নবম-দশম শ্রেণি
প্যারালাল TEXT
পদার্থবিজ্ঞান

সার্বিক ব্যবস্থাপনায়
উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

অনুপ্রেরণা ও সহযোগিতায়
মাহমুদুল হাসান সোহাগ
মুহাম্মদ আবুল হাসান লিটন

কৃতজ্ঞতা
উদ্ভাস-উন্মেষ-উত্তরণ
শিক্ষা পরিবারের সকল সদস্য

প্রকাশনায়
উদ্ভাস একাডেমিক এন্ড এডমিশন কেয়ার

প্রকাশকাল
সর্বশেষ সংস্করণ: জানুয়ারি, ২০২৫ ইং

Fixed Price
৯৯৫/-
(নয়শত পঁচানব্বই টাকা মাত্র)

কপিরাইট © উদ্ভাস

সমস্ত অধিকার সংরক্ষিত। এই বইয়ের কোনো অংশই প্রতিষ্ঠানের লিখিত অনুমতি ব্যতীত ফটোকপি, রেকর্ডিং, বৈদ্যুতিক বা যান্ত্রিক পদ্ধতিসহ কোনো উপায়ে পুনরুৎপাদন বা প্রতিলিপি, বিতরণ বা প্রেরণ করা যাবে না। এই শর্ত লঙ্ঘিত হলে উপযুক্ত আইনি ব্যবস্থা গ্রহণ করা হবে।

উৎসর্গ

জনমের লালসা আমিত্ব হারাবো
দশের কৃপাভরে তাহারে খুঁজিব!

মায়ের স্বপ্ন ছিল ছেলেটি ডাক্তার হবে, বাবা বলতো অবশ্যই ইঞ্জিনিয়ার। মা-বাবার এই মধুর দ্বন্দ্বের মাঝে ছোট্ট একটু জায়গায় ছেলেটি তার স্বপ্নের প্রশস্থতা বাড়াতে লাগলো। যে বয়সটা তার সব থেকে মূল্যবান-সেই তারুণ্যে এসে ছেলেটি পূরণ করতে পারেনি কারও স্বপ্নই; না বাবার, না মায়ের, না স্রোতের, না সময়ের! ছেলেটি বিশ্বাস করত ব্যক্তিগত নয় সামগ্রিক কল্যাণেই আসতে পারে সত্যিকারের সফলতা, সর্বোপরি শান্তি।

সাধুবাদ, স্রোতের বিপরীতে ক্রমাগতই যুদ্ধ করতে থাকা সকল দলছুট ‘তরুণ উদ্যোক্তাদের’...

তোমাকে তুমি তাহাদের মাঝে খুঁজিয়া পাইবে!

সূচিপত্র

পদার্থবিজ্ঞান

নবম-দশম শ্রেণি

০১	অধ্যায়-০১ : ভৌত রাশি এবং তাদের পরিমাপ	০১-২৯
০২	অধ্যায়-০২ : গতি	৩০-৮২
০৩	অধ্যায়-০৩ : বল	৮৩-১২৯
০৪	অধ্যায়-০৪ : কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি	১৩০-১৭৩
০৫	অধ্যায়-০৫ : পদার্থের অবস্থা ও চাপ	১৭৪-২১৭
০৬	অধ্যায়-০৬ : বস্তুর ওপর তাপের প্রভাব	২১৮-২৫১
০৭	অধ্যায়-০৭ : তরঙ্গ ও শব্দ	২৫২-২৮৬
০৮	অধ্যায়-০৮ : আলোর প্রতিফলন	২৮৭-৩২০
০৯	অধ্যায়-০৯ : আলোর প্রতিসরণ	৩২১-৩৪৯
১০	অধ্যায়-১০ : স্থির বিদ্যুৎ	৩৫০-৩৮৩
১১	অধ্যায়-১১ : চল বিদ্যুৎ	৩৮৪-৪৩১
১২	অধ্যায়-১২ : বিদ্যুতের চৌম্বক ক্রিয়া	৪৩২-৪৬১
১৩	অধ্যায়-১৩ : তেজস্ক্রিয়তা ও ইলেকট্রনিকস	৪৬২-৪৮০

পারস্পরিক সহযোগিতা-ই পারে পৃথিবীকে আরও সুন্দর করতে . . .

সুপ্রিয় শিক্ষার্থী,

আশা করি, 'Parallel Text' তোমাদের কাছে অনেক বেশি উপকারী হিসেবে বিবেচিত হবে ইনশাআল্লাহ্। বইটি সম্পূর্ণ ত্রুটিমুক্ত রাখতে আমরা চেষ্টার কোনো ত্রুটি করি নাই। তবুও কারো দৃষ্টিতে কোনো ভুল ধরা পড়লে নিম্নে উল্লেখিত ই-মেইল এ অবহিত করলে কৃতজ্ঞ থাকব এবং আমরা তা পরবর্তী সংস্করণে সংশোধন করে নিব ইনশাআল্লাহ্।

Email : solutionpt.udvash@gmail.com

Email-এ নিম্নলিখিত বিষয়গুলো উল্লেখ করতে হবে:

(i) 'Parallel Text' এর বিষয়ের নাম, (ii) ভার্সন (বাংলা/ইংলিশ), (iii) অধ্যায়ের নাম, (iv) পৃষ্ঠা নম্বর, (v) প্রশ্ন নম্বর, (vi) ভুলটা কী, (vii) কী হওয়া উচিত বলে তোমার মনে হয়।

উদাহরণ: 'Parallel Text' পদার্থবিজ্ঞান, অধ্যায়-০১, বাংলা ভার্সন, পৃষ্ঠা নম্বর-১৩, প্রশ্ন নম্বর-২০, দেওয়া আছে উত্তর, 'তড়িৎ প্রবাহ' কিন্তু হবে 'তড়িৎ আধান'।

ভুল ছাড়াও মান উন্নয়নে যেকোনো পরামর্শ আন্তরিকভাবে গ্রহণ করা হবে। পরিশেষে মহান আল্লাহ্‌র নিকট তোমাদের সাফল্য কামনা করছি।

শুভ কামনায়

উদ্ভাস ফিজিক্স টিম

অধ্যায় ০২
গতি

সূচনা

প্রতিদিনের মত সেদিনও অন্তু সকালে ঘুম থেকে উঠে ফ্রেশ হয়ে খাওয়া দাওয়া করে স্কুলে চলে গেল। স্কুলে পদার্থবিজ্ঞানের শিক্ষক ক্লাসে আসলেন, কিন্তু প্রতিদিনের মত পড়ানো শুরু না করে তিনি বললেন, "প্রতিদিনই আমরা নিজেরা এক জায়গা থেকে আরেক জায়গায় যাতায়াত করছি, চলাফেরা করছি, কিন্তু কীভাবে আমাদের অবস্থান পরিবর্তন হচ্ছে, সেটা কি তোমরা ভেবে দেখেছ? এই যে অন্তু, বলো তো, তুমি কীভাবে স্কুলে এসেছো?" অন্তু উত্তর দিল, "রিকশায় চড়ে এসেছি, স্যার।" স্যার বললেন, "রিকশায় কী এমন ঘটনা ঘটলো, যে এটা তোমাকে বাসা থেকে স্কুলে এনে পৌঁছে দিলো? আমাকেই বা একটি বাস কীভাবে বাসা থেকে স্কুলে এনে পৌঁছে দিয়ে গেলো? কখনো যদি ভেবে উত্তর না পাও, তাহলে তোমরা পদার্থবিজ্ঞান বই এর গতি অধ্যায়টি পড়লেই এ সম্বন্ধে স্বচ্ছ একটি ধারণা পাবে।" বাসায় আসতে আসতে অন্তুর মাথায় রাজ্যের সব প্রশ্ন একের পর এক আসতে শুরু করলো। কীভাবে আমি স্কুল শেষে আবার বাসায় ফিরতে পারলাম, কীভাবে আমার বাবা অফিস থেকে বাসায় ফিরলেন, আমার বাসার সামনের রাস্তায় কীভাবে রিকশা, মোটরসাইকেল ছুটে চলছে, কীভাবে আকাশে মেঘগুলো ছুটে যাচ্ছে, কীভাবে দিনের পরে রাত, রাতের পরে দিন আসছে, সবগুলো ঘটনার পেছনে কি কারণ একই? এমন অসংখ্য প্রশ্ন মাথায় নিয়ে সে পদার্থবিজ্ঞান পাঠ্যবই এর "গতি" অধ্যায়টি পড়তে শুরু করলো এবং ধীরে ধীরে দেখতে পেলো, তার প্রায় সকল প্রশ্নেরই উত্তর সেখানে গুছিয়ে দেওয়া রয়েছে।

