

## সপ্তম অধ্যায় পৃথিবী ও মহাকর্ষ



### পাঠ সম্পর্কিত গুরুত্বপূর্ণ বিষয়াদি



- **মহাকর্ষ** : বিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে মহাকর্ষ বলে।
- **নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র** : মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে এবং এ আকর্ষণ বলের মান বস্তুকণাদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং এদের দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল বস্তুকণাদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।  
যেমন :  $m_1$  ও  $m_2$  ভরের দুটি বস্তু পরস্পর থেকে  $d$  দূরত্বে অবস্থান করলে এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল,  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$   
এখানে,  $G$  একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।
- **বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক** : এক কিলোগ্রাম ভরের দুটি বস্তু এক মিটার দূরত্বে স্থাপন করলে তারা পরস্পরকে যে বলে আকর্ষণ করে তাকে বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।
- **অভিকর্ষ** : পৃথিবী এবং অন্য বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে অভিকর্ষ বলে।
- **অভিকর্ষজ ত্বরণ** : অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। একে  $g$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>। মহাকর্ষ সূত্র অনুসারে,  $g = \frac{GM}{d^2}$   
এ সমীকরণে ডান পাশে বস্তুর ভর  $m$  অনুপস্থিত। সুতরাং অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তু নিরপেক্ষ। এখানে  $G$  বিশ্বজনীন মহাকর্ষ ধ্রুবক এবং  $M$  পৃথিবীর ভর যা একটি ধ্রুবক। তাই  $g$  পৃথিবীর কেন্দ্রে থেকে বস্তুর দূরত্ব  $d$  এর ওপর নির্ভর করে। অতএব,  $g$  এর মান স্থান নিরপেক্ষ নয়।
- **অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন** : পৃথিবীর কেন্দ্রে থেকে ভূ-পৃষ্ঠের দূরত্ব অর্থাৎ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R$  হলে ভূপৃষ্ঠে  $g = \frac{GM}{R^2}$  যেখানে  $R$  ধ্রুবক নয়।
- **ভর** : ভর হলো কোনো বস্তুতে পদার্থের পরিমাণ। বস্তুর ভর বস্তুর অবস্থান, আকৃতি ও গতি পরিবর্তনের জন্য পরিবর্তিত হয় না। এর একক কিলোগ্রাম বা কেজি (kg)।
- **ওজন** : কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাকে বস্তুর ওজন বলে।  
বস্তুর ওজন = বস্তুর ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ  
বা,  $W = mg$   
পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে ও পৃথিবীর বাইরে বস্তুর ওজন পরিবর্তিত হয়। ওজনের একক হলো নিউটন।



### অনুশীলনীর বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর



১. ভরের একক কী?  
Ⓐ গ্রাম    Ⓑ কিলোগ্রাম    Ⓒ কুইন্টাল    Ⓓ নিউটন
  ২. বস্তুর ভরের বেড়ে কোন বিবৃতিটি সঠিক?  
Ⓐ অবস্থানের পরিবর্তনে বস্তুর ভর পরিবর্তিত হয়  
Ⓑ বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বলই ভর  
Ⓒ বস্তুর মধ্যে পদার্থের মোট পরিমাণই ভর  
Ⓓ ভরের একক নিউটন
- নিচের চিত্র হতে ৩ ও ৪ নম্বর প্রশ্নের উত্তর দাও
- 
৩. P ও Q-এর মধ্যকার আকর্ষণ বল নির্ভর করে—  
Ⓐ ১০ গুণ হলে    Ⓑ ১০ গুণ হলে    Ⓒ ১০ গুণ হলে    Ⓓ ১০ গুণ হলে
  ৪. বস্তুদ্বয়ের ভরের গুণফল ৩৬০০ গ্রাম<sup>২</sup> হলে বলের কী পরিবর্তন হবে?  
Ⓐ অর্ধেক হবে  
Ⓑ দ্বিগুণ হবে  
Ⓒ তিনগুণ হবে  
Ⓓ চারগুণ হবে



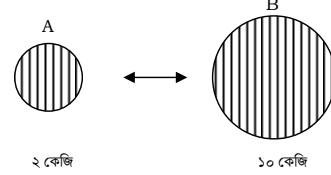
### গুরুত্বপূর্ণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর



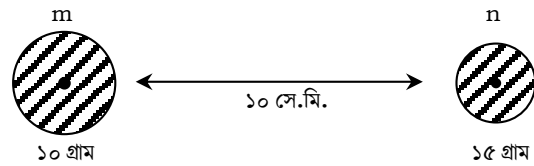
৫. পৃথিবীপৃষ্ঠে ১০০ কেজি ভরের বস্তুর ওজন কত হবে?  
Ⓐ ৯.৮ নিউটন    Ⓑ ৯৮০ নিউটন    Ⓒ ৯৮০ কেজি    Ⓓ ৯৮ নিউটন
৬. বস্তুর ওজন কোথায় সবচেয়ে বেশি?  
Ⓐ মেরু অঞ্চলে    Ⓑ ভূ-পৃষ্ঠে    Ⓒ পাহাড়ে    Ⓓ চাঁদে
৭. 'g' এর মান পৃথিবীর কেন্দ্রে কত?  
Ⓐ ৯.৮ মি./সে<sup>২</sup>    Ⓑ ৯.৮ মি.সে.    Ⓒ ৯২ মি.সে<sup>২</sup>    Ⓓ ০
৮. পৃথিবীতে তোমার ভর ৪২ কেজি। তোমার ওজন কত?  
Ⓐ ৯.৮ নিউটন    Ⓑ ৯৮ নিউটন    Ⓒ ১৯.৬ নিউটন    Ⓓ ৪১১.৬ নিউটন
৯. একটি বস্তুর ভর ৫০ কেজি। এর ওজন কত?  
Ⓐ ৪৯০ নিউটন    Ⓑ ৩৯০ নিউটন    Ⓒ ৪.৯০ নিউটন    Ⓓ ০.৪৯ নিউটন

১০. নির্দিষ্ট ভরের দুইটি বস্তুর মধ্যকার দূরত্ব ৪ গুণ করলে বল কতগুণ হবে?  
 (a)  $\frac{1}{4}$  (b)  $\frac{1}{9}$  (c)  $\frac{1}{12}$  (d)  $\frac{1}{16}$
১১. নিচের কোন সমীকরণটি সঠিক?  
 (a)  $G = \frac{Fd}{m_1 m_2}$  (b)  $G = \frac{GM}{d^2}$  (c)  $G = \frac{Fd^2}{m_1 m_2}$  (d)  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$
১২. ভূ-পৃষ্ঠ থেকে পর্বত চূড়ায় কোনো বস্তুর ওজনের কী পরিবর্তন হবে?  
 (a) সমান হবে (b) কম হবে (c) বেশি হবে (d)  $\frac{1}{10}$  অংশ হবে
১৩. কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাকে কী বলে?  
 (a) ওজন (b) অভিকর্ষ (c) মহাকর্ষ (d) অভিকর্ষ ত্বরণ
১৪. কোথায় বস্তুর উপর পৃথিবীর কোনো আকর্ষণ থাকে না?  
 (a) পৃথিবীর কেন্দ্রে (b) পৃথিবীর উপরে (c) মেরু অঞ্চলে (d) বিদ্যুতীয় অঞ্চলে
১৫. ৫ কেজি ভরের কোনো বস্তুকে চাঁদে নিলে তার ওজন কত হবে?  
 (a) ৮.১৭ নিউটন (b) ৪৯.০১ নিউটন (c) ৪৯.১৫ নিউটন (d) ৪৮.৯০ নিউটন
১৬. নির্দিষ্ট ভরের দুটি বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ হলে বলের কী পরিবর্তন হবে?  
 (a) চারগুণ (b) অর্ধেক (c) এক-তৃতীয়াংশ (d) এক-চতুর্থাংশ
১৭. প্রথম মার্কিন কৃত্রিম উপগ্রহের নাম কী?  
 (a) ভস্টক-১ (b) ল্যান্ডসেট-১ (c) স্পুটনিক-১ (d) এক্সপেরারার-১
১৮. মেরু অঞ্চলে 'g' এর মান কত?  
 (a) ৯.৭৮ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> (b) ৯.৭৯ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> (c) ৯.৮১ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> (d) ৯.৮৩ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>
১৯. চাঁদে ১৬.৩০ নিউটন ওজনের বস্তুর পৃথিবীতে ভর কত কিলোগ্রাম?  
 (a) ১ (b) ১০ (c) ৯৮ (d) ১০০
২০. দুটি বস্তুর ভর দ্বিগুণ করা হলে আকর্ষণ বল কত হবে?  
 (a) অর্ধেক (b) এক-তৃতীয়াংশ (c) দ্বিগুণ (d) তিনগুণ
২১. পৃথিবী ও একটি বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে কী বলে?  
 (a) অভিকর্ষ (b) মহাকর্ষ (c) ত্বরণ (d) প্রববক
২২. বস্তুর ভর বৃদ্ধির সাথে মহাকর্ষ বলের কেমন পরিবর্তন ঘটে?  
 (a) বৃদ্ধি পায় (b) সমান থাকে (c) সমানুপাতে বৃদ্ধি ঘটে (d) ব্যস্তানুপাতে বৃদ্ধি পায়
২৩. পৃথিবী ও চাঁদের মাধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণের অনুপাত কত?  
 (a) ১ : ৮ (b) ৩ : ১ (c) ১ : ৬ (d) ৬ : ১
২৪. কোনো বস্তুর ভর পৃথিবীতে ৪০ কেজি হলে চাঁদে ভর কত হবে?  
 (a) ৬.৬ কেজি (b) ৪০ কেজি (c) ২৪০ কেজি (d) ৩৯২ কেজি
২৫. অভিকর্ষ ত্বরণের একক কোনটি?  
 (a) মিটার/সেকেন্ড (b) মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> (c) নিউটন/মিটার (d) নিউটন/গ্রাম
২৬. ওজনের একক কোনটি?  
 (a) নিউটন (b) কিলোগ্রাম (c) মিটার (d) ভোল্ট
২৭. বিদ্যুত অঞ্চলে কোনো বস্তুর ওজন কম হয় কেন?  
 (a) বলের মান বেশি বলে (b) g-এর মান বেশি বলে (c) g-এর মান কম বলে (d) পৃথিবীর ব্যাসার্ধ বেশি বলে
২৮. অণুর ভর ২৪ কেজি। চাঁদে তার ভরের কিছু প পরিবর্তন ঘটবে?  
 (a) একই থাকবে (b) দ্বিগুণ হবে (c)  $\frac{1}{10}$  হবে (d)  $\frac{1}{8}$  হবে
২৯. কোনটির প্রভাবে উপরের দিকে নিষ্কৃত বস্তু নিচের দিকে পড়ে?  
 (a) মহাকর্ষের (b) বাতাসের (c) ওজনহীনতার (d) অভিকর্ষের
৩০. পৃথিবী পৃষ্ঠে ১ কেজি ভরের কোনো বস্তুর ওজন কত নিউটন?  
 (a) ৯.৮ (b) ৯৮ (c) ৯৮০ (d) ৯৮০০
৩১. কোনো বস্তুতে পদার্থের পরিমাণকে কী বলে?  
 (a) ভর (b) বল (c) ওজন (d) ত্বরণ

