.35) \text{ mm}$$

$$= 1.25 \text{ mm}$$

$$= 1.25 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\therefore \text{বক্রতার ব্যাসার্ধ, } R = \left(\frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} \right)$$

$$= \left\{ \frac{(0.04)^2}{6 \times 1.25 \times 10^{-3}} + \frac{1.25 \times 10^{-3}}{2} \right\} \text{ m}$$

$$= 0.21396 \text{ m}$$

$$= 21.396 \text{ cm}$$

অতএব, বক্রতলের ব্যাসার্ধ 21.396 cm।

$$\boxed{\text{বক্রতলের ব্যাসার্ধ, } R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} \dots \dots \dots (1)}$$

ধরি, $d_1 = 0.04 \text{ m}$

$d_2 = 0.045 \text{ m}$

$h_1 = 1.25 \times 10^{-3} \text{ m}$

$T_0 = 8.35 \times 10^{-3} \text{ m}$

$h_2 = \text{পরিবর্তিত বক্রতলের উচ্চতা}$

$T_0' = \text{পরিবর্তিত বক্রতলের পাঠ}$

(1) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$$R = \frac{d^2 + 3h}{6h}$$

$$\text{অর্থাৎ } \frac{d_1^2 + 3h_1}{6h_1} = \frac{d_2^2 + 3h_2}{6h_2}$$

$$\text{বা, } (d_1^2 + 3h_1) \times 6h_2 = (d_2^2 + 3h_2) \times 6h_1$$

$$\text{বা, } d_1^2 h_2 + 3h_1 h_2 = d_2^2 h_1 + 3h_1 h_2$$

$$\text{বা, } d_1^2 h_2 = d_2^2 h_1$$

$$\text{বা, } h_2 = \left(\frac{d_2}{d_1} \right)^2 \times h_1 = \left(\frac{0.045}{0.04} \right)^2 \times 1.25 \times 10^{-3}$$

$$\text{বা, } T_2 - T_0 = \left(\frac{0.045}{0.04} \right)^2 \times 1.25 \times 10^{-3}$$

$$\text{বা, } T_2 = T_0 + \left(\frac{0.045}{0.04} \right)^2 \times 1.25 \times 10^{-3}$$

$$\therefore T_2 = 8.35 \times 10^{-3} + \left(\frac{0.045}{0.04} \right)^2 \times 1.25 \times 10^{-3}$$

$$= 9.932 \times 10^{-3} \text{ m}$$

অর্থাৎ স্কেরোমিটারের তিনটি পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 0.04 m হতে 0.045 m এ পরিবর্তিত হওয়ায় বক্রতলের পাঠ $9.6 \times 10^{-3} \text{ m}$ হতে পরিবর্তিত হয়ে $9.932 \times 10^{-3} \text{ m}$ হয়েছে।

৩ আবদুল গনি, সুশান্ত সরকার, মজিবুর রহমান ও তিতাস রোজারিও স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রথ ও উভয়

প্রয়োগ পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর বেশ বিস্তৃত। ভৌতিকগতের প্রকৃতি থেকে শুরু করে অন্যান্য জ্ঞানের বিষয়ের সাথে এর সম্পর্ক নিবিড়। যেমন আমদের সৌরজগৎ, ধার কেন্দ্রে সূর্য এবং অন্যান্য প্রহর্ণগুলো সূর্যকে কেন্দ্র করে ঘূরছে। এ জ্ঞানের মধ্যে ধারণা, সূত্র, নীতি, স্বীকার্য, অনুকরণ, তত্ত্ব ইত্যাদি বিজ্ঞান।

- ক. ধারণা বলতে কী বোঝ?
- খ. আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার বিশেষ স্বীকার্যগুলো অনুকরণ নয় কেন ব্যাখ্যা কর।
- গ. তত্ত্ব ও সূত্রের মধ্যে পার্শ্বক্য লেখ।
- ঘ. উদ্দীপকে সৌরজগৎ সম্পর্কে বিজ্ঞানী টলেমী ও কোপার্নিকাসের ব্যাখ্যা স্বীকার্য, অনুকরণ ও তত্ত্ব এর আলোকে ব্যাখ্যা কর।

(অনুশীলনীর প্রথ ১)

২৫৬ প্রশ্নের উভয়

ক ধারণা হলো কোনো বিশেষভাবে নির্দিষ্ট আকস্মিক ঘটনা হতে উচ্ছৃত সাধারণ কল্পনা, প্রমাণের বা পরীক্ষার উপর নির্ভরশীল নয় এমন কোনো কিছু সম্পর্কে সার্বিক উপলব্ধি বা বোধগম্যতা হলো ধারণা।

খ কোনো পর্যবেক্ষণ, ঘটনা বা বৈজ্ঞানিক সমস্যার জন্য একটি সভাব ব্যাখ্যা যা আরও অনুসন্ধানের মাধ্যমে যাচাই করা যায় তাকে অনুকরণ বলে। ১৯০৫ সালে আইনস্টাইন যখন তাঁর আপেক্ষিকতার বিশেষ স্বীকার্যসমূহ প্রবন্ধ আকারে প্রকাশ করেছিলেন তখন তিনি তাঁর স্বীকার্যগুলো যুক্তি এবং তাত্ত্বিকভাবে প্রমাণ করতে পারলেও ব্যবহারিক কোনো প্রমাণ দিতে না পারায় তখন সেগুলো অনুকরণ ছিল কিন্তু ১৯২৫ সালে সংঘটিত সূর্যগ্রহণের মাধ্যমে আইনস্টাইন যখন তাঁর স্বীকার্যগুলো প্রমাণ করতে পারলেন তখন সেগুলো আর অনুকরণ না থেকে তত্ত্বে পরিণত হলো। এজন্য আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার বিশেষ স্বীকার্যগুলো অনুকরণ নয়।

গ সূজনশীল ১৩(খ) নং উভয় দ্রষ্টব্য।

ঘ সৌরজগৎ সম্পর্কে বিজ্ঞানী টলেমী ও কোপার্নিকাসের ব্যাখ্যা স্বীকার্য, অনুকরণ ও তত্ত্ব এর আলোকে নিম্নরূপে ব্যাখ্যা করা হলো—
আমরা জানি, পুনরুক্ত অভিজ্ঞতার আলোকে সংগৃহীত ডাটা হতে আহরিত কিছু নীতি যা ভৌত ও অন্যান্য প্রাকৃতিক বৈজ্ঞানিক তত্ত্বসমূহের ভিত্তি স্থাপন করে তাকে স্বীকার্য বলে। আবার কোনো পর্যবেক্ষণ ঘটনা বা বৈজ্ঞানিক সমস্যার জন্য একটি সভাব ব্যাখ্যা যা আরও অনুসন্ধানের মাধ্যমে যাচাই করা যায় তাকে অনুকরণ বলে। সৌরজগৎ সম্পর্কে টলেমীর বক্তব্য ছিল পৃথিবী এ মহাবিশ্বের কেন্দ্র এবং চন্দ্র, সূর্য, শুভ ও তারাগুলো পৃথিবীকে কেন্দ্র করে জটিল কক্ষপথে আবর্তন করে। উপরের আলোচনা অনুসারে টলেমীর এ বক্তব্য ছিল স্বীকার্য। তিনি যখন তাঁর এ পর্যবেক্ষণকৃত ঘটনার ব্যাখ্যা দিয়েছিলেন তখন তা অনুকরণে পরিণত হয়েছিল। প্রায় পঞ্চদশ শতাব্দী পর্যন্ত তাঁর এ তত্ত্ব কার্যকর থাকলে পরবর্তীতে তা ডুল প্রমাণিত হয়। আবার সৌরজগৎ সম্পর্কে কোপার্নিকাস বলেছিলেন পৃথিবী হচ্ছে একটি শুভ যা তাঁর নিজ আক্ষের উপর আবর্তনরত এবং সূর্যের চারদিকে ঘোরে। অন্যান্য প্রহর্ণগুলোও গতি একইরকম। একইভাবে কোপার্নিকাসের এ বক্তব্যও ছিল স্বীকার্য। কিন্তু তিনি যখন তাঁর এ পর্যবেক্ষণকৃত তথ্যের ব্যাখ্যা দেন তখন তা অনুকরণে পরিণত হয়। আবার তাঁর এ তথ্যের ব্যপকে অনুকরণ এবং প্রাকৃতিক নিয়মের সমর্থয়ে যে বৈজ্ঞানিক সিদ্ধান্তকে প্রহণযোগ্য করে তুলেছিলেন তখন

তা কোপার্নিকাসের তত্ত্বে পরিণত হয়। কোপার্নিকাসের এ তত্ত্বই পরে কেপলারের স্থারা সংশোধিত হয়ে কেপলারের সূত্র নামে পরিচিত হয়।

এটিই স্বীকার্য, অনুকরণ ও তত্ত্বের আলোকে উদ্দীপকের সৌরজগৎ সম্পর্কে বিজ্ঞানী টলেমী ও কোপার্নিকাসের ব্যাখ্যা।

প্রয়োগ পরিমাপ করেই কিন্তু আমরা কোনো তত্ত্বকে প্রাপ্ত বা বর্জন করতে পারি। পরিমাপের জন্য একক অত্যন্ত জরুরি। আমরা ৮টি একককে মৌলিক একক থেরে পদার্থবিজ্ঞানের সকল ভৌতরাশির একক নির্ধারণ করে থাকি। আবার গবেষণার ক্ষেত্রে পরিমাপের তুটিও নির্ধারণ করতে হয়। যেমন— ইউইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে দৈর্ঘ্য নির্ণয় করতে গেলে অনিচ্যতা হতে পারে 0.1 mm , সূতরাং যেকোনো দৈর্ঘ্যকে লিখতে হবে $(x \pm 0.01)$ সেমি।

১. ক. লব্ধ একক কাকে বলে?

২. খ. বলের ব্যবহারিক একক লব্ধ একক না মৌলিক একক, ব্যাখ্যা কর।

৩. গ. উদ্দীপকে প্রদত্ত দৈর্ঘ্যের শতকরা অনিচ্যতা নির্ণয় কর যখন $x = 5 \text{ cm}$ ।

৪. ঘ. উদ্দীপকে ঐ যন্ত্রটির সাহায্যে দৈর্ঘ্য নির্ণয়ের ক্ষেত্রে পাঠ প্রাপ্ত যথাযথ (Precise) করতে হলে কী কী ব্যবস্থা অবলম্বন করা উচিত— তোমার নিজের মতামত যুক্তিসহকারে লেখ।

(অনুশীলনীর প্রথ ১)

২৬৬ প্রশ্নের উভয়

ক লব্ধ রাশির একক হলো লব্ধ একক। মূল মৌলের এককের সমর্থয়ে যে একক পাওয়া যায় তাকে লব্ধ একক বলে।

খ আমরা জানি, বল = ভর × ত্বরণ

$$\begin{aligned} \text{বেগ} \\ = \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} \\ = \text{ভর} \times \frac{\text{দূরত্ব}/\text{সময়}}{\text{সময়}} = \text{ভর} \times \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} \end{aligned}$$

অতএব, বলের এককে তিনটি মূল একক বা মৌলিক একক রয়েছে। যারা হলো ভরের একক kg । দূরত্বের একক m ও সময়ের একক সেকেন্ড। অতএব বলের এককটি হবে লব্ধ একক এবং একে চিহ্নিত করতে হয় kg m s^{-2} ব্যবহার করা হয়। সূতরাং বলের ব্যবহারিক একক kg m s^{-2} বা N (নিউটন) এককটি লব্ধ একক।

ঘ উদ্দীপক হতে পাই, দৈর্ঘ্য = $(x \pm 0.01) \text{ cm}$

এখনে, $x = 5 \text{ cm}$

অনিচ্যতার সাংখ্যিক মান, $\Delta x = 0.01$

$$\therefore \text{শতকরা অনিচ্যতা} = \frac{\Delta x}{x} \times 100\% = \frac{0.01}{5} \times 100\% = 0.2\%$$

ঙ ইউইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে দৈর্ঘ্য নির্ণয়ের ক্ষেত্রে পাঠ যথাযথ করার জন্য প্রয়োজনীয় ব্যবস্থাসমূহ নিম্নরূপ—

১. যথাসন্তু প্রটিপুর্স ইউইড ক্যালিপার্স ব্যবহার করতে হবে।
২. প্রথমে দেখে নিতে হবে কোনো যান্ত্রিক ত্রুটি আছে কিনা যদি থাকে তবে তা অতি সূক্ষ্মভাবে নির্মূলিত সহিত নির্ণয় করে নিতে হবে।
৩. করেক্টর পাঠ নিয়ে গড় পাঠ প্রাপ্ত হওয়া ক্ষেত্রে তালো কর পাওয়া যাবে।
৪. ভার্নিয়ার ক্ষেত্রে শূন্য দাগের সঙ্গে প্রধান ক্ষেত্রের দাগ তালোভাবে মিলিয়ে ভার্নিয়ার ধ্বনিকের মান নির্ণয় করে নিতে হবে।

৫. যান্ত্রিক তুটির পাঠ অবশ্যই বিয়োগ করতে হবে।
৬. পাঠ নেওয়ার সময় খুবই ঘনোয়েগী হতে হবে ও তাড়াহুড়ো বল্ব করতে হবে।
- উপরোক্ত বিষয়গুলো অতি সতর্কতার সাথে অবলম্বন করলে যথাযথ পাঠ পাওয়া সম্ভব হবে।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৪ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৫ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৩-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৬ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৭ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৮ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৯ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৮-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১০ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ৯-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১১ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১২ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২০-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।
- অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ১৩ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ২১-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

- সিলেটে একটি পাহাড়ের চূড়ায় g এর মান পাওয়া গেল 9.8 ms^{-2} এবং একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য দেখা গেল স্বাভাবিক তাপমাত্রায় 0.99 m । শীতকালে তাপমাত্রা হ্রাসের কারণে দোলকটির দৈর্ঘ্য 1% হ্রাস পায় ফলে এটি কিছুটা দ্রুত চলে।
- ক. প্রতিসাম্য কী?
 - খ. বিক্ষিপ্ত তুটি (Random Error) বলতে কী বুঝ?
 - গ. শীতকালে পাহাড়ের পাদদেশে g এর মান নির্ণয় করার ক্ষেত্রে শতকরা তুটির পরিমাণ নির্ণয় কর।
 - ঘ. শীতকালে দোলকটির সাহায্যে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করা হলে কোনো আপেক্ষিক তুটি থাকবে কি— গাণিতিক বিশেষ পূর্বক মন্তব্য কর।

(অনুশীলনীর প্রশ্ন ১৪)

৩৭নং প্রশ্নের উত্তর

- ক. কোনো রেখা বা তল বরাবর কোনো বস্তুকে কোনো একটি নির্দিষ্ট পদ্ধতিতে বা যেকোনো পদ্ধতিতে স্থাপন করলে ঐ রেখা বা তলের একপাশে অবস্থিত বস্তুর আকার-আকৃতি অপরপাশে অবস্থিত বস্তুর আকার-আকৃতির অনুরূপ হয়, বস্তুর একটি ধর্মকে প্রতিসাম্য বলে।
- খ. তুটির বিভিন্ন বিষয়ে উপর্যুক্ত সাবধানতা অবলম্বন করা সত্ত্বেও কোনো একটি রাশির পাঠ বার বার ভির হতে দেখা যায়। পরিমাপে এ ধরনের ভিরতা বা পার্থক্য দুইভাবে হতে পারে। যথা— (১) পর্যবেক্ষকের পর্যবেক্ষণের তুটির জন্য হতে পারে কিংবা (২) পর্যবেক্ষকালে যত্তেও অবস্থার পরিবর্তনের জন্য। উদাহরণস্বরূপ, যাখ্যাকর্ষণজনিত তুরণ পরিমাপের ক্ষেত্রে T পরিমাপ করার জন্য ধারা

ঘড়ি (Stop watch) এবং 1 মাপার জন্য ক্ষেত্রে এবং সূচক ব্যবহার করা হয়। T পরিমাপের জন্য যদি ঘড়িটি ঠিকমতো চালানো এবং ধারানো না হয় তবে T -এর পরিমাপে তুল হবে। 1 পরিমাপের সময় সূচক যদি ক্ষেত্রের একটি নির্দিষ্ট দাগের সাথে না মিলে দুইটি সরিষ্ঠিত দাগের মধ্যে থাকে, তবে পর্যবেক্ষকের পক্ষে সূচকের অবস্থানের নির্তুল মান ক্ষেত্রে থেকে নেওয়া সম্ভব হয় না। এ ধরনের তুলগুলোকে অনিয়মিত বা বিক্ষিপ্ত তুটি বলে।

বিক্ষিপ্ত তুটি পরিবর্তনশীল। প্রাণ্ত পাঠ প্রকৃত পাঠ অপেক্ষা বেশি হলে ধনাত্মক এবং কম হলে ঋণাত্মক হবে। এই তুটি দূর করতে হলে অধিক সংখ্যক পাঠ প্রাপ্ত করে তাদের গড় পাঠ বের করতে হবে।

- ১) গরমকালে, অভিকর্ষজ তুরণ, $g_1 = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L_1 = 0.99 \text{ m}$

শীতকালে, কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L_2 = (100\% - 1\%) L_1$

$$= L_1 \times 99\%$$

$$= 0.99 \text{ m} \times 0.99 = 0.9801 \text{ m}$$

ধরি, শীতকালে অভিকর্ষজ তুরণ, g_2

আমরা জানি, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$; এখানে, T ধ্রুব ধাকায় $\frac{L}{g}$ = ধ্রুবক

$$\therefore \frac{L_1}{g_1} = \frac{L_2}{g_2}$$

$$\text{বা, } g_2 = g_1 \frac{L_2}{L_1} = 9.8 \text{ ms}^{-2} \times \frac{0.9801 \text{ m}}{0.99 \text{ m}} = 9.720 \text{ m s}^{-2}$$

শীতকালে পাহাড়ের পাদদেশে g এর মান নির্ণয়ের ক্ষেত্রে শতকরা তুটির পরিমাণ = $\frac{g_1 - g_2}{g_1} \times 100\%$

$$= \frac{9.8 \text{ ms}^{-2} - 9.72 \text{ ms}^{-2}}{9.8 \text{ ms}^{-2}} \times 100\% = 8.82\%$$

- ২) পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করার জন্য এক্ষেত্রে সরল (সেকেন্ড) দোলক ব্যবহার করা হয়।

পাহাড়ের পাদদেশে এবং চূড়ায় দোলনকাল যথাক্রমে T_1 এবং T_2 পাহাড়ের পাদদেশে এবং চূড়ায় অভিকর্ষজ তুরণ যথাক্রমে g_1 এবং g_2

$$\text{তাহলে সরল দোলকের তুরণের স্থানুসারে } \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{g_2}{g_1}} \dots\dots\dots(1)$$

পাহাড়ের উচ্চতা h এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R হলে,

$$g_2 = g_1 \left(\frac{R}{R+h} \right)^2 \text{ বা, } \frac{g_2}{g_1} = \left(\frac{R}{R+h} \right)^2$$

$$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\left(\frac{R}{R+h} \right)^2} = \frac{R}{R+h} \text{ বা, } \frac{h+R}{R} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\text{বা, } \frac{h}{R} + 1 = \frac{T_1}{T_2} \text{ বা, } \frac{h}{R} = \frac{T_1}{T_2} - 1$$

$$\therefore h = \left(\frac{T_1}{T_2} - 1 \right) R \dots\dots\dots(2)$$

সরল দোলকের সাহায্যে T_1 এবং T_2 এর মান নির্ণয় করে (2) নং সমীকরণ ব্যবহার করে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করা হয়।

পাহাড়ের পাদদেশে অভিকর্ষজ তুরণ (g_1) এবং পাহাড়ের চূড়ায় অভিকর্ষজ তুরণের (g_2) মান তাপমাত্রার অভ্যন্তরিন সামান্য তারতম্যের ওপর নির্ভর করে না। পৃথিবীতে শীতকালে ও গরমকালে তাপমাত্রার তারতম্য সামান্য। এ থারতম্যের দ্রুতগতি (পৃথিবীতে নির্দিষ্ট স্থানে অভিকর্ষজ তুরণের মানে পরিবর্তন ঘটে না। তাই শীতকালে অথবা গরমকালে যেকোনো সময়েই উত্ত পরীক্ষণটি করা হবে কেন, $\frac{T_1}{T_2}$ এর মান একই পাওয়া যাবে। ক্ষুত গরমকালের তুলনায় শীতকালে T_1 এবং T_2 এর মান সমান অনুপাতে হ্রাস পাবে। সুতরাং শীতকালে দোলকটির সাহায্যে পাহাড়ের উচ্চতা নির্ণয় করা হলে কোনো আপেক্ষিক তুটি থাকবে না।

