

মূল বইয়ের অতিরিক্ত অংশ

দ্বিতীয় অধ্যায়: গতি



পরীক্ষায় কমন পেতে আরও প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ▶ ১

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 গাড়ির বিভিন্ন সময়ের জন্য বেগের মানের পরিবর্তন দেখানো হয়েছে।

◀ পিখনফল-৪ ও ৬/ঢা. বো.-২০১৬/

- ক. মাত্রা কাকে বলে? ১
 খ. তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. গাড়িটির প্রথম 32 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে লেখচিত্র অঙ্কন কর এবং এর বিভিন্ন অংশের বেগের প্রকৃতি বিশ্লেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি ভৌত রাশিতে বিভিন্ন মৌলিক রাশি কোন সূচক বা কোন পাওয়ারে আছে, সেটাকে তার মাত্রা বলে।

খ সময়ের ব্যবধান খুবই ক্ষুদ্র হলে চলন্ত বস্তুর সরণের হারই তাৎক্ষণিক দ্রুতি। একটি গাড়ি চলা শুরু করার ঠিক 33 মিনিট পূর্ণ হওয়ার মুহূর্তে তার দ্রুতি ঐ সময়ের তাৎক্ষণিক দ্রুতি। যেকোনো মুহূর্তে তাৎক্ষণিক দ্রুতি বের করতে হলে অতি অল্প সময় ব্যবধানে অতিক্রান্ত দূরত্ব জানতে হবে। 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 গাড়িটির 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,

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

$$= \frac{8 - 0}{16}$$

$$= 0.5 \text{ ms}^{-2}$$

১ম 16 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

$$= 0 \times 16 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times (16)^2$$

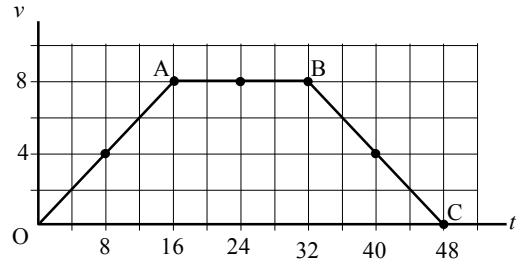
$$= 64 \text{ m}$$

পরবর্তী 16 সেকেন্ড গাড়িটি 8ms⁻¹ সমবেগে চলেছে। এই 16 সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব s₂ হলে,

$$s_2 = vt = 8 \times 16 = 128 \text{ m}$$

∴ প্রথম 32s এ গাড়িটির 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।

অনুবৃত্ত প্রশ্ন নম্বর:
২, ৮, ২০

প্রশ্ন ▶ ২ 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 কমল এবং সুষম মন্দনে চলে 125m দূরত্বে গিয়ে থেমে গেল।

- 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

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে 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 আমরা জানি,

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

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

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

এখানে,
 আদিবেগ, u = 0ms⁻¹
 শেষবেগ, v = 30ms⁻¹
 সময়, t = 1 min = 60 s
 ত্বরণ, a = ?

ঘ দেওয়া আছে,

$$\text{সুষম বেগ, } v = 30\text{ms}^{-1}$$

$$\text{সুষম বেগে অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 = 250\text{m}$$

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, $s_1 = vt_1$

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

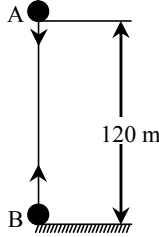
সুষম মন্দনের ক্ষেত্রে, $s_2 = \frac{u_2 + v_2}{2} \times t_2$

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

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

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

প্রশ্ন ৩



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।

◀ শিখনফল-৪ / চ. বো. -২০১৬/

- ক. কর্মদক্ষতা কাকে বলে? ১
- খ. $6 \times 10^5\text{N}$ 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

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ $6 \times 10^5\text{ N}$ বল বলতে বুঝায়, সে পরিমাণ বল যা—

- i. 1 kg ভরের কোনো বস্তুতে প্রযুক্ত হয়ে তাতে $6 \times 10^5\text{ m s}^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করে।
- ii. $6 \times 10^5\text{ kg}$ ভরের কোনো বস্তুতে প্রযুক্ত হয়ে তাতে 1 m s^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি।

গ দেওয়া আছে,

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

$$\text{সময়, } t = 1.8\text{ s}$$

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

$$1.8\text{ s পরে বেগ, } v = ?$$

আমরা জানি, $v = u + gt$

$$= 0 + 9.8 \times 1.8$$

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

ঘ ধরা যাক, t সময় পর ভূমি থেকে x উচ্চতায় P বিন্দুতে বস্তুদ্বয় মিলিত হবে। সুতরাং, t সময়ে A কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

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

আবার t সময়ে B কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

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

সমীকরণ (1) ও (2) যোগ করে

$$120 = 19.6 t$$

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

সমীকরণ (1) এ t এর মান বসিয়ে

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

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

$$= -63.64\text{ m}$$

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

প্রশ্ন ৪ সাদেক মোটর সাইকেল নিয়ে তার বন্ধু দিপূর সাথে আরেক বন্ধুর বাড়ীর উদ্দেশ্যে বেড়াতে বের হলো। তাদের মোটর সাইকেল স্থির অবস্থায় থেকে 10s এ 72kmh^{-1} বেগপ্রাপ্ত হলো। অতঃপর সমবেগে 2km পথ অতিক্রম করে।

◀ শিখনফল-৪ / 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

৪ 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) বেগ একটি ভেক্টর রাশি।	(ii) দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি।

গ সাদেকের মোটর সাইকেলের,

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

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

$$\text{সময়, } t = 10\text{s}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = ?$$

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

ঘ উদ্দীপক হতে পাই,

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

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

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

ধরি,

$$\text{সমত্বরণে অতিক্রান্ত দূরত্ব} = s_1$$

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

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} s_1 &= ut + \frac{1}{2} at^2 \\ &= 0 \times 10 + \frac{1}{2} \times 2 \times (10)^2 \\ &= 100 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s &= s_1 + s_2 \\ &= (100 + 2000) \text{ m} \\ &= 2100 \text{ m} \end{aligned}$$

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

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

\therefore উদ্দীপকে উল্লিখিত ব্যবস্থায় গন্তব্যে পৌঁছতে মোট সময় লাগবে,

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

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

উক্ত ত্বরণে গন্তব্যে পৌঁছতে প্রয়োজনীয় সময় t_1 হলে,

$$s = ut_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2$$

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

$$\text{বা, } 2100 = \frac{t_1^2}{2}$$

$$\text{বা, } t_1^2 = 2100 \times 2$$

$$\therefore t_1 = 64.8 \text{ s}$$

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

প্রশ্ন ▶ ৫ 20 ms^{-1} আদিবেগে একটি ক্রিকেট বলকে মুকুল খাড়া উপরের দিকে ছুঁড়ে দিল। একই সময়ে 30m দূর থেকে নিশান 6 ms^{-1} সমবেগে ছুটে এসে বলটি ধরতে চেষ্টা করল। ◀ শিখনফল-৫/সি. বো. -২০১৬/

- ক. পিচ কাকে বলে? ১
খ. ক্ষমতা একটি লম্ব 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

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ক্ষমতা একটি লম্ব রাশি। কারণ, আমরা জানি,

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

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

$$= \frac{\text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}} \times \text{সরণ}}{(\text{সময়})^2} = \frac{\text{ভর} \times (\text{সরণ})^2}{(\text{সময়})^3}$$

এখানে, সরণ এক প্রকার দৈর্ঘ্য।

অর্থাৎ একাধিক মৌলিক রাশির সমন্বয়ে ক্ষমতা রাশিটি পাওয়া যায়।

অতএব ক্ষমতা একটি লম্ব রাশি।

গ

বলটি উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে এখানে,

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ, $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

এখন আমরা জানি,

নিষ্ফিষ্ট বস্তুর ক্ষেত্রে,

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

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

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

$$\therefore h = \frac{400 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}}{19.6 \text{ ms}^{-2}} = 20.408 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ

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

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

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

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

আমরা জানি,

$$\text{বা, } h = uT - \frac{1}{2} gT^2$$

$$\text{বা, } 0 = uT - \frac{1}{2} gT^2$$

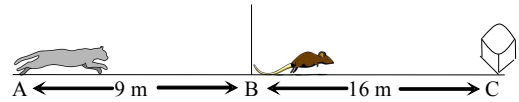
$$\text{বা, } 2uT = gT^2$$

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

এবং সমবেগ, $v = 6 \text{ ms}^{-1}$

4.08 সময়ে নিশানের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 6 \times 4.08 = 24.48 \text{ m}$ যা 30 m অপেক্ষা কম। সুতরাং নিশান বলটি ধরতে পারবে না।

প্রশ্ন ▶ ৬



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 ছুটে থাকলো। ◀ শিখনফল-৪/সি. 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

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল রাশি স্বাধীন বা নিরপেক্ষ, যোগুলো 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।

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

বেগের পরিবর্তন না হলে, $\Delta v = 0$

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

সুতরাং বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না।

গ দেওয়া আছে,

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

$$A \text{ হতে } B \text{ অবস্থানে যেতে সরণ, } s = 9\text{m}$$

$$\text{বিড়ালের ত্বরণ, } a = 0.02 \text{ ms}^{-2}$$

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

$$\text{আমরা জানি, } v^2 = u^2 + 2as$$

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

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

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

ঘ ইদুরের সমবেগ, $v = 0.4\text{ms}^{-1}$

এবং সরণ, $s_1 = 16\text{m}$

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

মনে করি, C অবস্থানে পৌঁছাতে বিড়ালের t_2 পরিমাণ সময় লাগে

বিড়ালের সরণ, $s_2 = 9\text{m} + 16\text{m} = 25\text{m}$

আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

ত্বরণ, $a = 0.02\text{ms}^{-2}$

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

$$\text{বা, } t_2^2 = \frac{2s_2}{a}$$

$$\therefore t_2 = \sqrt{\frac{2s_2}{a}} = \sqrt{\frac{2 \times 25\text{m}}{0.02\text{ms}^{-2}}} = 50 \text{ sec}$$

যেহেতু $50 \text{ sec} > 40 \text{ sec}$

অর্থাৎ $t_2 > t_1$

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

প্রশ্ন ৭ কোনো 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

◀ পিখনফল-৪/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

৭ 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 কোনো একটি স্থানে g এর মান নির্দিষ্ট কিন্তু স্থানভেদে এর পরিবর্তন ঘটে। অর্থাৎ পৃথিবীর সবদেশে g এর মান আলাদা হওয়ায় আমার ওজন সমান হবে না।

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

আমরা জানি,

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

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

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

$$= 2400 \text{ m}$$

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } v_0 = 2\text{ms}^{-1}$$

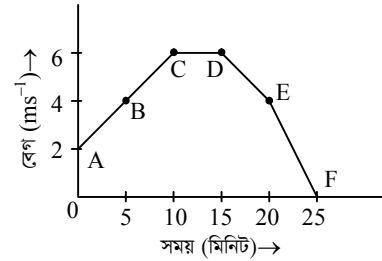
$$10 \text{ min পর বেগ, } v_{10} = 6 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = ?$$

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

ঘ



চিত্র: বেগ-সময় লেখচিত্র

উপরের লেখচিত্র থেকে দেখা যায়, আদি অবস্থায় গাড়িটি 2ms^{-1} বেগে

চলছিল। A থেকে C অবস্থানে পৌঁছাতে একটি নির্দিষ্ট ত্বরণ $a = \frac{1}{150}$

ms^{-2} কাজ করে এবং C অবস্থানে গাড়িটির বেগ হয় 6ms^{-1} । এ

সময়ে গাড়িটি $s_1 = 2400\text{m}$ দূরত্ব অতিক্রম করে। পরবর্তী 5 min এ

গাড়িটি C থেকে D অবস্থান এ পৌঁছায়, এ অবস্থায় গাড়িটিতে কোনো

ত্বরণ ছিল না এবং এ সময়ে।

গাড়িটি, $s_2 = vt = (6 \times 300)\text{m} = 1800\text{m}$

এখানে, $v = 6\text{ms}^{-1}$
 $t = 5 \text{ min} = 300 \text{ sec}$

দূরত্ব অতিক্রম করে। D থেকে E পথে গাড়িটি সমমন্দনে চলে। এ

সময়ে বেগ হ্রাস পেয়ে 4ms^{-1} হয়।

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

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

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

$$= (1800 - 300)\text{m}$$

$$= 1500\text{m}$$

পরবর্তী 5 min এ গাড়িটি E থেকে F অবস্থানে সমমন্দনে পৌঁছায়। F অবস্থানে গাড়িটির বেগ শূন্য।