এই অধ্যায়টি পড়ে আমরাও একটু চেষ্টা করে দেখি তো, অন্তুর মত গতি সম্বন্ধে আমাদের ধারণাটাও স্পষ্ট করে নেয়া যায় কিনা?

2.1 স্থিতি এবং গতি

গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:

- সময়ের সাপেক্ষে কোনো বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন হলে সেই বস্তু গতিশীল এবং অবস্থান পরিবর্তন না হলে বস্তুটি স্থির।
- মহাবিশ্বের কোনো গতি বা স্থিতিই পরম নয়, সবই আপেক্ষিক।
- কোনো বস্তু গতিশীল নাকি স্থির; সেটি হিসাব করা হয় প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে।
- প্রসঙ্গ বিন্দু হলো প্রসঙ্গ কাঠামোর মূলবিন্দু।

সংজ্ঞা

প্রসঙ্গ কাঠামো: যে দৃঢ় ব্যবস্থার সাপেক্ষে কোনো বস্তুর অবস্থান, স্থিতি, গতি নির্ণয় করা হয়, তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো (Reference Frame) বলে।

স্থিতি: সময়ের পরিবর্তনের সঙ্গে পরিপার্শ্বের সাপেক্ষে যখন কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে না, তখন তাকে স্থির বস্তু বলে। স্থির বস্তুর এরূপ অবস্থান অপরিবর্তিত থাকাই স্থিতি।

গতি: সময়ের পরিবর্তনের সঙ্গে পরিপার্শ্বের সাপেক্ষে যখন কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে, তখন তাকে গতিশীল বস্তু বলে। গতিশীল বস্তুর এরূপ অবস্থানের পরিবর্তনই গতি।

ধরা যাক, একটি ট্রেন 50 ms^{-1} সমবেগে সামনে এগিয়ে চলছে। অয়ন রেললাইনের পাশে থাকা একটি গাছের নিচে দাঁড়িয়ে আছে এবং ফুয়াদ ও রাতুল ট্রেনের দুইটি সিটে বসে আছে। অয়ন দেখবে ফুয়াদ ও রাতুল দুইজনই ট্রেনের সাথে 50 ms^{-1} বেগে গতিশীল, কেননা অয়নের সাপেক্ষে ফুয়াদ ও রাতুলের অবস্থান প্রতি মুহূর্তেই পরিবর্তন হচ্ছে, কিন্তু ফুয়াদ দেখবে রাতুল তার সাপেক্ষে স্থির এবং রাতুল দেখবে ফুয়াদ তার সাপেক্ষে স্থির। মজার ব্যাপার না? ফুয়াদ ও রাতুল একে অপরকে স্থির দাবি করলেও অয়ন দাবি করছে তারা দুইজনই গতিশীল।

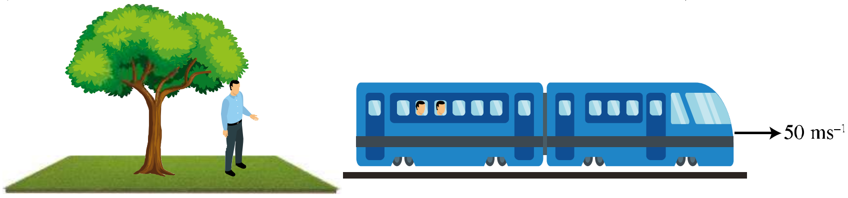


Fig 2.01

সুতরাং, আমরা বুঝতে পারলাম, একটি প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে বস্তু স্থির হলেও আরেকটি প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে ঐ একই বস্তু গতিশীল হতে পারে। আবার বিভিন্ন প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে একই বস্তুর গতি একেকরকম হতে পারে। সুতরাং, কোনো গতি বা স্থিতিই পরম নয়, বরং আপেক্ষিক।

মনে রাখবে

পরম স্থির কোনো বস্তুর স্থির থাকার ঘটনাকে পরম স্থিতি (Absolute Rest) বলে। এই মহাবিশ্বে পরম স্থির কোনো বস্তু পাওয়া সম্ভব নয়। তাই পরম স্থিতিও থাকা সম্ভব নয়। তেমনিভাবে, পরম স্থির বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতিকে পরম গতি (Absolute Motion) বলে। পরম স্থির কোনো বস্তু পাওয়া সম্ভব নয়, তাই পরম গতিশীল কোনো বস্তুও পাওয়া সম্ভব নয়।

2.2 বিভিন্ন প্রকার গতি

গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:

- বিভিন্ন প্রকার গতি উদাহরণসহ মনে রাখার জন্য তোমাদেরকে তথ্যগুলো ছক আকারে দেয়া হলো:

নাম	সংজ্ঞা	উদাহরণ
সরলরৈখিক গতি	কোনো কিছু যদি সরলরেখায় যায়, তাহলে তার গতিকে সরলরৈখিক গতি বলে।	বলকে উপরে নিক্ষেপ, লিফট্ এর উঠানামা।
ঘূর্ণন গতি	একটি বস্তু যদি একটা নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে সমদূরত্বে থেকে বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে, তাহলে তার গতিকে বলে ঘূর্ণন গতি।	বৈদ্যুতিক পাখা, ঘড়ির কাঁটা, চাঁদের গতি।
চলন গতি	কোনো কিছু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যেন বস্তুর সকল কণা একই সময় একই দিকে যেতে থাকে, তাহলে তার গতিকে চলন গতি বলে।	ঘূর্ণায়মান চাকার সামনে অগ্রসর হওয়া।
পর্যাবৃত্ত গতি	কোনো গতিশীল বস্তু যদি নির্দিষ্ট সময় পর পর একটি নির্দিষ্ট বিন্দু দিয়ে একই দিকে একইভাবে অতিক্রম করে, তাহলে তার গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।	হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন, ফ্যানের পাখা, গ্রহের গতি, স্প্রিং এ ঝুলানো বস্তুর গতি।
সরল স্পন্দন গতি	পর্যাবৃত্ত গতি সম্পন্ন কোনো কণা যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় একটি নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় পূর্বের পথের বিপরীত দিকে চলে তবে সে গতিকে স্পন্দন বা দোলন গতি বলে।	দোলনার গতি, পেন্ডুলামের গতি।

