

এইচ. এস. সি.

পদার্থবিজ্ঞান

১ম পত্র



পদার্থবিজ্ঞান শর্ট সিলেবাসের সকল জ্ঞানমূলক, অনুধাবনমূলক থাকছে ভেতরে

পদার্থবিজ্ঞান ১ম পত্র

প্রধান পরিকল্পক

নুমেরি সান্তার অপার
ইফতেখার রিমন
খন্দকার আশিকুর রহমান

সম্পাদনা পর্ষদ

লাবিবা সালওয়া ইসলাম
মোসা: মোরশেদা খাতুন
জিয়াউল কবীর সামি

সার্বিক সহযোগিতায়

কাওসার আহমেদ ইফতি
মো. সাহারিয়াজ হোসেন

প্রচ্ছদ

শাহরীয়ার তানভীর তাসিন



সূচিপত্র

ভেষ্টর

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

কাজ , শক্তি ও ক্ষমতা

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

পর্যাবৃত্তিক গতি

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

জ্ঞানমূলক

অনুধাবনমূলক

জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

যে টপিকে যেতে চান সে টপিকে Click করুন



জ্ঞানমূলক

১) আয়ত একক ভেক্টর কাকে বলে?

[য. বো. '১৬; চ. বো., ব. বো. '১৯]

উ: ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় ধনাত্মক X, Y ও Z অক্ষের দিকে ব্যবহৃত যথাক্রমে i, j ও k একক ভেক্টরগুলোকে আয়ত একক ভেক্টর বলে।

২) সীমাবদ্ধ ভেক্টর কী?

[য. বো. '১৯]

উ: যে ভেক্টরের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে পাদবিন্দু হিসেবে ঠিক করে রাখা হয় তাই সীমাবদ্ধ ভেক্টর।

৩) বিপ্রতীপ ভেক্টর কী?

[রা. বো. '১৯]

উ: দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের একটির মান অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে।

৪) একক ভেক্টর কী?

[রা. বো. '১৭]

উ: কোনো ভেক্টরের মান এক একক হলে তাই একক ভেক্টর।

৫) নাল ভেক্টর কী?

[ব. বো. '১৭]

উ: যে ভেক্টরের মান শূন্য তাই শূন্য বা নাল ভেক্টর

৬) অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে?

[কু. বো. '১৬; চ. বো. '১৭; ব. বো. '১৬]

উ: প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে যে ভেক্টর দিয়ে কোনো বিন্দুর অবস্থান নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।

৭) সরণ ভেক্টর কাকে বলে?

[ব. বো. '১৫]

উ: কোনো কণার অবস্থান ভেক্টরের পরিবর্তনকে তার সরণ ভেক্টর বলে।

৮) লব্ধি ভেক্টর কী?

[রা. বো. '১৬; য. বো. '১৫]

উ: দুই বা ততোধিক ভেক্টরের সমন্বয়ে যে নতুন ভেক্টর পাওয়া যায় তাই লব্ধি ভেক্টর।

৯) ভেক্টর বিভাজন কী?

[রা. বো. '১৫; সি. বো. '১৬, ১৫]

উ: একটি ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেক্টর রাশিতে বিভক্ত করার প্রক্রিয়াই ভেক্টর বিভাজন।

১০) ভেক্টর অপারেটর কী?

[চ. বো. '১৫]

উ: যেসব গাণিতিক চিহ্নের সাহায্যে ভেক্টর রাশির রূপান্তর করা হয় সেগুলোই ভেক্টর অপারেটর।

ভেক্টর

জ্ঞানমূলক

১১) কার্ল কী?

[কু. বো. '১৯, ১৫; সি. বো. '১৭; দি. বো '১৯]

উ: $\vec{A} = A_x\vec{i} + A_y\vec{j} + A_z\vec{k}$ দ্বারা একটি ভেক্টর ক্ষেত্র নির্দিষ্ট হলে এবং একক ক্ষেত্রের যেকোনো বিন্দুতে (x, y, z) ডিফারেনসিয়েট করা গেলে ভেক্টর অপারেটর ∇ ও \vec{A} -এর ভেক্টর গুণনই \vec{A} -এর কার্ল।

১২) স্কেলার ক্ষেত্র কাকে বলে?

[রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী]

উ: ভেক্টর ফাংশন বা ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্সগুলোকে স্কেলার ক্ষেত্র বলে।

১৩) সলিনয়ডাল ভেক্টর কী?

[সরকারি আজিজুল হক কলেজ, বগুড়া]

উ: কোনো ভেক্টরের ডাইভারজেন্স শূন্য হলে ভেক্টরটিকে সলিনয়ডাল ভেক্টর বলে।

১৪) স্বাধীন ভেক্টর কাকে বলে?

উ: স্বাধীন ভেক্টর কোনো ভেক্টর রাশির মান ও দিক ঠিক রেখে ইচ্ছেমতো পাদবিন্দু নেওয়া গেলে তাকে স্বাধীন বা মুক্ত ভেক্টর বলে।

১৫) সদৃশ ভেক্টর কাকে বলে?

উ: সমজাতীয় অসম মানের দুটি ভেক্টর যদি একই দিকে ক্রিয়া করে তবে তাদেরকে সদৃশ পরস্পর ভেক্টর বলে।

১৬) বিসদৃশ বা অসদৃশ ভেক্টর কাকে বলে?

উ: সমজাতীয় অসম মানের দুটি ভেক্টর যদি বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে, তবে তাদেরকে অসদৃশ ভেক্টর বলে।

১৭) সমরেখ বা সমরৈখিক ভেক্টর কাকে বলে?

উ: যদি দুই বা ততোধিক ভেক্টর একই সরলরেখা বরাবর বা পরস্পর সমান্তরালে ক্রিয়া করে তাহলে তাদেরকে সমরৈখিক ভেক্টর বলে।

১৮) সমতলীয় ভেক্টর কাকে বলে?

উ: দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই সমতলে অবস্থান করে তবে তাদেরকে সমতলীয় ভেক্টর বলে।

১৯) সঠিক ভেক্টর কাকে বলে?

উ: যে সকল ভেক্টরের মান শূন্য নয়, তাদেরকে সঠিক ভেক্টর বলে।

২০) সম প্রারম্ভিক ভেক্টর কাকে বলে?

উ: একই মূলবিন্দু বা পাদবিন্দু বিশিষ্ট ভেক্টরসমূহকে সম প্রারম্ভিক ভেক্টর বলে।

জ্ঞানমূলক

২১) স্কেলার গুণন বা ডট গুণন কাকে বলে?

উ: দুটি ভেক্টরের যে গুণনে একটি স্কেলার রাশি পাওয়া যায় এবং এর মান ঐ ভেক্টরদ্বয়ের মান ও তাদের অন্তর্ভুক্ত কোণের cosine এর মানের গুণফলের সমান হয়, সে গুণনকে স্কেলার বা ডট গুণন এবং গুণনের ফলকে স্কেলার গুণফল বলে।

২২) ভেক্টর গুণন কাকে বলে?

উ: দুটি ভেক্টরের যে গুণনে একটি ভেক্টর রাশি পাওয়া যায় এবং এর মান ঐ ভেক্টরদ্বয়ের মান ও তাদের অন্তর্ভুক্ত কোণের sine এর মানের গুণফলের সমান হয় সে গুণনকে ভেক্টর বা ক্রস গুণন এবং গুণনের ফলকে ভেক্টর গুণফল বলে।

২৩) ঘূর্ণন বল কাকে বলে?

উ: ঘূর্ণায়মান কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর (ঘূর্ণন বিন্দু হতে কণাটির লম্ব দূরত্ব বা অবস্থান ভেক্টর) এবং কণার উপর প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে ঘূর্ণন বল বা টর্ক বলে।

২৪) কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে?

উ: ঘূর্ণায়মান কোনো কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর (ঘূর্ণন বিন্দু হতে কণাটির লম্ব দূরত্ব বা অবস্থান ভেক্টর) এবং রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

২৫) ডানহাতি স্ক্রু নিয়ম বিবৃতি কর।

উ: দুটি ভেক্টরের সমতলে একটি ডানহাতি স্ক্রুকে লম্বভাবে স্থাপন করে প্রথম ভেক্টর থেকে দ্বিতীয় ভেক্টরের দিকে ক্ষুদ্রতর কোণে ঘুরালে স্ক্রুটি যে দিকে অগ্রসর হবে সেদিকে হবে ভেক্টর গুণনের দিক।

২৬) স্কেলার রাশি কাকে বলে?

উ: যেসব ভৌত রাশিকে সম্পূর্ণভাবে প্রকাশ করার জন্য শুধুমাত্র মানের প্রয়োজন হয়, দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না। তাদেরকে স্কেলার রাশি বলে। যেমন- ভর, দৈর্ঘ্য, দ্রুতি, কাজ, সময়, তাপমাত্রা, বিভব ইত্যাদি।

২৭) ভেক্টর রাশি কাকে বলে?

উ: যেসব ভৌত রাশিকে সম্পূর্ণভাবে প্রকাশ করার জন্য মান ও দিক উভয়ের প্রয়োজন হয় তাদেরকে ভেক্টর রাশি বলে। যেমন- ওজন, সরণ, বেগ, বল, প্রাবল্য ইত্যাদি।

২৮) সমান ভেক্টর কাকে বলে?

উ: একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের মান ও দিক একই হলে তাদেরকে সমান ভেক্টর বলে।

২৯) বিপরীত বা ঋণ ভেক্টর কাকে বলে?

উ: একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের মান সমান কিন্তু দিক বিপরীত হলে তাদেরকে একটির সাপেক্ষে অপরটির বিপরীত বা ঋণ ভেক্টর বলে।

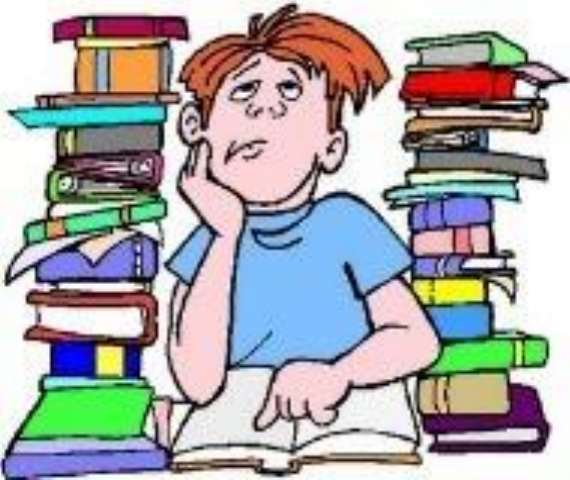
জ্ঞানমূলক

৩০) ত্রিভুজ সূত্র বিবৃত কর।

উ: (দুটি ভেক্টরের যোজনের ক্ষেত্রে) যদি কোনো ত্রিভুজের দুটি সন্নিহিত বাহু দ্বারা একই ক্রমে দুটি একই জাতীয় ভেক্টর নির্দেশ করা যায় তাহলে ত্রিভুজের তৃতীয় বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টর দুটির লব্ধি নির্দেশ করবে।

৩১) সামান্তরিক সূত্র বিবৃত কর।

উ: কোনো সামান্তরিকের একটি কৌণিক বিন্দু হতে অঙ্কিত সন্নিহিত বাহুদ্বয় যদি কোনো কণার উপর একই সময়ে ক্রিয়ারত একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের মান ও দিক নির্দেশ করে, তাহলে ঐ বিন্দু হতে অঙ্কিত সামান্তরিকের কর্ণ উক্ত ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করবে।



অনুধাবনমূলক

১) নাল ভেক্টরের সুনির্দিষ্ট দিক নেই কেন?

[রা. বো. '১৫]

উ: কোনো ভেক্টরের নির্দেশক রেখাটির আদি বিন্দু ও শেষ বিন্দু যদি মিশে যায় তবে রেখাংশটি এটি বিন্দুতে পরিণত হয়। এ ধরনের ভেক্টরকে শূন্য ভেক্টর বলে। সুতরাং এটি এমন একটি ভেক্টর যার মান শূন্য অর্থাৎ $|\vec{0}| = 0$, এর কোনো নির্দিষ্ট দিক থাকে না অর্থাৎ শূন্য ভেক্টরের কোনো সুনির্দিষ্ট দিক নেই। একে সাধারণত $\vec{0}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

২) দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে কিনা ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৬]

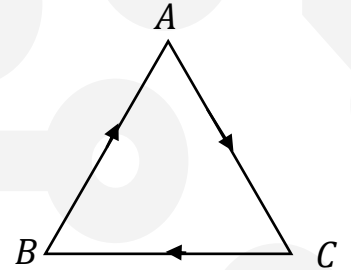
উ: দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধির সর্বনিম্ন মান ভেক্টরদ্বয়ের বিয়োগফলের সমান। এক্ষেত্রে ভেক্টরদ্বয় অসমান হওয়ার কারণে এদের বিয়োগফল কখনো শূন্য হবে না। তাই দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না।

৩) একই ক্রমে ক্রিয়াশীল তিনটি ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৯]

উ: কোন বস্তু যদি B বিন্দু থেকে যাত্রা শুরু করে BA পথে A বিন্দুতে অতঃপর AC পথে C বিন্দুতে এবং সর্বশেষ CB পথে B বিন্দুতে B ফিরে আসে। তবে ঐ বস্তুটির নীট সরণ হবে শূন্য। অর্থাৎ, একই ক্রমে তিনটি ভেক্টর \vec{BA} , \vec{AC} এবং \vec{CB} এর লব্ধি শূন্য। আবার, ভেক্টর যোগের ত্রিভুজবিধি অনুসারে,

$$\begin{aligned}\vec{BA} + \vec{AC} &= \vec{BC} \\ \text{বা, } \vec{BA} + \vec{AC} - \vec{BC} &= 0 \\ \text{বা, } \vec{BA} + \vec{AC} + \vec{CB} &= 0\end{aligned}$$



অতএব, উপরোক্ত বিশ্লেষণ হতে এটি স্পষ্ট যে, একইক্রমে ক্রিয়াশীল ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে।

৪) ট্রলি ব্যাগের হাতল লম্বা রাখা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৬]

উ: ট্রলি ব্যাগের হাতল যত লম্বা হয় ব্যাগটি টানার সময় তা ভূমির সাথে তত কম কোণ তৈরি করে। অর্থাৎ হাতলটি ভূমির বেশি কাছাকাছি থাকে। আর θ এর মান কম হলে $\cos \theta$ এর মান বেশি হয়। অর্থাৎ এক্ষেত্রে ভূমি বরাবর বেগের মান বেশি হয় যাতে ব্যাগটি সহজেই টেনে নেওয়া যায়। এজন্যই ট্রলি ব্যাগের হাতল লম্বা রাখা হয়।

৫) $\hat{i} \cdot \hat{j} = 0$ হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৬]

উ: এখানে, \hat{i} ও \hat{j} যথাক্রমে X -অক্ষ ও Y -অক্ষ বরাবর আয়ত একক ভেক্টর। আমরা জানি, X ও Y -অক্ষের মধ্যবর্তী কোণ $\theta = 90^\circ$.

\hat{i} ও \hat{j} এর ডট গুণফল $\hat{i} \cdot \hat{j} = |\hat{i}| |\hat{j}| \cos \theta = 1 \times 1 \times 0 = 0$

অতএব, \hat{i} ও \hat{j} এর মধ্যবর্তী কোণ 90° বলে $\hat{i} \cdot \hat{j} = 0$ হয়।

অনুধাবনমূলক

৬) দুটি ভেক্টর রাশির যোগফল ও বিয়োগ ফলের মান সমান- ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৯]

উ: $|\vec{A} + \vec{B}| = |\vec{A} - \vec{B}|$

বা, $A^2 + B^2 + 2AB \cos \alpha = A^2 + B^2 + 2AB \cos(180 - \alpha)$

বা, $2AB \cos \alpha = -2AB \cos \alpha$

বা, $4AB \cos \alpha = 0$

বা, $\cos \alpha = 0$

$\therefore \alpha = 90^\circ$

অতএব, দুটি ভেক্টর যখন পরস্পর লম্বভাবে ক্রিয়া করে তখন তাদের যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হয়।

৭) বায়ুপ্রবাহ না থাকলেও একজন সাইকেল আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করেন কেন? ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৯]

উ: বায়ুপ্রবাহ না থাকলেও সেখানে বায়ুর উপস্থিতি বিদ্যমান। ফলে একজন সাইকেল আরোহী যখন স্থির বায়ুর মধ্যদিয়ে সাইকেলে আরোহন করে তখন বায়ুর পরম গতিশূন্য হলেও আরোহীর সাপেক্ষে বায়ুর আপেক্ষিক বেগ থাকে। এজন্য আরোহী বাতাসের ঝাপটা অনুভব করেন।

৮) সকল সমরেখ ভেক্টর সমান ভেক্টর নয়- ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৯]

উ: দুই বা ততোধিক ভেক্টর একই রেখা বরাবর বা সমান্তরালে ক্রিয়া করলে তাদেরকে সমরেখ ভেক্টর বলে। সমরেখ ভেক্টরের সংজ্ঞা থেকে এটি স্পষ্ট যে, কেবল দিক এক হলেই দুটি ভেক্টর সমরেখ হয়। কিন্তু আমরা জানি, দুটি ভেক্টর সমান হতে হলে তাদের মান ও দিক সমান এবং তাদেরকে সমজাতীয় হতে হয়। অতএব, সকল সমরেখ ভেক্টর সমান ভেক্টর নয়।

৯) ডানহাতি স্ক্রু নিয়মের সাহায্যে বোতলের মুখ খোলা বা বন্ধ করা যায়- ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৯]

উ: ডানহাতি স্ক্রু নিয়ম অনুসারে বামদিকে ঘুরালে স্ক্রুটি উপরের দিকে অগ্রসর হয়। একইভাবে বোতলের ছিপি বামদিকে ঘুরালে ছিপিটি বাইরের দিকে অগ্রসর হয়ে মুখ খুলে দিকে যায়। অনুরূপভাবে, স্ক্রু বোতলের ছিপিও ডানদিকে ঘুরালে সেটি ভিতরের দিকে অগ্রসর হয়ে মুখ বন্ধ হয়ে যায়। অতএব বলা যায়, ডানহাতি স্ক্রু নিয়মের সাহায্যে বোতলের মুখ খোলা বা বন্ধ করা যায়।

