

# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

### জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

- জড়তা কাকে বলে? [চা. বো. '২৩, '১৭; রা. বো. '২৩; য. বো. '১৯; কু. বো. '১৫; সি. বো. '২২; ব. বো. '২২]  
উত্তর : বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্মকে জড়তা বলে।
- গতি জড়তা কাকে বলে? [চা. বো. '২৪]  
উত্তর : গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে।
- বল কাকে বলে? [কু. বো. '২৪]  
উত্তর : যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করার চেষ্টা করে বা যা গতিশীল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করার চেষ্টা করে, তাকে বল বলে।
- অস্পর্শ বল কাকে বলে? [চা. বো. '২৪]  
উত্তর : দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাকে অস্পর্শ বল বলে।
- মৌলিক বল কাকে বলে? [রাজউক উত্তরা মডেল স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা] [চা. বো. '২৪]  
উত্তর : যেসব বল মূল বা স্বাধীন অর্থাৎ যেসব বল অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয় না বা অন্য কোনো বলের কোনো রূপ নয় বরং অন্যান্য বল এসব বলের কোনো না কোনো রূপের প্রকাশ তাদেরকে মৌলিক বল বলে।
- সাম্য বল কাকে বলে? [রা. বো. '১৯; য. বো. '১৫; চা. বো. '১৯, '২০; ব. বো. '১৭, '১৯]  
অথবা, সাম্য বলের সংজ্ঞা দাও। [ম. বো. '২৪]  
উত্তর : কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুটি সাম্যবস্থায় থাকে, তবে ঐ বলগুলোকে সাম্য বল বলে।
- অসাম্য বল কাকে বলে? [চা. বো. '২৩; য. বো. '২০]  
উত্তর : কোনো বস্তুর উপর এক বা একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি কাজ করে অর্থাৎ বস্তুর ত্বরণ হয় তখন বস্তুটি সাম্যবস্থায় থাকে না। যে বল বা বলগুলো এ অসাম্যবস্থার সৃষ্টি করে তাকে অসাম্য বল বলে।
- ভরবেগ কাকে বলে? [য. বো. '২৪; কু. বো. '২০]  
উত্তর : কোনো বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।
- ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ। [য. বো. '২২, '১৭; কু. বো. '২২; দি. বো. '২৩]  
উত্তর : ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি হলো- একাধিক বস্তুর মধ্যে শুধু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ না করলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হয় না।
- নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রটি লিখ। [ব. বো. '২৩; কু. বো. '১৭; চা. বো. '১৭; দি. বো. '২২]  
উত্তর : নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্রটি হলো- বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বরের সমানুপাতিক এবং বল যদি ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।
- এক নিউটন (1 N) বল কাকে বলে? [মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]  
উত্তর : যে পরিমাণ বল 1 kg ভরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে  $1 \text{ m s}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে এক নিউটন (1 N) বল বলে।
- মহাকর্ষ বল কী? [সি. বো. '১৭]  
উত্তর : এ মহাবিশ্বে প্রত্যেক বস্তু একে অপরের একটি বল দ্বারা আকর্ষণ করে। মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যকার এ পারস্পরিক আকর্ষণ বলই মহাকর্ষ বল।
- অভিকর্ষ বল কী? [সামসুল হক খান স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]  
উত্তর : কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বলে আকর্ষণ করে তাকে অভিকর্ষ বল বলে।
- নিউটনের তৃতীয় সূত্রটি লিখ। [সি. বো. '২৩] [আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]  
উত্তর : নিউটনের তৃতীয় সূত্রটি হলো- যখন একটি বস্তু অন্য একটি বস্তুর ওপর বল প্রয়োগ করে তখন সেই বস্তুটিও প্রথম বস্তুটির ওপর বিপরীত দিকে সমান বল প্রয়োগ করে।
- ঘর্ষণ বল কাকে বলে? [রা. বো. '২৩]  
অথবা, ঘর্ষণ কী? [চা. বো. '১৫; কু. বো. '২০; দি. বো. '২৪]  
উত্তর : একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর সংস্পর্শে থেকে একে উপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে একটি বাধার উৎপত্তি হয়, এ বাধাকে ঘর্ষণ বলে।
- প্রবাহী ঘর্ষণ কাকে বলে? [সি. বো. '২০; ম. বো. '২০]  
উত্তর : কোনো বস্তু প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল হলে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে প্রবাহী ঘর্ষণ বলে।
- আবর্ত ঘর্ষণ কাকে বলে? [চা. বি. '২২; দি. বো. '২০]  
উত্তর : একটি বস্তু অপর একটি তলের উপর দিয়ে গড়িয়ে চলার সময় গতির বিরুদ্ধে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে আবর্ত ঘর্ষণ বলে।

### অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

- বলের মাত্রা  $\text{MLT}^{-2}$  বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর। [চা. বো. '২৪]  
উত্তর : যে সকল রাশি মৌলিক রাশির উপর নির্ভরশীল তাকে লব্ধ রাশি বলে। বল একটি লব্ধ রাশি।  
যেখানে,  $\text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ} = \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$   
$$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়} \times \text{সময়}} = \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}^2}$$
  
এখানে, ভর, সরণ এবং সময় মৌলিক রাশি যাদের মাত্রা যথাক্রমে M, L এবং T.  
সুতরাং, বলের মাত্রা  $= M \times \frac{1}{T^2} = \text{MLT}^{-2}$   
অর্থাৎ, বলের মাত্রা ভর, সরণ এবং সময় এই তিনটি মৌলিক রাশির মাত্রার সমন্বয়।
- ক্রিকেট খেলায় বোলার দৌড়ে বল করে কেন? ব্যাখ্যা কর। [চা. বো. '২৪]  
উত্তর : ক্রিকেট খেলায় একজন বোলারকে অনেক দূর থেকে দৌড়ে এসে বল করতে হয়। কারণ, এর ফলে বোলার কর্তৃক লব্ধ গতি জড়তার মান বেশি হয় এবং বোলার অনেক জোরে বল করতে পারে।
- একটি ক্রিকেট বলকে ব্যাট দ্বারা আঘাত করলে অনেক সময় ছক্কায় পরিণত হয় কেন? [দি. বো. '২৪]

# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

উত্তর : একটি ক্রিকেট বলকে ব্যাট দিয়ে যথেষ্ট পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে বলটি অধিক বেগ প্রাপ্ত হয়। এই বেগ যদি বলটিকে ছক্কা হওয়ার জন্য সীমানা অতিক্রম করতে যথেষ্ট হয় তাহলেই বলটি সীমানার বাইরে চলে যায় তখন বলটি ছক্কা পরিণত হয়।

২১. দীর্ঘ লাফ দেওয়ার পূর্বে কিছুদূরে দৌড়ে আসতে হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '২৩]

উত্তর : কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকতে চায় আর গতিশীল বস্তু চিরকাল গতিশীল থাকতে চায়। এই ধর্মই হলো বস্তুর জড়তা। দীর্ঘ লাফ দেওয়ার পূর্বে বেশ কিছুদূর থেকে দৌড় দিতে হয় যাতে তার মধ্যে গতি জড়তা অর্জিত হয় এবং এর ফলে অনেক দূর পর্যন্ত লাফ দেওয়া যায়।

২২. গাড়ি ব্রেক করার পরও একটু সামনে গিয়ে থামে কেন- ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '২৩: সি. বো. '১৯]

উত্তর : গাড়ি ব্রেক করার পরও একটু সামনে গিয়ে থামে গতি জড়তার কারণে। আমরা জানি, গতিশীল বস্তু সর্বদা তার গতি অবস্থা বজায় রাখতে চায়, এজন্য গাড়ি ব্রেক করার পর সাথে সাথে থেমে না গিয়ে পূর্বগতির কারণে কিছুটা সামনে গিয়ে তাকে।

২৩. গাড়ির চালকের সিট বেল্ট পড়া উচিত কেন?

[ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ, সৈয়দপুর]

উত্তর : গাড়ির চালককে সিট বেল্ট পড়া উচিত। গাড়ি চলমান অবস্থায় হঠাৎ ব্রেক করলে গতি জড়তার কারণে চালক সামনের দিকে ছিটকে যেতে পারেন। এতে যেকোনো ধরনের দুর্ঘটনা ঘটতে পারে। কারণ গাড়ি চলন্ত অবস্থায় চালকও গাড়ির সাথে একই দিকে গতিপ্রাপ্ত হয়। চলন্ত গাড়ি হঠাৎ ব্রেক করলে গাড়ির সাথে সাথে চালকের শরীরের নিচের অংশ হঠাৎ স্থির হয়ে যায়। কিন্তু শরীরের উপরের অংশ গতি জড়তার কারণে সামনের দিকে ছিটকে যেতে চায়। এক্ষেত্রে সিট বেল্ট পড়া থাকলে দুর্ঘটনা ঘটার সম্ভাবনা কমে যায়।

২৪. দুর্বল নিউক্লিয় বল অপেক্ষা তড়িৎ চুম্বকীয় বল অধিক শক্তিশালী কেন?

[কু. বো. '২৪]

উত্তর : যে স্বল্প পাল্লার এবং স্বল্প মানের বল নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরস্থ মৌলিক কণিকা লেপটন ও কোয়ার্কের মধ্যে ক্রিয়া করে। এর পাল্লা  $10^{-8} \text{ m}$ । মহাকর্ষ বলের তীব্রতা 1 ধরলে দুর্বল নিউক্লিয় বলের তীব্রতা  $10^{30}$  এবং তড়িৎ চুম্বকীয় বলের তীব্রতা  $10^{40}$  হয়। অর্থাৎ তড়িৎ চুম্বকীয় বল দুর্বল নিউক্লিয় বলের চেয়ে  $10^{10}$  গুণ শক্তিশালী। তড়িৎ চুম্বকীয় বল দুর্বল নিউক্লিয় বল অপেক্ষা প্রায় ট্রিলিয়ন গুণ বেশি, যা অধিক শক্তিশালী।

২৫. সাম্য ও অসাম্য বলের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

[য. বো. '১৯, '১৬]

উত্তর : নিচে সাম্য বল ও অসাম্য বলের মধ্যে পার্থক্য দেওয়া হলো-

সাম্য বল	অসাম্য বল
১. লব্ধি শূন্য হয়।	১. লব্ধি শূন্য হয় না।
২. ত্বরণ হয় না।	২. ত্বরণ হতে পারে।
৩. যে বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তা স্থির থাকে।	৩. বস্তুটি স্থির থাকে না।

২৬. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি ব্যাখ্যা কর।

[চা. বো. '২৪]

উত্তর : ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি হলো- দুই বা ততোধিক বস্তুর মধ্যে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল ছাড়া অন্য কোনো বল প্রযুক্ত না হলে নির্দিষ্ট অভিমুখে বস্তুগুলোর মোট ভরবেগ সর্বদা নির্দিষ্ট থাকে।

ব্যাখ্যা: কামান থেকে গোলা ছুঁড়লে কামানটি পেছনে সরে আসে। গোলা ছোঁড়ার আগে কামান এবং গোলা উভয়েই স্থির থাকায় ওদের ভরবেগ শূন্য থাকে। বিস্ফোরণের পর গোলাটি সামনের দিকে যে ভরবেগ নিয়ে ছোট, কামানও সমান ও বিপরীতমুখী একটি ভরবেগ লাভ করে পেছনে সরে আসে। ফলে গোলা ছোঁড়ার পরও কামান ও গোলার মোট ভরবেগ শূন্য হয়।

২৭. কোনো গতিশীল বস্তুর ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যকার সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

[চা. বো. '২৩]

উত্তর : আমরা জানি,

$$T = \frac{1}{2}mv^2; \text{ যেখানে, } T = \text{গতিশক্তি, } m = \text{ভর এবং } v = \text{বেগ}$$

$$= \frac{m^2v^2}{2m} \text{ [হর ও লবকে } m \text{ দ্বারা গুণ করে]}$$

$$= \frac{(mv)^2}{2m} = \frac{P^2}{2m} \text{ [ভরবেগ, } P = mv]$$

এখন, বস্তুর ভর ধ্রুবক, তাই  $T \propto P^2$ , অর্থাৎ গতিশক্তি বস্তুর ভরবেগের বর্গের সমানুপাতিক।

২৮. একটি গাছের গুড়িকে দড়ি দিয়ে টেনে নেয়ার চেয়ে ঠেলাগাড়িতে উঠিয়ে ঠেলে নেয়া সহজ কেন? ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '২৪]

উত্তর : একটি গাছের গুড়িকে যদি আমরা দড়ি দিয়ে বেঁধে তল বরাবর টানি তাহলে তা তরের সাথে একটি ঘর্ষণ বল তৈরি করবে। আবার, ঐ গুড়িকে যদি ঠেলা গাড়িতে তুলে টেনে নেওয়া হয়, তাহলে ঠেলা গাড়ির চাকাও তল বরাবর এক ধরনের ঘর্ষণ বল উৎপন্ন করবে। যার মান দড়ি দিয়ে টানার থেকে কম। অর্থাৎ এক্ষেত্রে গাছের গুড়িটি টেনে নিয়ে আসা অধিকতর সহজ হবে। এজন্য আমরা বলতে পারি, একটি গাছের গুড়িকে দড়ি দিয়ে বেঁধে টেনে নেওয়ার চেয়ে ঠেলা গাড়িতে তুলে টেনে নেওয়া সহজ।

২৯. ভাঙা রাস্তার চেয়ে পিচঢালা পথে গাড়ি চালানো বেশি সুবিধা- ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '২৪]

উত্তর : ভাঙা রাস্তার সাথে গাড়ির টায়ারের ঘর্ষণ বল অধিক তাকে বলে গাড়িকে চালাতে হলে অধিক বলের প্রয়োজন হয় কিন্তু পিচঢালা রাস্তা ভাঙা রাস্তার তুলনায় অনেক মসৃণ থাকে ফলে গাড়ির টায়ারের সাথে পিচঢালা রাস্তার ঘর্ষণ বল কিছুটা কম থাকে ফলে গাড়ি চালানো সহজ হয়। এছাড়া ভাঙা রাস্তার বিভিন্ন স্থানে তীক্ষ্ণ ইট বা পাথরের জন্য গাড়ির টায়ারের ক্ষতি সাধিত হয়। একারণে ভাঙা রাস্তার চেয়ে পিচঢালা পথে গাড়ি চালানো বেশি সুবিধা।

৩০. বল প্রয়োগ না হলে বস্তুর বেগের পরিবর্তন শূন্য হবে- ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '২৩]

উত্তর : নিউটনের গতির ২য় সূত্র হতে আমরা জানি,

$$F = ma$$

বা,  $ma = 0$  [বল প্রয়োগ না হলে,  $F = 0$ ]

$$\text{বা, } m \frac{v-u}{t} = 0$$

$$\therefore v - u = 0$$

অর্থাৎ, বল প্রয়োগ না হলে বস্তুর বেগের পরিবর্তন শূন্য হবে।

৩১. ভিন্ন ভরের দুটি বস্তুর উপর একই পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে তাদের অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান হয় না কেন?