- পর্যাবৃত্ত গতি বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার বা সরলরৈখিক হতে পারে।
- ঘূর্ণন গতি এক বিশেষ প্রকার পর্যাবৃত্ত গতি।
- সরল স্পন্দন গতি এক বিশেষ প্রকার পর্যাবৃত্ত গতি।

জেনে রাখো

তোমাদের পাঠ্যবইয়ে কিন্তু সরল স্পন্দন গতি (Simple Harmonic Motion) নামে একটি বিশেষ গতির নাম উল্লেখ করা আছে। এই গতি কিন্তু স্পন্দন গতিরই আরেকটি বিশেষ প্রকারভেদ, যা স্পন্দন গতির উদাহরণ দিয়েই ব্যাখ্যা দেয়া যায়। আপাতত ব্যাখ্যাটি সপ্তম অধ্যায়ের জন্য তুলে রাখলাম। কারণ, সেখানে আমরা এই গতি সম্বন্ধে আরো বিস্তারিতভাবে জানতে পারবো।

2.3 স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশি

➲ **গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:**

- যা কিছু পরিমাপযোগ্য, সব কিছুই রাশি।
- মানব শরীরের তাপমাত্রা 37°C বা 98.4°F ; এখানে তাপমাত্রা একটি রাশি।
- যে রাশির প্রকাশে শুধু মান প্রয়োজন হয়, সেটি স্কেলার এবং যে রাশির প্রকাশে মান ও দিক উভয়ই প্রয়োজন হয়, সেটি ভেক্টর।
- ভেক্টর রাশির প্রকাশ: Bold করে লেখা ⟶ **[A, B]**

  অথবা, তীর চিহ্ন দেওয়া ⟶ [$\vec{A}, \vec{B}$]

A অক্ষর দ্বারা চিহ্নিত কোনো একটি ভেক্টর রাশিকে চারভাবে প্রকাশ করতে পারি:

$\vec{A}$	$\bar{A}$	$\underline{A}$	**A**

আমরা প্রথম পদ্ধতিটিই সবচেয়ে বেশি ব্যবহার করব।

সংজ্ঞা

রাশি: আমাদের পরিচিত ভৌত জগতে যা কিছু পরিমাপ করা যায়, তাকে রাশি বলে।
স্কেলার রাশি: যে রাশি শুধু একটি সংখ্যা দিয়ে প্রকাশ করা যায়, তাকে স্কেলার রাশি বলে।
ভেক্টর রাশি: যে রাশি প্রকাশ করার জন্য মানের পাশাপাশি একটা দিকও বলে দিতে হয়, তাকে ভেক্টর রাশি বলে।

➲ **স্কেলার রশ্মি ও ভেক্টর রাশির মধ্যে পার্থক্য:**

স্কেলার রাশি	ভেক্টর রাশি
(i) স্কেলার রাশির শুধু মান আছে, দিক নেই।	(i) ভেক্টর রাশির মান ও দিক উভয়ই আছে।
(ii) সাধারণ গাণিতিক নিয়মে যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ করা যায়।	(ii) সাধারণ গাণিতিক নিয়মে যোগ, বিয়োগ, গুণ, ভাগ করা যায় না।
(iii) শুধু মানের পরিবর্তনে পরিবর্তিত হয়।	(iii) মান অথবা দিক অথবা উভয়ের পরিবর্তনে পরিবর্তিত হয়।

মনে রাখবে

স্কেলার রাশির উদাহরণ: দূরত্ব, দ্রুতি, সময়, ভর, দৈর্ঘ্য, তড়িৎ প্রবাহ ইত্যাদি।
ভেক্টর রাশির উদাহরণ: সরণ, বেগ, ভরবেগ, বল, ত্বরণ, মন্দন, তড়িৎ প্রাবল্য ইত্যাদি।

2.4 দূরত্ব ও সরণ

➲ **গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:**

- দূরত্ব একটি স্কেলার রাশি।
- কোনো বস্তুর অতিক্রান্ত পথের মোট দৈর্ঘ্যই দূরত্ব, এক্ষেত্রে অতিক্রান্ত পথ কোনো নির্দিষ্ট দিকে হওয়ার প্রয়োজন নেই।
- সরণ একটি ভেক্টর রাশি।
- কোনো বস্তুর গতির আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যকার সরাসরি দৈর্ঘ্যকে সরণ বলা হয়। সরণের দিক আদিবিন্দু হতে শেষবিন্দুর দিকে।

সংজ্ঞা

দূরত্ব: কোনো বস্তুর অতিক্রান্ত পথের দৈর্ঘ্যকে দূরত্ব বলে।
সরণ: বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যকার সরলরৈখিক দূরত্বকে সরণ বলে।

Exclusive

একটি বস্তু যদি চিত্রের মতো A থেকে B বিন্দু পর্যন্ত যায়, তাহলে ঐ বস্তুর সরণ ভেক্টর $\overrightarrow{AB}$। আবার, B হতে A বিন্দুর দিকে সরণ হলে সরণ ভেক্টর $\overrightarrow{BA}$। $\overrightarrow{AB}$ ও $\overrightarrow{BA}$ ভেক্টর দুইটির মান AB দৈর্ঘ্যের সমান কিন্তু দিক বিপরীত। তাই, $\overrightarrow{AB} = -\overrightarrow{BA}$। বস্তুটি যদি সরলরৈখিক পথে A থেকে B পর্যন্ত যায়, তাহলে তার অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে AB রেখাংশের দৈর্ঘ্যের সমান।

Fig 2.02

সতর্কতা!

এইমাত্র আমরা দেখলাম, AB রেখাংশের দৈর্ঘ্যটা দূরত্ব অর্থাৎ স্কেলার রাশি, আবার সেই দূরত্বের সাথে দিকসহ বললে সেটি সরণ বা ভেক্টর রাশি। এখান থেকে আমাদের মনে হতেই পারে যে, কোনো ভেক্টরের মানকেই স্কেলার রাশি বলে আর স্কেলার রাশির সাথে দিক বলে দিলেই হয় সেটি ভেক্টর। কিন্তু, আসলে তা সবসময় সত্যি নয়।

দূরত্ব আর সরণের উদাহরণ দিয়েই ব্যাপারটা স্পষ্ট বোঝা যাবে।

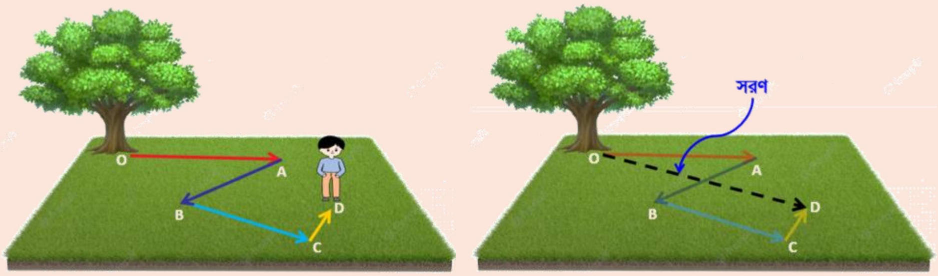


Fig 2.03: লোকটির গতিপথ

Fig 2.04: লোকটির সরণ $\overline{OD}$

ধরা যাক, কেউ যদি উপরের চিত্রের মতো **(Fig 2.03)** O বিন্দু থেকে D বিন্দুতে আঁকাবাঁকা পথে যায় তাহলে তার সরণ আর দূরত্ব কেমন হবে?