১০) দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে কিনা- ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৬]

উ: দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধির সর্বনিম্ন মান ভেক্টরদ্বয়ের বিয়োগফলের সমান। এক্ষেত্রে ভেক্টরদ্বয় অসমান হওয়ার কারণে এদের বিয়োগফল কখনো শূন্য হবে না। তাই দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে না।

অনুধাবনমূলক

১১) বল ও সরণ ভেক্টর রাশি হলেও তাদের দ্বারা সৃষ্ট কাজ স্কেলার রাশি- ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৮; রা. বো. '১৮; য. বো. '১৮; সি. বো. '১৮; দি. বো. '১৮]

উ: যে সকল রাশির মান এবং দিক উভয়ই আছে তাদেরকে ভেক্টর রাশি বা দিক রাশি বলে। দুটি ভেক্টর রাশির ডট গুণন একটি স্কেলার রাশি এবং ক্রস গুণন ভেক্টর রাশি হয়। কাজের সংজ্ঞানুসারে আমরা জানি, কাজ হলো সরণের দিকে বলের উপাংশ \times সরণ অথবা বল \times বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফল। অর্থাৎ $W = FS \cos \theta$ । বল ও সরণ উভয়ই দিক রাশি হওয়ায় দিক রাশির স্কেলার গুণফলের সংজ্ঞানুসারে $W = \vec{F} \cdot \vec{S}$ । যেহেতু দুটি দিক রাশির স্কেলার গুণফল একটি রাশি তাই বল ও সরণের গুণফল একটি স্কেলার রাশি। যার কেবল মান আছে, দিক নেই।

১২) ভেক্টরের মান কখন ঋণাত্মক হয় এবং কেন? ব্যাখ্যা কর।

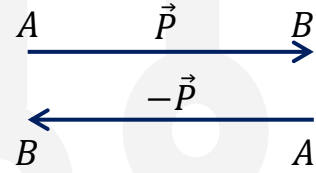
[দি. বো. '১৫]

উ: দুটি সমজাতীয় ভেক্টর পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়াকরত থাকলে তাদের একটির সাপেক্ষে অপরটির মান ঋণাত্মক হয়।

এখানে, $\vec{AB} = \vec{P}$

এর বিপরীত ভেক্টর $\vec{BA} = -\vec{P}$

এবং $\vec{AB} = -\vec{BA}$



১৩) $\hat{i} \cdot \hat{j} = 0$ হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৬]

উ: এখানে, \hat{i} ও \hat{j} যথাক্রমে X-অক্ষ ও Y-অক্ষ বরাবর আয়ত একক ভেক্টর। আমরা জানি, X ও Y-অক্ষের মধ্যবর্তী কোণ $\theta = 90^\circ$. \hat{i} ও \hat{j} এর ডট গুণফল,

$$\hat{i} \cdot \hat{j} = |\hat{i}| |\hat{j}| \cos \theta$$

$$= \sqrt{1^2} \sqrt{1^2}$$

$$= \cos 90^\circ$$

$$= (1) \times (1) \times 0 = 0$$

অতএব, \hat{i} ও \hat{j} এর মধ্যবর্তী কোণ 90° বলে $\hat{i} \cdot \hat{j} = 0$ হয়।

১৪) বাতাসের প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের বেগ কম মনে হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৫]

উ: বাতাসের প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের বেগ কম মনে হয়। কারণ বাতাস যদিকে প্রবাহিত হয় সেই দিকে দৌড়ালে বাতাসের কোনো বাধা অনুভব করা যায় না। এক্ষেত্রে যিনি দৌড়ান তার বেগের সমপরিমাণ বেগ বাতাসের বেগ থেকে বাদ দিলে অবশিষ্ট বেগের মানই বাতাসের বেগ বলে তার কাছে মনে হবে। ফলে স্বাভাবিকভাবেই তার কাছে বাতাসের বেগ কম মনে হয়।

অনুধাবনমূলক

১৫) নৌকার গুণ টানার ফলে সামনের দিকে কীভাবে এগিয়ে চলে- ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৫]

উ: F বলে নৌকার গুণ টানা হলে এর অনুভূমিক উপাংশ $F \cos \theta$ নৌকাকে সামনের দিকে নিয়ে যায় এবং উল্লম্ব উপাংশ $F \sin \theta$ নৌকাকে পাড়ের দিকে টানে। কিন্তু নৌকার হাল দ্বারা এ উল্লম্ব উপাংশ $F \sin \theta$ নাকচ হয়ে যায়। ফলে নৌকাটি সামনের দিকে এগিয়ে চলে।

১৬) স্বাধীন ভেক্টরের পাদবিন্দু মূলবিন্দুতে নয় কেন-ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৫]

উ: আমরা জানি, স্বাধীন ভেক্টরের পাদবিন্দু কোথায় হবে তা ইচ্ছেমতো ঠিক করা যায় অর্থাৎ, এর পাদবিন্দু নির্দিষ্ট নয়। এজন্যই স্বাধীন ভেক্টরের পাদবিন্দু মূলবিন্দুতে নয়।

১৭) ডাইভারজেন্স বলতে কী বুঝ?

[অমৃত লাল দে মহাবিদ্যালয়, বরিশাল]

উ: $\vec{V}(x, y, z)$ দ্বারা একটি ভেক্টর ক্ষেত্র নির্দিষ্ট হলে এবং একে ক্ষেত্রের প্রত্যেক বিন্দুতে ব্যবকলন করা সম্ভব হলে ভেক্টর অপারেটর $\vec{\nabla}$ এবং \vec{V} এর স্কেলার গুণন $\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ কে \vec{V} এর ডাইভারজেন্স বলে।

$$\begin{aligned} \therefore \operatorname{div} \vec{V} &= \vec{\nabla} \cdot \vec{V} \\ &= \left(\hat{i} \frac{\partial}{\partial x} + \hat{j} \frac{\partial}{\partial y} + \hat{k} \frac{\partial}{\partial z} \right) \cdot (\hat{i} V_x + \hat{j} V_y + \hat{k} V_z) \\ &= \hat{i} \cdot \hat{i} \frac{\partial V_x}{\partial x} + \hat{i} \cdot \hat{j} \frac{\partial V_y}{\partial x} + \hat{i} \cdot \hat{k} \frac{\partial V_z}{\partial x} + \hat{j} \cdot \hat{i} \frac{\partial V_x}{\partial y} + \hat{j} \cdot \hat{j} \frac{\partial V_y}{\partial y} + \hat{j} \cdot \hat{k} \frac{\partial V_z}{\partial y} + \hat{k} \cdot \hat{i} \frac{\partial V_x}{\partial z} + \hat{k} \cdot \hat{j} \frac{\partial V_y}{\partial z} + \hat{k} \cdot \hat{k} \frac{\partial V_z}{\partial z} \end{aligned}$$

$$\therefore \vec{\nabla} \cdot \vec{V} = \frac{\partial V_x}{\partial x} + \frac{\partial V_y}{\partial y} + \frac{\partial V_z}{\partial z}$$

$$[\hat{i} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{k} = 1 \text{ এবং } \hat{i} \cdot \hat{j} = \hat{j} \cdot \hat{i} = \hat{j} \cdot \hat{k} = \hat{k} \cdot \hat{j} = \hat{k} \cdot \hat{i} = \hat{i} \cdot \hat{k} = 0]$$

$\vec{\nabla} \cdot \vec{V}$ একটি স্কেলার রাশি। প্রবাহী বলবিদ্যায় ডাইভারজেন্স এর ভূমিকা লক্ষ করা যায়।

১৮) 'কৃত কাজ' একটি স্কেলার রাশি, ব্যাখ্যা কর।

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

উ: বল প্রয়োগের মাধ্যমে বস্তুর সরণ হলে বল এবং বলের দিকে বস্তুর সরণের উপাংশের গুণফলকে কৃতকাজ বলে। বল \vec{F} এবং বলের অভিমুখের সাথে θ কোণে বস্তুর সরণ \vec{S} হলে, বলের দিকের সাথে \vec{S} সরণের উপাংশ $= S \cos \theta$ ।

$$\text{এখন কৃতকাজের সংজ্ঞানুসারে, } W = F(S \cos \theta) = \vec{F} \cdot \vec{S}$$

অর্থাৎ কৃতকাজ বলতে বল ও সরণের স্কেলার গুণফলকে বুঝায় যা সর্বদা স্কেলার মান প্রদান করে।

সুতরাং আমরা বলতে পারি, কৃতকাজ একটি স্কেলার রাশি।

অনুধাবনমূলক

১৯) $\vec{P} \times \vec{Q}$ এবং $\vec{Q} \times \vec{P}$ কীভাবে সম্পর্কিত?

[ইম্পাহানি পাবলিক স্কুল ও কলেজ, কুমিল্লা সেনানিবাস, কুমিল্লা]

উ: $\vec{P} \times \vec{Q}$ হলো \vec{P} এবং \vec{Q} ভেক্টর দুটির ভেক্টর গুণফল। আবার, $\vec{Q} \times \vec{P}$ হলো \vec{Q} এবং \vec{P} ভেক্টর দুটির ভেক্টর গুণফল। ভেক্টরের ভেক্টর গুণফল বিনিময় সূত্র মেনে চলে না অর্থাৎ $\vec{P} \times \vec{Q} \neq \vec{Q} \times \vec{P}$ বরং $\vec{P} \times \vec{Q} = -\vec{Q} \times \vec{P}$ যেখানে $\vec{P} \times \vec{Q}$ এর দিক $\vec{Q} \times \vec{P}$ এর বিপরীত। ডানহাতি স্ক্রু নিয়ম হতে আমরা ভেক্টরদ্বয়ের ভেক্টর গুণনের দিক নির্ণয় করতে হয়।

২০) স্রোতযুক্ত নদীতে সোজা পথে ওপারে যেতে নৌকার বেগ স্রোতের বেগের চেয়ে অধিক হতে হবে- ব্যাখ্যা কর।

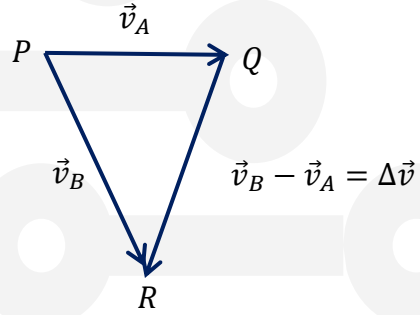
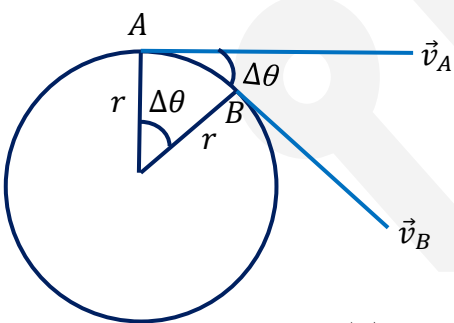
[জালালাবাদ ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল এন্ড কলেজ]

উ: স্রোতযুক্ত নদীতে নৌকার চেয়ে স্রোতের বেগ বেশি হলে নৌকাটি ওপারে পৌছাতে পারবে না কারণ ভেক্টরের নিয়ম অনুযায়ী স্রোতের বেগ শুধু কার্যকর হবে ফলে নৌকাটি সোজা স্রোত বরাবর চলতে থাকবে। ফলে স্রোতযুক্ত নদীতে ওপারে যেতে নৌকার বেগ স্রোতের চেয়ে অধিক হতে হবে।

২১) কেন্দ্রমুখী ত্বরণের ভেক্টররূপ আলোচনা কর।

[রা. বো. '১৬]

উ: ধরা যাক, সুসম বৃত্তাকার গতিতে চলমান বস্তুর A বিন্দুতে বেগ \vec{v}_A । ক্ষুদ্র সময় Δt পরে বস্তুটি B বিন্দুতে এলো। B বিন্দুতে বস্তুর বেগ \vec{v}_B এবং কৌণিক সরণ $\Delta\theta$ খুবই ক্ষুদ্র।



$$\Delta\theta \text{ খুবই ক্ষুদ্র বলে, } \Delta\theta = \frac{\text{চাপ}}{\text{ব্যাসার্ধ}} = \frac{|\overline{QR}|}{|\vec{v}_A|} = \frac{|\Delta\vec{v}|}{v}$$

$$\text{বা, } |\overline{QR}| = |\Delta\vec{v}| = v(\Delta\theta)$$

এখানে, v হচ্ছে \vec{v}_A এবং \vec{v}_B এর সমান। সুসম দ্রুতিতে চলমান বলে উভয়ে সমান।

$$\begin{aligned} \text{এখন, কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, } a &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{|\Delta v|}{\Delta t} \\ &= \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{v(\Delta\theta)}{\Delta t} = v \frac{d\theta}{dt} = v\omega \end{aligned}$$

$$\therefore a = \omega^2 r = \frac{v^2}{r}$$

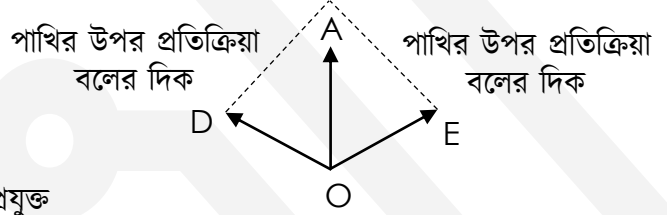
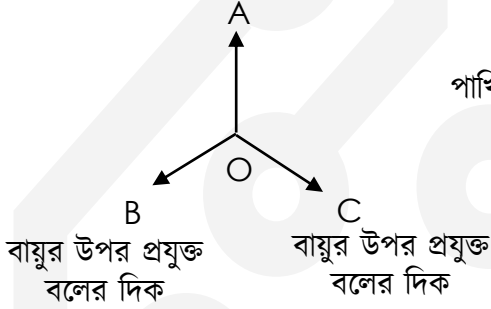
$$\text{ভেক্টররূপে, } \vec{a} = -\omega^2 \vec{r} = \frac{-v^2}{r^2} \vec{r}$$

এখানে, ঋণাত্মক চিহ্ন দ্বারা বুঝা যায় কেন্দ্রমুখী ত্বরণের চিহ্ন ব্যাসার্ধ ভেক্টর \vec{r} এর বিপরীত দিকে

অনুধাবনমূলক

২২) পাখি কিভাবে আকাশে উড়ে - ব্যাখ্যা কর

উ: একটি পাখি যখন OA বরাবর উড়ে যায় তখন পাখিটি তার ডানা দুটি দিয়ে বায়ুর ওপর OB এবং OC অভিমুখে বল প্রয়োগ করে। একই সঙ্গে বায়ুও OE এবং OD অভিমুখে পাখিটির উপর প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বল দুটি পাখি উপর ক্রিয়া করায় পাখির গতি সৃষ্টি হয়। প্রতিক্রিয়া বল দুটির লব্ধি হলো OA , ফলে পাখিটি OA বরাবর উড়ে চলে যায়।



২৩) লন রোলার ঠেলার চেয়ে টানা সহজ - ব্যাখ্যা কর

উ: লন রোলারকে ঠেলার সময় প্রযুক্ত বলের উল্লম্ব উপাংশ নিচের দিকে ক্রিয়া করে। ফলে রোলারটি প্রকৃত ওজনের চেয়ে ভারী মনে হয়। অন্যদিকে রোলারটিকে টানার সময় এর উপর প্রযুক্ত বলের উল্লম্ব উপাংশ উপরের দিকে হওয়ায় এটি রোলারের ওজন কমিয়ে দেয়। ফলে লন রোলার ঠেলার চেয়ে টানা সহজ হয়।

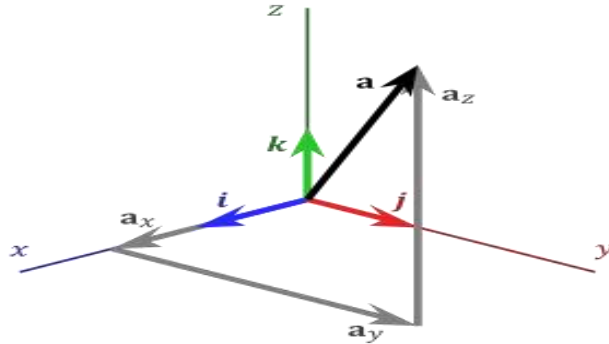
নিজে কর

- ১) ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্রটি কী কী কাজে ব্যবহার করা যেতে পারে?
- ২) ভেক্টর যোগের ত্রিভুজ সূত্রটি বর্ণনা কর।
- ৩) লন রোলারকে টানার সময় আপাত ওজন কমে যায় কেন?
- ৪) দুটি ভেক্টর কখন পরস্পর সমান্তরাল হয় ব্যাখ্যা কর।
- ৫) নৌকার গুণ টানার ক্ষেত্রে নৌকার গতি কীভাবে বৃদ্ধি করা যায়? ব্যাখ্যা কর।
- ৬) দুটি ভেক্টরের লব্ধির সর্বোচ্চ মান ভেক্টরদ্বয়ের মানের যোগফলের সমান ব্যাখ্যা কর।
- ৭) একই বিন্দুতে একই সময়ে ক্রিয়ারত দুটি ভেক্টরের মান সমান। দেখাও যে, এদের লব্ধি ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণকে সমদ্বিখণ্ডিত করে।
- ৮) বৃষ্টির পানি চলন্ত গাড়ির সামনের কাচকে ভিজিয়ে দেয়, পেছনের কাচকে ভিজায় না কেন?
- ৯) সিলিং এ রক্ষিত বৈদ্যুতিক পাখা কিভাবে ঘুরলে বাতাস ফ্যানের নিচে বসা ব্যক্তি পাবে?
- ১০) কার্ল-এর ভৌত তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর।

ভেক্টর

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

অপারেটর / ভেক্টর অপারেটর
বিপ্রতীপ ভেক্টর
একক ভেক্টর
সরণ ভেক্টর
স্বাধীন ভেক্টর
লব্ধি ভেক্টর
অবস্থান ভেক্টর
ডানহাতি স্ক্রু নিয়ম
নাল (Null) বা শূন্য ভেক্টর
সমরেখ ভেক্টর
স্কেলার/ভেক্টর ক্ষেত্র
ভেক্টর গুণন
দুটি ভেক্টরের গুণফল স্কেলার হওয়া সম্ভব কখন
ভারী বস্তুকে কম কোণে টেনে নেওয়ার কারণ
ভেক্টর বিভাজনের মাধ্যমে মানুষের হেঁটে যাওয়ার ব্যাখ্যা
দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে কিনা
ট্রিলি ব্যাগের হাতল লম্বা হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা
বৈদ্যুতিক পাখার সব বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান
লন রোলার ঠেলা অপেক্ষা টানা সহজ
একক ভেক্টরসমূহের ডট ও ক্রস গুণফল
স্কেলার গুণফল বিনিময় সূত্র মেনে চলে/ভেক্টর গুণফল বিনিময় সূত্র মানে না - ব্যাখ্যা
নৌকার গুণ টানার ব্যাখ্যা
সমান মানের দুটি ভেক্টরের লব্ধির শূন্য
নদীর বিপরীত পাড়ে যেতে অবশ্যই নৌকার বেগ স্রোতের বেগ অপেক্ষা বেশি হতে হবে



নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

জ্ঞানমূলক

১) দ্বন্দ্ব কী?