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

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

এ সময়ে গাড়িটি অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

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

$$= (1200 - 600)\text{m}$$

$$= 600\text{m}$$

সুতরাং গাড়ি কর্তৃক মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

$$= 6300\text{m}$$

$$= 6.3\text{ km}$$

অর্থাৎ গাড়িটি 25 মিনিটে তার গতিপথে মোট 6.3 km দূরত্ব অতিক্রম করে।

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

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

প্রশ্ন ▶ চ 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

◀ পিখনফল-৬/ক. বো.-২০১৫/১

- 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

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

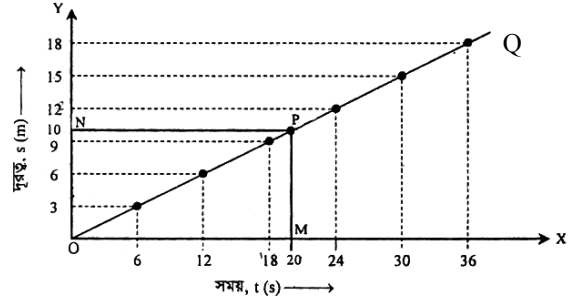
খ পড়ন্ত বস্তু সম্পর্কে গ্যালিলিওর তৃতীয় সূত্রটি হলো—

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

এ সূত্রানুসারে, স্থির অবস্থানে হতে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু t_1, t_2, t_3, \dots সময়ান্তে যথাক্রমে h_1, h_2, h_3, \dots উচ্চতা অতিক্রম করলে,

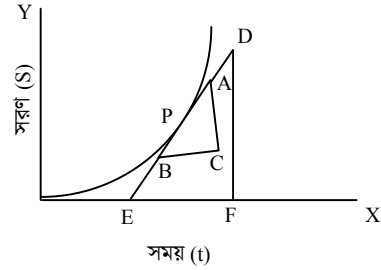
$$\frac{h_1}{t_1^2} = \frac{h_2}{t_2^2} = \frac{h_3}{t_3^2} = \dots \text{ ধ্রুবক।}$$

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



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 = $\frac{AC \text{ দ্বারা নির্দেশিত দূরত্ব}}{BC \text{ দ্বারা নির্দেশিত সময় ব্যবধান}}$

$$\text{বা, } v = \frac{AC}{BC}$$

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, $\frac{AC}{BC} = \frac{DF}{EF}$

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

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 ▶ ৯ 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

◀ শিখনফল-৬/সি. বো.-২০১৫/

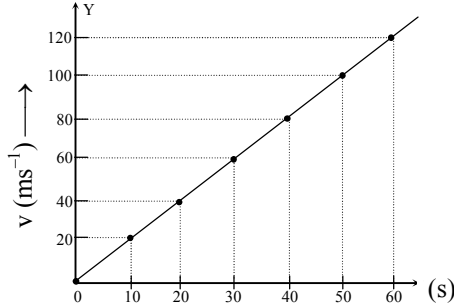
- ক. তাৎক্ষণিক দ্রুতি কাকে বলে? ১
খ. কম্পনশীল সুরশলাকার গতিকে স্পন্দন গতি বলা হয় কেন? ২
গ. রফিকের সংগৃহীত উপাত্ত থেকে বেগ-সময় লেখ অংকন কর। ৩
ঘ. প্রাপ্ত লেখচিত্রটি সুসম ত্বরণ নির্দেশ করে— গাণিতিক যুক্তির মাধ্যমে ব্যাখ্যা কর। ৪

৯ 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 সুরশলাকার 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

$$\therefore \text{প্রথম } 10 \text{ sec-এর জন্য গড় ত্বরণ, } a = \frac{v - u}{t} \\ = \frac{20\text{ms}^{-1} - 0\text{ms}^{-1}}{10\text{sec}} = 2\text{ms}^{-2}$$

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

$$\text{সুতরাং পরবর্তী } 10 \text{ sec-এর জন্য গড় ত্বরণ, } a = \frac{v - u}{t} \\ = \frac{40\text{ms}^{-1} - 20\text{ms}^{-1}}{10\text{sec}} = 2\text{ms}^{-2}$$

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 সুসম ত্বরণ নির্দেশ করে। সুসম 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 ▶ ১০ একটি কচ্ছপ ও একটি খরগোশ একটি দৌড় প্রতিযোগিতায় অংশ নেয়। খরগোশ 0.05 ms⁻¹ আদিবেগ এবং 0.0001 ms⁻² ত্বরণে দৌড় শুরু করে। কচ্ছপ 0.2 ms⁻¹ গড়বেগে দৌড় শুরু করে। প্রতিযোগিতা শুরুর পর খরগোশ 1 ঘণ্টা দৌড়ায়। তারপর খরগোশটি 4 ঘণ্টা ঘুমায়। এরপর খরগোশটি পুনরায় একই আদি বেগ এবং ত্বরণে দৌড়ানো শুরু করে। প্রতিযোগিতার দূরত্ব 3 কি. মি.।

◀ শিখনফল-৪

- ক. পর্যায়বৃত্ত গতি কী? ১
খ. দূরত্ব এবং সরণ সর্বদা সমান হবে কি? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. 1 ঘণ্টা পর খরগোশটি কচ্ছপ থেকে কতটুকু এগিয়ে থাকবে? ৩
ঘ. দৌড় প্রতিযোগিতায় কে জিতবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো গতিশীল বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে, তা এর গতিপথের কোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে এরূপ গতিই হলো পর্যাবৃত্ত গতি।

খ সরণের মান হচ্ছে কোনো বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী সরলরেখিক দূরত্ব অর্থাৎ ন্যূনতম দূরত্ব। অন্যদিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব সরলরেখিক বা বক্র উভয়ই হতে পারে। বস্তুটিকে যদি সরলপথে আদি অবস্থান থেকে শেষ অবস্থানে নেয়া হয়, তাহলে সরণ অতিক্রান্ত দূরত্বের সমান হবে। অন্যথায় সরণ সর্বদাই অতিক্রান্ত দূরত্বের চেয়ে কম হবে। সুতরাং দূরত্ব এবং সরণ সর্বদা সমান হতে পারে না।

গ খরগোশের অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_1 = u_1 t + \frac{1}{2} a_1 t^2 \\ = 0.05 \times 3600 + \frac{1}{2} \times 0.0001 \times 3600^2 \\ = 828 \text{ m}$$

কচ্ছপের অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_2 = Vt \\ = 0.2 \times 3600 = 720 \text{ m}$$

এখানে,
খরগোশের ক্ষেত্রে,
আদিবেগ, u₁ = 0.05 m/s
ত্বরণ, a₁ = 0.0001 m/s²
কচ্ছপের ক্ষেত্রে,
গড়বেগ, V = 0.2 m/s
সময়, t = 1 hour
= 3600 s

∴ এক ঘণ্টা পর খরগোশটি কচ্ছপের চেয়ে (828 – 720) বা, 108 m এগিয়ে থাকবে। (Ans.)

ঘ কচ্ছপের ক্ষেত্রে,

$$s = Vt \\ \text{বা, } t = \frac{s}{V} \\ = \frac{3000}{0.2} \\ = 15000 \text{ s} \\ = \frac{15,000}{3600} \text{ hour}$$

এখানে,
প্রতিযোগিতার দূরত্ব
s = 3 km
= (3 × 1000) m
= 3000 m
কচ্ছপের গড়বেগ, V = 0.2 m/s
প্রতিযোগিতা শেষ করতে
কচ্ছপের সময়, t = ?

∴ t = 4.17 hour

‘গ’ থেকে পাই, এক ঘণ্টায় খরগোশের অতিক্রান্ত দূরত্ব 828 m.

তারপর খরগোশ 4 hour ঘুমায়। অতএব, 5 ঘণ্টায় খরগোশের অতিক্রান্ত দূরত্ব 828 m। কিন্তু কচ্ছপের ক্ষেত্রে, 4.17 hour এ কচ্ছপটি প্রতিযোগিতায় শেষ করে গন্তব্য স্থানে পৌঁছায়।

সুতরাং, কচ্ছপই দৌড় প্রতিযোগিতায় জিতবে।

প্রশ্ন ▶ ১১ একটি গাড়ি প্রথম তিন সেকেন্ডে 97.5 m ও পরবর্তী তিন সেকেন্ডে 52.5 m গেল।

- ◀ শিখনফল-৪
- ক. সরণ কাকে বলে? ১
খ. বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তু সমবেগে চলতে পারে কি-না ব্যাখ্যা কর। ২
গ. গাড়িটির ত্বরণ কত? ৩
ঘ. ত্বরণ অপরিবর্তিত থাকলে বস্তুটি তৃতীয় তিন সেকেন্ডে কতটা পথ অতিক্রম করবে? ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।

খ বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তু সমবেগে চলতে পারে না। সমবেগে চলতে হলে বস্তুকে একই দিকে সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করতে হয়। বৃত্তাকার পথে কোনো বস্তু সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করলেও সেক্ষেত্রে এটি সমবেগে নয়, বরং সমদ্রুতিতে চলে। বৃত্তাকার পথে সমদ্রুতিতে চলার সময় বস্তুর প্রতি মুহুর্তে বেগের পরিবর্তন হয়, কেননা বস্তুটির গতির দিক পাল্টে যাচ্ছে।

গ মনে করি, গাড়িটির ত্বরণ a এবং আদিবেগ u

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

বা, $97.5 = u \times 3 + \frac{1}{2} a \times 3^2$

বা, $97.5 = 3u + 4.5 a$ ----- (i)

আবার,

$\therefore 150 = 6u + \frac{1}{2} a \times 6^2$

বা, $150 = 6u + 18 a$ ----- (ii)

(i) নং সমীকরণকে 2 দ্বারা গুণ করে এটি থেকে (ii) নং সমীকরণ বিয়োগ করে পাই,

$45 = -9a$

বা, $a = -5 \text{ ms}^{-2}$

\therefore গাড়িটির ত্বরণ, $a = -5 \text{ ms}^{-2}$ (Ans.)

ঘ মনে করি গাড়িটির আদিবেগ, $u \text{ ms}^{-1}$

$s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} at_1^2$

বা, $97.5 = u \times 3 + \frac{1}{2} \times (-5) \times 3^2$

বা, $97.5 = 3u - 22.5$

বা, $u = \frac{120}{3}$

$\therefore u = 40 \text{ ms}^{-1}$

শর্ত মতে,

$(s_1 + s_2 + s_3) = u (t_1 + t_2 + t_3) + \frac{1}{2} a (t_1 + t_2 + t_3)^2$

বা, $(97.5 + 52.5 + s_3) = 40(3 + 3 + 3) + \frac{1}{2} (-5) ((3 + 3 + 3)^2)$

বা, $150 + s_3 = 360 - 202.5$

বা, $s_3 = 360 - 202.5 - 150$

$\therefore s_3 = 7.5 \text{ m}$

সূত্রাং, ত্বরণ অপরিবর্তিত থাকলে তৃতীয় তিন সেকেন্ডে বস্তুটি 7.5 m দূরত্ব যাবে।

প্রশ্ন ▶ ১২ তোমাকে একটি রানওয়ের ডিজাইন করার দায়িত্ব দেওয়া হল। কোনো বিমানের বেগ স্থির অবস্থা হতে প্রতি সেকেন্ডে 3m/s হারে বৃদ্ধি পেয়ে 65 m/s হলে সেটির উড্ডয়ন (take off) শুরু হয়।

- ◀ শিখনফল-৪
- ক. স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশির পার্থক্য কী? ১
খ. সূতায় বেঁধে একটি পাথর নির্দিষ্ট দ্রুতিতে ঘোরাতে থাকলেও বেগের পরিবর্তন বা ত্বরণ হয় কেন? ব্যাখ্যা করো। ২
গ. রানওয়েতে বিমানটি কতক্ষণ চলবে? ৩
ঘ. রানওয়ের দৈর্ঘ্য সর্বনিম্ন কতো হলে বিমানটি নিরাপদে উড্ডয়ন করবে? ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্কেলার রাশির শুধু মান আছে, দিক নেই কিন্তু ভেক্টর রাশির মান ও দিক উভয়ই আছে।

খ দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি কিন্তু বেগ এবং ত্বরণ দুটি ভেক্টর রাশি। তাই মানের পরিবর্তন না হয়েও যদি দিকের পরিবর্তন হয়, তাহলে বেগের পরিবর্তন হবে। একটি পাথরকে সূতায় বেঁধে নির্দিষ্ট দ্রুতিতে ঘোরাতে থাকলে দ্রুতি একই থাকে কিন্তু সর্বদা তার গতির দিক পরিবর্তন করে বিধায় বেগের পরিবর্তন হয় অর্থাৎ ত্বরণ হয়।

গ

আমরা জানি,
 $v = u + at$
বা, $65 = 0 + 3 \times t$
 $\therefore t = 21.67 \text{ s}$ (Ans.)

