

ভেক্টর জ্ঞানমূলক + অনুধাবনমূলক সাজেশন

(মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+)

জ্ঞানমূলক



<p>1. সীমাবদ্ধ ভেক্টর কী?</p> <p>উত্তরঃ যে ভেক্টরের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে পাদবিন্দু হিসেবে ঠিক করে রাখা হয় তাই সীমাবদ্ধ ভেক্টর।</p>	<p>2. বিপ্রতীপ ভেক্টর কী?</p> <p>উত্তরঃ দুটি সমান্তরাল ভেক্টরের একটির মান অপরটির বিপ্রতীপ হলে তাদেরকে বিপ্রতীপ ভেক্টর বলে।</p>
<p>3. অবস্থান ভেক্টর কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ প্রসঙ্গ কাঠামোর মূল বিন্দুর সাপেক্ষে যে ভেক্টর দিয়ে কোনো বিন্দুর অবস্থান নির্দেশ করা হয় তাকে অবস্থান ভেক্টর বলে।</p>	<p>4. স্বাধীন ভেক্টর কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ স্বাধীন ভেক্টর কোনো ভেক্টর রাশির মান ও দিক ঠিক রেখে ইচ্ছেমতো পাদবিন্দু নেওয়া গেলে তাকে স্বাধীন বা মুক্ত ভেক্টর বলে।</p>
<p>5. ভেক্টর অপারেটর কী?</p> <p>উত্তরঃ যেসব গাণিতিক চিহ্নের সাহায্যে ভেক্টর রাশির রূপান্তর করা হয় তাকে ভেক্টর অপারেটর।</p>	<p>6. সলিনয়ডাল ভেক্টর কী?</p> <p>উত্তরঃ কোনো ভেক্টরের ডাইভারজেন্স শূন্য হলে ভেক্টরটিকে সলিনয়ডাল ভেক্টর বলে।</p>
<p>7. সদৃশ ভেক্টর কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ সমজাতীয় অসম মানের দুটি ভেক্টর যদি একই দিকে ক্রিয়া করে তবে তাদেরকে সদৃশ পরস্পর ভেক্টর বলে।</p>	<p>8. ডানহাতি স্ক্রু নিয়ম বিবৃতি কর।</p> <p>উত্তরঃ 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।</p>
<p>9. সামান্তরিক সূত্র বিবৃত কর।</p> <p>উত্তরঃ কোনো সামান্তরিকের একটি কৌণিক বিন্দু হতে অঙ্কিত সম্মিহিত 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।</p>	<p>10. আয়ত একক ভেক্টর কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ ত্রিমাত্রিক স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় ধনাত্মক X, Y ও Z অক্ষের দিকে ব্যবহৃত যথাক্রমে \hat{i}, \hat{j} ও \hat{k} একক ভেক্টরগুলোকে আয়ত একক ভেক্টর বলে।</p>



<p>1. সরণ ভেক্টর কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ কোনো কণার অবস্থান ভেক্টরের পরিবর্তনকে তার সরণ ভেক্টর বলে।</p>	<p>2. বিসদৃশ বা অসদৃশ ভেক্টর কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ সমজাতীয় অসম মানের দুটি ভেক্টর যদি বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে, তবে তাদেরকে অসদৃশ ভেক্টর বলে।</p>
<p>3. একক ভেক্টর কী?</p> <p>উত্তরঃ কোনো ভেক্টরের মান এক একক হলে তাই একক ভেক্টর</p>	<p>4. নাল ভেক্টর কী?</p> <p>উত্তরঃ যে ভেক্টরের মান শূন্য তাই শূন্য বা নাল ভেক্টর</p>
<p>5. লব্ধি ভেক্টর কী?</p> <p>উত্তরঃ দুই বা ততোধিক ভেক্টরের সমন্বয়ে যে নতুন ভেক্টর পাওয়া যায় তাই লব্ধি ভেক্টর</p>	<p>6. ভেক্টর বিভাজন কী?</p> <p>উত্তরঃ একটি ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেক্টর রাশিতে বিভক্ত করার প্রক্রিয়াই ভেক্টর বিভাজন</p>
<p>7. ভেক্টর অপারেটর কী?</p> <p>উত্তরঃ যেসব গাণিতিক চিহ্নের সাহায্যে ভেক্টর রাশির রূপান্তর করা হয় সেগুলোই ভেক্টর অপারেটর</p>	<p>8. স্কেলার ক্ষেত্র কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ ভেক্টর ফাংশন বা ক্ষেত্রের ডাইভারজেন্সগুলোকে স্কেলার ক্ষেত্র বলে</p>
<p>9. সমতলীয় ভেক্টর কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই সমতলে অবস্থান করে তবে তাদেরকে সমতলীয় ভেক্টর বলে</p>	<p>10. সমপ্রারম্ভিক ভেক্টর কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ একই মূলবিন্দু বা পাদবিন্দু বিশিষ্ট ভেক্টরসমূহকে সম প্রারম্ভিক ভেক্টর বলে</p>
<p>11. স্বাধীন ভেক্টর কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ স্বাধীন ভেক্টর কোনো ভেক্টর রাশির মান ও দিক ঠিক রেখে ইচ্ছামতো পাদবিন্দু নেওয়া গেলে তাকে স্বাধীন বা মুক্ত ভেক্টর বলে</p>	

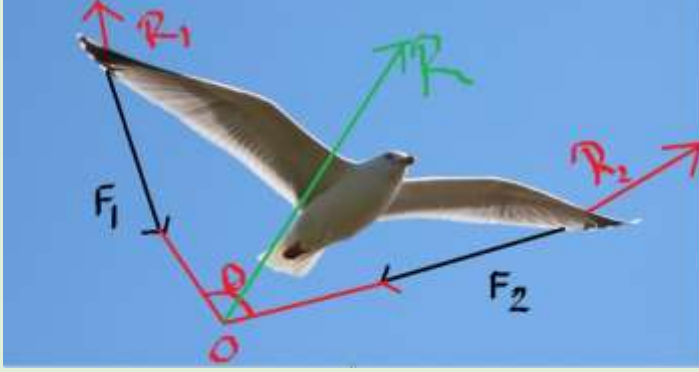
অনুধাবনমূলক



1. “পাখি উড়ার সময় পাখার সাহায্যে দুই পাশের বাতাসকে আঘাত করে কিন্তু পাখি সামনের দিকে উড়ে কী করে?

উত্তরঃ পাখি উড়ার সময় পাখার সাহায্যে বাতাসকে আঘাত করে। ফলে দুটি পাখার লব্ধি বলের বিপরীত দিকে বাতাস প্রতিক্রিয়া বলের সৃষ্টি করে। এজন্য পাখি সামনের দিকে উড়ে যায়।

ধরা যাক, একটি পাখি যখন বাতাসে ডানা ঝাপ্টায় তখন এর দুইটি ডানা বাতাসে F_1 ও F_2 বল প্রয়োগ করে। এবার নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুসারে বাতাসও এর ডানার উপর সমান ও বিপরীতমুখী বল R_1 এবং R_2 ফিরিয়ে দেবে। এখন R_1 এবং R_2 এই দুইটি বলকে যদি আমরা পিছনের দিকে বর্ধিত করি তাহলে মনে করি বল দুইটি পরস্পর O বিন্দুতে ছেদ করবে এবং সেখানে θ কোণ উৎপন্ন করবে।



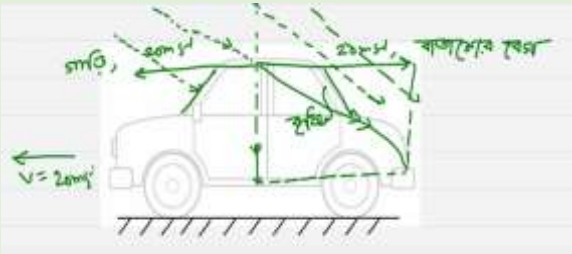
এবার R_1 এবং R_2 এই দুটি ভেক্টর থেকে একটি লব্ধি ভেক্টর পাওয়া যাবে। এই লব্ধি ভেক্টরের ফলেই পাখি সামনে এগিয়ে যায়।

2. বৃষ্টির ফোঁটা ভূপৃষ্ঠের ওপর লম্বভাবে পড়লেও একজন পথচারী তার ছাতাটিকে বৃষ্টির ফোঁটার অভিমুখের সাথে সামান্য কোণে আনত রাখেন কেন?

উত্তরঃ বৃষ্টির ফোঁটা লম্বভাবে মাটিতে পড়লেও পথচারী তার গতির জন্য ফোঁটাগুলিকে সামান্য আনত কোণে পড়তে দেখেন। তাই বৃষ্টি থেকে রক্ষা পাওয়ার জন্য ওই পথচারী তাঁর ছাতাটিকে সামান্য আনত কোণে মেলে ধরেন। পথচারীর বেগ বেড়ে গেলে বৃষ্টির আপেক্ষিক বেগ উল্লম্বের সাথে তত বেশি কোণ উৎপন্ন করবে। ফলে ছাতাকে বেশি কেনে হেলাতে হবে।

3. শ্রোতযুক্ত নদীতে নৌকা সোজাসুজি রওনা করেও নদীর সোজা অপর পাড়ে পৌঁছাতে পারে না কেন?