[চা. বো. '২০]

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



সূত্রাং, দেখা যাচ্ছে, অতিক্রান্ত দূরত্ব ত্বরণের উপর নির্ভর করে। আবার, ত্বরণ,  $a = \frac{F}{m}$ । অতএব, ভিন্ন ভরের দুটি বস্তুর উপর একই পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে এদের ত্বরণ ভিন্ন হবে। ফলে এদের অতিক্রান্ত দূরত্বও ভিন্ন হবে। এ কারণেই ভিন্ন ভরের দুটি বস্তুর উপর একই পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে তাদের অতিক্রান্ত দূরত্ব সমান হয় না।

৩২. 10 N বল বলতে কী বোঝায়? [চা. বো. '১৭; কু. বো. '১৬; চ. বো. '১৫]

উত্তর : 10 N বল বলতে বুঝায়, 1 kg ভরের কোনো বস্তুর  $10 \text{ m s}^{-2}$  ত্বরণ সৃষ্টি করতে 10 N বল প্রয়োগ করতে হয়। আবার অন্যভাবেও বলা যেতে পারে, 10 kg ভরের বস্তুর উপর  $1 \text{ m s}^{-2}$ , ত্বরণ সৃষ্টি করতে 10 N বল প্রয়োগ করতে হয়।

৩৩. বস্তুর ভর ও ওজন সমান কি না ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '২৩]

উত্তর : বস্তুর ওজন অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার না হওয়ায় এর ব্যাসার্ধ সর্বত্র সমান নয়। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ সবচেয়ে কম এবং বিষুব অঞ্চলে সবচেয়ে বেশি। ফলে মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সবচেয়ে বেশি এবং বিষুব অঞ্চলে সবচেয়ে কম হয়। এজন্যই বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয়।

৩৪. প্যারাসুট আরোহী মাটিতে নিরাপদে নামে কীভাবে- ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '২১]

উত্তর : প্যারাসুটের মাধ্যমে আরোহী বাতাসের বাধাকে বৃদ্ধি করে মাটিতে নিরাপদে নেমে আসে। প্যারাসুট বাতাসের বাধা বৃদ্ধির মাধ্যমে অভিকর্ষ বলকে কমিয়ে দেয়। প্যারাসুটের উপর দুই ধরনের বল কাজ করে। একটি হলো অভিকর্ষ বল যা নিচের দিকে ক্রিয়া করে, অপরটি হলো বাতাসের বাধা যা উপরের দিকে কাজ করে। প্যারাসুট বাতাসের বাধাকে বৃদ্ধির মাধ্যমে অভিকর্ষ বলের প্রভাব কমিয়ে নিরাপদে মাটিতে নেমে আসে।

৩৫. কর্দমাক্ত মাটিতে গাড়ির চাকা ঘুরলেও অনেক সময় গাড়ি সম্মুখে অগ্রসর হতে পারে না কেন? [কু. বো. '২৪]

উত্তর : গাড়ির চাকা ঘুরতে গিয়ে রাস্তার উপর বল প্রয়োগ করে যা গাড়িকে এগিয়ে নিয়ে যায়। রাস্তার উপর সর্বোচ্চ কতটুকু বল প্রয়োগ করা যাবে তা নির্ভর করে রাস্তা ও চাকার মধ্যে ঘর্ষণের উপর। ঘর্ষণ যত বেশি হবে তত বেশি বল প্রয়োগ করা যাবে। ঘর্ষণ কম হলে অল্প বল প্রয়োগে চাকা পিছলে যাবে। কর্দমাক্ত মাটিতে চাকা ও মাটির মধ্যে ঘর্ষণ কম হওয়ায় গাড়ি সামনে অগ্রসর হওয়ার জন্য প্রয়োজনীয় ন্যূনতম বলের অনেক কম বল প্রয়োগেই চাকা পিছলে যায়। ফলে চাকা ঘুরতে থাকে কিন্তু গাড়ি সামনে অগ্রসর হয় না।

৩৬. কর্দমাক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই কেন? বুঝিয়ে লেখ। [সি. বো. '২৪; ম. বো. '২৪]

উত্তর : রাস্তায় হাঁটার সময় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল তৈরি হয় তার জন্য আমরা চলতে পারি। কিন্তু রাস্তা কর্দমাক্ত হলে রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যকার ঘর্ষণ বল হ্রাস পায়। এর ফলে কর্দমাক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই।

৩৭. শক্ত মাটিতে হাঁটা সহজ কিন্তু খুরঝুরে বালুর উপর হাঁটা কঠিন- ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '২৩]

উত্তর : আমরা যখন হাঁটি তখন আমাদের পা দিয়ে মাটিতে ধাক্কা দিই (অর্থাৎ, বল প্রয়োগ করি)। তখন মাটি নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুযায়ী আমাদের শরীরে সমান ও বিপরীত বল প্রয়োগ করে, যার কারণে হাঁটেতে পারি। শক্ত মাটিতে হাঁটা সহজ কিন্তু খুরঝুরে বালুর উপর হাঁটা কঠিন। তার কারণ হলো বালুর উপর বল প্রয়োগ করা যায় না, বালু সরে যায়। এক্ষেত্রে, নিউটনের তৃতীয় সূত্রের পাল্টা বলটাও ঠিকভাবে পাওয়া যায় না। অপরদিকে, শক্ত মাটিতে হাঁটলে মাটিতে বল প্রযুক্ত হয় এবং নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুযায়ী মাটিও সমপরিমাণ বল বিপরীত দিকে প্রয়োগ করে। যার কারণে শক্ত মাটিতে হাঁটা সহজ হলেও খুরঝুরে বালুর উপর হাঁটা কঠিন।

৩৮. বোতলের ছিপিতে খাঁজ কাটা থাকে কেন? [চা. বো. '২৪]

উত্তর : বোতলের ছিপি মসৃণ হলে তাতে সৃষ্ট ঘর্ষণ বলের মান অনেক কম হতো। কিন্তু ছিপিতে খাঁজকাটা থাকায় হাত দিয়ে যখন ছিপি ঘুরানো হয় তখন হাতের তালু এবং ছিপির মধ্যে ঘর্ষণ বলের মান অনেক বেশি হয়। ফলে সহজেই ছিপিকে খোলা যায়। অর্থাৎ, বোতলের ছিপি এবং হাতের মধ্যে ঘর্ষণ বল সর্বোচ্চ করার জন্য বোতলের ছিপিতে খাঁজ কাটা থাকে।

৩৯. মসৃণ রাস্তায় ব্রেক করলে চলন্ত গাড়ির চাকা পিছলিয়ে যায় কেন? [দি. বো. '২৪]

উত্তর : রাস্তায় গাড়ি চলার সময় রাস্তা ও গাড়ির চাকার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল তৈরি হয় তার জন্য গাড়ি চলতে পারে। কিন্তু রাস্তা মসৃণ হলে রাস্তা ও গাড়ির চাকার মধ্যকার ঘর্ষণ বল হ্রাস পায়। এর ফলে মসৃণ রাস্তায় চলন্ত গাড়ি ব্রেক করলে গাড়ি সাথে সাথে না থেমে কিছুটা পিছলে যায়।

৪০. গাড়ির টায়ার খাঁজকাটা থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '২৩]

উত্তর : রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বল সর্বোচ্চ করার জন্য গাড়ির টায়ারের পৃষ্ঠ খাঁজকাটা থাকে। যানবাহন চলাচলের সময় প্রয়োজন অনুযায়ী গতিহ্রাসের জন্য রাস্তা ও টায়ারের মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বল বৃদ্ধি করে চাকার ঘূর্ণনকে কমানোর জন্য টায়ারের পৃষ্ঠ খাঁজ কাটা থাকে।

৪১. ঘর্ষণ একটি প্রয়োজনীয় উপদ্রব- ব্যাখ্যা কর। [কু. বো. '২২]/রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা; কুমিল্লা জিলা স্কুল, কুমিল্লা;

ময়মনসিংহ গার্লস ক্যাডেট, ময়মনসিংহ।

উত্তর : ঘর্ষণে অনেক অসুবিধা থাকা সত্ত্বেও ঘর্ষণ ছাড়া আমরা কোনো কিছুই করতে পারি না। ঘর্ষণ না থাকলে কোনো গতিশীল বস্তুর গতি শেষ না হয়ে বিরামহীনভাবে চলতে থাকত। ঘর্ষণ আছে বলেই দেয়ালে পেরেক আটকানো সম্ভব হয়েছে। পাকা দালান ও বাড়ি ঘর নির্মাণ করা যাচ্ছে। কাগজে কলম বা পেনসিল দিয়ে লিখা যাচ্ছে। ঘর্ষণের কারণেই মাটিতে হাঁটেতে পারছি, গাড়ির গতি নিয়ন্ত্রণ করতে পারছি, প্যারাসুট ব্যবহার করে বিমান থেকে মাটিতে অবতরণ সম্ভব হচ্ছে। এজন্য ঘর্ষণকে প্রয়োজনীয় উপদ্রব বলা হয়।

১. এক ব্যক্তি নির্দিষ্ট অবস্থান থেকে 2 kg ভরের একটি বস্তুকে 584 m দূরের একটি বাস্তব ফেলানোর উদ্দেশ্যে 10 s যাবত 10 N বল প্রয়োগ করলো। পথের ঘর্ষণ বল 3 N।

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২৪]

- (ক) বলা কাকে বলে?  
(খ) দূর্বল নিউক্লিয় বল অপেক্ষা তড়িৎ চুম্বকীয় বল অধিক শক্তিশালী কেন?  
(গ) বস্তুর উপর থেকে পথের গতি ঘর্ষণ সহগ নির্ণয় কর।  
(ঘ) ঐ ব্যক্তির উদ্দেশ্য সফল হবে কিনা- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করে মতামত দাও।

#### ১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করার চেষ্টা করে বা যা গতিশীল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করার চেষ্টা করে, তাকে বল বলে।
- (খ) যে স্বল্প পাল্লার এবং স্বল্প মানের বল নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরস্থ মৌলিক কণিকা লেপটন ও কোয়োকের মধ্যে ক্রিয়া করে। এর পাল্লা  $10^{-8} \text{ m}$ । মহাকর্ষ বলের তীব্রতা 1 ধরলে দূর্বল নিউক্লিয় বলের তীব্রতা  $10^{30}$  এবং তড়িৎ চুম্বকীয় বলের তীব্রতা  $10^{40}$  হয়। অর্থাৎ তড়িৎ চুম্বকীয় বল দূর্বল নিউক্লিয় বলের চেয়ে  $10^{10}$  গুণ শক্তিশালী। তড়িৎ চুম্বকীয় বল দূর্বল নিউক্লিয় বল অপেক্ষা প্রায় ট্রিলিয়ন গুণ বেশি, যা অধিক শক্তিশালী।
- (গ) এখানে, বস্তুর ভর,  $m = 2 \text{ kg}$   
বস্তু ও পথের ঘর্ষণ বল,  $f_k = 3 \text{ N}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
 $R = mg$   
 $= 2 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 19.6 \text{ N}$   
গভীর ঘর্ষণ সহগ  $\mu_k$  হলে,  
 $\mu_k = \frac{f_k}{R} = \frac{3 \text{ N}}{19.6 \text{ N}} = 0.153$   
অতএব, উদ্দীপকের পথের গতিয় ঘর্ষণ সহগ 0.153.
- (ঘ) এখানে, বস্তুর আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$   
বস্তুর ভর,  $m = 2 \text{ kg}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
বস্তুর ও পথের ঘর্ষণ বল,  $f_k = 3 \text{ N}$   
বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল,  $F = 10 \text{ N}$   
সময়,  $t = 10 \text{ s}$   
বাস্তব দূরত্ব,  $s = 584 \text{ m}$   
বস্তুর প্রথম 10 s এ ত্বরণ,  $a = ?$   
বস্তুর শেষবেগ,  $v = ?$   
আমরা জানি,  
 $ma = F - f_k$   
বা,  $u = \frac{F - f_k}{m} = \frac{10 \text{ N} - 3 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 3.5 \text{ ms}^{-2}$   
 $\therefore 10 \text{ s}$  এ বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব,  
 $s_1 = ut + \frac{1}{2}at^2$   
 $= 0 \text{ ms}^{-1} \times 10 \text{ s} + \frac{1}{2} \times 3.5 \text{ ms}^{-2} \times (10 \text{ s})^2 = 175 \text{ m}$   
10 s পরে বেগ  $v'$  হলে,  
 $v' = u + at$   
 $= 0 \text{ ms}^{-1} + 3.5 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ s}$   
 $= 35 \text{ ms}^{-1}$   
10 s পর বস্তুর উপর বল প্রয়োগ বন্ধ করা হলে,  
ধরি, এরপর বস্তুটি  $a'$  মন্দনে চলে  
 $\therefore ma' = f_k$   
বা,  $a' = \frac{f_k}{m} = \frac{3 \text{ N}}{2 \text{ kg}} = 1.5 \text{ ms}^{-2}$   
মন্দনে চলা অবস্থায় অতিক্রান্ত দূরত্ব  $s_2$  হলে,  
 $v^2 = v'^2 - 2a's_2$

$$\text{বা, } (0 \text{ ms}^{-1})^2 = (35 \text{ ms}^{-1})^2 - 2 \times 1.5 \text{ ms}^{-2} \times s_2$$

$$\text{বা, } s_2 = \frac{(35 \text{ ms}^{-1})^2}{2 \times 1.5 \text{ ms}^{-2}} = 408.333 \text{ m}$$

$$\therefore s_2 = 408.333 \text{ m}$$

$\therefore$  বস্তুর মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s' = s_1 + s_2$$

$$= 175 \text{ m} + 408.333 \text{ m}$$

$$= 583.333 \text{ m}$$

উপরের গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যায়  $s > s'$

অতএব, উদ্দীপকের ঐ ব্যক্তির উদ্দেশ্য সফল হবে না।

২. টেবিলে রাখা 500 g ভরের একটি বইয়ের কার্যকরী বল 4.88 N. মহাবিশ্বের দুটি ভিন্ন স্থান X ও Y এর ভরের অনুপাত  $M : m = 81 : 1$  এবং এদের ব্যাসার্ধের অনুপাত  $R : r = 4 : 1$ . ক্ষেত্রে  $g_x = 9.8 \text{ ms}^{-2}$ ।

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২৪]

- (ক) মৌলিক বল কাকে বলে  
(খ) ক্রিকেট খেলায় বোলার দৌড়ে বল করে কেন? ব্যাখ্যা কর।  
(গ) উদ্দীপকের ঘটনায় গতি ঘর্ষণ সহগ নির্ণয় কর।  
(ঘ) উদ্দীপকের আলোকে কোন স্থানে বইটির ওজন কম হবে-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

#### ২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যেসব বল মূল বা স্বাধীন অর্থাৎ যেসব বল অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয় না বা অন্য কোনো বলের কোনোরূপ নয় বরং অন্যান্য বল এসব বলের কোনো না কোনো রূপের প্রকাশ তাদেরকে মৌলিক বল বলে।
- (খ) ক্রিকেট খেলায় একজন বোলারকে অনেক দূর থেকে দৌড়ে এসে বল করতে হয়। কারণ, এর ফলে বোলার কর্তৃক লব্ধ গতি জড়তার মান বেশি হয় এবং বোলার অনেক জোরে বল করতে পারে।
- (গ) এখানে, বইয়ের ভর,  $m = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}$   
প্রয়োগকৃত বল,  $F' = 6 \text{ N}$   
কার্যকরী বল,  $F = 4.88 \text{ N}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
গতিয় ঘর্ষণ সহগ,  $\mu_k = ?$   
[উদ্দীপকে প্রয়োগকৃত বল উল্লেখিত নেই। তবে প্রয়োগকৃত বল ছাড়া গতিয় ঘর্ষণ সহগ নির্ণয় করা সম্ভব নয়। তাই 6 N প্রয়োগকৃত বল বিবেচনা করে প্রশ্নটির উত্তর করা হলো।]  
বইয়ের ওজন বা প্রতিক্রিয়া বল,  
 $W = R = mg = 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 4.9 \text{ N}$   
এখন,  $F' - f_k = F$   
বা,  $f_k = F' - F$   
বা,  $R \times \mu_k = F' - F$   
বা,  $\mu_k = \frac{F' - F}{R} = \frac{6 - 4.88}{4.9} = 0.23$   
অতএব, গতিয় ঘর্ষণ সহগ 0.23.
- (ঘ) এখানে, X এবং Y এর ভরের অনুপাত,  
 $M : m = 81 : 1$  বা,  $\frac{M}{m} = \frac{81}{1}$   
এবং ব্যাসার্ধের অনুপাত,  $R : r = 4 : 1$  বা,  $\frac{R}{r} = \frac{4}{1}$   
X- এর অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g_x = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
Y- এর অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g_y = ?$   
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক (i) হলে,  
X স্থানের জন্য পাই,  $g_x = \frac{GM}{R^2} \dots \dots \dots (1)$   
Y- স্থানের জন্য পাই,  $g_y = \frac{Gm}{r^2} \dots \dots \dots (2)$   
(1) নং কে (2) নং দ্বারা ভাগ করে পাই,  
 $\frac{g_x}{g_y} = \frac{GM}{R^2} \times \frac{r^2}{(im)}$   
বা,  $\frac{g_x}{g_y} = \frac{M}{m} \times \left(\frac{r}{R}\right)^2$



# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

$$= \left(\frac{81}{1}\right) \times \left(\frac{1}{4}\right)^2 = \frac{81}{16} \left[ \because \frac{R}{r} = \frac{4}{1} \text{ বা } \frac{r}{R} = \frac{1}{4} \right]$$

বইয়ের ভর,  $m = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}$

X স্থানে বইয়ের ওজন,

$$W_x = mg_x = 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 4.9 \text{ N}$$

Y স্থানে বইয়ের ওজন,

$$W_y = mg_y = 0.5 \text{ kg} \times 1.9358 \text{ ms}^{-2} = 0.9679 \text{ N}$$

এখানে,  $W_x > W_y$

$$\frac{W_x}{W_y} = \frac{4.9 \text{ N}}{0.9679} = 5.0625$$

$$\therefore W_x = 5.0625 W_y$$

$\therefore$  বইয়ের ওজন X অবস্থানে বেশি হবে এবং Y স্থানে কম হবে।

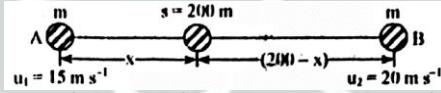
৩. সমভরের দুটি গাড়ি পরস্পর থেকে 200 m দূর থেকে  $15 \text{ ms}^{-1}$  ও  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগে অগ্রসর হয়ে একটি নির্দিষ্ট সময় পরে গাড়ি দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হলো।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২৪]

- (ক) ঘর্ষণ কাকে বলে?  
(খ) একটি ক্রিকেট বলকে ব্যাট দ্বারা আঘাত করলে অনেক সময় ছক্কা পরিণত হয় কেন?  
(গ) কত সময় পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষ হলো?  
(ঘ) সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে গাড়ি দুটির মোট শক্তির কোনো পরিবর্তন হবে কিনা? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা দাও।

### ৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর উপর দিয়ে চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন ঘর্ষণের কারণে যে বাধা বলের সৃষ্টি হয়, তাই ঘর্ষণ বল।  
(খ) একটি ক্রিকেট বলকে ব্যাট দিয়ে যথেষ্ট পরিমাণ বল প্রয়োগ করলে বলটি অধিক বেগ প্রাপ্ত হয়। এই বেগ যদি বলটিকে ছক্কা হওয়ার জন্য সীমানা অতিক্রম করতে যথেষ্ট হয় তাহলেই বলটি সীমানার বাইরে চলে যায় তখন বলটি ছক্কা পরিণত হয়।  
(গ) এখানে, উভয় গাড়ির ভর,  $m$   
১ম গাড়ির আদিবেগ,  $u_1 = 15 \text{ ms}^{-1}$   
২য় গাড়ির আদিবেগ,  $u_2 = 20 \text{ ms}^{-1}$   
গাড়ি দুটি বিপরীত দিক হতে পরস্পরের দিকে অগ্রসর হয়।



মনে করি, ১ম গাড়ি x সরণ অতিক্রম করে t সময় পর ২য় গাড়ির সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়।

১ম গাড়ির সরণ,

$$s_1 = u_1 t$$

$$\text{বা, } x = 15 t \dots \dots \dots (1)$$

এবং ২য় গাড়ির সরণ,

$$s_2 = u_2 t$$

$$\text{বা, } (200 - x) = 20 \times t$$

$$\text{বা, } x = 200 - 20t \dots \dots \dots (2)$$

(1) ও (2) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$15 t = 200 - 20 t$$

$$\text{বা, } 35 t = 200$$

$$\text{বা, } t = \frac{200}{35}$$

$$\therefore t = 5.714 \text{ s}$$

অতএব, 5.714 s পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষ হলো।

- (ঘ) এখানে, উভয় গাড়ির ভর,  $m_1 = m_2 = m$

$$১ম গাড়ির আদিবেগ, u_1 = 15 \text{ ms}^{-1}$$

$$২য় গাড়ির আদিবেগ, u_2 = -20 \text{ ms}^{-2}$$

গাড়ি দুটি সংঘর্ষের পর v মিলিত বেগে চলতে থাকলে,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2) v$$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{m \times 15 + m \times (-20)}{m + m}$$

$$= \frac{15m - 20m}{2m} = \frac{-5m}{2m}$$

$$= -2.5 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, সংঘর্ষের পূর্বে গাড়ি দুটি মোট শক্তি,

$$E_1 = \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times m \times (15)^2 + \frac{1}{2} \times m \times (-20)^2$$

$$= 112.5m + 200m$$

$$= 312.5 m \text{ জুল}$$

এবং সংঘর্ষের পরে গাড়ি দুটির মোট শক্তি,

$$E_2 = \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 v^2$$

$$= \frac{1}{2} v^2 (m_1 + m_2)$$

$$= \frac{1}{2} \times (-2.5)^2 \times (m + m)$$

$$= 6.25m \text{ জুল}$$

এখানে,  $E_1 \neq E_2$

শক্তির পরিবর্তন,

$$= E_1 - E_2$$

$$= 312.5m - 6.25m = 306.25m \text{ জুল}$$

সুতরাং সংঘর্ষের পূর্বে ও পরে গাড়ি দুটির মোট শক্তি পরিবর্তন 306.25 m জুল।

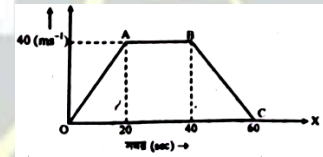
[বি.দ্র: উদ্দীপকে বস্তুর সংঘর্ষ পরবর্তী অবস্থা উল্লেখ না থাকায় বস্তুর সংঘর্ষের পর মিলিত হয়ে চলতে থাকে বিবেচনা করে সমাধান হয়েছে।]

৪. উদ্দীপক-১:



চিত্রের A ও B এর ভর যথাক্রমে 50 kg ও 40 kg।

উদ্দীপক-২: 200 গ্রাম ভরের একটি বস্তুর বেগ বনাম সময় লেখচিত্র নিচে দেওয়া হলো:



[ঢাকা বোর্ড-২০২৩]

- (ক) পড়ন্ত বস্তুর ২তম সূত্রটি লেখ।  
(খ) কোনো গতিশীল বস্তুর ভরবেগ ও গতিশক্তির মধ্যকার সম্পর্ক ব্যাখ্যা করো।  
(গ) উদ্দীপক-১ এর আলোকে  $V_A$  এর মান নির্ণয় করো।  
(ঘ) উদ্দীপক-২ এর লেখচিত্রটিকে বলের প্রকৃতি বিবেচনায় বিশ্লেষণ করো।

### ৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে (t) প্রাপ্ত বেগ (v) এর সময়ের সমানুপাতিক অর্থাৎ  $v \propto t$ ।  
(খ) বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে। বস্তুর ভর m, বেগ v হলে ভরবেগ,  $p = mv$ ।  
অপরদিকে কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।

$$\text{আমরা জানি, গতিশক্তি, } T = \frac{1}{2} mv^2$$

$$= \frac{m \times m \times v^2}{2m} \text{ [ব ও হরকে m দ্বারা গুণ করে]}$$

$$= \frac{(mv)^2}{2m}$$

$$\therefore T = \frac{p^2}{2m}$$

এটিই ভরবেগের সাথে গতিশক্তির সম্পর্ক।

- (গ) আমরা জানি,

# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

$$V_A = \frac{(m_A - m_B)u_A + 2m_B u_B}{m_A + m_B}$$

$$= \frac{(50-40)30 + 2 \times 40 \times 20}{50+40}$$

$$V_A = 21.11 \text{ms}^{-1} (\text{Ans.})$$

এখানে,

$$u_A = 30 \text{ms}^{-1}$$

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

$$m_A = 50 \text{kg}$$

$$m_B = 40 \text{kg}$$

$$V_A = ?$$

(ঘ) উদ্দীপক-২ হতে OA রেখার ত্বরণ,  $a_{OA} = \frac{40-0}{20-0} = 2 \text{ms}^{-2}$

$$\text{বল, } F_{OA} = m a_{OA}$$

$$= 0.2 \times 2 \quad [\because \text{ভর, } m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}]$$

$$= 0.4 \text{ N}$$

$\therefore$  OA রেখা বরাবর বস্তুর উপর 0.4 N দ্রুত বল প্রয়োগ করা হয়েছে।

AB রেখা সমবেগ নির্দেশ করায় ত্বরণ শূন্য হবে

$$\therefore a_{AB} = 0$$

$$\therefore \text{বল, } F_{AB} = m a_{AB} = 0 \text{ N}$$

$$\text{সুতরাং, AB রেখায় মন্দন, } a_{BC} = \frac{0-40}{60-40} = -2 \text{ms}^{-2}$$

$$\therefore \text{বল, } F_{BC} = m a_{BC} = 0.2 \times (-2)$$

$$= -0.4 \text{ N}$$

$\therefore$  BC রেখা বরাবর বস্তুর গতির বিপরীতে বস্তুর উপর 0.4 N দ্রুত বল প্রয়োগ করা হয়েছে।

৫. 3.92 N ওজনের একটি খেলনা গাড়ির উপর বল প্রয়োগ করায় এটি ঘর্ষণযুক্ত মেঝেতে  $0.5 \text{ms}^{-2}$  ত্বরণে চলতে শুরু করে। ঘর্ষণ বল 0.5 N।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২৩]

(ক) বল কাকে বলে?

(খ) পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য কেন? বুঝিয়ে লিখ।

(গ) গাড়ির উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো।

(ঘ) ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে মূল্যায়ন করো।

### ৫ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) বাহ্যিক যে কারণ কোনো একটি বস্তুর গতি বা স্থিতি অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায় তাকে বল বলে।

(খ) 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) গাড়ির ভর m হলে আমরা জানি,

$$W = mg$$

$$\text{বা, } m = \frac{W}{g} = \frac{3.92}{9.8} = 0.4 \text{kg}$$

$$\text{আবার, } F - F_k = ma$$

$$\text{বা,}$$

$$F = ma + F_k$$

$$= 0.4 \times 0.5 + 0.5$$

$$= 0.7 \text{ N} \quad (\text{Ans.})$$

দেওয়া আছে,

$$\text{ঘর্ষণ বল, } F_k = 0.5 \text{ N}$$

গাড়ির ওজন,

$$W = 3.92 \text{ N}$$

গাড়ির ত্বরণ,

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

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

গাড়ির উপর প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

(ঘ) ধরি,

ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় ত্বরণ =  $a'$

ঘর্ষণবিহীন অবস্থায়,  $F = ma'$

$$\text{বা, } a' = \frac{F}{m} = \frac{0.7}{0.4}$$

$$= 1.75 \text{ms}^{-2}$$

$\therefore$  ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন অবস্থায়

মেঝেতে ত্বরণের পরিবর্তন,

$$= (1.75 - 0.5)$$

$$= 1.25 \text{ms}^{-2}$$

অতএব, ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে গাড়ির ত্বরণ ঘর্ষণযুক্ত মেঝের তুলনায়  $1.25 \text{ms}^{-2}$  বৃদ্ধি পাবে।

‘গ’ অংশ হতে পাই,

গাড়ির ভর,  $m = 0.4 \text{ kg}$

গাড়ির উপর প্রযুক্ত বল,

$$F = 0.7 \text{ N}$$

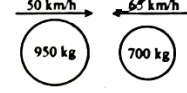
ঘর্ষণ বল,  $F_k = 0.5 \text{ N}$

ধরি,

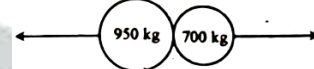
ঘর্ষণযুক্ত অবস্থায় ত্বরণ,

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

৬. সংঘর্ষের আগে



সংঘর্ষের সময়



[সংঘর্ষের পর বস্ত্তদ্বয় একই বেগে চলতে থাকে।]

[রাজশাহী বোর্ড-২০২৩]

(ক) জড়তা কাকে বলে?

(খ) গাড়ির টায়ার খাঁজকাটা থাকে কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) মিলিত বস্ত্তর বেগ নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের ক্ষেত্রে ভরবেগ ও গতিশক্তি কোনটি সংরক্ষিত হয়? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

### ৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) বস্ত্ত যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সে অবস্থায় বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে।

(খ) রাস্তায় চলার উপযোগী প্রয়োজনীয় আবর্ত ঘর্ষণ পাওয়ার জন্য গাড়ির টায়ারের পৃষ্ঠে খাঁজকাটা থাকে। গাড়ির টায়ারকে এমনভাবে তৈরি করা হয় যেন এটি চলার সময় রাস্তাকে ভালোভাবে আঁকড়ে ধরে থাকে এবং প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বল সৃষ্টি করে। এজন্য টায়ারের উপরের পৃষ্ঠে বিভিন্ন ধরণের দাঁত বা খাঁজ কাটা থাকে। ফলে টায়ার রাস্তার তলকে ভালভাবে আঁকড়ে ধরতে পারে। অর্থাৎ প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ বল পাওয়ার জন্য গাড়ির টায়ারে খাঁজকাটা থাকে।

(গ) মনে করি,

প্রথম বস্ত্তর আদিবেগের দিক বরাবর বেগ ধনাত্মক।

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে পাই,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$= (m_1 + m_2) v$$

এখানে,

প্রথম বস্ত্তর ভর,

$$m_1 = 950 \text{ kg}$$

দ্বিতীয় বস্ত্তর ভর,

$$m_2 = 700 \text{ kg}$$

সংঘর্ষের পূর্বে,

প্রথম বস্ত্তর বেগ,

$$u_1 = 50 \text{kmh}^{-1}$$

$$= 13.89 \text{ms}^{-1}$$

দ্বিতীয় বস্ত্তর বেগ,

$$u_2 = -65 \text{kmh}^{-1}$$

$$= -18.06 \text{ms}^{-1}$$

সংঘর্ষের পর মিলিত বেগ,

$$v = ?$$

$$= \frac{950 \times 13.89 + 700 \times (-18.06)}{950 + 700} = 0.3355 \text{ms}^{-1}$$

$$= 1.207 \text{kmh}^{-1}$$

মিলিত বস্ত্তদ্বয়ের বেগ  $1.207 \text{kmh}^{-1}$  এর দিক হবে প্রথম বস্ত্তর আদিবেগের দিকে।

(ঘ) সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি,

$$= m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$= 950 \times 13.89 + 700 \times (-18.06)$$

$$= 553.5 \text{kgms}^{-1}$$

এখানে,

প্রথম বস্ত্তর বেগ,

$$u_1 = 13.89 \text{ms}^{-1}$$

দ্বিতীয় বস্ত্তর বেগ,

$$u_2$$

$$= -18.06 \text{ms}^{-1}$$

প্রথম বস্ত্তর ভর,

$$m_1 = 950 \text{ kg}$$

দ্বিতীয় বস্ত্তর ভর,

$$m_2 = 700 \text{ kg}$$

বস্ত্তদ্বয়ের মিলিত বেগ,

$$v = 0.335 \text{ms}^{-1}$$

[‘গ’ থেকে]



# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

সংঘর্ষের পর ভরবেগের সমষ্টি,

$$\begin{aligned} &= (m_1 + m_2)v \\ &= (950 + 700) \times 0.3355 \\ &= 553.5 \text{ kgms}^{-1} \end{aligned}$$

যেহেতু, সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি = সংঘর্ষের পর ভরবেগের সমষ্টি  
অর্থাৎ উদ্দীপকের ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 950 \times (13.89)^2 + \frac{1}{2} \times 700 \times (-18.06)^2 \\ &= 205800 \text{ J} \end{aligned}$$

সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 v^2 = \frac{1}{2} v^2 (m_1 + m_2) \\ &= \frac{1}{2} \times (0.3355)^2 \times (950 + 700) \\ &= 92.86 \text{ J} \end{aligned}$$

∴ সংঘর্ষের পূর্বে গতিশক্তির সমষ্টি ≠ সংঘর্ষের পরে গতিশক্তির সমষ্টি অর্থাৎ, উদ্দীপকের ঘটনাটিতে ভরবেগ সংরক্ষিত থাকলেও গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

৭. 30 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর একটি বল 5 sec ক্রিয়া করায়  $15 \text{ ms}^{-1}$  বেগ প্রাপ্ত হয়। এরপর বস্তুটি সমবেগে 2 sec চলার পর বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে 3 sec এ বস্তুটি থামানো হয়।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২৩]

(ক) ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ।

(খ) একটি কাঠের গুড়ি দড়ি দিয়ে টেনে নেয়ার চেয়ে ঠেলাগাড়িতে তুলে টেনে নেয়া সহজ কেন?