প্রয়োগ দুই বস্তু বিজ্ঞানের ছাত। একজন বলল, বিজ্ঞানে সত্য একবার আবিষ্কৃত হলে এটা সবসময় সত্যই থাকে। যেমন ছুকের সূত $F = kx$ । বিতীয় বস্তু বলল, পদার্থবিজ্ঞানের কোনো সূত্র পরম সত্য বা পরম মিথ্যা কি-না কোনোটাই প্রমাণ করা যায় না। বর্তমানের জাগতিক দৃষ্টিভঙ্গ ভুল হতে পারে একই সাথে।

ক. সূত্রের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. অনুকরণ ও তত্ত্বের মধ্যে পার্থক্য কী? ২

গ. $F = kx$ লেখচিত্র অঙ্কন ও বর্ণনা কর। ৩

ঘ. দুই বস্তুর মধ্যে কে তোমার মতে সঠিক? নিজস্ব যুক্তিসহ আলোচনা কর। ৪

[অনুশীলনীর পৃষ্ঠা ১৫]

৩৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক তোত ঘটনার ধর্ম বা বিভিন্ন রাশিসমূহ বা সহজাত বৈশিষ্ট্যমূলক গুণের সাথে সম্পর্কিত ঘটনা বর্ণনার জন্য ব্যবহৃত হতে পারে যা কোনো ব্যক্তিক্রম ছাড়াই এবং ঘটনার বিস্তৃত প্রেগিন সকল সদস্যের জন্য প্রযোজ্য তাকে সূত্র বলে।

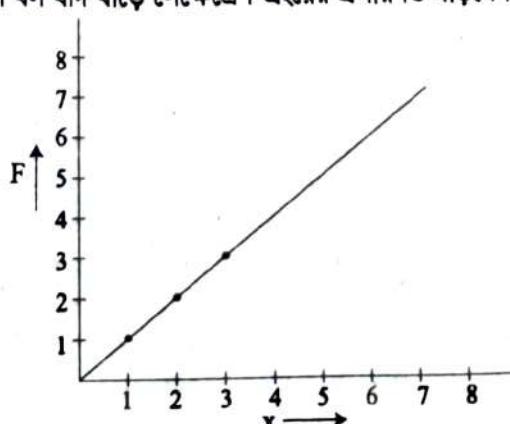
খ অনুকরণ ও তত্ত্বের মধ্যে পার্থক্য হলো—

অনুকরণ	তত্ত্ব
১. কোনো পর্যবেক্ষণ, ঘটনা বা বৈজ্ঞানিক সমস্যা আরও অনুসন্ধানের জন্য কল্পনা বা অনুমান বা প্রস্তাবিত ব্যাখ্যাকে অনুকরণ বলে।	১. কোনোকিছু ব্যাখ্যার জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিত্তাধারা, ভাব বা ধারণা তাকে তত্ত্ব বলে।
২. অনুকরণ হচ্ছে কোনো বৈজ্ঞানিক ঘটনার প্রস্তাবিত ব্যাখ্যা।	২. তত্ত্ব হচ্ছে কোনো ঘটনার বৈজ্ঞানিকভাবে গ্রহণযোগ্য সর্বজনীন নীতি বা নীতিসমূহ।
৩. অনুকরণের উদাহরণ হলো— অ্যাডোগেড্রোর অনুকরণ, আলোর ফোটন তত্ত্ব সম্পর্কিত প্ল্যাঞ্জের প্রকল্প ইত্যাদি।	৩. তত্ত্বের উদাহরণ হলো— আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব, গ্যাসের গতিতত্ত্ব, আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব ইত্যাদি।

গ উদীপকে আলোচিত ছুকের সূত্র হলো $F = kx$.

এ সূত্রানুযায়ী F প্রত্যয়নী বল, k স্থিং ধ্রুবক এবং x হলো স্থিং এর প্রসারণ। এ সূত্রানুযায়ী প্রত্যয়নী বল স্থিংয়ের প্রসারণের সমানুপাতিক। সেক্ষেত্রে $F = kx$ লেখচিত্র হবে—

লেখচিত্র হতে দেখা যায় এটি একটি মূলবিদ্যুগামী সরলরেখা। অর্থাৎ প্রত্যয়নী বল যদি বাড়ে সেক্ষেত্রে স্থিংয়ের প্রসারণও বাড়বে।



আবার প্রত্যয়নী বল যদি কমে সেক্ষেত্রে স্থিংয়ের প্রসারণও কমবে। প্রতিটি ক্ষেত্রে প্রত্যয়নী বল এবং স্থিংয়ের প্রসারণের অনুপাত ধূব সংখ্যা, যা স্থিং ধ্রুবক $\frac{1}{k}$ এর মানের সমান।

ঘ বিজ্ঞানের ছাতা দুই বস্তুর মধ্যে বিতীয় বস্তু আমার মতে সঠিক। নিচে যুক্তিসহ আমার নিজস্ব মতামত আলোচনা করা হলো—

সূত্র হলো সাধারণভাবে কোনো নির্দিষ্ট শর্ত বা অবস্থায় কী ঘটবে তার বর্ণনা। পদার্থবিজ্ঞানে প্রকৃতির নীতির সেই বর্ণনা যা সূত্রের বর্ণিত আওতার মধ্যে সকল ক্ষেত্রে থাটে। প্রকৃতির নিয়মে কোনো ঘাটতি বা ভুলজ্ঞতা নেই তাই প্রকৃতির কোনো ঘটনার সাথে বর্ণিত সূত্রের যদি গরমিল দেখা দেয় তবে বর্তমানে প্রচলিত সূত্র বাতিল করতে হবে বা এর উৎকর্ষ সাধন করতে হবে।

১ম বস্তুর মতে বিজ্ঞানে সত্য একবার আবিষ্কৃত হলে এটা সবসময়ই সত্য থাকে। কিন্তু ১ম বস্তুর এ বন্ধন্য সঠিক নয় কেননা নিউটন ১৬৮৭ সালে গতির যে তিনটি সূত্র প্রদান করেছিলেন পরে ১৯০৫ সালে আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে তার উৎকর্ষ সাধন করতে হয়। নিউটন যখন গতিবিষয়ক সূত্র প্রদান করেছিলেন সে সময়ের প্রেক্ষিতে বা সে সময়ের দৃষ্টিভঙ্গ অনুযায়ী তা সঠিক ছিল। কেননা তখন পর্যবেক্ষক আলোর বেগের সাথে তুলনীয় বেগে গতিশীল হতে পারবে তা কল্পনাতীত ছিল। কিন্তু যখন আইনস্টাইনের কাছে পর্যবেক্ষকের আলোর বেগের সাথে তুলনীয় হওয়ার ধারণা চলে আসল তখন তাকে ২০০ বছর পূর্বের নিউটনের সূত্রের উৎকর্ষ সাধন করতে হয়। তার ধারণা অনুযায়ী স্থান, কাল এবং তর সহস্রে আমাদের ধারণার পরিবর্তন ঘটে। বিতীয় বস্তুর কথা অনুযায়ী পদার্থবিজ্ঞানের কোনো সূত্র সত্য বা পরম মিথ্যা কোনোটাই প্রমাণ করা যায় না। বর্তমানের জাগতিক দৃষ্টিভঙ্গ ভুল হতে পারে যা নিউটনের ক্ষেত্রে হয়েছিল অর্থাৎ আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুযায়ী নিউটনের সূত্র সম্পূর্ণরূপে মিথ্যা বা ভুল নয় বরং তা আংশিক সঠিক।

প্রয়োগ উদীপকটি পড় এবং নিম্নের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

কোন বস্তুতে কী পরিমাণ শক্তি লুকিয়ে আছে সে বিষয়ে বিজ্ঞানী আইনস্টাইন চমৎকার একটি সূত্র প্রতিপাদন করে গেছেন। ধরা যাক, 1 kg ভরের একটি বস্তুতে কী পরিমাণ শক্তি লুকিয়ে আছে তা জানতে পারব আইনস্টাইনের ভর শক্তির সমীকরণ থেকে। [আলোর বেগ $C = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$]

ক. ভরের একক 1 kilogram কাকে বলে? ১

খ. সূত্র ও তত্ত্বের মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদীপকে উল্লিখিত বস্তুতে কী পরিমাণ শক্তি লুকিয়ে আছে তা বের কর। ৩

ঘ. উদীপকের 1 kg ভরের বস্তুর তুলনায় 1 amu ভরের বেশি না কম MeV শক্তি লুকিয়ে থাকবে— গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

[অনুশীলনীর পৃষ্ঠা ১৭]

৩৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক ত্রাসের স্যান্দেতে ইটারন্যাশনাল বুরো অব ওয়েট্স এড মেজিস্ট্রেস এ রকিতি 3.9 cm উচ্চতা ও 3.9 cm ব্যাস বিলিট প্লাটিনাম ইরিডিয়াম সংকর ধাতুর তৈরি একটি সিলিভারের ভরকে 1 kilogram কাকে বলে।

খ সূজনশীল $10(\text{খ})$ নং উত্তর দ্রষ্টব্য।

গ আমরা জানি,
 $E = mc^2$
 $= 1 \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2$
 $= 9 \times 10^{16} \text{ J}$

উল্লিখিত বস্তুটির ভর, $m = 1 \text{ kg}$
 আলোর বেগ, $C = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$
 লুকায়িত শক্তি, $E = ?$

য) গ হতে পাই,

$$1 \text{ kg ভরের বক্তুতে সূক্ষ্মিক শক্তি}, E = 9 \times 10^6 \text{ J} \\ = \frac{9 \times 10^6}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} \\ = \frac{9 \times 10^6 \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ MeV} \\ = 5.625 \times 10^{19} \text{ MeV}$$

আবার, $1 \text{ amu} = 1.660 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$\therefore 1 \text{ amu ভরের বক্তুতে সূক্ষ্মিক শক্তি},$

$$E_1 = 1.660 \times 10^{-27} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 = 1.494 \times 10^{-10} \text{ J} \\ = \frac{1.494 \times 10^{-10}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV} = \frac{1.494 \times 10^{-10} \times 10^{-6}}{1.6 \times 10^{-19}} \text{ MeV} \\ = 933.75 \text{ MeV}$$

এখানে, $E_1 < E$

সুতরাং $1 \text{ kg ভরের বক্তুতে তুলনায় } 1 \text{ amu ভরের বক্তুতে কম শক্তি লুকিয়ে থাকবে।}$

৩. ননী গোপাল, অচিন্ত্য, গন্ধুর, নির্মল, প্রাণেশ ও মোহেনুল স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

বিজ্ঞানের ছাত্রীরা পদার্থবিজ্ঞান ল্যাবরেটরিতে একটি মাইক্রোফিটার ফ্ল-গজ ঘার বৃত্তাকার ক্ষেলের ভাগসংখ্যা 50 এর সাহায্যে একটি সরু তারের ব্যাস পরিমাপ করছিল। উক্ত পরীক্ষায় প্রধান ক্ষেল পাঠ 0.1 cm এবং বৃত্তাকার ক্ষেল পাঠ 35 পাঠ মাত্র পেল।

ক. ন্যানো ও মাইক্রো কী?

১

খ. খেলাধূলার সাথে পদার্থবিজ্ঞানের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

২

গ. তারটির পরীক্ষালব্ধ ব্যাস কত?

৩

ঘ. ফ্ল-গজটির যান্ত্রিক ত্রুটি 0.88% হলে এর প্রকৃত ব্যাস কত হবে?

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

৪০নং প্রশ্নের উত্তর

ক) ন্যানো ও মাইক্রো হলো এককের উপগুণিতক, যেখানে ন্যানো $\frac{1}{10^9}$ অর্থাৎ একক 10^{-9} অংশ এবং মাইক্রো $= \frac{1}{10^6}$ । অর্থাৎ, এককের 10^{-6} অংশ।

খ) খেলাধূলার সাথে পদার্থবিজ্ঞানের বলবিদ্যা শাখাটি অঙ্গাঙ্গিভাবে জড়িত। খেলার সময় খেলোয়ার নিজে এবং খেলার সরঞ্জাম উভয়েই বক্তুর ধর্ম মেনে চলতে বাধ্য। খেলার নিয়ম-কানুনের ব্যতয় ঘটাতে পারে কিন্তু বক্তুর কর্তৃক বলবিদ্যার নিয়মের ব্যতয় ঘটানো অসম্ভব। বলবিদ্যার নিয়ম জেনে এবং মেনেই প্রায় সকল খেলা খেলতে হয়। ক্রিকেট, ফুটবল, লনটোনিস, টেবিল টেনিস—এসব খেলায় নিকেপ, নিকেপ কোণ, ঘাত বল, স্পিন, বাটস, বায়ুর সাথে গতিশীল বলের যথক্ষিয়ায় চলত পথে ডানে বা বায়ে ধনুকের ন্যায় বেঁকে যাওয়া; ভূমি বা টেবিলে আঘাতের পর বেঁকে যাওয়া ইনসুইং, আউটসুইং এসবই বলবিদ্যার নিয়মে ঘটে।

গ) এখানে, বৃত্তাকার ক্ষেলের ভাগ $= 50$ এবং যত্নে পিচ থাকে 1 mm প্রধান ক্ষেল পাঠ, $L = 0.1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$

বৃত্তাকার ক্ষেলের পাঠ, $c = 35$

$$\text{লবিষ্ঠ গশন } Lc = \frac{1}{50} \text{ mm} = 0.02 \text{ mm}$$

তারটির ব্যাস, $D = ?$

আমরা জানি, $D = L + c \times Lc$

$$= 1 \text{ mm} + 35 \times 0.02 \text{ mm}$$

$$= 1 \text{ mm} + 0.7 \text{ mm} = 1.7 \text{ mm}$$

অতএব, তারটির প্রথম 1.7 mm .

ঘ) এখানে, প্রধান ক্ষেল পাঠ $= 0.1 \text{ cm} = 1 \text{ mm}$

বৃত্তাকার ক্ষেলের পাঠ $= 35$

পিচ $= 1 \text{ mm}$

লবিষ্ঠ গশন $= 0.02 \text{ mm}$

$$\text{যান্ত্রিক ত্রুটি } e = .88\% = \frac{.88}{100}$$

\therefore প্রকৃত ব্যাস = প্রধান ক্ষেল পাঠ + বৃত্তাকার ক্ষেল পাঠ \times লবিষ্ঠ গশন \pm যান্ত্রিক ত্রুটি

$$= 1 \text{ mm} + 35 \times 0.02 \text{ mm} \pm \frac{.88}{100}$$

$$= 1.7 \text{ mm} \pm \frac{.88}{100} = 1.7088 \text{ mm একক, } 1.6912 \text{ mm}$$

প্রশ্ন ৪১। যখন একটি ধাতব দণ্ডকে উত্তপ্ত করা হয়, তখন প্রয়োজনীয় তাপশক্তি, $H = M S \Delta \theta =$ ভর $\times S \times$ তাপমাত্রার পরিবর্তন এখানে $S =$ ধ্রুবক

ক. সূত্র কাকে বলে?

১

খ. 2 a.m.u বলতে কি বুঝ— ব্যাখ্যা কর।

২

গ. H এর একক নির্ণয় কর।

৩

ঘ. 'গ' এর প্রাপ্ত মান এবং সমীকরণটির সাহায্যে S এর একক হিসাব করা সম্ভব। বিশ্লেষণ কর।

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৪১নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব পরীক্ষা নিরীক্ষার পর সঠিক প্রমাণিত হলে যখন একটি উক্তির মাধ্যমে এটিকে প্রকাশ করা হয় তখন তাকে সূত্র বলে।

খ) 2 amu বলতে দুই পারমাণবিক ভরকে বুঝায়।

আমরা জানি, $1 \text{ amu} = 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\therefore 2 \text{ amu} = 2 \times 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg} = 3.321 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

নিউট্রন, প্রোটন প্রভৃতি কণার ভর amu এককে প্রকাশ করা যায়। এই এককে প্রোটন ও নিউট্রনের ভর যথক্ষেত্রে 1.007277 amu ও 1.008665 amu

$$2 \text{ amu ভরের সমতুল্য শক্তি} = 2 \times 934 \text{ MeV} = 1868 \text{ MeV}$$

গ) এখানে, $H = M S \Delta \theta$

এখানে, m হচ্ছে ভর যার একক kg

s হচ্ছে আপেক্ষিক তাপ যার একক $\text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$

$\Delta \theta$ হচ্ছে তাপমাত্রার পরিবর্তন যার একক K

$$\therefore H \text{ এর একক} = m \text{ এর একক} \times S \text{ এর একক} \times \Delta \theta \text{ এর একক}$$

$$= \text{kg} \times \text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1} \times \text{K} = \text{J}$$

অতএব, H এর একক J।

ঘ) 'গ' হতে প্রাপ্ত, H এর একক J

$$\text{প্রদত্ত সমীকরণ, } H = M S \Delta \theta \text{ বা, } S = \frac{H}{M \Delta \theta}$$

$$\therefore S \text{ এর একক} = \frac{H \text{ এর একক}}{m \text{ এর একক} \times \Delta \theta \text{ এর একক}}$$

$$= \frac{\text{J}}{\text{kg} \times \text{K}} [\text{গ হতে প্রাপ্ত}]$$

$$= \text{J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

অতএব, 'গ' এর প্রাপ্ত মান এবং সমীকরণটির সাহায্যে S এর একক হিসাব করা সম্ভব।

৩ রমা বিজয়, আলী আহমেদ, সুদেব পাল ও সালাহউদ্দিন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সংজ্ঞাল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন বায়ুশূন্য কাচলের ডিতরে এক প্রাণী একটি মার্বেল ও এক টুকরা তুলা রাখা আছে। অনুভূমিক মলটিকে হঠাৎ উল্লেখ্যে রাখা হলে দেখা যায় মার্বেল এবং তুলা খণ্টি একসাথে অপর প্রাণী পৌছে।

- ক.** ধারণা কী? ১
- খ.** ধারণা ও নীতির মধ্যে পার্থক্য নির্দেশ কর। ২
- গ.** উচ্চিপকের আলোকে সূত্র বলতে কী বুঝায় ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ.** সূত্র ব্যবহার করে দুটি বস্তু একসাথে পড়ার কারণ বিশেষ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

৪২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. ধারণা হলো কোনো বিশেষভাবে নির্দিষ্ট আকস্মিক ঘটনা হতে উভ্য সাধারণ করনা, প্রমাণের বা পরীক্ষার উপর নির্ভরশীল নয় এমন কোনো কিছু সম্পর্কে সার্বিক উপলব্ধি বা বৈধগ্যময়া হলো ধারণা।

খ. ধারণা ও নীতির মধ্যে পার্থক্য হলো—

ধারণা	নীতি
১. ধারণা হলো পরীক্ষা, যুক্তি বা প্রমাণের উপর নির্ভরশীল নয় এমন মতামত।	১. নীতি হচ্ছে নিয়ম বা আইন যা অবশ্যই বা সাধারণত মেনে চলতে হয়।
২. ধারণাসমূহ সঠিক হতে পারে আবার নাও হতে পারে।	২. নীতিসমূহ বৈজ্ঞানিক সমাজ কর্তৃক সর্বজনীনভাবে স্বীকৃত।
৩. ধারণার উদাহরণ হলো— অ্যারিস্টাকার্সের সৌরকেন্দ্রিক ধারণা, ডেমোক্রিটাসের পরমাণুর ধারণা ইত্যাদি।	৩. নীতির উদাহরণ হলো— ডপলার নীতি, শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি, হাইজেনবার্গের অনিচ্ছিত নীতি।

গ. সূত্র হলো পর্যবেক্ষণের মাধ্যমে আহরিত কোনো সত্য ঘটনার বিবৃতি, যা কার্যকর হয় কোনো সুনির্দিষ্ট বৈজ্ঞানিক ঘটনায় যা নির্দিষ্ট শর্তে সবসময় ঘটিতে থাকে। পদার্থবিজ্ঞানে প্রকৃতির নীতির সেই বর্ণনা যা সূত্রের বর্ণিত আবত্তার মধ্যে ঘটে। প্রকৃতির নিয়মে কোনো ঘটাতি বা ভুলভাবে নেই তাই প্রকৃতির কোনো ঘটনার সাথে বর্ণিত সূত্রের যদি গরমিল হয় তাহলে বর্তমানে প্রচলিত সূত্র বাতিল করতে হবে যা এর উৎকর্ষ সাধন করতে

৫ প্রফেসর ড. ইকরাম আলী শেখ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সংজ্ঞাল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ঝুঁপ্পা পরীক্ষাগারে স্কেরোমিটারের সাহায্যে লেসের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় করছে। সমতল কাচলেট এবং উত্তল লেসের উপরিপঞ্চের পাঠ যথক্রমে 0.1 mm এবং 1.24 mm পেল। স্কেরোমিটারের তিনটি পায়ার অধ্যবর্তী গড় দূরত্ব 0.04 m ।

