



0964CH08

অধ্যায় ৭

গতি

দৈনন্দিন জীবনে, আমরা কিছু বস্তুকে স্থির অবস্থায় দেখি এবং কিছু বস্তু গতিশীল অবস্থায়। পাখি উড়ে, মাছ সাঁতার কাটে, শিরা ও ধমনী দিয়ে রক্ত প্রবাহিত হয় এবং গাড়ি চলাচল করে। পরমাণু, অণু, গ্রহ, নক্ষত্র এবং ছায়াপথ সবকিছুই গতিশীল। আমরা প্রায়শই কোনও বস্তুকে গতিশীল অবস্থায় দেখতে পাই যখন সময়ের সাথে সাথে তার অবস্থান পরিবর্তিত হয়। তবে, এমন কিছু পরিস্থিতি রয়েছে যেখানে পরোক্ষ প্রমাণের মাধ্যমে গতি অনুমান করা হয়। উদাহরণস্বরূপ, ধুলোর গতিবিধি এবং পাতার গতিবিধি পর্যবেক্ষণ করে আমরা বাতাসের গতি অনুমান করি।

এবং গাছের ডালপালা। সূর্যোদয়, সূর্যাস্ত এবং ঋতু পরিবর্তনের ঘটনাগুলির কারণ কী?

এটি কি পৃথিবীর গতির কারণে? যদি এটি সত্য হয়, তাহলে আমরা কেন সরাসরি পৃথিবীর গতি উপলব্ধি করি না?

একটি বস্তু একজনের জন্য চলমান এবং অন্যজনের জন্য স্থির বলে মনে হতে পারে। চলন্ত বাসের যাত্রীদের জন্য, রাস্তার পাশের গাছগুলি পিছনের দিকে সরে যাচ্ছে বলে মনে হয়। রাস্তার পাশে দাঁড়িয়ে থাকা একজন ব্যক্তি যাত্রীদের সাথে বাসটিকে চলমান বলে মনে করেন।

তবে, বাসের ভেতরে থাকা একজন যাত্রী তার সহযাত্রীদের বিশ্রাম নিতে দেখেন। এই পর্যবেক্ষণগুলি কী নির্দেশ করে?

বেশিরভাগ গতিই জটিল। কিছু বস্তু সরলরেখায় চলতে পারে, অন্যরা বৃত্তাকার পথে চলতে পারে। কিছু বস্তু ঘূর্ণায়মান হতে পারে এবং কিছু বস্তু কম্পিত হতে পারে। এই দুটির সংমিশ্রণে এমন পরিস্থিতি তৈরি হতে পারে। এই অধ্যায়ে, আমরা প্রথমে সরলরেখা বরাবর বস্তুর গতি বর্ণনা করতে শিখব। আমরা সরল সমীকরণ এবং গ্রাফের মাধ্যমে এই ধরনের গতি প্রকাশ করতেও শিখব। পরে, আমরা বৃত্তাকার গতি বর্ণনা করার উপায়গুলি নিয়ে আলোচনা করব।

কার্যকলাপ 7.1

- তোমার শ্রেণীকক্ষের দেয়াল স্থির আছে নাকি গতিশীল তা নিয়ে আলোচনা করো।

কার্যকলাপ 7.2

- আপনি কি কখনও এমন অভিজ্ঞতা লাভ করেছেন যে, আপনি যে ট্রেনে বসে আছেন, সেটি স্থির থাকা অবস্থায় নড়তে থাকে?
- আপনার অভিজ্ঞতা আলোচনা করুন এবং ভাগ করে নিন।

চিন্তা করুন এবং কাজ করুন

আমাদের চারপাশের বস্তুর গতিবিধির কারণে আমরা মাঝে মাঝে বিপদের সম্মুখীন হই, বিশেষ করে যদি সেই গতি অনিয়ন্ত্রিত এবং অনিয়ন্ত্রিত হয় যেমনটি প্লাবিত নদী, হারিকেন বা সুনামিতে দেখা যায়। অন্যদিকে, নিয়ন্ত্রিত গতি মানুষের জন্য একটি সেবা হতে পারে, যেমন জলবিদ্যুৎ উৎপাদনে। আপনি কি কিছু বস্তুর অনিয়মিত গতি অধ্যয়ন করার এবং সেগুলিকে নিয়ন্ত্রণ করার প্রয়োজনীয়তা অনুভব করেন?

৭.১ গতি বর্ণনা করা

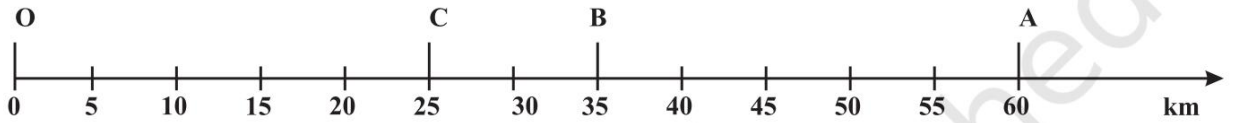
আমরা একটি বস্তুর অবস্থান বর্ণনা করি একটি রেফারেন্স পয়েন্ট নির্দিষ্ট করে। আসুন একটি উদাহরণ দিয়ে এটি বুঝতে পারি। ধরে নেওয়া যাক যে একটি গ্রামের একটি স্কুল রেলওয়ে স্টেশন থেকে ২ কিমি উত্তরে অবস্থিত। আমরা রেলওয়ে স্টেশনের সাপেক্ষে স্কুলের অবস্থান নির্দিষ্ট করেছি। এই উদাহরণে, রেলওয়ে স্টেশন হল রেফারেন্স পয়েন্ট। আমরা আমাদের সুবিধা অনুসারে অন্যান্য রেফারেন্স পয়েন্টও বেছে নিতে পারতাম। অতএব, একটি বস্তুর অবস্থান বর্ণনা করার জন্য আমাদের একটি রেফারেন্স পয়েন্ট নির্দিষ্ট করতে হবে যাকে উৎপত্তি বলা হয়।

৭.১.১ একটি সরলরেখা বরাবর গতি

সরলতম গতি হল সরলরেখা বরাবর গতি। প্রথমে আমরা একটি উদাহরণ দিয়ে এটি বর্ণনা করতে শিখব। সরল পথে চলমান একটি বস্তুর গতি বিবেচনা করুন। বস্তুটি O থেকে তার যাত্রা শুরু করে যাকে তার রেফারেন্স বিন্দু হিসাবে বিবেচনা করা হয় (চিত্র 7.1)। ধরা যাক A, B এবং C বিভিন্ন মুহুর্তে বস্তুর অবস্থান উপস্থাপন করে। প্রথমে, বস্তুটি C এবং B এর মধ্য দিয়ে গমন করে A এ পৌঁছায়।

= ৬০ কিমি + ২৫ কিমি = ৮৫ কিমি এবং স্থানচ্যুতির মাত্রা = ৩৫ কিমি। সুতরাং, স্থানচ্যুতির মাত্রা (৩৫ কিমি) পথের দৈর্ঘ্য (৮৫ কিমি) এর সমান নয়। আরও, আমরা লক্ষ্য করব যে গতিপথের স্থানচ্যুতির মাত্রা শূন্য হতে পারে কিন্তু সংশ্লিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম করা শূন্য নয়। যদি আমরা বিবেচনা করি যে বস্তুটি O-তে ফিরে যাচ্ছে, তাহলে চূড়ান্ত অবস্থানটি প্রাথমিক অবস্থানের সাথে মিলে যায়, এবং তাই, স্থানচ্যুতি শূন্য। তবে, এই যাত্রায় অতিক্রম করা দূরত্ব হল $OA + AO = ৬০ \text{ কিমি} + ৬০ \text{ কিমি} = ১২০ \text{ কিমি}$ । সুতরাং, দুটি ভিন্ন ভৌত রাশি - দূরত্ব এবং স্থানচ্যুতি,

তারপর এটি একই পথ ধরে ফিরে যায় এবং C হয়ে B তে পৌঁছায়।



চিত্র 7.1: সরলরেখার পথে একটি বস্তুর অবস্থান

বস্তুটি দ্বারা আচ্ছাদিত মোট পথের দৈর্ঘ্য হল $OA + AC$, অর্থাৎ $60 \text{ কিমি} + 35 \text{ কিমি} = 95 \text{ কিমি}$ ।

এটি বস্তুর দ্বারা অতিক্রম করা দূরত্ব। দূরত্ব বর্ণনা করার জন্য আমাদের কেবল সংখ্যাসূচক মান নির্দিষ্ট করতে হবে, গতির দিক নয়। কিছু নির্দিষ্ট রাশি আছে যেগুলিকে কেবল তাদের সংখ্যাসূচক মান নির্দিষ্ট করে বর্ণনা করা হয়। একটি ভৌত রাশির সংখ্যাসূচক মান হল এর মান। এই উদাহরণ থেকে, আপনি কি বস্তুর চূড়ান্ত অবস্থান C থেকে প্রাথমিক অবস্থান O এর দূরত্ব বের করতে পারবেন? এই পার্থক্য আপনাকে O থেকে C থেকে A পর্যন্ত বস্তুর স্থানচ্যুতির সংখ্যাসূচক মান দেবে। একটি বস্তুর প্রাথমিক অবস্থান থেকে চূড়ান্ত অবস্থান পর্যন্ত পরিমাপ করা সবচেয়ে কম দূরত্বকে স্থানচ্যুতি বলা হয়।

একটি বস্তুর সামগ্রিক গতি বর্ণনা করতে এবং একটি নির্দিষ্ট সময়ে তার প্রাথমিক অবস্থানের সাথে সম্পর্কিত করে তার চূড়ান্ত অবস্থান সনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।

কার্যকলাপ 7.3

- একটি মিটার স্কেল এবং একটি লম্বা দড়ি নিন।
- একটি বাল্কেটবল কোর্টের এক কোণ থেকে তার পার্শ্ব বরাবর বিপরীত কোণে হেঁটে যান।
- আপনার দ্বারা অতিক্রম করা দূরত্ব এবং স্থানচ্যুতির পরিমাণ পরিমাপ করুন।
- আপনি কী পার্থক্য লক্ষ্য করবেন?