(গ) যাত্রা শুরু ১ম 5 sec এ বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো।

(ঘ) তথ্য অনুসারে বল-সময়ের লেখচিত্র অঙ্কন করো।

### ৭ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি হলো - 'যখন কোনো ব্যবস্থার উপর প্রযুক্ত মোট বাহ্যিক বল শূন্য হয়, তখন ব্যবস্থাটির মোট ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।'

(খ) কাঠের গুড়ি দড়ি দিয়ে টেনে নেওয়ার সময় কাঠের গুড়ির নিম্নতল ভূমির সংস্পর্শে থাকে এবং এতে গভীর ঘর্ষণের সৃষ্টি হয়। অন্যদিকে, ঠেলাগাড়িতে তুলে টেনে নেওয়ার সময় ঠেলাগাড়ির চাকা ভূমির সংস্পর্শে থাকে এবং আবর্ত ঘর্ষণ বলের সৃষ্টি হয়। আবর্ত ঘর্ষণ বলের মান গভীর ঘর্ষণ বলের চেয়ে অনেক ছোট হওয়ায় কাঠের গুড়িকে দড়ি দিয়ে টেনে নেওয়ার চেয়ে ঠেলাগাড়িতে তুলে নেওয়া সহজ।

(গ) আমরা জানি,

ত্বরণ,

$$\begin{aligned} a &= \frac{v-u}{t} \\ &= \frac{15-0}{5} \\ &= 3 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

সুতরাং, 5 sec এ বস্তুর সরণ,

$$\begin{aligned} s &= ut + \frac{1}{2} at^2 \\ &= 0 \times 5 + \frac{1}{2} \times 3 \times (5)^2 \\ &= 37.5 \text{ m} \quad (\text{Ans.}) \end{aligned}$$

(ঘ) (গ) হতে পাই

প্রথম 5s এ ক্রিয়ারত ত্বরণ,  $a_1 = 3 \text{ ms}^{-2}$

বল,  $F_1 = ma_1$

$$\therefore F_1 = 30 \times 3 = 90 \text{ N}$$

এরপর 2 s বস্তু সমবেগে চলে।

সুতরাং এক্ষেত্রে ত্বরণ শূন্য। তাই বলও শূন্য।

শেষ 3 s এ:

∴ ত্বরণ,

এখানে,

সময়,  $t = 5 \text{ s}$

শেষবেগ,  $v = 15 \text{ ms}^{-1}$

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

এখানে,

বস্তুর ভরবেগ,  $m = 30 \text{ kg}$

এখানে,

আদিবেগ,  $u = 15 \text{ ms}^{-1}$

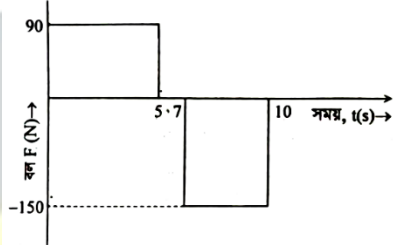
শেষবেগ,  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

সময়,  $t = 3 \text{ s}$

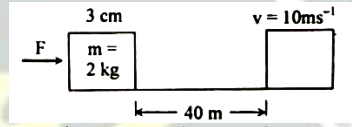
$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{v-u}{t} \\ &= \frac{0-15}{3} \\ &= -5 \text{ ms}^{-2} \end{aligned}$$

$$\therefore \text{বল, } F_2 = ma_2 = 30 \times -5 = -150 \text{ N}$$

বল-সময় লেখচিত্র:



৮. নিচের চিত্রটি লক্ষ্য করো এবং নিচের প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও:



ঘর্ষণ বল 5N, পরিমাপে ত্রুটি 2%

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২৩]

(ক) আপেক্ষিক ত্রুটি কাকে বলে?

(খ) মিটার স্কেলের সাহায্যে বস্তুটির সঠিক দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায়? ব্যাখ্যা করো।

(গ) বর্গাকার ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল নির্ণয়ে চূড়ান্ত ত্রুটি কত হবে?

(ঘ) 40 m অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে, বস্তুটি প্রথম থেকে সর্বমোট কত সময় পর থেমে যাবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

### ৮ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো কিছুর পরিমাপে চূড়ান্ত ত্রুটি ও পরিমাপ্য মানের অনুপাতই হলো আপেক্ষিক ত্রুটি।

(খ) 100 cm বা 1 m লম্বা স্কেলকে মিটার স্কেল বলে। মিটার স্কেলের একপাশে cm ও অন্য পাশে ইঞ্চি দাগ কাটা থাকে। একটি স্কেলে সবচেয়ে যে সূক্ষ্ম দাগ থাকে আমরা সে পর্যন্ত মাপতে পারি। মিটার স্কেল সাধারণত মিলিমিটার পর্যন্ত ভাগ করা থাকে। এজন্য মিটার স্কেল ব্যবহার করে কোনো কিছুর দৈর্ঘ্য মিলিমিটার পর্যন্ত মাপা যায়। অর্থাৎ মিটার স্কেল দিয়ে মিলিমিটারের ভগ্নাংশ মাপা যায় না। কিন্তু বস্তুর দৈর্ঘ্য সঠিকভাবে পরিমাপের জন্য মিলিমিটারের ভগ্নাংশ মাপার প্রয়োজন হয়, যা মিটার স্কেল দিয়ে সম্ভব নয়। এ কারণে মিটার স্কেলের সাহায্যে কোনো বস্তুর সঠিক দৈর্ঘ্য পরিমাপ করা যায় না।

(গ) পরিমাপকৃত বর্গাকার ক্ষেত্রের বাহুর ক্ষেত্রফল,

$$A = 3^2 = 9 \text{ cm}^2$$

এখানে,

পরিমাপকৃত বর্গাকার ক্ষেত্রের বাহুর দৈর্ঘ্য,  $L = 3 \text{ cm}$

2% আপেক্ষিক ত্রুটি থাকলে

দৈর্ঘ্যের সর্বনিম্ন মান,

$$L_{\min} = 3 - 3 \times \frac{2}{100}$$

$$= 3 - 3 \times 0.02 = 2.94 \text{ cm}$$

$$\text{দৈর্ঘ্যের সর্বোচ্চ মান, } L_{\max} = 3 + 3 \times 0.02 = 3.06 \text{ cm}$$

$$\therefore \text{সবচেয়ে কম ক্ষেত্রফল, } A_{\min} = 2.94^2 \text{ cm}^2 = 8.6436 \text{ cm}^2$$

$$\text{সবচেয়ে বেশি ক্ষেত্রফল, } A_{\max} = 3.06^2 \text{ cm}^2 = 9.3636 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \text{চূড়ান্ত ত্রুটি} = |9 - 9.3636| = 0.3636 \text{ cm}^2 \text{ (সর্বোচ্চ মান নিয়ে)}$$

$$\text{অথবা, } |9 - 8.6436| = 0.3564 \text{ cm}^2 \text{ (সর্বনিম্ন মান নিয়ে)}$$

$$\therefore \text{ত্রুটির সর্বোচ্চ মান গ্রহণ করে চূড়ান্ত ত্রুটি পাই } 0.3636 \text{ cm}^2 \text{ (Ans.)}$$

(ঘ) শুরুতে প্রযুক্ত বলের প্রভাবে 40 m দূরত্ব অতিক্রম করতে বস্তুর  $t_1$  s সময় লাগলে,

$$s_1 = \left( \frac{u+v}{2} \right) t_1$$

$$\text{বা, } 40 = \left( \frac{0+10}{2} \right) t_1$$

$$\text{বা, } 40 = 5t_1$$

এখানে,

সরণ,  $s_1 = 40 \text{ m}$

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

$$\therefore t_1 = 8s$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 10 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t_1 = ?$$

40 m অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে, বস্তুর ওপর কেবল ঘর্ষণ বল ক্রিয়াশীল থাকবে। ঘর্ষণ বলের জন্য মন্দন  $a$  হলে,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে,

$$\text{ভর, } m = 2 \text{ kg}$$

$$\text{ঘর্ষণ বল, } F = 5N$$

$$\text{আদিবেগ, } u = 10 \text{ ms}^{-1}$$

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

$$v = u - at_2$$

$$\text{বা, } 0 = 10 - 2.5t_2$$

$$\text{বা, } t_2 = \frac{10}{2.5} = 4s$$

$$\text{মোট সময়, } y = t_1 + t_2 = 8s + 4s = 12s$$

$\therefore$  বস্তুর প্রথম থেকে সর্বমোট 12 s সময় পর থেমে যাবে।

৯. 10 kg এবং 5 kg ভরের দুইটি বস্তু পরস্পরের দিকে যথাক্রমে 20 m/s এবং 30 m/s বেগে গতিশীল। যাত্রার শুরুতে তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব 1km ছিল। বস্তুদ্বয়ের মধ্যে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ হয়।

[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২৩]

(ক) ফোকাস দূরত্ব কাকে বলে?

(খ) বস্তুর গতিবেগ শূন্য হলেও ত্বরণ শূন্য নাও হতে পারে- ব্যাখ্যা করো।

(গ) যাত্রা শুরুর কতক্ষণ পর বস্তুদ্বয়ের মধ্যে সংঘর্ষ হবে?

(ঘ) সংঘর্ষের পর কোনটির ভরবেগ বেশি হবে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

### ৯ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) প্রধান অক্ষের সমান্তরাল এক গুচ্ছ আলোক রশ্মি প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর মেরু বা আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান অক্ষের উপর যদ দূরে মিলিত হয় বা যত দূর থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তাকেই ফোকাস দূরত্ব বলে।

(খ) বস্তুর অবস্থান পরিবর্তনের হারকে বস্তুর বেগ বলে এবং বস্তুর বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। বেগ এবং ত্বরণ ভেক্টর রাশি। এর একটি বাস্তব উদাহরণ হতে পারে একটি বলকে উলম্বভাবে ছুড়ে মারা। এক্ষেত্রে বস্তু যখন সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠে তখন বস্তুর বেগ শূন্য হয় কিন্তু ঐ অবস্থায়ও অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর উপর কাজ করে। অর্থাৎ ঐ অবস্থায় বস্তুর ত্বরণ হলো অভিকর্ষজ ত্বরণের সমান। তাই বস্তুর গতিবেগ শূন্য হলেও ত্বরণ শূন্য নাও হতে পারে।

(গ) মনে করি,  $t$  সময় পর বস্তু দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হয়।

$$\text{ধরি, } t \text{ সময়ে } 1 \text{ m বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব}$$

$$= x \text{ m}$$

$$\therefore 2 \text{ য় বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব,}$$

$$= (s - x) \text{ m}$$

$$= (1000 - x) \text{ m}$$

এখানে,

$$1 \text{ m বস্তুর গতিবেগ,}$$

$$v_1 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$2 \text{ য় বস্তুর গতিবেগ,}$$

$$v_2 = 30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব,}$$

$$s = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}$$

এখানে,

$$x = v_1 t$$

$$\text{বা, } x = 20t \dots \dots \dots (i)$$

আবার,

$$1000 - x = v_2 t$$

$$\text{বা, } 1000 - x = 30t \dots \dots \dots (ii)$$

(i) + (ii) হতে পাই,

$$x + 1000 - x = 20t + 30t$$

$$\text{বা, } 50t = 1000$$

$$\text{বা, } t = \frac{1000}{50} = 20s$$

$\therefore 20 \text{ s}$  পর বস্তুদ্বয়ের মধ্যে সংঘর্ষ হবে। (Ans.)

(ঘ) সংঘর্ষের পর প্রথম বস্তুর বেগ,

$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2)u_1 + 2m_2u_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{(10 - 5) \times 20 + 2 \times 5 \times (-30)}{10 + 5}$$

এখানে,

প্রথম বস্তুর ভর,

$$m_1 = 10 \text{ kg}$$

$$= -13.33 \text{ ms}^{-1}$$

দ্বিতীয় বস্তুর ভর,

$$m_2 = 5 \text{ kg}$$

প্রথম বস্তুর বেগের দিক  
ধনাত্মক

ধরে,

প্রথম বস্তুর আদিবেগ,

$$u_1 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

দ্বিতীয় বস্তুর আদিবেগ,

$$u_2 = -30 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore \text{প্রথম বস্তুর ভরবেগ, } P_1$$

$$= m_1 v_1$$

$$= 10 \times (-13.33)$$

$$= -133.3 \text{ kgms}^{-1}; \text{ ঋণাত্মক চিহ্ন দিক প্রকাশ করছে}$$

দ্বিতীয় বস্তুর বেগ,

$$v_2 = \frac{(m_2 - m_1)u_2 + 2m_1u_1}{m_1 + m_2}$$

$$\text{বা, } v_2 = \frac{(5 - 10)(-30) + 2 \times 10 \times 20}{10 + 5}$$

$$= 36.67 \text{ ms}^{-1}$$

দ্বিতীয় বস্তুর ভরবেগ,

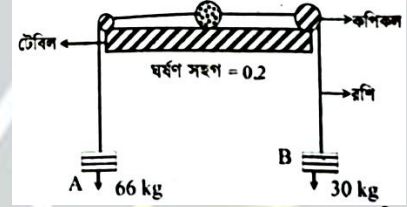
$$P_2 = m_2 \times v_2$$

$$= 5 \times 36.67 = 183.35 \text{ kgms}^{-1} > P$$

সূত্রাং সংঘর্ষের পর দ্বিতীয় বস্তুর ভরবেগ বেশি হবে।

১০.

P বস্তুর ভর = 2 kg



[সিলেট বোর্ড-২০২৩]

(ক) নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রটি লিখো।

(খ) নিষ্কিন্ত বস্তুর বেগ ক্রমান্বয়ে হ্রাস পায় কেন?