সরণ: পথ যেমনই হোক, সরণ এর মান মানেই আদিবিন্দু থেকে শেষবিন্দু পর্যন্ত দৈর্ঘ্য। আর দিক হবে আদিবিন্দু থেকে শেষবিন্দুর দিকে। অর্থাৎ, সরণের মান হল OD আর দিক হল O থেকে D এর দিকে। **(Fig 2.04)**

দূরত্ব: দূরত্ব = পথের দৈর্ঘ্য = OA + AB + BC + CD। বুঝতেই পারছো দূরত্ব আর যাই হোক সরণ OD এর মানের সমান হবে না। সুতরাং, সরণ থেকে দিক বাদ দিলে যা থাকে তাই দূরত্ব, অথবা ভেক্টর রাশির মানকেই স্কেলার রাশি বলে-একথা ভাবা যাবে না। তবে যদি বস্তুটি সর্বদা একটি সরলরেখায় একই দিকে চলে, তাহলেই কেবল সরণের মান অতিক্রান্ত দূরত্বের সমান হবে।

➲ **মাত্রা ও একক:**

➢ সরণের মাত্রা = [L]

➢ দূরত্বের মাত্রা = [L]

➢ একইভাবে সরণ ও দূরত্ব উভয়ের একক = মিটার (m)

2.5 দ্রুতি এবং বেগ

➲ **গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:**

➢ দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি এবং বেগ একটি ভেক্টর রাশি।

➢ সময়ের সাথে দূরত্বের পরিবর্তনের হার হলো দ্রুতি।

➢ সময়ের সাথে সরণের পরিবর্তনের হার হলো বেগ।

➢ বস্তু সরলরৈখিক পথে চললে দ্রুতি এবং বেগ একই হবে। কিন্তু বস্তুর গতিপথ বক্র হলেই দ্রুতি ও বেগের মান আলাদা হবে।

সংজ্ঞা

দ্রুতি: সময়ের সাথে দূরত্বের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে।

তাৎক্ষণিক দ্রুতি: সময় ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে, সময়ের সাথে বস্তুর অবস্থান পরিবর্তনের হারকে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

➢ একক সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্বকে দ্রুতি বলা যায়।

$\therefore$ গড় দ্রুতি $= \frac{\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{অতিক্রান্ত সময়}}$

সংজ্ঞা

বেগ: সময়ের সাথে সরণের পরিবর্তনের হারকে বেগ বলে।

- দ্রুতির মতো করেই বেগকে সূত্রায়িত করা যায়,
  অর্থাৎ, গড়বেগ $= \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$
  $\therefore v = \frac{s}{t}$
- বস্তু সমবেগে বেগ (অপরিবর্তিত থাকলে) গতিশীল হলে, $s = vt$
- **একক ও মাত্রা:** দ্রুতি ও বেগের একক $= ms^{-1}$ এবং মাত্রা $= [LT^{-1}]$
- কোনো বস্তুর বেগ $5\ ms^{-1}$ বলতে বুঝায়, ঐ বস্তুর সরণ প্রতি সেকেন্ডে $5\ m$ করে বৃদ্ধি পাচ্ছে।

জেনে রাখো

এই অধ্যায়ে পড়া সূত্রগুলো দিয়ে আমরা গড়বেগ এবং গড় দ্রুতি নির্ণয় করতে পারি।
কোনো ব্যক্তি যদি 20 সেকেন্ড ধরে 20 m দূরত্ব অতিক্রম করে, তাহলে আমাদের সূত্র দ্বারা ব্যক্তির 20s ধরে গড় দ্রুতি নির্ণয় করা যাবে।

$\therefore$ গড় দ্রুতি $= \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{20}{20} = 1\ ms^{-1}$

কিন্তু কার্টুনের লোকটির এই প্রশ্ন কিন্তু আমরা এখনো উত্তর দেয়ার দক্ষতা অর্জন করিনি। তাৎক্ষণিক দ্রুতি নির্ণয় করতে সময় ব্যবধান হতে হবে অনেক ক্ষুদ্র প্রায় শূন্যের কাছাকাছি।

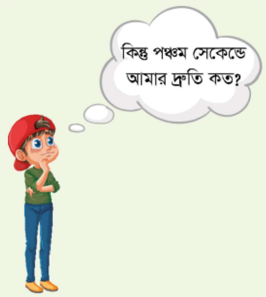


Fig 2.05

- কোনো বস্তু সরলরৈখিক পথে সুষম দ্রুতিতে গতিশীল হলে সমবেগেও গতিশীল থাকবে, কেননা দিক পরিবর্তন হচ্ছে না।
- বক্রপথে গতিশীল বস্তুর জন্য সমবেগে চলা অসম্ভব।

Exclusive

নিচের চিত্রে বক্রপথে গতিশীল বস্তুগুলোর ব্যাপারে চিন্তা করো। সহজেই বুঝতে পারবে, গতিপথের প্রতিটি মুহূর্তে বস্তুর বেগের দিক পরিবর্তন হয়েছে।

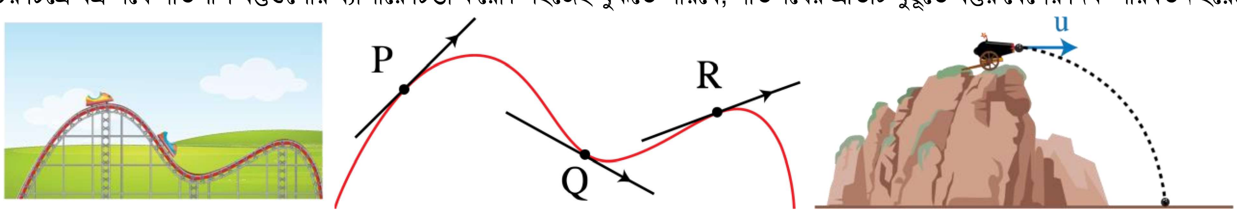


Fig 2.06

দ্রুতি যদি অপরিবর্তিত থাকে, বস্তু বক্রপথে চললেও সমদ্রুতিতে গতিশীল হবে। কেননা দ্রুতি স্কেলার রাশি; দিক এক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ নয়। কিন্তু, বস্তু বক্রপথে চললে প্রতিমুহূর্তে এর বেগের দিক পরিবর্তন হচ্ছে। সুতরাং, বক্রপথে সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর মান অপরিবর্তিত থাকলেও দিকের পরিবর্তন হবে। যেহেতু বেগ প্রকাশে মান ও দিক উভয়ই গুরুত্বপূর্ণ, তাই বস্তুটি সমবেগে গতিশীল হওয়া সম্ভব নয়। সুতরাং, বক্রপথে বস্তু সমদ্রুতিতে চললেও সমবেগে গতিশীল হবে না।

দ্রুতি যদি অপরিবর্তিত থাকে, বস্তু বক্রপথে চললেও সমদ্রুতিতে গতিশীল হবে। কেননা দ্রুতি স্কেলার রাশি; দিক এক্ষেত্রে গুরুত্বপূর্ণ নয়। কিন্তু, বস্তু বক্রপথে চললে প্রতিমুহূর্তে এর বেগের দিক পরিবর্তন হচ্ছে। সুতরাং, বক্রপথে সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর মান অপরিবর্তিত থাকলেও দিকের পরিবর্তন হবে। যেহেতু বেগ প্রকাশে মান ও দিক উভয়ই গুরুত্বপূর্ণ, তাই বস্তুটি সমবেগে গতিশীল হওয়া সম্ভব নয়। সুতরাং, বক্রপথে বস্তু সমদ্রুতিতে চললেও সমবেগে গতিশীল হবে না।