উত্তরঃ শ্রোত যুক্ত নদীতে শ্রোতের বেগ ওই নদীর প্রস্থের সাথে লম্বভাবে ক্রিয়াশীল থাকে। নৌকা যদি লম্বভাবে নদীর প্রস্থ বরাবর সোজাসুজি গমন করে তবে নৌকার বেগ ও শ্রোতের বেগের লব্ধি, শ্রোতের বেগের সাথে একটি নির্দিষ্ট কোণ বরাবর তীর্থকভাবে ক্রিয়া করে। তাই শ্রোতযুক্ত নদীতে প্রস্থ বরাবর সোজাসুজি গমন করলে সোজাসুজি অপর পারে পৌঁছানো যায় না, কিছুটা দূরে গিয়ে নৌকা পৌঁছায়।

<p>4. বাতাসের প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের বেগ কম মনে হয় কেন?</p> <p>উত্তরঃ বাতাসের প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের বেগ কম মনে হয়ে থাকে। এর পেছনে কারণ আছে অবশ্যই। বাতাস যেদিকে প্রবাহিত হয়, সেদিকেই দৌড়ালে বাতাসের বাঁধা অনুভূত হয় না। এক্ষেত্রে বাতাসের বেগ থেকে যিনি দৌড়াচ্ছেন তাঁর বেগ বাদ দিলে যে বেগ থাকে, তাকেই তাঁর কাছে বাতাসের বেগ বলে মনে হবে। এবং এর ফলে স্বাভাবিকভাবেই তাঁর কাছে বাতাসের বেগ কম বলে মনে হবে।</p>	<p>5. ফ্যানের বাতাস উপরে না লেগে নিচের দিকে লাগে কেন? ব্যাখ্যা কর?</p> <p>উত্তরঃ বৈদ্যুতিক ফ্যানের যে তিনটি (বা কোনো কোনো ক্ষেত্রে বেশি) পাখা থাকে তার একটি ধাঁর নিচের দিকে কিছুটা বাঁকানো থাকে। এবং এই বাঁকানো ধারটি ফ্যান যেদিকে ঘুড়ে তার বিপরীত দিকে হয়ে থাকে। তাই ফ্যান ঘুরার সময় যে বাতাস উৎপন্ন হয় তা ওই ধারে বাধাপ্রাপ্ত হয়ে নিচের দিকে গতি পেয়ে থাকে এবং ফ্যানের বাতাস নিচে লাগে।</p>
<p>6. বৃষ্টির ফোটা চলন্ত গাড়ির সামনের কাঁচকে ভিজিয়ে দেয়, পেছনের কাঁচকে ভিজায় না কেন?</p> <p>উত্তরঃ বাতাসের আপেক্ষিক গতির কারণে বৃষ্টির ফোটা চলন্ত গাড়ির সামনের কাঁচকে ভিজিয়ে দেয়, পেছনের কাঁচকে ভিজায় না। মনে করি গাড়ির বেগ v এবং বৃষ্টির বেগ u। সুতরাং লব্ধি বেগ $R = u + (-v)$। এই লব্ধি বেগ R এর দিক গাড়ির সামনে সামনের দিকের সাথে তীর্থক ভাবে পড়ছে বিধায় পেছনের কাচ ভিজছে না।</p> 	<p>বাতাসের প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের বেগ কম মনে হয় কেন?</p> <p>উত্তরঃ বাতাসের প্রবাহের দিকে দৌড়ালে বাতাসের বেগ কম মনে হয়ে থাকে। এর পেছনে কারণ আছে অবশ্যই। বাতাস যেদিকে প্রবাহিত হয়, সেদিকেই দৌড়ালে বাতাসের বাঁধা অনুভূত হয় না। এক্ষেত্রে বাতাসের বেগ থেকে যিনি দৌড়াচ্ছেন তাঁর বেগ বাদ দিলে যে বেগ থাকে, তাকেই তাঁর কাছে বাতাসের বেগ বলে মনে হবে। এবং এর ফলে স্বাভাবিকভাবেই তাঁর কাছে বাতাসের বেগ কম বলে মনে হবে।</p>

★★	
<p>কোনো প্রবাহীর আয়তনের পরিবর্তন নির্ণয়ে ডাইভারজেন্স এর ভূমিকা ব্যাখ্যা করো।</p> <p>উত্তরঃ কোনো প্রবাহীর ক্ষেত্রে ডাইভারজেন্স শূন্য বলতে বোঝায় তরলটি অসংনম্য। আবার ধনাত্মক বলতে বুঝায় যে তরলটির আয়তন বৃদ্ধি পাচ্ছে। অনুরূপভাবে ঋণাত্মক বলতে বুঝায় যে আয়তন হ্রাস পাচ্ছে। তাই প্রবাহীর আয়তনের পরিবর্তন নির্ণয়ে ডাইভারজেন্স এর ভূমিকা অনেক।</p>	<p>1. একই জাতীয় দুইটি ভেক্টর এর যোগফল ও বিয়োগফল সমান হতে পারে কি?</p> <p>উত্তরঃ হ্যাঁ সমান হতে পারে কিন্তু তাদের দিক ভিন্ন হবে। পরস্পর লম্ব দুটি ভেক্টরের যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান কিন্তু দিক ভিন্ন। অর্থাৎ ভেক্টরের যোগফল ও বিয়োগফল সমান নয় কিন্তু এদের মান সমান। অতএব একই জাতীয় দুটি ভেক্টরের যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হতে পারে কিন্তু এদের ভেক্টর রূপ সমান নয়।</p>

2. লন রোলার ঠেলার চেয়ে টানা সহজ – ব্যাখ্যা কর
উত্তরঃ 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।

3. দুটি সমান মানের ভেক্টরের লব্ধির মান কোন অবস্থায় ওদের প্রত্যেকের মানের সমান হতে পারে?

উত্তরঃ ধরা যাক, প্রত্যেকটি ভেক্টরের মান a , ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ θ এবং ভেক্টর দুটির লব্ধির মান b .

$$b^2 = a^2 + a^2 + 2a \cdot a \cos \theta$$

$$\text{বা, } b^2 = 2a^2 + 2a^2 \cos \theta$$

$$\text{বা, } b^2 = 2a^2 (1 + \cos \theta)$$

$$b = a \sqrt{2(1 + \cos \theta)}$$

এখন $b = a$ হবে যদি $\sqrt{2(1 + \cos \theta)} = 1$ হয়

$$\text{বা, } 2(1 + \cos \theta) = 1$$

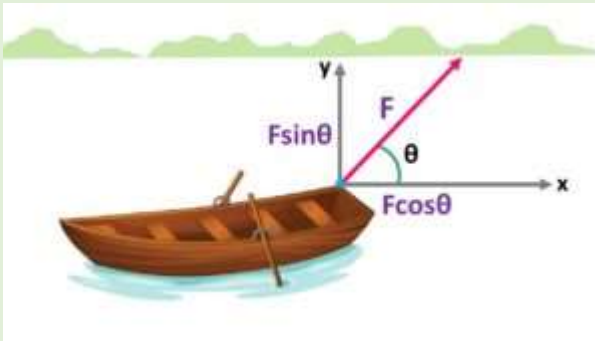
$$\text{বা, } \cos \theta = (1/2) - 1 = -1/2 = \cos 120^\circ$$

$$\text{বা, } \theta = 120^\circ \text{ হয়।}$$

অতএব, মূল ভেক্টর দুটির মধ্যবর্তী কোণ 120° হলে লব্ধির মান ওদের প্রত্যেকের মানের সমান হয়।

4. গুণ টানার ফলে নৌকা সামনের দিকে কিভাবে এগিয়ে চলে?

উত্তরঃ যদি কোনো নৌকার গুণকে F বলে টানা হয়, তবে তাঁর অনুভূমিক উপাংশ হবে $F \cos \theta$ এবং এটি নৌকাকে সামনের দিকে এগিয়ে নিয়ে যায়। উল্লম্ব উপাংশ $F \sin \theta$ নৌকাকে পারের দিকে টেনে নিয়ে যায়। কিন্তু নৌকার হাল দ্বারা এই উল্লম্ব উপাংশ নাকচ হয়ে যায়। ফলে অনুভূমিক উপাংশের ফলে নৌকা সামনের দিকে এগিয়ে চলে।



5. দুটি ভেক্টর রাশির যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান। গাণিতিক ভাবে ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ দুটি সমজাতীয় ভেক্টর A ও B এর মধ্যবর্তী কোণ θ হলে A ও $-B$ এর মধ্যবর্তী কোণ $(\pi - \theta)$ হবে। A ও B এর যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হলে, অর্থাৎ

$$A + B = A - B$$

$$\text{বা, } \sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta} =$$

$$\sqrt{A^2 + B^2 + 2AB \cos(\pi - \theta)}$$

$$\text{বা, } A^2 + B^2 + 2AB \cos \theta = A^2 + B^2 + 2AB \cos(\pi - \theta)$$

$$\text{বা, } \cos \theta = \cos(\pi - \theta)$$

$$\text{বা, } \theta = \cos(\pi - \theta)$$

$$\text{বা, } \theta = \pi/2$$

অর্থাৎ দুটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ $\pi/2$ হলে ভেক্টর দুটির যোগফল ও বিয়োগফলের মান সমান হ

6. তিনটি একক ভেক্টর যোগ করলে একটি একক ভেক্টর পাওয়া যায় কী? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ তিনটি একক ভেক্টরের মধ্যে যদি দুটি সমান ও বিপরীতমুখী হয় তবে ওই দুটি ভেক্টরের যোগফল শূন্য হবে।

7. কোন ক্ষেত্রে স্কেলার ও ভেক্টর যোগফলের মান সমান হয়?