(গ) P বস্তুর উপর ঘর্ষণ বল নির্ণয় করো।

(ঘ) ভূ-পৃষ্ঠে পতিত হওয়ার সময় P বস্তুর ত্বরণ ও অভিকর্ষজ ত্বরণের মধ্যে তুলনা করো।

### ১০ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) যখন একটি বস্তু অন্য একটি বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করে তখন সেই বস্তুটিও প্রথম বস্তুর ওপর বিপরীত দিকে সমান বল প্রয়োগ করে।

(খ) বাতাসের বাধা ও পৃথিবীর আকর্ষণের জন্য নিষ্কিন্ত বস্তুর বেগ ক্রমান্বয়ে হ্রাস পায়। একটি বস্তুকে যখন উপরের দিকে নিক্ষেপ করা হয় তখন বস্তুর ভরের জন্য এটি পৃথিবী কর্তৃক অভিকর্ষ বল অনুভব করে। ফলে এর বেগ হ্রাস পায়। অপর দিকে এটি বাতাসের জন্য প্রবাহী ঘর্ষণ বল অনুভব করে, ফলে এর বেগও ক্রমান্বয়ে হ্রাস পায়।

(গ) বস্তুর ওজন,

$$W = mg$$

$$= 2 \times 9.8 = 19.6N$$

এখানে,

$$P \text{ বস্তুর ভর, } m = 2 \text{ kg}$$

$$\text{ঘর্ষণ সহগ, } \mu = 0.2$$

$$\therefore \text{ঘর্ষণ বল,}$$

$$f_k = \mu W$$

$$= 0.2 \times 19.6 = 3.92N (\text{Ans.})$$

(ঘ) এখন, কপিকল সিস্টেমের জন্য P বস্তুর ঘর্ষণ উপেক্ষা করলে,

সূত্র উপর কার্যকরী বল,

$$F = m_A g - m_B g$$

$$= (m_A - m_B)g$$

এখানে,

বস্তুগুলোর ভর যথাক্রমে,

$$m_A = 66 \text{ kg}$$

$$m_B = 30 \text{ kg}$$



# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

$$\therefore P \text{ বস্তুর ত্বরণ, } a = \frac{F}{m_A + m_B + m_P}$$

$$= \frac{m_A - m_B}{m_A + m_B + m_P} \times g \quad [F \text{ এর মান বসিয়ে}]$$

$$= \frac{66 - 30}{66 + 30 + 2} \times 9.8 = 3.6 \text{ ms}^{-2}$$

$$\therefore P \text{ বস্তুর ত্বরণ অভিকর্ষজ ত্বরণের } \frac{3.6}{9.8} \text{ বা, } \omega 0.367 \text{ গুণ।}$$

১১. 20 kg ও 30 kg ভরবিশিষ্ট দুইটি বস্তু A ও B পরস্পর হতে 10 মিটার দূরত্বে স্থির অবস্থায় রয়েছে। A বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করায় তা ই বস্তুর দিকে  $10 \text{ ms}^{-1}$  বেগে গতিশীল হয় এবং মিলিত অবস্থায় বস্তুদ্বয়  $4 \text{ ms}^{-1}$  বেগে চলমান থাকে।

[যশোর বোর্ড-২০২৩]

- (ক) মহাকর্ষ কী?  
(খ) ঘড়ির কাঁটার গতি কী ধরনের? ব্যাখ্যা করো।  
(গ) উদ্দীপকের আলোকে বস্তু দুটির মধ্যবর্তী মহাকর্ষীয় বল নির্ণয় করো।  
(ঘ) উপরের ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার নীতি সমর্থন করে কিনা- গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

### ১১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) মহাবিশ্বের যে কোনো দুটি বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল পারস্পরিক আকর্ষণ বলই মহাকর্ষ।  
(খ) কোনো গতিশীল বস্তু যদি নির্দিষ্ট সময় পরপর একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে একই দিকে একইভাবে অতিক্রম করে, তাহলে সেই বস্তুর গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। ঘড়ির কাঁটা গতিপথের নির্দিষ্ট কোনো বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে। সেকেন্ডের কাঁটা 60s, মিনিটের কাঁটা 1 ঘন্টা এবং ঘন্টার কাঁটা 12 ঘন্টা পরপর একটি বিন্দুকে একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই ঘড়ির কাঁটার গতি পর্যায়বৃত্ত গতি।

- (গ) মহাকর্ষীয় সূত্রানুসারে,  
বস্তু দুটির মধ্যবর্তী মহাকর্ষীয় বল,

$$F = G \frac{m_A m_B}{d^2}$$

$$= 6.673 \times 10^{-11} \times \frac{20 \times 30}{10^2}$$

$$= 4.00 \times 10^{-10} \text{ N (Ans.)}$$

এখানে,  
A বস্তুর ভর,  $m_A = 20 \text{ kg}$   
B বস্তুর ভর,  $m_B = 30 \text{ kg}$   
মধ্যবর্তী দূরত্ব,  $d = 10 \text{ m}$   
মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,  
 $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

- (ঘ) সংঘর্ষের পূর্বে বস্তু দুটির ভরবেগের সমষ্টি

$$= m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$= 20 \times 10 + 30 \times 0$$

$$= 200 \text{ kgms}^{-1}$$

সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির ভরবেগের সমষ্টি,

$$= (m_1 + m_2) v$$

$$= (20 + 30) \times 4$$

$$= 200 \text{ kgms}^{-1}$$

এখানে,  
A বস্তুর আদিবেগ,  
 $u_1 = 10 \text{ ms}^{-1}$   
B বস্তুর আদিবেগ,  
 $u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$   
A বস্তুর ভর,  $m_1 = 20 \text{ kg}$   
B বস্তুর ভর,  $m_2 = 30 \text{ kg}$   
বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ,  
 $v = 4 \text{ ms}^{-1}$

ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার নীতি অনুযায়ী, দুই বা ততোধিক বস্তুর সংঘর্ষের ক্ষেত্রে এদের মধ্যে সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি সংঘর্ষের পরে ভরবেগের সমষ্টির সমান হয়। এখানে যেহেতু, সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি = সংঘর্ষের পর বস্তু দুটির ভরবেগের সমষ্টি।

তাই বলা যায় যে, উপরের ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণশীলতার নীতি সমর্থন করে।

১২. 10 kg ভরের একটি বস্তু স্থির অবস্থায় আছে। এর উপর 5 sec যাবৎ 10 N বল প্রয়োগ করা হলো। এরপর বস্তুটি 5 sec যাবৎ সমবেগে চললো। আবার 10 sec যাবৎ 5 N বল প্রয়োগ করা হলো।

[ঢাকা বোর্ড-২০২২]

- (ক) আবর্ত ঘর্ষণ কাকে বলে?  
(খ) ভর হচ্ছে জড়তার পরিমাপ। - ব্যাখ্যা করো।  
(গ) প্রথম 10 sec এ উক্ত বস্তু দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো।

- (ঘ) উদ্দীপকের তথ্য অনুযায়ী বেগ বনাম সময় গ্রাফ অঙ্কন করে বস্তুটির গতি বিশ্লেষণ করো।

### ১২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যখন একটি বস্তু অপর একটি বস্তু বা তলের উপর দিয়ে গড়িয়ে চলে বা চলতে চায় তখন গতির বিরুদ্ধে যে ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করে তাকে আবর্ত ঘর্ষণ বলে।  
(খ) আমরা জানি যে বল প্রয়োগ না করা পর্যন্ত কোনো স্থির বস্তুর স্থির কিংবা গতিশীল বস্তুর গতিশীল থাকার যে প্রবণতা সেটাই হলো জড়তা। ভিন্ন ভরের দুটি বস্তু নিয়ে বস্তুদ্বয়কে স্থির অবস্থা থেকে গতিশীল করতে চাইলে নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রানুযায়ী ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে বেশি প্রচেষ্টার দরকার হবে। একইভাবে বস্তুদ্বয় যদি গতিশীল থাকে তবে তাদেরকে থামানোর ক্ষেত্রে ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে বেশি প্রচেষ্টা কতে হবে। এজন্যই বলা হয় ভর হলো জড়তার পরিমাপক।

- (গ) ১ম 5s এ ত্বরণ,

$$a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{10}{10}$$

$$\therefore a = 1 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে,  
বস্তুর ভর,  $m = 10 \text{ kg}$   
বল,  $F = 10 \text{ N}$   
আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

$$1 \text{ম } 5 \text{ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s_1 = ut_1 + \frac{1}{2} at_1^2$$

$$\text{বা, } s_1 = 0 \times 5 + \frac{1}{2} \times 1 \times 5^2 \therefore s_1 = 12.5 \text{ m}$$

$$1 \text{ম } 5 \text{ s পর বেগ, } v = u + at$$

$$\text{বা, } v = 0 + 1 \times 5$$

$$\therefore v = 5 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{পরবর্তী } 5 \text{ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,}$$

$$s_2 = vt_2 = 5 \times 5 = 25 \text{ m}$$

$$\therefore 1 \text{ম } 10 \text{ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,}$$

$$s = s_1 + s_2$$

$$= 12.5 + 25 = 37.5 \text{ m (Ans.)}$$

- (ঘ) দেওয়া আছে, বস্তুর ভর,  $m = 10 \text{ kg}$

$$1 \text{ম } 5 \text{ s এ প্রযুক্ত বল, } F_1 = 10 \text{ N}$$

$$\text{এক্ষেত্রে ত্বরণ } a_1 \text{ হলে, } F_1 = ma_1$$

$$\text{বা, } a_1 = \frac{F_1}{m}$$

$$\text{বা, } a_1 = \frac{10}{10} = 1 \text{ ms}^{-2}$$

অর্থাৎ  $t=0$  থেকে  $t=5 \text{ s}$  পর্যন্ত বস্তুটি  $1 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে যায়।

5s পরে বেগ,

$$v_1 = u_1 + a_1 t$$

$$= 0 + 1 \times 5$$

$$= 5 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,  
আদিবেগ,  $u_1 = 0$   
ত্বরণ,  $a_1 = 1 \text{ ms}^{-2}$

বস্তুটি পরবর্তী 5 s সমবেগে চলায়  $t=5 \text{ s}$  থেকে  $t=10 \text{ s}$  পর্যন্ত তার বেগ ছিল,  
 $v_1 = 5 \text{ ms}^{-1}$ ।

আবার, 10 s পর প্রযুক্ত বল  $F_2 = 5 \text{ N}$  এর জন্য ত্বরণ  $a_2$  হলে,

$$a_2 = \frac{F_2}{m} = \frac{5}{10} = 0.5 \text{ ms}^{-2}$$

প্রশ্নমতে, 10 s যাবৎ 5 N বল প্রয়োগ করায় বস্তুটি  $t=10 \text{ s}$  থেকে  $t=20 \text{ s}$  পর্যন্ত  $0.5 \text{ ms}^{-2}$  সমত্বরণে যায়।

20 s পর্যন্ত বেগ,

$$v_2 = u_2 + a_2 t$$

$$= 5 + 0.5 \times 10$$

$$= 10 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,  
আদিবেগ,  $u_2 = 5 \text{ ms}^{-1}$   
ত্বরণ,  $a_2 = 0.5 \text{ ms}^{-2}$   
সময়,  $t = 10 \text{ s}$

উদ্দীপকের তথ্য অনুযায়ী বেগ বনাম সময় লেখচিত্রটি নিম্নরূপ:

এখানে,

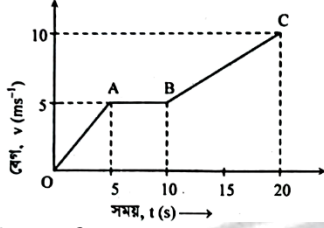
# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK



OA অংশে বস্তুটি  $1 \text{ ms}^{-2}$  সমত্বরণে, AB অংশে  $5 \text{ ms}^{-1}$   $\text{mg} \ddagger \text{e} \ddagger \text{M Ges}$  BC অংশে  $0.5 \text{ ms}^{-2}$  সমত্বরণে চলে।

১৩.



$$m_1 = 8g \quad m_2 = 2g$$

$$u_1 = 25 \text{ ms}^{-1} \quad u_2 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

A ও B দুইটি খেলনা মার্বেল পাথর। খেলার এক পর্যায়ে মার্বেল দুটির মুখোমুখি সংঘর্ষ ঘটে এবং সংঘর্ষের পর সমবেগে চলতে থাকে।

[ময়মনসিংহ বোর্ড-২০২২]

- (ক) বেগ কাকে বলে?
- (খ) শক্ত মাটিতে হাঁটা সহজতর হয় কেন?
- (গ) সংঘর্ষের পর মিলিত পাথরদ্বয় কোন দিকে, কত বেগে চলবে? নির্ণয় করো।
- (ঘ) উদ্দীপকের ঘটনাটি ভরবেগ ও গতিশক্তির সংরক্ষণশীলতার নীতি মেনে চলে কিনা-গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

### ১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো বস্তু নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে যে পথ অতিক্রম করে তাই বেগ। অর্থাৎ কোনো বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।
- (খ) রাস্তায় হাঁটার সময় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল এবং প্রতিক্রিয়া বল তৈরি হয়, তার জন্য আমরা চলতে পারি। মাটি নরম হলে হাঁটার জন্য প্রয়োজনীয় ঘর্ষণ ও প্রতিক্রিয়া বল সরবরাহ করতে পারে না। মাটি শক্ত হলে রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বল এবং প্রতিক্রিয়া বল বৃদ্ধি পায়, ফলে শক্ত মাটিতে হাঁটা সহজতর হয়।
- (গ) মনে করি,

প্রথম বস্তুর আদিবেগের দিক বরাবর  
বেগ ধনাত্মক।

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে পাই,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = (m_1 + m_2)v$$

এখানে,

প্রথম বস্তুর ভর,

$$m_1 = 950 \text{ kg}$$

দ্বিতীয় বস্তুর ভর,

$$m_2 = 700 \text{ kg}$$

সংঘর্ষের পূর্বে,

প্রথম বস্তুর বেগ,

$$u_1 = 50 \text{ kmh}^{-1}$$

$$= 13.89 \text{ ms}^{-1}$$

দ্বিতীয় বস্তুর বেগ,

$$u_2 = -65 \text{ kmh}^{-1}$$

$$= -18.06 \text{ ms}^{-1}$$

সংঘর্ষের পর মিলিত বেগ,

$$v = ?$$

$$= \frac{950 \times 13.89 + 700 \times (-18.06)}{950 + 700} = 0.3355 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 16 \text{ kmh}^{-1}$$

মিলিত মার্বেল পাথরদ্বয়ের বেগ  $16 \text{ kmh}^{-1}$  এর দিক হবে A মার্বেলের আদিবেগের দিকে।

- (ঘ) সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি,

$$= m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$= 950 \times 13.89 + 700 \times (-18.06)$$

$$= 553.5 \text{ kgms}^{-1}$$

এখানে,

প্রথম বস্তুর বেগ,

$$u_1 = 13.89 \text{ ms}^{-1}$$

দ্বিতীয় বস্তুর বেগ,

$$u_2 = -18.06 \text{ ms}^{-1}$$

$$= -18.06 \text{ ms}^{-1}$$

প্রথম বস্তুর ভর,

$$m_1 = 950 \text{ kg}$$

দ্বিতীয় বস্তুর ভর,  
 $m_2 = 700 \text{ kg}$   
বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ,  
 $v = 0.335 \text{ ms}^{-1}$   
[‘গ’ থেকে]

সংঘর্ষের পর ভরবেগের সমষ্টি,

$$= (m_1 + m_2)v$$

$$= (950 + 700) \times 0.3355$$

$$= 553.5 \text{ kgms}^{-1}$$

যেহেতু, সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি = সংঘর্ষের পর ভরবেগের সমষ্টি

অর্থাৎ উদ্দীপকের ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$$= \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 950 \times (13.89)^2 + \frac{1}{2} \times 700 \times (-18.06)^2$$

$$= 205800 \text{ J}$$

সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের গতিশক্তির সমষ্টি

$$= \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 v^2 = \frac{1}{2} v^2 (m_1 + m_2)$$

$$= \frac{1}{2} \times (0.3355)^2 \times (950 + 700)$$

$$= 92.86 \text{ J}$$

∴ সংঘর্ষের পূর্বে গতিশক্তির সমষ্টি ≠ সংঘর্ষের পরে গতিশক্তির সমষ্টি অর্থাৎ, উদ্দীপকের ঘটনাটিতে ভরবেগ সংরক্ষিত থাকলেও গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

১৪. 120 g ও 200 g ভরের দুটি পাথরের টুকরা দিয়ে যথাক্রমে  $29.4 \text{ ms}^{-1}$  ও  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগে 14 m উঁচু একটি দালানের ছাদে আঘাত করা হলো।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২২]

- (ক) ত্বরণ কাকে বলে?