৩২.  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$  এখানে—  
 i. 'G' মহাকর্ষীয় প্রববক (ii) 'd' বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  
 iii.  $m_1$  ও  $m_2$  বস্তুদ্বয়ের ভর  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 (a) i ও ii (b) iii (c) ii ও iii (d) i, ii ও iii
৩৩. অভিকর্ষ ত্বরণের মান—  
 i. পৃথিবীর কেন্দ্রে শূন্য (ii) মেরু অঞ্চলে ৯.৮ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>  
 iii. ভূ-পৃষ্ঠে ৯.৮ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 (a) i ও ii (b) i ও iii (c) ii ও iii (d) i, ii ও iii
৩৪. নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রের বেট্রে—  
 i. মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে  
 ii. আকর্ষণ বলের মান বস্তু কণাদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক  
 iii. আকর্ষণ বলের মান বস্তুর দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 (a) i ও ii (b) i ও iii (c) ii ও iii (d) i, ii ও iii
- নিচের অনুচ্ছেদটি পড় ৩৫ ও ৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :  
 নাফিস ও সাকিবের ভর যথাক্রমে ৪০ কেজি ও ৫০ কেজি, এরা দুজন ঘনিষ্ঠ বন্ধু।
৩৫. ভূ-পৃষ্ঠে নাফিসের ওজন কত নিউটন?  
 (a) ৯.৮ (b) ৩৬০ (c) ৩৭০ (d) ৩৯২
৩৬. চাঁদে ও পৃথিবীতে সাকিবের ওজনের পার্থক্য কত?  
 (a) ৪০৮.৩৩ N (b) ৪৩৩.৮০ N (c) ৪৯০ N (d) ৫৭১ N
- নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ৩৭ ও ৩৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :  
 ৪০ কেজি ভরের একজন লোক লিফট দিয়ে a ত্বরণে নামার সময় হঠাৎ লিফটের দড়ি ছিঁড়ে যায়। ফলে লিফট অভিকর্ষের প্রভাবে নিচে পড়ে।
৩৭. পড়ন্ত অবস্থায় লোকটির ত্বরণ কত ছিল?  
 (a)  $g + a$  (b)  $g - a$  (c)  $a - g$  (d)  $g - g$
৩৮. লোকটির ওজন কত?  
 (a) ৪০৮ নিউটন (b) ৪০ নিউটন (c) ৪৯.৮ নিউটন (d) ৩৯২ নিউটন
- নিচের তথ্যের আলোকে ৩৯ ও ৪০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৩৯. B বস্তুটির চাঁদে ওজন কত নিউটন?  
 (a) ৯.৮ (b) ১০ (c) ১৬.৩ (d) ১৮
৪০. A বস্তুর ভর দ্বিগুণ ও B বস্তুর ভর অর্ধেক করলে, পৃথিবীতে বস্তুদ্বয়ের ওজনের কী তারতম্য হবে?  
 (a) সমান হবে (b) A এর ওজন B এর ওজন অপেক্ষা বেশি হবে (c) B এর ওজন A এর ওজন অপেক্ষা বেশি হবে (d) B এর ওজন A এর ওজন অপেক্ষা কম হবে
- নিচের তথ্যের আলোকে ৪১ ও ৪২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



৪১. m বস্তুর ওজন কত?  
 (a) ০.০৯৮ নিউটন (b) ০.৯৮ নিউটন (c) ৯.৮ নিউটন (d) ৯৮ নিউটন
৪২. বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব ৫ সে.মি. হলে বলের কী পরিবর্তন হবে?  
 (a) অর্ধেক হবে (b) চারগুণ হবে (c) এক চতুর্থাংশ হবে (d) দ্বিগুণ হবে



**পাঠ ১ : মহাকর্ষ**

**সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

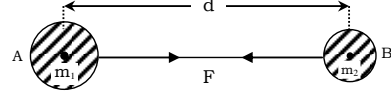
৪৩. কোন বলের প্রভাবে পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘোরে? (জ্ঞান)  
 ① অভিকর্ষ ② সৌরশক্তি ③ মহাকর্ষ ④ মাধ্যাকর্ষণ
৪৪. সূর্য ও চন্দ্রের মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বল কী নামে পরিচিত? (জ্ঞান)  
 ① অভিকর্ষ ② মাধ্যাকর্ষণ ③ বিকর্ষণ ④ মহাকর্ষ
৪৫.  $m_1$  ও  $m_2$  ভরবিশিষ্ট দুটি বস্তু পাশাপাশি অবস্থান করলে এদের মধ্যে একটি বল ক্রিয়া করে, এর নাম কী? (অনুধাবন)  
 ① অভিকর্ষ বল ② মাধ্যাকর্ষণ বল ③ মহাকর্ষ বল ④ মহাজাগতিক বল
৪৬. মহাকর্ষ বলের ক্রিয়াপথের প্রকৃতি কিরূপ? (অনুধাবন)  
 ① বৃত্তাকার ② চক্রাকার ③ সরলরৈখিক ④ বেলাকার
৪৭. বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব বেশি হলে আকর্ষণ বল কিরূপ হয়? (অনুধাবন)  
 ① বেশি হয় ② কম হয় ③ দ্বিগুণ হয় ④ ব্যস্তানুপাতিক হয়
৪৮. দুটি বস্তু মধ্যকার দূরত্ব তিনগুণ করলে মহাকর্ষ বল কত হবে? (অনুধাবন)  
 ① ছয়গুণ ② তিনগুণ ③ নয় ভাগের এক ভাগ ④ নয় ভাগের এক ভাগ
৪৯. ৩-কে বর্গের ব্যস্তানুপাতিক করলে কত হবে? (প্রয়োগ)  
 ①  $\frac{1}{9}$  ②  $\frac{1}{27}$  ③ ৩ ④ ৬
৫০. মহাকর্ষ সূত্রানুসারে, নির্দিষ্ট দূরত্বে অবস্থিত দুটি বস্তু ভরের গুণফল দ্বিগুণ হলে বল কত হবে? (প্রয়োগ)  
 ① চারগুণ ② তিনগুণ ③ দ্বিগুণ ④ অর্ধেক
৫১. নিচের কোনটির জন্য গ্রহ ও নক্ষত্রগুলো নিজ নিজ কক্ষপথে চলে, কখনই একে অপরের সাথে ধাক্কা লাগে না? (প্রয়োগ)  
 ① অভিকর্ষ বল ② মহাকর্ষীয় ধ্রুবক ③ মহাকর্ষ বল ④ আকর্ষণ বল
৫২. মহাকর্ষীয় ধ্রুবককে কী দ্বারা প্রকাশ করা হয়? (জ্ঞান)  
 ① G ② R ③ g ④ F
৫৩. দুটি বস্তুকণার মধ্যবর্তী দূরত্ব চারগুণ বৃদ্ধি করলে তাদের মধ্যকার আকর্ষণ বলের কী পরিবর্তন হবে? (উচ্চতর দর্শন)  
 ①  $\frac{1}{16}$  গুণ ②  $\frac{1}{2}$  গুণ ③ ৪ গুণ ④ ১৬ গুণ
৫৪. মহাকর্ষ বল নির্ভর করে কোনটির ওপর? (জ্ঞান)  
 ① বস্তুর আকৃতি ② মাধ্যমের প্রকৃতি ③ বস্তুর প্রকৃতি ④ বস্তুর ভর
৫৫. কোন স্থানে কোনো বস্তু ভর ওজন শূন্য? [রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]  
 ① পৃথিবীর কেন্দ্রে ② চাঁদে ③ বিমানে ④ মঙ্গল গ্রহে
৫৬. মহাকর্ষ সূত্র কে প্রদান করেন? [বগুড়া ক্যান্টনমেন্ট পাবলিক স্কুল ও কলেজ]  
 ① গ্যালিলিও ② নিউটন ③ কেপলার ④ আইনস্টাইন

**বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

৫৭. মহাকর্ষ সূত্রানুসারে— (প্রয়োগ)  
 i. বস্তুদ্বয়ের ভরের গুণফল তিনগুণ হলে বল দ্বিগুণ হবে  
 ii. বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ হলে বল এক চতুর্থাংশ হবে  
 iii. বস্তুদ্বয়ের ভরের গুণফল দ্বিগুণ হলে বল দ্বিগুণ হবে  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ① i ও ii ② i ও iii ③ ii ও iii ④ i, ii ও iii
৫৮. মহাকর্ষ সূত্রানুসারে  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ , এখানে G হলো— (প্রয়োগ)  
 i. একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক ii. বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক  
 iii. অভিকর্ষ ত্বরণ  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ① i ও ii ② i ও iii ③ ii ও iii ④ i, ii ও iii

**অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

নিচের চিত্রটি লব কর এবং ৫৯ ও ৬০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



A ও B বস্তুদ্বয়ের ভর  $m_1$  ও  $m_2$ । বস্তুদ্বয় পরস্পর d দূরত্বে অবস্থান করে F বলে আকর্ষণ করছে।

৫৯. A ও B বস্তুদ্বয়ের আকর্ষণ বলের মান কত? (অনুধাবন)  
 ①  $\frac{Gm_1 m_2}{d^2}$  ②  $\frac{Gd^2}{Gm_1 m_2}$  ③  $\frac{m_1 m_2}{Gd^2}$  ④  $\frac{m_1 m_2}{d^2}$
৬০. উক্ত বস্তু দুটির ভরের গুণফল দ্বিগুণ হলে বল কত হবে? (প্রয়োগ)  
 ① তিনগুণ ② এক দ্বিতীয়াংশ ③ এক তৃতীয়াংশ ④ দ্বিগুণ

**পাঠ ২ ও ৩ : অভিকর্ষ ও অভিকর্ষজ ত্বরণ**

**সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

৬১. পৃথিবী ও তোমার বিজ্ঞান বইয়ের মধ্যকার আকর্ষণকে কী বলে? (জ্ঞান)  
 ① মহাকর্ষ ② অভিকর্ষ ③ অভিকর্ষজ ত্বরণ ④ আন্তঃআণবিক বল
৬২. ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে কী পরিমাণ বৃদ্ধি পায়? (জ্ঞান)  
 ①  $৯.৮ \text{ m/s}^2$  ②  $৯.৮ \text{ m/s}$  ③  $০.৯৮ \text{ m/s}$  ④  $০.৯৮ \text{ m/s}^2$
৬৩. ভূপৃষ্ঠে 'g'-এর মান কত? (জ্ঞান)  
 ①  $৯.৮ \times 10 \text{ m/s}^2$  ②  $৯.৮ \text{ m/s}^2$  ③  $৯.৮ \times 10 \text{ m/s}^2$  ④  $৯.৮ \times 10 \text{ m/s}^2$
৬৪. অভিকর্ষ বলের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ত্বরণ হবে কোনটি? (অনুধাবন)  
 ① মহাকর্ষ ত্বরণ ② মন্দন ③ সুষম ত্বরণ ④ অভিকর্ষজ ত্বরণ
৬৫. বস্তু নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে কী বলা হয়? (জ্ঞান)  
 ① সরণ ② বেগ ③ দ্রুতি ④ ত্বরণ
৬৬. অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে কী বলে? (জ্ঞান)  
 ① অভিকর্ষজ বল ② অভিকর্ষজ বেগ ③ অভিকর্ষজ ত্বরণ ④ মহাকর্ষ বল
৬৭. কোনটি অভিকর্ষ বলের সূত্র? (অনুধাবন)  
 ①  $F = mG$  ②  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$  ③  $F = \frac{m}{g}$  ④  $F = mg$
৬৮. কোনটি দ্বারা অভিকর্ষজ ত্বরণকে প্রকাশ করা হয়? (অনুধাবন)  
 ① G ② F ③ R ④ g
৬৯. ভূপৃষ্ঠ থেকে উপরে উঠলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের কী পরিবর্তন ঘটে? (অনুধাবন)  
 ① ধ্রুব হয় ② বাড়তে থাকে ③ কমেতে থাকে ④ শূন্য হয়
৭০. অভিকর্ষজ ত্বরণ কোনটির ওপর নির্ভর করে না? (অনুধাবন)  
 ① পৃথিবীর ভর ② বস্তুর ভর ③ বস্তুর উচ্চতা ④ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ
৭১. ভরকে অভিকর্ষজ ত্বরণ দিয়ে গুণ করলে কী পাওয়া যায়? (অনুধাবন)  
 ① অভিকর্ষ বল ② ওজন ③ বল ④ ভর
৭২. নিচের কোনটি সঠিক? (অনুধাবন)  
 ①  $g = \frac{1}{GM}$  ②  $g = \frac{R^2}{GM}$  ③  $g = \frac{GM}{R}$  ④  $g = \frac{GM}{R^2}$
৭৩. মেরু অঞ্চলে 'g'-এর মান সবচেয়ে বেশি হয় কেন? (অনুধাবন)  
 ① পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R সবচেয়ে বেশি বলে ② G এবং M উভয় ধ্রুবক বলে ③ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R সবচেয়ে কম বলে ④ G ব্যতীত M ধ্রুবক বলে
৭৪. ক্রান্তীয় অঞ্চলে g এর মান কত? [মাইলস্টোন কলেজ, ঢাকা]  
 ①  $৯.৭৯ \text{ ms}^{-2}$  ②  $৯.৮০৭৭৫ \text{ ms}^{-2}$  ③  $৯.৭০৬৬৫ \text{ ms}^{-2}$  ④  $৯.৬৬৭০৫ \text{ ms}^{-2}$

**বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

৭৫. একটি বস্তু উপর থেকে ছেড়ে দিলে ভূমিতে পৌঁছায়— (অনুধাবন)

- i. মহাকর্ষের প্রভাবে    ii. অভিকর্ষের প্রভাবে    iii. ওজনের প্রভাবে
- নিচের কোনটি সঠিক?
৭৬. অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g$ —  
i.  $\frac{GMm}{d^2}$  বস্তুর ভর    ii.  $\frac{GMm}{d^2}$     iii.  $\frac{GM}{d^2}$
- নিচের কোনটি সঠিক?
৭৭. অভিকর্ষজ ত্বরণের বেগে—  
i. এর মান বস্তু নিরপেক্ষ    ii. এর একক মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>    iii. এটি অভিকর্ষ বল ও ভরের গুণফলের সমান
- নিচের কোনটি সঠিক?
৭৮.  $g$  এর মান কোথায় বেশি?  
i. বিষুবীয় এলাকায়    ii. মেরুব এলাকায়    iii. ভূপৃষ্ঠে
- নিচের কোনটি সঠিক?

### অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

- নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৭৯ ও ৮০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :
- সাকিব হাদের উপর ওঠে একটি পাথর সাবধানে নিচে ফেলে দিল। পাথরটি ৫ সেকেন্ড পর মাটি স্পর্শ করল।
৭৯. পাথরটি মাটি স্পর্শ করল কেন?  
● মহাকর্ষ বলের প্রভাবে    ● অভিকর্ষ বলের প্রভাবে  
● বিভব শক্তির প্রভাবে    ● গতিশক্তির প্রভাবে
৮০. ৪ সেকেন্ড পর পাথরটির বেগ কত ছিল?  
● ৩৯.২m/s    ● ৪৩.২m/s    ● ৪৫.২m/s    ● ৪৯.২m/s
- নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ৮১ ও ৮২ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :
- পৃথিবীতে কোনো বস্তুর ভর ১০ কেজি এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ ৯.৮ মি./সেকেন্ড<sup>২</sup>

৮১. পৃথিবীতে বস্তুর ওজন কত?  
● ৯৮ কেজি    ● ৯.৮ কেজি    ● ৯৮ নিউটন    ● ০ নিউটন
৮২. পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ভর কত হবে?  
● ০ কেজি    ● ১০ কেজি    ● ৯৮ কেজি    ● ৯৮ নিউটন

### পাঠ ৪ : ভর ও ওজন

#### সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৮৩. বস্তুর কোন ধর্ম বস্তুর অবস্থান, আকৃতি ও গতি পরিবর্তনের জন্য পরিবর্তিত হয় না?  
● ওজন    ● ভর    ● ত্বরণ    ● শক্তি
৮৪. কত কিলোগ্রামে এক টন হয়?  
● ১০ কিলোগ্রামে    ● ১,০০০ কিলোগ্রামে  
● ১০০ কিলোগ্রামে    ● ১০,০০০ কিলোগ্রামে
৮৫. অল্প মানের ভরকে কোন এককে মাপা হয়?  
● লিটারে    ● মিলিগ্রামে    ● গ্রামে    ● ডেকাগ্রামে
৮৬. বস্তুর ভর কোনটির ওপর নির্ভর করে?  
● বস্তুর অবস্থান পরিবর্তন    ● উপাদানের সংখ্যা ও সংযুক্তি  
● বস্তুর আকৃতি পরিবর্তন    ● বস্তুর গতির পরিবর্তন
৮৭. নির্দিষ্ট কোনো বস্তুর ওজনের মান নিচের কোনটির ওপর নির্ভরশীল?  
● অভিকর্ষীয় ত্বরণ    ● মহাকর্ষীয় ধ্রুবক  
● ভর    ● সময়
৮৮. আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে ভরের একক কোনটি?  
● কিলোগ্রাম    ● গ্রাম    ● পাউন্ড    ● মগ
৮৯. কোনটি দ্বারা বস্তুর ওজন নির্ণয় করা হয়?  
●  $m = Wg$     ●  $W = mg$     ●  $g = Wm$     ●  $W = mgh$
৯০. ওজনের এসআই একক নিউটন হলে ভরের এসআই একক কী হবে?  
● কিলোগ্রাম    ● নিউটন    ● মিটার    ● কেলভিন

৯১. ১টি মুড়ির টিনের ভর ১ kg আর ১টি চালের টিনের ভর ৫ kg। মুড়ির টিনের ওজন ৯.৮ নিউটন হলে চালের টিনের ওজন কত হবে?  
● ৪৯.০ নিউটন    ● ৪২.০ নিউটন  
● ৯.৮ নিউটন    ● ৫.০ নিউটন
৯২. একটি লৌহখণ্ড নিয়ে ঢাকা থেকে চট্টগ্রাম গেলে এর কী পরিবর্তন হবে?  
● ভর    ● ওজন    ● শক্তি    ● আকর্ষণ
৯৩. নিচের কোনটি সঠিক?  
●  $g = Wm$     ●  $g = w + m$   
●  $g = w - m$     ●  $g = W \div m$
৯৪. বস্তুর ভরের বেগে নিচের কোনটি সঠিক?  
● অবস্থার পরিবর্তনে বস্তুর ভর পরিবর্তিত হয়  
● বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বলই ভর  
● বস্তুর মোট পদার্থের পরিমাণই ভর  
● ভরের একক নিউটন

#### বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৯৫. কোনো বস্তুর ভর নির্ভর করে—  
i. এর সংযুক্তির ওপর    ii. অণু ও পরমাণুর ওপর  
iii. এর আয়তনের ওপর
- নিচের কোনটি সঠিক?  
● i ও ii    ● i ও iii    ● ii ও iii    ● i, ii ও iii
৯৬. ৫ kg ভরের একটি বস্তুকে অভিকর্ষের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়তে দেওয়া হলে বস্তুর ওপর ক্রিয়াশীল বলের মান হবে—  
i. ৪৯ কেজি মিটার সেকেন্ড<sup>২</sup>    ii. ৪৯ নিউটন  
iii. ৪.৯ মি./সে<sup>২</sup>.
- নিচের কোনটি সঠিক?  
● i    ● ii    ● i ও iii    ● i, ii ও iii

#### অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

- নিচের অনুচ্ছেদটি পড় এবং ৯৭ ও ৯৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :
- নীল আর্মস্ট্রংয়ের ভর ৭০kg। তিনি ১৯৬৯ সালে প্রথম মানব হিসেবে চাঁদে অবতরণ করার গৌরব অর্জন করেন। পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = ৯.৮ \text{ ms}^{-২}$ ।
৯৭. পৃথিবীতে উক্ত নভোযাত্রীর ওজন কত?  
● ৫৮৮N    ● ৬৮৬N    ● ৪৯০N    ● ৬৯০N
৯৮. উক্ত নভোযাত্রীর—  
i. চাঁদে ওজন ১১৪.৩৩ N  
ii. চাঁদে ভর ৭০kg  
iii. ওজন চাঁদে অপেক্ষাকৃত কম
- নিচের কোনটি সঠিক?  
● i ও ii    ● i ও iii    ● ii ও iii    ● i, ii ও iii

### পাঠ ৫ : ভর ও ওজনের সম্পর্ক

#### সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

৯৯. ভর কী দ্বারা পরিমাপ করা যায়?  
● স্ক্রুগজ    ● স্প্রিং নিক্তি    ● নিক্তি    ● আর্নিয়ার স্কেল
১০০. বস্তুর ওজন কিসের ওপর নির্ভর করে?  
● ভরবেগ    ● মহাকর্ষীয় ধ্রুবক    ● বল    ● অভিকর্ষজ ত্বরণ
১০১. ক্রান্তীয় অঞ্চলে ১kg ভরের বস্তুর ওজন কত?  
● ৯.৭৯N    ● ৯.৮১N    ● ৯.৮৩N    ● ৯.৯৭N
১০২. চাঁদে মাধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণের মান কত?  
● পৃথিবীর সমান    ● পৃথিবীর  $\frac{1}{6}$  ভাগ  
● পৃথিবীর তিন চতুর্থাংশ    ● পৃথিবীর  $\frac{1}{10}$  ভাগ
১০৩. ১ কেজি ভরের কোনো বস্তুর ওজন বিষুব অঞ্চলে কত হবে?  
● ৯.৭৮ নিউটন    ● ৯.৮০ নিউটন  
● ৯.৮৩ নিউটন    ● ৯.৯৭ নিউটন

১০৪. ভূপৃষ্ঠে একটি বস্তুর ওজন ৪৮০ নিউটন। বস্তুটি চাঁদে নিয়ে গেলে এর ওজন কত হবে?  
 (প্রয়োগ)  
 ১০৫. ভূপৃষ্ঠে ১ কেজি ভরের কোনো বস্তুর ওজন ৯.৮ নিউটন হলে চাঁদে ঐ বস্তুর ওজন কত হবে?  
 (প্রয়োগ)  
 ১০৬. কোনো বস্তুর ওজন ৯.৮১ নিউটন হলে তার ভর কত?  
 (প্রয়োগ)

**বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

১০৭. বস্তুর ভর— (অনুধাবন)  
 i. অভিকর্ষজ ত্বরণের ওপর নির্ভরশীল  
 ii. স্থান নিরপেক্ষ  
 iii. একক কিলোগ্রাম  
 নিচের কোনটি সঠিক?  
 ১০৮. অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' প্রকাশ করে— (প্রয়োগ)  
 i. যত ওপরে ওঠা যায় 'g'-এর মান তত বাড়ে  
 ii. পৃথিবীর কেন্দ্রে 'g'-এর মান শূন্য  
 iii. মেরু অঞ্চলে 'g'-এর মান সবচেয়ে বেশি  
 নিচের কোনটি সঠিক?

**অভিনু তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

নিচের অনুচ্ছেদ পড় এবং ১০৯ ও ১১০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :  
 একটি বস্তুর ভর ৫ কেজি। চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের ১/৬ ভাগ।

১০৯. পৃথিবীতে ওই বস্তুর ওজন কত? (প্রয়োগ)  
 ১১০. চাঁদে বস্তুর ওজন কত? (প্রয়োগ)

**পাঠ ৬ : পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ ও বস্তুর ওজন**

**সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

১১১. কোনো বস্তুর ওজনের মান নির্ভর করে কোনটির ওপর? (জ্ঞান)  
 ১১২. এই মহাবিশ্বে যেকোনো দুটি বস্তুকণার মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের মান কোনটির ওপর নির্ভর করে? (জ্ঞান)  
 ১১৩. বিয়ুবীয় অঞ্চলে g-এর মান কত? (জ্ঞান)  
 ১১৪. পৃথিবীর কেন্দ্রে থেকে কোন অঞ্চলের ব্যাসার্ধ সবচেয়ে কম? (জ্ঞান)  
 ১১৫. ভূপৃষ্ঠ থেকে উপরে উঠলে বস্তুর ওজনের কী পরিবর্তন ঘটে? (অনুধাবন)  
 ১১৬. মেরু অঞ্চলে কোনো বস্তুর ওজন বেশি হয় কেন? (অনুধাবন)  
 ১১৭. পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে g-এর মানের পরিবর্তন হয় কেন? (অনুধাবন)

১১৮. কোনো বস্তুকে পাহাড়ের চূড়ায় বা খনির ভেতরে নিয়ে গেলে এর (প্রয়োগ)  
 ১১৯. পৃথিবীর কেন্দ্রে থেকে কোনো বস্তুর দূরত্ব বাড়ার সাথে সাথে ঐ বস্তুর ওজনের কিরূপ পরিবর্তন ঘটে? (উচ্চতর দরভা)  
 ১২০. কোনো স্থানের ব্যাসার্ধ কমলে 'g' এর মানের কী পরিবর্তন হয়? (প্রয়োগ)  
 ১২১. কোনো বস্তুর রাস্তামাটিতে ওজন ঢাকার তুলনায় কম কেন? (উচ্চতর দরভা)  
 ১২২. নির্দিষ্ট ভরের দুটি বস্তুর দূরত্ব দ্বিগুণ করলে বল কত হবে? (রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা)

**বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

১২৩. বস্তুর ওজনের বিভিন্নতা হতে পারে— (অনুধাবন)  
 ১২৪. বস্তুর ওজন কম হয়— (অনুধাবন)

**অভিনু তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

- নিচের উদ্দীপকটি পড় এবং ১২৫ ও ১২৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :  
 মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ বিষুব অঞ্চলের ব্যাসার্ধ থেকে প্রায় ২১.৭ কিলোমিটার কম। মেরু অঞ্চলে কোনো বস্তুর ওজন সর্বাধিক হয়।  
 ১২৫. উক্ত অঞ্চলে কোনো বস্তুর ওজন সর্বাধিক হয় কেন? (উচ্চতর দরভা)  
 ১২৬. বিষুবীয় অঞ্চল থেকে উক্ত অঞ্চলের দিকে যত যাওয়া যায় ব্যাসার্ধ তত (প্রয়োগ)

**পাঠ ৭ ও ৮ : লিফটে ও মহাশূন্যে ওজনের তারতম্য : ওজনহীনতা**

**সাধারণ বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর**

১২৭. আমরা কখন ওজনের তারতম্য অনুভব করতে পারি? (জ্ঞান)  
 ১২৮. আমরা ওজন অনুভব করি না কেন? (জ্ঞান)  
 ১২৯. ওজনহীনতা কাকে বলে? (জ্ঞান)  
 ১৩০. পৃথিবী বা চাঁদকে প্রদক্ষিণ করতে কী ব্যবহৃত হয়? (জ্ঞান)

১৩১. লিফটের কোন অবস্থায় কোনো ব্যক্তি নিজেকে ওজনহীন অনুভব করেন? (অনুধাবন)

- Ⓐ লিফট যখন সমবেগে ওপরের দিকে ওঠে  
 Ⓑ লিফট যখন সমবেগে নিচে নামে  
 ● লিফট যখন  $g$  ত্বরণে নিচে নামে  
 Ⓒ লিফট যখন  $g$  ত্বরণে উপরে ওঠে

১৩২. লিফট যখন সমবেগে উপরের দিকে উঠে, তখন লিফটের আরোহীর ওজন কী হয়? [ভিকারবননিসা নূন স্কুল, ঢাকা]

- Ⓐ বৃদ্ধি পায়  
 ● অপরিসংখ্যত থাকে  
 Ⓑ হ্রাস পায়  
 Ⓒ শূন্য হয়

### বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৩৩. স্থির অবস্থান থেকে এবং একই উচ্চতা থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত সফল বস্তু— (অনুধাবন)

- i. সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে  
 ii. নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা ওই সময়ের সমানুপাতিক  
 iii. নির্দিষ্ট সময়ে যে বেগ প্রাপ্ত হয় তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক  
 নিচের কোনটি সঠিক?

