দ্বিতীয় অধ্যায়

গতি

LECTURE SHEET

- **স্থিতি (Rest) :** সময়ের পরিবর্তনের সাথে পরিপার্শ্বের সাপেক্ষে যখন কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে না, তখনই ঐ বস্তুকে স্থিতিশীল বা স্থির বলে। আর এ অবস্থান অপরিবর্তিত থাকাকে বলে স্থিতি। যেমন : টেবিলের ওপর একটি বই, পৃথিবীর সাপেক্ষে ঘরবাড়ি, গাছপালা ইত্যাদি।

- **গতি (Motion) :** সময়ের পরিবর্তনের সাথে পরিপার্শ্বের সাপেক্ষে যখন কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে, তখন তাকে গতিশীল বলা হয়। আর এ অবস্থানের পরিবর্তন ঘটানোকে গতি বলে। যেমন : নিক্ষিপ্ত তীর, চলন্ত সাইকেল ইত্যাদি।

- **বিভিন্ন প্রকার গতি (Types of motion)**

রৈখিক গতি : কোনো বস্তু যদি একটি সরলরেখা বরাবর গতিশীল হয় অর্থাৎ কোনো বস্তুর গতি যদি একটি সরলরেখার ওপর সীমাবদ্ধ থাকে, তাহলে তার গতিকে রৈখিক গতি বলে। যেমন : একটি সোজা সড়কে কোনো গাড়ির গতি রৈখিক গতি।

ঘূর্ণন গতি : যখন কোনো বস্তু কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা অক্ষ থেকে বস্তু কণাগুলোর দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে ঐ বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘোরে তখন সে বস্তুর গতিকে ঘূর্ণন গতি বলে। যেমন : বৈদ্যুতিক পাখার গতি, ঘড়ির কাঁটার গতি ইত্যাদি।

চলন গতি : কোনো বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে করে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ গতিকে চলন গতি বলে। যেমন : একখানা বইকে ঘুরতে না দিয়ে ঠেলে টেবিলের একপ্রান্ত থেকে অন্যপ্রান্তে নিয়ে গেলে এই গতি চলন গতি হবে।

পর্যাবৃত্ত গতি : কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।
এই গতি বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার বা সরলরৈখিক হতে পারে। যেমন : ঘড়ির কাঁটার গতি, সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি, বাষ্প বা পেট্রোল ইঞ্জিনের সিলিন্ডারের মধ্যে পিস্টনের গতি পর্যাবৃত্ত গতি।
পর্যায়কাল : পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যে নির্দিষ্ট সময় পর পর নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট দিক দিয়ে অতিক্রম করে সেই সময়কে পর্যায়কাল বলে।

স্পন্দন গতি : পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে, তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। যেমন : সরল দোলকের গতি, কম্পনশীল সুরশলাকা ও গিটারের তারের গতি।

- **স্কেলার বা অদিক রাশি (Scalars) :** যেসব ভৌত রাশিকে শুধু মান দ্বারা সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করা যায়, দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না তাদেরকে স্কেলার বা অদিক রাশি বলে। যেমন : দৈর্ঘ্য, ভর, দ্রুতি, কাজ, শক্তি, সময়, আয়তন, তাপমাত্রা ইত্যাদি।
- **ভেক্টর বা দিক রাশি (Vectors) :** যেসব ভৌত রাশিকে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য মান ও দিক উভয়ের প্রয়োজন হয় তাদেরকে ভেক্টর বা দিক রাশি বলে। যেমন : সরণ, ওজন, বেগ, ত্বরণ, বল, তড়িৎ তীব্রতা ও চৌম্বক তীব্রতা ইত্যাদি।
- **দূরত্ব (Distance) :** যেকোনো দিকে একটি বস্তু যে পথ অতিক্রম করে তাকে বস্তুটির দূরত্ব বলে। দূরত্বের মান আছে কিন্তু দিক নেই। দূরত্বের একক মিটার (m) এবং মাত্রা [L]।
- **সরণ (Displacement) :** একটি নির্দিষ্ট দিকে গতিশীল কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে ঐ বস্তুর সরণ বলে। সরণের মাত্রা হলো দৈর্ঘ্যের মাত্রা [L]। সরণের একক হলো দৈর্ঘ্যের একক অর্থাৎ মিটার (m)।
- **দ্রুতি (Speed) :** কোনো একটি গতিশীল বস্তুর সরল বা বক্রপথে স্থান পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে। অর্থাৎ প্রতি সেকেন্ডের অতিক্রান্ত দূরত্বই দ্রুতি।

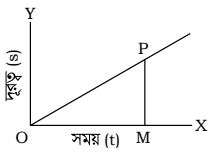
$\therefore$ দ্রুতি, $v = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{d}{t}$ [এখানে, দূরত্ব = d, সময় = t]

দ্রুতি একটি স্কেলার বা অদিক রাশি। এসআই বা আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে দ্রুতির একক মিটার/সেকেন্ড (ms^{-1})। দ্রুতির মাত্রা সমীকরণ $[v] = [LT^{-1}]$।

- **গড় দ্রবতি (Mean Speed) :** কোনো বস্তুর গতিকালে যদি কখনো দ্রুতির মানের কোনো পরিবর্তন না হয় অর্থাৎ বস্তুটি যদি সর্বদা সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ বস্তুর দ্রুতিকে সুষম দ্রুতি বলে।
  আবার, যদি বস্তুর গতি সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম না করে তাহলে সেই দ্রুতিকে অসম দ্রুতি বলে।
  বস্তু যদি সুষম দ্রুতিতে না চলে তাহলে তার অতিক্রান্ত মোট দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করলে গড়ে প্রতি একক সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব পাওয়া যায়, একে গড় দ্রুতি বলে।
  অর্থাৎ, গড় দ্রুতি = $\frac{\text{মোট দূরত্ব}}{\text{সময়}}$।
- **বেগ (Velocity) :** সময়ের সাথে কোনো বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে। অর্থাৎ বস্তু নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে যে পথ অতিক্রম করে তাই বেগ। এটি একটি ভেক্টর রাশি। বেগের মাত্রা $[LT^{-1}]$। বেগের একক ও দ্রুতির একক একই অর্থাৎ ms^{-1}।
- **সুষম বেগ :** যদি গতিশীল কোনো বস্তুর বেগের মান ও দিক অপরিবর্তিত থাকে তাহলে সেই বস্তুর বেগকে সুষম বেগ বা সমবেগ বলে।
  যেমন : বাতাসের বেগ $332ms^{-1}$।
- **ত্বরণ (Acceleration) :** সময়ের পরিপ্রেক্ষিতে কোনো একটি বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে ত্বরণ বলে। একে 'a' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
  কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময়ই একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সে ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বা সমত্বরণ বলে।
  যেমন : অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ।
  আবার, কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হার যদি সমান না থাকে তাহলে সে ত্বরণকে অসম ত্বরণ বলে। যেমন : গাড়ি, সাইকেল, রিকশা ইত্যাদির গতি।
- **মন্দন (Deceleration) :** সরল পথে চলমান বস্তুর সময়ের সাথে বেগ হ্রাসের হারকে ঋণাত্মক ত্বরণ বা মন্দন বলে।
  যেমন : ব্রেক কষার পর যেকোনো যানবাহনের গতি।
- **বেগ ও ত্বরণের মধ্যে পার্থক্য :**

বেগ	ত্বরণ
i. সময়ের সাথে বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।	i. সময়ের সাথে বস্তুর অসম বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে।
ii. বেগের মাত্রা $[LT^{-1}]$।	ii. ত্বরণের মাত্রা $[LT^{-2}]$।
iii. বেগের এসআই একক ms^{-1}।	iii. ত্বরণের এসআই একক ms^{-2}।

দূরত্ব-সময় লেখ : সময় অতিবাহিত হওয়ার সাথে সাথে একটি গতিশীল বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে। বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের ওপর নির্ভর করে। এ সম্পর্ক একটি লেখের (graph) মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়। এক্ষেত্রে ছক কাগজে (graph paper) X–অক্ষ বরাবর সময় (t) এবং Y–অক্ষ বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব (s) স্থাপন করে দূরত্ব-সময় লেখ পাওয়া যায়।



- **দ্রবতি ও বেগের পার্থক্য :**

দ্রবতি	বেগ
i. সরল বা বক্রপথে সময়ের সাথে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে।	i. সময়ের সাথে বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।
ii. দ্রুতি স্কেলার রাশি।	ii. বেগ ভেক্টর রাশি।

iii. শুধু মানের পরিবর্তন হলে দ্রুতির পরিবর্তন হয়।	iii. শুধু মানের বা শুধু দিকের অথবা উভয়ের পরিবর্তন হলে বেগের পরিবর্তন হয়।
iv. বস্তুর বেগের মানই দ্রুতি।	iv. নির্দিষ্ট দিকে দ্রুতিই বেগ।

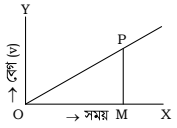
- **অভিকর্ষ (Gravity) :** এ মহাবিশ্বে পৃথিবীর সাথে অন্য যেকোনো বস্তুর আকর্ষণই হলো অভিকর্ষ বা মাধ্যাকর্ষণ। অর্থাৎ কোনো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণকে অভিকর্ষ বলে।
- **মহাকর্ষীয় ধ্রুবক (Gravitational constant) :** প্রত্যেকটি একক (1kg) ভরের দুটি বস্তুকণাকে একক (1m) দূরত্বে স্থাপন করলে এরা পরস্পরকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ করে তার সংখ্যামানকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলা হয়। মহাকর্ষীয় ধ্রুবককে G দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক Nm^2kg^{-2} এবং মাত্রা $[L^3M^{-1}T^{-2}]$।
- **অভিকর্ষজ ত্বরণ (Acceleration Due to Gravity) :** অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। একে 'g' দ্বারা প্রকাশ করা হয়। অভিকর্ষজ ত্বরণের মাত্রা $[LT^{-2}]$। এসআই বা আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে অভিকর্ষজ ত্বরণের একক ms^{-2}। হিসাবের সুবিধার জন্য অভিকর্ষজ ত্বরণের আদর্শ মান ধরা হয় $9.81ms^{-2}$।
- **পড়ন্ত বস্তুর সূত্র (Laws of Falling bodies) :** স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে গ্যালিলিও তিনটি সূত্র বের করেন। সূত্রগুলো হলো–

  প্রথম সূত্র : স্থির অবস্থান এবং একই উচ্চতা থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত সকল বস্তু, সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে।

  দ্বিতীয় সূত্র : স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে (t) প্রাপ্ত বেগ (v) ঐ সময়ের সমানুপাতিক অর্থাৎ, $v \propto t$।

  তৃতীয় সূত্র : স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব (h) অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের (t) বর্গের সমানুপাতিক অর্থাৎ, $h \propto t^2$।

  বেগ-সময় লেখ : অসম বেগে চলমান বস্তুর বেগ সময়ের ওপর নির্ভর করে। এই সম্পর্ক একটি লেখের মাধ্যমে প্রকাশ করা যায়। এক্ষেত্রে ছক কাগজে X-অক্ষ বরাবর সময় (t) এবং Y- অক্ষ বরাবর বেগ (v) স্থাপন করে বেগ-সময় লেখ পাওয়া যায়।



পড়ন্ত বস্তুর গতির সমীকরণ (Equation of Motion of Falling bodies) : কোনো পড়ন্ত বস্তুর আদিবেগ যদি u হয়, t সেকেন্ড পরে বেগ v হয় এবং সেই সময়ে বস্তুটি যদি h দূরত্বে নেমে আসে তবে গতির সমীকরণগুলো হবে,

$v = u + gt,$

$h = ut + \frac{1}{2}gt^2,$

$v^2 = u^2 + 2gh.$

● ■ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ॥ ১ ॥ প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে?

উত্তর : যে দৃঢ় বস্তুর সাথে তুলনা করে অন্য বস্তুর অবস্থান, স্থিতি, গতি ইত্যাদি নির্ণয় করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

প্রশ্ন ॥ ২ ॥ ঘূর্ণন গতি কাকে বলে?

উত্তর : যখন কোনো বস্তু কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা অক্ষ থেকে বস্তু কণাগুলোর দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে ঐ বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘোরে তখন সে বস্তুর গতিকে ঘূর্ণন গতি বলে।

প্রশ্ন ॥ ৩ ॥ পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে?

উত্তর : কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

প্রশ্ন ॥ ৪ ॥ অসম বেগ কাকে বলে?

উত্তর : কোনো গতিশীল বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যে, সময়ের সাথে সরণের মান অথবা দিক অথবা উভয়ই পরিবর্তিত হয় তবে বস্তুর ঐ সরণের হারকে অসম বেগ বলে।

প্রশ্ন ॥ ৫ ॥ গড় দ্রুতি কী?

উত্তর : বস্তু যদি সুষম দ্রুতিতে না চলে তাহলে তার অতিক্রান্ত মোট দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করলে গড়ে প্রতি একক সময়ে প্রাপ্ত অতিক্রান্ত দূরত্বই হলো গড় দ্রুতি।

প্রশ্ন ॥ ৬ ॥ অসম ত্বরণ কাকে বলে?

উত্তর : কোনো বস্তুর যদি নির্দিষ্ট দিকে বেগ বৃদ্ধির হার সমান না থাকে, তাহলে সে ত্বরণকে অসম ত্বরণ বলে।

প্রশ্ন ॥ ৭ ॥ মন্দন বা ঋণাত্মক ত্বরণ কাকে বলে?

উত্তর : গতিশীল কোনো বস্তুর সময়ের সাথে বেগ হ্রাসের হারকে মন্দন বা ঋণাত্মক ত্বরণ বলে।

প্রশ্ন ॥ ৮ ॥ ত্বরণের মাত্রা কত?

উত্তর : ত্বরণের মাত্রা, $[a] = \frac{[L]}{[T^2]} = [LT^{-2}]$।

প্রশ্ন ॥ ৯ ॥ সুষম ত্বরণের ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখের প্রকৃতি কীরূ প হয়?

উত্তর : সুষম ত্বরণের ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখের প্রকৃতি মূল বিন্দুগামী সরলরেখা।

প্রশ্ন ॥ ১০ ॥ সরণের একক কী?

উত্তর : এসআই বা আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে সরণের একক মিটার (m)।

প্রশ্ন ॥ ১১ ॥ দ্রুতি কী?

উত্তর : সময়ের সাপেক্ষে কোনো বস্তুর দূরত্ব অতিক্রম করার হারই দ্রুতি।

প্রশ্ন ॥ ১২ ॥ দ্রুতির একক কী?

উত্তর : এসআই বা আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে দ্রুতির একক মিটার/ সেকেন্ড (ms^{-1})।

প্রশ্ন ॥ ১৩ ॥ দ্রুতির মাত্রা সমীকরণ লেখ।

উত্তর : দ্রুতির মাত্রা সমীকরণ, $[v] = [LT^{-1}]$।

প্রশ্ন ॥ ১৪ ॥ গড়বেগ কাকে বলে?

উত্তর : যেকোনো সময় ব্যবধানে কোনো বস্তুর গড়ে প্রতি একক সময়ে যে সরণ হয় তাকে বস্তুটির গড়বেগ বলে।

● ■ অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ॥ ১ ॥ 'এ মহাবিশ্বের সকল স্থিতিই আপেক্ষিক, সকল গতিই আপেক্ষিক'– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : পরম স্থিতিশীল প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর স্থিতিকে পরম স্থিতি বলে এবং পরম স্থিতিশীল প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতিকে পরম গতি বলে। কিন্তু এ মহাবিশ্বের এমন কোনো প্রসঙ্গ বস্তু পাওয়া সম্ভব নয়, যা প্রকৃতপক্ষে স্থির রয়েছে। কারণ পৃথিবী প্রতিনিয়ত সূর্যের চারদিকে ঘুরছে, সূর্যও তার গ্রহ, উপগ্রহ নিয়ে ছায়াপথে ঘুরছে। আমরা যখন কোনো বস্তুকে স্থিতিশীল বা গতিশীল বলি তা কোনো আপাত স্থিতিশীল বস্তুর সাপেক্ষে বলে থাকি। কাজেই আমরা বলতে পারি এ মহাবিশ্বের সকর স্থিতিই আপেক্ষিক, সকল গতিই আপেক্ষিক।

প্রশ্ন ॥ ২ ॥ 'স্পন্দনগতি এক প্রকার পর্যাবৃত্ত গতি'– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে। আবার, কোনো বস্তু যদি পর্যাকালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। সুতরাং দেখা যাচ্ছে, স্পন্দনগতি সম্পন্ন কোনো বস্তু তার গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই বেগে এই দিক হতে অতিক্রম করে বলে সংজ্ঞানুসারে এর গতি পর্যাবৃত্ত গতিও বটে। তাই স্পন্দনগতি এক প্রকার পর্যাবৃত্ত গতি।

প্রশ্ন ॥ ৩ ॥ 'সকল পর্যাবৃত্ত গতি ঘূর্ণন গতি নয়'– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : যখন কোনো বস্তু কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা অক্ষ থেকে বস্তুকণাগুলোর দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে ঐ বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘোরে তখন সে বস্তুর গতিকে ঘূর্ণন গতি বলে। অপরদিকে, কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথ কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

তাহলে দেখা যাচ্ছে, ঘূর্ণন গতিসম্পন্ন কোনো বস্তুর বৃত্তাকার গতিপথের যেকোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক হতে অতিক্রম করতে হয় বলে ঘূর্ণন গতি এক প্রকার পর্যাবৃত্ত গতিও বটে। তবে সকল পর্যাবৃত্তগতি সম্পন্ন বস্তুর গতি ঘূর্ণন গতি নয়, যেমন : অল্প বিস্তারে সরল দোলকের গতি, যা পুরোপুরি রৈখিক গতি।

প্রশ্ন ॥ ৪ ॥ কোনো বস্তুর গড়বেগ শূন্য হলেও গড় দ্রুতি শূন্য নাও হতে পারে– ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কোনো বস্তু একটি বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে আবার যদি সেই বিন্দুতে ফিরে আসে তাহলে তার সরণ শূন্য হয়।

আমরা জানি, গড়বেগ = $\frac{\text{মোট সরণ}}{\text{মোট সময়}}$ ।

এক্ষেত্রে যেহেতু মোট সরণ শূন্য, তাই গড়বেগও শূন্য।

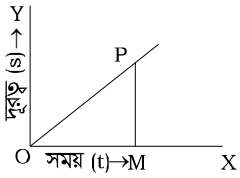
কিন্তু গড় দ্রুতি = $\frac{\text{মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{মোট সময়}}$।

এক্ষেত্রে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব কখনো শূন্য হয় না, তাই গড় দ্রুতিও শূন্য হয় না।

সুতরাং কোনো বস্তুর গড়বেগ শূন্য হলেও গড়দ্রুতি শূন্য নাও হতে পারে।

প্রশ্ন ॥ ৫ ॥ সুষম বেগের ক্ষেত্রে দূরত্ব বনাম সময়ের লেখ প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : যখন বস্তু সুষম বেগ চলে, তখন এটি সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে। সুতরাং X অক্ষের দিকে সময় (t) এবং Y অক্ষের দিকে দূরত্ব (s) নিয়ে দূরত্ব–সময় লেখ আঁকলে একটি সরলরেখা হবে।



প্রশ্ন ॥ ৬ ॥ কোনো বস্তুর ত্বরণ 5 ms^{-2} পশ্চিম দিকে বলতে কী বোঝায়?

উত্তর : কোনো বস্তুর ত্বরণ 5 ms^{-2} পশ্চিম দিকে বলতে বুঝায় বস্তুটির বেগ পশ্চিম দিকে প্রতি সেকেন্ডে 5 ms^{-1} বৃদ্ধি পায়। এ বেগ বৃদ্ধির দিক হলো আদি অবস্থান থেকে সোজা পশ্চিম দিকে।

প্রশ্ন ॥ ৭ ॥ কোনো গাড়ির দ্রুতি 50 kmh^{-1} বলতে কী বোঝ?

উত্তর : কোনো গাড়ির দ্রুতি 50 kmh^{-1} বলতে বুঝায়–

গাড়িটি প্রতি ঘণ্টায় 50 কিলোমিটার পথ অতিক্রম করে।

গাড়িটির অবস্থান পরিবর্তনের হার 50 kmh^{-1}। এ অবস্থান পরিবর্তনের হার সরল অথবা বক্রপথে যেকোনো দিকে হতে পারে।

প্রশ্ন ॥ ৮ ॥ বেগ ও ত্বরণের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর।

উত্তর : যদি কোনো বস্তু t সময়ে নির্দিষ্ট দিকে s দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে বেগ, $v = \frac{s}{t}$। বা, বেগ = $\frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$।

আবার, কোনো বস্তুর আদিবেগ যদি u হয় এবং t সময় পরে তার বেগ যদি v হয়, তাহলে t সময়ে বেগের পরিবর্তন = $v - u$

$\therefore$ একক সময়ে বেগের পরিবর্তন = $\frac{v - u}{t}$

$\therefore$ বেগ পরিবর্তনের হার, অর্থাৎ ত্বরণ, $a = \frac{v - u}{t}$

অর্থাৎ, ত্বরণ = $\frac{\text{শেষবেগ} - \text{আদিবেগ}}{\text{সময়}}$।

প্রশ্ন ॥ ৯ ॥ ত্বরণের মাত্রা নির্ণয় কর।

উত্তর : আমরা জানি, ত্বরণ = $\frac{\text{দূরত্ব}}{(\text{সময়})^২}$

এখানে, দূরত্বের মাত্রা L, সময়ের মাত্রা T এবং ত্বরণের সংকেত a।

∴ ত্বরণের মাত্রা সমীকরণ, $[a] = \frac{[L]}{[T^2]}$

$$\therefore [a] = [LT^{-2}]$$

প্রশ্ন ॥ ১০ ॥ কোনো বস্তুর স্থিতি ও গতির মধ্যে পার্থক্য লেখ।

উত্তর : কোনো বস্তুর স্থিতি ও গতির মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ :

স্থিতি	গতি
১. সকল স্থিতিশীল বস্তুর বেগ শূন্য।	১. সকল গতিশীল বস্তুর বেগ শূন্য অপেক্ষা বড়।
২. বস্তুর স্থিতি পরিমাপ করা সম্ভব নয়।	২. বস্তুর গতি বিভিন্ন রাশি দ্বারা প্রকাশ করা যায়। যেমন : সরণ, দ্রুতি, বেগ ইত্যাদি।
৩. কোনো বস্তুই পরম স্থিতিশীল নয়।	৩. সকল বস্তুই গতিশীল।

গাণিতিক সমস্যা ও সমাধান

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
◗ $a = \frac{v - u}{t}$	u = আদিবেগ v = শেষবেগ a = ত্বরণ t = সময়
◗ $v = u + at$	u = আদিবেগ v = শেষবেগ a = ত্বরণ t = সময়
◗ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$	s = সরণ
◗ $v^2 = u^2 + 2as$	s = সরণ
◗ $v = \frac{s}{t}$	s = সরণ t = সময় v = বেগ
◗ $s = \left(\frac{u + v}{2}\right)t$	u = আদিবেগ v = শেষবেগ t = সময় s = সরণ
◗ $v = u + gt$	h = ভূপৃষ্ঠ থেকে বস্তুর উচ্চতা g = অভিকর্ষজ ত্বরণ

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
➧ $h = \left(\frac{u + v}{2}\right)t$	u = আদিবেগ v = শেষবেগ
➧ $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$	u = আদিবেগ
➧ $v^2 = u^2 + 2gh$	u = আদিবেগ v = শেষবেগ

গাণিতিক উদাহরণ ২.১॥ একটি গাড়ির বেগ 5 ms^{-1} থেকে সুষমভাবে বৃদ্ধি পেয়ে 10 s পরে 45 ms^{-1} হয়। গাড়িটির ত্বরণ বের কর।

সমাধান :

এখানে,

আদিবেগ, $u = 5\ m\ s^{-1}$

শেষবেগ, $v = 45\ m\ s^{-1}$

সময়, $t = 10\ s$

ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $$a = \frac{45\ m\ s^{-1} - 5\ m\ s^{-1}}{10\ s}$$

$$= \frac{40\ ms^{-1}}{10\ s}$$

$$= 4\ m\ s^{-2}$$

অতএব, গাড়িটির ত্বরণ $4\ m\ s^{-2}$

গাণিতিক উদাহরণ ২.২ ॥ একটি গাড়ির বেগ 20 $m\ s^{-1}$ থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 4 s পরে 4 $m\ s^{-1}$ হয়। গাড়িটির ত্বরণ বের কর।

সমাধান :

এখানে,

আদিবেগ, $u = 20\ m\ s^{-1}$

শেষবেগ, $v = 4\ m\ s^{-1}$

সময়, $t = 4\ s$

ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $$a = \frac{4\ ms^{-1} - 20\ ms^{-1}}{4s}$$

$$= \frac{-16\ ms^{-1}}{4s}$$

$$= -4\ ms^{-2}$$

অতএব, গাড়িটির ত্বরণ, $-4\ \text{m s}^{-2}$

গাণিতিক উদাহরণ ২·৩ ॥ স্থির অবস্থান থেকে চলন্ত একটি গাড়িতে $2\ \text{m s}^{-2}$ ত্বরণ প্রয়োগ করা হলে এর বেগ $20\ \text{m s}^{-1}$ হলো। কত সময় ধরে ত্বরণ প্রয়োগ করা হয়েছিল?

সমাধান :

এখানে,

আদিবেগ, $u = 0$

শেষবেগ, $v = 20\ \text{m s}^{-1}$

ত্বরণ, $a = 2\ \text{m s}^{-2}$

সময়, $t = ?$

আমরা জানি,

$v = u + at$

বা, $t = \dfrac{v - u}{a} = \dfrac{20\ \text{m s}^{-1} - 0}{2\ \text{m s}^{-2}} = 10\ \text{s}$

অতএব, 10 s সময় ধরে ত্বরণ প্রয়োগ করা হয়েছিল।

গাণিতিক উদাহরণ ২.৪ ॥ $54\ \text{km h}^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি গাড়িতে $5\ \text{s}$ যাবত $4\ \text{m s}^{-2}$ ত্বরণ প্রয়োগ করা হলো। গাড়িটির শেষবেগ কত এবং ত্বরণকালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান :

এখানে,

আদিবেগ $u = 54\ \text{km h}^{-1} = 54\ \dfrac{\text{km}}{\text{h}} = \dfrac{54 \times 10^3\ \text{m}}{3600\ \text{s}} = 15\ \text{m s}^{-1}$

ত্বরণ, $a = 4\ \text{m s}^{-2}$

সময়, $t = 5\ \text{s}$

শেষবেগ, $v = ?$

দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি,

$v = u + at$

$= 15\ \text{m s}^{-1} + 4\ \text{m s}^{-2} \times 5\ \text{s}$

$= 35\ \text{m s}^{-1}$

আবার,

$s = ut + \dfrac{1}{2}at^2$

$= 15\ \text{m s}^{-1} \times 5\ \text{s} + \dfrac{1}{2} \times 4\ \text{m s}^{-2} \times (5\ \text{s})^2$

$= 75\ m + 50\ m = 125\ m$

অতএব, শেষবেগ $35\ m\ s^{-1}$; দূরত্ব $125\ m$

গাণিতিক উদাহরণ ২.৫ ॥ সোজা রাস্তায় স্থির অবস্থান থেকে একটি বাস $10\ m\ s^{-2}$ সুষম ত্বরণে চলার সময় $80\ m$ দূরত্বে রাস্তার পাশে দাঁড়ানো এক ব্যক্তিকে কত বেগে অতিক্রম করবে?

সমাধান : এখানে,

আদিবেগ, $u = 0$

ত্বরণ, $a = 10\ m\ s^{-2}$

দূরত্ব, $s = 80\ m$

শেষবেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2as$

বা, $v^2 = 0 + 2 \times 10\ ms^{-2} \times 80\ m$

$= 1600\ m^2\ s^{-2}$

$\therefore v = 40\ m\ s^{-1}$

অতএব, শেষবেগ $40\ m\ s^{-1}$

গাণিতিক উদাহরণ ২·৬ ॥ $50\ m$ উঁচু দালানের ছাদ থেকে কোনো বস্তু ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে ভূপৃষ্ঠকে আঘাত করবে? $g = 9{\cdot}8\ m\ s^{-2}$

সমাধান :

এখানে,

আদিবেগ, $u = 0$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h = 50\ m$

শেষবেগ, $v = ?$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9{\cdot}8\ m\ s^{-2}$

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2gh$

বা, $v^2 = 0 + 2 \times 9{\cdot}8\ m\ s^{-2} \times 50\ m$

$= 980\ m^2\ s^{-2}$

$\therefore v = 31{\cdot}3\ m\ s^{-1}$

অতএব শেষবেগ, $31{\cdot}3\ m\ s^{-1}$

সমস্যা ॥ ৭ ॥ $36\ kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি গাড়িকে ব্রেক কষে $50\ s$- এ থামান হল। গাড়িটির ত্বরণ কত? এই সময়ে

গাড়িটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 36 kmh^{-1}$

$$= \frac{36 \times 1000}{60 \times 60} ms^{-1} = 10\ ms^{-1}$$

শেষবেগ, $v = 0$

সময়, $t = 50\ s$

গাড়িটির ত্বরণ, $a = ?$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি,

$$v = u + at$$

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

$$= \frac{0 - 10\ ms^{-1}}{50s} = -0{\cdot}20\ ms^{-2}$$

আবার,

আমরা জানি,

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

$$= 10\ ms^{-1} \times 50\ s + \frac{1}{2} (-0{\cdot}2\ ms^{-2}) \times (50\ s)^2$$

$$= (500 - 250)\ m$$

$$= 250\ m$$

অতএব, গাড়িটির ত্বরণ $-0{\cdot}20\ ms^{-2}$ এবং গাড়িটি 250 m দূরত্ব অতিক্রম করবে।

সমস্যা ॥ ৮ ॥ ভূমি ত্যাগ করার পূর্বে স্থির অবস্থান থেকে $10\ ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে একটি বিমান রানওয়েতে 2 km দৌড়ায়। রানওয়ে অতিক্রম করতে বিমানটির কত সময় লাগবে?

সমাধান :

দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 0$

দূরত্ব, $s = 2\ km$

$= 2000\ m$

ত্বরণ, $a = 10\ ms^{-2}$

প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $2000\ m = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 10\ ms^{-2} \times t^2$

বা, $5\ t^2 ms^{-2} = 2000\ m$

বা, $t^2 = \frac{2000\ m}{5\ ms^{-2}}$

বা, $t^2 = 400\ s^2$

বা, $t = \sqrt{400\ s^2}$

$\therefore\ t = 20s$

নির্ণেয় রানওয়ে অতিক্রম করতে বিমানটির 20 s সময় লাগবে।

সমস্যা ॥ ৯ ॥ $2ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টিকারী এক্সিলারেটর চেপে 9 m যাওয়ার পর কোনো গাড়ির বেগ $10\ ms^{-1}$ হল। এক্সিলারেটর চাপার মুহূর্তে গাড়িটির বেগ কত ছিল?

সমাধান : দেওয়া আছে,

শেষবেগ, $v = 10\ ms^{-1}$

দূরত্ব, $s = 9\ m$

ত্বরণ, $a = 2\ ms^{-2}$

এক্সিলারেটর চাপার মুহূর্তে গাড়িটির বেগ, $u = ?$

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2as$

বা, $10^2\ m^2s^{-2} = u^2 + 2 \times 2\ ms^{-2} \times 9\ m$

বা, $u^2 = (100 - 36)m^2s^{-2}$

বা, $u = \sqrt{64m^2s^{-2}}$

$\therefore\ u = 8\ ms^{-1}$

অতএব, এক্সিলারেটর চাপার মুহূর্তে গাড়িটির বেগ $8\ ms^{-1}$ ছিল।

সমস্যা ॥ ১০ ॥ $72\ kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি রেল গাড়িকে ব্রেক কষে 20 s- এ থামানো হল। গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত?

সমাধান :

দেওয়া আছে

গাড়ির আদিবেগ, $u = 72\ kmh^{-1}$

$$= \frac{72 \times 1000}{3600}\ ms^{-1}$$

$$= 20\ ms^{-1}$$

শেষবেগ, $v = 0$

সময়, $t = 20\ s$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি,

$v = u + at$

$\therefore a = \frac{0 - 20\ ms^{-1}}{20\ s}$

$= -1\ ms^{-2}$

আবার, আমরা জানি,

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

$= 20\ ms^{-1} \times 50\ s - \frac{1}{2} \times 1\ ms^{-2} \times (20\ s)^2$

$= 1000\ m - 200\ m$

$= 800\ m$

অতএব, গাড়িটি 800 m দূরত্ব অতিক্রম করবে।

সমস্যা ॥ ১১ ॥ একটি গাড়ি $20\ ms^{-1}$ বেগে চলছে। 6 সেকেন্ডে গাড়িটি 147 m দূরত্ব অতিক্রম করল। গাড়িটির ত্বরণ ও শেষবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে

গাড়ির আদিবেগ, $u = 20\ ms^{-1}$

সময়, $t = 6\ s$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 147\ m$

ত্বরণ, $a = ?$

শেষবেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $\frac{1}{2}at^2 = s - ut$

$\therefore a = \frac{2(s - ut)}{t^2}$

$= \frac{2(147\ m - 20\ ms^{-1} \times 6s)}{(6\ s)^2}$

$= \frac{2(147 - 120)\ m}{36\ s^2} = 1{\cdot}5\ ms^{-2}$

আবার, $v = u + at$

বা, $v = 20\ ms^{-1} + 1{\cdot}5\ ms^{-2} \times 6\ s = 29\ ms^{-1}$

অতএব, গাড়ির ত্বরণ $1{\cdot}5\ ms^{-2}$ এবং শেষবেগ $29\ ms^{-1}$।

সমস্যা ॥ ১২ ॥ $72\ kmh^{-1}$ বেগে গাড়ির একজন চালক 42 মিটার দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেয়ে সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর 2 মিটার সামনে এসে

থেমে গেল। গাড়িটির ত্বরণ কত ছিল?

সমাধান :

দেওয়া আছে

আদিবেগ, $u = 72\ kmh^{-1}$

$$= \frac{72 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1} = 20\ ms^{-1}$$

দূরত্ব, $s = (42 - 2)m = 40\ m$

শেষ বেগ, $v = 0$

ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 + 2as$

বা, $0 = (20\ ms^{-1})^2 + 2 \times a \times 40\ m$

বা, $a = -\frac{(20\ ms^{-1})^2}{2 \times 40\ m} = -\frac{400\ m^2\ s^{-2}}{2 \times 40\ m}$

$\therefore\ a = -5\ ms^{-2}$

অতএব, গাড়িটির ত্বরণ $-5\ ms^{-2}$।

সমস্যা ॥ ১৩ ॥ $36\ kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি গাড়ি 8 s যাবত $2{\cdot}5\ ms^{-2}$ ত্বরণ প্রয়োগ করা হলো। গাড়িটির শেষবেগ কত এবং ত্বরণকালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

সমাধান :

দেওয়া আছে

আদিবেগ, $u = 36\ kmh^{-1}$

$$= \frac{36 \times 1000\ m}{3600\ s} = 10\ ms^{-1}$$

ত্বরণ, $a = 2{\cdot}5\ ms^{-2}$

সময়, $t = 8\ s$

গাড়ির শেষবেগ, $v = ?$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $S = ?$

আমরা জানি,

$v = u + at$

$= 10\ ms^{-1} + 2{\cdot}5\ ms^{-2} \times 8s$

$= 30\ ms^{-1}$

আবার, $S = ut + \frac{1}{2}at^2$

$= 10\ ms^{-1} \times 8\ s + \frac{1}{2} \times 2{\cdot}5\ ms^{-2} \times (8\ s)^2$

$= 80\ m + 2{\cdot}5 \times 32\ m$

$= 160\ m$

অতএব, গাড়িটির শেষবেগ 30 ms^{-1} এবং অতিক্রান্ত দূরত্ব 160 m।

সমস্যা ॥ ১৪ ॥ দুটি গাড়ি 4 ms^{-1} এবং 7 ms^{-1} বেগ নিয়ে একটি প্রতিযোগিতা শুরব করে। এদের ত্বরণ যথাক্রমে 0·5 ms^{-2} এবং 0·4 ms^{-2}। যদি গাড়ি দুইটি একই সময়ে শেষপ্রান্তে পৌছায় তবে এরা কত সময় ধরে প্রতিযোগিতায় অংশ নিয়েছিল?

সমাধান :

দেওয়া আছে, ১ম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 4\ ms^{-1}$

২য় গাড়ির আদিবেগ, $u_2 = 7\ ms^{-1}$

১ম গাড়ির ত্বরণ, $a_1 = 0{\cdot}5\ ms^{-2}$

২য় গাড়ির ত্বরণ, $a_2 = 0{\cdot}4\ ms^{-2}$

সময়, $t = ?$

১ম গাড়ির জন্য, $s = u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2$

২য় গাড়ির জন্য, $s = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$

শর্তমতে, $u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2 = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$

বা, $t = \frac{2(u_1 - u_2)}{(a_2 - a_1)}$

$= \frac{2(4\ ms^{-1} - 7\ ms^{-1})}{0{\cdot}4\ ms^{-2} - 0{\cdot}5\ ms^{-2}}$

$= \frac{-6\ ms^{-1}}{-0{\cdot}1\ ms^{-2}}$

$= 60\ s$

অতএব, গাড়িটি দুইটি 60 s সময় ধরে প্রতিযোগিতায় অংশ নিয়েছিল।

সমস্যা ॥ ১৫ ॥ দেখাও যে, কোনো বস্তুকে g-এর অর্ধেকের সমান আদিবেগে খাড়া উপরের দিকে ছুঁড়ে দিলে এটি 1 s পরে ভূপৃষ্ঠে পতিত হবে।

সমাধান : দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = \frac{g}{2}\ ms^{-1}$

দূরত্ব, $h = 0$

এখন খাড়া উপরের দিকে নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে,

$h = ut - \frac{1}{2}gt^2$

বা, $0 = \frac{g}{2} t - \frac{1}{2} g t^2$

বা, $\frac{g}{2} t (1 - t) = 0$

কিন্তু $t \neq 0$

সুতরাং $1 - t = 0$

$\therefore t = 1s$

সুতরাং বস্তুটি 1s পরে ভূপৃষ্ঠে পতিত হবে। **(দেখানো হলো)**

সমস্যা ॥ ১৬ ॥ 25 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষিপ্ত একটি বস্তু সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় পৌঁছবে? এই উচ্চতায় উঠতে বস্তুটির কত সময় লাগবে? ($g = 9{\cdot}8\ ms^{-2}$)

সমাধান : দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 25\ ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9{\cdot}8\ ms^{-2}$

সর্বোচ্চ উচ্চতা, $H = ?$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে সময়, $t = ?$

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 - 2gH$

বা, $0 = (25\ ms^{-1})^2 - 2 \times 9{\cdot}8\ ms^{-2} \times H$

বা, $H = \frac{(25\ ms^{-1})^2}{2 \times 9{\cdot}8\ ms^{-2}}$

$\therefore H = 31{\cdot}89\ m$

আবার, $v = u - gt$

বা, $0 = 25\ ms^{-1} - 9{\cdot}8\ ms^{-2} \times t$

বা, $t = \frac{25\ ms^{-1}}{9{\cdot}8\ ms^{-2}}$ $\therefore t = 2{\cdot}55\ s$

অতএব, সর্বোচ্চ উচ্চতা 31·89 m এবং প্রয়োজনীয় সময় 2·55 s।

অধ্যায়-২: গতি

প্রশ্ন ▶১ 80 kg ভরের একটি হরিণ 72 $km\ h^{-1}$ সুষম বেগে চলার সময় 75 m পেছনে গাছের আড়ালে লুকিয়ে থাকা 200 kg ভরের একটি বাঘ 1.5 $m\ s^{-2}$ সুষম ত্বরণে 30 s যাবত হরিণটিকে তাড়া করল। *[ঢা. বো. ২০১৭]*

ক. জড়তা কী? ১

খ. 50 N বল বলতে কী বুঝ? ২

গ. দৌড় শুরুর 10 s পর বাঘটির গতিশক্তি হিসাব কর। ৩

ঘ. বাঘটির পক্ষে হরিণটিকে ধরা সম্ভব হবে কি? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাই বস্তুর জড়তা।

খ 50 N বল বলতে বোঝায়–

i. যে বল 1 kg ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে 50 m s^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে।

ii. যে বল 50 kg ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত হয়ে 1 m s^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

বাঘের ভর, $m = 200$ kg

বাঘের ত্বরণ, $a = 1.5$ ms^{-2}

সময়, $t = 10$ s

আদিবেগ, $u = 0$ m s^{-1}

10 s পর বেগ, $v = ?$

10 s পর গতিশক্তি, $E_K = ?$

আমরা জানি,

$$v = u + at$$
$$= 0 + 1.5 \times 10$$
$$= 15 \text{ m s}^{-1}$$

আবার,

$$E_K = \frac{1}{2}mv^2$$
$$= \frac{1}{2} \times 200 \times 15^2$$
$$= 22{,}500 \text{ J } \textbf{(Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

হরিণের সুষম বেগ, $v = 72$ km $h^{-1} = 20$ m s^{-1}

বাঘের আদিবেগ, $u = 0$ m s^{-1}

বাঘের সুষম ত্বরণ, $a = 1.5$ m s^{-2}

সময়, $t = 30$ s

হরিণের অতিক্রান্ত দূরত্ব = s_1

বাঘের অতিক্রান্ত দূরত্ব = s_2

আমরা জানি,

$$s_1 = vt = 20 \times 30 = 600 \text{ m}$$

আবার,

$$s_2 = ut + \frac{1}{2}at^2$$
$$= 0 \times 30 + \frac{1}{2} \times 1.5 \times 30^2$$
$$= 675 \text{ m}$$

হরিণটি ধরতে হলে বাঘটিকে মোট যে দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে তা হলো, $s_2' = 75 \text{ m} + s_1$

$$= 75 \text{ m} + 600 \text{ m} = 675 \text{ m}$$

এখানে, $s_2 = s_2'$

অতএব, বাঘটির পক্ষে হরিণটিকে ধরা সম্ভব হবে।

প্রশ্ন ▶ ২

সময় sec	0	8	16	24	32	40	48
বেগ ms^{-1}	0	4	8	8	8	4	0

উপরের চার্টে স্থির অবস্থান থেকে একটি চলন্ত গাড়ীর বিভিন্ন সময়ের জন্য বেগের মানের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে। *[ঢা. বো.-২০১৬]*

ক. মাত্রা কাকে বলে? ১

খ. তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. গাড়িটির প্রথম 32s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে লেখচিত্র অঙ্কন কর এবং এর বিভিন্ন অংশের বেগের প্রকৃতি বিশ্লেষণ কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো ভৌত রাশিতে উপস্থিত মৌলিক রাশিগুলোর সূচকই ঐ রাশিটির মাত্রা।

খ সময়ের ব্যবধান খুবই ক্ষুদ্র হলে চলন্ত বস্তুর সরণের হারই তাৎক্ষণিক দ্রুতি। যেকোনো মুহূর্তে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বের করতে হলে অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব জানতে হবে। একটি গাড়ি চলা শুরু করার ঠিক 33 মিনিট পূর্ণ হওয়ার মুহূর্তে তার দ্রুতি ঐ সময়ের তাৎক্ষণিক দ্রুতি। তারপর সেই দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বের করতে হবে। গাড়ির স্পিডোমিটার থেকে আমরা তাৎক্ষণিক দ্রুতি পেতে পারি। সকাল 10 টা 32 মিনিট 43 সেকেন্ডের সময় কোনো গাড়ির তাৎক্ষণিক দ্রুতি জানতে হলে ঐ সময়ে গড়িটির স্পিডোমিটারের পাঠ দেখতে হবে। স্পিডোমিটারের পাঠই হবে ঐ সময়ে গাড়িটির তাৎক্ষণিক দ্রুতি।

গ গাড়িটি প্রথম $(16 - 0) = 16$ সেকেন্ড যাবৎ সমত্বরণে চলেছে।
১ম 16 সেকেন্ডে ত্বরণ a হলে,

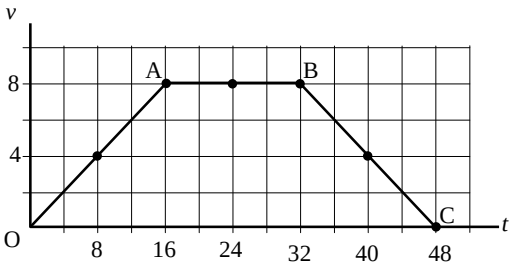
$$a = \frac{v - u}{t}$$
$$= \frac{8 - 0}{16}$$
$$= 0.5 ms^{-2}$$

১ম 16 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_1 = ut + \frac{1}{2}at^2$$
$$= 0 \times 16 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times (16)^2$$
$$= 64m$$

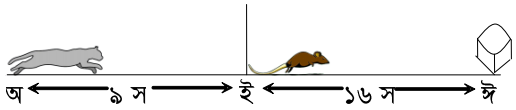
পরবর্তী 16 সেকেন্ড গাড়িটি $8 ms^{-1}$ সমবেগে চলেছে। এই 16 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,
$s_2 = vt = 8 \times 16 = 128m$
∴ গাড়িটির 32s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = (64 + 128)m$
$= 192m$ **(Ans.)**

ঘ প্রদত্ত তথ্য অনুসারে বেগ বনাম সময় লেখচিত্রটি নিম্নরূপ-



লেখচিত্র থেকে দেখা যায় যে, গাড়ির বেগ শুরুতে 0 ms^{-1} ছিল (O বিন্দু)। OA অংশ নির্দেশ করে প্রথম 16 সেকেন্ড পর্যন্ত গাড়িটির বেগ 0 ms^{-1} থেকে সুষম হারে বৃদ্ধি পেয়ে 8 ms^{-1} হয়েছে। AB রেখা নির্দেশ করে 16 থেকে 32 সেকেন্ড পর্যন্ত গাড়িটি 8 ms^{-1} সুষম বেগে গতিশীল ছিল। BC রেখা নির্দেশ করে 32 থেকে 48 সেকেন্ড পর্যন্ত গাড়িটির বেগ 8 ms^{-1} থেকে সুষম হারে হ্রাস পেয়ে 0 ms^{-1} হয়েছে অর্থাৎ গাড়িটি থেমে যায়।

প্রশ্ন ▶৩



C অবস্থানে রক্ষিত রুটি সংগ্রহ করার জন্য একটি ইঁদুর B অবস্থান হতে 0.4 ms^{-1} সমবেগে চলছে। A অবস্থানে বসে থাকা একটি বিড়াল ইঁদুরকে লক্ষ্য করলো এবং ইঁদুরটির আগেই রুটিটি সংগ্রহ করার জন্য $0.02 ms^{-2}$ সমত্বরণে একই রাস্তা বরাবর ছুটতে থাকলো। *[ঢা. বো. ২০১৫]*

ক. মৌলিক রাশি কাকে বলে? ১
খ. "বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না"–ব্যাখ্যা কর। ২
গ. B অবস্থানে পৌঁছাতে বিড়ালটি কত বেগ প্রাপ্ত হবে? ৩
ঘ. বিড়ালটি পৌঁছানোর পূর্বেই ইঁদুরটির পক্ষে রুটিটি সংগ্রহ করা সম্ভব হবে কি-না তা গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল রাশি স্বাধীন বা নিরপেক্ষ, যেগুলো অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

খ সময়ের সাপেক্ষে বেগের পরিবর্তনের হার তথা একক সময়ে বেগের পরিবর্তনই ত্বরণ।

অর্থাৎ ত্বরণ, $a = \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}} = \frac{\Delta v}{\Delta t}$