- (খ) সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর সরণ শূন্য হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

- (গ) ১ম বস্তুটির বেগ কত হবে?

- (ঘ) কোন বস্তু দ্বারা ছাদটি বেশি আঘাতপ্রাপ্ত হবে? গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও।

### ১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) সময়ের সাথে অসম বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে।
- (খ) সরণ হলো কোনো বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী সরলরৈখিক দূরত্ব অর্থাৎ ন্যূনতম দূরত্ব। সমদ্রুতিসম্পন্ন কোনো বস্তু সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে এবং দ্রুতি গতিপথের উপর নির্ভর করে না। তাই সমদ্রুতিসম্পন্ন বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব সরলরৈখিক বা বক্র উভয়ই হতে পারে। এখন, সমদ্রুতিসম্পন্ন কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন যদি এমন হয় যে সেটি নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম করার পর পূর্বের অবস্থানেই ফিরে আসে তাহলে তার সরণ শূন্য হবে। সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর ঘূর্ণন গতি এমন একটি উদাহরণ। তাই ক্ষেত্রবিশেষে সমদ্রুতিতে চলমান বস্তুর সরণ শূন্য হতে পারে।

- (গ) আমরা জানি,

উপরে নিষ্কণ্টক বস্তুর ক্ষেত্রে,

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

$$= (29.4)^2 - 2 \times 9.8 \times 14$$

$$= 589.96$$

$$\therefore v = \sqrt{589.96} = 24.29 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে,

১ম বস্তুটির আদিবেগ,

$$u = 29.4 \text{ ms}^{-1}$$

উচ্চতা,  $h = 14 \text{ m}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

শেষবেগ,  $v = ?$

- (ঘ) ছাদে আঘাত করার মুহূর্তে যে বস্তুর ভরবেগ বেশি হবে,

সেই বস্তু দ্বারা ছাদটি বেশি আঘাতপ্রাপ্ত হবে।

১ম বস্তুটির ভরবেগ,

$$p_1 = m_1 v_1$$

$$= 0.12 \times 24.29$$

$$= 2.91 \text{ kgms}^{-1}$$

২য় বস্তুটির ক্ষেত্রে,

এখানে,

বস্তুর আঘাত করার মুহূর্তে ১ম

বস্তুর বেগ,

$$v_1 = 24.29 \text{ ms}^{-1}$$

[‘গ’ থেকে]

১ম বস্তুর ভর,



# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

$$v_2^2 = u_2^2 - 2gh$$

$$= 20^2 - 2 \times 9.8 \times 14$$

$$= 125.6$$

$$\therefore v_2 = \sqrt{125.6} = 11.207 \text{ ms}^{-1}$$

$$m_1 = 120 \text{ g} = 0.12 \text{ kg}$$

২য় বস্তুর আদিবেগ,

$$m_2 = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}$$

১ম বস্তুর ভরবেগ,  $p_1 = ?$

২য় বস্তুর ভরবেগ,  $p_2 = ?$

$\therefore$  ২য় বস্তুর ভরবেগ,

$$p_2 = m_2 v_2$$

$$= 0.2 \times 11.207$$

$$= 2.24 \text{ kgms}^{-1}$$

$\therefore p_1 > p_2$ , সুতরাং ১ম বস্তুটি দ্বারা ছাদটি বেশি আঘাতপ্রাপ্ত হবে।

১৫. 12,000 kg ভরের একটি মাল বোঝাই গাড়ি এবং 800 kg ভরের একটি খালি গাড়ি 800m দূর থেকে যথাক্রমে  $12 \text{ ms}^{-1}$  ও  $20 \text{ ms}^{-1}$  বেগে পরস্পরের দিকে একই সরলরেখা বরাবর চলছে। চলার কিছুক্ষণ পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষ হলো।

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২২]

(ক) নিউটনের গতির ২য় সূত্রটি লিখো।

(খ) বালির উপর দিয়ে হাঁটা অসুবিধা হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

(গ) কতক্ষণ পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষ হবে?

(ঘ) গাড়ি দুটির মধ্যে কোনটি বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

### ১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) কোনো বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যদি ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

(খ) হাঁটার সময় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল এবং প্রতিক্রিয়া বল তৈরি হয়, তার জন্য আমরা চলতে পারি। বালির উপর দিয়ে হাঁটার সময় যখন বালিতে বল প্রয়োগ করা হয় তখন বালি সরে যায়, তাই প্রয়োজনীয় প্রতিক্রিয়া বল পাওয়া সম্ভব হয় না। এছাড়াও বালিতে ঘর্ষণ বল কম থাকে। তাই বালির উপর দিয়ে হাঁটা কষ্টকর।

(গ) মনে করি,

t সময় পর গাড়ি দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হয়।

ধরি, t সময়ে মাল বোঝাই গাড়িটির

অতিক্রান্ত দূরত্ব = x m

$\therefore$  খালি গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$= (800 - x) \text{ m}$$

এখানে,

$$x = v_1 t$$

$$\text{বা, } x = 12t \dots\dots\dots (i)$$

$$\text{আবার, } 800 - x = v_2 t$$

(i) ও (ii) হতে,

$$x + 800 - x = 12t + 20t$$

$$\text{বা, } 32t = 800$$

$$\text{বা, } t = \frac{800}{32} = 25 \text{ s}$$

$\therefore 25 \text{ s}$  পর তাদের মধ্যে সংঘর্ষ হবে। (Ans.)

(ঘ) মনে করি,

সংঘর্ষের পর মাল বোঝাই গাড়ির বেগ

$v_1$  এবং খালি গাড়ির বেগ  $v_2$ ।

আমরা জানি,

$$v_1 = \frac{(m_1 - m_2)u_1 + 2m_2 u_2}{m_1 + m_2}$$

এখানে,

মাল বোঝাই গাড়ির গতিবেগ,

$$v_1 = 12 \text{ ms}^{-1}$$

খালি গাড়ির গতিবেগ,

$$v_2 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

সময়, t = ?

$$= \frac{(12000 - 800) \times 12 + 2 \times 800 \times (-20)}{12000 + 800}$$

$$= 8 \text{ ms}^{-1}$$

এবং

$$v_2 = \frac{(m_2 - m_1)u_2 + 2m_1 u_1}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{(800 - 12000) \times (-20) + 2 \times 12000 \times 12}{12000 + 800}$$

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

দেখা যাচ্ছে যে, সংঘর্ষের পর মাল বোঝাই গাড়িটি একই দিকে চলতে থাকবে এবং এর বেগ সামান্য হ্রাস পাবে।

অপরদিকে খালি গাড়িটির বেগের দিক পরিবর্তিত হয়ে  $-20 \text{ ms}^{-1}$  থেকে  $40 \text{ ms}^{-1}$  হয়ে যাবে অর্থাৎ বেগের পরিবর্তন হবে  $40 - (-20) = 60 \text{ ms}^{-1}$ , যা খুবই ভয়াবহ। তাই খালি গাড়িটি বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হবে।

১৬.  $180 \text{ kmh}^{-1}$  বেগে চলন্ত 1000 kg ভরের একটি বাস 62 m দূরে একজন পথচারীকে দেখে সাথে সাথে ব্রেক চেপে দিলেন। এতে বাসটি পথচারীর 200cm সামনে এসে থেমে গেল।

[কুমিল্লা বোর্ড-২০২২]

(ক) ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখো।

(খ) ঘর্ষণ আমাদের জীবনের জন্য খুবই প্রয়োজনীয় - ব্যাখ্যা করো।

(গ) বাসটির ব্রেকজনিত বলের মান নির্ণয় করো।

(ঘ) সর্বোচ্চ কত আদিবেগে এবং একই মন্দনে ব্রেক চেপে দৃষ্টটনা এড়ানো সম্ভব - গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

### ১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

(ক) ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি হলো- 'যখন কোনো ব্যবস্থার উপর প্রযুক্ত মোট বাহ্যিক বল শূন্য হয়, তখন ব্যবস্থাটির মোট ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।'

(খ) ঘর্ষণ না থাকলে গতিশীল বস্তু সুস্থম বেগে আজীবন চলতে থাকতো। ঘর্ষণ আছে বলেই আমরা হাঁটতে পারি, রাস্তায় গাড়ি চলতে পারে, কাগজে পেনসিল বা কলম দিয়ে লিখতে পারি, দালান নির্মাণ করতে পারি, প্যারাসুট দিয়ে নিরাপদে নিচে নামতে পারি। আমরা দৈনন্দিন জীবনে এ ধরনের অসংখ্য উদাহরণ দেখতে পাই যেখানে ঘর্ষণ না থাকলে আমরা আমাদের প্রয়োজনীয় কাজগুলো করতে পারতাম না। তাই ঘর্ষণ আমাদের জীবনে খুবই প্রয়োজনীয়।

(গ) আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } a = \frac{v^2 - u^2}{2s}$$

$$\text{বা, } a = \frac{0^2 - 50^2}{2 \times 60}$$

$$a = -20.83 \text{ m/s}^2$$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা মন্দন

বোঝানো হয়েছে।

এখানে,

বাসের ভর,  $m = 1000 \text{ kg}$

বাসের আদিবেগ,

$$= 180 \text{ kmh}^{-1}$$

$$= \frac{180 \times 1000}{3600} \text{ m/s}$$

$$= 50 \text{ m/s}$$

বাসের শেষবেগ,

$$v = 0 \text{ ms}^{-1}$$

বাসের অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = 62 \text{ m} - 200 \text{ cm}$$

$$= (62 - 2) \text{ m} = 60 \text{ m}$$

বাসের ত্বরণ,  $a = ?$

ব্রেক জনিত বল,  $F = ?$

বাসের ভর m হলে, ব্রেক জনিত বল,

$$F = ma$$

$$= (1000 \times 20.83) \text{ N}$$

$$= 20830 \text{ N (Ans.)}$$

(ঘ) যেহেতু দৃষ্টটনা এড়ানো সম্ভব হলেই উদ্দীপকের শর্ত পূরণ হয় সেহেতু পথচারীর ঠিক সামনে পর্যন্ত দূরত্বকে ট্রাকের অতিক্রান্ত দূরত্ব ধরা যায়।

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } u^2 = v^2 - 2as$$

$$\text{বা, } u = \sqrt{v^2 - 2as}$$

$$\text{বা, } u = \sqrt{0^2 - 2 \times (-20.83) \times 62}$$

$$\text{বা, } u = 50.82 \text{ m/s}$$

$$= 50.82 \times \frac{3600}{1000} \text{ km/h}$$

$$\therefore u = 182.95 \text{ km/h}$$

এখানে,

(গ) হতে ত্বরণ,

$$a = -20.83 \text{ m/s}^2$$

ট্রাকের অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = 62 \text{ m}$$

ট্রাকের শেষ বেগ,

$$v = 0 \text{ ms}^{-1}$$

ট্রাকের আদিবেগ,  $u = ?$

# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

সুতরাং, সর্বোচ্চ 182.95 km/h আদিবেগে এবং একই মন্দনে ট্রাক চালিয়ে কোনোমতে দূর্ঘটনা এড়াতে সম্ভব।

১৭. 58.8 N ওজনের একটি বস্তুকে 2N ঘর্ষণ বল যুক্ত কোন মেঝেতে 10 s যাবৎ বল প্রয়োগ করে 50 m দূরত্বে নেয়া হলো। এরপর বল সরিয়ে নেয়ার ঘর্ষণ বলের কারণে কিছুক্ষণ পর বস্তুটি থেমে গেল।

[সিলেট বোর্ড-২০২২]

- (ক) জড়তা কী?  
(খ) মন্দন লব্ধ রাশি কেন?  
(গ) উদ্দীপকের বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো।  
(ঘ) বল সরিয়ে নেয়ার পর কত দূরত্বে বস্তুটি থেমেছিল?

### ১৭ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) বস্তু যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার ধর্মই জড়তা।

- (খ) আমরা জানি, একাধিক মৌলিক রাশির সমন্বয়ে গঠিত রাশিকে লব্ধ রাশি বলা হয়।

$$\text{এখন, মন্দন} = \frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^2}$$

মন্দন, সরণ ও সময় এ দুটি মৌলিক রাশির সমন্বয়ে গঠিত।

সুতরাং, মন্দন একাধিক মৌলিক রাশির উপর নির্ভর করে বলে এটি লব্ধ রাশি।

- (গ) বস্তুটির ভর,

$$m = \frac{W}{g}$$

$$= \frac{58.8}{9.8}$$

$$= 6 \text{ kg}$$

আমরা জানি,

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

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

$$\therefore a = 1 \text{ m/s}^2$$

আবার,  $\Sigma F = ma$

$$\text{বা, } F - f = ma$$

$$\text{বা, } F = f + ma$$

$$= 2 + 6 \times 1$$

$$\therefore F = 8 \text{ N (Ans.)}$$

- (ঘ) 10 s পর বেগ,

$$v = u + at$$

$$= 0 + 1 \times 10$$

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

এখানে,

বস্তুটির ওজন,

$$W = mg = 58.8 \text{ N}$$

ঘর্ষণবল,  $f = 2 \text{ N}$

সময়,  $t = 10 \text{ s}$

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ m/s}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s = 50 \text{ m}$

ত্বরণ,  $a = ?$

প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

এখানে,

ত্বরণ,  $a = 1 \text{ m/s}^2$  [গ হতে]

সময়,  $t = 10 \text{ s}$

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ m/s}$

এখানে,

ঘর্ষণ বল,  $f = 2 \text{ N}$

ভর,  $m = 6 \text{ kg}$  [গ হতে]

এখানে,

আদিবেগ,  $u = 10 \text{ ms}^{-1}$

শেষবেগ,  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

ত্বরণ,  $a = -0.33 \text{ ms}^{-2}$

10 s পর শুধুমাত্র ঘর্ষণ বল গতির বিপরীতে ক্রিয়া করায়,

$$-f = ma$$

$$\text{বা, } -2 = 6 \times a$$

$$\therefore a = -\frac{2}{6} \text{ m/s}^2$$

$$= -0.33 \text{ m/s}^2$$

আবার,

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

$$\text{বা, } 0 = 10^2 + 2 \times (-0.33) \times s$$

$$\therefore s = \frac{100}{2 \times 0.33} = 151.52 \text{ m}$$

অতএব, বল সরিয়ে নেয়ার পর 151.52 m দূরত্ব অতিক্রম করে ঘর্ষণ বলের কারণে বস্তুটি থেমে যাবে।

১৮. চালের বস্তাসহ একটি ট্রলির ওজন 196 N. ট্রলিটিকে 2N ঘর্ষণযুক্ত কোনো মেঝেতে 10 সেকেন্ডে 50 মিটার দূরত্বে ঠেলে নেয়া হলো। এরপর প্রযুক্ত বল অপসারণ করা হলো।

[যশোর বোর্ড-২০২২]

- (ক) ভরবেগ কাকে বলে?  
(খ) চলন্ত রিকশা থেকে লাফ দিলে সামনের দিকে দৌড় দিতে হয় কেন? ব্যাখ্যা করো।

- (গ) ট্রলিটির উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো।

- (ঘ) বল অপসারণের পর ট্রলিটি 600 m দূরত্ব অতিক্রম করবে কি না? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো।

### ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো বস্তুর ভর এবং বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