উত্তরঃ স্কেলারের শুধু মান থাকে। তাই স্কেলার যোগফল বলতে শুধুমাত্র মানের যোগফল বোঝায়।

<p>তৃতীয় একক ভেক্টরটি ওই দুটির সঙ্গে যোগ করলে যোগফল হিসেবে তৃতীয় ভেক্টরটি পাওয়া যাবে। অর্থাৎ $i, (-i)$ ও j এই তিনটি একক ভেক্টরের যোগফল হলো, $i + (-i) + j =$ একক ভেক্টর।</p>	<p>তেমনি একাধিক ভেক্টরের অভিযুক্ত যদি একই দিকে হয়, তবে শুধুমাত্র মানগুলি যোগ করে ভেক্টরগুলির যোগফল পাওয়া যায়। অর্থাৎ এই যোগফল হবে স্কেলার যোগফলের সমান।</p>
<p>8. নাল ভেক্টরের সুনির্দিষ্ট দিক নেই কেন? উত্তরঃ কোনো ভেক্টরের নির্দেশক রেখাটির আদি বিন্দু ও শেষ বিন্দু যদি মিশে যায় তবে রেখাংশটি একটি বিন্দুতে পরিণত হয়। এ ধরনের ভেক্টরকে শূন্য ভেক্টর বলে। সুতরাং এটি এমন একটি ভেক্টর যার মান শূন্য অর্থাৎ $0 = 0$, এর কোনো নির্দিষ্ট দিক থাকে না অর্থাৎ শূন্য ভেক্টরের কোনো সুনির্দিষ্ট দিক নেই। একে সাধারণত 0 দ্বারা প্রকাশ করা হয়</p>	<p>9. দুটি অসমান সমজাতীয় ভেক্টরের লব্ধি শূন্য হতে পারে কিনা ব্যাখ্যা কর। উত্তরঃ 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।</p>
<p>10. ট্রিলি ব্যাগের হাতল লম্বা রাখা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর। উত্তরঃ ট্রিলি ব্যাগের হাতল যত লম্বা হয় ব্যাগটি টানার সময় তা ভূমির সাথে তত কম কোণ তৈরি করে। অর্থাৎ হাতলটি ভূমির বেশি কাছাকাছি থাকে। আর 8 এর মান কম হলে \cos 8 এর মান বেশি হয়। অর্থাৎ এক্ষেত্রে ভূমি বরাবর বেগের মান বেশি হয় যাতে ব্যাগটি সহজেই টেনে নেওয়া যায়। এজন্যই ট্রিলি ব্যাগের হাতল লম্বা রাখা হয়।</p>	

"When you change your thoughts, remember to also change your world."
Norman Vincent Peale

জ্ঞানমূলক + অনুধাবনমূলক সাজেশন**জ্ঞানমূলক**

<p>1. কৌণিক ভরবেগ কাকে বলে? উত্তরঃ ঘূর্ণায়মান কোনো বস্তু কণার অবস্থান ভেক্টর অর্থাৎ ঘূর্ণন অক্ষ হতে দূরত্ব এবং বস্তুকণার রৈখিক ভরবেগের ভেক্টর গুণফলকে কৌণিক ভরবেগ বলে।</p>	<p>2. টর্ক কাকে বলে? উত্তরঃ 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।</p>
<p>3. চক্রগতির ব্যাসার্ধ কাকে বলে? উত্তরঃ 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।</p>	<p>4. কেন্দ্রবিমুখী বল কাকে বলে? উত্তরঃ 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।</p>
<p>5. বলের ঘাত কী? উত্তরঃ কোনো বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল এবং বলের ক্রিয়াকালের গুণফলই বলের ঘাত।</p>	<p>6. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ কাকে বলে? উত্তরঃ যে সংঘর্ষে বস্তুসমূহের মোট গতিশক্তি ও মোট ভরবেগ অপরিবর্তিত থাকে এবং সংঘর্ষের পর বস্তুসমূহ আলাদা থাকে, সেই সংঘর্ষকে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।</p>
<p>7. জড়তার ভ্রামক কী? উত্তরঃ একটি নির্দিষ্ট অক্ষের চারদিকে ঘূর্ণায়মান দৃঢ় বস্তুর প্রত্যেকটি কণার ভর এবং ঘূর্ণন অক্ষ থেকে প্রত্যেকটি কণার দূরত্বের বর্গের গুণফলের সমষ্টিই জড়তার ভ্রামক।</p>	<p>8. স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ কাকে বলে? উত্তরঃ যে সংঘর্ষে বস্তুসমূহের মোট গতিশক্তি ও মোট ভরবেগ অপরিবর্তিত থাকে এবং সংঘর্ষের পর বস্তুসমূহ আলাদা থাকে, সেই সংঘর্ষকে স্থিতিস্থাপক সংঘর্ষ বলে।</p>
<p>9. দ্বন্দ্ব কী? উঃ কোনো দৃঢ় বস্তুর দুটি ভিন্ন বিন্দুতে সমান মানের দুটি বলের পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করাই হলো দ্বন্দ্ব।</p>	<p>10. চক্রগতির ব্যাসার্ধ কাকে বলে? উঃ 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।</p>
<p>11. মৌলিক বল কাকে বলে? উঃ যে সকল বল মূল বা অকৃত্রিম অর্থাৎ অন্য কোনো বস্তু থেকে উৎপন্ন হয় না তাকে মৌলিক বল বলে।</p>	



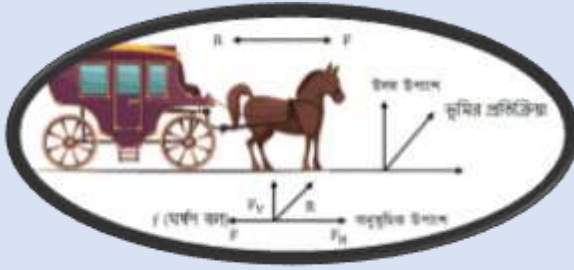
<p>1. ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি বা নিত্যতার সূত্র বিবৃত কর।</p> <p>উত্তরঃ নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র থেকে আমরা জানি যে, কোনো বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুটির ওপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। সুতরাং বস্তুটির ওপর কোনো বাহ্যিক বল প্রযুক্ত না হলে ভরবেগের কোনো পরিবর্তন হবে না। অর্থাৎ ওই বস্তুর রৈখিক ভরবেগ অপরিবর্তিত থাকে। এটিই হলো রৈখিক ভরবেগের সংরক্ষণ নীতি বা নিত্যতার সূত্র।</p>	<p>2. কেন্দ্রমুখী ত্বরণ কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ 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।</p>
<p>3. নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র বিবৃতি কর।</p> <p>উত্তরঃ ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর ওপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক। এই বল যে দিকে ক্রিয়া করে ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।</p>	<p>4. ঘাত বল কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ খুব অল্প সময়ের জন্য খুব বড় মানের যে বল কোনো বস্তুর ওপর প্রযুক্ত হয় তাকে ঘাত বল বলে।</p>
<p>5. কেন্দ্রমুখী বল কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ 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।</p>	<p>6. কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা বা সংরক্ষণ সূত্র বিবৃত কর।</p> <p>উত্তরঃ বস্তুর উপর ক্রিয়ারত বহিস্থ টর্কের লব্ধি শূন্য হলে, ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌণিক ভরবেগের পরিবর্তন হবে না। এটিই কৌণিক ভরবেগের নিত্যতা বা সংরক্ষণ সূত্র।</p>
<p>7. মৌলিক বল কত প্রকার ও কী কী?</p> <p>উত্তরঃ মৌলিক বল চার ধরনের। যথা- মহাকর্ষ বল, তড়িৎ-চুম্বকীয় বল, সবল নিউক্লিয় বল ও দুর্বল নিউক্লিয় বল।</p>	<p>8. 1 পাউন্ডাল কাকে বলে?</p> <p>উঃ যে বল 1 পাউন্ড ভরবিশিষ্ট কোনো একটি বস্তুতে প্রযুক্ত হয়ে 1 ফুট/সে² ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে 1 পাউন্ডাল বলে।</p>
<p>9. মৌলিক বল কাকে বলে?</p> <p>উঃ যে সকল বল মূল বা অকৃত্রিম অর্থাৎ অন্য কোনো বস্তু থেকে উৎপন্ন হয় না তাকে মৌলিক বল বলে।</p>	

অনুধাবনমূলক



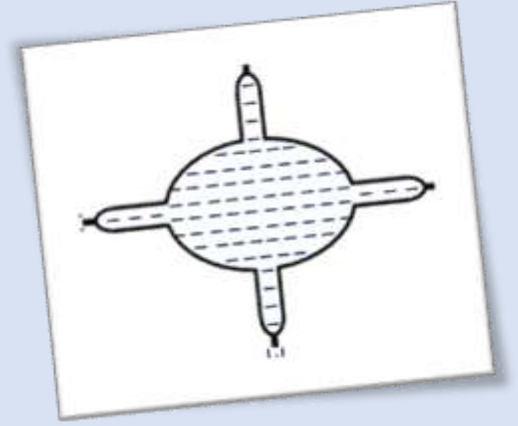
1. ঘোড়ার আরোহীসহ গাড়ি সামনের দিকে এগোয় কী করে?

উত্তরঃ 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 , 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।



2. বাতাসে পানি ছিটাবার যন্ত্র কিভাবে কাজ করে?

উত্তরঃ বাতাসে পানি ছিটাবার একটি ঘুরন্ত যন্ত্র নিয়ে এবার যন্ত্রটিতে পানি দ্বারা পূর্ণ করে বাঁকা নলগুলোর মুখ এক সাথে খুলে দিয়ে, এই যন্ত্রের মধ্যে দিয়ে পানি পাঠালে বাঁকা নলগুলির সরু মুখ দিয়ে জোরে পানি বেরতে থাকে। এজন্য পানির গতির বিপরীত দিকে নলের গায়ে প্রতিক্রিয়া বল প্রযুক্ত হয় বলে যন্ত্রটি ঘুরতে থাকে। ফলে চারদিকে পানি ছিটকে পড়ে।



3. বন্দুক হতে গুলি ছুঁড়লে বন্দুক পিছনের দিকে ছুটে যায় কেনো?