এই ক্ষেত্রে দুজনের মধ্যে?

কার্যকলাপ 7.4

- মোটরগাড়িতে এমন একটি যন্ত্র লাগানো থাকে যা ভ্রমণ করা দূরত্ব দেখায়। এই যন্ত্রটিকে ওডোমিটার বলা হয়। ভুবনেশ্বর থেকে নয়াদিল্লি পর্যন্ত একটি গাড়ি চালানো হয়। ওডোমিটারের চূড়ান্ত পাঠ এবং প্রাথমিক পাঠের মধ্যে পার্থক্য হল 1850 কিমি।
- ভারতের রোড ম্যাপ ব্যবহার করে ভুবনেশ্বর এবং নয়াদিল্লির মধ্যে স্থানচ্যুতির মাত্রা নির্ণয় করুন।

স্থানচ্যুতির মাত্রা কি কোনও বস্তুর ভ্রমণ করা দূরত্বের সমান হতে পারে?

(চিত্র 7.1) -এ দেওয়া উদাহরণটি বিবেচনা করুন। বস্তুর O থেকে A পর্যন্ত গতির জন্য, দূরত্ব 60 কিমি এবং স্থানচ্যুতির মাত্রাও 60 কিমি। O থেকে A এবং B-তে ফিরে যাওয়ার সময়, দূরত্ব অতিক্রম করা হবে

বিবাদ

ব

১. একটি বস্তু একটির মধ্য দিয়ে সরে গেছে
দূরত্ব। এর কি শূন্য থাকতে পারে?
স্থানচ্যুতি? যদি হ্যাঁ, তাহলে সমর্থন
একটি উদাহরণ সহ আপনার উত্তর।
২. একজন কৃষক নদীর ধারে চলে যাচ্ছেন
একটি বর্গক্ষেত্রের বাহুর সীমানা
৪০ সেকেন্ডে ১০ মিটার। কী হবে?
স্থানচ্যুতির মাত্রা
২ মিনিটের শেষে কৃষক ২০
তার প্রাথমিক অবস্থান থেকে কত সেকেন্ড দূরে?
৩. নিচের কোনটি সত্য?
স্থানচ্যুতি?
(ক) এটি শূন্য হতে পারে না।
(খ) এর মাত্রা তার চেয়ে বেশি
দ্বারা ভ্রমণ করা দূরত্ব
বস্তু।

৭.১.২ অভিন্ন গতি এবং অ-

অভিন্ন গতি

একটি বস্তুকে সোজা পথে চলমান বিবেচনা করুন
রেখা। প্রথম সেকেন্ডে এটি ৫ মিটার ভ্রমণ করুক,
পরের সেকেন্ডে আরও ৫ মিটার, ৫ মিটার
তৃতীয় সেকেন্ডে এবং চতুর্থ সেকেন্ডে ৫ মি.

এই ক্ষেত্রে, বস্তুটি প্রতিটিতে ৫ মিটার জুড়ে
দ্বিতীয়ত। বস্তুটি সমান দূরত্ব অতিক্রম করে
সমান সময়ের ব্যবধানে, এটিকে বলা হয়
সমস্থিত গতি। এর মধ্যে সময়ের ব্যবধান
আমাদের দৈনন্দিন জীবনে গতি কম হওয়া উচিত।
জীবন, আমরা এমন গতির সম্মুখীন হই যেখানে বস্তুগুলি
সমান ব্যবধানে অসম দূরত্ব অতিক্রম করে।
উদাহরণস্বরূপ, যখন একটি গাড়ি চলমান থাকে তখন সময়ের
জনাকীর্ণ রাস্তায় অথবা কোনও ব্যক্তি জগিং করছে
একটি পার্কে। এগুলো কিছু উদাহরণ
অসম গতি।

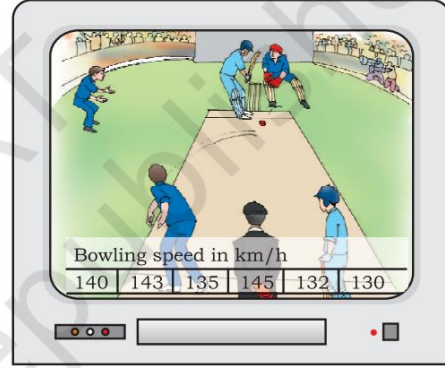
কার্যকলাপ ৭.৫

- দুটির গতি সম্পর্কিত তথ্য
বিভিন্ন বস্তু A এবং B দেওয়া হল
টেবিল ৭.১।
- সেগুলো সাবধানে পরীক্ষা করে দেখুন এবং বলুন
বস্তুর গতি কি
ইউনিফর্ম বা নন-ইউনিফর্ম।

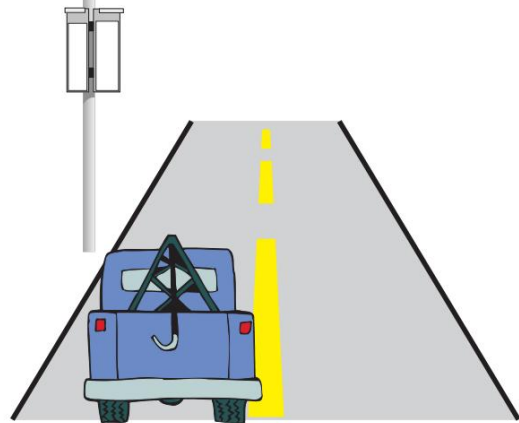
টেবিল ৭.১

সময়	দূরত্ব ভ্রমণ করেছেন বস্তু A, m,	দূরত্ব ভ্রমণ করেছেন বস্তু B, m,
সকাল ৯:৩০	১০	১২
সকাল ৯:৪৫	২০	১৯
সকাল ১০:০০ টা	৩০	২০
সকাল ১০:১৫	৪০	৩৫
সকাল ১০:৩০	৫০	৩৭
সকাল ১০:৪৫	৬০	৪১
সকাল ১১:০০ টা	৭০	৪৪

৭.২ গতির হার পরিমাপ করা



(ক)



(খ)

চিত্র 7.2

চিত্র ৭.২-এ দেওয়া পরিস্থিতিগুলো দেখুন। চিত্র ৭.২(ক)-এ যদি বোলিংয়ের গতি ১৪০ কিমি ঘণ্টা-১ হয়, তাহলে এর অর্থ কী? চিত্র ৭.২(খ)-এর সাইনবোর্ড থেকে তুমি কী বুঝতে পারছো?

বিভিন্ন বস্তুর একটি নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম করতে বিভিন্ন সময় লাগতে পারে। এদের মধ্যে কিছু দ্রুত গতিতে চলে আবার কিছু ধীরে। বস্তুর গতির হার ভিন্ন হতে পারে। এছাড়াও, বিভিন্ন বস্তু একই গতিতে চলতে পারে। বস্তুর গতির হার পরিমাপের একটি উপায় হল একক সময়ে বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করেছে তা বের করা। এই পরিমাণকে গতি বলা হয়। গতির SI একক হল মিটার প্রতি সেকেন্ড। এটি $m\ s^{-1}$ বা m/s প্রতীক দ্বারা প্রকাশ করা হয়। গতির অন্যান্য এককগুলির মধ্যে রয়েছে প্রতি সেকেন্ডে সেন্টিমিটার ($cm\ s^{-1}$) এবং প্রতি ঘন্টায় কিলোমিটার ($km\ h^{-1}$)। বস্তুর গতি নির্দিষ্ট করতে, আমাদের কেবল তার মাত্রা প্রয়োজন। বস্তুর গতি ধ্রুবক হওয়ার প্রয়োজন নেই। বেশিরভাগ ক্ষেত্রে, বস্তুগুলি অ-অভিন্ন গতিতে থাকবে। অতএব, আমরা এই জাতীয় বস্তুর গতির হারকে তাদের গড় গতির পরিপ্রেক্ষিতে বর্ণনা করি। একটি বস্তুর গড় গতি মোট ভ্রমণ করা দূরত্বকে মোট সময় দিয়ে ভাগ করে পাওয়া যায়। অর্থাৎ,

$$\text{গড় গতি} = \frac{\text{মোট ভ্রমণ করা দূরত্ব}}{\text{মোট সময় লেগেছে}}$$

যদি কোন বস্তু t সময়ে s দূরত্ব অতিক্রম করে, তাহলে তার গতি v হবে,

$$v = \frac{s}{t} \quad (৭.১)$$

একটি উদাহরণ দিয়ে ব্যাপারটা বোঝা যাক। একটি গাড়ি ২ ঘন্টায় ১০০ কিমি পথ পাড়ি দেয়। এর গড় গতি ৫০ কিমি ঘণ্টা-১। গাড়িটি সবসময় ৫০ কিমি ঘণ্টা-১ বেগে নাও যেতে পারে।

কখনও কখনও এটি এর চেয়ে দ্রুত এবং কখনও কখনও ধীর গতিতে ভ্রমণ করতে পারে।

উদাহরণ ৭.১ একটি বস্তু ৪ সেকেন্ডে ১৬ মিটার ভ্রমণ করে এবং তারপর ২ সেকেন্ডে আরও ১৬ মিটার ভ্রমণ করে। বস্তুটির গড় গতি কত?

