

SSC Physics

অধ্যয়নভিত্তিক কন্টেন্ট-২০২৩

অধ্যায়-৩: বল

প্রয়োজনীয় তথ্য:

সূত্রাবলি	প্রতীক পরিচিতি
◆ $F = ma$	$F =$ বল $m =$ ভর $a =$ ত্বরণ
◆ $Ft = mv - mu$	$t =$ বলের ক্রিয়াকাল $u =$ বস্তুর আদিবেগ $v =$ বস্তুর শেষবেগ
◆ $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$	$m_1, m_2 =$ ভর $u_1, u_2 =$ আদিবেগ $v_1, v_2 =$ শেষবেগ
◆ $m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v$	$v =$ মিলিত শেষবেগ

জড়তা (Inertia) : প্রত্যেক পদার্থ যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে।

যেমন : টেবিলের উপর একখানা বই রাখলে বইটি সারাজীবন টেবিলের উপর পড়ে থাকবে যদি কেউ বইটি না সরায় বা সরাতে চেষ্টা না করে।

জড়তার প্রকারভেদ : জড়তাকে দু'ভাগে ভাগ করা যায়। যথা : ১. স্থিতি জড়তা ও ২. গতি জড়তা।

স্থিতি জড়তা : স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা স্থিতি বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে স্থিতি জড়তা বলে। যেমন : গাড়ি হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রী পিছনের দিকে হেলে পড়ে গতি জড়তার জন্য।

গতি জড়তা : গতিশীল বস্তুর চিরকাল সমবেগে গতিশীল থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা একই গতি অক্ষুণ্ণ রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে গতি জড়তা বলে। যেমন : চলন্ত গাড়ি হঠাৎ থামলে যাত্রী সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে স্থিতি জড়তার জন্য।

বল (Force) : যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় বা গতিশীল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায় তাকে বল বলে। বলকে F দ্বারা সূচিত করা হয়। বল একটি ভেক্টর বা দিক রাশি। কারণ এর মান ও দিক উভয়ই আছে। বলের একক kgms^{-2} । একে নিউটন (N) বলা হয়। বলের মাত্রা $[F] = [MLT^{-2}]$

বলের প্রকৃতি (Nature of force)

স্পর্শ বল : যে বল সৃষ্টির জন্য দুইটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন তাকে স্পর্শ বল বলে। স্পর্শ বলের উদাহরণ হলো ঘর্ষণ বল, টান বল এবং সংঘর্ষের সময় সৃষ্ট বল। যেমন : মেঝের উপর দিয়ে একটি বাস্কটেনে নেওয়ার সময় আমরা টান বল প্রয়োগ করি। বাস্কটের গতির বিপরীত দিকে তখন ঘর্ষণ বলের সৃষ্টি হয়।

অস্পর্শ বল : দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ স্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাকে অস্পর্শ বল বলে। যেমন : দুটি বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণমূলক মহাকর্ষ বল, দুটি আর্হিক বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণকারী তড়িৎ বল, দুটি চুম্বকের মেঝুর মধ্যে আকর্ষণ বা বিকর্ষণমূলক বল অথবা চুম্বক ও একটি চৌম্বক পদার্থের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বলগুলো অস্পর্শ বল তথা দূরবর্তী বলের উদাহরণ।

সাম্য বল (Balanced force) : কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় তবে সেই বলগুলোকে সাম্য বল বলে।

অসাম্য বল (Unbalanced force) : যে বল বা বলসমূহের প্রয়োগের ফলে বস্তু সাম্যাবস্থায় না থেকে এর উপর একটি লব্ধিবল ক্রিয়া করে তবে ঐ বল বা বলসমূহকে অসাম্য বল বলে।

ভরবেগ (Momentum) : বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে। কোনো বস্তুর ভর m এবং বেগ v হলে এর ভরবেগ, $p = mv$ ।
ভরবেগের একক : kg ms^{-1} । ভরবেগের মাত্রা : $[p] = [MLT^{-1}]$

নিউটনের গতিসূত্র (Newton's laws of motion) :

প্রথম সূত্র (জড়তা ও বলের সংজ্ঞা নির্দেশক সূত্র) : বাহ্যিক কোনো বল প্রযুক্ত না হলে স্থির বস্তু স্থির থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সুষম দ্রুতিতে সরল পথে চলতে থাকবে।

দ্বিতীয় সূত্র (বল, পরিমাপ ও বলের প্রকৃতি নির্দেশক সূত্র) : বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর ওপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বল যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

তৃতীয় সূত্র (বস্তুর মধ্যে পারস্পরিক ক্রিয়ার সূত্র) : প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

ঘর্ষণ (Friction) : দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শ থেকে যদি একটির উপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে অথবা চলতে থাকে তাহলে বস্তুদ্বয়ের স্পর্শ তলে এই গতির বিরুদ্ধে একটা বাধার উৎপত্তি হয়, এই বাধাকে ঘর্ষণ বলে। আর এই বাধার ফলে যে বল উৎপন্ন হয় তাকে ঘর্ষণ বল বলে। মসৃণ অপেক্ষা অমসৃণ তলে ঘর্ষণ বেশি হয়।

ঘর্ষণের সুবিধা : আমাদের দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণ অত্যন্ত প্রয়োজনীয়। ঘর্ষণের সুবিধা হলো :

- ◆ ঘর্ষণের জন্য আমরা হাঁটতে পারি, পিছলে যাই না;
- ◆ ঘর্ষণের জন্য আমরা কোনো কিছু ধরে রাখতে পারি;
- ◆ ঘর্ষণের জন্য গাড়ির চাকা ঘোরে এবং সামনে বা পেছনের দিকে অগ্রসর হতে থাকে;
- ◆ কাঠে পেরেক বা স্ক্রু লাগাতে পারি;
- ◆ কাঁচি বা ছুরিতে ধার দিতে পারি।

ঘর্ষণের অসুবিধা : ঘর্ষণের জন্য আমাদের অসুবিধাও কম পোহাতে হয় না। যন্ত্র চলার সময় গতিশীল অংশগুলোর মধ্যে ঘর্ষণ ক্রিয়ার ফলে ক্রমশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়। তাছাড়া যান্ত্রিক দক্ষতাও বেশ কমে যায়। আবার ঘর্ষণের ফলে অনাবশ্যিক তাপ উৎপাদনের জন্য যন্ত্রের ক্ষতি হয়।

এসব অসুবিধা দূর করার জন্য যন্ত্রপাতির স্পর্শ তলগুলোর মাঝে পিচ্ছিলকারী তেল বা গ্রাফাইট ব্যবহার করে পিচ্ছিল রাখা হয়।

● ■ জ্ঞানমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ১ ১ ১ জড়তা কাকে বলে?

উত্তর : পদার্থ যে অবস্থায় আছে চিরকাল সে অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সে অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে।

প্রশ্ন ১ ২ ১ সুস্থিত বল কী?

উত্তর : যে বলসমূহ সাম্যাবস্থায় পরিণত করে তাদেরকে সুস্থিত বল বলে।

প্রশ্ন ১ ৩ ১ একক বল কী?

উত্তর : একক ভরের ওপর যে পরিমাণ বল ক্রিয়া করে একক ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে একক বল বলে।

প্রশ্ন ১ ৪ ১ অস্পর্শ বল কাকে বলে?

উত্তর : দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাকে অস্পর্শ বল বলে।

প্রশ্ন ৫ ৥ কোন সূত্র থেকে বলের গুণগত সংজ্ঞা পাওয়া যায়?

উত্তর : নিউটনের গতিবিষয়ক প্রথম সূত্র থেকে।

প্রশ্ন ৬ ৥ অভিকর্ষ বল কাকে বলে?

উত্তর : পৃথিবী যখন কোনো বস্তুর উপর মহাকর্ষ বল প্রয়োগ করে তখন তাকে অভিকর্ষ বল বলে।

প্রশ্ন ৭ ৥ বিসর্প ঘর্ষণ কী?

উত্তর : যখন একটি বস্তু অন্য একটি বস্তুর তথা তলের উপর দিয়ে পিছলিয়ে বা ঘষে চলতে চেষ্টা করে বা চলে তখন যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় তাকে পিছলানো ঘর্ষণ বা বিসর্প ঘর্ষণ বলে।

প্রশ্ন ৮ ৥ প্রবাহী ঘর্ষণ কাকে বলে?

উত্তর : যখন কোনো বস্তু কোনো প্রবাহী পদার্থের মধ্যে গতিশীল থাকে তখন যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে প্রবাহী ঘর্ষণ বলে।

প্রশ্ন ৯ ৥ স্থিতি ঘর্ষণ কী?

উত্তর : পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে একটি বস্তু যতক্ষণ অপরটির উপর স্থির থাকে, ততক্ষণ তাদের মিলনতলে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে, তাকে স্থিতি ঘর্ষণ বলে।

প্রশ্ন ১০ ৥ আবর্ত ঘর্ষণের উদাহরণ দাও।

উত্তর : ফুটবল, মার্বেল গুটি ইত্যাদি মাটির উপর দিয়ে চলার সময় আবর্ত ঘর্ষণের সৃষ্টি হয়।

● ■ অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর ■ ●

প্রশ্ন ১ ৥ থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে বাসযাত্রী পেছনের দিকে হেলে পড়েন কেন?

উত্তর : থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে বাসযাত্রী পেছনের দিকে হেলে পড়েন স্থিতি জড়তার জন্য।

বাস যখন থেমে থাকে তখন যাত্রীর শরীরও স্থির থাকে। কিন্তু বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রীর শরীরের বাস সংলগ্ন অংশ গতিশীল হয়। কিন্তু শরীরের উপরের অংশ স্থিতি জড়তার জন্য স্থির থাকতে চায়। তাই শরীরের নিচের অংশ থেকে উপরের অংশ পিছিয়ে পড়ে। ফলে যাত্রী পেছনের দিকে হেলে পড়ে।

প্রশ্ন ২ ৥ চলন্ত বাস হঠাৎ ব্রেক করলে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন কেন?

উত্তর : চলন্ত বাস হঠাৎ ব্রেক করলে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন গতি জড়তার জন্য।

চলন্ত অবস্থায় বাসের সাথে যাত্রীরাও একই গতি প্রাপ্ত হয়। কিন্তু বাস হঠাৎ থেমে গেলে বাসের সাথে সাথে যাত্রীর শরীরের নিচের অংশ স্থির হয়। কিন্তু শরীরের উপরের অংশ গতি জড়তার জন্য সামনের দিকে এগিয়ে যায়। ফলে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে।

প্রশ্ন ৩ ৥ জড়তা সম্পর্কে তোমার ধারণা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : পদার্থ যে অবস্থায় আছে চিরকাল সেই অবস্থায় থাকতে চাওয়ার যে প্রবণতা বা সেই অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার যে ধর্ম তাকে জড়তা বলে। প্রত্যেক বস্তু যে অবস্থায় আছে সেই অবস্থায় থাকতে চায় অর্থাৎ বস্তু স্থির থাকলে স্থির আর গতিশীল থাকলে গতিশীল থাকতে চায়। বস্তুর এ স্থিতিশীল বা গতিশীল অবস্থার পরিবর্তন ঘটাতে হলে বল প্রয়োগ করতে হয়।

প্রশ্ন ৪ ৥ 'জড়তা বস্তুর ভরের ওপর নির্ভর করে'— উদাহরণসহ ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : বাহ্যিক বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তুর অবস্থায় এবং গতিশীল বস্তু সুষম গতিকে একই দিকে চলতে চাওয়ার ধর্মকে জড়তা বলে। জড়তা দু'প্রকার স্থিতি জড়তা ও গতি জড়তা। আমরা আমাদের দৈনন্দিন জীবনের অভিজ্ঞতা হতে দেখতে পাই, ভারী বস্তুকে স্থির অবস্থা হতে গতিশীল করতে এবং

গতিশীল অবস্থা হতে থামাতে হালকা বস্তুর চেয়ে বেশি মানের বল প্রয়োগ করতে হয়, অর্থাৎ বেশি কফ্টসাধ্য। তাই জড়তা বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে এবং প্রকৃতপক্ষে ভর হলো বস্তুর জড়তার পরিমাপ। উভয় প্রকার জড়তার ক্ষেত্রেই যে বস্তুর ভর যত বেশি তার জড়তা তত বেশি।

প্রশ্ন ৫ ৥ স্পর্শ ও অস্পর্শ বলের মধ্যকার পার্থক্য বর্ণনা কর।

উত্তর : যে বল সৃষ্টির জন্য দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন হয় তাকে স্পর্শ বল বলে। অপরদিকে দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাকে অস্পর্শক বল বলে।

সংজ্ঞানুসারে, অস্পর্শ বল দূর হতেই ক্রিয়া করতে পারে যেখানে স্পর্শ বলসমূহ বস্তুর উপর ক্রিয়া করার জন্য সংস্পর্শের প্রয়োজন হয়। চার প্রকার মৌলিক বলের প্রত্যেকটি বলের প্রত্যেকটিই অস্পর্শ বল, অপরদিকে যৌগিক বা কৃত্রিম বলসমূহের বেশির ভাগই স্পর্শ বল।

প্রশ্ন ৬ ৥ বলের মাত্রা ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : আমরা জানি বল,

$$\begin{aligned} F &= \text{ভর} \times \text{ত্বরণ} \\ &= \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} \\ &= \text{ভর} \times \frac{\text{দূরত্ব} / \text{সময়}}{\text{সময়}} \\ &= \text{ভর} \times \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}^2} \\ &= M \times \frac{L}{T^2} \end{aligned}$$

বলের মাত্রা সমীকরণ, $[F] = [MLT^{-2}]$

প্রশ্ন ৭ ৥ যখন কোনো খেলোয়াড় স্থির ফুটবলকে কিং করেন তখন কী ঘটে?

উত্তর : যখন কোনো খেলোয়াড় স্থির ফুটবলকে কিং করেন তখন গতিশীল হয়।

আমরা দেখতে পাই, বলটি স্থির অবস্থা থেকে যেদিকে বলটিকে কিং করা হয়েছে সেদিকে গতিশীল হয়। অর্থাৎ এক্ষেত্রে বলটি স্থির অবস্থা থেকে ত্বরণ লাভ করে। এক্ষেত্রে সৃষ্ট ত্বরণের মান ধনাত্মক এবং ত্বরণের দিক হলো কিংকরের মাধ্যমে যেদিকে বল প্রয়োগ করা হয় সেদিকে। সুতরাং প্রযুক্ত বল কোনো স্থির বস্তুকে গতিশীল করতে পারে।

প্রশ্ন ৮ ৥ প্রযুক্ত বল কোনো গতিশীল বস্তুর বেগের তথা গতির দিক পরিবর্তন করতে পারে— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : ক্রিকেট খেলায় একজন খেলোয়াড় বিপরীত দিক থেকে আগত ক্রিকেট বলকে ব্যাট দ্বারা আঘাত করেন। ব্যাট দ্বারা আঘাতের ফলে বলটির বেগের মান ও দিক উভয়েই পরিবর্তিত হয়। যেদিক থেকে বলটি আসছিল ব্যাট দ্বারা আঘাতের ফলে এটি অন্য কোনো দিকে গতিশীল হয়। এক্ষেত্রেও ত্বরণ রয়েছে।

প্রশ্ন ৯ ৥ বল কীভাবে বস্তুর আকারের ওপর প্রভাব ফেলে বর্ণনা কর।

উত্তর : বলের ক্রিয়ায় অনেক সময় বস্তুতে গতির সৃষ্টি না হয়ে এর আকারের পরিবর্তন হয়। একটি খালি প্লাস্টিকের পানির বোতল চেপে ধরলে বোতলের আকারের পরিবর্তন হয়। আবার যখন কোনো রাবার ব্যাণ্ডকে টেনে প্রসারিত করা হয় তখন এটি সরু হয়ে যায় অর্থাৎ এর আকারের পরিবর্তন হয়।

কখনো কখনো বলের ক্রিয়ায় বস্তুর এই আকার পরিবর্তন ক্ষণস্থায়ী হয়। আবার কখনো বল প্রয়োগের ফলে স্থায়ীভাবে বস্তুর আকারের পরিবর্তন সংঘটিত হয়। উদাহরণ হিসেবে দুমড়ে-মুচড়ে যাওয়া ধাতব ক্যান অথবা দুর্ঘটনার পরে কোনো গাড়ির ক্ষেত্রে এ ধরনের পরিবর্তন ঘটে।

প্রশ্ন ১০ ৥ ক্রিয়া এবং প্রতিক্রিয়া সমান হওয়া সত্ত্বেও স্থির বস্তুতে কেন গতির সৃষ্টি হয়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে ক্রিয়া এবং প্রতিক্রিয়া বল সমান ও বিপরীতমুখী। এদের লব্ধি শূন্য হতো যদি এরা একই বস্তুর উপর ক্রিয়া করত। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল দুটি ভিন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে, অর্থাৎ একটি বস্তুর উপর একটিমাত্র বল ক্রিয়া করে। এক্ষেত্রে ওই বস্তুতে তৃতীয় কোনো বল প্রযুক্ত না হলে তাতে গতির পরিবর্তন তথা ত্বরণ সৃষ্টি হতে বাধ্য।

প্রশ্ন ১১ ৥ গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : কোনো বস্তুর গতির উপর ঘর্ষণের ব্যাপক প্রভাব রয়েছে। ঘর্ষণ হলো এক ধরনের বাধাদানকারী বল, যা বস্তুর গতিকে মছুর করে। ঘর্ষণ আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অনেক সমস্যা সৃষ্টি করলেও চলাচল ও যানবাহন চালনার জন্য ঘর্ষণ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। রাস্তা ও টায়ারের পৃষ্ঠ প্রয়োজনমতো অমসৃণ করা হয় যাতে গাড়ি সামনের দিকে এগিয়ে যেতে পারে। গতি নিয়ন্ত্রণে যে ব্রেক ব্যবহার করা হয় তা ঘর্ষণের নীতির উপর কাজ করে।

প্রশ্ন ১২ ৥ কোন বেত্রে স্থিতি ঘর্ষণ উৎপন্ন হয়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : দুটি তলের একটি অপরটির সাপেক্ষে গতিশীল না বলে এদের মধ্যে স্থিতি ঘর্ষণ সৃষ্টি হয়। অর্থাৎ যখন কোনো একটি বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করা হয়, তখন যদি এ বল বস্তুর গতি সৃষ্টি করতে না পারে তাহলে স্থিতি ঘর্ষণ কাজ করে। যেমন : মেঝের উপর অবস্থিত একটি ভারী বস্তুকে টানার পরও গতিশীল না হলে যে ঘর্ষণ বল উৎপন্ন হয় এবং গতি সৃষ্টি না হওয়া পর্যন্ত এ বল কাজ করে।

প্রশ্ন ১৩ ৥ প্রবাহী ঘর্ষণ বলতে কী বোঝ?

উত্তর : যখন কোনো তরল পদার্থ বা বায়বীয় পদার্থের গতিপথে কোনো স্থিরবস্তু রাখা হয় বা কোনো বস্তুকে তরল বা বায়বীয় পদার্থের মাঝ দিয়ে গতিশীল হতে হয় তখন উভয়ের মধ্যে ঘর্ষণ উৎপন্ন হয়। এ ধরনের ঘর্ষণকে প্রবাহী ঘর্ষণ বলে। সাধারণ জাহাজ পানিতে চলার সময়ে বা বৃষ্টির ফোঁটা বাতাসের মাঝ দিয়ে পড়ার সময়ে এই ধরনের ঘর্ষণের উৎপত্তি হয়।

প্রশ্ন ১৪ ৥ প্যারাসুটে কোন ধরনের ঘর্ষণ কীভাবে ব্যবহার করা হয়? ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : প্যারাসুট বায়ুর বাধাকে কাজে লাগিয়ে কাজ করে। এখানে বায়ুর বাধা হলো এক ধরনের প্রবাহী ঘর্ষণ বল যা পৃথিবীর অভিকর্ষ বলের বিপরীতে ক্রিয়া করে। খোলা অবস্থায় প্যারাসুটের বাইরের তলের ক্ষেত্রফল অনেক বেশি হওয়ায় বায়ুর বাধার পরিমাণও বেশি হয়, ফলে আরোহীর পতনের গতি অনেক হ্রাস পায়। ফলে আরোহী ধীরে ধীরে মাটিতে নিরাপদে নেমে আসে।

প্রশ্ন ১৫ ৥ চাকার ব্যবহারে কীভাবে ঘর্ষণ কমে— ব্যাখ্যা কর।

উত্তর : আমরা জানি, বিসর্প ঘর্ষণের তুলনায় আবর্ত ঘর্ষণের মান কম। এই উদ্দেশ্যে চাকা আবিষ্কৃত হয়। বাস, ট্রাকসহ বিভিন্ন যন্ত্রপাতিতে চাকা লাগানো থাকে। চাকা হলো একটি সুকৌশল আবিষ্কার। চাকার বৃত্তাকার আকৃতি ঘর্ষণকে ন্যূনতম পর্যায়ে নামিয়ে আনে। সুটকেসে চাকা লাগানোর ফলে ঘর্ষণের মান কমে যায় এবং এটি টানা লাগানোর ফলে ঘর্ষণের মান কমে যায় এবং এটি টানা সহজতর হয়। অর্থাৎ চাকা লাগানোর ফলে আবর্ত ঘর্ষণের মান পিছলানো ঘর্ষণের তুলনায় অনেক কমে যায়।

গাণিতিক সমস্যা

গাণিতিক উদাহরণ ৩.১১ 50 kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করা হলে এর ত্বরণ 4 ms^{-2} হবে?

সমাধান :

এখানে,

বস্তুর ভর, $m = 50 \text{ kg}$

ত্বরণ, $a = 4 \text{ ms}^{-2}$

বল, $F = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$= 50 \text{ kg} \times 4 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 200 \text{ kg ms}^{-2}$$

$$= 200 \text{ N}$$

নির্ণেয় ত্বরণ 200 N ।

গাণিতিক উদাহরণ ৩.২১ একটি বালক 50 N বল দ্বারা 20 kg ভরের একটি বস্তুকে ধাক্কা দেয়। বস্তুটির ত্বরণ কত হবে?

সমাধান :

এখানে,

বস্তুর ভর, $m = 20 \text{ kg}$

প্রযুক্ত বল, $F = 50 \text{ N}$

বস্তুর ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{50 \text{ N}}{20 \text{ kg}}$$

$$= 2.5 \text{ ms}^{-2}$$

অতএব, বস্তুটির ত্বরণ 2.5 ms^{-2} ।

গাণিতিক উদাহরণ ৩.৩১ 20 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 2000 N বল 0.1 s সময়ব্যাপী কাজ করে। বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে?

সমাধান :

এখানে,

প্রযুক্ত বল, $F = 2000 \text{ N}$

বলের ক্রিয়া কাল, $t = 0.1 \text{ s}$

ভরবেগের পরিবর্তন, $mv - mu = ?$

আমরা জানি,

ভরবেগের পরিবর্তন = বল \times সময়

$$mv - mu = Ft$$

$$= 2000 \text{ N} \times 0.1 \text{ s}$$

$$= 200 \text{ kg ms}^{-2} \text{ s}$$

$$= 200 \text{ kg ms}^{-1}$$

অতএব, ভরবেগের পরিবর্তন 200 kg ms^{-1} ।

গাণিতিক উদাহরণ ৩.৪ ৷ একটি বন্দুক থেকে 500 ms^{-1} বেগে 10 g ভরের একটি গুলি ছোড়া হলো। বন্দুকের ভর 2 kg হলে বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় কর।

সমাধান :

এখানে,

$$\text{গুলির ভর, } m_1 = 10 \text{ g}$$

$$= 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$= 10^{-2} \text{ kg}$$

$$\text{বন্দুকের ভর, } m_2 = 2 \text{ kg}$$

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

$$\text{বন্দুকের আদিবেগ, } u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{গুলির শেষবেগ, } v_1 = 500 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ, } v_2 = ?$$

ধরা যাক গুলির বেগের দিক অর্থাৎ সম্মুখ দিক ধনাত্মক।

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m_1 \times 0 \text{ ms}^{-1} + m_2 \text{ kg} \times 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$= 10^{-2} \text{ kg} \times 500 \text{ ms}^{-1} + 2 \text{ kg} \times v_2$$

$$\text{বা, } v_2 = - \frac{5 \text{ kg ms}^{-1}}{2 \text{ kg}}$$

$$\therefore v_2 = - 2.5 \text{ ms}^{-1}$$

এখানে বন্দুকের বেগ ঋণাত্মক, অর্থাৎ বন্দুকটি পেছন দিকে গতিশীল হবে।

অতএব, বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ 2.5 ms^{-1} ।

সমস্যা-৫ ৷ 15 kg ভরের কোনো বস্তুর উপর 105 N বল প্রযুক্ত হলে তার ত্বরণ কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{বল, } F = 105 \text{ N} = 105 \text{ kgms}^{-2}$$

$$\text{বস্তুটির ভর, } m = 15 \text{ kg}$$

$$\text{বস্তুটির ত্বরণ, } a = ?$$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\therefore a = \frac{F}{m} = \frac{105 \text{ kgms}^{-2}}{15 \text{ kg}}$$

নির্ণয়ে বস্তুটির ত্বরণ 7 ms^{-2} হবে।

সমস্যা-৬ ৷ 50 kg ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 100 N একটি বল ২ সেকেন্ড ধরে ক্রিয়া করে। এই সময় শেষে বস্তুটির বেগ কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{বল, } F = 100 \text{ N} = 100 \text{ kgms}^{-2}$$

$$\text{ভর, } m = 50 \text{ kg}$$

$$\text{সময়, } t = 2 \text{ s}$$

আদিবেগ, $u = 0$
বস্তুটির শেষবেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$$F = ma$$

$$\text{বা, } F = \frac{m \times (v - u)}{t} \left[\because a = \frac{v - u}{t} \right]$$

$$\text{বা, } 100 \text{ kgms}^{-2} = \frac{50 \text{ kg} \times (v - 0)}{2s}$$

$$\text{বা, } v = \frac{100 \text{ kgms}^{-2} \times 2s}{50 \text{ kg}}$$

$$\therefore v = 4 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, বস্তুটির শেষবেগ 4 ms^{-1} হবে।

সমস্যা ১৭ ১১ 10 g ভরের একটি বুলেট 300 ms^{-1} বেগে এক টুকরা কাঠের মধ্যে 4.5 cm প্রবেশ করে থেমে গেল। বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় কর এবং ঐ দূরত্ব যেতে বুলেটটির কত সময় লেগেছে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 300 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ভর, } m = 10 \text{ g} = 0.01 \text{ kg}$$

$$\text{দূরত্ব, } s = 4.5 \text{ cm} = 0.045 \text{ m}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 0$$

$$\text{বাধাদানকারী বল, } F = ?$$

$$\text{প্রয়োজনীয় সময়, } t = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 0 = 300^2 \text{ m}^2\text{s}^{-2} + 2a \times 0.045 \text{ m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{-90000 \text{ m}^2\text{s}^{-2}}{2 \times 0.045 \text{ m}}$$

$$\therefore a = -10^6 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{আবার, } F = ma$$

$$= 0.01 \text{ kg} \times (-10^6 \text{ ms}^{-2})$$

$$= -10^4 \text{ N}$$

আমরা জানি,

$$v = u + at$$

$$\text{বা, } 0 = 300 \text{ ms}^{-1} - 10^6 \text{ ms}^{-2} \times t$$

$$\text{বা, } t = \frac{300 \text{ ms}^{-1}}{10^6 \text{ ms}^{-2}}$$

$$\therefore t = 3 \times 10^{-4} \text{ s}$$

নির্ণয়ে বুলেটটির বাধাদানকারী বল 10^4 N এবং দূরত্ব অতিক্রম করতে সময় লেগেছে $3 \times 10^{-4} \text{ s}$