উত্তরঃ বন্দুক থেকে গুলি ছুঁড়লে গুলিটি প্রচণ্ড বেগে সামনে ছুটে যায়। বন্দুকটি গুলির উপর যদি F বল প্রয়োগ করে, তাহলে গুলিটিও বন্দুকের উপর সমান ও বিপরীতমুখী বল প্রয়োগ করে। এই প্রতিক্রিয়া বলের জন্য বন্দুকটিও পেছন দিকে এগিয়ে যায়। ভরবেগ দিয়েও এর কারণ ব্যাখ্যা করা যায়। গুলি ছোঁড়ার আগে বন্দুক ও গুলি উভয়েই স্থির থাকে। অতএব বন্দুকের ভরবেগ শূন্য এবং গুলির ভরবেগ শূন্য। সুতরাং তাদের মোট আদি ভরবেগ শূন্য। গুলি ছোঁড়ার পর বারুদের বিস্ফোরণের ফলে গুলি একটি বেগে সামনের

4. কাচে গুলি করলে ছিদ্র হয় কিন্তু ঢিল ছুঁড়লে কাচ চূর্ণবিচূর্ণ হয় ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ আমরা জানি, A ক্ষেত্রফলের উপর F বল প্রযুক্ত হলে উৎপন্ন চাপ, $P = F/A$ অর্থাৎ বলের মান যত বেশি হবে এবং ক্ষেত্রফল যত কম হবে প্রযুক্ত চাপের পরিমাণ তত বেশি হবে। বন্দুকের গুলির আকার ছোটো 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

<p>দিকে যায়। ফলে এটি সামনের দিকে একটি ভরবেগ প্রাপ্ত হয়। ভরবেগের নিত্যতা অনুসারে গুলি ছোঁড়ার পরেও তাদের মোট ভরবেগ শূন্য হবে। ফলে বন্দুককেও গুলির সমান ও বিপরীতমুখী একটি ভরবেগ লাভ করতে হবে। ফলে বন্দুককে অবশ্যই পেছনের দিকে গতিপ্রাপ্ত হতে হবে।</p>	<p>গুলির তুলনায় অনেক বেশি ক্ষেত্রফলের উপর কম বল প্রযুক্ত হয়। অর্থাৎ প্রযুক্ত চাপের পরিমাণ অনেক কম হয়। ফলে ঢিল কাচে ছিদ্র তৈরি করতে পারে। 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।</p>
<p>5. পিচ্ছিল পথে চলা কষ্টকর কেনো? উত্তরঃ পিচ্ছিল পথে চলা কষ্ট হয়। কারণ পথ পিচ্ছিল হলে মাটির ওপর যথেষ্ট বল প্রয়োগ করা পায়ের পক্ষে সম্ভব হয় না। ফলে পায়ের ওপর মাটির প্রতিক্রিয়া বল এবং সাথে সাথে প্রতিক্রিয়া বলের অনুভূমিক অংশক কম হয়। এজন্যে পিচ্ছিল পথে চলা কষ্ট হয়। মার্বেলের তৈরি মেঝে, বালুকাময় রাস্তায় হাঁটতে একই সমস্যা হয়।</p>	<p>6. একজন অ্যাথলেট লং জাম্প দেওয়ার পূর্বে বেশ কিছুদূর থেকে দৌড় দেন কেন? উত্তরঃ 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।</p>
<p>7. রাস্তার বাঁকের ভিতরের প্রান্ত থেকে বাইরের প্রান্ত উঁচু হয় কেন? উত্তরঃ বাঁকা পথে গাড়ি চলার সময় এর উপর ক্রিয়াশীল বস্তুর অভিমুখী জড়তা গাড়িটিকে ধাক্কা দিয়ে উলটিয়ে 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।</p>	<p>8. ঘূর্ণন অক্ষের সাপেক্ষে বৈদ্যুতিক পাখার সকল বিন্দুর কৌণিক বেগ সমান কেন? উত্তরঃ 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।</p>
<p>9. বায়ুশূন্য স্থানে রকেট উড়তে পারলেও হেলিকপ্টার পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর। উত্তরঃ 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।</p>	<p>10. একজন দৌড়বিদ দৌড়ের শুরুতে সামনের দিকে ঝুঁকে থাকে কেন? ব্যাখ্যা কর। উত্তরঃ 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।</p>

11. বৃত্তাকার ট্র্যাকে কোনো দৌড়বিদ সমবেগে দৌড়াতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ বৃত্তাকার ট্র্যাকে 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 ট্র্যাকে সমবেগে চলা সম্ভব নয়। এ কারণেই বৃত্তাকার ট্র্যাকে কোনো দৌড়বিদ সমবেগে দৌড়াতে পারে না।

12. একজন অ্যাথলেট লং জাম্প দেওয়ার পূর্বে বেশ কিছুদূর থেকে দৌড় দেন কেন?

উঃ আমরা জানি, স্থির বস্তু হঠাৎ গতিশীল হলে গতি জড়তার কারণে তা পিছনের দিকে হলে 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।

13. একটি দেয়ালে একটি বল ধাক্কা খেয়ে পিছনে ফিরে আসে কেন? ব্যাখ্যা কর।

উঃ 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।



1. বৃত্তাকার পথে কেন্দ্রমুখী বল দ্বারা কৃতকাজ শূন্য কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ 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।

2. সুষম বৃত্তাকার গতির বৈশিষ্ট্য লিখ।

উত্তরঃ সুষম বৃত্তাকার গতির বৈশিষ্ট্য হলো:

১. গতিশীল বস্তু সমদ্রুতিতে বৃত্তের পরিধি বরাবর ঘুরতে থাকে।
২. গতিশীল বস্তুর বেগের মানের কোনো পরিবর্তন হয় না।
৩. গতিশীল বস্তুর বেগের দিকের পরিবর্তন হয়।
৪. বস্তুর ত্বরণ থাকে।

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

উত্তরঃ 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।

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

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।

5. অভিকর্ষ বল সংরক্ষণশীল বল কেন ব্যাখ্যা কর।

উ: আমরা যদি কোনো বস্তুকে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করি, তবে এটি পুনরায় আমাদের হাতে ফিরে আসবে। এক্ষেত্রে বস্তুর হাত থেকে নিষ্ক্ষিপ্ত হয়ে পুনরায় হাতে ফিরে আসা এই পূর্ণচক্রে বস্তুর 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

6. বৃত্তাকার ট্র্যাকে কোনো দৌড়বিদ সমবেগে দৌড়াতে পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর।

উ: বৃত্তাকার ট্র্যাকে 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 ট্র্যাকে সমবেগে চলা সম্ভব নয়। এ কারণেই বৃত্তাকার ট্র্যাকে কোনো দৌড়বিদ সমবেগে দৌড়াতে পারে না।

<p>সম্পাদিত কাজের পরিমাণ কেবল বিন্দু দুটির অবস্থানের উপর নির্ভরশীল, কণাটির গতিপথের উপর নয়। তাই অভিকর্ষ বল একটি সংরক্ষণশীল বল।</p>	
<p>7. বায়ুশূন্য স্থানে রকেট উড়তে পারলেও হেলিকপ্টার পারে না কেন? ব্যাখ্যা কর।</p> <p>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।</p>	<p><i>“The more you know yourself, the more clarity there is. Self-knowledge has no end – you don’t achieve, you don’t come to a conclusion. It is an endless river”— Krishnamurti</i></p>

মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ

জ্ঞানমূলক + অনুধাবনমূলক সাজেশন

জ্ঞানমূলক



<p>1. মুক্তিবেগ কী?</p> <p>উত্তরঃ কোনো বস্তুকে ন্যূনতম যে বেগে উর্ধ্বে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবী পৃষ্ঠে ফিরে আসে না তাকে মুক্তি বেগ বলে।</p>	<p>2. মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য কি?</p> <p>উত্তরঃ মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র প্রাবল্য হলো একক ভরের বস্তুর ওপর প্রযুক্ত মহাকর্ষ বল।</p>
<p>3. মহাকর্ষীয় প্রাবল্য কী?</p> <p>উত্তরঃ মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একক ভরের একটি বস্তু স্থাপন করলে সেটি যে বল লাভ করে তাকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় প্রাবল্য বলে।</p>	<p>4. মহাকর্ষীয় বিভব কী?</p> <p>উত্তরঃ অসীম দূরত্ব হতে একক ভরের কোনো বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয় তাকে উক্ত বিন্দুর মহাকর্ষ বিভব বলে।</p>
<p>5. কেপলারের ৩য় সূত্র লিখ।</p> <p>উত্তরঃ প্রতিটি গ্রহের পর্যায়কালের বর্গ সূর্য হতে তার গড় দূরত্বের ঘনফলের সমানুপাতিক। $T^2 \propto a^3$</p>	<p>6. গ্রহের গতি সংক্রান্ত কেপলারের ২য় সূত্রটি লিখ।</p> <p>উত্তরঃ গ্রহ এবং সূর্যের সংযোজক সরলরেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।</p>
<p>7. গ্যালিলিওর ৩য় সূত্র বিবৃত কর।</p> <p>উঃ বাধাহীন পথে পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব ওই সময়ের বর্গের সমানুপাতিক।</p>	<p>8. কেপলারের ১ম সূত্র বিবৃত কর।</p> <p>উঃ প্রতিটি গ্রহ সূর্যকে উপবৃত্তের নতিতে বা ফোকাসে রেখে একটি উপবৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করছে।</p>
<p>9. ভূ-স্থির কৃত্রিম উপগ্রহ কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ কোনো কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল যদি পৃথিবীর আঙ্গিক গতির আবর্তনকালের সমান (অর্থাৎ ২৪ ঘণ্টা) হয় তবে পৃথিবীর একজন পর্যবেক্ষকের কাছে উপগ্রহটি স্থির বলে মনে হবে। এ ধরনের উপগ্রহকে ভূস্থির কৃত্রিম উপগ্রহ বলে।</p>	



<p>1. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক কী?</p> <p>উত্তরঃ একক ভর বিশিষ্ট দুটি বস্তু কণা একক দূরত্ব থেকে যে পরিমাণ বল দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে তার সংখ্যাগত মানকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।</p>	<p>2. অভিকর্ষ কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ পৃথিবী এবং এর আশেপাশের বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে অভিকর্ষ বা মাধ্যাকর্ষণ বলে।</p>
<p>3. পার্কিং কক্ষপথ কী?</p> <p>উত্তরঃ কোনো ভূ-স্থির উপগ্রহ যে কক্ষপথে পরিভ্রমণ করে তাকে পার্কিং কক্ষপথ।</p>	<p>4. মহাকর্ষ কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে মহাকর্ষ বলে।</p>

<p>5. নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রটি বর্ণনা করো।</p> <p>উত্তরঃ মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা একে অপরকে আকর্ষণ করে এবং এ আকর্ষণ বলের মান বস্তুকণাদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং এদের দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং বল বস্তুকণাদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।</p>	<p>6. অভিকর্ষ কেন্দ্র কাকে বলে?</p> <p>উত্তরঃ একটি বস্তুকে যেভাবেই রাখা হোক না কেন বস্তুর ভেতরে অবস্থিত যে বিন্দুর মধ্য দিয়ে মোট ওজন ক্রিয়া করে সেই বিন্দুকে বস্তুর অভিকর্ষ কেন্দ্র বলে।</p>
<p>7. গ্যালিলিওর ১ম সূত্র বিবৃত কর।</p> <p>উঃ বায়ুশূন্য স্থানে বা বাধাহীন পথে সকল বস্তুই নিশ্চল অবস্থা হতে যাত্রা করে সমান দ্রুততায় নিচে নামে অর্থাৎ সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে।</p>	<p>8. গ্যালিলিওর ২য় সূত্র বিবৃত কর।</p> <p>উঃ বাধাহীন পথে পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে প্রাপ্তবেগ ওই সময়ের সমানুপাতিক।</p>
<p>9. অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে?</p> <p>উঃ বস্তুতে অভিকর্ষ বল কর্তৃক যে ত্বরণ উৎপন্ন হয় তাকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।</p>	