- i  
 Ⓐ ii  
 Ⓑ i ও ii  
 Ⓒ i ও iii

১৩৪. লিফটে কোনো ব্যক্তি ওজনহীনতা অনুভব করতে পারেন— (প্রয়োগ)

- i. লিফট যখন সমবেগে উপরের দিকে ওঠে ii. লিফট যখন সমবেগে নিচে নামে

iii. লিফট যখন  $g$  ত্বরণে নিচে নামে  
 নিচের কোনটি সঠিক?

- Ⓐ i  
 Ⓑ ii  
 ● iii  
 Ⓒ i ও ii

### অভিন্ন তথ্যভিত্তিক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

নিচের ছবিটি দেখ এবং ১৩৫ ও ১৩৬ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :



১৩৫. চিত্রের যাত্রীদের নিচে নামার সময় কেমন অনুভূতি মনে হবে? (প্রয়োগ)

- Ⓐ অনেকটা ভারী  
 ● অনেকটা হালকা  
 Ⓑ ভেসে আছে এমন  
 Ⓒ ছটকে পড়বে এমন

১৩৬. নিচে নামার সময় চিত্রের যাত্রীদের ওপর কী ধরনের প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে? (উচ্চতর দরত)

- Ⓐ  $mg$   
 Ⓑ  $m(g+a)$   
 ●  $m(g-a)$   
 Ⓒ  $2m(g+a)$



## এ অধ্যায়ের পাঠ সমন্বিত বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর



### বহুপদী সমাপ্তিসূচক বহুনির্বাচনি প্রশ্নোত্তর

১৩৭. মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তুকণার আকর্ষণ বলের মান নির্ভর করে— (অনুধাবন)

- i. বস্তুদ্বয়ের ভরের ওপর  
 ii. বস্তুদ্বয়ের স্থানের ওপর  
 iii. বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের ওপর  
 নিচের কোনটি সঠিক?

- Ⓐ i  
 Ⓑ i ও ii  
 ● i ও iii  
 Ⓒ i, ii ও iii

১৩৮. নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রানুযায়ী— (প্রয়োগ)

- i. মহাকর্ষ বল একটি বিশ্বজনীন বল  
 ii. এর ওপর অভিকর্ষজ ত্বরণ প্রভাবে বিস্তার করে  
 iii. মহাকর্ষ বল লিফটের ভেতর ক্রিয়াশীল নয়

নিচের কোনটি সঠিক?

- Ⓐ i  
 Ⓑ ii  
 ● i ও ii  
 Ⓒ ii ও iii

১৩৯. সিপ্রিং নিক্তির সাহায্যে নির্ণয় করা যায়— (অনুধাবন)

- i. অভিকর্ষ বল ii. ত্বরণ iii. ওজন

নিচের কোনটি সঠিক?

- Ⓐ i  
 Ⓑ ii  
 ● iii  
 Ⓒ ii ও iii

১৪০. 'g'-এর মানের পরিবর্তনের কারণ— (উচ্চতর দরত)

- i. পৃথিবীর ব্যাসার্ধের অসমতা  
 ii. নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র  
 iii. পৃথিবীর আন্বিক গতি

নিচের কোনটি সঠিক?

- Ⓐ i ও ii  
 ● i ও iii  
 Ⓑ ii ও iii  
 Ⓒ i, ii ও iii



## অনুশীলনীর সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর



প্রশ্ন - ১ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

নুহা তাদের বাসায় পাঁচতলার ছাদে উঠে ৫০ গ্রাম ভরের একটি পাথর এবং এক টুকরা কাগজ একই সাথে নিচে ফেলে দিল। মাটিতে দাঁড়ানো নুহার হোট ভাই লব করল, পাথরটি কাগজের আগেই মাটিতে পৌঁছায়।

- ক. অভিকর্ষ কী?  
 খ. অভিকর্ষজ ত্বরণ বলতে কী বুঝায়?  
 গ. পাথরটির ওজন নির্ণয় কর।  
 ঘ. পাথরটি আগেই মাটিতে পড়ার কারণ বিশ্লেষণ কর।

### ১নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. অভিকর্ষ হলো পৃথিবী এবং অন্য যেকোনো বস্তু মধ্যকার আকর্ষণ বল।

খ. অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তু বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে।

অভিকর্ষজ ত্বরণকে  $g$  দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর একক মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>। অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে বস্তু দূরত্বের ওপর নির্ভর করে। এজন্য  $g$ -এর মান বিভিন্ন অঞ্চলে বিভিন্ন রকম হয়।

গ. এখানে, পাথরটির ভর  $m = ৫০$  গ্রাম

$$= \frac{৫০}{১০০০} \text{ কিলোগ্রাম} = ০.০৫ \text{ কিলোগ্রাম}$$

$$g = ৯.৮ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$$

আমরা জানি, ওজন  $W = mg$

$$\therefore \text{পাথরটির ওজন, } W = ০.০৫ \text{ কিলোগ্রাম} \times ৯.৮ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$$

$$= ০.৪৯ \text{ নিউটন}$$

সুতরাং পাথরটির ওজন ০.৪৯ নিউটন।

ঘ. পাথরটির আগেই মাটিতে পড়ার কারণ পাথরের উপর বাতাসের কম বাধা।

কোনো বস্তুকে উপর থেকে ছেড়ে দিলে তা অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূমিতে পৌঁছায়।

নুহা বাসার ছাদ থেকে একটি পাথর এবং এক টুকরা কাগজ একই সাথে নিচে ফেলে দিল। যেহেতু বস্তু দুটির ওপর ক্রিয়াশীল অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তু দুটির ভরের ওপর নির্ভর করে না, তাই পাথর ও কাগজের ওপর ক্রিয়াশীল অভিকর্ষজ ত্বরণ একই। সুতরাং তাদের একই সময় মাটিতে পৌঁছানো উচিত ছিল। কিন্তু বাতাসের বাধার কারণে বস্তু দুটির পড়তে কিছুটা বেশি সময় প্রয়োজন হয়। যেহেতু পাথরের চেয়ে কাগজের টুকরার ভর কম তাই তার ওপর বাতাসের বাধা বেশি ক্রিয়াশীল।

এ কারণেই পাথরটি আগে মাটিতে পড়ে।

**প্রশ্ন -২▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :**

একটি বস্তুর ভর ১২০ কেজি। একটি রকেটে করে একে চাঁদে নিয়ে যাওয়া হলো। এতে দেখা গেল বস্তুটির ভরের কোনো পরিবর্তন না ঘটলেও ওজনের পরিবর্তন ঘটল।



- ক. ভর কাকে বলে?  
খ. ভর ও ওজনের মধ্যে পার্থক্য কী?  
গ. চাঁদে বস্তুটির ওজন কত হবে নির্ণয় কর।  
ঘ. চাঁদে বস্তুটির ওজনের কেন পরিবর্তন ঘটল ব্যাখ্যা কর।

**▶◀ ২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀**

- ক. কোনো বস্তুতে অবস্থিত মোট পদার্থের পরিমাণকে ভর বলে।  
খ. ভর ও ওজনের মধ্যে পার্থক্য নিম্নরূপ :

| ভর   | ওজন   |
|--|---|
| ১. কোনো বস্তুতে মোট পদার্থের পরিমাণই হলো ভর। একে m দিয়ে প্রকাশ করা হয়। | ১. কোনো বস্তুকে যে বল দিয়ে পৃথিবী নিজের কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে, তাই বস্তুটির ওজন। বস্তুটির ভরকে অভিকর্ষজ ত্বরণ g-এর মান দিয়ে গুণ করলে ওজন পাওয়া যায়। অর্থাৎ $W = m \times g$ |
| ২. কোনো বস্তুটির ভরের পরিবর্তন হয় না সব জায়গায় একই থাকে।              | ২. বস্তুটির ওজন পরিবর্তনশীল; বিভিন্ন জায়গায় বিভিন্ন হয়।  |
| ৩. এসআই পদ্ধতিতে ভরের একক কিলোগ্রাম।                                     | ৩. এসআই পদ্ধতিতে ওজনের একক নিউটন।   |

- গ. এখানে, বস্তুটির ভর = ১২০ kg  
অভিকর্ষজ ত্বরণ = ৯.৮ m/s<sup>২</sup>  
বস্তুটির ভূপৃষ্ঠে ওজন = ১২০ kg × ৯.৮ m/s<sup>২</sup>



**গুরুত্বপূর্ণ সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর**

**প্রশ্ন -৩▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :**

একজন ব্যক্তির ওজন এবং ওজন অনুভব করা এক কথা নয়। পৃথিবীতে কোনো ব্যক্তির উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল থাকবেই কিন্তু তিনি সেই ওজন অনুভব করবেন কেবলমাত্র তখনই যখন তার ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী কোনো প্রতিক্রিয়া বল তার উপর প্রযুক্ত হবে।



- ক. ভর কাকে বলে? ১  
খ. অভিকর্ষজ ত্বরণ বলতে কী বুঝ? ২  
গ. ঐ ব্যক্তির উপর পৃথিবীর কোন আকর্ষণ বল কাজ করছে এবং ব্যক্তিটির ভর যদি ৪০ কেজি হয় তার ওজন কত হবে? এখানে  $g=৯.৮$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>। ৩  
ঘ. নিউটনের তৃতীয় সূত্রের আলোকে উদ্দীপকে উল্লিখিত ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বলের ব্যাখ্যা কর। ৪

**▶◀ ৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀**

- ক. কোনো বস্তুতে অবস্থিত মোট পদার্থের পরিমাণকে ভর বলে।  
খ. সৃজনশীল ১ (খ) নং উত্তর দেখ।  
গ. এখানে,  
ব্যক্তিটির ভর = ৪০ কেজি  
অভিকর্ষজ ত্বরণ = ৯.৮ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>  
আমরা জানি, ওজন  $W = mg$   
∴ বস্তুটির ভূপৃষ্ঠে ওজন = ৪০ × ৯.৮ কেজি মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>  
= ৩৯২ নিউটন  
নির্ণেয় ব্যক্তির ওজন ৩৯২ নিউটন।

$$= ১১৭৬ \text{ kgm/s}^২$$

কোনো বস্তুটির ওজন পৃথিবীতে যা হবে চাঁদে তার ৬ ভাগের এক ভাগ হবে।

$$\therefore \text{বস্তুটির চাঁদে ওজন} = \frac{১}{৬} \times ১১৭৬ \text{ kgm/s}^২ = ১৯৬ \text{ kgm/s}^২$$

$$= ১৯৬ \text{ নিউটন}$$

সুতরাং চাঁদে বস্তুটির ওজন হবে ১৯৬ নিউটন।

ঘ. চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের পরিবর্তন ঘটে বলে সেখানে বস্তুটির ওজনেরও পরিবর্তন ঘটল।