- (খ) চলন্ত রিকশায় বসা অবস্থায় মানুষের পুরো শরীরই গতিশীল থাকে। এ অবস্থায় মাটিতে পা দিলে শরীরের নিচের অংশ থেমে গেলেও গতি জড়তার কারণে শরীরের উপরের অংশ গতিশীল থাকে, ফলে ভারসাম্যের অভাবে মানুষ হোঁচট খেতে পারে। তাই গতি জড়তার কারণে শরীরের ভারসাম্য ঠিক রাখতে চলন্ত রিকশা থেকে লাফ দিলে সামনের দিকে দৌড় দিতে হয়।

- (গ) বস্তুটির ভর,

$$m = \frac{W}{g}$$

$$= \frac{58.8}{9.8}$$

$$= 6 \text{ kg}$$

আমরা জানি,

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

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

$$\therefore a = 1 \text{ m/s}^2$$

আবার,  $\Sigma F = ma$

$$\text{বা, } F - f = ma$$

$$\text{বা, } F = f + ma$$

$$= 2 + 6 \times 1$$

$$\therefore F = 22 \text{ N (Ans.)}$$

- (ঘ) 10 s পর বেগ,

$$v = u + at$$

$$= 0 + 1 \times 10$$

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

এখানে,

বস্তুটির ওজন,

$$W = mg = 58.8 \text{ N}$$

ঘর্ষণবল,  $f = 2 \text{ N}$

সময়,  $t = 10 \text{ s}$

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ m/s}$

অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s = 50 \text{ m}$

ত্বরণ,  $a = ?$

প্রযুক্ত বল,  $F = ?$

এখানে,

বস্তুটির ত্বরণ,  $a = 1 \text{ m/s}^2$

['গ' হতে]

সময়,  $t = 10 \text{ s}$

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ m/s}$

10 s পর শুধুমাত্র ঘর্ষণ বল গতির বিপরীতে ক্রিয়া করায়,

$$-f = ma'$$

$$\text{বা, } -2 = 20 \times a'$$

$$\therefore a' = -\frac{20 \text{ m}}{20 \text{ s}^2}$$

$$= -0.1 \text{ m/s}^2$$

আবার,

$$v^2 = u^2 + 2a's$$

$$\text{বা, } 0 = 10^2 - 2 \times 0.1 \times s$$

$$\therefore s = \frac{100}{2 \times 0.1} = 500 \text{ m}$$

এখানে,

আদিবেগ,  $u = 10 \text{ ms}^{-1}$

ত্বরণ,  $a' = -0.1 \text{ ms}^{-2}$

শেষবেগ,  $v = 0 \text{ ms}^{-1}$

অতএব, বল অপসারণের পর 500 m দূরত্ব অতিক্রম করে ঘর্ষণ বলের কারণে বস্তুটি থেমে যাবে। অর্থাৎ 600 m দূরত্ব অতিক্রম করবে না।

১৯. সমান আয়তনের দুটি বস্তু A ও B কে 39.6m উচ্চতা থেকে বায়ুতে ছেড়ে দিলে A বস্তুটি 3s পরে ভূমিতে পড়ে। B বস্তুটি তারপরে ভূমিতে পড়ে। A ও B বস্তুর ভর যথাক্রমে 100g ও 350 g।

[বরিশাল বোর্ড-২০২২]

- (ক) চলন গতি কাকে বলে?

- (খ) তোমার বাড়ি থেকে বিদ্যালয়ের দূরত্ব এবং সরণ ভিন্ন হবার কারণ ব্যাখ্যা করো।

- (গ) কোনো বাধা না থাকলে A বস্তুটি কত সময় পরে ভূমিতে পড়বে? নির্ণয় করো।

- (ঘ) বস্তুটির দেরিতে ভূমিতে পড়ার কারণ গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।

### ১৯ নং প্রশ্নের উত্তর



# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

- (ক) কোনো বস্তু যদি এমনভাবে চলতে থাকে যাতে করে বস্তুর সকল কণা একই সময়ে একই দিকে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে এরূপ গতিকে চলন গতি বলে।  
(খ) সরণ হচ্ছে কোনো বস্তুর আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী সরলরৈখিক বা বক্র উভয়ই হতে পারে। আমার বাড়ি থেকে বিদ্যালয়ের দূরত্ব যদি সরলরৈখিক হয় তাহলে সরণ অতিক্রান্ত দূরত্বের সমান হবে। অন্যথায় সরণ সর্বদাই অতিক্রান্ত দূরত্বের চেয়ে কম হবে। তাই আমার বাড়ি থেকে বিদ্যালয়ের দূরত্ব এবং সরণ ভিন্ন।  
(গ) আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 39.6 = 0 \times t + \frac{1}{2} \times 9.8t^2$$

$$\text{বা, } 39.6 = 4.9t^2$$

$$\therefore t = 2.84 \text{ s (Ans.)}$$

এখানে,

A বস্তুর উচ্চতা,  $h = 39.6 \text{ m}$

বাধাহীন পথে,

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

প্রয়োজনীয় সময়,  $t = ?$

- (ঘ) যেহেতু A ও B দুইটির আয়তন সমান, তাই উভয়ের উপর সমপরিমাণ বাতাসের বাধাদানকারী বল ক্রিয়া করে। A বস্তুর ভর B অপেক্ষা বেশি, তাই সমপরিমাণ বাধাদানকারী বলের প্রভাবে B এর তুলনায় A এর উর্ধ্বমুখী ত্বরণ কম হবে। অর্থাৎ A এর নিম্নমুখী লব্ধি ত্বরণ অপেক্ষাকৃত বেশি হবে। সুতরাং, এক্ষেত্রে  $a_A > a_B$ । স্থির অবস্থা থেকে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর জন্য গতির সমীকরণ,

$$h = \frac{1}{2}at^2$$

যদি A ও B বস্তু একই উচ্চতা থেকে পতিত হয় তাহলে,

$$\frac{1}{2}a_A t_A^2 = \frac{1}{2}a_B t_B^2$$

$$\text{বা, } a_A t_A^2 = a_B t_B^2$$

অতএব,  $t_A^2 < t_B^2$  [যেহেতু,  $a_A > a_B$ ]

$$\text{বা, } t_A < t_B$$

অর্থাৎ A বস্তুটি দ্রুত ভূমিতে পৌঁছাবে এবং B বস্তুটি দেরিতে ভূমিতে পৌঁছাবে।

আবার 'গ' হতে পাই, 'A' বস্তুটি বাধামুক্ত স্থানে পতনের সময় 2.84 s। কিন্তু উদ্দীপক হতে পাই A বস্তুটি পতনের সময় 3 s। এখান হতে বুঝতে পারা যায় যে পরীক্ষাটি এমন একটি স্থানে করা হয়েছিল যেখানে বাতাস জনিত বাধা আছে। তাই বস্তুর পতনে বেশি সময় লেগেছে।

২০. স্থির অবস্থায় থাকা 5 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 5 N বল 4 s ধরে কাজ করছে। তার 4s পরে 10N বল আবার 4s ধরে কাজ করছে।

[ঢাকা বোর্ড-২০২০]

(ক) তরঙ্গ কাকে বলে?

(খ) সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিক্ষের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ।

(গ) বস্তুর প্রথম 8s —এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো।

(ঘ) উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে বেগ-সময় লেখচিত্র এঁকে বস্তুর গতি বিশ্লেষণ করো।

### ২০ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যে পর্যায়বৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের একস্থান থেকে অন্যস্থানে শক্তি সঞ্চারিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাকে তরঙ্গ বলে।  
(খ) সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিক্ষের বৈশিষ্ট্যগুলো নিম্নরূপ:  
i. সমতল দর্পণে সৃষ্ট বিম্ব অসদ ও সোজা হয়। তাই বিম্বকে পর্দায় ফেলা যায় না।  
ii. দর্পণ হতে লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব ও বিম্বের দূরত্ব সমান হয়।  
iii. বিম্বের দৈর্ঘ্য লক্ষ্যবস্তুর দৈর্ঘ্যের সমান হয়।  
iv. বিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন ঘটে।

- (গ) ১ম 5s এ ত্বরণ,

$$a = \frac{F}{m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{10}{10}$$

$$\therefore a = 1 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে,

বস্তুর ভর,  $m = 10 \text{ kg}$

বল,  $F = 10 \text{ N}$

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

$$১ম 5s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,  $s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2$$$

$$\text{বা, } s_1 = 0 \times 5 + \frac{1}{2} \times 1 \times 5^2 \therefore s_1 = 12.5 \text{ m}$$

$$১ম 5s পর বেগ,  $v = u + at$$$

$$\text{বা, } v = 0 + 1 \times 5$$

$$\therefore v = 5 \text{ ms}^{-1}$$

পরবর্তী 5s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_2 = vt_2 = 5 \times 5 = 25 \text{ m}$$

$$\therefore ১ম 10s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,$$

$$s = s_1 + s_2$$

$$= 12.5 + 25 = 37.5 \text{ m (Ans.)}$$

- (ঘ) উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে বেগ-সময় লেখচিত্র এঁকে বস্তুর গতি বিশ্লেষণ করা হলো:

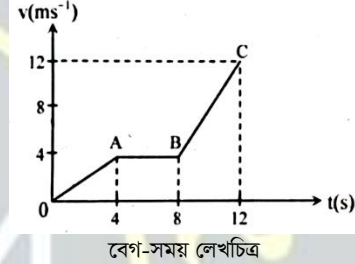
$$\text{গাড়িটির } ১ম 4s \text{ এর ত্বরণ, } a = \frac{F}{m} = \frac{5}{5} = 1 \text{ ms}^{-2}$$

এবং মধ্যবর্তী 4 s এ সমবেগে তথা শেষ 4 s এর শুরুতে বেগ,  $u = 4 \text{ ms}^{-1}$

$$\text{এখন, শেষ 4 s এ ত্বরণ } = \frac{F}{m} = \frac{10}{5} = 2 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{শেষ 4 sec শেষে বেগ, } v = u + at$$

$$= 4 + 2 \times 4 = 12 \text{ ms}^{-1}$$



বেগ-সময় লেখচিত্র

গাড়িটি স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে ১ম 4 s সমত্বরণে চলে, যা OA রেখা নির্দেশ করে। পরবর্তী 4 s গাড়িটি  $4 \text{ ms}^{-1}$  সমবেগে চলে যা AB রেখা দ্বারা নির্দেশ করা হয় এবং শেষ 4 s এ  $2 \text{ ms}^{-2}$  সমত্বরণে চলে  $12 \text{ ms}^{-1}$  শেষবেগে প্রাপ্ত হয়। শেষ 4 s এর গতি BC রেখা দ্বারা নির্দেশিত হয়েছে।

২১. 1 mg ভরের 1 ফোঁটা পানি 20m উপর থেকে বাতাসের বাধা অতিক্রম করে  $15 \text{ ms}^{-1}$  বেগে ভূমিতে পতিত হয়। [ $g = 9.8 \text{ m/s}^2$ ]

[রাজশাহী বোর্ড-২০২০]

(ক) ভারিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে?

(খ) পাহাড় থেকে নিচে নামা অপেক্ষা পাহাড়ের উপরে উঠা কষ্টকর কেন- বুঝিয়ে লিখ।

(গ) পানির ফোঁটাটি ভূমিতে পতিত হতে প্রয়োজনীয় সময় নির্ণয় করো।

(ঘ) গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে, পানির ফোঁটাটির ওজন বাতাসের বাঁধাজনিত বল অপেক্ষা বেশি।

### ২১ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) মূল স্কলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভারিয়ার স্কলের এক ভাগ যতটুকু ক্ষুদ্রতর সেই পরিমাণকে স্লাইড ক্যালিপার্সের ভারিয়ার ধ্রুবক বলে।  
(খ) পাহাড়ের উপরে উঠার সময় অভিকর্ষজ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়, এজন্য নিজেকে শক্তি প্রয়োগ করতে হয়। কিন্তু পাহাড় হতে নিচে নামার সময় ঘর্ষণের বিরুদ্ধে সামান্য কাজ করতে হয়, বেশির ভাগ কাজ বা শক্তি পাওয়া যায় অভিকর্ষজ বিভবশক্তির রূপান্তরের ফলে। একারণে পাহাড় থেকে নিচে নামা অপেক্ষা পাহাড়ের উপরে উঠা কষ্টকর।

(গ) আমরা জানি,

পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে,

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

$$\therefore t = \frac{2h}{u+v} = \frac{2 \times 20}{0+15}$$

$$= 2.67 \text{ s (Ans.)}$$

এখানে,

আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

শেষবেগ,  $v = 15 \text{ ms}^{-1}$

অতিক্রান্ত উচ্চতা,  $h = 20 \text{ m}$

সময়,  $t = ?$

- (ঘ) কার্যকর ত্বরণের বেলায় আমরা পাই,

# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

$$v^2 = u^2 + 2ah$$

$$\text{বা, } 15^2 = 0^2 + 2a \times 20$$

$$\text{বা, } a = \frac{15^2}{2 \times 20}$$

$$\therefore a = 5.625 \text{ ms}^{-2}$$

এখানে,  
পানির ফোঁটার ভর,  
 $m = 1 \text{ mg}$   
 $= 0.001 \text{ kg}$   
অতিক্রান্ত উচ্চতা,  $h = 20 \text{ m}$   
আদিবেগ,  $u = 0 \text{ ms}^{-1}$   
শেষবেগ,  $v = 15 \text{ ms}^{-1}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
কার্যকর ত্বরণ,  $a = ?$

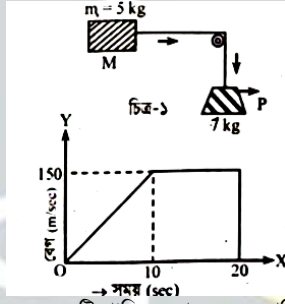
পানির ফোঁটার ওজন তথা এর ওপর নিম্নমুখী বল,  
 $W = mg = 0.001 \times 9.8 = 9.8 \times 10^{-3} \text{ N}$   
বাতাসের বাধাজনিত বল,

$$F_{\text{air}} = mg - ma = m(g - a) = 0.001(9.8 - 5.625)$$

$$= 4.175 \times 10^{-3} \text{ N} < 9.8 \times 10^{-3} \text{ N}.$$

সুতরাং, পানির ফোঁটার ওজন বাতাসের বাধাজনিত বল অপেক্ষা বেশি।  
একারণেই ফোঁটাটি নিচে নেমে আসতে সক্ষম হয়। ফোঁটার ওজন অপেক্ষা  
বাতাসের গড় বাধাজনিত বল বেশি হলে এটি নিচে নেমে আসতে পারতো না।

২২.