বেগের পরিবর্তন না হলে, $\Delta v = 0$

সেক্ষেত্রে ত্বরণ, $a = \frac{0}{\Delta t} = 0$

সুতরাং বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না।

গ দেওয়া আছে,

বিড়ালের আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

A হতে B অবস্থানে যেতে সরণ, $s = 9m$

বিড়ালের ত্বরণ, $a = 0.02\ ms^{-2}$

বের করতে হবে, B অবস্থানে বিড়ালটির বেগ তথা শেষবেগ, $v = ?$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2as$

$= (0ms^{-1})^2 + 2 \times 0.02ms^{-2} \times 9m$

$= 0.36\ m^2s^{-2}$

$\therefore v = \sqrt{0.36m^2s^{-2}} = 0.6\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ ইদুরের সমবেগ, $v = 0.4ms^{-1}$

এবং সরণ, $s_1 = 16m$

সুতরাং C অবস্থানে পৌঁছাতে ইদুরের t_1 পরিমাণ সময় লাগলে, $s_1 = vt_1$ বা, $t_1 = s_1/v = 16m/0.4ms^{-1} = 40$ sec

মনে করি, C অবস্থানে পৌঁছাতে বিড়ালের t_2 পরিমাণ সময় লাগে বিড়ালের সরণ, $s_2 = 9m + 16m = 25m$

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = 0.02ms^{-2}$

$\therefore s_2 = ut_2 + \frac{1}{2}at_2^2 = 0 \times t_2 + \frac{1}{2}at^2_2 = \frac{1}{2}at^2_2$

বা, $t_2^2 = \frac{2s_2}{a}$

$\therefore t_2 = \sqrt{\frac{2s_2}{a}}$

$= \sqrt{\frac{2 \times 25m}{0.02ms^{-2}}} = 50$ sec

যেহেতু 50 sec > 40 sec

অর্থাৎ $t_2 > t_1$

সুতরাং ইঁদুরটি আগে C অবস্থানে পৌঁছাবে, তাই বিড়ালটি পৌঁছানোর পূর্বেই ইদুরটির পক্ষে রুটিটি সংগ্রহ করা সম্ভব হবে।

প্রশ্ন ▶ ৪

বেগ m s^{-1}	0	10	20	30	40	50	60
সময় s	0	4	8	12	16	20	24

[রা. বো. ২০১৭]

ক. মাত্রা কাকে বলে? ১

খ. বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয় কেন ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে ৬ষ্ঠ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. প্রদত্ত তথ্যের আলোকে লেখচিত্র অংকন কর এবং এর ঢাল (Slope) নির্ণয় কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান বিভিন্ন বলে বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয়। আমরা জানি, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$ যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরু অঞ্চলে একটুখানি চাপা তাই পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R) ধ্রুবক নয়। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ (R) সবচেয়ে কম বলে সেখানে g এর মান সবচেয়ে বেশি। ফলে সেখানে বস্তুর ওজন বেশি। আবার বিষুব অঞ্চলে R এর মান সবচেয়ে বেশি বলে g এর মান সবচেয়ে কম। এ কারণে বিষুব অঞ্চলে বস্তুর ওজন সবচেয়ে কম। এছাড়া উচ্চতার ক্রিয়া ও আহ্নিক গতির ফলেও g এর মানের তারতম্য হওয়ার কারণে বস্তুর ওজনের তারতম্য হয়।

গ উদ্দীপক হতে পাই, আদিবেগ, $u = 0\ m\ s^{-1}$

শেষবেগ, $v = 60\ m\ s^{-1}$

সময়, $t = 24\ s$

আমরা জানি, সুষম ত্বরণ,

$$a = \frac{v-u}{t} = \frac{60\ \text{m s}^{-1} - 0\ \text{m s}^{-1}}{24\ \text{s}} = 2.5\ \text{m s}^{-2}$$

১ম 5 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

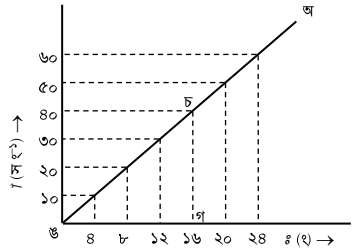
$$s_5 = ut_5 + \frac{1}{2}at_5^2 = 0 \times 5\ \text{s} + \frac{1}{2} \times 2.5\ \text{m s}^{-2} \times (5\ \text{s})^2$$
$$= 31.25\ \text{m}$$

১ম 6 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_6 = ut_6 + \frac{1}{2}at_6^2 = 0 \times 6\ \text{s} + \frac{1}{2} \times 2.5\ \text{m s}^{-1} \times (6\ \text{s})^2$$
$$= 45\ \text{m}$$

∴ ৬ষ্ঠ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_{6th} = s_6 - s_5 = (45 - 31.25)\ \text{m}$
$= 13.75\ \text{m}$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকে প্রদত্ত তথ্যের আলোকে নিচে বেগ – সময় লেখচিত্র অংকন করা হলো।



সময় (t) কে ভূজ এবং বেগ (v) কে কোটি ধরে অংকিত লেখচিত্র একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা OA হলো। OA রেখার উপর যেকোনো একটি বিন্দু P নেওয়া হলো। P থেকে t অক্ষের উপর PM লম্ব টানা হলো। এই লেখচিত্রের ঢাল $= \tan\theta = \frac{\text{jÁ¼}}{\text{f„wg}} = \frac{\text{PM}}{\text{OM}} = \frac{40\ \text{m s}^{-1}}{16\ \text{s}} = 2.5\ \text{m s}^{-2}$

প্রশ্ন ▶৫ একটি ট্রেন স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে সমত্বরণে 1 মিনিট চলার পর 30ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হয়। এরপর ট্রেনটি সুষম বেগে চলে 250m দূরত্ব অতিক্রম করার পর ড্রাইভার ব্রেক কষল এবং সুষম মন্দনে চলে 125m দূরত্বে গিয়ে থেমে গেল *।[রা. বো.-২০১৬]*

ক. সরণ কাকে বলে? ১

খ. সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি কেন? ২

গ. ট্রেনটির প্রথম 1 মিনিটে ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ট্রেনটির সুষম বেগে ও সুষম মন্দনে চলার সময় একই না ভিন্ন হবে গাণিতিক যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।

খ পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। সরল দোলক তার পর্যায়কালের অর্ধেক সময় এক দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে গতিশীল হয় বলে সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি।

গ দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 0\text{ms}^{-1}$
শেষবেগ, $v = 30\text{ms}^{-1}$
সময়, $t = 1$ মিনিট $= 60$ সেকেন্ড
ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি, $a = \frac{v-u}{t}$

$= \frac{30-0}{60}$

$= 0.5\text{ms}^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

সুষম বেগ, $v = 30\text{ms}^{-1}$
সুষম বেগে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = 250\text{m}$

সুষম মন্দনের ক্ষেত্রে আদিবেগ, $u_2 = v = 30\text{ms}^{-1}$
সুষম মন্দনের ক্ষেত্রে শেষবেগ, $v_2 = 0\ \text{ms}^{-1}$
সুষম মন্দনে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = 125\text{m}$
সুষম বেগে চলার সময়, $t_1 = ?$

সুষম মন্দনে চলার সময়, $t_2 = ?$

সুষম বেগের ক্ষেত্রে, $s_1 = vt_1$

$$\text{বা, } t_1 = \frac{s_1}{v} = \frac{250}{30} = 8.33 \text{ s}$$

সুষম মন্দনের ক্ষেত্রে, $s_2 = \frac{u_2 + v_2}{2} \times t_2$

$$\text{বা, } 125 = \frac{30 + 0}{2} \times t_2$$

$$\therefore t_2 = \frac{125 \times 2}{30} = 8.33 \text{ s}$$

যেহেতু, $t_1 = t_2$, সে কারণে গাড়িটির সুষম বেগে ও সুষম মন্দনে চলার সময় একই।

প্রশ্ন ▶৬ কোন সমতল রাস্তায় কিছু সময় গতিশীল একটি গাড়ির বিভিন্ন সময়ের বেগ নিচের ছকে দেওয়া হলো:

সময় t (মিনিট)	0	5	10	15	20	25
বেগ, v (মিটার/সেকেন্ড)	2	4	6	6	4	0

[দি. বো.-২০১৫]

ক. ভেক্টর রাশি কাকে বলে? ১

খ. তোমার ওজন পৃথিবীর সকল দেশেই সমান হবে কি? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. প্রথম 10 মিনিটে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. প্রদত্ত তথ্যের আলোকে বেগ-সময় লেখচিত্র অঙ্কন করে তা থেকে গাড়িটির গতিবেগ সম্পর্কে মতামত দাও। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সব ভৌত রাশির মান ও দিক দুই-ই আছে তাদেরকে ভেক্টর রাশি বা দিক রাশি বলে।

খ পৃথিবীর সকল দেশেই আমার ওজন সমান হবে না। আমরা জানি ওজন $W = mg$, এখানে, m = বস্তুর ভর এবং g = অভিকর্ষজ ত্বরণ। বস্তুর ভর একটি ধ্রুব রাশি; সুতরাং কোনো স্থানে বস্তুর ওজন অভিকর্ষজ ত্বরণে উপর নির্ভরশীল। আবার $g = \frac{GM}{R^2}$ সমীকরণে G এবং M ধ্রুব রাশি অর্থাৎ g এর মান ভূ-কেন্দ্র হতে ঐ স্থানের দূরত্বের উপর নির্ভর করে। সুতরাং বলা যায় ভূ-পৃষ্ঠের কোন একটি স্থানে g এর মান নির্দিষ্ট কিন্তু স্থানভেদে এর পরিবর্তন ঘটে। অর্থাৎ পৃথিবীর সবদেশে g এর মান আলাদা হওয়ায় আমার ওজন সমান হবে না।

গ এখানে,

আদিবেগ, $v_0 = 2 \text{ms}^{-1}$

10 min পর বেগ, $v_{10} = 6 \text{ ms}^{-1}$

সময়, $t = 10 \text{ min} = 600\text{s}$

$$\text{ত্বরণ} = \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}} = \frac{v_{10} - v_0}{t} = \frac{6-2}{600} \text{ ms}^{-2} = \frac{4}{600} \text{ ms}^{-2}$$

বের করতে হবে, অতিক্রান্ত দূরত্ব,$s = ?$

আমরা জানি,

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

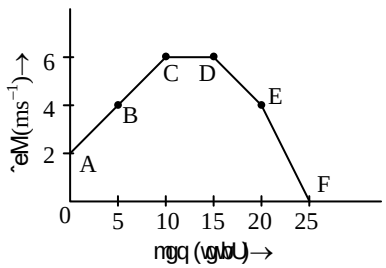
$$= 2 \times 600 + \frac{1}{2} \times \frac{4}{600} \times (600)^2$$

$$= (1200 + 2 \times 600) \text{ m}$$

$$= 2400 \text{ m}$$

গাড়িটি প্রথম 10 মিনিটে 2400m দূরত্ব অতিক্রম করবে। **(Ans.)**

N



চিত্র: বেগ-সময় লেখচিত্র

উপরের লেখচিত্র থেকে দেখা যায় আদি অবস্থায় গাড়িটি $2ms^{-1}$ বেগে চলতেছিল। A থেকে C অবস্থানে পৌছাতে একটি নির্দিষ্ট ত্বরণ $a = \frac{1}{150} ms^{-2}$ কাজ করে এবং C অবস্থানে গাড়িটির বেগ হয় $6ms^{-1}$। এ সময়ে গাড়িটি $s_1 = 2400m$ দুরত্ব অতিক্রম করে। পরবর্তী 5 min এ গাড়িটি C থেকে D অবস্থান এ পৌছায়, এ অবস্থায় গাড়িটি কোন ত্বরণ ছিল না এবং এ সময়ে

গাড়িটি, $s_2 = vt = (6 \times 300)m = 1800m$ | এখানে, $v = 6ms^{-1}$, $t = 5 min = 300 sec$

দূরত্ব অতিক্রম করে। D থেকে E পথে গাড়িটি সম মন্দনে চলে। এ সময় বেগ হ্রাস পেয়ে $4ms^{-1}$ হয়।

$\therefore$ মন্দন $= \frac{(4-6)ms^{-1}}{5 min} = -\frac{2ms^{-1}}{300s} = -\frac{1}{150} ms^{-2}$

এ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_3 = v_0t + \frac{1}{2}at^2$

$= 6 \times 300 + \frac{1}{2} \times \left(-\frac{1}{150}\right) \times (300)^2$

$= (1800 - 300)m$

$= 1500m$

পরবর্তী 5 min এ গাড়িটি E থেকে F অবস্থানে সম মন্দনে পৌছায়। F অবস্থানে গাড়িটির বেগ শূন্য।

সুতরাং মন্দন, $a = \frac{(0-4)ms^{-1}}{5 min} = -\frac{4}{300} ms^{-2}$

$= -\frac{1}{75} ms^{-2}$

এ সময়ে গাড়িটি অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_4 = v_0t + \frac{1}{2}at^2$

$= 4 \times 300 + \frac{1}{2} \times \left(-\frac{1}{75}\right) \times (300)^2$

$= (1200 - 600)m$

$= 600m$

সুতরাং গাড়ি কর্তৃক মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s = (2400 + 1800 + 1500 + 600)\ m$

$= 6300\ m$

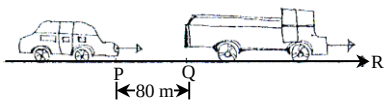
$= 6.3\ km$

অর্থাৎ গাড়িটি 25 মিনিটে তার গতিপথে মোট 6.3 km দূরত্ব অতিক্রম করে। সুতরাং গাড়িটির গড় বেগ ছিল।

গড়বেগ, $\bar{v} = \frac{\text{মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{মোট সময়}}$

$= \frac{6.3\ km}{25\ min} = 4.2\ ms^{-1}$

প্রশ্ন ▶ ৭



P অবস্থান থেকে একটি প্রাইভেট কার $21\ m\ s^{-1}$ সমবেগে এবং Q অবস্থান থেকে অপর একটি ট্রাক স্থির অবস্থান হতে $2\ m\ s^{-2}$ ত্বরণে একই দিকে চলছে? *[কু. বো. ২০১৭]*

ক. পিচ কী? ১

খ. বল একটি লব্ধ রাশি– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ট্রাকটির 20তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. চলার পথে প্রাইভেট কার ও ট্রাকটি পরস্পরকে কতবার অতিক্রম করবে?– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রুগজের টুপি একবার ঘোরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে বা রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে স্ক্রুটির পিচ বলে।

খ আমরা জানি,

$$\text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ} = \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} = \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^২}$$

এখানে ভর, সরণ এবং সময় হলো মৌলিক রাশি। সুতরাং একাধিক মৌলিক রাশির সমন্বয়ে গঠিত হওয়ায় বল একটি লব্ধ রাশি।

গ দেওয়া আছে, ট্রাকটির আদিবেগ, $u = 0\ \text{ms}^{-1}$

ট্রাকটির ত্বরণ, $a = 2\ \text{ms}^{-2}$

20 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_{20\text{th}} = ?$

আমরা জানি, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$\therefore$ 20 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_1 = 0 \times 20\ \text{s} + \frac{1}{2} \times 2\ \text{ms}^{-2} \times (20\ \text{s})^2 = 400\ \text{m}$$

এবং 19 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_2 = 0 \times 19\ \text{s} + \frac{1}{2} \times 2\ \text{ms}^{-2} \times (19\ \text{s})^2 = 361\ \text{m}$$

সুতরাং 20 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_{20\text{th}} = s_1 - s_2 = 400\ \text{m} - 361\ \text{m} = 39\ \text{m}$ **(Ans.)**

ঘ এখানে, P ও Q অবস্থানের মধ্যবর্তী দূরত্ব = 80 m

ধরি, t সময় পর প্রাইভেট কারটি ট্রাকটিকে অতিক্রম করবে।

দেওয়া আছে, প্রাইভেট কারটির বেগ, $v = 21\text{ms}^{-1}$

ট্রাকটির আদিবেগ, $u = 0\ \text{ms}^{-1}$

ট্রাকটির ত্বরণ, $a = 2\ \text{ms}^{-2}$

সুতরাং t সময়ে প্রাইভেট কার কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = vt$

এবং t সময়ে ট্রাক কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = ut + \frac{1}{2}at^2 = \frac{1}{2}at^2$ [$\because u = 0$]

শর্তানুসারে,

$$s_1 = s_2 + 80$$

বা, $vt = \frac{1}{2}at^2 + 80$

বা, $21t = \frac{1}{2} \times 2t^2 + 80$

বা, $t^2 - 21t + 80 = 0$

বা, $t^2 - 16t - 5t + 80 = 0$

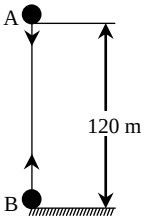
বা, $t(t - 16) - 5(t - 16) = 0$

বা, $(t - 16)(t - 5) = 0$

$\therefore t = 5$ s অথবা 16 s

সুতরাং, গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে দেখা যায়, প্রাইভেট কার ও ট্রাক পরস্পরকে 5 s ও 16 s পর দুইবার অতিক্রম করবে।

প্রশ্ন ▶ ৮



চিত্রে একটি বস্তু A-কে 120m উঁচু থেকে ফেলে দেয়া হলো। একই সময় অপর একটি বস্তু B-কে 19.6ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। *[কু. বো.-২০১৬]*

ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১

খ. 6×10^5N বল বলতে কী বুঝায়? ২

গ. 1.8s পরে A বস্তুটির বেগ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ভূমি ছাড়া বস্তুদ্বয় মিলিত হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো যন্ত্রের লভ্য কার্যকর শক্তি ও মোট প্রদত্ত শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

খ 6×10^5 N বল বলতে বুঝায়-

i. 1 kg ভরের কোনো বস্তুর 6×10^5 m s^{-2} ত্বরণ সৃষ্টিকারী বলের মান 6×10^5 N।

ii. 6×10^5 kg ভরের কোনো বস্তুর 1 m s^{-2} ত্বরণ সৃষ্টিকারী বলের মান 6×10^5 N।

গ দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 0$ ms^{-1}

সময়, $t = 1.8$ s

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8$ ms^{-2}

1.8 s পরে বেগ, $v = ?$

আমরা জানি, $v = u + gt$

$= 0 + 9.8 \times 1.8$

$= 17.64$ ms^{-1} **(Ans.)**

ঘ ধরা যাক, t সময় পর ভূমি থেকে x উচ্চতায় P বিন্দুতে বস্তুদ্বয় মিলিত হবে।

সুতরাং, t সময়ে A কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,

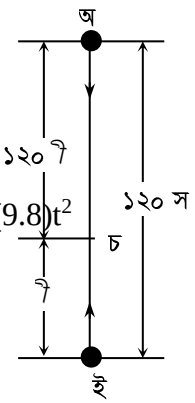
$$s_A = u_A t + \frac{1}{2} gt^2 = \frac{1}{2}(9.8)t^2$$

$$120 - x = 4.9\ t^2 \quad \ldots \quad (1)$$

আবার t সময়ে B কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_B = u_B t - \frac{1}{2} gt^2 = 19.6\ t - \frac{1}{2}(9.8)t^2$$

$$x = 19.6\ t - 4.9\ t^2 \quad \ldots \quad (2)$$



সমীকরণ (1) ও (2) যোগ করে

$$120 = 19.6\ t$$

$$t = \frac{120}{19.6}\ s = 6.122\ s$$

সমীকরণ (1) এ t এর মান বসিয়ে

$$120 - x = 4.9 \times (6.122)^2$$

$$\therefore\ x = 120 - 4.9 \times (6.122)^2$$

$$= -63.64\ m$$

যেহেতু x ঋণাত্মক, সেহেতু বস্তুদ্বয় ভূমির উপরে কোথাও মিলিত হতে পারে না।

প্রশ্ন ▶৯ নিচের সারণিতে ছয় সেকেন্ড পরপর একটি বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব দেওয়া হলো:

সময় (s)	দূরত্ব (m)
0	0
6	3
12	6
18	9
24	12
30	15
36	18

[কু. বো.-২০১৫]

ক. অভিকর্ষজ ত্বরণের মাত্রা লেখ। ১

খ. পড়ন্ত বস্তু সম্পর্কে গ্যালিলিও এর তৃতীয় সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. সারণিতে বর্ণিত গতির জন্য দূরত্ব-সময় লেখচিত্রটি অঙ্কন করে, 20 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. অসম বেগের জন্য দেখাও যে, সারণির দূরত্ব-সময় লেখচিত্রের এক বিশেষ মুহূর্তের যে কোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল ঐ বিন্দুতে বেগ নির্দেশ করে। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অভিকর্ষজ ত্বরণের মাত্রা হলো $[g] = LT^{-2}$।

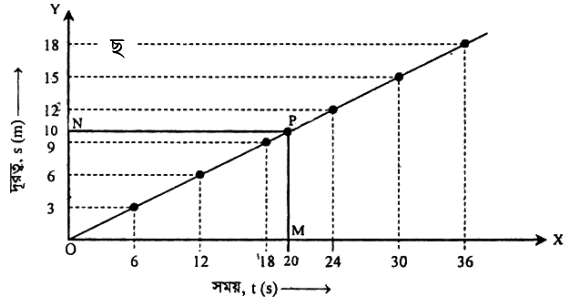
খ পড়ন্ত বস্তু সম্পর্কে গ্যালিলিওর তৃতীয় সূত্রটি হলো–

স্থির অবস্থান হতে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তু নির্দিষ্ট সময়ান্তে যে উল্লম্ব উচ্চতা অতিক্রম করে, তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক।

এ সূত্রানুসারে, স্থির অবস্থান হতে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু t_1, t_2, t_3 ..... সময়ান্তে যথাক্রমে h_1, h_2, h_3 ..... উচ্চতা অতিক্রম করলে,

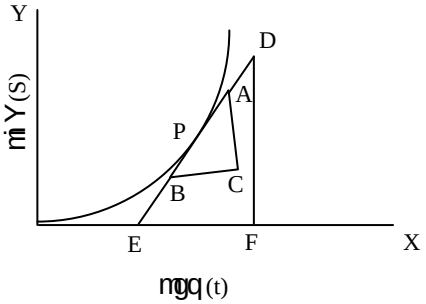
$\frac{h_1}{t_1^2} = \frac{h_2}{t_2^2} = \frac{h_3}{t_3^2}$ = ... ধ্রুবক।

গ উদ্দীপকে উল্লিখিত সারণি হতে সময় ও দূরত্বের মানসমূহ বসিয়ে নিম্নরূপ লেখচিত্র পাওয়া যায় :



মনে করি, 20 s নির্দেশকারী বিন্দুটি হলো M যা x-অক্ষকে ঐ বিন্দুতে ছেদ করেছে। M বিন্দুতে OX-এর উপর একটি লম্ব টানি যা y-অক্ষের সমান্তরাল এবং যা OQ রেখাকে বিন্দুতে ছেদ করে। P হতে y-অক্ষের উপর PN লম্ব আঁকি। লেখচিত্র থেকে দেখা যায় যে, 20 s সময়ে বস্তুটি 10 m দূরত্ব অতিক্রম করে।

ঘ



mgq (t)

উপরের চিত্রে অসম বেগে গতিশীল একটি বস্তুর দূরত্ব-সময় লেখচিত্র দেখানো হয়েছে। যেহেতু এক্ষেত্রে বস্তুটি সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে না তাই লেখচিত্রটি সরলরেখা হবে না। এটি একটি বক্ররেখা হবে। যেহেতু এক্ষেত্রে বস্তুটি সুষম বেগে চলছে না, কাজেই গতিকালের সকল মুহূর্তে এর বেগ সমান হয় না। ধরা যাক, কোনো এক বিশেষ মুহূর্তে বস্তুটির বেগ বের করতে হবে, যাকে বক্র রেখাটিতে P বিন্দু দিয়ে নির্দেশ করা হয়েছে। P বিন্দুতে বেগ নির্ণয় করতে হলে আমাদেরকে একটি অতি ক্ষুদ্র সমকোণী ত্রিভুজ ABC বিবেচনা করতে হবে যার অতিভুজ AB এত ক্ষুদ্র যে এটি P বিন্দুর অতি সন্নিকটে বক্ররেখার সাথে কার্যত মিলে যায়। অন্য কথায়, আমরা এই বক্ররেখার একটি খন্ডাংশ বিবেচনা করছি যেটি সরলরেখা রূপে গণ্য করার মতো যথেষ্ট ক্ষুদ্র।

তাহলে P বিন্দুতে বেগ = $\frac{\text{অঈ দ্বারা নির্দেশিত দঙরত্ব}}{\text{ইঈ দ্বারা নির্দেশিত সময় ব্যবধান}}$

বা, $v = \frac{AC}{BC}$

কিন্তু এত ছোট ত্রিভুজ বিবেচনা করে তার থেকে পরিমাপ করে সঠিক ফল পাওয়া মুশকিল। তাই আমরা P বিন্দুতে ED স্পর্শক আঁকি এবং ABC ত্রিভুজের সদৃশ কিন্তু অপেক্ষাকৃত বড় ত্রিভুজ DEF অঙ্কন করি।

এখন, ত্রিভুজ ABC এবং ত্রিভুজ DEF থেকে পাই, $\frac{AC}{BC} = \frac{DF}{EF}$

$v = \frac{DF}{EF}$; কিন্তু DF/EF হলো ED-এর ঢাল।

সুতরাং P বিন্দুতে বেগ হলো ঐ বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল। তাই বলা যায়, অসম বেগের জন্য সারণির দূরত্ব-সময় লেখচিত্রের এক বিশেষ মুহূর্তের যেকোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল ঐ বিন্দুতে বেগ নির্দেশ করে।

প্রশ্ন ▶১০ সাদেক মোটর সাইকেল নিয়ে তার বন্ধু দিপুর সাথে আরেক বন্ধুর বাড়ীর উদ্দেশ্যে বেড়াতে বের হলো। তাদের মোটর সাইকেল স্থির অবস্থা থেকে 10s এ $72 kmh^{-1}$ বেগপ্রাপ্ত হলো। অতঃপর সমবেগে 2km পথ অতিক্রম করে। *[চ. বো.-২০১৬]*

ক. সরণ কাকে বলে? ১

খ. বেগ ও দ্রুতির মধ্যে দু'টি পার্থক্য লিখ। ২

গ. সাদেকের মোটর সাইকেলটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. সাদেক উক্ত ত্বরণের অর্ধেক ত্বরণে সমস্ত পথ চললেও গন্তব্যে আগে পৌঁছত – গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।

খ বেগ ও দ্রুতির মধ্যে দুটি পার্থক্য নিম্নরূপ:

বেগ	দ্রুতি
(i) নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে বেগ বলে।	(i) যেকোনো দিকে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে।
(ii)	(ii)

গ সাদেকের মোটর সাইকেলের,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 72\ kmh^{-1} = \frac{72 \times 1000\ m}{3600\ s} = 20\ ms^{-1}$

সময়, $t = 10s$

ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি,

$$a = \frac{v - u}{t} = \frac{20 - 0}{10} = 2\ ms^{-2}$$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

10 s পরে বেগ, $v = 72\ kmh^{-1} = 20\ ms^{-1}$

সমবেগে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = 2\ km = 2000\ m$

ধরি,

সমত্বরণে অতিক্রান্ত দূরত্ব = s_1

'গ' অংশ হতে পাই, সমত্বরণ, $a = 2\ ms^{-2}$

আমরা জানি,

$$s_1 = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 2 \times (10)^2$$

$$= 100\ m$$

$\therefore$ মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = s_1 + s_2$

$= (100 + 2000)\ m$

$= 2100\ m$

সমবেগে 2km বা 2000 m পথ অতিক্রমের সময় t_2 হলে,

$$t_2 = \frac{s_2}{v} = \frac{2000}{20} = 100\ s$$

$\therefore$ উদ্দীপকে উল্লিখিত ব্যবস্থায় গন্তব্যে পৌঁছতে মোট সময় লাগবে,

$t' = (10 + 100)\ s = 110\ s$

ত্বরণ অর্ধেক হলে, $a_1 = \frac{2}{2} = 1\ ms^{-2}$

উক্ত ত্বরণে গন্তব্যে পৌঁছতে প্রয়োজনীয় সময় t_1 হলে,

$$s = ut_1 + \frac{1}{2}a_1t_1^2$$

বা, $2100 = 0 \times t_1 + \frac{1}{2} \times 1 \times t_1^2$

বা, $2100 = \frac{t_1^2}{2}$

বা, $t_1^2 = 2100 \times 2$

$\therefore\ t_1 = 64.8\ s$

যেহেতু, $t_1 < t'$ সেহেতু উক্ত ত্বরণের অর্ধেক ত্বরণে সমস্ত পথ চললেও সাদেক গন্তব্যে আগে পৌঁছবে।

প্রশ্ন ▶ ১১ একটি বস্তু স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে 5 সেকেন্ডে 50 মিটার পথ অতিক্রম করে। *[সি. বো. ২০১৭]*

ক. ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ শূন্য কেন? ২

গ. 15 সেকেন্ড পর বস্তুটির বেগ কত হবে? ৩

ঘ. পরবর্তী 30 মিটার পথ অতিক্রম করতে বস্তুটির কত সময় লাগবে? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে কোনো বস্তুর বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে।

খ কোনো বস্তুর আদি বেগ u এবং t সময় পর বেগ v হলে, ত্বরণ-

$$\text{বা, } a = \frac{v-u}{t}$$

কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে $v = u$, সুতরাং

$$a = \frac{u-u}{t} = 0$$

অর্থাৎ সমবেগে চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে বেগের পরিবর্তনের হার শূন্য হয়। অর্থাৎ কোনো ত্বরণ থাকে না।

গ দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 0\ \text{ms}^{-1}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 50\ \text{m}$

সময়, $t = 5\ \text{s}$

ত্বরণ $a = ?$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 50 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times a \times 5^2$$

$$\text{বা, } 50 = \frac{25a}{2}$$

$$\text{বা, } a = 4\ \text{m s}^{-2}$$

সুতরাং $t_1 = 15\ \text{s}$ পরে বস্তুটির বেগ

$$v = u + at_1 = 0 + 4\ \text{m s}^{-2} \times 15\ \text{s}$$
$$= 60\ \text{m s}^{-1}\ \textbf{(Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

বস্তুটির আদিবেগ, $u = 0\ \text{ms}^{-1}$

সময়, $t = 5\ \text{s}$

'গ' অংশ হতে পাই, ত্বরণ, $a = 4\ \text{m s}^{-2}$

ধরি, পরবর্তী 30 m দূরত্ব অতিক্রম করতে t_1 সময়ের প্রয়োজন।

এখন, মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 50\ \text{m} + 30\ \text{m} = 80\ \text{m}$

এ দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = 5\ \text{s} + t_1$

আমরা পাই,

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

$$\text{বা, } 80 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 4 \times t^2$$

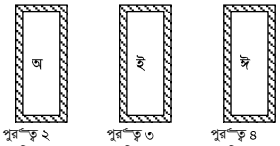
$$\text{বা, } 80 = 2 \times (5 + t_1)^2$$

$$\text{বা, } (5 + t_1)^2 = 40$$

$$\text{বা, } 5 + t_1 = 6.324$$

$$\therefore\ t_1 = 6.324 - 5 = 1.324\ \text{s}$$

প্রশ্ন ▶ ১২



চিত্র : A, B, C তিনটি ভিন্ন পুরুত্বের কাঠের তক্তা

10 gm ভরবিশিষ্ট একটি বুলেট 300 m s^{-1} বেগে A, B, C তক্তাত্রয়ের পুরুত্বের সমষ্টির এক-তৃতীয়াংশ প্রবেশ করে বেগ অর্ধেক হয়ে গেল। *[সি. বো. ২০১৭]*

ক. মহাকর্ষ বল কি? ১

খ. ঘর্ষণ বল কেন উৎপন্ন হয়? ২

গ. বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বুলেটটি অবশিষ্ট পুরুত্ব ভেদ করতে পারবে কিনা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মহাবিশ্বের যে কোনো দুটি বস্তুর মধ্যকার পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে।

খ আমরা কোনো তলকে যতই মসৃণ দেখি না কেন আসলে তা পুরোপুরি মসৃণ নয়। এতে অনেক উঁচু নিচু খাঁজ আছে। যখন দুটি তল পরস্পরের সংস্পর্শে আসে তখন উভয় তালের খাঁজগুলো পরস্পরের সাথে আটকে যায়। আবার, বস্তুদ্বয়ের স্পর্শ তলের অণুগুলো পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এসব কারণে তলদ্বয়ের আপেক্ষিক গতি বাধাগ্রস্ত হয় অর্থাৎ ঘর্ষণ বলের উৎপত্তি হয়।

গ দেওয়া আছে,

বুলেটটির ভর, $m = 10 \text{ gm} = 1 \times 10^{-2} \text{ kg}$

A তক্তার পূরত্ব = 2 cm

B তক্তার পূরত্ব = 3 cm

C তক্তার পূরত্ব = 4 cm

বুলেটটি যেহেতু A, B ও C তক্তাদ্বয়ের পূরত্বের সমষ্টির এক তৃতীয়াংশ প্রবেশ করে,

সুতরাং $s = \frac{1}{3}(2 + 3 + 4) \text{ cm} = 3 \text{ cm} = 3 \times 10^{-2} \text{ m}$

আদিবেগ, $u = 300 \text{ m s}^{-1}$

শেষবেগ, $v = \frac{1}{2}(300 \text{ m s}^{-1}) = 150 \text{ m s}^{-1}$

বের করতে হবে, বাধাদানকারী বল, $F = ?$

মন্দন, $a = ?$

আমরা জানি,

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

$$\therefore a = \frac{u^2 - v^2}{2s} = \frac{(300)^2 - (150)^2}{2 \times 3 \times 10^{-2}} \text{ m s}^{-2}$$

$$= 1125000 \text{ m s}^{-2}$$

আবার, বল, $F = ma = 1 \times 10^{-2} \times 1125000$

$= 11250 \text{ N}$ **(Ans.)**

ঘ বুলেটটি 3 cm প্রবেশের পর সম্পূর্ণ তক্তা ভেদ করতে হলে আরো (9 – 3) cm = 6 cm ভেদ করতে হবে।

এক্ষেত্রে আদি বেগ, $u = 150 \text{ ms}^{-1}$

এবং মন্দন, $a = 11250 \text{ ms}^{-2}$

শেষ বেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

ধরা যাক, বুলেটটি আরও s m দূরত্ব অতিক্রম করতে পারবে।

আমরা জানি,

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

$$\therefore s = \frac{u^2 - v^2}{2a} = \frac{(150)^2 - 0^2}{2 \times 1125000} = 10 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$= 1 \text{ cm}$

অর্থাৎ বুলেটটি আর 1 cm প্রবেশ করতে পারবে। সুতরাং বুলেটটি তক্তাকে ভেদ করতে পারবে না।

প্রশ্ন ▶ ১৩ 20ms^{-1} আদিবেগে একটি ক্রিকেট বলকে মুকুল খাড়া উপরের দিকে ছুঁড়ে দিল। একই সময়ে 30m দূর থেকে নিশান 6ms^{-1} সমবেগে ছুটে এসে বলটি ধরতে চেষ্টা করল। *[সি. বো.-২০১৬]*

ক. পিচ কাকে বলে? ১

খ. ক্ষমতা একটি লব্ধ রাশি – ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বলটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠেছিল? ৩

ঘ. নিশানের পক্ষে ছুটে বলটি মাটিতে পড়ার পূর্বে ধরা সম্ভব কিনা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রু গজের টুপি একবার ঘোরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে বা রৈখিক স্কেল বরাবর যতটুকু দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে স্ক্রুটির পিচ বলে।

খ ক্ষমতা একটি লব্ধ রাশি। কারণ, আমরা জানি,

$$\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{বল} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}}$$

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

$$= \frac{\text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}} \times \text{সরণ}}{(\text{সময়})^২} = \frac{\text{ভর} \times (\text{সরণ})^২}{(\text{সময়})^৩}$$

অর্থাৎ একাধিক মৌলিক রাশির সমন্বয়ে ক্ষমতা রাশিটি পাওয়া যায়। অতএব ক্ষমতা একটি লব্ধ রাশি।

গ

বলটি উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$ এখন আমরা জানি, নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে,	এখানে, নিক্ষেপণ বেগ, $u = 20\ ms^{-1}$ অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$ বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা, $h = ?$

$$v^2 = u^2 - 2gh$$

বা, $(0ms^{-1})^2 = (20ms^{-1})^2 - 2 \times 9.8ms^{-2} \times h$

বা, $0 = 400m^2s^{-2} - 19.6ms^{-2} \times h$

বা, $h = \frac{400m^2s^{-2}}{19.6ms^{-2}}$

$= 20.408m$ **(Ans.)**

ঘ বলটি খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করার পর সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠে আবার ভূমিতে ফিরে আসা পর্যন্ত শূন্যে থাকবে।

ধরা যাক, শূন্যে থাকার সময় বা উড্ডয়নকাল T s এবং T s পর বলটির সরণ, $h = 0$ m

এখানে, বলটির নিক্ষেপণ বেগ, $u = 20\ ms^{-1}$

এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

আমরা জানি,

বা, $h = uT - \frac{1}{2}gT^2$

বা, $0 = uT - \frac{1}{2}gT^2$

বা, $2uT = gT^2$

বা, $T = \frac{2u}{g} = \frac{2 \times 20}{9.8} = 4.08$ s

এবং সমবেগ, $v = 6\ ms^{-1}$

4.08 সময়ে নিশানের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 6 \times 4.08 = 24.48$ m

যা 30 m অপেক্ষা কম। সুতরাং নিশান বলটি ধরতে পারবে না।

প্রশ্ন ▶১৪ রফিক যখন তার বাবার গাড়িতে স্কুলে যাচ্ছিল তখন সে গাড়ির স্পিডোমিটার দেখে 10s পর পর গাড়ির গতিবেগ সংগ্রহ করে নিচের ছকে লিপিবদ্ধ করল।

সময় t(s)	0	10	20	30	40	50	60
গতিবেগ v (ms^{-1})	0	20	40	60	80	100	120

[সি. বো.-২০১৫]

ক. তাৎক্ষণিক দ্রুতি কাকে বলে? ১

খ. কম্পনশীল সুর শলাকার গতিকে স্পন্দন গতি বলা হয় কেন? ২

গ. রফিকের সংগৃহীত উপাত্ত থেকে বেগ-সময় লেখ অংকন কর। ৩

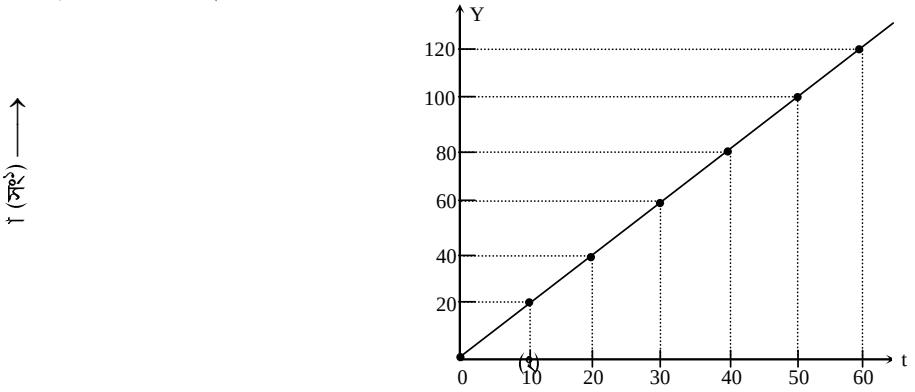
ঘ. প্রাপ্ত লেখচিত্রটি সুষম ত্বরণ নির্দেশ করে– গাণিতিক যুক্তির মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময় ব্যবধানের অনুপাতকে ঐ মুহূর্তকালের তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

খ আমরা জানি, পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। কম্পনের সময় সুরশলাকারা যেকোনো বাহু কম্পনের পর্যায়কালের অর্ধেক সময় যেদিকে গমন করে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে গমন করে ফলে স্পন্দন গতির সংজ্ঞানুসারে, কম্পনশীল সুর শলাকার গতি স্পন্দন গতি।

গ রফিকের সংগৃহীত উপাত্ত থেকে বেগ-সময় লেখ নিম্নরূপ। t (সময়) অক্ষ বরাবর ক্ষুদ্রতম বর্গের বাহুর দৈর্ঘ্যকে দুই একক ধরা হয়েছে। v (গতিবেগ) অক্ষ বরাবর ক্ষুদ্রতম বর্গের বাহুর দৈর্ঘ্যকে চার একক ধরা হয়েছে।



ঘ প্রথম t = 10 sec সময়কালের জন্য
আদিবেগ, u = 0 ms^{-1} এবং শেষবেগ, v = 20 ms^{-1}

$\therefore$ প্রথম 10 sec-এর জন্য গড় ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

$= \frac{20ms^{-1} - 0ms^{-1}}{10sec} = 2ms^{-2}$

অর্থাৎ t = 0 হতে t = 10 sec পর্যন্ত লেখচিত্রের অংশের ঢাল = $2ms^{-2}$
পরের t = 10 sec সময়কালের জন্য,
আদিবেগ, u = $20ms^{-1}$ এবং শেষবেগ, v = 40 ms^{-1}

সুতরাং পরবর্তী 10 sec-এর জন্য গড়ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

$= \frac{40ms^{-1} - 20ms^{-1}}{10sec} = 2ms^{-2}$

অর্থাৎ t = 10 sec হতে t = 20 sec পর্যন্ত লেখচিত্রের অংশের ঢাল = $2ms^{-2}$ অনুরূপে, প্রদত্ত সময় ব্যবধির যে কোনো অংশে এবং মুহূর্তে ত্বরণের মান $2ms^{-2}$ যা ধ্রুবমানের।
সুতরাং প্রাপ্ত লেখচিত্রটি সুষম ত্বরণ নির্দেশ করে। সুষম ত্বরণ হওয়ার কারণেই 'গ' অংশে v – t লেখচিত্রটি সরলরেখা পাওয়া গিয়েছে। এ সরলরেখার যেকোনো অংশেরই ঢাল (যা ত্বরণ নির্দেশ করে) নির্ণয় করা হোক না কেন, তা ধ্রুবমান ($2ms^{-2}$) নির্দেশ করে।

প্রশ্ন ▶ ১৫ একজন শিকারি একটি পাখিকে লক্ষ্য করে 2kg ভরের একটি বন্দুক থেকে $400ms^{-1}$ বেগে একটি বুলেট ছুড়লে। বুলেটটি লক্ষ্য ভ্রষ্ট হয়ে একটি গাছে আঘাত করে এবং 4.5cm প্রবেশ করার পর থেমে যায়। বুলেটের ভর 10g। *[মির্জাপুর ক্যাডেট কলেজ, টাঙ্গাইল]*

ক. তরঙ্গ কী? ১
খ. বল, ভর এবং ত্বরণের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করো। ২
গ. বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. বুলেটের উপর বাধাদানকারী বলের মান এবং উক্ত দূরত্ব অতিক্রম করতে কত সময় লেগেছিল তা নির্ণয় করো। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাই তরঙ্গ।

খ মনে করি, u আদি বেগে চলমান m ভরের কোনো বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করায় এতে a ত্বরণ সৃষ্টি হয় এবং t সময় পরে এর বেগ v হয়।

$\therefore$ ভরবেগের পরিবর্তনের হার = $\frac{mv - mu}{t} = m\ \frac{v-u}{t} = ma$

নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রানুসারে,
ভরবেগের পরিবর্তনের হার $\propto$ বল
বা, ma $\propto$ F
বা, ma = kF – (i) [এখানে, k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক]
1N বলের সংজ্ঞানুসারে, m = 1kg এবং a = $1ms^{-2}$ হলে F = 1N হয়।
এই মানসমূহ (i) নং এ বসিয়ে পাই, 1 = k.1. 1 বা, k = 1
$\therefore$ F = ma
বা, বল = ভর $\times$ ত্বরণ
ইহাই বলের সাথে ভর ও ত্বরণের সম্পর্ক।

গ দেওয়া আছে,

বন্দুকের ভর, $m_1 = 2kg$
বন্দুকের আদিবেগ, $u_1 = 0\ ms^{-1}$
গুলির ভর, $m_2 = 10g = 0.01kg$
গুলির আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
গুলির শেষবেগ, $v_2 = 400\ ms^{-1}$

বন্দুকের শেষ বেগ v_1 হলে,
ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে আমরা পাই,

$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$
বা, $2 \times 0 + 0.01 \times 0 = 2 \times v_1 + 0.01 \times 400$
বা, $2v_1 = -4$
বা, $v_1 = -\frac{4}{2}$
$\therefore\ v_1 = -2ms^{-1}$

এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন বন্দুকের পশ্চাৎবেগ নির্দেশ করে।
$\therefore$ বন্দুকের পশ্চাৎবেগ $2ms^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,
গুলিটির গাছের ভিতর অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 4.5\ cm = 0.045m$
গুলির আদিবেগ, $u = 400ms^{-1}$
গুলির শেষবেগ, $v = 0ms^{-1}$
গুলির ভর, $m = 10g = 0.01\ kg$
বের করতে হবে, বাধাদানকারী বল, $F = ?$
এবং সময়, $t = ?$

আমরা জানি,
$v^2 = u^2 + 2as$
বা, $0^2 = 400^2 + 2a \times 0.045$
বা, $a = -\frac{400^2}{2 \times 0.045}$
$\therefore\ a = -1.78 \times 10^6\ ms^{-2}$ [মন্দন]
আবার, $F = ma$
$= 0.01 \times (-1.78 \times 10^6)$
$= -1.78 \times 10^4 N$ [ঋণাত্মক চিহ্ন বাধাদানকারী বলকে নির্দেশ করে]
আবার, $v = u + at$
বা, $0 = 400 - 1.78 \times 10^6 t$
বা, $t = \frac{400}{1.78 \times 10^6}$
$\therefore\ t = 2.25 \times 10^{-4}$ sec

সুতরাং, বাধাদানকারী বলের মান $= 1.78 \times 10^4$ N
এবং ঐ দূরত্ব অতিক্রম করতে প্রয়োজনীয় সময় $= 2.25 \times 10^{-4}$ sec.