সমস্যা ১৮ ১১ 600 kg ভরের একখানি গাড়ি 20 ms^{-1} বেগে সরল পথে চলতে চলতে 1400 kg ভরের একখানি স্থির ট্রাকের সাথে ধাক্কা খেয়ে আটকে গেল। মিলিত গাড়ি দুটির বেগ কত হবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

গাড়ির ভর, $m_1 = 600 \text{ kg}$
ট্রাকের ভর, $m_2 = 1400 \text{ kg}$
গাড়ির আদিবেগ, $u_1 = 20 \text{ ms}^{-1}$
ট্রাকের আদিবেগ, $u_2 = 0$
মিলিত বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $600 \text{ kg} \times 20 \text{ ms}^{-1} + 1400 \text{ kg} \times 0$
 $= v(600 \text{ kg} + 1400 \text{ kg})$
বা, $12000 \text{ kgms}^{-1} + 0 = v \times 2000 \text{ kg}$
বা, $v = \frac{12000 \text{ kgms}^{-1}}{2000 \text{ kg}}$

$$\therefore v = 6 \text{ ms}^{-1}$$

অতএব, গাড়ি দুটির মিলিত বেগ 6 ms^{-1} ।

সমস্যা ৯ ৩ kg ভরের একটি বস্তু 2 ms^{-1} বেগে পূর্বদিকে চলছে। 1 kg ভরের অপর একটি বস্তু 2 ms^{-1} বেগে পশ্চিম দিকে চলছে। কোনো একটি সময় বস্তু দুটির মধ্যে সংঘর্ষের ফলে এরা মিলে এক হয়ে গেল। মিলিত বস্তুটি কোন দিকে কত বেগে চলবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

পূর্বদিকে গতিশীল বস্তুর ভর, $m_1 = 3 \text{ kg}$

পূর্বদিকে গতিশীল বস্তুর বেগ, $u_1 = 2 \text{ ms}^{-1}$

পশ্চিম দিকে গতিশীল বস্তুর ভর, $m_2 = 1 \text{ kg}$

পশ্চিম দিকে গতিশীল বস্তুর বেগ, $u_2 = -2 \text{ ms}^{-1}$

[$u_2 = -2 \text{ ms}^{-1}$ কারণ বস্তুদ্বয় পরস্পর বিপরীত দিক থেকে আগত]

মিলিত বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

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

বা, $3 \text{ kg} \times 2 \text{ ms}^{-1} + 1 \text{ kg} \times (-2 \text{ ms}^{-1}) = v (3 \text{ kg} + 1 \text{ kg})$
বা, $(6 - 2) \text{ kgms}^{-1} = v \times 4 \text{ kg}$
বা, $v = \frac{4 \text{ kgms}^{-1}}{4 \text{ kg}}$

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

এখন,

$$1 \text{ম বস্তুর ভরবেগ} = m_1 u_1 = 3 \text{ kg} \times 2 \text{ ms}^{-1}$$
$$= 6 \text{ kg ms}^{-1}$$

$$2 \text{য় বস্তুর ভরবেগ} = m_2 u_2$$
$$= 1 \text{ kg} \times 2 \text{ ms}^{-1}$$
$$= 2 \text{ kg ms}^{-1}$$

যেহেতু 1ম বস্তুর ভরবেগ $>$ 2য় বস্তুর ভরবেগ

অতএব, মিলিত বস্তুটি 1 ms^{-1} বেগে পূর্বদিকে চলবে।

সমস্যা ১০ ১ একটি 10 g ভরের গুলি 6 kg ভরের একটি বন্দুকের নল থেকে 300 ms^{-1} বেগে বেরিয়ে গেল। বন্দুকের পচাংকো বের কর।

সমাধান :

দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned}\text{গুলির ভর, } m_1 &= 10\text{g} \\ &= 10 \times 10^{-3} \text{ kg} \\ &= 10^{-2} \text{ kg}\end{aligned}$$

বন্দুকের ভর, $m_2 = 6 \text{ kg}$

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

বন্দুকের আদিবেগ, $u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

গুলির শেষবেগ, $v_1 = 300 \text{ ms}^{-1}$

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ, $v_2 = ?$

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } 0 + 0 = 10^{-2} \text{ kg} \times 300 \text{ ms}^{-1} + 6 \text{ kg} \times v_2$$

$$\text{বা, } v_2 = - \frac{3 \text{ kgms}^{-1}}{6 \text{ kg}}$$

$$\therefore v_2 = -0.5 \text{ ms}^{-1}$$

রাইফেলের বেগ ঋণাত্মক। অর্থাৎ গুলির বেগ যেদিকে, রাইফেলের বেগ তার বিপরীত দিকে।

নির্ণয়ে বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ 0.5 ms^{-1} ।

সমস্যা ১১ ১২ g ভরের একটি বুলেট 300 ms^{-1} বেগে এক টুকরা কাঠের মধ্যে 4.5 cm প্রবেশ করে থেমে গেল। বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় কর।

সমাধান : দেওয়া আছে,

$$\text{বুলেটের আদিবেগ, } u = 300 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বুলেটের ভর, } m = 12 \text{ g}$$

$$= 0.012 \text{ kg}$$

$$\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s = 4.5 \text{ cm} = 0.045 \text{ m}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 0$$

$$\text{বাধাদানকারী বল, } F = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\text{বা, } 0 = (300 \text{ ms}^{-1})^2 + 2a \times 0.045 \text{ m}$$

$$\text{বা, } a = \frac{-90000 \text{ m}^2\text{s}^{-2}}{2 \times 0.045 \text{ m}} = -10^6 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{বা, } F = ma$$

$$= 0.012 \text{ kg} \times (-10^6 \text{ ms}^{-2}) = -1.2 \times 10^4 \text{ N}$$

নির্ণয়ে বাধাদানকারী বলের মান $1.2 \times 10^4 \text{ N}$ ।

সমস্যা ১১ ১২ একটি বন্দুক হতে 1 kms^{-1} বেগে 10 g ভরের একটি বুলেট ছোড়া হলো। বন্দুকের ভর যদি 2 kg হয় তবে এর পশ্চাৎ বেগ কত হবে?

সমাধান :

দেওয়া আছে

$$\text{গুলির ভর, } m_1 = 10 \text{ g}$$

$$= 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$= 10^{-2} \text{ kg}$$

$$\text{বন্দুকের ভর, } m_2 = 2 \text{ kg}$$

গুলির আদিবেগ, $u_1 = 0$

বন্দুকের আদিবেগ, $u_2 = 0$

গুলির শেষবেগ, $v_1 = 1 \text{ kms}^{-1} = 1000 \text{ ms}^{-1}$

বন্দুকের পশ্চাৎবেগ, $v_2 = ?$

আমরা জানি,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$$

$$\text{বা, } 10^{-2}\text{kg} \times 0 + 2 \text{ kg} \times 0$$

$$= 10^{-2}\text{kg} \times 1000 \text{ ms}^{-1} + 2 \text{ kg} \times v_2$$

$$\text{বা, } 2 \text{ kg} \times v_2 = - 10^{-2} \text{ kg} \times 1000 \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v_2 = \frac{-10 \text{ kg ms}^{-1}}{2\text{kg}} = - 5 \text{ ms}^{-1}$$

রাইফেলের বেগ ঋণাত্মক। অর্থাৎ গুলির বেগ যেদিকে রাইফেলের বেগ তার বিপরীত দিকে।

নির্ণেয় পশ্চাৎ বেগ 5 ms^{-1} ।

সমস্যা ১১ ১৩ ১৪ ১৫ ভরের একটি বস্তু 4 ms^{-1} বেগে উত্তর দিকে চলছে। 2 kg ভরের অপর একটি বস্তু 2 ms^{-1} বেগে দক্ষিণ দিকে চলছে। কোনো এক সময় বস্তু দুইটির সংঘর্ষের ফলে এরা মিলে এক হয়ে গেল। মিলিত বস্তু কোন দিকে কত বেগে চলবে?

সমাধান : দেওয়া আছে,

উত্তর দিকে গতিশীল বস্তুর ভর, $m_1 = 4 \text{ kg}$

উত্তর দিকে গতিশীল বস্তুর বেগ, $u_1 = 4 \text{ ms}^{-1}$

দক্ষিণ দিকে গতিশীল বস্তুর ভর, $m_2 = 2 \text{ kg}$

দক্ষিণ দিকে গতিশীল বস্তুর বেগ, $u_2 = - 2 \text{ ms}^{-1}$

[এখানে, u_2 ঋণাত্মক ধরা হয়েছে, কারণ বস্তুদ্বয় পরস্পর বিপরীত দিক হতে আগত]

বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ, $v = ?$

আমরা জানি,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = v(m_1 + m_2)$$

$$\text{বা, } 4 \text{ kg} \times 4 \text{ ms}^{-1} + 2 \text{ kg} \times (- 2 \text{ ms}^{-1})$$

$$= v (4 \text{ kg} + 2 \text{ kg})$$

$$\text{বা, } (16 - 4) \text{ kg ms}^{-1} = v \times 6 \text{ kg}$$

$$\text{বা, } 6 v \text{ kg} = 12 \text{ kg ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } v = \frac{12 \text{ kgms}^{-1}}{6 \text{ kg}}$$

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

যেহেতু বেগের দিক ধনাত্মক সুতরাং মিলিত বস্তুটি 2 ms^{-1} বেগে

উত্তর দিকে চলবে

BOARD QUESTION

ঢাকা বোর্ড ২০২২

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 চলবে। আবার 10 sec যাবৎ 5 N বল প্রয়োগ করা হলো।

ক. আবর্ত ঘর্ষণক্ষাকে বলে?

- খ. ভর হচ্ছে জড়তার পরিমাপ।— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. প্রথম ১০ ত্বপ এ উক্ত বস্তু দ্বারা অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের তথ্য অনুযায়ী বেগ বনাম সময় গ্রাফ অঙ্কন করে বস্তুর গতি বিশ্লেষণ কর। ৪

যশোর বোর্ড ২০২২

- একজন অন্ধব্যক্তি রাস্তা ক্রস করার জন্য ফুটপাথে দাঁড়িয়ে ছিলো। একটি গাড়ি ৩৬ শস ঘ^{-১} সমবেগে আসতে দেখে যা়ের ত্বরণে দৌড় দিয়ে অন্ধব্যক্তিকে ধরতে যায়। উক্ত সময়ের মধ্যে অন্ধব্যক্তি শফিকের থেকে আরও 1 মিটার সরে গেছে।
- ক. স্ফেলার রাশি কাকে বলে? ১
- খ. উপরের দিকে নিষ্কিষ্ট কোনো টিলের উত্থান ও পতনের সময় সমান কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. গাড়িটি 10 মিটার যেতে কত সময় লাগবে? নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. অন্ধব্যক্তি থেকে গাড়িটি 100 মিটার দূরে থাকলে শফিক গাড়িটি আসার পূর্বে অন্ধব্যক্তির কাছে পৌঁছাবে কিনা? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

কুমিল্লা বোর্ড ২০২২

- 180 km h⁻¹ বেগে লস্তু 1000 kg ভরের একটি বাস 62 m দূরে একজন পথারীকে দেখে সাথে সাথে ব্রেক পে দিলেন। ঐত বাসটি পথারীর 200 cm সামনে এসে থেমে গেল।
- ক. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ। ১
- খ. ঘর্ষণ আমাদের জীবনের জন্য খুবই প্রয়োজনীয়— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বাসটির ব্রেকজনিত বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. সর্বোচ্চকত আদিবেগে এবং একই মন্দনে ব্রেক পে স্তপ দুর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

সিলেট বোর্ড ২০২১

- 58.8 N ওজনের একটি বস্তুকে 2 N ঘর্ষণ বল যুক্ত কোনো মেঝেতে 10 s যাবৎ বল প্রয়োগ করে 50 m দূরত্বে নেওয়া হলো। এরপর বল সরিয়ে নেওয়ায় ঘর্ষণ বলের কারণে কিছুক্ষণ পর বস্তুটি থেমে গেল।
- ক. জড়তা কী? ১
- খ. মন্দন লঙ্ক রাশি কেন? ২
- গ. উদ্দীপকের বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. বল সরিয়ে নেওয়ার পর কত দূরত্বে বস্তুটি থেমেছিল? ৪

বরিশাল বোর্ড ২০২১

- 4000 kg ভরবিশিষ্ট একটি খালি ট্রাক 20 m s⁻¹ বেগে ইট ৭ }
বোঝাই 13000 kg ভরের একটি স্থির ট্রাকের সাথে সংঘর্ষ ঘটে।
এতে খালি ট্রাকটিই বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হয়।
- ক. জড়তা কাকে বলে? ১
- খ. মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে ক্রমান্বয়ে বেগ বৃদ্ধি পায় কেন? ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. খালি ট্রাকটি কত শক্তিতে স্থির ট্রাককে আঘাত করে? ৩
- ঘ. খালি ট্রাকটি বেশি ক্ষতিগ্রস্ত হওয়ার কারণ গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

১. ঢাকা বোর্ড ২০২০

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

- ক. তরঙ্গ কাকে বলে? ১
খ. সমতল দর্পণে সৃষ্ট প্রতিবিম্বের বৈশিষ্ট্যগুলো লিখ। ২
গ. বস্তুর প্রথম ৪ s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্দীপকের তথ্যের আলোকে বেগ-সময় লেখচিত্র এঁকে বস্তুর গতি বিশ্লেষণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন কোনো জড় মাধ্যমের এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত করে কিন্তু মাধ্যমের কণাগুলোকে স্থায়ীভাবে স্থানান্তরিত করে না তাকে তরঙ্গ বলে।

খ. সমতল দর্পণে সৃষ্ট বিম্বের নিম্নোক্ত বৈশিষ্ট্যসমূহ রয়েছে:

১. দর্পণ থেকে বস্তুর দূরত্ব যত, দর্পণ থেকে বিম্বের দূরত্ব ততো।
২. বস্তু ও বিম্ব যে সরলরেখায় অবস্থিত, সেটি দর্পণকে লম্বভাবে ছেদ করে।
৩. বিম্ব অসদ ও সোজা।
৪. বিম্বের পার্শ্ব পরিবর্তন ঘটে।
৫. বিম্বের আকার বস্তুর আকারের সমান।

গ. ১ম 4 s এ ক্রিয়াশীল ত্বরণ,
এখানে,

বস্তুর ভর, $m = 5 \text{ kg}$

১ম বল, $F_1 = 5N$

১ম সময়, $t_1 = 4s$

২য় সময়, $t_2 = 4s$

আদিবেগ, $u = 0$

$$a_1 = \frac{F_1}{m} = \frac{5N}{5kg} = 1ms^{-2}$$

আমরা জানি, $s_1 = ut_1 + \frac{1}{2}a_1t_1^2$

$$= 0 + \frac{1}{2} \times 1ms^{-2} \times (4s)^2$$

$$= 8m$$

১ম 4 s পর বস্তুর বেগ, $v = u + a_1t_1$

$$= 0 + 1ms^{-2} \times 4s$$

$$= 4ms^{-1}$$

বস্তুটি ২য় 4 s এই বেগে চলবে

$$\therefore s_2 = vt_2 = 4ms^{-1} \times 4s = 16m$$

\(\therefore\) উদ্দীপকের বস্তুর প্রথম 8 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = s_1 + s_2 = 8m + 16m = 24m$$

ঘ. 'গ' হতে পাই, ১ম 4s এ বস্তুর ত্বরণ, $a_1 = 1ms^{-2}$ এবং ১ম 4s পর বস্তুর বেগ, $v = 4ms^{-1}$ । এই বেগ নিয়ে বস্তুটি ২য় 4s চলবে।

এখানে,

বল, $F_2 = 10N$

বস্তুর ভর, $m = 5kg$

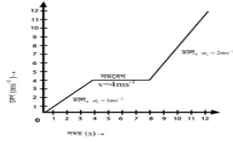
উদ্দীপক অনুসারে, ৩য় 4s এ

$$\begin{aligned} \text{বস্তুটির ত্বরণ, } a_2 &= \frac{F_2}{m} \\ &= \frac{10N}{5kg} \\ &= 2ms^{-2} \end{aligned}$$

৩য় সময়, $t_3 = 4s$

$$\begin{aligned} 12s \text{ পর বস্তুটির বেগ, } v' &= v + a_2 t_3 \\ &= 4ms^{-1} + 2ms^{-2} \times 4s \\ &= 12ms^{-1} \end{aligned}$$

বস্তুটির বেগ বনাম সময় লেখচিত্রটি নিম্নরূপ-



বস্তুটি স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে ১ম ৪s $1ms^{-2}$ সমত্বরণে চলে। পরবর্তী ৪s বস্তুটি $4ms^{-1}$ সমবেগে চলে। পরবর্তী ৪s বস্তুটি $2ms^{-2}$ সমত্বরণে চলে ১২s পর $12ms^{-1}$ বেগ প্রাপ্ত হবে।

২. রাজশাহী বোর্ড ২০২০

১mg ভরের ১ ফোঁটা পানি ২০m উপর থেকে বাতাসের বাধা অতিক্রম করে $15ms^{-1}$ বেগে ভূমিতে পতিত হয়। $[g=9.8ms^{-2}]$

- ক. ভার্নিয়ার ধ্রুবক কাকে বলে? ১
- খ. পাহাড় থেকে নিচে নামা অপেক্ষা পাহাড়ের উপরে উঠা কষ্টকর কেন- বুঝিয়ে লিখ। ২
- গ. পানির ফোঁটাটি ভূমিতে পতিত হতে প্রয়োজনীয় সময় নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে দেখাও যে, পানির ফোঁটাটির ওজন বাতাসের বাধাজনিত বর অপেক্ষা বেশি। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের চেয়ে ভার্নিয়ার স্কেলের একভাগ কতটুকু ছোট তার পরিমাণকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

খ. পাহাড় বেয়ে উপরে উঠতে দেহের অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। ফলে অভিকর্ষ বলের বিপরীতে বল প্রয়োগ করে পাহাড়ে উঠতে হয়। তাছাড়া উপরে উঠার সময় প্রতিনিয়ত আরোহীর মধ্যে বিভব শক্তি জমা জমা হতে থাকে। এ কারণে পাহাড় বেয়ে উপরে উঠতে দেহে বেশি ক্লান্তি লাগে। কিন্তু নামার সময় দেহের কোনো বল প্রয়োগ করতে হয় না। এক্ষেত্রে অভিকর্ষজ বল দ্বারা ই কাজ সম্পাদিত হয়। তাছাড়া নিচে নামার সময় দেহের মধ্যে সঞ্চিত বিভবশক্তি কমতে তাকে। ফলে নামার সময় দেহের তত ক্লান্তি লাগে না। এ কারণে পাহাড় থেকে নিচে নামা অপেক্ষা পাহাড়ের উপরে উঠা কষ্টকর।

গ. ধরি, ফোঁটাটি a ত্বরণে t সময়ে নিচে পতিত হয়।

এখানে,

$$\text{আদিবেগ, } u = 0ms^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 15ms^{-1}$$

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

$$\text{বা, } 20m = 0 + \frac{1}{2}a \times t^2$$

$$\text{বা, } 20m = \frac{1}{2}at \times t \dots \dots \dots (i)$$

$$\text{আবার, } v = u + at$$

$$\text{বা, } v = 0 + at$$

$$\therefore at = v$$

at এর মান (i) নং এ বসিয়ে,

$$20m = \frac{1}{2} \times vt$$

$$\text{বা, } t = \frac{2 \times 20m}{v} = \frac{2 \times 20m}{15ms^{-1}} = 2.67s$$

অতএব, পানির ফোঁটাটি ভূমিতে পতিত হতে 2.67 s সময় লাগে।

ঘ. 'গ' হতে পাই, পানির ফোঁটাটির ভূমিতে পতিত হতে প্রয়োজনীয় সময়, $t=2.67 s$

এখন, ফোঁটাটি a ত্বরণে নিচে পতিত হলে,

এখানে,

$$V = u+at$$

$$\text{বা, } 15ms^{-1} = 0 + a \times 2.67s$$

$$\text{বা, } a = \frac{15ms^{-1}}{2.67s}$$

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

অতএব, বাতাসের বাধাজনিত ত্বরণ, $a' = g - a$

$$= 9.8ms^{-2} - 5.625ms^{-2}$$

$$= 4.175ms^{-2}$$

\therefore বাতাসের বাধাজনিত বল, $F' = ma'$

$$= 10^{-3} kg \times 4.175ms^{-2}$$

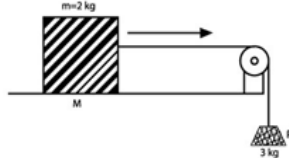
$$= 4.175 \times 10^{-3} N$$

ফোঁটাটির ওজন, $W = mg = 10^{-3} kg \times 9.8ms^{-2} = 9.8 \times 10^{-3} N$

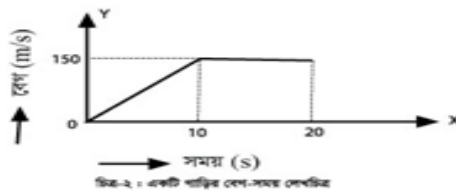
গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে, $W > F'$

অর্থাৎ পানির ফোঁটাটির ওজন বাতাসের বাধাজনিত বল অপেক্ষা বেশি।

৩. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০২০



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



চিত্র-২ : একটি গাড়ির বেগ-সময় লেখচিত্র

চিত্র-২ : একটি গাড়ির বেগ-সময় লেখচিত্র

- ক. সাম্যবল কাকে বলে? ১
- খ. কাঁদায়ুক্ত রাস্তায় হাঁটা অসুবিধাজনক কেন? ২
- গ. ২নং চিত্র অনুযায়ী গাড়িটির ২০ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. ১নং চিত্র অনুযায়ী M বস্তুটির উপর P বস্তুর বলের প্রভাব বিশ্লেষণ কর। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকে, তবে ঐ বলগুলোকে সাম্যবল বলে।

খ. রাস্তায় হাঁটার সময় রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যে যে ঘর্ষণ বল তৈরী হয় তার জন্য আমরা চলতে পারি। কিন্তু রাস্তা কাঁদায়ুক্ত হলে রাস্তা ও পায়ের তলার মধ্যকার ঘর্ষণ বল হ্রাস পায়। এর ফলে কাঁদায়ুক্ত রাস্তায় আমরা পিছলে যাই। তাই কাঁদায়ুক্ত রাস্তায় হাঁটা অসুবিধাজনক।

গ. উদ্দীপকের ২নং চিত্র অনুসারে,

১ম 10s এ গাড়িটির ত্বরণ,

এখানে,

আদিবেগ, $u = 0$

সময়, $t_1 = 10$ s

আমরা জানি,

$$a = \frac{(150-0)ms^{-1}}{10s} = 15ms^{-2}$$

১ম 10 s এ গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব,

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

$$= 0 \times 10s + \frac{1}{2} \times 15 ms^{-2} \times (10s)^2$$

$$= 750 m$$

পরবর্তী 10 s এ গাড়িটির অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s_2 = vt_2$$
$$= 150 ms^{-1} \times 8 s$$

$$= 1500 m$$

উদ্দীপকের ২নং চিত্র অনুযায়ী, গাড়িটির ২০ সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = s_1 + s_2 = 750m + 1500m = 2250m$

ঘ. ধরি, সুতার টান T এবং P বস্তুটির বল তথা ওজন W ও তাদের সাধারণ ত্বরণ, a

এখানে, M বস্তুর ভর, $m_1 = 2kg$

P বস্তুর ভর, $m_2 = 3kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

$$\therefore T = m_1 a \dots \dots \dots (i)$$

$$W - T = m_2 a \dots \dots \dots (ii)$$

$$\text{বা, } m_2 g - m_1 a = m_2 a$$

$$\text{বা, } a(m_1 + m_2) = m_2 g$$

$$\text{বা, } a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2} = \frac{3Kg \times 9.8ms^{-2}}{2kg + 3kg} = 5.88ms^{-2}$$

$$\therefore a = 5.88ms^{-2}$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, M বস্তুটি P বলের প্রভাবে $5.88 ms^{-2}$ ত্বরণে কপিকলের দিকে গতিশীল হবে।

৪. সিলেট বোর্ড ২০২০

একটি 5000kg ভরের গাড়ি স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে 50s এ বেগ 10 মিটার/সেকেন্ড হয়। এ ত্বরণে 1km চলার পর 6000kg ভরের একটি স্থির গাড়ির সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। সংঘর্ষের পর গাড়ি দুটি একত্রে 9 মিটার/সেকেন্ড বেগে চলতে থাকে।

ক. পড়ন্ত বস্তুর ২য় সূত্রটি লিখ।

১

খ. গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব শূন্য হয় না কিন্তু সরণ শূন্য হতে

পারে - ব্যাখ্যা কর।

২

গ. গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুটির ভরবেগের পরিবর্তন সমান ও বিপরীত না হওয়ার কারণ বিশ্লেষণ কর।

৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পড়ন্ত বস্তুর ২য় সূত্রটি হলো- স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে বেগ প্রাপ্ত হয় তা ঐ সময়ের সমানুপাতিক।

খ. আমরা জানি, সরণ হচ্ছে নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব। এটি বস্তুর আদি ও শেষ অবস্থানের মধ্যে রৈখিক দূরত্ব নির্দেশ করে। ফলে সরণ বস্তুর গতিপথের উপর নির্ভর করে না। অন্যদিকে দূরত্ব হচ্ছে বস্তুর অতিক্রান্ত পথের দৈর্ঘ্য। এটি গতিপথের উপর নির্ভর করে। এ কারণে বস্তু বৃত্তাকার পথে সম্পূর্ণ পথ ঘুরে পূর্বের অবস্থানে আসলে এর সরণ শূন্য হয়। কিন্তু এর দূরত্ব হয় বৃত্তাকার পথের পরিধি। অতএব, বলা যায়, গতিশীল বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব শূন্য হয় না কিন্তু সরণ শূন্য হতে পারে।

গ.