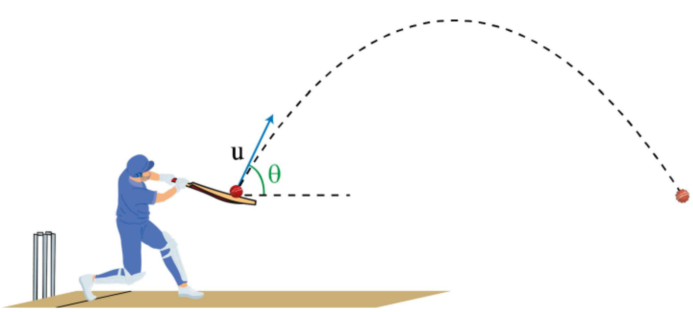


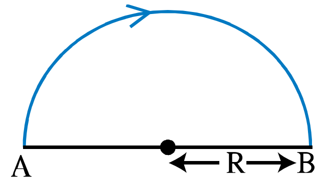
Fig 2.07

উদাহরণ-০১: একজন লোক 25 মিটার ব্যাসার্ধের একটি অর্ধবৃত্তাকার পথ 20 সেকেন্ডে অতিক্রম করে। লোকটির গড় বেগ ও গড় দ্রুতি নির্ণয় কর।

সমাধান: অতিক্রান্ত দূরত্ব, $d =$ পরিধির অর্ধেক $= \left(\frac{2\pi R}{2}\right)$

$$= \pi R = 3.1416 \times 25$$

$$\therefore d = 78.54 \text{ m}$$



সরণ, $s =$ বৃত্তের ব্যাস

$\therefore s = 2 \times 25 = 50$ m

$\therefore$ গড় দ্রুতি $= \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}}$

$= \frac{78.54}{20} = 3.927 \text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

$\therefore$ গড় বেগ $= \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}} = \frac{50}{20} = 2.5 \text{ ms}^{-1}$ **(Ans.)**

2.6 ত্বরণ ও মন্দন

গুরুত্বপূর্ণ তথ্যাবলি:

- কোনো বস্তুর বেগের পরিবর্তন হলেই ত্বরণ থাকবে। একক সময়ে বস্তুর বেগের পরিবর্তন হলো ত্বরণ।

সংজ্ঞা

ত্বরণ: সময়ের সাথে বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে।

- বেগ যেহেতু ভেক্টর রাশি, অবশ্যই ত্বরণও ভেক্টর রাশি।
- বেগের মান অথবা দিক যেকোনো একটি পরিবর্তিত হলেই ত্বরণ পাওয়া যাবে।
- সমবেগে গতিশীল বস্তুর ত্বরণ শূন্য।
- একক সময়ে বেগের পরিবর্তনকে আমরা ত্বরণ হিসেবে সংজ্ঞায়িত করেছি। বস্তুর আদিবেগ u এবং t সেকেন্ড পর শেষবেগ v হলে,

  বেগের পরিবর্তন = শেষবেগ – আদিবেগ $= v - u$

  এখন, t সেকেন্ডে বেগের পরিবর্তন $v - u$

  $\therefore$ 1 সেকেন্ডে বেগের পরিবর্তন $\frac{v-u}{t}$

  $\therefore$ ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

  আড়গুণন করে পাই, $at = v - u \Rightarrow v = u + at$

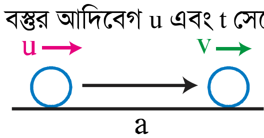


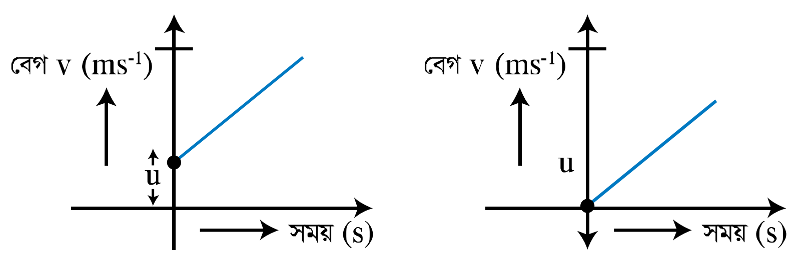
Fig 2.08

- কোনো বস্তু স্থির অবস্থান [আদিবেগ, $u = 0$] হতে সমত্বরণে যাত্রা করলে, $v = at$
- কোনো বস্তুর ত্বরণ 5 ms^{-2} বলতে বুঝায়, ঐ বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে 5 ms^{-1} করে বৃদ্ধি পাচ্ছে।

জেনে রাখো

$v = u + at$ সূত্রটি শুধুমাত্র সমত্বরণে (a ধ্রুবক) গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে প্রয়োগ করা যাবে। অসমত্বরণে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে এই সূত্র দিয়ে শেষবেগ বা আদিবেগ নির্ণয় করা যাবে না।

- $v = u + at$ সূত্রটিকে খুব সহজেই $y = mx + c$ এর সাথে তুলনা করে লেখচিত্র অঙ্কন করা যায়।



আদিবেগ থাকলে　　আদিবেগ শূন্য হলে

Fig 2.09

উদাহরণ-০২: একটা গাড়ির বেগ 1 মিনিটে স্থির অবস্থা থেকে বেড়ে 60 km / hour হয়েছে, গাড়িটির ত্বরণ কত?

সমাধান: এই উদাহরণে গাড়ির চূড়ান্ত বেগ, $v = 60\,\frac{km}{hour} = \frac{60\times1000\ m}{60\times60\ s} = 16.67\ m/s$

কাজেই প্রদত্ত সমস্যাটিকে আমরা এভাবে বলতে পারি: 60s এ একটা গাড়ি স্থির অবস্থা থেকে শুরু করে 16.67 m/s গতিতে পৌঁছে গিয়েছে, গাড়িটির ত্বরণ কত?

তাহলে আমাদের প্রয়োজনীয় সূত্রটি হচ্ছে: $v = at$ (স্থির অবস্থা থেকে শুরু করায় u=0)

সুতরাং, $a = \frac{v}{t} = \frac{16.67\ m/s}{60s} = 0.278\ m/s^2$

- ত্বরণের মান ধনাত্মক হবে যদি বেগের মান বৃদ্ধি পায়। কেননা, $v > u$ হলে $(v - u)$ ধনাত্মক হবে।
- বেগের মান হ্রাস পেলে $v < u$ হবে, ফলে $(v - u)$ হবে ঋণাত্মক। এই ঘটনাকে আমরা ঋণাত্মক ত্বরণ বা মন্দন বলি।
- কোনো বস্তুর মন্দন $5\ ms^{-2}$ বলতে বুঝায়, ঐ বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে $5\ ms^{-1}$ করে হ্রাস পাছে। অর্থাৎ ঐ বস্তুর ত্বরণ $-5\ ms^{-2}$।

সংজ্ঞা

মন্দন: সময়ের সাথে বেগ হ্রাসের হারকে মন্দন বলে।

চিন্তা করো

চিত্রের লেখচিত্রটি একটি বস্তুর সময়ের সাথে বেগের পরিবর্তন নির্দেশ করে। চলো, লেখচিত্রটিতে ত্বরণ, মন্দন নির্দেশ করার চেষ্টা করি। OA অংশে বেগের মান বাড়ছে কেননা +y অক্ষের দিকে লেখচিত্রটি অগ্রসর হয়। সুতরাং, OA অংশে ত্বরণ হচ্ছে। AB অংশে y-অক্ষের পরিবর্তন নেই। অর্থাৎ, বেগের মান ধ্রুব। তাই AB অংশে ত্বরণ শূন্য। BC অংশে বেগের মান পুনরায় বৃদ্ধি পাচ্ছে, তাই ত্বরণ হচ্ছে। CD অংশে বেগের মান হ্রাস পাওয়ায় ঋণাত্মক ত্বরণ বা মন্দন হচ্ছে।