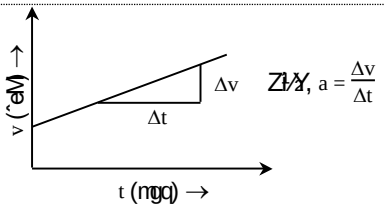
প্রশ্ন ▶ ১৬ একজন গাড়িচালক $54\ kmh^{-1}$ বেগে চলার অবস্থায় 46 m দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেয়ে সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। গাড়িটি পথচারীর 1 m সামনে এসে থেমে গেল। *[ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট কলেজ]*

ক. মৌলিক রাশি কী? ১
খ. সরলরেখায় সমত্বরণে চলন্ত কোনো বস্তুকণার বেগ বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কন করো। ২
গ. ব্রেক চাপার পর গাড়িটি থামতে কত সময় লাগবে নির্ণয় করো। ৩
ঘ. গাড়িটির বেগ কত হলে গাড়িটি পথচারীর ঠিক সামনে এসে থামবে– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল রাশি স্বাধীন বা নিরপেক্ষ, যেগুলো অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে।

খ সরলরেখায় সমত্বরণে চলমান কোন বস্তুর বেগ (v) সময়ের (t) সাথে সমান অনুপাতে বৃদ্ধি পায়। আদিবেগ শূন্য না হলে অর্থাৎ $t = 0$ সময়ে বস্তুর বেগ অশূন্য হলে বেগ-সময় লেখচিত্রটি একটি সরলরেখা হবে যা মূলবিন্দুগামী নয়। উক্ত সরলরেখার যেকোনো বিন্দুতে ঢাল ঐ বিন্দুতে ত্বরণ নির্দেশ করে। লেখটি সরলরেখা হওয়ায় সমত্বরণ অর্থাৎ সকল বিন্দুতে সমান ঢাল নির্দেশ করবে।



গ এখানে,

গাড়ির আদিবেগ, $u = 54\ kmh^{-1}$

$$= \frac{54 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1}$$

$$= 15\ ms^{-1}$$

গাড়ির শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = (46 - 1)\ m$

$$= 45\ m$$

গাড়ি থামতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

আমরা জানি,

$$s = \left(\frac{u + v}{2}\right) t$$

বা, $t = \frac{2 \times s}{u + v} = \frac{2 \times 45}{15 + 0}\ s$

$\therefore t = 6\ s$ **(Ans.)**

ঘ এখানে,

'গ' অংশ হতে, গাড়ির আদিবেগ, $u = 15\ ms^{-1}$

গাড়ির শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

গাড়ি থামতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = 6s$

মন্দন, $a = ?$

আমরা জানি,

ত্বরণ, $a = \frac{v - u}{t}$

বা, $a = \frac{0 - 15\ ms^{-1}}{6\ s}$

$\therefore a = -2.5\ ms^{-2}$

গাড়িটির পথচারীর ঠিক সামনে এসে থামতে হলে,

গাড়ি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = 46\ m$

গাড়ির শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

গাড়ির মন্দন, $a = -2.5\ ms^{-2}$

গাড়ির আদিবেগ, $u = ?$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

বা, $u^2 = v^2 - 2as$

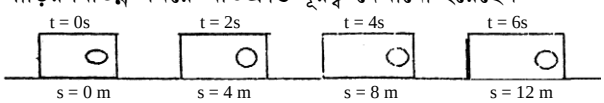
বা, $u^2 = 0^2 - 2 \times (-2.5\ ms^{-2}) \times 46\ m$

বা, $u = \sqrt{230}\ ms^{-1}$

$\therefore u = 15.166\ ms^{-1}$

সুতরাং, গাড়িটি পথচারীর ঠিক সামনে এসে থামতে হলে গাড়ির বেগ $15.166\ ms^{-1}$ হতে হবে।

প্রশ্ন ▶১৭ নিচের চিত্রে ব্রীজে চলন্ত একটি গাড়ির বিভিন্ন সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব দেখানো হয়েছে।



[রাজশাহী ক্যাডেট কলেজ]

ক. দ্রুতি কাকে বলে? ১

খ. $g = 9.8\ ms^{-2}$ বলতে কী বোঝ? ২

গ. গাড়িটির বেগ-সময় গ্রাফটি আঁকো। ৩

ঘ. মনে করো, গাড়িটি 40m উচ্চতা থেকে নদীতে পড়ছে এবং নদীতে পড়ার সময় বেগ ব্রীজে চলার সময়ের চেয়ে বেশি হলে, ব্রীজে গাড়ির বেগ এবং নদীতে পড়ার বেগের তুলনা করে তোমার মতামত দাও। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর একক সময়ে যেকোনো দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব হল দ্রুতি।

খ অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুতে যে ত্বরণ সৃষ্টি হয় তাকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে, যা সুষম ত্বরণের একটি উৎকৃষ্ট প্রাকৃতিক উদাহরণ। ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $9.8 ms^{-2}$ বলতে বুঝায়, ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত যেকোনো বস্তুর ত্বরণ হয় $9.8 ms^{-2}$ অর্থাৎ বস্তুটি যখন ভূ-পৃষ্ঠের দিকে আসতে থাকে তখন এর বেগ প্রতি সেকেন্ডে $9.8 ms^{-1}$ করে বাড়তে থাকে।

গ OS হতে 2 sec এ বেগ $v_1 = \frac{\Delta s_1}{\Delta t_1} = \frac{4-0}{2-0} = 2\ ms^{-1}$

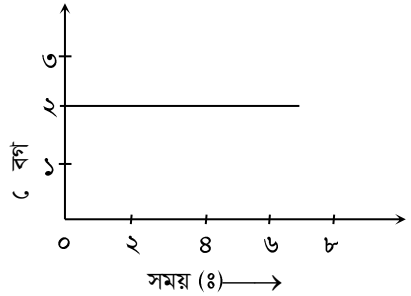
2 sec হতে 4 sec এ বেগ $v_2 = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} = \frac{8-4}{4-2} = 2\ ms^{-1}$

4 sec হতে 6 sec এ বেগ $v_3 = \frac{\Delta s_2}{\Delta t_2} = \frac{12-8}{6-4} = 2\ ms^{-1}$

$\therefore v_1 = v_2 = v_3 = 2 ms^{-1}$

সময়ের সাথে বেগের পরিবর্তন হয় না। তাই গাড়িটি সমবেগে চলছে।

নিচে গাড়িটির বেগ সময় লেখ চিত্রটি দেয়া হল–



ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

গাড়িটির ব্রীজে চলার সময়, $t_1 = 6s$

নদী থেকে ব্রীজের উচ্চতা, $h = 40\ m$

জানা আছে, অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

"গ" অংশ হতে পাই, ব্রীজে গাড়ির বেগ, $v_1 = 2 ms^{-1}$

এখন, নদীতে পড়তে গাড়ির t_2 সময় লাগলে,

$h = ut_2 + \frac{1}{2} gt_2^2$

বা, $40 = 0 \times t_2 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times t_2^2$ [∵ গাড়িটি অনুভূমিকভাবে চলছে উলম্ব

বা, $t_2 = \sqrt{\frac{80}{9.8}}$ দিকে গাড়ির আদি বেগ শূন্য হবে।]

$\therefore t_2 = 2.857\ sec < 6s$

অতএব, নদীতে পড়ার সময়কাল ব্রিজে চলার সময়কালের চেয়ে কম।

ধরি, নদীতে পড়ার সময় গাড়ির বেগ = v_2

$\therefore v_2 = u + gt_2$

$= 9.8 \times 2.857\ ms^{-1}$

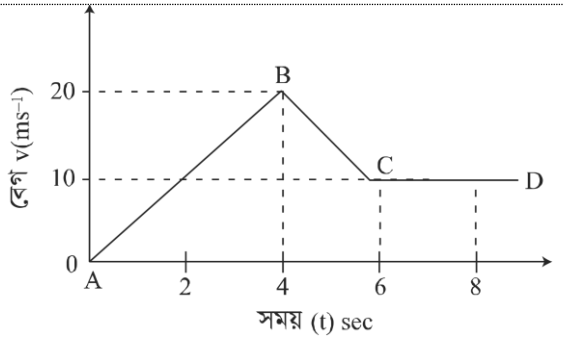
$\approx 28\ ms^{-1}$ (প্রায়)

$\therefore \frac{v_2}{v_1} = \frac{28}{2} = 14$

বা, $v_2 = 14 v_1$

সুতরাং, নদীতে পড়ার মুহূর্তে গাড়ির বেগ ব্রীজে চলাকালীন বেগের 14 গুণ।

প্রশ্ন ▶ ১৮



[জয়পুরহাট গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে? ১

খ. অসম ত্বরণ কখন ঘটে? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. B ও C বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্ব নির্ণয় করো? ৩

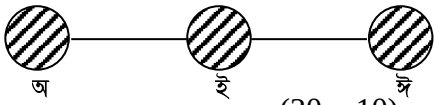
ঘ. উদ্দীপক অনুসারে A থেকে D বিন্দুর মধ্যবর্তী ত্বরণের পরিবর্তন বিশ্লেষণ করো। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দৃঢ় বস্তুর সাপেক্ষে কোন বস্তুর গতি বর্ণনা করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

খ যদি কোন বস্তুর গতিকালে তার ত্বরণের মান বা দিক অথবা উভয়ই পরিবর্তন হয় তাহলে সেই ত্বরণকে অসমত্বরণ বলে। অর্থাৎ বস্তুর গতিকালে তার বেগের পরিবর্তনের হার সমান থাকে না।

মনে করি, A বিন্দুতে কোনো বস্তুর বেগ 10 ms^{-1}, ২ সেকেন্ড পর বেগ 3 বিন্দুতে বেগ 20ms^{-1}। আবার আরও 2 সেকেন্ড পর C বিন্দুতে বেগ 40 ms^{-1}



১ম ক্ষেত্রে বেগ বৃদ্ধির হার তথা ত্বরণ = $\frac{(20-10)\ ms^{-1}}{25\ s} = 5\ ms^{-2}$

২য় ক্ষেত্রে, বেগ বৃদ্ধির হার (BC অংশে) তথা ত্বরণ = $\frac{(40-20)ms^{-1}}{25\ s}$

$= 10ms^{-2}$

অর্থাৎ গতিকালে যদি বেগের পরিবর্তনের হার সমান না থাকে তাহলে অসম ত্বরণ ঘটে।

গ দেওয়া আছে,

BC অংশের আদিবেগ, u = 20 ms^{-1}

শেষ বেগ, v = 10 ms^{-1}

সময়, t = 2s

অতিক্রান্ত দুরত্ব, s = ?

আমরা জানি, সুষম ত্বরণের জন্য,

$$s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$$

$$= \left(\frac{20+10}{2}\right) \times 2$$

$\therefore$ s = 30 m **(Ans.)**

ঘ এখানে, AB অংশের আদিবেগ, u = 0 ms^{-1}

শেষবেগ, v = 20 ms^{-1}

সময়, t = 4s

AB অংশের ত্বরণ a_1 হলে

$$a_1 = \frac{v-u}{t}$$

$$= \frac{(20-0)\ ms^{-1}}{4s}$$

$= 5\ ms^{-2}$

আবার, BC অংশের আদিবেগ, u = 20 ms^{-1}

শেষ বেগ, v = 10 ms^{-1}

সময়, $t = (6 - 4)s = 2s$

BC অংশের ত্বরণ a_2 হলে

$$a_2 = \frac{v - u}{t}$$

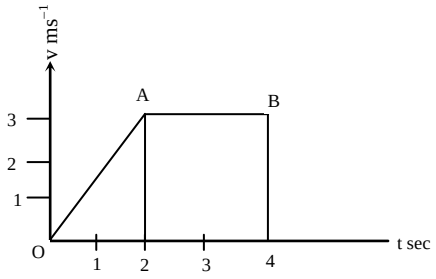
$$= \frac{(10 - 20)\ ms^{-1}}{2s}$$

$$= -5\ ms^{-2}$$

এবং CD অংশে বেগের কোন পরিবর্তন হয়নি। সুতরাং CD অংশ সমবেগ নির্দেশ করে। অর্থাৎ ত্বরণ শূন্য।

সুতরাং লেখচিত্রের AB অংশ সমত্বরণ BC অংশ সমমন্দন এবং CD অংশ ত্বরণ শূন্য তথা সমবেগ নির্দেশ করছে।

প্রশ্ন ▶ ১৯ একটি বস্তুর ভর 4kg এবং বস্তুটির গতিবেগের লেখচিত্র হলো–



[কুমিল্লা ক্যাডেট কলেজ]

ক. স্পন্দন গতি কাকে বলে? ১

খ. পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ একই থাকে– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল বলের মান কত? ৩

ঘ. বস্তুটির প্রথম 2s ও পরবর্তী 2s এ অতিক্রান্ত দূরত্বের মধ্যে তুলনা করো।

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো এক দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় পূর্বগতির বিপরীত দিকে চলে তাহলে তার গতিকে স্পন্দনগতি বলে।

খ মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর উপর ধ্রুব বল অভিকর্ষজ বল কাজ করে। ফলে বস্তুটির উপর কার্যরত ত্বরণ অর্থাৎ অভিকর্ষজ ত্বরণ, g একই থাকে।

গ এখানে,

বস্তুটির ভর, $m = 4kg$

উদ্দীপকের OA অংশে শুধু বেগের পরিবর্তন ঘটে অর্থাৎ ত্বরণ হয়।

$\therefore$ OA অংশেই শুধু বল প্রয়োগ করা হয়েছে।

তাহলে, বস্তুটির ত্বরণ, a = OA সরলরেখার ঢাল $= \frac{\Delta v}{\Delta t}$

$$= \frac{3 - 0}{2 - 0}$$

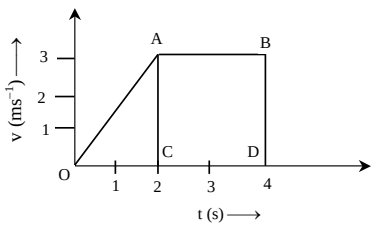
$$= \frac{3}{2} = 1.5\ ms^{-2}$$

$\therefore$ বস্তুটির উপর ক্রিয়ারত বল, $F = ma$

$$= 4kg \times 1.5\ ms^{-2}$$

$$= 6\ N$$ **(Ans.)**

ঘ



বস্তুটির প্রথম 2s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, s_1 = OAC ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 3$$

$$= 3\ m$$

আবার,

পরবর্তী 2s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, s_2 = ABDC আয়তক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল
$= 2 \times 3$
$= 6m$
এখানে, $s_2 > s_1$
অর্থাৎ, বস্তুটি প্রথম 2s এ যে দূরত্ব অতিক্রম করে পরবর্তী 2s এ এর চেয়ে $(6 - 3)m = 3m$ বেশি দূরত্ব অতিক্রম করে।

প্রশ্ন ▶ ২০ স্থির অবস্থা থেকে এটি বাস $4ms^{-2}$ সমত্বরণে চলতে শুরু করল। বাসের 100m পিছনে একটি গাড়ি $4ms^{-1}$ সমবেগে চলছে।
[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. অভিকর্ষজ ত্বরণ কী? ১
খ. মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সর্বোচ্চ কেন? ২
গ. কখন বাস এবং গাড়ির বেগ সমান হবে? ৩
ঘ. তারা কী একাধিকবার মিলিত হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো? ৪

২০ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

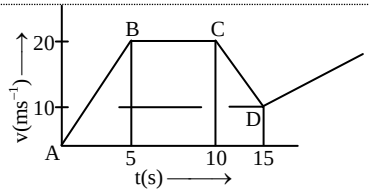
ক অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

খ পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, তাই পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R ও ধ্রুবক নয়। আমরা জানি, অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান পৃথিবীর ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে; $g = \frac{GM}{R^2}$ অর্থাৎ অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর ব্যাসার্ধের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। ফলে R এর মান সর্বোচ্চ হলে g এর মান সর্বনিম্ন এবং R এর মান সর্বনিম্ন হলে g এর মান সর্বোচ্চ হবে। যেহেতু মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R সবচেয়ে কম। সুতরাং যেখানে g এর মান সবচেয়ে বেশি।

গ দেওয়া আছে,
বাসের আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 4ms^{-2}$
শর্তমতে, শেষবেগ, v = গাড়ির সমবেগ $= 4ms^{-1}$
বের করতে হবে, শেষবেগ $4ms^{-1}$ হতে প্রয়োজনীয় সময়, t = ?
আমরা জানি,
$v = u + at = 0 + 4 \times t$
বা, $t = \frac{4}{4}$
$\therefore t = 1$ sec **(Ans)**

ঘ উদ্দীপক অনুসারে
বাসের আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 4ms^{-2}$
গাড়ির সমবেগ, $v = 4ms^{-1}$
ধরা যাক, বাস ও গাড়িটি t সময় পর মিলিত হবে এবং এ সময়ে বাসটি s দূরত্ব অতিক্রম করে এবং গাড়িটি (s + 100) দূরত্ব অতিক্রম করে।
$\therefore$ বাসের ক্ষেত্রে,
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ [$\because u = 0$]
বা, $s = \frac{1}{2}4t^2$
বা, $s = 2t^2$ ..... (1)
এবং গাড়ির ক্ষেত্রে,
$s + 100 = vt$
বা, $s = 4t - 100$ ..... (2)
শর্তমতে, $2t^2 = 4t - 100$
বা, $t^2 - 2t + 50 = 0$
এখানে নিশ্চায়ক, $D = (b^2 - 4ac)$
$= (-2)^2 - 4.1.50$
$= -196 < 0$
যেহেতু $D<0$, তাই এই সমীকরণের মূলগুলো কাল্পনিক।
তাই সমীকরণ সমাধান করা সম্ভব নয়।
সুতরাং বাস এবং গাড়িটি কখনোই মিলিত হবে না।

প্রশ্ন ▶ ২১



[ফেনী গার্লস ক্যাডেট কলেজ]

ক. সুষমবেগ কাকে বলে? ১

খ. একটি বস্তুর ত্বরণ $5ms^{-2}$ বলতে কী বোঝ? ২

গ. গ্রাফ থেকে মন্দন হিসেব করো। ৩

ঘ. A থেকে C অবস্থানের দূরত্ব গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যদি গতিশীল কোন বস্তুর বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাহলে সেই বস্তুর বেগকে সুষমবেগ বলে।

খ একটি বস্তুর ত্বরণ $5\ ms^{-2}$ বলতে বোঝায়, বস্তুটির বেগ প্রতি সেকেন্ডে $5ms^{-1}$ হারে বৃদ্ধি পায়।

গ উদ্দীপকের গ্রাফ অনুসারে, বস্তুটি AB অংশে সমত্বরণে, BC অংশে সমবেগে এবং CD অংশে সমমন্দনে চলে।

দেওয়া আছে,

C বিন্দুতে বেগ, $u = 20ms^{-1}$

D বিন্দুতে বেগ, $v = 10\ ms^{-1}$

সময়, $t = 5\ s$

বের করতে হবে, মন্দন, $a = ?$

আমরা জানি,

$v = u - at$

বা, $a = \frac{u - v}{t} = \frac{20 - 10}{5}$

$\therefore a = 2ms^{-2}$ **(Ans)**

ঘ উদ্দীপকের গ্রাফ অনুসারে বস্তুটি AB অংশে সমত্বরণে এবং BC অংশে সমবেগে চলে

AB অংশের ক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u = 0ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 20\ ms^{-1}$

সময়, $t = 5s$

AB অংশের দূরত্ব s_1 হলে,

সুষম ত্বরণের ক্ষেত্রে,

$$s_1 = \left(\frac{u + v}{2}\right) t$$

$$= \left(\frac{0 + 20}{2}\right) \times 5$$

$$= 50\ m$$

BC অংশের ক্ষেত্রে,

সমবেগ, $v' = 20ms^{-1}$

সময়, $t = 5s$

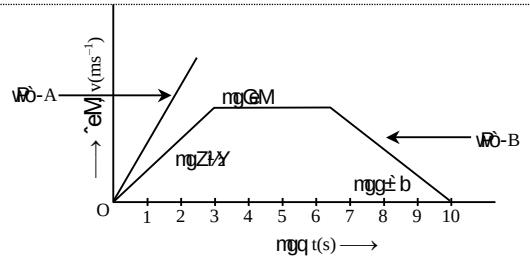
BC অংশের দূরত্ব s_2 হলে,

$s_2 = v' t = 20 \times 5 = 100\ m$

$\therefore$ মোট দূরত্ব $s = s_1 + s_2 = 50 + 100 = 150\ m$

সুতরাং, A থেকে C অবস্থানের দূরত্ব 150 m।

প্রশ্ন ▶ ২২



[ফৌজদারহাট ক্যাডেট কলেজ]

ক. সুষম ত্বরণের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. কোন স্থিতি বা কোন গতি পরম নয়। ব্যাখ্যা করো। ২

গ. B লেখচিত্রের জন্য বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

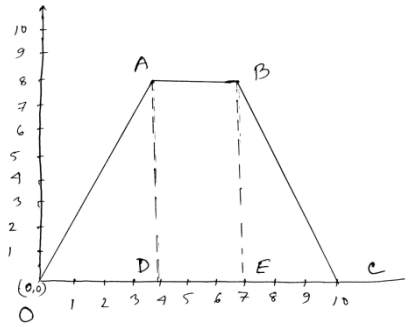
ঘ. কোনো রেখা যত খাড়া, বস্তুর ত্বরণ তত বেশি গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

খ পরম স্থিতিশীল প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর স্থিতিকে পরম স্থিতি বলে এবং পরম স্থিতিশীল প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতিকে পরম গতি বলে। কিন্তু এ মহাবিশ্বের এমন কোনো প্রসঙ্গ বস্তু পাওয়া সম্ভব নয় যা প্রকৃতপক্ষে স্থির রয়েছে। কারণ পৃথিবী প্রতিনিয়ত সূর্যের চারদিকে ঘুরছে, সূর্য ও তার গ্রহ, উপগ্রহ নিয়ে ছায়াপথে ঘুরছে। কাজেই আমরা যখন কোনো বস্তুকে স্থিতিশীল বা গতিশীল বলি তা আমরা কোনো আপাত স্থিতিশীল বস্তুর সাপেক্ষে বলে থাকি। কাজেই আমরা বলতে পারি এ মহাবিশ্বের সকল স্থিতিই আপেক্ষিক, সকল গতিই আপেক্ষিক।

গ B চিত্রটি নিম্নে দেওয়া হলো–



বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে OABC ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফলের সমান।

এখানে,

AB = (7 – 4) একক

= 3 একক

OC = 10 একক

AD = 8 একক

আমরা জানি,

ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল = $\frac{1}{2}$ × সমান্তরাল

বাহুদ্বয়ের যোগফল × সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের দূরত্ব

OABC ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল

$= \frac{1}{2} \times (AB + OC) \times AD$

$= \frac{1}{2} \times (3 + 10) \times 8$

= 52 একক

∴ বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব = 52 m

ঘ কোন বস্তু সমত্বরণে গতিশীল হলে সেই বস্তুর বেগ বনাম সময় লেখচিত্র থেকে ত্বরণ নির্ণয় করা যায়। লেখচিত্রের রেখা যত বেশি খাড়া হয় তার ঢাল তত বেশি। আর রেখার এই ঢাল ত্বরণের মান নির্দেশ করে।

চিত্র A থেকে,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

শেষ বেগ, $v = 10ms^{-1}$

সময়, $t = 2\ s$

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

$= \frac{10 - 0}{2 - 0}$

$\therefore a = 5\ ms^{-2}$

চিত্র B থেকে (১ম অংশের জন্য)

আদিবেগ, $u' = 0\ ms^{-1}$

শেষ বেগ, $v' = 8\ ms^{-1}$

সময়, $t' = 4s$

ত্বরণ, $a' = \frac{v' - u'}{t' - 0}$ = ঢাল = $\frac{\Delta v}{\Delta t}$

$= \frac{8 - 0}{4 - 0}$

$\therefore a' = 2ms^{-2}$

এখানে, $a > a'$

অতএব, A রেখার ঢালের মান B রেখার ঢাল হতে বেশি তাই A রেখা বেশি খাড়া। আবার গাণিতিকভাবে A চিত্রের রেখার ত্বরণ B চিত্রের রেখার ত্বরণ হতে বেশী। সুতরাং রেখা যত বেশি খাড়া হবে, ত্বরণ তত বেশি হবে।

প্রশ্ন ▶ ২৩ দুইটি গাড়ী A এবং B সিলেট থেকে ঢাকা দুটি সমান্তরাল পথে যাচ্ছে। A গাড়িটি স্থির অবস্থা থেকে $10\ ms^{-2}$ ত্বরণে চলতে আরম্ভ করল। B গাড়িটি একই সময়ে $100\ ms^{-1}$ সমবেগে চলতে আরম্ভ করল। *[সিলেট ক্যাডেট কলেজ]*

ক. ক্রান্তিকোণ কি? ১

খ. উচ্চতার পরিবর্তনের সাথে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ পরিবর্তন হয় কেন? ২

গ. A এবং B দুই গাড়ির জন্য 50 km পথ অতিক্রমন করতে কত সময় লাগবে?– নির্ণয় করো। ৩

ঘ. A গাড়িটি B গাড়িটিকে কি অতিক্রম করতে পারবে? –গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট রঙের আলোক রশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে হালকা মাধ্যমে প্রতিসরণের সময় আপতন কোণের যে মানের জন্য প্রতিসরণ কোণ এক সমকোণ হয়। অর্থাৎ প্রতিসরিত রশ্মি বিভেদতল ঘেষে যায় তাকে ঐ হালকা মাধ্যমের সাপেক্ষে ঘন মাধ্যমের ক্রান্তি কোণ বলে।

খ বায়ুমণ্ডলীয় চাপ নির্ভর করে বায়ুমণ্ডলের উচ্চতা ও বায়ুর ঘনত্বের ওপর। সমুদ্র সমতল থেকে যত ওপরে ওঠা যায় তত বায়ু স্তম্ভের ওজন ও ঘনত্ব হ্রাস পায়। এজন্য উচ্চতা বৃদ্ধির সাথে সাথে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কমে অর্থাৎ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে যত উপরে উঠা যায় বায়ুর চাপ তত কমতে থাকে।

গ এখানে,

A এর আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = 10\ ms^{-2}$

$s = 50\ km = 50{,}000\ m$

আমরা জানি,

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

বা, $50{,}000 = 0 + \frac{1}{2} \times 10 \times t^2$

$\therefore$ $t = 100\ sec$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে,

B এর ক্ষেত্রে সমবেগ, $v = 100\ ms^{-1}$

আমরা জানি, সমবেগের ক্ষেত্রে,

$s = vt$

বা, $t = \frac{s}{v} = 500\ sec$ **(Ans.)**

ঘ A এর গতির জন্য,

$s = ut + \frac{1}{2}at^2$ [A এর জন্য, $u = 0\ ms^{-1}$; $a = 10\ ms^{-2}$]

B এর গতির জন্য $s = vt$ [B এর জন্য, $v = 100\ ms^{-1}$]

A গাড়িটি B কে অতিক্রম করার সময় দুটির জন্যই সরণ s সমান হবে,

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

বা, $0 + \frac{1}{2} \times 10 \times t^2 = 100 \times t$

বা, $5t^2 = 100t$

বা, $t = \frac{100}{5}$

বা, $t = 20$ sec

∴ A গাড়িটি 20 sec পর B কে অতিক্রম করবে।

প্রশ্ন ▶ ২৪

সময় (sec)	1	2	3	4	5	6	7
বেগ (ms^{-1})	0	5	1	2	2	3	4

[ঝিনাইদহ ক্যাডেট কলেজ]

ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবক কি? ১

খ. ওজন কি ধরনের রাশি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ১ম সেকেন্ডের বস্তু কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বস্তু কর্তৃক দ্বিতীয় এবং তৃতীয় সেকেন্ডে প্রাপ্ত ত্বরণের পার্থক্য বিশ্লেষণ কর। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সে পরিমাণকে স্লাইড ক্যালিপার্সের ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ ওজন একটি লব্ধ রাশি।

আমরা জানি, ওজন = ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}}$$

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

অর্থাৎ একাধিক মৌলিক রাশির সমন্বয়ে ওজন রাশিটি পাওয়া যায়, এটি একটি লব্ধ রাশি। আবার কোনো বস্তুর ওজন পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে ক্রিয়া করায় এটি একটি ভেক্টর রাশি।

গ এখানে, সময় গণনা শুরু করা হয় 1s পরে।

বস্তুর আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

প্রথম 1s পরে বস্তুর বেগ, $v = 5\ ms^{-1}$

সময়, $t = (2 - 1)s = = 1\ s$

প্রথম 1s-এ অতিরিক্ত দূরত্ব, $s = ?$

ত্বরণ, a হলে আমরা জানি,

$$a = \frac{v - u}{t} = \frac{5 - 0}{1}\ ms^{-2}$$

$$\therefore a = 5\ ms^{-2}$$

আবার, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times 1^2$$

$$\therefore s = \frac{5}{2}\ m$$ **(Ans.)**

ঘ এখানে, সময় গণনা শুরু হয় 1s পরে তাই

প্রথম 1s পরে বস্তুর বেগ, $v_1 = 5\ ms^{-1}$

প্রথম 2s পরে বস্তুর বেগ, $v_2 = 1\ ms^{-1}$

প্রথম 3s পরে বস্তুর বেগ, $v_3 = 2\ ms^{-1}$

দ্বিতীয় সেকেন্ড পরে ত্বরণ a_2 হলে,

$$a_2 = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{1 - 5}{2 - 1}\ ms^{-2}$$

$$\therefore a_2 = -4\ ms^{-2}$$

তৃতীয় সেকেন্ডে ত্বরণ a_3 হলে,

$$a_3 = \frac{v_3 - v_2}{t_3 - t_2} = \frac{2-1}{3-3}\ ms^{-2}$$

$\therefore a_3 = 1\ ms^{-2}$

২য় সেকেন্ড পরে মন্দন হয় এবং তৃতীয় সেকেন্ড পরে ত্বরণ হবে।

$\therefore$ ত্বরণের পার্থক্য $= a_3 - a_2$

$= 1 - (-4)\ ms^{-2}$

$= 5\ ms^{-2}$

প্রশ্ন ▶ ২৫ একই অবস্থান থেকে দুটি গাড়ি যথাক্রমে $18ms^{-1}$ ও $12ms^{-1}$ বেগ নিয়ে এবং $3ms^{-2}$ ও $5ms^{-2}$ ত্বরণে যাত্রা আরম্ভ করে একই সময়ে একই অবস্থানে পৌঁছায় এবং তারপর প্রথম গাড়িটি অতিরিক্ত আরো 2 sec চলে। *[বরিশাল ক্যাডেট কলেজ]*

ক. অবস্থান কি? ১

খ. প্রসঙ্গ কাঠামো বলতে কী বুঝ? ২

গ. প্রথম ক্ষেত্রে প্রথম গাড়ি কত দূরত্ব অতিক্রম করে? ৩

ঘ. কি শর্তে ২য় গাড়িটি 9 সেকেন্ডে ১ম গাড়ির মোট অতিক্রান্ত দূরত্বের সমান পথ অতিক্রম করবে? ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রসঙ্গ কাঠামোর কোনো বিন্দুকে অবস্থান বলে।

খ মহাবিশ্বে কোনো কিছুর অবস্থান নির্দিষ্ট করে বোঝানোর জন্য আমাদের একটি কাঠামোকে স্থির ধরে নিতে হয়। এই কাঠামোর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর অবস্থান পরিবর্তিত হলে আমরা বলি যে বস্তুটি গতিশীল। সুতরাং বস্তুর অবস্থান গতি, স্থিতি ইত্যাদি নির্দেশকারী এই কাঠামোকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 18\ ms^{-1}$

২য় গাড়ির আদিবেগ, $u_2 = 12\ ms^{-1}$

১ম গাড়ির ত্বরণ, $a_1 = 3ms^{-2}$

২য় গাড়ির ত্বরণ, $a_2 = 5ms^{-2}$

মনে করি,

উভয় গাড়ি একই সময়, t সেকেন্ড পরে একই দূরত্ব s মিটার অতিক্রম করে। তাহলে আমরা পাই,

$$s = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 \quad \text{.....(i)}$$

$$s = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2 \quad \text{.....(ii)}$$

বা, $u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$

বা, $18t + \frac{3}{2} t^2 = 12\ t + \frac{5}{2} t^2$

বা, $6t = -\frac{3}{2} t^2 + \frac{5}{2} t^2$

বা, $t^2 = 6t$

বা, $t = 6s$

এখন, প্রথম গাড়ির ১ম ক্ষেত্রে অতিক্রান্ত দূরত্ব

$$s = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2$$

বা, $s = 18 \times 6 + \frac{3}{2} \times 6^2$

$\therefore s = 162\ m$ **(Ans.)**

ঘ

প্রথম গাড়ির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব $s_1 = u_1 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1$

$= 18 \times 8 + \frac{1}{2} \times 3 \times 8^2$

(গ) অংশ হতে ১ম গাড়ির জন্য মোট সময়,

$t_1 = (6 + 2) = 8s$

$= 240$ m

শর্তমতে,

২য় গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = s_1$

$\therefore s_2 = 240 = u_2t_2 + \frac{1}{2} a_2t_2^2$

বা, $12 \times 9 + \frac{1}{2} a_2 \times 9^2 = 240$

বা, $a_2 = 3.26\ ms^{-2} < 5\ ms^{-2}$

আবার,
দেওয়া আছে, ২য় গাড়ির জন্য সময়, $t_2 = 9s$
ত্বরণ, $a_2 = ?$

অতএব, ব্রেক চেপে ২য় গাড়ীর ত্বরণ $(5 - 3.26)$ বা, $1.74\ ms^{-2}$
কমালে প্রদত্ত উদ্দীপকের শর্ত পূরণ করবে।

প্রশ্ন ▶ ২৬ একটি বাঘ তার সামনে 50m দূরে থাকা একটি হরিণকে ধরার জন্য তার দাঁড়ানো অবস্থা থেকে $10ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে দৌড়াতে শুরু করে। হরিণটি বাঘের উপস্থিতি টের পেয়ে $30ms^{-1}$ সমবেগে 90m দূরে একটি নিরাপদ আশ্রয়ের দিকে দৌড়াতে শুরু করল।

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

ক. পীড়ন কী? ১

খ. সমবেগে চলমান কোন বস্তুর ত্বরণ থাকে না– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. কখন বাঘের বেগ হরিণের বেগের সমান হবে– নির্ণয় কর। ৩

ঘ. হরিণটি কি নিরাপদে আশ্রয় স্থলে পৌঁছতে পারবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বাহ্যিক বলের প্রভাবে কোনো বস্তুর মধ্যে বিকৃতির সৃষ্টি হলে স্থিতিস্থাপকতার জন্য বস্তুর ভিতরে একটি প্রতিরোধকারী বলের উদ্ভব হয়। বস্তুর ভিতর একক ক্ষেত্রফলে লম্বভাবে উদ্ভূত এ প্রতিরোধকারী বলকে পীড়ন বলে।

খ কোনো বস্তুর আদিবেগ u এবং t সময় পর বেগ v হলে, ত্বরণ

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

কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে $v = u$, সুতরাং

$$a = \frac{u - u}{t} = 0$$

অর্থাৎ সমবেগে চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে বেগের পরিবর্তনের হার শূন্য হয়। অর্থাৎ কোনো ত্বরণ থাকে না।

গ এখানে,

বাঘের আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

বাঘের শেষবেগ = হরিণের সমবেগ, $v = 30\ ms^{-1}$

বাঘের ত্বরণ, $a = 10\ ms^{-2}$

সময়, $t = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $t = \frac{v - u}{a}$

বা, $t = \frac{30 - 0}{10}$

$\therefore t = 3s.$ **(Ans.)**

ঘ নিরাপদ আশ্রয়ে পৌঁছাতে হলে হরিণকে বাঘের আগে 90m দূরত্ব অতিক্রম করতে হবে।

এখানে,

বাঘের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = (50 + 90)\ m = 140\ m$

বাঘের আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

বাঘের ত্বরণ, $a = 10\ ms^{-2}$

হরিণের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 90$ m

হরিণের সমবেগ, $v = 30\ ms^{-1}$

নিরাপদ আশ্রয়ে পৌছানোর জন্য হরিণের প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

t সময়ে বাঘের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = ?$

আমরা জানি,

হরিণের ক্ষেত্রে,

$$v = \frac{s}{t}$$

বা, $t = \frac{s}{v}$

বা, $t = \frac{90m}{30ms^{-1}}$

$\therefore t = 3s$

হরিণটিকে ধরতে হলে বাঘটিকে 3s এ $(50 + 90)\ m = 140m$ দূরত্ব অতিক্রম করেতে হবে।

বাঘের ক্ষেত্রে,

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

বা, $s = 0 \times 3 + \frac{1}{2} \times 10 \times 3^2$

$\therefore s = 45m$

যেহেতু, 3s-এ বাঘের অতিক্রান্ত দূরত্ব $45m < 140\ m$।

$\therefore$ হরিণটি নিরাপদে আশ্রয়ে পৌঁছাতে পারবে।

প্রশ্ন ▶ ২৭ ঢাকা-চিটাগাং মহাসড়কে একটি বাস $54kmh^{-1}$ বেগে চলছে। বাস চালক 46 m দূরে একজন পথচারীকে রাস্তা পার হতে দেখে সাথে সাথে ব্রেকে চাপ দিলেন। বাসটি পথচারীর 1m সামনে এসে থেমে গেল। চালক দুর্ঘটনা এড়াতে পেরে হাফ ছেড়ে বাঁচলেন।

[বীরশ্রেষ্ঠ নূর মোহাম্মদ পাবলিক কলেজ]

ক. তাৎক্ষণিক দ্রুতি কী? ১

খ. সকল স্পন্দন গতি পর্যায়বৃত্ত গতি কিন্তু সকল পর্যায়বৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয় ব্যাখ্যা করো? ২

গ. উদ্দীপকের বাসটির ত্বরণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের বাসটির আদিবেগ $55kmh^{-1}$ হলে এবং একই ত্বরণে বাসটি থামানো হলে দুর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব হতো কিনা তা গাণিতিকভাবে যাচাই করো? ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময় ব্যবধানের অনুপাতকে ঐ মুহূর্তকালের তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

খ স্পন্দন গতিসম্পন্ন সকল কণাই গতিপথের যেকোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাই সকল স্পন্দন গতিই পর্যাবৃত্ত গতি। কিন্তু স্পন্দন গতি সম্পন্ন কণাগুলো এদের গতিপথের অর্ধেক সময়ে যে পথে চলে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে, যা সকল পর্যাবৃত্ত গতির ধর্ম নয়। যেমন- কম্পমান স্প্রিং এ সংযুক্ত ভরের গতি পর্যাবৃত্ত এবং তা গতিপথের অর্ধেক সময় যেদিকে চলে বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে। কিন্তু ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যাবৃত্ত গতি হলেও তা পর্যায়কালের পুরো সময় একই দিক বরাবর ঘোরে। তাই সকল স্পন্দন গতি পর্যাবৃত্ত হলেও সকল পর্যাবৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয়।

গ এখানে,

বস্তুটির আদিবেগ, $u = 54\ kmh^{-1}$

$$= \frac{54 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1}$$

$$= 15\ ms^{-1}$$

বাসটির শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

বাসটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = (46 - 1)\ m$

$$= 45\ m$$

বাসটির ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

বা, $a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$

বা, $a = \frac{0^2 - (15ms^{-1})^2}{2 \times 45m}$

$\therefore$ $a = -2.5\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ দূর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব হবে যদি বাসটি পথচারীর একদম সামনে এসে থেমে যায় অর্থাৎ নূন্যতম 46m দূরত্ব অতিক্রম করে।
এখানে,

বাসটির আদিবেগ, $u = 55\ kmh^{-1}$

$$= \frac{55 \times 1000}{60 \times 60}\ ms^{-1}$$

$$= 15.278\ ms^{-1}$$

বাসটির শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

'গ' অংশ থেকে বাসটির ত্বরণ, $a = -2.5\ ms^{-2}$

বাসটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

বা, $s = \frac{v^2 - u^2}{2a}$

বা, $s = \frac{0^2 - (15.278\ ms^{-1})^2}{2 \times (-2.5\ ms^{-2})}$

$\therefore$ $s = 46.683\ m$

যেহেতু বাসটি 46 m-এর বেশি দূরত্ব অতিক্রম করে, সুতরাং বাসটি কর্তৃক দূর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶ ২৮ 120m উঁচুতে অবস্থিত আমকে লক্ষ্য করে সোজা উপরের দিকে $50ms^{-1}$ বেগে ঢিল ছোঁড়া হল কিন্তু ঢিল ছোড়ার মূহুর্তেই আমটি বোটা থেকে খসে নিচে পড়তে শুরু করল।

[আইডিয়াল স্কুল এন্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

ক. অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. আমটির গতি পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে কিনা? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. কখন আম এবং ঢিল ভূমি থেকে সমদূরবর্তী হবে? নির্ণয় করো। ৩

ঘ. আমটি মাটিতে পড়ার কত সময় পরে ঢিলটি মাটিতে পড়বে? তা নির্ণয় করো। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

খ পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্রটি হল– স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক।
এখানে, যেহেতু আমটির আদি অবস্থায় বেগ শূন্য ছিল অর্থাৎ স্থির অবস্থানে ছিল এবং তা ভূমি হতে 120m উঁচুতে ছিল। তাই আমটির গতি পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে।

গ মনে করি,

t সময় পরে আম ও ঢিল ভূমি থেকে সমদূরবর্তী হবে।

t সময় পরে ঢিলটির উচ্চতা = h

$\therefore$ t সময় পরে আমের অতিক্রান্ত দূরত্ব = 120 – h

ঢিলের জন্য,

$$h = ut - \frac{1}{2}gt^2 \text{ .....(i)}$$

এখানে, $u = 50m/s$

এবং আমের জন্য $120 - h = \frac{1}{2}gt^2$.....(ii)

[এখানে আদি বেগ = $0\ ms^{-1}$]

(i) নং সমীকরণের মান (ii) এ বসিয়ে পাই,

$$120 - ut + \frac{1}{2}gt^2 = \frac{1}{2}gt^2$$

বা, $120 = 50t$

$\therefore$ $t = \frac{120}{50}\ s$

$= 2.4s$ **(Ans.)**

ঘ মনে করি,

আমটির মাটিতে পড়তে t সময় লাগে

আমরা জানি,

$$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$$

এখানে, $h = 120$ m

$u = 0$ m/s

$g = 9.8$ m/s^2

$t = ?$

$\therefore 120 = \frac{1}{2} \times 9.8\, t^2$

বা, $t^2 = \frac{120}{4.9}$

$\therefore t = 4.95$ s

মনে করি, ঢিলটির মাটিতে পড়তে t' সময় লাগে

আমরা জানি, $t' = \frac{2v}{g}$ এখানে, $v = 50$ m/s [বিচরণকালের সূত্র]

$$= \frac{2 \times 50}{9.8} \text{ s}$$

$$= 10.2 \text{ s}$$

$\therefore$ আমটি মাটিতে পড়ার $(t' - t) = (10.2 - 4.95)$s বা 5.25s পরে ঢিলটি মাটিতে পড়বে।

প্রশ্ন ▶ ২৯ দুইজন দৌড়বিদ 400m দৌড় প্রতিযোগীতায় অংশ গ্রহণ করেন। প্রথম প্রতিযোগী 10s ব্যবধানে জয়লাভ করেন। প্রথম প্রতিযোগী স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে এবং দ্বিতীয় প্রতিযোগী 10ms^{-1} সুষম বেগে প্রতিযোগীতা শুরু করেন।

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, বিইউএসএমএস, পাবর্তীপুর, দিনাজপুর]

ক. প্রসঙ্গ কাঠামো কী? ১

খ. সমুদ্রতিতে চলন্ত কোন বস্তুর ত্বরণ থাকা সম্ভব –ব্যাখ্যা করো। ২

গ. প্রথম প্রতিযোগী 300m দূরত্ব যে সময়ে অতিক্রম করে, ২য় প্রতিযোগী সে সময় কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকের দৌড়বিদদ্বয় "প্রতিযোগীতায় সমান দূরত্ব অতিক্রম করলেও গড় দ্রুতি ভিন্ন হতে পারে" বিশ্লেষণ করো। ৪

২৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে দৃঢ় বস্তুর সাপেক্ষে কোন বস্তুর গতি বর্ণনা করা হয় তাকে প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।

খ বেগ একটি ভেক্টর রাশি। মান অথবা দিক অথবা উভয়ের পরিবর্তনে বেগ পরিবর্তীত হয়। কোনো বস্তু সমদ্রুতিতে বাকা পথে গতিশীল হলে বেগের মান পরিবর্তীত না হলেও দিক পরিবর্তীত হয় অর্থাৎ বেগের পরিবর্তন হয়। এ কারণে সমদ্রুতিতে গতিশীল বস্তুর ত্বরণ থাকতে পারে।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

দূরত্ব, $s = 400$m

১ম প্রতিযোগীর আদিবেগ, $u = 0\text{ms}^{-1}$

২য় প্রতিযোগীর সুষমবেগ, $v = 10\text{ms}^{-1}$

১ম প্রতিযোগীর জয়লাভের সময় ব্যবধান, $\Delta t = 10$s

ধরি, প্রথম প্রতিযোগীর s দূরত্ব অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় $= t_1$

এবং দ্বিতীয় প্রতিযোগীর s দূরত্ব অতিক্রমে প্রয়োজনীয় সময় $= t_2$

দ্বিতীয় প্রতিযোগীর ক্ষেত্রে,

$$s = vt_2$$

বা, $t_2 = \frac{s}{v} = \frac{400}{10} = 40$s

প্রশ্নমতে, প্রথম প্রতিযোগী জয়লাভ করে তাই, $t_1 < t_2$.