এখানে,

$$\text{সময়, } t=50\text{s}$$

$$\text{ত্বরণ, } a=?$$

আমরা জানি,

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

আদিবেগ, $u=0\text{ms}^{-1}$

$$= \frac{10\text{ms}^{-1} - 0\text{ms}^{-1}}{50\text{s}}$$

$$= 0.2\text{ms}^{-2}$$

শেষবেগ, $v=10\text{ms}^{-1}$

অতএব, উদ্দীপকের গাড়িটির ত্বরণ 0.2ms^{-2} ।

ঘ. এখানে,

সংঘর্ষের পর মিলিত বেগ, $v'=9\text{ms}^{-1}$

১ম গাড়ির ভর, $m_1=5000\text{kg}$

২য় গাড়ির ভর, $m_2=6000 \text{kg}$

'গ' হতে পাই, ১ম গাড়িটির ত্বরণ, $a= 0.2\text{ms}^{-2}$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2as$

$$\text{বা, } v = \sqrt{0 + 2 \times 0.2\text{ms}^{-2} \times 1000\text{m}}$$

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

১ম গাড়িটির ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\begin{aligned}\Delta P_1 &= m_1(v - v') \\ &= 5000 \times (20 - 9)\text{kgms}^{-1} \\ &= 55000\text{kgms}^{-1}\end{aligned}$$

২য় গাড়ির ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\begin{aligned}\Delta P_2 &= m_{12}(v' - 0) \\ &= 6000 \times (9\text{ms}^{-1} - 0) \\ &= 54000\text{kgms}^{-1}\end{aligned}$$

এর দিক ১ম গাড়ির গতির দিকে

দেখা যাচ্ছে, $\Delta P_1 \neq \Delta P_2$ এবং ভরবেগের পরিবর্তন একই দিকে।

এখন, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী গাড়ি দুটির মিলিত বেগ v'' হলে,

$$m_1u_1 + m_2u_2 = (m_1 + m_2)v''$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } v'' &= \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} \\ &= \frac{5000kg \times 20ms^{-1} + 6000kg \times 0}{5000kg + 6000kg} \\ &= \frac{100}{11} ms^{-1} = 9.091ms^{-1} \end{aligned}$$

আবার, সংঘর্ষের পূর্বে মোট গতিশক্তি,

$$\begin{aligned} T_1 &= \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 \times 0^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 5000kg \times (20ms^{-1})^2 = 1 \times 10^6 J \end{aligned}$$

সংঘর্ষের পর মোট গতিশক্তি,

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v'^2 \\ T_2 &= \frac{1}{2} \times (5000 + 6000)kg \times (9ms^{-1})^2 \\ &= 445500J \end{aligned}$$

এখানে, $T_1 \neq T_2$ অর্থাৎ, সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক নয়।

অতএব, উদ্দীপকের তথ্যানুযায় গাড়ি দুটির মিলিত বেগ ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী প্রাপ্ত গাড়ি দুটির মিলিত বেগের সমান নয় এবং সংঘর্ষটি স্থিতিস্থাপক নয় বলে সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুটির ভরবেগের পরিবর্তন সমান ও বিপরীতমুখী হয় নি।

৫. বরিশাল বোর্ড ২০২০

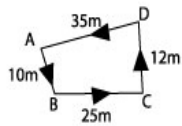
একজন সাইকেল আরোহী $6 ms^{-2}$ ত্বরণে স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করল। 5 s পর সে ত্বরণ বন্ধ করে দিল। এর 10 s পর 150m দূরে একটি স্পিড ব্রেকার দেখে $3 ms^{-2}$ মন্দনে ব্রেক করল।

- ক. পিছলানো ঘর্ষণ কাকে বলে? ১
- খ. “গড়বেগ শূন্য হলেও গড় দ্রুতি শূন্য নাও হতে পারে”- ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. ব্রেক প্রয়োগ করার পূর্বে সাইকেল আরোহী কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. উদ্দীপকের আলোকে বাইসাইকেলের গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব বিশ্লেষণ কর। ৪

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি বস্তু যখন অন্য কোনো বস্তু তথা তলের উপর দিয়ে পিছলিয়ে বা ঘষে চলতে চেষ্টা করে বা 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, তাই বস্তুর গড় বেগ। অন্যদিকে, নির্দিষ্ট সময় ব্যবধানে একক সময়ে কোনো বস্তুর গড় অতিক্রান্ত দূরত্বই তার গড় দ্রুতি। বেগ একটি ভেক্টর রাশি বিধায় এটি ধনাত্মক ও ঋণাত্মক 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 লব্ধি সরণ শূন্য হওয়ায় গড় বেগ শূন্য, কিন্তু মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব শূন্য না হওয়ায় এর গড় দ্রুতি শূন্য নয়।

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

∴ ১ম 5s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,
এখানে,

১ম সময়, $t_1 = 5s$

২য় সময়, $t_2 = 10s$

আদিবেগ, $u = 0ms^{-1}$

ত্বরণ, $a = 6ms^{-2}$

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

১ম 5s পর বেগ, $v = u + a t_1$

$$\begin{aligned} &= 0 + 6ms^{-2} \times 5s \\ &= 30ms^{-1} \end{aligned}$$

সাইকেল পরবর্তী 10s এই বেগে চলবে

২য় 10s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$\begin{aligned} s_2 &= vt_2 \\ &= 30 ms^{-1} \times 10 s \\ &= 300 m \end{aligned}$$

∴ ব্রেক প্রয়োগ করার পূর্বে সাইকেল আরোহীর অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = s_1 + s_2 = 75m + 300m = 375m$$

ঘ. 'গ' হতে পাই, ব্রেক প্রয়োগ করার মুহূর্তে সাইকেলের বেগ, $v = 30ms^{-1}$

ব্রেকজনিত মন্দন, $a' = 3ms^{-2}$

স্পীড ব্রেকারের দূরত্ব, $s = 150m$

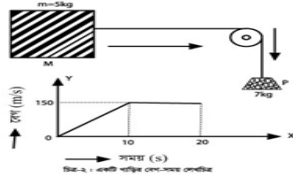
ধরি, ব্রেকের ঘর্ষণের দরুন সাইকেলটি s' দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যাবে।

$$\therefore 0^2 = v^2 - 2a's'$$

$$\begin{aligned} \text{বা, } s' &= \frac{v^2}{2a'} \\ &= \frac{(30ms^{-1})^2}{2 \times 3ms^{-2}} \\ &= 150m \end{aligned}$$

দেখা যাচ্ছে, $s' = s$ অর্থাৎ সাইকেলটি স্পীড ব্রেকার এর উপর গিয়ে থেমে যাবে। ফলে আরোহী নিরাপদ থাকবে। অতএব, উদ্দীপকের আলোকে বলা যায়, বাইসাইকেল এর গতির উপর ঘর্ষণ এর প্রভাব ইতিবাচক।

৬. দিনাজপুর বোর্ড ২০২০



ক. আবর্ত ঘর্ষণ কাকে বলে?

খ. স্থির অবস্থান থেকে কোনো বস্তু নিচের দিকে পড়তে থাকলে বেগের পরিবর্তন হয় কেন? ২

গ. ২নং চিত্র অনুযায়ী গাড়িটির 20sec এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩

ঘ. ১নং চিত্র অনুযায়ী M বস্তুটির উপর P বস্তুর বলের প্রভাব বিশ্লেষণ কর। ৪

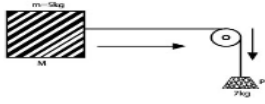
৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি বস্তু অপর একটি তলের উপর দিয়ে গড়িয়ে চলার সময় গতির বিরুদ্ধে যে ঘর্ষণ ক্রিয়া করে তাকে আবর্ত ঘর্ষণ বলে।

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

গ. সৃজনশীল প্রশ্ন ৩(গ) নং উত্তর দৃষ্টব্য।

ঘ. ধরি, সুতার টান T এবং P বস্তুটির বল তথা ওজন W ও তাদের সাধারণ ত্বরণ a



এখানে, M বস্তুর ভর, $m_1 = 5kg$

P বস্তুর ভর, $m_2 = 7kg$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8ms^{-2}$

$$\therefore T = m_1 a \dots \dots \dots (i)$$

$$W - T = m_2 a \dots \dots \dots (ii)$$

$$\text{বা, } m_2 g - m_1 a = m_2 a$$

$$\text{বা, } a(m_1 + m_2) = m_2 g$$

$$\text{বা, } a = \frac{m_2 g}{m_1 + m_2} = \frac{7Kg \times 9.8ms^{-2}}{5kg + 7kg} = 5.72ms^{-2}$$

$$\therefore a = 5.72ms^{-2}$$

অতএব, গাণিতিক বিশ্লেষণে দেখা যাচ্ছে, M বস্তুটি P বলের প্রভাবে $5.72 ms^{-2}$ ত্বরণে কপিকলের দিকে গতিশীল হবে।

৭. ঢাকা বোর্ড ২০১৯

সালমান 400 gm ভরের একটি স্থির ফুটবলের উপর 2 sec যাবৎ 5 N বল প্রয়োগ করে। ফুটবলের অবস্থান থেকে 120 m দূরে দাঁড়িয়ে থাকা শাকিলের দিকে বলটি গড়িয়ে গড়িয়ে যেতে থাকে। মাঠের ঘর্ষণ মান 1 N।

ক. সরণ কাকে বলে? ১

খ. সুষম দ্রুতিতে চলমান বস্তুর বেগ সুষম নাও হতে পারে। - ব্যাখ্যা কর। ২

গ. বল প্রয়োগের ফলে ফুটবলের ত্বরণ কত হয়েছিল? ৩

ঘ. ফুটবল শাকিলের কাছে পৌঁছাবে কি না? বিশ্লেষণ কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. একটি নির্দিষ্ট দিকে গতিশীল বস্তুর আদি এবং শেষ অবস্থানের নূন্যতম সরলরৈখিক দূরত্বকে সরণ বলে।

খ. সুষম দ্রুতিতে চলমান বস্তুর বেগ সুষম নাও হতে পারে।

ব্যাখ্যা : কোনো গতিশীল বস্তুর বেগের মান ও দিক অপরিবর্তিত থাকলে সেই বস্তুর বেগকে সুষম বেগ বলে। বৃত্তাকার পথে চলমান বস্তুর বেগের মান অপরিবর্তিত থাকলে ও বেগের দিক প্রতিনিয়ত পরিবর্তিত হয়। ফলে বেগ সুষম হয় না।

গ. এখানে, ফুটবলের ভর, $m = 400 gm = 0.4 kg$

প্রযুক্ত বল, $F = 5 N$

ঘর্ষণ বল, $F_k = 1 \text{ N}$

কায়কর বল, $F_1 = ma = 0.4 \text{ a kg}$

ফুটবলের ত্বরণ, $a = ?$

আমর জানি, $F = F_1 + F_k$

বা, $F_1 = F - F_k$

বা, $0.4 \text{ a kg} = 5 \text{ N} - 1 \text{ N}$

বা, $a = \frac{4 \text{ N}}{0.4 \text{ kg}} = 10 \text{ m s}^{-2}$

সুতরাং ফুটবলের ত্বরণ 10 m s^{-2}

ঘ 'গ' হতে পাই, ফুটবলের ত্বরণ, $a = 10 \text{ m s}^{-2}$

সময়, $t = 2 \text{ s}$

আদিবেগ, $u = 0$

দূরত্ব, $S_1 = ?$

আমরা জানি, $S_1 = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= 0 \times t + \frac{1}{2} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times (2 \text{ s})^2 = 20 \text{ m}$$

আবার, শেষ বেগ, $v = u + at = 0 + 10 \text{ m s}^{-2} \times 2 \text{ s}$

$$= 20 \text{ m s}^{-1}$$

বল অপসারণের পর বলটি ঘর্ষণ বলের প্রভাবে চলতে থাকবে

∴ ত্বরণ, $a_1 = \frac{F_k}{m} = \frac{-1 \text{ N}}{0.4 \text{ kg}} = -2.5 \text{ m s}^{-2}$

এক্ষেত্রে আদিবেগ, $v = 20 \text{ m s}^{-1}$

শেষ বেগ, $v' = 0$

এবং অতিক্রান্ত দূরত্ব s_2 হলে,

$$v'^2 = v^2 + 2as_2$$

বা, $0 = (20 \text{ m s}^{-1})^2 + 2 \times (-2.5) \text{ m s}^{-2} \times s_2$

বা, $5 s_2 \text{ m s}^{-2} = 400 \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}$

∴ $s_2 = 80 \text{ m}$

∴ বলের মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = s_1 + s_2$

$$= 20 \text{ m} + 80 \text{ m}$$

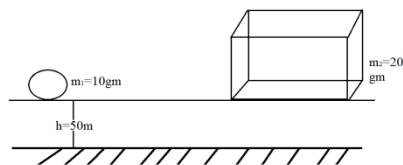
$$= 100 \text{ m}$$

ফুটবলের অবস্থান থেকে শাকিলের দূরত্ব, $s' = 120 \text{ m}$

∴ $s < s'$

অর্থাৎ ফুটবল শাকিলের কাছে পৌঁছাবে না।

৮. রাজশাহী বোর্ড ২০১৯



m_1 বস্তু কার্যকরী বল 0.078 N এবং m_2 বস্তুর কার্যকরী বল 0.039 N । বস্তু দুটি একই সময়ে ছেড়ে দেওয়া হলো।

ক. সাম্য বল কাকে বলে? ১

খ. বস্তুর ভর প্রুব হলেও ওজন প্রুব নয়-ব্যাখ্যা কর। ২

গ. m_1 বস্তুর উপর বায়ুর ঘর্ষণ বল নির্ণয় কর। ৩

ঘ. কোন বস্তুটি আগে ভূমিতে পৌঁছাবে? যুক্তিসহ বিশ্লেষণ কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলেন লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুটি সাম্যাবস্থায় থাকে, তবে ঐ বলগুলোকে সাম্য বল বলে।

খ বস্তুর ওজন অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার না হওয়ার এর ব্যাসার্ধ সবচেয়ে কম এবং বিষুব অঞ্চলে সবচেয়ে বেশি। এতে মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সবচেয়ে বেশি এবং বিষুব অঞ্চলে সবচেয়ে কম হয়। এজন্য বস্তুর ওজন পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয়। অতএব বলা যায়, বস্তুর ভর ধ্রুব হলেও ওজন ধ্রুব নয়।

গ এখানে, m_1 বস্তুর উপর কার্যকরী বল, $F_N = 0.0078 \text{ N}$ m_1 বস্তুর ভর, $m_1 = 10 \text{ gm} = 0.01 \text{ kg}$
অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8 \text{ m s}^{-2}$

বস্তুর ওজন, $W_1 = m_1 g = 0.01 \text{ kg} \times 9.8 \text{ m s}^{-2} = 0.098 \text{ N}$

∴ m_1 বস্তুর উপর বায়ুর ঘর্ষণবল,

$F = W - F_N = 0.098 \text{ N} - 0.078 \text{ N} = 0.02 \text{ N}$

ঘ এখানে, উচ্চতা, $h = 50 \text{ m}$

$m_1 = 10 \text{ gm} = 0.01 \text{ kg}$

$m_2 = 20 \text{ gm} = 0.02 \text{ kg}$

m_1 বস্তুর উপর কার্যকরী বল, $F_1 = 0.078 \text{ N}$

m_2 বস্তুর উপর কার্যকরী বল, $F_2 = 0.039 \text{ N}$

$a_1 = \frac{F_1}{m_1} = \frac{0.078 \text{ N}}{0.01 \text{ kg}} = 7.8 \text{ m s}^{-2}$

m_2 বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল নিট ত্বরণ,

∴ $a_2 = \frac{F_2}{m_2} = \frac{0.039 \text{ N}}{0.02 \text{ kg}} = 1.95 \text{ m s}^{-2}$

∴ m_1 বস্তুর ক্ষেত্রে ভূমিতে পৌঁছতে প্রয়োজনীয় সময় t_1 হলে,

$H = \frac{1}{2} a_1 t_1^2$

বা, $t_1 = \sqrt{\frac{2h}{a_1}} = \sqrt{\frac{2 \times 50 \text{ m}}{7.8 \text{ m s}^{-2}}} = 3.58 \text{ s}$

অসুরূপভাবে, m_2 বস্তুর ক্ষেত্রে ভূমিতে পৌঁছতে প্রয়োজনীয় সময় t_2 হলে,

$t_2 = \sqrt{\frac{2h}{a_2}} = \sqrt{\frac{2 \times 50 \text{ m}}{1.95 \text{ m s}^{-2}}} = 7.16 \text{ s}$

উপরোক্ত গাণিতিক বিশ্লেষণ হতে দেখা যাচ্ছে যে, $t_1 < t_2$

অতএব, m_1 বস্তুটি আগে ভূমিতে পৌঁছাবে।

৯. দিনাজুর বোর্ড ২০১৬

3.92N ওজনের একটি খেলনা গাড়ীর উপর বল প্রয়োগ করায় এটি ঘর্ষণযুক্ত মেঝেতে 0.5 ms^{-2} ত্বরণে চলতে শুরু করে। ঘর্ষণ বল 0.5N।

ক. অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য কেন? ২

গ. গাড়ীর উপর প্রযুক্ত বলের মান কত? ৩

ঘ. ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে মূল্যায়ণ কর।

৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

খ কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বলে নিজের দিকে টানে তাকে ঐ বস্তুর ওজন বলে। বস্তুর ভরকে অভিকর্ষজ ত্বরণ দ্বারা গুণ করলে বস্তুর ওজন পাওয়া যায়। পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য বলে পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য।

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

গাড়ীর ওজন, $W = 3.92 \text{ N}$

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

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

গাড়ীর উপর প্রযুক্ত বল, $F = ?$

আমরা জানি, $W = mg$

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

আবার, $F - F_k = ma$

$$\text{বা, } F = ma + F_k = 0.4 \times 0.5 + 0.5 = 0.7 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ 'গ' অংশ হতে পাই,

$$\text{গাড়ির ভর, } m = 0.4 \text{ kg}$$

$$\text{গাড়ির উপর প্রযুক্ত বল, } F = 0.7 \text{ N}$$

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

$$\text{ধরি, ঘর্ষণযুক্ত অবস্থায় ত্বরণ, } a = 0.5 \text{ ms}^{-2}$$

ধরি, ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় ত্বরণ = a'

$$\text{ঘর্ষণবিহীন অবস্থায়, } F = ma'$$

$$\text{বা, } a' = \frac{F}{m} = \frac{0.7}{0.2} = 3.5 \text{ ms}^{-2}$$

∴ ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের পরিবর্তন = $(3.5 - 0.5) = 3 \text{ ms}^{-2}$

অতএব, ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে গাড়ির ত্বরণ 3 ms^{-2} বৃদ্ধি পাবে।

১০. কুমিল্লা বোর্ড ২০১৫

700kg ভরের একটি গতিশীল ট্রাক 20 ms^{-1} বেগে 1300kg ভরের একটি স্থিতিশীল ট্রাককে ধাক্কা দেয় এবং ট্রাক দুইটি মিলিত হয়ে সামনের দিকে চলতে থাকে।

ক. জড়তা কী?

১

খ. গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

২

গ. ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র কীভাবে নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে, গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও।

8

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ঘর্ষণ আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অনেক সমস্যা সৃষ্টি করলেও চলাচল ও যানবাহন চালনার জন্য ঘর্ষণ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। যেমন, গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ আছে বলেই গাড়ি চালনা সম্ভব হয়েছে। বস্তুর গতির ওপর রাস্তার মসৃণতার প্রভাব অনেক বেশি। রাস্তা মসৃণ হলে রাস্তার যানবাহন চলাচল সহজতর হয় এবং ভ্রমণ আরামদায়ক হয়। রাস্তা যত বেশি মসৃণ হবে বাধাদানকারী ঘর্ষণ বলের মানও তত কম হবে। গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বলের মান টায়ারের এবং একই সাথে রাস্তার মসৃণতার ওপর নির্ভর করে। ঘর্ষণ বলের পরিমাণ অনেক কমে গেলে নানা ধরনের সমস্যারও সৃষ্টি হয়। তাই রাস্তাকে খুব বেশি মসৃণ করাও ঠিক নয়। ব্রেক হচ্ছে এমন এক ব্যবস্থা যা ঘর্ষণের পরিমাণ বৃদ্ধি করে গাড়ির গতি তথা চাকার ঘূর্ণনকে প্রয়োজন অনুযায়ী নিয়ন্ত্রণ করে। এর মাধ্যমে যানবাহনকে নির্দিষ্ট স্থানে থামানো সম্ভবপর হয়।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{গতিশীল ট্রাকের ভর, } m_1 = 700 \text{ kg}$$

$$\text{স্থির ট্রাকের ভর, } m_2 = 1300 \text{ kg}$$

$$\text{সংঘর্ষের পূর্বে, ১ম ট্রাকের গতিবেগ, } u_1 = 20 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{এবং ২য় ট্রাকের গতিবেগ, } u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

বের করতে হবে, ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ, $v = ?$

$$\text{ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, } m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v + m_2 v$$

$$\begin{aligned} \therefore v &= \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} = \frac{700 \text{ kg} \times 20 \text{ ms}^{-1} + 1300 \text{ kg} \times 0 \text{ ms}^{-1}}{700 \text{ kg} + 1300 \text{ kg}} \\ &= 7 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)} \end{aligned}$$

ঘ মনে করি, m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তু পরস্পরের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এক্ষেত্রে বস্তুদ্বয়ের ওপর যথাক্রমে F_1 ও F_2 বল প্রযুক্ত হয়। সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের বেগ যথাক্রমে u_1 ও u_2 এবং সংঘর্ষের পরে এদের বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 । সংঘর্ষের ক্রিয়াকাল t ।

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m_1 v_1 - m_1 u_1 = m_2 u_2 - m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m(v_1 - u_1) = -m_2(v_2 - u_2)$$

$$\text{বা, } m_1 \frac{v_1 - u_1}{t} = -m_2 \frac{v_2 - u_2}{t}$$

$$\text{বা, } m_1 a_1 = -m_2 a_2 \text{ [সংঘর্ষকালে বস্তুদ্বয়ের ত্বরণ যথাক্রমে } a_1 \text{ ও } a_2]$$

বা, $F_1 = -F_2$, যা নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের গাণিতিক রূপ।

এভাবে, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে।

১১. চট্টগ্রাম বোর্ড ২০১৫

তানজুম 50g ভরের একটি পাথরকে 60ms^{-1} বেগে ভূমির সমান্তরালে নিক্ষেপ করে।

ক. মাত্রা কাকে বলে?

১

খ. 10N বল বলতে কী বোঝায়?

২

গ. পাথরটি যদি সমবেগে গতিশীল থাকে তবে 4s এ এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করে, তা নির্ণয় কর।

৩

ঘ. 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে পাথরটিকে 10m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মতামত দাও। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

$$\text{খ } 10\text{N} = 1\text{kg} \times 10\text{ms}^{-2}$$

সুতরাং 10N বল বলতে বোঝায়, যে পরিমাণ বল 1 kg ভরের বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে এতে 10ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{পাথরটির আদিবেগ, } u = 60\text{ms}^{-1}$$

$$\text{ত্বরণ, } a = 0\text{ms}^{-2} \text{ [}\therefore \text{ সমবেগ]}$$

$$\text{সময়কাল, } t = 4\text{sec}$$

বের করতে হবে, দূরত্ব (সরণ), $s = ?$

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

$$= 60\text{ms}^{-1} \times 4\text{sec} + \frac{1}{2} \times 0\text{ms}^{-2} \times (4\text{sec})^2$$

$$= 240\text{m} + 0\text{m}$$

$$= 240\text{m (Ans.)}$$

ঘ পাথরটির ভর, $m = 50\text{g} = 0.05\text{kg}$

9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করা হলে পাথরটির মন্দন হবে,

$$a = F/m \text{ [}\therefore F = ma]$$

$$= 9\text{N}/0.05\text{kg}$$

$$= 180\text{ms}^{-2}$$

পাথরটির আদিবেগ, $u = 60\text{ms}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0\text{ms}^{-1}$ [}\therefore \text{ থেমে গেল]}

থেমে যাওয়ার আগ পর্যন্ত s পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করলে,

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

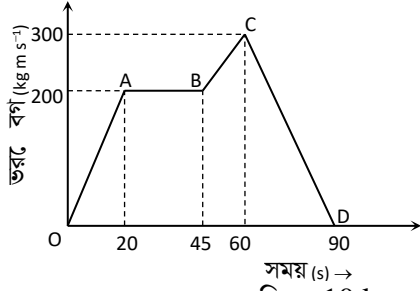
$$\text{বা, } 2as = u^2 - v^2$$

$$\therefore s = \frac{u^2 - v^2}{2a} = \frac{(60\text{ms}^{-1})^2 - (0\text{ms}^{-1})^2}{2 \times 180\text{ms}^{-2}}$$

$$= 10\text{m}$$

সুতরাং 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে পাথরটিকে 10m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে।

১২. যশোর বোর্ড ২০১৭



চিত্র : 10 kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ-সময় লেখচিত্র

- ক. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ। ১
- খ. চলন্ত বাস হতে বাইরের গাছপালাগুলোকে গতিশীল মনে হয়— ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বস্তুটির ১ম 25 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. চিত্রে OA, AB ও CD অংশে ক্রিয়াশীল বল গাণিতিকভাবে তুলনা কর। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ চলন্ত বাস হতে বাইরের গাছপালাগুলোকে গতিশীল মনে হয় আপেক্ষিক বেগের কারণে। প্রত্যেক পর্যবেক্ষক তার নিজ কাঠামোকে স্থির দেখে। চলন্ত বাসের যাত্রী বাসটিকে স্থির দেখবে কিন্তু তার কাছে মনে হবে গাছপালাগুলো বিপরীত দিকে গতিশীল।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 10 \text{ kg}$$

$$\text{সময়, } t_1 = 20 \text{ s}$$

$$\text{ধরি, } t_1 \text{ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব} = s_1$$

$$\text{পরবর্তী সমবেগে অতিক্রান্ত সময়, } t_2 = 5 \text{ s}$$

$$20 \text{ s পরে ভরবেগ, } P = 200 \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\text{বেগ, } v = \frac{200 \text{ kg m s}^{-1}}{10 \text{ kg}} = 20 \text{ m s}^{-1}$$

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

$$\text{সুষম ত্বরণের ক্ষেত্রে, } s_1 = \frac{u + v}{2} t_1 = \frac{0 + 20 \text{ m s}^{-1}}{2} \times 20 \text{ s}$$

$$= 200 \text{ m}$$

$$s_2 = vt = 20 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ s}$$

$$= 100 \text{ m}$$

∴ প্রথম 25 সেকেন্ডে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = s_1 + s_2 = 200 \text{ m} + 100 \text{ m}$$

$$= 300 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি, বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল এর ভরবেগের পরিবর্তনের হারের সমান।

চিত্র থেকে দেখা যায়, OA অংশে ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\Delta P = 200 \text{ kg m s}^{-1} - 0 = 200 \text{ kg m s}^{-1}$$

সময়ের পরিবর্তন, $\Delta t = 20 \text{ s} - 0 = 20 \text{ s}$

সুতরাং ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{OA} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{200 \text{ kg m s}^{-1}}{20 \text{ s}}$$

$$= 10 \text{ N}$$

AB অংশে ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\Delta P = 200 \text{ kg m s}^{-1} - 200 \text{ kg m s}^{-1} = 0$$

সময়ের পরিবর্তন, $\Delta t = 45 \text{ s} - 20 \text{ s} = 25 \text{ s}$

সুতরাং ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{AB} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{0}{25 \text{ s}} \\ = 0 \text{ N}$$

CD অংশে ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\Delta P = 0 \text{ kg m s}^{-1} - 300 \text{ kg m s}^{-1} = -300 \text{ kg m s}^{-1}$$

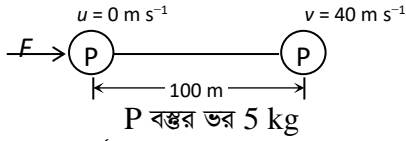
সময়ের পরিবর্তন, $\Delta t = 90 \text{ s} - 60 \text{ s} = 30 \text{ s}$

সুতরাং ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{CD} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-300 \text{ kg m s}^{-1}}{30 \text{ s}} \\ = -10 \text{ N}$$

চিত্রের OA অংশে ক্রিয়াশীল বল সবচেয়ে বেশি, AB অংশে কোনো বল ক্রিয়া করে না এবং CD অংশে সবচেয়ে কম। CD অংশে বাধাদানকারী বল ক্রিয়া করে।

১৩. যশোর বোর্ড ২০১৭



এখানে ঘর্ষণ বল 10 N

ক. পড়ন্ত বস্তুর ওয় সূত্রটি লিখ।

১

খ. বৈদ্যুতিক পাখার সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে থেমে যায় না কেন— ব্যাখ্যা কর।

২

গ. F নির্ণয় কর।

৩

ঘ. 100 m অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বস্তুটি প্রথম থেকে সর্বমোট কত সময় পর থেমে যাবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ বৈদ্যুতিক পাখার সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে পাখাটি বন্ধ হয় না। কারণ গতির জড়তা ধর্মের কারণে গতিশীল বস্তুটি এর গতি বজায় রাখার প্রবণতা দেখায় ফলে পাখাটি আরো কিছু সময় পর্যন্ত ঘোরে, এবং বায়ুর বাধা ও ফ্যানের স্যাফটের ঘর্ষণের কারণে ধীরে ধীরে থেমে যায়।

গ দেওয়া আছে,

P বস্তুর আদিবেগ, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 40 \text{ m s}^{-1}$

সরণ, $s = 100 \text{ m}$

P বস্তুর ভর, $m = 5 \text{ kg}$

ঘর্ষণ বল, $F' = 10 \text{ N}$

প্রযুক্ত বল, $F = ?$

আমরা জানি,

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

$$\therefore a = \frac{v^2 - u^2}{2s} = \frac{(40 \text{ m s}^{-1})^2 - (0 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 100 \text{ m}}$$

$$a = 8 \text{ m s}^{-2}$$

\therefore প্রযুক্ত বল, $F = ma + F' = 5 \text{ kg} \times 8 \text{ m s}^{-2} + 10 \text{ N}$
 $= 50 \text{ N (Ans.)}$

ঘ দেওয়া আছে, $s_1 = 100 \text{ m}$ সরণের জন্য

আদিবেগ, $u = 0 \text{ m s}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 40 \text{ m s}^{-1}$

সময়, $t_1 = ?$

আমরা জানি,

$$s_1 = \frac{u + v}{2} t_1 = \frac{0 + 40 \text{ m s}^{-1}}{2} t_1 = 20 \text{ m s}^{-1} \times t_1$$

$$\therefore t_1 = \frac{100 \text{ m}}{20 \text{ m s}^{-1}} = 5 \text{ s}$$

প্রযুক্ত বল অপসারণের পর বস্তুর উপর ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করবে, অর্থাৎ ক্রিয়াশীল বল $F = -10 \text{ N}$

$$\text{সুতরাং ত্বরণ, } a = \frac{F}{m} = \frac{-10 \text{ N}}{5 \text{ kg}} = -2 \text{ m s}^{-2}$$

এক্ষেত্রে আদিবেগ, $u = 40 \text{ m s}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0 \text{ m s}^{-1}$

বল অপসারণের পর থেকে থেমে যাওয়া পর্যন্ত সময় t_2 হলে আমরা পাই,

$$a = \frac{v - u}{t_2}$$

$$\therefore t_2 = \frac{0 \text{ m s}^{-1} - 40 \text{ m s}^{-1}}{-2 \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 20 \text{ s}$$

$$\therefore \text{মোট সময়, } t = t_1 + t_2 = (5 + 20) \text{ s} \\ = 25 \text{ s (Ans.)}$$

১৪. যশোর বোর্ড ২০১৬

স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে 600 kg ভরের একটি ট্রাক 0.2 ms^{-2} সুষম ত্বরণে 60 s চলার পর 400 kg ভরের একটি স্থির পিকআপ ভ্যানের সাথে ধাক্কা খেয়ে আটকে একত্রে 7.2 ms^{-1} বেগে চলতে থাকে।

ক. পিছলানো ঘর্ষণ কী?