উদ্দীপকে দেয়া আছে,

পৃথিবীতে একটি বস্তুটির ভর = ১২০ কেজি

আমরা জানি,

$$\text{বস্তুটির ওজন} = \text{বস্তুটির ভর} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ}$$

$$= ১২০ \text{ কেজি} \times ৯.৮ \text{ মি/সে}^২$$

$$= ১১৭৬ \text{ নিউটন}$$

চাঁদের আকর্ষণ বল পৃথিবীর আকর্ষণ বলের চেয়ে অনেক কম; প্রায় ছয় ভাগের এক ভাগ। ফলে চাঁদের মাধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণের মানও পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের প্রায় ছয় ভাগের এক ভাগ। তাই চাঁদে বস্তুটির ওজন পৃথিবীতে বস্তুটির ওজনের সমান নয়। বরং ছয় ভাগের এক ভাগ।

$$\text{তাই চাঁদে বস্তুটির ওজন} = \text{পৃথিবীতে ওজন} \times \frac{১}{৬}$$

$$= ১১৭৬ \times \frac{১}{৬} \text{ নিউটন}$$

$$= ১৯৬ \text{ নিউটন}$$

অতএব, অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তনের ফলেই চাঁদে বস্তুটির ওজনের পরিবর্তন ঘটল।



ঘ. নিউটনের তৃতীয় সূত্র হতে আমরা জানি, প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে। এর আলোকে উদ্দীপকে উল্লিখিত ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বলের ব্যাখ্যা দেয়া যায়।

একজন ব্যক্তি যখন কোনো স্থির লিফটে দাঁড়ায় তখন সে লিফটের মেঝের উপর তার ওজনের সমান বল প্রয়োগ করে। লিফটও তার উপর ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। তখন ঐ ব্যক্তি তার ওজনের অস্তিত্ব টের পায়। কিন্তু লিফট যদি উপরের দিকে উঠতে থাকে তখন স্থির অবস্থান থেকে উপরের দিকে যাত্রা করায় লিফটটির উপরের দিকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয় ফলে লিফটের সাপেবে ত্বরণ হয় g এর চেয়ে বেশি। এ বর্ধিত ত্বরণের জন্য সে লিফটের উপর তার ওজনের চেয়ে বেশি বল প্রয়োগ করে। তখন লিফটও তার উপর বিপরীতমুখী যে প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে তা তার ওজনের চেয়ে বেশি হয় এবং নিজেকে ভারী অনুভব করে। কিন্তু এরপর লিফট যখন সমবেগে উপরের দিকে উঠতে থাকে তখন তার কোনো ত্বরণ থাকে না। ফলে ঐ ব্যক্তি ওজনের চেয়ে অতিরিক্ত বল অনুভব করে না, শুধুমাত্র ওজন অনুভব করে। অন্যদিকে লিফট যখন নিচে নামতে শুরু করে তখন স্থির অবস্থান থেকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয় এবং লিফটের সাপেবে আমাদের ত্বরণ g এর চেয়ে কম হয়। এ কম ত্বরণ নিয়ে ঐ ব্যক্তি লিফটের উপর তার ওজনের চেয়ে কম বল প্রয়োগ করেন। ফলে সে হালকাবোধ করে অর্থাৎ তার ওজন কম মনে হয়। লিফট যদি মুক্তভাবে নিচে পড়ে অর্থাৎ লিফটেরও যদি g ত্বরণ হয়, তবে লিফটের সাপেবে ঐ ব্যক্তির ত্বরণ হবে (g-g) অর্থাৎ শূন্য। তখন ঐ ব্যক্তি কোনো ওজনই অনুভব করেন না।

অতএব, উপরিউক্ত ঘটনার সাহায্যে নিউটনের তৃতীয় সূত্রের আলোকে উদ্দীপকে উল্লিখিত ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী বলের ব্যাখ্যা দেয়া যায়।

**প্রশ্ন-৪ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :**

একদিন স্যার আইজাক নিউটন আপেল বাগানে বসে কিছু চিন্তা করেছিলেন। এমন সময় গাছ থেকে একটি আপেল মাটিতে পড়ল। সাথে সাথে তাঁর মনে প্রশ্ন দেখা দিল আপেলটি মাটিতে পড়ল কেন? কেন উপরের দিকে গেল না? এই সব চিন্তা করতে করতে তিনি একটি সূত্র আবিষ্কার করলেন যা মাধ্যাকর্ষণ সূত্র নামে পরিচিত।

- ক. মাধ্যাকর্ষণ কী? ১  
খ. মহাকর্ষ ও অভিকর্ষের মধ্যে পার্থক্য দেখাও। ২  
গ. যদি অভিকর্ষ না থাকত তাহলে কি আমরা ঠিক থাকতে পারতাম? ব্যাখ্যা কর। ৩  
ঘ. নিউটনের মাধ্যাকর্ষণ শক্তির আবিষ্কারের বর্ণনা দাও। ৪

**৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶**

- ক. মাধ্যাকর্ষণ হলো কোনো বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ।  
খ. মহাকর্ষ ও অভিকর্ষের মধ্যে দুটি পার্থক্য নিম্নরূপ :

| মহাকর্ষ  | অভিকর্ষ   |
|--|---|
| ১. মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তু মধ্যকার আকর্ষণ বল হলো মহাকর্ষ। | ১. পৃথিবী ও তার নিকটবর্তী কোনো বস্তু মধ্যকার আকর্ষণ বল হলো অভিকর্ষ। |
| ২. এটি যেকোনো দুটি বস্তু মধ্য হতে পারে।                        | ২. দুটি বস্তু একটি অবশ্যই পৃথিবী হতে হবে।                           |

- গ. যদি অভিকর্ষ না থাকত তাহলে আমরা ঠিক থাকতে পারতাম না, বরং মহাশূন্যে ভেসে যেতাম।  
অভিকর্ষ হলো কোনো বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল। মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণাই একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। এ মহাবিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তু মধ্য যে আকর্ষণ তা হলো মহাকর্ষ। দুটি বস্তু একটি পৃথিবী হলে এবং পৃথিবী যদি অপর বস্তুটিকে আকর্ষণ করে তবে তাকে মাধ্যাকর্ষণ বা অভিকর্ষ বলে। এ আকর্ষণ বলের প্রভাবেই গাছের ফল মাটিতে পড়ে। যেকোনো কিছুকে উপরের দিকে ঝুঁড়ে দিলে মাটিতে পড়ে। মানুষেরা এবং জীবজগতের প্রতিটি সদস্য এই বলের প্রভাবেই ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থান করে। অভিকর্ষ বলের প্রভাবেই বায়ুমণ্ডল পৃথিবীর সাথে সংশ্লিষ্ট হয়ে থাকে।

এই বল না থাকলে পৃথিবী কোনো কিছুই ধরে রাখতে পারত না। বায়ুমণ্ডল মহাশূন্যে মিলিয়ে যেত। গাছের ফল মাটিতে পড়ত না। মানুষ ও জীবজগত মহাকাশে কোথাও হারিয়ে যেত।

অতএব উপরিউক্ত আলোচনা অনুযায়ী বলা যায়, যদি অভিকর্ষ না থাকত তাহলে আমরা ঠিক ও স্বাভাবিক থাকতে পারতাম না।

- ঘ. নিউটনের মাধ্যাকর্ষণ শক্তির আবিষ্কারের বর্ণনা নিচে দেওয়া হলো :  
কথিত আছে, নিউটন একদিন বাগানে বসে চিন্তা করছিলেন। এমন সময় তিনি গাছ থেকে একটি আপেল মাটিতে পড়তে দেখেন। তাঁর মনে প্রশ্ন জাগে, আপেলটি মাটিতে পড়ল কেন? নিশ্চয়ই কেউ একে মাটির দিকে টানছে। চিন্তা-ভাবনা শেষে তিনি এ সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, পৃথিবী সকল বস্তুকে তার নিজের দিকে টানে। পরে তিনি আরও সিদ্ধান্তে উপনীত হন যে, শুধু পৃথিবী নয়, এ মহাবিশ্বের সকল বস্তুকণাই একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। এ বিশ্বের যেকোনো দুটি বস্তু মধ্য যে আকর্ষণ তাকে মহাকর্ষ বলে।  
এভাবে নিউটন আবিষ্কার করলেন যে, কোনো বস্তুর উপর পৃথিবীর যে আকর্ষণ বল তাই মাধ্যাকর্ষণ শক্তি।

**প্রশ্ন-৫ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :**

আকবর সাহেবের অফিস নবম তলায়। অফিসের উঠানামার বেত্রে সে লিফট ব্যবহার করে। একদিন সে লিফটটি স্থির থাকা, উপরে ওঠা বা

নিচে নামার সময় ওজনের তিনুতা অনুভব করে। উল্লিখিত আকবরের ভর ৮০ কিলোগ্রাম।

- ক. ওজনহীনতা কী? ১  
খ. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলতে কী বুঝ? ২  
গ. লিফট স্থির অবস্থায় আকবরের ওজন কত? ৩  
ঘ. আকবরের ওজন অনুভূতির বিভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ কর। ৪

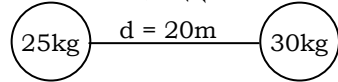
**৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶**

- ক. ওজনহীনতা হলো ওজন অনুভব না করা।  
খ. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে। একে G দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এ ধ্রুবক বোঝায় এক কিলোগ্রাম ভরের দুটি বস্তু এক মিটার দূরত্বে স্থাপন করলে এরা পরস্পরকে যে বলে আকর্ষণ করে তা G এর সমান।

- গ. এখানে,  
আকবরের ভর  $m = ৮০$  কিলোগ্রাম  
যেহেতু লিফট স্থির অবস্থায় আছে, কাজেই অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = ৯.৮$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>  
ধরি, আকবরের ওজন = w  
আমরা জানি,  
ওজন  $w = mg$   
 $= ৮০$  কিলোগ্রাম  $\times ৯.৮$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>  
 $= ৭৮৪$  নিউটন।  
সুতরাং লিফট স্থির অবস্থায় আকবরের নির্ণেয় ওজন ৭৮৪ নিউটন।

- ঘ. আকবরের ওজন অনুভূতির বিভিন্নতার কারণ হলো লিফটের বিভিন্ন অবস্থানে সৃষ্ট ত্বরণের বিভিন্নতা।  
আকবর যখন স্থির লিফটে দাঁড়ায় তখন সে লিফটের মেঝের ওপর তার ওজনের সমান বল প্রয়োগ করে, লিফটও তার ওপর ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। ফলে আকবর তার ওজনের অস্তিত্ব টের পায়। কিন্তু লিফট যদি ওপরের দিকে উঠতে থাকে তখন স্থির অবস্থান থেকে ওপরের দিকে যাত্রা করায় লিফটটির ওপরের দিকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয়। ফলে লিফটের সাপেবে তার ত্বরণ হয় g এর চেয়ে বেশি। এ বর্ধিত ত্বরণের জন্য সে লিফটের ওপর তার ওজনের চেয়ে বেশি বল প্রয়োগ করে। তখন লিফটও তার ওপর বিপরীতমুখী যে প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে তা তার ওজনের চেয়ে বেশি হয় এবং সে নিজেকে ভারী অনুভব করে। কিন্তু এরপর লিফট যখন সমবেগে ওপরের দিকে উঠতে থাকে তখন তার কোনো ত্বরণ থাকে না, ফলে আকবর তার ওজনের চেয়ে অতিরিক্ত বল অনুভব করে না। অপরপক্ষে লিফট যখন নিচে নামতে শুরু করে তখন স্থির অবস্থান থেকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয় এবং লিফটের সাপেবে তার ত্বরণ g এর চেয়ে কম হয়। এ কম ত্বরণ নিয়ে সে লিফটের ওপর ওজনের চেয়ে কম বল প্রয়োগ করে। ফলে সে হালকা বোধ করে অর্থাৎ তার ওজন কম মনে হয়।  
অতএব, উপরিউক্ত আলোচনা বিশ্লেষণ করে আকবরের ওজন অনুভূতির বিভিন্নতার কারণ বোঝা যায়।

**প্রশ্ন-৬ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :**



- ক. ওজন কী? ১  
খ. পৃথিবীর সব স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান নয় কেন? ২  
গ. বিসুব্দ অঞ্চলে X বস্তুটির ওজন কত? ৩  
ঘ. বস্তু দুটির মধ্যকার দূরত্ব দ্বিগুণ হলে এর বলের কিরূপ পরিবর্তন হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

◀▶ ৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাই ঐ বস্তুর ওজন।

খ. অভিকর্ষজ ত্বরণ স্থান নিরপেক্ষ নয় বলে পৃথিবীর সব স্থানে এর মান সমান নয়।

অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর সমীকরণ,

$g = \frac{GM}{R^2}$  থেকে দেখা যায়, g এর মান নির্ভর করে পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ভূ-পৃষ্ঠের কোনো স্থানের দূরত্ব বা R এর ওপর। যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরু অঞ্চলে একটুখানি চাপা, তাই পৃথিবীর ব্যাসার্ধ Rও ধ্রুবক নয়। এ কারণেই ভূ-পৃষ্ঠের সর্বত্র g এর মান সমান নয়।