এবং $t_2 - t_1 = 10$

বা, $t_1 = t_2 - 10 = 40 - 10 = 30$s

প্রথম প্রতিযোগীর ক্ষেত্রে, সুষম ত্বরণ a হলে,

$$s = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

বা, $400 = 0 \times 30 + \frac{1}{2} \times a \times (30)^2$

বা, $400 = 450a$

বা, $a = \frac{400}{450} = \frac{8}{9}\,ms^{-2}$

ধরি, প্রথম প্রতিযোগীর 300m দূরত্ব অতিক্রম করতে t_1' সময় লাগবে।

$\therefore 300 = ut'_1 + \frac{1}{2}a\,t'^2_1$

বা, $300 = 0 \times t'_1 + \frac{1}{2} \times \frac{8}{9}\,t'^2_1$

বা, $300 = \frac{4}{9}\,t'^2_1$

বা, $t'^2_1 = \frac{2700}{4}$

বা, $t'^2_1 = 675$

$\therefore t'_1 = 25.98s$

25.98 সেকেন্ড সময়ে ২য় প্রতিযোগীর অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s_2 = v\,t'_1 = 10 \times 25.98 = 259.8m$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

দৌড়বিদদ্বয়ের প্রতিযোগীতার মোট দূরত্ব, $s = 400m$

'গ' অংশ হতে পাই,

s দূরত্ব অতিক্রম করতে ১ম প্রতিযোগীর প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = 30s$

s দূরত্ব অতিক্রম করতে ২য় প্রতিযোগীর প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = 40s$

আমরা জানি,

$$\text{গড় দ্রুতি} = \frac{\text{মোট দন্ডরত্ব}}{\text{সময়}}$$

$\therefore$ ১ম প্রতিযোগীর গড় দ্রুতি, $v_1 = \frac{s}{t_1} = \frac{400}{30} = 13.33\ ms^{-1}$

২য় প্রতিযোগীর গড় দ্রুতি, $v_2 = \frac{s}{t_2} = \frac{400}{40} = 10ms^{-1}$

লক্ষ্য করি, $v_1 \neq v_2$

অতএব, উদ্দীপকের দৌড়বিদদ্বয় "প্রতিযোগীতায় সমান দূরত্ব অতিক্রম করলেও গড় দ্রুতি ভিন্ন হতে পারে।"

প্রশ্ন ▶৩০ 10N এর একটি বল 2kg ভরবিশিষ্ট একটি স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে। 4s পর বলের ক্রিয়া বন্ধ হয়ে যায়। যতক্ষণ বল ক্রিয়া করে ততক্ষণে বস্তুটি s_1 দূরত্ব অতিক্রম করে এবং বলের ক্রিয়া বন্ধ হওয়ার পরের 4 সেকেন্ডে বস্তুটি s_2 দূরত্ব অতিক্রম করে।

[কক্সবাজার সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র কী? ১

খ. বেগ বনাম সময় লেখচিত্র থেকে কীভাবে ত্বরণ পাওয়া যায়– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. s_1 এর মান নির্ণয় করো। ৩

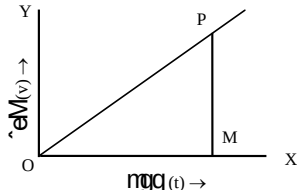
ঘ. s_2 নির্ণয় করে s_1 ও s_2 এর মধ্যে সম্পর্ক একটি সমীকরণের মাধ্যমে প্রকাশ করো। ৪

৩০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।

খ সুষম ত্বরণের ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখ একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হয়। এ সরলরেখার ঢাল বস্তুর ত্বরণ নির্দেশ করে।

চিত্রে P সরলরেখার উপর যে কোন বিন্দু ।



PM $\perp$ OX অক্ষ।

$\therefore$ সরলরেখার ঢাল $= \frac{PM}{OM} = \frac{\text{^eMi cwieZÆb}}{\text{mgGqi eÅeavb}}$ = বস্তুর ত্বরণ।

গ এখানে,

বল, $F = 10\ N$

ভর, $m = 2\ kg$

সময়, $t = 4\ s$

দূরত্ব, $s_1 = ?$

আমরা জানি, বস্তুর ত্বরণ a হলে, $F = ma$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{10\ N}{2\ kg}$$

$$= 5\ ms^{-2}$$

আবার,

$$s_1 = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 5 \times 4^2$$

$$= 40\ m$$ **(Ans.)**

ঘ এখানে, সময়, $t_2 = 4s$

ধরি, বলের ক্রিয়া বন্ধ হওয়ায় বস্তুটি v সমবেগে চলতে থাকে।

দূরত্ব, $s_1 = 40\ m$

১ম ক্ষেত্রে, ত্বরণ, $a = 5\ ms^{-2}$

সময়, $t_1 = 4s$

বল অপসারণের পর দূরত্ব, $s_2 = ?$

আমরা জানি **১ম** ক্ষেত্রে,

$$v = u + a\,t_1$$

$$\text{বা, } v = 0 + 5 \times 4$$

$$\therefore v = 20\ ms^{-1}$$

বলের ক্রিয়া বন্ধ হলে বস্তুটি $20\ ms^{-1}$ সমবেগে চলবে।

আবার,

$$s_2 = vt_2 = 20\ ms^{-1} \times 4\ s = 80\ m$$

$$\therefore \frac{s_2}{s_1} = \frac{80}{40}$$

$$\text{বা, } \frac{s_2}{s_1} = 2$$

$\therefore s_2 = 2s_1$; এটিই s_2 ও s_1 এর মধ্যে সম্পর্ক।

$\therefore$ সম্পর্কটি দেখানো হলো।

প্রশ্ন ▶৩১ $54\ kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত একজন গাড়ি চালক 460m দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেলেন এবং সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর 1m সামনে এসে থেমে গেল।

[সালেহা ইসহাক সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, সিরাজগঞ্জ]

ক. সুষম ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. নিউটনের গতির সূত্রগুলো লেখ। ২

গ. ব্রেক চাপার ফলে গাড়িটির থামতে কত সময় লেগেছিল? ৩

ঘ. গাড়িটির বেগ কত হলে তা ঠিক লোকটির সামনে থেমে যেত বলে তুমি মনে কর– গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৩১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

খ নিউটনের গতির তিনটি সূত্র নিম্নে দেওয়া হলো।

প্রথম সূত্রঃ বাহ্যিক কোন বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরল পথে চলতে থাকবে।

দ্বিতীয় সূত্রঃ বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভর বেগের পরিবর্তন ও সেদিকে ঘটে।

তৃতীয় সূত্রঃ প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটা সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

গ ১৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তরঃ** 61.224s

ঘ ১৬(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তরঃ** $15.0133\ ms^{-1}$

প্রশ্ন ▶৩২ একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে $0.4\ ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে যাত্রা শুরু করে 40 সেকেন্ড সময় ধরে চলে। পরবর্তী 30 সেকেন্ড সমবেগে চলার পর গন্তব্যে পৌঁছায়। *[মনিপুর উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]*

ক. মন্দন কাকে বলে? ১

খ. সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি কেন? ২

গ. প্রথম 40 সেকেন্ডে গাড়িটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩

ঘ. গাড়িটি সমস্ত পথ উক্ত ত্বরণে চললে পূর্বের চেয়ে কত আগে গন্তব্যে পৌঁছাবে– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৩২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে বস্তুর বেগ হ্রাসের হারকে মন্দন বলে।

খ পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে স্পন্দন গতি বলে। সরল দোলকের গতির ক্ষেত্রে দোলকের বব পর্যায়কালের অর্ধেক সময় যেদিকে চলে, বাকি অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে। তাই সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি।

গ এখানে,

গাড়িটির আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

সুষম ত্বরণ, $a = 0.4\ ms^{-2}$

সময়, $t = 40\ sec$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি,

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

$$= 0 \times 40 + \frac{1}{2} \times 0.4 \times (40)^2$$

$$= 320\ m \textbf{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

গাড়িটির আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

সুষম ত্বরণ, $a = 0.4\ ms^{-2}$

সুষম ত্বরণে চলার সময়, $t_1 = 40\ sec$

সমবেগে চলার সময়, $t_2 = 30\ sec$

$\therefore$ উদ্দীপক অনুযায়ী গাড়িটির গন্তব্যে পৌঁছাতে মোট প্রয়োজনীয় সময়,

$$t = t_1 + t_2$$
$$= (40 + 30)\ sec$$
$$= 70\ sec$$

'গ' অংশ হতে পাই, t_1 সময়ে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 320\ m$

t_1 সময় পর গাড়িটির বেগ, $v = u + at_1$

$$= (0 + 0.4 \times 40)\ ms^{-1}$$
$$= 16\ ms^{-1}$$

$\therefore$ t_2 সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = vt_2$

$$= 16 \times 30m$$
$$= 480\ m$$

$\therefore$ ১ম ক্ষেত্রে গন্তব্যে পৌঁছাতে গাড়িটি কর্তৃক অতিক্রান্ত মোট দূরত্ব,

$$s_2 = s + s_1$$
$$= (320 + 480)m$$
$$= 800\ m$$

মনে করি, গাড়িটি সমস্ত পথ a সুষম ত্বরণে চললে গন্তব্যে পৌঁছাতে t' সময় লাগবে।

$\therefore$ $s_2 = ut' + \frac{1}{2}at'^2$

বা, $800 = 0 \times t' + \frac{1}{2} \times 0.4 \times t'^2$

বা, $800 = 0.2\ t'^2$

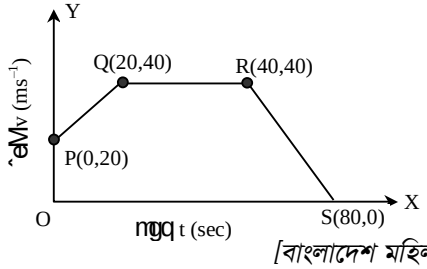
বা, $t'^2 = 4000$

$\therefore$ $t' = 63.25\ sec$

দেখা যাচ্ছে, $t' < t$

অতএব, গাড়িটি সমস্ত পথ a ত্বরণে চললে পূর্বের চেয়ে $(70 - 63.25)$ sec = 6.75 sec আগে গন্তব্যে পৌঁছবে।

প্রশ্ন ▶৩৩ একটি চলন্ত গাড়ির স্পিডোমিটারে প্রাপ্ত মানের বেগ বনাম সময় লেখচিত্র নিম্নরূপ–



[বাংলাদেশ মহিলা সমিতি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয় ও কলেজ, চট্টগ্রাম]

ক. অভিকর্ষজ ত্বরণ কি? ১

খ. নিউটনের গতির ২য় সূত্র থেকে কীভাবে ১ম সূত্র পাওয়া যায়-ব্যাখ্যা করো। ২

গ. RS অংশের ঢাল নির্ণয় করো। ৩

ঘ. একটি গরু 2.2km দূরে বাধা থাকলে ঐ গাড়ি কর্তৃক দুর্ঘটনা ঘটবে কিনা-গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

খ নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র হতে আমরা পাই, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, $F = ma$

বা, $F = m\dfrac{v - u}{t}$

বা, $Ft = m(v - u)$

এখন, বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে, $F = 0$

$\therefore 0 \times t = m(v - u)$

বা, $m(v - u) = 0$

বা, $v - u = 0$

$\therefore v = u$

অর্থাৎ, বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকবে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল গতিশীল থাকবে। এটিই নিউটনের প্রথম সূত্র।

গ এখানে,

R বিন্দুর স্থানাঙ্ক $R(x_1, y_1) = R(40, 40)$

S বিন্দুর স্থানাঙ্ক $S(x_2, y_2) = S(80, 0)$

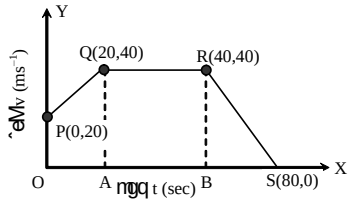
RS অংশের ঢাল, $m = ?$

আমরা জানি,

$$m = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \left(\frac{0 - 40}{80 - 40}\right) ms^{-2} = \frac{-40}{40} ms^{-2}$$

$\therefore m = -1\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ গাড়ি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব 2.2 km বা তার কম হলে দুর্ঘটনা ঘটবে না।



গাড়ি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব লেখচিত্রের মোট ক্ষেত্রফলের সমান হবে।

$\therefore$ মোট ক্ষেত্রফল = OPQA ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল + AQRB আয়তক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল + BRS ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল

$$= \left[\frac{1}{2}(OP + AQ) \times OA\right] + [AQ \times AB] + \left[\frac{1}{2} \times BS \times BR\right]$$

$$= \left[\frac{1}{2}(20 + 40) \times 20\right] + [40 \times 20] + \left[\frac{1}{2} \times 40 \times 40\right]$$

$$= 2200$$

$\therefore$ গাড়ি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব = 2200 m = 2.2 km

সুতরাং গাড়ি কর্তৃক দুর্ঘটনা ঘটবে না।

প্রশ্ন ▶ ৩৪ M ভরের দুইটি গাড়ি যথাক্রমে $6ms^{-1}$ এবং $9ms^{-1}$ বেগে যাত্রা শুরু করে একই সময়ে গন্তব্যস্থলে পৌঁছাল। গাড়ি দুইটির ত্বরণ যথাক্রমে $5ms^{-2}$ এবং $3ms^{-2}$। *[ঠাকুরগাঁও সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]*

ক. বল কাকে বলে? ১

খ. স্থির অবস্থা থেকে কোনো বস্তু নিচের দিকে পড়তে থাকলে বেগের পরিবর্তনের কারণ ব্যাখ্যা করো। ২

গ. গাড়ি দুইটি কত সময়ে গন্তব্যে পৌঁছাল? ৩

ঘ. গাড়ি দুইটির গতিশক্তির কীরূপ পরিবর্তন হবে– গাণিতিক যুক্তির সাহায্যে তোমার মতামত বিশ্লেষণ করো। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বল একটি বাহ্যিক কারণ যা কোনো একটি বস্তুর গতি বা স্থিতি অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায়।

খ স্থির অবস্থা থেকে কোনো বস্তু নিচের দিকে পড়তে থাকলে, বস্তুটির উপর অভিকর্ষজ ত্বরণ ক্রিয়া করে। আর, অভিকর্ষজ বলের প্রভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারই হলো অভিকর্ষজ ত্বরণ। এখান থেকে এটা স্পষ্ট যে, স্থির অবস্থা থেকে কোনো বস্তু নিচের দিকে পড়তে থাকলে, এর বেগ বৃদ্ধি পায়। পড়ন্ত বস্তুর ২য় সূত্রেও বলা হয়েছে, বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর বেগ, সময়ের সমানুপাতিক। অর্থাৎ সময় বাড়লে বেগ বৃদ্ধি পায়। অতএব, আমরা বলতে পারি যে, স্থির অবস্থা থেকে কোনো বস্তু নিচে পড়তে থাকলে বেগের পরিবর্তন হয়।

গ দেওয়া আছে,

প্রথম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 6\ ms^{-1}$

এবং ত্বরণ, $a_1 = 5\ ms^{-2}$

দ্বিতীয় গাড়ির আদিবেগ, $u_2 = 9\ ms^{-1}$

এবং ত্বরণ, $a_2 = 3ms^{-2}$

বের করতে হবে, গন্তব্যে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = ?$

গাড়ি দুটি t সময়ে s দূরত্ব অতিক্রম করলে,

প্রথম গাড়ির ক্ষেত্রে,

$$s = u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2$$

বা, $s = 6t + \frac{5}{2}t^2$ ..... (1)

দ্বিতীয় গাড়ির ক্ষেত্রে,

$$s = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$$

বা, $s = 9t + \frac{3}{2}t^2$ ..... (2)

(1) ও (2) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$6t + \frac{5}{2}t^2 = 9t + \frac{3}{2}t^2$$

বা, $t^2 - 3t = 0$

বা, $t(t - 3) = 0$

বা, $t = 0$ sec অথবা, $t = 3$ sec

$t = 0$ sec নির্দেশ করে গাড়ি দুটির যাত্রার প্রারম্ভিক সময়।

∴ গন্তব্যে পৌঁছতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = 3$ sec **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

প্রথম গাড়ির ভর = দ্বিতীয় গাড়ির ভর = M

প্রথম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 6ms^{-1}$

এবং ত্বরণ, $a_1 = 5ms^{-2}$

'গ' অংশ হতে পাই,

উভয় গাড়ির গন্তব্যে পৌঁছাতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = 3s$

ধরি, প্রথম গাড়ির শেষ বেগ = v_1

এবং দ্বিতীয় গাড়ির শেষবেগ = v_2

∴ $v_1 = u_1 + a_1t = 6 + 5 \times 3 = 21\ ms^{-1}$

এবং $v_2 = u_2 + a_2t = 9 + 3 \times 3 = 18\ ms^{-1}$

∴ প্রথম গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন, $\Delta E_1 = \frac{1}{2}Mv_1^2 - \frac{1}{2}Mu_1^2$

$$= \frac{1}{2}M(v_1^2 - u_1^2)$$

$$= \frac{1}{2} M (21^2 - 6^2)$$

$$= \frac{405}{2} M$$

এবং দ্বিতীয় গাড়ির গতিশক্তির পরিবর্তন, $\Delta E_2 = \frac{1}{2} M v_2^2 - \frac{1}{2} M u_2^2$

$$= \frac{1}{2} M(v_2^2 - u_2^2)$$

$$= \frac{1}{2} M(18^2 - 9^2)$$

$$= \frac{243}{2} M$$

প্রশ্ন ▶৩৫ পদার্থবিজ্ঞানের একজন শিক্ষক মাল্টিমিডিয়া ক্লাশে নিম্নে সারণি অনুসরণ করে, 600kg ভরের একটি গাড়ির বেগ বনাম সময় লেখচিত্রের মাধ্যমে শিক্ষার্থীদের বিভিন্ন প্রশ্নের ব্যাখ্যা দিলেন।

সময় (s)	0	20	40	60	80	100	120
বেগ (ms^{-1})	0	4	8	12	12	6	0

[মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]

ক. ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. গাড়িটির ব্রেক জনিত বল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. বর্ণিত গাড়ীটি প্রথম হতে সমত্বরণে চললে উক্ত মোট সময়ে কত বেশি পথ অতিক্রম করতে পারবে তা– গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে কোনো বস্তুর বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে।

খ বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

m ভরের কোনো বস্তুর আদিবেগ u। F বল t সময় ধরে এর উপর প্রয়োগ করলে এর বেগ v হয়।

আদি ভরবেগ = mu

শেষ ভরবেগ = mv

ভরবেগের পরিবর্তন = mv – mu

আবার, বল ও সময়ের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

$\therefore$ বলের ঘাত = $F \times t$

$$= \frac{(mv - mu)}{t} \times t = mv - mu$$

অর্থাৎ, বলের ঘাত বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

গ দেওয়া আছে,

গাড়িটির ভর, m = 600 kg

উদ্দীপক থেকে দেখা যায় যে, 80 sec থেকে গাড়িটির বেগ কমতে থাকে। এ থেকে বোঝা যায় 80 sec-এ গাড়িটির উপর ব্রেক করা হয়েছে।

উপরের তথ্য থেকে স্পষ্ট বোঝা যায় যে,

এক্ষেত্রে, গাড়িটির শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

ব্রেক চাপার সময় আদিবেগ, $u = 12\ ms^{-1}$

80s এ ব্রেক চাপা হয়েছিল এবং 120s এ থেমে যায় তাই,

সময়, t = (120 – 80)s = 40 s

ব্রেকজনিত বল, F = ?

গাড়িটির মন্দন a হলে,

$v = u - at$

$$\therefore a = \frac{u - v}{t} = \frac{12 - 0}{40} = 0.3\ ms^{-2}$$

গাড়িটির ব্রেকজনিত বল,

$F = ma$

$= 600 \times 0.3$ N

$= 180$ N

$\therefore$ গাড়িটির ব্রেকজনিত বল 180 N. **(Ans.)**

ঘ গাড়িটি প্রথম 60s পর্যন্ত সমত্বরণে চলে। ধরি, এক্ষেত্রে অতিক্রান্ত দূরত্ব s_1

এখানে, গাড়িটির আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

গাড়িটির শেষবেগ, $v = 12\ ms^{-1}$

সময়, $t = 60$ s

$\therefore a = \frac{v-u}{t} = \frac{12-0}{60} = 0.2\ ms^{-2}$

আমরা জানি,

$$s_1 = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$= 0 \times 60 + \frac{1}{2} \times 0.2 \times (60)^2$$

$$= 360\ m$$

গাড়িটি পরের 20s সমবেগে চলে। এক্ষেত্রে গাড়ি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

আমরা জানি,	এখানে,
$s_2 = vt$	বেগ, $v = 12\ ms^{-1}$
বা, $s_2 = (12 \times 20)$ m	সময়, $t = 20$s
$\therefore s_2 = 240$ m	

গাড়িটি শেষ 80s থেকে 120s পর্যন্ত সমমন্দনে চলে থেমে যায়। এক্ষেত্রে গাড়িটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব s_3 হলে,

আমরা জানি,	এখানে, 'গ' অংশ হতে
$s_3 = ut - \frac{1}{2}at^2$	মন্দন, $a = 0.3\ ms^{-2}$
বা, $s_3 = 12 \times 40 - \frac{1}{2} \times (0.3) \times 40^2$	শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$
	আদি বেগ, $u = 12\ ms^{-1}$
	সময়, $t = 40$ s
$\therefore s_3 = 240$ m	

উপরের বর্ণিত তথ্য অনুযায়ী গাড়িটির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s = s_1 + s_2 + s_3$

বা, $s = (360 + 240 + 240)$m

$\therefore s = 840$ m

গাড়িটি প্রথম হতে সমত্বরণে চললে গাড়িটি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয়:

এক্ষেত্রে, অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s' = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 0.2 \times (120)^2$$

$$\therefore s' = 1440\ m$$

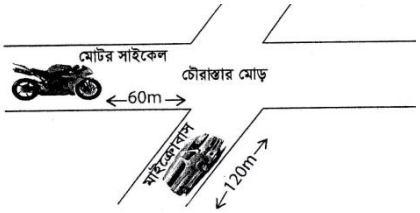
$\therefore \Delta s = s' - s$

বা, $\Delta s = (1440 - 840)$ m

$\therefore \Delta s = 600$ m

গাণিতিক বিশ্লেষণ থেকে বোঝা যায় যে, গাড়িটি প্রথম হতে সমত্বরণে চললে উক্ত সময়ে 600 m বেশি পথ অতিক্রম করবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৬



চিত্রের মাইক্রোবাসটি $80 kmh^{-1}$ সমবেগে এবং মোটর সাইকেলটি স্থির অবস্থান হতে যাত্রা শুরু করে $4 ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে চৌরাস্তার মোড়ের দিকে গতিশীল। *[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এ্যান্ড কলেজ, সৈয়দপুর]*

ক. স্কেলার রাশি কাকে বলে? ১

খ. পড়ন্ত বস্তু সম্পর্কিত গ্যালিলিও এর তৃতীয় সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। ২

গ. যাত্রা শুরুর প্রথম সেকেন্ডে মাইক্রোবাসটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩

ঘ. চৌরাস্তার মোড়ে কোনরূপ দূর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা রয়েছে কী?– গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল ভৌতরাশিকে শুধু মান দ্বারা সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করা যায় দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না তাকে স্কেলার রাশি বলে।

খ পড়ন্ত বস্তু সম্পর্কে গ্যালিলিওর তৃতীয় সূত্রটি হলো–

স্থির অবস্থান হতে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তু নির্দিষ্ট সময়ান্তে যে উল্লম্ব উচ্চতা অতিক্রম করে, তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক।

এ সূত্রানুসারে, স্থির অবস্থান হতে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু t_1, t_2, t_3 ..... সময়ান্তে যথাক্রমে h_1, h_2, h_3 ..... উচ্চতা অতিক্রম করলে,

$\frac{h_1}{t_1^2} = \frac{h_2}{t_2^2} = \frac{h_3}{t_3^2}$ = ... ধ্রুবক।

গ দেওয়া আছে,

মাইক্রোবাসের বেগ, $v = 80\ kmh^{-1}$

$$= \frac{80 \times 1000}{3600}\ ms^{-1}$$

$$= 22.22\ ms^{-1}$$

সময়, $t = 1s$

প্রথম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি, $s = vt = 22.22\ ms^{-1} \times 1s$

$= 22.22\ m$ **(Ans.)**

ঘ এখানে, মোটরসাইকেল এর আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = 4\ ms^{-2}$

চৌরাস্তা হতে মোটর সাইকেলের দূরত্ব, $s_1 = 60\ m$

আবার, মাইক্রোবাসের বেগ, $v = 80\ kmh^{-1}$

$= 22.22\ ms^{-1}$

চৌরাস্তা হতে মাইক্রোবাসের দূরত্ব, $s_2 = 120\ m$

চৌরাস্তার মোড়ে পৌঁছাতে মোটর সাইকেল ও মাইক্রোবাসের প্রয়োজনীয় সময় যথাক্রমে t_1 ও t_2 হলে,

মোটর সাইকেল এর ক্ষেত্রে, $s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$

$$\Rightarrow t_1^2 = \frac{2s_1}{a}\ [\because u = 0]$$

$$\Rightarrow t_1^2 = \frac{2 \times 60}{4}$$

$$\Rightarrow t_1 = \sqrt{30}\ s$$

$$= 5.477\ s$$

মাইক্রোবাসের ক্ষেত্রে, $s_2 = vt_2$

$$\Rightarrow t_2 = \frac{s_2}{v}$$

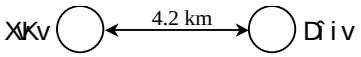
$$= \frac{120\ m}{22.22\ ms^{-1}}$$

$$= 5.40\ s$$

যেহেতু $t_2 < t_1$ তাই মাইক্রোবাসটি মটর সাইকেলের আগে রাস্তার মোড় অতিক্রম করবে।

অতএব, চৌরাস্তার মোড়ে কোনরূপ দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা নেই।

প্রশ্ন ▶ ৩৭



ট্রাক 50 m/s সমবেগে-

প্রাইভেট কার $5m/s^2$ ত্বরণে

ট্রাক ও প্রাইভেট কারটি একই সময়ে ঢাকা থেকে উত্তরার দিকে রওনা হলো। *[সরকারি কে.জি. ইউনিয়ন উচ্চ বিদ্যালয়]*

ক. তাৎক্ষণিক দ্রুতি কাকে বলে? ১

খ. গাড়ির পার্টসে মবিল ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. প্রাইভেট কারটি কখন ট্রাকটিকে অতিক্রম করবে? ৩

ঘ. ট্রাকের বেগ 2 গুণ করা হলে উত্তরা যাওয়ার পূর্বে প্রাইভেট কার ট্রাকটিকে অতিক্রম করতে পারবে কী? ৪

৩৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময় ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে কোনো বিশেষ মুহূর্তে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

খ ঘর্ষণ কমানোর জন্য গাড়ির পার্টসে মবিল ব্যবহার করা হয়। দুটি তলের মধ্যবর্তী স্থানে যখন মবিল ব্যবহার করা হয় তখন ঘর্ষণের পরিমাণ অনেকাংশে কমে যায়। গাড়ির গতিশীল পার্টসের মধ্যবর্তী স্থানে তাই মবিল ব্যবহার করা হয়।

গ ধরি, ঢাকা থেকে s দূরত্বে t সময় পর প্রাইভেট কারটি ট্রাকটিকে অতিক্রম করবে।
দেওয়া আছে,
ট্রাকের সমবেগ, $v = 50\ ms^{-1}$
প্রাইভেট কারের আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
প্রাইভেট কারের ত্বরণ, $a = 5\ ms^{-2}$
ট্রাকের ক্ষেত্রে,

$s = vt$

বা, $s = 50t$ ..... (i)

প্রাইভেট কারের ক্ষেত্রে,

$$\text{বা, } s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

$$\text{বা, } s = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 5\ t^2$$

বা, $s = 2.5t^2$ .....(ii)

(i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$2.5\ t^2 = 50t$

বা, $2.5t = 50$

$$\text{বা, } t = \frac{50}{2.5}$$

$\therefore t = 20\ s$

(i) নং সমীকরণ হতে

$s = vt = 50 \times 20 = 1000m$
$= 1km$

সুতরাং ঢাকা থেকে 1km দূরে 20 সেকেন্ড পর গাড়িটি ট্রাকটিকে অতিক্রম করবে। **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,
ঢাকা থেকে উত্তরার দূরত্ব, $s_1 = 4.2\ km$
$= 4.2 \times 1000\ m$
$= 4200\ m$
ট্রাকের বেগ দ্বিগুণ হওয়ায়, $v = 2 \times 50$
$= 100\ ms^{-1}$
প্রাইভেট কারের আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
প্রাইভেট কারের ত্বরণ, $a = 5\ ms^{-2}$
মনে করি, ঢাকা থেকে s দূরত্বে t সময় পর প্রাইভেট কার ট্রাকটিকে অতিক্রম করবে।
ট্রাকের ক্ষেত্রে,

$s = vt$

বা, $s = 100t$ .....(i)

প্রাইভেট কারের ক্ষেত্রে,

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

$$\text{বা, } s = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 5t^2$$

বা, $s = 2.5t^2$ .....(ii)

(i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই,

$2.5t^2 = 100t$

বা, $2.5t = 100$

$$\text{বা, } t = \frac{100}{2.5}$$

$\therefore t = 40\ s$

(i) নং সমীকরণে, t = 40 বসাই,

$s = 100 \times 40 = 4000m$

যেহেতু, $s < s_1$, অতএব ট্রাকের বেগ দ্বিগুণ করা হলেও উত্তরা যাওয়ার পূর্বে প্রাইভেট কার ট্রাকটিকে অতিক্রম করতে পারবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৮ তারেক উঁচু একটি ভবনের ছাদে 100 g ভরের একটি পাথরকে 60 ms^{-1} বেগে অনুভূমিকভাবে নিক্ষেপ করে। ছাঁদের ঘর্ষণ বল 18 N। *[জয়দেবপুর সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]*

ক. চলনগতি কী? ১

খ. সরণ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না– কেন? ২

গ. পাথরটি যদি সমবেগে 3s গতিশীল থাকে তবে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?– নির্ণয় করো। ৩

ঘ. পাথরটি যদি ছাদ দিয়ে গড়িয়ে চলে তবে 10 m দূরে থেমে যাবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে করে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ গতিই চলন গতি।

খ নির্দিষ্ট দিকে অবস্থান পরিবর্তনের হারই সরণ। সরণ হলো একটি ভেক্টর রাশি। আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী সরলরৈখিক দূরত্বই হলো সরণ। এজন্য সরণ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না।

গ দেওয়া আছে, পাথরটির বেগ, $v = 60\ ms^{-1}$

সময়, $t = 3s$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

আমরা জানি, $s = vt$

$= 60\ ms^{-1} \times 3s$

$= 180\ m$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,

পাথরটির আদিবেগ, $u = 60\ ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

পাথরটির ভর, $m = 100\ g = 0.1kg$

ছাদের ঘর্ষণ বল, $f = 18\ N$

প্রযুক্ত বল $F = 0$

পাথরটির মন্দন a হলে,

আমরা জানি, $F - f = ma$

$$\Rightarrow a = \frac{-f}{m} = \frac{-18\ N}{0.1\ kg}$$

$\therefore a = -180\ ms^{-2}$

আবার, অতিক্রান্ত দূরত্ব s হলে,

$v^2 = u^2 + 2as$

বা, $0^2 = (60)^2 - 2 \times 180 \times s$

বা, $s = \frac{(60)^2}{360} = \frac{3600}{360}$

$\therefore s = 10\ m$

অর্থাৎ পাথরটি যদি ছাদ দিয়ে গড়িয়ে চলে, তবে ঘর্ষণ বলের জন্য 10m দূরে থেমে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৩৯

বেগ (ms^{-1})	0	5	10	15	20	25	30	35
সময় (s)	0	4	8	12	16	20	24	28

[ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. ভার্ণিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে? ১

খ. স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশির মধ্যে দুটি পার্থক্য লেখ।২

গ. উদ্দীপকে দেয়া তথ্যের আলোকে ১ম 20 sec-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উদ্দীপকে প্রদত্ত তথ্যের আলোকে লেখচিত্র অঙ্কন কর এবং ঢাল নির্ণয় কর। ৪

৩৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সে পরিমাণকে দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ ভেক্টর রাশি ও স্কেলার রাশির মধ্যে পার্থক্য:

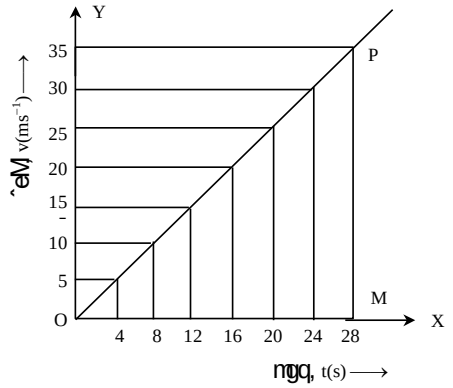
ভেক্টর রাশি	স্কেলার রাশি
i. ভেক্টর রাশিকে প্রকাশের জন্য মান ও দিক উভয়ের প্রয়োজন হয়।	i. স্কেলার রাশিকে প্রকাশের জন্য শুধু মানের প্রয়োজন হয়।
ii. ভেক্টর রাশির যোগ-বিয়োগ সাধারণ বীজগণিতিক নিয়মে হয় না।	ii. স্কেলার রাশির যোগ-বিয়োগ সাধারণ বীজগণিতিক নিয়মে হয়।

গ উদ্দীপক অনুসারে, বস্তুটি প্রতি 4s-এ $5ms^{-1}$ করে বেগ বৃদ্ধি করে, অর্থাৎ বস্তুটি সমত্বরণে চলছে।
গাড়ির প্রাথমিক বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
20 s পর গাড়ির বেগ, $v = 25\ ms^{-1}$
20 s এ গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$
আমরা জানি, $s = \left(\frac{u + v}{2}\right) t$

$$= \left(\frac{0 + 25}{2}\right) \times 20$$

$\therefore s = 250\ m$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকে দেয়া তথ্যের আলোকে সময় বনাম বেগের লেখচিত্রটি নিচে দেওয়া হল:



উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে বস্তুটি সমত্বরণে চলেছে। X অক্ষের দিকে সময় (t) এবং Y অক্ষের দিকে বেগ (v) নিয়ে অঙ্কিত লেখচিত্রটি একটি সরলরেখা হবে।

OP সরলরেখার ঢাল $= \frac{\Delta Y}{\Delta X} = \frac{PM}{OM} = \frac{35 - 0}{28 - 0} = 1.25\ ms^{-2}$

যেহেতু OP একটি সরলরেখা তাই ঢালের মান সবখানে সমান। তাই এই ঢাল সুষম ত্বরণ নির্দেশ করে।

প্রশ্ন ▶ ৪০ নিচের সারণিতে একটি গাড়ির প্রতি 5sec পর পর বেগ দেখানো হলো।

সময় (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
বেগ (ms^1)	0	2	4	6	6	6	4	2	0

[দি বাডস রেসিডেনসিয়াল মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, মৌলভীবাজার]

ক. লব্ধ রাশি কাকে বলে? ১
খ. সকল স্থিতিই আপেক্ষিক স্থিতি– ব্যাখ্যা কর। ২
গ. গাড়ি কর্তৃক মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উপরোক্ত তথ্যের আলোকে বেগ-সময় লেখচিত্র অঙ্কন কর এবং 13sec সময়ে ত্বরণ নির্ণয় কর। ৪

৪০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল রাশি মৌলিক রাশির ওপর নির্ভর করে বা মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় সে সকল রাশিই হলো লব্ধ রাশি।

খ কোনো বস্তুর সময়ের পরিবর্তনের সাথে যদি অবস্থানের পরিবর্তন না হয় তাহলে বস্তুর সেই অবস্থাকে স্থিতি বলে। এই স্থিতি আমরা অপর কোনো প্রসঙ্গ কাঠামো বা বস্তুর সাপেক্ষে বিবেচনা করি। কিন্তু পৃথিবী গ্রহ, উপগ্রহ সর্বদা গতিশীল। তাই এই মহাবিশ্বে প্রকৃত কোনো স্থির প্রসঙ্গ কাঠামো পাওয়া সম্ভব নয়। একারণে মহাবিশ্বের যে কোনো বস্তুর সাপেক্ষেই বিবেচনা হোক না কেন তা পরম স্থিতি নয়। তাই সকল স্থিতিই আপেক্ষিক স্থিতি।

গ এখানে, প্রথম 15s গাড়িটি সুষম ত্বরণে চলে।
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 6\ ms^{-1}$
সময়, $t = 15s$

$\therefore$ প্রথম 15s অতিক্রান্ত দুরত্ব, $s_1 = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$

$= \left(\frac{0+6}{2}\right)15$

$= 45\ m$

পরবর্তী 10s গাড়িটি $v = 6ms^{-1}$ সমবেগে চলে,

$\therefore$ অতিক্রান্ত দুরত্ব, $s_2 = vt = (6 \times 10)m$

$= 60\ m$

এবং গাড়িটি পরবর্তী 15s সমমন্দনে চলে এবং গাড়িটির শেষ বেগ শূন্য হয়।

$\therefore$ অতিক্রান্ত দুরত্ব, $s_3 = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$

$= \left(\frac{6+0}{2}\right)15\ m$

$= 3 \times 15\ m$

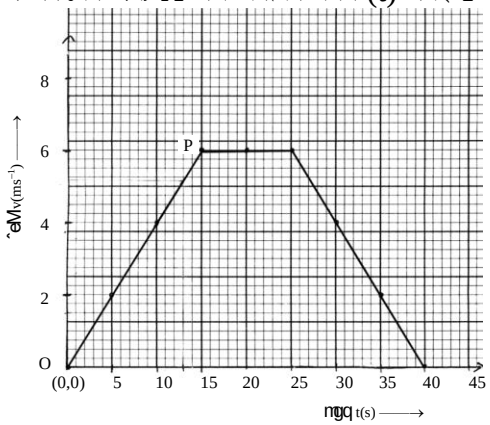
$= 45\ m$

$\therefore$ মোট অতিক্রান্ত দুরত্ব, $s = s_1 + s_2 + s_3$

$= (45 + 60 + 45)\ m$

$= 150\ m$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকের গাড়িটির বেগ বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কনের জন্য X অক্ষ বরাবর সময় (t) এবং Y অক্ষ বরাবর বেগ (v) স্থাপন করি।



ছক কাগজে X অক্ষ বরাবর ক্ষুদ্রতম 1 ঘর = 1 একক এবং Y অক্ষ বরাবর ক্ষুদ্রতম 4 ঘর = 1 একক ধরে লেখচিত্র অঙ্কন করি।

গাড়িটি প্রথম হতে 15s পর্যন্ত সুষম ত্বরণে চলে। গ্রাফ হতে দেখা যায়, OP একটি সরলরেখা যার প্রত্যেক বিন্দুতে ঢাল সমান। এই ঢালের মান গাড়িটির ত্বরণ নির্দেশ করে।

প্রথম 15s পর্যন্ত ঢাল বা ত্বরণ, $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{6-0}{15} = 0.4ms^{-2}$

অতএব, গাড়িটির 13s সময়ে ত্বরণ $= 0.4ms^{-2}$

$\therefore$ 13s সময়ে ত্বরণ $= 0.4ms^{-2}$

প্রশ্ন ▶ ৪১ নিচের ছকটি লক্ষ্য কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:

সময় (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
বেগ (ms^{-1})	0	1	2	3	3	3	3	2	1	0

[কাদিরাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল, নাটোর]

ক. ঘর্ষণ কী? ১

খ. ঘর্ষণ একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. গাড়িটির প্রথম 30sec এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

ঘ. ওপরের ছক থেকে বেগ সময় লেখচিত্র আঁক এবং গাড়িটির গতি প্রকৃতি বিশ্লেষণ করো। ৪

৪১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর সংস্পর্শে থেকে একের উপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার উৎপত্তি হয়, এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে।

খ দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণকে কাজে লাগিয়ে আমরা হাঁটাচলা করি, বাড়িঘর নির্মাণ করি, প্রয়োজন অনুযায়ী গাড়ির দিক পরিবর্তন করি। কিন্তু ঘর্ষণের কারণে আবার শক্তির অপচয় হয়, যন্ত্রপাতির গতিশীল অংশ উত্তপ্ত হয়ে উঠে; যন্ত্রপাতির দক্ষতা নষ্ট হয়। দৈনন্দিন কাজে ঘর্ষণকে যেমন পুরোপুরি বাদ দেয়া যায় না তেমনি অনেক ক্ষেত্রে ঘর্ষণ আমাদের উপকারে আসে। এজন্যই ঘর্ষণকে একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব বলা হয়।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তরঃ** 67.5m

ঘ ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৪২ দশম শ্রেণির ছাত্রী নমিতা স্কুলের বার্ষিক ক্রীড়া প্রতিযোগীতায় স্কুল মাঠে 84m ব্যাস বিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার পথ 2 মিনিটে দৌড় শেষ করে প্রথম হলো। *[বরিশাল সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, বরিশাল]*

ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবক কী? ১

খ. অসম ত্বরণের ক্ষেত্রে বেগ বৃদ্ধির হার সমান হয় না কেন? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. নমিতার দ্রুতি কত– নির্ণয় কর। ৩

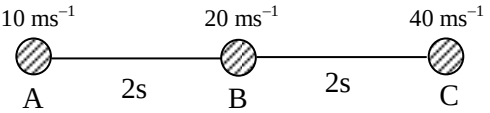
ঘ. নমিতার সরণ ও দূরত্ব কি সমান? সমান না হলে কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

৪২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সে পরিমাণকে দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ সময়ের সাথে বেগ বৃদ্ধির হার সমান না হলে তাকে অসম ত্বরণ বলে। অসম ত্বরণের ক্ষেত্রে বেগের মান অথবা দিক অথবা উভয়ই সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয়।

মনে করি, A বিন্দুতে কোনো এক মুহূর্তে একটি বস্তুর বেগ $10ms^{-1}$। 2 সেকেন্ড পর এর বেগ B বিন্দুতে $20ms^{-1}$ এবং আরও 2 সেকেন্ড পর C বিন্দুতে এর বেগ $40ms^{-1}$। প্রতি সেকেন্ডে এর বেগ সমানভাবে বৃদ্ধি পায় না।



এখানে, ১ম ক্ষেত্রে (AB অংশ) বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হার

অর্থাৎ, ত্বরণ $= \frac{(20-10)ms^{-1}}{2s} = 5ms^{-2}$

২য় ক্ষেত্রে (BC অংশ) ত্বরণ $= \frac{(40-20)ms^{-1}}{2s}$ $10ms^{-2}$

অর্থাৎ বস্তুটির ত্বরণ সমান নয়। অতএব, বস্তুর ত্বরণ অসম। তাই বেগ বৃদ্ধির হার সমান নয়।

গ দেওয়া আছে,

বৃত্তাকার পথের ব্যাস, $d = 84$ m

সময়, $t = 2$ min $= 120$ s

বের করতে হবে, দ্রুতি, $v = ?$

$\therefore$ বৃত্তাকার পথের পরিধি, $s = 2\pi r$

$= \pi(2r)$

$= \pi d$

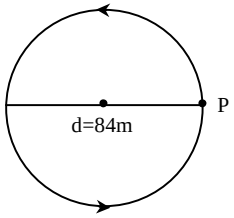
$= 3.14 \times 84 = 263.76$ m

আমরা জানি,

$$v = \frac{s}{t} = \frac{263.76}{120}$$

$\therefore v = 2.198\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

ঘ নমিতার সরণ ও নমিতা কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান নয়। নিচে চিত্রের সাহায্যে তা বিশ্লেষণ করা হলো–



ধরা যাক, চিত্রের বৃত্তটি উদ্দীপকে বর্ণিত বৃত্তাকার পথ নির্দেশ করছে এবং নমিতা P বিন্দু থেকে দৌড় শুরু করে 2 min এ পুরো পথ ঘুরে আবার P বিন্দুতে পৌঁছায়। ভেক্টরের নীতি অনুসারে, সরণ = শেষ অবস্থান – আদি অবস্থান।

যেহেতু আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থান একই বিন্দু। তাই তাদের বিয়োগফল শূন্য হবে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে নমিতার সরণ শূন্য। কিন্তু দূরত্ব একটি স্কেলার রাশি যা শুধু মানের উপর নির্ভরশীল, দিকের উপর নির্ভর করে না। সুতরাং, নমিতা P বিন্দু থেকে দৌড় শুরু করে আবার P বিন্দুতে পৌঁছালে, প্রকৃত পক্ষে সে বৃত্তাকার পথটির পরিধি সমান দূরত্ব অতিক্রম করে।
অর্থাৎ নমিতা কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব = বৃত্তাকার পথের পরিধি
= 263.76 m ["গ" হতে]
সুতরাং, নমিতার সরণ ও দূরত্ব সমান নয়।

প্রশ্ন ▶ ৪৩ জামি ও সামি দুই ভাই নৌকায় ঘুরছিল। জামির ভর 50kg, সামির 30kg এবং নৌকার 100 kg. জামি নদীর পাড় থেকে নৌকাটিকে 100N বল প্রয়োগ করে চালানো শুরু করল। ফিরে আসার সময় নৌকাটি যখন পাড় থেকে 10m দূরে ছিল তখন জামি পাড়ের দিকে $5ms^{-1}$ বেগে লাফ দিল। নৌকার বেগ $6ms^{-1}$ ছিল। পানির প্রবাহী ঘর্ষণের মান 10N. *[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]*

ক. ভরবেগ কাকে বলে? ১

খ. প্রমাণ কর, $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$ ২

গ. যদি জামি 8s পর বল প্রয়োগ বন্ধ করে এবং নদীর দৈর্ঘ্য 100m হয়, তবে নৌকাটি কত সময় পর ওপাড়ে পৌঁছাবে? গাণিতিকভাবে বের কর। ৩

ঘ. জামি লাফ দেয়ার পর নৌকাটি পাড়ে পৌঁছাতে পারবে কী? গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৪৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর ভর এবং বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

খ মনে করি, u আদিবেগ বিশিষ্ট কোনো বস্তু সমত্বরণে t সময় চলে s দূরত্ব অতিক্রম করে v শেষবেগ প্রাপ্ত হয়।

$\therefore$ বস্তুটির গড় দ্রুতি $= \frac{u+v}{2}$

আমরা জানি, গড় দ্রুতি $= \frac{`fiZ½}{mgq}$

$\therefore \frac{u+v}{2} = \frac{s}{t}$

$\therefore s = \left(\frac{u+v}{t}\right)t$ **(প্রমাণিত)**

গ এখানে,

জামির ভর, $m_1 = 50$ kg
সামির ভর, $m_2 = 30$ kg
নৌকার ভর, $M = 100$ kg
প্রযুক্ত বল, $F_1 = 100$ N

প্রবাহী ঘর্ষণ বল, $F_f = 10$ N
নদীর দৈর্ঘ্য, $L = 100$ m

$\therefore$ ত্বরণ, $a = \frac{F_1 - F_f}{M + m_1 + m_2}$

$= \frac{100 - 10}{100 + 50 + 30}\ ms^{-2}$

$= 0.5\ ms^{-2}$

$\therefore$ $t_1 = 8s$ এ অতিক্রান্ত দূরত্ব s_1 ও বেগ v_1 হলে,

$v_1 = at_1$

$= (0.5 \times 8)\ ms^{-1}$

$= 4ms^{-1}$

$s_1 = \frac{v_1 + 0}{2} \times t_1$

$= \frac{4+0}{2} \times 8$

$= 16$ m

$\therefore$ ধরি, $L - s_1 = (100 - 16)$ m $= 84$ m নৌকাটি F_f বলের অধীনে সমমন্দনে চলবে।

$\therefore$ মন্দন, $a' = \frac{F_f}{M + m_1 + m_2}$

$$= \frac{10\ \text{N}}{180\ \text{kg}}$$

$$= \frac{1}{18}\ \text{ms}^{-2}$$

$\therefore$ সময় t_2 হলে,

$$L - s_1 = v_1 t_2 - \frac{1}{2} a' t_2^2$$

বা, $4t_2 - \frac{1}{36} t_2^2 = 84$

বা, $t_2^2 - 144t_2 + 3024 = 0$

বা, $t_2 = \frac{144 - \sqrt{(144)^2 - 4 \times 3024 \times 1}}{2 \times 1}$

$\therefore t_2 = 25.52\ \text{s}$

অতএব, নৌকাটি পাড়ে পৌঁছাতে মোট সময় লাগবে, $t = (t_1 + t_2) = (8 + 25.52)\text{s} = 33.52\text{s}$ **(Ans.)**

ঘ এখানে, জামি ও সামিসহ নৌকার অদিবেগ, $u = 6\text{ms}^{-1}$

লাফ দেওয়ার সময় জামির বেগ, $v = 5\ \text{ms}^{-1}$

ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়ার পর নৌকার বেগ v_1 হলে,

$(M + m_1 + m_2)u = m_1 v + (M + m_2)v_1$

বা, $v_1 = \frac{(M + m_1 + m_2)\ u - m_1 v}{M + m_2}$

$$= \frac{(100 + 50 + 30) \times 6 - 50 \times 5}{100 + 30}$$

$\therefore v_1 = 6.38\ \text{ms}^{-1}$

প্রবাহী ঘর্ষণ বল, $F_f = 10\ \text{N}$

পাড়ের দূরত্ব, $d = 10\ \text{m}$

মন্দন, $a_1 = \frac{F_f}{M + m_2}$

$$= \frac{10\ \text{N}}{130\ \text{kg}}$$

$$= \frac{1}{13}\ \text{ms}^{-2}$$

নৌকার শেষ বেগ v_2 হলে,

$v_2^2 = v_1^2 - 2a_1 s$

বা, $s = \frac{v_1^2 - v_2^2}{2a_1}$

$$= \frac{(6.38)^2 - 0}{\frac{2}{13}} = 264.5786\ \text{m}$$

যেহেতু $s = 264.5786\ \text{m} > 10\ \text{m}$। অতএব, নৌকাটি পাড়ে পৌঁছবে।

প্রশ্ন ▶ ৪৪ স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে একটি বস্তু প্রথম সেকেন্ডে 1m দূরত্ব অতিক্রম করে। বস্তুটি প্রথম চার সেকেন্ড চলার পর সমবেগে চলতে শুরু করে। *[বি.এ.এফ শাহীন কলেজ, ঢাকা]*

ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? ১

খ. পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য কেন? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বস্তুটি আট সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩

ঘ. চতুর্থ ও অষ্টম সেকেন্ডে অর্জিত গতিশক্তির অনুপাত গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে নির্ণয় কর। ৪

৪৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গতিশীল বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে তা গতিপথের কোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে সেই বস্তুর গতিই পর্যাবৃত্ত গতি।

খ পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য হওয়ায় সেখানে বস্তুর ওজন শূন্য হয়। আমরা জানি, কোনো নির্দিষ্ট স্থানে বস্তুর ওজন হলো এর ভর ও ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের গুণফল। সুতরাং, কোনো স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য হলে ঐ স্থানে বস্তুর ভর ও অভিকর্ষজ ত্বরণের গুণফল তথা ওজনও শূন্য হয়। পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য। তাই পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজনও শূন্য হয়।

গ দেওয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

দূরত্ব, $s_1 = 1\ m$

সময়, $t_1 = 1s$

ত্বরণ a হলে,

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

বা, $s_1 = \frac{1}{2}at_1^2$

বা, $a = \frac{2s_1}{t_1^2}$

$$= \frac{2 \times 1}{(1)^2}$$

$$= 2ms^{-2}$$

$t_2 = 4s$ এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_2 = ut_2 + \frac{1}{2}at_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times 4^2\ m$$

$$= 16\ m$$

4s পর বেগ, $v = u + at_2$

$$= 0 + 2\ ms^{-2} \times 4s$$

$$= 8\ ms^{-1}$$

পরবর্তী $t_3 = 4s$ এ সমবেগে থাকাকালিন অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_3 = vt_3$

$$= 8ms^{-1} \times 4s$$

$$= 32\ m$$

∴ মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = s_2 + s_3$

$$= (16 + 32)\ m$$

$$= 48\ m$$ **(Ans.)**

ঘ ধরি, বস্তুর ভর = m kg

'গ' হতে $t_1 = 4s$ পর বেগ, $v_1 = 8ms^{-1}$

যেহেতু সমবেগে চলে, অষ্টম সেকেন্ডে বেগ, $v_2 = 8ms^{-1}$

∴ চতুর্থ সেকেন্ডে অর্জিত গতিশক্তি, $E_{k_1} = \frac{1}{2}mv_1^2$

এবং অষ্টম সেকেন্ডে অর্জিত গতিশক্তি, $E_{k_2} = \frac{1}{2}mv_2^2$

প্রশ্নমতে, $\frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = \frac{\frac{1}{2}mv_1^2}{\frac{1}{2}mv_2^2}$

$$= \frac{(8\ ms^{-1})^2}{(8\ ms^{-1})^2}$$

বা, $\frac{E_{k_1}}{E_{k_2}} = 1$

∴ $E_{k_1} : E_{k_2} = 1 : 1$

প্রশ্ন ▶ ৪৫ দুটি গাড়ি $4ms^{-1}$ এবং $7ms^{-1}$ বেগ নিয়ে একটি প্রতিযোগিতা আরম্ভ করে। গাড়ি দুটির ত্বরণ যথাক্রমে $0.5ms^{-2}$ এবং $0.3ms^{-2}$। গাড়ি দুটি একই সময় প্রতিযোগিতার শেষ প্রান্তে পৌঁছাল।

[সামসুল হক খান স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

ক. দ্রুতি কী? ১

খ. সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ ব্যাখ্যা করো। ২

গ. প্রতিযোগিতার সময় কত ছিল? ৩

ঘ. দ্বিতীয় গাড়ির ত্বরণ দ্বিগুণ করা হলে, একই সময়ে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্বের পার্থক্য গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৫ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর একক সময়ে যেকোনো দিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব হলো দ্রুতি।

খ কোনো বস্তুর আদি বেগ u এবং t সময় পর বেগ v হলে, ত্বরণ-

বা, $a = \frac{v-u}{t}$

কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে $v = u$, সুতরাং

$a = \frac{u-u}{t} = 0$

অর্থাৎ সমবেগে চলন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে বেগের পরিবর্তনের হার শূন্য হয়। অর্থাৎ কোনো ত্বরণ থাকে না।

গ ৩৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ। **উত্তরঃ** 30 sec.