১

খ. সাম্য ও অসাম্য বলের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখ।

২

গ. উদ্দীপকের ট্রাকটি পিকআপ ভ্যানের সাথে ধাক্কা খাওয়ার আগে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় কর।

৩

ঘ. উপরোক্ত ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও।

৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন একটি বস্তু অন্য একটি বস্তু তথা তলের উপর দিয়ে পিছলিয়ে বা ঘষে চলতে চেষ্টা করে বা চলে তখন যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় তাকে পিছলানো ঘর্ষণ বা বিসর্প ঘর্ষণ বলে।

খ সাম্য ও অসাম্য বলের মধ্যে দুটি পার্থক্য:

সাম্য বল	অসাম্য বল
১. যে বলগুলো কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যবস্থার সৃষ্টি করে তাকে সাম্য বল বলে।	১. যে বলগুলো কোনো বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যবস্থার সৃষ্টি করে না তাকে অসাম্য বল বলে।
২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য।	২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য হয় না।

গ দেওয়া আছে,

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

ত্বরণ, $a = 0.2 \text{ ms}^{-2}$

সময়কাল, $t = 60 \text{ s}$

বেগ করতে হবে, দূরত্ব (সরণ), $s = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$= 360\text{m (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{ট্রাকের ত্বরণ, } a = 0.2 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{সময়, } t = 60 \text{ s}$$

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

$$\text{ধাক্কার পূর্বে ট্রাকের বেগ, } u_1 = u + at$$

$$= 0 + 0.2 \times 60$$

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

আবার,

$$\text{ট্রাকের ভর, } m_1 = 600 \text{ kg}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে ট্রাকের বেগ, } u_1 = 12 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পর ট্রাকের বেগ, } v_1 = 7.2 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{পিকআপ ভ্যানের ভর, } m_2 = 400 \text{ kg}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে বেগ, } u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পরে বেগ, } v_2 = 7.2 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি} = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$= 600 \times 12 + 400 \times 0$$

$$= 7200 \text{ kgms}^{-1}$$

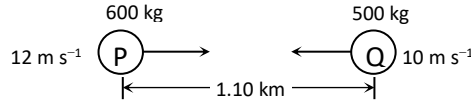
$$\text{ধাক্কার পরে ভরবেগের সমষ্টি} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$= 600 \times 7.2 + 400 \times 7.2$$

$$= 7200 \text{ kgms}^{-1}$$

যেহেতু ধাক্কার পূর্বে এবং পরে ট্রাক এবং পিকআপ ভ্যানের ভরবেগের সমষ্টি সমান তাই এক্ষেত্রে ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র সমর্থন করে।

১৫. বরিশাল বোর্ড ২০১৭



যাত্রা শুরু করার একটি নির্দিষ্ট সময় পরে P ও Q গাড়ি দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হলো এবং মিলিত বেগ 2 m s^{-1} হলো Q এর দিকে।

ক. সাম্য বল কী? ১

খ. বস্তুর আকারের উপর বলের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২

গ. যাত্রা শুরুর কত সময় পর P ও Q গাড়ি দুটি মিলিত হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকটি ভরবেগের সংরক্ষণশীল নীতিকে সমর্থন করলেও গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর।

৪

১৫ 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 সাম্য বল বলে।

খ কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি এর গতিয় অবস্থার পরিবর্তন না হয় তবে এর আকার বা আকৃতির পরিবর্তন হতে পারে। যেমন— একটি প্লাস্টিকের খালি বোতল জোরে চেপে ধরলে দুমড়ে-মুচড়ে যায়, অথবা একটি রাবার বারকে দুপ্রান্ত ধরে টানলে দৈর্ঘ্য বাড়ে ও চিকন হয়ে যায়। এ দুটি ক্ষেত্রে বল প্রয়োগের ফলে এদের আকারের পরিবর্তন হয়েছে।

কোনো কোনো ক্ষেত্রে বলের ক্রিয়ায় বস্তুর আকার পরিবর্তন স্থায়ী আবার কোনো কোনো ক্ষেত্রে ক্ষণস্থায়ী হয়। উপরের উদাহরণে প্লাস্টিকের বোতলের ওপর থেকে বল অপসারিত হলে তা আর পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না অর্থাৎ পরিবর্তন স্থায়ী হয়েছে। কিন্তু রাবার বারকে ছেড়ে দিলে আবার পূর্বের অবস্থা ফিরে পায়। অর্থাৎ রাবারের আকারের পরিবর্তন ক্ষণস্থায়ী।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{P বস্তুর বেগ, } v_P = 12 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{Q বস্তুর বেগ, } v_Q = -10 \text{ m s}^{-1} \text{ [P এর বেগের বিপরীত দিকে গতিশীল]}$$

$$\text{P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব} = 1.10 \text{ km} = 1100 \text{ m}$$

মনে করি, যাত্রা শুরু করার সময় t পর P থেকে x দূরত্বে এরা পরস্পর মিলিত হবে।

অতএব, P কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $x = v_P t$

Q কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $1100 - x = v_Q t$

সুতরাং $1100 = v_P t + v_Q t = (12 + 10) t = 22 t$

$$\therefore t = \frac{1100}{22} \text{ s} = 50 \text{ s (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

P বস্তুর ভর, $m_1 = 600 \text{ kg}$

Q বস্তুর ভর, $m_2 = 500 \text{ kg}$

P বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 12 \text{ m s}^{-1}$

Q বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -10 \text{ m s}^{-1}$

P ও Q বস্তুর মিলিত বেগ, $v = 2 \text{ m s}^{-1}$

$$\begin{aligned} \text{সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ} &= m_1 u_1 + m_2 u_2 = 600 \times 12 + 500(-10) \\ &= 2200 \text{ kg m s}^{-1} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{সংঘর্ষের পর মোট ভরবেগ} &= m_1 v + m_2 v = 600 \times 2 + 500 \times 2 \\ &= 2200 \text{ kg m s}^{-1} \end{aligned}$$

যেহেতু সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের ভরবেগের সমষ্টি সমান, তাই বলা যায়, ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতিকে সমর্থন করে।
আবার,

$$\begin{aligned} \text{সংঘর্ষের পূর্বে গতিশক্তির সমষ্টি} &= \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 600 \times 12^2 + \frac{1}{2} \times 500 \times 10^2 \\ &= 43200 \text{ J} + 25000 \text{ J} \\ &= 68200 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{সংঘর্ষের পর গতিশক্তির সমষ্টি} &= \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 v^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 600 \times 2^2 + \frac{1}{2} \times 500 \times 2^2 \\ &= 1200 \text{ J} + 1000 \text{ J} \\ &= 2200 \text{ J} \end{aligned}$$

যেহেতু বস্তুদ্বয়ের সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের গতিশক্তির সমষ্টি সমান নয়, তাই বলা যায়, গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

১৬. বরিশাল বোর্ড ২০১৬

একটি বন্দুক থেকে 10 g ভরের একটি গুলি 600 ms^{-1} বেগে নির্গত হওয়ার সময় 2 ms^{-1} বেগে পিছনে ধাক্কা দেয়।

- লঘিষ্ঠ গণন কী? ১
- স্ক্রু-গেজের লঘিষ্ঠ গণন 0.01 mm বলতে কী বুঝায়? ২
- বন্দুকটির ভর নির্ণয় কর। ৩
- কী কী ব্যবস্থা অবলম্বন করে বন্দুকটির পশ্চাৎবেগের মান আরও কমানো যায়? গাণিতিক যুক্তিসহ আলোচনা কর। ৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ স্ক্রু-গেজের লঘিষ্ঠ গণন 0.01 mm বলতে বুঝায় এর বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা স্ক্রুটি 0.01 mm সরে আসে। যদি এই যন্ত্রের বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা 100 হয়, তবে পিচ হবে 1 mm ।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

গুলির ভর, $m_1 = 10 \text{ g} = 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$

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

গুলির শেষ বেগ, $v_1 = 600 \text{ ms}^{-1}$

বন্দুকের আদিবেগ, $u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ, $v_2 = -2 \text{ ms}^{-1}$ [গুলির বেগের দিক
ধন্বক বিবেচনা করে]

বন্দুকের ভর, $m_2 = ?$

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } 10 \times 10^{-3} \times 0 + m_2 \times 0 = 10 \times 10^{-3} \times 600 + m_2(-2)$$

$$\text{বা, } 0 = 6 - 2m_2$$

$$\text{বা, } 2m_2 = 6$$

$$\text{বা, } m_2 = \frac{6}{2}$$

$$\therefore m_2 = 3 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ ধরি, গুলির ভর = m_1

বন্দুকের ভর = m_2

গুলির আদিবেগ, $u_1 = 0$

বন্দুকের আদিবেগ, $u_2 = 0$

গুলির শেষ বেগ = v_1

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ = v_2

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m_1 \times 0 + m_2 \times 0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$$

$$\text{বা, } v_2 = -\frac{m_1 v_1}{m_2} \dots\dots\dots (i)$$

(i) নং সমীকরণ অনুসারে m_1 এর মান কমালে এবং m_2 এর মান বাড়ালে বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ কমবে। আবার, v_1 এর মান কমলেও v_2 এর মান কমে।

অতএব, বন্দুকের পশ্চাৎ বেগের মান আরও কমাতে হলে নিম্নলিখিত তিনটি ব্যবস্থা গ্রহণ করা যাবে—

(i) গুলির ভর কমাতে হবে

(ii) বন্দুকের ভর বাড়াতে হবে।

(iii) গুলির বেগ কমাতে হবে।

গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও সমাধান

প্রশ্ন ▶ ১ 3.92N ওজনের একটি খেলনা গাড়ীর উপর বল প্রয়োগ করায় এটি ঘর্ষণযুক্ত মেঝেতে 0.5ms^{-2} ত্বরণে চলতে শুরু করে। ঘর্ষণ বল 0.5N।

ক. অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে? ১

খ. পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য কেন? ২

গ. গাড়ীর উপর প্রযুক্ত বলের মান কত? ৩

ঘ. ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের কী পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে মূল্যায়ণ কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক সময়ের সাথে অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

খ কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বলে নিজের দিকে টানে তাকে ঐ বস্তুর ওজন বলে। বস্তুর ভরকে অভিকর্ষজ ত্বরণ দ্বারা গুণ করলে বস্তুর ওজন পাওয়া যায়। পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য বলে পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য।

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

গাড়ির ওজন, $W = 3.92 \text{ N}$

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

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

গাড়ির উপর প্রযুক্ত বল, $F = ?$

আমরা জানি, $W = mg$

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

আবার, $F - F_k = ma$

$$\text{বা, } F = ma + F_k = 0.4 \times 0.5 + 0.5 = 0.7 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ '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, $a = 0.5 \text{ ms}^{-2}$

ধরি, ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় ত্বরণ = a'

ঘর্ষণবিহীন অবস্থায়, $F = ma'$

$$\text{বা, } a' = \frac{F}{m} = \frac{0.7}{0.2} = 3.5 \text{ ms}^{-2}$$

\therefore ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে ত্বরণের পরিবর্তন = $(3.5 - 0.5) = 3 \text{ ms}^{-2}$

অতএব, ঘর্ষণবিহীন অবস্থায় মেঝেতে গাড়ির ত্বরণ 3 ms^{-2} বৃদ্ধি পাবে।

প্রশ্ন ২ 700kg ভরের একটি গতিশীল ট্রাক 20 ms^{-1} বেগে 1300kg ভরের একটি স্থিতিশীল ট্রাককে ধাক্কা দেয় এবং ট্রাক দুইটি মিলিত হয়ে সামনের দিকে চলতে থাকে।

ক. জড়তা কী?

১

খ. গতির উপর ঘর্ষণের প্রভাব ব্যাখ্যা কর।

২

গ. ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ নির্ণয় কর।

৩

ঘ. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র কীভাবে নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে, গাণিতিক যুক্তিসহ মতামত দাও। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ ঘর্ষণ আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অনেক সমস্যা সৃষ্টি করলেও চলাচল ও যানবাহন চালনার জন্য ঘর্ষণ গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। যেমন, গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ আছে বলেই গাড়ি চালনা সম্ভব হয়েছে। বস্তুর গতির ওপর রাস্তার মসৃণতার প্রভাব অনেক বেশি। রাস্তা মসৃণ হলে রাস্তার যানবাহন চলাচল সহজতর হয় এবং ভ্রমণ আরামদায়ক হয়। রাস্তা যত বেশি মসৃণ হবে বাধাদানকারী ঘর্ষণ বলের মানও তত কম হবে। গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যবর্তী ঘর্ষণ বলের মান টায়ারের এবং একই সাথে রাস্তার মসৃণতার ওপর নির্ভর করে। ঘর্ষণ বলের পরিমাণ অনেক কমে গেলে নানা ধরনের সমস্যারও সৃষ্টি হয়। তাই রাস্তাকে খুব বেশি মসৃণ করাও ঠিক নয়। ব্রেক হচ্ছে এমন এক ব্যবস্থা যা ঘর্ষণের পরিমাণ বৃদ্ধি করে গাড়ির গতি তথা চাকার ঘূর্ণনকে প্রয়োজন অনুযায়ী নিয়ন্ত্রণ করে। এর মাধ্যমে যানবাহনকে নির্দিষ্ট স্থানে থামানো সম্ভবপর হয়।

গ দেওয়া আছে,

গতিশীল ট্রাকের ভর, $m_1 = 700 \text{ kg}$

স্থির ট্রাকের ভর, $m_2 = 1300 \text{ kg}$

সংঘর্ষের পূর্বে, ১ম ট্রাকের গতিবেগ, $u_1 = 20 \text{ ms}^{-1}$

এবং ২য় ট্রাকের গতিবেগ, $u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$

বের করতে হবে, ট্রাক দুইটির মিলিত বেগ, $v = ?$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, $m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v + m_2 v$

$$\therefore v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} = \frac{700 \text{ kg} \times 20 \text{ ms}^{-1} + 1300 \text{ kg} \times 0 \text{ ms}^{-1}}{700 \text{ kg} + 1300 \text{ kg}} = 7 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ মনে করি, m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তুকণা পরস্পরের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। এক্ষেত্রে বস্তুদ্বয়ের ওপর যথাক্রমে F_1 ও F_2 বল প্রযুক্ত হয়। সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের বেগ যথাক্রমে u_1 ও u_2 এবং সংঘর্ষের পরে এদের বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 । সংঘর্ষের ক্রিয়াকাল t ।

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m_1 v_1 - m_1 u_1 = m_2 u_2 - m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m (v_1 - u_1) = -m_2 (v_2 - u_2)$$

$$\text{বা, } m_1 \frac{v_1 - u_1}{t} = -m_2 \frac{v_2 - u_2}{t}$$

$$\text{বা, } m_1 a_1 = -m_2 a_2 \text{ [সংঘর্ষকালে বস্তুদ্বয়ের ত্বরণ যথাক্রমে } a_1 \text{ ও } a_2 \text{]}$$

বা, $F_1 = -F_2$, যা নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের গাণিতিক রূপ।
এভাবে, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র নিউটনের তৃতীয় সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ৩ তানজুম 50g ভরের একটি পাথরকে 60ms^{-1} বেগে ভূমির সমান্তরালে নিক্ষেপ করে।

- ক. মাত্রা কাকে বলে? ১
খ. 10N বল বলতে কী বোঝায়? ২
গ. পাথরটি যদি সমবেগে গতিশীল থাকে তবে 4s এ এটি কত দূরত্ব অতিক্রম করে, তা নির্ণয় কর। ৩
ঘ. 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে পাথরটিকে 10m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণের মতামত দাও। ৪

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ $10\text{N} = 1\text{kg} \times 10\text{ms}^{-2}$

সুতরাং 10N বল বলতে বোঝায়, যে পরিমাণ বল 1 kg ভরের বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে এতে 10ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করে।

গ দেওয়া আছে,

পাথরটির আদিবেগ, $u = 60\text{ms}^{-1}$

ত্বরণ, $a = 0\text{ms}^{-2}$ [\because সমবেগ]

সময়কাল, $t = 4\text{sec}$

বের করতে হবে, দূরত্ব (সরণ), $s = ?$

আমরা জানি, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$= 60\text{ms}^{-1} \times 4\text{sec} + \frac{1}{2} \times 0\text{ms}^{-2} \times (4\text{sec})^2$$

$$= 240\text{m} + 0\text{m}$$

$$= 240\text{m} \text{ (Ans.)}$$

ঘ পাথরটির ভর, $m = 50\text{g} = 0.05\text{kg}$

9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করা হলে পাথরটির মন্দন হবে,

$$a = F/m \text{ [}\because F = ma\text{]}$$

$$= 9\text{N}/0.05\text{kg}$$

$$= 180\text{ms}^{-2}$$

পাথরটির আদিবেগ, $u = 60\text{ms}^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0\text{ms}^{-1}$ [\because থেমে গেল]

থেমে যাওয়ার আগ পর্যন্ত s পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করলে,

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

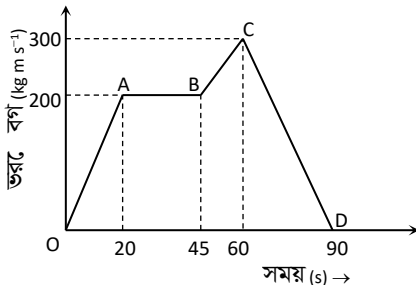
$$\text{বা, } 2as = u^2 - v^2$$

$$\therefore s = \frac{u^2 - v^2}{2a} = \frac{(60\text{ms}^{-1})^2 - (0\text{ms}^{-1})^2}{2 \times 180\text{ms}^{-2}}$$

$$= 10\text{m}$$

সুতরাং 9N বাধাদানকারী বল প্রয়োগ করে পাথরটিকে 10m দূরত্বে থামানো সম্ভব হবে।

প্রশ্ন ৪



চিত্র ৪ 10 kg ভরের একটি বস্তুর ভরবেগ-সময় লেখচিত্র

- ক. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লিখ। ১
খ. চলন্ত বাস হতে বাইরের গাছপালাগুলোকে গতিশীল মনে হয়— ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বস্তুর ১ম 25 s এ অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর। ৩
ঘ. চিত্রে OA, AB ও CD অংশে ক্রিয়াশীল বল গাণিতিকভাবে তুলনা কর। ৪

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ চলন্ত বাস হতে বাইরের গাছপালাগুলোকে গতিশীল মনে হয় আপেক্ষিক বেগের কারণে। প্রত্যেক পর্যবেক্ষক তার নিজ কাঠামোকে স্থির দেখে। চলন্ত বাসের যাত্রি বাসটিকে স্থির দেখবে কিন্তু তার কাছে মনে হবে গাছপালাগুলো বিপরীত দিকে গতিশীল।

গ দেওয়া আছে,

$$\text{বস্তুর ভর, } m = 10 \text{ kg}$$

$$\text{সময়, } t_1 = 20 \text{ s}$$

$$\text{ধরি, } t_1 \text{ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব} = s_1$$

$$\text{পরবর্তী সমবেগে অতিক্রান্ত সময়, } t_2 = 5 \text{ s}$$

$$20 \text{ s পরে ভরবেগ, } P = 200 \text{ kg m s}^{-1}$$

$$\text{বেগ, } v = \frac{200 \text{ kg m s}^{-1}}{10 \text{ kg}} = 20 \text{ m s}^{-1}$$

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

$$\text{সুষম ত্বরনের ক্ষেত্রে, } s_1 = \frac{u+v}{2} t_1 = \frac{0+20 \text{ m s}^{-1}}{2} \times 20 \text{ s}$$

$$= 200 \text{ m}$$

$$s_2 = vt = 20 \text{ m s}^{-1} \times 5 \text{ s}$$

$$= 100 \text{ m}$$

∴ প্রথম 25 সেকেন্ডে মোট অতিক্রান্ত দূরত্ব,

$$s = s_1 + s_2 = 200 \text{ m} + 100 \text{ m}$$

$$= 300 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ আমরা জানি, বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল এর ভরবেগের পরিবর্তনের হারের সমান।

চিত্র থেকে দেখা যায়, OA অংশে ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\Delta P = 200 \text{ kg m s}^{-1} - 0 = 200 \text{ kg m s}^{-1}$$

সময়ের পরিবর্তন, $\Delta t = 20 \text{ s} - 0 = 20 \text{ s}$

সুতরাং ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{OA} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{200 \text{ kg m s}^{-1}}{20 \text{ s}}$$

$$= 10 \text{ N}$$

AB অংশে ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\Delta P = 200 \text{ kg m s}^{-1} - 200 \text{ kg m s}^{-1} = 0$$

সময়ের পরিবর্তন, $\Delta t = 45 \text{ s} - 20 \text{ s} = 25 \text{ s}$

সুতরাং ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{AB} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{0}{25 \text{ s}}$$

$$= 0 \text{ N}$$

CD অংশে ভরবেগের পরিবর্তন,

$$\Delta P = 0 \text{ kg m s}^{-1} - 300 \text{ kg m s}^{-1} = -300 \text{ kg m s}^{-1}$$

সময়ের পরিবর্তন, $\Delta t = 90 \text{ s} - 60 \text{ s} = 30 \text{ s}$

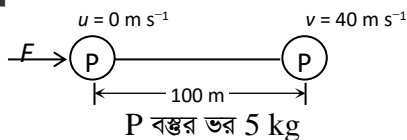
সুতরাং ক্রিয়াশীল বল,

$$F_{CD} = \frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{-300 \text{ kg m s}^{-1}}{30 \text{ s}}$$

$$= -10 \text{ N}$$

চিত্রের OA অংশে ক্রিয়াশীল বল সবচেয়ে বেশি, AB অংশে কোনো বল ক্রিয়া করে না এবং CD অংশে সবচেয়ে কম। CD অংশে বাধাদানকারী বল ক্রিয়া করে।

প্রশ্ন ▶ ৫



এখানে ঘর্ষণ বল 10 N

ক. পড়ন্ত বস্তুর ওয় সূত্রটি লিখ।

১

খ. বৈদ্যুতিক পাখার সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে থেমে যায় না কেন— ব্যাখ্যা কর।

২

গ. F নির্ণয় কর।

৩

ঘ. 100 m অতিক্রম করার পর প্রযুক্ত বল অপসারণ করলে বস্তুটি প্রথম থেকে সর্বমোট কত সময় পর থেমে যাবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

8

৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব (h) অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের (t) বর্গের সমানুপাতিক অর্থাৎ $h \propto t^2$ ।
খ বৈদ্যুতিক পাখার সুইচ বন্ধ করার সাথে সাথে পাখাটি বন্ধ হয় না। কারণ গতির জড়তা ধর্মের কারণে গতিশীল বস্তুটি এর গতি বজায় রাখার প্রবণতা দেখায় ফলে পাখাটি আরো কিছু সময় পর্যন্ত ঘোরে, এবং বায়ুর বাধা ও ফ্যানের স্যাফটের ঘর্ষণের কারণে ধীরে ধীরে থেমে যায়।

গ দেওয়া আছে,

$$P \text{ বস্তুর আদিবেগ, } u = 0 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{শেষবেগ, } v = 40 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{সরণ, } s = 100 \text{ m}$$

$$P \text{ বস্তুর ভর, } m = 5 \text{ kg}$$

$$\text{ঘর্ষণ বল, } F' = 10 \text{ N}$$

$$\text{প্রযুক্ত বল, } F = ?$$

আমরা জানি,

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

$$\therefore a = \frac{v^2 - u^2}{2s} = \frac{(40 \text{ m s}^{-1})^2 - (0 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 100 \text{ m}}$$

$$a = 8 \text{ m s}^{-2}$$

$$\therefore \text{প্রযুক্ত বল, } F = ma + F' = 5 \text{ kg} \times 8 \text{ m s}^{-2} + 10 \text{ N}$$

$$= 50 \text{ N (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে, $s_1 = 100 \text{ m}$ সরণের জন্য

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

$$\text{শেষবেগ, } v = 40 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{সময়, } t_1 = ?$$

আমরা জানি,

$$s_1 = \frac{u + v}{2} t_1 = \frac{0 + 40 \text{ m s}^{-1}}{2} t_1 = 20 \text{ m s}^{-1} \times t_1$$

$$\therefore t_1 = \frac{100 \text{ m}}{20 \text{ m s}^{-1}} = 5 \text{ s}$$

প্রযুক্ত বল অপসারণের পর বস্তুর উপর ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করবে, অর্থাৎ ক্রিয়াশীল বল $F = -10 \text{ N}$

$$\text{সুতরাং ত্বরণ, } a = \frac{F}{m} = \frac{-10 \text{ N}}{5 \text{ kg}} = -2 \text{ m s}^{-2}$$

$$\text{এক্ষেত্রে আদিবেগ, } u = 40 \text{ m s}^{-1}$$

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

বল অপসারণের পর থেকে থেমে যাওয়া পর্যন্ত সময় t_2 হলে আমরা পাই,

$$a = \frac{v - u}{t_2}$$

$$\therefore t_2 = \frac{0 \text{ m s}^{-1} - 40 \text{ m s}^{-1}}{-2 \text{ m s}^{-2}}$$

$$= 20 \text{ s}$$

$$\therefore \text{মোট সময়, } t = t_1 + t_2 = (5 + 20) \text{ s}$$

$$= 25 \text{ s (Ans.)}$$

প্রশ্ন ৬ স্থির অবস্থান থেকে যাত্রা শুরু করে 600kg ভরের একটি ট্রাক 0.2ms⁻² সুসম ত্বরণে 60s চলার পর 400 kg ভরের একটি স্থির পিকআপ ভ্যানের সাথে ধাক্কা খেয়ে আটকে একত্রে 7.2ms⁻¹ বেগে চলতে থাকে।

ক. পিছলানো ঘর্ষণ কী? ১

খ. সাম্য ও অসাম্য বলের মধ্যে দুটি পার্থক্য লিখ। ২

গ. উদ্দীপকের ট্রাকটি পিকআপ ভ্যানের সাথে ধাক্কা খাওয়ার আগে কত দূরত্ব অতিক্রম করবে নির্ণয় কর। ৩