- ক.** লক্ষ একক কাকে বলে? ১
- খ.** পরিমাপের মূলনীতি লিখ। ২
- গ.** উচ্চিপকে বর্ণিত উত্তল লেসের বক্রতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ.** লেসটি উত্তল না হয়ে অবতল হলে বক্রতার ব্যাসার্ধের কী পরিবর্তন হতো তা বিশেষ কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১.১]

৪৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যেসব ভৌত রাশির একক স্বাধীন বা নিরপেক্ষ নয় অন্য কোনো মৌলিক রাশির এককের উপর নির্ভর করে এবং এক বা একাধিক মৌলিক রাশির এককের গুণফল বা ভাগফল থেকে উৎপন্ন হয় তাদেরকে লক্ষ একক বলে।

খ. পরিমাপ বলতে সাধারণ অর্থে কোনো কিছুর পরিমাণ নির্ণয় করাকে বুঝায়। কোনো কিছুর মাপ-জোক বা হিসাব নিকাশই হচ্ছে

হবে। উদীপকের ঘটনাটি একটি বৈজ্ঞানিক ঘটনা। যা পড়ত করুন সূত্রের পরিকল্পনা। অর্থাৎ পড়ত করুন বিন্য বাধায় স্থির অবস্থান হতে সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে। যখন বৈজ্ঞানিক সূত্রসমূহ ইন্দৃষ্টিগ্রাহ্য ঘটনা ব্যাখ্যা করে, যাদের বাস্তব প্রয়োগ আছে সেগুলো গাণিতিক ঘটনা নয়। সুতরাং পড়ত করুন সূত্রটি হলো গাণিতিক সূত্র, ঘটনা নয়।

গ. নিউটনের সূত্রের আলোকে মার্বেল এবং তুলা খণ্টি একসাথে অপর প্রাণে পৌছার কারণ বিশেষণ করা হলো—

গ্যালিলিও এর পড়ত বস্তুর প্রথম সূত্র এবং নিউটনের গতির ছিটীয় সূত্রের সাহায্যে এটি প্রমাণ করা যায়,

পড়ত বস্তুর প্রথম সূত্র হলো— একই অবস্থান হতে ছেড়ে দিলে এবং বাধাহীনভাবে নিচে পড়তে থাকলে ভারী ও হালকা সকল বস্তুই সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করবে।

আবার, গতির ছিটীয় সূত্রানুসারে, কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল তার ভরবেগের পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক অর্থাৎ

$$F = \frac{dp}{dt} = \frac{dmv}{dt} = m \frac{dv}{dt} = ma$$

কিন্তু বস্তুর ওজনের ক্ষেত্রে তুরণ a না হয়ে অভিকর্ষজ তুরণ g হলে সেক্ষেত্রে অভিকর্ষজ বল, $F = mg$ হয়। যেহেতু অভিকর্ষজ বল বস্তুর ভরের সমানুপাতিক সেহেতু হালকা বস্তুর উপর অভিকর্ষজ বল কম হয় এবং ভারী বস্তুর উপর পৃথিবী কর্তৃক প্রযুক্ত অভিকর্ষজ বল বেশি হয়। তাই হালকা ও ভারী উভয় বস্তুই সমান তুরণে নিচে নামতে থাকে।

আবার, গতির $h = ut + \frac{1}{2} gt^2$ সমীকরণ অনুসারে, $u = 0$ অর্থাৎ বস্তুর আদিবেগ শূন্য হলে, $h = 0 \times t + \frac{1}{2} gt^2$ বা, $h = \frac{gt^2}{2}$

যেহেতু g এর মান ধ্রুব সেহেতু $h \propto t^2$. অর্থাৎ মার্বেল ও তুলার টুকরা t সময়ে h উচ্চতায় নেমে আসবে। এ অভিক্রান্ত উচ্চতা মার্বেল বা তুলার ভরের উপর নির্ভর করে না, কারণ কাচলটি পুরোপুরি বায়ুশূন্য থাকায় এখানে বাতাসের বাধা কাজ করে না।

প্রশ্ন ৪৩। অনুশীলনীর সংজ্ঞাল প্রশ্ন ২ এর উত্তরের জন্য সংজ্ঞাল প্রশ্ন ৩৭-এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

তার পরিমাপ। কোনো একটি রাশির পরিমাপ বুঝতে গেলে তার একটি সুবিধাজনক পরিমাণকে নির্দিষ্ট মান ধরে সমপ্রকার রাশির মাপ নেওয়া হয়। এ নির্দিষ্ট মানকে পরিমাপের একক বলে। আমাদের কোনো কিছুর পরিমাপ নির্ধারিত আদর্শমান বা এককের কতগুণ তা ব্যাস্ত করাই হচ্ছে পরিমাপের মূলনীতি।

১। এখানে, স্কেরোমিটারের তিন পায়ের গড় দূরত্ব $d = 0.04 \text{ m} = 4 \text{ cm}$ উত্তল বক্রতল স্পর্শ করার জন্য স্কেরোমিটারের ঝুকে যে পরিমাণ উপরে উঠতে হয়

$$h = 1.24 \text{ mm} - 0.1 \text{ mm} = 1.14 \text{ mm} = .114 \text{ cm}$$

উত্তল লেসের বক্রতার ব্যাসার্ধ, $R = ?$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

$$= \frac{(4 \text{ cm})^2}{6 \times 0.114 \text{ cm}} + \frac{0.114 \text{ cm}}{2} = 23.45 \text{ cm}$$

২। লেসটি উত্তল না হয়ে অবতল হলে, বক্রতলের পাঠ নেওয়ার সময় স্কেরোমিটারের ঝুকে 1.24 mm পরিমাণ উঠানোর পরিবর্তে 1.24 mm পরিমাণ নামাতে হবে।

একেবে, $h = -1.24 \text{ mm} - 0.1 \text{ m} = -1.34 \text{ mm} = -0.134 \text{ cm}$
 $d = 4 \text{ cm}$

$$\therefore \text{অবতল তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ}, R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

$$= \frac{(4 \text{ cm})^2}{6 \times (-0.134 \text{ cm})} + \frac{-0.134 \text{ cm}}{2}$$

$$= -19.97 \text{ cm}$$

যেহেতু উভল তলের বক্রতার ব্যাসার্ধ 25.45 cm [গ হতে প্রাপ্ত] সেহেতু উদ্বিপকের লেঙ্গটি উভল না হয়ে অবতল হলে বক্রতলের ব্যাসার্ধ পরিবর্তন হয়ে কমে যেত।

সরল দোলকের দোলনকালের সমীকরণ $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

রুম্পা এ থেকে g এর মান নির্ণয়ে L ও T পরিমাপে তুলের পরিমাণ পেল যথাক্রমে 2% এবং 5% ।

- ক. পদ্ধতিগত বা পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি কী? ১
- খ. আনুপাতিক ত্রুটি ও শতকরা ত্রুটি কীভাবে হিসাব করা হয় উদাহরণসহ বুঝাও। ২
- গ. g এর মান নির্ণয়ে রুম্পার সর্বোচ্চ তুলের পরিমাণ কত? ৩
- ঘ. g এর মান নির্ণয়ের ক্ষেত্রে কোন রাশিটির মান বেশি সতর্কতার সাথে নির্ণয় করতে হবে ব্যাখ্যা কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১.২]

৪৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে সকল ত্রুটি নির্দিষ্ট নিয়ম মেনে বা জানা কারণে উভ্রূত হয় তাকে পদ্ধতিগত বা পুনরাবৃত্তিক ত্রুটি বলে।

খ. পরমত্রুটিকে পরিমাপকৃত মান ছারা ভাগ করলে আনুপাতিক ত্রুটি পাওয়া যায়। সূতরাং প্রকৃত মান x এবং পরিমাপকৃত মান y হলে, পরম ত্রুটি হবে $x \sim y$ ।

$$\therefore x \text{ রাশির পরিমাপে আনুপাতিক ত্রুটি} = \frac{x \sim y}{x}$$

আবার, কোনো রাশি পরিমাপ করতে যেয়ে কতটা ত্রুটি হলো তার শতকরা হিসাবকে শতকরা ত্রুটি বলে।

$$\text{শতকরা ত্রুটি} = \frac{(\text{পরীক্ষালব্ধ মান} - \text{প্রকৃত মান})}{\text{প্রকৃত মান}} \times 100\%$$

$\therefore x$ রাশির পরিমাপে আনুপাতিক ত্রুটি $= \frac{x \sim y}{x}$ হলে

$$x \text{ রাশির পরিমাপে শতকরা ত্রুটি} = \frac{x \sim y}{x} \times 100\%$$

গ. এখানে, L এর বেলায় তুলের পরিমাণ $\frac{\Delta L}{L} = 2\% = \frac{2}{100}$

$$T \text{ এর বেলায় তুলের পরিমাণ} \frac{\Delta T}{T} = 5\% = \frac{5}{100}$$

এখন, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\text{বা, } T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

$$\text{বা, } g = \frac{4\pi^2 L}{T^2}$$

$\therefore g$ এর মান নির্ণয়ে রুম্পার সর্বোচ্চ তুলের পরিমাণ

$$= 1 \times \frac{\Delta L}{L} + 2 \times \frac{\Delta T}{T}$$

$$= 1 \times \frac{2}{100} + 2 \times \frac{5}{100} = \frac{2}{100} + \frac{10}{100} = \frac{12}{100} = 12\%$$

ঘ. প্রদত্ত সমীকরণ, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$

$$\text{বা, } T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

$$\text{বা, } g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$$

ধরি, $\frac{\Delta g}{g}, \frac{\Delta L}{L}, \frac{\Delta T}{T}$ যথাক্রমে g, L ও T এর আনুপাতিক বা আপেক্ষিক ত্রুটি।

$$\text{সূতরাং, } \pm \frac{\Delta g}{g} = 1 \times \frac{\Delta L}{L} + 2 \times \frac{\Delta T}{T}$$

অর্থাৎ, g এর আনুপাতিক ত্রুটি $= 1 \times (L \text{ এর আনুপাতিক ত্রুটি})$

+ $2 \times (T \text{ এর আনুপাতিক ত্রুটি})$
 দেখা যাচ্ছে যে, L ও T এর নির্গেয় সম্ভাব্য ত্রুটির মধ্যে T এর ঘাত বেশি বলে T এর ত্রুটিই g এর ত্রুটির চূড়ান্ত মানকে বেশি প্রভাবিত করে। সূতরাং g এর মান নির্ণয়ের ক্ষেত্রে T এর মান বেশি সতর্কতার সাথে নির্ণয় করতে হবে।



মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল কর্তৃক প্রণীত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল এ অধ্যায়ের জন্য শিখনফলের ধারায় নিম্নোক্ত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তরসমূহ প্রণয়ন করেছেন। ১০০% মৌলিক উদ্দীপক নির্ভর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তরসমূহের যথাযথ অনুশীলন কলেজ ও ইচএসসি পরীক্ষার জন্য তোমাদের সেরা প্রস্তুতি প্রাপ্তি প্রাপ্তি এবং আন্তরিক বিশ্বিতে সহায়তা করবে।

1.1

শিখনফল : পদাৰ্থবিজ্ঞানের সাথে জ্ঞানের বিভিন্ন শাখার সম্পর্ক বিশ্লেষণ করতে পারব।

মাস্টার আজ কৰিবের কলেজে প্রথম দিন। প্রথম দিনের প্রথম পদাৰ্থবিজ্ঞান ক্লাসেই পদাৰ্থবিজ্ঞানের বিভিন্ন সূত্র, নীতি, তত্ত্ব, ইত্যাদি পড়ানো হলো। একই সাথে পদাৰ্থবিজ্ঞানের সাথে অন্যান্য বিষয়ের যোগসূত্র নিয়েও আলোচনা করা হলো।

ক. শীকার্য কাকে বলে? ১

খ. 'এই মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণ' পরম্পরাকে আকর্ষণ করে। ২

গ. পদাৰ্থবিজ্ঞানের সাথে সম্পর্কিত অন্যান্য জ্ঞানের জগৎগুলো কী কী? ৩

ঘ. 'সমাজের সভ্যতা সংস্কৃতি মানুষের চিঠা ও চেতনায় পরিবর্তন ঘটাবে'। এ পরিবর্তনগুলোর সাথে পদাৰ্থবিজ্ঞান কী কোনোভাবে সম্পর্কিত, আলোচনা কর। ৪

৪৬নং প্রশ্নের উত্তর

ক. শীকার্য হলো একটি প্রস্তাবনা যার প্রমাণের প্রয়োজন হয় না, নিজে থেকেই প্রতিষ্ঠিত অথবা সত্য বলে শীকার কৰার কোনো সুনির্দিষ্ট উদ্দেশ্য থাকে এবং এটি অন্য একটি প্রস্তাবনা প্রমাণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

খ. মহাবিশ্বে দৃষ্টি বস্তুর মধ্যকার পারম্পরাক আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বলে। শুধু পৃথিবীই নয় সৌরজগতের গ্রহগুলোর সূর্যের চারপাশে ঘোরার কারণ বোঝার জন্য নিউটন পরম্পর যোগসূত্রাদীন দৃষ্টি বস্তুর মধ্যে একটি আকর্ষণ বল কল্পনা করেন। তিনি বলেন, এ মহাবিশ্বের প্রত্যেকটি বস্তু কণাই একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। এ আকর্ষণ বলের মান শুধু বস্তুরের ভর ও এদের মধ্যকার দূরত্বের উপর নির্ভর করে। এদের প্রকৃতি, আকৃতি, অভিযুক্ত ও মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে না। তাই বলা যায়, মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তু কণা পরম্পরাকে আকর্ষণ করে।

গ. পদাৰ্থবিজ্ঞান হচ্ছে বিজ্ঞানের একটি মৌলিক শাখা। এর নীতিগুলো অন্যান্য বৈজ্ঞানিক গবেষণার ভিত্তি তৈরি কৰেছে। পদাৰ্থবিজ্ঞানের গবেষণা প্রাকৃতিক ঘটনাগুলোকে যেমন ব্যাখ্যা কৰতে সাহায্য কৰে তেমনি জ্ঞানের অন্যান্য শাখায় আৰু প্ৰয়োগ তাৎপৰ্যপূৰ্ণ। বিজ্ঞানের অন্যান্য শাখায় পদাৰ্থবিজ্ঞানের বাপক ব্যবহাৰই একে বৰ্তমান বিজ্ঞান যুগেৰ কেন্দ্ৰে অধিষ্ঠিত কৰেছে। গণিত, রসায়ন, জ্যোতিৰ্বিজ্ঞান, চিকিৎসা, কৃষি ও প্ৰযুক্তিৰ বিভিন্ন শাখায় পদাৰ্থবিজ্ঞানের মৌলিক ব্যাখ্যা ও ধাৰণাসমূহ বিশেষ ভূমিকা পালন কৰেছে। এছাড়া সাহিত্য, সংস্কৃতি, সমাজবিজ্ঞান ও খেলাধুলার ওপৰ পদাৰ্থবিজ্ঞানের প্ৰভাৱ অৰ্হীকৰ কৰা যায় না।

অতএব, পদাৰ্থবিজ্ঞানের সাথে সম্পৰ্কিত অন্যান্য জ্ঞানের জগৎগুলোৰ মধ্যে উল্লেখযোগ্য হলো—

(১) গণিত, (২) রসায়ন, (৩) জীৱবিজ্ঞান, (৪) চিকিৎসা বিজ্ঞান, (৫) জ্যোতিৰ্বিজ্ঞান, (৬) প্ৰযুক্তিৰ বিভিন্ন শাখা, (৭) সমাজবিজ্ঞান, (৮) কৃষিৰ্বিজ্ঞান, (৯) সাহিত্য সংস্কৃতি, (১০) দৰ্শন, (১১) খেলাধুলা ইত্যাদি।

৩. সমাজেৰ সভাতা সংস্কৃতি মানুষেৰ চিন্তা ও চেতনায় পৱিতৰণ ঘটাচ্ছে। এ পৱিতৰণগুলোৰ সাথে পদাৰ্থবিজ্ঞান বিভিন্নভাৱে জড়িত তা নিম্নে তা তুলে ধৰা হলো— পদাৰ্থবিজ্ঞানেৰ যুগান্তৰকাৰী সব আবিষ্কাৱ মানব সভ্যতাকে পৱিতৰণ কৰে দিয়েছে। ফলে সাহিত্য ও সংস্কৃতিৰ ওপৰও তাৰ প্ৰভাৱ রয়েছে। এক সময় মানুষ শুধুমাত্ৰ চিঠিৰ মাধ্যমে তথ্য আদান-প্ৰদান কৰতো কিন্তু বৰ্তমান যুগে ই-মেইল, ইন্টাৰনেট ইত্যাদি যোগাযোগেৰ প্ৰধান মাধ্যম হয়ে উঠেছে। লিওনাৰ্দো দ্য বিঞ্চি পাৰিৰ উড়া পৰ্যবেক্ষণ কৰে উড়োজাহাজৰ একটি মডেল তৈৰি কৰেছিলেন। আমৰা সবাই জানি, তিনি ছিলেন মূলত একজন চিত্ৰশিল্পী। তাৰ বলবিদ্যাৰ ওপৰ যথেষ্ট জ্ঞান ছিল। আবাৰ সংগীত সংস্কৃতিৰ একটি প্ৰধান অংশ। সংগীত চৰ্চাৰ ক্ষেত্ৰে বিভিন্ন ধৰনেৰ বাদ্যযন্ত্ৰ তৈৰি ও তাৰ ব্যবহাৱেৰ ক্ষেত্ৰে শৰ্দ বিজ্ঞানেৰ ব্যাপক প্ৰয়োগ লক্ষ কৰা যায়। কম্পমান তাৰেৰ বিভিন্ন সুৰ তৈৰিৰ ক্ষেত্ৰে পদাৰ্থবিজ্ঞানেৰ অবদান রয়েছে। পদাৰ্থবিজ্ঞানেৰ বিভিন্ন আবিষ্কাৱ যেমন— ৱেডিও, টেলিভিশন, সিনেমা, কম্পিউটাৰ ইত্যাদি সংস্কৃতি ও সাহিত্য চৰ্চাৰ সাথে সাথে এগুলো সম্প্ৰসাৱণেৰ ক্ষেত্ৰে ব্যাপক অবদান বেঁকে যাচ্ছে।

অতএব, বলা যায় যে, পদাৰ্থবিজ্ঞানেৰ সাথে সাহিত্য, সভ্যতা ও সংস্কৃতি ওতপ্রোতভাৱে জড়িত।

1.2

শিখনফল : মৌলিক ও সৰু এককেৰ মধ্যে সম্পৰ্ক স্থাপন কৰতে পাৰিব।

প্ৰয়োজনীয়: পদাৰ্থবিজ্ঞান ক্লাসে তাপমাত্ৰার উপৰ আলোচনাৰ সময় শিক্ষার্থীৰা স্যারেৰ কাছে ঐদিনেৰ তাপমাত্ৰার পৱিমাণ জ্ঞানতো চাইলে তিনি পৱীক্ষাগাৰ থেকে একটি তাপমাত্ৰা মাপাৰ থাৰ্মোমিটাৰ এবং ঐদিনেৰ বায়ুৰ চাপ মাপাৰ জন্য ব্যাৰোমিটাৰ নিয়ে ক্লাসে পুনৰায় প্ৰৱেশ কৰলেন। থাৰ্মোমিটাৰে ঐদিনেৰ তাপমাত্ৰা 28°C এবং ব্যাৰোমিটাৰে পাৰদ স্তৰেৰ উচ্চতা 75 cm নিৰ্দেশ কৰল। উল্লেখ্য যে, পাৰদেৰ আপেক্ষিক গুৱৰত 13.6 ।

- ক. সজ্ঞাব্য জুটি কী? ১
- খ. কোনো রাশিৰ পৱিমাপ প্ৰকাশ কৰতে এককেৰ প্ৰয়োজন হয় কেন? ২
- গ. থাৰ্মোমিটাৰে প্ৰদৰ্শিত তাপমাত্ৰাকে ফাৰেনহাইট ও কেলভিনে প্ৰকাশ কৰ। ৩
- ঘ. S.I এবং C.G.S এককে নিশ্চিত পাৰদ স্তৰেৰ চাপ থেকে এককস্বয়েৰ মধ্যে সম্পৰ্ক স্থাপন কৰ। ৪

৪৭নং প্ৰশ্নৰ উত্তৰ

ক. কোনো ধৰণ রাশিৰ সঠিক মান যে সীমাৰ মধ্যে অবস্থান কৰতে পাৰে তাকে সজ্ঞাব্য জুটি বলে।