সমাধান:

বস্তুটি দ্বারা ভ্রমণ করা মোট দূরত্ব = ১৬ মিটার + ১৬ মিটার = ৩২ মিটার

মোট সময় লেগেছে = ৪ সেকেন্ড + ২ সেকেন্ড = ৬ সেকেন্ড

গতি

মোট ভ্রমণ করা দূরত্ব

গড় গতি =

মোট সময় লেগেছে

$$= \frac{৩২ \text{ মিটার}}{৬ \text{ সেকেন্ড}} = ৫.৩৩ \text{ মিটার সেকেন্ড}^{-১}$$

অতএব, বস্তুর গড় গতি $5.33\ ms^{-1}$ ।

৭.২.১ দিকনির্দেশনা সহ গতি

কোনও বস্তুর গতির হার আরও ব্যাপক হতে পারে যদি আমরা তার গতির দিক এবং তার গতির গতি নির্দিষ্ট করি। যে পরিমাণ এই উভয় দিক নির্দিষ্ট করে তাকে বেগ বলে।

বেগ হলো একটি নির্দিষ্ট দিকে চলমান বস্তুর গতি। একটি বস্তুর বেগ একরকম বা পরিবর্তনশীল হতে পারে। বস্তুর গতি, গতির দিক অথবা উভয় পরিবর্তন করে এটি পরিবর্তন করা যেতে পারে। যখন একটি বস্তু একটি সরলরেখা বরাবর পরিবর্তনশীল গতিতে চলমান থাকে, তখন আমরা গড় বেগের পরিপ্রেক্ষিতে এর গতির হার প্রকাশ করতে পারি। এটি গড় গতি গণনা করার মতোই গণনা করা হয়।

যদি বস্তুর বেগ একই হারে পরিবর্তিত হয়, তাহলে একটি নির্দিষ্ট সময়ের জন্য প্রাথমিক বেগ এবং চূড়ান্ত বেগের গাণিতিক গড় দ্বারা গড় বেগ পাওয়া যায়। অর্থাৎ,

$$\text{প্রাথমিক বেগ} + \text{চূড়ান্ত বেগ গড় বেগ} = 2$$

$$\text{গাণিতিকভাবে, } v = \frac{u + v}{2} \quad (৭.২)$$

যেখানে v_{av} হল গড় বেগ, u হল প্রাথমিক বেগ এবং v হল বস্তুর চূড়ান্ত বেগ।

গতি এবং বেগের একক একই, অর্থাৎ, $m\ s^{-1}$ অথবা m/s ।

কার্যকলাপ 7.6

- আপনার বাড়ি থেকে বাস স্টপ বা স্কুলে হেঁটে যেতে আপনার সময় লাগে তা পরিমাপ করুন। যদি আপনি বিবেচনা করেন যে আপনার হাঁটার গড় গতি ৪ কিমি ঘণ্টা-১, তাহলে আপনার বাড়ি থেকে বাস স্টপ বা স্কুলের দূরত্ব অনুমান করুন।

কোর্সকলম্বাস কোর্সকলম্বাস

৭.৭

- মেঘলা সময়ে ঘন ঘন বজ্রপাত এবং বিদ্যুৎ চমকতে পারে। বিদ্যুৎ চমক দেখার পর বজ্রপাতের শব্দ আপনার কাছে পৌঁছাতে কিছুটা সময় নেয়।
- কেন এমনটি ঘটে তার উত্তর দিতে পারো? • ডিজিটাল হাতঘড়ি বা স্টপ ওয়াচ ব্যবহার করে এই সময়ের ব্যবধান পরিমাপ করো। • বজ্রপাতের নিকটতম বিন্দুর দূরত্ব গণনা করো। (বাতাসে শব্দের গতি = 346 মি সেকেন্ড-1।)

বিবাদ

- গতি এবং বেগের মধ্যে পার্থক্য করো।
- কোন অবস্থায় কোন বস্তুর গড় বেগের মান তার গড় বেগের সমান?
- একটি গাড়ির ওডোমিটার কী পরিমাপ করে?
- একটি বস্তু যখন ইউনিফর্ম পরে থাকে তখন তার পথ কেমন দেখায়?
গতি?
- একটি পরীক্ষার সময়, পাঁচ মিনিটের মধ্যে একটি মহাকাশযান থেকে একটি সংকেত গ্রাউন্ড স্টেশনে পৌঁছে।
স্থল স্টেশন থেকে মহাকাশযানের দূরত্ব কত ছিল? সংকেত আলোর গতিতে ভ্রমণ করে, অর্থাৎ, $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ।

উদাহরণ 7.2 একটি গাড়ির ওডোমিটার যাত্রার শুরুতে 2000 কিমি এবং যাত্রার শেষে 2400 কিমি পরিমাপ করে। যদি যাত্রায় 8 ঘন্টা সময় লাগে, তাহলে গাড়ির গড় গতি km h^{-1} এবং ms^{-1} এ গণনা করো।

সমাধান: সমাধান: সমাধান:

গাড়ি দ্বারা অতিক্রম করা দূরত্ব, $s = 2400 \text{ কিমি} - 2000 \text{ কিমি} = 400 \text{ কিমি}$
সময় অতিবাহিত হয়েছে, $t = 8 \text{ ঘন্টা}$
গাড়ির গড় গতি হল,

$$\text{ভ্যাব} = \frac{ds}{dt} = \frac{800 \text{ কিমি}}{8 \text{ ঘন্টা}} = 100 \text{ কিমি ঘন্টা}^{-1}$$

৭৬

$$= 50 \frac{\text{কিমি}}{\text{ঘন্টা}} \times \frac{1 \text{ ঘন্টা}}{3600 \text{ সেকেন্ড}} = 13.9 \text{ ms}^{-1}$$

গাড়ির গড় গতি 50 কিমি ঘন্টা-1 অথবা 13.9 ms-1।

উদাহরণ ৭.৩ উষা ৯০ মিটার লম্বা একটি পুলে সাঁতার কাটে। এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে সাঁতার কেটে এবং একই সরল পথ ধরে ফিরে এসে এক মিনিটে ১৮০ মিটার পথ অতিক্রম করে।

উষার গড় গতিবেগ এবং গড় বেগ নির্ণয় করো।

সমাধান: সমাধান: সমাধান:

১ মিনিটে উষার মোট দূরত্ব ১৮০ মিটার।

১ মিনিটে উষার স্থানচ্যুতি = ০ মিটার

$$\begin{aligned} \text{গড় গতি} &= \frac{\text{মোট দূরত্ব অতিক্রম করা হয়েছে}}{\text{মোট সময় লেগেছে}} \\ &= \frac{180 \text{ মি}}{1 \text{ মিনিট}} = \frac{180 \text{ মি}}{60 \text{ সেকেন্ড}} = 3 \text{ মি সেকেন্ড}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{গড় বেগ} &= \frac{\text{স্থানচ্যুতি}}{\text{মোট সময় লেগেছে}} \\ &= \frac{0 \text{ মি}}{60 \text{ সেকেন্ড}} = 0 \text{ মি সেকেন্ড}^{-1} \end{aligned}$$

উষার গড় গতিবেগ 3 ms^{-1} এবং তার গড় বেগ 0 ms^{-1} ।

৭.৩ বেগ পরিবর্তনের হার

একটি সরলরেখা বরাবর একটি বস্তুর অভিন্ন গতির সময়, সময়ের সাথে সাথে বেগ স্থির থাকে। এই ক্ষেত্রে, যেকোনো সময়ের ব্যবধানে বস্তুর বেগের পরিবর্তন শূন্য হয়।

তবে, অসম গতিতে, বেগ সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয়। বিভিন্ন মুহুর্তে এবং পথের বিভিন্ন বিন্দুতে এর মান ভিন্ন হয়। সুতরাং, যেকোনো সময় ব্যবধানে বস্তুর বেগের পরিবর্তন শূন্য হয় না।

আমরা কি এখন কোন বস্তুর বেগের পরিবর্তন প্রকাশ করতে পারি?