ঘ. উপরোক্ত ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে মতামত দাও। ৪

৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক যখন একটি বস্তু অন্য একটি বস্তু তথা তলের উপর দিয়ে পিছলিয়ে বা ঘষে চলতে চেষ্টা করে বা চলে তখন যে ঘর্ষণের সৃষ্টি হয় তাকে পিছলানো ঘর্ষণ বা বিসর্প ঘর্ষণ বলে।

খ সাম্য ও অসাম্য বলের মধ্যে দুটি পার্থক্য:

সাম্য বল	অসাম্য বল
১. যে বলগুলো কোনো	১. যে বলগুলো কোনো

বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যবাহুর সৃষ্টি করে তাকে সাম্য বল বলে।	বস্তুর ওপর ক্রিয়া করে সাম্যবাহুর সৃষ্টি করে না তাকে অসাম্য বল বলে।
২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য।	২. এক্ষেত্রে ক্রিয়াশীল বলগুলোর লব্ধি শূন্য হয় না।

গ দেওয়া আছে,

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

$$\text{ত্বরণ, } a = 0.2 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{সময়কাল, } t = 60 \text{ s}$$

বেগ করতে হবে, দূরত্ব (সরণ), $s = ?$

আমরা জানি,

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

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

$$= 360 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ এখানে,

$$\text{ট্রাকের ত্বরণ, } a = 0.2 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{সময়, } t = 60 \text{ s}$$

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

ধাক্কার পূর্বে ট্রাকের বেগ, $u_1 = u + at$

$$= 0 + 0.2 \times 60$$

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

আবার,

$$\text{ট্রাকের ভর, } m_1 = 600 \text{ kg}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে ট্রাকের বেগ, } u_1 = 12 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পর ট্রাকের বেগ, } v_1 = 7.2 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{পিকআপ ভ্যানের ভর, } m_2 = 400 \text{ kg}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে বেগ, } u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পরে বেগ, } v_2 = 7.2 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ধাক্কার পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি} = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$= 600 \times 12 + 400 \times 0$$

$$= 7200 \text{ kgms}^{-1}$$

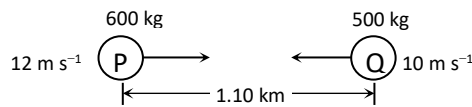
$$\text{ধাক্কার পরে ভরবেগের সমষ্টি} = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$= 600 \times 7.2 + 400 \times 7.2$$

$$= 7200 \text{ kgms}^{-1}$$

যেহেতু ধাক্কার পূর্বে এবং পরে ট্রাক এবং পিকআপ ভ্যানের ভরবেগের সমষ্টি সমান তাই এক্ষেত্রে ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র সমর্থন করে।

প্রশ্ন ৭



যাত্রা শুরু করার একটি নির্দিষ্ট সময় পরে P ও Q গাড়ি দুটির মধ্যে সংঘর্ষ হলো এবং মিলিত বেগ 2 m s^{-1} হলো Q এর দিকে।

ক. সাম্য বল কী? ১

খ. বস্তুর আকারের উপর বলের প্রভাব ব্যাখ্যা কর। ২

গ. যাত্রা শুরুর কত সময় পর P ও Q গাড়ি দুটি মিলিত হবে? ৩

ঘ. উদ্দীপকটি ভরবেগের সংরক্ষণশীল নীতিকে সমর্থন করলেও গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

৭ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যেই বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগের ফলে যদি এর গতীয় অবস্থার পরিবর্তন না হয় তবে এর আকার বা আকৃতির পরিবর্তন হতে পারে। যেমন— একটি প্লাস্টিকের খালি বোতল জোরে চেপে ধরলে দুমড়ে-মুচড়ে যায়, অথবা একটি রাবার বারকে দুপ্রান্ত ধরে টানলে দৈর্ঘ্য বাড়ে ও চিকন হয়ে যায়। এ দুটি ক্ষেত্রে বল প্রয়োগের ফলে এদের আকারের পরিবর্তন হয়েছে।

কোনো কোনো ক্ষেত্রে বলের ক্রিয়ায় বস্তুর আকার পরিবর্তন স্থায়ী আবার কোনো কোনো ক্ষেত্রে ক্ষণস্থায়ী হয়। উপরের উদাহরণে প্লাস্টিকের বোতলের ওপর থেকে বল অপসারিত হলে তা আর পূর্বের অবস্থা ফিরে পায় না অর্থাৎ পরিবর্তন স্থায়ী হয়েছে। কিন্তু রাবার বারকে ছেড়ে দিলে আবার পূর্বের অবস্থা ফিরে পায়। অর্থাৎ রাবারের আকারের পরিবর্তন ক্ষণস্থায়ী।

গ দেওয়া আছে,

P বস্তুর বেগ, $v_P = 12 \text{ m s}^{-1}$

Q বস্তুর বেগ, $v_Q = -10 \text{ m s}^{-1}$ [P এর বেগের বিপরীত দিকে গতিশীল]

P ও Q এর মধ্যবর্তী দূরত্ব $= 1.10 \text{ km} = 1100 \text{ m}$

মনে করি, যাত্রা শুরু করার সময় t পর P থেকে x দূরত্বে এরা পরস্পর মিলিত হবে।

অতএব, P কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $x = v_P t$

Q কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, $1100 - x = v_Q t$

সুতরাং $1100 = v_P t + v_Q t = (12 + 10) t = 22 t$

$$\therefore t = \frac{1100}{22} \text{ s} = 50 \text{ s (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

P বস্তুর ভর, $m_1 = 600 \text{ kg}$

Q বস্তুর ভর, $m_2 = 500 \text{ kg}$

P বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 12 \text{ m s}^{-1}$

Q বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -10 \text{ m s}^{-1}$

P ও Q বস্তুর মিলিত বেগ, $v = 2 \text{ m s}^{-1}$

সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ $= m_1 u_1 + m_2 u_2 = 600 \times 12 + 500(-10)$
 $= 2200 \text{ kg m s}^{-1}$

সংঘর্ষের পর মোট ভরবেগ $= m_1 v + m_2 v = 600 \times 2 + 500 \times 2$
 $= 2200 \text{ kg m s}^{-1}$

যেহেতু সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের ভরবেগের সমষ্টি সমান, তাই বলা যায়, ভরবেগের সংরক্ষণশীলতা নীতিকে সমর্থন করে। আবার,

$$\begin{aligned} \text{সংঘর্ষের পূর্বে গতিশক্তির সমষ্টি} &= \frac{1}{2} m_1 u_1^2 + \frac{1}{2} m_2 u_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 600 \times 12^2 + \frac{1}{2} \times 500 \times 10^2 \\ &= 43200 \text{ J} + 25000 \text{ J} \\ &= 68200 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{সংঘর্ষের পর গতিশক্তির সমষ্টি} &= \frac{1}{2} m_1 v^2 + \frac{1}{2} m_2 v^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 600 \times 2^2 + \frac{1}{2} \times 500 \times 2^2 \\ &= 1200 \text{ J} + 1000 \text{ J} \\ &= 2200 \text{ J} \end{aligned}$$

যেহেতু বস্তুদ্বয়ের সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের গতিশক্তির সমষ্টি সমান নয়, তাই বলা যায়, গতিশক্তি সংরক্ষিত হয়নি।

প্রশ্ন ▶ চ একটি বন্দুক থেকে 10 g ভরের একটি গুলি 600 ms^{-1} বেগে নির্গত হওয়ার সময় 2 ms^{-1} বেগে পিছনে ধাক্কা দেয়।

ক. লঘিষ্ঠ গণন কী? ১

খ. স্ক্রু গজের লঘিষ্ঠ গণন 0.01 mm বলতে কী বুঝায়? ২

গ. বন্দুকটির ভর নির্ণয় কর। ৩

ঘ. কী কী ব্যবস্থা অবলম্বন করে বন্দুকটির পশ্চাৎবেগের মান আরও কমানো যায়? গাণিতিক যুক্তিসহ আলোচনা কর। ৪

৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ স্ক্রু-গজের লঘিষ্ঠ গণন 0.01 mm বলতে বুঝায় এর বৃত্তাকার স্কেলের মাত্র এক ভাগ ঘুরালে এর প্রান্ত বা স্ক্রুটি 0.01 mm সরে আসে। যদি এই যন্ত্রের বৃত্তাকার স্কেলের ভাগসংখ্যা 100 হয়, তবে পিচ হবে 1 mm ।

গ উদ্দীপক হতে পাই,

গুলির ভর, $m_1 = 10 \text{ g} = 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$

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

গুলির শেষ বেগ, $v_1 = 600 \text{ ms}^{-1}$
 বন্দুকের আদিবেগ, $u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$
 বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ, $v_2 = -2 \text{ ms}^{-1}$ [গুলির বেগের দিক
 ধন্বক বিবেচনা করে]
 বন্দুকের ভর, $m_2 = ?$

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } 10 \times 10^{-3} \times 0 + m_2 \times 0 = 10 \times 10^{-3} \times 600 + m_2(-2)$$

$$\text{বা, } 0 = 6 - 2m_2$$

$$\text{বা, } 2m_2 = 6$$

$$\text{বা, } m_2 = \frac{6}{2}$$

$$\therefore m_2 = 3 \text{ kg (Ans.)}$$

ঘ ধরি, গুলির ভর = m_1

বন্দুকের ভর = m_2

গুলির আদিবেগ, $u_1 = 0$

বন্দুকের আদিবেগ, $u_2 = 0$

গুলির শেষ বেগ = v_1

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ = v_2

আমরা জানি,

$$m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m_1 \times 0 + m_2 \times 0 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } m_1 v_1 + m_2 v_2 = 0$$

$$\text{বা, } v_2 = -\frac{m_1 v_1}{m_2} \dots\dots\dots (i)$$

(i) নং সমীকরণ অনুসারে m_1 এর মান কমালে এবং m_2 এর মান বাড়ালে বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ কমবে। আবার, v_1 এর মান কমলেও v_2 এর মান কমবে।

অতএব, বন্দুকের পশ্চাৎ বেগের মান আরও কমাতে হলে নিম্নলিখিত তিনটি ব্যবস্থা গ্রহণ করা যাবে—

(i) গুলির ভর কমাতে হবে

(ii) বন্দুকের ভর বাড়াতে হবে।

(iii) গুলির বেগ কমাতে হবে।

প্রশ্ন ৯ 10g ভরের একটি বুলেট বন্দুক থেকে 1 km s^{-1} বেগে গুলি করা হল। বুলেটটি কাঠের ভিতর 3cm প্রবেশ করার পর থেমে গেল।

ক. অর্ধায়ু কি? ১

খ. সূত্রটি লিখ এবং ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বন্দুকটির ভর 50 kg হলে, বন্দুকটির পশ্চাৎবেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উপাত্তের তথ্যের আলোকে বুলেটের উপর কার্যরত বাধাদানকারী বলের মান গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ করো। ৪

৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের মোট পরমাণুর ঠিক অর্ধেক ক্ষয়প্রাপ্ত হতে যে সময় লাগে তা হলো ঐ পদার্থের অর্ধায়ু।

খ একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং নির্দিষ্ট বর্ণের আলোক রশ্মির ক্ষেত্রে আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা ধ্রুবক।

আপতন কোণ i ও প্রতিসরণ কোণ r হলে, সূত্রানুসারে,

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \text{ধ্রুবক}$$

$i_1, i_2, i_3 \dots\dots\dots$ আপতন কোণের জন্য প্রতিসরণ কোণ $r_1, r_2, r_3 \dots\dots\dots$ ইত্যাদি হলে,

$$\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2} = \frac{\sin i_3}{\sin r_3} = \dots\dots\dots = \text{ধ্রুবক।}$$

গ দেওয়া আছে,

$$\text{গুলির ভর, } m = 10 \text{ gm}$$

$$= 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

$$\text{গুলির বেগ, } v = 1 \text{ km s}^{-1}$$

$$= 1000 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বন্দুকের ভর, } M = 50 \text{ kg}$$

ধরি, বন্দুকের বেগ = V

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, $MV = -mv$

$$\begin{aligned}\text{বা, } V &= -\frac{mv}{M} \\ &= -\frac{10 \times 10^{-3} \times 1000}{50} \text{ ms}^{-1} \\ &= -0.2 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

সুতরাং বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ 0.2 ms^{-1} । (Ans.)

ঘ দেওয়া আছে,

$$\begin{aligned}\text{গুলির আদিবেগ, } u &= 1 \text{ kms}^{-1} \\ &= 1000 \text{ ms}^{-1} \\ \text{গুলি কর্তৃক অতিক্রান্ত দূরত্ব, } s &= 3 \text{ cm} \\ &= 0.03 \text{ m} \\ \text{গুলির শেষ বেগ, } v &= 0 \text{ ms}^{-1}\end{aligned}$$

ধরি, গুলির মন্দন = a

তাহলে, $v^2 = u^2 - 2as$

বা, $0^2 = (1000)^2 - 2 \times a \times 0.03$

বা, $0.06 a = 1000000$

$$\begin{aligned}\therefore a &= \frac{1000000}{0.06} \\ &= 1.67 \times 10^7 \text{ ms}^{-2}\end{aligned}$$

এখানে, গুলির ভর, $m = 10 \text{ gm}$

$$= 10 \times 10^{-3} \text{ kg}$$

ধরি, বাঁধাদানকারী বলের মান = F

তাহলে, $F = ma$

$$\begin{aligned}&= 10 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 1.67 \times 10^7 \text{ ms}^{-2} \\ &= 1.67 \times 10^5 \text{ N}\end{aligned}$$

অর্থাৎ গুলিটি কাঠের ভিতর প্রবেশ করলে $1.67 \times 10^5 \text{ N}$ বাধাদানকারী বল অনুভব করে।

প্রশ্ন ১০ 950kg ভরবিশিষ্ট 50 kmph বেগে গতিশীল একটি বস্তু বিপরীত দিক থেকে আগত 700kg ভর এবং 65kmph বেগের অপর একটি বস্তুর সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হয়। সংঘর্ষের পর তারা একটি বস্তু হিসেবে চলতে থাকে।

ক. ঘর্ষণ বল কাকে বলে? ১

খ. একট স্থির বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে যাত্রী পিছনের দিকে ঝুঁকে যায় কেন? ২

গ. মিলিত বস্তুর বেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উদ্দীপকের ঘটনাটি কি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রে সমর্থন করে— গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ দাও। ৪

১০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক একটি বস্তু যখন অন্য একটি বস্তুর সংস্পর্শে থেকে একের উপর দিয়ে অপরটি চলতে চেষ্টা করে বা চলতে থাকে তখন বস্তুদ্বয়ের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে একটি ধারার উৎপত্তি হয়, এই বাধাদানকারী বলকে ঘর্ষণ বল বলে।

খ বাস যখন স্থির অবস্থায় থাকে তখন যাত্রীও স্থির অবস্থায় থাকে। বাস হঠাৎ চলতে শুরু করলে বাসের সাথে সাথে যাত্রীর শরীরের নিচের অংশ গতিপ্রাপ্ত হয় এবং সামনে এগিয়ে যায়। কিন্তু যাত্রীর উপরের অংশ স্থিতি জড়তার দরুন পিছনের দিকে ঝুঁকে পড়ে।

গ দেওয়া আছে,

প্রথম বস্তুর ভর, $m_1 = 950 \text{ kg}$

বেগ, $V_1 = 50 \text{ kmph}$

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

দ্বিতীয় বস্তুর ভর, $m_2 = 700 \text{ kg}$

বেগ, $V_2 = -65 \text{ km/ph}$ [বিপরীত দিক]

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

বের করতে হবে, বস্তু দুটির মিলিত বেগ, $V = ?$

আমরা জানি,

$$(m_1 + m_2) V = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

$$\text{বা, } V = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$\text{বা, } V = \frac{950 \times 13.89 + 700 \times (-18.06)}{950 + 700}$$

বা, $V = 0.3355 \text{ms}^{-1}$

$\therefore V = 1.21 \text{ kmph}$; ১ম বস্তুর দিকে (Ans.)

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

প্রথম বস্তুর ভর, $m_1 = 950 \text{ kg}$

বেগ, $V_1 = 50 \text{ kmph} = 13.89 \text{ ms}^{-1}$

দ্বিতীয় বস্তুর ভর, $m_2 = 700 \text{ kg}$

বেগ, $V_2 = -65 \text{ kmph} = -18.06 \text{ ms}^{-1}$

'গ' অংশ হতে পাই,

মিলিত বস্তুর বেগ, $V = 0.3355 \text{ ms}^{-1}$

\therefore প্রথম বস্তুর আদি ভরবেগ = m_1V_1

$= 950 \times 13.89 = 13195.5 \text{ kgm/s}$

দ্বিতীয় বস্তুর আদি ভরবেগ = m_2V_2

$= 700 \times (-18.06) = -12642 \text{ kgm/s}$

\therefore মোট আদি ভর বেগ, $P_0 = m_1V_1 + m_2V_2$

$= 13195.5 - 12642$

$= 553.5 \text{ kgm/s}$

মিলিত বস্তুর ভরবেগ, $P = (m_1 + m_2)V$

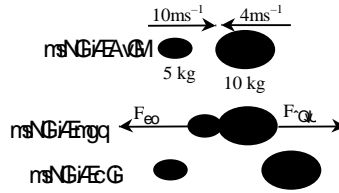
$= (950 + 700) \times 0.3355$

$= 553.5 \text{ kg, ms}$

সুতরাং বস্তুদ্বয়ের মোট আদি ভরবেগ, $P_0 =$ মিলিত বস্তুর ভরবেগ, P

অর্থাৎ, উদ্দীপকের ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র সমর্থন করে।

প্রশ্ন ১১ নিচের ঘটনায় একটি স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ঘটছে।



ক. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ।

১

খ. 10 kg ভরের বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে? ২

গ. সংঘর্ষের পরে 5 kg ভরের বস্তুর বেগ এবং বেগের দিক নির্ণয় করো। ৩

ঘ. সংঘর্ষের সময়কাল যদি 0.1 sec হয় তাহলে উপরের ঘটনা কি নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্র সমর্থন করে? ব্যাখ্যা দাও। ৪

১১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ এখানে

বস্তুর ভর, $m = 10 \text{ kg}$

বস্তুর আদি বেগ, $u = -4 \text{ ms}^{-1}$ [5kg ভরের বস্তুর গতির দিক ধন্বক]

বস্তুর শেষ বেগ, $v = 1 \text{ ms}^{-1}$

ধরি, v এর দিক ধন্বক

\therefore ভরবেগের পরিবর্তন = $mv - mu$

$= (10 \times 1) - 10 \times (-4) \text{ kg ms}^{-1}$

$= 10 + 40 \text{ kgms}^{-1}$

$= 50 \text{ kgms}^{-1}$

সুতরাং ভরবেগের পরিবর্তন হবে 50 kgms^{-1} এবং এর দিক হবে v এর দিকে।

গ উদ্দীপক থেকে,

১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 5 \text{ kg}$

১ম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 10 \text{ ms}^{-1}$ [ধরি, u_1 -এর দিক ধন্বক]

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 10 \text{ kg}$

২য় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -4 \text{ ms}^{-1}$

২য় বস্তুর শেষবেগ, $v_2 = 1 \text{ ms}^{-1}$

১ম বস্তুর শেষবেগ, $v_1 = ?$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র হতে,

আমরা জানি, $m_1u_1 + m_2u_2 = m_1v_1 + m_2v_2$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2 - m_2 v_2}{m_1}$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{(5 \times 10) + (10 \times -4) - 10 \times 1}{5} \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{50 - 40 - 10}{5} \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{50 - 50}{5} \text{ ms}^{-1}$$

$$\therefore v_1 = 0 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

সুতরাং সংঘর্ষের পরে 5 kg ভরের বস্তুর বেগ হবে 0 ms⁻¹ অর্থাৎ বস্তুটি থেমে যাবে।

ঘ) এখানে,

১ম বস্তুর ভর, $m_1 = 5 \text{ kg}$

১ম বস্তুর আদিবেগ, $u_1 = 10 \text{ ms}^{-1}$ [ধরি, u_1 -এর দিক ধনাত্মক]

'গ' অংশ হতে ১ম বস্তুর শেষবেগ, $v_1 = 0 \text{ ms}^{-1}$

২য় বস্তুর ভর, $m_2 = 10 \text{ kg}$

২য় বস্তুর আদিবেগ, $u_2 = -4 \text{ ms}^{-1}$

২য় বস্তুর শেষবেগ, $v_2 = 1 \text{ ms}^{-1}$

সংঘর্ষের সময়কাল, $t = 0.1 \text{ s}$

উদ্দীপক অনুসারে,

m_1 ভরের বস্তু কর্তৃক m_2 ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল = F_{small} এবং m_2 ভরের বস্তু কর্তৃক m_1 ভরের বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল = F_{big}
উদ্দীপকের ঘটনাটি নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্র সমর্থন করবে যদি, $F_{\text{big}} = -F_{\text{small}}$ হয়।

$$\text{এখন, } F_{\text{big}} = m_2 \frac{v_2 - v_1}{t}$$

$$= 10 \times \frac{1 - (-4)}{0.1} \text{ N}$$

$$= 10 \times \frac{5}{0.1} \text{ N}$$

$$\therefore F_{\text{big}} = 500 \text{ N}$$

$$\text{আবার, } F_{\text{small}} = m_1 \frac{u_2 - u_1}{t}$$

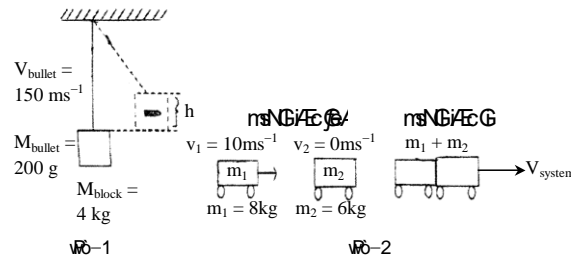
$$= 5 \times \frac{0 - 10}{0.1}$$

$$\therefore F_{\text{small}} = -500 \text{ N}$$

যেহেতু, $F_{\text{big}} = -F_{\text{small}}$

সুতরাং, উদ্দীপকের ঘটনাটি নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্র সমর্থন করে।

প্রশ্ন ১২ একটি বুলেট যার বেগ 150ms⁻¹ এবং 4kg ভরের স্থির ব্লককে বিদ্ধ করে। চিত্র-১ এ সংঘর্ষের পরে তারা একসাথে গতিশীল হয়।



ক. সাম্য বলের সংজ্ঞা দাও। ১

খ. আমাদের মাটির উপর হাঁটা ব্যাখ্যা করো। ২

গ. সংঘর্ষের পরে তাদের উচ্চতা বের করো। ৩

ঘ. চিত্র-২ এ বস্তুর শক্তির অপচয় ঘটে। গাণিতিক হিসাবের মাধ্যমে তোমার যুক্তি দাও। ৪

১২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বস্তুর উপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি বলের লব্ধি শূন্য হয় অর্থাৎ বস্তুর কোনো ত্বরণ না হয়, তখন যে বলগুলো এই সাম্যাবস্থা সৃষ্টি করে তাদেরকে সাম্য বল বলে।

খ দৈনন্দিন জীবনে আমরা মাটির উপর দিয়ে হাঁটি। আমরা যখন মাটির উপর দিয়ে হাঁটি তখন পেছনের পা দ্বারা মাটির উপর পেছনের দিকে তির্যকভাবে একটি বল প্রয়োগ করি। এ বল হলো ক্রিয়া বল। নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী এই বলের বিপরীতে একটি প্রতিক্রিয়া বল সৃষ্টি হয়। এই প্রতিক্রিয়া বলের প্রভাবে আমরা রাস্তার উপর দিয়ে হাঁটতে সক্ষম হই।

গ চিত্র-১ হতে

$$\begin{aligned} \text{বুলেটের ভর, } m_1 &= 200 \text{ g} \\ &= 0.2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{বুলেটের আদি বেগ, } u_1 = 150 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ব্লকের ভর, } m_2 = 4 \text{ kg}$$

$$\text{ব্লকের আদিবেগ, } u_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ধরি, ব্লক ও বুলেটের মিলিত অবস্থার বেগ } v \text{ ms}^{-1}$$

ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী—

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

$$\text{বা, } 0.2 \times 150 + 4 \times 0 = (0.2 + 4) \times v$$

$$\text{বা, } 30 + 0 = 4.2 v$$

$$\text{বা, } v = \frac{30}{4.2}$$

$$\therefore v = 7.143 \text{ ms}^{-1}$$

চিত্র-১ অনুযায়ী বুলেটটি h উচ্চতায় উঠলে—

$$h \text{ উচ্চতায় বিভব শক্তি, } E_p = (m_1 + m_2)gh$$

বস্তুদ্বয়ের মিলিত অবস্থার গতিশক্তিই এই বিভব শক্তিতে পরিণত হয়।

$$\therefore \text{ গতি শক্তি, } E_k = \frac{1}{2} (m_1 + m_2)v^2$$

$$\therefore E_p = E_k$$

$$\text{বা, } (m_1 + m_2)gh = \frac{1}{2} (m_1 + m_2)v^2$$

$$\text{বা, } gh = \frac{1}{2} v^2$$

$$\text{বা, } h = \frac{v^2}{2g}$$

$$\text{বা, } h = \frac{(7.143)^2}{2 \times 9.8}$$

$$\therefore h = 2.6 \text{ m (Ans.)}$$

ঘ চিত্র-২ হতে,

$$1\text{ম বস্তুর ভর, } m_1 = 8 \text{ kg} \text{ ও } 2\text{য় বস্তুর ভর, } m_2 = 6 \text{ kg}$$

$$1\text{ম বস্তুর বেগ, } v_1 = 10 \text{ ms}^{-1} \text{ ও } 2\text{য় বস্তুর বেগ, } v_2 = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$\text{ধরি, মিলিত অবস্থায় বস্তু দুটির বেগ } v \text{ ms}^{-1}$$

আমরা জানি,

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2)v$$

$$\text{বা, } v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{m_1 + m_2}$$

$$= \frac{8 \times 10 + 6 \times 0}{8 + 6}$$

$$= 5.71 \text{ ms}^{-1}$$

এখন, সংঘর্ষের পূর্বে—

$$\begin{aligned} \text{১ম বস্তুর গতিশক্তি, } E_{k1} &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 8 \times (10)^2 = 400 \text{ J} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{২য় বস্তুর গতিশক্তি, } E_{k2} &= \frac{1}{2} \times m_2 v_2^2 \\ &= \frac{1}{2} \times 6 \times (0)^2 = 0 \text{ J} \end{aligned}$$

∴ বস্তুদ্বয়ের মোট গতিশক্তি

$$E_k = 400 \text{ J} + 0 = 400 \text{ J}$$

সংঘর্ষের পরে—

$$\begin{aligned} \text{বসতুদ্বয়ের মিলিত অবস্থার গতিশক্তি, } E'_k &= \frac{1}{2} (m_1 + m_2) v^2 \\ &= \frac{1}{2} (8 + 6) \times (5.71)^2 \\ &= 228.23 \text{ J} \end{aligned}$$

এখানে, $E_k > E'_k$

অর্থাৎ সংঘর্ষের পূর্বে বস্তুদ্বয়ের মোট গতিশক্তি বেশি ছিল।

তাই বলা যায় চিত্র-২ অনুযায়ী বস্তুর শক্তির অপচয় ঘটেছে।

প্রশ্ন ▶ ১৩ P ও Q দুইটি বস্তুর ভর যথাক্রমে 20 kg এবং 30 kg। বস্তু দুটি একই সরলরেখা বরাবর একই দিকে চলছে। Q এর অবস্থান P এর সামনে এবং Q বস্তুটি 10 ms^{-1} সমবেগে ও P বস্তুটি স্থির অবস্থান থেকে 3 ms^{-2} সমত্বরণে চলছে। 10 sec পরে P ও Q বস্তুদ্বয় সংঘর্ষে লিপ্ত হয়ে একটি বস্তুতে পরিণত হয় এবং 18 ms^{-1} সমবেগে একই দিকে চলতে থাকে।

ক. বলের ঘাত কি? ১

খ. বন্দুক থেকে গুলি ছোঁড়ার সময় বন্দুকটি পিছনের দিকে সরে আসে কেন? কারণ ব্যাখ্যা করো। ২

গ. বস্তুদ্বয় মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে P বস্তুর বেগ নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উপরোক্ত ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে কি? গাণিতিক বিশ্লেষণ করো। ৪

১৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোনো বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে ঐ বলের ঘাত বলে।

খ গুলি ছোঁড়ার পর বন্দুকের পেছনের দিকে সরে আসতে দেখা যায়। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র থেকে এর ব্যাখ্যা পাওয়া যায়। গুলি ছোঁড়ার পূর্বে বন্দুক ও গুলি উভয়ের বেগ শূন্য থাকে কাজেই তখন তাদের ভরবেগের সমষ্টি শূন্য। গুলি ছোরার পর সামনের দিকে গুলির কিছু ভরবেগ উৎপন্ন হয়। ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুযায়ী গুলি ছোঁড়ার আগের ভরবেগের সমষ্টি পরের ভরবেগের সমষ্টির সমান হতে হবে। সুতরাং গুলি ছোঁড়ার পরের ভরবেগের সমষ্টি সমান হতে হলে অর্থাৎ, শূন্য হতে হলে বন্দুকেরও গুলির সমান ও বিপরীতমুখী একটা ভরবেগের সৃষ্টি হতে হবে। ফলে বন্দুক পেছনের দিকে সরে আসে।

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

P বস্তুর ত্বরণ, $a = 3 \text{ ms}^{-2}$

মিলিত হতে প্রয়োজনীয় সময়, $t = 10 \text{ s}$

মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে P এর বেগ,

$$\begin{aligned} v &= u + at \\ &= 0 + 3 \text{ ms}^{-2} \times 10 \text{ s} \\ &= 30 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

অর্থাৎ বস্তুদ্বয় মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে P এর বেগ = 30 ms^{-1} (Ans.)