এখানে,
আদি বেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$ (স্থিরাবস্থা)
ত্বরণ, $a =$ একক সময়ে বেগের পরিবর্তন
 $= \frac{3 \text{ m/s}}{1 \text{ s}} = 3 \text{ ms}^{-2}$
শেষ বেগ, $v = 65 \text{ ms}^{-1}$
সময়, $t = ?$

ঘ এখানে, বিমানটি উড্ডয়নের জন্য সময় নেয় = 21.67s

উক্ত সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব = s (ধরি)

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

$= 0 \times 21.67 + \frac{1}{2} \times 3 \times (21.67)^2$

$= 704.38 \text{ m}$

তাই রানওয়ের দৈর্ঘ্য সর্বনিম্ন 704.38m হলে বিমানটি নিরাপদে উড্ডয়ন করতে পারবে।

প্রশ্ন ▶ ১৩ একই অবস্থান থেকে দুটি গাড়ি যথাক্রমে 18 ms^{-1} ও 12 ms^{-1} বেগ নিয়ে এবং 3 ms^{-2} ও 5 ms^{-2} ত্বরণে যাত্রা আরম্ভ করে একই সময়ে একই অবস্থানে পৌঁছায় এবং তারপর প্রথম গাড়িটি অতিরিক্ত আরো 2 sec চলে।

- ◀ শিখনফল-৪
- ক. অবস্থান কী? ১
খ. প্রসঙ্গ কাঠামো বলতে কী বুঝ? ২
গ. প্রথম ক্ষেত্রে প্রথম গাড়ি কত দূরত্ব অতিক্রম করে? ৩
ঘ. কী শর্তে ২য় গাড়িটি ৩ সেকেন্ডে ১ম গাড়ির মোট অতিক্রান্ত দূরত্বের সমান পথ অতিক্রম করবে? ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রসঙ্গ কাঠামোর কোনো বিন্দুকে অবস্থান বলে।

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

গ উদ্দীপক হতে পাই,

১ম গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 18 \text{ ms}^{-1}$

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

১ম গাড়ির ত্বরণ, $a_1 = 3 \text{ ms}^{-2}$

২য় গাড়ির ত্বরণ, $a_2 = 5 \text{ ms}^{-2}$

মনে করি,

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

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

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

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

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

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

$$\text{বা, } t^2 = 6t$$

$$\text{বা, } t = 6s$$

এখন, প্রথম গাড়ির ১ম ক্ষেত্রে অতিক্রান্ত দূরত্ব

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

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

$$\therefore s = 162 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ

প্রথম গাড়ির মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\begin{aligned} s_1 &= u_1 t_1 + \frac{1}{2} a_1 t_1^2 \\ &= 18 \times 8 + \frac{1}{2} \times 3 \times 8^2 \\ &= 240 \text{ m} \end{aligned}$$

শর্তমতে,

২য় গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = s_1$

$$\therefore s_2 = 240 = u_2 t_2 + \frac{1}{2} a_2 t_2^2$$

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

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

অতএব, ব্রেক চেপে ২য় গাড়ীর ত্বরণ $(5 - 3.26)$ বা, 1.74 ms^{-2}

কমালে প্রদত্ত উদ্দীপকের শর্ত পূরণ করবে।

প্রশ্ন ▶ ১৪ তারেক উঁচু একটি ভবনের ছাদে 100 g ভরের একটি পাথরকে 60 ms^{-1} বেগে অনুভূমিকভাবে নিক্ষেপ করে। ছাদের ঘর্ষণ বল 18 N।

◀ শিখনফল-৪

- ক. চলন গতি 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 কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ করে মতামত দাও। ৪

১৪ 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

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} s &= vt \\ &= 60 \text{ ms}^{-1} \times 3s \\ &= 180 \text{ m (Ans.)} \end{aligned}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{পাথরটির বেগ, } v &= 60 \text{ ms}^{-1} \\ \text{সময়, } t &= 3s \\ \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s &=? \end{aligned}$$

ঘ পাথরটির মন্দন a হলে,

আমরা জানি, $F - f = ma$

$$\begin{aligned} \text{বা, } a &= \frac{-f}{m} = \frac{-18 \text{ N}}{0.1 \text{ kg}} \\ \therefore a &= -180 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

আবার, অতিক্রান্ত দূরত্ব s হলে,

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

$$\text{বা, } 0^2 = (60)^2 - 2 \times 180 \times s$$

$$\text{বা, } s = \frac{(60)^2}{360} = \frac{3600}{360}$$

$$\therefore s = 10 \text{ m}$$

এখানে,

$$\begin{aligned} \text{পাথরটির আদিবেগ, } u &= 60 \text{ ms}^{-1} \\ \text{শেষবেগ, } v &= 0 \text{ ms}^{-1} \\ \text{পাথরটির ভর, } m &= 100 \text{ g} \\ &= 0.1 \text{ kg} \\ \text{ছাদের ঘর্ষণ বল, } f &= 18 \text{ N} \\ \text{প্রযুক্ত বল } F &= 0 \end{aligned}$$

অর্থাৎ পাথরটি যদি ছাদ দিয়ে গড়িয়ে চলে, তবে ঘর্ষণ বলের জন্য 10m দূরে থেমে যাবে।

প্রশ্ন ▶ ১৫ যতীন লম্বা একখানা তক্তা নিয়ে মিটার স্কেলের সাহায্যে এর দৈর্ঘ্য 2m নির্ণয় করলো এবং তক্তার এক প্রান্তের নিচে তিনটি ইট দিয়ে তক্তাটি ঢালু করলো। তক্তাটির উপরের প্রান্তে একটি মার্বেল ধরে ছেড়ে দেওয়ার সাথে সাথে থামা ঘড়ি চালু করল এবং মার্বেলটি যখন তক্তা বেয়ে ভূমিতে আঘাত করবে তখন থামা ঘড়িটি বন্ধ করে দিল।

◀ শিখনফল-৪

- ক. পর্যায়কাল কাকে বলে? ১
- খ. স্কেলার রাশি ও ভেক্টর রাশির মধ্যকার পার্থক্য ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. থামাঘড়ির পাঠ 2s হলে গড় দ্রুতি এবং ত্বরণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. তক্তাটি অধিকতর ঢালু করা হলে থামা ঘড়ির পাঠে কী পরিবর্তন হবে তা বিশ্লেষণ কর। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পর্যাবৃত্ত গতি সম্পন্ন কোনো কণা যে নির্দিষ্ট সময় পর পর নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট দিক দিয়ে অতিক্রম করে সেই সময়কে পর্যায়কাল বলে।

খ যে সকল ভৌত রাশিকে শুধু মান দিয়ে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করা যায়, দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না তাদেরকে স্কেলার রাশি বলে। অপরদিকে, যে সকল ভৌত রাশিকে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য মান ও দিক উভয়ের প্রয়োজন হয় তাদেরকে ভেক্টর রাশি বলে।

শুধু মানের পরিবর্তনের দ্বারা স্কেলার রাশি পরিবর্তিত হয়। অপর পক্ষে, শুধু মানের বা শুধু দিকের বা উভয়ের পরিবর্তনের দ্বারা ভেক্টর রাশি পরিবর্তিত হয়।

গ অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 2m$

এবং প্রয়োজনীয় সময়, $t = 2s$

সুতরাং গড় দ্রুতি, $\bar{v} = \frac{d}{t} = \frac{2m}{2s} = 1ms^{-1}$ (Ans.)

এক্ষেত্রে ত্বরণ a হলে, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$\text{বা, } s = 0.t + \frac{1}{2}at^2 \quad [< \text{ আদিবেগ} = 0]$$

$$\text{বা, } a = \frac{2s}{t^2}$$

$$= \frac{2 \times 2m}{(2s)^2}$$

$$= 1ms^{-2} \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে মার্বেলটির যে ত্বরণ হয় তা মূলত অভিকর্ষের কারণে ঘটে। তক্তাটি যত বেশি ঢালু করা হবে, এটি তত মুক্তভাবে নেমে আসার প্রয়াস পাবে। সুতরাং সেক্ষেত্রে ত্বরণের মান $1ms^{-2}$ অপেক্ষা বেশি হবে।

ধরি, তক্তার এরূপ কোনো একটি আনতি বা ঢালুতার জন্য ত্বরণের মান $2ms^{-2}$ অর্থাৎ $a' = 2ms^{-2}$

এক্ষেত্রে তক্তা বেয়ে নেমে আসতে t' সময় লাগলে,

$$s = ut' + \frac{1}{2}a't'^2$$

$$= 0.t' + \frac{1}{2}a't'^2 \quad [\because \text{ আদিবেগ} = 0]$$

$$\text{বা, } t'^2 = \frac{2s}{a'}$$

$$\text{বা, } t' = \sqrt{\frac{2s}{a'}} = \sqrt{\frac{2 \times 2m}{2ms^{-2}}} \\ = \sqrt{2s^2} \\ = 1.414s$$

এই সময় হলো থামাঘড়ি চালু করা এবং বন্ধ করার মুহূর্তকালের মধ্যকার সময়ের ব্যবধান তথা থামাঘড়ির পাঠ। উদ্দীপক মতে, পূর্বে থামাঘড়ির পাঠ ছিল $2s$ ।

সুতরাং দেখা যাচ্ছে তক্তাটি অধিকতর ঢালু করা হলে থামাঘড়ির পাঠ হ্রাস পাবে। তক্তাটি যত বেশি ঢালু করা হবে, থামাঘড়ির পাঠ তত হ্রাস পাবে।

প্রশ্ন ▶ ১৬ ঢাকা থেকে আন্তঃনগর তিস্তা এক্সপ্রেস ট্রেনটি তার গতির অর্ধেক সময় 30 km/hour দ্রুতিতে এবং অবশিষ্ট অর্ধেক সময় 40 km/hour দ্রুতিতে চলে জামালপুর পৌঁছে। পুনরায় জামালপুর থেকে ট্রেনটি তার অতিক্রান্ত পথের অর্ধেক অংশ 30 km/hour দ্রুতিতে এবং বাকি অর্ধেক পথ 40 km/hour দ্রুতিতে চলে ঢাকায় ফিরে আসে।

◀ পিখনফল-৪

- ক. সুষম দ্রুতি কী? ১
- খ. অতিক্রান্ত দূরত্ব ও সরণের পার্থক্য লেখ। ২
- গ. জামালপুর থেকে ঢাকায় ফেরার পথে ট্রেনটির গড় দ্রুতি নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. ট্রেনটির জামালপুর যাওয়া এবং ঢাকায় ফিরে আসার গড় দ্রুতির কোনো পার্থক্য হবে কি? তোমার উত্তরের সপক্ষে গাণিতিক ব্যাখ্যা দাও। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর গতিকালে বস্তুটি যদি সর্বদা সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ বস্তুর দ্রুতিকে সুষম দ্রুতি বলে।

খ দূরত্ব ও সরণের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ:

পার্থক্যের বিষয়	অতিক্রান্ত দূরত্ব	সরণ
i. সংজ্ঞা	গতিশীল কণা যে পথে গমন করেছে তার দৈর্ঘ্য বস্তুকণার অতিক্রান্ত দূরত্ব।	গতিশীল কণার আদি ও শেষ অবস্থানের মধ্যে সরলরৈখিক দূরত্বই কণার সরণ।
ii. রাশি	অতিক্রান্ত দূরত্বের শুধু মান আছে, দিক নেই। তাই এটি স্কেলার রাশি।	সরণের মান ও দিক উভয়ই আছে বলে এটি ভেক্টর রাশি।

গ ধরি, ঢাকা থেকে জামালপুরের দূরত্ব $x \text{ km}$

জামালপুর থেকে ঢাকায় ফেরার পথে,

30 km/hour বেগে $\frac{x}{2} \text{ km}$ পথ অতিক্রম করতে সময় লাগে

$$\frac{x}{2 \times 30} \text{ hour বা, } \frac{x}{60} \text{ hour}$$

এবং 40 km/hour বেগে $\frac{x}{2} \text{ km}$ পথ অতিক্রম করতে সময় লাগে

$$\frac{x}{2 \times 40} \text{ hour বা, } \frac{x}{80} \text{ hour}$$

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

$$= \frac{x \text{ km}}{\left(\frac{x}{60} + \frac{x}{80}\right) \text{ hour}} = \frac{x \text{ km}}{\frac{4x + 3x}{240} \text{ hour}} \\ = \frac{x}{7x} = \frac{x \times 240}{7 \times x} \text{ km/hour} = 34.29 \text{ km/hour}$$

∴ নির্ণেয় গড় দ্রুতি 34.29 km/hour (Ans.)