খ. কোনো পৱিমাপকে প্ৰকাশ কৰাৰ জন্য পৱিমাপেৰ এককেৰ প্ৰয়োজন। যেকোনো পৱিমাপেৰ জন্য প্ৰয়োজন একটি স্ট্যান্ডাৰ্ড বা আদৰ্শ পৱিমাণ যাৰ সাথে তুলনা কৰে পৱিমাপ কৰা যায়। যেমন—

১. কোনো একটি বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য সম্পর্কে প্ৰকৃত ধাৰণা পাওয়াৰ জন্য দৈৰ্ঘ্যেৰ সংখ্যাগত মানেৰ পাশে একক ব্যবহাৱ কৰতে হয়। যেমন, একটি বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য 10 মিটাৰ।

২. কোনো বস্তুৰ ভৰ সম্পর্কে প্ৰকৃত ধাৰণা পাওয়াৰ জন্য সজ্ঞনেৰ সংখ্যাগত মানেৰ পাশে একক ব্যবহাৱ কৰতে হয়। যেমন, বস্তুৰ ভৰ 5 কেজি (kg)।

৩. আবাৰ সময়েৰ প্ৰকৃত ধাৰণা পাওয়াৰ জন্য সময়েৰ সংখ্যাগত মানেৰ পাশে একক ব্যবহাৱ কৰতে হয়। যেমন, দুপুৰ 2 ঘণ্টা 30 মিনিট 20 সেকেণ্ড।

৪. আমৰা জানি, সেলসিয়াস কেল এবং ফাৰেনহাইট কেলেৰ মধ্যে সম্পৰ্ক হলো—

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

$$\text{বা, } 5F - 160 = 9C$$

$$\text{বা, } 5F = 9 \times 28 + 160$$

$$\text{বা, } 5F = 412$$

$$\therefore F = 82.4$$

$$\text{অৰ্থাৎ } 28^{\circ}\text{C} = 82.4^{\circ}\text{F}$$

আবাৰ, সেলসিয়াস কেল এবং কেলভিন কেলেৰ মধ্যে সম্পৰ্ক হলো,

$$\frac{C}{5} = \frac{K - 273}{5}$$

$$\text{বা, } C = K - 273$$

$$\text{বা, } K = C + 273 = 28 + 273 = 301$$

$$\text{অৰ্থাৎ, } 28^{\circ}\text{C} = 301\text{ K}$$

৫. মনে কৰি, পাৰদ স্তৰেৰ চাপ, P

উদ্দীপক হতে,

পাৰদ স্তৰেৰ উচ্চতা, h = $75\text{ cm} = 0.75\text{ m}$

পাৰদেৰ আপেক্ষিক গুৱৰত, S = 13.6

পানিৰ ঘনত্ব, $\rho_w = 1000\text{ kg m}^{-3}$

অভিকৰ্ষজ ত্ৰৱণ, g = $9.8\text{ m s}^{-2} = 980\text{ cm s}^{-2}$

আমৰা জানি, পাৰদেৰ ঘনত্ব, $\rho = S \times \rho_w$

$$= 13.6 \times 1000\text{ kg m}^{-3}$$

$$= 13600\text{ kg m}^{-3} = 13.6\text{ g/cc}$$

S.I পদ্ধতিতে পাৰদেৰ চাপ, P = $h\rho g$

$$= 0.75\text{ m} \times 13600\text{ kg m}^{-3} \times 9.8\text{ m s}^{-2}$$

$$= 99960\text{ N m}^{-2} = 99960\text{ Pa}$$

সূতৰাং S.I পদ্ধতিতে পাৰদেৰ চাপ 99960 Pa ।

C.G.S পদ্ধতিতে পাৰদেৰ চাপ,

$$P = h\rho g$$

$$= 75\text{ cm} \times 13.6\text{ g/cc} \times 980\text{ cm s}^{-2}$$

$$= 99960\text{ dyne cm}^{-2}$$

সূতৰাং, C.G.S পদ্ধতিতে পাৰদেৰ চাপ $99960\text{ dyne cm}^{-2}$ ।

S.I পদ্ধতি এবং C.G.S পদ্ধতিতে এই মানেৰ তুলনা কৰে পাই,

$$99960\text{ Pa} = 99960\text{ dyne cm}^{-2}$$

$$\therefore 1\text{ Pa} = 10\text{ dyne cm}^{-2}$$

অতএব, S.I পদ্ধতি এবং C.G.S পদ্ধতিৰ এককবয়েৰ মধ্যে সম্পৰ্ক হলো। $1\text{ Pa} = 10\text{ dyne cm}^{-2}$ ।

1.3

শিখনফল : পরিমাপের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারব।

জ্ঞান প্রক্রিয়া শারীর স্কেরোমিটারের সাহায্যে একটি উত্তল লেসের উচ্চতা পরিমাপ করে গড় উচ্চতা 7.32 cm এবং একটি সমতল কাচ প্লেটের গড় উচ্চতা 0.2 cm পেল। স্কেরোমিটারের তিন পায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব যথাক্রমে 5.4 cm , 5.3 cm এবং 5.2 cm .

- ক. স্কেরোমিটার কী? ১
- খ. সনাতনী পদার্থবিজ্ঞানকে নিউটনীয় পদার্থবিজ্ঞান বলা হয় কেন? ২
- গ. লেসটির বক্তুর ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. লেসটি উত্তল না হয়ে অবতল হলে এর বক্তুর ব্যাসার্ধের পরিবর্তন সম্পর্কে তোমার মতামত উপস্থাপন কর। ৪

৮৮নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে যত্ত্বের সাহায্যে গোলীয় তল তথা গোলকের বক্তুর ব্যাসার্ধ পরিমাপ করে গোলকের আয়তন ও গোলক পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল পরিমাপ করা যায় তাই স্কেরোমিটার।

খ বলবিদ্যার জনক নিউটন গতির তিনটি সূত্র, বিশ্বজনীন মহাকর্ষ সূত্রসহ বহুসূত্র আবিষ্কার করেন। তিনি আলোর কণিকা তত্ত্বের প্রবন্ধ। আলোর সরল পথে গমন, আলোর প্রতিফলন, প্রতিসরণ গুণাবলি এ সূত্রের সাহায্যে ব্যাখ্যা করা যায়। তাপবিজ্ঞানে নিউটনের শীতলীকরণ সূত্র, শব্দ বিজ্ঞানে বাযুতে শব্দের বেগ সম্পর্কিত সূত্র থেকে শুরু করে পদার্থবিজ্ঞানের প্রায় সকল শাখায় তার বিচরণ ছিল। তার অবদান এতে সুদূরপ্রসারী ছিল বলে সনাতনী পদার্থবিজ্ঞানকে নিউটনীয় পদার্থবিজ্ঞান বলা হয়।

গ ধরি, লেসটির বক্তুর ব্যাসার্ধ, R.

স্কেরোমিটারের পায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,

$$d_1 = 5.4\text{ cm}, d_2 = 5.3\text{ cm} \text{ এবং } d_3 = 5.2\text{ cm}$$

স্কেরোমিটারের পায়ের মধ্যবর্তী গড় দূরত্ব,

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{3} = \frac{5.4 + 5.3 + 5.2}{3}\text{ cm} = 5.3\text{ cm}$$

বক্তুলের উচ্চতা, h = $7.32\text{ cm} - 0.2\text{ cm} = 7.12\text{ cm}$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

$$= \frac{(5.3\text{ cm})^2}{6 \times 7.12\text{ cm}} + \frac{7.12\text{ cm}}{2}$$

$$= 0.66\text{ cm} + 3.56\text{ cm} = 4.22\text{ cm}$$

সূতৰাং লেসটির বক্তুর ব্যাসার্ধ, 4.22 cm ।

ঘ লেসটি উত্তল না হয়ে অবতল হলেও এর বক্তুর ব্যাসার্ধের কোনো পরিবর্তন ঘটবে না। নিচে আমার মতামত উপস্থাপন করা হলো—

স্কেরোমিটারের পায়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,

$$d = \frac{5.4\text{ cm} + 5.3\text{ cm} + 5.2\text{ cm}}{3} = 5.3\text{ cm}$$

অবতল লেসের গড় গভীরতা = 7.32 cm

সমতল কাচ প্লেটের গড় উচ্চতা = 0.2 cm

$$\therefore \text{বক্তুলের উচ্চতা, } h = 0.2\text{ cm} - 7.32\text{ cm} = -7.12\text{ cm}$$

এখানে খালাসক চিহ্ন অবতল লেসের নিচের দিকে সরণ নির্দেশ করে।

আমরা জানি,

$$R = \frac{d^2}{6h} + \frac{h}{2} = \frac{(5.3\text{ cm})^2}{6 \times 7.12\text{ cm}} + \frac{7.12\text{ cm}}{2} = 0.66\text{ cm} + 3.56\text{ cm}$$

$$\therefore R = 4.22\text{ cm}$$

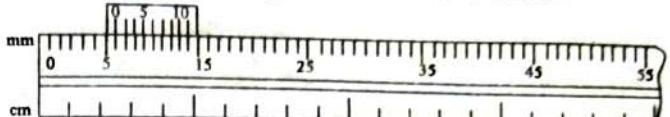
সূতৰাং অবতল লেসের বক্তুর ব্যাসার্ধ 4.22 cm ।

অতএব, উপরের আলোচনা হতে বলা যায়, লেসটি উত্তল না হয়ে অবতল হলেও এর বক্তুর ব্যাসার্ধের কোনো পরিবর্তন ঘটবে না।

1.4

শিখনফল : পর্যবেক্ষণ ও পরীক্ষণের ক্রমবিকাশ ও গুরুত্ব ব্যাখ্যা করতে পারব।

জ্ঞান প্রক্রিয়া চিত্রে ভার্নিয়ার ক্ষেলের 10 ভাগ প্রধান ক্ষেলের 9 ভাগের সমান এবং প্রধান ক্ষেলের ক্ষুদ্রতম। ভাগ সমান। মি.মি।



ক. পিচ কী? ১

খ. প্রধান ক্ষেলের সাথে ভার্নিয়ার ক্ষেল ব্যবহারের কারণ কী? ২

গ. চিত্র হতে যন্ত্রটির ভার্নিয়ার ধ্বনি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সূক্ষ্ম ও সঠিক পরিমাপের জন্য যন্ত্রটির প্রয়োজনীয়তা কতটুকু — মূল্যায়ন কর। ৪

৮৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক হু গঞ্জের বৃত্তাকার ক্ষেলটি একবার ঘুরালে এটি রৈখিক ক্ষেল বরাবর যেটুকু দূরত্ব অতিক্রম করে তাই ক্ষেল পিচ।

খ প্রধান ক্ষেল বা মিটার ক্ষেলের সাহায্যে মিলিমিটার পর্যন্ত দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায়। কিন্তু মিলিমিটারের ডগাংশ যেমন, 0.2 mm মিলিমিটার বা 0.8 mm মিলিমিটার দৈর্ঘ্য মিটার ক্ষেলের সাহায্যে পরিমাপ করা যায় না। ভার্নিয়ার ক্ষেলে বস্তুর দৈর্ঘ্য মিলিমিটার এর ডগাংশ পর্যন্ত প্রকাশ করে। তাই মিলিমিটার এর ডগাংশ পর্যন্ত দৈর্ঘ্য নির্ভুলভাবে পরিমাপ করতে প্রধান ক্ষেলের সাথে ভার্নিয়ার ক্ষেল ব্যবহার করা যায়।

গ আমরা জানি,

$$\text{ভার্নিয়ার ধ্বনি} = \frac{S}{n}$$

$$\therefore \text{ভার্নিয়ার ধ্বনি} = \frac{1\text{ mm}}{10}$$

$$= 0.1\text{ mm} = 0.01\text{ cm}$$

অতএব, যন্ত্রটির ভার্নিয়ার ধ্বনি 0.01 cm ।

এখানে, প্রধান ক্ষেলের ক্ষুদ্রতম ভাগের দৈর্ঘ্য, $S = 1\text{ mm}$

ভার্নিয়ারের ভাগ সংখ্যা, $n = 10$

ঘ আমরা দৈনন্দিন নানারকম জিনিসের পরিমাপ করে থাকি। এর মধ্যে কতকগুলো জিনিসের পরিমাপ খুবই সূক্ষ্ম। এ সূক্ষ্ম পরিমাপ সঠিকভাবে করতে বিভিন্ন পরিমাপ যন্ত্র আবিষ্কার করা হয়েছে। ভার্নিয়ার ক্ষেল এরকম একটি সূক্ষ্ম পরিমাপ যন্ত্র।

সূক্ষ্ম ও সঠিক পরিমাপের জন্য ভার্নিয়ার ক্ষেলের প্রয়োজনীয়তা নিচে মূল্যায়ন করা হলো—

সাধারণত মিটার ক্ষেল দিয়েই আমরা বস্তুর দৈর্ঘ্য পরিমাপ করে থাকি। কিন্তু কোনো কোনো সময় দৈর্ঘ্য মিলিমিটার এর চেয়ে ক্ষুদ্র পর্যন্ত পরিমাপের প্রয়োজন পড়ে। মিটার ক্ষেলের সাহায্যে তখন পরিমাপ সম্ভব হয়ে উঠে না। কারণ মিটার ক্ষেল মিলিমিটার এর ডগাংশ যেমন, 0.2 mm , 0.8 mm ইত্যাদি পরিমাপ করতে পারে না। এসব ক্ষেত্রে মিটার ক্ষেল ব্যবহার করা হলে দৈর্ঘ্যের পরিমাপ সঠিক পাওয়া যাবে না। অপরদিকে, ভার্নিয়ার ক্ষেলও বস্তুর দৈর্ঘ্য পরিমাপে ব্যবহৃত হয়। এ যত্ত্বে সাহায্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য মিলিমিটার এর চেয়ে হেট অর্ধে 0.2 mm অথবা 0.8 mm পর্যন্তও নির্ণয় করা যায়। তাই ভার্নিয়ার ক্ষেল ব্যবহার করে ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা হলে এ পরিমাপ হবে সূক্ষ্ম ও সঠিক। আর পরিমাপের উদ্দেশ্যই হলো বস্তুর সঠিক বৈশিষ্ট্য (দৈর্ঘ্য, প্রস্থ, উচ্চতা, ক্ষেত্রফল ইত্যাদি) সঠিকভাবে নির্ণয় করা।

উপর্যুক্ত আলোচনা থেকে বলা যায়, সূক্ষ্ম ও সঠিক পরিমাপের জন্য যন্ত্রটির প্রয়োজনীয়তা অপরিসীম।

1.5

শিখনফল : পরিমাপের তুটি ব্যাখ্যা কৰতে পাৰব।

প্ৰয়োগ ৩০। জুবায়েদ ইউকেড ক্যালিপার্সের সাহায্যে একটি ঘনবস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য নিৰ্ণয় কৰাৰ সময় বেশ কয়েকবাৰ যন্ত্ৰটি পৰীক্ষা কৰলে সতৰ্কতাৰ সাথে পৰিমাপ কৰে দেখল বস্তুৰ নিচেৰ প্ৰথান ক্ষেলেৰ ৯.৮ cm দাগ অতিক্ৰম কৰেছে এবং ভার্নিয়াৰ ক্ষেলেৰ ৬ মৰৰ দাগটি প্ৰথান ক্ষেলেৰ একটি দাগেৰ সাথে পুৱোপুৱি মিলে গৈছে। ভার্নিয়াৰ ক্ষেলেৰ ১০ ভাগ প্ৰথান ক্ষেলেৰ ৯ ভাগেৰ সমান।

- ক. মিটাৰ কাকে বলে? ১
 খ. মৌলিক রাশি এবং লক্ষ রাশিৰ মধ্যে পাৰ্থক্য লেখ। ২
 গ. ঘনবস্তুটিৰ আয়তন নিৰ্ণয় কৰ। ৩
 ঘ. জুবায়েদেৰ অতিৰিক্ত সতৰ্কতাৰ কাৰণ বিশ্লেষণ কৰ। ৪

৫০ং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক শূন্য মাধ্যমে আলো $\frac{1}{299792458}$ সেকেন্ডে যে দূৰত্ব অতিক্ৰম কৰে সেই দূৰত্বকে এক মিটাৰ বলে।

খ মৌলিক রাশি ও লক্ষ রাশিৰ মধ্যে পাৰ্থক্য নিচে দেওয়া হলো:

মৌলিক রাশি	লক্ষ রাশি
১. যেসব রাশি অন্য রাশিৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে না কিন্তু অন্যান্য রাশি এদেৱ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে তাৰেৱকে মৌলিক রাশি বলে।	১. যেসব রাশি মৌলিক রাশিৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে বা মৌলিক রাশি থেকে লাভ কৰা যায় তাকে লক্ষ রাশি বলে।
২. মৌলিক রাশি স্বাধীন বা নিৱেপক্ষ।	২. লক্ষ রাশি স্বাধীন নয়।
৩. মৌলিক রাশি সাতটি।	৩. লক্ষ রাশি অসংখ্য।

গ উচ্চীপক হতে পাই,

যন্ত্ৰেৰ পিচ, $S = \text{প্ৰথান ক্ষেলেৰ ক্ষুদ্ৰতম ভাগসংখ্যা} = 1 \text{ mm} = 0.1 \text{ cm}$
 ভার্নিয়াৰেৰ ভাগসংখ্যা, $n = 10$

ভার্নিয়াৰ সমপাতন, $V = 6$

ঘনবস্তুৰ প্ৰথান ক্ষেল পাঠ, $M = 9.8 \text{ cm}$

ঘনবস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য, $L = ?$; ঘনবস্তুৰ আয়তন, $V = ?$

ভার্নিয়াৰ ধৰক বি.সি. হলো,

$$\text{আমৰা জানি, } VC = \frac{S}{n} = \frac{0.1 \text{ cm}}{10} = 0.01 \text{ cm}$$

আমৰা জানি, $L = M + V \times VC$

$$= 9.8 \text{ cm} + 6 \times 0.01 \text{ cm}$$

$$= 9.8 \text{ cm} + 0.06 \text{ cm}$$

$$\therefore L = 9.86 \text{ cm}$$

ঘনবস্তুৰ আয়তন, $V = L^3 = (9.86 \text{ cm})^3 = 958.59 \text{ cm}^3$

$$\therefore V = 9.59 \times 10^{-4} \text{ m}^3 [1 \text{ m}^3 = 10^6 \text{ cm}^3]$$

সুতৰাং ঘনবস্তুৰ আয়তন $9.59 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ ।

ঘ জুবায়েদেৰ অতিৰিক্ত সতৰ্কতাৰ কাৰণ নিচে বিশ্লেষণ কৰা হলো—
 জুবায়েদেৰ ঘনবস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য নিৰ্ণয়েৰ সময় কয়েকবাৰ যন্ত্ৰটি পৰীক্ষা এবং সতৰ্কতাৰ সাথে ঘনবস্তুৰ পাঠ নেওয়াৰ কাৰণ হচ্ছে তাৰ নিশ্চীল মান যেন নিৰ্ভুল হয়। পৰিমাপেৰ নিৰ্ভুলতাৰ জন্য চাৰটি বিষয়েৰ উপৰ লক্ষ রাখতে হয়। যা নিচে আলোচনা কৰা হলো—

১. যান্ত্ৰিক তুটি : যন্ত্ৰ তৈৰি কৰাৰ সময় বা দীৰ্ঘদিন ব্যবহাৰেৰ ফলে এ তুটিৰ উভয় ঘটে। ইউকেড ক্যালিপার্সেৰ প্ৰথান ক্ষেলেৰ শূন্য দাগ যদি ভার্নিয়াৰ বা বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ শূন্য দাগেৰ সাথে না

মিলে সামনে বা পিছনে থাকে তাহলে তাকে যান্ত্ৰিক তুটি বলে। যান্ত্ৰিক তুটি ধনাত্মক বা অণাত্মক হতে পাৰে।

২. পৰ্যবেক্ষণমূলক তুটি : পৰীক্ষণেৰ সময়ে পৰ্যবেক্ষকেৰ নিজেৰ কাৰণে পাঠে যে তুটি আসে তাকে পৰ্যবেক্ষণমূলক তুটি বলে। যেমন পৰ্যবেক্ষকেৰ চোখেৰ যদি সমস্যা থাকে তাহলে পাঠে তুল হবে। আৱাৰ কোনো দণ্ডেৰ দৈৰ্ঘ্য যদি সহজভাৱে না দেখে তীব্ৰভাৱে দেখা হয় তাহলেও পাঠে তুল হবে।
৩. এলোমেলো তুটি : বিভিন্ন ধৰনেৰ জানা ও অজানা কাৰণে এলোমেলোভাৱে এ ধৰনেৰ তুটি ঘটে। এলোমেলো তুটি কখনোই পুৱোপুৱি দূৰ কৰা যায় না। এলোমেলো তুটি নিৰ্দিষ্ট সম্পৰ্কযুক্ত সমীকৰণেৰ সাথে যুক্ত কৰে চূড়ান্ত ফলাফল নিৰ্ণয় কৰতে হয়।
৪. পুনৰাবৃত্তিক তুটি : একাদিক্রমে নেওয়া বেশ কয়েকটি পৰীক্ষা পাঠেৰ প্ৰত্যেকটিতে একই পৰিমাপ তুটি পৰিসংক্ৰিত হলে তাকে ধৰ বা পুনৰাবৃত্তিক তুটি বলে। যন্ত্ৰেৰ তুটিপূৰ্ণ দাগাঙ্কন, শূন্য দাগ তুটিৰ কাৰণে এৰূপ নিৰ্দিষ্ট মানেৰ রাশিৰ ভিতৰ পাঠ দেখা যায়।
- এ সকল তুটিগুলো পৰিহাৰ কৰাৰ জন্য জুবায়েদ অতিৰিক্ত সতৰ্কতা অবলম্বন কৰছিল।