গ. এখানে, X বস্তুটির ভর  $m = 25 \text{ kg}$   
বিষুব অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = 9.78 \text{ মিটার/সেকেন্ড}^2$   
ধরি, X বস্তুটির ওজন = W  
আমরা জানি, ওজন  $W = mg$   
 $= 25 \text{ kg} \times 9.78 \text{ মিটার/সেকেন্ড}^2$   
 $= 244.5 \text{ নিউটন।}$

সুতরাং, বিষুব অঞ্চলে X বস্তুটির নির্ণেয় ওজন 244.5 নিউটন।

ঘ. বস্তুদুটির মধ্যকার দূরত্ব দ্বিগুণ হলে এর বল পরিবর্তিত হয়ে এক চতুর্থাংশ হয়ে যাবে।

দেয়া আছে, X বস্তুর ভর  $m_1 = 25 \text{ kg}$   
Y বস্তুর ভর  $m_2 = 30 \text{ kg}$   
বস্তু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d_1 = 20 \text{ m}$   
ধরি, বস্তু দুটির মধ্যবর্তী আকর্ষণ বল = F

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র অনুসারে,  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$

এখানে, G হলো বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক।

এ সূত্রানুসারে, X ও Y বস্তু দুটির মধ্যবর্তী আকর্ষণ বল

$$F_1 = G \frac{25 \times 30 \text{ kg}^2}{20^2 \text{ m}^2}$$

$$\therefore F_1 = \frac{15G}{8} \text{ kg}^2 \text{ m}^{-2} \dots \dots \dots (i)$$

বস্তু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে,

$$d_2 = 2 \times d_1 \text{ m} = 2 \times 20 \text{ m} = 40 \text{ m}$$

এখানে X ও Y বস্তু দুটির মধ্যবর্তী আকর্ষণ বল

$$F_2 = G \frac{25 \times 30 \text{ kg}^2}{40^2 \text{ m}^2} = G \frac{750}{1600} \text{ kg}^2 \text{ m}^{-2}$$

$$\therefore F_2 = \frac{15G}{32} \text{ kg}^2 \text{ m}^{-2} \dots \dots \dots (ii)$$

(i) ও (ii) নং সমীকরণ তুলনা করে পাই,

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{15G}{32} \div \frac{15G}{8} = \frac{15G}{32} \times \frac{8}{15G}$$

$$\text{বা, } \frac{F_2}{F_1} = \frac{1}{4}$$

$$\text{বা, } F_2 = \frac{1}{4} F_1$$

দেখা যাচ্ছে যে, বস্তু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ হলে এদের আকর্ষণ বল আগের আকর্ষণ বলের  $\frac{1}{4}$  গুণ বা এক-চতুর্থাংশ হয়ে যাবে।

প্রশ্ন - ৭ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

একটি বস্তুর ওজন ১০০ কেজি। একটি রকেটে করে একে চাঁদে নিয়ে যাওয়া হলো। এতে দেখা গেল বস্তুটির ভরের কোনো পরিবর্তন না ঘটলেও ওজনের পরিবর্তন ঘটল।

- ক. ওজনের এস আই একক কী? ১  
খ. ভর ও ওজন বলতে কী বুঝায়? ২  
গ. চাঁদে বস্তুটির ওজন কত হবে তা নির্ণয় কর। ৩

ঘ. চাঁদে বস্তুটির ওজনের কেন পরিবর্তন ঘটল? বিশ্লেষণ কর। ৪

▶▶ ৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. ওজনের এস আই একক নিউটন।

খ. ভর হলো কোনো বস্তুতে মোট পদার্থের পরিমাণ। আন্তর্জাতিক পদ্ধতিতে এর একক কিলোগ্রাম। অন্যদিকে কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাকে বস্তুর ওজন বলে। ওজনের একক নিউটন।

গ. উদ্দীপক অনুসারে, বস্তুর ওজন = ১০০ কেজি

$$\text{আমরা জানি, চাঁদে বস্তুর ওজন} = \frac{1}{6} \times \text{পৃথিবীর বস্তুর ওজন}$$

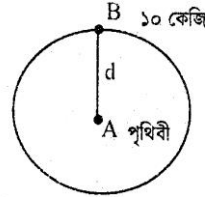
$$= \frac{1}{6} \times ১০০ \text{ কেজি}$$

$$= ১৬.৬৭ \text{ কেজি}$$

নির্ণেয় বস্তুটির চাঁদে ওজন হবে ১৬.৬৭ কেজি।

ঘ. সৃজনশীল ২(ঘ) এর অনুরূ প।

প্রশ্ন - ৮ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ক. ওজন কাকে বলে? ১  
খ. অভিকর্ষজ ত্বরণ 'g' এর মান ৯.৮ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> বলতে কী বুঝায়? ২  
গ. চাঁদে 'B' বস্তুটির ওজন কত হবে নির্ণয় কর। ৩  
ঘ. পৃথিবী পৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানে বস্তুটির ওজনের তারতম্য হবে কিনা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶▶ ৮নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাকে বস্তুর ওজন বলে।

খ. অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ৯.৮ মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup> বলতে বোঝায় ভূ-পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে ৯.৮ মিটার/সেকেন্ড বৃদ্ধি পায়।

গ. দেওয়া আছে,

B বস্তুটির ভর  $m = ১০ \text{ কেজি}$

আমরা জানি,

ওজন  $W = \text{ভর (m)} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ (g)}$

চাঁদের অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের  $\frac{1}{6}$  গুণ।

পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = ৯.৮ \text{ মিটার/সেকেন্ড}^2$

সুতরাং, চাঁদে বস্তুটির ওজন  $W = ১০ \text{ কেজি} \times ৯.৮ \text{ মি/সে}^2 \times$

$$\frac{1}{6} = ১৬.৩৩ \text{ নিউটন।}$$

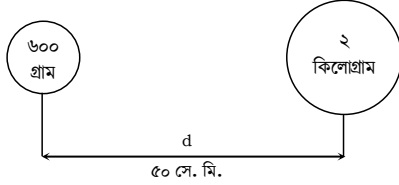
সুতরাং চাঁদে 'B' বস্তুটির ওজন হবে ১৬.৩৩ নিউটন।

ঘ. পৃথিবীপৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানে বস্তুটির ওজনের তারতম্য হবে।

উদ্দীপক অনুসারে কোনো বস্তুর ওজন পৃথিবীর কেন্দ্র (A) থেকে তার দূরত্বের (d) ওপর নির্ভর করে। যদি দূরত্ব বাড়ানো হয় তাহলে তার ওপর পৃথিবীর আকর্ষণ কমে যায়, ফলে বস্তুর ওজন হ্রাস পায়। ভূ-পৃষ্ঠে ১০ কেজি ভরের B বস্তুর ওজন ৯৮ নিউটন হলেও পৃথিবী থেকে দূরত্ব (d) বাড়ার সাথে সাথে বস্তুটির ওজন কমে থাকে।

পৃথিবীপৃষ্ঠে বস্তুটির ওজনের তারতম্য ঘটে। এর কারণ হচ্ছে পৃথিবী সুস্থম গোলক নয় এবং ভূ-পৃষ্ঠের সর্বত্র অভিকর্ষজ ত্বরণের মানও এক নয়। উদ্দীপকের ১০ কেজি ভরের বস্তুটির ওজন সবচেয়ে বেশি হবে পৃথিবীর দুই মেরবতে অর্থাৎ উত্তর মেরব ও দক্ষিণ মেরবতে। সেখানে এর ওজন হবে ৯৮.৩ নিউটন। বিষুবীয় অঞ্চলে এর ওজন সবচেয়ে কম হবে ৯৭.৮ নিউটন। ক্রান্তীয় অঞ্চলে ওজন হবে ৯৭.৯ নিউটন।  
অতএব, উপরিউক্তি আলোচনা বিশেষরূপ করে এটা নিশ্চিত হওয়া যায় যে, পৃথিবী পৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানে বস্তুটির ওজনের তারতম্য হবে।

**প্রশ্ন-৯ ▶** নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ?**
- ভর কাকে বলে? ১
  - ভূপৃষ্ঠে 'g' এর মান পরিবর্তনশীল- ব্যাখ্যা কর। ২
  - উদ্দীপকের B বস্তুটির ওজন নির্ণয় কর। ৩
  - উদ্দীপকের 'A' বস্তুটিকে চাঁদে নিয়ে যাওয়া হলে ওজনের কিরূপ পরিবর্তন হবে? গাণিতিক বিশেষরূপ দাও। ৪

▶◀ ৯নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

- কোনো বস্তুতে পদার্থের পরিমাণকে ভর বলে।
- 'g' হলো অভিকর্ষজ ত্বরণ। এর সমীকরণ-  $g = \frac{GM}{d^2}$  থেকে দেখা যায় 'g' এর মান পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে বস্তুর দূরত্ব d এর ওপর নির্ভর করে। সুতরাং g এর মান স্থান নিরপেক্ষ নয়। পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন রকম। এ কারণেই ভূ-পৃষ্ঠে g এর মান পরিবর্তনশীল।
- উদ্দীপকের 'B' বস্তুটির ভর  $m = ২$  কিলোগ্রাম  
আমরা জানি,  
অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = ৯.৮$  মি/সে<sup>২</sup>  
ওজন  $W = mg$   
∴ বস্তুটির ওজন =  $২$  কিলোগ্রাম  $\times ৯.৮$  মি/সে<sup>২</sup>  
=  $১৯.৬$  নিউটন।  
সুতরাং নির্ণয়ে B বস্তুটির ওজন  $১৯.৬$  নিউটন
- উদ্দীপকের 'A' বস্তুটিকে চাঁদে নিয়ে যাওয়া হলে ওজন কমে পৃথিবীতে বস্তুটির ওজনের  $\frac{১}{৬}$  গুণ হয়ে যাবে।  
পৃথিবীতে A বস্তুটির ভর,  $m = ৬০০$  গ্রাম  
=  $\frac{৬০০}{১০০০}$  কিলোগ্রাম  
[যেহেতু ১ কিলোগ্রাম = ১০০০ গ্রাম]  
পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ  $g = ৯.৮$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>  
∴ পৃথিবীতে A বস্তুটির ওজন  $W = mg$   
=  $.৬ \times ৯.৮$  নিউটন  
=  $৫.৮৮$  নিউটন  
আবার,  
ভর ধ্রুব রাশি বলে স্থান পরিবর্তনের ফলে তার কোনো পরিবর্তন হয় না।  
কাজেই, চাঁদে বস্তুর ভর  $m = .৬$  কিলোগ্রাম।

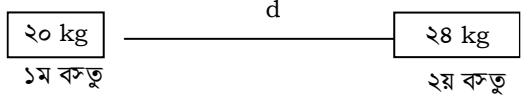
চাঁদের মাধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ  $g_m =$  পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ  $\times \frac{১}{৬}$   
=  $৯.৮ \times \frac{১}{৬}$  মিটার/সে<sup>২</sup>  
=  $১.৬৩$  মিটার/সে<sup>২</sup>  
∴ চাঁদে A বস্তুটির ওজন =  $mg_m = .৬ \times ১.৬৩$  নিউটন  
=  $.৯৭৮$  নিউটন  
দেখা যাচ্ছে যে, চাঁদে বস্তুটির ওজন কমে যাবে  
=  $(৫.৮৮ - .৯৭৮)$  নিউটন =  $৪.৯০২$  নিউটন  
সুতরাং গাণিতিক বিশেষরূপ থেকে দেখা যাচ্ছে যে, 'A' বস্তুটিকে চাঁদে নিয়ে যাওয়া হলে তার ওজন  $৪.৯০২$  নিউটন হ্রাস পাবে।

- প্রশ্ন-১০ ▶** বিকাল বেলা হালকা ব্যায়াম করার জন্য রাফিদ তাদের বিল্ডিং-এর ছাদে উঠে। সে ছাদে ২৫০ গ্রাম ভরের একটি পরিত্যক্ত টিনের অংশ দেখতে পেয়ে সেটিকে মাটিতে ফেলে দেয়। এরপর ব্যায়াম করার ফাঁকে সে ছাদ থেকে একটি ইট মাটিতে ফেলে দেয়। ইটের উপর পৃথিবীর প্রযুক্ত বলের পরিমাণ ২৪.৫ নিউটন।
- মহাকর্ষ কাকে বলে? ১
  - লিফটে উপরে উঠার সময় ভারী অনুভব হয় কেন? ২
  - ইটটির ভর নির্ণয় কর। ৩
  - রাফিদের ফেলা বস্তু দু'টি একই সাথে মাটিতে পড়বে কি না? বিশেষরূপ কর। ৪