বিজ্ঞান

এই প্রমের উত্তর দেওয়ার জন্য, আমাদের দ্রুত নামক আরেকটি ভৌত রাশির পরিচয় দিতে হবে, যা প্রতি একক সময়ে একটি বস্তুর বেগের পরিবর্তনের পরিমাপ। অর্থাৎ,

বেগ দ্রুতের পরিবর্তন =

সময় লেগেছে

যদি কোন বস্তুর বেগ t সময়ে প্রাথমিক মান u থেকে চূড়ান্ত মান v তে পরিবর্তিত হয়, তাহলে a এর দ্রুত হবে,

$$a = \frac{v - u}{t} \quad (৭.৩)$$

এই দ্রুতের গতিকে দ্রুত গতি বলা হয়। বেগের দিকে থাকলে দ্রুত ধনাত্মক এবং বেগের দিকের বিপরীত হলে ঋণাত্মক বলে ধরা হয়। দ্রুতের SI একক হল $m s^{-2}$ ।

যদি কোন বস্তু সরলরেখায় ভ্রমণ করে এবং সমান সময়ের ব্যবধানে তার বেগ সমান পরিমাণে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়, তাহলে বস্তুর দ্রুতকে অভিন্ন বলা হয়। একটি মুক্তভাবে পতিত বস্তুর গতি হল অভিন্ন দ্রুতের উদাহরণ। অন্যদিকে, একটি বস্তু অসম দ্রুত ভ্রমণ করতে পারে যদি তার বেগ অসম হারে পরিবর্তিত হয়। উদাহরণস্বরূপ, যদি একটি সরল রাস্তা ধরে চলমান একটি গাড়ি সমান সময়ের ব্যবধানে অসম পরিমাণে তার বেগ বৃদ্ধি করে, তাহলে গাড়িটি অসম দ্রুতের চলমান বলে বলা হয়।

কার্যকলাপ কার্যকলাপ কার্যকলাপ

৭.৮

আপনার দৈনন্দিন জীবনে আপনি বিভিন্ন ধরনের গতির মুখোমুখি হন যার মধ্যে (ক) দ্রুত গতির দিকে, (খ) দ্রুত গতির দিকের বিপরীতে, (গ) দ্রুত সমান, (ঘ) দ্রুত অসম। • আপনি কি প্রতিটির একটি করে উদাহরণ চিহ্নিত করতে পারেন?

উপরের ধরনের গতির জন্য?

উদাহরণ ৭.৪ স্থির অবস্থান থেকে শুরু করে, রাহুল তার সাইকেলটি প্যাডেল করে চালায়

গতি

৩০ সেকেন্ডে ৬ মি.সে.-১ বেগ অর্জন করে। তারপর সে ব্রেক প্রয়োগ করে যাতে পরবর্তী ৫ সেকেন্ডে সাইকেলের বেগ ৪ মি.সে.-১ এ নেমে আসে। উভয় ক্ষেত্রেই সাইকেলের দ্রুত গণনা করো।

সমাধান:

প্রথম ক্ষেত্রে: প্রাথমিক বেগ, u

$= 0$; চূড়ান্ত বেগ, $v = 6 \text{ ms}^{-1}$; সময়, t

$= 30 \text{ s}$

সমীকরণ (৭.৩) থেকে, আমাদের আছে

$$a = \frac{v - u}{t}$$

উপরের সমীকরণে u , v এবং t এর প্রদত্ত মানগুলি প্রতিস্থাপন করলে, আমরা পাই

$$a = \frac{(6 \text{ ms}^{-1} - 0 \text{ ms}^{-1})}{30 \text{ s}}$$

$= 0.2 \text{ ms}^{-2}$ দ্বিতীয়

ক্ষেত্রে: প্রাথমিক বেগ, $u = 6 \text{ ms}^{-1}$;

চূড়ান্ত বেগ, $v = 4 \text{ ms}^{-1}$; সময়, $t = 5 \text{ s}$

$$\text{তারপর, } a = \frac{(4 \text{ ms}^{-1} - 6 \text{ ms}^{-1})}{5 \text{ s}}$$

$= -0.4 \text{ ms}^{-2}$

প্রথম ক্ষেত্রে সাইকেলের দ্রুত 0.2 ms^{-2} এবং দ্বিতীয় ক্ষেত্রে, এটি -0.4 ms^{-2} ।

বিবাদ

ব

১. কখন তুমি বলবে যে একটি বস্তু (i) অভিন্ন দ্রুতের আছে? (ii) অ-অভিন্ন দ্রুতের আছে?

২. একটি বাস ৫ সেকেন্ডে তার গতি ৮০ কিমি ঘণ্টা-১ থেকে ৬০ কিমি ঘণ্টা-১ এ কমিয়ে আনে।

বাসের দ্রুত নির্ণয় করো।

৩. একটি রেলওয়ে স্টেশন থেকে শুরু করে এবং সমান দ্রুতের চলমান একটি ট্রেন ১০ মিনিটে ৪০ কিমি ঘণ্টা-১ গতিতে পৌঁছায়। এর দ্রুত নির্ণয় করো।

৭.৪ গতির গ্রাফিক্যাল উপস্থাপনা

বিভিন্ন ইভেন্ট সম্পর্কে মৌলিক তথ্য উপস্থাপনের জন্য গ্রাফগুলি একটি সুবিধাজনক পদ্ধতি প্রদান করে। উদাহরণস্বরূপ, একদিনের ক্রিকেট ম্যাচের সম্প্রচারে, উল্লম্ব বার গ্রাফগুলি প্রতিটি ওভারে একটি দলের রান রেট দেখায়। আপনি গণিতে যেমন অধ্যয়ন করেছেন, একটি সরল রেখা গ্রাফ দুটি চলক বিশিষ্ট একটি রৈখিক সমীকরণ সমাধানে সহায়তা করে।

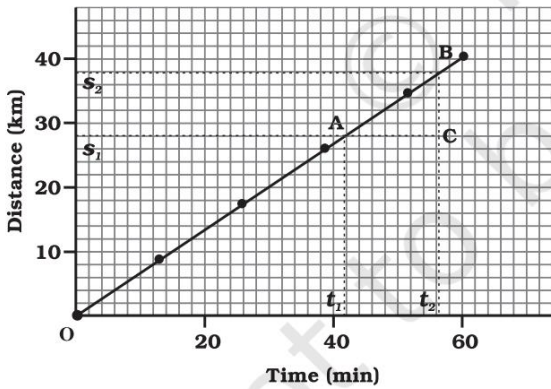
একটি বস্তুর গতি বর্ণনা করার জন্য, আমরা রেখাচিত্র ব্যবহার করতে পারি। এই ক্ষেত্রে, রেখাচিত্রগুলি একটি ভৌত পরিমাণ, যেমন দূরত্ব বা বেগ, অন্য একটি পরিমাণ, যেমন সময়ের উপর নির্ভরতা দেখায়।

৭.৪.১ দূরত্ব-সময়ের গ্রাফ

সময়ের সাথে সাথে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন দূরত্ব-সময় গ্রাফে পছন্দের সুবিধাজনক স্কেল গ্রহণ করে উপস্থাপন করা যেতে পারে।

এই গ্রাফে, x-অক্ষ বরাবর সময় নেওয়া হয়েছে এবং y-অক্ষ বরাবর দূরত্ব নেওয়া হয়েছে।

দূরত্ব-সময় গ্রাফ বিভিন্ন পরিস্থিতিতে ব্যবহার করা যেতে পারে যেখানে বস্তুগুলি অভিন্ন গতিতে চলে, অ-অভিন্ন গতিতে, বিশ্রামে থাকে ইত্যাদি।



চিত্র ৭.৩: চিত্র ৭.৩: চিত্র ৭.৩: অভিন্ন গতিতে চলমান বস্তুর দূরত্ব-সময় গ্রাফ

আমরা জানি যে, যখন কোন বস্তু সমান সময়ের ব্যবধানে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে, তখন এটি অভিন্ন গতিতে চলে। এটি দেখায় যে

বস্তুর দ্বারা ভ্রমণ করা দূরত্ব সরাসরি সময়ের সমানুপাতিক। সুতরাং, অভিন্ন গতির জন্য, সময়ের বিপরীতে ভ্রমণ করা দূরত্বের একটি গ্রাফ একটি সরলরেখা, যেমন চিত্র ৭.৩-এ দেখানো হয়েছে।

গ্রাফের OB অংশটি দেখায় যে দূরত্বটি একটি অভিন্ন হারে বৃদ্ধি পাচ্ছে। মনে রাখবেন, যদি আপনি y-অক্ষ বরাবর বস্তুর ভ্রমণকৃত দূরত্বের সমান স্থানচ্যুতির মাত্রা গ্রহণ করেন, তাহলে আপনি অভিন্ন গতির পরিবর্তে অভিন্ন বেগ শব্দটিও ব্যবহার করতে পারেন।

কোনও বস্তুর গতি নির্ধারণের জন্য আমরা দূরত্ব-সময় গ্রাফ ব্যবহার করতে পারি। এটি করার জন্য, চিত্র ৭.৩-এ দেখানো দূরত্ব-সময় গ্রাফের একটি ছোট অংশ AB বিবেচনা করুন। বিন্দু A থেকে x-অক্ষের সমান্তরাল একটি রেখা এবং বিন্দু B থেকে y-অক্ষের সমান্তরাল আরেকটি রেখা আঁকুন। এই দুটি রেখা C বিন্দুতে একে অপরের সাথে মিলিত হয়ে একটি ত্রিভুজ ABC তৈরি করে। এখন, গ্রাফে, AC সময় ব্যবধান নির্দেশ করে (t