1.6

শিখনফল : পৰিমাপযোগ্য রাশিৰ শুল্কতাৰ মান নিৰ্ধাৰণেৰ কৌশল প্ৰয়োগ কৰতে পাৰব।

প্ৰয়োগ ৩১। জামাল A ও B দণ্ডেৰ দৈৰ্ঘ্য যথাক্ৰমে $(5 \pm 0.01) \text{ cm}$ এবং $(3 \pm 0.01) \text{ cm}$ নিৰ্ণয় কৰল। $C = (A + B)(A - B)$ একটি আয়তক্ষেত্ৰ।

- ক. পৰিমাপেৰ একক কী? ১
 খ. দেশ ও কাল সম্পর্কে নিউটনিয়ান বলবিদ্যাৰ সাথে আইনস্টাইনেৰ মতবাদ সম্পূৰ্ণ ভি.ব-ব্যাখ্যা কৰ। ২
 গ. C আয়তক্ষেত্ৰটিৰ দৈৰ্ঘ্যেৰ শতকৰা অনিচ্যতা কত? ৩
 ঘ. অনিচ্যতাসহ আয়তক্ষেত্ৰটিৰ ক্ষেত্ৰফলেৰ গাণিতিক ব্যাখ্যা কৰ। ৪

৫১ং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক যেকোনো পৰিমাপেৰ জন্য চাই একটি আদৰ্শ পৰিমাপ, যাৰ সাথে তুলনা কৰে সকল ভৌত রাশিৰ পৰিমাপ কৰা হয়। পৰিমাপেৰ এ আদৰ্শ পৰিমাণই হলো পৰিমাপেৰ একক।

খ নিউটনিয়ান বলবিদ্যা অনুযায়ী, স্থান হচ্ছে বস্তুৰ আধাৰ, কাল হচ্ছে ঘটনাৰ আধাৰ। বস্তু দেশে থাকে, কালে ঘটনা ঘটে। দেশ ও কাল নিৱেপক্ষ এ কথা না মানলে নিউটনেৰ গতিসূত্ৰ ব্যাখ্যা কৰা যায় না। অন্যদিকে, আইনস্টাইনেৰ নেতৃত্বে আধুনিক পদাৰ্থবিজ্ঞানে দেশ ও কাল সম্পৰ্কে যে নতুন ধাৰণাৰ সৃষ্টি হয়েছে তা পুৱাতন এ মতবাদ থেকে দুদিক দিয়ে সম্পূৰ্ণ বৰ্তন। প্ৰথমত, আইনস্টাইনেৰ মতে, দেশ ও কাল ভি.ব নয়। কাল দেশেৰই চতুৰ্থ মাত্ৰা বিশেষ। অৰ্ধাং দেশ-কাল পৰম্পৰ অবিজিত একই সত্তা। এৱা পৰম্পৰ নিৱেপক্ষ নয়। বিভীষণত, দেশ ও কাল দৰ্শকেৰ গতিৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৰে। অৰ্ধাং দেশ-কাল পৰ্যবেক্ষক-নিৰ্ভৰ। পৰম্পৰেৰ সাপেক্ষে গতিসীল দুজন ব্যক্তিৰ দেশ-কাল গুৰুত্ব হবে। একজন পৰ্যবেক্ষকেৰ সাপেক্ষে ‘একই সময়ে’ অৰ্ধাং যুগপৎ সংঘটিত দৃষ্টি ঘটনা, এ পৰ্যবেক্ষকেৰ সাপেক্ষে গতিসীল অপৰ কোনো একজন পৰ্যবেক্ষকেৰ সাপেক্ষে যুগপৎ হবে না। একটি আগে, অপৰটি পৱে সংঘটিত হবে।

৩) C আয়তক্ষেত্রির দৈর্ঘ্য = $A + B$

যেখানে, $A = 5 \pm 0.01 \text{ cm}$ এবং $B = 3 \pm 0.01 \text{ cm}$

সূতরাং, পরীক্ষালব্ধ দৈর্ঘ্য = $(5 + 3) \text{ cm} = 8 \text{ cm}$

অনিচ্ছয়তা = $(0.01 + 0.01) \text{ cm} = 0.02 \text{ cm}$

$$\therefore \text{শতকরা অনিচ্ছয়তা} = \frac{0.02}{8} \times 100 = 0.25\%$$

অতএব, C আয়তক্ষেত্রের দৈর্ঘ্যের অনিচ্ছয়তা 0.25%।

৪) আয়তক্ষেত্রির দৈর্ঘ্য = $A + B$ এবং প্রস্থ = $A - B$

∴ দৈর্ঘ্য = $(8 \pm 0.02) \text{ cm}$ এবং প্রস্থ = $(2 \pm 0.02) \text{ cm}$

সূতরাং ক্ষেত্রফল = $(A + B)(A - B)$

$$= \{(8 \pm 0.02) \times (2 \pm 0.02)\} \text{ cm}^2 = 16 \pm 0.004 \text{ cm}^2$$

সূতরাং, C এর ক্ষেত্রফল $16 \pm 0.004 \text{ cm}^2$

যেখানে, 0.004 cm^2 অনিচ্ছয়তা জন্য ধরে রাখা হয়।

অর্থাৎ, C এর ক্ষেত্রফল হবে 15.9996 cm^2 থেকে 16.0004 cm^2 এর মধ্যে।

1.7

শিখনফল : স্কেরোমিটার ব্যবহার করে গোলীয় ক্ষেত্রের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ পরিমাপ করতে পারব।

প্রয়োজনীয় : পদাৰ্থবিজ্ঞান ব্যবহারিক পরীক্ষায় পরীক্ষক একই ধরনের উভল লেসের বক্তৃতার ব্যাসার্ধ মাপার জন্য দুইজন পরীক্ষার্থীকে দিলেন। কিন্তু তারা যাতে একজনের ডাটা অন্যজনে দেখে না লেখে সে লক্ষ্যে ৭০৫ রোল নং ধারীকে ছোট আকারের (পায়ায় দূরত্ব 40 mm) এবং ৭১৮ রোল নং ধারীকে বড় আকারের (পায়ায় দূরত্ব 60 mm) স্কেরোমিটার দিলেন। উভয় স্কেরোমিটারের পিচ 1 mm এবং বৃত্তাকার ক্ষেত্রের ভাগসংখ্যা 100। ৭০৫ রোল নং ধারী সমতলে ও লেসের উপর বৃত্তাকার ক্ষেত্রের পাঠ নিল যথাক্রমে 0, 15 এবং 2, 95।

১) ক. লব্ধ একক কাকে বলে?

১

২) খ. শূন্য ত্রুটি বলতে কি বুঝ?

২

৩) গ. প্রদত্ত লেসটির বক্তৃতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

৩

৪) ঘ. ৭১৮ রোল নং ধারীর সঠিক রৈখিক ও বৃত্তাকার পাঠ কত হওয়া উচিত?

৪



শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

শ্রিয় লিঙ্কার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল সারা দেশের শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার প্রশ্নপত্র বিশ্লেষণ করে তা থেকে গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নাবলি উভয় সহকারে নিচে সংযোজন করেছেন। কলেজের নাম সংবলিত এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা পরীক্ষায় ক্ষমতার নিষ্ঠতা পাবে।

প্রয়োজনীয় : অমৃতা একদিন পরীক্ষাগারে স্কেরোমিটার ব্যবহার করে সমতল কাচ প্লেটের উচ্চতার গড় পাঠ 0.1 mm এবং উভল লেসের উচ্চতার গড় পাঠ 1.24 mm পেল। যদ্দের তিন পায়ের গড় দূরত্ব 40 mm।

১) ক. কৌণিক ভরবেগ কী?

১

২) খ. ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভারক বস্তুর ভরের সমতুল্য – ব্যাখ্যা কর।

২

৩) গ. উচ্চীপকের লেসটির বক্তৃতার ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর।

৩

৪) ঘ. উচ্চীপকের লেসটি উভল না হয়ে অবতল হলে বক্তৃতার ব্যাসার্ধের কোনো পরিবর্তন হতো কি? তোমার মতামত দাও।

৪

[নেতৃত্বে সরকারি মহিলা কলেজ, নেতৃত্বে]

৫ তেজস্ব প্রশ্ন ও উত্তর

১) ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তু কণার অবস্থান ভেটার অর্থাৎ ঘূর্ণন অক্ষ হতে দূরত্ব এবং বস্তুকণার রৈখিক ভরবেগের ভেটার গুণফলই কৌণিক ভরবেগ।

৫ তেজস্ব প্রশ্ন ও উত্তর

১) ক. মৌলিক একক হতে যে একক পাওয়া যায় তাকে লব্ধ একক বলে।

২) প্লাইড ক্যালিপার্স বা স্কেরোমিটারের ক্ষেত্রে, যদি প্রধান ক্ষেত্রের শূন্য দাগ, ভর্নিয়ার ক্ষেত্রের শূন্য দাগের সাথে না মিলে, তবে তাকে শূন্য ত্রুটি বলে।

৩) এখানে, ৭০৫ রোল নং ধারীর স্কেরোমিটারের পায়ায় দূরত্ব, $d_L = 40 \text{ mm}$

$$\text{লম্বিট গণন} = \frac{1 \text{ mm}}{100} = 0.01 \text{ mm}$$

মোট পাঠ, $h_1 = \text{রৈখিক ক্ষেত্রে পাঠের পার্শ্বক্ষণ} + (\text{বৃত্তাকার ক্ষেত্রের ব্যবধান}) \times \text{লম্বিট গণন}$

$$= (2 - 0) + (95 - 15) \times 0.01 = 2.8 \text{ mm}$$

আমরা জানি,

$$\text{বক্তৃতার ব্যাসার্ধ}, R = \frac{d_L^2}{6h_1} + \frac{h_1}{2} = \frac{40^2}{6 \times 2.8} + \frac{2.8}{2} = 96.638 \text{ mm}$$

৪) যদি ৭১৮ নং এর ক্ষেত্রপাঠ h_2 হয় তবে,

$$\text{আমরা জানি}, R = \frac{d_2^2}{6h_2} + \frac{h_2}{2}$$

$$\text{বা}, 96.638 = \frac{600}{h_2} + \frac{h_2}{2} = \frac{1200 + h_2^2}{2h_2}$$

$$\text{বা}, h_2^2 - 193.276 h_2 + 1200 = 0$$

$$\therefore h_2 = \frac{+ 193.276 \pm \sqrt{(- 193.276)^2 - 4 \times 1 \times 1200}}{2 \times 1}$$

$$\therefore h_2 = 6.422$$

অথবা, $h_2 = 186.8538$ [গ্রহণযোগ্য নয়]

$$\text{মোট পাঠ}, h_2 = (6 + 0.422) \text{ mm}$$

এখানে রৈখিক ক্ষেত্রে পাঠ = 6

$$\text{বৃত্তাকার ক্ষেত্রে পাঠ} = \frac{0.422}{0.01} = 42.2 \approx 42 \quad [\text{লম্বিট গণন} = 0.01]$$

অতএব, ৭১৮ নং রোল ধারীর সঠিক রৈখিক ক্ষেত্রে পাঠ 6 এবং বৃত্তাকার ক্ষেত্রে পাঠ 42।

১) একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ঐ অক্ষের সাপেক্ষে বস্তুটির জড়তার ভারক বলতে অক্ষ হতে প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ ও এদের প্রত্যেকের ভরের গুণফলের সমষ্টিকে বুঝায়। ঘূর্ণায়মান বস্তুর গতিশীলতা E, ঘূর্ণনগতি ω এবং জড়তার ভারক I হলে আমরা জানি, $E = \frac{1}{2} I\omega^2$ । আবার, m ভরের

কোনো বস্তুর রৈখিক বেগ v হলে পতিশীলতা $E = \frac{1}{2} mv^2$ । সমীকরণ দুটি তুলনা করে বলা যায়, ঘূর্ণন গতির ক্ষেত্রে জড়তার ভারক বস্তুর ভরের সমতুল্য।

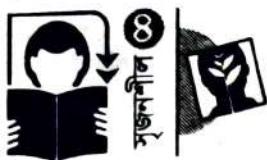
২) এখানে, সমতুল কাচ প্লেটের গড় পাঠ, $h_1 = 0.1 \text{ mm}$

উভল লেসের উচ্চতার গড় পাঠ, $h_2 = 1.24 \text{ mm}$

জড়তা, $h = (1.24 - 0.1) \text{ mm} = 1.14 \text{ mm}$

তিন পায়ের গড় দূরত্ব, $d = 40 \text{ mm}$

জড়তার ব্যাসার্ধ, $R = ?$



একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয়ে প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, এইচএসসি পরীক্ষায় সূজনশীল প্রশ্ন সাধারণত একাধিক অধ্যায়ের সমন্বয়ে এসে থাকে। তোমরা যাতে পরীক্ষার জন্য এ ধরনের প্রশ্ন সম্পর্কে পূর্ব প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পার, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়ের সাথে সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের সমন্বয়ে প্রশ্নটি সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর নিচে দেওয়া হলো।

পৃথিবীর ভর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে ঠাঁদের ৪১ ও ৪ গুণ।

ভৃত্যে একজন ব্যক্তির ওজন 648 N।

ক. মহাকর্ষ প্রাবল্য কাকে বলে? ১

খ. মাত্রা সমীকরণের সীমাবদ্ধতাসমূহ লেখ ২

গ. ব্যক্তির ওজনকে পাউন্ড এবং ডাইনে প্রকাশ কর ৩

ঘ. ঠাঁদে এ ব্যক্তির হারানো ওজন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর ৪

[অধ্যায় ১ ও ৬-এর সমন্বয়ে প্রশ্নটি]

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একক ভরের একটি বস্তু স্থাপন করলে তার উপর যে মহাকর্ষীয় বল প্রযুক্ত হয় তাকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য বলে।

খ. মাত্রা সমীকরণের বহুল প্রয়োগ থাকা সত্ত্বেও এর কিছুটা সীমাবদ্ধতা রয়েছে, যেমন—

- কেবল L, M ও T এ তিনটি মৌলিক রাশির উপর ভিত্তি করে আমরা মাত্রা সমীকরণ গঠন করি। কিন্তু কোনো অজ্ঞাত রাশি যদি এ তিনি রাশি অপেক্ষা বেশি রাশির উপর নির্ভরশীল হয়, তবে সেই অজ্ঞাত রাশির মাত্রা সমীকরণ আমরা গঠন করতে পারি না। যেমন তাপ পরিবাহিতাঙ্কের মাত্রা সমীকরণ কেবল L, M ও T দ্বারা প্রকাশ করা যায় না, কারণ এটি আরও একটি রাশি যথা তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।
- এছাড়া মাত্রিক পদ্ধতিতে কোনো মাত্রাবিহীন রাশি যথা ধ্রুবক- এর মান বের করা যায় না।

গ. উকীপক অনুযায়ী, ব্যক্তির ওজন, $W = 648 \text{ N}$

আমরা জানি, $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m s}^{-2} = 1000 \text{ g} \times 100 \text{ cm s}^{-2}$

বা, $1 \text{ N} = 10^5 \text{ dyne}$

$\therefore 648 \text{ N} = 648 \times 10^5 \text{ dyne}$

সূতরাং ব্যক্তির ওজন $648 \times 10^5 \text{ dyne}$

আবার, $1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \times 1 \text{ m s}^{-2} = 2.2 \text{ lb} \times 3.28 \text{ ft s}^{-2}$

বা, $1 \text{ N} = 7.216 \text{ poundal}$

বা, $648 \text{ N} = 7.216 \times 648 \text{ poundal}$

$\therefore 648 \text{ N} = 4676 \text{ poundal}$

সূতরাং, ব্যক্তির ওজন 4676 poundal

ঘ. ঠাঁদে এ ব্যক্তির হারানো ওজন গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করা হলো—

মনে করি, ঠাঁদের ভর = M_m

\therefore পৃথিবীর ভর, $M_e = 81 M_m$

ঠাঁদের ব্যাসার্ধ = R_m

\therefore পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R_e = 4 R_m$

ধরি, এ ব্যক্তির ভর m

আমরা জানি, ওজন, $W = mg$

পৃথিবীর পৃষ্ঠে ব্যক্তির ওজন, $W_e = mg_e \dots (1)$

ঠাঁদের পৃষ্ঠে ব্যক্তির ওজন, $W_m = mg_m \dots (2)$

(১) নং ও (২) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$\frac{W_e}{W_m} = \frac{mg_e}{mg_m}$$

$$\therefore \frac{W_e}{W_m} = \frac{g_e}{g_m} \dots (3)$$

পৃথিবীপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_e = \frac{GM_e}{R_e^2}$

এবং ঠাঁদের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_m = \frac{GM_m}{R_m^2}$

(৩) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$\frac{W_e}{W_m} = \frac{\frac{GM_e}{R_e^2}}{\frac{GM_m}{R_m^2}}$$

$$\text{বা, } \frac{W_e}{W_m} = \frac{M_e R_m^2}{M_m R_e^2}$$

$$\text{বা, } W_m = W_e \frac{M_m R_e^2}{M_e R_m^2}$$

$$= 648 \text{ N} \times \frac{M_m \cdot (4 R_m)^2}{81 M_m \cdot R_m} [\because \text{ব্যক্তির ওজন, } W_e = 648 \text{ N}]$$

$$= 648 \text{ N} \times \frac{16}{81}$$

$$= 128 \text{ N}$$

সূতরাং এ ব্যক্তি ঠাঁদে ওজন হারাবে,

$$W = W_e - W_m = 648 \text{ N} - 128 \text{ N} = 520 \text{ N}$$

অতএব, ঠাঁদে গিয়ে এ ব্যক্তি 520 N ওজন হারাবে।



১০০% কমন উপযোগী জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন উকীপক সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের যেকোনো লাইন ও অনুচ্ছেদ থেকে এসে থাকে। তাই নতুন পাঠ্যবইয়ের পরিবর্তিত বিষয়বস্তুর আলোকে লাইন ধরে ধরে সর্বাধিক জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর নিচে প্রদত্ত হলো, যা পরীক্ষায় ১০০% কমন পাওয়ার ক্ষেত্রে তোমদের সহায়তা করবে।

ক. কমন উপযোগী জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। বীকার্য কাকে বলে?

[ঢ. বো. '১৯]

[সেলু-৩, আধির-১৭, প্রাথাপিক-৩, তপন-২৬]

উত্তর : বীকার্য হলো একটি প্রস্তাবনা যার প্রমাণের প্রয়োজন হয় না, নিজে থেকেই প্রতিষ্ঠিত অথবা সত্য বলে বীকার করার কোনো সুনির্দিষ্ট উদ্দেশ্য থাকে এবং এটি অন্য একটি প্রস্তাবনা প্রমাণের জন্য ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ২। পিচ কী?

[ঢ. বো. '১৬] [সেলু-৯, আধির-৯, প্রাথাপিক-১০]

উত্তর : ঝুঁ গজের বৃত্তাকার ক্ষেত্রটি একবার ঘুরালে এটি রৈখিক ক্ষেত্র বরাবর যেটুকু দূরত্ব অতিক্রম করে তাই ঝুঁর পিচ।

প্রশ্ন ৩। লব্ধ একক কী?

[চ. বো. '১৬; পি. বো. '১৬] [সেলু-৮, আধির-৩, প্রাথাপিক-৯, তপন-২৬]

উত্তর : যেসব ভৌত রাশির একক স্বাধীন বা নিরপেক্ষ নয় অন্য কোনো মৌলিক রাশির এককের উপর নির্ভর করে এবং এক বা একাধিক মৌলিক রাশির এককের গুণফল বা ভাগফল থেকে উৎপন্ন হয় তাই হলো লব্ধ একক।

প্রশ্ন ৪। মৌলিক রাশি কাকে বলে?