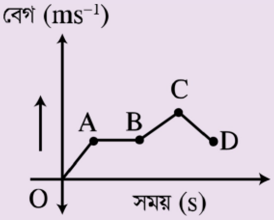


Fig 2.10

- ত্বরণের দিক হলো বেগের পরিবর্তনের দিক।

একক ও মাত্রা:

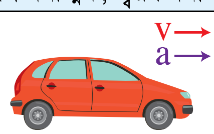
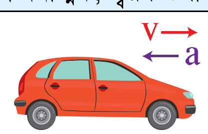
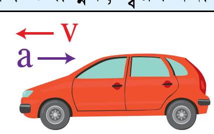
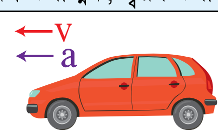
ত্বরণ ও মন্দন উভয়েরই একক = ms^{-2}

ত্বরণ ও মন্দন উভয়েরই মাত্রা = $[LT^{-2}]$

Exclusive

বেগ ও ত্বরণ উভয়ই যেহেতু ভেক্টর রাশি, উভয়ের প্রকাশেই দিক গুরুত্বপূর্ণ। যদি ডানদিক বরাবর কোনো বস্তুর বেগের দিক ধনাত্মক হয়, বামদিক বরাবর ঋণাত্মক হবে। আবার যদি বামদিক বরাবর ধনাত্মক ধরে নাও, ডানদিক বরাবর ঋণাত্মক নিতে হবে। নিচের উদাহরণের সাহায্যে ত্বরণ ও মন্দন আমরা আরেকটু গভীরভাবে উপলব্ধি করবো। উদাহরণটিতে ডানদিক বরাবর ভেক্টর রাশিগুলোর দিক ধনাত্মক ধরা হয়েছে। তাহলে বামদিক বরাবর বেগ ও ত্বরণের দিক ঋণাত্মক ধরতে হবে। ত্বরণের দিক যদি বেগের দিক বরাবর হয়, তাহলে বস্তুর বেগ ক্রমাগত বাড়তে থাকে। আর ত্বরণের দিক বেগের বিপরীত দিকে হলে বেগ ক্রমাগত হ্রাস পায়।

মনে কর, একটি গাড়ি x-অক্ষ বরাবর চলছে। একটি নির্দিষ্ট মুহূর্তে গাড়িটির বেগ v ও ত্বরণ a।

Case-01	Case-02	Case-03	Case-04
বেগ ধনাত্মক, ত্বরণ ধনাত্মক	বেগ ধনাত্মক, ত্বরণ ঋণাত্মক	বেগ ঋণাত্মক, ত্বরণ ধনাত্মক	বেগ ঋণাত্মক, ত্বরণ ঋণাত্মক
			
গাড়িটির বেগ ডানদিক বরাবর ও ত্বরণও ডানদিক বরাবর, তাই গাটিটির বেগ ক্রমাগত বাড়তে থাকবে।	গাড়িটির বেগ ডানদিক বরাবর কিন্তু ত্বরণ বামদিক বরাবর হলে সময়ের সাথে গাড়ির বেগের মান কমতে থাকবে। অর্থাৎ, গাড়ির মন্দন ঘটবে।	গাড়িটির বেগ বামদিক বরাবর এবং ত্বরণ ডানদিক বরাবর হলে গাড়ির বেগের দিক ও ত্বরণের দিক বিপরীত হয়, তাই সময়ের সাথে বেগ কমতে থাকবে এবং মন্দন ঘটবে।	গাড়ির বেগ বামদিকবরাবর এবং ত্বরণওবামদিক বরাবর। অর্থাৎ, বেগের দিক ও ত্বরণের দিক একই হওয়ায় সময়ের সাথে গাটিটির বেগ বাড়তে থাকবে।

সতর্কতা!

তোমাদের অনেকের ধারণা ত্বরণ ঋণাত্মক (−) হলেই কেবল মন্দন ঘটে। কথাটি যে সত্য নয়, তা তোমরা **Case-03** দেখেই বুঝতে পারছো। ত্বরণ ধনাত্মক (+) হলেও মন্দন হওয়া সম্ভব, যদি বেগের দিক ত্বরণের দিকের বিপরীত হয়। অর্থাৎ, ত্বরণ ও বেগের দিক পরস্পর বিপরীতমুখী হলে মন্দন হয়।

উদাহরণ-০৩: একটা গাড়ি **96 km/hour** বেগে চলতে চলতে হঠাৎ তার ইঞ্জিন বন্ধ হয়ে যায়। গাড়িটি থামতে **5 minutes** সময় নেয়। গাড়িটির মন্দন কত?

সমাধান: আমরা কিন্তু আগেই জেনেছি যে, ত্বরণ থাকলে বেগ বাড়তে থাকে, আর বেগ কমতে থাকার অর্থ ঋণাত্মক ত্বরণ বা মন্দন হয়েছে।

গাড়িটির আদিবেগ, $u = \frac{96\times1000\text{ m}}{60\times60\text{ s}} = 26.8\text{ m/s}$

গাড়িটির শেষবেগ, $v = 0$

সুতরাং, গাড়িটির ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t} = \frac{0-26.8\text{ m/s}}{300\text{ s}} = -0.089\text{ m/s}^2$

অর্থাৎ, গাড়িটির ত্বরণ -0.089 m/s^2 কিংবা মন্দন 0.089 m/s^2

টপিকভিত্তিক বিগত বছরের প্রশ্ন ও সমাধান

- স্থিতি এবং গতি
- বিভিন্ন প্রকার গতি
- স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশি
- দূরত্ব ও সরণ
- দ্রুতি এবং বেগ
- ত্বরণ ও মন্দন

বোর্ড MCQ ও সমাধান

01. স্প্রিং থেকে ঝুলিয়ে দেওয়া একটা বস্তুর গতি হচ্ছে– [ঢা. বো.'২৪]
(a) চলন গতি (b) ঘূর্ণন গতি
(c) সরলরৈখিক গতি (d) স্পন্দন গতি ⓓ

02. হৃৎপিণ্ডের সংকোচন ও প্রসারণ কোন ধরনের গতি? [রা. বো.'২৪, ২৩]
(a) স্পন্দন গতি (b) চলন গতি
(c) ঘূর্ণন গতি (d) পর্যায়বৃত্ত গতি ⓓ
সমাধান: পর্যায়বৃত্ত গতি কারণ হৃৎস্পন্দনের হার বা হৃৎপিণ্ডের সংকোচন-প্রসারণে প্রয়োজনীয় সময় সবসময় এক নয়।

03. মহাবিশ্বের সকল গতি– [চ. বো'২৪]
(i) ঘূর্ণন গতি (ii) আপেক্ষিক গতি (iii) পর্যাবৃত্ত গতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓓ

04. চলন গতির– [সি. বো'২৪]
(i) গতিপথ সরলরৈখিক হয়
(ii) সকল বস্তুকণা সমবেগে গতিশীল থাকে
(iii) সকল কণার দিক বিভিন্ন হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓐ

05. গিটারের তারের গতি কোন ধরনের গতি? [দি. বো'২৪]
(a) স্পন্দন (b) পর্যায়বৃত্ত (c) চলন (d) ঘূর্ণন ⓐ

06. বেগের মাত্রা কোনটি? [ঢা. বো.'২৩]
(a) LT^{-2} (b) $L^{-2}T$ (c) $L^{-1}T$ (d) LT^{-1} ⓓ

07. সমত্বরণে চলমান গাড়ির চাকার গতি কী ধরনের? [চ. বো.'২৩]
(a) ঘূর্ণন (b) চলন (c) পর্যায়বৃত্ত (d) স্পন্দন ⓐ

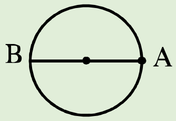
08. সমবেগে চলমান সাইকেলের চাকার গতি কোন ধরনের? [কু. বো.'২৩]
(a) রৈখিক (b) পর্যায়বৃত্ত (c) স্পন্দন (d) চলন ⓑ

09. সিলিন্ডারের ভিতর পিস্টনের গতি- [কু. বো.'২৩]
(i) চলন (ii) পর্যায়বৃত্ত (iii) স্পন্দন
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii ⓓ

10. একটি শিশু দোলনায় দুলছে। এর গতি- [য. বো.'২৩]
(i) ঘূর্ণন গতি (ii) পর্যাবৃত্ত গতি (iii) স্পন্দন গতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii ⓑ

11. একটি পাথরকে সুতা দিয়ে বেঁধে মাথার উপর ঘুরালে- [য. বো.'২৩, দি. বো.'২০]
(i) ক্রমাগত দিক পরিবর্তন করবে (ii) ত্বরণ সৃষ্টি হবে
(iii) সুষম বেগে চলতে থাকবে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) ii, iii (c) i, iii (d) i, ii, iii ⓐ
সমাধান: দিক পরিবর্তন করে বলে বেগের পরিবর্তন হয়। ফলে ত্বরণ সৃষ্টি হয়।

12. এক ব্যক্তি 100 m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার মাঠ 2.5 পাক ঘুরলে তার সরণ কত হবে? [ব. বো.'২৩]
(a) 785.4 m (b) 250 m (c) 200 m (d) 150 m ⓒ

সমাধান: 

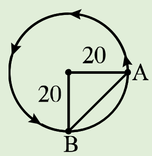
ধরি, ব্যক্তিটি A হতে যাত্রা শুরু করে 2 পাক ঘুরে, তাহলে সে আবার A বিন্দুতেই ফেরত আসবে।
1 পাক দিলে পুরো পরিসীমা ঘোরা হয়। আর 0.5 পাক দিলে অর্ধেক পরিসীমা ঘোরা হয়। অর্থাৎ, 2.5 পাক দিলে A এর ব্যাসার্ধ বরাবর বিপরীত দিকে পৌঁছাবে B বিন্দুতে।
∴ সরণ AB = ব্যাস = 2 × 100 = 200 m

13. মন্দনের মাত্রা কোনটি? [দি. বো.'২৩]
(a) $L^{-2}T$ (b) LT^2 (c) LT^{-2} (d) T^2L^{-1} ⓒ

14. ত্বরণের পরিবর্তন হয় — [ম. বো.'২৩]
(i) মানের পরিবর্তন হলে (ii) দিকের পরিবর্তন হলে
(iii) মান ও দিক উভয়ের পরিবর্তন হলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓓ
সমাধান: ত্বরণ একটি ভেক্টর রাশি। তাই ত্বরণের মান, দিক বা উভয়ের পরিবর্তন ঘটলে ত্বরণ পরিবর্তিত হবে।

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
একজন ছেলে 20 m ব্যাসার্ধের একটি মাঠে পরিধি বরাবর পরিধির $\frac{3}{4}$ অংশ গমন করে।

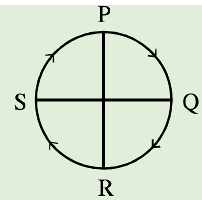
15. ছেলেটির সরণ কত? [রা. বো.'২২]
(a) 28.28 m (b) 60 m
(c) 94.248 m (d) 942.48 m ⓐ
সমাধান: চিত্রানুযায়ী সরণ,
$AB = \sqrt{(20^2 + 20^2)}m$
$= 20\sqrt{2}$ m = 28.28 m



16. উদ্দীপকের ঘটনাটিতে ছেলেটির- [রা. বো.'২২]
(i) বেগ নির্দেশ করে (ii) দ্রুতি নির্দেশ করে
(iii) পর্যায়বৃত্ত গতি নির্দেশ করে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, ii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓑ

17. পর্যায়বৃত্ত গতির উদাহরণ— [রা. বো.'২২]
(i) পানির তরঙ্গ (ii) হৃৎপিণ্ডের স্পন্দন
(iii) ঘড়ির কাঁটার গতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓓ

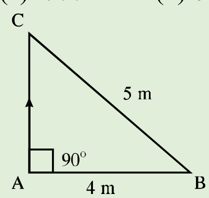
18. পরমাণুর কম্পনের গতি- [চ.বো.'২২]
(i) সরলরৈখিক গতি (ii) পর্যায়বৃত্ত গতি
(iii) স্পন্দন গতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓓ

19. 

P বিন্দু থেকে PQRS পথে সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুটি পুনরায় P বিন্দুতে পৌঁছালে কোন বিন্দুতে গড় বেগ সর্বনিম্ন হবে? [চ.বো.'২২]
(a) P বিন্দুতে (b) Q বিন্দুতে
(c) R বিন্দুতে (d) S বিন্দুতে ⓐ
সমাধান: P বিন্দুতে সরণ শূন্য তাই এই বিন্দুতে গড় বেগ 0।

20. চলন্ত ফ্যানের সুইচ বন্ধ করে দিলে ফ্যানের পাখার গতি কোন ধরনের? [চ.বো.'২২]
(a) ঘূর্ণন (b) পর্যাবৃত্ত (c) চলন (d) স্পন্দন ⓐ

21. অতিক্রান্ত দূরত্ব পরিবর্তনের হারকে কী বলে? [কু. বো.'২২]
(a) সরণ (b) বেগ (c) দ্রুতি (d) ত্বরণ ⓒ

22. 

এক ব্যক্তি A হতে যাত্রা শুরু করে 5 seconds পর B হতে C তে পৌঁছে। তার- [ব. বো.'২২]
(i) সরণ 3 m (ii) দ্রুতি 1.8 ms^{-1}
(iii) বেগ 5 ms^{-1}
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓐ
সমাধান: সরণ, $AC = \sqrt{BC^2 - AB^2} = \sqrt{5^2 - 4^2}$
∴ সরণ = 3 m; দ্রুতি = $\frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সরণ}} = \frac{4+5}{5} ms^{-1}$
∴ দ্রুতি = 1.8 ms^{-1}
∴ বেগ = $\frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}} = \frac{3}{5}$ = 0.6 ms^{-1}

23. একটি বস্তু সরলপথে 10 m অগ্রসর হয়ে সেখান থেকে একই পথে 4 m ফিরে এলো। দূরত্ব ও সরণের পার্থক্য কত? [ঢা.বো.' ২১]
(a) 4 m (b) 6 m (c) 8 m (d) 14 m ⓒ
সমাধান: দূরত্ব = (10 + 4) = 14 m,
সরণ = (10 − 4) = 6 m
∴ পার্থক্য = (14 − 6) = 8 m