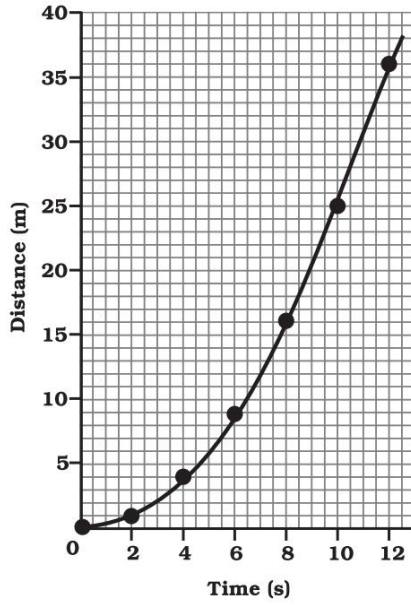
$t_2 - t_1$) যেখানে BC দূরত্বের সাথে মিলে যায় ($s_2 - s_1$)। গ্রাফ থেকে আমরা দেখতে পাচ্ছি যে বস্তুটি A বিন্দু থেকে B তে যাওয়ার সাথে সাথে, এটি সময়ের মধ্যে একটি দূরত্ব ($s_2 - s_1$) অতিক্রম করে $- t_1$)। অতএব, বস্তুর গতি, v (t₂ - t₁) কে এভাবে উপস্থাপন করা যেতে পারে

$$v = \frac{s_2 - s_1}{t_2 - t_1} \quad (৭.৪)$$

আমরা স্থিরিত গতির জন্য দূরত্ব-সময়ের গ্রাফও তৈরি করতে পারি। সারণি ৭.২-এ দুই সেকেন্ডের ব্যবধানে একটি গাড়ি কত দূরত্ব অতিক্রম করেছে তা দেখানো হয়েছে।

সারণি ৭.২: নিয়মিত সময়ের ব্যবধানে একটি গাড়ি দ্বারা ভ্রমণ করা দূরত্ব

সময় সেকেন্ডে দূরত্ব মিটারে	
০	০
২	১
৪	৪
৬	৯
৮	১৬
১০	২৫
১২	৩৬

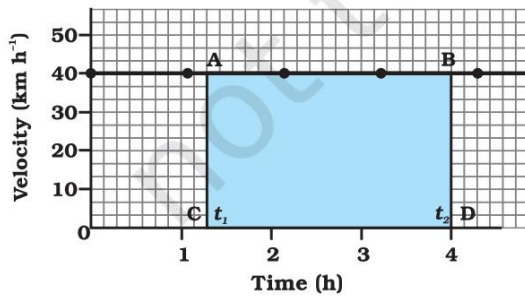


চিত্র ৭.৪: একটি গাড়ির দূরত্ব-সময় গ্রাফ
অসম গতি

গাড়ির গতির দূরত্ব-সময় গ্রাফ চিত্র 7.4 এ দেখানো হয়েছে। লক্ষ্য করুন যে এই গ্রাফের আকৃতি পূর্ববর্তী অভিন্ন গতির দূরত্ব-সময় গ্রাফ (চিত্র 7.3) থেকে আলাদা। এই গ্রাফের প্রকৃতি সময়ের সাথে সাথে গাড়ির ভ্রমণ করা দূরত্বের অ-রৈখিক পরিবর্তন দেখায়। সুতরাং, চিত্র 7.4 এ দেখানো গ্রাফটি অ-অভিন্ন গতির গতিকে প্রতিনিধিত্ব করে।

৭.৪.২ বেগ-সময় গ্রাফ

সরলরেখায় চলমান বস্তুর সময়ের সাথে বেগের তারতম্যকে বেগ-সময় গ্রাফ দ্বারা উপস্থাপন করা যেতে পারে। এই গ্রাফে, সময়কে x-অক্ষ বরাবর এবং বেগকে



চিত্র 7.5: একটি গাড়ির অভিন্ন গতির জন্য বেগ-সময় গ্রাফ

y-অক্ষ বরাবর প্রদর্শিত হয়। যদি বস্তুটি সমান বেগে চলে, তাহলে সময়ের সাথে সাথে এর বেগ-সময় গ্রাফের উচ্চতা পরিবর্তিত হবে না (চিত্র 7.5)। এটি x-অক্ষের সমান্তরাল একটি সরলরেখা হবে। চিত্র 7.5 40 কিমি ঘণ্টা-১ সমান বেগে চলমান একটি গাড়ির জন্য বেগ-সময় গ্রাফ দেখায়। আমরা জানি যে বেগ এবং সময়ের গুণফল সমান বেগে চলমান একটি বস্তুর স্থানচ্যুতি দেয়। বেগ-সময় গ্রাফ এবং সময় অক্ষ দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রফল স্থানচ্যুতির মাত্রার সমান হবে।

চিত্র 7.5 ব্যবহার করে গাড়ি কত দূরত্ব অতিক্রম করেছে তা গ্রাফে t_1 এবং t_2 সময়ের সাথে সম্পর্কিত বিন্দু জানতে, আঁকুন থেকে t_1 এবং t_2 সময় লম্বের মধ্যে। 40 কিমি h-1 এর বেগ উচ্চতা AC বা BD এবং সময় ($t_2 - t_1$) দ্বারা প্রতিনিধিত্ব করা হয়।

$t_2 - t_1$) দ্বারা প্রতিনিধিত্ব করা হয়

সুতরাং, t_1 গাড়ি দ্বারা সরানো দূরত্বকে এভাবে প্রকাশ করা সময় ($t_2 - t_1$) যেতে পারে
 $s = AC \times CD$
 $= [(80 \text{ কিমি ঘণ্টা}^{-1}) \times (t_2 - t_1)]$
 $= 80 (t_2 - t_1) \text{ কিমি}$
 $=$ আয়তক্ষেত্র ABDC এর ক্ষেত্রফল (ছায়াঙ্কিত চিত্র 7.5)।

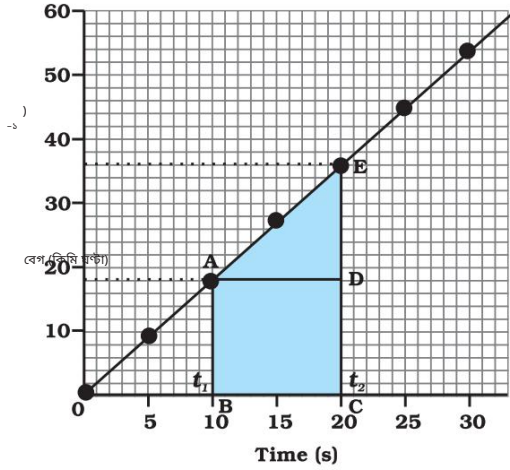
আমরা বেগ-সময় গ্রাফ তৈরি করে সমানভাবে স্থির গতি সম্পর্কেও অধ্যয়ন করতে পারি। ধরুন একটি গাড়ির ইঞ্জিন পরীক্ষা করার জন্য একটি সরল রাস্তা ধরে চালানো হচ্ছে। ধরুন ড্রাইভারের পাশে বসে থাকা একজন ব্যক্তি প্রতি 5 সেকেন্ড পর পর গাড়ির স্পিডোমিটারের রিডিং লক্ষ্য করে তার বেগ রেকর্ড করেন। গাড়ির বেগ, kmh⁻¹ এবং ms⁻¹ এ বিভিন্ন সময়ে দেখানো হয়েছে।

টেবিল ৭.৩-এ।

সারণি ৭.৩: নিয়মিত মুহুর্তে একটি গাড়ির বেগ

সময় (গুনি)	গাড়ির বেগ (কিমি ঘণ্টা-১) (মি সেকেন্ড-১)	
0	0	0
৫	২.৫	৯
১০	৫.০	১৮
১৫	৭.৫	২৭
২০	১০.০	৩৬
২৫	১২.৫	৪৫
৩০	১৫.০	৫৪

এই ক্ষেত্রে, গাড়ির গতির জন্য বেগ-সময় গ্রাফ চিত্র 7.6 এ দেখানো হয়েছে। গ্রাফের প্রকৃতি দেখায় যে বেগ সমান সময়ের ব্যবধানে সমান পরিমাণে পরিবর্তিত হয়। সুতরাং, সমস্ত সমানভাবে ত্বরিত গতির জন্য, বেগ-সময় গ্রাফটি একটি সরলরেখা।



চিত্র ৭.৬: অভিন্ন ত্বরণ সহ চলমান একটি গাড়ির বেগ-সময় গ্রাফ।

আপনি গাড়ির বেগ-সময় গ্রাফ থেকেও দূরত্ব নির্ধারণ করতে পারেন।

বেগ-সময় গ্রাফের অধীনে ক্ষেত্রফল নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে গাড়ির দ্বারা সরানো দূরত্ব (স্থানচ্যুতির মাত্রা) দেখায়।

যদি গাড়িটি অভিন্ন বেগে চলত, তাহলে এটি দ্বারা ভ্রমণ করা দূরত্ব গ্রাফের নীচে ABCD ক্ষেত্রফল দ্বারা প্রতিনিধিত্ব করা হত (চিত্র 7.6)। যেহেতু ত্বরণের কারণে গাড়ির বেগের মাত্রা পরিবর্তিত হচ্ছে, তাই গাড়ি দ্বারা ভ্রমণ করা দূরত্ব গুলি বেগ-সময় গ্রাফের নীচে ABCDE ক্ষেত্রফল দ্বারা দেওয়া হবে (চিত্র 7.6)।