ঘ t = 20s এ দ্বিতীয় গাড়ির অতিক্রান্ত দূরুত্ব

$s = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$

$= 7 \times 30 + \frac{1}{2} \times 0.3 \times 30^2$

$= 345$ m

যদি দ্বিতীয় গাড়ির ত্বরণ দ্বিগুণ করা হয় সেক্ষেত্রে,

$a_2 = 0.3 \times 2 = 0.6\ ms^{-2}$

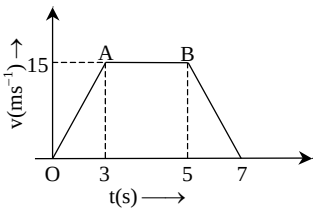
∴ সেক্ষেত্রে অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে,

$s = 7 \times 30 + \frac{1}{2} \times 0.6 \times 30^2$

$= 480$m

∴ দুই ক্ষেত্রে দূরত্বের পার্থক্য (480 – 345)= 135m

প্রশ্ন ▶৪৬



[গভঃ ল্যাবরেটরি হাই স্কুল, রাজশাহী]

ক. তড়িৎ বলরেখা কী? ১

খ. ব্যাখ্যা কর– ট্রান্সফর্মার যে হারে ভোল্টেজ কমায় ঠিক সে হারে তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি করে। ২

গ. প্রথম 5 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব র্নিণয় কর। ৩

ঘ. গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো– ত্বরণ ও মন্দনের মান সমান নয়। ৪

৪৬ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

ক তড়িৎক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে এটি যে পথে পরিভ্রমণ করে তাকে তড়িৎ বলরেখা বলে।

খ ট্রান্সফর্মারে কোন ক্ষমতার অপচয় না ঘটলে আমরা জানি,

মুখ্য কুণ্ডলীর ভোল্টেজ × তড়িৎ প্রবাহ = গৌণ

কুণ্ডলীর ভোল্টেজ × তড়িৎ প্রবাহ

অর্থাৎ $E_p I_p = E_s I_s$

বা, $\frac{E_p}{E_s} = \frac{I_s}{I_p}$

অর্থাৎ কোনো ট্রান্সফর্মার যে হারে ভোল্টেজ কমায় ঠিক সে হারে তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি করে। যাতে ক্ষমতার পরিমাণ সমান থাকে।

গ এখানে,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 1\ ms^{-1}$

সময়, $t = 5$ s
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$
লেখচিত্র থেকে দেখা যায়,
প্রথম 5 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,
s = OABC অংশ দ্বারা গঠিত ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল অংশের ক্ষেত্রফল

$= \frac{1}{2}$ (সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের সমষ্টি) $\times$ দূরত্ব

$= \frac{1}{2}(2 + 5) \times 15$

$= 52.5$ m **(Ans)**

ঘ উদ্দীপকের লেখচিত্র 0 থেকে 3s পর্যন্ত সমত্বরণ, 3s থেকে 5s পর্যন্ত সমবেগ এবং 5s থেকে 7s পর্যন্ত সমমন্দন নির্দেশ করে।
সমত্বরণের ক্ষেত্রে,
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v = 15\ ms^{-1}$
সময়, $t = 3s$
ত্বরণ, $a = ?$
আমরা জানি,

$$a = \frac{v - u}{t}$$
$$= \frac{15 - 0}{3}$$
$$= 5\ ms^{-2}$$

সমমন্দনের ক্ষেত্রে,
আদিবেগ, $u' = 15 ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v' = 0\ ms^{-1}$
সময়, $t' = (7 - 5)$ s
$= 2$ s
মন্দন, $a' = ?$
আমরা জানি,

$$a' = \frac{v' - u'}{t'}$$
$$= \frac{0 - 15}{2}$$
$$= -7.5\ ms^{-2}$$

$\therefore a \neq a'$
সুতরাং বলা যায় ত্বরণ ও মন্দনের মান সমান নয়।

প্রশ্ন ▶ ৪৭ 2টি গাড়ী যথাক্রমে $5 ms^{-1}$ এবং $8 ms^{-1}$ বেগ নিয়ে প্রতিযোগিতা শুরু করে। এদের সমত্বরণের মান যথাক্রমে $7 ms^{-2}$ এবং $4 ms^{-2}$।
[গভঃ ল্যাবরেটরী হাই স্কুল, রাজশাহী]

ক. ক্যাথেটার কাকে বলে? ১
খ. তড়িৎধারক কিভাবে তৈরি করা হয়? ২
গ. গাড়িদুটি একই সময়ে গন্তব্যে পৌঁছে ধরে প্রতিযোগিতার সময় ও দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩
ঘ. প্রতিযোগিতার সময় ও দূরত্ব নির্ণয় করার জন্য যে সমীকরণ ব্যবহৃত হয়েছে তা প্রতিপাদন করো। ৪

৪৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক এনজিওগ্রাম করার সময় রোগীর দেহে যে সরু ও নমনীয় নলের মধ্যে দিয়ে একটি তরল পদার্থ ডাই প্রবেশ করিয়ে দেয়া হয়, সেই নলটিই ক্যাথেটার।

খ একটি তড়িৎ ধারক তৈরি করা হয় দুটি অন্তরীত ধাতব পাতকে পরস্পর সমান্তরালভাবে রেখে। যখন একটি ব্যাটারীকে এর দুটি পাতের সাথে সংযুক্ত করা হয় তখন ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্ত থেকে ইলেকট্রন একটি পাতে প্রবাহিত হয় এবং এটি ঋণাত্মক আধানে আহিত হয়। ধারকের অন্য পাত থেকে ইলেকট্রন ব্যাটারির ধনাত্মক দণ্ডে প্রবাহিত হয়। ফলে ঐ পাত ধনাত্মকভাবে আহিত হয়। পাতগুলোতে কত আধান জমা হবে তা ব্যাটারির ভোল্টেজের উপর নির্ভর করে।

গ শর্ত মতে, ধরি, অপর প্রান্তে পৌঁছানোর ক্ষেত্রে গাড়ি দুইটি t সময়ে s দূরত্ব অতিক্রম করে।
১ম গাড়ির ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u_1 = 5\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 7\ ms^{-2}$

তাহলে, $s = u_1t + \frac{1}{2} a_1 t^2$

বা, $s = 5 \times t + \frac{1}{2} \times 7 \times t^2$

বা, $s = 5t + 3.5 t^2$ ..... (i)

দ্বিতীয় গাড়ির ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u_2 = 8ms^{-1}$

ত্বরণ, $a_2 = 4ms^{-2}$

$\therefore s = u_2t + \frac{1}{2} a_2t^2$

বা, $s= 8 \times t + \frac{1}{2} \times 4 \times t^2$

$= 8t + 2t^2$ ..... (ii)

(i) ও (ii) নং সমীকরণ হতে পাই

$5t + 3.5t^2 = 8t + 2t^2$

বা, $1.5t^2 = 3t$

$\therefore t = 2$ s **(Ans)**

$s = 5t + 3.5t^2$

$= 5 \times 2 + 3.5 \times 2^2$

$= 24$ m **(Ans)**

ঘ প্রতিযোগীতার সময় দূরত্ব নির্ণয়ের জন্য যে সমীকরণ ব্যবহৃত হয়েছে তা গতির ৩য় সমীকরণ, $s = ut + \frac{1}{2} at^2$

ধরা যাক, কোন বস্তু u আদিবেগ নিয়ে a সুষম ত্বরণে t সময় চলে s দূরত্ব অতিক্রম করে শেষ বেগ v প্রাপ্ত হয়।

ত্বরণ, $a = \frac{v - u}{t}$

$\therefore v = u + at$ ..... (i)

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

বা, $\frac{u + v}{2} = \frac{s}{t}$

বা, $s = \left(\frac{u+ v}{2}\right) t$ ..... (ii)

(i) নং সমীকরণ হতে v এর মান (ii) নং সমীকরণ বসিয়ে পাই,

$s = \left(\frac{u + u + at}{2}\right) t$

বা, $s = \left(\frac{2u + at}{2}\right) t$

বা, $s = \left(u + \frac{at}{2}\right) t$

$\therefore s = ut + \frac{1}{2} at^2$ **(প্রতিপাদিত)**

প্রশ্ন ▶ ৪৮ $72kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি সাইকেল আরোহী একটি স্থির মটর সাইকেল আরোহীকে অতিক্রম করার সময় মটর সাইকেল আরোহী $4ms^{-2}$ ত্বরণে একই দিকে যাত্রা শুরু করে। *[বগুড়া সরকারি বালিকা বিদ্যালয়]*

ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবক কী? ১

খ. হুকের সূত্রটি বিবৃত কর। ২

গ. কখন উভয়ের বেগ সমান হয়? ৩

ঘ. কখন ও কত দূরত্ব পরে মটর সাইকেল আরোহী সাইকেল আরোহীকে অতিক্রম করবে– গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

৪৮ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

ক মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সে পরিমাণকে দৈর্ঘ্য পরিমাপক যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক।

এই সূত্রানুসারে স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর উপর প্রযুক্ত পীড়ন বেশি হলে বিকৃতি বেশি হবে আর কম হলে বিকৃতি কম হবে। অর্থাৎ পীড়নের পরিবর্তনের ফলে বিকৃতির পরিবর্তন এমন হবে যেন পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত সর্বদা ধ্রুব থাকে।

গাণিতিকভাবে, পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

∴ পীড়ন = ধ্রুবক × বিকৃতি

বা, $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক

এই ধ্রুবকটি হলো বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক।

গ সাইকেল আরোহীর বেগ, $u = 72\ kmh^{-1} = \frac{72 \times 1000}{3600}$

$= 20\ ms^{-1}$

মোটার সাইকেল আরোহীর ক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

শেষবেগ, v = সাইকেলের বেগ $= 20ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = 4ms^{-2}$

সময়, t = ?

জানা আছে,

$v = u + at$

বা, $20 = 0 + 4t$

বা, $4t = 20$

∴ $t = 5s$ **(Ans.)**

ঘ মনে করি, s দূরত্ব পার করে, t সময় পর মোটর সাইকেল আরোহী সাইকেল আরোহীকে অতিক্রম করবে।

দেওয়া আছে,

সাইকেল আরোহী সমবেগ, $v = 72\ kmh^{-1}$

$= 20ms^{-1}$

t সময়ে অতিক্রম করে, $s = vt = 20t$ ..... (i)

আবার,

মোটর সাইকেল আরোহীর আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

ত্বরণ $a = 4ms^{-2}$

∴ সরণ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

বা, $s = 0 + \frac{4}{2}t^2$

∴ $s = 2t^2$ ..... (ii)

(i) ও (ii) হতে,

$2t^2 = 20t$

বা, $2t(t - 10) = 0$

∴ $t = 0$ অথবা $10s$

(i) নং হতে দূরত্ব, $s = (20 \times 10)\ m = 200m$

অতএব, 10s পরে 200m যাওয়ার পর মটর সাইকেল আরোহী সাইকেল আরোহীকে অতিক্রম করবে।

প্রশ্ন ▶ ৪৯ একটি স্থির বস্তু স্থির অবস্থান থেকে সমত্বরণে 10 সেকেন্ডে 100 মিটার পথ অতিক্রম করল। *[সৃজনী বিদ্যানিকেতন, পটুয়াখালী]*

ক. বল কী? ১

খ. ঘর্ষণ বল কেন উৎপন্ন হয়? ২

গ. নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র হতে বল, ভর ও ত্বরণের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করো। ৩

ঘ. পরবর্তী 50 মিটার পথ অতিক্রম করতে বস্তুটির কত সময় লাগবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৪৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বল একটি বাহ্যিক কারণ যা কোন একটি বস্তুর গতি বা স্থিতি অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায়।

খ আমরা কোনো তলকে যতই মসৃণ দেখি না কেন আসলে তা পুরোপুরি মসৃণ নয়। এতে অনেক উঁচু নিচু খাঁজ আছে। যখন দুটি তল পরস্পরের সংস্পর্শে আসে তখন উভয় তালের খাঁজগুলো পরস্পরের সাথে আটকে যায়। আবার, বস্তুদ্বয়ের স্পর্শ তলের অণুগুলো পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এসব কারণে তলদ্বয়ের আপেক্ষিক গতি বাধাগ্রস্থ হয় অর্থাৎ ঘর্ষণ বলের উৎপত্তি হয়।

গ নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র থেকে বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল এবং এর ফলে সৃষ্ট ত্বরণের মধ্যে সম্পর্ক জানা যায়। সূত্রটি নিম্নরূপ:

বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

ধরা যাক, m ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু u আদিবেগে চলছে। এখন F ধ্রুব বল বস্তুর উপর t সময় ধরে বেগের অভিমুখে ক্রিয়া করলো। ধরা যাক, বল প্রয়োগের ফলে বস্তুর বেগ u হতে পরিবর্তিত হয়ে v হলো।

∴ বস্তুটির আদি ভরবেগ = mu

∴ বস্তুটির শেষ ভরবেগ = mv

t সময়ে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন = mv – mu

সুতরাং, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার $= \frac{mv - mu}{t} = m\left(\frac{v - u}{t}\right)$

$= ma$

নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রানুসারে, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক অর্থাৎ,

$ma \propto F$

$= kF$ .....(i)

এখানে k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। এর মান বলের এককের উপর নির্ভর করে। এ সমীকরণ থেকে বলের এককের সংজ্ঞা দেওয়া হয়। বলের এককে বলা হয় নিউটন (N)। এ এককের সংজ্ঞা এমনভাবে দেওয়া হয় যাতে k = 1 হয়।

যখন $m = 1\ kg$, $a = 1\ ms^{-2}$

তখন F = 1N ধরা হয় ফলে উপরিউক্ত (i) সমীকরণে $1 \times 1 = k \times 1$ বা k = 1 হয়।

সুতরাং ভর m কে kg, ত্বরণ a কে ms^{-2} এবং বল F কে N-দ্বারা প্রকাশ করলে সমীকরণ (1) থেকে পাওয়া যায়–

$ma = 1.F$

বা, $F = ma$

বা, বল = ভর × ত্বরণ

ঘ দেওয়া আছে,

বস্তুটির আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

সময়, $t_1 = 10\ s$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = 100\ m$

পরবর্তীতে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = 50\ m$

s_2 অতিক্রম করতে সময়, $t_2 = ?$

মনেকরি, বস্তুটির সমত্বরণ, a

$\therefore s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$

বা, $100 = 0 \times t_1 + \frac{1}{2} \times a \times (10)^2$

বা, $100 = 50\ a$

$\therefore a = 2\ ms^{-2}$

s_1 দূরত্ব অতিক্রম করার পর বেগ, $v = u + at_1$

$= (0 + 2 \times 10)ms^{-1}$

$= 20\ ms^{-1}$

$\therefore s_2 = vt_2 + \frac{1}{2}at_2^2$

বা, $50 = 20t_2 + \frac{1}{2} \times 2 \times t_2^2$

বা, $t_2^2 + 20t_2 - 50 = 0$

$\therefore t_2 = 2.247\ s$ বা, $-22.247\ s$

কিন্তু ঋণাত্মক সময় গ্রহণযোগ্য নয়।

অতএব, পরবর্তী 50 মিটার পথ অতিক্রম করতে বস্তুটির 2.247 s সময় লাগবে।

প্রশ্ন ▶ ৫০ রফিক সাহেব ছাতক থেকে বাসে করে সিলেট পৌঁছল। সে যাত্রার শুরু থেকে সিলেট পৌঁছা পর্যন্ত প্রতি ৩ মিনিট পর পর বেগের মান লিখে রাখল। বেগের মান প্রতি ঘণ্টায় 9, 18, 30, 36, 18, 9 কিলোমিটার। *[সৃজনী বিদ্যানিকেতন পটুয়াখালী]*

ক. সমমন্দন কী? ১

খ. বেগ ও দ্রুতির একক অভিন্ন হলেও রাশি দুটি ভিন্ন। ব্যাখ্যা করো। ২

গ. প্রথম ৩ মিনিটে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত? ৩

ঘ. সংগৃহীত উপাত্ত দিয়ে বেগ সময়ের লেখ অংকন করে তা ব্যাখ্যা করো। ৪

৫০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে কমতে থাকে তাহলে সে মন্দনই হবে সমমন্দন।

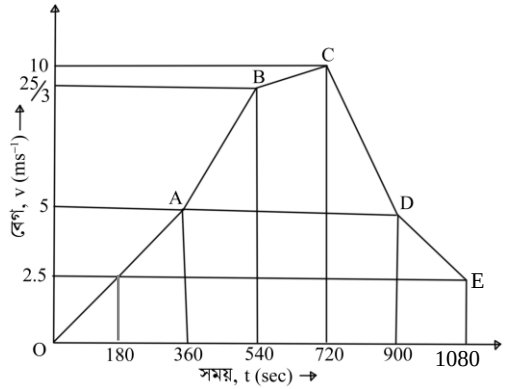
খ দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি কিন্তু বেগ একটি ভেক্টর রাশি। দ্রুতি হলো যেকোনো দিকে একক সময়ে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব আর বেগ হলো নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর একক সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, অর্থাৎ দ্রুতি ও বেগ পরিমাপের ক্ষেত্রে পার্থক্য শুধু দিকের। কোনো রাশির এককের উপর দিকের কোনো প্রভাব নেই। তাই দ্রুতি ও বেগের একক অভিন্ন হলেও রাশি দুটি ভিন্ন।

গ ৬(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তরঃ** 225m

ঘ রফিক সাহেব প্রতি ৩ মিনিট পর পর বেগের মান লিখে রেখেছেন। রফিক সাহেবের সংগৃহীত উপাত্ত নিচে সারণি আকারে সাজানো হলো:

বেগ (v)	0 ms^{-1}	9 kmh^{-1} = 2.5 ms^{-1}	18 kmh^{-1} = 5 ms^{-1}	30 kmh^{-1} = $\frac{25}{3}$ ms^{-1}	36 kmh^{-1} = 10 ms^{-1}	18 kmh^{-1} = 5 ms^{-1}	9 kmh^{-1} = 2.5 ms^{-1}
সময় (t)	0 sec	3 মিনিট = 180 sec	6 মিনিট = 360 sec	9 মিনিট = 540 sec	12 মিনিট = 720 sec	15 মিনিট = 900 sec	18 মিনিট = 1080 sec

সংগৃহীত উপাত্ত দিয়ে নিচে বেগ-সময় লেখচিত্র অঙ্কন করা হলো–



লেখচিত্র হতে দেখা যায়, 0 থেকে 360 sec পর্যন্ত বস্তুটির বেগ সুষমভাবে বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ, বস্তুটি সমত্বরণে চলে। এক্ষেত্রে সমত্বরণ, $a_1 = \frac{5-0}{360-0} ms^{-2} = \frac{1}{72} ms^{-2}$

পরবর্তীতে 360 sec থেকে 540 sec পর্যন্ত বস্তুটির বেগ ভিন্নভাবে বৃদ্ধি পায়। এক্ষেত্রে ত্বরণ, $a_2 = \frac{\frac{25}{3}-5}{540-360} ms^{-2} = \frac{1}{54} ms^{-2}$। পরবর্তী 180 sec বস্তুটি, $a_3 = \frac{10-\frac{25}{3}}{180} ms^{-2} = \frac{1}{108} ms^{-2}$ সমত্বরণে চলে 10 ms^{-1} বেগ অর্জন করে।

720 sec থেকে 900 sec -এ বস্তুটির বেগ সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 10 ms^{-1} থেকে 5 ms^{-1} হয়। অর্থাৎ বস্তুটির মন্দন ঘটে। এক্ষেত্রে মন্দন, $a_4 = \frac{10-5}{180} ms^{-2} = \frac{1}{36} ms^{-2}$

পরবর্তী 180 sec এ বস্তুটির বেগ সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 5 ms^{-1} থেকে 2.5 ms^{-1} হয়। এক্ষেত্রে মন্দন, $a_5 = \frac{5-2.5}{180} ms^{-2} = \frac{1}{72} ms^{-2}$.

প্রশ্ন ▶ ৫১ নিচের চার্টে স্থির অবস্থান থেকে চলন্ত গাড়ীর বিভিন্ন সময়ের জন্য বেগের মানের পরিবর্তন দেখানো হলো:

সময় (s)	0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
বেগ ms^{-1}	0	2	4	8	10	10	10	8	6	4	2	0

[শেরপুর সরকারি ভিক্টোরিয়া একাডেমি, শেরপুর]

ক. গড় দ্রুতি বলতে কী বোঝ? ১

খ. পড়ন্ত বস্তুর দ্বিতীয় সূত্রটি ব্যাখ্যা করো। ২

গ. গাড়ীটির ১ম 10 sec-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে গাড়ীটির বিভিন্ন অংশের গতিবেগ লেখচিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অসম দ্রুতিতে চলমান কোন বস্তুর নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত মোট দূরত্বকে ঐ সময় দিয়ে ভাগ করলে যে রাশি পাওয়া যায়, তাই ঐ সময় পরিসরে বস্তুটির গড় দ্রুতি।

খ পড়ন্ত বস্তুর দ্বিতীয় সূত্র : স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে (t) প্রাপ্ত বেগে (v) ঐ সময়ের সমানুপাতিক অর্থাৎ, $v \propto t$

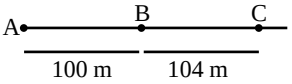
পড়ন্ত বস্তুর দ্বিতীয় সূত্র থেকে পাওয়া যায় t সেকেন্ড শেষে বস্তুর বেগ $v \propto t$
অর্থাৎ, কোনো বস্তুকে যদি স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়তে দেওয়া হয় তবে প্রথম সেকেন্ড পরে যদি এটি v বেগ অর্জন করে তবে দ্বিতীয় সেকেন্ড পরে এটি 2v বেগ অর্জন করবে। সুতরাং t_1, t_2, t_3 .... সেকেন্ড পরে যদি বস্তুর বেগ যথাক্রমে v_1, v_2, v_3 ... ইত্যাদি হয় তবে এ সূত্রানুসারে,

$\frac{v_1}{t_1} = \frac{v_2}{t_2} = \frac{v_3}{t_3}$ = ধ্রুবক।

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তরঃ** 58m

ঘ ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫২



একটি গাড়ি প্রথম 2 sec. এ AB এবং পরবর্তী 4sec. এ BC দূরত্ব অতিক্রম করে। *[চট্টগ্রাম সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]*

ক. তাৎক্ষণিক দ্রুতি কাকে বলে? ১
খ. আপেক্ষিক গতি বলতে কী বোঝায় ব্যাখ্যা করো। ২
গ. গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. ত্বরণ অপরিবর্তিত থাকলে গাড়িটি পরবর্তী 4 sec এ তার আদি অবস্থান হতে পেছন দিকে সরে যাবে– গাণিতিক বিশ্লেষণ এর মাধ্যমে এর সত্যতা যাচাই করো। ৪

৫২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময় ব্যবধানের অনুপাতকে ঐ মুহূর্তকালের তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

খ কোনো গতিশীল প্রসঙ্গ কাঠামোর সাপেক্ষে অন্য কোনো বস্তুর গতিকে বলা হয় আপেক্ষিক গতি। উদাহরণ স্বরূপ, বাসে যাত্রার সময় বাইরের সবকিছু মনে হয় পেছনের দিকে সরে যাচ্ছে। এক্ষেত্রে বাস তথা দর্শক গতিশীল প্রসঙ্গ কাঠামো এবং বাইরের গাছ-পালা, বাড়ি-ঘড় হলো পর্যবেক্ষণশীল বস্তু। তাই চলন্ত বাস সাপেক্ষে গাছ-পালা, বাড়ি ঘরের গতি হলো আপেক্ষিক গতি।

গ দেওয়া আছে,
A থেকে B এর দূরত্ব, $s_1 = AB = 100$ m
B থেকে C এর দূরত্ব, $s_2 = BC = 104$ m
A থেকে B তে যেতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = 2$s
B থেকে C তে যেতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = 4$s
বের করতে হবে, গাড়ির ত্বরণ, a = ?
ধরা যাক, গাড়িটির আদিবেগ = u

∴ AB অংশে,

$$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$

বা, $100 = 2u + \frac{1}{2} \times a \times 4$

বা, $2u + 2a = 100$

বা, $u + a = 50$ ..... (1)

এবং AC অংশে, গাড়িটি (2 + 4)s বা 6s এ (100 + 104) m বা 204 m দূরত্ব অতিক্রম করে।

$$\therefore 204 = 6u + \frac{1}{2} \times a \times 6^2$$

বা, $6u + 18a = 204$

বা, $u + 3a = 34$ ..... (2)

(2) থেকে (1) বিয়োগ করে পাই,

$2a = -16$

$\therefore a = -8$ ms^{-2} [ঋণাত্মক চিহ্ন মন্দন নির্দেশ করে] **(Ans)**

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,
ত্বরণ, $a = -8$ ms^{-2}
উদ্দীপক অনুসারে, গাড়িটি প্রথম $t_1 = 2$s এ $s_1 = 100$ m দূরত্ব অতিক্রম করে। গাড়িটির আদিবেগ u হলে,

$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$

বা, $100 = 2u + 2a$

বা, $u = 50 - a = 50 + 8$

$\therefore u = 58\ ms^{-1}$

এখন ধরা যাক, গাড়িটি মোট, $t = 2 + 4 + 4 = 10$ s এ s দূরত্ব অতিক্রম করে।

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

বা, $s = 58 \times 10 + \frac{1}{2}(-8) \times 10^2$

বা, $s = 508 - 400$

$\therefore s = 180$ m

$\therefore$ গাড়িটি শেষ 4s এ যায় $= 180 - (100 + 104) = -24$m

ঋণাত্মক চিহ্ন নির্দেশ করে, গাড়িটি সামনের দিকে না এগিয়ে পেছনের দিকে যাবে।

সুতরাং ত্বরণ অপরিবর্তিত থাকলে গাড়িটি পরবর্তী 4s এ তার আদি অবস্থান হতে পিছনের দিকে সরে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৫৩ 200 m উঁচু দালান থেকে একটি বস্তু A কে ফেলে দেওয়া হলো। একই সময় ভূমি থেকে B বস্তুকে 49 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। *[পাবনা সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, পাবনা]*

ক. সাম্য বল কাকে বলে? ১

খ. সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে না কেন? ২

গ. 5s পর B বস্তুটি ভূমি থেকে কত উপরে উঠবে? ৩

ঘ. A ও B বস্তু দুটি কত সময় পর এবং ভূমি থেকে কত উচ্চতায় মিলিত হবে? ৪

৫৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ আমরা জানি, কোনো গতিশীল বস্তুর বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। কোনো বস্তুর আদিবেগ u এবং t সময় পরে বেগ v হলে, t সময়ে বেগের পরিবর্তন $= v - u$.

$\therefore$ একক সময়ে বেগের পরিবর্তন অর্থাৎ ত্বরণ, $a = \frac{v - u}{t}$.

এখন, বস্তুটি সমবেগে চললে, $v = u$ হবে।

সেক্ষেত্রে, ত্বরণ, $a = \frac{u - u}{t} = \frac{0}{t} = 0$

সুতরাং সমবেগে গতিশীল কোনো বস্তুর ত্বরণ শূন্য হবে অর্থাৎ ত্বরণ থাকবে না।

গ এখানে, B বস্তুর আদিবেগ, $u = 49\ ms^{-1}$

সময়, $t = 5$ s

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

উচ্চতা, $h = ?$

আমরা জানি, খাড়াভাবে নিক্ষিপ্ত বস্তুর ক্ষেত্রে,

$h = ut - \frac{1}{2}gt^2$

বা, $h = 49 \times 5 - \frac{1}{2} \times 9.8 \times 5^2$

বা, $h = 245\text{m} - 122.5$ m

$\therefore h = 122.5$ m **(Ans)**

ঘ ধরা যাক,

A ও B বস্তুদ্বয় t সময় পরে ভূমি থেকে x উচ্চতায় মিলিত হবে।

তাহলে, ts-এ A কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h_A = (200 - x)$ m

B কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h_B = x$ m

A এর আদিবেগ, $u_A = 0\ ms^{-1}$

B এর আদিবেগ, $u_B = 49\ ms^{-1}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ ms^{-2}$

সুতরাং, t সময়ে A কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$h_A = u_A t + \frac{1}{2} gt^2$

$\therefore 200 - x = 4.9t^2$ ..... (i)

আবার, t সময়ে B কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$h_B = u_B t - \frac{1}{2} gt^2$

বা, $x = 49t - \frac{1}{2} \times 9.8t^2$

$\therefore x = 49t - 4.9t^2$ ..... (2)

সমীকরণ (1) ও (2) যোগ করে পাই,

$200 = 49t$

$\therefore t = 4.0816$ s

সমীকরণ (1)-এ t এর মান বসিয়ে,

$200 - x = 4.9 \times (4.0816)^2$

বা, $x = 200 - 81.6313$

$\therefore x = 118.3687$ m

সুতরাং A ও B বস্তুদ্বয় 4.0816 s পরে ভূমি থেকে 118.3687 m উচ্চতায় মিলিত হবে।

প্রশ্ন ▶৫৪ একটি গাড়ির বেগ-সময় সারণি দেওয়া হলো :

বেগ (ms^{-1})	0	2	4	4	6	7	0
সময় (s)	0	5	10	15	20	25	30

[বর্ডার গার্ড পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

ক. পড়ন্ত বস্তুর ২য় সূত্রটি লিখ। ১

খ. সূর্যের চারিদিকে পৃথিবীর গতি আপেক্ষিক কেন? ২

গ. গাড়িটি ত্বরণ এবং মন্দনকালে মোট কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩

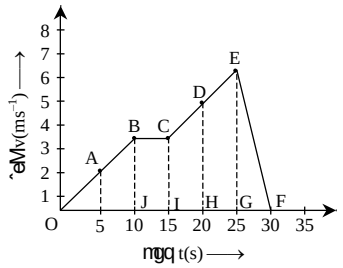
ঘ. গাড়িটির বেগের প্রকৃতি লেখচিত্রের মাধ্যমে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে (t) প্রাপ্ত বেগ (v) ঐ সময়ের সমানুপাতিক অর্থাৎ $v \propto t$।

খ পৃথিবী প্রতিনিয়ত সূর্যের চারদিকে ঘুরছে। সূর্যও তার গ্রহ, উপগ্রহ নিয়ে ছায়াপথে গতিশীল। এ কারণে পৃথিবী ও সূর্য, একটিও প্রকৃত পক্ষে স্থির নয়। মহাবিশ্বের সকল গতিই আপেক্ষিক। তাই সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতিও আপেক্ষিক।

গ উদ্দীপকের গাড়ির বেগ বনাম সময় সারণি থেকে নিম্নে লেখচিত্রটি অঙ্কন করা হলো।



এখানে, গাড়িটির ত্বরণকালে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

s_1 = OBJ ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল + CEGI ট্রাপিজিয়াম ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল + DEGH ট্রাপিজিয়াম ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 4 + \frac{1}{2} \times (4 + 6) \times 5 + \frac{1}{2} \times (4 + 7) \times 10$

$= 100$m

আবার, গাড়িটির মন্দনকালে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

s_2 = EFG ত্রিভুজের ক্ষেত্রফল

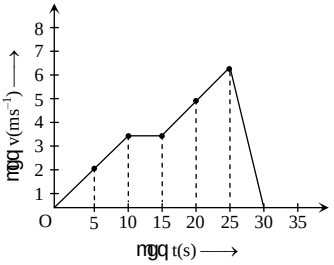
$= \frac{1}{2} \times 5 \times 7$

= 17.5 m

∴ গাড়িটির ত্বরন ও মন্দনকালে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$s = s_1 + s_2 = 100m + 17.5\ m = 117.5\ m$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকের গাড়িটির বেগ বনাম সময় লেখচিত্র অঙ্কনের মাধ্যমে গাড়িটির বেগের প্রকৃতি বিশ্লেষণ করা হলো। এক্ষেত্রে x অক্ষ সময় এবং y অক্ষ গাড়িটির বেগ নির্দেশ করে।



লেখচিত্র অনুসারে, গাড়িটির আদিবেগ শূন্য (0) এবং প্রথম 10s এ গাড়িটির বেগ সমহারে বৃদ্ধি পেয়ে 4 ms^{-1} এ উন্নীত হয়। পরবর্তী 5s গাড়িটি 4ms^{-1} সমবেগে চলে। এর পর 15 তম সেকেন্ড হতে 20 তম সেকেন্ডে বেগ সমহারে বৃদ্ধি পেয়ে 6 ms^{-1} এ উন্নীত হয়। এর পরবর্তী 5s গাড়িটির বেগ আবারও বৃদ্ধি পায় এবং 25 তম সেকেন্ডে গাড়িটি সর্বোচ্চ 7 ms^{-1} বেগ অর্জন করে। শেষ 5s এ গাড়িটির বেগ হ্রাস পায় এবং 7 ms^{-1} থেকে হ্রাস পেয়ে 0 ms^{-1} অর্থাৎ স্থির হয়।

প্রশ্ন ▶ ৫৫ বাংলাদেশ বিমান জেদ্দা হতে ঢাকা শাহজালাল আন্তর্জাতিক বিমান বন্দরে অবতরণ করছে। বিমানটি 260kmh^{-1} বেগে মাটি স্পর্শ করার 20s পর তার নির্ধারিত স্থানে থেমে যায়। বিমানটির অবতরণ পথে 800 মিটার দূরে একটি অ্যাম্বুলেন্স রাখা আছে।

[কুমিল্লা মডার্ন হাই স্কুল, কুমিল্লা]

ক. সুষম ত্বরণ কি? ১

খ. সকল স্থিতিই অপেক্ষিক স্থিতি-ব্যাখ্যা করো। ২

গ. মাটি স্পর্শ করার পর বিমানটির ত্বরণ কত? ৩

ঘ. বিমানটি নিরাপদে নির্দিষ্ট স্থানে পৌঁছতে পারবে কিনা– বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

খ কোনো বস্তুর সময়ের পরিবর্তনের সাথে যদি অবস্থানের পরিবর্তন না হয় তাহলে বস্তুর সেই অবস্থাকে স্থিতি বলে। এই স্থিতি আমরা অপর কোনো প্রসঙ্গ কাঠামো বা বস্তুর সাপেক্ষে বিবেচনা করি। কিন্তু পৃথিবী গ্রহ, উপগ্রহ সর্বদা গতিশীল। তাই এই মহাবিশ্বে প্রকৃত কোনো স্থির প্রসঙ্গ কাঠামো পাওয়া সম্ভব নয়। একারণে মহাবিশ্বের যে কোন বস্তুর সাপেক্ষেই বিবেচনা হোক না কেন তা পরম স্থিতি নয়। তাই সকল স্থিতিই আপেক্ষিক স্থিতি।

গ উদ্দীপকের বিমানটি মাটি স্পর্শ করার কিছুক্ষণ পর থেমে যায় অর্থাৎ, বিমানটির উপর একটি মন্দন বা ঋণাত্মক ত্বরণ কাজ করেছে।

এখানে, বিমানের আদিবেগ, $u = 260\ kmh^{-1}$

$= 72.22\ ms^{-1}$

শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

থেমে যেতে সময়, $t = 20\ s$

মাটি স্পর্শ করার পর ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি, $a = \frac{v-u}{t} = \frac{0-72.22}{20} = -3.61\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ উদ্দীপকের বিমানটি অবতরণ করার পর 800 মিটার দূরত্বে রাখা অ্যাম্বুলেন্স এর আগে থেমে গেলে বোঝা যাবে নিরপদে বিমানটি পৌঁছতে পারবে।

ধরা যাক, বিমানটি মাটি স্পর্শ করার পর থেমে যাওয়ার পূর্বে s দূরত্ব অতিক্রম করে।

এখানে, বিমানটির ত্বরণ, $a = -3.61\ ms^{-2}$ ('গ' হতে প্রাপ্ত)

সময়, $t = 20\ s$

আদিবেগ, $u = 72.22\ ms^{-1}$

আমরা জানি, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$= 72.22 \times 20 + \frac{1}{2} \times (-3.61) \times (20)^2$

$= 1444.4 - 722$

$= 722.4\ m < 800\ m$

অর্থাৎ বিমানটি অ্যাম্বুলেন্সের অনেক আগেই থেমে যাবে। এবং নিরাপদে নির্দিষ্ট স্থানে পৌঁছাতে পারবে।

প্রশ্ন ▶ ৫৬ 150m উঁচু একটি মিনারের চূড়া থেকে একটি পাথর ছেড়ে দেওয়া হল। $50ms^{-1}$ বেগে একটি ক্রিকেট বলকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হল। *[চট্টগ্রাম সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, চট্টগ্রাম]*

ক. সুষম ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. কাজ একটি লব্ধ রাশি-ব্যাখ্যা কর। ২

গ. 5s পর ক্রিকেট বলটি কত উচ্চতায় পৌঁছবে? ৩

ঘ. পাথর এবং ক্রিকেট বল ভূমি থেকে কত উচ্চতায় মিলিত হবে– গাণিতিভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৫৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

খ আমরা জানি, দুই বা ততোধিক মৌলিক রাশি থেকে যে রাশি পাওয়া যায় তাকে লব্ধ রাশি বলে।

এখন, কাজ $= \text{বল} \times \text{সরণ}$

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

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

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

দেখা যাচ্ছে, ভর, সরণ এবং সময় এই তিনটি মৌলিক রাশির সমন্বয়ে কাজ পাওয়া যায়। তাই কাজ একটি লব্ধ রাশি।

গ ৫৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তরঃ** 127.5m

ঘ ৫৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

উত্তরঃ 3s পর ভূমিহতে 105.9m উচ্চতায়।

প্রশ্ন ▶ ৫৭ স্থির অবস্থান থেকে একটি চলন্ত গাড়ীর বিভিন্ন সময়ের জন্য বেগের মানের পরিবর্তন নিচের সারণীতে দেওয়া হলো :

সময় (sec)	0	9	16	24	32	40	48
বেগ (ms^{-1})	0	4	8	8	8	4	0

[মাতৃপীঠ সরকারী বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, চাঁদপুর]

ক. ভরবেগের মাত্রা লিখ। ১

খ. সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি কেন? ২

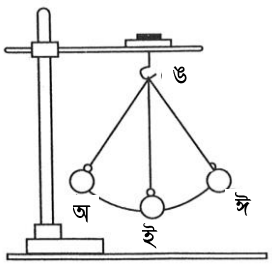
গ. গাড়িটির প্রথম 24s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে লেখচিত্র অঙ্কন কর এবং বিভিন্ন অংশের বেগের প্রকৃতি বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভরবেগের মাত্রা, $[P] = -MLT^{-1}$।

খ সরল দোলকের বব তার পথে তার বিপরীত দিকে চলে গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দু পর্যায়কালের প্রথমার্ধ ববটি গতি স্পন্দন গতি।



পর্যায় কালের অর্ধেক সময় একটি নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই বলে সরল দোলকের গতি স্পন্দন গতি। চিত্রে, একটি সরলদোলকের বব তার B কে CBA বা ABC পথে একই সময় পরপর অতিক্রম করে। আবার CBA পথে চললে, দ্বিতীয়ার্ধ ABC পথে ভ্রমণ করে। অতএব, সরল দোলকের

গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তরঃ** 124m

ঘ ২(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

প্রশ্ন ▶ ৫৮ 1000 kg ভরের একটি স্থির বাস হঠাৎ চলতে শুরু করল। বাসের যাত্রীরা পিছনের দিকে হেলে পড়ল। ড্রাইভার একটি স্টপেজে এসে 200 N বল প্রয়োগ করে বাসটিকে থামিয়ে দিলো।

[রাজশাহী কলেজিয়েট স্কুল]

ক. পীচ কাকে বলে? ১

খ. বল একটি লব্ধ রাশি– কেন? ২

গ. ব্রেক কষার পর বাসটির মন্দন কত ছিল? ৩

ঘ. ব্রেক কষার পূর্বে বাসটির গতিবেগ যদি 16 ms^{-1} হয়, তবে 100 m দূরে দাঁড়ানো এক ব্যক্তিকে বাসটি আঘাত করবে কি-না গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৫৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্য দিয়ে একই প্রাবল্যের খাদের সুর এবং চড়া সুরের মধ্যে পার্থক্য বুঝা যায় তাই পীচ।

খ আমরা জানি,

বল = ভর × ত্বরণ = ভর × $\frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$ = ভর × $\frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^২}$

এখানে, ভর, সরণ এবং সময় হলো মৌলিক রাশি। সুতরাং একাধিক মৌলিক রাশির সমন্বয়ে গঠিত হওয়ায় বল একটি লব্ধ রাশি।

গ এখানে,

বাসের ভর, $m = 1000\ kg$

প্রয়োগকৃত বল, $F = 200\ N$

বাসের মন্দন, $a = ?$

আমরা জানি, $F = ma$

বা, $a = \frac{F}{m}$

বা, $a = \frac{200}{1000}$

$\therefore a = 0.2\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ এখানে,

'গ' অংশ হতে, বাসের মন্দন, $a = 0.2\ ms^{-2}$

বাসের আদিবেগ, $u = 16\ ms^{-1}$

বাসের শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

বাসটি 100 m দূরে দাঁড়ানো ব্যক্তিকে আঘাত করবে যদি বাসটি থেমে যাওয়ার আগে 100 m এর বেশি দূরত্ব অতিক্রম করে।

এখন, ধরি ব্রেক কষার পর থেমে যাওয়ার পূর্বে বাসটি s দূরত্ব অতিক্রম করে।

আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as$

বা, $0^2 = 16^2 - 2 \times 0.2 \times s$

বা, $0.4 \times s = 256$

বা, $s = \frac{256}{0.4}\ m$

$\therefore s = 640\ m$

সুতরাং, বাসটি থেমে যাওয়ার আগে 640 m দূরত্ব অতিক্রম করবে।

অতএব, বাসটি 100 m দূরে দাঁড়ানো ব্যক্তিকে আঘাত করবে।

প্রশ্ন ▶ ৫৯ স্থির অবস্থান থেকে একটি বাস $3ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে চলা শুরু করল। একই পথে এর 126 m পিছন থেকে একজন মোটর সাইকেল আরোহী $30ms^{-1}$ সমবেগে একই সাথে যাত্রা শুরু করল।

[বগুড়া জিলা স্কুল, বগুড়া]

ক. দোলন গতি কী? ১

খ. অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান $9.8ms^{-2}$ বলতে কী বোঝ? ২

গ. যাত্রা শুরুর কত সময় পর বাস ও মোটর সাইকেলের বেগ সমান হবে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. যাত্রাপথে বাস ও মোটর সাইকেল কত বার মিলিত হবে– তা গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৫৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায় কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে এর গতিকে দোলন গতি বলে।

খ অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুতে যে ত্বরণ সৃষ্টি হয় তাকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে, যা সুষম ত্বরণের একটি উৎকৃষ্ট প্রাকৃতিক উদাহরণ।

ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $9.8ms^{-2}$ বলতে বুঝায়, ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত যেকোনো বস্তুর ত্বরণ হয় $9.8ms^{-2}$ অর্থাৎ বস্তুটি যখন ভূ-পৃষ্ঠের দিকে আসতে থাকে তখন এর বেগ প্রতি সেকেন্ডে $9.8ms^{-1}$ করে বাড়তে থাকে।

গ ২০(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর:** 10s

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

বাসের আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

এবং ত্বরণ, $a = 3\ ms^{-2}$

মোটর সাইকেলের সমবেগ, $v = 30\ ms^{-1}$

ধরা যাক, t সময় পর বাস এবং মটর সাইকেল মিলিত হবে এবং এ সময়ে বাস ও মটরসাইকেল যথাক্রমে s ও (s + 126) m দূরত্ব অতিক্রম করে।

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

বা, $s = \frac{1}{2} \times 3 \times t^2$ ---------- (1)

এবং $s + 126 = vt$

বা, $s = 30t - 126$ ---------- (2)

(1) ও (2) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$\frac{3}{2}t^2 = 30t - 126$

বা, $t^2 = 20t - 84$

বা, $t^2 - 20t + 84 = 0$

বা, $t^2 - 6t - 14t + 84 = 0$

বা, $(t - 6)(t - 14) = 0$

বা, $t = 6s$ অথবা, $t = 14s$

সুতরাং বাস ও মোটর সাইকেল যাত্রার শুরুর 6 তম সেকেন্ড এবং 14 তম সেকেন্ডে মোট দুইবার মিলিত হবে।

প্রশ্ন ▶ ৬০ একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে 5 সেকেণ্ডে 50 m দূরত্ব অতিক্রম করে। *[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ, রংপুর]*