ঘ 'গ' হতে, মিলিত হওয়ার ঠিক পূর্ব মুহূর্তে P এর বেগ, $u_1 = 30 \text{ ms}^{-1}$

Q এর বেগ, $u_2 = 10 \text{ ms}^{-1}$

বস্তু P এর ভর, $m_1 = 20 \text{ kg}$

বস্তু Q এর ভর, $m_2 = 30 \text{ kg}$

বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ, $v = 18 \text{ ms}^{-1}$

এখানে, সংঘর্ষের পূর্বে

$$\begin{aligned} \text{ভরবেগের সমষ্টি} &= m_1 u_1 + m_2 u_2 \\ &= (20 \times 30 + 30 \times 10) \text{ kgms}^{-1} \end{aligned}$$

$$= 900 \text{ kgms}^{-1}$$

$$\text{এখন, সংঘর্ষের পর ভরবেগের সমষ্টি} = (m_1 + m_2)v = (20 + 30) \times 18 \\ = 900 \text{ kgms}^{-1}$$

যেহেতু, সংঘর্ষের পূর্বে ভরবেগের সমষ্টি = সংঘর্ষের পর ভরবেগের সমষ্টি

অর্থাৎ উদ্দীপকের ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন ▶ ১৪ 2000 kg ভরের একটি ট্রাক 54 kmh^{-1} বেগে চলতে চলতে বিপরীত দিক থেকে 45 kmh^{-1} বেগে আসা 800kg ভরের একটি বাসের সাথে সংঘর্ষে লিপ্ত হলে এবং আটকে গেল। ফলে মিলিত গাড়ি দুটি একত্রে চলতে শুরু করল।

ক. বলের সংজ্ঞা দাও।

১

খ. দেখাও যে বলের ঘাত বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

২

গ. সংঘর্ষের পূর্বে ট্রাকটির গতিশক্তি নির্ণয় করো।

৩

ঘ. সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুটির ভরবেগ সংরক্ষিত থাকবে কী গাণিতিক যুক্তিসহ ব্যাখ্যা করো।

৪

১৪ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

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

আদি ভরবেগ = mu

শেষ ভরবেগ = mv

ভরবেগের পরিবর্তন = $mv - mu$

আবার, বল ও সময়ের গুণফলকে বলের ঘাত বলে।

∴ বলের ঘাত = $F \times t$

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

অর্থাৎ, বলের ঘাত বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।

গ দেয়া আছে, সংঘর্ষের পূর্বে ট্রাকের বেগ, $v = 54 \text{ kmh}^{-1}$
 $= 15 \text{ ms}^{-1}$

ট্রাকের ভর, $m = 2000 \text{ kg}$

ট্রাকের গতিশক্তি $E_k = ?$

আমরা জানি,

$$E_k = \frac{1}{2} mv^2 \\ = \frac{1}{2} \times 2000 \times (15)^2 \text{ J} = 2.25 \times 10^5 \text{ J (Ans.)}$$

ঘ দেওয়া আছে,

ট্রাকের ভর, $m = 2000 \text{ kg}$

ট্রাকের আদিবেগ, $u_1 = 54 \text{ kmh}^{-1} = 15 \text{ ms}^{-1}$

বাসের ভর, $m_2 = 800 \text{ kg}$

বাসের আদি বেগ, $v_2 = -45 \text{ kmh}^{-1} = -12.5 \text{ ms}^{-1}$

∴ মিলিত বেগ v হলে,

$$v = \frac{m_1 u_1 + m_2 u_2}{m_1 + m_2} \\ = \frac{2000 \times 15 + 800 \times (-12.5)}{(2000 + 800) \text{ kg}} \\ = \frac{20000 \text{ kgms}^{-1}}{2800 \text{ kg}} \\ = 7.142 \text{ kg}$$

$$\therefore \text{সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ} = m_1 u_1 + m_2 u_2 \\ = 2000 \times 15 + 800 \times (-12.5) \\ = 20000 \text{ kgms}^{-1}$$

$$\text{সংঘর্ষের পর মোট ভরবেগ} = (m_1 + m_2)v \\ = (2000 + 800) \times 7.142 \\ = 20000 \text{ kgms}^{-1}$$

যেহেতু সংঘর্ষের পূর্বে মোট ভরবেগ = সংঘর্ষের পর মোট ভরবেগ
অতএব, সংঘর্ষের ফলে গাড়ি দুইটির ভরবেগের সংরক্ষিত থাকবে।

[বিপরীত দিকে গতিশীল বলে ঋণাত্মক]

প্রশ্ন ▶ ১৫ 1000kg ও 1200kg ভরের A ও B বাস দুটি যথাক্রমে 30ms^{-1} এবং 25ms^{-1} বেগে একই দিকে গতিশীল। কুয়াশার জন্য তাদের সংঘর্ষ ঘটে। সংঘর্ষের পর B বাসের বেগ 5ms^{-1} ।

- ক. ভরবেগ কাকে বলে? ১
 খ. ঘর্ষণের সুবিধাগুলো লিখো। ২
 গ. সংঘর্ষের পর A বাসের বেগ কত— নির্ণয় করো। ৩
 ঘ. সংঘর্ষের সময় যত কম হবে বলের মান ততো বেশি হবে। উদ্দীপকের আলোকে ব্যাখ্যা করো। ৪

১৫ নং প্রশ্নের উত্তর

ক কোন বস্তুর ভর এবং বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলে।

খ ঘর্ষণের সুবিধা গুলো নিচে দেওয়া হলো—

- ঘর্ষণ না থাকলে বস্তুর কোনো গতিই শেষ হত না, বিরামহীনভাবে চলতে থাকত।
- ঘর্ষণ আছে বলেই দেয়ালে পেরেক স্থিরভাবে আটকে থাকে।
- ঘর্ষণের কারণেই পাকা দালান ও বাড়িঘর নির্মাণ করা সম্ভব।
- ঘর্ষণের ফলে কাগজে পেন্সিল বা কলম দিয়ে লিখতে পারি।
- ঘর্ষণের জন্যই আমরা হাঁটাচলা করতে পারি।
- ঘর্ষণকে কাজে লাগিয়ে আমরা গাড়ির গতির দিক পরিবর্তন করতে পারি।

গ দেওয়া আছে,

A বাসের ভর, $m_A = 1000 \text{ kg}$

B বাসের ভর, $m_B = 1200 \text{ kg}$

A বাসের আদি বেগ, $v_A = 30 \text{ ms}^{-1}$

B বাসের আদিবেগ, $u_B = 25\text{ms}^{-1}$

$$\left[\begin{array}{l} \therefore \text{ `ywU Mvwo \%KB w`GK} \\ \text{MwZkxj ZvB mKj } \hat{e}M \\ \text{abvñK aGi } \hat{b}qv nj \end{array} \right]$$

B বাসের শেষ বেগ, $v_B = 5\text{ms}^{-1}$

বের করতে হবে, সংঘর্ষের পর A বাসের বেগ, $v_1 = ?$

আমরা জানি,

$$m_{AU} + m_{BU} = m_{AV} + m_{BV}$$

$$\text{বা, } v_1 = \frac{1000 \times 30 + 1200 \times 25 - 1200 \times 5}{1000}$$

$$\therefore v_1 = 54 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$$

ঘ উদ্দীপক অনুসারে,

A বাসের ভর, $m_A = 1000 \text{ kg}$

B বাসের ভর, $m_B = 12 \text{ kg}$

সংঘর্ষের পূর্বে A বাসের বেগ, $u_A = 30 \text{ ms}^{-1}$

সংঘর্ষের পূর্বে B বাসের বেগ, $v_B = 5 \text{ ms}^{-1}$

'গ' অংশ হতে পাই,

সংঘর্ষের পরে A বাসের বেগ, $v_A = 54 \text{ ms}^{-1}$

ধরা যাক, A বস্তু B ধাক্কা জনিত বল = F এবং সংঘর্ষের সময়, t

আমরা জানি,

বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন

$$\text{বা, } Ft = m_{AV} - m_{AU}$$

$$\text{বা, } F = \frac{m_{AV} - m_{AU}}{t}$$

$$\text{বা, } F = \frac{1000 \times 54 - 1000 \times 30}{t}$$

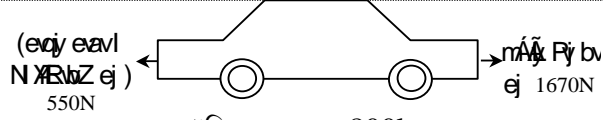
$$\text{বা, } F = \frac{24000}{t}$$

$$\therefore F \propto \frac{1}{t}$$

যেহেতু, ধাক্কা জনিত বল (F), সময়ের ব্যাস্তানুপাতিক।

সুতরাং, সংঘর্ষের সময় যত কম হবে ধাক্কা জনিত বল ততো বেশি হবে।

প্রশ্ন ▶ ১৬



গাড়ির ভর $m = 800\text{kg}$

ক. অসমবেগ বলতে কী বোঝ?

১

খ. কম্পনশীল সুরশলাকার গতি স্পন্দন গতি— ব্যাখ্যা করো।

২

গ. গাড়িটির ত্বরণ নির্ণয় করো।

৩

ঘ. ড্রাইভার চলন্ত গাড়িটির ব্রেক কষলে অনুভূমিক বলের কীরূপ পরিবর্তন হবে— বিশ্লেষণ করো।

৪

১৬ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যদি গতিশীল কোন বস্তুর বেগের মান বা দিক অথবা উভয়ই সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় তাহলে সেই বস্তুর বেগকে অসমবেগ 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. দেওয়া আছে,

গাড়ির ভর, $m = 800\text{ kg}$

প্রযুক্ত বল, $F = 1670\text{ N}$

বায়ুর বাধা ও ঘর্ষণজনিত বল, $F' = 550\text{ N}$

গাড়ির ত্বরণ, $a = ?$

আমরা জানি, লব্ধি বল, $F_R = ma$

বা, $F - F' = ma$

বা, $a = \frac{F - F'}{m}$

বা, $a = \frac{1670 - 550}{800}$

$\therefore a = 1.4\text{ ms}^{-2}$ (Ans.)

ঘ. উদ্দীপকের চলন্ত গাড়িটি 1.4 ms^{-2} সমত্বরণে গতিশীল ছিল। ড্রাইভার চলন্ত গাড়িটির ব্রেক কষলে গাড়ির চাকার উপর প্রযুক্ত বল শূন্য হবে কিন্তু গতি জড়তার কারণে গাড়িটি অনুভূমিকভাবে সামনের দিকে কিছুক্ষণ গতিশীল থাকবে কেননা গাড়িটির উপর বায়ুর বাধা ও ঘর্ষণজনিত বল ক্রিয়া করে যা গাড়িটির গতির অভিমুখের বিপরীতমুখী। এর ফলে গাড়িটির উপর একটি নির্দিষ্ট মন্দন ক্রিয়াশীল হবে এবং এর অনুভূমিক বল ধীরে ধীরে কমে শূন্য হবে। তখন গাড়িটি থেমে যাবে। অর্থাৎ ড্রাইভার চলন্ত গাড়িটির ব্রেক কষলে কিছু সময় পর অনুভূমিক বল শূন্য হবে।

প্রশ্ন ১৭ ফারফ 4kg ভরের একটি বাস্ক একটি মেঝের উপর দিয়ে সমবলে টেনে নিল। বাস্ক ও মেঝের মধ্যকার ঘর্ষণ বলের মান 1.5N। বাস্কটিকে টেনে নেওয়ায় এর ত্বরণ হল 0.8 ms^{-2} । এরপর বাস্কটিকে ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে একই বল প্রয়োগ করে টানা হলো।

ক. সাম্য বল কাকে বলে?

১

খ. ভর হচ্ছে পদার্থের জড়তার পরিমাণ ব্যাখ্যা করো।

২

গ. প্রথম ক্ষেত্রে বাস্কটির উপর প্রযুক্ত বলের মান নির্ণয় করো।

৩

ঘ. ঘর্ষণযুক্ত ও ঘর্ষণবিহীন মেঝেতে ত্বরণের কীরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা করো।

৪

১৭ 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 সাম্য বল বলে।

খ. ভিন্ন ভরের দুটি বস্তু নিয়ে বস্তুদ্বয়কে স্থির অবস্থা থেকে গতিশীল করতে চাইলে ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে বেশি প্রচেষ্টার দরকার হবে। একইভাবে বস্তুদ্বয় যদি গতিশীল থাকে তবে তাদেরকে থামানোর ক্ষেত্রে ভারী বস্তুর ক্ষেত্রে বেশি প্রচেষ্টা করতে হবে। এজন্যই বলা হয় ভর হল জড়তার পরিমাপক।

গ. ১(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নের অনুরূপ। উত্তর : 4.7 N

ঘ. ১(ঘ) নং সৃজনশীল প্রশ্নের অনুরূপ।

প্রশ্ন ১৮ A এবং B বস্তুর ভর 20 kg ও 30 kg। B সামনে থেকে 10ms^{-1} সমবেগে গতিশীল। A স্থির অবস্থান থেকে 3ms^{-2} সমত্বরণে গতিশীল। 10s পর সংঘর্ষে লিপ্ত হয়ে এরা মিলিত অবস্থায় চলতে থাকে। [ঢাকা রেসিডেন্সিয়াল মডেল কলেজ]

ক. সুসম বেগ কাকে বলে?

১

খ. $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ সমীকরণটির যথার্থতা মাত্রা বিশ্লেষণের সাহায্যে ব্যাখ্যা করো।

২

গ. উপরের বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ নির্ণয় করো।

৩

ঘ. উপরের ঘটনাটি কোন সূত্র সমর্থন করে, গাণিতিক যুক্তিসহকারে বিশ্লেষণ করো।

৪

১৮ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ $s = ut + \frac{1}{2} at^2$ সমীকরণটি বিবেচনা করা যাক। উপরিউক্ত সমীকরণের তিনটি পদ আছে, বামদিকে একটি এবং ডানদিকে দুটি। সমীকরণের s হল সরণ-এর মাত্রা L ।

অপরদিকে দিকে, u হলো আদিবেগ, এর মাত্রা $\frac{L}{T} = LT^{-1}$

a হল ত্বরণ, এর মাত্রা $\frac{L}{T^2} = LT^{-2}$

t হল সময়, এর মাত্রা T

$\therefore ut$ এর মাত্রা $= LT^{-1} \times T = L$

at^2 এর মাত্রা $= LT^{-2} \times T^2 = L$

উপরিউক্ত সমীকরণের বাম দিকের পদটির মাত্রা L , এবং ডানদিকের পদ দুটির মাত্রাও L । যাতে উপরিউক্ত সমীকরণের সত্যতা যাচাই হলো।

গ এখানে, বস্তুদ্বয় একই দিকে গতিশীল।

A বস্তুর ভর, $m_A = 20 \text{ kg}$

B বস্তুর ভর, $m_B = 30 \text{ kg}$

B এর সমবেগ, $v_B = 10 \text{ ms}^{-1}$

A বস্তুর আদিবেগ, $u_A = 0 \text{ ms}^{-1}$

A বস্তুর সমত্বরণ, $a_A = 3 \text{ ms}^{-2}$

সময়, $t = 10 \text{ sec}$

t সময় পর A বস্তুর বেগ, $v_A = u_A + a_A t$
 $= (0 + 3 \times 10) \text{ ms}^{-1}$
 $= 30 \text{ ms}^{-1}$

মনে করি, বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ, v

$\therefore m_A v_A + m_B v_B = (m_A + m_B) v$

$\therefore v = \frac{m_A v_A + m_B v_B}{m_A + m_B}$
 $= \frac{20 \times 30 + 30 \times 10}{20 + 30} \text{ ms}^{-1}$
 $= 18 \text{ ms}^{-1} \text{ (Ans.)}$

ঘ উপরের বস্তুদ্বয়ের মধ্যে সংঘর্ষের সময় ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো ধরনের বল কাজ করেনি। উদ্দীপক অনুযায়ী,

A বস্তুর ভর, $m_A = 20 \text{ kg}$

B বস্তুর ভর, $m_B = 30 \text{ kg}$

'গ' হতে পাই,

সংঘর্ষের আগে A বস্তুর বেগ, $v_A = 30 \text{ ms}^{-1}$

সংঘর্ষের আগে B বস্তুর বেগ, $v_B = 10 \text{ ms}^{-1}$

'গ' হতে পাই, সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগ, $v = 18 \text{ ms}^{-1}$

\therefore সংঘর্ষের আগে বস্তুদ্বয়ের ভরবেগের সমষ্টি
 $= m_A v_A + m_B v_B$
 $= (20 \times 30 + 30 \times 10) \text{ kgms}^{-1}$
 $= 900 \text{ kgms}^{-1}$

এবং সংঘর্ষের পরে বস্তুদ্বয়ের ভরবেগের সমষ্টি

$= (m_A + m_B) v$
 $= (20 + 30) \times 18 \text{ kgms}^{-1}$
 $= 900 \text{ kgms}^{-1}$

সুতরাং দেখা যাচ্ছে, সংঘর্ষের সময় ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোনো বল কাজ করেনি। আবার বস্তুদ্বয়ের আদি ভরবেগের সমষ্টি এবং শেষ ভরবেগের সমষ্টি সমান।

অতএব, উপরের ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রকে সমর্থন করে।

প্রশ্ন ▶ ১৯ একজন দক্ষ শিকারী 6 kg ভরের বন্দুক হতে 300 ms^{-1} বেগে 10 g ভরের একটি গুলি ছুঁড়ল। গুলি ছোঁড়ার সময় বন্দুক একটি প্রতিক্রিয়া বলের সৃষ্টি করল।

- ক. পিচ কী? ১
 খ. স্পর্শ বল কী ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ কত? ৩
 ঘ. ঘটনাটি কী ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

১৯ নং প্রশ্নের উত্তর

ক স্ক্রুগেজের টুপি একবার ঘোরালে এর যতটুকু সরণ ঘটে এবং রৈখিক স্কেল বরাবর যে দৈর্ঘ্য এটি অতিক্রম করে তাকে স্ক্রুটির পিচ বলে।
খ যে বল সৃষ্টির জন্য দুটি বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের প্রয়োজন তাকে স্পর্শ বল বলে। যখন আমরা হাত দিয়ে কোনো বস্তুকে ঠেলা বা টানি তখন আমাদের হাত বস্তুর উপর একটি বল প্রয়োগ করে। এই ঠেলা বা টানা বল হচ্ছে স্পর্শ বল। কেননা হাত ও বস্তুর প্রত্যক্ষ সংস্পর্শের ফলশ্রুতি হচ্ছে এ বল। স্পর্শ বলের উদাহরণ হলো- ঘর্ষণ বল, টান বল এবং সংঘর্ষের সময় সৃষ্ট বল।

গ ৯(গ) নং সৃজনশীল প্রশ্নের অনুরূপ। [উত্তর: 0.5 ms^{-1}]

ঘ উদ্দীপক হতে,

বন্দুকের ভর, $M = 6 \text{ kg}$

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

'গ' হতে বন্দুকের শেষ বেগ, $V = -0.5 \text{ ms}^{-1}$

[গুলির বেগের দিক ধনাত্মক ধরা হয়েছে]

গুলির ভর, $m = 10\text{g} = 0.01 \text{ kg}$

গুলির আদিবেগ, $u = 0 \text{ ms}^{-1}$

গুলির শেষ বেগ, $v = 300 \text{ ms}^{-1}$

বন্দুক ও গুলির মোট আদি ভরবেগ,

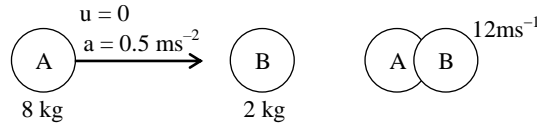
$$\begin{aligned} &= MU + mu \\ &= 6 \times 0 + 0.01 \times 0 \\ &= 0 \text{ kg ms}^{-1} \end{aligned}$$

বন্দুক ও গুলির মোট শেষ ভরবেগ

$$\begin{aligned} &= MV + mv \\ &= 6 \times (-0.5) + (0.01) \times 300 \\ &= -3 + 3 \\ &= 0 \end{aligned}$$

অর্থাৎ বন্দুক ও গুলির ক্ষেত্রে তাদের মোট আদি ভরবেগ ও মোট শেষ ভরবেগের মান একই। অর্থাৎ ঘটনাটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র মেনে চলে।

প্রশ্ন ▶ ২০



A বস্তু 30 সেকেন্ড চলার পর স্থির বস্তু B কে ধাক্কা দেয় এবং মিলিত অবস্থায় 12ms^{-1} বেগে চলতে থাকে। [মনিপুর উচ্চ বিদ্যালয়, ঢাকা]

ক. নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্রটি বিবৃত করো। ১

খ. বল একটি লব্ধ রাশি কেন? ২

গ. A বস্তু কত বেগে B বস্তুকে ধাক্কা দিবে নির্ণয় করো। ৩

ঘ. উপরোক্ত ঘটনা ভরবেগের সংরক্ষণসূত্র মেনে চলে কিনা গাণিতিক যুক্তি দাও। ৪

২০ নং প্রশ্নের উত্তর

ক প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

খ আমরা জানি,

$$\text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ} = \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} = \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^2}$$

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

গ দেওয়া আছে,

$$A \text{ বস্তুর আদিবেগ, } u_A = 0 \text{ ms}^{-1}$$

$$A \text{ বস্তুর ত্বরণ, } a_A = 0.5 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{সময়, } t = 30 \text{ sec}$$

t সময় পরে A বস্তুর বেগ, $v_A = ?$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} v_A &= u_A + a_A t \\ &= (0 + 0.5 \times 30) \text{ ms}^{-1} \\ &= 15 \text{ ms}^{-1} \end{aligned}$$

∴ A বস্তু, B বস্তুকে 15ms^{-1} বেগে ধাক্কা দিবে। (Ans.)

ঘ ৬(ঘ) নং প্রশ্নোত্তরের অনুরূপ।

সৃজনশীল প্রশ্নব্যাংক

প্রশ্ন- ▶ সালাম তার খামারে উৎপাদিত ডিম বিক্রি করার জন্য একটি ট্রাক ভাড়া নেয় এবং ডিমগুলো যথাযথভাবে প্যাকেট করে ট্রাকে ওঠায়। ডিমসহ ট্রাকের ভর $2.5 \times 10^5 \text{ kg}$ । ট্রাকটি 72 kmh^{-1} বেগে চলছিল। পথিমধ্যে চালক ট্রাকের নিয়ন্ত্রণ হারিয়ে ফেলে। দুর্ঘটনা অনিবার্য দেখে চালক ট্রাকটিকে রাস্তার পাশের একটি খড়ের গাদার উপর উঠিয়ে দেয়। ট্রাকটি 1.0 sec -এ থেমে যায়। এতে সালাম বড় দুর্ঘটনা হতে রক্ষা পায়। সংঘর্ষে সালাম আহত হলেও অধিকাংশ ডিম অক্ষত থাকে।

- ক. বল কাকে বলে? ১
- খ. দুর্ঘটনায় সালাম আহত হলেও অধিকাংশ ডিম কেন অক্ষত অবস্থায় রয়ে গেল ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. ট্রাকের উপর ক্রিয়ারত বলের পরিমাণ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. “চালক ট্রাকটিকে নরম খড়ের গাদার উপর উঠিয়ে দেওয়ায় সালাম বড় ধরনের দুর্ঘটনা হতে রক্ষা পায়” গাণিতিক বিশ্লেষণের সাহায্যে এর যথার্থতা নির্ণয় কর। ৪

প্রশ্ন- ▶ একটি রাইফেল থেকে 1 kms^{-1} বেগে 10 g ভরের একটি বুলেট এক টুকরা কাঠের মধ্যে 4.5 cm প্রবেশ করে থেমে গেল।

- ক. গতি জড়তা কী? ১
- খ. দৈনন্দিন জীবনে ঘর্ষণের সুবিধা ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকের রাইফেলের ভর যদি 15 kg হলে এর পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. বুলেটকে বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় কর। ৪

প্রশ্ন- ▶ একদিন পদার্থবিজ্ঞান ক্লাসে শিক্ষক বাধাদানকারী বল সম্পর্কে আলোচনা করলেন যে, এক ধরনের বাধাদানকারী বল আছে যা বস্তুর গতিকে মন্থর করে। এ বল আমাদের দৈনন্দিন জীবনে অনেক সমস্যার সৃষ্টি করলেও যানবাহন চালনার জন্য এটি গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করে। বিভিন্ন উদাহরণ দিয়ে ছাত্রদের বাধাদানকারী বলের সঙ্গে পরিচয় করিয়ে দিলেন।

- ক. প্রবাহী ঘর্ষণ কী? ১
- খ. আবর্ত ঘর্ষণ ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. বাধাদানকারী বলকে দৈনন্দিন জীবনে কীভাবে সীমিত করা যায় তা ব্যাখ্যা কর। ৩
- ঘ. যানবাহন চলাচলে, টায়ারের পৃষ্ঠ, রাস্তার মসৃণতা এবং গতি নিয়ন্ত্রণে এ বলের ভূমিকা বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন- ▶ যা স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তাকে গতিশীল করে বা করতে চায় বা যা গতিশীল বস্তুর উপর ক্রিয়া করে তার গতির পরিবর্তন করে বা করতে চায় তাকে বল বলে। প্রকৃতিকে বিদ্যমান মৌলিক বল আছে চারটি। বাকিগুলো এদের কোনো না কোনো রূপ।

- ক. মৌলিক বল কাকে বলে? ১
- খ. লুব্রিকেন্ট যন্ত্রপাতিতে কীভাবে ভালো রাখে? ২
- গ. মৌলিক বলগুলোর তীব্রতা তুলনা কর। ৩
- ঘ. সাম্য ও অসাম্য বল যুক্তি সহকারে আলোচনা কর। ৪

প্রশ্ন- ▶ 1200 kg ভরের একটি ট্রাক 15 ms^{-2} দ্রুতিতে চলছিল। তার চলার পথে সামনে থাকা 800 kg ভরের স্থির ট্রাকের সাথে ধাক্কা খায় এবং একে অপরের সাথে আটকে যায়। মিলিত অবস্থায় ট্রাক দুটি সামনের দিকে 100 m গিয়ে থেমে যায়।