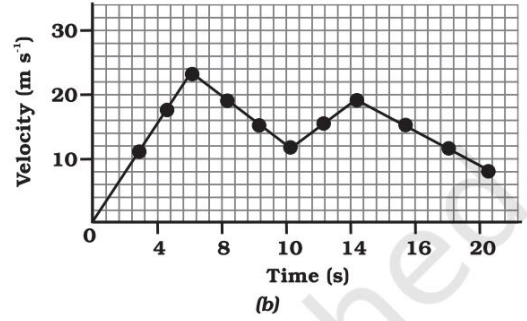
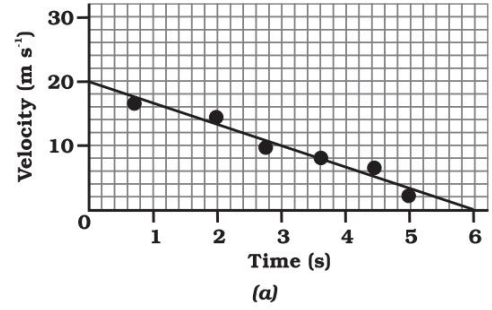
অর্থাৎ, $s =$

ক্ষেত্রফল ABCDE

= আয়তক্ষেত্র ABCD এর ক্ষেত্রফল + ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল ADE

$$= AB \times BC + \frac{1}{2} (AD \times DE) \text{ ২}$$

অ-অভিন্নভাবে ত্বরিত গতির ক্ষেত্রে, বেগ-সময় গ্রাফের যেকোনো আকৃতি থাকতে পারে।



চিত্র ৭.৭: অসমভাবে ত্বরিত গতিতে একটি বস্তুর বেগ-সময় গ্রাফ।

চিত্র ৭.৭(ক) একটি বেগ-সময় গ্রাফ দেখায় যা এমন একটি বস্তুর গতির প্রতিনিধিত্ব করে যার বেগ সময়ের সাথে সাথে হ্রাস পাচ্ছে, অন্যদিকে চিত্র ৭.৭(খ) বেগ-সময় গ্রাফ দেখায় যা সময়ের সাথে সাথে বস্তুর বেগের অ-অভিন্ন পরিবর্তনের প্রতিনিধিত্ব করে। এই গ্রাফগুলি ব্যাখ্যা করার চেষ্টা করুন।

কার্যকলাপ কার্যকলাপ কার্যকলাপ

৭.৯

- A, B এবং C তিনটি স্টেশনে ট্রেনের আগমন ও প্রস্থানের সময় এবং A স্টেশন থেকে B এবং C স্টেশনের দূরত্ব সারণি 7.4 এ দেওয়া হল।

সারণি ৭.৪: A থেকে B এবং C স্টেশনের দূরত্ব এবং ট্রেনের আগমন ও প্রস্থানের সময়

স্টেশন দূরত্ব সময়	A থেকে আগমন প্রস্থান (ঘন্টা) (কিমি)	
	A থেকে আগমন প্রস্থান (ঘন্টা)	ঘন্টা)
ক	০৮:০০	০৮:১৫
খ	০	১১:১৫
গ	১২:০০	১৩:১৫

ট্রেনের দূরত্ব-সময়ের গ্রাফটি প্লট করুন এবং ব্যাখ্যা করুন, ধরে নিন যে দুটি স্টেশনের মধ্যে এর গতি সমান।

- ফিরোজ এবং তার বোন সানিয়া তাদের সাইকেলে জুলে যায়। তারা দুজনেই তাদের বাড়ি থেকে একই সময়ে যাত্রা শুরু করে কিন্তু একই পথ অনুসরণ করে জুলে পৌঁছাতে বিভিন্ন সময় নেয়।

সারণি ৭.৫ বিভিন্ন সময়ে তাদের দ্বারা ভ্রমণ করা দূরত্ব দেখায়

সারণি ৭.৫: ফিরোজ এবং সানিয়া তাদের সাইকেলে বিভিন্ন সময়ে অতিক্রম করা দূরত্ব

সময়	দূরত্ব ভ্রমণ করেছেন ফিরোজ সানিয়া (কিমি) (কিমি)	
সকাল ৮:০০ টা	০	০
সকাল ৮:০৫	১.০	০.৮
সকাল ৮:১০	১.৯	১.৬
সকাল ৮:১৫	২.৮	২.৩
সকাল ৮:২০	৩.৬	৩.০
সকাল ৮:২৫	-	৩.৬

- একই স্কেলে তাদের গতির দূরত্ব-সময়ের গ্রাফটি প্লট করুন এবং ব্যাখ্যা করুন।

বিবাদ

ব

- বস্তুর অভিন্ন এবং অ-অভিন্ন গতির জন্য দূরত্ব-সময় গ্রাফের প্রকৃতি কী?
- যে বস্তুর দূরত্ব-সময় গ্রাফ সময় অক্ষের সমান্তরাল একটি সরলরেখা, তার গতি সম্পর্কে তুমি কী বলতে পারো?
- যদি কোন বস্তুর গতি-সময় গ্রাফ সময় অক্ষের সমান্তরাল একটি সরলরেখা হয়, তাহলে তার গতি সম্পর্কে তুমি কী বলতে পারো?

৪. বেগ-সময় গ্রাফের নীচে দখলকৃত ক্ষেত্রফল দ্বারা পরিমাপ করা পরিমাণ কত?

৭.৫ গতির সমীকরণ

যখন কোন বস্তু একটি সরলরেখা বরাবর অভিন্ন ত্বরণের সাথে চলে, তখন গতির সমীকরণ নামে পরিচিত সমীকরণের একটি সেট দিয়ে তার বেগ, গতিকালীন ত্বরণ এবং একটি নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে এটি দ্বারা অতিক্রম করা দূরত্বের সাথে সম্পর্ক স্থাপন করা সম্ভব। সুবিধার জন্য, এই ধরণের তিনটি সমীকরণের একটি সেট নীচে দেওয়া হল: $v = u + at$ (7.5) $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ (7.6) $2 = v^2 - u^2$ (7.7) যেখানে u হল বস্তুর প্রাথমিক বেগ যা সমীকরণের সাথে সমীকরণের সময় a এর সাথে গতিশীল হয়, v হল চূড়ান্ত বেগ, এবং s হল বস্তুর দ্বারা সময়ের t এ ভ্রমণ করা দূরত্ব। সমীকরণ (7.5) বেগ-সময় সম্পর্ক বর্ণনা করে এবং সমীকরণ (7.6) অবস্থান-সময় সম্পর্ক উপস্থাপন করে। সমীকরণ (7.7), যা অবস্থান এবং বেগের মধ্যে সম্পর্ক উপস্থাপন করে, তা সমীকরণ (7.5) এবং (7.6) থেকে t বাদ দিয়ে পাওয়া যেতে পারে। এই তিনটি সমীকরণ গ্রাফিক্যাল পদ্ধতিতে বের করা যেতে পারে।

উদাহরণ ৭.৫ একটি ট্রেন বিশ্রাম থেকে যাত্রা শুরু করলে ৫ মিনিটে ৭২ কিমি ঘণ্টা-১ বেগ অর্জন করে। ধরে নিলাম যে ত্বরণ সমান, তাহলে (i) ত্বরণ এবং (ii) এই বেগ অর্জনের জন্য ট্রেনটি কত দূরত্ব অতিক্রম করেছে তা নির্ণয় করো।

সমাধান:

আমাদের দেওয়া হয়েছে $u = 0$; $v = 72 \text{ km h}^{-1} = 20 \text{ ms}^{-1}$ এবং $t = 5 \text{ মিনিট} = 300 \text{ s}$ । (i) সমীকরণ (7.5) থেকে আমরা জানি যে

$$(v - u)$$

$$ক = \frac{\quad}{\quad}$$

$$= \frac{20 \text{ মিলিসেকেন্ড}^{-1} - 0 \text{ মিলিসেকেন্ড}^{-1}}{1000 \text{ এর দশক}}$$

$$\frac{20}{1000} = \text{মিলিসেকেন্ড}^{-1}$$

(ii) সমীকরণ (7.7) থেকে আমাদের কাছে 2 আছে
 $v^2 - u^2 = v^2 - 0$ সুতরাং,

$$\begin{aligned} \frac{v^2}{2} &= \frac{u^2}{2} \\ &= \frac{(20 \text{ মিলিসেকেন্ড})^2}{2 \times (1/15) \text{ মিলিসেকেন্ড}} \\ &= 30000 \text{ মিটার} \\ &= 3 \text{ কিমি} \end{aligned}$$

ট্রেনের দূরত্ব 2 ms-15

এবং ভ্রমণ করা দূরত্ব 3 কিমি।

উদাহরণ ৭.৬ একটি গাড়ি ৫ সেকেন্ডে ১৮ কিমি ঘণ্টা-১ থেকে ৩৬ কিমি ঘণ্টা-১ পর্যন্ত সমানভাবে ত্বরাণ্বিত হয়।

(i) ত্বরণ এবং (ii) সেই সময়ে গাড়িটি কত দূরত্ব অতিক্রম করেছে তা গণনা করো।

সমাধান:

আমাদের দেওয়া হয়েছে যে $u = 18 \text{ km h}^{-1} = 5 \text{ ms}^{-1}$ $v = 36 \text{ km h}^{-1} = 10 \text{ ms}^{-1}$ এবং $t = 5 \text{ s}$

(i) সমীকরণ (7.5) থেকে আমরা পেয়েছি

$$\begin{aligned} v &= u + at \\ 10 &= 5 + a \times 5 \\ a &= 1 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

সমীকরণ (7.6) থেকে আমাদের কাছে আছে

$$\begin{aligned} s &= ut + \frac{1}{2} at^2 \\ &= 5 \text{ ms}^{-1} \times 5 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 1 \text{ ms}^{-2} \times (5 \text{ s})^2 \\ &= 25 \text{ মিটার} + 12.5 \text{ মিটার} \\ &= 37.5 \text{ মিটার} \end{aligned}$$