ক. গতিশক্তির সংজ্ঞা লিখ। ১

খ. মহাকর্ষ বল অস্পর্শ বল-ব্যাখ্যা করো। ২

গ. 20s পর গাড়িটির বেগ কত হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকে উল্লেখিত দূরত্বের পরবর্তী 150 m দূরত্ব অতিক্রম করতে গাড়িটির প্রয়োজনীয় সময় গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

৬০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।

খ দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাই হলো অস্পর্শ বল। আবার মহাবিশ্বের যে কোনো দুটি বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলই মহাকর্ষ বল। মহাকর্ষ বলের ক্ষেত্রে বস্তুদ্বয়ের মধ্যে কোনো সংস্পর্শ নেই তবুও এই বল ক্রিয়া করে। অতএব মহাকর্ষ বল একটি অস্পর্শ বল।

গ দেয়া আছে,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

সময়, $t_1 = 5s$

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 50m$

$t_2 = 20s$ পর বেগ, $v = ?$

ত্বরণ a হলে আমরা জানি, $s = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$

$$\Rightarrow s = \frac{1}{2}at_1^2$$

$$\Rightarrow a = \frac{2s}{t_1^2}$$

$$= \frac{2 \times 50}{(5)^2}$$

$$= 4ms^{-2}$$

আবার জানি, বেগ, $v = u + at_2$

$$= 0 + 4 \times 20s$$

$$= 80\ ms^{-1}$$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' হতে ত্বরণ, $a = 4\ ms^{-2}$

১ম 50 m যেতে প্রয়োজনীয় সময়, $t_1 = 5s$

১ম হতে $s = (50 + 150)\ m = 200\ m$ যেতে প্রয়োজীয় সময় t_2 হলে

$$s = ut_2 + \frac{1}{2}at_2^2$$

$\Rightarrow 200 = \frac{1}{2} \times 4 \times t_2^2$ [আদিবেগ $u = 0 ms^{-1}$]

$\Rightarrow t_2^2 = 100^2$

$\Rightarrow t_2 = 10s$

$\therefore$ পরবর্তী 150 m যেতে প্রয়োজনীয় সময় $= (t_2 - t_1)$

$= (10 - 5)$

$= 5s$

অর্থাৎ উল্লেখিত দূরত্বের পরবর্তী 150 m দূরত্ব অতিক্রম করতে গাড়িটির প্রয়োজনীয় সময় 5s।

প্রশ্ন ▶৬১ নির্দিষ্ট আদিবেগ দিয়ে সুষম মন্দনে চলমান কোনো বস্তুর 4s পর প্রাপ্ত বেগ $36 ms^{-1}$ এবং 12s পর প্রাপ্ত বেগ $18 ms^{-1}$।

[গভর্নমেন্ট ল্যাবরেটরি হাই স্কুল, কুমিল্লা]

ক. লগিষ্ঠ গণন কী? ১

খ. ভরবেগের পরিবর্তনই বলের ঘাত– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বস্তুটির মন্দন নির্ণয় করো। ৩

ঘ. থেমে যাওয়ার পূর্ববর্তী সেকেন্ডে বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৬১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রু-গজের বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা স্ক্রুটি যতটুকু সরে আসে তাকে বলা হয় যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন।

খ মনে করি, u আদিবেগে গতিশীল কোনো বস্তুর ভর m। উক্ত বস্তুর উপর একটি ধ্রুব মানের বল F প্রয়োগ করায়, বস্তুটি t সময়ে v শেষবেগ প্রাপ্ত হয়।

নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রানুসারে,

প্রযুক্ত বল = বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার

বা, $F = \frac{mv - mu}{t}$

বা, $F \times t = mv - mu$

বা, বল $\times$ সময় = ভরবেগের পরিবর্তন

কিন্তু বল এবং সময়ের গুণফল হলো বলের ঘাত।

সুতরাং বলের ঘাত = বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন।

গ মনে করি, বস্তুটি u আদিবেগে a সমমন্দনে চলে।

$t_1 = 4s$ পরে বেগ, $v_1 = 36 ms^{-1}$

$t_2 = 12s$ পরে বেগ, $v_2 = 18 ms^{-1}$

আমরা জানি, $v_1 = u - at_1$

এবং, $v_2 = u - at_2$

অর্থাৎ, $36 = u - 4a \longrightarrow$ (i)

$18 = u - 12a \longrightarrow$ (ii)

সমীকরণ (i) থেকে u এর মান (ii) এ বসিয়ে পাই,

$18 = 36 + 4a - 12a$

বা, $8a = 18$

বা, $a = \frac{18}{8}$

$\therefore a = 2.25 ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

বস্তুর মন্দন, $a = 2.25 ms^{-2}$

এবং $36 = u - 4a$ ---------- (i)

$18 = u - 12a$ ---------- (ii)

সমীকরণ (i) এ a এর মান বসিয়ে পাই, $u = 45 ms^{-1}$

মনে করি, থেমে যাওয়ার পূর্ববর্তী সময়ে বা $v = 0$ হওয়ার আগ মুহূর্তে বস্তুটি s দূরত্ব অতিক্রম করে।

তাহলে, $v^2 = u^2 - 2as$

বা, $0 = u^2 - 2as$

বা, $u^2 = 2as$

বা, $s = \frac{u^2}{2a}$

বা, $s = \frac{45^2}{2 \times 2.25}$

$\therefore s = 450\ m$

অর্থাৎ, থেমে যাওয়ার আগ মূহূর্তে বস্তুটি 450 m দূরত্ব অতিক্রম করবে।

$\therefore$ বস্তুটির মোট যাত্রাকাল T হলে $T = \frac{u - v}{a}$

$= \frac{45 - 0}{2.25}$

$= 20\ s$

$\therefore$ বস্তুটি $t = T - 1 = (20 - 1)\ s = 19\ s$ এ অতিক্রম করে,

$s_{19} = ut - \frac{1}{2}at^2$

$= [45 \times 19 - \frac{1}{2} \times 2.25 \times (19)^2]m$

$= 448.875\ m$

$\therefore$ থেমে যাওয়ার পূর্ববর্তী সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব

$= s - s_{19} = (450 - 448.875)\ m = 1.125\ m$

অতএব, থেমে যাওয়ার পূর্ববর্তী সেকেন্ডে বস্তুটি 1.125 m দূরত্ব অতিক্রম করে।

প্রশ্ন ▶ ৬২ একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে $2ms^{-2}$ ত্বরণে চলে 20 sec-এ 400m দূরত্ব অতিক্রম করে। *[রংপুর জিলা স্কুল, রংপুর]*

ক. ভার্ণিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে? ১

খ. পর্যায়বৃত্ত গতি ও স্পন্দন গতির মধ্যে পার্থক্য লিখো। ২

গ. গাড়িটি ৭ম সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. দেখাও যে, গাড়িটি মোট অতিক্রান্ত দূরত্বের অর্ধেক অতিক্রম করতে 70.71% সময় ব্যয় হবে? ৪

৬২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সে পরিমাণকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ পর্যায়বৃত্ত গতি ও স্পন্দন গতির মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ:

পর্যায়বৃত্ত	স্পন্দন
i. কোন গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে সেই গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে।	i. পর্যায়বৃত্ত গতি সম্পন্ন কোন কণা যদি তার পর্যায়কালের অর্ধেক সময় যে দিকে চলে বাকী অর্ধেক সময় তার বিপরীত দিকে চলে তবে সেই গতিকে স্পন্দন গতি বলে।
ii. সকল পর্যাবৃত্ত গতি স্পন্দন গতি নয়।	ii. সকল স্পন্দন গতি পর্যায়বৃত্ত গতি।
iii. উদাহরণ: ঘড়ির কাটা ও বৈদ্যুতিক পাখার গতি।	iii. উদাহরণ: সরল দোলকের গতি, সুর শলাকার কম্পনের গতি।

গ ৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর :** 13 m

ঘ এখানে,

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = 2\ ms^{-1}$

মোট সময়, $t_1 = 20s$

মোট দূরত্ব, $s = 400m$

মনে করি, গাড়িটি মোট অতিক্রান্ত দূরত্বের অর্ধেক অর্থাৎ $s_1 = \frac{400m}{2} = 200m$ অতিক্রম করতে t_2 সময় লাগে।

আমরা জানি,

$$s_1 = ut_2 + \frac{1}{2}at_2^2$$

বা. $200 = 0 \times t_2 + \frac{1}{2} \times 2 \times t_2^2$

$$t_2 = 14.142135\ s$$

$$\therefore \frac{t_2}{t_1} = \frac{14.142135}{20} \times 100\% = 70.71s$$

সুতরাং বলা যায় যে, গাড়িটি মোট অতিক্রান্ত দূরত্বের অর্ধেক অতিক্রম করতে মোট সময় এর 70.71% ব্যয় হবে।

প্রশ্ন ▶ ৬৩ এককজন শিকারী গাছের একটি মোটা ডালে বসা ঘুঘুকে লক্ষ্য করে খাড়া উপরের দিকে $300\ ms^{-1}$ বেগে বুলেট ছুড়ল। কিন্তু বুলেটটি লক্ষ্যভ্রষ্ট হয়ে ডালে লেগে এর মধ্যে $0.05\ m$ প্রবেশ করায় এর বেগ এক-তৃতীয়াংশ হয়ে যায়। *[গর্ভনমেন্ট ল্যাবরেটরী হাই স্কুল, ময়মনসিংহ]*

ক. পিচ কী? ১

খ. এই মহাবিশ্বের সকল স্থিতিই আপেক্ষিক স্থিতি এবং সকল গতি আপেক্ষিক গতি-কোন স্থিতি বা গতি পরম নয় –ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বুলেটটি ডালের মধ্যে আর কত দূর প্রবেশ করবে? ৩

ঘ. বুলেটটি কোথাও বাধা না পেলে সর্বাধিক কত উচ্চতায় উঠবে?

৬৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রুগজের টুপি একবার ঘোরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে অর্থাৎ রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে স্ক্রুটির পিচ বলে।

খ পরম স্থিতিশীল প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর স্থিতিকে পরম স্থিতি বলে এবং কোনো বস্তুর গতিকে পরম গতি বলে। কিন্তু এ মহাবিশ্বের এমন কোনো প্রসঙ্গ বস্তু পাওয়া সম্ভব নয় যা প্রকৃতপক্ষে স্থির রয়েছে। কারণ পৃথিবী প্রতিনিয়ত সূর্যের চারদিকে ঘুরছে, সূর্য ও তার গ্রহ, উপগ্রহ নিয়ে ছায়াপথে ঘুরছে। কাজেই আমরা যখন কোনো বস্তুকে স্থিতিশীল বা গতিশীল বলি তা আমরা কোনো আপাত স্থিতিশীল বস্তুর সাপেক্ষে বলে থাকি। কাজেই আমরা বলতে পারি এ মহাবিশ্বের সকল স্থিতিই আপেক্ষিক, সকল গতিই আপেক্ষিক।

গ এখানে, ১ম ক্ষেত্রে-

বুলেটটির আদিবেগ, $u_1 = 300ms^{-1}$

সরণ, $s_1 = 0.05m$

শেষ বেগ, $v_1 = \frac{1}{3}u_1$

মন্দন, $a = ?$

আমরা জানি,

$$v_1^2 = u_1^2 - 2as_1$$

বা, $\left(\frac{1}{3}u_1\right)^2 = u_1^2 - 2as_1$

বা, $2as_1 = u_1^2 - \frac{u_1^2}{9}$

বা, $a = \frac{u_1^2 - \frac{u_1^2}{9}}{2s_1} = \frac{8u_1^2}{9 \times 2 \times s_1} = \frac{8 \times (300)^2}{9 \times 2 \times 0.05}$

$\therefore a = 8 \times 10^5\ ms^{-2}$

আবার, ২য় ক্ষেত্রে,

বুলেটটির আদিবেগ, $u_2 = \frac{u_1}{3}$

শেষ বেগ, $v_2 = 0$

সরণ, $s_2 = ?$

আমরা জানি,

$$v_2^2 = u_2^2 - 2as_2$$

বা, $0 = \left(\frac{u_1}{3}\right)^2 - 2as_2$

বা, $s_2 = \frac{u_1^2}{2a}$

$= \frac{(300)^2}{9 \times 2 \times 8 \times 10^5}$

$\therefore s_2 = 6.25 \times 10^{-3}$ m

ঘ ধরি, বুলেটটিকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে কোথাও বাধা না পেলে h উচ্চতায় উঠবে।

বুলেটের আদিবেগ, $u = 300 ms^{-1}$

h উচ্চতায় শেষ বেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

আমরা জানি,

$v^2 = u^2 - 2hg$

বা, $0 = (300)^2 - 2 \times 9.8 \times h$

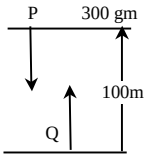
বা, $19.6\ h = 90000$

বা, $h = \frac{90000}{19.6}$

$\therefore h = 4591.84m$

$\therefore$ বুলেটটি কোথাও বাধা না পেলে সর্বাধিক $4591.84m$ উচ্চতায় উঠবে।

প্রশ্ন ▶ ৬৪



চিত্রে একটি বস্তু P কে 100m উঁচু থেকে ফেলে দেয়া হলো। একই সময় অপর একটি বস্তু Q কে $39.2ms^{-1}$ বেগে উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। *[বিদ্যাময়ী সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, ময়মনসিংহ]*

ক. বিভব শক্তি কী? ১

খ. ব্যাখ্যা করো, তড়িৎ বিভব একটি লব্ধ রাশি। ২

গ. P বস্তু ৫ম সেকেন্ড কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩

ঘ. P ও Q বস্তুদ্বয় চলতে শুরু করার কত সময় পর এবং ভূমি হতে কত উচ্চতায় পরস্পরকে অতিক্রম করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

৬৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুকে স্বাভাবিক অবস্থা বা অবস্থান থেকে পরিবর্তন করে অন্য কোনো অবস্থা বা অবস্থানে আনলে বস্তু কাজ করার যে সামর্থ্য অর্জন করে তাকে ঐ বস্তুর বিভবশক্তি বলে।

খ যে সকল রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভর করে বা মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে লব্ধ রাশি বলে। অসীম থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে পরিবাহির খুব নিকটে আনতে তড়িৎ বল দ্বারা বা তড়িৎ বলের বিরুদ্ধে যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ পরিবাহীর তড়িৎ বিভব বলে। তড়িৎ বিভবের রাশিমালা থেকে আমরা পাই,

বিভব $= \frac{KvR}{Avavb}$

$= \frac{fi \times miY \times Z½iY}{Zwor\ cÉevn \times mgq}$

$= \frac{fi \times (miY)^2}{Zwor\ cÉevn \times (mgq)^3}$

ভর, সরণ, তড়িৎপ্রবাহ ও সময় এই চারটি মৌলিক রাশির উপর নির্ভরশীল হওয়ায় তড়িৎ বিভব একটি লব্ধ রাশি।

গ এখানে, P বস্তুটির উচ্চতা, $h = 100$ m

এবং আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

$\therefore t_1 = 4s$ এ P বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব s_1 হলে,

$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} gt_1^2$

$= 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 4^2$

$= 78.4$ m

আবার, $t_2 = 5s$ এ P বস্তুটির যে অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

$$s_2 = ut_2 + \frac{1}{2}gt_2^2$$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 9.8 \times 5^2$$

$$= 122.5 \text{ m}$$

কিন্তু $s_2 = 122.5\text{m}$ সম্ভব নয়। কারণ P বস্তুর উচ্চতাই হলো $h = 100$ m যা s_2 অপেক্ষা কম। তাই $s_2 \leq h$ হবে।

$\therefore$ 5 তম সেকেন্ড P বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব $= h - s_1$

$= (100 - 78.4)$ m

$= 21.6\text{m}$ **(Ans.)**

ঘ ৫৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ।

উত্তরঃ 2.551 sec. পর ভূমিতে 68.11m উচ্চতায়।

প্রশ্ন ▶ ৬৫ 20g ভরের একটি বস্তু খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো এটি 20s পর মাটিতে পড়ল।

[মাধ্যমিক ও উচ্চ মাধ্যমিক শিক্ষা বোর্ড, যশোর]

ক. বৈজ্ঞানিক প্রতীক কাকে বলে? ১

খ. ভর-শক্তির সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বস্তুটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠবে? ৩

ঘ. নিক্ষেপের 15s পর বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি ও ভূমিতে পড়ার মূহূর্তে গতিশক্তির তুলনা করো। ৪

৬৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো সংখ্যাকে 10 এর কোন ঘাত এবং 1 থেকে 10 এর মধ্যে অবস্থিত অপর সংখ্যার গুণফল হিসেবে প্রকাশ করা হলে তাকে বৈজ্ঞানিক প্রতীক বলে।

খ নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় পদার্থ তথা ভর শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। অবশ্য নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় মোট ভরের কেবল একটি ক্ষুদ্রাংশ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। পদার্থ শক্তিতে রূপান্তরিত হলে যদি E পরিমাণ শক্তি পাওয়া যায়, তাহলে–

$E = mc^2$

এখানে, m হচ্ছে শক্তিতে রূপান্তরিত ভর এবং c হচ্ছে আলোর বেগ যা 3×10^8 ms^{-1} এর সমান।

গ দেওয়া আছে, ভূমিতে স্পর্শ করতে সময়, $t = 20s$

যেহেতু নিক্ষেপের পর ভূমিতে ফিরে আসে,

সুতরাং সরণ, $y = 0$

আদিবেগ u হলে, $y = ut - \frac{1}{2}gt^2$

বা, $0 = ut - \frac{1}{2}gt^2$

বা, $u = \frac{1}{2}gt$

$= \frac{1}{2} \times 9.8\ ms^{-2} \times 20s$

$= 98\ ms^{-1}$

আমরা জানি, সর্বোচ্চ উচ্চতায় শেষবেগ, $v = 0$ হয়

সর্বোচ্চ উচ্চতা H হলে, $v^2 = u^2 - 2gH$

বা, $H = \frac{u^2}{2g}$

$= \frac{(98\ ms^{-1})^2}{2 \times 9.8\ ms^{-2}}$

$= 490$ m **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে, বস্তুর ভর, $m = 20g$

$= 0.02$ kg

এখানে, বস্তুটি নিক্ষেপের 20s পর মাটিতে পড়ে।

আমরা জানি, কোন বস্তুর সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে প্রয়োজনীয় সময় ও সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে নিচে নামতে প্রয়োজনীয় সময় একই।

অর্থাৎ বস্তুটি $\frac{20}{2}$ s = 10s এ উঠে এবং পরবর্তী 10s এ নামে।

'গ' অংশ হতে পাই, বস্তুটির সর্বোচ্চ উচ্চতা, $h = 490$ m

এখন, বস্তুটির সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে 5s পরে বেগ v হলে,

$v = u + gt$

$= 0 + 9.8 \times 5$

$= 49\ ms^{-1}$

অর্থাৎ 15s পরে বস্তুটি $49\ ms^{-1}$ বেগে নিম্নগামী হবে।

এখন 15s পরে বস্তুটির গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.02 \times (49)^2$

$= 24.01\ J$

15 s পরে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব h′ হলে–

$v^2 = u^2 + 2gh'$

বা, $v^2 = 0 + 2gh'$

বা, $h' = \frac{v^2}{2g} = \frac{(49)^2}{2 \times 9.8}$

বা, $h' = 122.5\ m$

∴ 15s পরে বস্তুটির বিভবশক্তি,

$E_p = mg\ (490 - h')$

$= 0.02 \times 9.8 \times (490 - 122.5)$

$= 72.03\ J$

∴ 15 s পরে বস্তুর যান্ত্রিক শক্তি,

$E = E_k + E_p = 24.01\ J + 72.03\ J$

$= 96.04\ J$

ভূমিতে পড়ার মূহূর্তে বস্তুটি সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে 490 m দূরত্ব অতিক্রম করে। এক্ষেত্রে বস্তুর বেগ v′ হলে,

$v'^2 = u^2 + 2gh'$

বা, $v' = \sqrt{0 + 2 \times 9.8 \times 490}$

$= 98\ ms^{-1}$

∴ গতিশক্তি, $E_k' = \frac{1}{2} mv'^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.02 \times (98)^2$

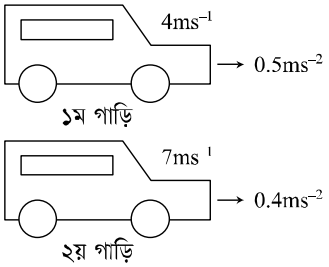
$= 96.04\ J$

$\therefore \frac{E}{E_k'} = \frac{96.04\ J}{96.04\ J} = 1$

বা, $E = E_k'$

অর্থাৎ 15s পরে বস্তুটির যান্ত্রিক শক্তি ও ভূমিতে পড়ার মুহূর্তে গতিশক্তি সমান হবে।

প্রশ্ন ▶ ৬৬ নিচের চিত্রের আলোকে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



গাড়ি দুইটি একই সময়ে শেষ প্রান্তে পৌঁছায়

[জামালপুর সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. ভরবেগের মাত্রা লেখ। ১

খ. কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 30% বলতে কী বুঝ? ২

গ. গাড়ি দুইটি একই সময়ে শেষ প্রান্তে পৌঁছালে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের প্রথম গাড়িটি যদি 35m পিছন থেকে একই সময়ে যাত্রা শুরু করে, তবে কতক্ষণ পর গাড়িটি ২য় গাড়িকে অতিক্রম করবে? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

৬৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভর বেগের মাত্রা হলো MLT^{-1}।

খ কোনো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 30% বলতে বুঝায়, ইঞ্জিনটিতে 100J শক্তি প্রদান করলে 30J কার্যকর শক্তি পাওয়া যায় এবং বাকি 70% শক্তির অপচয় হয়।

গ ৪৭(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ। **উত্তরঃ** 1140m

ঘ মনে করি, ১ম গাড়িটি ২য় গাড়ি হতে 35 m পিছন থেকে যাত্রা শুরু করলে ২য় গাড়ি হতে x দূরত্বে t সময় পর প্রথম গাড়ি দ্বিতীয় গাড়িকে অতিক্রম করে।

∴ t সময় পর (35 + x) দূরত্ব অতিক্রম করে ১ম গাড়ি ২য় গাড়িকে অতিক্রম করবে।

১ম গাড়ির ক্ষেত্রে,

$35 + x = u_1t + \frac{1}{2}a_1t^2$

$35 + x = 4t + 0{\cdot}25t^2$.....(i)

২য় গাড়ির ক্ষেত্রে,

$x = u_2t + \frac{1}{2}a_2t^2$

বা, $x = 7t + 0{\cdot}2t^2$.....(ii)

১ম গাড়ির ক্ষেত্রে

আদিবেগ, $u_1 = 4$ m/s

ত্বরণ, $a_1 = 0.5$ m/s^2

২য় গাড়ির ক্ষেত্রে,

আদিবেগ, $u_2 = 7$ m/s

ত্বরণ, $a_2 = 0.4$ m/s^2

(i) ও (ii) নং সমীকরণ বিয়োগ করে পাই,

$35 = -3t + 0{\cdot}05t^2$

বা, $0.05t^2 - 3t - 35 = 0$

বা, $t^2 - 60t - 700 = 0$

বা, $t^2 - 70t + 10t - 700 = 0$

বা, $(t - 70)(t + 10) = 0$

∴ $t = 70, t = -10$

কিন্তু, $t \neq -10$ s

∴ $t = 70$ s

সুতরাং ১ম গাড়িটি ২য় গাড়ির 35 m পিছন থেকে যাত্রা শুরুর 70 s পর ২য় গাড়িকে অতিক্রম করবে।

প্রশ্ন ▶ ৬৭ নিচের সারণিতে হতে দশ সেকেন্ড পর পর একটি গাড়ির বেগ দেওয়া হলো–

সময় (s)	0	10	20	30	40	50	60	70
বেগ (ms^{-1})	0	5	10	20	20	20	15	0

[কুমিল্লা জিলা স্কুল]

ক. অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. প্রমাণ কর যে, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ (যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)। ২

গ. গাড়ি কর্তৃক মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উপরোক্ত তথ্য ব্যবহার করে বেগ-সময় লেখচিত্র অংকন করে 12 sec সময়ে ত্বরণ নির্ণয় করো। ৪

৬৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

খ u আদিবেগে চলমান একটি বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে a ত্বরণে t সময় ধরে চলে v বেগ প্রাপ্ত হয়। এসময় বস্তুটি s দূরত্ব অতিক্রম করে।

আমরা জানি,

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

অর্থাৎ, $v - u = at$

বা, $v = u + at$ .....(i)

আবার, গড়দ্রুতি = **উৎৎড়ৎ!**

বা, $\frac{u + v}{2} = \frac{s}{t}$

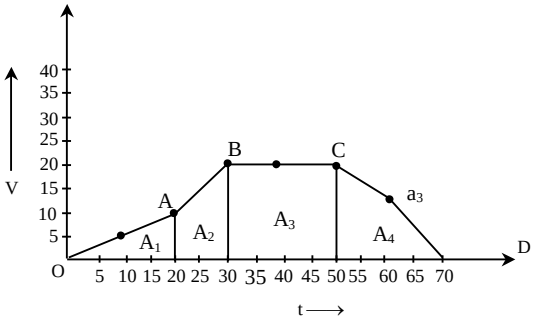
বা, $s = \left(\frac{u + v}{2}\right) t$ .....(ii)

সমীকরণ (i) ও (ii) নং হতে,

$$s = \left(\frac{u + u + at}{2}\right) t$$

বা, $s = ut + \frac{1}{2} at^2$

গ



চিত্র হতে স্পষ্ট যে, OA, AB এবং CD অংশের ঢাল ভিন্ন। অর্থাৎ বিভিন্ন সময়ে গাড়ির উপর বিভিন্ন ত্বরণ কাজ করে। মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে বেগ বনাম সময় লেখচিত্র দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফলের সমান।

প্রথমে 15s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $A_1 = \frac{1}{2} \times 20 \times 10 = 100$

20s হতে 30s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$A_2 = \frac{1}{2} \times$ (সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের সমষ্টি $\times$ দূরত্ব)

$= \frac{1}{2}(10 + 20) \times 10$

$= 150$

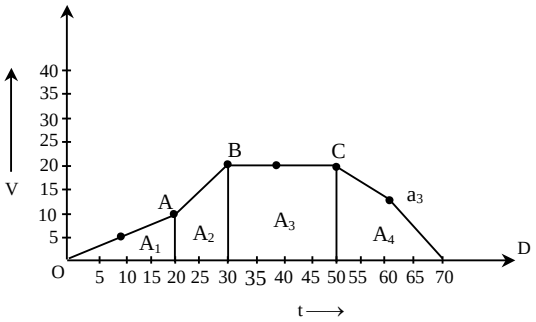
30s হতে 50s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $A_3 = (50 - 30) \times 20 = 400$

50s হতে 70s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $A_4 = \frac{1}{2} (70 - 50) \times 20 = 200$

$\therefore$ মোট দূরত্ব $s = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = 100 + 150 + 400 + 200$

$= 850$ m **(Ans.)**

ঘ



উপরোক্ত লেখচিত্রে OA একটি সরলরেখা এবং এর ঢাল নির্দিষ্ট তাই O হতে A পর্যন্ত অর্থাৎ শূন্য হতে 15s পর্যন্ত গাড়িটি একটি সুষম ত্বরণে চলে। অতএব, 12 sec এ ও ত্বরণে সমান হবে OA রেখার ঢালের সমান।

$\therefore$ ঢাল $= \frac{\Delta ই}{\Delta ঃ} = \frac{১০-০}{২০-০} = 0.5\ ms^{-2}$

$\therefore$ 12s সময়ে ত্বরণের মান $0.5\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

প্রশ্ন ▶ ৬৮ একজন গাড়ি চালকের সময়ের সাথে বেগের সারণী দেখানো হল।

সময় (s)	0	5	10	15	20	25
বেগ (ms^{-1})	0	10	20	30	40	50

[বি এম স্কুল বরিশাল]

ক. সুষম বেগ কাকে বলে? ১

খ. কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য নির্ণয়ের সূত্র ব্যাখ্যা করো। ২

গ. শুরু থেকে 26s অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের আলোকে লেখ চিত্র অংকন করে লেখ চিত্রটি ব্যাখ্যা করো। ৪

৬৮ নং প্রশ্নের উত্তর

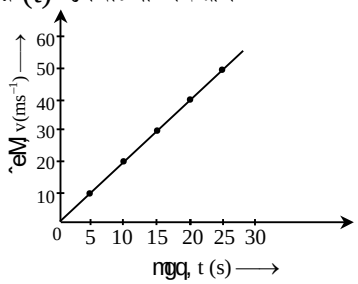
ক যদি গতিশীল কোন বস্তুর বেগের মান ও দিক সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাহলে সেই বস্তুর বেগকে সুষম বেগ বলে।

খ মনে করি, বস্তুটির প্রধান স্কেলের পাঠ M এবং ভার্নিয়ারের V নম্বর দাগটি প্রধান স্কেলের একটি দাগের সাথে মিলেছে বা কাছাকাছি হয়েছে অর্থাৎ ভার্নিয়ার সমপাতন V। সুতরাং যন্ত্রের ভার্নিয়ার ধ্রুবক VC হলে, বস্তুর দৈর্ঘ্য = প্রধান স্কেল পাঠ + ভার্নিয়ার স্কেল পাঠ
= প্রধান স্কেল পাঠ + ভার্নিয়ার সমপাতন × ভার্নিয়ার ধ্রুবক।

অর্থাৎ $L = M + V \times VC$

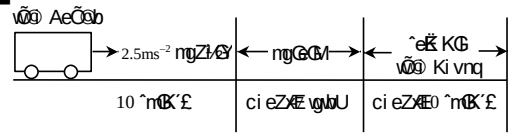
গ ২(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তরঃ** 676m

ঘ উদ্দীপকের সারণী হতে অঙ্কিত বেগ (v) বনাম সময় (t) লেখচিত্রটি নিম্নরূপ–



লেখচিত্র হতে দেখা যায় যে, গাড়িটি স্থির অবস্থান ($u = 0ms^{-1}$) থেকে যাত্রা শুরু করে 25 সেকেন্ড পর $50ms^{-1}$ বেগ অর্জন করে। এক্ষেত্রে গাড়িটি সুষম ত্বরণে গতিশীল এবং ত্বরণের মান হলো $\frac{30-20}{15-20} = 2ms^{-2}$। অর্থাৎ গাড়িটি তার যাত্রাকালের সম্পূর্ণ অংশ সমত্বরণে যায়।

প্রশ্ন ▶ ৬৯



[আদমজী ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল, ঢাকা]

ক. ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ $9.8\ ms^{-2}$ বলতে কী বোঝায়? ২

গ. গাড়িটির শেষ 10 সেকেন্ড শুরু হওয়ার ঠিক পূর্ব মুহূর্তের বেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. গাড়িটি সপ্তম মিনিটে 1 km দূরত্ব অতিক্রম করতে পারবে কি? গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৬৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে কোনো বস্তুর অসম বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে।

খ অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুতে যে ত্বরণ সৃষ্টি হয় তাকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে, যা সুষম ত্বরণের একটি উৎকৃষ্ট প্রাকৃতিক উদাহরণ। ভূ-পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান $9.8ms^{-2}$ বলতে বুঝায়, ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত যেকোনো বস্তুর ত্বরণ হয় $9.8ms^{-2}$ অর্থাৎ বস্তুটি যখন ভূ-পৃষ্ঠের দিকে আসতে থাকে তখন এর বেগ প্রতি সেকেন্ডে $9.8ms^{-1}$ করে বাড়তে থাকে।

গ দেওয়া আছে, আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 2.5\ ms^{-2}$
শেষ 10s শুরু হবার পূর্বের 7 minute বস্তুটি সমবেগে চলছিল। তাই প্রথম 10s পরে প্রাপ্ত বেগই হবে কাঙ্ক্ষিত বেগ। এই বেগের মান v হলে,
$v = u + at$
$= (0 + 2.5 \times 10)\ ms^{-1}$
$= 25\ ms^{-1}$ **(Ans)**

ঘ দেয়া আছে, আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
ত্বরণ, $a = 2.5\ ms^{-2}$
সময়, $t_1 = 10\ s$
'গ' হতে 10s পর বেগ, $v = 25\ ms^{-1}$
গাড়িটি সমত্বরণে 10s এবং সমবেগে 7 minute চলে। অর্থাৎ 7 minute 10s পর মন্দন শুরু হয়। সুতরাং সপ্তম মিনিটে (6 মিনিট শেষ হবার পরের 1 মিনিট) $v = 25\ ms^{-1}$ বেগে চলে।

ঐ 1 মিনিটে অতিক্রান্ত দূরত্ব, s = vt
= 25 × 60 m
= 1500 km.
= 1.5 km > 1 km
অতএব, গাড়ীটি সপ্তম মিনিটে 1 km এর বেশি দূরত্ব অতিক্রম করবে।

প্রশ্ন ▶ ৭০ স্থিরাবস্থা হতে সুষম ত্বরণে যাত্রা করে কোনো বস্তু 1 মিনিটে 120m দূরত্ব অতিক্রম করে।

[গাজীপুর ক্যান্টনমেন্ট বোর্ড আন্তঃ উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. লঘিষ্ঠ গণন কী? ১
খ. বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না কেন? ২
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত সময়ে বস্তুটির শেষবেগ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. যদি উক্ত দূরত্ব অতিক্রম করতে 20s সময় কম লাগত তবে বেগ সময়ের লেখচিত্রে ঢালের কীরূপ পরিবর্তন হতো? যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

৭০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রু-গজের বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা স্ক্রুটি যতটুকু সরে আসে তাকে বলা হয় যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন।

খ কোনো গতিশীল বস্তুর বেগের মান বা দিক বা উভয়ের পরিবর্তন হলেই ত্বরণ সৃষ্টি হয়। যদি বেগের পরিবর্তন না থাকে অর্থাৎ বেগের পরিবর্তন শূন্য হয় তাহলে ত্বরণের মান শূন্য হয় কেননা বেগের পরিবর্তনের হারই হলো ত্বরণ। অতএব বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না।

গ দেওয়া আছে, আদি বেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
সময়, $t = 1\ min = 60\ sec$
দূরত্ব, $s = 120\ m$
বের করতে হবে, শেষ বেগ, $v = ?$
আমরা জানি,

$$s = \left(\frac{u + v}{2}\right)t$$

বা, $\frac{2s}{t} = 0 + v$

$\therefore v = \frac{2s}{t}$

$= \frac{2 \times 120}{60}$

$= 4\ ms^{-1}$ **(Ans.)**

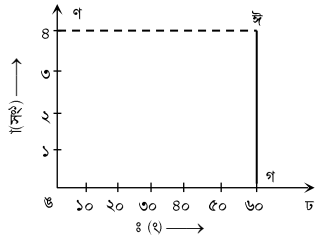
ঘ উদ্দীপক অনুসারে,
আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
সময়, $t = 1\ min = 60\ sec$
অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 120\ m$
'গ' অংশ হতে পাই,
শেষ বেগ, $v = 4\ ms^{-1}$
ও ত্বরণ, $a = 0.067\ ms^{-2}$
$\therefore$ বস্তুটির বেগ সময়ের লেখচিত্রটি নিম্নরূপ–
চিত্রানুসারে বেগ সময় লেখের ঢাল = ত্বরণ, a
ঢাল = ত্বরণ, a

$= \frac{\hat{}eM}{mgq}$

$= \frac{PM}{OM}$

$= \frac{4}{60}$

$= 0.067\ ms^{-2}$



যদি উক্ত দূরত্ব অর্থাৎ $s = 120\ m$ অতিক্রম করতে $t' = 60 - 20 = 40s$
সময় লাগে, তবে শেষ বেগ v হলে, $s = \left(\frac{u + v}{2}\right)t$

বা, $v = \frac{2s}{t} = \frac{2 \times 120}{40}$

$\therefore v = 6\ ms^{-1}$

এক্ষেত্রে, বেগ সময় লেখচিত্রটি হবে নিম্নরূপ–

∴ বেগ সময় লেখ এর ঢাল

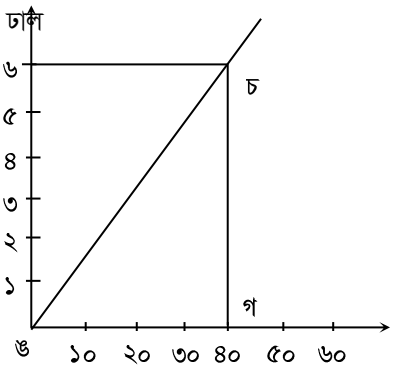
= ত্বরণ, a′

$= \frac{\hat{}\,eM}{mgq}$

$= \frac{PM}{OM}$

$= \frac{6}{40}$

$= 0.15\ ms^{-2}$



∴ পূর্বের বেগ সময় লেখের ঢাল < পরিবর্তিত বেগ সময় লেখের ঢাল বা ত্বরণ, a < ত্বরণ, a′

সুতরাং যদি 120m দূরত্ব অতিক্রম করতে 20 sec সময় কম লাগত, তাহলে বেগ সময় লেখ চিত্রের ঢাল (ত্বরণ) $(0.15 - 0.067)ms^2$ বা $0.088ms^{-2}$ বেড়ে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ৭১ নিম্নে একটি বস্তুর বেগ-সময় উপাত্ত দেওয়া হলো:

বেগ (ms^{-1})	0	5	10	15	20	25	30
সময় (s)	0	2	4	6	8	10	12

[চট্টগ্রাম ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ]

ক. সরণ কাকে বলে? ১

খ. সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণের শূন্য– ব্যাখ্যা করো। ২

গ. উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে ৫ম সেকেন্ডে বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩

ঘ. প্রদত্ত তথ্যের আলোকে দেখাও যে, বস্তুটির ত্বরণ সুষম।৪

৭১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।

খ কোনো বস্তুর আদিবেগ u এবং t সময় পর বেগ v হলে, ত্বরণ-

বা, $a = \frac{v-u}{t}$

কিন্তু সমবেগের ক্ষেত্রে $v = u$, সুতরাং

$a = \frac{u-u}{t} = 0$

অর্থাৎ সমবেগে চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে বেগের পরিবর্তনের হার শূন্য হয়। অর্থাৎ কোনো ত্বরণ থাকে না।

গ ৪(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর অনুরূপ। **উত্তর:** 11.25m

ঘ কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সব সময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সে ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলা হয়।

উপাত্ত থেকে,

প্রথম 2 sec এ বেগ বৃদ্ধির হার

$a_1 = \frac{5-0}{2-0} = 2.5\ ms^{-2}$

t = 2 থেকে t = 4 এ বেগ বৃদ্ধির হার

$a_2 = \frac{10-5}{4-2} = 2.5\ ms^{-2}$

t = 4 থেকে t = 6 এ বেগ বৃদ্ধির হার

$a_3 = \frac{15-10}{6-4} = 2.5\ ms^{-2}$

t = 6 থেকে t = 8 এ বেগ বৃদ্ধির হার

$$a_4 = \frac{20-15}{8-6} = 2.5\ ms^{-2}$$

t = 8 থেকে t = 10 এ বেগ বৃদ্ধির হার

$$a_5 = \frac{25-20}{10-8} = 2.5\ ms^{-2}$$

t = 10 থেকে t = 12 এ বেগ বৃদ্ধির হার

$$a_6 = \frac{30-25}{12-10} = 2.5\ ms^{-2}$$

∴ সব সময় বেগ বৃদ্ধির হার সমান অর্থাৎ বস্তুটির ত্বরণ সুষম ত্বরণ।

প্রশ্ন ▶ ৭২ রাজশাহী বিমান বন্দরে অবতরণের সময় একটি বিমান 720 kmh^{-1} বেগে অবতরণ করছে। বিমানটি রানওয়ে স্পর্শ করার 40s পর তার নির্ধারিত স্থানে থেমে যাবে। অবতরণের পথে 1.1 km দূরে একটি গাড়ি থেমে আছে। *[নবাবগঞ্জ সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]*

ক. স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখ-এর প্রকৃতি কেমন হবে? ১

খ. গাড়ির টায়ারের পৃষ্ঠে খাঁজ কাটা থাকে কেন? ২

গ. বিমানটির অবতরণের সময় ত্বরণ কত? ৩

ঘ. বিমানটি নিরাপদে অবতরণ করতে পারবে কী–না? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

৭২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক মূলবিন্দুগামী ধনাত্মক ঢাল বিশিষ্ট সরলরেখা।

খ রাস্তায় চলার উপযোগী প্রয়োজনীয় আবর্ত ঘর্ষণ পাওয়ার জন্য গাড়ীর টায়ারের পৃষ্ঠ খাঁজকাটা থাকে। গাড়ির টায়ারকে এমনভাবে তৈরি করা হয় যেন এটি চলার সময় রাস্তাকে ভাল ভাবে আকড়ে ধরে থাকে এবং প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বল সৃষ্টি করে। এজন্য টায়ারের উপরের পৃষ্ঠে বিভিন্ন ধরনের দাঁত বা খাঁজ কাটা থাকে। বৃষ্টির দিনে বৃষ্টির পানি বা কাঁদা টায়ারের খাঁজের মধ্যে ঢুকে পড়ে এবং টায়ার পানি বা কাঁদাকে সজোরে বের করে দেয়। ফলে টায়ার রাস্তার তলকে ভালভাবে আঁকড়ে ধরতে পারে। অর্থাৎ তলকে অমসৃণ করার মাধ্যমে ঘর্ষণকে বাড়ানো যেতে পারে।

গ ৫৫(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর :** $-5\ ms^{-2}$

ঘ এখানে,

বিমান অবতরণের সময় আদিবেগ, $u = 720\ kmh^{-1}$

$= 200\ ms^{-1}$

থেমে যাওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় সময়, $t = 40s$

'গ' অংশ থেকে পাই, ত্বরণ, $a = -5\ ms^{-2}$

মনে করি, বিমানটি থেমে যাওয়ায় পূর্বে s দূরত্ব অতিক্রম করবে।

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

$$= 200 \times 40 + \frac{1}{2}(-5) \times (40)^2$$

$$= 4000\ m$$

$$= 4\ km$$

∴ বিমানটি 4 km অতিক্রম করার পর থেমে যাবে, কিন্তু অবতরণের পথে গাড়ি দাড়িয়ে ছিলো 1.1 km দূরে। অর্থাৎ, থেমে যাওয়ার পূর্বে বিমানটির গাড়িটির সাথে সংঘর্ষ হবে।

অতএব, বিমানটি নিরাপদে অবতরণ করতে পারবে না।

প্রশ্ন ▶ ৭৩ 4 কেজি ভরের একটি স্থির বাক্স সমবলে মেঝের উপর দিয়ে টানা হল। বাক্স এবং মেঝের মধ্যকার ঘর্ষণ বল 1.5 N টানার সময় বাক্সের ত্বরণ হয় 0.8 ms^{-2}। পরবর্তীতে বাক্সটি একই বলে ঘর্ষণহীন মসৃণ তলের উপর দিয়ে টানা হল।

[বনফুল আদিবাসী গ্রীণহার্ট কলেজ, ঢাকা]

ক. স্ক্রু-গজের পিচ কী? ১

খ. বৈদ্যুতিক হিটারে নাইক্রোম তার ব্যবহার করা হয় কেন? ২

গ. বাক্সের উপর প্রয়োগকৃত বলের পরিমাণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. মসৃণ তলের উপর দিয়ে বাক্সটির 200 মিটার দূরত্ব অতিক্রম করতে কত সময় লাগে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৭৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রুগজের টুপি একবার ঘোরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে অর্থাৎ রৈখিক স্কেল বরাবর এটি যে দৈর্ঘ্য অতিক্রম করে তাকে স্ক্রুটির পিচ বলে।

খ যে সকল পদার্থের আপেক্ষিক রোধের মান তুলনামূলকভাবে বেশি তাদের মধ্যে তড়িৎ প্রবাহিত হলে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। যেমন– নাইক্রোম।
নাইক্রোমের আপেক্ষিক রোধ এবং গলনাঙ্ক তামার তুলনায় অনেক বেশি। উচ্চ আপেক্ষিক রোধের কারণেই নাইক্রোম তারের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হলে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। নাইক্রোমের এই ধর্মের কারণেই বৈদ্যুতিক হিটারে প্রচুর তাপ উৎপন্ন হয়। তাই বৈদ্যুতিক হিটারে নাইক্রোম ব্যবহৃত হয়।

গ এখানে,

বাক্সটির ভর, $m = 4\ kg$
বাক্সটির ত্বরণ, $a = 0.8\ ms^{-2}$
ঘর্ষণ বল, $F_f = 1.5\ N$
প্রয়োগকৃত, বল, $F_a = ?$
আমরা জানি,
লব্ধি বল, $F = ma$
$= 4\ kg \times 0.8\ ms^{-2}$
$= 3.2\ N$
$\therefore$ প্রয়োগকৃত বল, $F_a = F + F_f$
$= 3.2\ N + 1.5\ N$
$\therefore F_a = 4.7\ N$ **(Ans.)**

ঘ এখানে,
বাক্সের উপর প্রয়োগকৃত বল, $F_a = 4.7\ N$
বাক্সটির ভর, $m = 4\ kg$
বাক্সটির আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$
বাক্সটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 200\ m$
সময়, $t = ?$
আমরা জানি,
$F_a = ma$
বা, $a = \frac{F_a}{m}$
বা, $a = \frac{4.7\ N}{4\ kg}$
$\therefore a = 1.175\ ms^{-2}$
আবার,
$s = ut + \frac{1}{2}at^2$
বা, $200 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 1.175 \times t^2$
বা, $t^2 = \frac{200 \times 2}{1.175}$
বা, $t = \sqrt{340.43}$
$\therefore t = 18.45\ s.$
$\therefore$ মসৃণ তলে 200 m যেতে বাক্সটির 18.45 s সময় লাগে।

প্রশ্ন ▶ ৭৪ অভি 50 m ব্যাসার্ধের একটি বৃত্তাকার রাস্তা 2 min সময়ে একবার অতিক্রম করে। রিমন 50 m বাহুবিশিষ্ট বর্গাকার রাস্তা 1.4 min সময়ে একবার অতিক্রম করে। *[আজিমপুর গভর্নমেন্ট গার্লস স্কুল এন্ড কলেজ]*

ক. প্রবাহী ঘর্ষণ কাকে বলে? ১
খ. পানির নিচে শব্দ হলে স্থলভাগ থেকে শোনা যায় না কেন? ২
গ. 30 sec সময়ে অভির সরণ কত নির্ণয় কর। ৩
ঘ. অভি ও রিমনের মধ্যে কার দ্রুতি বেশি? উত্তরের স্বপক্ষে গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

৭৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তু প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল হলে, যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাই প্রবাহী ঘর্ষণ।

খ পানি অপেক্ষা বায়ুর ঘনত্ব কম। তাই পানিতে শব্দের বেগ অপেক্ষা বায়ুতে শব্দের বেগ কম।
আমরা জানি,
$v = f\lambda$
$\therefore v \propto \lambda$; যখন কম্পাঙ্ক স্থির।
পানিতে উৎপন্ন শব্দ বায়ুতে আসার ক্ষেত্রে কম্পাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে এবং শব্দের বেগ হ্রাস পায়। তাই শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্যও হ্রাস পায়। এ কারণে শব্দ তরঙ্গের বিস্তারও হ্রাস পায়।

আবার শব্দের তীব্রতা I হলে আমরা জানি, $I \propto f^2a^2\rho v$
যেখানে, f = কম্পাঙ্ক, a = শব্দের বিস্তার, ρ = মাধ্যমের ঘনত্ব এবং v = শব্দের বেগ।

পানির নিচে সৃষ্ট শব্দ বায়ুতে আসলে শব্দের বিস্তার, মাধ্যমের ঘনত্ব, বায়ুতে শব্দের বেগ সবই হ্রাস পায় বলে বায়ুতে শব্দের তীব্রতা অত্যন্ত হ্রাস পায়।
তাই পানির নিচে শব্দ হলে স্থলভাগ থেকে শোনা যায় না।