ঘ ঢাকা থেকে জামালপুর যেতে ট্রেনটি অর্ধেক সময় 30 km/hour দ্রুতিতে এবং বাকি অর্ধেক সময় 40 km/hour দ্রুতিতে অতিক্রম করে। ধরি, ঢাকা থেকে জামালপুর যেতে ট্রেনটির মোট $2t \text{ hour}$ সময় লাগে।

∴ 30 km/hour বেগে $t \text{ hour}$ সময়ে যায় $30 \times t \text{ km}$

এবং 40 km/hour .. t $40 \times t \text{ km}$

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

$$= \frac{30 t \text{ km} + 40 t \text{ km}}{2t \text{ hour}} = \frac{70 \text{ km}}{2 \text{ hour}} = 35 \text{ km/hour.}$$

আবার, জামালপুর থেকে ঢাকা ফেরার গড় দ্রুতি 34.29 km/hour

দ্রুতির পার্থক্য = $(35 - 34.29) \text{ km/hr} = 0.71 \text{ km/hr}$

সুতরাং বলা যায়, ঢাকা থেকে জামালপুর যাওয়া এবং ফিরে আসার গড় দ্রুতির মধ্যে পার্থক্য বিদ্যমান।

প্রশ্ন ▶ ১৭ 150 kg ভরের একটি ট্রাক 54 kmh^{-1} বেগে চলমান। এর উপর 600 N মানের একটি বল গতির অভিমুখে 5 s যাবৎ ক্রিয়া করল। এরপর এটি 10 s সমবেগে চলে।

◀ পিখনফল-৪

- ক. স্কু গজের পিচ কী? ১
- খ. উদাহরণসহ চলন গতি ব্যাখ্যা কর। ২

- গ. ট্রাকটি ত্বরনকালে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩
 ঘ. সর্বোচ্চ গতিশক্তি নিয়ে ট্রাকটি কত দূরত্ব অতিক্রম করেছিল—
 গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রু গজের টুপি একবার ঘোরালে যতটুকু সরণ ঘটে অর্থাৎ রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে বলা হয় স্ক্রু গজের পিচ।

খ আমরা জানি, কোনো বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে ঐ গতিকে চলন গতি বলে। একটি বইকে ঘুরতে না দিয়ে ঠেলে টেবিলের একপ্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে নিয়ে গেলে এই গতি চলন গতির উদাহরণ। কারণ বই এর প্রতিটি কণা সমান সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করবে।

গ এখানে, যখন ট্রাকটির উপর 600N মানের বল 5s যাবৎ ক্রিয়া করে তখন ট্রাকটির ত্বরন হয়।

আমরা জানি, এখানে,
 $\therefore 5s$ এ ট্রাকের অতিক্রান্ত দূরত্ব, আদিবেগ, $u = 54 \text{ kmh}^{-1}$
 $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ $= 15 \text{ ms}^{-1}$
 $= 15 \text{ ms}^{-1} \times 5s + \frac{1}{2} \times 4 \text{ ms}^{-2} \times (5s)^2$ ত্বরন, $a = \frac{F}{m} = \frac{600 \text{ N}}{150 \text{ kg}}$
 $= 125 \text{ m (Ans.)}$ $= 4 \text{ ms}^{-2}$
সময়, $t = 5s$

ঘ এখানে,

ট্রাকটির আদিবেগ, $u = 54 \text{ kmh}^{-1}$
 $= 15 \text{ ms}^{-1}$
 ত্বরন, $a = 4 \text{ ms}^{-2}$ [‘গ’ নং হতে]
 সময়, $t = 5s$

$\therefore 5s$ পর ট্রাকটির বেগ v হলে,

$$v = u + at$$

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

$$= 35 \text{ ms}^{-1}$$

$\therefore 35 \text{ ms}^{-1}$ বেগে গতিশীল অবস্থায় অর্জিত গতিশক্তিই সর্বোচ্চ গতিশক্তি।

\therefore পরবর্তী 10s সমবেগে অর্থাৎ 35 ms^{-1} বেগে চলে।

অতএব, এই সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = vt$$

$$= (35 \text{ ms}^{-1}) \times (10s)$$

$$= 350 \text{ m (Ans.)}$$

প্রশ্ন ১৮ 54 kmh^{-1} বেগে চলন্ত একটি গাড়ীর চালক 46m দূরে একজন পথচারীকে দেখতে পেলেন এবং সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে গাড়িটি পথচারীর মাত্র 1m সামনে এসে থেমে গেল।

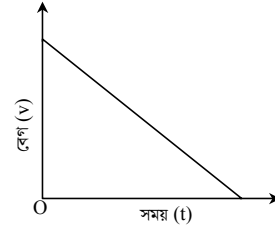
◀শিখনফল-৪

- ক. দ্রুতি কী ধরনের রাশি? ১
 খ. গাড়ীটির বেগ বনাম সময় লেখ কেমন হবে— ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. গাড়ীটির ত্বরন নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. গাড়ীটির ত্বরন কত হলে তা ঠিক লোকটির কাছে এসে থেমে যেত বলে তুমি মনে কর? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি।

খ যেহেতু চলন্ত গাড়িকে ব্রেক চেপে থামানো হয়েছে, সুতরাং গাড়িটির বেগ সময়ের সাথে কমেছে। তাই গাড়ীটির বেগ-বনাম সময় লেখ হবে নিম্নরূপ—



গ

আমরা জানি,
 $v^2 = u^2 + 2as$
 বা, $0^2 = (15 \text{ ms}^{-1})^2 + 2a \times 45 \text{ m}$
 $\therefore a = -\frac{15 \times 15}{2 \times 45} \text{ ms}^{-2}$
 $= -2.5 \text{ ms}^{-2} \text{ (Ans.)}$

এখানে,
 আদি বেগ $u = 54 \text{ kmh}^{-1}$
 $= \frac{54 \times 1000}{60 \times 60} \text{ ms}^{-1}$
 $= 15 \text{ ms}^{-1}$

শেষ বেগ, $v = 0$

সরণ, $s = (46-1) \text{ m} = 45 \text{ m}$.

ত্বরন, $a = ?$

ঘ মনে করি, গাড়ীটির ত্বরন a হলে তা ঠিক লোকটির কাছে এসে থেমে যেত এবং সে ক্ষেত্রে গাড়ীটির সরণ হতো 46m।

আমরা জানি,
 $v^2 = u^2 + 2as$
 বা, $(0)^2 = (15)^2 + 2a \times 46$
 $\therefore a = -\frac{15 \times 15}{2 \times 46} \text{ ms}^{-2}$
 $= -2.446 \text{ ms}^{-2}$

এখানে,
 আদি বেগ, $u = 54 \text{ kmh}^{-1}$
 $= \frac{54 \times 1000}{60 \times 60} \text{ ms}^{-1} = 15 \text{ ms}^{-1}$
 শেষ বেগ, $v = 0$
 সরণ, $s = 46 \text{ m}$ এবং
 ত্বরন, $a = ?$

সুতরাং গাড়ীটির ত্বরন -2.446 ms^{-2} হলে গাড়িটি ঠিক লোকটির কাছে এসে থেমে যেত।

প্রশ্ন ১৯ একটি মোটর সাইকেল স্থিরাবস্থা হতে 4 ms^{-2} সমত্বরণে যাত্রা শুরু করলো। একই সময় একই অবস্থান হতে একটি কার 3 ms^{-1} আদিবেগ নিয়ে 3 ms^{-2} ত্বরনে যাত্রা শুরু করলো। তাদের উভয়ের যাত্রাকাল 10s।

◀শিখনফল-৪

- ক. ভার্নিয়ার ধুবক কাকে বলে? ১
 খ. কী কী বিষয়ের পরিবর্তনে বায়ুতে শব্দের বেগের পরিবর্তন হয়? ২
 গ. কারটির যাত্রাকালের শেষে বেগের মান নির্ণয় কর। ৩
 ঘ. যাত্রাকালে মোটর সাইকেলের পক্ষে কারটিকে অতিক্রম করা সম্ভব কি না? — তোমার মতামতের সপক্ষে গাণিতিক যুক্তি প্রদর্শন কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক ভার্নিয়ার স্কেলের একভাগ মূল স্কেলের ক্ষুদ্রতম একভাগের চেয়ে যতটুকু ছোট তাকে ভার্নিয়ার ধুবক বলে।

খ বায়ুতে শব্দের বেগ পরিবর্তনের কারণ—

তাপমাত্রা : তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে বায়ুতে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়।

মাধ্যমের প্রকৃতি : কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশি, তরলে শব্দের বেগ কঠিন অপেক্ষা কম কিন্তু গ্যাসীয় মাধ্যম অপেক্ষা বেশি।

আর্দ্রতা : বায়ুতে জলীয়বাষ্প তথা আর্দ্রতা বেশি হলে শব্দের বেগ বৃদ্ধি পায়।

গ

আমরা জানি,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } v = 3 + 3 \times 10$$

$$\therefore v = 33 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{মোটর সাইকেলের আদিবেগ, } u_1 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{মোটর সাইকেলের ত্বরণ, } a_1 = 4 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{কারের আদিবেগ, } u_2 = 3 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{কারের ত্বরণ, } a_2 = 3 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{যাত্রাকাল, } t' = 10 \text{ s}$$

মনে করি, যাত্রা শুরুর t সময় পর মোটর সাইকেল কারটিকে অতিক্রম করে এবং এই সময়ে উভয়েই s দূরত্ব অতিক্রম করে।

আমরা জানি,

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

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

$$\text{বা, } s = 2t^2 \text{ (1)}$$

আবার,

$$s = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$$

$$\text{বা, } s = 3t + \frac{1}{2} \times 3 \times t^2$$

$$\text{বা, } s = 1.5t^2 + 3t$$

$$\text{বা, } 2t^2 = 1.5t^2 + 3t \text{ [(1) হতে মান বসিয়ে]}$$

$$\text{বা, } 0.5t^2 - 3t = 0$$

$$\text{বা, } 0.5t = 3$$

$$\therefore t = 6 \text{ s} < 10 \text{ s}$$

সুতরাং, যাত্রাকালে 6s পর মোটর সাইকেল কারটিকে অতিক্রম করবে।

প্রশ্ন ▶ ২০ 2m লম্বা একটি সমতল কাঠের টুকরা দেয়ালের সাথে 30° কোণে হেলান দিয়ে রাখা আছে। কাঠের টুকরা উপর থেকে ছেড়ে দিলে কিছু সময় পর নিচে নেমে আসবে। [ধরে নাও, খেলনা গাড়ির তুলনায় এর চাকার ভর খুব কম]