অনুধাবনমূলক



<p>1. বিষুবীয় অঞ্চলে বস্তুর ওজন হ্রাস পাওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।</p> <p>উত্তরঃ পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়। উত্তর-দক্ষিণে কিছুটা চাপা এবং নিরক্ষীয় অঞ্চলে কিছুটা ফীত। পৃথিবীর মেরু ব্যাসার্ধের চেয়ে বিষুবীয় ব্যাসার্ধ প্রায় 22 km বেশি। এখন অভিকর্ষজ ত্বরণের জন্য, $g = \frac{GM}{R^2}$। অর্থাৎ, অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃথিবীর ব্যাসার্ধের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। তাই R এর মান বিষুবীয় অঞ্চলে বেশি হওয়ায় অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর মান হ্রাস পাবে। অভিকর্ষজ ত্বরণের মান হ্রাস পেলে ঐ স্থানে বস্তুর ওজনও হ্রাস পাবে।</p>	<p>2. মহাকর্ষীয় বিভব অসীমে সর্বাধিক কিন্তু শূন্য- ব্যাখ্যা কর।</p> <p>উত্তরঃ অসীম দূর হতে একক ভরের কোনো বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব বলে। M ভরের কোনো বস্তুর অবস্থান থেকে। দূরত্বে মহাকর্ষীয় বিভব V হলে, $V = \frac{-GM}{R}$ অর্থাৎ, মহাকর্ষীয় বিভব দূরত্বের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়। এখানে ঋণাত্মক চিহ্ন প্রকাশ করে যে, অসীমে মহাকর্ষীয় বিভব সর্বোচ্চ এবং তা শূন্য। বস্তুটিকে যতই মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের দিকে আনা হয় ততই মহাকর্ষীয় বিভবের মান কমতে থাকে।</p>
---	--

3. কখন বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো বস্তুর ভরকেন্দ্র শুধুমাত্র বস্তুর গঠনের উপর নির্ভর করলেও বস্তুর ভারকেন্দ্র গঠনের সাথে সাথে বস্তুর সকল কণার উপর ত্রিযাশীল অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে। কোনো বস্তুর সকল বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান হলে বস্তুর ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হয়। সাধারণত ছোট বস্তুর ক্ষেত্রে ভরকেন্দ্র এবং ভারকেন্দ্র একই বিন্দুতে হওয়ার সম্ভাবনা বেশি হয়।

4. G-কে সর্বজনীন ধ্রুবক বলা হয় কেন?

উত্তরঃ একক ভর বিশিষ্ট দুটি বস্তু একক দূরত্বে অবস্থান করে একে অপরকে যে বলে আকর্ষণ করে, তাকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে। একে G দ্বারা প্রকাশ করা হয়। G এর মান মাধ্যমের প্রবেশ্যতা, প্রবণতা বা দিক দর্শিতার উপর নির্ভর করে না। এর মান বস্তুকণা দুটির ভৌত অবস্থানের উপর, মধ্যবর্তী মাধ্যমে অবস্থিত বিদ্যুৎ ও চৌম্বকক্ষেত্রের উপর, মাধ্যমের প্রকৃতির উপর বা বস্তুদ্বয়ের উপাদানের উপর নির্ভর করে না। মহাবিশ্বের কোথাও G এর মানের পরিবর্তন হয় না বলে একে সর্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

5. মহাকর্ষীয় বিভব 12 J/kg বলতে কী বুঝ?

উত্তরঃ একক ভরের কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্ব হতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সম্পাদিত হয় তাকে মহাকর্ষীয় বিভব বলে। মহাকর্ষীয় বিভব, $V = 12 \text{ J/kg}$ মহাকর্ষীয় বিভব বলতে 1kg ভরের কোনো বস্তুকে অসীম দূরত্ব হতে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে 12 J কাজ করতে হয়।

6. ভূস্থির উপগ্রহের পর্যায়কাল 24 ঘণ্টা রাখা হয় কেন?

উঃ যে কৃত্রিম উপগ্রহের আবর্তনকাল পৃথিবীর নিজ অক্ষের আবর্তনকালের সমান অর্থাৎ 24 ঘণ্টা তাদেরকে ভূস্থির উপগ্রহ বলে। অর্থাৎ, ভূস্থির উপগ্রহকে নিরক্ষীয় তলে অবস্থিত কোনো কক্ষপথে এমনভাবে স্থাপন করা হয় যাতে পৃথিবী যে অভিমুখে নিজ অক্ষের চারদিকে আবর্তন করে উপগ্রহটিও সেই অভিমুখে অর্থাৎ পশ্চিম থেকে পূর্বে প্রতি 24 ঘণ্টায় একবার আবর্তন করে। ফলে পৃথিবী থেকে দেখলে উপগ্রহটি নিরক্ষরেখার ওপরে একটি নির্দিষ্ট স্থানে স্থির আছে বলে মনে হয়। মূলত পৃথিবী ও উপগ্রহটির আবর্তনকাল সমান হওয়ার কারণে ভূস্থির উপগ্রহটির বেগ থাকা সত্ত্বেও পৃথিবী থেকে দেখলে তাকে আপেক্ষিকভাবে স্থির বলে মনে হয়।



1. মুক্তিবৈগ বস্তুর ভরের উপর নির্ভরশীল নয়—ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ আমরা জানি, মুক্তিবৈগ যদি v_e হয় তবে,

$$v_e = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$
 যেখানে, M = গ্রহটির ভর এবং R = গ্রহটির ব্যাসার্ধ। কিন্তু মুক্তিবৈগের রাশিমালায় বস্তুর ভর এর কোনো চলক নেই। তাই মুক্তিবৈগ বস্তুর ভরের ওপর নির্ভরশীল নয়।

2. বস্তুর ভারকেন্দ্র বস্তুর উপাদানের বাইরে থাকতে পারে কি? —ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ একটি ধাতব রিং বা বৃত্তাকার আংটা বা হাতে পড়ার চুড়ি এর ভারকেন্দ্র রিং বা বৃত্তাকার আংটার কেন্দ্রে অবস্থিত। অথচ সেখানে বস্তুটির কোনো উপাদান থাকে না। সুতরাং ক্ষেত্রবিশেষ বস্তুর ভারকেন্দ্র বস্তুর উপাদানের বাইরে থাকতে পারে।

3. কোনো গ্রহের মুক্তিবৈগ এই গ্রহের ব্যাসার্ধের ওপর নির্ভরশীল কিনা- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো গ্রহের মুক্তিবৈগ এই গ্রহের ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল। মুক্তিবৈগ যদি v_e হয় তবে, $v_e = \sqrt{\frac{GM}{R}}$ যেখানে, M = গ্রহটির ভর এবং R = গ্রহটির ব্যাসার্ধ। সমীকরণ থেকে দেখা যায়, গ্রহের ভর যদি স্থির থাকে তবে মুক্তিবৈগ গ্রহের ব্যাসার্ধের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

4. অন্যান্য বিভবের সাথে মহাকর্ষীয় বিভবের তফাৎ কোথায়? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ মহাকর্ষ সর্বদা আকর্ষণধর্মী বলে মহাকর্ষীয় বিভব সর্বদা ঋণাত্মক। কিন্তু তড়িৎ এবং চৌম্বক বল আকর্ষণ এবং বিকর্ষণ উভয়ধর্মী হওয়ায় বিভব ধনাত্মক বা ঋণাত্মক দুটোই হতে পারে। আবার মহাকর্ষীয় বিভব মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে না। কিন্তু অন্য বিভব গুলো মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

5. ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতা থেকে পড়ন্ত বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ সুসম থাকে না- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতায় বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ ভিন্ন। আমরা জানি, h উচ্চতায় অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = \frac{GM}{(R+h)^2}$ অর্থাৎ, উচ্চতা বাড়লে অভিকর্ষজ ত্বরণ কমেতে থাকে। তাই ভিন্ন ভিন্ন উচ্চতা থেকে পড়ন্ত বস্তুর অভিকর্ষীয় ত্বরণ সুসম থাকেনা।

6. একটি লোহার বল এবং একটি কাগজ ছাদের ওপর থেকে নিচে ফেলে দিলে একত্রে নিচে পড়ে না কেন?

উত্তরঃ বাতাসের মধ্যে বস্তুর পতনের সময় এদের ওজনের বিপরীতে বাতাসের প্লবতা(buoyancy) কাজ করে। ভারী বস্তুর চেয়ে হালকা বস্তুতে প্লবতা বা উর্ধ্বমুখী বল বেশি হওয়ায় তা দেরিতে মাটিতে পৌঁছায়।

7.রকেটের বেগ মুক্তিবৈগ নয় কেন?

উঃ সর্বাপেক্ষা কম যে বেগে কোনো বস্তুকে খাড়া উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না সেই বেগকে মুক্তিবৈগ বলে। অর্থাৎ মুক্তিবৈগ প্রাপ্ত বস্তু পৃথিবীর আকর্ষণ কাটিয়ে মহাশূন্যে চলে যায় এবং তাকে আর কখনো পৃথিবীতে ফিরিয়ে আনা সম্ভব হয় না। রকেটের বেগ অনেক বেশি হলেও এই বেগের কারণে রকেট পৃথিবীর আকর্ষণ কাটিয়ে চলে যেতে পারে না এবং প্রয়োজন হলে এটিকে পৃথিবীতে আবার ফিরিয়ে আনা যায়। তাই রকেটের বেগ মুক্তিবৈগ নয়।

8.কখনও সমুদ্র সমতল থেকে কোনো বস্তুকে $v = 11.2$ km/s বেগে নিক্ষেপ করা সম্ভব?