গ এখানে,

বৃত্তাকার রাস্তার ব্যসার্ধ, $r = 50$ m

একবার পূর্ণ অতিক্রম করতে অভির সময়, $t = 2$ min

$= 120$ s

120s -এ একবার পূর্ণ অতিক্রম করতে অভির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 2\pi r$

$= 2\pi \times 50$ m

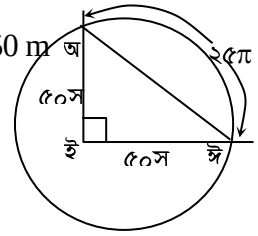
$= 100\pi$ m

$\therefore$ 30s- এ বৃত্তাকার পথে অভির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = \left(\frac{100\pi}{120} \times 30\right)$ m

$= 25\pi$ m

সুতরাং অভি 30 s-এ মোট বৃত্তাকার পথের অতিক্রম করে $= \frac{25\pi}{100\pi} = \frac{1}{4}$ অংশ।

অর্থাৎ অভি যদি C হতে যাত্রা শুরু করে তবে 30s -এ সে A বিন্দুতে পৌঁছাবে তখন তার সরণ হবে AC।
চিত্র থেকে পাই,



ΔABC-এ, $AB = BC = r = 50$ m

$\angle ABC = 90°$

সুতরাং, $AC = \sqrt{AB^2 + BC^2}$

$= \sqrt{50^2 + 50^2}$

$\therefore AC = 70.711$ m

$\therefore$ অভির সরণ = 70.711 m **(Ans.)**

ঘ 'গ' অংশ হতে,

অভির 120s-এ অতিক্রান্ত দুরত্ব, $s_1 = 100\pi$ m

সময়, $t_1 = 120$s হলে,

অভির দ্রুতি, $v_1 = \frac{s_1}{t_1} = \frac{100\pi \text{ m}}{120\text{s}} = 2.618 \text{ ms}^{-1}$

এখানে, বর্গাকার রাস্তার এক বাহুর দৈর্ঘ্য, $l = 50$ m

$\therefore$ বর্গাকার রাস্তার পরিধি $= 4 \times l = 4 \times 50$ m $= 200$ m

$\therefore$ রিমন কর্তৃক একবার অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = 200$ m

রিমনের প্রয়োজনীয় সময়, $t_2 = 1.4$ min

$= 1.4 \times 60$ s

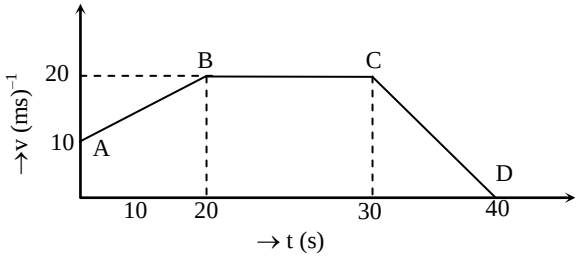
$= 84$ s

$\therefore$ রিমনের দ্রুতি, $v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{200 \text{ m}}{84\text{s}} = 2.381 \text{ ms}^{-1}$

অর্থাৎ, $v_1 > v_2$

সুতরাং অভির দ্রুতি রিমনের দ্রুতির তুলনায় বেশি।

প্রশ্ন ▶ ৭৫



[পঞ্চগড় সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়]

ক. সুষম ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. লেখচিত্রটি বিশ্লেষণ করো। ২

গ. AB ও CD অংশের ত্বরণ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. লেখচিত্র থেকে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

৭৫ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

খ উপরের লেখচিত্র থেকে দেখা যায় আদি অবস্থায় পরীক্ষণীয় বস্তুটি $10\ ms^{-1}$ বেগে চলছিল। অতঃপর এটি সুষম ত্বরণে চলে 20 সেকেন্ডে A থেকে B তে পৌঁছায় এবং $20\ ms^{-1}$ বেগ প্রাপ্ত হয়।
অতঃপর B থেকে C পর্যন্ত গাড়িটি 10 সেকেন্ড যাবৎ $20\ ms^{-1}$ সমবেগে চলে। সর্বশেষে C থেকে D পর্যন্ত 10 সেকেন্ড সুষম মন্দনে চলে এবং D বিন্দুতে এসে থেমে যায়।

গ এখানে,
AB অংশের ক্ষেত্রে,
আদিবেগ, $u = 10\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v = 20\ ms^{-1}$
সময়, $t = 20s$
সুষম ত্বরণ, $a = ?$
আমরা জানি,

$$a = \frac{v - u}{t}$$
$$= \frac{20\ ms^{-1} - 10\ ms^{-1}}{20s}$$
$$= 0.5\ ms^{-2}$$ **(Ans.)**

CD অংশের ক্ষেত্রে,
আদিবেগ , $v_1 = 20ms^{-1}$
শেষবেগ, $v_2 = 0ms^{-1}$
$\therefore$ ত্বরণ, $a = ?$

ত্বরণ, $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1} = \frac{0 - 20}{40 - 30}$
$= -2ms^{-1}$ **(Ans.)**

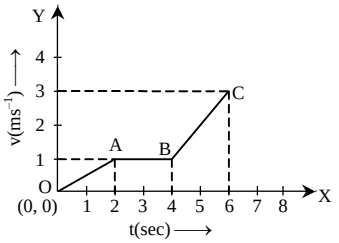
ঘ উদ্দীপক হতে,
AB অংশের ক্ষেত্রে,
আদিবেগ, $u_1 = 10ms^{-1}$
শেষ বেগ, $v_1 = 20ms^{-1}$
সময়, $t_1 = 20\ s$
দূরত্ব, $s_1 = ?$
আমরা জানি,

$$s_1 = \left(\frac{u_1 + v_1}{2}\right) t_1$$
$$= \left(\frac{10 + 20}{20}\right) \times 20$$
$$= 300\ m$$

BC অংশে, $t_2 = (20 - 30)s = 10s$ সমবেগে চলে।
দূরত্ব, $s_2 = v_1\ t_2$
$= 20 \times 10$
$= 200\ m$
CD অংশের ক্ষেত্রে,
আদিবেগ, $u_2 = 20\ ms^{-1}$
শেষবেগ, $v_2 = 0\ ms^{-1}$
সময়, $t_3 = (40 - 30)\ s = 10s$
দূরত্ব, $s_3 = ?$
আবার, $s_3 = \left(\frac{u_2 + v_2}{2}\right) \times t_3$
$= \left(\frac{20 + 0}{2}\right) \times 10$
$= 10 \times 10\ m$
$= 100\ m$

মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = s_1 + s_2 + s_3$
$= (300 + 200 + 100)$ m
$= 600$ m **(Ans)**

প্রশ্ন ▶ ৭৬ চিত্রের আলোকে নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



[মতিঝিল মডেল হাই স্কুল,ঢাকা]

ক. তাৎক্ষনিক দ্রুতি কাকে বলে? ১
খ. সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে না-ব্যাখ্যা কর। ২
গ. উদ্দীপকের তথ্য অনুযায়ী 4s -এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।৩
ঘ. OABC লেখচিত্রের প্রদত্ত তথ্য অনুযায়ী দূরত্ব-সময় লেখচিত্র অংকন কর। ৪

৭৬ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

ক অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সময় ব্যবধানের অনুপাতকে ঐ মুহূর্তকালের তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

খ আমরা জানি, কোনো গতিশীল বস্তুর বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। কোনো বস্তুর আদিবেগ u এবং t সময় পরে বেগ v হলে, t সময়ে বেগের পরিবর্তন = $v - u$.

$\therefore$ একক সময়ে বেগের পরিবর্তন অর্থাৎ ত্বরণ, $a = \frac{v - u}{t}$.

এখন, বস্তুটি সমবেগে চললে, $v = u$ হবে।

সেক্ষেত্রে, ত্বরণ, $a = \frac{u - u}{t} = \frac{0}{t} = 0$

সুতরাং সমবেগে গতিশীল কোনো বস্তুর ত্বরণ শূন্য হবে অর্থাৎ ত্বরণ থাকবে না।

গ উদ্দীপকের লেখচিত্র হতে পাই,
4s এর মধ্যে প্রথম 2s বস্তুটি সমত্বরণে চলার পর পরবর্তী 2s সমবেগে যায়।
প্রথম 2s এর ক্ষেত্রে, আদিবেগ, $u = 0$ ms^{-1}
শেষবেগ, $v = 1$ ms^{-1}
সময়, $t_1 = 2$s
তাহলে এই 2s-এ অতিক্রান্ত দূরত্ব s_1 হলে,

$$s_1 = \left(\frac{u + v}{2}\right)t_1$$
$$= \frac{0 + 1}{2} \times 2 = 1\text{m}$$

আবার,পরবর্তী $v = 1$ms^{-1} সমবেগে যায় এবং এ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

$$s_2 = vt_2 = 1 \times 2 = 2 \text{ m}$$

সুতরাং মোট 4s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব $s = s_1 + s_2$
$= 1 + 2$
$= 3$ m **(Ans)**

ঘ OABC লেখচিত্রে নির্দিষ্ট সময় পরপর বেগের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।
বস্তুটি প্রথম 2s সমত্বরণে চলে। OA অংশে সমত্বরণে স্থিরাবস্থা থেকে শুরু করে A বিন্দুতে $v_A = 1$ ms^{-1} বেগ প্রাপ্ত হয়।

$\therefore$ A বিন্দু পর্যন্ত সরণ, $s_A = \frac{v_O + v_A}{2} t_1$
$= \frac{0 + 1}{2} \times 2$
$= 1$ m

AB অংশে বস্তুটি v_A সমবেগে চলে।
$\therefore$ AB অংশে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_{AB} = v_A t_2$
$= 1 \times 2$
$= 2$ m
$\therefore$ B বিন্দু পর্যন্ত পৌঁছতে সরণ, $s_B = s_A + s_{AB}$

$= (1 + 2)$ m
$= 3$ m

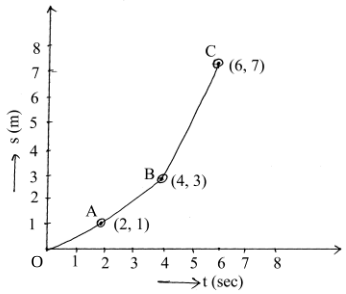
আবার, BC অংশে বস্তুটি সমত্বরণে চলে।

$v_B = 1\ ms^{-1}$
$v_C = 3\ ms^{-1}$
$t_3 = 2$ s

$\therefore s_{BC} = \frac{v_B + v_C}{2} + 3 = \frac{1 + 3}{2} \times 2 = 4$ m

$\therefore$ C বিন্দু পর্যন্ত পৌঁছতে সরণ, $s_C = s_{BC} + s_B$
$= (4 + 3)$ m
$= 7$ m

নিচে সরণ (s) বনাম সময় (t) লেখের মাধ্যমে তথ্যগুলো দেখানো হলো:



প্রশ্ন ▶ ৭৭ $20ms^{-1}$ আদিবেগ একটি ক্রিকেট বলকে মুকুল খাড়া উপরের দিকে ছুড়ে দিল। একই সময়ে 30m দূর থেকে নিশা $6ms^{-1}$ সমবেগে ছুটে এসে বলটি ধরতে চেষ্টা করল। *[বি. এল সরকারি উচ্চ বিদ্যালয়, সিরাজগঞ্জ]*

ক. পিচ কাকে বলে? ১
খ. ক্ষমতা একটি লব্ধ রাশি-ব্যাখ্যা করো। ২
গ. বলটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠেছিল? ৩
ঘ. নিশানের পক্ষে ছুটে বলটি মাটিতে পড়ার পুর্বে ধরা সম্ভব কি-না গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৭৭ নম্বর প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রুগজের টুপি একবার ঘোরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে এবং রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে স্ক্রুটির পিচ বলে।

খ যে সকল রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভর করে বা মৌলিক রাশি থেকে লাভ করা যায় তাদেরকে লব্ধ রাশি বলে। কোন বস্তু বা ব্যক্তি একক সময়ে যে কাজ সম্পাদন করে তাই তার ক্ষমতা। ক্ষমতার রাশিমালা থেকে আমরা পাই,

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

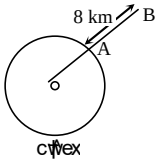
$$\text{বা, ক্ষমতা} = \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}} = \frac{\text{ভর} \times (\text{সরণ})^২}{(\text{সময়})^৩}$$

ভর, সরণ ও সময় এই তিনটি মৌলিক রাশির উপর নির্ভরশীল হওয়ায় ক্ষমতা একটি লব্ধ রাশি।

গ ১৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

ঘ ১৩(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ▶ ৭৮



পৃথিবীর ব্যাসার্ধ 6371 km এবং ভর 5.975×10^{24} kg. A ও B বিন্দুতে 50 kg ভরের দুইজন ব্যক্তি অবস্থান করছে।

[জয়পুরহাট সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, জয়পুরহাট]

ক. অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে? ১
খ. সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠতে কষ্ট হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. A বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় করো। ৩
ঘ. B ও A অবস্থানে ব্যক্তিটির ওজনের তারতম্য বিশ্লেষণ করো। ৪

৭৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

খ সিঁড়ি বেয়ে উপরে উঠতে অভিকর্ষজ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। তাছাড়া সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠতে প্রতিনিয়ত ব্যক্তির মধ্যে বিভবশক্তি জমা হতে থাকে। এ কারণে সিঁড়ি দিয়ে উপরে উঠতে কষ্ট হয়।

গ দেওয়া আছে,
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6371\ km$
$= 6371 \times 10^3\ m$
পৃথিবীর ভর, $M = 5.975 \times 10^{24}\ kg$
জানা আছে, মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11}\ Nm^2\ kg^{-2}$
A বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_A = ?$
উদ্দীপকের চিত্রানুসারে, A বিন্দু পৃথিবী পৃষ্ঠে অবস্থিত।

$$\therefore g_A = \frac{GM}{R^2}$$
$$= \frac{6.673 \times 10^{-11} \times 5.975 \times 10^{24}}{(6371 \times 10^3)^2}$$
$= 9.823\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,
পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R = 6371\ km$
$= 6371 \times 10^3\ m$
পৃথিবীর ভর, $M = 5.975 \times 10^{24}\ kg$
ব্যক্তির ভর, $m = 50\ kg$
A হতে B এর দূরত্ব, $h = 8\ km$
$= 8 \times 10^3\ m$
'গ' হতে পাই,
A বিন্দুর অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_A = 9.823\ ms^{-2}$
$\therefore$ A বিন্দুতে ব্যক্তির ওজন, $W_A = mg_A$
$= 50 \times 9.823N$
$= 491.15\ N$
এখন, B বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_B = \frac{GM}{(R+h)^2}$
$= \frac{6.673\times10^{-11}\times5.975\times10^{24}}{(6371\times10^3+8\times10^3)^2}$
$= 9.798\ ms^{-2}$
$\therefore$ B বিন্দুতে ব্যক্তির ওজন, $W_B = mg_B$
$= 50 \times 9.798$
$= 489.9\ N$
$\therefore W_A > W_B$
সুতরাং B বিন্দুতে ব্যক্তির ওজন A বিন্দুর থেকে (491.15 – 489.9) N
বা, 1.25 N কমবে।

প্রশ্ন ▶ ৭৯ দুটি গাড়ি স্থির অবস্থা থেকে একই সঙ্গে একই দিকে চলা শুরু করল। প্রথম গাড়িটি $5ms^{-2}$ সুষম ত্বরণ নিয়ে 15 মিনিট চলার পর সমবেগে চলতে থাকে। দ্বিতীয় গাড়িটি সর্বদা $4ms^{-2}$ সুষম ত্বরণে চলতে থাকে। *[জয়পুরহাট সরকারি বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, জয়পুরহাট]*

ক. সুষম ত্বরণ কাকে বলে? ১
খ. কোন বস্তুর ত্বরণ $6ms^{-2}$ পশ্চিম দিকে বলতে কী বোঝায়? ২
গ. যাত্রা শুরুর 15 মিনিট পর প্রথম গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো। ৩
ঘ. যাত্রাকালে গাড়ি দুটি দুবারের বেশি মিলিত হতে পারবে না– গাণিতিক যুক্তি সহকারে ব্যাখ্যা করো। ৪

৭৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সেই বস্তুর ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে।

খ কোনো বস্তুর ত্বরণ $6\ ms^{-2}$ পশ্চিম বলতে বোঝায় যে, পশ্চিম দিকে গতিশীল বস্তুটির বেগ প্রতি সেকেন্ডে $6ms^{-1}$ করে বৃদ্ধি পায়।

গ দেওয়া আছে,
প্রথম গাড়ির আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

প্রথম গাড়ির সুষম ত্বরণ, $a = 5\ ms^{-2}$
সময়, $t = 15$ মিনিট
$= (15 \times 60)$ sec
$= 900$ sec
t সময়ে প্রথম গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$
প্রথম গাড়িটি t সময় পর্যন্ত সুষম ত্বরণে চলে।

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

$$= 0 \times 900 + \frac{1}{2} \times 5 \times (900)^2$$

$= 2025000$ m
$= 2025$ km **(Ans.)**

ঘ দেওয়া আছে,
প্রথম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 0\ ms^{-1}$
দ্বিতীয় গাড়ির আদিবেগ, $u_2 = 0\ ms^{-1}$
প্রথম গাড়ির ত্বরণ, $a_1 = 5ms^{-2}$
দ্বিতীয় গাড়ির ত্বরণ, $a_2 = 4\ ms^{-2}$
মনে করি, গাড়ি দুইটি যাত্রা শুরু করার t সময় পর মিলিত হবে।
এ সময়ে প্রত্যেক গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান হবে।
মনে করি, অতিক্রান্ত দূরত্ব s.
এখন, প্রথম গাড়িটি 15 মিনিট = 900 sec সমত্বরণে চলে এবং $a_1 > a_2$
অতএব, গাড়ি দুটি 15 মিনিটের মধ্যে মিলিত হবে না।
t অবশ্যই 900 sec এর চেয়ে বেশি হবে।

$$\therefore \text{প্রথম গাড়ির জন্য, } s_1 = \frac{1}{2} \times 5 \times (900)^2 + (5 \times 900) \times (t - 900)$$

$$= 2025000 + 4500t - 4050000$$

$$\text{দ্বিতীয় গাড়ির জন্য, } s_2 = \frac{1}{2} \times 4 \times t^2 = 2t^2$$

$\therefore 2025000 + 4500t - 4050000 = 2t^2$
বা, $-2025000 + 4500t = 2t^2$
$\therefore 2t^2 - 4500t + 2025000 = 0$
সমীকরণটি সমাধান করে পাই, $t = 1628.12$ sec
এবং -621.88 sec.
কিন্তু t এর মান -621.88 sec গ্রহণযোগ্য নয়।
$\therefore$ যাত্রা শুরু করার 1628.12 sec পর গাড়ি দুটি মিলিত হবে।
আবার, $t = 0$ সময়ে গাড়ি দুটি এক অবস্থানে ছিল।
অতএব, যাত্রাকালে গাড়ি দুইটির পক্ষে দুইবার মিলিত হওয়া সম্ভব নয়।

প্রশ্ন ▶ ৮০ রিফাত ব্যাট দিয়ে একটি বলকে আঘাত করার পর বলটি 49 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে উঠতে থাকল। কিন্তু কিছুক্ষণ পর একজন ফিল্ডার ভূমি হতে 2m উচ্চতায় বলটি ধরে ফেলল।

[এস ও এস হারম্যান মেইনার কলেজ, বগুড়া]

ক. জড়তা কাকে বলে? ১
খ. চলন্ত বাসে হঠাৎ ব্রেক করলে যাত্রীরা কোন দিকে ঝুঁকে পড়ে এবং কেন? ২
গ. বলটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠবে? ৩
ঘ. ফিল্ডার বলটি ধরার সময়ে বলটির বেগ ব্যাটসম্যান আঘাত করার সময়কার বেগের চেয়ে বেশি হবে কিনা– গাণিতিক ভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৮০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাই বস্তুর জড়তা।

খ বাস যখন চলন্ত অবস্থায় থাকে, তখন বাসের যাত্রীও বাসের সাথে একই গতিপ্রাপ্ত হয়। বাস হঠাৎ থেমে গেলে বাসের সাথে সাথে যাত্রীর শরীরের নিচের অংশ স্থির হয়। কিন্তু বাস যাত্রীর শরীরের উপরের অংশ গতি জড়তার জন্য সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন।

গ ১৩(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ। **উত্তর :** 122.5 m

ঘ 'গ' অংশ থেকে পাই,

বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা = 122.5 m

বলটি যখন সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে পড়ে সেই মুহূর্তে বলের আদিবেগ,

$u = 0\ ms^{-1}$

এখন, ফিল্ডার ভূমি থেকে 2m উচ্চতায় বলটি ধরে ফেলে

এ কারণে সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে পড়ার পর ভূমি থেকে 2m উচ্চতায় বলটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $h = (122.5 - 2)m$

$= 120.5\ m$

ধরি, বলটি ধরার সময় বলের বেগ = v

তাহলে, $v^2 = u^2 + 2gh$

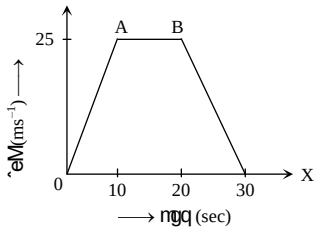
বা, $v^2 = 0^2 + 2 \times 9.8 \times 120.5$

বা, $v^2 = 2361.8$

$\therefore v = 48.6\ ms^{-1}$

সুতরাং ফিল্ডার বলটি ধরার সময়ে বলটির বেগ $48.6\ ms^{-1}$ যা ব্যাটসম্যান আঘাত করার সময়কার বেগ $49\ ms^{-1}$ এর থেকে কম।

প্রশ্ন ▶ ৮১



[সরকারি হরচন্দ্র বালিকা উচ্চ বিদ্যালয়, ঝালকাঠি]

ক. পরম গতি কী? ১

খ. ঘর্ষণ একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব-উক্তিটির পক্ষে যুক্তি দাও। ২

গ. OA অংশের সরণ কত? ৩

ঘ. "সম্পূর্ণ পথের গড়বেগ সর্বোচ্চ বেগের সমান" ইহা সম্ভব কীনা গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা করো। ৪

৮১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরম স্থিতিশীল প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতিকে পরম গতি বলে।

খ দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণকে কাজে লাগিয়ে আমরা হাঁটাচলা করি, বাড়িঘর নির্মাণ করি, প্রয়োজন অনুযায়ী গাড়ির দিক পরিবর্তন করি। কিন্তু ঘর্ষণের কারণে আবার শক্তির অপচয় হয়, যন্ত্রপাতির গতিশীল অংশ উত্তপ্ত হয়ে উঠে; যন্ত্রপাতির দক্ষতা নষ্ট হয়। দৈনন্দিন কাজে ঘর্ষণকে যেমন পুরোপুরি বাদ দেয়া যায় না তেমনি অনেক ক্ষেত্রে ঘর্ষণ আমাদের উপকারে আসে। এজন্যই ঘর্ষণকে একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব বলা হয়।

গ এখানে, (OA অংশের ক্ষেত্রে)

আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 25\ ms^{-1}$

সময়, $t = 10\ s$

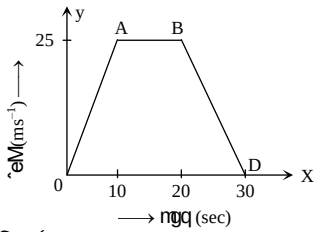
সরণ, $s = ?$

আমরা জানি, $s = \left(\frac{v + u}{2}\right)t$

$= \frac{25 + 0}{2} \times 10$

$= 125\ m$ **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি, গড় বেগ = $\frac{\text{মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{সময়}}$



আবার, বেগ-সময় লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্দেশ করে।

$\therefore$ এক্ষেত্রে, বস্তুটি দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে OABD ট্রাপিজিয়াম ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল।

OABD ট্রাপিজিয়াম ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল = $\frac{1}{2} \times (30 + 10) \times 25$

= 500

∴ বস্তুটি দ্বারা মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব = 500 m

উদ্দীপক থেকে পাই, বস্তুটির মোট গতিকাল, t = 30s

∴ বস্তুটির গড়বেগ = $\frac{500}{30}$ = 16.67 ms^{-1}

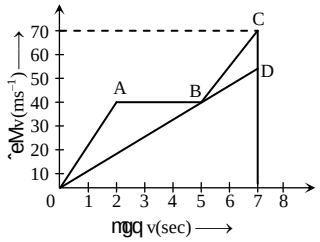
উদ্দীপকের গ্রাফ থেকে বস্তুটির বেগ সর্বোচ্চ AB অংশে।

AB অংশে বস্তুটির বেগ = 25 ms^{-1}

∴ বস্তুটির সর্বোচ্চ বেগ = 25 ms^{-1}

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, বস্তুটির গড়বেগ, সর্বোচ্চ বেগের সমান নয়।

প্রশ্ন ▶৮২ নিচের চিত্রটি লক্ষ্য করো:



[চট্টগ্রাম কলেজিয়েট স্কুল]

ক. পরম গতি কাকে বলে? ১

খ. বন্দুক থেকে গুলি বের হলে কার গতিশক্তি বেশী হবে? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. BC অংশের তরণের মান নির্ণয় করো। ৩

ঘ. OABC অংশের মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব ও OBD পথের অতিক্রান্ত দূরত্বের মধ্যে কোনটি বেশী হবে গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

৮২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পরম স্থিতিশীল প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতিকে পরম গতি বলে।

খ মনে করি, M ভরের একটি বন্দুক হতে m ভরের একটি গুলি v বেগে বেরিয়ে গেল। বন্দুকের পাশ্চাৎ বেগ v।

ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার নীতি হলে, ভরবেগ, p = mv = MV

গুলির গতিশক্তি, $k_1 = \frac{1}{2}mv^2$

বা, $k_1 = \frac{m^2v^2}{2m} = \frac{p^2}{2m}$

অনুরূপভাবে, বন্দুকের গতিশক্তি, $k_2 = \frac{p^2}{2M}$

$\therefore \frac{k_2}{k_1} = \frac{p^2}{2M} \times \frac{2m}{p^2} = \frac{m}{M}$

বা, $k_2 = \left(\frac{m}{M}\right) \times k_1$

যেহেতু $\frac{m}{M}$ এর অনুপাত সর্বদা 1 হতে ছোট হবে তাই, $k_1 > k_2$।

অতএব, গুলির গতিশক্তি বেশি হবে।

গ চিত্র হতে পাই,

B বিন্দুতে বেগ, $v_1 = 40\ ms^{-1}$

B বিন্দুতে সময়, আদি সময়, $t_1 = 5s$

C বিন্দুতে বেগ, $v_2 = 70\ ms^{-1}$

C বিন্দুতে সময়, শেষ সময়, $t_2 = 7s$

বের করতে হবে, BC অংশের ত্বরণের মান, a = ?

আমরা জানি,

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v_2 - v_1}{t_2 - t_1}$$

বা, $a = \frac{70 - 40}{7 - 5}$

বা, $a = \frac{30}{2}$

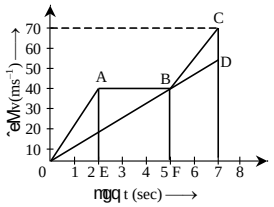
$\therefore a = 15\ ms^{-2}$

সুতরাং BC অংশের ত্বরণের মান = $15\ ms^{-2}$ **(Ans.)**

ঘ আমরা জানি,

বেগ সময় লেখচিত্রের ক্ষেত্রফল অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্দেশ করে।

সুতরাং, OABC অংশের মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে OABC দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল।



উপরিউক্ত চিত্র হতে পাই, OABC অংশ দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রটি হল OABCG। এখন, OABCG অংশের ক্ষেত্রফল = OAE ত্রিভূজ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল + ABFE আয়তক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল + BCGF ট্রাপিজিয়ামক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল–

$= \frac{1}{2} \times 2 \times 40 + (5 - 2) \times 40 + \frac{1}{2} \times (40 + 70) \times (7 - 5)$

$= 40 + 120 + 110$

$= 270$

সুতরাং, OABC অংশের অতিক্রান্ত দুরত্ব 270 m

আবার, OBD পথের অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে OBD দ্বারা আবদ্ধ।

ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল।

পূর্বের চিত্র হতে পাই, OBD অংশ দ্বারা আবদ্ধ ক্ষেত্রটি হল ODG ত্রিভূজক্ষেত্র। এখন– ODG ত্রিভূজক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল $= \frac{1}{2} \times 7 \times 50$

$= 175$

সুতরাং, OBD পথের অতিক্রান্ত দূরত্ব = 175 m

অতএব, OABC অংশের মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব ও OBD পথের মোট অতিক্রান্ত দুরত্বের মধ্যে OABC অংশের অতিক্রান্ত দূরত্ব বেশি হবে।

প্রশ্ন ▶ ৮৩ একটি বন্দুক হতে 10 gm ভরের একটি গুলি $400\ ms^{-1}$ বেগে বের হয়ে 30 cm পুরু একটি কাঠের ভেতর অর্ধেক প্রবেশ করে বেগ অর্ধেক হয়ে গেল। *[শেরপুর সরকারি ভিক্টোরিয়া একাডেমি, শেরপুর]*

ক. জড়তা বলতে কী বোঝ? ১

খ. নিউটনের ২য় সূত্র হতে কীভাবে জড়তার ধারণা পাওয়া যায়? ২

গ. উদ্দীপকে কত সময় পর গুলিটির গতিশক্তি শূন্য হবে? ৩

ঘ. গুলিটি কত বেগে বন্দুক থেকে বের হলে সম্পূর্ণ কাঠ ভেদ করতে পারবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৮৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা ধর্ম তাই বস্তুর জড়তা।

খ নিউটনের প্রথম সূত্র অনুসারে প্রত্যেক বস্তুই যে অবস্থায় আছে সেই অবস্থায় থাকতে চায় অর্থাৎ, বস্তু স্থির থাকলে স্থির থাকতে চায় আর গতিশীল থাকলে গতিশীল থাকতে চায়। নিউটনের প্রথম সূত্র থেকে দেখা যায়, বস্তুর এ স্থিতিশীল ও গতিশীল অবস্থার পরিবর্তন ঘটাতে হলে বল প্রয়োগ করতে হবে। পদার্থের নিজস্ব অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাই জড়তা।

গ দেওয়া আছে,

গুলির ভর, $m = 10gm = 0.01\ kg$

গুলির আদিবেগ, $u_1 = 400\ ms^{-1}$

গুলিটি কাঠের মধ্যে প্রবেশ করে, $s_1 = \frac{30\ cm}{2}$

$= 15\ cm$

$= 0.15\ m$

কাঠে 15 cm প্রবেশের পর গুলির বেগ, $v_1 = \frac{400\ ms^{-1}}{2}$

$= 200\ ms^{-1}$

গুলিটির কাঠের মধ্যে মন্দন a_1 হলে,

আমরা জানি,

$v_1^2 = u_1^2 - 2a_1s_1$

বা, $200^2 = 400^2 - 2a_1 \times 0.15$

বা, $a_1 = 400 \times 10^3\ ms^{-2}$

বস্তুর বেগ শূন্য হলে গতিশক্তি শূন্য হবে।

$\therefore$ গুলি বের হবার পর গুলিটির বেগ শূন্য হতে t সময় লাগলে,

$v = u_1 - a_1t$

বা, $0 = 400 - (400 \times 10^3)t$

বা, $t = 0.001$ sec.

সুতরাং, গুলি বের হবার 0.001 sec পর গুলিটির গতিশক্তি শূন্য হবে।

ঘ 'গ' থেকে পাই, কাঠে গুলিটির মন্দন, $a_1 = 400 \times 10^3$ ms^{-2}

সম্পূর্ণ কাঠ ভেদ করতে হলে গুলিটিকে প্রবেশ করতে হবে,

$s = 30$ cm

$= 0.3$ m

ধরা যাক, এ দূরত্ব ভেদ করার পর গুলিটি থেমে যাবে।

এবং সেক্ষেত্রে আদিবেগ হতে হবে, u_2

আমরা জানি,

$v^2 = u_2^2 - 2a_1s$

বা, $0 = u_2^2 - 2 \times (400 \times 10^3) \times 0.3$

বা, $u_2^2 = 240000$

বা, $u_2 = 489.89$ ms^{-1}

সুতরাং, গুলিটি বন্দুক থেকে 489.89 ms^{-1} বেগে বের হলে সম্পূর্ণ কাঠ ভেদ করতে পারবে।

দ্বিতীয় অধ্যায়

গতি

সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

প্রশ্ন–১

ক. পরম স্থিতি কাকে বলে? ১

খ. দ্রুতি ও বেগের মধ্যে পার্থক্য লেখ। ২

গ. 5ms^{-1} সমবেগে বৃত্তাকার ট্রাকটি ঘুরে আসতে শিহাবের কত সময় লাগবে? ৩

ঘ. ঐশি ও শিহাব গতিশীল কিনা তোমার উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও। ৪

প্রশ্ন–১ 108 kmh^{-1} সুষমবেগে চলন্ত একটি বাসের সমান্তরালে একটি রেলগাড়ি 0.5 ms^{-1} সুষম ত্বরণে স্থিরাবস্থা হতে একই বিন্দু থেকে একই সাথে যাত্রা শুরু করল। রেলগাড়ির যাত্রাস্থল হতে 3.5km দূরে একটি উন্মুক্ত রেলক্রসিং দিয়ে বাসটি রেললাইন অতিক্রম করল।

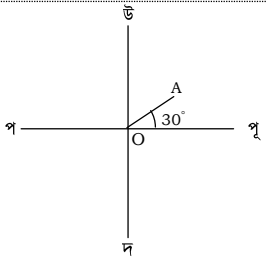
ক. সুষমবেগ কাকে বলে? ১

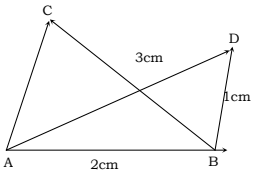
খ. বেগ ও দ্রুতির পার্থক্য লেখ। ২

গ. বাসটিকে অতিক্রমকালে ট্রেনের বেগ কত ছিল? ৩

ঘ. উন্মুক্ত রেল ক্রসিংয়ে কোনো দুর্ঘটনা ঘটবে কী? ৪

প্রশ্ন–১





ক. রাশি কাকে বলে? ১

খ. স্কেলার ও ভেক্টর রাশির মধ্যে পার্থক্য লেখ। ২

গ. ২ নং চিত্র থেকে AC ভেক্টরটির মান নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ভেক্টর রাশির যোগ সাধারণ বীজগাণিতিক নিয়মে করা যায় না– গাণিতিকভাবে কথাটির যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন–

সময়, t(s)	0	2	4	6
সরণ s,(m)	0	10	20	30

ক. বেগ কাকে বলে? ১

খ. গাড়ির বেগ সম্পর্কে কী বলা যায়– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩

ঘ. দূরত্ব বনাম সময় লেখচিত্রের মাধ্যমে গাড়িটির চলার পথ বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন– একটি বস্তুকে 196 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো।

ক. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে? ১

খ. "সমবেগে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে না"– ব্যাখ্যা কর। ২

গ. কত সময় পর বস্তুটির বেগ শূন্য হবে? ৩

ঘ. বস্তুটি 2km উঠতে পারবে কিনা তা গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

প্রশ্ন– মিরপুর বাসস্ট্যান্ড থেকে স্থির অবস্থান হতে একটি গাড়ি সুষম ত্বরণে চলতে শুরু করে 10 মিনিটে 3 কিমি পথ অতিক্রম করল। এরপর গাড়িটি সুষম বেগে চলতে থাকল।

ক. বেগের মাত্রা কী? ১

খ. মৌলিক রাশির উপর ভিত্তি করে ত্বরণের মাত্রা বের কর। ২

গ. ৪র্থ কিমি যেতে বাসটির কত সময় লেগেছিল? ৩

ঘ. বেগ বনাম সময় লেখের সাহায্যে গাড়ির গতির অবস্থা বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন– রাজন 2 মিনিটে 500m এবং রিয়াদ 5 মিনিটে 750m দূরত্ব অতিক্রম করে। তারা উভয়ই সমদ্রুতিতে সরলরেখায় চলে।

ক. তাৎক্ষণিক দ্রুতি কী? ১

খ. পড়ন্ত বস্তুর দুটি সূত্র ব্যাখ্যা কর। ২

গ. উপরিউক্ত তথ্য থেকে সর্বনিম্ন দ্রুতি নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উভয় ব্যক্তির জন্য 5 সেকেন্ড ব্যবধানে ডাটা নির্ণয় করে তা লেখচিত্রে বসিয়ে, লেখচিত্রের ঢাল বিশ্লেষণ করে রাজন ও রিয়াদ গতি সম্পর্কে মতামত দাও। ৪

প্রশ্ন– একটি বিমান 450 kmh^{-1} বেগে বিমান বন্দরে অবতরণ করছে। বিমানটি মাটি স্পর্শ করায় 20 s পর তার নির্ধারিত স্থানে থেমে যায়। বিমানটির অবতরণ পথে 660m দূরে একটি অ্যাম্বুলেন্স রাখা আছে।

ক. আবর্ত ঘর্ষণ কী? ১

খ. গাড়ির টায়ারের পৃষ্ঠে খাঁজকাটা থাকে কেন? ২

গ. বিমানটি অবতরণকালে ত্বরণ কত? ৩

ঘ. বিমানটি নিরাপদে অবতরণ করতে পারবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ দাও। ৪

প্রশ্ন– 72 kmh^{-1} বেগে চলন্ত একজন গাড়ির চালক 46m দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেলেন এবং সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর 1 m সামনে এসে থেমে গেল।

ক. সরণ কাকে বলে? ১

খ. বস্তুর ত্বরণ কখন শূন্য হয়? ব্যাখ্যা কর। ২

গ. ব্রেক চাপার ফলে গাড়িটি থামতে কত সময় লেগেছিল? ৩

ঘ. গাড়িটির বেগ কত হলে তা ঠিক লোকটির সামনে এসে থেমে যেত বলে তুমি মনে কর। গাণিতিক যুক্তিসহ লেখ। ৪

প্রশ্ন– 1kg ভরের একটি বস্তুকে 180 m উঁচু দালানের ছাদ থেকে ফেলে দেওয়া হলো। একই সময়ে 100 g ভরের অন্য একটি বস্তুকে 100 ms^{-1} বেগে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হলো। নিক্ষেপকৃত বস্তুর সরণ শূন্য।

ক. স্পন্দন গতি কাকে বলে? ১

খ. চাঁদের অভিকর্ষজ ত্বরণ 163 ms^{-2} বলতে কী বোঝায়? ২

গ. ২য় বস্তুটি নিক্ষেপের পর কত সময় শূন্যে থাকবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকে ১ম ও ২য় বস্তুটি ভূপৃষ্ঠ থেকে কত উচ্চতায় পরস্পর মিলিত হবে, গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১. যে দৃঢ় বস্তুর সাথে তুলনা করে অন্য বস্তুর অবস্থান নির্ণয় করা হয় তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক প্রসঙ্গ বিন্দু খ মূল বিন্দু

● প্রসঙ্গ কাঠামো ঘ প্রসঙ্গ বস্তু

২. তোমার বাসার গেট থেকে তোমার স্কুল ১ কিলোমিটার পূর্বদিকে। এখানে প্রসঙ্গ কাঠামো কোনটি? (অনুধাবন)

● স্কুল খ গেট

গ যেকোনো বস্তু ঘ চলন্ত গাড়ি

৩. সময়ের পরিবর্তনের সাথে পরিপার্শ্বের সাপেৰে যখন কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন না ঘটে তখন তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● স্থিতিশীল বস্তু খ গতিশীল বস্তু

গ পরম স্থিতি বস্তু ঘ পরম গতিশীল বস্তু

৪. সময়ের পরিবর্তনের সাথে পারিপার্শ্বিকের সাপেৰে যখন কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক স্থিতিশীল বস্তু ● গতিশীল বস্তু

গ পরমস্থিতি বস্তু ঘ পরম গতিশীল বস্তু

৫. সময়ের সাথে অবস্থানের পরিবর্তনকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক স্থিতি খ বল

গ বেগ ● গতি

৬. সময়ের পরিবর্তনের সাথে পারিপার্শ্বিকের সাপেৰে বস্তুর অবস্থান অপরিবর্তিত থাকাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● স্থিতি খ গতি

গ বেগ ঘ ত্বরণ

৭. গতিশীল বস্তুর উদাহরণ নিচের কোনটি? (অনুধাবন)

ক গাছপালা খ ঘরবাড়ি

● চলন্ত গাড়ি ঘ বৈদ্যুতিক খুঁটি

৮. তামিম দাঁড়িয়ে আছে। তার অবস্থান নিচের কোনটি?(অনুধাবন)

● স্থিতি খ গতি

গ পরমস্থিতি ঘ পরমগতি

৯. কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন কয়ভাবে হতে পারে?(জ্ঞান)

ক এক ● দুই

গ তিন ঘ চার

১০. **চলন্ত ট্রেনে দুই বন্ধু যদি মুখোমুখি বসে থাকে, তবে একজনের সাপেৰে অন্যজনের অবস্থানকে কী বলে?** (অনুধাবন)

ক পরম স্থিতি ● আপেক্ষিক স্থিতি

গ আপেক্ষিক গতি ঘ পরম গতি

১১. **কোনো বস্তু স্থির না গতিশীল তা কিসের ওপর নির্ভর করে?** (অনুধাবন)

ক দর্শকের ওপর খ স্থির বস্তুর ওপর

গ গতিশীল বস্তুর ওপর ● প্রসঙ্গ কাঠামোর ওপর

১২. **পৃথিবীর গতি কেমন?** (অনুধাবন)

ক পরম গতি খ পরম স্থিতি

● আপেক্ষিক গতি ঘ আপেক্ষিক স্থিতি

১৩. **ট্রেনের ভিতরের কোনো যাত্রী যদি রেললাইনের পাশে দাঁড়ানো কোনো ব্যক্তিকে দেখেন তবে তিনি কী দেখবেন?**(উচ্চতর দক্ষতা)

ক উভয়েই স্থির ● উভয়েই গতিশীল

গ একজন স্থির অন্যজন গতিশীল ঘ উভয়ের বেগ একই দিকে

১৪. **নিচের তথ্যগুলো লৰ কর–** (অনুধাবন)

i. সকল স্থিতিই পরম

ii. সকল গতিই পরম নয়

iii. কোনো স্থিতিই পরম নয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii ● ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৫. **প্রসঙ্গ কাঠামোর মাধ্যমে নির্ণয় করা হয় বস্তুর–**(অনুধাবন)

i. অবস্থান

ii. গতি

iii. স্থিতি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ● i, ii ও iii

১৬. **এ মহাবিশ্বের সকল–** (উচ্চতর দক্ষতা)

i. গতিই পরম

ii. গতিই আপেক্ষিক

iii. স্থিতিই আপেক্ষিক

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii ● ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৭. **নিচের তথ্যগুলো লৰ কর–** (উচ্চতর দক্ষতা)

i. প্রসঙ্গ বিন্দুটি জানা বিন্দু

ii. বৈদ্যুতিক খুঁটির সাপেক্ষে উড়ন্ত পাখি গতিশীল

iii. প্রসঙ্গ বিন্দু সুবিধামতো ধরা যায় না

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৮. **কোনো বস্তু যদি একটি সরলরেখা বরাবর গতিশীল হয়, এই গতিকে বলে–** (জ্ঞান)

ক চলন গতি ● রৈখিক গতি

গ ঘূর্ণন গতি ঘ পর্যাবৃত্ত গতি

১৯. **কোনো বস্তু যদি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, এই গতিকে কী বলে?** (জ্ঞান)

ক ঘূর্ণন গতি খ স্পন্দন গতি

● পর্যাবৃত্ত গতি ঘ চলনগতি

২০. **পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যে সময় পরপর নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট দিক দিয়ে অতিক্রম করে সেই সময়কে কী বলে?**(জ্ঞান)

ক সময় খ পর্যায়

● পর্যায়কাল ঘ দোলনকাল

২১. **পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় বিপরীত দিকে চলে এই গতিকে কী বলে?** (জ্ঞান)

ক পর্যাবৃত্ত গতি ● স্পন্দন গতি

গ ঘূর্ণন গতি ঘ রৈখিক গতি

২২. **নিচের কোনটি ঘূর্ণন গতি?** (অনুধাবন)

● বৈদ্যুতিক পাখার গতি খ সুরশালকার গতি

গ সরল দোলকের গতি ঘ সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি

২৩. **সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি কোন ধরনের গতি?**(অনুধাবন)

ক ঘূর্ণন গতি ● পর্যাবৃত্ত গতি

গ রৈখিক গতি ঘ স্পন্দন গতি

২৪. **গিটারের তারের গতি কোন ধরনের গতি?** (প্রয়োগ)

ক রৈখিক গতি খ ঘূর্ণন গতি

গ পর্যাবৃত্ত গতি ● স্পন্দন গতি

২৫. **কোন ধরনের গতি বৃত্তাকার, উপবৃত্তাকার বা সরলরৈখিক হতে পারে?** (অনুধাবন)

ক ঘূর্ণন গতি ● পর্যাবৃত্ত গতি

গ চলন গতি ঘ রৈখিক গতি

২৬. **নিচের কোনটি রৈখিক গতি?** (প্রয়োগ)

ক বৈদ্যুতিক পাখার গতি খ ঘড়ির কাঁটার গতি

● সোজা সড়কে গাড়ির গতি ঘ সরল দোলকের গতি

২৭. **সরল দোলকের গতি কোন ধরনের গতি?** (প্রয়োগ)

● স্পন্দন গতি খ পর্যাবৃত্ত গতি

(গ) ঘূর্ণন গতি (ঘ) রৈখিক গতি

২৮. **কোন ধরনের গতিসম্পন্ন কণার গতিপথ শুধু বৃত্তাকৃতির হয়?** (অনুধাবন)

● দোলন গতি (খ) পর্যাবৃত্ত গতি

(গ) চলন গতি (ঘ) ঘূর্ণন গতি

২৯. **কোন ধরনের গতিতে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দূরত্ব অতিক্রম করে?** (অনুধাবন)

● চলন গতি (খ) দোলন গতি

(গ) ঘূর্ণন গতি (ঘ) পর্যাবৃত্ত গতি

৩০. **নিচের কোনটি চলন গতির উদাহারণ?** (অনুধাবন)

● চলন্ত ট্রাকের গতি (খ) বৈদ্যুতিক পাখার গতি

(গ) ঘড়ির কাঁটার গতি (ঘ) সরল দোলকের গতি

৩১. **দুইটি ভেক্টর রাশি 2 cm এবং 3 cm। এদের যোগফলের সর্বনিম্ন মান কত?** (জ্ঞান)

● 1 cm (খ) 6·2 cm

(গ) 7 cm (ঘ) 7·5 cm

৩২. **বস্তু জগতের সকল রাশিকে কত ভাগে ভাগ করা যায়?**(জ্ঞান)

● দুই (খ) তিন

(গ) চার (ঘ) পাঁচ

৩৩. **শুধু মানের পরিবর্তন হলে কোন রাশির পরিবর্তন হয়?**(জ্ঞান)

(ক) ভেক্টর রাশি ● স্কেলার রাশি

(গ) মৌলিক রাশি (ঘ) যৌগিক রাশি

৩৪. **বল কোন রাশি?** (জ্ঞান)

(ক) মৌলিক রাশি (খ) স্কেলার রাশি

● ভেক্টর রাশি (ঘ) যৌগিক রাশি

৩৫. **নিচের কোনটি অদিক রাশি?** (জ্ঞান)