[ঢা. বো. '১৯]

উ: কোনো দৃঢ় বস্তুর দুটি ভিন্ন বিন্দুতে সমান মানের দুটি বলের পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করাই হলো দ্বন্দ্ব।

২) বলের ঘাত কী?

[কু. বো. '১৯; য. বো. '১৭]

উ: কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল এবং বলের ক্রিয়াকালের গুণফলই বলের ঘাত।

৩) জড়তার ভ্রামক কী?

[চ. বো. '১৯]

উ: একটি নির্দিষ্ট অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান দৃঢ় বস্তুর প্রত্যেকটি কণার ভর এবং ঘূর্ণন অক্ষ থেকে প্রত্যেকটি কণার দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টিই জড়তার ভ্রামক।

৪) কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৭; রা. বো. '১৫; ব. বো. '১৯]

উ: ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তু কণার অবস্থান ভেক্টর অর্থাৎ ঘূর্ণন অক্ষ হতে দূরত্ব এবং বস্তুকণার রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

৫) টর্ক কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৮; রা. বো. '১৮; য. বো. '১৯, ১৮; কু. বো. '১৭;
চ. বো. '১৭; সি. বো. '১৯, ১৮, ১৭, ১৬; দি. বো. '১৮]

উ: কোনো দৃঢ় বস্তুর উপর বল প্রযুক্ত হলে বস্তুটির মধ্যে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দু বা অক্ষের সাপেক্ষে ঘুরবার যে প্রবণতা সৃষ্টি হয় তাকে বলের ভ্রামক বা টর্ক বলে।

৬) স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৫; কু. বো. '১৯; দি. বো. '১৯]

উ: যে সংঘর্ষে বস্তুসমূহের মোট গতিশক্তি ও মোট ভরবেগ অপরিবর্তিত থাকে এবং সংঘর্ষের পর বস্তুসমূহ আলাদা থাকে, সেই সংঘর্ষকে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।

৭) চক্রগতির ব্যাসার্ধ কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৮; রা. বো. '১৮; য. বো. '১৮; সি. বো. '১৮;
ব. বো. '১৭; দি. বো. '১৮]

উ: কোনো দৃঢ় বস্তুর সমগ্র ভর যদি একটি বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত করা যায় যাতে করে একটি নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঐ কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তাহলে ঐ নির্দিষ্ট অক্ষ থেকে কেন্দ্রীভূত বস্তু কণার লম্ব দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলে।

৮) বল কাকে বলে?

[ব. বো. '১৬]

উ: যে বাহ্যিক কারণ বস্তুর গতি বা স্থিতি অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায় তাকে বল বলে।

৯) মৌলিক বল কাকে বলে?

[চ. বো. '১৬]

উ: যে সকল বল মূল বা অকৃত্রিম অর্থাৎ অন্য কোনো বস্তু থেকে উৎপন্ন হয় না তাকে মৌলিক বল বলে।

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

জ্ঞানমূলক

১০) ঘাত বল কাকে বলে?

[চ. বো. '১৫; ব. বো. '১৬]

উ: খুব অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের যে বল কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয় তাকে ঘাত বল বলে।

১১) কেন্দ্রমুখী বল কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৫; রা. বো. '১৭; দি. বো. '১৬]

উ: যে বলের ক্রিয়ায় কোনো বস্তু সমদ্রুতিতে বৃত্তপথে চলতে থাকে এবং যে বল সবসময় বস্তুর গতিপথের সঙ্গে লম্বভাবে ভেতরের দিকে অর্থাৎ বৃত্তের কেন্দ্রাভিমুখে ক্রিয়া করে তাকে কেন্দ্রমুখী বা অভিকেন্দ্র বল (Centripetal force) বলা হয়।

১২) ১ পাউন্ডাল কাকে বলে?

[রা. বো. '১৬]

উ: যে বল ১ পাউন্ড ভরবিশিষ্ট কোনো একটি বস্তুতে প্রযুক্ত হয়ে ১ ফুট/সে^২ ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে ১ পাউন্ডাল বলে।

১৩) ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি বা নিত্যতার সূত্র বিবৃত কর।

[য. বো. '১৬]

উ: নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি যে, কোনো বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুটির ওপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। সুতরাং বস্তুটির ওপর কোনো বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে না। অর্থাৎ ওই বস্তুর রৈখিক ভরবেগ অপরিবর্তিত থাকে। এটিই হলো রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি বা নিত্যতার সূত্র।

১৪) মৌলিক বল কত প্রকার ও কী কী?

উ: মৌলিক বল চার ধরনের। যথা- মহাকর্ষ বল, তড়িৎ-চুম্বকীয় বল, সবল নিউক্লিয় বল ও দুর্বল নিউক্লিয় বল।

১৫) ভরবেগ কাকে বলে?

উ: বস্তুর স্তর ও বেগের সমন্বয়ে বস্তুতে যে ধর্মের উদ্ভব হয় তাকে বস্তুর ভরবেগ বলে।

ভরবেগ = ভর × বেগ

১৬) নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র বিবৃতি কর।

উ: ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। এই বল যে দিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

১৭) কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা বা সংরক্ষণ সূত্র বিবৃত কর।

উ: বস্তুর উপর ক্রিয়ারত বহিস্থ টর্কের লব্ধি শূন্য হলে, ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন হবে না। এটিই কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা বা সংরক্ষণ সূত্র।

১৮) কেন্দ্রমুখী ত্বরণ কাকে বলে?

উ: শূন্য বা শূন্যের কাছাকাছি সময় ব্যবধানে, কেন্দ্র স্থির রেখে কোনো বস্তু চক্রাকারে ঘূর্ণনশীল হলে, বস্তুর কেন্দ্র অভিমুখে যে প্রযুক্ত বেগ বৃদ্ধির হার সৃষ্টির হয়, তাকে কেন্দ্রমুখী ত্বরণ বলে।

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

জ্ঞানমূলক

১৯) কেন্দ্রবিমুখী বল কাকে বলে?

উ: সমদ্রুতিতে বৃত্তপথে আবর্তনরত বস্তুর ওপর অভিকেন্দ্র বলের সমান ও বিপরীতমুখি অর্থাৎ কেন্দ্র থেকে বাইরের দিকে একটি অলীক বল ক্রিয়া করে। একে কেন্দ্রবিমুখী বা অপকেন্দ্র বল বলে।



নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

১) বলের ঘাত ভরবেগের পরিবর্তনের সমান মাত্রা সমীকরণের সাহায্যে ব্যাখ্যা কর / বলের ঘাত ও ভরবেগের মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় কর ? [রা. বো. '১৫]

উ: আমরা জানি, বলের ঘাত = বল \times বলের ক্রিয়াকাল
বলের ঘাত এর মাত্রা = বলের মাত্রা \times বলের ক্রিয়াকাল এর মাত্রা
$$= MLT^{-2} \times T = MLT^{-1}$$

\therefore বলের ঘাত এর মাত্রা সমীকরণ = $[MLT^{-1}]$

আবার, ভরবেগের পরিবর্তন এর মাত্রা = ভরের মাত্রা \times বেগের মাত্রা = $M \times LT^{-1} = MLT^{-1}$

ভরবেগের পরিবর্তনের মাত্রা সমীকরণ = $[MLT^{-1}]$

এখানে, বলের ঘাতের মাত্রা সমীকরণ = ভরবেগের পরিবর্তনের মাত্রা সমীকরণ।

\therefore বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন।

২) একজন অ্যাথলেট লং জাম্প দেওয়ার পূর্বে বেশ কিছুদূর থেকে দৌড় দেন কেন? [য. বো. '১৫]

উ: আমরা জানি, স্থির বস্তু হঠাৎ গতিশীল হলে গতি জড়তার কারণে তা পিছনের দিকে হেলে পড়ে। তাই অ্যাথলেট স্থির অবস্থান থেকে জাম্প না দিয়ে বেশ কিছু দূর দৌড়ে এসে জাম্প দেন। এতে তার শরীরে গতি জড়তার প্রভাব কাজ করে এবং এ গতি জড়তার প্রভাবে সে অধিক দূরত্ব অতিক্রম করার চেষ্টা করে।

৩) একটি দেয়ালে একটি বল ধাক্কা খেয়ে পিছনে ফিরে আসে কেন? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. '১৫]

উ: একটি দেয়ালে বল ধাক্কা খেলে বলটি দেয়ালের উপর যে পরিমাণ বল প্রয়োগ করে দেয়ালও বলের উপর সমপরিমাণ প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এখন দেয়ালের তুলনায় বলের ভর অনেক কম বলে দেয়াল স্থির থাকে কিন্তু বলটি পেছনের দিকে সরে আসে।

৪) একজন দৌড়বিদ দৌড়ের শুরুতে সামনের দিকে ঝুঁকে থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। [ঢা. বো. '১৫]

উ: আমরা জানি, স্থির বস্তু হঠাৎ চলতে শুরু করলে স্থিতি জড়তার কারণে বস্তুটি পিছনের দিকে হেলে পড়ে। একজন দৌড়বিদ যদি দৌড়ের শুরুতে সোজাসুজি দাঁড়িয়ে থাকেন তাহলে তার পিছনের দিকে হেলে পড়ার সম্ভাবনা থাকে। স্থিতি জড়তাজনিত পিছনের দিকে হেলে পড়া পরিহার করার জন্যই দৌড়বিদ দৌড়ের শুরুতে সামনের দিকে ঝুঁকে থাকেন।

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

৫) ভর ও জড়তার ভ্রামকের মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৫]

উ: নিচে ভর ও জড়তার ভ্রামকের মধ্যে পার্থক্য ব্যাখ্যা করা হলো :

কোনো বস্তুর মধ্যকার মোট উপাদানের পরিমাণই ঐ বস্তুর ভর। তবে কোনো বস্তু কোনো বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকলে ঐ বস্তুর প্রত্যেকটি কণার ভর এবং ঘূর্ণন অক্ষ হতে নিজ নিজ দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টিকে ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে জড়তার ভ্রামক বলে। ভরের একক kg হলেও জড়তার ভ্রামকের একক kgm^2 । ভরের মাত্রা $[M]$, তবে জড়তার ভ্রামকের মাত্রা $[ML^2]$ ।

৬) জড়তার ভ্রামকের সাথে চক্রগতির ব্যাসার্ধের সম্পর্ক ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৬]

উ: কোনো দৃঢ় বস্তুর সমগ্র ভর যদি একটি বিন্দুতে কেন্দ্রীভূত করা যায় যাতে করে একটি নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে ঐ কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার জড়তার ভ্রামক, ঐ নির্দিষ্ট অক্ষের সাপেক্ষে সমগ্র দৃঢ় বস্তুর জড়তার ভ্রামকের সমান হয়, তাহলে ঐ নির্দিষ্ট অক্ষ থেকে কেন্দ্রীভূত বস্তুকণার লম্ব দূরত্বকে চক্রগতির ব্যাসার্ধ বলে। ঘূর্ণন অক্ষ PQ থেকে পুঞ্জীভূত ভর M পর্যন্ত দূরত্বকে K ধরলে, PQ এর সাপেক্ষে M এর জড়তার ভ্রামক,

$$I = MK^2$$

$$\text{বা, } K = \sqrt{\frac{I}{M}}$$

$$\therefore \text{চক্রগতির ব্যাসার্ধ} = K = \sqrt{\frac{I}{M}}$$

৭) রাস্তার বাঁকের ভিতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্ত উঁচু হয় কেন?

[য. বো. '১৬]

উ: বাঁকা পথে গাড়ি চলার সময় এর উপর ক্রিয়াশীল বস্তুর অভিমুখী জড়তা গাড়িটিকে ধাক্কা দিয়ে উল্টিয়ে ফেলতে পারে। এ জড়তা প্রতিহত করার জন্য গাড়িটিকে একটি কেন্দ্রমুখী বলের সৃষ্টি করতে হয়। এজন্য গাড়িটিকে কাত হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু সমতলে গাড়ি কাত হলে বিপর্যয় ঘটবে। এজন্য রাস্তার বাঁকের ভিতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্ত উঁচু রাখা হয়।

৮) কাচে গুলি করলে ছিদ্র হয় কিন্তু ঢিল ছুঁড়লে কাচ চূর্ণবিচূর্ণ হয় ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৬]

উ: আমরা জানি, A ক্ষেত্রফলের উপর F বল প্রযুক্ত হলে উৎপন্ন চাপ, $P = \frac{F}{A}$

অর্থাৎ বলের মান যত বেশি হবে এবং ক্ষেত্রফল যত কম হবে প্রযুক্ত চাপের পরিমাণ তত বেশি হবে। বন্দুকের গুলির আকার ছোট এবং এটি অনেক গতিশক্তি নিয়ে কাচের উপর বল প্রয়োগ করে। ফলে কাচের অনেক কম ক্ষেত্রফলের উপর অধিক বল প্রযুক্ত হয়। এতে কাচের উপর প্রযুক্ত চাপের পরিমাণ অনেক বেশি হয় এবং ঐ অংশের কাচ ছিদ্র হয়ে গুলি বেরিয়ে যায়। অপরদিকে, কাচে ঢিল ছুঁড়লে গুলির তুলনায় অনেক বেশি ক্ষেত্রফলের উপর কম বল প্রযুক্ত হয়। অর্থাৎ প্রযুক্ত চাপের পরিমাণ অনেক কম হয়। ফলে ঢিল কাচে ছিদ্র তৈরি করতে পারে না। কিন্তু বল প্রয়োগের স্থান এবং আশে পাশের অংশের কাচ ফেটে চৌচির হয়ে যায়। এ কারণেই কাচে গুলি করলে ছিদ্র হয় কিন্তু ঢিল ছুঁড়লে কাচটি চূর্ণ-বিচূর্ণ হয়।

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

৯) স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ও অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

[ঢা. বো. '১৭]

উ: স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ ও অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো :

স্থিতিস্থাপক	অস্থিতিস্থাপক
১. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে ভরবেগ এবং গতিশক্তি উভয়ই সংরক্ষিত থাকে।	১. অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে ভরবেগ সংরক্ষিত থাকলেও গতিশক্তি অসংরক্ষিত থাকে।
২. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের সময় গতিশক্তি অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয় না।	২. অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষের সময় গতিশক্তি অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
৩. পারমাণবিক নিউক্লিয় এবং মৌলিক বলগুলোর মধ্যে সংঘর্ষ এ ধরনের সংঘর্ষ।	৩. দুটি কাদামাটির নরম বলের মধ্যকার সংঘর্ষ অস্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ।

১০) বল কীভাবে ক্রিয়াশীল থাকলে একটি বস্তু সমদ্রুতিতে গতিশীল থাকবে তা ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৭]

উ: কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল F , বস্তুর ভর m এবং ত্বরণ a হলে,

আমরা জানি, $F = ma$

$$= m \left(\frac{v-u}{t} \right)$$

$$= m \cdot \frac{0}{t} = 0$$

অতএব, বলের ক্রিয়া শূন্য হলে একটি বস্তু সম্প্রতিতে গতিশীল থাকবে।

১১) রাস্তার বাঁকযুক্ত অংশ কোনদিকে কত কোণে ঢালু রাখা হয় তা কারণসহ ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৭]

উ: রাস্তার বাঁকযুক্ত অংশ বাইরের দিকে উঁচু বা ভেতরের দিকে ঢালু রাখা হয় যেন বাঁক নেওয়ার সময় গাড়ি উল্টে না যায়।

ধরি, বাঁকের ব্যাসার্ধ r , রাস্তার ঢালের উচ্চতা h এবং ব্যাংকিং কোণ θ

অতএব, $\theta = \tan^{-1} \left(\frac{v^2}{rg} \right)$ হলে,

কেন্দ্রমুখী বল এবং কেন্দ্রবিমুখী বল পরস্পর সমান হলে গাড়ি দুর্ঘটনায় পতিত হবে না। তাই r ব্যাসার্ধের বাঁকে রাস্তার ভিতরের দিক বাইরের দিকের সাথে θ কোণে আনত বা ঢালু রাখা হয়।

১২) অভিকর্ষ বল সংরক্ষণশীল বল কেন ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৬]

উ: আমরা যদি কোনো বস্তুকে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করি, তবে এটি পুনরায় আমাদের হাতে ফিরে আসবে। এক্ষেত্রে বস্তুটির হাত থেকে নিক্ষিপ্ত হয়ে পুনরায় হাতে ফিরে আসা এই পূর্ণচক্রে বস্তুটির উপর অভিকর্ষ বলের সম্পাদিত কাজের পরিমাণ শূন্য। m ভরের একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠের A বিন্দু থেকে h উচ্চতায় B বিন্দুতে উঠালে অভিকর্ষ বলের জন্য কৃতকাজ ঋণাত্মক হয়। বস্তুটি যে পথেই উঠানো হোক না কেন সকল ক্ষেত্রেই এই কাজের মান হয় mgh । অতএব, অভিকর্ষ বল দ্বারা সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কেবল বিন্দু দুটির অবস্থানের উপর নির্ভরশীল, কণাটির গতিপথের উপর নয়। তাই অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল।