◀ পিখনফল-৪

- ক. ঢাল কাকে বলে? ১
খ. নৌকা থেকে লাফ দিলে নৌকা পেছনের দিকে ছুটে যায় কেন? ২
গ. গাড়িটি নিচে নামার জন্য কত সময়ের প্রয়োজন হয়? ৩
ঘ. ভূমিতে স্পর্শ করার সময় গাড়িটির বেগ কত হবে— তোমার যুক্তি দেখাও। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তু বা লেখ যথাক্রমে ভূমি বা অনুভূমিকের সাথে যে কোণে আনত থাকে ঐ কোণের \tan এর মানই হল ঐ বস্তু বা লেখের ঢাল।

খ নৌকা থেকে লাফ দিলে নৌকা পেছনে ছুটে যায় পশ্চাত্মুখী ক্রিয়া বলের জন্য।

নৌকা থেকে লাফ দিতে হলে নৌকাকে পশ্চাত্মুখী একটি বল প্রয়োগ করতে হয়। এটা হলো ক্রিয়া বল। সুতরাং নিউটনের ৩য় সূত্রানুসারে নৌকাটিও একটি সমান ও বিপরীতমুখী তথা সম্মুখমুখী বল প্রয়োগ করে, যেটি প্রতিক্রিয়া বল। এই প্রতিক্রিয়া বলের কারণেই নৌকা থেকে

লাফ দেয়া সম্ভব হয়। অপরদিকে, পশ্চাত্মুখী ক্রিয়াবল প্রয়োগ করা নৌকাটি পেছনের দিকে ছুটে যায়।

গ ধরি,

গাড়িটি নিচে নামার জন্য
প্রয়োজনীয় সময় = t

$$\text{আমরা জানি, } h = \frac{1}{2} g t^2$$

$$\text{বা, } t = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times \sqrt{3} \text{ m}}{9.8 \text{ ms}^{-2}}}$$

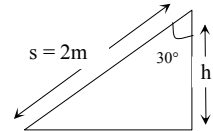
$$= 0.594 \text{ s (Ans.)}$$

এখানে,

$$\text{উচ্চতা, } h = 2 \cos 30^\circ$$

$$= \left(2 \times \frac{\sqrt{3}}{2} \right) \text{ m}$$

$$= \sqrt{3} \text{ m}$$



ঘ এখানে, উচ্চতা, $h = \sqrt{3} \text{ m}$ ['গ' নং হতে]

$$\text{আদি বেগ, } u = 0$$

ধরি, গাড়িটি v বেগে ভূমি স্পর্শ করবে।

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

$$\text{বা, } v = \sqrt{0 + 2 \times 9.8 \text{ ms}^{-2} \times \sqrt{3} \text{ m}}$$

$$= 5.826 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, ভূমিতে স্পর্শ করার সময় গাড়ির বেগ 5.826 ms^{-1} হবে। (Ans.)

প্রশ্ন ▶ ২১ স্থির অবস্থায় হতে একটি মোটর গাড়ি 2 ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলা শুরু করল। একই পথে এর 84m পিছন হতে একজন মোটর সাইকেল আরোহী 20 m/s সমবেগে একসঙ্গে যাত্রা শুরু করল।

◀ পিখনফল-৪

- ক. স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখ-এর প্রকৃতি কীরূপ হয়? ১
খ. 'একটি মোটরগাড়ি 2 ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলা শুরু করলো' বলতে কী বোঝ? ২
গ. যাত্রা শুরুর কত সময় পর মোটর গাড়ি ও মোটর সাইকেলের বেগ সমান হবে নির্ণয় করো। ৩
ঘ. যাত্রা পথে মোটর গাড়ি ও মোটর সাইকেল কতবার মিলিত হবে- বিশ্লেষণ করো। ৪

২১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে চলমান বস্তুর ক্ষেত্রে বেগ বনাম সময় লেখ একটি মূলবিন্দুগামী সরলরেখা হবে।

খ কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সবসময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে সে ত্বরণকে সুষম ত্বরণ বলে। 'একটি মোটর গাড়ি 2 ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলা শুরু করলো'- বলতে বুঝায় গাড়িটির বেগ প্রতি সেকেন্ডে 2 ms^{-1} হারে বৃদ্ধি পায়।

গ মনে করি, যাত্রা শুরুর t সময় পর মোটর গাড়ি ও মোটর সাইকেলের বেগ সমান হবে।

$$\text{এখানে, মোটর সাইকেলের সমবেগ, } v_c = 20 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$\text{মোটরগাড়ির আদিবেগ, } u_m = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{মোটরগাড়ির শেষবেগ, } v_m = ?$$

$$\text{তাহলে, } t \text{ সময়ে মোটরগাড়ির বেগ, } v_m = u_m + at$$

$$= 0 + 2 \text{ ms}^{-2} \times t = 2 \text{ ms}^{-2} \times t$$

প্রশ্নমতে, $v_c = v_m$

$$\text{বা, } 20\text{ms}^{-1} = 2\text{ms}^{-2} \times t$$

$$\text{বা, } t = \frac{20}{2} \text{ s}$$

$$\therefore t = 10\text{s}$$

\therefore যাত্রা শুরুর 10sec পর মোটর গাড়ি ও মোটর সাইকেলের বেগ সমান হবে। (Ans.)

ঘ মনে করি, মোটর গাড়ি যাত্রা শুরু করার t' সময় পর তার অবস্থান থেকে s_m দূরে সাইকেলের সাথে মিলিত হয়।

এখন, t' সময়ে মোটর সাইকেলের অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_c = v_c t' = 20\text{ms}^{-1} \times t'$

$$\begin{aligned} \text{আবার, } t' \text{ সময়ে মোটর গাড়ির অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_m &= u_m t' + \frac{1}{2} a t'^2 \\ &= 0 \times t' + \frac{1}{2} \times 2\text{ms}^{-2} \times t'^2 = t'^2 \end{aligned}$$

প্রশ্নমতে, $s_c = s_m + 84$

$$\text{বা, } 20 t' = t'^2 + 84$$

$$\text{বা, } t'^2 - 20t' + 84 = 0$$

$$\text{বা, } (t' - 6)(t' - 14) = 0$$

তাহলে, $t' - 6 = 0$ অথবা $t' - 14 = 0$

অর্থাৎ $t' = 6\text{s}$ অথবা, $t' = 14\text{s}$ ।

সুতরাং মোটর সাইকেল এবং মোটর গাড়ি এদের গতিপথে যাত্রা মুহূর্ত হতে 6s এবং 14s পরে দুইবার মিলিত হবে।

প্রথমে সাইকেলের বেগ বেশি থাকায় তা গাড়িটিকে অতিক্রম করে যাবে। কিন্তু গাড়ির বেগ ক্রমান্বয়ে বৃদ্ধি পাবার ফলে এক সময় এটি সাইকেলকে অতিক্রম করে যাবে। তাই যাত্রাপথে মোটর সাইকেল এবং মোটর গাড়ি দুইবার মিলিত হবে।

প্রশ্ন ২২ একটি গাড়ী 30ms^{-1} বেগে চলছিল। ব্রেক করায় 5sec এ বেগ সুষমভাবে হ্রাস পেয়ে 10ms^{-1} হলো।

◀ পিছদফল-৪ ও ৬

- ক. সুষম ত্বরণ কাকে বলে? ১
খ. বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ থাকে না—ব্যাখ্যা কর। ২
গ. গাড়ীটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের আলোকে বেগ—সময় লেখ থেকে গাড়ীর সরণ নির্ণয়ের কৌশল বিশ্লেষণ করো। ৪

২২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর বেগ যদি নির্দিষ্ট দিকে সব সময় একই হারে বাড়তে থাকে তাহলে ঐ বেগ বৃদ্ধির হারকে সুষম ত্বরণ বলে।

খ সুষম দ্রুতিতে চলমান বস্তুর ত্বরণ থাকে না। এর ব্যাখ্যা নিম্নরূপ: সময়ের সাথে বস্তুর অসম বেগের পরিবর্তরে হারকে ত্বরণ বলে। ত্বরণের এই সংজ্ঞা থেকে আমরা দেখতে পাই, ত্বরণ সৃষ্টির জন্য বেগের পরিবর্তন হতে হবে। ব্যাপারটিকে নিম্নে গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করা হল:
 t সময়ে বেগের পরিবর্তন $v - u$

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

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

$$\text{বা, ত্বরণ} = \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}}$$

অতএব বেগের পরিবর্তন না হলে ত্বরণ সৃষ্টি হবে না।

গ

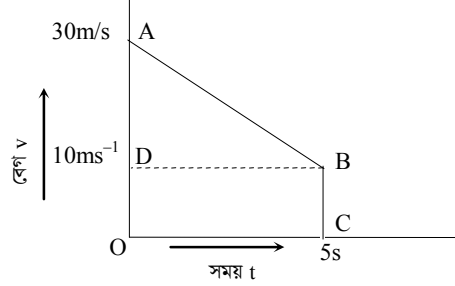
আমরা জানি,

$$\begin{aligned} \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব } s &= \left(\frac{u + v}{2} \right) \times t \\ &= \left(\frac{30 + 10}{2} \right) \times 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{বা } s &= 20 \times 5 \\ &= 100 \text{ m} \end{aligned}$$

\therefore গাড়ীটির অতিক্রান্ত দূরত্ব 100m। (Ans.)

ঘ



চিত্রে বেগ—সময়ের লেখ থেকে প্রাপ্ত গাড়ীর সরণ হবে OABC অংশের ক্ষেত্রফলের সমান।

\therefore সরণ $s = \text{OABC}$ অংশের ক্ষেত্রফল

$= \text{ODBC}$ চতুর্ভুজ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল + DBA ত্রিভুজক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল

$$= \text{OC} \times \text{OD} + \frac{1}{2} \times \text{DB} \times \text{AD}$$

$$= 5 \times 10 + \frac{1}{2} \times 5 \times (30 - 10)$$

$$= 50 + 50$$

$$= 100 \text{ m.}$$

\therefore এভাবে বেগ—সময় লেখ থেকে গাড়ীর সরণ নির্ণয় করা যায়।

প্রশ্ন ২৩ নিচে একটি মোটর সাইকেলের বেগ ও সময়ের তালিকা দেওয়া হল—

সময় (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
বেগ (ms^{-1})	0	10	20	30	30	30	30	15	0

◀ পিছদফল-৪ ও ৬

- ক. সরণ কী? ১
খ. অসম ত্বরণ বলতে কী বোঝায়? ২
গ. মোটর সাইকেলটি প্রথম 20s এ কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় করো। ৩
ঘ. উপরের তালিকা থেকে মোটর সাইকেলটির বেগ—সময় লেখ অংকন করে এর গতিবেগের বিবরণ দাও। ৪

২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর পারিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনকে সরণ বলে।

খ যদি কোনো বস্তুর গতিকালে তার ত্বরণের মান বা দিক বা উভয়ই পরিবর্তিত হয় তাহলে সেই ত্বরণকে অসম ত্বরণ বলে। অর্থাৎ যদি কোনো বস্তুর বেগ পরিবর্তনের হার যদি সমান না থাকে তাহলে সেই ত্বরণকে অসম ত্বরণ বলা হয়।

গ প্রথম 15 সেকেন্ড পর্যন্ত মোটর সাইকেলটি সমত্বরণে চলে।

আমরা জানি,

∴ প্রথম 15s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_1 = \frac{u+v}{2} \times t = \frac{0+30}{2} \times 15$$

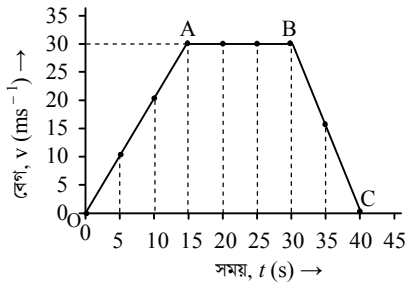
$$s_1 = 225\text{m}$$

এবং পরবর্তী 5s-এ সমবেগে চলে,

$$\therefore \text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_2 = v \times t = (30 \text{ ms}^{-1})(5\text{s}) = 150\text{m}$$

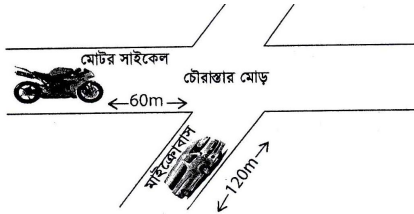
সুতরাং মোটর সাইকেলটির 20s -এ মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব $s = s_1 + s_2 = 225\text{m} + 150\text{m} = 375\text{m}$ (Ans.)