উঃ কোন বস্তুকে 11.2 km/s বেগে নিক্ষেপ করা হলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসবে না অর্থাৎ বস্তুটি মুক্তিবৈগের সমান মানে নিক্ষিপ্ত। আমরা জানি, কোনো গ্রহ বা উপগ্রহের মুক্তিবৈগ, $= \sqrt{2gR}$ এখানে, g = গ্রহ বা উপগ্রহের পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ R = গ্রহ বা উপগ্রহের ব্যাসার্ধ। যেহেতু সমুদ্র সমতলে g ও R উভয়ের মান নির্ণয় সম্ভব। অতএব, সমুদ্র সমতল থেকে কোনো বস্তুকে $= 11.2$ km/s বেগে নিক্ষেপ করা সম্ভব।

“The more you know yourself, the more clarity there is. Self-knowledge has no end – you don’t achieve, you don’t come to a conclusion. It is an endless river” — Krishnamurti

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

জ্ঞানমূলক + অনুধাবনমূলক সাজেশন

প্রশ্ন + উত্তর

অধ্যায়ঃ পর্যায়বৃত্ত গতি

জ্ঞানমূলক

★★★ (১) পর্যায়কাল কাকে বলে?

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

★★★ (২) পর্যায়বৃত্ত গতি কাকে বলে?

উত্তরঃ 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।

★★★ (৩) স্প্রিং ধ্রুবক কাকে বলে?

উত্তরঃ স্প্রিং এর একক দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির জন্য প্রযুক্ত বলকেই স্প্রিং ধ্রুবক বলে।

★★★ (৪) সরল ছন্দিত স্পন্দন গতির সংজ্ঞা দাও।

উত্তরঃ কোনো দোলনরত কণার ত্বরণ সাম্যাবস্থা থেকে দূরত্বের সমানুপাতিক ও সবসময় সাম্যাবস্থায় অভিমুখী হলে ঐ কণার গতিকে সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি বলে।

★★★ (৫) সরল ছন্দিত গতি কাকে বলে?

উত্তরঃ স্পন্দনরত কোনো বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এর গতিপথ সরলরৈখিক এবং এর যেকোনো মুহূর্তের ত্বরণ, সাম্যাবস্থান হতে সরণের সমানুপাতিক কিন্তু বিপরীতমুখী, তবে ঐ বস্তুকণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে। অর্থাৎ, $a \propto -x$ ।

★★★ (৬) বিস্তার কী?

উত্তরঃ কোনো স্পন্দনরত বস্তুর সাম্যাবস্থান থেকে যেকোনো দিকে সর্বোচ্চ সরণকে বিস্তার বলে।

★★★ (৭) দশা কী?

উত্তরঃ কম্পমান বস্তুর যেকোনো মুহূর্তে গতির অবস্থান ও দিক যা দ্বারা বুঝানো হয় তাকে দশা বলে।

★★★ (৮) কৌণিক কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

উত্তরঃ সরলছন্দিত কোনো কণার একক সময়ে যে কৌণিক সরণ ঘটে তাকে কৌণিক কম্পাঙ্ক বলে।

★★★ (৯) কালিক পর্যায়ক্রম কী?

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

উত্তরঃ পর্যায়বৃত্তির পর্যায়কাল যদি একটি নির্দিষ্ট সময় সাপেক্ষে হয়, তবে তাকে কালিক পর্যায়ক্রম বলে।

★★★ (১০) সেকেন্ড দোলক কাকে বলে?

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

★★★ (১১) কৌণিক কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

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

★★ (১২) স্পর্শীয় ত্বরণ কাকে বলে?

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

★★ (১৩) কৌণিক বিস্তার কাকে বলে?

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

★★ (১৪) স্প্রিং বল কী?

উত্তরঃ 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।

★★ (১৫) স্থানিক পর্যায়ক্রম কাকে বলে?

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

★★ (১৬) স্পন্দন গতি কাকে বলে?

উত্তরঃ 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।

★★ ★★ (১৭) কম্পাঙ্ক কাকে বলে?

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

★★ (১৮) পূর্ণ দোলন কী?

উত্তরঃ 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।

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

অনুধাবনমূলক

★★★ (১) একটি ফাঁপা গোলক পিড়কে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে এর পর্যায়কালের উপর কী প্রভাব পড়বে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ সরলদোলকের ২য় সূত্রানুসারে, সরল দোলকের দোলনকাল তার কার্যকরী দৈর্ঘ্যের বর্গমূলের সমানুপাতিক। একটি ফাঁপা গোলককে তরল দ্বারা অর্ধপূর্ণ করলে এর ভরকেন্দ্র কিছুটা নিচে নেমে যায়। ফলে কার্যকরী দৈর্ঘ্য কিছুটা বৃদ্ধি পায়। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ার কারণে দোলনকালও বাড়বে। অর্থাৎ, পর্যায়কাল বৃদ্ধি পাবে।

★★★ (২) শীতকালে দোলক ঘড়ির দোলনকাল কিরূপ হবে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ শীতকালে ঘড়ির দোলনকাল কমে যায় ও ঘড়ি দ্রুত চলে। সরলদোলকের দোলনকাল, $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ শীতকালে

দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য কমে যায়। আর

$T \propto \sqrt{L}$ অর্থাৎ, দোলনকাল এর সাথে কার্যকর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক সম্পর্ক থাকায় দোলনকালও কমে যায়।

★★★ (৩) সরল দোলগতি পর্যাবৃত্ত গতি কিন্তু পর্যাবৃত্তগতি সরল দোলগতি নয়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো বস্তুর গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে তবে তার গতি পর্যাবৃত্ত। আবার, পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোনো বস্তুর ত্বরণ যদি এর সরণের সমানুপাতিক হয় তবে ত্বরণ সর্বদা সাম্যবিন্দু অভিমুখী হয়, এক্ষেত্রে ঐ বস্তুর গতি হলো দোলনগতি। সুতরাং, সরল দোলনগতি হলে এটি অবশ্যই পর্যাবৃত্ত গতি। কিন্তু পর্যাবৃত্ত গতি হলেই কণার ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক ও সাম্যবিন্দুমুখী নাও হতে পারে। তাই সব পর্যাবৃত্ত গতি সরল দোলনগতি নয়।

★★★ (৪) দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে দোলনকালের কী পরিবর্তন ঘটবে?

উত্তরঃ দোলককে পৃথিবীর কেন্দ্রে নিলে এর দোলনকাল অসীম হবে। $T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ আমরা জানি, পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ

ত্বরণ হলো শূন্য। তাই $g = 0$ হলে,

$T = \text{infinity}$. অর্থাৎ, দোলক এর দোলনকাল অসীম হবে।

★★★ (৫) একটি স্প্রিংয়ের স্প্রিং ধ্রুবক 2.5 N/m বলতে কী বুঝায়?

উত্তরঃ কোনো স্প্রিংয়ের একক দৈর্ঘ্য পরিমাণ সংকোচন বা প্রসারণ ঘটাতে যে পরিমাণ বল প্রয়োজন হয় তাকে স্প্রিং ধ্রুবক বলে। একটি স্প্রিং এর স্প্রিং ধ্রুবক 2.5 N/m বলতে বুঝায় ঐ স্প্রিং এর মুক্তপ্রান্তের 1 m সরণ ঘটাতে স্প্রিং এর উপর 2.5 N বল প্রয়োগ করতে হয়।

★★★ (৬) সরল ছন্দিত স্পন্দন বলতে কী বুঝ?

উত্তরঃ স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে ত্বরণ পর্যাবৃত্তভাবে মানে ও দিকে পরিবর্তিত হয়। স্পন্দন গতির ক্ষেত্রে ত্বরণ সরণের ওপর নির্ভর করে। ত্বরণ ও সরণের মানের মধ্যে সবচেয়ে সরল সম্পর্ক হতে পারে কোনো কণার ত্বরণ a , তার সরণ x এর সমানুপাতিক। এ জাতীয় সম্পর্ক যে স্পন্দন গতিতে বজায় থাকে তাকে বলা হয় সরল ছন্দিত স্পন্দন বা সরল দোলন গতি।

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

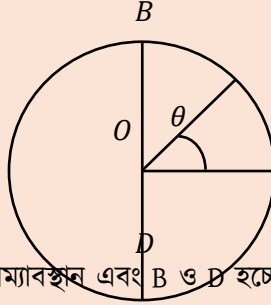
★★★ (৭) সরল ছন্দিত গতিসম্পন্ন কোনো কণার বেগ শূন্য হলে উহার ত্বরণ কী শূন্য হবে? ব্যাখ্যা কর। সরল ছন্দিত স্পন্দন গতিতে গতিশীল কণার বেগ সর্বোচ্চ সরণে শূন্য হয় কিন্তু ঐ বিন্দুতে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়। আমরা জানি, সরল ছন্দিত গতিতে বেগ,

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

কিন্তু ত্বরণ, $a = \omega^2 x$ অর্থাৎ ঐ ক্ষেত্রে ত্বরণ শূন্য নয়, বরং সর্বোচ্চ। সরল ছন্দিত গতিতে বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে।

★★★ (৮) সুষম বৃত্তাকার গতি কী সরল ছন্দিত গতি - ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ সুষম বৃত্তাকার গতি সরল ছন্দিত গতি। কারণ বৃত্তাকার গতি সরল ছন্দিত গতির শর্তসমূহ পূরণ করে।



O হচ্ছে সরল দোলন গতিসম্পন্ন কণার সাম্যাবস্থান এবং B ও D হচ্ছে প্রান্তীয় অবস্থান। উক্ত কণার সরণ ত্বরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী। তাই সুষম বৃত্তাকার গতি সরল দোলন গতি।

★★★ (৯) খেলনা গাড়িতে স্প্রিং লাগিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে গাড়িটি সামনের দিকে অগ্রসর হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ খেলনা গাড়িতে স্প্রিং লাগিয়ে টেনে ছেড়ে দিলে সামনের দিকে অগ্রসর হয় স্প্রিং বলের কারণে। স্প্রিংকে টানলে তা প্রসারিত হয় এবং তার মাঝে $F = kx$ বল সঞ্চিত হয়। এ বল পরবর্তীতে সে ঐ বলটি গাড়ির উপর প্রয়োগ করে ও গাড়িটি অগ্রসর হয়।