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

১৩) ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখার সকল বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান কেন? [ঢা. বো. '১৬]

উ: আমরা জানি, সময় ব্যবধান শূন্যের কাছাকাছি হলে কৌণিক সরণের পরিবর্তনের হারকে কৌণিক বেগ বলা হয়। এখন ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখা যে গতিতেই চলুক না কেন পাখার প্রতিটি বিন্দু সমান সময়ে সমান কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করে। এজন্যই ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখার সকল বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান।

১৪) বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনশীল বস্তুর কেন্দ্রমুখী বল ব্যাসার্ধের পরিবর্তনের সাথে পরিবর্তিত হয় ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. '১৬]

উ: আমরা জানি, r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে m ভরের একটি বস্তু v বেগে ঘূর্ণনশীল থাকলে এর কেন্দ্রমুখী বল হবে, $F = \frac{mv^2}{r}$
অর্থাৎ কেন্দ্রমুখী বল ব্যাসার্ধের ব্যস্তানুপাতিক, ব্যাসার্ধ বৃদ্ধি পেলে কেন্দ্রমুখী বল হ্রাস পাবে, ব্যাসার্ধ হ্রাস পেলে কেন্দ্রমুখী বল বৃদ্ধি পাবে।

১৫) বলের ঘাতের বৈশিষ্ট্য কী কী? [কু. বো. '১৫]

উ: বলের ঘাতের বৈশিষ্ট্য হলো :

- এটি বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলের সমান।
- এটি ভরবেগের পরিবর্তনের সমান।
- এর একক ও মাত্রা যথাক্রমে $kgms^{-1}$ ও MLT^{-1}

১৬) সুষম বৃত্তাকার গতির বৈশিষ্ট্য লিখ। [চ. বো. '১৫]

উ: সুষম বৃত্তাকার গতির বৈশিষ্ট্য হলো :

- গতিশীল বস্তু সমদ্রুতিতে বৃত্তের পরিধি বরাবর ঘুরতে থাকে।
- গতিশীল বস্তুর বেগের মানের কোনো পরিবর্তন হয় না।
- গতিশীল বস্তুর বেগের দিকের পরিবর্তন হয়।
- বস্তুর ত্বরণ থাকে।

১৭) দেখাও যে, একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এর কৌণিক ভরবেগের সমান। [চ. বো. '১৫]

উ: আমরা জানি, ঘূর্ণন অক্ষ সাপেক্ষে কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এবং কৌণিক বেগের গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।

অর্থাৎ, জড়তার ভ্রামক I , কৌণিক বেগ ω এবং কৌণিক ভরবেগ L হলে, $L = I\omega$

এখন, একক সমকৌণিক বেগের ক্ষেত্রে $\omega = 1 \therefore L = I \times 1 = I$

অতএব, একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এর কৌণিক ভরবেগের সমান।

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

১৮) বৃত্তাকার পথে কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য কেন? ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '১৯]

উ: কেন্দ্রমুখী বল সবসময় গতিপথের লম্ব দিকে ক্রিয়া করায় ঐ বলের অভিমুখে বস্তুর কোনো সরণ হয় না। আমরা জানি, কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ ঘটলে প্রযুক্ত বল ও বলের অভিমুখে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে। এখানে যেহেতু কেন্দ্রমুখী বলের দিকে বস্তুর সরণ হয় না সেহেতু কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কোনো কাজ হয় না। অর্থাৎ বৃত্তাকার পথে কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয়।

১৯) বৃত্তাকার পথে ঘূর্ণনরত কোনো দৃঢ় বস্তুর প্রত্যেকটি কণার 'কৌণিক গতিশক্তি সমান হলেও রৈখিক গতিশক্তি ভিন্ন হবে ব্যাখ্যা দাও।

[ঢা. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, কৌণিক গতিশক্তি কৌণিক বেগের বর্গের সমানুপাতিক। আবার, রৈখিক গতিশক্তি বেগের বর্গের সমানুপাতিক। বৃত্তাকার পথে আবর্তনরত কোনো বস্তু যখন ঘূর্ণন অক্ষকে কেন্দ্র করে আবর্তন করে তখন সমবেগে আবর্তন করে। বেগের কোনো পরিবর্তন হয় না বিধায় কৌণিক গতিশক্তির কোনো পরিবর্তন হয় না। আবার, বৃত্তাকার পথে আবর্তন বস্তু বিভিন্ন সময় বিভিন্ন বিন্দুতে তার দিক বিভিন্ন হয় বিধায় রৈখিক বেগ ভিন্ন হয়। ফলে রৈখিক গতিশক্তি ভিন্ন হয়।

২০) একজন ক্রিকেট খেলোয়াড় মাঠে বল ধরার সময় হাত পেছনে নেন কেন?

[রা. বো. '১৯]

উ: মনে করি, m ভরের বল হাতে এসে পড়ার মুহূর্তে বেগ $= u$ বলটি হাতের মধ্যে t সময়ে স্থির হলে বলটির ওপর হাত দ্বারা প্রযুক্তি বাধার মান, $F = \frac{mu}{t}$ । এখানে, t -এর মান যত কম হবে F এর মান তো বেশি হবে।

হাত একই স্থানে রেখে বলটি লোফার সময় হাত দ্বারা প্রযুক্ত বাধা বলের ক্রীয়াকাল কম হয়। ফলে বলটি দ্বারা হাতে প্রযুক্ত বল ও বেশি হয়। যেহেতু ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার মান সমান। তাই হাতও বলের ওপর এই একই মানের বল প্রয়োগ করে। অর্থাৎ F এর মত বেশি হবে, হাত থেকে ক্যাচ ফসকে যাওয়ার সম্ভাবনাও ততই বেশি হবে। পাশাপাশি হাতে আঘাতের মাত্রাও বেড়ে যাবে। এই সমস্যা এড়ানোর জন্য ক্যাচ লোফার সময় খেলোয়ার হাতটিকে কিছুটা পিছন দিকে টেনে নেয়।

২১) বৃত্তাকার ট্রাকে কোনো দৌড়বিদ সমবেগে দৌড়াতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৯]

উ: বৃত্তাকার ট্রাকে কোনো বস্তু ঘুরতে থাকলে তা অনবরত দিক পরিবর্তন করে। বস্তুটি সমদ্রুতিতে যদি চলে সেক্ষেত্রে বেগের মান অপরিবর্তিত থাকলেও দিক পরিবর্তনের ফলে বেগের পরিবর্তন যেকোনো বিন্দুতে তার লম্ব রেখা বরাবর ক্রিয়া করে। ফলে বস্তুটিতে ত্বরণ ক্রিয়া করে। অর্থাৎ বস্তুর বৃত্তাকার ট্রাকে সমবেগে চলা সম্ভব নয়। এ কারণেই বৃত্তাকার ট্রাকে কোনো দৌড়বিদ সমবেগে দৌড়াতে পারে না।

২২) বায়ুশূন্য স্থানে রকেট উড়তে পারলেও হেলিকপ্টার পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৯]

উ: রকেট চলে জ্বালানি পুড়িয়ে উৎপন্ন গ্যাসকে উচ্চ গতিতে নির্গত করে তার প্রতিক্রিয়া বলকে কাজে লাগিয়ে। অপরদিকে হেলিকপ্টার চলে এর পাখার সাহায্যে ঘূর্ণনের মাধ্যমে বায়ুর ওপর চাপ প্রয়োগ করে। অর্থাৎ, বায়ুতে ভাসমান থাকার জন্য হেলিকপ্টারের ক্ষেত্রে বায়ুর উপস্থিতি বাধ্যতামূলক কিন্তু রকেটের ক্ষেত্রে তা নয়। তাই বায়ুশূন্য স্থানে রকেট উড়তে পারলেও হেলিকপ্টার পারে না।

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

২৩) রাস্তার বাঁকযুক্ত অংশে ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা বাইরের প্রান্ত উঁচু রাখা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. '১৯]

উ: রাস্তার বাঁকযুক্ত অংশে বাঁক নেওয়ার সময় কেন্দ্রবিমুখী বলের কারণে গাড়ী যেন ছিটকে বাইরে চলে না যায় সেজন্য রাস্তার বাকযুক্ত অংশে ভিতরের প্রান্ত অপেক্ষা বাইরের প্রান্ত কিছুটা উঁচু রাখা হয় যাতে ওজন (mg) এর উপাংশ ভিতরের দিকে কাজ করে কেন্দ্রবিমুখী বলকে প্রশমিত করতে পারে।

২৪) ঘূর্ণনরত বস্তুর কৌণিক ভরবেগ কোন শর্তে শূন্য হয়— ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, কৌণিক ভরবেগ,

$$\vec{L} = \vec{r} \times \vec{P}$$

$$\text{বা, } |\vec{L}| = rpsin\theta$$

অতএব, এ সম্পর্ক থেকে আমরা বুঝতে পারি ব্যাসার্ধ ভেক্টর r , রৈখিক ভরবেগ P এবং এদের মধ্যবর্তী কোণ (θ) এর সাইন অর্থাৎ $\sin\theta$ । এদের যেকোনোটি শূন্য হলে কৌণিক ভরবেগ শূন্য হয়।

২৫) জড়তা হতে বলের ধারণা পাওয়া যায় কি? –আলোচনা কর। [রা. বো. '১৯]

উ: কোনো বস্তু যে অবস্থায় আছে তা বজায় রাখার যে ধর্ম হই জড়তা। আবার নিউটনের ১ম সূত্রানুসারে বাহ্যিক বল প্রয়োগ না করলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল একই বেগে চলতে থাকবে। অর্থাৎ বস্তুর জড়তা বিনষ্টের জন্য বলের প্রয়োজন তথা বল হচ্ছে বস্তুর জড়তা বিনষ্টকারী। অতএব বলা যায়, জড়তা হতে বলের ধারণা পাওয়া যায়।

২৬) কোনো অক্ষের সাপেক্ষে একটি বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.9 m বলতে কী বোঝায়?

উ: চক্রগতির ব্যাসার্ধ, $K = \sqrt{\frac{I}{M}}$

[ঢা. বো. '১৯]

কোনো অক্ষের সাপেক্ষে একটি বস্তুর চক্রগতির ব্যাসার্ধ 0.9 m বলতে বুঝায় 1 kg ভরের কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক 0.81 kgm^2 ।

২৭) কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল টর্ক কখন শূন্য হয়? [কু. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, টর্ক, $\vec{\tau} = \vec{r} \times \vec{F}$ বা, $|\vec{\tau}| = rF \sin\theta$

উপরিউক্ত সম্পর্ক থেকে এটি স্পষ্ট যে, r, F এবং $\sin\theta$ এর যেকোনোটি শূন্য হলে কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল টর্ক শূন্য হবে। $\sin\theta = 0$ হলে $\theta = 0$ অর্থাৎ কোন বস্তুর উপর ব্যাসার্ধ ভেক্টর বরাবর বল প্রয়োগ করলে বস্তুটির উপর ক্রিয়াশীল টর্ক শূন্য হবে।

২৮) কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত টর্ক 20 Nm বলতে কী বুঝ? [দি. বো. '১৬]

উ: কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত টর্ক 20 Nm বলতে বুঝায় 20 kgm^2 জড়তার ভ্রামক বিশিষ্ট কোনো বস্তুর কৌণিক ত্বরণ হবে 1 rads^{-2} ।

নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

অনুধাবনমূলক

২৯) “জড়তার ভ্রামক 50 kg m^2 ” বলতে কী বুঝ?

[রা. বো. '১৭]

উ: জড়তার ভ্রামক 50 kg m^2 বলতে বুঝায় একটি দৃঢ় বস্তু কোনো একটি স্থির অক্ষের চারদিকে আবর্তিত হতে থাকলে ঐ অক্ষ হতে বস্তুর প্রতিটি কণার দূরত্বের বর্গ এবং এদের প্রত্যেকের স্তরের গুণফলের সমষ্টি 50 kg m^2 ।

৩০) রাস্তায় ব্যাংকিং এর প্রয়োজনীয়তা ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৬]

উ: বাঁকা পথে গাড়ি চলার সময় এর উপর ক্রিয়াশীল বস্তুর অভিমুখী জড়তা গাড়িটিকে ধাক্কা দিয়ে উল্টিয়ে ফেলতে পারে। এ জড়তা প্রতিহত করার জন্য গাড়িটিকে একটি কেন্দ্রমুখী বলের সৃষ্টি করতে হয়। এজন্য গাড়িটিকে কাত হওয়া প্রয়োজন। কিন্তু সমতলে গাড়ি কাত হলে বিপর্যয় ঘটবে। এ কারণেই রাস্তার বাঁকের ভিতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্ত কিছুটা উঁচু রাখতে হয় অর্থাৎ ব্যাংকিং এর প্রয়োজন হয়।

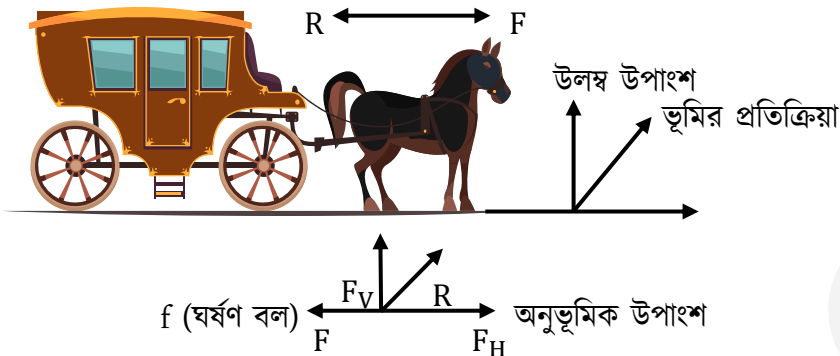
৩১) ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল কেন? ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো., রা. বো., য. বো., সি. বো. '১৮; চ. বো. '১৬]

উ: যে বলের বিরুদ্ধে করা কাজের পুনরুদ্ধার সম্ভব নয় তাকে অসংরক্ষণশীল বল বলে। কোনো বস্তুকে একটি মসৃণ তলের উপর দিয়ে টেনে নিয়ে যাওয়ার সময় ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। অমসৃণ তলটি অনুভূমিক হলে এই কৃতকাজ বস্তুর মধ্যে স্থিতিশক্তিরূপে সঞ্চিত হয় না এবং বস্তুটিও কোনো কাজ করার সামর্থ্য লাভ করে না। বস্তুটিকে তার প্রাথমিক অবস্থানে ফিরিয়ে আনার সময় আবার ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। সুতরাং ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজের পুনরুদ্ধার সম্ভব নয়। তাই ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল।

৩২) আরোহীসহ ঘোড়ার গাড়ি সামনের দিকে এগোয় কি করে?

উ: গাড়িটিকে সামনের দিকে চালাবার জন্য ঘোড়া মাটির উপর তির্যকভাবে বল প্রয়োগ করে। সঙ্গে সঙ্গে মাটি ঘোড়ার উপর সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল R প্রয়োগ করে। এই বলকে অনুভূমিক দিকে এবং উল্লম্ব দিকে যথাক্রমে F_H এবং F_V উপাংশে বিশ্লেষণ করা যায়। উল্লম্ব উপাংশ F_V ঘোড়ার ওজনকে প্রশমিত করে। এখন যদি অনুভূমিক উপাংশ F_H ঘোড়ার উপর গাড়ি দ্বারা পেছনের দিকে প্রযুক্ত প্রতিক্রিয়া বল (R) - এর চেয়ে বেশি হয়, তাহলে $F_H - R$ বলের ক্রিয়ায় ঘোড়া সামনের দিকে এগিয়ে যায় অর্থাৎ গাড়িটি সামনের দিকে এগিয়ে যায়।



নিজে কর

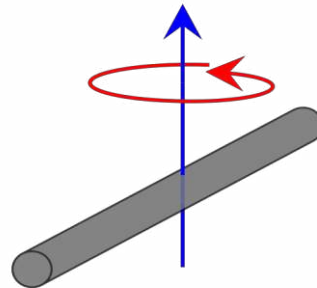
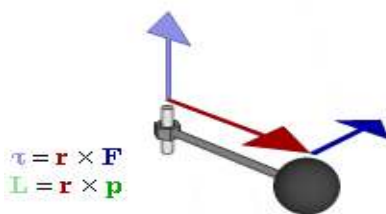
- ১) ঘাত বল এবং বলের ঘাতের মধ্যে পার্থক্য লিখ।
- ২) বন্দুক থেকে গুলি বের হলে কার গতিশক্তি বেশি হবে-ব্যাখ্যা কর।
- ৩) ক্যারম বোর্ডের গুটিগুলোকে একটির উপর একটি সাজিয়ে নিচের গুটিকে স্ট্রাইকার দিয়ে আঘাত করলে সবগুলো গুটি না সরে কেবল নিচের গুটি সরে যায় কেন?
- ৪) কাজ ও টর্ক এর মান এবং একক সমান হলেও এরা কি রাশি-ব্যাখ্যা দাও।
- ৫) একজন নৃত্যশিল্পী নাচতে গিয়ে ঘূর্ণনের সময় দুই হাতভাঁজ করে নেয় কেন? ব্যাখ্যা কর।
- ৬) বৃত্তাকার পথে গতিশীল গাড়ি কী কী কারণে উল্টে যায় ব্যাখ্যা কর।
- ৭) জড়তার ভ্রামক বলতে কী বুঝায়?
- ৮) একটি উচ্চাপিত বায়ুমণ্ডলে পুড়ে গেলে ভরবেগ সংরক্ষিত হবে কি-না ব্যাখ্যা কর।
- ৯) ভাসমান নৌকা থেকে লাফ দেওয়ার সময় নৌকা পিছিয়ে যায় কেন?