গাড়ির ত্বরণ 1 ms^{-2} এবং অতিক্রম করা দূরত্ব 37.5 মিটার।

উদাহরণ ৭.৭ একটি গাড়িতে লাগানো ব্রেক গতির বিপরীত দিকে ৬ মিটার সেকেন্ড-২ বেগে ত্বরণ উৎপন্ন করে। ব্রেক প্রয়োগের পর যদি গাড়িটি থামতে ২ সেকেন্ড সময় নেয়, তাহলে এই সময়ের মধ্যে এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করে তা গণনা করো।

সমাধান:

আমাদেরকে $a = -6 \text{ ms}^{-2}$ দেওয়া হয়েছে; $t = 2 \text{ s}$ এবং $v = 0 \text{ ms}^{-1}$ সমীকরণ (7.5) থেকে আমরা জানি যে $v = u + at$ $0 = u + (-6 \text{ ms}^{-2}) \times 2 \text{ s}$ অথবা $u = 12 \text{ ms}^{-1}$ সমীকরণ (7.6) থেকে আমরা পাই

$$\begin{aligned} s &= ut + \frac{1}{2} at^2 \\ &= (12 \text{ মি.সে.}^{-1}) \times (2 \text{ সেকেন্ড}) + \frac{1}{2} (-6 \text{ মি.সে.}^{-2}) (2 \text{ সেকেন্ড})^2 \\ &= 24 \text{ মিটার} - 12 \text{ মিটার} \\ &= 12 \text{ মিটার} \end{aligned}$$

সুতরাং, ব্রেক প্রয়োগের পরে গাড়িটি থামার আগে ১২ মিটার এগিয়ে যাবে। এখন আপনি কি বুঝতে পারছেন কেন চালকদের রাস্তায় চলাচলের সময় যানবাহনের মধ্যে কিছু দূরত্ব বজায় রাখার জন্য সতর্ক করা হয়েছে?

বিবাদ

ব

১. একটি বাস বিশ্রাম থেকে শুরু করে ২ মিনিটের জন্য ০.১ মি সেকেন্ড-২ সমান ত্বরণে চলে। (ক) অর্জিত গতি, (খ) ভ্রমণ করা দূরত্ব নির্ণয় করো।

২. একটি ট্রেন 90 কিমি ঘণ্টা-১ বেগে চলছে। ব্রেক প্রয়োগ করা হয়েছে যাতে $-0.5 \text{ মি সেকেন্ড}^{-2}$ সমান ত্বরণ তৈরি হয়। ট্রেনটি থামার আগে কতদূর যাবে তা নির্ণয় করুন।

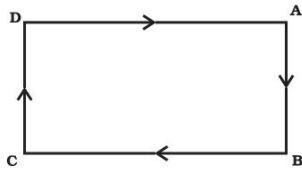
৩. একটি ট্রেলি, যখন একটি ঢালু সমতলে নামাচ্ছে, তখন এর ত্বরণ 2 সেমি s^{-2} । শুরুর ৩ সেকেন্ড পরে এর বেগ কত হবে?

৪. একটি রেসিং কারের দূরত্ব ৪ মিটার সেকেন্ড-২। শুরু করার পর ১০ সেকেন্ডে এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

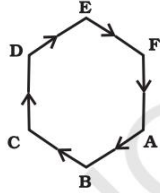
৫. একটি পাথরকে ৫ মিটার সেকেন্ড-১ বেগে উল্লম্বভাবে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। যদি পাথরটির গতির সময় দূরত্ব নিম্নগামী দিকে ১০ মিটার সেকেন্ড-২ হয়, তাহলে পাথরটির উচ্চতা কত হবে এবং সেখানে পৌঁছাতে কত সময় লাগবে?

৭.৬ অভিন্ন বৃত্তাকার গতি

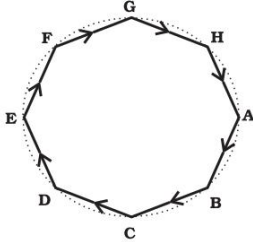
যখন কোন বস্তুর বেগ পরিবর্তিত হয়, তখন আমরা বলি যে বস্তুটি স্থিতিস্থাপক হচ্ছে। বেগের পরিবর্তন তার মাত্রার পরিবর্তন, গতির দিকের পরিবর্তন অথবা উভয়ের কারণেই হতে পারে। আপনি কি এমন একটি উদাহরণ ভাবতে পারেন যেখানে একটি বস্তু তার বেগের মাত্রা পরিবর্তন করে না বরং কেবল তার গতির দিক পরিবর্তন করে?



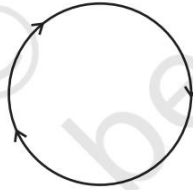
(ক) আয়তাকার পথ



(খ) ষড়ভুজাকার পথ



(গ) অষ্টভুজাকৃতির পথ (ঘ) একটি বৃত্তাকার পথ



চিত্র ৭.৮: বিভিন্ন আকৃতির বন্ধ ট্র্যাক বরাবর একজন ক্রীড়াবিদের গতি।

একটি বন্ধ পথ ধরে একটি বস্তুর গতির একটি উদাহরণ বিবেচনা করা যাক। চিত্র ৪.৯ (a) একটি আয়তক্ষেত্রাকার ABCD ট্র্যাক ধরে একজন ক্রীড়াবিদের পথ দেখায়। ধরা যাক যে ক্রীড়াবিদের গতি একই গতিতে দৌড়াচ্ছে

ট্র্যাকের সোজা অংশ AB, BC, CD এবং DA।

নিজেকে সঠিক পথে রাখার জন্য, সে দ্রুত কোণে তার গতি পরিবর্তন করে। এক রাউন্ড শেষ করার সময় একজন ক্রীড়াবিদকে কতবার তার গতির দিক পরিবর্তন করতে হবে? এটা স্পষ্ট যে একবার আয়তাকার ট্র্যাকে যেতে হলে, তাকে চারবার তার গতির দিক পরিবর্তন করতে হবে।

এখন, ধরুন, একটি আয়তাকার ট্র্যাকের পরিবর্তে, একজন ক্রীড়াবিদ একটি ষড়ভুজাকার ABCDEF পথ ধরে দৌড়াচ্ছেন, যেমন চিত্র ৭.৮(b) এ দেখানো হয়েছে। এই পরিস্থিতিতে, একজন ক্রীড়াবিদকে এক রাউন্ড সম্পূর্ণ করার সময় ছয়বার তার দিক পরিবর্তন করতে হবে। যদি ট্র্যাকটি ষড়ভুজাকার না হয়ে একটি নিয়মিত অষ্টভুজাকার হত, যার আটটি বাহু সমান ছিল, যেমন চিত্র ৭.৮(c) এ ABCDEFGH দ্বারা দেখানো হয়েছে? দেখা যাচ্ছে যে ট্র্যাকের বাহুর সংখ্যা বাড়ার সাথে সাথে ক্রীড়াবিদকে আরও বেশি করে বাঁক নিতে হয়। আমরা যত বাহুর সংখ্যা অনির্দিষ্টকালের জন্য বাড়িয়ে চলব, ট্র্যাকের আকৃতির কী হবে? আপনি যদি এটি করেন তবে আপনি লক্ষ্য করবেন যে ট্র্যাকের আকৃতি একটি বৃত্তের আকারের কাছাকাছি চলে এসেছে এবং প্রতিটি বাহুর দৈর্ঘ্য একটি বিন্দুতে হ্রাস পাবে। যদি ক্রীড়াবিদ বৃত্তাকার পথ ধরে ধ্রুবক মাত্রার বেগ নিয়ে চলে, তবে তার বেগের একমাত্র পরিবর্তন গতির দিকের পরিবর্তনের কারণে হয়। বৃত্তাকার পথ ধরে চলমান ক্রীড়াবিদদের গতি, অতএব, একটি স্থির গতির উদাহরণ।

আমরা জানি যে একটি বৃত্তের পরিধি

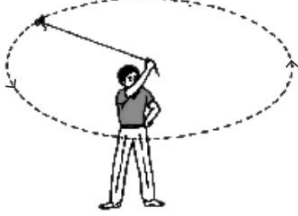
r ব্যাসার্ধের মান $2\pi r$ দ্বারা দেওয়া হল। যদি একজন ক্রীড়াবিদ r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথটি একবার প্রদক্ষিণ করতে t সেকেন্ড সময় নেয়, তাহলে v এর গতিবেগ কত হবে?

$$v = \frac{2\pi r}{t}$$

(৭.৮)

যখন কোন বস্তু বৃত্তাকার পথে অভিন্ন গতিতে চলে, তখন তার গতিকে অভিন্ন বৃত্তাকার গতি বলে।

- একটি সুতোর টুকরো নিন এবং তার এক প্রান্তে একটি ছোট পাথরের টুকরো বেঁধে দিন। চিত্র 7.9-এ দেখানো হয়েছে, অন্য প্রান্তে সুতো ধরে স্থির গতিতে একটি বৃত্তাকার পথ বর্ণনা করার জন্য পাথরটিকে সরান।