[ব. বো. '১৬] [সেলু-১৪, আধির-১০, প্রাথাপিক-১০]

উত্তর : যেসব রাশি মূল অর্থাৎ স্বাধীন বা নিরপেক্ষ, যেগুলো অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

প্ৰশ্ন ৫। পিছট ত্ৰুটি কী?

নিউ গড়: ডিয়ি কলেজ, রাজশাহী। [সেলু-৩০, আমিৰ-২২, প্ৰামাণিক-২৩] উত্তৰ: ঝুঁ গজ যন্ত্ৰ ক্ৰমাগত ব্যবহারের ফলে ঝুঁ ক্ষয় হয়ে আসিগা হয়ে পড়ে এবং ঝুঁকে উভয়দিকে একই পরিমাণ ঘুৱালে সমান দূৰত অতিক্ৰম কৰে না, তাই পিছট ত্ৰুটি।

প্ৰশ্ন ৬। সূত্ৰ কাকে বলে?

[ৱাজশাহী কলেজ, রাজশাহী।] [সেলু-১, আমিৰ-১৯, প্ৰামাণিক-৬, তপন-৮] উত্তৰ: কোনো বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব পৰীক্ষা-নিৰীক্ষাৰ পৰ সঠিক প্ৰমাণিত হলে যখন একটি উক্তিৰ মাধ্যমে এটিকে প্ৰকাশ কৰা হয় তখন তাকে সূত্ৰ বলে।

প্ৰশ্ন ৭। পৰিমাপেৰ লম্বন ত্ৰুটি কাকে বলে?

[দি. বো. '১৭] [দি. বো. '১৭] [সেলু-১৩, আমিৰ-১৪, প্ৰামাণিক-২২, তপন-৩০] উত্তৰ: কোনো বৈধিক বা বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ পাঠ নেওয়াৰ সময় দৃঢ়ি রেখা ক্ষেলেৰ তলেৰ সাথে লম্বতাৰে প্ৰক্ষেপণ কৰতে হয়। অন্যথায় দৃঢ়িৰ দিক পৰিবৰ্তনেৰ সাথে সাথে লক্ষ্যবস্তুৰ অবস্থানেৰ আপাতত পৰিবৰ্তন ঘটে এবং পাঠ নিতে ভুল হয়। একে লম্বন ত্ৰুটি বলা হয়।

প্ৰশ্ন ৮। স্থান কী?

উত্তৰ: স্থান হলো বৰু কৰ্ত্তক অধিকৃত অঞ্চল। [সেলু-২৯]

প্ৰশ্ন ৯। ভাৰ্নিয়াৰ ধূৰক কী?

[সেলু-১০, আমিৰ-২৭] উত্তৰ: প্ৰধান ক্ষেলেৰ ক্ষুদ্ৰতম এক ভাগেৰ চেয়ে ভাৰ্নিয়াৰ ক্ষেলেৰ এক ভাগ কতৃকু ছেট তাৰ পৰিমাণ হলো ভাৰ্নিয়াৰ ধূৰক। একে V.C হাৰা প্ৰকাশ কৰা হয়।

প্ৰশ্ন ১০। পৰিমাপেৰ সূচ্ছাতা কী?

[সেলু-১২] উত্তৰ: সূচ্ছাতা হলো সঠিক মানেৰ কাছাকাছি মান অথবা পৰিমাপেৰ সূচ্ছামান। সূচ্ছাতা প্ৰকৃতপক্ষে যন্ত্ৰেৰ সীমাবন্ধতা নিৰ্দেশ কৰে।

প্ৰশ্ন ১১। স্কেলোমিটাৰ কী?

[সেলু-৬, প্ৰামাণিক-৩২] উত্তৰ: যে যন্ত্ৰেৰ সাহায্যে গোলীয় তল তথা গোলকেৰ বক্রতাৰ ব্যাসাৰ্ধ পৰিমাপ কৰে গোলকেৰ আয়তন ও গোলক পৃষ্ঠেৰ ক্ষেত্ৰফল পৰিমাপ কৰা যায় তাই স্কেলোমিটাৰ।

প্ৰশ্ন ১২। তত্ত্ব কী?

[সেলু-৫, আমিৰ-২০, প্ৰামাণিক-৫, তপন-৮] উত্তৰ: যথোপযুক্ত যুক্তি-প্ৰমাণ উপস্থাপন, পৰীক্ষণ, পৰ্যবেক্ষণ, ফলাফল বিশ্লেষণেৰ আলোকে যখন একটি ঘটনাকে বিজ্ঞানীদেৱ সামনে উপস্থাপনেৰ উপযোগী কৰে প্ৰকাশ কৰা হয় তখন তাই তত্ত্ব।

প্ৰশ্ন ১৩। মিটাৰ কাকে বলে?

[সেলু-২৮, আমিৰ-৬, প্ৰামাণিক-১৪] উত্তৰ: শূন্য মাধ্যমে আলো $\frac{1}{299792458}$ সেকেন্ডে যে দূৰত অতিৰিক্ত কৰে সেই দূৰত্বকে এক মিটাৰ বলে।

প্ৰশ্ন ১৪। পদাৰ্থবিজ্ঞান কাকে বলে?

[সেলু-২৭, প্ৰামাণিক-২] উত্তৰ: বিজ্ঞানেৰ যে শাখায় পদাৰ্থ ও শক্তি এবং এদেৱ মিথত্বিয়া সম্পর্কে আলোচনা কৰা হয় তাকে পদাৰ্থবিজ্ঞান বলে।

প্ৰশ্ন ১৫। ভাৰ্নিয়াৰ ক্ষেল কী?

[সেলু-২৫] উত্তৰ: মূল বা প্ৰধান ক্ষেলেৰ ক্ষুদ্ৰতম ভাগেৰ ভগাঁশেৰ নিৰ্ভুল পৰিমাপেৰ জন্য প্ৰধান ক্ষেলেৰ পাশে আৱ একটি সচল ক্ষেল বৃত্তাকাৰ কৰা হয়। এটিই ভাৰ্নিয়াৰ ক্ষেল।

প্ৰশ্ন ১৬। ঝুঁ গজ কী?

[সেলু-২৬] উত্তৰ: যে পৰিমাপ যন্ত্ৰে একটি সমব্যাসৰ্বেৰ মাইক্ৰোমিটাৰ ঝুঁ থাকে সেটিই ঝুঁ গজ।

প্ৰশ্ন ১৭। বৈজ্ঞানিক প্ৰতীক কাকে বলে?

[সেলু-২০] উত্তৰ: কোনো সংখ্যাকে 10 এৱং যেকোনো ঘাত এবং 1 থকে 10 এৱং মধ্যে অপসংখ্যাৰ গুণফল হিসেবে প্ৰকাশ কৰা হলে তাকে বৈজ্ঞানিক প্ৰতীক বলে।

প্ৰশ্ন ১৮। পৰিমাপেৰ একক কী?

[সেলু-২২, আমিৰিক-১৫] উত্তৰ: যেকোনো পৰিমাপেৰ জন্য চাই একটি আদৰ্শ পৰিমাপ, যাৰ সাথে তুলনা কৰে সকল ভৌত রাশিৰ পৰিমাপ কৰা হয়। পৰিমাপেৰ এ আদৰ্শ পৰিমাণই হলো পৰিমাপেৰ একক।

প্ৰশ্ন ১৯। পৰিমাপ কী?

[সেলু-২১] উত্তৰ: কোনো কিছুৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰাই হলো পৰিমাপ। অৰ্থাৎ আমাদেৱ দৈনন্দিন জীবনেৰ মাপজোখেৰ বিষয়টি হলো পৰিমাপ।

প্ৰশ্ন ২০। বিজ্ঞান কী?

[আমিৰ-৩৬, প্ৰামাণিক-১] উত্তৰ: পৰীক্ষা-নিৰীক্ষা, পৰ্যবেক্ষণ ও পৰ্যাপ্তিগতভাৱে লজ্জ সৃষ্টিৰ মধ্যে জ্ঞান এবং জ্ঞান অৰ্জনেৰ প্ৰক্ৰিয়া হলো বিজ্ঞান।

প্ৰশ্ন ২১। গবেষণা কী?

[সেলু-২৪] উত্তৰ: কোনো বিষয় সম্পর্কে সিদ্ধান্ত প্ৰহণেৰ পূৰ্বে সে বিষয়কে গভীৰভাৱে বিশ্লেষণ এবং পৰীক্ষা-নিৰীক্ষা কৰাই হলো গবেষণা।

প্ৰশ্ন ২২। মৌলিক একক কাকে বলে?

[সেলু-৭, আমিৰ-২, প্ৰামাণিক-১৬ তপন-২৫] উত্তৰ: যেসব মৌলিক ভৌত রাশিৰ একক অনপেক্ষ বা পৰম্পৰারেৰ উপৰ নিৰ্ভৰশীল নয় তাদেৱকে বলা হয় মৌলিক একক।

প্ৰশ্ন ২৩। ধাৰণা কী?

[সেলু-২০, প্ৰামাণিক-৮] উত্তৰ: ধাৰণা হলো কোনো বিশেষভাৱে নিৰ্দিষ্ট আকস্মিক ঘটনা হতে উভূত সাধাৱণ কলনা, প্ৰামাণেৰ বা পৰীক্ষাৰ উপৰ নিৰ্ভৰশীল নয় এমন কোনো কিছু সম্পর্কে সাৰ্বিক উপলব্ধি বা বোধগম্যতা হলো ধাৰণা।

প্ৰশ্ন ২৪। এক সেকেন্ড কাকে বলে?

উত্তৰ: একটি সিজিয়াম 133 পৰমাণুৰ 9192631770 টি স্পন্দন সম্পন্ন কৰতে যে সময় লাগে তাকে এক সেকেন্ড বলে।

প্ৰশ্ন ২৫। মাত্ৰা সমীকৰণ কাকে বলে?

[সেলু-১৯] উত্তৰ: যে সমীকৰণ মৌলিক একক এবং লজ্জি এককেৰ মধ্যে সম্পৰ্ক স্থাপন কৰে তাকে মাত্ৰা সমীকৰণ বলে।

প্ৰশ্ন ২৬। ভৌত রাশি কী?

[সেলু-১৭, আমিৰ-৫] উত্তৰ: ভৌত জগতেৰ রাশিসমূহই হলো ভৌত রাশি।

প্ৰশ্ন ২৭। পৰ্যাপ্তিগত ত্ৰুটি কী?

[সেলু-১৬] উত্তৰ: যে সকল ত্ৰুটি নিৰ্দিষ্ট নিয়ম মেনে বা জানা কাৱণে উভূত হয় তাই পৰ্যাপ্তিগত ত্ৰুটি।

প্ৰশ্ন ২৮। ন্যানো ও মাইক্ৰো কী?

[সেলু-১৮] উত্তৰ: ন্যানো ও মাইক্ৰো হলো এককেৰ উপগুণিতক, যেখনে ন্যানো $\frac{1}{10^9}$ অৰ্থাৎ একক 10^{-9} অংশ এবং মাইক্ৰো $= \frac{1}{10^6}$ অৰ্থাৎ এককেৰ 10^{-6} অংশ।

প্ৰশ্ন ২৯। ভৱেৱ একক। কিলোগ্ৰাম কাকে বলে? [সেলু-১৫, প্ৰামাণিক-১৭]

উত্তৰ: ফ্ৰান্সেৰ স্যান্ড্ৰেতে ইটারন্যাশনাল বুৰো অব ওয়েট্‌স এভ মেজৱস এ রাফ্কিত 3.9 cm উচ্চতা ও 3.9 cm ব্যাস বিশিষ্ট প্লাটিনাম ইৱিডিয়াম সংকৰ ধাতুৰ তৈৰি একটি সিলিঙ্গৱেৰ ভৱকে। কিলোগ্ৰাম বলে।

প্ৰশ্ন ৩০। লয়িষ্ট গণন কাকে বলে?

[সেলু-১১] উত্তৰ: ঝুঁ-নাট নীতিৰ উপৰ ভিত্তি কৰে গঠিত যত্নগুলোৰ বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ একভাগ ঘুৱালে ঝুটি যত্নটুকু সৱে আসে তাকে লয়িষ্ট গণন বলে। অৰ্থাৎ লিচকে বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ ভাগ সংখ্যা ভাৰা ভাগ কৰলে লয়িষ্ট গণন পাওয়া যায়।

প্ৰশ্ন ৩১। অনুকৰণ কী?

[সেলু-৪, আমিৰ-১৮, প্ৰামাণিক-৪, তপন-১] উত্তৰ: কোনো পৰ্যবেক্ষণ, ঘটনা বা বৈজ্ঞানিক সমস্যাৰ জন্য একটি সম্ভাৱ্য ব্যাখ্যা যা আৱে অনুসম্ভাবনেৰ মাধ্যমে যাচাই কৰা যায়, তাই অনুকৰণ।

প্ৰশ্ন ৩২। নীতি কী?

[সেলু-২, আমিৰ-১৬, প্ৰামাণিক-৭, তপন-৫] উত্তৰ: নীতি হচ্ছে নিয়ম বা আইন যা অবশ্যই বা সাধাৱণত মেনে চলতে হয় বা ইচ্ছানুযায়ী মেনে চলতে পাৱে বা কোনো কিছুৰ অপৰিহাৰ্য পৰিণতি।

প্রশ্ন ৩৩। এক রেডিয়ান কাকে বলে?

[সেলু-৩১]

উত্তর : কোনো বৃত্তের ব্যাসার্দির সমান বৃত্তাপ কেন্দ্রের সাথে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে এক রেডিয়ান বলে।

প্রশ্ন ৩৪। মাত্রা কাকে বলে?

[প্রামাণিক-১১, তপন-২৭]

উত্তর : কোনো একটি রাশি এবং তার মৌলিক এককের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপনের জন্য যে সঙ্গেত ব্যবহার করা হয় তাকে উক্ত রাশির মাত্রা বলে।

প্রশ্ন ৩৫। পদার্থবিজ্ঞানের মূলনীতি কী?

[সেলু-৪৫]

উত্তর : ডরের, ডরবেগের এবং শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি হচ্ছে পদার্থবিজ্ঞানের মূলনীতি।

প্রশ্ন ৩৬। আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান নামে পরিচিত দুটি মৌলিক তত্ত্ব কী?

উত্তর : আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান নামে পরিচিত দুটি মৌলিক তত্ত্ব হচ্ছে—
১. আপেক্ষিকতা ও ২. কোয়ান্টাম বলবিদ্যা।

প্রশ্ন ৩৭। বিজ্ঞানে দর্শন কী?

উত্তর : দর্শন মানে তত্ত্ব দর্শন অর্থাৎ জগতের ও জীবের ব্রহ্ম উপলব্ধি। দর্শন একটি সামগ্রিক বা অখণ্ড দৃষ্টিভঙ্গ থেকে বিদ্যবস্তুকে বিচার করে।

প্রশ্ন ৩৮। প্লানেকের কোয়ান্টাম তত্ত্ব কী?

[সেলু-৩৯]

উত্তর : প্লানেকের কোয়ান্টাম তত্ত্ব হচ্ছে— কোনো উৎস থেকে শক্তি নিরবচ্ছিন্নভাবে নিঃসৃত হয় না। শক্তি বা বিকিরণ ছিয়ায়িত এবং এগুলো গুচ্ছ গুচ্ছ আকারে প্যাকেটে বা কোয়ান্টাম হিসেবে নিঃসৃত হয়।

প্রশ্ন ৩৯। ঝুঁ গজের মূলনীতি কী?

উত্তর : ঝুঁ গজের মূলনীতি হলো— কোনো ঝুঁ গজের লঘিষ্ঠ ধূবকের মান যতটুকু, ততটুকু সূক্ষ্মতা পর্যন্ত কোনো দৈর্ঘ্য, ব্যাস বা পুরুত্ব (বেধ) এর ছারা পরিমাপ করা যায়।

প্রশ্ন ৪০। এলোমেলো বা অনিয়মিত তুটি কী?

[সেলু-৩৭, প্রামাণিক-২৮]

উত্তর : বিভিন্ন ধরনের জানা ও অজানা কারণে যত্নের পাঠে এক ধরনের তুটি ঘটে, একে এলোমেলো বা অনিয়মিত তুটি বলে। এ তুটি কখনও পুরোপুরি দূর করা যায় না।

প্রশ্ন ৪১। মাইক্রোমিটার কী?

[সেলু-৩৮]

উত্তর : মাইক্রোমিটার হলো দৈর্ঘ্য পরিমাপের সুন্দর একক। এক মিটার দৈর্ঘ্যকে দশ লক্ষ ভাগে ভাগ করলে প্রত্যেক ভাগকে এক মাইক্রোমিটার বলে।

প্রশ্ন ৪২। সন্তান্য তুটি কী?

উত্তর : কোনো ধূব রাশির সঠিক মান যে সীমার মধ্যে অবস্থান করতে পারে তাকে সন্তান্য তুটি বলে।

প্রশ্ন ৪৩। পর্যবেক্ষণ কী?

উত্তর : বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি মোতাবেক কোনো প্রাকৃতিক ঘটনা কোনো বিজ্ঞানীর পোচৰীভূত হওয়াকে বলা হয় পর্যবেক্ষণ।

প্রশ্ন ৪৪। পদার্থবিজ্ঞানে দেশ কী?

উত্তর : জগতের প্রত্যেক বৃত্তই কমবেশি স্থান দখল করে আছে। স্থানে অবস্থিত নয় এমন কোনো বস্তুকে কল্পনা করা যায় না। এ স্থানকেই পদার্থবিজ্ঞানে বলা হয় দেশ।

প্রশ্ন ৪৫। কালপ্রবাহ কী?

[সেলু-৪১]

উত্তর : কাল হলো এক অখণ্ড সমগ্রতা। এ অখণ্ড প্রবাহের মধ্যে আবর্য তিমটি পর্ব কল্পনা করে নিয়েছি—অতীত, বর্তমান ও ভবিষ্যৎ। এ অতীত, বর্তমান ও ভবিষ্যৎ মিলেই কালপ্রবাহ।

প্রশ্ন ৪৬। পুনরাবৃত্তিক বা নিয়মিত তুটি কী?

[সেলু-৪২, আধির-২৬, প্রামাণিক-২০]

উত্তর : একদিনক্ষেত্রে নেওয়া বেশ কয়েকটি পরীক্ষা পাঠের প্রত্যেকটিতে একই পরিমাপ তুটি পরিলক্ষিত হলে তাকে ধূব বা পুনরাবৃত্তিক বা নিয়মিত তুটি বলে।

প্রশ্ন ৪৭। শূন্যদাগ বা শূন্য তুটি কী?

[সেলু-৪৩, আধির-২১]

উত্তর : যন্ত্র তৈরি করার সময় বা দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে এ তুটির উভয় ঘটে। সাধারণত ভার্নিয়ার ক্ষেল, স্টাইড ক্যালিপার্স, ঝুঁ-গজ, স্ফেরোমিটার ইত্যাদির প্রধান ক্ষেলের শূন্য দাগ যদি ভার্নিয়ার বা বৃত্তাকার ক্ষেলের শূন্য দাগের সাথে না মিলে সামনে বা পিছনে থাকে তাহলে তাকে শূন্যদাগ বা শূন্য তুটি বলে।

প্রশ্ন ৪৮। সূচক তুটি কী?

উত্তর : সাধারণত আলোকীয় বেঞ্চে এ ধরনের তুটি দেখা দেয়। বেঞ্চের উপর দণ্ডায়মান দুটি স্ট্যান্ডের নিম্নপ্রান্তের সূচক দাগের মধ্যবর্তী দূরত্ব এবং উপর প্রান্তে রাখা ক্ষুব্ধয় (লেপ ও পর্দা) এর মধ্যবর্তী দূরত্ব প্রকৃত দূরত্বের সমান নাও হতে পারে। স্ট্যান্ডয় বুঁকে থাকার কারণে এটা হয়। সেক্ষেত্রে সূচক দাগ দেখে পাঠ নিলে যে ভুল হয় তাকে সূচক তুটি বলে।

প্রশ্ন ৪৯। প্রমাণ বিচৃতি কী?

[সেলু-৪৪, আধির-১৪]

উত্তর : অনেক সময় বিচ্যুতিগুলোর গড় নির্ণয়ের পরিবর্তে তাদের বর্গের গড় বের করে তার বর্গমূল নির্ণয় করা হয় যাকে প্রমাণ বিচৃতি বলে।

প্রশ্ন ৫০। ব্যবহারিক একক কী?

[সেলু-৪৬, আধির-৩]

উত্তর : কোনো কোনো মৌলিক একক খুব বড় বা ছোট হওয়ায় ব্যবহারিক কাজে তাদের উপগুণিতক বা গুণিতককে একক হিসেবে ব্যবহার করা হয়। এর নাম ব্যবহারিক একক।

প্রশ্ন ৫১। এস আই একক কী?