নিউটনিয়ান বলবিদ্যা

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

টর্ক	ঘাতবল ও বলের ঘাত	মহাকর্ষীয় বল
কেন্দ্রদ্বিমুখী বল	জড় প্রসঙ্গ কাঠামো	নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র
প্রত্যায়ণী বল	বল ধ্রুবক	কৌণিক ভরবেগ
চক্রগতির ব্যাসার্ধ	বলের ভ্রামক	জড়তার ভ্রামক
ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র	ব্যাকিং কোণ	সংরক্ষণশীল/অসংরক্ষণশীল বল
1 পাউন্ডাল কাকে বলে/বলতে কি বুঝ?	ঘূর্ণন পাতির ক্ষেত্রের জড়তার ভ্রামক বস্তুর ভরের সমতুল্য	ঘর্ষণ বল একটি অসংরক্ষণশীল বল
সমান ভরের বস্তুর মাঝে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে বেগ বিনিময় হয়	অভিকর্ষ হল মহাকর্ষের বিশেষায়িত একটি রূপ	অভিকর্ষ বল সংরক্ষণশীল বল
গড়বেগ শূন্য হলেও গড়তি শূন্য নয়	রাস্তার ভিতরের প্রান্ত হতে বাইরের প্রান্ত উঁচু হওয়ার কারণ	বৃত্তাকার রাস্তায় বাঁক নিলে হেলতে হয় কেন?
দরজার হাতল প্রান্তে রাখা হয় কেন?	একক সমকৌণিক বেগে ঘূর্ণনরত কোনো বস্তুর জড়তার ভ্রামক এর কৌণিক ভরবেগের সমান।	



কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

জ্ঞানমূলক

১) ঋণাত্মক কাজ কাকে বলে?

[ব. বো. '১৯; দি. বো. '১৫]

উ: বল প্রয়োগের ফলে যদি বলের প্রয়োগ বিন্দু বলের ক্রিয়ার বিপরীত দিকে সরে যায় বা বলের দিকে সরণের ঋণাত্মক উপাংশ থাকে তবে যে কাজ সম্পাদিত হয় তাকে ঋণাত্মক কাজ বলে।

২) প্রত্যয়নী বল কাকে বলে?

[কু. বো. '১৫; ব. বো. '১৯]

উ: কোনো স্প্রিংকে দৈর্ঘ্য বরাবর বিকৃত করলে স্থিতিস্থাপক ধর্মের দরুন প্রযুক্ত বলের বিপরীতে যে বলের উদ্ভব হয় তাকে প্রত্যয়নী বল বলে।

৩) স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৬; রা. বো. '১৯; চ. বো. '১৯; কু. বো. '১৫; দি. বো. '১৯, ১৭]

উ: কোনো স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তের একক সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে বল প্রয়োগ করে তাকে ঐ স্প্রিং-এর স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

৪) কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি বিবৃত কর।

[সি. বো. '১৬; য. বো. '১৯, ১৫; ব. বো. '১৫]

উ: কাজ-শক্তি উপপাদ্যটি হল- কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়ারত লব্ধি বল কর্তৃক কৃত কাজ তার গতিশক্তির পরিবর্তনের সমান।

৫) অশ্বক্ষমতা কাকে বলে?

[রা. বো. '১৯; চ. বো. '১৭; দি. বো. '১৭]

উ: প্রতি সেকেন্ডে ৭৪৬ জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্বক্ষমতা বলে।

৬) অসংরক্ষণশীল বল কাকে বলে?

[য. বো. '১৯; ব. বো. '১৫]

উ: কোনো বস্তুকে বলের প্রভাবে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে যদি মোট কাজের পরিমাণ শূন্য না হয় তবে ঐ বলকে অসংরক্ষণশীল বল বলে।

৭) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৫; সি. বো. '১৯, ১৬, ১৫]

উ: কোনো ব্যবস্থা বা যন্ত্র থেকে প্রাপ্ত মোট কার্যকর শক্তি এবং ব্যবস্থায় বা যন্ত্রে প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ ব্যবস্থার বা যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

৮) ক্ষমতা কাকে বলে?

[ব. বো. '১৬]

উ: কোনো একটি উৎসের কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে। একক সময়ের কৃত কাজ দ্বারা ক্ষমতা পরিমাপ করা হয়।

৯) কর্মদক্ষতা কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৬; সি. বো. '১৫, ১৯]

উ: কোনো যন্ত্রে সরবরাহকৃত শক্তি এবং কাজে পরিণত হওয়ার শক্তিকে কর্মক্ষমতা বলে।

কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

জ্ঞানমূলক

৯) যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি কাকে বলে?

[য. বো. '১৭]

উ: ঘর্ষণ বা অন্য কোনো অপচয়ী বলের (dissipative force-এর) ক্রিয়ায় যদি কোনো শক্তির অপচয় না ঘটে তবে কোনো বস্তুর স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির যোগফল সর্বদা ধ্রুব থাকে, অর্থাৎ বস্তুটির মোট যান্ত্রিক শক্তি ধ্রুব থাকে- একেই যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি বলে।

১০) সংরক্ষণশীল বল কী?

[ঢা. বো. '১৭]

উ: যে বল কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করলে তাকে যেকোনো পথে ঘুরিয়ে পুনরায় প্রাথমিক অবস্থানে আনলে বল কর্তৃক কাজ শূন্য হয় তাকে সংরক্ষণশীল বল বলে।

১১) কিলোওয়াট-ঘণ্টা কী?

[নটরডেম কলেজ, ঢাকা]

উ: এক কিলোওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন কোনো যন্ত্র এক ঘণ্টা কাজ করলে যে শক্তি ব্যয় হয়, তাকে কিলোওয়াট-ঘণ্টা বলে।

১২) বলের দ্বারা কাজ কী?

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

উ: কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগের ফলে যদি প্রয়োগ বিন্দুর সরণ বলের অভিমুখে ঘটে তবে কৃতকাজকে বলের দ্বারা কাজ বলে।

১৩) যান্ত্রিক শক্তি কাকে বলে?

[সরকারি সৈয়দ হাতেম আলী কলেজ, বরিশাল]

উ: কোনো বস্তুর অবস্থান ও গতির কারণে এর মধ্যে যে শক্তি থাকে তাকে যান্ত্রিক শক্তি বলে।

১৪) কাজ কাকে বলে?

উ: কোনো বস্তুর ওপর বল প্রয়োগে বস্তুর সরণ ঘটলে প্রযুক্ত বল ও বলের অভিমুখে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে।

১৫) কাজের একক কী?

উ: কাজের একক নিউটন-মিটার বা জুল।

১৬) শক্তি কাকে বলে?

উ: কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি বলে।

১৭) স্থিতিস্থাপক বল কাকে বলে?

উ: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বাইরে থেকে বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর আকার পরিবর্তন ঘটালে বল অপসারণ করলে যে বলের কারণে তা আবার পূর্বের আকার ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপক বল বলে।

১৮) ধনাত্মক কাজ কাকে বলে?

উ: বলের দ্বারা কৃত কাজকে ধনাত্মক কাজ বলে।

কাজ, শক্তি ও ক্ষমতা

জ্ঞানমূলক

১৯) কাজহীন বল কাকে বলে?

উ: বস্তুর সরণের লম্বদিকে ক্রিয়াশীল বল বস্তুর সরণের সময় কোনো কাজ করে না। এ ধরনের বলকে কাজহীন বল বলে।

২০) অভিকর্ষ বল কাকে বলে?

উ: ভূপৃষ্ঠের ওপর বা নিকটে অবস্থিত প্রতিটি বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বল বলে।

২১) গতিশক্তি কাকে বলে?

উ: কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য কাজ করার যে সামর্থ্য বা শক্তি লাভ করে তাকে বস্তুর গতিশক্তি বলে।

২২) স্থিতিশক্তি কাকে বলে?

উ: বস্তু তার অবস্থানের কারণে যে শক্তি অর্জন করে অথবা বস্তুস্থিত কণাসমূহের পারস্পরিক অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি অর্জন করে তাকে বস্তুর স্থিতিশক্তি বলে।

২৩) ক্ষমতার একক কী?

উ: ক্ষমতার একক জুল/সে. (J/s)।

২৪) ১ ওয়াট কাকে বলে?

উ: এক সেকেন্ডে এক জুল কাজ করার ক্ষমতাকে ১ ওয়াট বলে।

কাজ , শক্তি ও ক্ষমতা

অনুধাবনমূলক

১) কোনো বস্তু কীভাবে স্থিতিশক্তি অর্জন করে?

[ঢা. বো. '১৯]

উ: কোনো বস্তুকে তার অবস্থান বা আকৃতি থেকে অন্য কোনো অবস্থানে বা আকৃতিতে নিতে হলে বস্তু বাধা দেয়। এ বাধার বিরুদ্ধে বস্তুর আকৃতি বা অবস্থান পরিবর্তন করতে কৃতকাজই বস্তুতে স্থিতিশক্তি রূপে সঞ্চিত হয়। এভাবেই কোনো বস্তু স্থিতিশক্তি অর্জন করে।

২) “বল ধ্রুবক 2500 Nm^{-1} ”-এর অর্থ ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১৯]

উ: বল ধ্রুবক 2500 Nm^{-1} এর অর্থ হলো কোনো স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তের 1m সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে 2500 N বল প্রয়োগ করে।

৩) ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল কেন?

[দি. বো. '১৭]

উ: যে বলের বিরুদ্ধে করা কাজের পুনরুদ্ধার সম্ভব নয় তাকে অসংরক্ষণশীল বল বলে। কোনো বস্তুকে একটি মসৃণ তলের উপর দিয়ে টেনে নিয়ে যাওয়ার সময় ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। অমসৃণ তলটি অনুভূমিক হলে এই কৃতকাজ বস্তুটির মধ্যে স্থিতিশক্তিরূপে সঞ্চিত হয় না এবং বস্তুটিও কোনো কাজ করার সামর্থ্য লাভ করে না। বস্তুটিকে তার প্রাথমিক অবস্থানে ফিরিয়ে আনার সময় আবার ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয়। সুতরাং ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজের পুনরুদ্ধার সম্ভব নয়। তাই ঘর্ষণ বল অসংরক্ষণশীল।

৪) একটি ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% বলতে কী বুঝায়?

[ব. বো. '১৬]

উ: কোনো ইঞ্জিনের দক্ষতা 60% বলতে বুঝায় যে, ইঞ্জিনটিতে 100 একক শক্তি সরবরাহ করলে তার মাত্র 60 একক শক্তি কাজে লাগবে এবং 40 একক শক্তির অপচয় হবে।

৫) স্প্রিংযুক্ত খেলনা গাড়িকে পেছন দিকে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৬]

উ: : স্প্রিংযুক্ত খেলনা গাড়িকে পেছন দিকে টান দিলে এর মধ্যকার স্প্রিং-এর আকার ছোট হয়। এ আকার পরিবর্তনের জন্য খেলনাটি কাজ করে যা স্থিতিশক্তিরূপে স্প্রিং-এ সঞ্চিত হয়। টানার পর গাড়িটিকে ছেড়ে দিলে স্প্রিং এর প্যাঁচ খুলে পুনরায় পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। স্প্রিং এর সাথে খেলনা গাড়ির চাকা লাগানো থাকে। ফলে চাকা ঘুরতে থাকে এবং গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয়। অর্থাৎ স্প্রিং-এর স্থিতিশক্তির দরুন খেলনা গাড়িকে পেছনে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয়।

৬) পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘুরছে কিন্তু কোনো কাজ করছে না কেন?

[সকল বোর্ড '১৮]

উ: আমরা জানি, কাজ হলো বল ও বল প্রয়োগের ফলে সরণ বা সরণের উপাংশের গুণফল। ধরি, পৃথিবী ও সূর্যের মধ্যকার আকর্ষণ বল বা ঘূর্ণায়মান পৃথিবীর কেন্দ্রাতিক বল F এবং পৃথিবী যেহেতু সরণের লম্বিক বরাবর ক্রিয়া করে। ফলে এর সরণের উপাংশ হবে $S \cos 90^\circ = 0$ । সুতরাং কাজ $W = F \cdot 0 = 0$ । ফলে পৃথিবী ঘুরছে কিন্তু কাজ হচ্ছে না।

কাজ , শক্তি ও ক্ষমতা

অনুধাবনমূলক

৭) কর্মদক্ষতা বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর।

[ঢা. বো. '১৫; সি. বো. '১৬, ১৫]

উ: কোনো যন্ত্র দ্বারা কাজে রূপান্তরিত শক্তি ও ঐ যন্ত্রে প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ যন্ত্রের কর্মদক্ষতা বলে।

কর্মদক্ষতাকে η (ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হলে, কর্মদক্ষতা,

$$\eta = \frac{\text{কাজে রূপান্তরিত শক্তি}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি}} = \frac{\text{কাজে রূপান্তরিত শক্তি}}{\text{গৃহীত মোট শক্তি}} \times 100\%$$

শক্তির পরিবর্তে অনেক সময় শক্তির হার অর্থাৎ ক্ষমতা দিয়ে কর্মদক্ষতাকে সংজ্ঞায়িত করা হয়। কার্যকর ক্ষমতা ও মোট ক্ষমতার অনুপাতকে কর্মদক্ষতা বলে।

$$\therefore \eta = \frac{\text{কার্যকর ক্ষমতা}}{\text{মোট প্রদত্ত ক্ষমতা}} = \frac{P'}{P} \times 100\%$$

৮) মাথায় করে কোনো ভারী বস্তু নিয়ে কিছু দূর যাওয়ার পরও অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হয় কেন?

[ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

উ: অভিকর্ষজ বিভব শক্তি = অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কৃতকাজ

$$\therefore W = Fh$$

$$= mgh$$

এখানে, F = বল

m = বস্তুর ভর

$$\therefore W \propto h \quad [\text{যেহেতু } m \text{ এবং } g \text{ ধ্রুবক}]$$

h = উচ্চতা

যেহেতু, অভিকর্ষজ বল দ্বারা কৃতকাজ বা অভিকর্ষজ বিভব শক্তির মান উচ্চতার সাথে সম্পর্কিত। এটা অনুভূমিক দূরত্বের সাথে সম্পর্কিত নয়। সুতরাং ভারী বস্তু মাথায় নিয়ে যত বেশি অনুভূমিক দূরত্ব অতিক্রম করুক না কেন তার বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য হবে।

৯) ধ্রুব বল ও স্প্রিং স্পন্দন এর সাথে দোলনকালের সম্পর্ক স্থাপন কর।

[দি. বো. '১৫]

উ: অনুভূমিক স্প্রিং এর সরলছন্দিত গতির সমীকরণ থেকে পাই,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

এ ছন্দিত গতির দোলনকাল T হলে,

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}} \quad [\because \omega^2 = \frac{k}{m}]$$

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad [\text{এখানে } k = \text{ধ্রুব বল}]$$

এটিই নির্ণেয় সম্পর্ক।

১০) একটি হালকা ও একটি ভারী বস্তুর ভরবেগ সমান হলে কোনটির গতিশক্তি বেশি হবে ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৫]

উ: একটি হালকা ও একটি ভারী বস্তুর ভরবেগ সমান হলে হালকা বস্তুটির বেগ ভারী বস্তুর বেগ অপেক্ষা বেশি হয়। আমরা জানি, গতিশক্তি বেগের বর্গের সমানুপাতিক। এক্ষেত্রে যে বস্তুটির বেগের মান বেশি হবে সে বস্তুটির গতিশক্তি ও বেশি হবে। এখানে যেহেতু হালকা বস্তুটির বেগ বেশি সেহেতু হালকা বস্তুটির গতিশক্তি বেশি হবে।

অনুধাবনমূলক

১১) কোনো বস্তুর গতিশক্তি কি ঋণাত্মক হতে পারে? ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৫]

উ: কোনো বস্তুর গতিশক্তি শূন্য হতে পারে, তবে কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না।
আমরা জানি, কোনো বস্তুর ভর m এবং বেগ v হলে তার গতিশক্তির সমীকরণটি হয়, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ । এ সমীকরণে বস্তুর ভর m সর্বদাই ধনাত্মক। তবে v এর মান ধনাত্মক বা ঋণাত্মক দুটোই হতে পারে। কিন্তু, এর মান কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না। কারণ, ধনাত্মক বা ঋণাত্মক সংখ্যার বর্গ সবসময়ই ধনাত্মক। তাই mv^2 বা $\frac{1}{2}mv^2$ কখনোই ঋণাত্মক হতে পারে না। তবে, বেগ অর্থাৎ, v শূন্য (স্থির বস্তু থাকলে) হলে গতিশক্তির মান শূন্য হবে।

১২) বলের দ্বারা কাজ বলতে কী বুঝায়? ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৫]

উ: যদি বল প্রযোজিত ফলে বস্তুর সরণ হয় এবং বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90° অপেক্ষা কম হয় তবে বল দ্বারা সম্পন্ন কাজকে ধনাত্মক কাজ বলে।

কাজ, $W = \vec{F} \cdot \vec{S} = FS \cos \theta$; ($0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$)

F ও S এর মধ্যবর্তী কোণ $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ এর জন্য $\cos \theta$ এর মান ধনাত্মক, তাই কাজ W ধনাত্মক হয়। যেমন : উপর হতে একটি বস্তুকে ছেড়ে দিলে বস্তুটি তার ওজন mg এর কারণে নিচে পড়ে। যদি সরণ h হয়, তাহলে F ও h -এর দিক একই দিকে হয়। এক্ষেত্রে অভিকর্ষ বলের দ্বারা কাজ সম্পন্ন হয়। তাই এ কাজ ধনাত্মক।

১৩) বালির উপর দিয়ে হাঁটা কষ্টসাধ্য ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৯]

উ: বালির উপরে হাঁটা অসুবিধাজনক। বালি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া দিলেও এরূপ ঘটার কারণ বালিকণা ও পানির আন্তঃআণবিক বল কঠিন ভূমির তুলনায় অনেক কম হয়। লোকের ওজন বালি ও পানির উপর ক্রিয়া করায় বালি ও পানি স্থানচ্যুত হয়ে আন্তঃআণবিক ব্যবধান বৃদ্ধি করে ফলে লোকটি নিচের দিকে নামতে থাকেন। এজন্য বালির উপরে হাঁটা কষ্টকর।

১৪) বন্দুক হতে গুলি ছোড়ার সময় বন্দুক ও গুলির মধ্যে কোনটির গতিশক্তি বেশি ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৯]

উ: একটি হালকা ও একটি ভারী বস্তুর ভরবেগ সমান হলে হালকা বস্তুটির বেগ ভারী বস্তুর বেগ অপেক্ষা বেশি হয়। আবার, আমরা জানি, গতিশক্তি বেগের বর্গের সমানুপাতিক। এক্ষেত্রে যে বস্তুটির বেগের মান বেশি হবে সে বস্তুটির গতিশক্তিও বেশি হবে। এখানে যেহেতু হালকা বস্তুটির বেগ বেশি সেহেতু হালকা বস্তুটির গতিশক্তি বেশি হবে। বন্দুক হতে গুলি ছোড়ার সময় যেহেতু বন্দুক ও গুলির ভরবেগ সমান থাকে এবং এ দুটির মধ্যে গুলি অপেক্ষাকৃত হালকা সেহেতু উপরোল্লিখিত কারণে গুলির গতিশক্তি বেশি।

১৫) স্প্রিং ধ্রুবক এর তাৎপর্য ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৯]

উ: কোনো স্প্রিং-এর মুক্ত প্রান্তের একক সরণ ঘটালে স্প্রিংটি সরণের বিপরীত দিকে যে বল প্রয়োগ করে সেটিই স্প্রিং ধ্রুবক। স্প্রিং বল একটি পরিবর্তী বল। এ বলের মান নির্ভর করে স্প্রিং ধ্রুবকের উপর। আর স্প্রিং সংকোচন বা প্রসারণে কৃতকাজ তথা বিভবশক্তি যেহেতু স্প্রিং বলের উপর নির্ভর করে সেহেতু স্প্রিং-এর এসব নিয়ামকগুলোও স্প্রিং ধ্রুবকের উপর নির্ভরশীল।

অনুধাবনমূলক

১৬) মহাকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল – ব্যাখ্যা কর ?