ঘ উপরের তালিকা থেকে মোটর সাইকেলটির বেগ-সময় লেখ নিম্নে অঙ্কন করা হলো—



মোটর সাইকেলটি প্রথমে স্থিরাবস্থা (চিত্রে O বিন্দু) থেকে যাত্রা শুরু করে প্রথম 15 সেকেন্ড সমত্বরণে চলে (OA অংশ)। এরপর 15s সমবেগে চলে (AB অংশ)। এবং সবশেষে 10s সম-মন্দনে চলে স্থির হয় (BC অংশ)।

প্রশ্ন ২৪



শিখনফল-৪ ও ৭

চিত্রের মাইক্রোবাসটি 80kmh^{-1} সমবেগে এবং মোটর সাইকেলটি স্থির অবস্থান হতে যাত্রা শুরু করে 4ms^{-2} সুসম ত্বরণে চৌরাস্তার মোড়ের দিকে গতিশীল।

- 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 কোনোরূপ দুর্ঘটনা ঘটানোর সম্ভাবনা রয়েছে কি?— গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

২৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যে সকল ভৌত রাশিকে শুধু মান দ্বারা সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করা যায়, দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না তাদেরকে স্কেলার রাশি বলে।

খ পড়ন্ত বস্তু সম্পর্কে গ্যালিলিও'র তৃতীয় সূত্রটি হলো— স্থির অবস্থান হতে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তু নির্দিষ্ট সময়ান্ত্রে যে উল্লম্ব উচ্চতা অতিক্রম করে, তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক।

এ সূত্রানুসারে, স্থির অবস্থান হতে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু t_1, t_2, t_3, \dots সময়ান্ত্রে যথাক্রমে h_1, h_2, h_3, \dots উচ্চতা অতিক্রম করলে,

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

গ দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned} \text{মাইক্রোবাসের বেগ, } v &= 80 \text{ kmh}^{-1} \\ &= \frac{80 \times 1000}{3600} \text{ ms}^{-1} \\ &= 22.22 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

সময়, $t = 1\text{s}$

প্রথম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ?$

$$\begin{aligned} \text{আমরা জানি, } s &= vt = 22.22 \text{ ms}^{-1} \times 1\text{s} \\ &= 22.22 \text{ m (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ এখানে, মোটরসাইকেল এর আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{ত্বরণ, } a = 4 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{চৌরাস্তা হতে মোটর সাইকেলের দূরত্ব, } s_1 = 60 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{আবার, মাইক্রোবাসের বেগ, } v &= 80 \text{ kmh}^{-1} \\ &= 22.22 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

চৌরাস্তা হতে মাইক্রোবাসের দূরত্ব, $s_2 = 120 \text{ m}$

চৌরাস্তার মোড়ে পৌঁছাতে মোটর সাইকেল ও মাইক্রোবাসের প্রয়োজনীয় সময় যথাক্রমে t_1 ও t_2 হলে,

$$\text{মোটর সাইকেল এর ক্ষেত্রে, } s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} at_1^2$$

$$\text{বা, } t_1^2 = \frac{2s_1}{a} [\because u = 0]$$

$$\text{বা, } t_1^2 = \frac{2 \times 60}{4}$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } t_1 &= \sqrt{30} \text{ s} \\ &= 5.477 \text{ s} \end{aligned}$$

মাইক্রোবাসের ক্ষেত্রে, $s_2 = vt_2$

$$\begin{aligned} \text{বা, } t_2 &= \frac{s_2}{v} = \frac{120 \text{ m}}{22.22 \text{ ms}^{-1}} \\ &= 5.40 \text{ s} \end{aligned}$$

যেহেতু $t_2 < t_1$ তাই মাইক্রোবাসটি মোটর সাইকেলের আগে রাস্তার মোড় অতিক্রম করবে।

অতএব, চৌরাস্তার মোড়ে কোনোরূপ দুর্ঘটনা ঘটানোর সম্ভাবনা নেই।

প্রশ্ন ২৫ একটি বাস 36 ms^{-1} সমবেগে এবং একটি মোটর সাইকেল স্থির অবস্থান থেকে 6 ms^{-2} সুসম ত্বরণে একই দিকে একই সময়ে যাত্রা শুরু করে।

শিখনফল-৪ ও ৬

- ক. লঘিষ্ঠ গণন কী? ১
- খ. সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. মোটর সাইকেলটি বাসটিকে অতিক্রম করার সময় এর বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. সময় বনাম সরণ লেখচিত্রের মাধ্যমে মোটর সাইকেলটির বাসটিকে অতিক্রম করার ঘটনাটি বিশ্লেষণ কর। ৪

২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রু-গজের বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রাপ্ত বা স্ক্রুটি যতটুকু সরে আসে তাকে বলা হয় যন্ত্রের লঘিষ্ঠ গণন।

খ আমরা জানি, কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে যদি বলের অভিমুখে বস্তুটির কিছু সরণ ঘটে তাহলে প্রযুক্ত বল ও বলের অভিমুখে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে। বস্তুটির উপর বল প্রয়োগে যদি বলের দিকের সাথে 90° কোণে বস্তুটির সরণ হয় তাহলে বলের দিকে সরণের কোনো উপাংশ থাকে না। ফলে এক্ষেত্রে কোনো কাজ হবে না অর্থাৎ কাজ শূন্য হবে। সুতরাং, সরণ শূন্য না হলেও কাজ শূন্য হতে পারে।

গ ধরি, মোটর সাইকেলটি বাসটিকে t সময় পর অতিক্রম করবে।

$\therefore t$ সময়ে বাসটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = u_1 t$

এবং মোটর সাইকেলটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$

কিন্তু, $s_1 = s_2$

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

বা, $36 \times t = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 6 \times t^2$

বা, $36t = 3t^2$

$\therefore t = 12$ s

এখন, $t = 12$ s পর মোটর সাইকেলটির বেগ v_2 হলে,

$v_2 = u_2 + a_2 t$

$= 0 + 6 \times 12$

$= 72 \text{ ms}^{-1}$

সুতরাং, মোটর সাইকেলটি বাসটিকে অতিক্রম করার সময় এর বেগ 72 ms^{-1} হবে। (Ans.)

ঘ $t = 12$ s সময়ে বাসটির অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s_1 = u_1 t$

$= 36 \text{ ms}^{-1} \times 12$ s

$= 432$ m

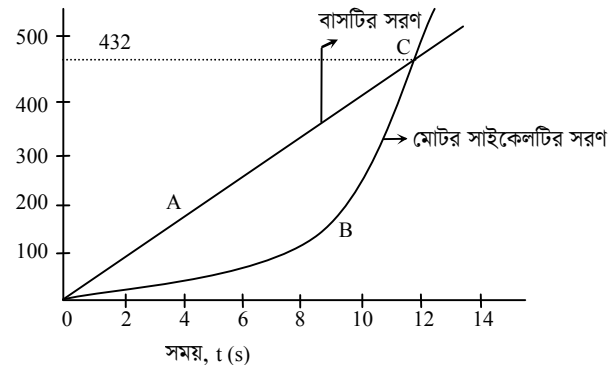
এবং মোটর সাইকেলটির অতিক্রান্ত

দূরত্ব, $s_2 = u_2 t + \frac{1}{2} a_2 t^2$

$= 0 \times 12 + \frac{1}{2} \times 6 \times (12)^2$

$= 432$ m

নিচে সময় বনাম সরণ লেখচিত্রের মাধ্যমে মোটর সাইকেলটির বাসটিকে অতিক্রম করার ঘটনা দেখানো হলো-



এখানে, বাস ও মোটর সাইকেল 0 থেকে যাত্রা শুরু করে এবং C বিন্দুতে মোটর সাইকেলটি বাসটিকে অতিক্রম করবে।

প্রশ্ন ২৬ মুশফিক ব্যাট দিয়ে 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।

◀ পিছদফল-৫

ক. তাৎক্ষণিক দ্রুতি কী? ১

খ. কোনো বস্তুর গড়বেগ শূন্য হলেও গড় দ্রুতি শূন্য নাও হতে পারে? ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বলটি সর্বোচ্চ কত উচ্চতায় উঠবে? ৩

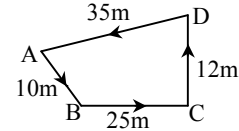
ঘ. ফিল্ডার বলটি ধরার সময়ে বলটির বেগ ব্যাটসম্মান আঘাত করার সময়কার বেগের চেয়ে বেশি হবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

২৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বিশেষ মুহূর্তে কোনো বস্তুর অবস্থান পরিবর্তনের হারকে ঐ বিশেষ মুহূর্তের তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।

খ নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে কোনো বস্তু নির্দিষ্ট দিকে গড়ে একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাই বস্তুটির গড় বেগ। অন্যদিকে, নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে একক সময়ে কোনো বস্তুর গড় অতিক্রান্ত দূরত্বই তার গড় দ্রুতি।

বেগ একটি ভেক্টর রাশি বিধায় এটি ঋণাত্মক ও ধনাত্মক উভয়ই হতে পারে, ফলে নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে গড় বেগ শূন্য হতে পারে। কিন্তু দ্রুতি একটি অঋণাত্মক রাশি হওয়ায় একটি নির্দিষ্ট সময় পরিসরে বস্তুটি স্থির অবস্থানে না থাকলে এর মান কখনোই শূন্য হতে পারে না। তাই যে ক্ষেত্রে একটি বস্তুর গড় বেগ শূন্য হয়, সেক্ষেত্রে তার গড় দ্রুতি শূন্য নাও হতে পারে।



উপরের চিত্রে ABCDA পথে বস্তুটির লম্বি সরণ শূন্য হওয়ায় গড় বেগ শূন্য, কিন্তু মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব শূন্য না হওয়ায় এর গড় দ্রুতি শূন্য নয়।

গ

আমরা জানি,

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

বা, $0^2 = (49)^2 - 2 \times 9.8 \times H$

বা, $19.6 H = 2401$

বা, $H = \frac{2401}{19.6}$

$\therefore H = 122.5$ m (Ans.)

ঘ 'গ' অংশ থেকে পাই,

বলটির সর্বোচ্চ উচ্চতা = 122.5 m

বলটি যখন সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে পড়ে সেই মুহূর্তে বলের আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

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, $v^2 = 2361.8$

$\therefore v = 48.6 \text{ ms}^{-1}$

সুতরাং ফিল্ডার বলটি ধরার সময়ে বলটির বেগ 48.6 ms^{-1} যা ব্যাটসম্মান আঘাত করার সময়কার বেগ 49 ms^{-1} এর থেকে কম।



সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

► উত্তর সংকেতসহ প্রশ্ন

প্রশ্ন ► ২৭ একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে প্রথম 5s সময় পর্যন্ত 2ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলল।

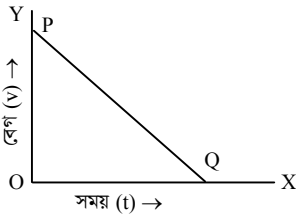
◀ শিখনফল-৪

- পড়ন্ত বস্তুর দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ। ১
- সমমন্দনে চলন্ত একটি বস্তুর বেগ বনাম সময় লেখ এর প্রকৃতি ব্যাখ্যা কর। ২
- গাড়িটির সর্বোচ্চ বেগ কত? ৩
- পরবর্তীতে গাড়িটি 1 মিনিট সময় সমদ্রুতিতে চলার পর ব্রেক কয়ল এবং 4s পর থেমে গেল। গাড়িটি সর্বমোট কতটুকু দূরত্ব অতিক্রম করলো? ৪

২৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির অবস্থান হতে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে প্রাপ্ত বেগ ঐ সময়ের সমানুপাতিক।

খ গতিশীল কোনো বস্তু চলতে চলতে হঠাৎ করে মন্দনের শিকার হলে বস্তুর বেগ ক্রমেই কমে আসবে। এক পর্যায়ে বস্তুর বেগ শূন্য হয়ে স্থির অবস্থায় আসবে। সুতরাং X অক্ষ বরাবর সময় (t) এবং Y অক্ষ বরাবর বেগ (v) অঙ্কন করলে লেখের প্রকৃতি একটি সরলরেখা হবে এবং তা নিম্নমুখী হবে।



সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ একটি ট্রাক স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা করে 8s পর্যন্ত 5ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলল। 8s এ সর্বোচ্চ বেগ কত হবে?