চিত্র ৭.৯: একটি পাথর যা ধ্রুবক বেগের একটি বৃত্তাকার পথ বর্ণনা করে।

- এবার, সুতোটি ছেড়ে দিয়ে পাথরটি ছেড়ে দিন।
- পাথরটি ছেড়ে দেওয়ার পর কোন দিকে চলে তা কি তুমি বলতে পারো? • কয়েকবার এই কাজটি পুনরাবৃত্তি করে এবং বৃত্তাকার পথের বিভিন্ন অবস্থানে পাথরটিকে ছেড়ে দিয়ে, পাথরটি যে দিকে চলে তা একই থাকে কিনা তা পরীক্ষা করে দেখো।

যদি আপনি সাবধানে লক্ষ্য করেন, পাথরটি মুক্ত হওয়ার পর বৃত্তাকার পথের স্পর্শক সরলরেখা বরাবর চলে। কারণ পাথরটি মুক্ত হওয়ার পর, এটি সেই মুহূর্তে যে দিকেই চলছিল সেই দিকেই চলতে থাকে। এটি দেখায় যে পাথরটি বৃত্তাকার পথ ধরে চলার সময় প্রতিটি বিন্দুতে গতির দিক পরিবর্তিত হয়েছিল।

যখন কোন ক্রীড়াবিদ কোন ক্রীড়া প্রতিযোগিতায় হাতুড়ি বা চাকতি ছুঁড়ে মারেন, তখন তিনি হাতুড়ি বা চাকতিটি তার হাতে ধরেন এবং নিজের শরীর ঘোরানোর মাধ্যমে এটিকে একটি বৃত্তাকার গতিতে চালান। একবার কাঙ্ক্ষিত দিকে ছেড়ে দিলে, হাতুড়ি বা চাকতিটি যে দিকে ছেড়ে দেওয়ার সময় চলছিল সেই দিকেই চলে, ঠিক উপরে বর্ণিত ক্রিয়াকলাপে পাথরের টুকরোটির মতো। অভিন্ন বৃত্তাকার গতিতে চলমান বস্তুর আরও অনেক পরিচিত উদাহরণ রয়েছে, যেমন চাঁদ এবং পৃথিবীর গতি, পৃথিবীর চারপাশে একটি বৃত্তাকার কক্ষপথে একটি উপগ্রহ, স্থির গতিতে একটি বৃত্তাকার ট্রাকে একজন সাইক্লিস্ট ইত্যাদি।

তুমি যা

শিখেছো

- গতি হলো অবস্থানের পরিবর্তন; এটিকে সরানো দূরত্ব বা স্থানচ্যুতির পরিপ্রেক্ষিতে বর্ণনা করা যেতে পারে। • একটি বস্তুর গতি তার বেগ স্থির বা পরিবর্তনশীল কিনা তার উপর নির্ভর করে অভিন্ন বা অ-অভিন্ন হতে পারে। • একটি বস্তুর গতি হলো প্রতি একক সময়ে অতিক্রম করা দূরত্ব, এবং বেগ হলো প্রতি একক সময়ে স্থানচ্যুতি। • একটি বস্তুর ত্বরণ হলো প্রতি একক সময়ে বেগের পরিবর্তন

একক সময়।

- গ্রাফের মাধ্যমে বস্তুর অভিন্ন এবং অ-অভিন্ন গতি দেখানো যেতে পারে। • অভিন্ন ত্বরণে চলমান বস্তুর গতি নিম্নলিখিত সমীকরণগুলির সাহায্যে বর্ণনা

করা যেতে পারে, যথা:

$$v = u + at$$

$$s = \text{আউট} + \frac{1}{2} at^2$$

$$2as = v^2 - u^2$$

যেখানে u হলো বস্তুর প্রাথমিক বেগ, যা সম ভর a এর সাথে সমভাবে চলে, t সময়ের জন্য, v হলো এর চূড়ান্ত বেগ এবং s হলো t সময়ে এটি যে দূরত্ব অতিক্রম করেছে।

- যদি কোন বস্তু বৃত্তাকার পথে সমান গতিতে চলে, তাহলে তার গতিকে সমান বৃত্তাকার গতি বলে।

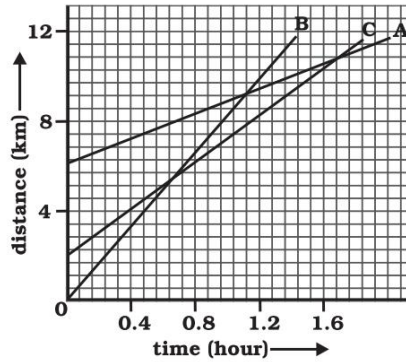


অনুশীলন

১. একজন ক্রীড়াবিদ ২০০ মিটার ব্যাসের একটি বৃত্তাকার ট্র্যাকের এক রাউন্ড ৪০ সেকেন্ডে সম্পন্ন করেন। ২ মিনিট ২০ সেকেন্ডের শেষে কত দূরত্ব অতিক্রম করা হবে এবং স্থানচ্যুতি হবে?
২. জোসেফ ৩০০ মিটার সোজা রাস্তার এক প্রান্ত A থেকে অন্য প্রান্ত B পর্যন্ত ২ মিনিট ৩০ সেকেন্ডে দৌড়ে যায় এবং তারপর ঘুরে আরও ১ মিনিটে C বিন্দুতে ১০০ মিটার পিছনে দৌড়ে যায়। (a) A থেকে B এবং (b) A থেকে C পর্যন্ত দৌড়ে জোসেফের গড় গতি এবং বেগ কত?
৩. আব্দুল যখন স্কুলে যায়, তখন তার যাত্রার গড় গতি ২০ কিমি ঘণ্টা-১ হিসাব করে। একই পথে তার ফেরার পথে, যানবাহনের সংখ্যা কম থাকে এবং গড় গতি ৩০ কিমি ঘণ্টা-১। আব্দুলের যাত্রার গড় গতি কত?
৪. একটি মোটরবোট একটি হ্রদের উপর বিশ্রাম থেকে শুরু করে ৮.০ সেকেন্ডের জন্য ৩.০ মিটার সেকেন্ড-২ স্থির হারে সরলরেখায় ত্বরান্বিত হয়। এই সময়ে নৌকাটি কতদূর ভ্রমণ করবে?
৫. ৫২ কিমি ঘণ্টা-১ বেগে চলা একটি গাড়ির চালক ব্রেক প্রয়োগ করেন। গ্রাফের সেই অংশটি ছায়া দিন যা গাড়িটি নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে ভ্রমণ করা দূরত্বকে প্রতিনিধিত্ব করে। (খ) গ্রাফের কোন অংশটি অভিন্ন গতির প্রতিনিধিত্ব করে?

গাড়িটি?

৬. চিত্র ৭.১০-এ A, B এবং C তিনটি বস্তুর দূরত্ব-সময় গ্রাফ দেখানো হয়েছে। গ্রাফটি অধ্যয়ন করুন এবং নিম্নলিখিত প্রশ্নের উত্তর দিন:

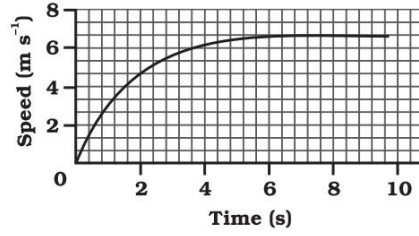


চিত্র ৭.১০ চিত্র ৭.১০ চিত্র ৭.১০

- (ক) তিনটির মধ্যে কোনটি সবচেয়ে দ্রুত ভ্রমণ করেছে? (খ) তিনটিই কি কখনও রাস্তার একই স্থানে ছিল? (গ) যখন B, A কে অতিক্রম করে, তখন C কতদূর ভ্রমণ করেছে? (ঘ) যখন B, C কে অতিক্রম করে, তখন B কতদূর ভ্রমণ করেছে?

৭. ২০ মিটার উচ্চতা থেকে একটি বলকে আলতো করে ফেলে দেওয়া হলে, যদি এর বেগ ১০ মিটার সেকেন্ড-২ হারে সমানভাবে বৃদ্ধি পায়, তাহলে এটি কত বেগে মাটিতে আঘাত করবে? কত সময় পরে এটি মাটিতে আঘাত করবে?

৮. একটি গাড়ির গতি-সময়ের গ্রাফ চিত্র ৭.১১-এ দেখানো হয়েছে।



চিত্র ৭.১১

- (ক) প্রথম ৪ সেকেন্ডে গাড়িটি কতদূর ভ্রমণ করে তা নির্ণয় করো।
গ্রাফের সেই ক্ষেত্রফলটি ছায়া দিন যা নির্দিষ্ট সময়ের মধ্যে গাড়ি দ্বারা ভ্রমণ করা দূরত্বকে প্রতিনিধিত্ব করে।
- (খ) গ্রাফের কোন অংশটি অভিন্ন গতির প্রতিনিধিত্ব করে গাড়িটি?
৯. নিম্নলিখিত কোন পরিস্থিতিগুলি সম্ভব তা উল্লেখ করুন এবং প্রতিটির জন্য একটি উদাহরণ দিন: (ক) একটি বস্তু যার ত্বরণ স্থির কিন্তু শূন্য
- বেগ
- (খ) একটি বস্তু ত্বরণে কিন্তু অভিন্ন গতিতে চলমান গতি।
- (গ) একটি বস্তু লম্ব দিকে ত্বরণ সহ একটি নির্দিষ্ট দিকে চলমান।

১০. একটি কৃত্রিম উপগ্রহ ৪২২৫০ কিমি ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার কক্ষপথে ঘুরছে। পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ করতে যদি ২৪ ঘন্টা সময় লাগে, তাহলে এর গতি গণনা করো।