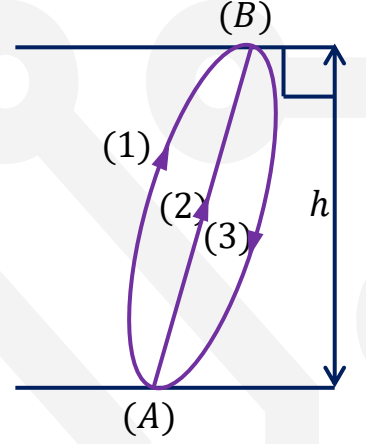
[দি বো. '১৬]

উ: ধরি, m ভরের একটি বস্তুকে A বিন্দু হতে B বিন্দুতে আনা হলো। এর ফলে বস্তুটির উল্লম্ব সরণ হলো h বস্তুটির স্থানান্তর (১) নং বা (২) নং বা (৩) নং যেকোনো পথে হোক না কেন প্রত্যেক পথেই অভিকর্ষীয় বল $F = mg$ খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়া করে। বস্তুটিকে যেকোনো পথে A হতে B -তে আনলে অভিকর্ষ বল দ্বারা প্রতিটি পথেই সম্পন্ন কাজ হবে, $W_1 = -mgh$

আবার, বস্তুটিকে যেকোনো পথে B বিন্দু হতে A বিন্দুতে স্থানান্তর করা হলে, অভিকর্ষ বল দ্বারা কৃতকাজ হবে, $W_1 = mgh$

A হতে B তে যেয়ে আবার A তে ফিরে আসতে মোট কৃতকাজ, $W = W_1 + W_2 = -mgh + mgh = 0$

কাজেই অভিকর্ষীয় বল সংরক্ষণশীল বল। যেহেতু অভিকর্ষ বল এক ধরনের মহাকর্ষীয় বল সেহেতু মহাকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল।



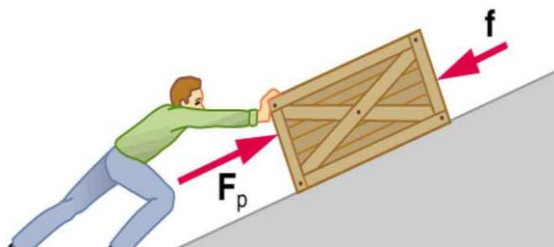
নিজে কর

- ১) গতিশক্তির সাথে ভরবেগ কীভাবে সম্পর্কিত তা দেখাও।
- ২) কী শর্তে বল দ্বারা কাজ হয় না? ব্যাখ্যা কর।
- ৩) একটি বস্তুর ভরবেগ 100% বাড়ানো হলে তার গতি শক্তি কীরূপ বাড়বে ?
- ৪) সরলদোলকের দোলনকালের সময় সুতার টান কর্তৃক কৃতকাজ শূন্য হয় কেন?
- ৫) স্প্রিংযুক্ত খেলনা গাড়িকে পেছন দিকে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় কেন?
- ৬) কর্মদক্ষতা বলতে কী বুঝ? ব্যাখ্যা কর।
- ৭) ক্ষমতা, বল ও বেগের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর।
- ৮) শক্তির অপচয় বলতে কী বুঝ?

কাজ , শক্তি ও ক্ষমতা

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

কাজ
ক্ষমতা
কর্মদক্ষতা
কাজ শক্তি উপপাদ্য
অশ্ব ক্ষমতা
স্প্রিং ধ্রুবক
প্রত্যয়নী বল
অপকেন্দ্র বল
অভিকেন্দ্র বল
যান্ত্রিক শক্তি
গতিশক্তি
ধনাত্মক এবং ঋণাত্মক কাজ
কিলোওয়াট - ঘন্টা
বলের দ্বারা কৃত কাজ
পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘুরলেও কোন কাজ সম্পন্ন হয় না - ব্যাখ্যা
দুটি সমান ভরের বস্তু স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষে বেগ বিনিময় করে - ব্যাখ্যা
স্থিতিশক্তি কখনোই ঋণাত্মক হবে না
কৌণিক দ্রুতি ও রৈখিক দ্রুতির সম্পর্ক
মহাকর্ষীয় বিভব বনাম দূরত্বের লেখচিত্র
কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য
হালকা ও ভারী বস্তুর ভরবেগ সমান হলে গতিশক্তি হালকাটির বেশি-ব্যাখ্যা
কী কী শর্তে কাজ শূন্য হয়
শক্ত মাটির চেয়ে নরম মাটিতে হাঁটা কঠিন
বল ও সরণের মধ্যবর্তী কোণ 90° -এর চেয়ে বেশি হলে কাজ ঋণাত্মক
ভরবেগ ও গতিশক্তির সম্পর্ক



পর্যাবৃত্তিক গতি

জ্ঞানমূলক

১) পর্যায়বৃত্ত গতি কাকে বলে?

[কু. বো. '১৭; সি. বো. '১৭]

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

২) সরল ছন্দিত গতি কী?

[য. বো. '১৫]

উ: যদি কোনো বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট একটি বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয়, তাহলে বস্তুর গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে।

৩) পর্যায়কাল কাকে বলে?

[ঢা. বো. '১৬]

উ: পর্যায়বৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো কণা যে নির্দিষ্ট সময় পরপর কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট দিক দিয়ে অতিক্রম করে সেই সময়কে পর্যায়কাল বলে।

৪) সেকেন্ড দোলক কাকে বলে?

[ব. বো '১৬]

উ: যে দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্থাৎ যে দোলকের এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

৫) স্পর্শীয় ত্বরণ কাকে বলে?

[রা. বো. '১৭]

উ: অসম বৃত্তাকার গতির ক্ষেত্রে কেন্দ্রমুখী ত্বরণের সাথে যে ত্বরণ থাকে তাকে স্পর্শীয় ত্বরণ বলে।

৬) সরল দোলন গতি কী?

[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

উ: একটি ভারী আয়তনহীন বস্তুকে কোণ দৃঢ় অবলম্বন থেকে ওজনহীন, নমনীয়, পাকহীন অপ্রসারণশীল সুতার সাহায্যে ঝুলিয়ে দিলে বস্তুটি যদি সরলছন্দিত গতিতে দুলতে পারে তবে সেটিই সরল দোলন গতি।

৭) কৌণিক বিস্তার কাকে বলে?

[রাজশাহী কলেজ, রাজশাহী]

উ: দোলনের সময় দোলক যেকোনো একদিকে সাম্যাবস্থান হতে সর্বোচ্চ যে কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে এর কৌণিক বিস্তার বলে।

৮) দশা কাকে বলে?

[আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ, ঢাকা]

উ: কম্পমান বস্তুর যেকোনো মুহূর্তে গতির অবস্থা, অবস্থান ও দিক যা দ্বারা বুঝানো হয়, তাকে দশা বলে।

৯) কালিক পর্যায়ক্রম কী?

[অমৃত লাল দে মহাবিদ্যালয় বরিশাল]

উ: পর্যায়বৃত্তির পর্যায়কাল যদি একটি নির্দিষ্ট সময় সাপেক্ষে হয় তবে তাকে কালিক পর্যায়ক্রম বলে অর্থাৎ কালিক পর্যায়ক্রম হলো সেই সকল ঘটনা যা একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর পুনরাবৃত্তি ঘটে।

পর্যাবৃত্তিক গতি

জ্ঞানমূলক

১০) স্প্রিং বল কী?

উ: স্প্রিং এর একটা প্রান্ত কোনো কিছুর সাথে আটকানো থাকলে, অপর মুক্ত প্রান্তে বল প্রয়োগ করে সরণ ঘটালে, সরণের বিপরীত দিকে স্প্রিংটি প্রতি একক দৈর্ঘ্যে যে বল প্রয়োগ করে তাই স্প্রিং বল।

১১) স্থানিক পর্যায়ক্রম কাকে বলে?

উ: পর্যায়বৃত্তির পর্যায়কাল যদি স্থান সাপেক্ষ হয়, তবে তাকে স্থানিক পর্যায়ক্রম বলে।

১২) সরল ছন্দিত গতি কাকে বলে?

উ: কোনো পর্যায় গতিসম্পন্ন বস্তুকণার উপর কার্যকর ত্বরণ (কার্যকর প্রত্যায়নী বল) যদি তার গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখে এমনভাবে ক্রিয়া করে যে তার মান ঐ বিন্দু হতে বস্তুর সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী হয়, তখন সে বস্তুকণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে।

১৩) কৌণিক কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

উ: সরল ছন্দিত স্পন্দনসম্পন্ন কোনো কণা একক সময়ে যে কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কৌণিক কম্পাঙ্ক বলে।

১৪) স্পন্দন গতি কাকে বলে?

উ: পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে, পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় বিপরীত দিকে চলে তবে বস্তুর ওই গতিকে স্পন্দন গতি বলে।

১৫) সরল দোলক কাকে বলে?

উ: একটি ছোট ভারী বস্তু পিণ্ডকে একটি ওজনবিহীন, অপ্রসারণীয় এবং নমনীয় সুতার সাহায্যে একটি দৃঢ় অবলম্বনে ঝুলিয়ে দেওয়ায় তা বিনা বাধায় এদিক-ওদিক দোলে, তবে সুতা সমেত পিণ্ডটিকে সরল দোলক বলে।

১৬) পূর্ণ দোলন কী?

উ: কোনো একটি সরল দোলকের দোলক পিণ্ড তার গতিপথের যে কোনো বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে দুই প্রান্ত অবধি যেয়ে পুনরায় সেই বিন্দুতে ফিরে এলে একটি পূর্ণ দোলন হয়।

১৭) কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

উ: কোনো একটি সরল দোলকের দোলক পিণ্ড এক সেকেন্ডে যতবার পূর্ণ দোলন দেয়, তাকে কম্পাঙ্ক বা কম্পনি বলে।

১৮) বিস্তার কাকে বলে?

উ: দুলবার সময় কোনো একটি সরল দোলকের দোলক পিণ্ড সাম্যাবস্থা হতে সর্বাপেক্ষা যতটা বেশি দূরে যায় তাকে তার বিস্তার বলে।

পর্যাবৃত্তিক গতি

অনুধাবনমূলক

১) খেলনা গাড়িতে স্প্রিং লাগিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [য. বো. '১৯]

উ: স্প্রিং সম্প্রসারণে বাহ্যিক বল দ্বারা কাজ সম্পাদিত হয়। এ কাজ স্প্রিং-এর মধ্যে বিভবশক্তি হিসেবে জমা থাকে। এ বিভবশক্তি দ্বারা স্প্রিং বাইরের কোনো বস্তুর উপর কাজ করতে পারে। খেলনা গাড়িতে স্প্রিং টানলে এতে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয় পরে ছেড়ে দিলে এ বিভবশক্তি গাড়িটির উপর কাজ করে গাড়িটিকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়।

২) সরল দোল গতির ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থানে ববের বেগ সর্বনিম্ন কি না? ব্যাখ্যা দাও। [কু. বো. '১৯]

উ: সরল দোল গতির ক্ষেত্রে ববের বেগ,

$$v = \omega \sqrt{A^2 - x^2} \text{ . সাম্যাবস্থানে } x = 0$$

সুতরাং উপরিউক্ত সম্পর্ক অনুসারে সাম্যাবস্থানে বেগ দাড়ায় $v = \omega \sqrt{A^2} = \omega A$ । উপরিউক্ত সম্পর্ক অনুসারে x এর মান যত কম হবে ববের বেগ তত বেশি হবে। অতএব, সাম্যাবস্থানে x এর মান সর্বনিম্ন হওয়ায় এখানে ববের বেগ সর্বোচ্চ। সুতরাং সরল দোল গতির ক্ষেত্রে সাম্যাবস্থানে ববের বেগ সর্বনিম্ন নয় বরং সর্বোচ্চ।

৩) সরল দোল গতির সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ কি না? ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, সরল দোলগতির জন্য সাম্যাবস্থান থেকে x দূরত্বে ত্বরণ, $a = -\omega^2 x$.

উপরোক্ত সম্পর্ক থেকে এটি স্পষ্ট যে x -এর সর্বোচ্চ মানের জন্য ত্বরণের মান সর্বোচ্চ হয়। অতএব, সরল দোলগতির ক্ষেত্রে সর্বোচ্চ অবস্থানে x -এর মান সর্বোচ্চ বলে সেখানে ত্বরণের মান সর্বোচ্চ।

৪) সব দোলক সরল দোলক নয়— ব্যাখ্যা কর। [দি. বো. '১৬]

উ: 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 বা দোলন গতি এবং বস্তুটিকে দোলক বলে। আর স্পন্দন গতিসম্পন্ন বস্তুর ত্বরণ যদি একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয় তাহলে বস্তুর এই গতিকে সরল দোলন গতি এবং বস্তুটিকে সরল দোলক বলে। সব দোলকের ক্ষেত্রে বস্তুর ত্বরণ একটি নির্দিষ্ট বিন্দু থেকে এর সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদা ঐ বিন্দু অভিমুখী হয় না। তাই সব দোলক সরল দোলক নয়।

৫) একটি ফাঁপা গোলককে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে দ্রুত না ধীরে চলবে ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '১৬]

উ: সরল দোলকের ২য় সূত্রানুসারে, সরল দোলকের দোলনকাল তার কার্যকরী দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সমানুপাতিক। একটি ফাঁপা গোলককে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে দোলকের ভারকেন্দ্র কিছুটা নিচে নেমে যায়। ফলে এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য কিছুটা বৃদ্ধি পায়। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় এর দোলনকালও বৃদ্ধি পায়। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় এটি পূর্বাপেক্ষা ধীরে চলে। অর্থাৎ একটি ফাঁপা গোলককে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে ধীরে চলবে।

পর্যাবৃত্তিক গতি

অনুধাবনমূলক

৬) সকল সেকেন্ড দোলকই সরল দোলক কিন্তু সকল সরল দোলক সেকেন্ড দোলক নয় কেন? [সি. বো. '১৬]

উ: সেকেন্ড দোলক সেই দোলককেই বলা যায় যার দোলনকাল দুই সেকেন্ড অর্থাৎ যে সরল দোলকের এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে যেতে এক সেকেন্ড সময় লাগে। কিন্তু সকল সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড নাও হতে পারে, কম বা বেশি হতে পারে। সেই সরল দোলক গুলোকে কখনোই সেকেন্ড দোলক বলা যায় না। সুতরাং সকল সেকেন্ড দোলকই সরল দোলক কিন্তু সকল সরল দোলক সেকেন্ড দোলক নয়।

৭) গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে কেন? [দি. বো. '১৭]

উ: আমরা জানি, সরল দোলকের সমীকরণ, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ । দোলনকাল T এর কার্যকর দৈর্ঘ্য L ও অভিকর্ষজ ত্বরণ g -এর উপর নির্ভর করে। কার্যকর দৈর্ঘ্য L বৃদ্ধি পেলে, দোলনকাল T বৃদ্ধি পায় এবং L হ্রাস পেলে T হ্রাস পায়। দোলক ঘড়ি সাধারণ সময়ে প্রতি ঘণ্টায় 30টি দোলন দেয়। অর্থাৎ, দোলক ঘড়ির দোলনকাল T এর মান 2 সেকেন্ড। গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বেশি থাকার কারণে দোলক ঘড়ির কার্যকর দৈর্ঘ্য L বৃদ্ধি পায়। ফলে দোলনকাল T এর মানও বৃদ্ধি পায় অর্থাৎ, T এর মান 2 সেকেন্ডের বেশি হয়। এজন্য গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে।

৮) সকল সরল ছন্দিত স্পন্দনই পর্যাবৃত্ত স্পন্দন কিন্তু সকল পর্যাবৃত্ত স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দন নয়— ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৬]