ঘ একটি ট্রাক 5ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলার পর 1 মিনিট সমদ্রুতিতে চলে ব্রেক কয়ল। ট্রাকটি 6s পর থেমে গেল, সর্বমোট কত দূরত্ব অতিক্রম করবে?

প্রশ্ন ► ২৮ দুটি গাড়ি যথাক্রমে 4ms^{-1} এবং 7ms^{-1} বেগ নিয়ে একটি প্রতিযোগিতা শুরু করে। গাড়িদ্বয়ের ত্বরণ যথাক্রমে 0.5ms^{-2} এবং 0.4ms^{-2} ।

◀ শিখনফল-৪

- সুষম ত্বরণ কাকে বলে? ১
- পড়ন্ত বস্তুর তৃতীয় সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের গাড়িদ্বয় যদি একই সাথে অপর প্রান্তে পৌঁছে তবে প্রতিযোগিতার দূরত্ব কত ছিল? ৩
- উদ্দীপকের 1ম গাড়িটি যদি 35 মিটার পিছন থেকে একই সময়ে যাত্রা শুরু করে তবে কতক্ষণ পর ২য় গাড়িকে অতিক্রম করবে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

২৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

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

কোনো বস্তুকে স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়তে দেওয়া হলে এক সেকেন্ডে যদি এটি h দূরত্ব অতিক্রম করে তবে দুই সেকেন্ডে এটি $h \times 2^2$ বা 4h দূরত্ব, তিন সেকেন্ডে এটি $h \times 3^2$ বা 9h দূরত্ব অতিক্রম করবে। সুতরাং t_1, t_2, t_3, \dots সেকেন্ডে যদি বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব যথাক্রমে h_1, h_2, h_3, \dots ইত্যাদি হয় তবে $\frac{h_1}{t_1^2} = \frac{h_2}{t_2^2} = \frac{h_3}{t_3^2} = \dots = \text{ধুবক}$ ।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ দুটি ট্রাক 6ms^{-1} এবং 10ms^{-1} বেগ নিয়ে যাত্রা করে এবং এদের ত্বরণ যথাক্রমে 0.6ms^{-2} এবং 0.5ms^{-2} হলে, ট্রাক দুটি একই সাথে যে দূরত্ব অতিক্রম করে অপর প্রান্তে পৌঁছায় তা নির্ণয় কর।

ঘ দুটি ট্রাক 6ms^{-1} ও 10ms^{-1} বেগ নিয়ে যাত্রা করে এবং এদের ত্বরণ যথাক্রমে 0.6ms^{-2} এবং 0.5ms^{-2} । 1ম ট্রাকটি যদি 35 মিটার পিছন থেকে একই সময়ে যাত্রা করে তাহলে 1ম ট্রাক ২য় ট্রাককে যে সময়ে অতিক্রম করবে তা নির্ণয় কর।

প্রশ্ন ► ৩৩ একটি গাড়ির গতি বিশ্লেষণে নিচের তথ্যগুলো পাওয়া গেল।

সময়	0-7	পরবর্তী 30s	পরবর্তী 5s
বেগ ms^{-1}	0 থেকে ক্রমবর্ধমান	সুষম	ক্রমহ্রাসমান হয়ে 0
ত্বরণ ms^{-2}	3ms^{-2}	0	ঋণাত্মক

◀ শিখনফল-৬

- পড়ন্ত বস্তুর সূত্র কয়টি? ১
- স্থিতি ও গতির মধ্যকার পার্থক্য— ব্যাখ্যা কর। ২
- উদ্দীপকের গাড়িটির সর্বোচ্চ বেগ কত ছিল? ৩
- বেগ বনাম সময়ের লেখচিত্রের সাহায্যে গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করে পম্ভতিটির যৌক্তিকতা বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক পড়ন্ত বস্তুর সূত্র তিনটি।

খ এ মহাবিশ্বের সকল স্থিতি ও গতিই আপেক্ষিক, কোনোটিই পরম নয়। প্রসঙ্গ বস্তু ও আলোচ্য বস্তুর পারস্পরিক অবস্থান যদি সময়ের সাথে অপরিবর্তিত থাকে তাহলে আলোচ্য বস্তুটিকে প্রসঙ্গ বস্তুর সাপেক্ষে স্থিতিশীল ধরা হয়। অপরদিকে, সময়ের পরিবর্তনের সাথে পরিপার্শ্বের সাপেক্ষে যখন কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে তখন তাকে গতিশীল ধরা হয়।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

গ একটি গাড়ি স্থিরাবস্থা থেকে 3ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলে 7sec পর পর কত বেগ প্রাপ্ত হয় তা বের কর।

ঘ বেগ বনাম সময়ের লেখচিত্র থেকে কোনো গাড়ির যাত্রাপথের মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব বের করে এ পম্ভতির যৌক্তিকতা বিশ্লেষণ কর।

প্রশ্ন ► ৩৪ কানাডা প্রবাসী আসিফ দেশে ফিরে আসায় তাকে নিয়ে আসার জন্য সুমন সুষম বেগে বিমান বন্দরের ভিতরে প্রবেশ করল। তাদেরকে নিয়ে মাইক্রোবাসটি 10ms^{-1} বেগ থেকে সুষম বেগ বৃদ্ধি করে রওনা দিল। 30s পরেই গাড়িটি যখন বিমান বন্দর থেকে বের হয়ে প্রধান সড়কে উঠল, গাড়ির গতিমাপক মিটার তখন 30ms^{-1} দেখাচ্ছিল।

◀ শিখনফল-৬

- ক. মন্দনের মাত্রা লিখ। ১
 খ. তাৎক্ষণিক দ্রুতি ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. গাড়ীটির ত্বরণ কত ছিল? ৩
 ঘ. বেগ বনাম সময়ের লেখ হতে বিমানবন্দরের ভিতর থেকে প্রধান সড়ক পর্যন্ত গাড়িটির সরণ নির্ণয়ের কৌশল বিশ্লেষণ কর। ৪

৩৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- ক** মন্দনের মাত্রা LT^{-2} ।
খ কোনো মুহূর্তকে ঘিরে অতি ক্ষুদ্র সময় ব্যবধানে সময়ের সাথে বস্তুর পরিবর্তনের হারকে ঐ মুহূর্তের দ্রুতি অর্থাৎ তাৎক্ষণিক দ্রুতি বলে।
ব্যাখ্যা : অতি ক্ষুদ্র সময় ব্যবধান Δt তে যদি বস্তুর দূরত্বের পরিবর্তন Δd হয়, তাহলে তাৎক্ষণিক দ্রুতি, $v = \frac{\Delta d}{\Delta t}$; এখানে Δ (delta) প্রতীক দ্বারা Δ এর পরে স্থাপিত রাশিটির পরিবর্তন নির্দেশ করে।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

- গ** 10 ms^{-1} বেগ চলন্ত একটি গাড়ির বেগ 5 s এ 30 ms^{-1} হলে গাড়িটির ত্বরণ কত?
ঘ বেগ বনাম সময় লেখ থেকে কীভাবে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করা যায় বর্ণনা কর।

প্রশ্ন ৩৫ একটি বাস আজিমপুর বাসস্ট্যান্ড থেকে স্থিরাবস্থা থেকে 2 ms^{-2} সমত্বরণে 15 sec যায়। এরপর এটি 10 s যাবত 30 ms^{-1} ধ্রুব বেগে চলে সাইন্স ল্যাবরেটরীর দিকে অগ্রসর হয়। কিন্তু রাস্তায় যানজটের কারণে চালক ব্রেক কষতে বাধ্য হন।

- ক** স্থিতি কী? ১
খ কোনো গাড়ির দ্রুতি 50 kmh^{-1} বলতে কী বোঝ? ২
গ ব্রেক কষার 5 sec পর বাসটি থেমে গেলে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব বের কর। ৩
ঘ বেগ বনাম সময় এর লেখ হতে বেগ ও সময় অক্ষের ক্ষেত্রফল দ্বারা বাসটি আজিমপুর বাসস্ট্যান্ড থেকে 25 sec ধ্রুববেগে চলা পর্যন্ত অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয়ের কৌশল বর্ণনা কর। ৪

৩৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের পরিবর্তনের সাথে পারিপার্শ্বের সাপেক্ষে কোনো বস্তুর অবস্থান অপরিবর্তিত থাকাকে স্থিতি বলে।

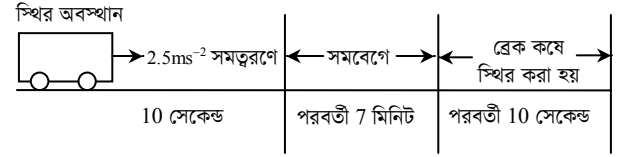
- খ** কোনো গাড়ির দ্রুতি 50 kmh^{-1} বলতে বোঝায় :
 i. গাড়িটির অবস্থান পরিবর্তনের হার = 50 kmh^{-1}
 অবস্থানের এই পরিবর্তন সরল বা বক্রপথে যেকোনো দিকে হতে পারে।
 ii. গাড়িটি প্রতি ঘণ্টায় 50 কিলোমিটার পথ অতিক্রম করতে পারে।

সুপার টিপস : প্রয়োগ ও উচ্চতর দক্ষতার প্রশ্নের উত্তরের জন্যে অনুরূপ যে প্রশ্নের উত্তরটি জানা থাকতে হবে-

- গ** একটি গাড়ি স্থিরাবস্থা থেকে 2 ms^{-2} সমত্বরণে চলে 15 sec যাবার পর 30 ms^{-1} ধ্রুববেগে পরবর্তী 10 sec যায়। এরপর এটি ব্রেক কষার 5 sec পর থেমে গেলে যাত্রা শুরু থেকে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব কত হবে?
ঘ বেগ বনাম সময় লেখ হতে বেগ ও সময় অক্ষের ক্ষেত্রফল দ্বারা কীভাবে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করা যায় তা বর্ণনা কর।

▶ অনুশীলনের জন্য আরও প্রশ্ন

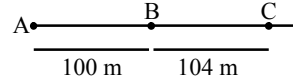
প্রশ্ন ২৯



শিখনফল-৪ [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 সেকেন্ডে শুরু হওয়ার ঠিক পূর্ব মুহূর্তের বেগ নির্ণয় করো। ৩
ঘ গাড়িটি সপ্তম মিনিটে 1 km দূরত্ব অতিক্রম করতে পারবে কি? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

প্রশ্ন ৩০



একটি গাড়ি প্রথম 2 sec এ AB এবং পরবর্তী 4 sec এ BC দূরত্ব অতিক্রম করে।

শিখনফল-৪ [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— এর সত্যতা গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে যাচাই করো। ৪

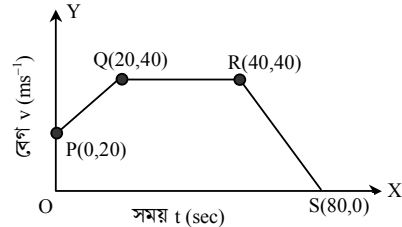
ক্লক 31 নিচের একটি গাড়ির বেগ ও সময়ের তালিকা দেওয়া হলো :

সময় (s)	0	5	10	15	20	25	30	35	40
বেগ (ms^{-1})	0	10	20	30	30	30	30	15	0

শিখনফল-৪ ও ৬

- ক** ঘর্ষণ কাকে বলে? ১
খ স্পন্দন গতি এক প্রকার পর্যায়বৃত্ত গতি — ব্যাখ্যা কর। ২
গ গাড়িটি প্রথম 20 সেকেন্ডে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় কর। ৩
ঘ উপরের তালিকা থেকে গাড়িটির বেগ-সময় লেখ অঙ্কন করে এর গতিবেগের বিবরণ দাও। ৪

প্রশ্ন ৩২ একটি চলন্ত গাড়ির স্পিডোমিটারে প্রাপ্ত মানের বেগ বনাম সময় লেখচিত্র নিম্নরূপ—