- ক. বলের ঘাত কাকে বলে? ১
- খ. রকেট কীভাবে চলে ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত গাড়ি দুটির বেগ নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. প্রদত্ত তথ্য হতে চলমান গাড়িটির বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় সম্ভব কিনা যাচাই কর। ৪

প্রশ্ন- > সৌরভ একটি পাখিকে লক্ষ করে 5 kg ভরের বন্দুক হতে একটি গুলি ছুড়ল। গুলিটির ভর 10 kg এবং এটি বন্দুকের নল হতে 400 ms^{-1} বেগে বেরিয়ে গেল। এ সময় সৌরভ কাঁধে ধাক্কা অনুভব করল।

- ক. নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্র বিবৃত কর। ১
খ. অমসৃণ কাগজে লেখা কঠিন কেন? ২
গ. বন্দুকটির পশ্চাৎ বেগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. বন্দুক ও গুলির ক্ষেত্রে ভরবেগের সংরক্ষণ হয় কিনা গাণিতিকভাবে যাচাই কর। ৪

প্রশ্ন- > 1000 kg ভরের একটি গাড়ি 10 ms^{-1} বেগে চলছিল। চলন্ত অবস্থায় 800 kg ভরের একটি স্থির গাড়িকে ধাক্কা দিল। ধাক্কার পর গাড়ি দুটি মিলিত হয়ে 100 m দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে গেল।

- ক. ধাক্কা কী? ১
খ. নিউটনের গতিবিষয়ক তৃতীয় সূত্র ব্যাখ্যা কর। ২
গ. সংঘর্ষের পর গাড়ি দুটির মিলিত বেগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. চলমান গাড়িটির উপর স্থির গাড়িটির বাধাদানকারী বলের মান নির্ণয় কর। ৪

প্রশ্ন- > একটি বাস 10^8 kmh^{-1} বেগে ঢাকা-আরিচা মহাসড়ক দিয়ে যাচ্ছিল। হঠাৎ বাসের চালক 46 m দূরে একজন অন্ধ পথচারীকে দেখতে পেলেন এবং সাথে সাথে ব্রেক চাপ দিলেন। এতে বাসের যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়লেন। কিন্তু বাসটি পথচারীর 1 m সামনে এসে থেমে গেল। ফলে দুর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব হলো।

- ক. জড়তা কী? ১
খ. বাসের যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ার কারণ ব্যাখ্যা কর। ২
গ. বাসটিতে কী পরিমাণ বল প্রয়োগ করা হয়েছিল যদি তার ভর 1500 kg হয়? ৩
ঘ. একই মন্দন থাকলে বাসটিতে সর্বোচ্চ কত আদিবেগে চলতে থাকলে দুর্ঘটনা এড়ানো সম্ভব- গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

প্রশ্ন- > হবিগঞ্জ থেকে ঢাকাগামী 4500 kg ভরের একটি যাত্রীবাহী বাস 5 ms^{-1} বেগে চলন্ত অবস্থায় রাস্তার পাশে দাঁড়িয়ে থাকা 8000 kg ভরের একটি ট্রাকের সাথে সংঘর্ষ ঘটল। সংঘর্ষের ফলে বাস ও ট্রাক একত্রে মিলিত হয়ে চলতে থাকল।

- ক. বল কী? ১
খ. চলন্ত বাস হঠাৎ ব্রেক করলে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন কেন? ২
গ. উদ্দীপকে উল্লিখিত গাড়ি দুটির মিলিত অবস্থায় বেগ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. 'বাস ও ট্রাকের বলের ঘাত সমান কিন্তু বিপরীত'- উদ্দীপকের আলোকে আলোচনা কর। ৪

প্রশ্ন- > স্থির অবস্থান থেকে সুযম ত্বরণে 20 kg ভরের একটি বস্তু 10 s এ 250 m দূরত্ব অতিক্রম করে। এরপর এটি সমবেগে চলে।

- ক. ভৌত রাশির মাত্রা কী? ১
খ. 'ভর জড়তার পরিমাপক'- ব্যাখ্যা কর। ২
গ. সুযম ত্বরণে 5 sec- এ বস্তুটি কত দূরত্ব অতিক্রম করবে? ৩
ঘ. উল্লিখিত সময়ে 500 m পথ অতিক্রম করতে হলে প্রযুক্ত বলের মান কত হওয়া প্রয়োজন? গাণিতিকভাবে বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন- > শরীফ ও মাসুদ নৌকায় বাড়ি ফিরছিল। নৌকা তীরে আসার পর মাসুদ নৌকা থেকে 3 ms^{-1} বেগে তীরে লাফ দিল। মাসুদ, শরীফ ও নৌকার ভর যথাক্রমে 40 kg, 50 kg এবং 200 kg।

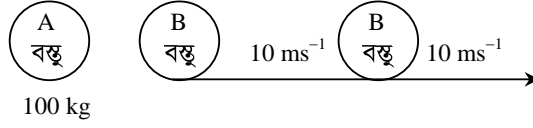
- ক. জড়তা কী? ১
খ. নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র থেকে প্রথম সূত্র প্রতিপাদন কর। ২
গ. মাসুদ লাফ দেওয়ার সময় নৌকাটির পশ্চাৎ বেগ কত হবে? ৩
ঘ. মাসুদ লাফ দেওয়ার মুহূর্তে শরীফ নৌকার বিপরীত প্রান্তে দাঁড়িয়ে 4 ms^{-1} বেগে নদীতে লাফ দিলে নৌকার বেগ কত হবে? গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর। ৪

প্রশ্ন- > 500 kg ভরের একটি প্রাইভেট কার এবং 3000 kg ভরের একটি মাশবাহী ট্রাক উভয় 15 m/s বেগে চলছিল। হঠাৎ এক পথচারীকে দেখে উভয়েই ব্রেক করল। এতে প্রাইভেট কারটি 5 s-এ থামল।

- ক. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি লেখ। ১

- খ. সরণ কি অতিক্রান্ত দূরত্বের থেকে বেশি হতে পারে? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. উদ্দীপকের প্রাইভেট কারটির ব্রেকজনিত প্রতিরোধকারী বলের মান কত? ৩
 ঘ. উদ্দীপকের ট্রাকটি থামানোর জন্য (গ) এর সমান বল প্রয়োগ করলে একই সময় ট্রাকটিকে থামানো যাবে কি? গাণিতিকভাবে কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

প্রশ্ন→ নিচের চিত্রটি লব কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



A বস্তুটি স্থির কিন্তু B বস্তুটি 10 ms^{-1} বেগে চলছে। বস্তু দুটিতে বাহ্যিক কোনো বল প্রযুক্ত হয় না।

- ক. জড়তা কাকে বলে? ১
 খ. 10 kg পাথর ও তুলার জড়তা একই কি? ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. উক্ত সময়ে B বস্তুটির ত্বরণ পাওয়া যায় কি? ব্যাখ্যা কর। ৩
 ঘ. বস্তুদ্বয় গতির কোন সূত্র সমর্থন করে তা যুক্তিতে মূল্যায়ন কর। ৪

প্রশ্ন→ একটি স্টিলের পাতের ওপর মেশিনগান দিয়ে মিনিটে 240 টি গুলি করা হচ্ছে। প্রতিটি গুলির ভর 10 g এবং বেগ 600 ms^{-1} । গুলিগুলো স্টিলের পাতে লাগার পর অর্ধেক বেগে ফিরে আসছে। হঠাৎ ফিরে আসা একটি বুলেট পাতের পাশে রক্ষিত একটি কাঠের গুঁড়ির মধ্যে 4.5 cm প্রবেশ করে থেমে গেল।

- ক. জড়তা কাকে বলে? ১
 খ. ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বল ব্যাখ্যা কর। ২
 গ. কাঠে প্রবেশ করতে বুলেটের কত সময় লেগেছিল? ৩
 ঘ. পাতটি ধরে রাখতে প্রয়োজনীয় বলের গাণিতিক ব্যাখ্যা কর। ৪

MCQ 2015 to 2023

১. বলের মাত্রা কোনটি? [চা বো ২০]
 ক. $ML^{-1}T^2$ খ. MLT^{-2}
 গ. $ML^{-1}T^{-1}$ ঘ. MLT^{-1} **খ**
 ২. 10 কেজি ভরের একটি বস্তুর উপর 125 নিউটন বল প্রয়োগ করা হলে এর ত্বরণ কত? [চা বো ২০]
 ক. 0.08 মি/সে^২ খ. 12.5 মি/সে^২
 গ. 125 মি/সে^২ ঘ. 1250 মি/সে^২ **খ**
 ৩. 20 মি/সে বেগে একটি 50 কেজি ভরের টেনিস বল নিক্ষেপ করলে এটি দেওয়ালে ধাক্কা খেয়ে আবার একই দিকে ফিরে এলে বলটির ভরবেগের পরিবর্তন কত? [রা বো ২০]
 ক. 0 kgms^{-1} খ. 1 kgms^{-1}
 গ. 2 kgms^{-1} ঘ. 3 kgms^{-1} **গ**
 ৪. নিচের কোনটিতে গভীর ঘর্ষণ বেশি হবে? [রা বো ২০]
 ক. ট্রাক খ. মটর সাইকেল
 গ. বাইসাইকেল ঘ. প্রাইভেট কার **ক**
 ৫. নিচের কোনটি সবচেয়ে দুর্বল বল? [য বো ২০]
 ক. দুর্বল নিউক্লিয় বল খ. সবল নিউক্লিয় বল
 গ. মহাকর্ষ বল ঘ. তড়িৎ চৌম্বকীয় বল **গ**
 ৬. গ্যালাক্সির ভিতর নক্ষত্রের ঘূর্ণনীয় ভর কয়? [কু বো ২০]
 ক. 10^{30} কেজি খ. 10^{20} কেজি
 গ. 10^{40} কেজি ঘ. 10^{50} কেজি **ক**

- ক. সবল নিউক্লিয় বল খ. দুর্বল নিউক্লিয় বল
 গ. তড়িৎ চৌম্বক বল ঘ. মহাকর্ষ বল **খ**
 ৭. 10 কেজি একটি স্থির বস্তু ও উপর 1500 নিউটন বল 0.15 সেকেন্ড সময়ব্যাপী কাজ করে। বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে? [কু বো ২০]
 ক. 100 kgms^{-1} খ. 225 kgms^{-1}
 গ. 10000 kgms^{-1} ঘ. 15000 kgms^{-1} **খ**
 ৮. একজন বালক 50 নিউটন বল দ্বারা ঘর্ষণহীন মেঝেতে একটি 2×10^4 গ্রাম ভরের বাস্ককে ধাক্কা দেয়। বাস্কটির ত্বরণ কত হবে? [চ বো ২০]
 ক. 800 মি/সে^২ খ. 2.5 মি/সে^২
 গ. 0.8 মি/সে^২ ঘ. 0.0025 মি/সে^২ **খ**
 ৯. কোন বলটিকে পদার্থবিজ্ঞানের চমকপ্রদ বল বলে? [সি বো ২০]
 ক. মহাকর্ষ বল খ. তড়িৎ চৌম্বক বল
 গ. দুর্বল নিউক্লিয় বল ঘ. সবল নিউক্লিয় বল **ক**
 ১০. নিউটনের গতির প্রথম সূত্র থেকে কোন দুটি বিষয়ের ধারণা পাওয়া যায়? [ব বো ২০]
 ক. বল ও জড়তা খ. বল ও ভরবেগ
 গ. জড়তা ও ভরবেগ ঘ. জড়তা ও শক্তি **ক**
 ১১. বিদ্যুতের খুঁটি ও ট্রান্সফর্মারের মধ্যে আকর্ষণ বল কোনটি? [ব বো ২০]
 ক. মহাকর্ষ বল খ. বিদ্যুৎ চুম্বকীয় বল
 গ. ইলেকট্রো উইক ঘ. নিউক্লিয় বল **ক**

১২. নিউটনের কোন সূত্র থেকে বল পরিমাপ করা হয় ? [দি বো ২০]

- ক. মহাকর্ষ বল
খ. নিউটনের ১ম সূত্র
গ. নিউটনের ২য় সূত্র
ঘ. নিউটনের ৩য় সূত্র

১৩. সাইকেলের চাকার সাথে রাস্তার ঘর্ষন কোন ধরনের বল? [ম বো ২০]

- ক. স্থিতি বল
খ. গতি বল
গ. আবর্ত বল
ঘ. প্রবাহী বল

১৪. কোন বস্তুর বেগের মানের পরিবর্তিত হয়ে দ্বিগুন হলে এর ভরবেগ কিরূপ হবে ? [ম বো ২০]

- ক. অপরিবর্তিত থাকবে
খ. অর্ধেক হবে
গ. চারগুন হবে
ঘ. দ্বিগুন হবে

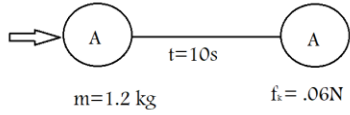
১৫. প্যারাসুটে চড়ে নিচে নামার সময় কোন ধরনের ঘর্ষন বল কাজ করে ? [রা বো ১৯]

- ক. আবর্ত
খ. প্রবাহী
গ. পিছলানো
ঘ. স্থিতি

১৬. সমআয়তনের নিচের কোনটির জড়তা বেশি ? [রা বো ১৯]

- ক. লোহা
খ. সোনা
গ. বরফ
ঘ. রূপা

১৭.



প্রযুক্ত বল কত ? [রা বো ১৯]

- ক. ৩ নিউটন
খ. ১.৮ নিউটন
গ. ২.৪ নিউটন
ঘ. ৩ নিউটন

১৮. ওজনের মাত্রা কোনটি ? [য বো ১৯]

- ক. MLT^{-2}
খ. MLT^{-1}
গ. ML^2T^{-2}
ঘ. ML^2T^{-3}

১৯. বলেল সংঙ্গা পাওয়া যায় নিউটনের কোন সূত্র থেকে? [কু বো ১৯]

- ক. প্রথম গতিসূত্র
খ. দ্বিতীয় গতিসূত্র
গ. তৃতীয় গতিসূত্র
ঘ. মহাকর্ষ সূত্র

২০. ভরবেগের সূত্র কোনটি ? [কু বো ১৯]

- ক. MLT^{-1}
খ. MLT^{-2}
গ. ML^2T^{-2}
ঘ. ML^2T^{-3}

২১. সুমন কর্দমাক্ত রাস্তায় হাঁটতে গিয়ে পড়ে গেলে কোন ঘর্ষনের সৃষ্টি হয় ? [চ বো ১৯]

- ক. পিছলানো ঘর্ষন
খ. আবর্ত ঘর্ষন
গ. প্রবাহী ঘর্ষন
ঘ. স্থিতি ঘর্ষন

২২. জড়তার পরিমাপ কোনটি ? [চ বো ১৯]

- ক. গতি
খ. স্থিতি
গ. ভর
ঘ. বল

২৩. ৫০০ গ্রাম ভরের একটি বস্তুর উপর ৫ নিউটন বল প্রয়োগ করা হলে ত্বরণ কত হবে ? [সি বো ১৯]

- ক. ০.১ মি/সে^২
খ. ২.৫ মি/সে^২
গ. ১০ মি/সে^২
ঘ. ১০০ মি/সে^২

২৪. অভিকর্ষজ ত্বরণ এর মান কোথায় সবচেয়ে বেশি ? [ব বো ১৯]

- ক. বিষুব অঞ্চলে
খ. মেরু অঞ্চলে
গ. সমুদ্র সমতলে
ঘ. ক্রান্তীয় অঞ্চলে

২৫. উড়ন্ত পাখির মধ্যে কোন ঘর্ষন ক্রিয়াশীল ? [দি বো ১৯]

- ক. আবর্ত ঘর্ষন
খ. পিছলানো ঘর্ষন
গ. স্থিতি ঘর্ষন
ঘ. প্রবাহী ঘর্ষন

২৬. একটি তলে রাখা ৮ কেজি ভরের কোন বস্তুর উপর ৩০ নিউটন বল প্রয়োগ করায় বস্তুটি ৩ মি/সে^২ ত্বরণ লাভ করে। বস্তুটি ও তলের মধ্যকার ঘর্ষন বল কত নিউটন ? [সকল বো ১৮]

- ক. ০
খ. ৬
গ. ২৪
ঘ. ৫৪

২৭. কার্পেটের উপর শিশুর হামাগুড়ি দেওয়ার সময় [ঢা বো ২০]

- I. কার্পেটে ঘষে ঘষে যাবার সময় তার শরীলে একই জাতীয় চার্জ জমা হয়
II. মাথার চুল গুলো খাড়া হয়ে যায়
III. মাথার চুলগুলো একে অপরকে আকর্ষণ করে

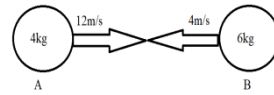
নিচের কোনটি সঠিক ?

- ক. i ও ii
খ. i ও iii
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii
২৮. বন্দুক থেকে গুলি ছুড়লো [সি বো ১৯]

- I. গুলি ও বন্দুকের ভরবেগ সমমুখী
II. গুলি ও বন্দুকের ভরবেগ সমান হয়
III. ভর বেশি হলে ত্বরণ কম হবে

নিচের কোনটি সঠিক ?

- ক. i ও ii
খ. i ও iii
গ. ii ও iii
ঘ. i, ii ও iii
- নিচের চিত্রের আলোকে ২৯ ও ৩০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও: [ঢা বো ১৯]



২৯. বস্তুদ্বয়ের মিলিত বেগের মান কত ?

- ক. ২.৪ মি/সে
খ. ৭.২ মি/সে
গ. ২৪ মি/সে
ঘ. ৭২ মি/সে

৩০. মিলিত হবার পর বস্তুদ্বয় কোনদিকে যাবে ?

- ক. A এর দিকে
খ. B এর দিকে
গ. স্থির থাকবে
ঘ. পরস্পর বিপরীত দিকে

নিচের তথ্যের আলোকে ৩১ ও ৩২ নং প্রশ্নের উত্তর দেও

১০ কেজি ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর ১০ সেকেন্ড যাবত ২২ নিউটন বল প্রয়োগ করা হলো। বস্তুটি যে তলে চলছিলো তার ঘর্ষণ বলের মান ২ নিউটন। [ব বো ১৯]

৩১. ১০ সেকেন্ড পরে বস্তুর বেগ কত হবে ?

- ক. ১২ মি/সে
খ. ২০ মি/সে
গ. ২২ মি/সে
ঘ. ২৪ মি/সে

৩২. উপরোক্ত তথ্যের আলোকে নিচের কোনটি সঠিক ?

- ক. সময়ের সাথে বস্তুর গতিশক্তি হ্রাস পায়
খ. প্রথম ৫ সে. এ অতিক্রান্ত দূরত্ব পরবর্তী ৫ সে. এর অতিক্রান্ত দূরত্বের সমান
গ. বস্তুর উপর কার্যকর বল ২৪ নিউটন
ঘ. বলের ঘাত, বস্তুর শেষ ভরবেগের সমান

৩৩. স্পর্শ বল কোনটি? [ঢা. বো.]

- ২০১৬/
K দুর্বল নিউক্লীয় বল
L মহাকর্ষ বল
M চৌম্বক বল
N ঘর্ষণ বল

৩৪. কোন বলের লব্ধি শূন্য হয়? [রা. বো.]

- ২০১৬/
K অসাম্য বল
L অস্পর্শ বল

M সাম্য বল N স্পর্শ বল ৩

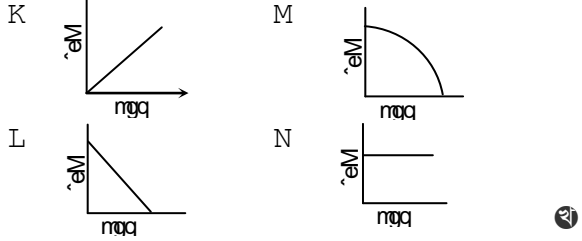
৩৫. ভরবেগের মাত্রা কোনটি?

[রা. বো. ২০১৬, কু. বো. ২০১৬, য. বো. ২০১৬, য. বো. ২০১৫]

K MLT L ML⁻¹T M MLT⁻¹ N ML⁻¹T⁻¹ ৩

৩৬. অভিকর্ষের বিপরীতে নিষ্কিন্ত বস্তুর গতি নিচের কোন লেখচিত্র দ্বারা নির্দেশ করা যায়?

২০১৬]



৩৭. পদার্থের জড়তার পরিমাপ কী?

২০১৬]

K স্পর্শ বল L অস্পর্শ বল

M ভর N ওজন ৩

৩৮. ক্রিয়া বল (F₁) এবং প্রতিক্রিয়া বল (F₂) এর মধ্যে সম্পর্ক কোনটি?

২০১৬]

K F₁ = F₂ L -F₁ = -F₂

M F₁ + F₂ = 0 N F₁ > F₂ ৩

৩৯. 2ms⁻¹ বেগে গতিশীল 10kg ভরের কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে এর ত্বরণ 2ms⁻² হলো। 2s পর এর ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে?

২০১৬]

K 0kg ms⁻¹ L 20kg ms⁻¹

M 40 kg ms⁻¹ N 60kgms⁻¹ ৩

৪০. বলের মাত্রা কোনটি? [চ. বো. ২০১৬, ব. বো. ২০১৬, রা. বো. ২০১৫]

K ML⁻¹T⁻¹ L MLT⁻²

M ML⁻¹T⁻² N ML⁻²T⁻² ৩

৪১. নিচের কোন সম্পর্কটি সঠিক? (যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)।

K t ∝ h² L G = gR²/M

M v = g + ut N a = (v + u)/t ৩

৪২. বস্তুর জড়তা পরিমাপ করা হয় কোনটির সাহায্যে? [চ. বো. ২০১৬]

K ভর L বেগ

M বল N ভরবেগ ৩

৪৩. + 10C ও - 10C আধান ধারণকারী দুইটি গোলক যে বলে পরস্পরকে আকর্ষণ করে তাকে কী বলে?

২০১৬]

K তড়িৎ চৌম্বক বল L চৌম্বক বল

M দুর্বল নিউক্লীয় বল N সবল নিউক্লীয় বল ৩

৪৪. নিউটনের গতির প্রথম সূত্র কোনটি?

২০১৬]

K v = u + at L u = v

M s = vt N F = ma ৩

৪৫. g-এর রাশিমালা নিচের কোনটি?

২০১৬]

K g = $\frac{GM}{R}$ L g = $\frac{GM}{R^2}$

M g = $\frac{R}{GM}$ N g = $\frac{R^2}{GM}$ ৩

৪৬. একটি বন্দুক থেকে 400ms⁻¹ বেগে 10gm ভরের একটি গুলি ছোড়া হলো। বন্দুকের ভর 1 $\frac{1}{2}$ kg হলে পশ্চাৎ বেগ কত?

K 2.67ms⁻¹ L 6.67ms⁻¹

M -6.88ms⁻¹ N -2.67ms⁻¹ ৩

৪৭. নিরব মেঝের উপর দিয়ে একটি খেলনা গাড়ি টেনে নেওয়ার সময় একটি টান বল প্রয়োগ করল। প্রয়োগকৃত বলটি কোন বল?

[য. বো. ২০১৬]

K স্পর্শ বল L অস্পর্শ বল

M সাম্য বল N অসাম্য বল ৩

৪৮. প্রবাহী ঘর্ষণ কোনটি?

[ঢা. বো. ২০১৫]

K পুকুরের সাঁতার কাটার সময় ঘর্ষণ

L সাইকেলের চাকার গতির ঘর্ষণ

M গাড়ীর হার্ড ব্রেক কষার ঘর্ষণ

N একটি ভারী বস্তুকে টানার ঘর্ষণ ৩

৪৯. কোন বলটি কম শক্তিশালী?

[রা. বো. ২০১৫]

K মহাকর্ষ বল

L তাড়িত চৌম্বকীয় বল

M দুর্বল নিউক্লীয় বল

N সবল নিউক্লীয় বল ৩

৫০. 80kg ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে এর ত্বরণ 4ms⁻² হবে?

২০১৫]

K 20N L 78.4 N M 320N N 784N ৩

৫১. কোন মৌলিক বলটি তুলনামূলকভাবে দুর্বলতম বল?

[দি. বো. ২০১৫]

K দুর্বল নিউক্লীয় বল

L সবল নিউক্লীয় বল

M মহাকর্ষ বল

N তাড়িত চৌম্বক বল ৩

৫২. একটি চলন্ত গাড়িকে ব্রেক করে থামানো হলো, গাড়িটি কোন ঘর্ষণ বলের সম্মুখীন হবে?

২০১৫]

K পিছলানো ঘর্ষণ

L আবর্ত ঘর্ষণ

M প্রবাহী ঘর্ষণ

N স্থিতি ঘর্ষণ ৩

৫৩. 100kg ভরের একটি বস্তুর উপর 2 সেকেন্ড যাবৎ 200N বল প্রয়োগ করলে, বেগ কী পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে?

২০১৫]

K 4ms⁻¹ L 2 ms⁻¹ M 1 ms⁻¹ N 0 ms⁻¹ ৩

৫৪. কোন ঘর্ষণ কাজে লাগিয়ে মাছ পানিতে চলাচল করে?

২০১৫]

K আবর্ত

L পিছলানো

M স্থিতি

N প্রবাহী ৩

৫৫. প্রকৃতিতে বিদ্যমান মৌলিক বল কয়টি?

২০১৫]

K দুইটি

L তিনটি

M চারটি

N পাঁচটি ৩

৫৬. 1kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 5gm ভরের একটি গুলি ছোড়া হলো বন্দুকটি 2ms⁻¹ পশ্চাৎবেগ প্রাপ্ত হলো, গুলির শেষবেগ কত?

২০১৫]

K 0.4ms⁻¹ L 4ms⁻¹

M 40 ms⁻¹ N 400ms⁻¹ ৩

৫৭. পদার্থের জড়তার পরিমাপ কোনটি?

[চ. বো. ২০১৫]

K গতি

L স্থিতি

M ভর

N বল ৩

৫৮. কীভাবে ঘর্ষণকে বৃদ্ধি করা যায়?

২০১৫]

K তলকে মসৃণ করার মাধ্যমে

L তলকে অমসৃণ করার মাধ্যমে

M তলের মাঝে লুব্রিকেন্ট ব্যবহারের মাধ্যমে

N তলকে প্রথমে মসৃণ ও পরে অমসৃণ করার মাধ্যমে

৫৯. সবল নিউক্লীয় বলের পাল্লা কত?

খ
[সি. বো.]

২০১৫]

K 10^{-15} m L 10^{-6} m M 10^{-14} m N 10^{-18} m

৬০. প্যারাসুটের মাধ্যমে আরোহীকে নিরাপদে অবতরণে সাহায্য করে কোন বল?

[য. বো.]

২০১৫]

K স্থিতি ঘর্ষণ

L বিসর্প ঘর্ষণ

M আবর্ত ঘর্ষণ

N প্রবাহী ঘর্ষণ

ঘ

৬১. কোন বলটি বেশী দুর্বলতম?

[ব. বো.]

২০১৫]

K মহাকর্ষ বল

L দুর্বল নিউক্লীয় বল

M তাড়িত চৌম্বকীয় বল

N সবল নিউক্লীয় বল

ক

৬২. নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রের প্রয়োগ হয় যখন —

[চ. বো.]

২০১৬]

i. আমরা হাটাচলা করি

ii. রাস্তায় গাড়ি চলে

iii. দেয়ালে ধাক্কা লেগে পিছিয়ে আসি

নিচের কোনটি সঠিক?

K i ও ii

L i ও iii

M ii ও iii

N i, ii ও iii

ঘ

গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

- কি বল
গি গতি
খি স্থিতি জড়তা
ঘি গতি জড়তা

১. বস্তুর নিজস্ব অবস্থা বজায় রাখতে চাওয়ার প্রবণতাকে কী বলে?

- কি বল
গি ভর
খি গতি
ঘি জড়তা

২. কোনো বস্তুর জড়তা কিসের ওপর নির্ভর করে?