[আধির-৫]

উত্তর : International System of Units অর্থাৎ এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতিকে সংক্ষেপে এস আই বলে। এই পদ্ধতির একককে এস আই একক বলে।

প্রশ্ন ৫২। ভৌত জগৎ কী?

[সেলু-৩৬, আধির-১]

উত্তর : যেসব জিনিসে জীবন নেই, তার নাম ভৌত জগৎ।

প্রশ্ন ৫৩। পরিমাপক তুটি কী?

[প্রামাণিক-১৯]

উত্তর : যেকোনো পরিমাপ যন্ত্রে সাহায্যেই পরিমাপ করা হোক না কেন সব পরিমাপের ফলাফলে কিছুটা অনিচ্ছয়তা থাকে একে পরিমাপক তুটি বলে।

প্রশ্ন ৫৪। এক কেলভিন কাকে বলে?

[সেলু-৩৪, প্রামাণিক-১৩]

উত্তর : পানির ত্বেদবিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ অংশকে এক কেলভিন বলে।

প্রশ্ন ৫৫। এক মোল কাকে বলে?

[সেলু-৩৫, প্রামাণিক-১২]

উত্তর : যে পরিমাণ পদার্থে 0.12 kg কার্বন - 12 এ অবস্থিত পরমাণুর সমান সংখ্যক প্রাথমিক ইউনিট যেমন পরমাণু, আয়ন, অণু ইলেক্ট্রন ইত্যাদি থাকে এক মোল বলে।

প্রশ্ন ৫৬। ব্যক্তিগত তুটি কী?

[সেলু-২১, প্রামাণিক-২৬]

উত্তর : পর্যবেক্ষকের নিজের কারণে যে তুটি হয় তাকে ব্যক্তিগত তুটি বলে।

প্রশ্ন ৫৭। লেভেল তুটি কী?

[সেলু-৩৩, আধির-২৩, প্রামাণিক-২৯]

উত্তর : বিক্ষেপী চৌম্বক মান যন্ত্র নিয়ন্ত্রিত যন্ত্রে যন্ত্রিত বা যন্ত্রের পাটাতন অনুভূমিকে না থাকলে যন্ত্রের পাঠে যে ভুল হয় তাই লেভেল তুটি।

প্রশ্ন ৫৮। পরম তুটি কী?

[সেলু-৩২, আধির-১৫, প্রামাণিক-২১, তপন-৩০]

উত্তর : কোনো তৌত রাশির পরিমাপে প্রকৃত মান এবং পরিমাপকৃত মানের পার্থক্যকে পরম তুটি বলে।

 কমন উপযোগী অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। পরিমাপের এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতির প্রয়োজন হয়েছিল
কেন? [সি. বি. ১৯]

উত্তর : একই রাশি ভিত্তি এককে পরিমাপ করলে মান ভিত্তি হয়। যেমন যে দৈর্ঘ্য যিটার এককে 1 m, সেটিমিটার এককে তার মান 100 cm। এভাবে একই রাশি বিভিন্ন জায়গায় বিভিন্ন এককে

পরিমাপ কৱলে বুঝতে সহজ্যার সূচি হয়। এজন্য ইউনিফর্ম পরিমাপ ব্যবস্থা চালু কৱাৰ লক্ষ্যে পরিমাপেৰ এককেৰ আন্তৰ্জাতিক পদ্ধতিৰ প্ৰয়োজন হয়েছিল।

প্ৰথ ২। স্ফেরোমিটাৱেৰ লবিষ্ট ধূবক 0.01 mm বলতে কী বুঝা? [বি. বো. '১৯]

উত্তৰ : স্ফেরোমিটাৱেৰ লবিষ্ট ধূবক 0.01 mm বলতে বুঝায় স্ফেরোমিটাৱেৰ বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ একতাৗ ঘুৱালে ছুটি 0.01 mm সৱে আসে।

প্ৰথ ৩। ক্ষমতা লব্ধ রাশি কেন ব্যাখ্যা কৱ ?

[ৱাঙশাহী কলেজ, ৱাঙশাহী] [সেল-৪]

উত্তৰ : ক্ষমতাৰ একক ওয়াট (W) বা একটি লব্ধ একক। লব্ধ একক বিভিন্ন মৌলিক একক হতে পাওয়া যায়। অৰ্থাৎ ক্ষমতা নিৰ্ণয় কৱতে তিনটি মৌলিক রাশি ভৱ, সৱণ বা দূৰত্ব ও সময় প্ৰয়োজন। তাই ক্ষমতা লব্ধ রাশি।

$$\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{শক্তি}}{\text{সময়}} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$$

$$= \frac{\text{বল} \times \text{সৱণ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{ভৱ} \times \text{বেগ} \times \text{সৱণ}}{(\text{সময়})^2} = \frac{\text{ভৱ} \times (\text{সৱণ})^2}{(\text{সময়})^3}$$

প্ৰথ ৪। যান্ত্ৰিক তুটি বলতে কী বুঝা? [সেল-১১, প্ৰামাণিক-২৬]

উত্তৰ : পৰীক্ষাগামে পরিমাপেৰ জন্য যেসব যন্ত্ৰ ব্যবহাৰ কৱা হয় সেসব যন্ত্ৰেৰ তুটি থাকলে তাদেৱে যান্ত্ৰিক তুটি বলে। যন্ত্ৰে বিভিন্ন ধৰনেৰ যান্ত্ৰিক তুটি দেখা দিতে পাৱে আবাৰ নিম্নমানেৰ যন্ত্ৰে দাগাঙ্কনেৰ জন্যও যান্ত্ৰিক তুটি দেখা দিতে পাৱে। এছাড়া যন্ত্ৰ তৈৱিৰ সময় বা দীৰ্ঘদিন ব্যবহাৱেৰ ফলেও এ তুটিৰ উত্তৰ ঘটতে পাৱে। সাধাৱণত ভাৰ্নিয়াৰ ক্ষেল, মাইড ক্যালিপাৰ্স, কু গজ, স্ফেরোমিটাৱ ইত্যাদিৰ প্ৰধান ক্ষেলেৰ শূন্য দাগ বাদি ভাৰ্নিয়াৰ বা বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ শূন্য দাগেৰ সাথে না মিলে সামনে বা পেছনে থাকে তাহলেও যান্ত্ৰিক তুটি দেখা দেয়। এ তুটি ধনাঙ্কক বা ঋণাঙ্কক হতে পাৱে। তুটিৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৱে আপাত পাঠ হতে তা বিয়োগ কৱে প্ৰকৃত পাঠ নিৰ্ণয় কৱা হয়।

প্ৰথ ৫। ধাৰণা বলতে কী বুঝায়? [সেল-১২]

উত্তৰ : ধাৰণা হলো কোনো বিশেষভাৱে নিৰ্দিষ্ট আকস্মিক ঘটনা হতে উভ্যত সাধাৱণ কৱনা। প্ৰমাণেৰ বা পৰীক্ষাৰ উপৰ নিৰ্ভৰশীল নয় এমন খেয়ালি ধাৰণা অথবা যুক্তিৰ উপৰে স্থাপিত নয় এমন মতকে ধাৰণা বলে। বিচাৰ-বিশ্লেষণ ব্যতিৱেক্ষকে কেবল অনুভূতি বলেই চিন্তা প্ৰস্তুত কৱনাই হচ্ছে ধাৰণা।

বিজ্ঞানীৰা বিভিন্ন বিষয়েৰ উপৰ পৰীক্ষা-নিৰীক্ষাৰ পৰ বিভিন্ন ধাৰণা ব্যক্ত কৱেন। যাৰ অনেকগুলো পৰবৰ্তীতে প্ৰমাণিত সত্য বলে গৃহীত হয়, আবাৰ অনেক ধাৰণা সংশোধিত, সংযোজিত ও বিয়োজিত হয়ে প্ৰতিষ্ঠিত হয়, কিছু ধাৰণা ভুল হিসেবে পৰিগণিত হয়। যেমন জ্যোতিৰ্বিদ অ্যারিস্টোকৰ্স সৰ্বপ্ৰথম ধাৰণা দেন যে, সূৰ্য সৌৱজন্মতেৰ কেন্দ্ৰ, যা পৰবৰ্তীতে টলেমি সৰ্বৰ্থন কৱেন এবং কেপলাৰ চিন্তি সূত্ৰেৰ সাহায্যে পাণিতিকভাৱে প্ৰতিষ্ঠিত কৱেন।

প্ৰথ ৬। পৰিমাপেৰ তুটিগুলো কী কী? [সেল-১৩, প্ৰামাণিক-৩১, তপন-২৮]

উত্তৰ : পৰিমাপেৰ তুটিগুলো হলো—

১. যান্ত্ৰিক তুটি
২. পৰ্যবেক্ষণমূলক তুটি
৩. এলোমেলো বা অনিয়ন্ত্ৰিত তুটি ও
৪. পুনৰাবৃত্তিক বা নিয়ন্ত্ৰিত তুটি।

যান্ত্ৰিক তুটি আবাৰ তিন প্ৰকাৰ। যথা—

- i. শূন্য তুটি ii. পিছট তুটি ও iii. লেঙ্গেল তুটি
- আবাৰ, পৰ্যবেক্ষণমূলক তুটি চাৰ প্ৰকাৰ। যথা—
- i. ব্যক্তিগত তুটি, ii. প্ৰাপ্ত দাগ তুটি, iii. লম্বন তুটি ও iv. সূচক তুটি

প্ৰথ ৭। কোনো রাশিৰ পৰিমাপ থকাপ কৱতে এককেৰ প্ৰয়োজন হয় কেন? [বি. বো. '১৭] [সেল-১০, আমিৰ-১১, প্ৰামাণিক-১৮, তপন-২৩]

উত্তৰ : কোনো পৰিমাপকে থকাপ কৱাৰ জন্য পৰিমাপেৰ এককেৰ প্ৰয়োজন। যেকোনো পৰিমাপেৰ জন্য প্ৰয়োজন একটি স্ট্যান্ডাৰ্ড বা আদৰ্শ পৰিমাণ যাৰ সাথে তুলনা কৱে পৰিমাপ কৱা যায়। যেমন—

১. কোনো একটি বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য সম্পর্কে প্ৰকৃত ধাৰণা পাওয়াৰ জন্য দৈৰ্ঘ্যেৰ সংখ্যাগত মানেৰ পাশে একক ব্যবহাৰ কৱতে হয়। যেমন, একটি বস্তুৰ দৈৰ্ঘ্য 10 মিটাৰ।

২. কোনো বস্তুৰ ভৱ সম্পর্কে প্ৰকৃত ধাৰণা পাওয়াৰ জন্য ওজনেৰ সংখ্যাগত মানেৰ পাশে একক ব্যবহাৰ কৱতে হয়। যেমন, বস্তুৰ ওজন 5 কেজি (kg)।

৩. আবাৰ সময়েৰ প্ৰকৃত ধাৰণা পাওয়াৰ জন্য সময়েৰ সংখ্যাগত মানেৰ পাশে একক ব্যবহাৰ কৱতে হয়। যেমন, দূপুৰ 2 ঘণ্টা 30 মিনিট 20 সেকেণ্ড।

প্ৰথ ৮। মৌলিক ও লব্ধ একক বলতে কী বুঝা? [সেল-২, প্ৰামাণিক-২০]

উত্তৰ : যেসব ভৌত রাশি স্বাধীন বা নিৰপেক্ষ, অন্য রাশিৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৱে না বৱং অন্যান্য রাশি যাদেৱে উপৰ নিৰ্ভৰ কৱে তাদেৱেকে মৌলিক রাশি বলে। এই মৌলিক রাশিৰ একককে মৌলিক একক বলে। যেমন— মৌলিক রাশি দৈৰ্ঘ্যেৰ একক মিটাৰ। মিটাৰ একটি মৌলিক একক, এটি অন্য কোনো এককেৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৱে না।

যেসব ভৌত রাশি স্বাধীন বা নিৰপেক্ষ নয় অন্য কোনো মৌলিক রাশিৰ উপৰ নিৰ্ভৰ কৱে এবং এক বা একাধিক মৌলিক রাশিৰ গুণফল বা ভাগফল থেকে উৎপন্ন হয়, তাদেৱেকে লব্ধ বা যোগিক রাশি বলে। এই লব্ধ রাশিৰ একককে লব্ধ একক বলে। যেমন— লব্ধ রাশি ক্ষেত্ৰফলেৰ একক (মিটাৰ^2)। (মিটাৰ^2) একটি লব্ধ একক যা দৈৰ্ঘ্য ও প্ৰস্থেৰ এককেৰ গুণফল দ্বাৰা নিৰ্দেশিত হয়।

প্ৰথ ৯। আনুপাতিক তুটি ও শতকৱা তুটি কীভাৱে হিসাৰ কৱা হয় উদাহৰণসহ বুঝাও। [সেল-৫]

উত্তৰ : পৰম তুটিকে প্ৰকৃত মান দ্বাৰা ভাগ কৱলে আনুপাতিক তুটি পাওয়া যায়। সুতৰাং প্ৰকৃত মান x এবং পৰিমাপকৃত মান y হলে, পৰম তুটি হবে $x \sim y$ ।

$$\therefore \text{আনুপাতিক তুটি} = \frac{x \sim y}{x}$$

আবাৰ, কোনো রাশি পৰিমাপ কৱতে গিয়ে কতটা তুটি হলো তাৰ শতকৱা হিসাৰকে শতকৱা তুটি বলে।

$$\text{শতকৱা তুটি} = \frac{(\text{প্ৰকৃত মান} - \text{পৰীক্ষালব্ধ মান})}{\text{প্ৰকৃত মান}} \times 100\%$$

$$\therefore \text{আনুপাতিক তুটি} = \frac{x \sim y}{x} \text{ হলে}$$

$$\text{শতকৱা তুটি} = \frac{x \sim y}{x} \times 100\%$$

প্ৰথ ১০। স্থান-কালেৰ চিৱায়ত ধাৰণা ব্যাখ্যা কৱ।

উত্তৰ : চিৱায়ত পদাৰ্থবিজ্ঞানেৰ ঘতে, দৈৰ্ঘ্য-প্ৰস্থ-উচ্চতা—এই তিন যাতা নিয়ে স্থানেৰ বিবৃতি। ত্ৰিমাত্ৰিক এ জগতেৰ শুৰু বা শেষ দেই।

স্থান নিৰবচিন্তা; একে অতি ক্ষুদ্ৰ অংশে ভাগ কৱা যায়। স্থানেৰ যেকোনো এলাকা অন্য এলাকা থেকে অভিম। স্থান বৰু, ঘটনা এবং কাল নিৰপেক্ষ। বিজ্ঞানীৰা এক সময় ঘনে কৱতেন, মহাবিশ্বেৰ সকল স্থান ইঠাৰ নামক অনুশ্য পদাৰ্থ দ্বাৰা পৰিপূৰ্ণ। চিৱায়ত পদাৰ্থবিজ্ঞান অনুসাৱেৰ সময় বা কাল নিজস্ব গতিতে প্ৰবাহিত হয়। পাৰিপৰ্যক কৰু বা ঘটনাৰ উপৰ এটি নিৰ্ভৰশীল নয়। সময় স্থান নিৰপেক্ষ। এককথাৱ চিৱায়ত ধাৰণায় আমাদেৱ মহাবিশ্ব ত্ৰিমাত্ৰিক স্থান ও একমাত্ৰিক সময় নিয়ে গঠিত।

প্রশ্ন ১১। স্থান, কাল ও তর সম্পর্কে আধুনিক ধারণার ব্যাখ্যা কর।

[সেলু-১, প্রামাণিক-১৫, তপম-২১]

উত্তর : স্থান, কাল ও তর সম্পর্কে আধুনিক ধারণার প্রবর্তন হয়েছে আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব এবং প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্বের হাত ধরে। আইনস্টাইনের মতে স্থান, কাল, তর কোনো কিছুই ধূৰ নয়, বরং আপেক্ষিক। তিনি এজন্য প্রথমেই আমাদের ত্রিমাত্রিক স্থানাঞ্চক ব্যবস্থায় একটি বস্তুকে সাপেক্ষ হিসেবে কল্পনা করে নেন। এর নাম দেন প্রসঙ্গ কাঠামো। এখন, এ প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে কোনো বস্তু যদি আলোর কাছাকাছি বেগে গতিশীল হয়, তবে সেই বস্তুর উপর প্রচলিত স্থান, কাল ও তরের ধারণা খাটবে না, বরং দেখা যায়, এক সময় বস্তুর আপাত দৈর্ঘ্য হ্রাস পায়, কাল ব্যবধান বৃদ্ধি পায়; এমনকি তার তরও পরিবর্তিত হয়ে বেড়ে যায়।

প্রশ্ন ১২। যদ্বের পিছত তুটি বলতে কী বুঝা?

[সেলু-২৯]

উত্তর : যে সকল যন্ত্র ক্লু-নাট নীতির উপর ভিত্তি করে তৈরি সে সকল যন্ত্র অপব্যবহারের ফলে এক ধরনের তুটি দেখা যায়। দীর্ঘদিন ব্যবহার বা অপব্যবহারের ফলে নাটের প্যাচ বা ক্লু ক্ষয় হয়ে আলগা হয়ে যায়। ফলে ক্লু উভয় দিকে একই পরিমাণ ঘূর্ণনের ফলে একই পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করে না। এ ধরনের তুটিকে পিছত তুটি বলা হয়। পাঠ নেওয়ার সময় ক্লুকে একই দিকে ঘূরিয়ে একটু অপেক্ষা করে পাঠ নিয়ে এ তুটি পরিহার করা যায়।

প্রশ্ন ১৩। এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতি বা S.I একক বলতে কী বুঝা?

[সেলু-২৮, আধির-১৩]

উত্তর : S.I (এস.আই) এককের পুরো নাম International System of Units. বাংলায় বলা হয় এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতি। এ International System বা আন্তর্জাতিক পদ্ধতিকে সংক্ষেপে বোঝাতে S. I (এস. আই) ব্যবহার করা হয়।

দৈনন্দিন কাজকর্ম ও ব্যবসায়-বাণিজ্যের কারণে প্রাচীনকাল থেকেই মাপজোখের প্রচলন ছিল। এ মাপজোখের জন্য বিভিন্ন এলাকায় বহু একক প্রচলন ছিল। বৈজ্ঞানিক তথ্যের আদান-প্রদান ও ব্যবসায়-বাণিজ্যের প্রসারের জন্য সারা বিশ্বে মাপজোখের একই রকম আদর্শের প্রয়োজন হয়ে পড়ে। এ তারিখে ১৯৬০ সাল থেকে দুনিয়াজোড়া বিভিন্ন রাশির একই রকম একক চালু করার সিদ্ধান্ত গৃহীত হয়। বিশ্বজোড়া চালু হওয়া এককের এ পদ্ধতিকে বলা হয় এককের আন্তর্জাতিক পদ্ধতি বা সংক্ষেপে এসআই (S.I) একক।

প্রশ্ন ১৪। বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি বলতে কী বুঝা?

[সেলু-১৪]

উত্তর : বিজ্ঞানীরা যে বিশেষ পদ্ধতিতে কোনো সমস্যা সমাধান করেন তাকে বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি বলে। এ পদ্ধতিতে সূক্ষ্ম গাণিতিক যুক্তি, গতির বিশ্লেষণ, পর্যবেক্ষণ, তত্ত্ব সূচি ইত্যাদি জটিল কর্মকাণ্ড সম্পৃক্ত থাকে। বিভিন্ন বিজ্ঞানী বিভিন্ন পরীক্ষা নিরীক্ষা, বিভিন্ন পর্যবেক্ষণ ও বিভিন্ন গবেষণা করেন। তাদের কাজের ধারা বিভিন্ন হতে পারে। কিন্তু সবাই ধারাবাহিকভাবে কাজ করেন পদ্ধতিগতভাবে সুশৃঙ্খল উপায়ে কাজ সম্পন্ন করেন। তারা বিভিন্ন কাজ করলেও তাদের কাজের ধারার মধ্যে একটা পদ্ধতিগত মিল আছে। বিজ্ঞানীদের ব্যবহৃত এই যে সাধারণ পদ্ধতি তাকে বলা হয় বৈজ্ঞানিক পদ্ধতি।

প্রশ্ন ১৫। সময় পরিমাপের এনালগ ও ডিজিটাল যদ্বের মধ্যে কোনটির ব্যবহার সুবিধাজনক, কেন?

[সেলু-৬]

উত্তর : এনালগ স্টপওয়াচের চেয়ে ডিজিটাল স্টপওয়াচ ব্যবহার করা সুবিধাজনক। কারণ এনালগ স্টপওয়াচের চেয়ে ডিজিটাল স্টপওয়াচ অনেক নির্ভুল পাঠ দেয়। একটি এনালগ স্টপওয়াচ যেখানে ± 0.1 s পর্যন্ত নির্ভুল পাঠ দিতে পারে সেখানে একটি ডিজিটাল স্টপওয়াচ ± 0.01 s পর্যন্ত সঠিকভাবে পাঠ দিতে পারে। ফলে ফলাফল নির্ভুল হওয়ার হার অনেক বেড়ে যায়।

প্রশ্ন ১৬। পরিমাপের শুল্কতা কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল?