শিখনফল-৪ ও ৭

- ক** অভিকর্ষজ ত্বরণ কী? ১
খ নিউটনের গতির ২য় সূত্র থেকে কীভাবে 1 m সূত্র পাওয়া যায়— ব্যাখ্যা করো। ২
গ RS অংশের ঢাল নির্ণয় করো। ৩
ঘ একটি গরু 2.2 km দূরে বাধা থাকলে ঐ গাড়ি কতক দূরত্ব ঘটেবে কিনা— গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪



নিজেকে যাচাই করি

সময়: ২৫ মিনিট

- গিটারের তারের গতি কোন ধরনের গতি?
 - স্পন্দন গতি
 - চলন গতি
 - ঘূর্ণন গতি
 - রৈখিক গতি
- একটি বস্তু 5m ব্যাসের বৃত্তাকার পথ 2 বার ঘুরালে রৈখিক সরণ কত?
 - 10 π m
 - 5 π m
 - 20 π m
 - 0m
- দুটি ভেক্টর রাশির মান যদি 4m এবং 3m হয় তবে এর যোগফলের সর্বনিম্ন মান কত হবে?
 - 1 m
 - 7 m
 - 25 m
 - 5 m
- g- এর আদর্শ মান কত?
 - 9.79018 ms^{-2}
 - 9.80665 ms^{-2}
 - 9.8183 ms^{-2}
 - 9.83217 ms^{-2}
- কোন অঙ্কলে 'g' এর মান সবচেয়ে কম? [g অভিকর্ষজ ত্বরণ]
 - মেরু
 - বিষুব
 - ক্রান্তীয়
 - নিরক্ষীয়
- বেগ-সময় লেখচিত্রে কোনো বিন্দুতে অর্ধকিত স্পর্শক কী নির্দেশ করে?
 - সরণ
 - ভরবেগ
 - ত্বরণ
 - বেগ
- সুষম বেলনের কোথায় তার অভিকর্ষ কেন্দ্র অবস্থিত?
 - কেন্দ্রে
 - অক্ষের কেন্দ্রবিন্দুতে
 - জ্যামিতিক কেন্দ্রে
 - ধার সমূহে
- স্থির অবস্থান থেকে একটি গাড়ী 5 ms^{-2} সুষম ত্বরণে চলার সময়ে 10 m দূরে দাঁড়িয়ে থাকা ব্যক্তিকে কত বেগে অতিক্রম করবে?
 - 5 ms^{-1}
 - 10 ms^{-1}
 - 15 ms^{-1}
 - 20 ms^{-1}
- গুজনের একক কোনটি?
 - পাউন্ড
 - কেজি
 - গ্রাম
 - নিউটন
- একটি গাড়ী স্থির অবস্থা থেকে 5 ms^{-2} সুষম ত্বরণে 5s চলার পর থাকা থেকে 3 ms^{-2} মন্দনে 6s চলার পর 10s সুষম বেগে চলে। গাড়ীটির শেষ 10s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো।
 - 40 m
 - 50 m
 - 60 m
 - 70 m

পদার্থবিজ্ঞান

সৃজনশীল বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

- একজন ব্যক্তি 20m প্রস্থের একটি রাস্তার অর্ধেক v_1 সমদ্রুতিতে অতিক্রম করে এবং অবশিষ্ট পথ অতিক্রম করে v_2 সমদ্রুতিতে। ঐ ব্যক্তির গড় দ্রুতি কত?
 - $\frac{v_1 + v_2}{2}$
 - $\frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}$
 - $\frac{v_1 + v_2}{v_1 v_2}$
 - $\sqrt{\frac{2v_1 v_2}{v_1 + v_2}}$
- নিউটনীয় স্থান কালের ধারণায় সময় কত মাত্রিক?
 - এক মাত্রিক
 - দ্বি-মাত্রিক
 - ত্রিমাত্রিক
 - পঞ্চমাত্রিক
- গতির জন্য নিচের কোনটি সঠিক?
 - $v \propto at$
 - $v \propto \sqrt{s}$
 - $v^2 \propto as$
 - $s \propto at^2$
- অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান কোথায় সবচেয়ে বেশি?
 - পৃথিবীর কেন্দ্রে
 - মেরু অঞ্চলে
 - ভূ-পৃষ্ঠ থেকে উঁচু স্থানে
 - বিষুব অঞ্চলে
- কোন অঙ্কলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ সবচেয়ে বেশী?
 - মরু অঞ্চলে
 - সমুদ্র উপকূলে
 - বিষুবীয় অঞ্চলে
 - মেরু অঞ্চলে
- সমত্বরণে চলন্ত একটি গাড়ির বেগ 10 ms^{-1} থেকে বৃষ্টি পেয়ে 5s -এ 30 ms^{-1} হয়। গাড়ীটির ত্বরণ-
 - 4 ms^{-2}
 - 2 ms^{-2}
 - 8 ms^{-2}
 - 5 ms^{-2}
- নিচের দূরত্ব-সময় লেখচিত্রের কোনটি সুষম বেগ নির্দেশ করে?
 -
 -
 -
 -
- সরল দোলকের গতি কী ধরনের?
 - পর্যাবৃত্ত গতি
 - ঘূর্ণন গতি
 - স্পন্দন গতি
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i
 - ii
 - i ও iii
 - i, ii ও iii

বিষয় কোড :

১	৩	৬
---	---	---

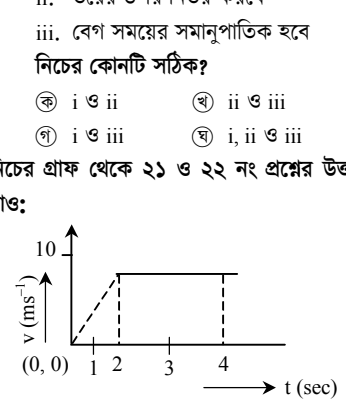
মান-২৫

- কম্পমান স্প্রিংয়ের গতি কী ধরনের?
 - পর্যাবৃত্ত গতি
 - ঘূর্ণন গতি
 - স্পন্দন গতি
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i
 - ii
 - i ও ii
 - iii

- মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু-
 - সমান সময় সমান পথ অতিক্রম করবে
 - ভরের উপর নির্ভর করবে
 - বেগ সময়ের সমানুপাতিক হবে
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i ও ii
 - ii ও iii
 - i ও iii
 - i, ii ও iii

নিচের গ্রাফ থেকে ২১ ও ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

দাও:



- গ্রাফ হতে যে তথ্য পাওয়া যায় তা হলো-
 - সুষম ত্বরণ
 - সুষম বেগ
 - সুষম মন্দন
 নিচের কোনটি সঠিক?
 - i ও ii
 - i ও iii
 - ii ও iii
 - i, ii ও iii

- 1s পর বস্তুর বেগ কত ছিল?
 - 2 ms^{-1}
 - 5 ms^{-1}
 - 10 ms^{-1}
 - 20 ms^{-1}

নিচের উদ্দীপকটি পড়ো এবং ২৩, ২৪ ও ২৫ নং

প্রশ্নের উত্তর দাও :

10kg ভরের একটি বস্তু মহাকর্ষের প্রভাবে বাধাহীনভাবে ভূমিতে পড়ছে। $g = 9.8 \text{ms}^{-2}$

- 3s এ বস্তু দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্ব কত?
 - 22.2 meter
 - 33.3 meter
 - 55.1 meter
 - 44.1 meter

- 2s পরে বস্তুটির বেগ কত হবে?
 - 19.6 ms^{-1}
 - 29.4 ms^{-1}
 - 39.2 ms^{-1}
 - 49.4 ms^{-1}

- বস্তুর উপরে প্রযুক্ত মহাকর্ষীয় বলের মান কত?
 - 98 N
 - 49 N
 - 24 N
 - 196 N

পদার্থবিজ্ঞান

বিষয় কোড :

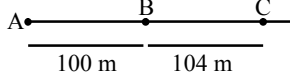
১	৩	৬
---	---	---

সময়: ২ ঘণ্টা ৩৫ মিনিট

সৃজনশীল রচনামূলক প্রশ্ন

মান-৫০

১. ▶



একটি গাড়ি প্রথম 2 sec. এ AB এবং পরবর্তী 4sec. এ BC দূরত্ব অতিক্রম করে।

- 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

২. ▶ 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

- 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
 ৩. ▶ 16ms^{-1} দ্রুতিতে চলন্ত একটি গাড়ির চালক কোনো ভবনের প্রবেশদ্বার অতিক্রম করে 18m যাওয়ার পর ব্রেক করেন। এতে গাড়ির বেগ সুষমভাবে 2.3ms^{-2} হারে হ্রাস পায়।
 ক. দ্রুতির মাত্রা লিখ। ১
 খ. বেগ ভেক্টর রাশি কেন? ২
 গ. ব্রেক না করলে কতক্ষণ পর গাড়িটি প্রবেশদ্বার থেকে 65m দূরে থাকবে? ৩
 ঘ. উদ্দীপকের আলোকে বেগসময়ের লেখ থেকে গাড়িটি শুরু থেকে 6sec পর গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব বের কর। ৪

৪. ▶ 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 অ্যান্ডুলেঙ্গ রাখা আছে।

- ক. সুষম ত্বরণ কী? ১
 খ. সকল স্থিতিই আপেক্ষিক স্থিতি- ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. মাটি স্পর্শ করার পর বিমানটির ত্বরণ কত? ৩
 ঘ. বিমানটি নিরাপদে নির্দিষ্ট স্থানে পৌঁছতে পারবে কিনা- বিশ্লেষণ করো। ৪

৫. ▶ 1000 kg ভরের একটি স্থির বাস হঠাৎ চলতে শুরু করল। বাসের যাত্রীরা পিছনের দিকে হেলে পড়ল। ড্রাইভার একটি স্টেপেজে এসে 200 N বল প্রয়োগ করে বাসটিকে থামিয়ে দিলো।

- ক. প্রসঙ্গ কাঠামো কাকে বলে? ১
 খ. ঘর্ষণ একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব কেন? ২
 গ. ব্রেক কষার পর বাসটির মন্দন কত ছিল? ৩
 ঘ. ব্রেক কষার পূর্বে বাসটির গতিবেগ যদি 16ms^{-1} হয়, তবে 100 m দূরে দাঁড়ানো এক ব্যক্তিকে বাসটি আঘাত করবে কি-না গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

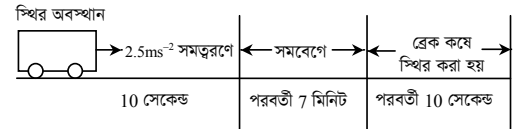
৬. ▶ একটি গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে সুষম ত্বরণে 5 সেকেন্ডে 50 m দূরত্ব অতিক্রম করে।

- ক. পরম গতি কী? ১
 খ. অসম ত্বরণ ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. 20s পর গাড়িটির বেগ কত হবে? ৩
 ঘ. উদ্দীপকে উল্লিখিত দূরত্বের পরবর্তী 150 m দূরত্ব অতিক্রম করতে গাড়িটির প্রয়োজনীয় সময় গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

৭. ▶ নির্দিষ্ট আদিবেগ দিয়ে সুষম মন্দনে চলমান কোনো বস্তুর 4s পর প্রাপ্ত বেগ 36ms^{-1} এবং 12s পর প্রাপ্ত বেগ 18ms^{-1} ।

- ক. চলন গতি কী? ১
 খ. গড় দ্রুতি ব্যাখ্যা করো। ২
 গ. বস্তুটির মন্দন নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. থেমে যাওয়ার পূর্ববর্তী সেকেন্ডে বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৮. ▶



- ক. ত্বরণ কাকে বলে? ১
 খ. মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ 9.8ms^{-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? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

সৃজনশীল বহুনির্বাচনি মডেল প্রশ্নপত্রের উত্তর

১	খ	২	ক	৩	ঘ	৪	খ	৫	খ	৬	গ	৭	ক	৮	খ	৯	গ	১০	ক	১১	গ	১২	খ	১৩	খ
১৪	গ	১৫	গ	১৬	ঘ	১৭	ঘ	১৮	ক	১৯	ক	২০	গ	২১	খ	২২	গ	২৩	ঘ	২৪	খ	২৫	ক		