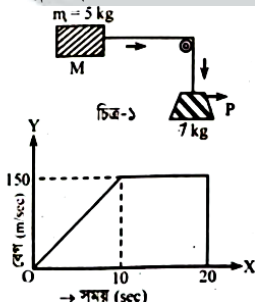
চিত্র-২: একটি গাড়ির বেগ-সময় লেখচিত্র

[দিনাজপুর বোর্ড-২০২০]

- (ক) আবর্ত ঘর্ষণ কাকে বলে?  
(খ) স্থির অবস্থান থেকে কোনো বস্তু নিচের দিকে পড়তে থাকলে বেগের পরিবর্তন হয় কেন?  
(গ) ২নং চিত্র অনুযায়ী গাড়িটির 20 sec এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো।  
(ঘ) ১নং চিত্র অনুযায়ী M বস্তুর উপর P বস্তুর বলের প্রভাব বিশ্লেষণ করো।

### ২২ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) যখন একটি বস্তু অপর একটি বস্তু বা তলের ওপর দিয়ে গড়িয়ে চলে বা চলতে চায় তখন গতির বিরুদ্ধে যে ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করে তাকে আবর্ত ঘর্ষণ বলে।  
(খ) স্থির অবস্থা হতে কোনো বস্তু অভিকর্ষ বলের প্রভাবে নিচের দিকে পড়তে থাকলে বস্তুর উপর অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$  ক্রিয়া করে। অর্থাৎ বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে  $9.8 \text{ ms}^{-2}$  বৃদ্ধি পেতে থাকে। তাই বলা যায়, অভিকর্ষ বলের প্রভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগের পরিবর্তন হয়।  
(গ) যেহেতু সরণ = বেগ  $\times$  সময়, তাই বেগ বনাম সময় লেখ ও সময় অক্ষের অন্তর্ভুক্ত ক্ষেত্রফল সরণ প্রকাশ করে। সময় অক্ষের উপরকার ক্ষেত্রফল ধনাত্মক সরণ এবং নিচেরকার ক্ষেত্রফল ঋণাত্মক সরণ বুঝায়। তাই এক্ষেত্রে প্রথম 20 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব তথা সরণ নির্ণয়ে নিম্নোক্ত ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করাই যথেষ্ট।



$\therefore 20 \text{ s}$  গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব = OABC ট্রাপিজিয়াম ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল

$$= \frac{1}{2} \times \text{সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের দৈর্ঘ্যের সমষ্টি} \times \text{সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের দূরত্ব}$$

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

$$= \frac{1}{2} \times (10 + 20) \times 150 = 2250 \text{ m} \quad (\text{Ans.})$$

- (ঘ)  $m_2$  ভরের উপর দুটি বল ক্রিয়া করছে, একটি এর ওজন ( $m_2g$ ), নিচের দিকে এবং দ্বিতীয়টি সুতার টান, উপরের দিকে।

$$\therefore m_2g - T = m_2a \dots \dots \dots (i)$$

আবার  $m_1$  ভরের ওপর কেবল একটি বল ক্রিয়া করছে, আর তা হলো সুতার টান (T)

$$\therefore T = m_1a \dots \dots \dots (ii)$$

(i) ও (ii) হতে পাই,

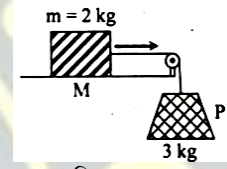
$$m_2g - m_1a = m_2a$$

এখানে,  
১ম বস্তুর ভর,  
 $m_1 = 5 \text{ kg}$   
দ্বিতীয় বস্তুর ভর,  
 $m_2 = 7 \text{ kg}$   
অভিকর্ষজ ত্বরণ,  
 $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$   
সুতার টান,  $T = ?$   
সিস্টেমের ত্বরণ,  $a = ?$

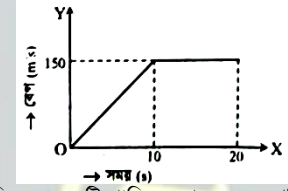
$$\therefore a = \frac{m_2g}{m_1 + m_2} = \frac{7 \times 9.8}{5 + 7} = 5.717 \text{ ms}^{-2}$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল, M বস্তুর উপর P বস্তুর বলের প্রভাবে উভয় বস্তু  $5.717 \text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে নিচে নামবে।

২৩.



চিত্র-১: M বস্তুতে একটি ওজন ঝুলিয়ে দেওয়া হয়েছে।



চিত্র-২: একটি গাড়ির বেগ-সময় লেখচিত্র

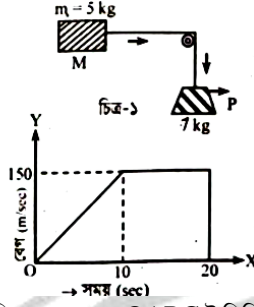
[চট্টগ্রাম বোর্ড-২০২০]

- (ক) সাম্যবল কাকে বলে?  
(খ) কাদাযুক্ত রাস্তায় হাঁটা অসুবিধাজনক কেন?  
(গ) ২নং চিত্র অনুযায়ী গাড়িটির 20 sec এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় করো।  
(ঘ) ১নং চিত্র অনুযায়ী M বস্তুর উপর P বস্তুর বলের প্রভাব বিশ্লেষণ করো।

### ২৩ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন সেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্যবল বলে।  
(খ) রাস্তায় হাঁটার সময় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল তৈরি হয়, তার জন্য আমরা চলতে পারি। কিন্তু রাস্তা কাদাযুক্ত হলে রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যকার ঘর্ষণ বল হ্রাস পায়। এর ফলে কাদাযুক্ত রাস্তায় সহজে পিছলে যাওয়ার সম্ভাবনা প্রবল থাকে। তাই কাদাযুক্ত রাস্তায় হাঁটা অসুবিধাজনক।  
(গ) যেহেতু সরণ = বেগ  $\times$  সময়, তাই বেগ বনাম সময় লেখ ও সময় অক্ষের অন্তর্ভুক্ত ক্ষেত্রফল সরণ প্রকাশ করে। সময় অক্ষের উপরকার ক্ষেত্রফল ধনাত্মক সরণ এবং নিচেরকার ক্ষেত্রফল ঋণাত্মক সরণ বুঝায়। তাই এক্ষেত্রে প্রথম 20 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব তথা সরণ নির্ণয়ে নিম্নোক্ত ট্রাপিজিয়ামের ক্ষেত্রফল নির্ণয় করাই যথেষ্ট।





∴ 20 s গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব = OABC ট্রাপিজিয়াম ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল  
 $= \frac{1}{2} \times \text{সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের দৈর্ঘ্যের সমষ্টি} \times \text{সমান্তরাল বাহুদ্বয়ের দূরত্ব}$   
 $= \frac{1}{2} \times (AB + OC) \times AD$   
 $= \frac{1}{2} \times (10 + 20) \times 150 = 2250\text{m}$  (Ans.)

(ঘ)  $m_2$  ভরের উপর দুটি বল ক্রিয়া করছে, একটি এর ওজন ( $m_2g$ ), নিচের দিকে এবং দ্বিতীয়টি সুতার টান, উপরের দিকে।

∴  $m_2g - T = m_2a$ ..... (i)  
 আবার  $m_1$  ভরের ওপর কেবল একটি বল ক্রিয়া করছে, আর তা হলো সুতার টান (T)  
 ∴  $T = m_1a$ ..... (ii)  
 (i) ও (ii) হতে পাই,  
 $m_2g - m_1a = m_2a$

এখানে,  
 ১ম বস্তুর ভর,  
 $m_1 = 5\text{ kg}$   
 দ্বিতীয় বস্তুর ভর,  
 $m_2 = 7\text{ kg}$   
 অভিকর্ষজ ত্বরণ,  
 $g = 9.8\text{ ms}^{-2}$   
 সুতার টান,  $T = ?$   
 সিস্টেমের ত্বরণ,  $a = ?$

$$\therefore a = \frac{m_2g}{m_1 + m_2} = \frac{7 \times 9.8}{5 + 7} = 5.717\text{ ms}^{-2}$$

সুতরাং গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা গেল, M বস্তুর ওপর P বস্তুর বলের প্রভাবে উভয় বস্তু  $5.717\text{ ms}^{-2}$  ত্বরণে নিচে নামবে।

২৪. একটি 5000 kg ভরের গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে 56 সেকেন্ডে বেগ 10 মিটার/সেকেন্ড হয়। এ ত্বরণে 1 km চলার পর 6000 kg ভরের একটি সিম্বর গাড়ির সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। সংঘর্ষের পর গাড়ি দুটি একত্রে 9 মিটার/সেকেন্ড বেগে চলতে থাকে।

[সিলেট বোর্ড-২০২০]

- (ক) পড়ন্ত বস্তুর ২য় সূত্রটি লিখ।  
 (খ) গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব শূন্য হয় না কিন্তু সরণ শূন্য হতে পারে- ব্যাখ্যা করো।  
 (গ) গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় করো।  
 (ঘ) সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুটির ভরবেগের পরিবর্তন সমান ও বিপরীত না হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ করো।

#### ২৪ 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) অতিক্রান্ত দূরত্ব স্কেলার রাশি, কিন্তু সরণ ভেক্টর রাশি। সরণ হচ্ছে আদি অবস্থান হতে শেষ অবস্থানের মধ্যবর্তী ন্যূনতম সরলরৈখিক পথ। অপরদিকে অতিক্রান্ত দূরত্ব হচ্ছে আদি অবস্থান হতে শেষ অবস্থানে যেতে সরল ও বক্রপথে মোট অতিক্রান্ত পথ। উদাহরণস্বরূপ, কোনো গতিশীল বস্তু বৃত্তাকারে ঘুরে আদি অবস্থানে ফিরে আসলে আদি অবস্থান ও শেষ অবস্থান একই হওয়ায় সরণ শূন্য হয়। অপরদিকে, অতিক্রান্ত দূরত্ব হয় ঐ বৃত্তের পরিধির সমান। তাই গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব কখনো শূন্য হয় না, কিন্তু সরণ শূন্য হতে পারে।

- (গ) আমরা জানি,  
 ত্বরণ,  $a = \frac{v-u}{t}$   
 বা,  $a = \frac{10-0}{50}$   
 ∴  $a = 0.2\text{ms}^{-2}$  (Ans.)

এখানে,  
 আদিবেগ,  
 $u = 0\text{ ms}^{-1}$   
 শেষবেগ,  
 $v = 10\text{ ms}^{-1}$   
 সময়,  $t = 50\text{ s}$

ত্বরণ,  $a = ?$

- (ঘ) (গ) হতে প্রাপ্ত সংঘর্ষের পূর্বে ১ম গাড়ির ত্বরণ,  
 $a = 0.2\text{ ms}^{-2}$   
 1000 m চলার পর ১ম বস্তুর বেগ  $v_1$  হলে,  
 $v_1^2 = u_1^2 + 2as$   
 বা,  $v_1^2 = 0^2 + 2 \times 0.2 \times 1000$   
 বা,  $v_1^2 = 400$   
 ∴  $v_1 = 20\text{ ms}^{-1}$

এখানে,  
 প্রথম বস্তুর আদিবেগ,  
 $u_1 = 0\text{ ms}^{-1}$   
 সরণ,  
 $s = 1\text{ km} = 1000\text{ m}$   
 ১ম বস্তুর ভর,  
 $m_1 = 5000\text{ kg}$   
 ২য় বস্তুর ভর,  
 $m_2 = 6000\text{ kg}$   
 সংঘর্ষের পূর্বে ২য় বস্তুর বেগ,  
 $v_2 = 0\text{ ms}^{-1}$   
 সংঘর্ষের পর বস্তুদ্বয়ের মিলিত  
 বেগ,  $v = 9\text{ ms}^{-1}$

∴ ১ম বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\Delta p_1 = m_1 v_1 - m_1 v$$

$$\text{বা, } \Delta p_1 = 5000 \times 20 - 5000 \times 9$$

$$\therefore \Delta p_1 = 55000\text{ kgms}^{-1}$$

২য় বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\Delta p_2 = m_2 v - m_2 v_2$$

$$\text{বা, } \Delta p_2 = 6000 \times 9 - 6000 \times 0$$

$$\therefore \Delta p_2 = 54000\text{ kgms}^{-1} \neq 55000\text{ kgms}^{-1}$$

অর্থাৎ ভরবেগের সংরক্ষণ হয়নি। সংঘর্ষের সময় ১ম গাড়ির ভরবেগের সম্পূর্ণ অংশ স্থির গাড়ির উপর প্রযুক্ত হয় না, এর কিছু অংশ ২য় গাড়ির বাম্পার এর সংকোচন অথবা ঘর্ষণজনিত কারণে ক্ষয় হয়। এ কারণে ১মস গাড়ির ভরবেগ যে পরিমাণ হ্রাস পেয়েছে, ২য় গাড়ির ভরবেগ সে পরিমাণ বৃদ্ধি পায়নি। সুতরাং গাড়ি দুটির ভরবেগের পরিবর্তন সমান ও বিপরীত হয়নি।

২৫. একজন বাইসাইকেল আরোহী 6 ms ত্বরণে স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করল। 5 s পর সে ত্বরণ বন্ধ করে দিল। এর 10s পর 150m দূরে একটি স্পিড ব্রেকার দেখে 3 ms মন্দনে ব্রেক করলো।

[বরিশাল বোর্ড-২০২০]

- (ক) পিছলানো ঘর্ষণ কাকে বলে?  
 (খ) “গড়বেগ শূন্য হলেও গড় দ্রুতি শূন্য নাও হতে পারে”- ব্যাখ্যা করো।  
 (গ) ব্রেক প্রয়োগ করার পূর্বে সাইকেল আরোহী কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? নির্ণয় করো।  
 (ঘ) উদ্দীপকের আলোকে বাইসাইকেলের গতির ওপর ঘর্ষণের প্রভাব বিশ্লেষণ করো।

#### ২৫ নং প্রশ্নের উত্তর

- (ক) একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তু তথা তলের উপর দিয়ে পিছলিয়ে বা ঘষে চলে তখন যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় তাকে পিছলানো ঘর্ষণ বলে।  
 (খ) নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে কোনো বস্তু নির্দিষ্ট দিকে গড়ে একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তা-ই বস্তুর 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 যে কোনোটি 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 থনাও হতে পারে। উদাহরণস্বরূপ একটি বস্তু বৃত্তাকার পথে একপাক ঘুরে আসলে তার সরণ ও বেগ শূন্য হয়। কিন্তু দূরত্ব ও দ্রুতি শূন্য হয় না।

- (গ) সাইকেল আরোহী ব্রেক প্রয়োগ করার পূর্বে ১ম 5s সমত্বরণে এবং পরবর্তী 10 s সমবেগে চলবে।

# সংক্ষিপ্ত+ সৃজনশীল (এসকিউ+সিকিউ) নোট

## পদার্থবিজ্ঞান

## ৩য় অধ্যায়

## বল

Prepared by: ISRAFIL SHARDER AVEEK

∴ ১ম ৫ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\begin{aligned}s_1 &= ut_1 + \frac{1}{2}at_1^2 \\ &= 0 + \frac{1}{2} \times 6 \times (5)^2 \\ &= 75\text{m}\end{aligned}$$

এখানে,

$$১ম সময়, t_1 = 5s$$

$$২য় সময়, t_2 = 10s$$

$$আদিবেগ, u = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$ত্বরণ, a = 6 \text{ ms}^{-2}$$

$$১ম ৫ s পর বেগ, v = u + at_1 = 0 + 6 \times 5 = 30 \text{ ms}^{-1}$$

সাইকেল পরবর্তী ১০ s এই বেগে চলবে

$$\therefore ২য় ১০ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব, s_2 = vt_2 = 30 \times 10 = 300 \text{ m}$$

$$\therefore \text{ব্রেক প্রয়োগ করার পূর্বে সাইকেল আরোহী অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = s_1 + s_2 = 75 + 300 = 375\text{m} \quad (\text{Ans.})$$

(ঘ) 'গ' হতে পাই, ব্রেক প্রয়োগ করার মুহূর্তে সাইকেলের বেগ,  $v = 30 \text{ ms}^{-1}$ ।

$$\text{ব্রেক জনিত মন্দন, } a' = 3 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{স্পীড ব্রেকারের দূরত্ব, } s = 150 \text{ m}$$

ধরি, ব্রেক ঘর্ষণের দরশন সাইকেলটি  $s'$  দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যায়।

$$\therefore 0^2 = v^2 - 2a's' \text{ বা, } s' = \frac{v^2}{2a'} = \frac{(30)^2}{2 \times 3} = 150\text{m}$$

দেখা যাচ্ছে,  $s' = s$  অর্থাৎ সাইকেলটি স্পীড ব্রেকার এর কিনারে গিয়ে থেমে যাবে, ফলে আরোহী নিরাপদ থাকবে। বাইসাইকেল এর গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব ইতিবাচক। বস্তুত যে কোনো যানবাহন স্থিরাবস্থা থেকে গতিশীল হতে এবং গতিশীল অবস্থা থেকে স্থিরাবস্থার উপনীত হতে ঘর্ষণ অতীব প্রয়োজনীয়।