[সেলু-২২, প্রামাণিক-৪৪]

উত্তর : পরিমাপের শুল্কতা তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল। বিষয় তিনটি হলো— ১. যান্ত্রিক তুটি বিয়োগ, ২. গড়মান নির্ণয় এবং ৩. পরীক্ষাগারের রক্ষণবেক্ষণ। পরীক্ষাগারে ব্যবহৃত যন্ত্রপাতি দীর্ঘদিন ব্যবহারের ফলে তাতে অল্প-বিস্তর তুটি তৈরি হয়। যদ্বের তুটি নির্ণয় করে আপাত পাঠ থেকে এ তুটির মান বাদ দিয়ে প্রকৃত পাঠ পাওয়া যায়। পর্যবেক্ষণের একটি রাশির একাধিক মান নিয়ে তার গড় মান নির্ণয় করে চূড়ান্ত ফলাফল বিবেচনা করে পরিমাপের শুল্কতা বাড়ানো যায়। আবার পরীক্ষাগারে দীর্ঘদিনের অ্যতি ও অব্যবহৃত যন্ত্রপাতির কার্যকারিতা হ্রাস রোধে সুচারুরূপে রক্ষণবেক্ষণ ও পরিমাপের শুল্কতায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে।

প্রশ্ন ১৭। জ্যোতির্বিজ্ঞান বলতে কী বুঝা?

[সেলু-১৭, প্রামাণিক-১]

উত্তর : বিজ্ঞানের যে শাখায় মহাকাশ ও মহাজাগতিক বস্তু সম্পর্কে পর্যালোচনা করা হয় তাকে জ্যোতির্বিজ্ঞান বলে। জ্যোতির্বিজ্ঞানে মহাবিশ্বের গঠন ও গ্রহ নক্ষত্রের গতি নিয়ে আলোচনা করা হয়। নিউটনের মহাকর্ম সূত্র, আইনস্টাইনের আপেক্ষিকবাদ তত্ত্ব জ্যোতির্বিজ্ঞান গবেষণায় আধুনিকতা এনে দিয়েছে। পদাৰ্থবিজ্ঞানের কোয়ান্টাম বলবিদ্যা এবং সাধারণ আপেক্ষিক তত্ত্বের আবির্ভাব জ্যোতির্বিজ্ঞানের বহুসংখ্যক গবেষণায় প্রাপ্ত তথ্য ব্যাখ্যায় উন্নতি সাধন করেছে।

প্রশ্ন ১৮। সন্দৰ্ভ তুটি বলতে কী বুঝা?

[সেলু-৩, প্রামাণিক-২৭]

উত্তর : কোনো ধূৰ রাশির সঠিক মান যে সীমার মধ্যে অবস্থান করতে পারে তাকে সন্দৰ্ভ তুটি বলে। যেমন— শূন্য যাধ্যমে আলোর বেগ নির্ণয়ে মাইকেলসন-মর্লির পরীক্ষায় পাওয়া গিয়েছিল $c = (2.997925 \pm 0.000003) \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ যেখানে ± 0.00003 ছিল সন্দৰ্ভ তুটি।

প্রশ্ন ১৯। ধারণা ও নীতির মধ্যে পার্থক্য নির্দেশ কর। [সেলু-৭, প্রামাণিক-১১]

উত্তর : ধারণা ও নীতির মধ্যে পার্থক্য হলো—

ধারণা	নীতি
১. ধারণা হলো পরীক্ষা, যুক্তি বা প্রমাণের উপর নির্ভরশীল নয় এমন মতামত।	১. নীতি হচ্ছে নিয়ম বা আইন যা অবশ্যই বা সাধারণত মেনে চলতে হয়।
২. ধারণাসমূহ সঠিক হতে পারে আবার নাও হতে পারে।	২. নীতিসমূহ বৈজ্ঞানিক সমাজ কর্তৃক সর্বজনীনভাবে বীকৃত।
৩. ধারণার উদাহরণ হলো— আরিস্টাকার্সের সৌরকেন্দ্রিক ধারণা, ডেমোক্রিটাসের পরমাণুর ধারণা ইত্যাদি।	৩. নীতির উদাহরণ হলো— ডপলার নীতি, শক্তির সংরক্ষণশীলতা নীতি, হাইজেনবার্গের অনিচ্ছয়তা নীতি।

প্রশ্ন ২০। শীকার্য বলতে কী বোঝা?

[সেলু-২৬, প্রামাণিক-৬]

উত্তর : কোনো বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব একটি সার্বিক বিবৃতির মাধ্যমে শীকার করে নিলে তাকে শীকার্য বলে। এ শীকার্য তত্ত্বটির একটি ভিত্তি প্রদান করে। এই বিবৃতিগুলো প্রাথমিকভাবে বিলা তর্কে শীকার করে নিলেও পরে তা পরীক্ষার হারা প্রমাণিত হতে হয়। যেমন, আইনস্টাইনের বিশেষ আপেক্ষিক তত্ত্ব দুটি মৌলিক শীকার্যের ওপর প্রতিষ্ঠিত। আইনস্টাইন মনে করেন যে, দূজন পর্যবেক্ষকের মধ্যে যদি আপেক্ষিক গতি বজায় থাকে তাহলে একটি মাত্র ঘটে যাওয়া ঘটনা দূজন দুই রকম দেখবেন।

প্রশ্ন ২১। অনুকরণ বলতে কী বোঝা?

[সেলু-৩০, প্রামাণিক-৩]

উত্তর : অনুকরণ হচ্ছে কোনো বৈজ্ঞানিক ঘটনার প্রত্যাবিত্ত ব্যাখ্যা। একজন বিজ্ঞানী সরল নিয়ম বা প্রচলিত বৈজ্ঞানিক তত্ত্বের মাধ্যমে ঘটনার বিজ্ঞানসম্মত ব্যাখ্যা প্রদান করতে ব্যর্থ হলে যুক্তিসম্মত প্রকল্প গ্রহণ

হয়। উন্তু প্ৰকল্পটি যদি সংলিপ্ত সমস্ত ঘটনা ব্যাখ্যা কৰতে সমৰ্থ হয় তবে এটি প্ৰাকৃতিক নিয়ম হিসেবে গণ্য কৰা হয়। সঠিক কোনো বিজ্ঞান সম্মত ব্যাখ্যাৰ প্ৰেক্ষিতে এটি ভবিষ্যতে পৰিৱৰ্তিত হতে পাৰে।

প্ৰথ ২২। ঘনত্বেৰ একক মৌলিক না লক্ষ্য?

[সেৱ-১৬]

তাৰ

উত্তৰ : আমৰা জানি, ঘনত্ব = $\frac{ভৱেৰ একক}{আয়তনেৰ একক}$

$$\therefore \text{ঘনত্বেৰ একক} = \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = \text{kg m}^{-3}$$

এখনে ঘনত্বেৰ একক দুটি মৌলিক রাশি ভৱে ও দৈৰ্ঘ্যেৰ এককেৰ উপৰ নিৰ্ভৰশীল। সুতৰাং ঘনত্বেৰ একক লক্ষ্য একক।

প্ৰথ ২৩। আইনস্টাইনেৰ আপেক্ষিকতাৰ বিশেষ চীকাৰ্যগুলো অনুকৰণ নৰ কেন ব্যাখ্যা কৰ। [সেৱ-১৫, প্ৰামাণিক-৮]

উত্তৰ : কোনো পৰ্যবেক্ষণ, ঘটনা বা বৈজ্ঞানিক সমস্যাৰ জন্য একটি সন্তুষ্য ব্যাখ্যা যা আৱে অনুসন্ধানেৰ মাধ্যমে যাচাই কৰা যায় তাকে অনুকৰণ বলে। ১৯০৫ সালে আইনস্টাইন যখন তাৰ আপেক্ষিকতাৰ বিশেষ চীকাৰ্যসমূহ প্ৰকল্প কৰেছিলেন তখন তিনি তাৰ চীকাৰ্যগুলো যুক্তি এবং তাৰিকভাৱে প্ৰমাণ কৰতে পাৱলেও ব্যবহাৰিক কোনো প্ৰমাণ দিতে না পাৱায় তখন সেগুলো অনুকৰণ ছিল কিন্তু ১৯২৫ সালে সংঘটিত সূর্যহাশপৰে মাধ্যমে আইনস্টাইন যখন তাৰ চীকাৰ্যগুলো প্ৰমাণ কৰতে পাৱলেন তখন সেগুলো আৱ অনুকৰণ না থকে তত্ত্বে পৰিণত হলো। এজন্য আইনস্টাইনেৰ আপেক্ষিকতাৰ বিশেষ চীকাৰ্যগুলো অনুকৰণ নৰ।

প্ৰথ ২৪। খেলাধূলাৰ সাথে পদাৰ্থবিজ্ঞানেৰ সম্পর্ক ব্যাখ্যা কৰ।

[সেৱ-১৯, প্ৰামাণিক-১৩, তপন-২০]

উত্তৰ : খেলাধূলাৰ সাথে পদাৰ্থবিজ্ঞানেৰ বলবিদ্যা শাখাটি অঙ্গাঙ্গিভাৱে জড়িত। খেলাৰ সময় খেলোয়াৰ নিজে এবং খেলাৰ সৱজাম উভয়েই কৰুন ধৰ্ম মেনে চলতে বাধ্য। খেলাৰ নিয়ম-কানুনেৰ ব্যতয় ঘটতে পাৱে কিন্তু কুৰু কৃত্ক বলবিদ্যাৰ নিয়মেৰ ব্যতয় ঘটনো অসম্ভব। বলবিদ্যাৰ নিয়ম জেনে এবং মেনেই প্ৰায় সকল খেলা খেলতে হয়। ক্লিকেট, ফুটবল, লনটেনিস, টেবিল টেনিস—এসব খেলায় নিক্ষেপ, নিক্ষেপ কোণ, ঘাত বল, স্পিন, বাউল, বায়ুৰ সাথে গতিশীল বলৰ মিথক্তিয়ায় চলত পথে ডানে বা বায়ে ধনুকেৰ ন্যায় বেংকে যাওয়া; তৃমি বা টেবিলে আঘাতেৰ পৰ বেংকে যাওয়া ইনসুইং, আউটসুইং এসবই বলবিদ্যাৰ নিয়মে ঘটে।

প্ৰথ ২৫। 2 amu বলতে কী বুৰু—ব্যাখ্যা কৰ। [সেৱ-১৮]

উত্তৰ : 2 amu বলতে দুই পাৱমাণিক ভৱে বুৰুয়া।

আমৰা জানি, $1 \text{ amu} = 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg}$

$$\therefore 2 \text{ amu} = 2 \times 1.66057 \times 10^{-27} \text{ kg} = 3.321 \times 10^{-27} \text{ kg}$$

নিউট্ৰন, প্ৰোটন প্ৰতি কণৰ ভৱ amu এককে প্ৰকাশ কৰা যায়। এই এককে প্ৰোটন ও নিউট্ৰনেৰ ভৱ যথাকৰ্মে 1.007277 amu ও 1.008665 amu

$$2 \text{ amu} \text{ ভৱেৰ সমতুল্য শক্তি} = 2 \times 934 \text{ MeV} = 1868 \text{ MeV}$$

প্ৰথ ২৬। কীভাৱে গড় বিচৃতি নিৰ্ণয় কৰা যায়?

[সেৱ-২০]

উত্তৰ : পৰিমাপ্য একটি রাশি যদি n সংখ্যক বাৱ মাপ নেওয়া হয় এবং এৱ এৱ মাপ যথাকৰ্মে $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$ পাওয়া যায়, তবে রাশিগুলোৰ গড় হবে,

$$A = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$

এ পৰিমাপে কেবল অনিয়মিত ভুলই অভ্যন্তৰ থাকায় পৰিমাপে প্ৰাপ্ত গড় মাপ A প্ৰকৃত মানেৰ কাছাকাছি হবে। রাশিটিৰ প্ৰত্যেকটি মাপ এ গড় সংখ্যা A হতে সামান্য বিচৃত থাকে বলে ঐ মাপেৰ ভুল ধৰা যায়। সুতৰাং, রাশিটিৰ বিচৃত পৰিমাপে যে বিচৃতি থাকবে তা যথাকৰ্মে,

$$d_1 = x_1 - A, d_2 = x_2 - A, d_3 = x_3 - A, \dots, d_n = x_n - A$$

এখন বিচৃতিৰ চিহ্ন বাদ দিয়ে এগুলোৰ গড় নিলেই গড় বিচৃতি বা গড় ভুল পাওয়া যায়।

প্ৰথ ২৭। বৰেৰ ব্যাসাৰ্ধ নিৰ্ণয়ে ছাইড ক্যালিপাৰ্স ব্যবহাৰ কৰা হৰ কেন? [সেৱ-৮]

উত্তৰ : ছাইড ক্যালিপাৰ্স হচ্ছে এমন এক ধৰনেৰ পৰিমাপক যন্ত্ৰ যাৱ সাহায্যে প্ৰতিসম, অপ্রতিসম, গোলাকাৰ, বৰ্তুলাকাৰ বা চতুৰ্ভুজাকাৰ যেকোনো বস্তুৰ ক্ষেত্ৰফল এবং আয়তন নিৰ্ণয় কৰা যায়। যেহেতু বৰ সাধাৰণত গোলাকাৰ হয়ে থাকে সেহেতু গোলাকাৰ বস্তুৰ ব্যাসাৰ্ধ নিৰ্ণয় কৰাৰ ক্ষেত্ৰে মিটাৰ ক্ষেত্ৰ এবং ক্ষুণ্ণ গজেৰ পৰিবৰ্তে ছাইড ক্যালিপাৰ্স ব্যবহাৰ কৰা হৰ। এজন্য বৰেৰ ব্যাসাৰ্ধ নিৰ্ণয়ে ছাইড ক্যালিপাৰ্স ব্যবহাৰ কৰা হৰ।

প্ৰথ ২৮। ক্ষুণ্ণ গজেৰ তুটি ব্যাখ্যা কৰ।

[সেৱ-২১]

উত্তৰ : ক্ষুণ্ণ মাথা যখন স্থায়ী কীলক বা সমতল প্ৰাপ্ত স্পৰ্শ কৰে তখন বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ শূন্যদাগ রৈখিক ক্ষেলেৰ শূন্যদাগেৰ সাথে যিলে যাওয়া উচিত। যদি না যিলে তাহলে বুঝতে হবে যাৰিক তুটি রয়েছে। বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ শূন্য দাগ যদি রৈখিক ক্ষেলেৰ শূন্য দাগেৰ নিচে থাকে তাহলে যাৰিক তুটি হবে ধনায়াক (+e) আৱ যদি বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ শূন্যদাগ রৈখিক ক্ষেলেৰ শূন্য দাগেৰ উপৰে থাকে তাহলে যাৰিক তুটি হবে অণায়াক (-e)।

প্ৰথ ২৯। লঘিষ্ঠ গণন বলতে কী বোৰা?

[সেৱ-২৫]

উত্তৰ : ক্ষুণ্ণ গজেৰ বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ মাত্ৰ একভাৱ ঘূৱালে তাৰ T-এৰ প্ৰাপ্ত বা ক্ষুটি যতটুকু সৱে আসে তাকে বলা হয় যেন্ত্ৰেৰ লঘিষ্ঠ গণন বা লঘিষ্ঠমান।

ব্যাখ্যা : ক্ষুণ্ণ গজেৰ সাহায্যে পাঠ নেওয়াৰ পূৰ্বে লঘিষ্ঠ মান নিৰ্ণয় কৰতে হয়। বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ শূন্য দাগেৰ সাথে রৈখিক ক্ষেলেৰ শূন্য দাগ মিলিয়ে নিতে হয়। বৃত্তাকাৰ ক্ষেলটিকে একবাৰ ঘূৱালে এৱ যতটুকু সৱণ ঘটে এবং রৈখিক ক্ষেল বৰাবৰ যে দৈৰ্ঘ্য অতিক্ৰম কৰে তাকে এ যেন্ত্ৰে দৌড় বা পিচ বলে। যেন্ত্ৰেৰ পিচকে বৃত্তাকাৰ ক্ষেলেৰ সংখ্যা দ্বাৰা ভাগ কৰলে লঘিষ্ঠ মান পাওয়া যায়।

প্ৰথ ৩০। অভিব্যক্তি বলতে কী বুৰা?

[সেৱ-২৪]

উত্তৰ : চলমান জীবনেৰ কোনো একটি অংশ নিয়ে বিশ্লেষণ কৰলে তাতে তিনি ধৰনেৰ মানব মনোবৃত্তিৰ উপস্থিতি দেখা যায়; যথা-জ্ঞান, সংকলন আৱ অনুভূতি। মানুষেৰ ব্যক্তিগত এবং সমষ্টিগত জীবন এ তিনটি মনোবৃত্তিৰই অভিব্যক্তি। দৰ্শন, বিজ্ঞান প্ৰভৃতি হচ্ছে জ্ঞানেৰ অভিব্যক্তি; রাস্তা, রাজনীতি, ব্যবসা, বাণিজ্য, অধৰণীতি প্ৰভৃতি হচ্ছে জ্ঞানেৰ অভিব্যক্তি; আৱ সাহিত্য, সংস্কৃতি, সংজীবতি প্ৰভৃতি হচ্ছে অনুভূতিৰ অভিব্যক্তি।

প্ৰথ ৩১। বিজ্ঞান ও দৰ্শন পৰম্পৰারেৰ সম্পূর্ণ—ব্যাখ্যা কৰ। [সেৱ-২৩]

উত্তৰ : বিজ্ঞানে দৰ্শন মানে তত্ত্বদৰ্শন অৰ্থাৎ জগতেৰ ও জীবেৰ বৰূপ উপলব্ধি। জগন্দৰ্শন বা জীবন দৰ্শন যাই হোক দৰ্শন একটি সামাজিক বা অখণ্ড দৃষ্টিভঙ্গি থেকে বিষয়বস্তুকে বিচাৰ কৰে। দৰ্শনেৰ সাথে বিজ্ঞানেৰ পাৰ্থক্য এসব কাৰণে। বিভিন্ন বিজ্ঞান প্ৰকৃতিৰ এক একটি বিভাগ সম্পৰ্কে আলোচনা কৰে। বিজ্ঞানেৰ দৃষ্টিভঙ্গি হলো বৰ্ত বা বিশেষ বিভাগ সম্পৰ্কে আলোচনা কৰা এবং সেক্ষেত্ৰে বিজ্ঞানেৰ চেষ্টা হলো বিশ্বজগতেৰ একটি অংশেৰ জ্ঞান দেওয়া। পক্ষান্তৰে দৰ্শনেৰ বৰূপ হলো বিভিন্ন বিজ্ঞানেৰ সিদ্ধান্তসমূহ সমৰ্বয় সাধন কৰে তাৰই পৰিপ্ৰেক্ষিতে জগৎ ও জীবনেৰ বৰূপ ব্যাখ্যা কৰা।

প্ৰথ ৩২। সূত্ৰেৰ সাথে তত্ত্বেৰ কীভাৱে ব্যাখ্যা কৰ।

[ৱা. বো. '১৬] [সেৱ-৯, প্ৰামাণিক-৫, তপন-১]

উত্তৰ : সাধাৰণভাৱে কোনো নিৰ্দিষ্ট শৰ্ত বা অবস্থায় সবসময় কী ঘটবে তাৰ বৰ্ণনা হলো সূত্ৰ। আৱ কোনো কিছু ব্যাখ্যাৰ জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিহ্নাবলী, ভাৱ বা ধাৰণা তাকে তত্ত্ব বলে। অৰ্থাৎ প্ৰীকৃতা-নিৰীকৃতা যথাকৰ্মে প্ৰকল্পিত তত্ত্বেৰ মূল কথাগুলো যে বক্তব্যেৰ মাধ্যমে প্ৰকল্পিত কৰা হয় তাই সূত্ৰ এবং প্ৰকল্প ও নিয়মেৰ সমৰ্বয়ে তত্ত্ব প্ৰতিষ্ঠিত।

সুতৰাং আমৰা বলতে পাৱি, সূত্ৰ হলো প্ৰকৃতিৰ নীতিৰ বৰ্ণনা যা সৰ্বজনীকৃত। আৱ তত্ত্ব হলো সেই ধৰনেৰ বৰ্ণনা যাৱ একধিক সূত্ৰ থাকিবলৈ উৰ্ধে উঠে সৰ্বজনীকৃত মান অৰ্জন কৰতে পাৱেন।