- কি বস্তুর গতি
গি বস্তুর ত্বরণ
খি বস্তুর ঘর্ষণ
ঘি বস্তুর ভর

৩. জড়তা বেশি হয় কখন?

- কি গতি বেশি হলে
গি ভর বেশি হলে
খি সরণ বেশি হলে
ঘি ঘর্ষণ বেশি হলে

৪. স্থিতিশীল বস্তুর চিরকাল স্থির থাকতে চাওয়ার প্রবণতাকে কী বলা হয়?

- কি স্থিতি জড়তা
গি স্থিতি
খি গতি
ঘি গতি জড়তা

৫. নিচের কোনটি স্থিতি জড়তার উদাহরণ?

- কি গতিশীল বাস ব্রেক কষলে যাত্রীর শরীর সামনে ঝুঁকে যাওয়া
খি হঠাৎ চলমান বাসের যাত্রীদের পেছনের দিকে হেলে পড়া
গি গতিশীল বাস ব্রেক কষলে যাত্রীর শরীর পেছনে হেলে যাওয়া
ঘি হঠাৎ চলমান বাসের যাত্রীদের সামনের দিকে পড়া

৬. চলন্ত বাসে ব্রেক কষলে কী হয়?

- কি যাত্রী পেছনের দিকে হেলে পড়েন
খি যাত্রী সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন
গি যাত্রী স্থির থাকেন
ঘি যাত্রী দৌড়াতে থাকেন

৭. চলন্ত বাস হঠাৎ ব্রেক কষলে যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন কেন?

- কি প্রতিক্রিয়া বলের জন্য
গি গতি জড়তার জন্য
খি স্থিতি জড়তার জন্য
ঘি অভিকর্ষ বলের জন্য

৮. গতিশীল বস্তুর চিরকাল গতিশীল থাকতে চাওয়ার প্রবণতাকে কী বলা হয়?

৯. থেমে থাকা বাস হঠাৎ চলতে শুরব করলে বাস যাত্রীর অবস্থা কী হবে?

- কি সামনের দিকে ঝুঁকে পড়েন
গি স্থির থাকেন
খি দৌড়াতে থাকেন
ঘি পেছনের দিকে হেলে পড়েন

১০. যা বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন করতে বাধ্য করে বা করতে চায় তাকে কী বলে?

- কি ত্বরণ
খি বল
গি জড়তা
ঘি বেগ

১১. নিউটনের প্রথম সূত্র পদার্থের কোন ধর্ম প্রকাশ করে?

- কি বেগ
গি জড়তা
খি ওজন
ঘি ত্বরণ

১২. নিউটন গতির মৌলিক বিষয়গুলোকে কয়টি সূত্রের মাধ্যমে প্রকাশ করেন?

- কি ১
খি ২
গি ৩
ঘি ৪

১৩. বলের গুণগত সংজ্ঞা পাই নিউটনের কোন সূত্র থেকে?

- কি তৃতীয় সূত্র
খি দ্বিতীয় সূত্র
গি প্রথম সূত্র
ঘি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র

১৪. 50 kg ভরের কোনো বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে এর ত্বরণ

- 4 ms⁻² হবে?
কি 500 N
খি 400 N
গি 300 N
ঘি 200 N

১৫. নিউটনের গতির ১ম সূত্র থেকে—

- i. জড়তার ধারণা পাওয়া যায়
ii. বলের গুণগত সংজ্ঞা পাওয়া যায়
iii. বলের পরিমাণগত ধারণা পাওয়া যায়
নিচের কোনটি সঠিক?

- কি i ও ii
খি i ও iii
গি ii ও iii
ঘি i, ii ও iii

১৬. বস্তুর জড়তা বেশি হলে—

- i. বস্তুর ভর বেশি হবে

- ii. বেগের পরিবর্তনের জন্য বেশি বল প্রয়োগ করতে হবে
iii. ভর ও জড়তা ব্যস্তানুপাতিক হবে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
 গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৭. জড়তার বেত্রে—

- i. জড়তা বস্তুর একটি প্রাকৃতিক ধর্ম
ii. বস্তুর ভরই হচ্ছে জড়তার পরিমাপ
iii. জড়তার পরিবর্তন ঘটাতে বল প্রয়োজন
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
 গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৮. বলের বেত্রে—

- i. বল স্থির বস্তুকে গতিশীল করতে পারে
ii. বল গতিশীল বস্তুকে থামাতে পারে
iii. মহাকর্ষ বলের বাস্তব উদাহরণ হলো বস্তুর ওজন
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

১৯. গাড়ির চালকগণ সিটবেল্ট বাঁধেন—

- i. নিরাপত্তার জন্য
ii. গতি জড়তার জন্য
iii. স্থিতি জড়তার জন্য
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২০. চলন্ত বাস ব্রেক কষলে—

- i. শরীরের নিচের অংশ স্থির হয়
ii. শরীরের উপরের অংশ নিচের অংশের চেয়ে এগিয়ে যায়
iii. যাত্রীরা সামনের দিকে ঝুঁকে পড়ে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii
 গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২১. একটি গরাসের উপর পোস্টকার্ড রেখে পোস্টকার্ডের উপর এক টুকরা পাথর রেখে পোস্টকার্ডটিকে জোরে টোকা দিলে পাথর গরাসের মধ্যে পড়ে যায়। কারণ—

- i. অভিকর্ষজ বল পাথরকে নিচের দিকে টানে

- ii. স্থিতি জড়তার জন্য পাথর নিচে পড়ে যায়
iii. পাথরের ওপর গতি জড়তা কাজ করে বলে
নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২২. যে বল সৃষ্টির জন্য দুটি বস্তুর প্রত্যেক সংস্পর্শের প্রয়োজন তাকে কী বলে?

ক দুর্বল নিউক্লীয় বল খ মহাকর্ষ বল
 গ সবল নিউক্লীয় বল ঘ স্পর্শ বল

২৩. স্পর্শ বল কোনটি?

ক দুর্বল নিউক্লীয় বল খ টান বল
 গ চৌম্বক বল ঘ মহাকর্ষ বল

২৪. দুটি বস্তুর প্রত্যেক সংস্পর্শ ছাড়াই যে বল ক্রিয়া করে তাকে কী বলে?

ক অস্পর্শ বল খ টান বল
 গ ঘর্ষণ বল ঘ দুর্বল নিউক্লীয় বল

২৫. অস্পর্শ বল নিচের কোনটি?

ক টান বল খ চৌম্বক বল গ ঘর্ষণ বল
 ঘ সংঘর্ষ বল

২৬. অস্পর্শ বলের উদাহরণ কোনটি?

ক টান বল খ ঘর্ষণ বল
 গ অভিকর্ষ বল ঘ সংঘর্ষের সময় সৃষ্ট বল

২৭. একটি বাস্ক টেনে নেওয়ার সময় বাস্কের গতির বিপরীতে কোন বলের সৃষ্টি হয়?

ক টান বল খ ঘর্ষণ বল
 গ শক্তিশালী নিউক্লীয় বল ঘ তাড়িতচৌম্বক বল

২৮. মেঝের উপর দিয়ে একটি বাস্ক টেনে নেওয়ার সময়—

- i. টান বল প্রয়োগ করতে হয়
ii. বাস্কের গতির বিপরীত দিকে ঘর্ষণ বলের সৃষ্টি হয়
iii. বাস্ক ও মেঝের স্পর্শতলে গতির বিরুদ্ধে বাধাদানকারী ঘর্ষণ বলের সৃষ্টি হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

২৯. অস্পর্শ বল হলো—

- দুটি বস্তুর মধ্যে ক্রিয়াশীল মহাকর্ষ বল
 - সংঘর্ষের সময় সৃষ্ট বল
 - চৌম্বক ও চৌম্বক পদার্থের মধ্যে আকর্ষণ বল
- নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৩০. স্পর্শ বল হলো—

- টান বল
 - অভিকর্ষ বল
 - ঘর্ষণ বল
- নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৩১. নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে থাকে—

- ইলেকট্রন
 - প্রোটন
 - নিউট্রন
- নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৩২. কোনো বস্তু সাম্যবস্থায় থাকলে—

- বলের লব্ধি শূন্য হয়
 - বস্তুটি দুলতে থাকে
 - বস্তুর কোনো ত্বরণ হয় না
- নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii খ) i ও iii গ) ii ও iii ঘ) i, ii ও iii

৩৩. সুতা কেটে দিলে সুতায় ঝুলন্ত বস্তু নিচে পড়তে থাকার জন্য কোন বল দায়ী?

- ক) সাম্য বল খ) অসাম্য বল
গ) টান বল ঘ) ঘর্ষণ বল

৩৪. কোনো বস্তুর ওপর একাধিক বল ক্রিয়া করলে যদি লব্ধি শূন্য হয় তবে তাকে কী বলে?

- ক) লব্ধি বল খ) অসাম্য বল
গ) সাম্য বল ঘ) শূন্য বল

৩৫. কোনো বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল কোন দিকে ক্রিয়া করে? (অনুধাবন)

- ক) খাড়া নিচের দিকে খ) খাড়া উপরের দিকে
গ) বস্তুর বামে ঘ) বস্তুর ডানে

৩৬. কোনো বস্তুতে ক্রিয়াশীল দুটি বলের মান সমান ও দিক বিপরীতমুখী হলে তাদেরকে বলে—

- ক) সাম্য বল খ) অস্পর্শ বল
গ) স্পর্শ বল ঘ) অসাম্য বল

৩৭. সাম্য বলের বাস্তব উদাহরণ কোন প্রতিযোগিতায় দেখতে পাওয়া যায়?

- ক) রশি টানাটানি খ) ক্রিকেট
গ) ফুটবল ঘ) বেসবল

৩৮. যদি কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল লব্ধিবলের মান শূন্য না হয় তখন ক্রিয়ারত বলগুলোকে বলা হয়—

- ক) অসাম্য বল খ) সাম্য বল
গ) স্পর্শ বল ঘ) অস্পর্শ বল

৩৯. অসাম্য বল যখন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল থাকে তখন বস্তুর কিসের পরিবর্তন ঘটে?

- ক) বেগ খ) বেগ এবং দিক
গ) বেগ অথবা দিক ঘ) দিক

৪০. 5 kg ভরের কোনো স্থির বস্তুকে 3s সময় ধরে 3 ms^{-2} ত্বরণ দিলে এর চূড়ান্ত ভরবেগ কত হবে?

- ক) 45 kg ms^{-1} খ) 46 kg ms^{-1}
গ) 48 kg ms^{-1} ঘ) 49 kg ms^{-1}

৪১. গতিশীল বস্তুর ভর ও বেগের সমন্বয়ে যে ভৌত রাশির উদ্ভব হয় তা হলো—

- ক) ওজন খ) বল গ) ভরবেগ ঘ) ত্বরণ

৪২. ভরবেগ নিচের কোনটির সাথে সম্পর্কিত?

- ক) ত্বরণ খ) ভর গ) বেগ ঘ) বল

৪৩. ভরবেগ কী?

- ক) $\frac{\text{ভর}}{\text{বেগ}}$ খ) ভর \times বেগ
গ) ভর $-$ বেগ ঘ) ভর $+$ বেগ

৪৪. ভরবেগ কী ধরনের রাশি?

- ক ভেক্টর রাশি খ অদিক রাশি
 গ স্কেলার রাশি ঘ মৌলিক রাশি

৪৫. ভরবেগের একক কী?

- ক kgms^{-2} খ kgms^{-1}
 গ kgs^{-1} ঘ kgs^{-2}

৪৬. কোনো বস্তু ভর 4 kg এবং বস্তুটি 4 ms^{-1} বেগে চলতে থাকলে বস্তুটির ভরবেগ কত হবে?

- ক 16 kg ms^{-1} খ 15 kg ms^{-1}
 গ 17 kg ms^{-1} ঘ 18 kg ms^{-1}

৪৭. ভরবেগ হলো—

- i. বস্তুর ভর ও বেগের গুণফল
ii. পদার্থের জড়তার পরিমাপ
iii. একটি দিক রাশি

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক i ও ii খ i ও iii গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৪৮. যদি একটি রিকশা এবং একটি সাইকেল সমান বেগে চলে তাহলে সাইকেলকে থামানোর তুলনায় একটি রিকশাকে থামানো বেশি কষ্টকর। কারণ—

- i. সাইকেলের ভরবেগ রিকশার ভরবেগের তুলনায় বেশি
ii. রিকশার ভরবেগ সাইকেলের তুলনায় বেশি
iii. রিকশার জড়তা সাইকেলের তুলনায় বেশি

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক i ও ii খ i ও iii
 গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৪৯. ভরবেগ বেশি হবে—

- i. বস্তু দ্রুত চললে
ii. বস্তু আস্তে চললে
iii. বস্তুর ভর বেশি হলে

নিচের কোনটি সঠিক?

- ক i ও ii খ i ও iii
 গ ii ও iii ঘ i, ii ও iii

৫০. যখন কোনো স্থির ফুটবলকে কিক করা হয় তখন নিচের কোনটি ঘটে?

- ক ফুটবলে মন্দনের সৃষ্টি হয়
 খ ফুটবলে ঋণাত্মক ত্বরণের সৃষ্টি হয়
 গ বলের ত্বরণের দিক প্রযুক্ত বলের বিপরীতে
 ঘ বলটি স্থির অবস্থা থেকে ত্বরণ লাভ করে

৫১. সাইকেলে প্যাডেল চালনা বন্ধ করে ব্রেক চাপলে নিচের কোনটি ঘটেবে?

- ক ঋণাত্মক ত্বরণের সৃষ্টি হবে
 খ সাইকেলের গতি বাড়বে
 গ সাইকেল সুষম বেগে চলতে থাকবে
 ঘ সাইকেলে ঝাঁকুনি সৃষ্টি হবে

৫২. ত্বরণ ধনাত্মক হলে কী ঘটে?

- ক বেগ বৃদ্ধি পায় খ ভর বৃদ্ধি পায়
 গ বেগ হ্রাস পায় ঘ বস্তু স্থির হয়

৫৩. ত্বরণ ঋণাত্মক হলে কী হয়?

- ক বেগ বৃদ্ধি পায় খ বল হ্রাস পায়
 গ শক্তি হ্রাস পায় ঘ বেগ হ্রাস পায়

৫৪. খেলনা গাড়ির স্প্রিং সংকুচিত করে কোন শক্তি সঞ্চয় করে রাখা হয়?

- ক বিভব শক্তি খ রাসায়নিক শক্তি
 গ গতিশক্তি ঘ শব্দ শক্তি

৫৫. খেলনা গাড়িতে সঞ্চিত বিভব শক্তি রু পাম্তরিত হয় কোন শক্তিতে?

- ক গতিশক্তি খ আলোক শক্তি
 গ তাপশক্তি ঘ বিদ্যুৎ শক্তি

৫৬. বল প্রয়োগে বস্তুর আকার—

- i. স্থায়ীভাবে পরিবর্তন হতে পারে
ii. অস্থায়ীভাবে পরিবর্তন হতে পারে
iii. এর ক্ষণস্থায়ী পরিবর্তন কাজে লাগিয়ে শক্তির শোষণ বা মজুদ রাখা হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

ক) $a = \frac{u+v}{t}$

খ) $a = \frac{v+u}{t}$

গ) $a = \frac{v-u}{t}$

ঘ) $a = \frac{uv}{t}$

৫৭. প্রযুক্ত বল—

i. কোনো স্থির বস্তুকে গতিশীল করতে পারে

ii. গতিশীল বস্তুর বেগ বৃদ্ধি করতে পারে

iii. গতির দিক পরিবর্তন করতে পারে না

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

৫৮. স্থির বা গতিশীল বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল—

i. স্থির বস্তুটি ত্বরণ লাভ করে

ii. গতিশীল বস্তুর বেগ হ্রাস করে

iii. গতিশীল বস্তুর গতির দিক পরিবর্তন করে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

৫৯. বলের গুণগত ধারণা দেয় নিউটনের কোন সূত্র?

ক) প্রথম সূত্র

খ) জড়তার সূত্র

গ) তৃতীয় সূত্র

ঘ) দ্বিতীয় সূত্র

৬০. নিউটনের কোন সূত্র বল পরিমাপের সমীকরণ প্রদান করে?

ক) প্রথম সূত্র

খ) জড়তার সূত্র

গ) তৃতীয় সূত্র

ঘ) দ্বিতীয় সূত্র

৬১. বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের—

ক) সমান

খ) ব্যস্তানুপাতিক

গ) সমানুপাতিক

ঘ) অধিক

৬২. বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হারের বেধে নিচের কোনটি সঠিক?

ক) $\frac{mu + mu}{t}$

খ) ma

গ) $\frac{mv \times mu}{t}$

ঘ) $\frac{m}{a}$

৬৩. ত্বরণের গাণিতিক রূপ নিচের কোনটি?

৬৪. নিচের কোন সম্বন্ধটি সঠিক?

ক) বল = ভর + ত্বরণ

খ) বল = ভর ÷ ত্বরণ

গ) বল = ভর × ত্বরণ

ঘ) বল = ভর × ওৎন

৬৫. বলের একক কোনটি?

ক) $kg\ ms^{-1}$

খ) কিলোগ্রাম

গ) নিউটন

ঘ) MLT^{-1}

৬৬. ত্বরণের একক কোনটি?

ক) ms^{-2}

খ) $kg\ ms^{-2}$

গ) $kg\ ms^{-1}$

ঘ) ms^{-1}

৬৭. 150 g ভরের একটি ক্রিকেট বলকে 120 N বলে নিবেপ করা হলে এর ত্বরণ কত হবে?

ক) $800\ ms^{-2}$

খ) $400\ ms^{-2}$

গ) $80\ ms^{-2}$

ঘ) $800\ ms^{-1}$

৬৮. 20 kg ভরের একটি বস্তুর ওপর কত বল প্রযুক্ত হলে এর ত্বরণ হবে $2\ ms^{-2}$?

ক) 40 N

খ) 35 N

গ) 30 N

ঘ) 50 N

৬৯. 40 N বল দ্বারা একটি 40 kg ভরের পাথরকে ধাক্কা দেয়া হলে পাথরটির ত্বরণ কত হবে?

ক) $1\ ms^{-2}$

খ) $10\ ms^{-1}$

গ) $1\ ms^{-1}$

ঘ) $10\ ms^{-2}$

৭০. 50 kg ভরের একজন ব্যক্তি 450g ভরের একটি ফুটবলকে কত বলে কিক করলে ফুটবলটির ত্বরণ $200\ ms^{-2}$ হবে?

ক) 90 N

খ) 10000 N

গ) 444.44 N

ঘ) 4 N

৭১. 15 kg ভরের একটি বস্তুর ওপর কত বল প্রযুক্ত হলে $2\ ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি হবে?

ক) 19.6N

খ) $7.5\ kgms^{-2}$

গ) 30 kgms^{-2}

ঘ) 39.2N

৭২. 0.001N বল 0.01kg ভরবিশিষ্ট একটি স্থির বস্তু উপর 5 সে. ধরে ক্রিয়া করল। বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন কত?

ক) 0.15 kgms^{-1}

খ) 0.05 kgms^{-1}

গ) 0.005 kgms^{-1}

ঘ) 1.05 kgms^{-1}

৭৩. একটি গাড়ির ভর 2 kg । সম্মুখগামী বল 20N ও ঘর্ষণজনিত বল 10N হলে গাড়িটির ত্বরণ কত?

ক) -5 ms^{-2}

খ) 5 ms^{-2}

গ) 10 ms^{-2}

ঘ) 15 ms^{-2}

৭৪. একটি বস্তু ভর 2 kg এবং এর আদিবেগ 5 ms^{-1} । 3 s পর বস্তুটির বেগ 8 ms^{-1} হলে প্রযুক্ত বল কত?

ক) 2 N

খ) 3 N

গ) 4 N

ঘ) 5 N

৭৫. 15 kg ভরের একটি বস্তু উপর 105 N বল প্রয়োগ করলে বস্তুটির ত্বরণের মান কত হবে?

ক) 2.7 ms^{-2}

খ) 5.6 ms^{-2}

গ) 7 ms^{-2}

ঘ) 9.5 ms^{-2}

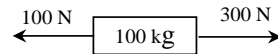
৭৬. 6 kg ভরের একটি বস্তু উপর 60 N বল প্রয়োগ করলে ত্বরণ কত হবে?

ক) 8 ms^{-2}

খ) 10 ms^{-2}

গ) 12 ms^{-2}

ঘ) 14 ms^{-2}

৭৭.  ত্বরণ কত?

ক) 1 ms^{-2}

খ) 2 ms^{-2}

গ) 3 ms^{-2}

ঘ) 4 ms^{-2}

৭৮. 10 kg ভরের একটি বস্তু উপর কত বল প্রয়োগ করলে এর ত্বরণ 3 ms^{-2} হবে?

ক) 15 N

খ) 20 N

গ) 25 N

ঘ) 30 N

৭৯. 8 N বল বলতে বোঝায় সেই পরিমাণ বল যা—

i. 4kg ভরের ওপর ক্রিয়া করে 2 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে

ii. 1kg ভরের ওপর ক্রিয়া করে 8 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে

iii. 2kg ভরের ওপর ক্রিয়া করে 4 ms^{-2} ত্বরণ সৃষ্টি করতে পারে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

৮০. $F = ma$ সম্পর্কটি থেকে বোঝা যায়—

i. ধ্রুব বল ধ্রুব ত্বরণ সৃষ্টি করে

ii. বল দ্বিগুণ করলে বস্তুর ত্বরণ তিন গুণ হবে

iii. ভর দ্বিগুণ হলে একই ত্বরণের জন্য বলের মান দ্বিগুণ হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

৮১. কোনো বস্তু উপর প্রযুক্ত বল ধ্রুব থাকলে ভর ও ত্বরণের সম্পর্ক হবে—

i. ভর যত কম হবে ত্বরণ তত বেশি হবে

ii. ভর যত কম হবে ত্বরণ তত কম হবে

iii. ভর যত বেশি হবে ত্বরণ তত কম হবে

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii

৮২. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রটি নিউটনের কোন সূত্র থেকে পাওয়া যায়?

ক) গতির প্রথম সূত্র থেকে

খ) গতির দ্বিতীয় সূত্র থেকে

গ) গতির তৃতীয় সূত্র থেকে

ঘ) মহাকর্ষ সূত্র থেকে

৮৩. 10 kg ভরের একটি বস্তু উপর 2000 N বল 1 s সময়ব্যাপী ক্রিয়া করলে বলের ঘাত কত হবে?

ক) 2000 kg ms^{-1}

খ) 20000 kg ms^{-1}

গ) 30000 kg ms^{-1}

ঘ) 40000 kg ms^{-1}

৮৪. দুইটি বস্তু বিপরীত দিক থেকে আসছে। একটি বস্তু ভর 10 ms^{-1} ও ভর 40 kg । অপর বস্তুটির আদিবেগ 5 ms^{-1} ও ভর 40 kg । মিলিত বস্তুর বেগ কত?

ক) 2.5 ms^{-1}

খ) 5 ms^{-1}

গ) 7.5 ms^{-1}

ঘ) 10 ms^{-1}

কি ভরবেগ খি মন্দন গি ত্বরণ ঘি সংঘর্ষ

৮৫. ভিন্ন ভরের দুটি গতিশীল বস্তুর বেগের মান একই হলে ভরবেগ কেমন হবে?

- কি একই হবে খি ভিন্ন হবে
গি শূন্য হবে ঘি অসীম হবে

৮৬. একজন বালক 50 N বলে 20 kg ভরের একটি বস্তুকে 5 s ধরে ধাক্কা দিল। ঐ সময় পরে বস্তুটির বেগ কত হবে?

- কি 7.5 ms^{-1} খি 10 ms^{-1}
গি 12.5 ms^{-1} ঘি 15 ms^{-1}

৮৭. 40 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 1000 N বল 0.5 s সময়ব্যাপী কাজ করে। বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন কত হবে?

- কি 100 kg ms^{-1} খি 300 kg ms^{-1}
গি 500 kg ms^{-1} ঘি 700 kg ms^{-1}

৮৮. 20 N বল 10 kg ভরের কোনো বস্তুর উপর 5 s ক্রিয়া করে। বস্তু কর্তৃক প্রযুক্ত বলের ঘাত কত হবে?

- কি 50 kg ms^{-1} খি 100 kg ms^{-1}
গি 150 kg ms^{-1} ঘি 200 kg ms^{-1}

৮৯. 2 kg ভরের একটি বন্দুক হতে 10 gm ভরের একটি গুলি 500 ms^{-1} বেগে বেরিয়ে গেলে বন্দুকের বেগ কত হবে?

- কি 2.5 ms^{-1} খি 3 ms^{-1}
গি -2.5 ms^{-1} ঘি -3 ms^{-1}

৯০. 2 kg ভরের একটি বন্দুকের উপর 400 N বল প্রয়োগ করায় গুলিটি

$2 \times 10^3 \text{ ms}^{-2}$ ত্বরণে নির্গত হলো। গুলিটির ভর কত?

- কি 50 g খি 100 g
গি 150 kg ঘি 200 g

৯১. নিচের কোনটি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রের সমীকরণ?

- কি $m_1u_1 = m_2v_2$
খি $m_1u_1 - m_1v_1 = m_2v_2 - m_2u_2$
গি $m_1u_1 + m_2v_2 = m_1v_1 - m_2u_2$
ঘি $m_1u_1 + m_2u_2 + m_3 = m_1v_1 + m_2v_2 + m_3v_3$

৯২. একটি গতিশীল বস্তু একটি স্থির বা গতিশীল বস্তুকে ধাক্কা দিলে যে ঘটনা ঘটে তাকে কী বলে?

৯৩. সংঘর্ষের সময় কোন বল কাজ করে?

- কি তড়িৎ বল খি ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া বল
গি চৌম্বক বল ঘি যান্ত্রিক বল

৯৪. দুটি বস্তুর মধ্যে সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের ভরবেগ—

- কি সর্বদা বেশি খি সর্বদা সমান
গি সর্বদা কম ঘি পূর্বে বেশি পরে কম

৯৫. দুটি বস্তুর মধ্যে সংঘর্ষের পূর্বের ও পরের ভরবেগের সমষ্টি সর্বদা সমান থাকে— এটি किसের সূত্র?

- কি জড়তার সূত্র খি ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র
গি পড়ন্ত বস্তুর সূত্র ঘি মহাকর্ষ সূত্র

৯৬. 20 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 2000 N বল 1s সময়ব্যাপী ক্রিয়া করলে ভরবেগের পরিবর্তন কত?

- কি 100 kg ms^{-1} খি 200 kg ms^{-1}
গি 2000 kg ms^{-1} ঘি 1000 kg ms^{-1}

৯৭. 5 kg ভরের একটি বস্তুর উপর 750 N বল 0.5 s সময়ব্যাপী কাজ করে। বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন কত?

- কি 300 kg ms^{-1} খি 375 kg ms^{-1}
গি 350 kg ms^{-1} ঘি 400 kg ms^{-1}

৯৮. 1kg ভরের একটি বন্দুক থেকে 25g ভরের একটি গুলি 200 ms^{-1} বেগে বেরিয়ে গেলে বন্দুকের পশ্চাৎবেগ কত ms^{-1} হবে?

- কি -5 খি 5
গি 4 ঘি -4

৯৯. বলের ঘাত হলো—

- i. বল ও সময়ের গুণফল
ii. ভরবেগের পরিবর্তন
iii. ভরবেগের পরিবর্তনের হার

নিচের কোনটি সঠিক?

- কি i ও ii খি i ও iii
গি ii ও iii ঘি i, ii ও iii

100. ভরবেগের সংরবণের উদাহরণ—

i. বন্দুকের পশ্চাৎগতি

ii. চলন্ত বাস হঠাৎ ব্রেক কষে থামানো

iii. রকেট চালানো

নিচের কোনটি সঠিক?

ক) i ও ii

খ) i ও iii

গ) ii ও iii

ঘ) i, ii ও iii