উ: যে গতি একটি নির্দিষ্ট সময়ের ব্যবধানে পুনরাবৃত্ত হয় তাকে পর্যাবৃত্ত স্পন্দন বলে। কোনো পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন বস্তুকণার গতি তখনই সরল ছন্দিত স্পন্দন হয় যখন বস্তুকণার ত্বরণ সাম্যাবস্থান থেকে বস্তুকণাটির সরণের সমানুপাতিক এবং সর্বদাই সাম্যাবস্থান অভিমুখী হয়। সুতরাং সরল ছন্দিত স্পন্দন এক বিশেষ ধরনের পর্যাবৃত্ত স্পন্দন। কিন্তু সব পর্যাবৃত্ত স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দনের বিশেষ শর্তগুলো মেনে চলে না। তাই সব পর্যাবৃত্ত স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দন হতে পারে না। যেমন— ঘড়ির কাঁটার গতি বা সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি হলো পর্যাবৃত্ত স্পন্দন, কিন্তু সরল ছন্দিত স্পন্দন নয়। তাই বলা যায়, সকল সরল ছন্দিত স্পন্দনই পর্যাবৃত্ত স্পন্দন কিন্তু সকল পর্যাবৃত্ত স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দন নয়।

৯) একটি সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 3° ; এর গতি সরল ছন্দিত হবে কিনা— ব্যাখ্যা কর। [ব. বো. '১৫]

উ: আমরা জানি, সরল দোলকের দোলনকাল $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ সমীকরণটি কৌণিক বিস্তার 3° বা এর চেয়ে কম মানের জন্যই প্রযোজ্য। কারণ, মান কম হলে বা ক্ষুদ্র হলে $\sin \theta = 0$ রেডিয়ান বিবেচনা করা যায়। যে শর্ত থেকে সমীকরণটি প্রতিষ্ঠিত, কৌণিক বিস্তার 3° এর বেশি হলে ববের গতিপথ সরল রৈখিক হবে না, এমনকি ত্বরণও সরণের সমানুপাতিক হবে না। ফলে সরল দোলকের গতি সরল দোলগতি সম্পন্ন হয় না। এ জন্যই সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 3° এর মধ্যে রাখা হয়। অতএব সরল দোলকটির গতি সরলছন্দিত হবে।

পর্যাবৃত্তিক গতি

অনুধাবনমূলক

১০) সরল দোলকের গতি সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি- ব্যাখ্যা কর।

[যো. বো. '১৬]

উ: সরল দোলকের গতি সরলছন্দিত গতি। কারণ

- এটি একটি পর্যাবৃত্ত ও স্পন্দন গতি;
- এটি একটি সরলরৈখিক গতি;
- এর স্পন্দনের সীমা মধ্যাবস্থানের উভয় দিকে সমান দূরে অবস্থিত;
- যেকোনো সময়ে ত্বরণের মান সাম্যাবস্থান থেকে সরণের মানের সমানুপাতিক এবং
- ত্বরণ সর্বদা একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী

১১) সরল দোলন গতির অন্তরক সমীকরণটি ব্যাখ্যা কর।

[দি. বো. '১৫]

উ: সরল দোলন গতিতে চলমান কোনো বস্তুর কণার t সময়ে সরণ x হলে, এর গতির অন্তরক সমীকরণ হবে

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

এখানে, ω = কণাটির কৌণিক বেগ, এই সমীকরণটিকে সমাধান করে পাওয়া যায়,

$$x = a \sin(\omega t + \delta)$$

$$\text{এক্ষেত্রে বেগ, } v = \frac{dx}{dt}$$

$$= a\omega \cos \omega t$$

$$\text{এবং ত্বরণ } a = \frac{dv}{dt} = -a\omega^2 \sin \omega t = -\omega^2 x$$

অর্থাৎ, ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী।

১২) দোলনরত একটি সরল দোলক সাম্যাবস্থায় এসে থেমে যায় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৯]

উ: দোলনরত সরল দোলক সাম্যাবস্থায় আসলে এর উপর প্রযুক্ত বল শূন্য হয় ফলে ত্বরণ শূন্য হয় কিন্তু বেগ শূন্য হয় না। বরং সাম্যাবস্থায় দোলকটির বেগ সর্বোচ্চ হয়। বেগ থাকার ফলে দোলকটি গতি জড়তার কারণে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। তাই সরলদোলক সাম্যাবস্থায় এসে থেমে যায় না।

১৩) একটি দোলক ঘড়ির দোলনকাল 2.5 s হলে এটি সঠিক সময় দিবে কি? ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, দোলক ঘড়ি প্রতি সেকেন্ডে একটি করে বীট দেয়। প্রতি মিনিটে 60টি এবং প্রতি ঘণ্টায় 3600টি বীট দেয়। এখন দোলক ঘড়ির দোলনকাল 2.5 s হলে 3600টি বীট দিতে এর $\frac{2.5}{2} \times 3600 = 4500 \text{ s}$ তথা 1.25 ঘণ্টা সময় লাগবে। অর্থাৎ দোলক ঘড়িটি ধীরে চলবে। ফলে এটি সঠিক সময় দিবে না।

পর্যাবৃত্তিক গতি

অনুধাবনমূলক

১৪) হাতঘড়ির কাঁটার গতি কি দোলন গতি? ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৯]

উ: পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তু যদি পর্যায়কালের অর্ধেক সময় কোনো নির্দিষ্ট দিকে এবং বাকি অর্ধেক সময় একই পথে তার বিপরীত দিকে চলে তবে তার গতিই দোলন গতি। হাতঘড়ির কাঁটা সর্বদা একইদিকে গতিশীল থেকে তার গতিপথের নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে। সুতরাং সংজ্ঞানুসারে এটি পর্যাবৃত্ত গতি হলেও দোলনগতি নয়।

১৫) সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। [সি. বো. '১৯]

উ: সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 4° এর বেশি হলে সরল দোলকের গতি সরলরৈখিক না হয়ে বৃত্তাকার হয়। ফলে সরল দোলক দোলন গতির বৈশিষ্ট্য মেনে চলে না। সেক্ষেত্রে

$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ সমীকরণ প্রযোজ্য হয় না। এজন্য সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখতে হয়।

১৬) একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 2.5 N/m বলতে কী বুঝ? [রা. বো. '১৭; য. বো. '১৫]

উ: একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 2.5 N/m বলতে বুঝায় ঐ স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তের 1 m সরণ ঘটাতে স্প্রিং এর ওপর 2.5 N বল প্রয়োগ করতে হবে।

১৭) ধ্রুব বল ও স্প্রিং স্পন্দন এর সাথে দোলনকালের সম্পর্ক স্থাপন কর।

[দি. বো. '১৫]

উ: অনুভূমিক স্প্রিং এর সরলছন্দিত গতির সমীকরণ থেকে পাই,

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0$$

এই ছন্দিত গতির দোলনকাল T হলে,

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{\sqrt{\frac{k}{m}}} \quad \left[\because \omega^2 = \frac{k}{m} \right]$$

$$\therefore T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad [\text{এখানে } k = \text{ধ্রুব বল}]$$

এটিই নির্ণেয় সম্পর্ক।

১৮) সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল কণার বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে?

[আইডিয়াল স্কুল অ্যান্ড কলেজ, মতিঝিল, ঢাকা]

উ: সরল ছন্দিত গতিতে চলমান কণার বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে। সরল ছন্দিত কণার সরণ বৃদ্ধির সাথে সাথে বেগ হ্রাস পেতে থাকে এবং বিস্তারের প্রান্তে বেগ শূন্য হয়। বেগ শূন্য হলেও ঐ অবস্থায় কণার ত্বরণ থাকে যার ফলে কণাটি পূর্ব গতির বিপরীত দিকে ধাবমান হতে চেষ্টা করে। তাই সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল কণার বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে।

পর্যাবৃত্তিক গতি

অনুধাবনমূলক

১৯) গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে এবং শীতকালে দ্রুত চলে কেন?

[নটর ডেম কলেজ, ঢাকা]

উ: আমরা জানি, সরল দোলকের সমীকরণ, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ ।

দোলনকাল T এর কার্যকর দৈর্ঘ্য L এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর উপর নির্ভর করে। L বৃদ্ধি পেলে T বৃদ্ধি পায় এবং L হ্রাস পেলে T হ্রাস পায়। দোলন ঘড়ি সাধারণ সময়ে প্রতি ঘণ্টায় 30টি দোলন দেয়। অর্থাৎ দোলনকাল $T = 2$ s। গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বেশি থাকায় L বাড়ে তাই T বাড়ে অন্যদিকে শীতকালে L হ্রাস পায় তাই T ও হ্রাস পায়। অর্থাৎ গ্রীষ্মকালে T এর মান 2 সেকেন্ডের বেশি এবং শীতকালে 2 সেকেন্ডের কম- হয়। এজন্য গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে, আর শীতকালে দ্রুত চলে।

২০) পর্যাবৃত্ত গতিতে আদি দশা কোণ কেন ধ্রুব থাকে? ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো, ১৭]

উ: পর্যাবৃত্ত গতির সংজ্ঞানুযায়ী এটি এর গতিপথে কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে। আবার, দশা বলতে কম্পমান কোনো কণার যেকোনো মুহূর্তে কণাটির। সরণ, বেগ, ত্বরণ ও গতির অভিমুখকে বুঝায়। যেহেতু পর্যাবৃত্ত গতির ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট সময় পরপর কণাটির সরণ, বেগ, ত্বরণ ও গতির অভিমুখের পুনরাবৃত্তি ঘটে তাই বস্তু বা কণাটির দশা কোণ ধ্রুব থাকে।

নিজে কর

১) একটি দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে কী ধরনের পরিবর্তন ঘটবে?

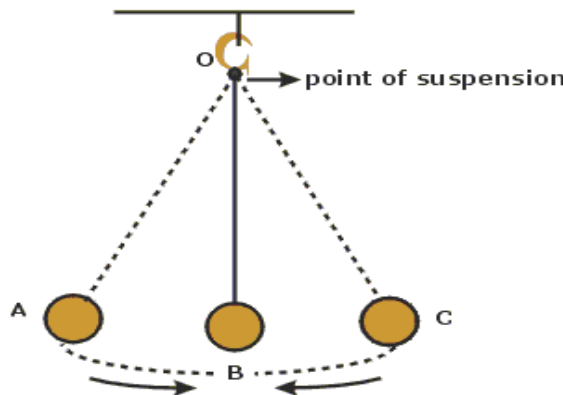
২) শীতকালে পেডুলাম ঘড়ি দ্রুত চলে কেন?

৩) নির্দিষ্ট স্প্রিং ও ভরের জন্য স্প্রিং-এর দোলনকাল ধ্রুবক ব্যাখ্যা কর।

৪) সরল ছন্দিত স্পন্দনরত কোনো কণার গতিবেগ সর্বোচ্চ কত হয়?

৫) সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার গতিপথের কোন অবস্থানে গতিশক্তি সর্বনিম্ন হয়?

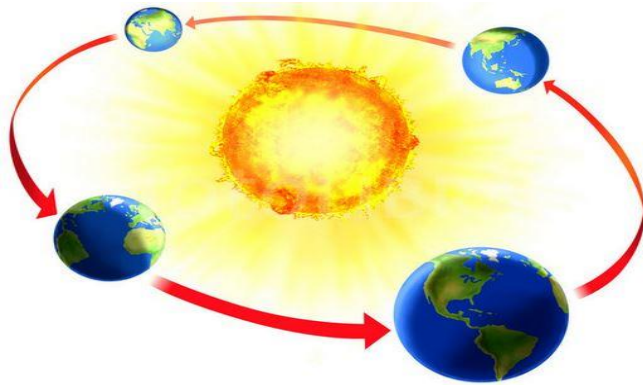
৬) সরল দোল গতির সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ কি না? ব্যাখ্যা কর।



পর্যাবৃত্তিক গতি

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

পর্যাবৃত্ত গতি	সরল দোলকের সূত্রগুলো	সরল দোলক
সরল ছন্দিত গতি	স্থানিক / কালিক পর্যায়ক্রম	দোলনকাল
বিস্তার	দশা	সেকেন্ড দোলক
দশা	$T^2 - L/T^2 - g$ গ্রাফ	স্প্রিং - কে কেটে ছোট করলে স্প্রিং ধ্রুবক এর কী পরিবর্তন হবে?
সরল দোলক এর কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে হতে হবে কেন?	বিস্তার দ্বিগুণ করলে পর্যায়কালের পরিবর্তন	গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে, শীতকালে দ্রুত চলে কেন?
সরল ছন্দিত স্পন্দনের কণার বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে	ফাঁপা দোলকপিণ্ডকে পানিপূর্ণ করলে দোলনকালের কোন পরিবর্তন হবে কিনা	



আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

জ্ঞানমূলক

১) আদর্শ গ্যাস কী? [রা. বো. '১৯; কু. বো. '১৬; চ. বো. '১৫; সি. বো. '১৫; দি. বো. '১৭]

উ: যে সকল গ্যাস গ্যাসের গতিতত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্যসমূহ মেনে চলে এবং সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েল ও চার্লসের সূত্র যুগ্মভাবে মেনে চলে তাকে আদর্শ গ্যাস বলে।

২) গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্র বিবৃত কর। [য. বো. '১৯, ১৫]

উ: গ্যাসের ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্রটি হলো- নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

১৩) মোল কী? [চ. বো. '১৭]

উ: কোনো পদার্থের যে পরিমাণের মধ্যে 6.023×10^{23} টি পরমাণু, অণু বা আয়ন থাকে সেই পরিমাণকে ঐ পদার্থের মোল বলা হয়।

৪) সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কাকে বলে? [ঢা. বো. '১৬; চ. বো. '১৯]

উ: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প সর্বাধিক যে চাপ দিতে পারে তাকে সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ বলে।

৫) শিশিরাক্ষ কাকে বলে? [রা. বো. '১৭; ১৫; কু. বো. '১৯; ব. বো. '১৯, ১৭]

উ: যে তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ু তার ভেতরের জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয় তাকে ঐ বায়ুর শিশিরাক্ষ বলে।

৬) মূল গড় বর্গ বেগ কী? [সি. বো. '১৭]

উ: কোনো গ্যাসের সকল অণুর বেগের বর্গের গড় মানের বর্গমূলকে মূল গড় বর্গ বেগ বলে।

৭) আপেক্ষিক আর্দ্রতা কী? [চ. বো. '১৭; কু. বো. '১৭; রা. বো. '১৬]

উ: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভর এবং সেই একই তাপমাত্রায় সেই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের ভরের অনুপাত হলো সেই স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা।

৮) সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক কাকে বলে? [কু. বো. '১৫]

উ: এক মোল আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা এক ডিগ্রি বাড়ালে তা যে পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করে তাকে সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক বলে।

৯) পরম আর্দ্রতা কাকে বলে? [ব. বো. '১৫]

উ: বায়ুর প্রতি একক আয়তনে জলীয় বাষ্পের ভরকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে।

১০) স্বাধীনতার মাত্রা কী? [ঢা. বো. '১৯; রা. বো. '১৭]

উ: কোনো গতিশীল সংস্থার অবস্থা বা অবস্থান সুনির্দিষ্টভাবে প্রকাশের জন্য যতগুলো স্থানাঙ্কের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ গতিশীল সংস্থার স্বাধীনতার মাত্রা বলে।

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

জ্ঞানমূলক

১১) শক্তির সমবিভাজন নীতিটি বিবৃত কর।

[চট্টগ্রাম কলেজ, চট্টগ্রাম]

উ: শক্তির সমবিভাজন নীতিটি হলো- তাপীয় সাম্যাবস্থায় আছে এমন গতীয় সিস্টেমের মোট সক্তি স্বাধীনতার মাত্রার ভেতর সমভাবে বণ্টিত হয় এবং প্রত্যেক স্বাধীনতার মাথাপিছু শক্তির পরিমাণ হয় $\frac{1}{2}KT$.

১২) মৌলিক স্বীকার্য কাকে বলে?

[ঢাকা কলেজ, ঢাকা]

উ: গ্যাসের অণুর গতিতত্ত্ব সুপ্রতিষ্ঠিত করার জন্য কতকগুলো পূর্ব শর্তকে মৌলিক স্বীকার্য বলে।

১৩) পরম শূন্য তাপমাত্রা কাকে বলে?

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

উ: যে তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন ও চাপ শূন্য হয়, যার নিচে কোনো তাপমাত্রা থাকা সম্ভব নয় সে সর্বনিম্ন কল্পনাযোগ্য তাপমাত্রাই পরমশূন্য তাপমাত্রা।

১৪) তাপ কাকে বলে?

উ: তাপ এক প্রকার শক্তি যা গরম বা উচ্চ তাপমাত্রার বস্তু হতে নিম্ন তাপমাত্রার বস্তুতে তাপমাত্রার পার্থক্যের কারণে সঞ্চারিত হয়।

১৫) গ্যাসের ক্ষেত্রে চার্লস-এর সূত্র বিবৃতি কর।

উ: স্থির চাপে কোনো নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন 0°C থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা পরিবর্তনের জন্য এর 0°C তাপমাত্রার আয়তনের নির্দিষ্ট ভগ্নাংশ $\frac{1}{273}$ অংশ পরিবর্তিত হয়।

১৬) গড় বর্গ বেগ কাকে বলে?

উ: দুই বা ততোধিক বেগের বর্গের গড় মানকে গড় বর্গ বেগ বলে।

১৭) প্রমাণ চাপ কাকে বলে?

উ: সমুদ্রপৃষ্ঠে 45° অক্ষাংশে 273 K তাপমাত্রায় উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760 mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদস্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

১৮) প্রমাণ তাপমাত্রা কাকে বলে?

উ: যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে অর্থাৎ 760 mm পারদ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় বা পানি জমে বরফে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা বলে।

১৯) বাষ্পচাপ কাকে বলে?

উ: তরল থেকে নির্গত বাষ্প আধারের গায়ে যে চাপ প্রয়োগ করে তাকে বাষ্পচাপ বলে।

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

জ্ঞানমূলক

২০) বায়ুচাপ কাকে বলে?

উ: বায়ুতে অণুসমূহ অবিরত ইতস্তত ছুটাছুটি করার ফলে পাত্রের একক ক্ষেত্রফলের উপর যে বল প্রয়োগ করে তাকে বায়ুচাপ বলে।

২১) এক বায়ুমন্ডলীয় চাপ কাকে বলে?