▶◀ ১০নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

- মহাবিশ্বের প্রত্যেকটি বস্তুকণা একে অপরকে নিজের দিকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ করে তাকে মহাকর্ষ বলে।
- লিফট উপরে উঠার সময় উপরের দিকে একটি বাড়তি ত্বরণ সৃষ্টি হয়। ফলে লিফটের সাপেবে ত্বরণ হয় অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর চেয়ে বেশি। এ বর্ধিত ত্বরণের জন্য আমরা লিফটের উপর বেশি বল প্রয়োগ করি। লিফটও আমাদের উপর বিপরীতমুখী যে প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে তা আমাদের ওজনের চেয়ে বেশি হয়। এ কারণেই লিফটে উঠার সময় ভারী অনুভব হয়।
- ইটটির উপর পৃথিবীর প্রযুক্ত বলের পরিমাণ ২৪.৫ নিউটন।  
সুতরাং ইটটির ওজন  $W = ২৪.৫$  নিউটন।  
ইটটির উপর প্রযুক্ত অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g = ৯.৮$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>  
ধরি, ইটটির ভর = m  
আমরা জানি, ওজন  $w = mg$   
বা,  $m = \frac{w}{g}$   
=  $\frac{২৪.৫}{৯.৮}$  নিউটন  
=  $২.৫$  কেজি।  
সুতরাং ইটটির নির্ণয়ে ভর  $২.৫$  কেজি।
- রাফিদের ফেলা বস্তু দুটি একই সাথে মাটিতে পড়বে না। ইটটি আগে পড়বে।  
কোনো বস্তুকে উপর থেকে ছেড়ে দিলে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূমিতে পৌঁছায়। একই উচ্চতা থেকে একই সময়ে ইট ও টিনের টুকরা ছেড়ে দিলে এগুলো একই সময়ে ভূ-পৃষ্ঠে পৌঁছাবে। যেহেতু বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না, তাই ইট ও টিনের উপর ক্রিয়াশীল অভিকর্ষজ ত্বরণ একই। সুতরাং তাদের একই সময়ে মাটিতে পৌঁছানো উচিত। কিন্তু বাস্তবে ইট টিনের আগেই মাটিতে পৌঁছায়। বাতাসের বাধার বিভিন্নতার কারণে এরূপ হয়। বাতাসের বাধা না থাকলে এগুলো অবশ্যই একই সময়ে মাটিতে পৌঁছাত।

**প্রশ্ন-১১ ▶** নিচের চিত্র দেখ এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ?**
- অভিকর্ষজ ত্বরণ কী? ১
  - কোনো বস্তুটির ভর 10 kg বলতে কী বুঝায়? ২
  - ২য় বস্তুটিকে চাঁদে নিয়ে গেলে পৃথিবীর ওজনের সঙ্গে চাঁদের ওজনের কিরূপ পার্থক্য ঘটবে ব্যাখ্যা কর। ৩
  - 'd' এর মান হ্রাস-বৃদ্ধি করলে বস্তুটির মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের কিরূপ পরিবর্তন হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

▶▶ ১১নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- অভিকর্ষজ ত্বরণ হলো অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুটির বেগ বৃদ্ধির হার।
- কোনো বস্তুটির ভর 10kg বলতে বোঝায় ঐ বস্তু 10kg পরিমাণ পদার্থ দিয়ে তৈরি। স্থান পরিবর্তনে এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না। ভূপৃষ্ঠে বা ভূপৃষ্ঠের উপরে বস্তুটির অবস্থানের পরিবর্তনে সাথে এ 10kg মানের কোনো পরিবর্তন হবে না।
- দেওয়া আছে,  
২য় বস্তুটির ভর,  $m = 28\text{kg}$   
পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = 9.8\text{ms}^{-2}$   
ধরি, পৃথিবীতে ওজন =  $W$   
আমরা জানি,  $W = mg = 28\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2}$   
 $= 274.4\text{ নিউটন}$

চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণ পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের  $\frac{1}{6}$  গুণ।  
সুতরাং চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $= \frac{1}{6} \times 9.8\text{ms}^{-2} = 1.63\text{ms}^{-2}$

∴ এখন বস্তুটিকে চাঁদে নিয়ে গেলে সেখানে বস্তুটির ওজন হলে  
 $= 28\text{kg} \times 1.63\text{ms}^{-2} = 45.64\text{ নিউটন}$

∴ বস্তুটির ওজন চাঁদে কমে যাবে। পৃথিবীর তুলনায় চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণ কম হওয়াতে চাঁদে বস্তুটির ওজন কম হয়।

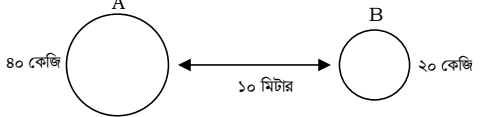
- চিত্রে 20 kg এবং 28 kg ভরের দুটি বস্তু পরস্পর থেকে d দূরত্বে অবস্থিত। এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল F হলে, মহাকর্ষ সূত্রানুসারে,

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2} \dots\dots\dots (i)$$

(i) নং সমীকরণে G ধ্রুবক। তাই আকর্ষণ বল F এর মান বস্তুটির দূরত্ব d-এর মানের ওপর নির্ভর করে। বস্তুদ্বয়ের মধ্যে 'd' এর মান বেশি হলে আকর্ষণ বল কম হয়। আবার 'd' এর মান কম হলে আকর্ষণ বল বেশি হয়।

দেখা যায় নির্দিষ্ট ভরের দুটি বস্তুটির দূরত্ব দ্বিগুণ করলে এদের মধ্যবর্তী বল এক-চতুর্থাংশ হয়, দূরত্ব তিনগুণ করলে বল নয় ভাগের এক ভাগ হয়।

প্রশ্ন - ১২ ▶ নিচের চিত্রটি লব কর এবং প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



- ?**
- মেরব অঞ্চলে g এর মান কত? ১
  - বিভিন্ন স্থানে বস্তুটির ওজন পরিবর্তন হয় কেন? ২
  - A ও B বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার আকর্ষণ বল  $50.988 \times 10^{-10}$  নিউটন হলে মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মান নির্ণয় কর। ৩
  - যদি A ও B বস্তুদ্বয়ের ভরকে দ্বিগুণ এবং মধ্যবর্তী

দূরত্বকে অর্ধেক করা হয়, তবে এদের মধ্যকার আকর্ষণ বলের কীরূপ পরিবর্তন হবে? বিশ্লেষণ কর। ৪

▶▶ ১২নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- মেরব অঞ্চলে g এর মান  $9.8\text{ms}^{-2}$ ।
- পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে বিভিন্ন স্থানের দূরত্ব পরিবর্তন হয় বলে বস্তুটির ওজনও পরিবর্তন হয়।  
পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R, M পৃথিবীর ভর এবং G মহাকর্ষীয় ধ্রুবক হলে ভূপৃষ্ঠে,  $g = \frac{GM}{R^2}$ , যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, তাই পৃথিবীর বিভিন্ন প্রান্তে R এর মান বিভিন্ন হয়। সুতরাং ভূপৃষ্ঠের সর্বত্র g-এর মান সমান নয়। তাই বিভিন্ন স্থানে বস্তুটির ওজন পরিবর্তন হয়।

- এখানে, A বস্তুটির ভর,  $m_1 = 80$  কেজি; B বস্তুটির ভর,  $m_2 = 20$  কেজি;  
বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব,  $d = 10$  মিটার; A ও B বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার আকর্ষণ বল,  $F = 50.988 \times 10^{-10}$  নিউটন;  
ধরি, মহাকর্ষীয় ধ্রুবক = G

আমরা জানি,  $F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$   
সুতরাং,  $G = \frac{Fd^2}{m_1 m_2}$   
 $= \frac{50.988 \times 10^{-10} \text{ নিউটন} \times 10 \text{ মিটার} \times 10 \text{ মিটার}}{80 \text{ কেজি} \times 20 \text{ কেজি}}$   
 $= 6.3735 \times 10^{-11} \text{ নিউটন মিটার}^2 \text{ কেজি}^{-2}$

অতএব মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মান হলো  $6.3735 \times 10^{-11}$  নিউটন মিটার<sup>২</sup> কেজি<sup>-২</sup>।

- দেয়া আছে,  
A বস্তুটির ভর  $m_1 = 80$  কেজি  
B বস্তুটির ভর  $m_2 = 20$  কেজি  
বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব  $d = 10$  মিটার  
যদি A ও B বস্তুদ্বয়ের ভরকে দ্বিগুণ এবং মধ্যবর্তী দূরত্বকে অর্ধেক করা হয় তবে,  
 $m_1 = 80$  কেজি,  $m_2 = 80$  কেজি,  $d = 5$  মিটার এবং  
 $G = 6.3735 \times 10^{-11}$  নিউটন মিটার<sup>২</sup> কেজি<sup>-২</sup>

মহাকর্ষ সূত্রানুসারে,  $F = G \frac{m_1 \times m_2}{d^2}$   
∴  $F = 6.3735 \times 10^{-11} \text{ নিউটন মিটার}^2 \text{ কেজি}^{-2} \times 80 \text{ কেজি} \times 80 \text{ কেজি}$   
 $\frac{5 \text{ মিটার} \times 5 \text{ মিটার}}{= 8.088 \times 10^{-8} \text{ নিউটন}}$   
আকর্ষণ বলের পরিবর্তন হয়  $= 8.088 \times 10^{-8} \text{ নিউটন} - 50.988 \times 10^{-10} \text{ নিউটন} = 8 \times 10^{-8} \text{ নিউটন}$   
অতএব, দেখা যাচ্ছে যে, বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার আকর্ষণ বল বাড়বে।

প্রশ্ন - ১৩ ▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

- শাস্তনু লিফট দিয়ে নামার সময়ে নিজেকে হালকা অনুভব করে। সে বিদ্যালয়ে গিয়ে বিজ্ঞানের শিবকের কাছে ঘটনাটি সম্পর্কে জানতে চাইল।
- ভর কাকে বলে? ১
  - কোনো বস্তুকে উপর থেকে ছেড়ে দিলে তা মাটিতে পড়ে কেন? ২
  - শাস্তনুর হালকা অনুভব করার কারণ ব্যাখ্যা কর। ৩
  - মহাশূন্যচারী মহাশূন্যযানে চাঁদকে প্রদর্শনের সময় যা অনুভব করে, উদ্দীপকে ঘটনার সাথে তার সামঞ্জস্য



আছে কি? তোমার মতের সপক্ষে যুক্তি দাও।

৪

▶▶ ১৩নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. কোনো বস্তু মধ্য অবস্থিত মোট পদার্থের পরিমাণকে ভর বলে।
- খ. কোনো বস্তুকে উপর থেকে ছেড়ে দিলে তা মাটিতে ফিরে আসে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে।  
কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে সেটাই অভিকর্ষ বল। একে ঐ বস্তুর ওজন বলে। এই বলের কারণেই কোনো বস্তু উপর থেকে নিচে মাটির দিকে ফিরে আসে।
- গ. শান্তনুর নিজেকে হালকা অনুভব করার কারণ লিফটের ত্বরণ হ্রাস পাওয়া। লিফট যখন নিচে নামতে শুরব করে তখন স্থির অবস্থান থেকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয় এবং লিফটের সাপেবে আমাদের ত্বরণ  $g$  এর চেয়ে কম হয়। এ কম ত্বরণ নিয়ে আমরা লিফটের উপর আমাদের ওজনের চেয়ে কম বল প্রয়োগ করি। ফলে, আমরা হালকা বোধ করি অর্থাৎ আমাদের ওজন কম মনে হয়। শান্তনুর বেঞ্চেও উক্ত ঘটনাটিই ঘটেছে। সে লিফটে চড়ে নিচে নামার সময় তার অভিকর্ষজ ত্বরণ কমে যায়। ফলে তার ওজনও কমে যায় এবং এ কারণেই শান্তনু নিজেকে হালকা অনুভব করে।
- ঘ. মহাশূন্যচারী মহাকাশযানে চাঁদকে প্রদর্শন করার সময় যা অনুভব করে উদ্দীপকের ঘটনার সাথে তার কোনো সামঞ্জস্য নেই। লিফট যখন নামতে শুরব করে তখন স্থির অবস্থান থেকে একটি ত্বরণের সৃষ্টি হয় এবং লিফটের সাপেবে আমাদের ত্বরণ  $g$  এর চেয়ে কম হয়। এ কম ত্বরণ নিয়ে আমরা আমাদের ওজনের চেয়ে কম বল প্রয়োগ করি। ফলে আমরা হালকা বোধ করি। অপরদিকে মহাশূন্যচারী মহাশূন্য যানে চাঁদকে প্রদর্শন করার সময় পৃথিবীকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় রেখে বৃত্তাকার কবপথে প্রদর্শন করে থাকেন। এ বৃত্তাকার গতির জন্য মহাশূন্যযানের দেয়ালের সাপেবে মহাশূন্যচারীর ত্বরণ শূন্য হয় এবং তিনি ওজনহীন অনুভব করেন। লিফট যদি মুক্তভাবে পড়তো তাহলে লিফটের সাপেবে আরোহীর ত্বরণ হতো শূন্য। ফলে মহাশূন্যচারীর মতো লিফটে অবস্থিত শান্তনুও ওজনহীন বোধ করত এবং তার সাথে মহাশূন্যচারীর মহাকাশযানে চাঁদকে প্রদর্শনের ঘটনার সামঞ্জস্য থাকত।  
কিন্তু উদ্দীপকে যেহেতু তেমন কিছু ঘটেনি কাজেই এর সাথে মহাশূন্যযানে মহাশূন্যচারীর অনুভূতির কোনো সামঞ্জস্য নেই।