● দূরত্ব (খ) ওজন

(গ) ভরবেগ (ঘ) চৌম্বক তীব্রতা

৩৬. **কোনটি ভেক্টর রাশি?** (জ্ঞান)

(ক) দ্রুতি (খ) কাজ

● মন্দন (ঘ) ভর

৩৭. **ভেক্টর রাশির যোগ কোন নিয়মে করতে হয়?** (অনুধাবন)

(ক) সূচকের (খ) বীজগাণিতিক

● জ্যামিতিক (ঘ) লগারিদমিক

৩৮. **নিচের কোন ভৌত রাশিটি ভেক্টর?** (অনুধাবন)

(ক) কাজ (খ) শক্তি

● ভরবেগ (ঘ) দ্রুতি

৩৯. **নিচের কোনটি ভেক্টর রাশি?** (জ্ঞান)

(ক) দ্রুতি (খ) কাজ

● ত্বরণ (ঘ) শক্তি

৪০. **নিচের কোন রাশির মান ও দিক আছে?** (জ্ঞান)

● তড়িৎ প্রাবল্য (খ) তাপমাত্রা

(গ) সময় (ঘ) ভর

৪১. **নিচের কোন রাশির মান আছে, দিক নেই?** (জ্ঞান)

(ক) সরণ ● দ্রুতি

(গ) বেগ (ঘ) বল

৪২. **কোনটি ভেক্টর রাশি?** (জ্ঞান)

(ক) ভর ● চুম্বকত্ব

(গ) শক্তি (ঘ) তাপমাত্রা

৪৩. **নিচের কোনটি দিক রাশি?** (জ্ঞান)

(ক) ভর (খ) দ্রুতি

● ত্বরণ (ঘ) কাজ

৪৪. **নিচের কোনটি স্কেলার রাশি?** (জ্ঞান)

● চাপ (খ) তড়িৎ তীব্রতা

(গ) চুম্বকত্ব (ঘ) বল

৪৫. **স্কেলার রাশির যোগের নিয়ম কোনটি?** (জ্ঞান)

(ক) জ্যামিতিক (খ) সূচক

● বীজগাণিতিক (ঘ) লগারিদমিক

৪৬. **সরণের ক্ষেত্রে নিচের কোনটি সঠিক?** (জ্ঞান)

(ক) মান আছে (খ) দিক আছে

● মান ও দিক উভয়ই আছে (ঘ) মান আছে ও দিক নেই

৪৭. **দুটি ভেক্টরের মান যথাক্রমে 9 cm এবং 4 cm হলে এদের যোগফল কত হবে?** (প্রয়োগ)

(ক) 13 cm (খ) 5 cm

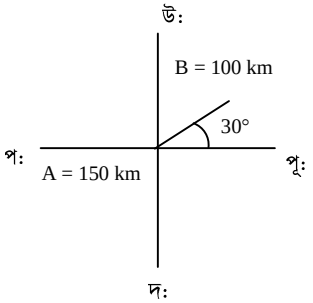
(গ) 13 cm–এর উপরে ● 5 cm থেকে 13cm–এর মধ্যে

৪৮. **দুটি ভেক্টরের মান 4 cm এবং 3 cm হলে এদের যোগফল কত?** (প্রয়োগ)

(ক) 7 cm (খ) 1 cm

(গ) 12 cm ● 1 cm থেকে 7 cm এর মধ্যে

৪৯. **চিত্রটি দ্বারা বোঝায়–** (উচ্চতর দক্ষতা)



i. A ভেক্টরটির পশ্চিম দিকে 150 km সরণ ঘটেছে

ii. B ভেক্টরটির পশ্চিম দিকের সাথে 30° কোণ করেছে

iii. B ভেক্টরটির উত্তর–পূর্বদিকে 100 km সরণ ঘটেছে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii ● i ও iii ঘ i, ii ও iii

৫০. বল– (অনুধাবন)

i. একটি ভেক্টর রাশি

ii. কোনো মৌলিক রাশির ওপর নির্ভরশীল নয়

iii. পরিবর্তন করতে হলে এর দিক পরিবর্তন না করলেও চলে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

● ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৫১. বিভিন্ন প্রকার রাশির ক্ষেত্রে– (প্রয়োগ)

i. মৌলিক রাশিসমূহ সকলেই স্কেলার

ii. ভেক্টর রাশিসমূহ সংজ্ঞায়িত করতে স্কেলার রাশির প্রয়োজন নেই

iii. ভেক্টর ও স্কেলার রাশির একক একই হতে পারে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ● i, ii ও iii

৫২. দ্রুতি– (অনুধাবন)

i. স্কেলার রাশি

ii. শুধু মানের পরিবর্তনে পরিবর্তিত হয়

iii. সর্বদাই ধনাত্মক

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ i ও ii গ ii ও iii ● i, ii ও iii

৫৩. ভেক্টর রাশি হলো– (অনুধাবন)

i. ওজন

ii. তড়িৎ তীব্রতা

iii. বল

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii গ i ও iii ● i, ii ও iii

৫৪. ভেক্টর রাশি হলো— (উচ্চতর দক্ষতা)

i. সরণ, বেগ, অভিকর্ষজ ত্বরণ

ii. ত্বরণ, মন্দন, ভরবেগ

iii. কাজ, ক্ষমতা, শক্তি

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ ii ও iii গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

৫৫. ভেক্টর রাশির ক্ষেত্রে– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. মান ও দিক উভয়ই প্রয়োজন

ii. অক্ষর দ্বারা প্রকাশ করা যায়

iii. জ্যামিতিক উপায়ে প্রকাশ করা যায়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ● i, ii ও iii

৫৬. স্কেলার রাশির ক্ষেত্রে– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. শুধু মানের প্রয়োজন হয়

ii. দিকের প্রয়োজন হয় না

iii. মান ও দিক কোনোটিরই প্রয়োজন হয় না

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

৫৭. ভেক্টর রাশি প্রকাশের জন্য প্রয়োজন– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. মানের

ii. দিকের

iii. সময়ের

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ ii ও iii গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

৫৮. কোনো ভেক্টর রাশি A হলে, এর মান– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. $|\vec{A}|$ দিয়ে প্রকাশ করা হয়

ii. $\vec{A}$ দিয়ে প্রকাশ করা হয়

iii. A দিয়ে প্রকাশ করা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

● i ও iii ঘ i, ii ও iii

৫৯. সময়ের সাথে বস্তুর অসমবেগ বৃদ্ধির হারকে কী বলে? (জ্ঞান)

● ত্বরণ খ মন্দন

গ ভরবেগ ঘ বল

৬০. নির্দিষ্ট দিকে পারিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে কী বলে? (জ্ঞান)

● সরণ খ দ্রুতি

গ বেগ ঘ মন্দন

৬১. সময়ের সাথে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক বেগ ● দ্রুতি

গ সরণ ঘ ত্বরণ

৬২. একটি বস্তু ধ্রুবক বেগে চললে, বস্তুর ত্বরণ কিরূপ হবে?(জ্ঞান)

ক ধনাত্মক খ ঋণাত্মক

গ সুষম ● কোনো ত্বরণ হয় না

৬৩. দ্রুতির মাত্রা কোনটি? (জ্ঞান)

ক LT ● LT^{-1}

গ LT^{-2} ঘ LT^{-3}

৬৪. কোনটি ত্বরণের মাত্রা? (জ্ঞান)

● LT^{-2} খ MLT^{-1}

গ LT^{-1} ঘ MLT^{-2}

৬৫. **বলের মাত্রা কোনটি?** (জ্ঞান)

ক MLT^{-1} খ MLT

● MLT^{-2} ঘ $M2^{-1}T$

৬৬. **নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুর দ্রবতিকে কী বলে?** (জ্ঞান)

● বেগ খ ত্বরণ

গ সরণ ঘ মন্দন

৬৭. **কোনো বস্তুর সরণের হারকে কী বলে?** (জ্ঞান)

ক ত্বরণ ● মন্দন

গ বেগ ঘ সরণ

৬৮. **দ্রবতির একক কোনটি?** (জ্ঞান)

ক m খ s

গ ms ● ms^{-1}

৬৯. **বেগের একক কোনটি?** (জ্ঞান)

ক ms ● ms^{-1}

গ ms^2 ঘ ms^{-2}

৭০. **ত্বরণের একক কোনটি?** (জ্ঞান)

ক ms খ ms^{-1}

● ms^{-2} ঘ ms^{-3}

৭১. **সমবেগে চলন্ত বস্তুর ত্বরণের মান কত?** (অনুধাবন)

ক সর্বোচ্চ খ সর্বনিম্ন

● শূন্য ঘ ধনাত্মক

৭২. **দ্রবতি পরিমাপ করার যন্ত্র কোনটি?** (অনুধাবন)

ক থার্মোমিটার ● স্পিডোমিটার

গ ল্যাকটোমিটার ঘ ফ্যাদোমিটার

৭৩. **শব্দের বেগ কোন ধরনের বেগ?** (অনুধাবন)

ক সমবেগ খ অসম বেগ

● সুষম বেগ ঘ তাৎক্ষণিক বেগ

৭৪. **স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে চলমান বস্তুর যেকোনো সময়ের বেগের সাথে সময়ের সম্পর্ক হবে–** (অনুধাবন)

● সমানুপাতিক খ বিপরীত আনুপাতিক

গ বর্গের সমানুপাতিক ঘ বর্গমূলের সমানুপাতিক

৭৫. **অসম বেগে গতিশীল একটি বস্তুর দূরত্ব–সময় লেখ কিরূ প হবে?** (অনুধাবন)

ক সরলরেখা ● বক্ররেখা

গ অর্ধবৃত্তাকার ঘ উপবৃত্তাকার

৭৬. **একটি বস্তু বৃত্তাকার পথে একবার ঘুরে আসলে তার সরণ কত?** (অনুধাবন)

● 0 খ πr^2

গ 2r ঘ $2\pi r$

৭৭. **একটি বস্তু সুষম বেগে চললে বস্তুর ত্বরণ কিরূ প হয়?**(অনুধাবন)

ক ধনাত্মক খ ঋণাত্মক

গ সুষম ● শূন্য

৭৮. **একটি গাড়ির বেগ প্রতি সেকেন্ডে $2ms^{-1}$, $5ms^{-1}$ এবং $7ms^{-1}$ হারে বাড়ছে। গাড়িটি চলছে–** (অনুধাবন)

ক সুষম বেগে খ সুষম ত্বরণে

গ অসম বেগে ● অসম ত্বরণে

৭৯. **কোন দুটি রাশির একক ভিন্ন?** (অনুধাবন)

ক সরণ ও দূরত্ব খ বেগ ও দ্রুতি

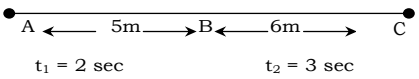
● বেগ ও ত্বরণ ঘ বল ও ওজন

৮০. **একটি গাড়ির গড় দ্রুতি প্রতি ঘণ্টায় 35 কিলোমিটার। 45 মিনিটে গাড়িটি কত দূর যাবে?** (প্রয়োগ)

ক 0·78 km খ 129 km

● 26·25 km ঘ 1575 km

৮১. **একটি বস্তু পরিবর্তনশীল গতিতে A থেকে B এবং B থেকে C অবস্থানে যায়। বস্তুর আদিবেগ শূন্য। A থেকে B এর দূরত্ব 5 m এবং B থেকে C এর দূরত্ব 6 m।**



C বিন্দুতে বেগ হবে– (প্রয়োগ)

ক $2{\cdot}0\ ms^{-1}$ খ $2{\cdot}25\ ms^{-1}$

● $2{\cdot}2\ ms^{-1}$ ঘ $2{\cdot}5\ ms^{-1}$

৮২. **একটি গতিশীল বস্তু u আদিবেগে চলতে শুরু করে t সেকেন্ড পরে v বেগপ্রাপ্ত হয়। সরণ নির্ণয়ের জন্য কোন সমীকরণটি সর্বাপেক্ষা উপযুক্ত?** (প্রয়োগ)

ক $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ খ $s = \frac{v^2 - u^2}{2a}$

● $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$ ঘ $s = (u + v)t$

৮৩. **একটি গতিশীল বস্তু $4\ ms^{-1}$ বেগ নিয়ে সমবেগে চলছে, 5s পর এর বেগ কত হবে?** (প্রয়োগ)

● $4\ ms^{-1}$ খ $8\ ms^{-1}$

গ $16\ ms^{-1}$ ঘ $20\ ms^{-1}$

৮৪. **একটি গাড়ির বেগ $20\ ms^{-1}$ থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে, 2s পর $10\ ms^{-1}$ হয়। গাড়িটির ত্বরণ কত?** (প্রয়োগ)

ক $5\ ms^{-2}$ ● $-5\ ms^{-2}$

গ $10\ ms^{-2}$ ঘ $15\ ms^{-2}$

৮৫. **$10\ ms^{-1}$ সমবেগে চলমান, 1 kg বস্তুর ত্বরণ কত?**(প্রয়োগ)

● $0\ ms^{-2}$ খ $9{\cdot}8\ ms^{-2}$

গ $10\ ms^{-2}$ ঘ $15\ ms^{-2}$

৮৬. একটি গাড়ির বেগ $36\ ms^{-1}$ থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে, 9s–এ $18\ ms^{-1}$ হয়, তবে এর ত্বরণ কত? (প্রয়োগ)

ক $-1\ ms^{-2}$ ● $-2\ ms^{-2}$
গ $-3\ ms^{-2}$ ঘ $-4\ ms^{-2}$

৮৭. একটি ট্রেন $40\ ms^{-1}$ বেগে চলছে। একে ব্রেক কষে 30s-এ থামানো হলো। মন্দন কত? (প্রয়োগ)

ক $\frac{3}{4}\ ms^{-2}$ ● $\frac{4}{3}\ ms^{-2}$
গ $\frac{2}{4}\ ms^{-2}$ ঘ $\frac{2}{3}\ ms^{-2}$

৮৮. একটি বস্তুর বেগ 7s–এ $3\ m\ s^{-1}$ থেকে $31m\ s^{-1}$ -এ উন্নীত হয়। বস্তুটির ত্বরণ কত? (প্রয়োগ)

ক 4m খ $21\ ms^{-2}$
● $4\ ms^{-2}$ ঘ $4\ ms^{-1}$

৮৯. একটি গাড়ির বেগ $49\ ms^{-1}$ থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 8s পরে $9\ ms^{-1}$ হয়। গাড়িটির ত্বরণ কত? (প্রয়োগ)

ক $5\ ms^{-1}$ খ $5\ ms^{-1}$
গ $5\ ms^{-2}$ ● $-5\ ms^{-2}$

৯০. একটি গাড়ির বেগ $40\ m\ s^{-1}$ থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 5s পর $10\ ms^{-1}$ হলো। গাড়িটির ত্বরণ কত? (প্রয়োগ)

ক $4\ ms^{-2}$ খ $-4\ ms^{-2}$
গ $6\ ms^{-2}$ ● $6\ ms^{-2}$

৯১. একটি বাসের বেগ $36\ ms^{-1}$ থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 7s পরে $15\ ms^{-1}$ হয়। বাসটির ত্বরণ কত? (প্রয়োগ)

● $-3\ ms^{-2}$ খ $3\ ms^{-2}$
গ $0\ ms^{-2}$ ঘ $-3\ ms^{-1}$

৯২. একটি বস্তুর বেগ 4s-এ $3\ ms^{-1}$ থেকে $31\ ms^{-1}$-এ উন্নীত হয়, বস্তুটির ত্বরণ কত? (প্রয়োগ)

ক 7 m খ $7\ ms^{-1}$
● $7\ ms^{-2}$ ঘ $21\ ms^{-2}$

৯৩. একটি গাড়ির বেগ $27ms^{-1}$ থেকে সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 8 s পরে $11\ ms^{-1}$ হয়, গাড়িটির ত্বরণ কত? (প্রয়োগ)

ক $2\ m^{-2}$ ● $-2\ ms^{-2}$
গ $2\ ms^{-1}$ ঘ $-2\ ms^{-1}$

৯৪. রাসেল তার বাসা হতে প্রথমে সোজা 50m দবিণে, তারপর 40m পশ্চিমে ও শেষে 20m উত্তরে গেল। রাসেলের মোট সরণ কত? (প্রয়োগ)

ক 50m উত্তরে খ 5m উত্তর-পশ্চিমে
গ 50m দক্ষিণে ● 50m দক্ষিণ-পশ্চিমে

৯৫. নিচের কোন সমীকরণটি সঠিক? (জ্ঞান)

● $a = \frac{v - u}{t}$ খ $h = ut - \frac{1}{2}a$
গ $v^2 = u^2 + gh$ ঘ $s = ut + \frac{1}{2}a^2t$

৯৬. একটি নিবিশ্ত বস্তুর সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ কত হবে? (অনুধাবন)

● শূন্য খ অর্ধেক
গ দ্বিগুণ ঘ চারগুণ

৯৭. সুষম ত্বরণের বেত্রে বস্তুর– (অনুধাবন)

i. সরণ হয়
ii. ত্বরণের পরিবর্তন হয়
iii. বেগের পরিবর্তন হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii ● i ও iii ঘ i, ii ও iii

৯৮. অভিন্ন এককের রাশিগুলো হলো– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. তাপ, কাজ
ii. কাজ, শক্তি
iii. কাজ, ক্ষমতা

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ ii ও iii গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

৯৯. ত্বরণের বৈশিষ্ট্য হলো– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. s দ্বারা প্রকাশ করা হয়
ii. বস্তুর অসম বেগের পরিবর্তনের হার
iii. এটি একটি ভেক্টর রাশি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii ● ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১০০. কোনো ঘড়ির মিনিটের কাঁটা এক ঘণ্টায়– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. এর সরণ শূন্য
ii. গড়দ্রুতি শূন্য
iii. গড়বেগ শূন্য

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ i ও ii
● i ও iii ঘ i, ii ও iii

১০১. কোনো সাইকেল আরোহী একটি গাড়ির 84m পশ্চাৎ হতে $20\ ms^{-1}$ সমবেগে তার দিকে যাত্রা শুরব করল। একই সময় গাড়িটি $2\ ms^{-2}$ সমত্বরণে সামনের দিকে চলা শুরব করল। তাহলে– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. এরা 6s-পর মিলিত হবে
ii. এরা 14s পর মিলিত হবে
iii. এরা কখনো মিলিত হবে না

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১০২. স্থির অবস্থান হতে একটি কণা 5 cms^{-2} সমত্বরণে কোনো নির্দিষ্ট সরলরেখা বরাবর চলছে– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. 3s পর বেগ 15 cm s^{-1} হবে

ii. 4s পর বেগ 22 cm s^{-1} হবে

iii. 3s পর অতিক্রান্ত দূরত্ব 22.5 cm হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
● ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১০৩. নিচের তথ্যগুলো লৰ কর– (অনুধাবন)

i. সময়ের সাথে বস্তুর সুষম দ্রুতির পরিবর্তন হলো ত্বরণ

ii. ত্বরণের মাত্রা [LT^{-2}]

iii. ত্বরণের একক ms^{-2}

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
● ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১০৪. দূরত্ব ও সরণের– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. মানের কোনো পার্থক্য নেই

ii. দিকের কোনো পার্থক্য নেই

iii. দিকের পার্থক্য আছে

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ● i ও iii
ⓖ ii ও iii ⓘ i, ii ও iii

১০৫. গড় দ্রবতি 100 km/h হলে– (প্রয়োগ)

i. আদি দ্রুতি 200 km হতে পারে না

ii. 2 ঘণ্টা সময়কালে 200 km দূরত্ব অতিক্রম করবে

iii. ত্বরণের মান 50 km/h^2 হতে পারে

নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

১০৬. স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে চলতে থাকা কোনো বস্তুরর ৰেত্রে কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)

ⓚ $v \propto s$ ● $v \propto t$
ⓖ $s \propto t$ ⓘ $v \propto \sqrt{s}$

১০৭. স্থির অবস্থান থেকে একটি ট্রেন 10ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলার সময় 125m দূরত্বে অবস্থিত একটি পোস্টকে কত বেগে অতিক্রম করবে? (প্রয়োগ)

ⓚ 30 ms^{-1} ⓚ 40 ms^{-1}
● 50 ms^{-1} ⓘ 60 ms^{-1}

১০৮. গতির সমীকরণ কয়টি? (জ্ঞান)

ⓚ তিন ● চার
ⓖ পাঁচ ⓘ ছয়

১০৯. গতির সমীকরণগুলোর প্রত্যেকটিতে কয়টি করে রাশি আছে? (অনুধাবন)

ⓚ 3টি ● 4টি
ⓖ 5টি ⓘ 6টি

১১০. স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে চলমান বস্তুর যেকোনো সময়ের বেগের সাথে সময়ের সম্পর্ক কীরূ প হবে? (অনুধাবন)

ⓚ বিপরীত আনুপাতিক ● সমানুপাতিক
ⓖ বর্গমূলের সমানুপাতিক ⓘ বর্গের সমানুপাতিক

১১১. আদিবেগ, শেষবেগ, সময় ও ত্বরণের সম্পর্ক কোনটি?(জ্ঞান)

● $a = \frac{v-u}{t}$ ⓚ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
ⓖ $v^2 = u^2 + 2as$ ⓘ $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$

১১২. সরণ, ত্বরণ ও গতিকালের সম্পর্ক নিচের কোনটি?(অনুধাবন)

ⓚ $v = u + at$ ⓚ $v^2 = u^2 + 2as$
● $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ ⓘ $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$

১১৩. একজন ব্যক্তি একটি নির্দিষ্ট সময় ধরে সরলপথে v_1সুষমবেগে চলার পর v_2 সুষমবেগে একই সময় ধরে আরও খানিকটা পথ চলল। তার গড়বেগ কত? (প্রয়োগ)

ⓚ $2\left(\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}\right)$ ⓚ $\frac{1}{v_1}+\frac{1}{v_2}$
ⓖ $\sqrt{v_1v_2}$ ● $\frac{v_1+v_2}{2}$

১১৪. 15 kg ভরের একটি বস্তুর ওপর কত বল প্রযুক্ত হলে 2 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি হবে? (প্রয়োগ)

● 30 $kgms^{-2}$ ⓚ 7·5 $kgms^{-2}$
ⓖ 19·6 N ⓘ 39.2 N

১১৫. স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে চলমান বস্তুর দূরত্ব ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক কীরূ প? (অনুধাবন)

ⓚ সমানুপাতিক ● বর্গের সমানুপাতিক
ⓖ ব্যস্তানুপাতিক ⓘ বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

১১৬. নিচের কোন সমীকরণটি সরণ, ত্বরণ ও শেষ বেগের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে? (প্রয়োগ)

● $v^2 = u^2 + 2as$ ⓚ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
ⓖ $v = u + at^2$ ⓘ $s = \left(\frac{u+v}{2}\right)t$

১১৭. কোনো বস্তুর বেগ 3s-এ $30\ ms^{-1}$ হলে 5s পর বেগ কত হবে? (প্রয়োগ)

ক $35\ ms^{-1}$ খ $40\ ms^{-1}$
গ $45\ ms^{-1}$ ● $50\ ms^{-1}$

১১৮. $72\ kmh^{-1}$ বেগে চলন্ত একটি গাড়িতে 4s যাবৎ $1.5ms^{-2}$ ত্বরণ প্রয়োগ করা হলো। এর শেষবেগ কত? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক $25ms^{-1}$ খ $2.5ms^{-1}$
● $26ms^{-1}$ ঘ $20ms^{-1}$

১১৯. একটি রাইফেলের গুলি যে বলে 0.5m পুরব একটি তক্তাকে ভেদ করতে পারে, গুলির বেগ দ্বিগুণ করা হলে এরূ প কয়টি তক্তা ভেদ করতে পারবে? (উচ্চতর দক্ষতা)

ক 2টি খ 3টি
● 4টি ঘ 5টি

১২০. স্থির অবস্থান হতে সুষম ত্বরণে চলমান কোনো গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব–

i. বেগের সমানুপাতিক
ii. বেগের বর্গের সমানুপাতিক
iii. সময়ের বর্গের সমানুপাতিক

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
● i ও iii ঘ i, ii ও iii

১২১. নিচের রাশিগুলো লৰ কর– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. $v = u + at$
ii. $s = ut + \frac{1}{2}at^2$
iii. $v^2 = u^2 + 2as$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ● i, ii ও iii

১২২. স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে চলমান বস্তুর ৰেত্রে–(উচ্চতর দক্ষতা)

i. $s \propto t^2$
ii. $s \propto \sqrt{v}$
iii. $t \propto \sqrt{s}$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii ● i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১২৩. X–অৰ বরাবর চলমান একটি কণার গতির সমীকরণ : $x = u(t-2) + a(t-2)^2$; এখানে x সরণ, u বেগ এবং t সময় নির্দেশ করে। এৰেত্রে– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. কণাটির আদিবেগ u
ii. কণাটির ত্বরণ 2a
iii. t = 2s-এ কণাটি আদি অবস্থানে আছে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
● ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১২৪. সরণ বনাম সময় লেখচিত্রের ঢাল সর্বত্র সমান হলে–(উচ্চতর দক্ষতা)

i. বেগ অসম হয়
ii. বেগ সুষম হয়
iii. বেগ পরিবর্তন হতে থাকে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ● ii গ iii ঘ i ও ii

১২৫. দূরত্ব ও সরণের– (উচ্চতর দক্ষতা)

i. মানের কোনো পার্থক্য নেই
ii. দিকের কোনো পার্থক্য নেই
iii. দিকের পার্থক্য আছে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii ● i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১২৬. যদি একটি বস্তুকে g-এর মানের সমান বেগে খাঁড়া উপরের দিকে নিৰেপ করা হয়। তাহলে কতৰণ পর বস্তুটি ভূমিতে পতিত হবে? (প্রয়োগ)

ক 1s ● 2s
গ 4·5s ঘ 9·8s

১২৭. পড়ন্ত বস্তুর ৰেত্রে একটি বস্তু 2s-এ 8 m দূরত্ব অতিক্রম করে। ঐ বস্তু 5s-এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? (প্রয়োগ)

ক 30 m খ 35 m
গ 40 m ● 50 m

১২৮. বায়ুশূন্য স্থান থেকে 10 kg ও 20 kg ভরের বস্তুকে এক সাথে একই উচ্চতা থেকে ফেলে দিলে কোনটি আগে পৌঁছাবে?(উচ্চতর দক্ষতা)

ক 10 kg ভরের বস্তুটি খ 20 kg ভরের বস্তুটি
● দুটি বস্তু একসাথে ঘ দুটি বস্তু ভিন্ন ভিন্ন সময়ে

১২৯. স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় কোনো বস্তুকে যদি পড়তে দেওয়া হয় এবং ১ম সেকেন্ডে h দূরত্ব অতিক্রম করে তবে 4s পর বস্তুটির অতিক্রান্ত দূরত্ব কত হবে? (প্রয়োগ)

ক 4 h খ 8 h
গ 12 h ● 16 h

১৩০. একটি বস্তুকে কত বেগে উপরের দিকে নিৰেপ করলে তা 6 সেকেন্ডে ভূপৃষ্ঠে পতিত হবে? (জ্ঞান)

ক $21·9\ ms^{-1}$ ● $29·4\ ms^{-1}$

গ) $9{\cdot}8\ ms^{-1}$ ঘ) $6{\cdot}7\ ms^{-1}$

১৩১. পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ কত? (জ্ঞান)

ক) $9{\cdot}8\ ms^{-2}$ খ) $9{\cdot}83\ ms^{-2}$

● $0\ ms^{-2}$ ঘ) $9{\cdot}78\ ms^{-2}$

১৩২. পড়ন্ত বস্তুর সূত্র কে আবিষ্কার করেন? (জ্ঞান)

ক) কেপলার ● গ্যালিলিও

গ) নিউটন ঘ) বোর

১৩৩. পৃথিবী ও একটি বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক) মহাকর্ষ ● অভিকর্ষ

গ) ত্বরণ ঘ) দ্রুতি

১৩৪. কোনো বস্তুর অভিকর্ষ কেন্দ্র কয়টি? (জ্ঞান)

● ১টি খ) ২টি

গ) ৩টি ঘ) ৪টি

১৩৫. মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে কী বলে? (জ্ঞান)

● মহাকর্ষ খ) অভিকর্ষ

গ) মাধ্যাকর্ষণ ঘ) চৌম্বকত্ব

১৩৬. কোনো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণকে কী বলে? (জ্ঞান)

ক) মহাকর্ষ ● অভিকর্ষ

গ) মাধ্যাকর্ষণ ঘ) চৌম্বকত্ব

১৩৭. চন্দ্র ও সূর্যের মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে কী বলে? (অনুধাবন)

ক) স্থিতিস্থাপকতা খ) মাধ্যাকর্ষণ

● মহাকর্ষ ঘ) অভিকর্ষ

১৩৮. ভূপৃষ্ঠে অবস্থিত কোনো বস্তুর অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয়ের সূত্র কোনটি? (জ্ঞান)

ক) $g = \frac{GM}{R}$ খ) $g = \frac{G}{R^2}$

গ) $g = \frac{GM^2}{R}$ ● $g = \frac{GM}{R^2}$

১৩৯. কোন অঞ্চলে g-এর মান সবচেয়ে বেশি? (জ্ঞান)

● মেরু খ) বিষুব

গ) ক্রান্তীয় ঘ) কেন্দ্রে

১৪০. অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কোথায় বেশি হবে? (জ্ঞান)

● ভূপৃষ্ঠে খ) ভূকেন্দ্রে

গ) পাহাড়ের ওপর ঘ) মাটির নিচে

১৪১. কোন অৰাংশে সমুদ্র সমতলে g-এর মানকে আদর্শমান ধরা হয়? (জ্ঞান)

ক) ৪০° অক্ষাংশে ● ৪৫° অক্ষাংশে

গ) ৫০° অক্ষাংশে ঘ) ৫৫° অক্ষাংশে

১৪২. কোন অঞ্চলে g-এর মান সবচেয়ে কম? (অনুধাবন)

ক) মেরু ● বিষুব

গ) ক্রান্তীয় ঘ) কেন্দ্রে

১৪৩. পড়ন্ত বস্তুর সমীকরণ কয়টি? (অনুধাবন)

ক) ২টি খ) ৩টি

● ৪টি ঘ) ৫টি

১৪৪. পড়ন্ত বস্তুর সূত্র কয়টি? (অনুধাবন)

ক) ২টি ● ৩টি

গ) ৪টি ঘ) ৫টি

১৪৫. ভূপৃষ্ঠ থেকে যত উপরে ওঠা যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কেমন হবে? (অনুধাবন)

● ধ্রুব হয় খ) বাড়তে থাকে

গ) কমতে থাকে ঘ) শূন্য হয়

১৪৬. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G-এর মান– (অনুধাবন)

● অপরিবর্তিত থাকে

খ) বস্তুর আকারের ওপর নির্ভর করে

গ) বস্তুর উপাদানের ওপর নির্ভর করে

ঘ) বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী মাধ্যমের ওপর নির্ভর করে

১৪৭. পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর– (অনুধাবন)

● ভর আছে কিন্তু ওজন শূন্য খ) ওজন আছে কিন্তু ভর শূন্য

গ) ভর এবং ওজন উভয়ই শূন্য ঘ) ভর ও ওজন উভয়ই আছে

১৪৮. মুক্তভাবে একটি পড়ন্ত বস্তু 10 সেকেন্ড পরে $100\ ms^{-1}$ বেগে মেঝেতে আঘাত করতে চাইলে অভিকর্ষজ ত্বরণ g –এর মান হবে– (প্রয়োগ)

ক) $1000\ ms^{-1}$ ● $10\ ms^{-2}$

গ) $0{\cdot}1\ ms^{-2}$ ঘ) $90\ ms^{-2}$

১৪৯. মুক্তভাবে একটি পড়ন্ত বস্তু 1 সেকেন্ডে 3m দূরত্ব অতিক্রম করলে 5 সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? (প্রয়োগ)

ক) 25 m খ) 5 m

গ) 75 m ● 15 m

১৫০. বায়ু মাধ্যমে এক টুকরা পাথর ও এক টুকরা কাগজ একই উচ্চতা থেকে একই সময়ে ছেড়ে দেওয়ায় পাথর টুকরাটি আগেই ভূমিতে পৌঁছার কারণ– (উচ্চতর দক্ষতা)

ক) পাথরের ভর বেশি হওয়ায় আগেই ভূমিতে পৌঁছবে

খ) পাথরের ওপর অভিকর্ষজ ত্বরণ বেশি, তাই আগে ভূমিতে পৌঁছবে

● পাথরের ওপর বাতাসের প্লবতা কম

ঘ) কাগজের ভর কম হওয়ায় এর ওপর অভিকর্ষজ ত্বরণ কম

১৫১. 250 m উঁচু থেকে একটি বস্তু ছেড়ে দিলে– (অনুধাবন)

i. বস্তুটি 31·3 ms^{-1} বেগে ভূমিকে আঘাত করবে
ii. বস্তুটির আদিবেগ 0 ms^{-1}
iii. অতিক্রান্ত দূরত্ব 250 m
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৫২. বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে– (উচ্চতর দক্ষতা)
i. $v \alpha t$
ii. $h \alpha t^2$
iii. পতনের হার বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ● i, ii ও iii

১৫৩. অভিকর্ষজ ত্বরণ– (অনুধাবন)
i. বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে না
ii. স্থান নিরপেক্ষ নয়
iii. পৃথিবীর ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভর করে না
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

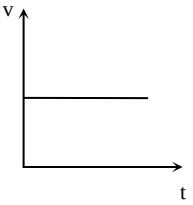
১৫৪. অভিকর্ষজ ত্বরণ g-এর মান নির্ভর করে– (প্রয়োগ)
i. পৃথিবীর ভরের ওপর
ii. পৃথিবীর ব্যাসার্ধের ওপর
iii. ভূপৃষ্ঠ থেকে বস্তুর উচ্চতার ওপর
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ● i, ii ও iii

১৫৫. পৃথিবী ও চন্দ্রের মধ্যকার আকর্ষণ হচ্ছে– (অনুধাবন)
i. মহাকর্ষ
ii. অভিকর্ষজ ত্বরণ
iii. অভিকর্ষ
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
● i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৫৬. মুক্তভাবে পড়ন্ত সকল বস্তু– (উচ্চতর দক্ষতা)
i. সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে
ii. ভিন্ন ভিন্ন সময়ে ভূপৃষ্ঠে পৌঁছে
iii. এর অতিক্রান্ত দূরত্ব সময়ের বর্গের সমানুপাতিক
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
● i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৫৭. পড়ন্ত বস্তুর সূত্র হলো– (প্রয়োগ)
i. $v \propto t$
ii. $h \propto t^2$
iii. $a \propto t^2$
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii খ ii ও iii গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৫৮. একটি বস্তুর বেগ – সময় লেখচিত্র নিম্নরূ প–(উচ্চতর দক্ষতা)

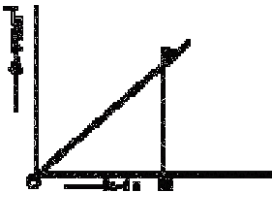


i. ত্বরণ শূন্য
ii. বেগ সমবেগ
iii. সমমন্দন
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৫৯. দ্রবতি – সময় লেখ এর–
i. কোনো বিন্দুতে ঢাল ঐ মুহূর্তের দ্রুতি নির্দেশ করে
ii. ঢাল সংখ্যাগতভাবে বস্তুর বেগের সমান
iii. দ্রুতি যত বেশি হয় ঢাল তত খাড়া হয়
নিচের কোনটি সঠিক?
ক i ও ii খ ii ও iii
গ i ও iii ● i, ii ও iii

১৬০. দূরত্ব-সময় লেখচিত্রের যেকোনো বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শকের ঢাল– (অনুধাবন)
i. বেগ নির্দেশ করে
ii. বেশি হলে বেগ বেশি হয়
iii. সংখ্যাগতভাবে ত্বরণের সমান
নিচের কোনটি সঠিক?
● i ও ii খ i ও iii
গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৬১. বেগ বনাম সময় লেখচিত্রটি লব কর–
(উচ্চতর দক্ষতা)



i. সুষম ত্বরণের ক্ষেত্রে লেখচিত্রটির ঢাল সর্বত্র একই হবে
ii. এই লেখচিত্র থেকে নির্দিষ্ট সময়ে বেগ নির্ণয় করা যাবে
iii. এই লেখচিত্র থেকে অসম ত্বরণ নির্ণয় করা যাবে
নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii ⓚ ii ও iii
ⓖ i ও iii ⓘ i, ii ও iii

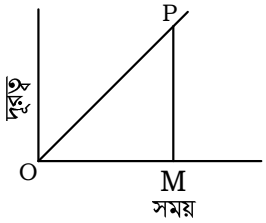
১৬২. সরণ বনাম সময় লেখচিত্রের ঢাল সর্বত্র সমান হলে–(অনুধাবন)
i. বেগ অসম হয়
ii. বেগ সুষম হয়
iii. বেগ পরিবর্তন হতে থাকে
নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ● ii
ⓖ ii ⓘ i ও ii

১৬৩. নিচের তথ্যগুলো লৰ কর : (অনুধাবন)
i. দূরত্ব সময় লেখচিত্র থেকে বেগ নির্ণয় করা যায়
ii. বেগ সময় লেখচিত্র থেকে ত্বরণ নির্ণয় করা যায়
iii. সুষম ত্বরণের ক্ষেত্রে লেখ চিত্রটি একটি মূল বিন্দুগামী সরলরেখা
নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

১৬৪. নিচের চিত্রটি লৰ কর : (উচ্চতর দক্ষতা)



চিত্রে–
i. ঢাল = $\frac{PM}{OM}$
ii. সুষম বেগ প্রকাশ পায়
iii. এটি একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা
নিচের কোনটি সঠিক?

ⓚ i ও ii ⓚ i ও iii
ⓖ ii ও iii ● i, ii ও iii

১৬৫. সরল দোলনের গতি হচ্ছে–
ⓚ রৈখিক গতি ⓚ চলন গতি
ⓖ ঘূর্ণন গতি ● স্পন্দন গতি

১৬৬. পেট্রোল ইঞ্জিনের সিলিন্ডারের মধ্যে পিস্টনের গতি–
ⓚ স্পন্দন গতি ● পর্যায়বৃত্ত গতি
ⓖ রৈখিক গতি ⓘ চলন গতি

১৬৭. ঘড়ির কাঁটার গতি কী ধরনের গতি?
ⓚ রৈখিক গতি ● ঘূর্ণন গতি
ⓖ স্পন্দন গতি ⓘ চলন গতি

১৬৮. কোনো বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করলে তার গতিকে কী বলা হয়?
ⓚ রৈখিক গতি ⓚ ঘূর্ণন গতি
● চলন গতি ⓘ স্পন্দন গতি

১৬৯. কোনটি ভেক্টর রাশি?
ⓚ ঘনত্ব শক্তি ⓚ শক্তি
● তড়িৎ তীব্রতা ⓘ আপেক্ষিক গুরুত্ব

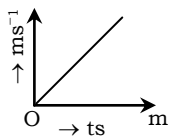
১৭০. নিচের কোনটির নির্দিষ্ট দিক আছে?
ⓚ দূরত্ব ⓚ ভর
ⓖ দ্রুতি ● বেগ

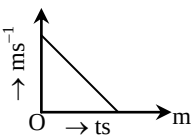
১৭১. কোনটি স্কেলার রাশি?
ⓚ তড়িৎ তীব্রতা ⓚ বল
● তাপমাত্রা ⓘ সরণ

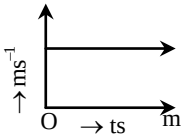
১৭২. কোনটি স্কেলার রাশি?
ⓚ বেগ ⓚ ত্বরণ
ⓖ সরণ ● সময়

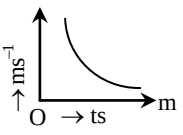
১৭৩. কোনো বস্তুর সরণের হারকে কী বলে?
● বেগ ⓚ সুষমবেগ
ⓖ অসমবেগ ⓘ ত্বরণ

১৭৪. কোন গ্রাফটি সুষম মন্দন নির্দেশ করে?

ⓚ 

● 

ⓖ 

ⓘ 

১৭৫. জুল এককটি কিসের একক দ্বারা ভাগ করিয়ে ভরবেগের একক পাওয়া যায়?
ⓚ বলের ● বেগের
ⓖ কাজের ⓘ ত্বরণের

১৭৬. বস্তুর ত্বরণ কোন সম্পর্ক দ্বারা প্রকাশ করা যায়?
ⓚ $\frac{\text{ভরবেগ}}{\text{ভর}}$ ● $\frac{\text{বল}}{\text{ভর}}$
ⓖ $\frac{\text{বল}}{\text{গতিবেগ}}$ ⓘ $\frac{\text{দূরত্ব}}{\text{ভরবেগ}}$

১৭৭. **কোন বস্তুকণা r ব্যাসার্ধবিশিষ্ট বৃত্তাকার পথ সম্পূর্ণ একবার ঘুরে আসলে সরণ কত হবে?**

ক $2\pi r$ খ $2\pi r^2$

গ $2r$ ● শূন্য

১৭৮. **পৌষি স্কুল গেট থেকে উত্তর দিকে দৌড়ে গেলে কোনটি সঠিক?**

ক দিক ও দূরত্বের পরিবর্তন ঘটেছে

● অবস্থান ও দূরত্বের পরিবর্তন হচ্ছে

গ অবস্থান ও দিকের পরিবর্তন হচ্ছে

ঘ অবস্থান ও দূরত্ব অপরিবর্তিত আছে

১৭৯. **0°C তাপমাত্রায় বায়ুতে শব্দের বেগ কত?**

● 332 ms^{-1} খ 320 ms^{-1}

গ 1452 ms^{-1} ঘ 5221ms^{-1}

১৮০. **কোন বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষে অবস্থানের সরলরৈখিক মান দ্বারা কোনটি প্রকাশ করা হয়?**

ক বেগ ● সরণ

গ ত্বরণ ঘ দূরত্ব

১৮১. **অতি অল্প সময়ের দূরত্বকে সময় দিয়ে ভাগ করলে কোনটি পাওয়া যায়?**

ক সুষম দ্রুতি খ অসম দ্রুতি

গ গড় দ্রুতি ● তাৎক্ষণিক দ্রুতি

১৮২. **20 ms^{-1} বেগে চলমান কোনো বস্তুকে 5 s এ থামাতে কী পরিমাণ মন্দন প্রয়োগ করতে হবে?**

ক 20 ms^{-2} খ 2 ms^{-2}

● 4 ms^{-2} ঘ 5 ms^{-2}

১৮৩. **100m উঁচু টাওয়ার থেকে একটি লোহার টুকরাকে ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে ভূপৃষ্ঠে আঘাত করবে?**

ক 1960 ms^{-1} খ 980 ms^{-1}

গ 9.8 ms^{-1} ● 44.27 ms^{-1}

১৮৪. **স্থির অবস্থান হতে সুষম ত্বরণে চলমান বস্তুর জন্য নিচের কোনটি সঠিক?**

ক $s \propto t^2$ ● $s \propto \sqrt{v}$

গ $s \propto \sqrt{t}$ ঘ $s \propto v$

১৮৫. **20ms^{-1} বেগে চলন্ত একটি গাড়িতে 4 সেকেন্ড যাবৎ 1.5ms^{-2} ত্বরণ প্রয়োগ করা হলো। গাড়িটির শেষবেগ কত?**

ক 20ms^{-1} ● 26ms^{-1}

গ 30ms^{-1} ঘ 39ms^{-1}

১৮৬. **স্থির অবস্থান থেকে চলন্ত একটি গাড়িতে 3ms^{-2} ত্বরণ প্রয়োগ করা হলে এর বেগ 54kmh^{-1} হলো। কত সময় ধরে ত্বরণ প্রয়োগ করা হয়েছিল?**

ক 5 সেকেন্ড ● 10 সেকেন্ড

গ 15 সেকেন্ড ঘ 20 সেকেন্ড

১৮৭. **একটি বস্তুর বেগ 9s এ 9ms^{-1} থেকে 45 ms^{-1} এ উন্নীত হয়। বস্তুটির ত্বরণ কত?**

ক 36ms^{-1} খ 36ms^{-2}

গ 4ms^{-1} ● 4ms^{-2}

১৮৮. **g এর আদর্শমান কত?**

● 9·80665 ms^{-2} খ 9·78039 ms^{-2}

গ 9·78919 ms^{-2} ঘ 9·83217 ms^{-2}

১৮৯. **বিনা বাধায় মুক্তভাবে একটি পড়ন্ত বস্তু সেকেন্ডে 3 মিটার অতিক্রম করলে 10 সেকেন্ডে এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?**

ক 30 মিটার খ 10 মিটার

গ 60 মিটার ● 300 মিটার

১৯০. **পড়ন্ত বস্তুর সূত্র কোনটি?**

ক $r \propto \sqrt{h}$ খ $v^2 \propto t$

গ $v \propto \sqrt{t}$ ● $h \propto t^2$

১৯১. **ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে কী পরিমাণ বৃদ্ধি পায়?**

● 9·81ms^{-1} খ 9·8 × $10^{-2}$$ms^{-1}$

গ 0·98ms^{-1} ঘ 9·80ms^{-1}

১৯২. **10 m উঁচু দালানের ছাদ থেকে কোনো বস্তু ছেড়ে দিলে এটি কত বেগে ভূপৃষ্ঠকে আঘাত করবে?**

● 14 ms^{-1} খ 18 ms^{-1}

গ 24 ms^{-1} ঘ 273 ms^{-1}

১৯৩. **বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু 5 সেকেন্ডে 50m গেলে 72m যেতে কত সেকেন্ড সময় লাগবে?**

● 6 খ 7.2

গ 9.5 ঘ 12

১৯৪. **প্রসঙ্গ কাঠামোর সাথে তুলনা করে অন্য বস্তুর নির্ণয় করা যায়–**

i. গতি

ii. অবস্থান

iii. স্থিতি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii

গ ii ও iii ● i, ii ও iii

১৯৫. **ঘড়ির কাঁটার গতি হচ্ছে–**

i. ঘূর্ণন গতি

ii. চলন গতি

iii. পর্যায়বৃত্ত গতি

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i খ i ও ii

● i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৯৬. স্পন্দন গতি হচ্ছে–

i. সরল দোলকের গতি

ii. কম্পনশীল সুরশলাকার গতি

iii. ঘড়ির কাঁটার গতি

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ ii ও iii

গ i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৯৭. Displacement' শব্দের অর্থ–

i. দূরত্ব

ii. পার্থক্য

iii. সরণ

নিচের কোনটি সঠিক?

● iii খ i ও ii

গ i ও iii ঘ i

১৯৮. মন্দন হচ্ছে বস্তুর–

i. বেগ হ্রাসের হার

ii. বেগ বৃদ্ধির হার

iii. ঋণাত্মক ত্বরণ

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ ii ও iii

● i ও iii ঘ i, ii ও iii

১৯৯. একটি বস্তুর প্রতি 52 সেকেন্ড পরপর বেগের মান পাওয়া গেল 0, 2, 5, 5, 7, 5, 10 মিটার/সেকেন্ড

i. বস্তুটি সমবেগে আছে

ii. বস্তুটি সমবেগে আছে

iii. বস্তুটি সুষমত্বরণে আছে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii ● ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২০০. একটি বস্তু স্থির অবস্থান থেকে a সুষম ত্বরণসহ চলছে। t সময় পরে এ বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব হবে–

i. $s = \left(\frac{u + v}{2}\right)t$

ii. $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

iii. $s = u^2 + 2at$

নিচের কোনটি সঠিক?

● i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২০১. পড়ন্ত বস্তুর গতির সমীকরণ হলো–

i. $v = u + gt$

ii. $v^2 = u^2 - 2gh$

iii. $h = ut + \frac{1}{2}gt^2$

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii ● i ও iii

গ ii ও iii ঘ ii ও iii