উ: 0°C তাপমাত্রায় 45°C অক্ষাংশে সমুদ্র সমতলে যে পরিমাণ বায়ুচাপ 760 mm পারদস্তম্ভের চাপের সমান হয়, তাকে এক বায়ুমন্ডলীয় চাপ বা এক বায়ুচাপ (1 atm) বলে।

২২) অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ কাকে বলে?

উ: কোনো নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো আবদ্ধ স্থানের বাষ্প যে সর্বাধিক বাষ্পচাপ অপেক্ষা কম চাপ প্রয়োগ করে তবে তাকে অসম্পৃক্ত বাষ্প চাপ বলে।

এটা আদর্শ
গ্যাস ভাতিজা



আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

অনুধাবনমূলক

১) একটি হাইড্রোজেন গ্যাস বেলুন ভূমি হতে নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠার পরে ফেটে যায় কেন- ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '১৯]

উ: বয়েলের সূত্রানুসারে, আমরা জানি, স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন চাপের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ, চাপ কমলে আয়তন বাড়ে। ভূমি থেকে উঁচুতে উঠতে থাকলে আন্তে আন্তে চাপ কমতে থাকে ফলে আয়তন বাড়তে থাকে। এভাবে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠার পর আয়তন বাড়তে বাড়তে বেলুনের প্রসারণ সীমার বাইরে চলে যায়। ফলে ফেটে যায়। একারণে একটি হাইড্রোজেন গ্যাস বেলুন ভূমি নির্দিষ্ট উচ্চতায় উঠার পরে ফেটে যায়।

২) স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বনাম P গ্রাফের প্রকৃতি কিরূপ হবে ব্যাখ্যা কর।

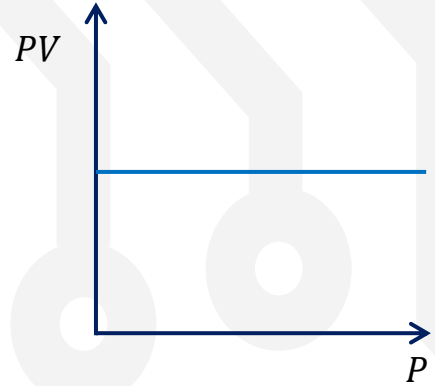
উ: আমরা জানি, বয়েলের সূত্রানুসারে, $V \propto \frac{1}{P}$, যখন তাপমাত্রা স্থির। [যো. বো. '১৯]

উপরোক্ত সম্পর্ক অনুসারে,

$$v = K \frac{1}{P}$$

$$\text{বা, } PV = K$$

অর্থাৎ, স্থির তাপমাত্রায় চাপ ও আয়তনের গুণফল সর্বদা ধ্রুবক। যার অর্থ P বা V -এর পরিবর্তনে P ও V -এর গুণফলের কোনো পরিবর্তন হবে না। অতএব, স্থির তাপমাত্রায় একটি আদর্শ গ্যাসের PV বনাম P গ্রাফটি দাঁড়ায় নিম্নরূপ



৩) নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব তার পরম তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল— ব্যাখ্যা কর।

উ: আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে আমরা জানি, [চ. বো. '১৯]

$$PV = nRT$$

$$\text{বা, } PV = \frac{m}{M} RT$$

$$\text{বা, } P = \frac{\rho}{M} RT = \frac{PM}{RT}$$

$$\text{বা, } \rho \propto \frac{1}{T}$$

অর্থাৎ গ্যাসের ঘনত্ব পরম তাপমাত্রার ব্যস্তানুপাতিক। যার অর্থ পরম তাপমাত্রা কমলে গ্যাসের ঘনত্ব বৃদ্ধি পায় এবং পরম তাপমাত্রা বাড়লে গ্যাসের ঘনত্ব হ্রাস পায়। অতএব বলা যায়, নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের ঘনত্ব তার পরম তাপমাত্রার উপর নির্ভরশীল।

৪) শীতের রাতে শিশির পড়ে কেন? [চ. বো. '১৫]

উ: শীতকালে দিনের বেলায় সূর্যের উত্তাপে ভূ-সংলগ্ন বায়ু উত্তপ্ত থাকে। ফলে বায়ু জলীয় বাষ্প দিনে অসম্পৃক্ত থাকে। রাতে ঐ বায়ু তাপ বিকিরণ করে শীতল হয় এবং জলীয় বাষ্প দ্বারা প্রায় সম্পৃক্ত হয়ে আসে। এমতাবস্থায় ভূ-সংলগ্ন তাপ কুপরিবাহী, কিন্তু উত্তম তাপ বিকিরক যেমন- ঘাস, গাছের পাতা ইত্যাদি অতিরিক্ত তাপ বিকিরণ করে শীতল হয়ে পড়ে। যখন এসব শীতল বস্তুর সংস্পর্শে ঠাণ্ডা বায়ু আসে তখন এদের তাপমাত্রা শিশিরাক্ষের নিচে নেমে যায়। এজন্য শীতের রাতে শিশির পড়ে।

অনুধাবনমূলক

৫) সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলতে কী বুঝ ?

[ডা. বো. '১৯]

উ: যে প্রক্রিয়ায় কোনো গ্যাসের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয়, কিন্তু তাপমাত্রা অপরিবর্তিত অর্থাৎ স্থির থাকে, সে প্রক্রিয়াকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া এবং পরিবর্তনকে সমোষ্ণ পরিবর্তন বলে। অন্যকথায়, যে তাপগতীয় প্রক্রিয়ায় সিস্টেমের তাপমাত্রা অপরিবর্তিত অর্থাৎ স্থির থাকে তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে।

৬) পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে কোনটি অধিক গুরুত্বপূর্ণ? ব্যাখ্যা কর।

[কু. বো. '১৯]

উ: একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো স্থানে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প বিদ্যমান তা হচ্ছে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা। আর নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় কোনো স্থানে উপস্থিত জলীয় বাষ্প ঐ স্থানকে সম্পৃক্ত করতে প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের শতকরা যত তা হচ্ছে ঐ স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা। কোনো স্থানে উপস্থিত জলীয় বাষ্প ঐ স্থানের জলীয় বাষ্প ধারণ ক্ষমতার তুলনায় কতটুকু সেটিই অধিক গুরুত্বপূর্ণ। অতএব, পরম আর্দ্রতা ও আপেক্ষিক আর্দ্রতার মধ্যে আপেক্ষিক আর্দ্রতা অধিক গুরুত্বপূর্ণ।

৭) একক চাপে এক মোল কোনো গ্যাসের আয়তন বনাম পরম তাপমাত্রা লেখচিত্রের ঢাল কী নির্দেশ করে ?

[চ. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, স্থির চাপে কোনো গ্যাসের আয়তন এর পরম তাপমাত্রার সমানুপাতিক।

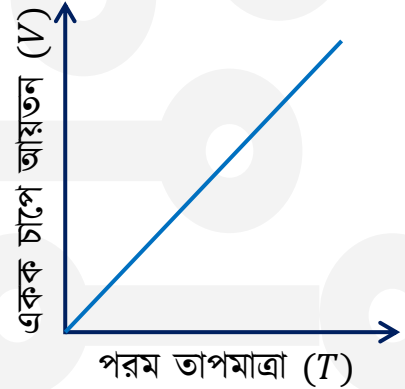
এখানে, মোল সংখ্যা, $n = 1$

একক চাপের ক্ষেত্রে, $P = 1$

এখন, $PV = nRT$

বা, $\frac{V}{T} = \frac{nR}{P} = \frac{1 \times R}{1} = R = \text{ঢাল}$

অতএব, একক চাপে এক মোল কোনো গ্যাসের আয়তন বনাম পরম তাপমাত্রা লেখচিত্রের ঢাল, সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবককে নির্দেশ করে।



৮) কোনো স্থানে বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে কী বুঝায়?

[সি. বো. '১৫]

উ: কোনো স্থানের আপেক্ষিক আর্দ্রতা 70% বলতে আমরা বুঝি—

- বায়ুর তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন তার শতকরা 70 ভাগ জলীয় বাষ্প বায়ুতে আছে।
- বায়ুর তাপমাত্রা ঐ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ একই তাপমাত্রায় 70 সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের 100 ভাগের 70 ভাগ অর্থাৎ অংশ।
- ঐ বায়ুর শিশিরাক্ষে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের 100 ভাগের 70 ভাগ।

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

অনুধাবনমূলক

৯) গ্যাসের গতিতত্ত্ব বয়েলের সূত্রকে সমর্থন করে— ব্যাখ্যা কর ।

[দি. বো. '১৭]

উ: গ্যাসের গতিতত্ত্ব থেকে আমরা পাই,

$$PV = \frac{1}{3}mN\bar{c}^2 = \frac{1}{3}M\bar{c}^2 = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{2}M\bar{c}^2$$

বা, $PV = \frac{2}{3}E$ [E = গ্যাসের অণুসমূহের মোট গতিশক্তি]

তাপমাত্রা স্থির থাকলে নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপের পরিমাণ স্থির থাকে। ফলে মোট গতিশক্তিও স্থির থাকে।

PV = ধ্রুবক

বা, $P \propto \frac{1}{V}$

অর্থাৎ স্থির তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন তার উপর প্রযুক্ত চাপের ব্যস্তানুপাতিক। এটিই বয়েলের সূত্র।

১০) পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে গ্যাসীয় অণুর গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়- ব্যাখ্যা কর। [রা. বো. '১৬]

উ: কোনো সময় কোনো স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের ভরকে ঐ স্থানের পরম আর্দ্রতা বলে। পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধি পেলে জলীয় বাষ্পের ভরও বৃদ্ধি পায়। এতে ঐ স্থানে অণুর সংখ্যা বৃদ্ধি পায়। অণুর সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে এদের ফুটায়ুর পরিমাণও বৃদ্ধি পায়। ফলে অণুর গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ পরম আর্দ্রতা বৃদ্ধির সাথে গ্যাসীয় অণুর গড় বর্গবেগও বৃদ্ধি পায়।

১১) গ্যাস ও বাষ্পের মধ্যে পার্থক্য লিখ।

[চ. বো. '১৬]

উ: বাষ্প ও গ্যাসের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো :

গ্যাস	বাষ্প
১. গ্যাস স্বাভাবিক অবস্থায় কক্ষ তাপমাত্রায় বাষ্পরূপে থাকে।	১. বাষ্প স্বাভাবিক অবস্থায় কক্ষ তাপমাত্রায় কঠিন বা তরলরূপে থাকে।
২. একই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সকল গ্যাসের প্রসারণ একই হয়।	২. একই তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে সকল বাষ্পের প্রসারণ সমান হয় না।

১২) কোনো স্থানের শিশিরাক্ষ 18 °C বলতে কী বুঝ?

[ঢা. বো. '১৯]

উ: কোনো স্থানের শিশিরাক্ষ 18 °C বলতে বুঝায় ঐ দিন 18 °C তাপমাত্রায় উপস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা ঐ স্থানের বায়ু সম্পৃক্ত হবে এবং তা ঘনীভূত হয়ে বিন্দু বিন্দু জলকণায় পরিণত হবে।

১৩) বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23} J/K$ বলতে কী বোঝায়? ব্যাখ্যা কর।

[রা. বো. '১৯]

উ: বোল্টজম্যান ধ্রুবক, $k = 1.38 \times 10^{-23} J/K$ বলতে বুঝায় একটি গ্যাসীয় অণুর তাপমাত্রা 1 K বাড়তে $1.38 \times 10^{-23} J$ কাজ করতে হয়।

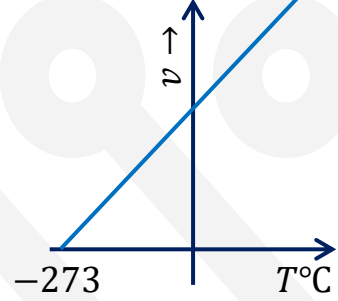
আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

অনুধাবনমূলক

১৪) পরম শূন্য তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের তাপমাত্রা থাকতে পারে কি না? ব্যাখ্যা কর।

[সি. বো. '১৯]

উ: -273°C তাপমাত্রায় পরম তাপমাত্রা হয় $(-273^{\circ}\text{C} + 273^{\circ}\text{C}) = 0\text{ K}$ । যেখানে আয়তন শূন্য হয়। এ তাপমাত্রার নিচে গ্যাসের আয়তনের মান ঋণাত্মক হয়, যা বাস্তবে অসম্ভব। তাই -273°C তথা পরমশূন্য তাপমাত্রা এর নিচে গ্যাসের তাপমাত্রা থাকতে পারে না।



১৫) গ্যাসের ঘনত্ব বেশি হলে গড়মুক্ত পথ বেশি হয় কি? ব্যাখ্যা কর।

[ব. বো. '১৯]

উ: আমরা জানি, $\lambda \propto \frac{1}{\rho}$ অর্থাৎ গড় মুক্তপথ গ্যাসের ঘনত্বের ব্যস্তানুপাতিক যার অর্থ গ্যাসের ঘনত্ব যত বেশি হবে অণুগুলোর গড় মুক্তপথ তত কম হবে। অতএব, গ্যাসের ঘনত্ব বেশি হলে গড় মুক্তপথ বেশি হয় না।

১৬) পরম শূন্য তাপমাত্রায় গ্যাস-অণুর বেগ শূন্য হওয়ার কারণ কী? ব্যাখ্যা কর।

[সকল বোর্ড '১৮]

উ: পরমশূন্য তাপমাত্রায় গ্যাসের অণুগুলো পরস্পরের খুব কাছাকাছি অবস্থান করে ফলে আন্তঃআণবিক শক্তি প্রবল থাকে বলে এই শক্তিকে উপেক্ষা করে অণুগুলো নড়তে পারে না। তাই তাদের বেগ শূন্য হয়।

১৭) ঢাকায় বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা ৬০% বলতে কী বুঝ?

[ঢা. বো. '১৬]

উ: ঢাকায় বাতাসের আপেক্ষিক আর্দ্রতা ৬০% বলতে আমরা বুঝি-

- বায়ুর তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট আয়তনের ঐ বায়ুকে সম্পৃক্ত করতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্পের প্রয়োজন তার শতকরা ৬০ ভাগ জলীয় বাষ্প বায়ুতে আছে।
- বায়ুর তাপমাত্রা ঐ বায়ুতে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ একই তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের ১০০ ভাগের ৬০ ভাগ অর্থাৎ $\frac{60}{100}$ অংশ।
- ঐ বায়ুর শিশিরাক্ষে সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপ বায়ুর তাপমাত্রায় সম্পৃক্ত জলীয় বাষ্পের চাপের ১০০ ভাগের ৬০ ভাগ।

১৮) চলমান অবস্থায় গাড়ির ঢাকার চাপ বৃদ্ধি পায় কেন?

[য. বো. '১৫]

উ: চলন্ত মোটর গাড়ির টায়ারের মধ্যে বায়ুর চাপ বাড়ে। কারণ চলন্ত গাড়ির টায়ার এবং রাস্তার মধ্যে ঘর্ষণ হয়। ঘর্ষণের ফলে তাপ উৎপন্ন হয়। তাপ বৃদ্ধি পাওয়ার দরুন চাপও বৃদ্ধি পায়, ফলে বায়ুস্থ অণুসমূহের ছুটাছুটি বৃদ্ধি পায়। তাই টায়ারের দেয়ালের উপর চাপও বৃদ্ধি পায়। সুতরাং বলা যায় যে, চলন্ত মোটর গাড়ির টায়ারের মধ্যে বায়ুর চাপ বৃদ্ধি পায়।

নিজে কর

- ১) একই তাপমাত্রায় ঢাকার চেয়ে কক্সবাজারে বেশি অস্বস্তি লাগে কেন?
- ২) ছাতার কাপড়ে ছিদ্র থাকা সত্ত্বেও বৃষ্টির পানি ভেতরে প্রবেশ করে না কেন? ব্যাখ্যা কর।
- ৩) বর্ষাকাল অপেক্ষা শীতকালে ভেজা কাপড় দ্রুত শুকায় কেন?
- ৪) শীতকালে ঠোঁটে গ্লিসারিন ব্যবহার করা হয় কেন?
- ৫) মেঘাচ্ছন্ন রাত্রি অপেক্ষা মেঘহীন রাত্রি শিশির জমার জন্যসহায়ক ব্যাখ্যা কর।
- ৬) কাপড় কাচার সময় সামান্য গরম পানি ব্যবহার করা হয় কেন?
- ৭) হৃদের তলদেশ হতে পৃষ্ঠে আসার ফলে বুদবুদের আয়তন বৃদ্ধি পায় কেন?

আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

□ জ্ঞান ও অনুধাবনের কিছু গুরুত্বপূর্ণ টপিক/প্রশ্ন

আদর্শ গ্যাস	আপেক্ষিক আর্দ্রতা	পরম আর্দ্রতা
পরম শূন্য তাপমাত্রা	সম্পৃক্ত / অসম্পৃক্ত বাষ্পচাপ	বয়েলের সূত্র
চার্লসের সূত্র	রেনোর সূত্র	সার্বজনীন গ্যাস ধ্রুবক
শিশিরাক্ষ	প্রমাণ চাপ	মূল গড় বর্গবেগ
শীতে ভেজা কাপড় দ্রুত শুকায়	হৃদের তলদেশ হতে আসা বুদবুদের আয়তন কেন বাড়ে	গ্যাস ও বাষ্পের পার্থক্য
গ্রীষ্মকালে ঢাকার চেয়ে কক্সবাজারে বেশি অস্বস্তি লাগার কারণ	মেঘাচ্ছন্ন রাত্রি অপেক্ষা মেঘশূন্য রাত্রি শিশির পড়তে বেশি সহায়ক	সম্পৃক্ত বাষ্পচাপ আয়তনের উপর নির্ভর করে না
শিশিরাক্ষ একই থাকলেও আপেক্ষিক আর্দ্রতায় ভিন্নতা আসতে পারে-ব্যাখ্যা	একই তাপমাত্রায় ভিন্ন ভিন্ন গ্যাসের ক্ষেত্রেও গড় গতিশক্তি ধ্রুব	