★★★ (১০) গিটারের তারের গতি পর্যায়বৃত্ত গতি - ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি তার গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পর পর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। গিটারের তারের গতির ক্ষেত্রেও তারটি নির্দিষ্ট সময় পরপর নির্দিষ্ট বিন্দু একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই গিটারের তারের গতি পর্যায়বৃত্ত গতি।

★★★ (১১) কালিক পর্যায়বৃত্তি ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো রাশি বা ফাংশনের মান যদি এমন হয় যে নির্দিষ্ট সময় পরপর এটি একই মান প্রাপ্ত হয়, তবে তাকে কালিক পর্যায়বৃত্তি বলে। কালিক পর্যায়বৃত্তি হলো সেই সকল ঘটনা যা একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর পুনরাবৃত্তি ঘটে। যেমন: ঘড়ির সেকেন্ড বা মিনিটের কাঁটা যথাক্রমে 60s বা 60 min পর পুনরাবৃত্তি ঘটে, পৃথিবী সূর্যের চারপাশে 365 দিনে একবার ঘুরে আসে ইত্যাদি।

★★★ (১২) গ্রীষ্মকালে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে-ব্যাখ্যা কর।

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

উত্তরঃ গ্রীষ্মকালে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় ফলে সরল দোলকের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায়। দোলনকাল $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$ অর্থাৎ $T \propto \sqrt{L}$ ।
দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় দোলনকাল বেড়ে যায়। ফলে দোলক ঘড়ি ধীরে চলে অর্থাৎ স্লো হয়ে যায়।

★★★ (১৩) কক্ষপথে পৃথিবীর গতি সরলদোলন গতি- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কক্ষপথে পৃথিবীর গতি পর্যায়বৃত্ত গতি কিন্তু সরলদোলন গতি নয়। কোনো দোলনরত কণার ত্বরণ সাম্যাবস্থান থেকে এর দূরত্বের সমানুপাতিক এবং সব সময় সাম্যাবস্থান অভিমুখী হলে ওই কণার গতিকে সরল ছন্দিত গতি বলে। কিন্তু কক্ষপথে পৃথিবীর গতি সাম্যাবস্থান থেকে সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী নয়। তাই এই গতি সরলদোলন গতি নয়।

★★★ (১৪) সাম্যাবস্থান হতে সরণের পরিবর্তনে একটি বরের বেগ কীভাবে পরিবর্তিত হয়? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ বরের বেগ $v = \omega\sqrt{A^2 - x^2}$

সাম্যাবস্থায় $x = 0$, সাম্যাবস্থায় বরের বেগ, $v = \omega\sqrt{A^2 - 0^2} = \omega A$ । অর্থাৎ সাম্যাবস্থায় বরের বেগ থাকে সর্বোচ্চ।

সাম্যাবস্থান থেকে যত সরণ হতে থাকে বরের বেগ তত কম থাকে।

সর্বোচ্চ অবস্থান, $x = A$

$v = \omega\sqrt{A^2 - A^2} = 0$

অর্থাৎ, সর্বোচ্চ অবস্থানে বেগ = 0। আবার যখন বিস্তার সর্বোচ্চ অবস্থান হতে সাম্যাবস্থায় আসতে থাকে তখন বেগ বাড়তে থাকে এবং সাম্যাবস্থায় বেগ সর্বোচ্চ হয়।

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

উত্তরঃ একটি ঘড়ির দোলনকাল 2.5s হলে অর্ধদোলনকাল = 1.25s সারাদিনে অর্ধদোলন দিবে = 69120s = hr = 19.2 hr 86400 1.25 69120 3600

এটি সারাদিনে = 4.8hr সময় হারাবে। ফলে সঠিক সময় দিবে না।

★★★ (১৬) দোলনরত একটি সরল দোলক সাম্যাবস্থায় এসে থেমে যায় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ দোলনরত একটি দোলকের সাম্যাবস্থায় গতিশক্তি বিদ্যমান থাকে। তাই এটি থেমে যায় না। সরল দোলকের সাম্যাবস্থায় বেগ সর্বোচ্চ। সর্বোচ্চ বেগ থাকায় গতিশক্তিও সর্বোচ্চ। তাই এটি তার গতিজড়তার কারণে সাম্যাবস্থান হতে আরো উপরে উঠে। অর্থাৎ, থেমে যায় না।

★★★ (১৭) সরল দোল গতির সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ কি না? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ সরল দোল গতির সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়। সরল দোলকের বরের ক্ষেত্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর দুটি উপাংশ থাকে। এর মধ্যে $g\cos\theta$ উপাংশটি সুতার টানের কারণে নিষ্ক্রিয় হয়ে যাবে। ফলে বরের উপর শুধু $g\sin\theta$ উপাংশ কার্যকর থাকে। ববটি যখন সর্বোচ্চ অবস্থানে থাকে তখন θ সর্বোচ্চ $g\sin\theta$ এর সর্বোচ্চ মান পাওয়া যায়। এভাবে সর্বোচ্চ অবস্থানে ত্বরণ সর্বোচ্চ হয়।

সরল দোলকের কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখা হয় কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ সরল দোলকের অন্যতম শর্ত হচ্ছে এর গতিপথ সরলরৈখিক হবে। বিস্তার 4° এর তুলনায় বেশি হলে তার গতিপথ সরলরৈখিক থাকে না। এজন্য কৌণিক বিস্তার 4° এর মধ্যে রাখা হয়।

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

★★★ (১৮) দোলক ঘড়ি স্থানের উপর নির্ভরশীল কেন?

উত্তরঃ দোলকের দোলনকাল অভিকর্ষজ ত্বরণের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। মাটির নিচে এবং উঁচু পাহাড়ে g এর মান কম। তাই উঁচু পাহাড়ে বা মাটির নিচে দোলকের দোলনকাল বেশী হয়। এর অর্থ ঘড়ি ধীরে চলে। বিষুব অঞ্চলে g এর মান কম এবং মেরু অঞ্চলে g এর মান বেশী। অতএব দোলক ঘড়িকে বিষুব অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলে নিয়ে গেলে ঘড়িটি দ্রুত চলে। তাই দোলক ঘড়ি স্থান নির্ভরশীল।

★★ (১৯) সমবেগে চলমান লিফট এ সরল দোলকের দোলনকালের কী রূপ পরিবর্তন হবে?

উত্তরঃ সমবেগে চলমান লিফট এ সরল দোলক এর দোলনকাল এর কোনো পরিবর্তন হবে না। কারণ সমবেগে চলমান যেকোনো কিছুর জন্যই ত্বরণের মান ০ থাকে। অর্থাৎ বাহ্যিক কোনো বল বা ত্বরণ প্রয়োগ হয় না। ফলে পৃথিবী পৃষ্ঠের মতোই দোলনকাল থাকবে।

★★ (২০) সব দোলক সরল দোলক নয়— ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ 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।

★★ (২১) সকল সেকেন্ড দোলকই সরল দোলক কিন্তু সকল সরল দোলক সেকেন্ড দোলক নয় কেন?

উত্তরঃ 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 কখনো সেকেন্ড দোলক বলা যায় না। সুতরাং সকল সেকেন্ড দোলকই সরল দোলক কিন্তু সকল সরল দোলক সেকেন্ড দোলক নয়।

★★ (২২) সকল সরল ছন্দিত স্পন্দনই পর্যাবৃত্ত স্পন্দন কিন্তু সকল পর্যাবৃত্ত স্পন্দন সরল ছন্দিত স্পন্দন নয়- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ 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।

★★ (২৩) সরল দোলকের গতি সরল ছন্দিত স্পন্দন গতি- ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ সরল দোলকের গতি সরলছন্দিত গতি। কারণ:

- এটি একটি পর্যাবৃত্ত ও স্পন্দন গতি
- এটি একটি সরলরৈখিক গতি

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+

- এর স্পন্দনের সীমা মধ্যাবস্থানের উভয় দিকে সমান দূরে অবস্থিত
- যেকোনো সময়ে ত্বরণের মান সাম্যাবস্থান থেকে সরণের মানের সমানুপাতিক

★★ (২৪) দোলনরত একটি সরল দোলক সাম্যাবস্থায় এসে থেমে যায় না কেন? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ 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।

★★ (২৫) হাতঘড়ির কাঁটার গতি কি দোলন গতি? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ 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।

★★ (২৬) সরল ছন্দিত গতিতে গতিশীল কণার বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে?

উত্তরঃ সরল ছন্দিত গতিতে চলমান কণার বেগ শূন্য হলেও ত্বরণ থাকতে পারে। সরল ছন্দিত কণার সরণ বৃদ্ধির সাথে সাথে বেগ হ্রাস পেতে থাকে এবং বিস্তারের প্রাপ্তে 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।

★★ (২৭) পর্যায়বৃত্ত গতিতে আদি দশা কোণ কেন ধ্রুব থাকে? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ 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।

★★★ বৈদ্যুতিক পাখার গতি পর্যাবৃত্ত গতি – ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথের কোনো নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে। বৈদ্যুতিক পাখার গতি পর্যবেক্ষণ করলে দেখা যায় এটি এর গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে। তাই বৈদ্যুতিক পাখার গতি পর্যাবৃত্ত গতি।

“Whether you succeed or not is irrelevant, there is no such thing. Making your unknown known is the important thing.” – Georgia O’Keeffe

মিশন ২৮ দিনে ফিজিক্সে A+
জ্ঞানমূলক + অনুধাবনমূলক সাজেশন
অধ্যায়ঃ পদার্থের গাঠনিক ধর্ম

জ্ঞানমূলক

★★ (১) স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি কাকে বলে?

উত্তরঃ কোনো তারের উপর ক্রমাগত পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধি করলে বস্তুর স্থিতিস্থাপকতা হ্রাস পায়। এর ফলে বস্তুটি স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যেই ছিঁড়ে যেতে পারে। বস্তুর এই অবস্থাকে স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি বলে।

★★ (২) স্থিতিস্থাপক সীমা বলতে কী বুঝ?

উত্তরঃ প্রযুক্ত বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে অর্থাৎ যে বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর বিকৃতি ঘটিয়ে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

★★★ (৩) পয়সনের অনুপাত কী?

উত্তরঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এ ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে।

★★ (৪) সংনম্যতা কী?