24. ত্বরণ হলো- [রা.বো.'২১]
(i) লব্ধ রাশি (ii) স্কেলার রাশি (iii) ভেক্টর রাশি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓑ
সমাধান: ত্বরণ স্কেলার রাশি নয়।

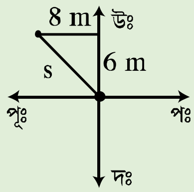
25. বেগের পরিবর্তন হয়- [সি.বো.'২১]
(i) মানের পরিবর্তন হলে (ii) দিকের পরিবর্তন হলে
(iii) মান ও দিক উভয়ের পরিবর্তন হলে
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓓ

26. চলন্ত একটি বাসের ভিতরের যাত্রী- [য.বো.'২১]
(i) বাসের সাপেক্ষে স্থির
(ii) ল্যাম্প পোস্টের সাপেক্ষে স্থির
(iii) বাসের অন্য যাত্রীর সাপেক্ষে স্থির
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i (b) i, iii
(c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓑ

27. স্প্রিং এ ঝুলানো দুলতে থাকা বস্তুর গতি কীরূপ? [য.বো.'২১, দি.বো.'২০]
(a) পর্যায়বৃত্ত গতি (b) ঘূর্ণন গতি
(c) চলন গতি (d) বক্রগতি ⓐ

28. একটি গাড়ি একস্থান থেকে 6 m সোজা উত্তর দিকে গিয়ে সেখান থেকে সোজা পূর্ব দিকে 8 m অতিক্রম করলো। গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সরণের পার্থক্য কত? [য.বো.'২১]
(a) 24 m (b) 8.71 m (c) 4 m (d) 2 m ⓒ

সমাধান: দূরত্ব
$= (6 + 8)\text{m} = 14 \text{ m}$
সরণ, $s = \sqrt{6^2 + 8^2} = 10 \text{ m}$
$\therefore$ পার্থক্য $= (14 - 10)\text{m} = 4 \text{ m}$



29. একটি বাক্সকে ধাক্কা দিলে এটি না উল্টিয়ে যে গতি লাভ করে তা- [কু.বো.'২১, য.বো.'১৫]
(a) স্পন্দন গতি (b) চলন গতি
(c) পর্যায়বৃত্ত গতি (d) ঘূর্ণন গতি ⓑ

30. বাঁকা পথে গতিশীল একটি বস্তুর আদি ও শেষ অবস্থানের সরলরৈখিক দূরত্ব নিচের কোনটি নির্দেশ করে? [কু.বো.'২১]
(a) সরণ (b) অতিক্রান্ত দূরত্ব
(c) বেগ (d) দ্রুতি ⓐ

31. 100 মিটার ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার পথ একবার ঘুরে আসতে এক ব্যক্তির সময় লাগে 2 মিনিট। এক মিনিট ঘুরার পর তার সরণ কত হবে? [দি.বো.'২১]
(a) 0 মিটার (b) 100 মিটার
(c) 200 মিটার (d) 314.16 মিটার ⓒ

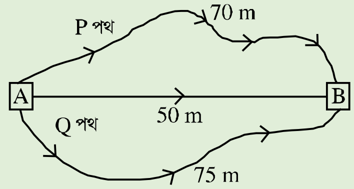
সমাধান: এক মিনিট পর অর্ধেক পথ ঘোরা হবে। সুতরাং, সরণ হবে ব্যাসের সমান।
ব্যাস = 2 × ব্যাসার্ধ = (2 × 100) মিটার = 200 মিটার।

32. একটি মোটর সাইকেলের বেগ 30 ms^{-1} থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 8 sec এ 14 ms^{-1} হলে গাড়িটির মন্দন কত হবে? [ম.বো.'২১]
(a) -4 ms^{-2} (b) -2 ms^{-2}
(c) 2 ms^{-2} (d) 4 ms^{-2} ⓒ

সমাধান: $u = 30 \text{ ms}^{-1}, v = 14 \text{ ms}^{-1}$,
$t = 8 \text{ s} \therefore a = \frac{v-u}{t} = \frac{14-30}{8}$
$\Rightarrow a = \frac{-16}{8} = -2 \text{ ms}^{-2} \therefore$ মন্দন 2 ms^{-2}

33. ঘূর্ণায়মান চাকা বিবেচনায় না আনলে সোজা পথে এগিয়ে যাওয়া একটি গাড়ির গতি- [ম.বো.'২১]
(a) চলন গতি (b) ঘূর্ণন গতি
(c) পর্যায়বৃত্ত গতি (d) সরল স্পন্দন গতি ⓐ

34. করিম তার বিদ্যালয়ের বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগিতায় 30 মি. ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার ট্র্যাক একবার ঘুরে আসল। তার সরণ হবে- [ঢা.বো.'২০]
(a) 188.49 মিটার (b) 94.24 মিটার
(c) 60 মিটার (d) 0 মিটার ⓓ

35. 

উপরের চিত্রে- [ম.বো.'২১]
(i) P পথে A থেকে B এর দূরত্ব 70 m
(ii) Q পথে A থেকে B এর সরণ 50 m
(iii) উভয় পথে A থেকে B এর সরণের পার্থক্য শূন্য
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓓ

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী প্রশ্নের উত্তর দাও:
30 kmh^{-1} বেগে একটি গাড়ি 1 মিনিট পরে 50 kmh^{-1} বেগ প্রাপ্ত হয়।

36. গাড়িটির ত্বরণ কত? [ব.বো.'২০]
(a) 0.072 ms^{-2} (b) 0.082 ms^{-2}
(c) 0.092 ms^{-2} (d) 0.185 ms^{-2} ⓒ

সমাধান: $a = \frac{\frac{50\times1000}{3600} - \frac{30\times1000}{3600}}{60} = 0.092 \text{ ms}^{-2}$

37. পর্যায়বৃত্ত গতি হচ্ছে- [ম.বো.'২০]
(i) সরল দোলকের গতি
(ii) পেট্রোল ইঞ্জিনের সিলিন্ডারের গতি
(iii) কম্পমান সুর শলাকার গতি
নিচের কোনটি সঠিক?
(a) i, ii (b) i, iii (c) ii, iii (d) i, ii, iii ⓓ

38. সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি কোন ধরনের গতি? [রা.বো.'১৯]
(a) চলন (b) পর্যায়বৃত্ত (c) ঘূর্ণন (d) স্পন্দন ⓑ

সমাধান: সূর্যের চারদিকে আবর্তনকালে সূর্য থেকে পৃথিবীর দূরত্ব সবসময় সমান না হওয়ায় এটি ঘূর্ণন গতি নয়।

নিচের উদ্দীপকের আলোকে পরবর্তী দুইটি প্রশ্নের উত্তর দাও:
দশম শ্রেণির একজন শিক্ষার্থী 1.5 m দৈর্ঘ্যের তক্তাকে উচ্চতা কম-বেশি করে থামা ঘড়ির সাহায্যে মার্বেলের পতনের সময় 0.3 s এবং 0.2 s নির্ণয় করলো। আবার সে স্লাইড ক্যালিপার্স ও স্ক্রু-গজ নিয়ে দেখলো, ভার্নিয়ার স্কেলের 20 ভাগ প্রধান স্কেলের বরাবর 19 mm দাগের সাথে মিলে যায় এবং 50 ভাগের বৃত্তাকার স্কেলটি এক পাক ঘুরালে রৈখিক স্কেল বরাবর 0.5mm সরণ ঘটে। সে তারের ব্যাস নির্ণয় করে এর ক্ষেত্রফল নির্ণয় করল।