উত্তরঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আয়তন বিকৃতি ও আয়তন পীড়নের অনুপাতকে সংনম্যতা বলে।

★★★ (৫) অসহ পীড়ন কী?

উত্তরঃ কোনো বস্তুর প্রস্ফুটনের বা তলের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত অসহ ভরকে অসহ পীড়ন বলে।

★★★ (৬) স্থিতিস্থাপকতা কী?

উত্তরঃ বল প্রয়োগে কোনো বস্তুর দৈর্ঘ্য, আকার বা আয়তনের পরিবর্তন ঘটানো হলে বল অপসারণ করা মাত্রই বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে আসার ধর্মকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

★★★ (৭) বিকৃতি কী?

উত্তরঃ বল প্রয়োগে বস্তুর একক মাত্রায় যে পরিবর্তন ঘটে তাকে বিকৃতি বলে।

★★ স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক কাকে বলে?

উ: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোনো বস্তুর পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

★★ হকের সূত্র বিবৃতি কর।

উ: স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর ওপর প্রযুক্ত পীড়ন তার বিকৃতির সমানুপাতিক

অনুধাবনমূলক

★★★★ (১) সীসার আয়তন গুণাঙ্ক $1.6 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে কী বুঝ?

উত্তরঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা, এ ধ্রুব সংখ্যাকে আয়তন গুণাঙ্ক বলা হয়। সীসার আয়তন গুণাঙ্ক $1.6 \times 10^{10} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে বুঝায় সীসায় একক বিকৃতি সৃষ্টি করতে এর প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর $1.6 \times 10^{10} \text{ N}$ বল প্রয়োগ করতে হবে।

★★★★ (২) অসহ পীড়ন $4.5 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ বলতে কী বুঝ?

উত্তরঃ কোনো বস্তুর প্রতি একক ক্ষেত্রফলে ন্যূনতম যে বল প্রযুক্ত হলে বস্তুটি ছিঁড়ে বা ভেঙ্গে যায় তাকে ঐ বস্তুর অসহ পীড়ন বলে। অসহ পীড়ন $4.5 \times 10^7 \text{ Nm}^{-2}$ বোঝায়, 1 m^2 ক্ষেত্রফলের ওপর $4.5 \times 10^7 \text{ N}$ বল প্রয়োগ করলে বস্তুটি ভেঙ্গে বা ছিঁড়ে যাবে।

★★★★ (৩) পয়সনের অনুপাত ঋণাত্মক হওয়া সম্ভব কিনা? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। এই ধ্রুব রাশিকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে। এখন, কোনো তারকে এক প্রান্ত দৃঢ় অবলম্বনের সাথে আটকিয়ে নিম্ন প্রান্তে বল প্রয়োগ করে টানলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে এবং পার্শ্ব হ্রাস পাবে। পয়সনের অনুপাত, $\sigma = -\frac{L}{r} \frac{\Delta r}{\Delta L}$ আমরা জানি, যেকোনো বল প্রয়োগে কঠিন পদার্থের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি করলে ব্যাস হ্রাস পায় এবং ব্যাস বৃদ্ধি করলে দৈর্ঘ্য হ্রাস পায়। অর্থাৎ ΔL ধনাত্মক হলে Δr ঋণাত্মক হয়। আবার ΔL ঋণাত্মক হলে Δr ধনাত্মক হয় অর্থাৎ বাস্তব ক্ষেত্রে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হউক বা ব্যাস বৃদ্ধি হউক, পয়সনের মান ধনাত্মক হয়।

★★★★ (৪) ইস্পাত রাবার অপেক্ষা বেশি স্থিতিস্থাপক ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ ইস্পাত ও রাবারের সমান আকারের ও সিলিন্ডার আকৃতির দুটি খণ্ড নিয়ে উভয়ের দৈর্ঘ্য বরাবর সমান

মানের বল প্রয়োগ করলে দেখা যাবে যে, ইস্পাতের তুলনায় রাবারের খণ্ডে দৈর্ঘ্য বিকৃতি বেশি ঘটেছে। ইয়ং এর গুণাঙ্ক = $\frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$ সংজ্ঞানুসারে দৈর্ঘ্য বিকৃতি' ইস্পাতের তুলনায় রাবারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক কম মানের হয়। তাই ইস্পাত বেশি স্থিতিস্থাপক।

★★★ (৫) একটি বস্তুর স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টি হওয়ার কারণ ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ বস্তুর স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি সৃষ্টির মূল কারণ ঐ বস্তুর উপর ক্রমাগত পীড়নের হ্রাস-বৃদ্ধি। এতে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম হ্রাস পায় এবং বল অপসারণের সাথে সাথে বস্তু আগের অবস্থা ফিরে পায় না, কিছুটা দেরি হয়। এ অবস্থাই হল স্থিতিস্থাপক ক্লান্তি।

★★★ (৬) আন্তঃআণবিক বলের সাহায্যে পদার্থের স্থিতিস্থাপকতা ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ সকল পদার্থের অণুর মধ্যে আন্তঃআণবিক বল ক্রিয়া করে। আণবিক দূরত্ব বেশি হলে আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল তত বেশি হবে আর আণবিক দূরত্ব কম হলে বিকর্ষণ বল তত বেশি হবে। স্বাভাবিক অবস্থায় আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বলের লব্ধি শূন্য হয়। কিন্তু বস্তুকে দৈর্ঘ্য টান বা পীড়ন প্রয়োগ করা হলে অণুগুলোর মধ্যে আণবিক দূরত্ব বৃদ্ধি পায় আর আন্তঃআণবিক আকর্ষণ বল বৃদ্ধি পায়। এতে বস্তুর অণুগুলো আবার পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে। ঠিক একইভাবে বস্তুর ওপর সংকোচন করলেও বিকর্ষণ বলের কারণে পূর্বের অবস্থায় আসে।

★★★ (৭) সংনম্যতা আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের একটি মোটা ও একটি চিকন ইস্পাতের তারের ইয়ং-এর গুণাঙ্ক সমান হবে কিনা? ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ মোটা ও চিকন তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক সমান হবে। ইয়ং এর গুণাঙ্ক একটি ধ্রুবক। যা বস্তুর আকার-আকৃতির উপর নির্ভর করে না। কোনো বস্তুর পদার্থ বা তাপমাত্রা পরিবর্তিত না হলে ইয়ং এর গুণাঙ্ক অপরিবর্তিত থাকে। এজন্য ইস্পাতের তৈরি মোটা ও চিকন তারের ইয়ং এর গুণাঙ্ক সমান হবে।

★★ (৮) তারের সম্প্রসারণে বিভবশক্তি সঞ্চিত হয়-ব্যাখ্যা কর।

উত্তরঃ কোনো বস্তুর উপর বাইরে থেকে বল প্রয়োগ করে বস্তুর বিকৃতি ঘটালে বল দ্বারা কিছু কাজ হয়। এ কাজে যে শক্তি ব্যয় হয়। তা বস্তুতে জমা হয় এবং এ শক্তিকে বলা হয় স্থিতিস্থাপক বিভবশক্তি। প্রযুক্ত বল অপসারিত করা হলে পীড়ন হয় এবং বিকৃতির শক্তি তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। ধরা যাক, L দৈর্ঘ্যের এবং A প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বিশিষ্ট তারের দৈর্ঘ্য বরাবর F বল প্রয়োগ করায় তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো।

কাজ, $W = \frac{YAL^2}{2L}$ । এই কাজই বস্তুতে স্থিতিশক্তিরূপে জমা থাকে।

★★ (৯) স্থিতিস্থাপক সীমা ও স্থিতিস্থাপক ক্লান্তির মধ্যে প্রধান পার্থক্য কী?

উত্তরঃ বাইরে থেকে প্রযুক্ত বলের যে সর্বোচ্চ মান পর্যন্ত কোনো বস্তু একটি স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় আচরণ করে,

বলের সেই সর্বোচ্চ মানকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। কোনো বস্তু স্থিতিস্থাপক সীমা পর্যন্ত পূর্ণ স্থিতিস্থাপক থাকে। এটি মূলত: এক প্রকার বল। কোনো বস্তুর ওপর ক্রমাগত বিকৃতি হয় না, বিকৃতি ধীরে ধীরে সংগঠিত হয় এবং বস্তুর স্থিতিস্থাপক ধর্মের অবনতি ঘটে। বস্তুর এই অবস্থাই স্থিতিস্থাপক ক্লাস্তি। এটি কোনো বল নয়, এটি পদার্থের একটি অবস্থা মাত্র।

★★সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেশি হলে অণুগুলো আকর্ষণ না বিকর্ষণ বল লাভ করে ব্যাখ্যা দাও।
উ: পদার্থের উপাদানসমূহ যে বিশেষ ধরনের আকর্ষণ শক্তি দ্বারা পরস্পরের সাথে যুক্ত থাকে তাকে আন্তঃআণবিক বল বলে। আর অণুগুলো প্রায় 10-9m থেকে 10-10m দূরত্বে থেকে পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এই দূরত্বের পরিবর্তন হলে আকর্ষণ বলের মানও পরিবর্তন হবে। দূরত্ব বৃদ্ধি পেলে আন্তঃআণবিক বলের মান কমে। এ কারণেই কঠিন পদার্থের আন্তঃআণবিক বলের মান সবচেয়ে বেশি এবং গ্যাসের সবচেয়ে কম।

অতএব, সাম্যাবস্থার তুলনায় আন্তঃআণবিক দূরত্ব বেশি হলে। অণুগুলো আকর্ষণ করবে তবে দূরত্ব বাড়ার সাথে সাথে আকর্ষণের মাত্রা কমতে থাকবে।

★★★ ইয়ং এর গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে কী বুঝ?

উ: কোনো বস্তুর ইয়ং গুণাঙ্ক $Y = 2 \times 10^{11} \text{ Nm}^{-2}$ বলতে বুঝায় 1m^2 প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট ঐ বস্তুর দৈর্ঘ্য বরাবর $2 \times 10^{11} \text{ N}$ বল প্রয়োগ করা হলে বস্তুটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি আদি দৈর্ঘ্যের সমান হবে।

“Forget all you know about yourself; forget all you have ever thought about yourself; start as if you know nothing” -- Krishnamurti