▶▶ ১৪ ▶▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

৩০ কিলোগ্রাম ভরের একটি বস্তুকে পৃথিবী থেকে চাঁদে নিয়ে যাওয়া হলো।

- ক. ওজন কাকে বলে? ১
- খ. নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রটি ব্যাখ্যা কর। ২
- গ. পৃথিবীতে বস্তুটির ওজন কত হবে? নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. চাঁদে বস্তুটির ওজনের কি কোনো পরিবর্তন ঘটবে? ৩



অতিরিক্ত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

▶▶ ১৫ ▶▶ নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :

প্রিয়াদের বিজ্ঞান শিবক ১০kg ও ২০kg ভরের দুটি বস্তুর মধ্যে আকর্ষণ বল বের করে শ্রেণিতে দেখান এবং এখানে নতুন একটি ধ্রুবক (G) সম্পর্কে তাদের জানান।  $G = ৬.৬৭৩ \times ১০^{-১১} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-২}$

- ক. মহাকর্ষ ধ্রুবক কাকে বলে? ১
- খ. ভূপৃষ্ঠের কোনো স্থানে  $g$ -এর মান  $৯.৮ \text{ ms}^{-২}$  বলতে কী বুঝ? ২
- গ. ঐ দুটি বস্তু যদি  $২\text{m}$  দূরে থাকে তবে তাদের মধ্যে বলের মান নির্ণয় কর। ৩

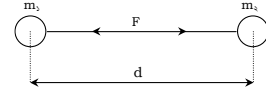


গাণিতিক বিশ্লেষণ দ্বারা যুক্তি দাও।

৪

▶▶ ১৪নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাকে বস্তুর ওজন বলে।
- খ. নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রটি নিম্নরূপ :  
মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে এবং এ আকর্ষণ বলের মান বস্তুকণাদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং এদের দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল বস্তুকণাদ্বয়ের সংযোজক সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে।



চিত্র ১ মহাকর্ষ বল

ধরা যাক,  $m_1$  এবং  $m_2$  ভরের দুটি বস্তু পরস্পর থেকে  $d$  দূরত্বে অবস্থিত। এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল  $F$  হলে সূত্রানুসারে,

$$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$$

এখানে,  $G$  মহাকর্ষীয় ধ্রুবক।

- গ. দেওয়া আছে,  
ভর,  $m = ৩০$  কেজি  
এবং পৃথিবীতে অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = ৯.৮ \text{ মি./সে}^২$   
∴ ধরি, পৃথিবীতে বস্তুটির ওজন  $W$   
আমরা জানি  $W = mg$   
 $= ৩০ \text{ কেজি} \times ৯.৮ \text{ মি./সে}^২$   
 $= ২৯৪ \text{ নিউটন}$   
 $= ২৯৪ \text{ নিউটন}$

∴ পৃথিবীতে ওজন ২৯৪ নিউটন।

- ঘ. চাঁদে বস্তুটির ওজনের পরিবর্তন ঘটবে।  
দেয়া আছে, পৃথিবীতে বস্তুটির ভর,  $m = ৩০ \text{ kg}$   
এবং চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g_m = \frac{১}{৬} \times ৯.৮ \text{ ms}^{-২}$   
 $= ১.৬৩ \text{ ms}^{-২}$   
∴ চাঁদে বস্তুর ওজন,  $W_m = mg_m$   
 $= ৩০ \text{ kg} \times ১.৬৩ \text{ ms}^{-২}$   
 $= ৪৯ \text{ kgms}^{-২} = ৪৯ \text{ নিউটন}$

বস্তুটির পৃথিবীতে ও চাঁদে ওজন যথাক্রমে ২৯৪ নিউটন ও ৪৯ নিউটন

অতএব দেখা যাচ্ছে যে, চাঁদে বস্তুটির ওজনের পরিবর্তন ঘটছে। পৃথিবীর তুলনায় চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণ কম হওয়াতে চাঁদে বস্তুর ওজন কম হয়।



- ঘ. প্রিয়াদের জানা ধ্রুবকটি বিশ্বজনীন-এর যথার্থতা বিশ্লেষণ কর। ৪

▶▶ ১৫নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. এক কিলোগ্রাম ভরের দুটি বস্তু এক মিটার দূরত্বে স্থাপন করলে এরা পরস্পরকে যে বলে আকর্ষণ করে তাকে মহাকর্ষ ধ্রুবক বলে।
- খ. ভূপৃষ্ঠের কোনো স্থানে  $g$ -এর মান  $৯.৮ \text{ ms}^{-২}$  কথাটির অর্থ হলো :  
১. ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে  $৯.৮ \text{ ms}^{-২}$  বৃদ্ধি পায়।  
২.  $১ \text{ kg}$  ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল  $৯.৮ \text{ N}$ ।

গ. এখানে,

১ম বস্তুর ভর,  $m_1 = 10\text{kg}$

২য় বস্তুর ভর,  $m_2 = 20\text{kg}$

দূরত্ব,  $d = 2\text{m}$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক,

$G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$  বল,  $F = ?$

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র থেকে আমরা জানি,

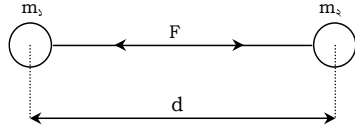
$$F = \frac{Gm_1m_2}{d^2}$$

$$\text{বা, } F = \frac{6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2} \times 10\text{kg} \times 20\text{kg}}{(2\text{m})^2}$$

$$= 3.335 \times 10^{-9} \text{ N}$$

নির্ণেয় বস্তু দুটির মধ্যে বলের পরিমাণ  $3.335 \times 10^{-9} \text{ N}$ ।

ঘ. প্রিয়ানু জানা ধ্রুবকটি সর্বদা ধ্রুব থাকে বলে একে বিশ্বজনীন বল বলা হয়। ধরা যাক,  $m_1$  এবং  $m_2$  ভরের দুটি বস্তু পরস্পর থেকে  $d$  দূরত্বে অবস্থিত। এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল  $F$  হলে, মহাকর্ষ সূত্রানুসারে,

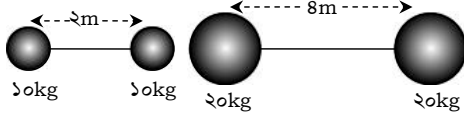


$$F = G \frac{m_1m_2}{d^2}$$

চিত্র : মহাকর্ষ বল

এখানে  $G$  একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে। নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রে এর পরিচয় পাওয়া যায়। এ সূত্রটি পার্থিব ক্ষুদ্র দূরত্ব ছাড়াও মহাকাশের যেকোনো দূরত্বে নবতরুর বেত্রে প্রযোজ্য। যদিও এর সরাসরি কোনো প্রমাণ নেই তবুও এর ওপর নির্ভর করে জ্যোতিষকমণ্ডলির যে সকল গণনা করা হয়েছে তা অদ্রান্ত বলে প্রমাণিত হয়েছে। এ ধ্রুবকের সাহায্যে সূর্যের চতুর্দিকে গ্রহগুলোর গতিবিধি ভালোভাবে ব্যাখ্যা করা সম্ভব হয়েছে। তাছাড়া এ ধ্রুবক বস্তুর প্রকৃতি, তাপমাত্রা এবং রাসায়নিক উপাদান প্রভৃতির ওপর নির্ভরশীল নয়। এ কারণে  $G$  কে বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে গণ্য করা হয়।

**প্রশ্ন - ১৬ ▶** নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :



চিত্র-ক

চিত্র-খ

[রাজউক উত্তরা মডেল কলেজ, ঢাকা]

- ক. ওজনের একক কী? ১
- খ. অভিকর্ষজ ত্বরণ বলতে কী বোঝ? ২
- গ. ক-চিত্রের বস্তুদ্বয় ও খ-চিত্রের বস্তুদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল মহাকর্ষ বলের মধ্যে তুলনা কর। ৩
- ঘ. ৫০ কেজি ভরের দুটি বস্তু কত দূরে স্থাপন করলে ক-চিত্রের বস্তুদ্বয়ের সমান বলে আকর্ষণ করবে নির্ণয় কর। ৪

### ▶▶ ১৬নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

- ক. ওজনের একক নিউটন।
- খ. সৃজনশীল ১(খ) নং উত্তর দেখ।
- গ. ধরা যাক, ক-চিত্রে বস্তু কণাদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল মহাকর্ষ বল  $F_1$  এবং খ-চিত্রে বস্তু কণাদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল মহাকর্ষ বল  $F_2$ ।

$$\text{সুতরাং } F_1 = G \frac{10 \times 10}{2^2} = G \frac{100}{4} = 25 \times G \text{ একক}$$

$$\text{এবং } F_2 = G \frac{20 \times 20}{8^2} = G \frac{400}{64} = 6.25 \times G \text{ একক}$$

সুতরাং ক-চিত্রের বস্তুদ্বয় ও খ-চিত্রের বস্তুদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল মহাকর্ষ বলের মধ্যে তুলনা করে দেখা যাচ্ছে যে,  $F_1 = F_2$ , অর্থাৎ উভয় চিত্রে বস্তুদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল সমান।

ঘ. ধরা যাক, ৫০ কেজি ভরের দুটি বস্তু পরস্পর থেকে  $d$  দূরত্বে স্থাপন করলে এদের মধ্যে আকর্ষণ বল ক-চিত্রে বস্তু কণাদ্বয়ের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বলের সমান হবে। সুতরাং ৫০ কেজি ভরের বস্তুদ্বয়ের মধ্যে আকর্ষণ বল,

$$F_1 = G \frac{50 \times 50}{d^2}$$

শর্তানুসারে,

$$G \frac{50 \times 50}{d^2} = G \frac{10 \times 10}{2^2}$$

$$\text{বা, } \frac{2500}{d^2} = \frac{100}{4}$$

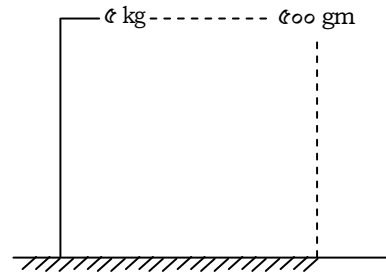
$$\text{বা, } 100 d^2 = 10000$$

$$\text{বা, } d^2 = 100$$

$$\therefore d = 10$$

সুতরাং, বস্তুদ্বয়কে ১০ মিটার দূরত্বে স্থাপন করতে হবে।

**প্রশ্ন - ১৭ ▶** একই উচ্চতা থেকে দুটি ভিন্ন ভরের বস্তুকে ছেড়ে দেওয়া হলো।



- ক. ওজন কী? ১
- খ. পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য হয় কেন? ২
- গ. বস্তু দুটির ওজন নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. বস্তুদুটি কি একই সময়ে মাটিতে পতিত হবে? ৪
- উত্তরের সপক্ষে যুক্তি দাও।

### ▶▶ ১৭নং প্রশ্নের উত্তর ▶▶

ক. কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাকে বস্তুর ওজন বলে।

খ. পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণ শূন্য, তাই পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর ওজন শূন্য হয়।

বস্তুর ওজন হলো বস্তুর ওপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল। বস্তুর ওজন অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$ -এর ওপর নির্ভর করে। যেসব কারণে অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন ঘটে সেসব কারণে বস্তুর ওজনও পরিবর্তিত হয়।

গ. এখানে, একটি বস্তুর ভর = ৫ kg

$$\text{অপর বস্তুর ভর} = 500 \text{ gm} = 0.5 \text{ kg}$$

আমরা জানি,

$$\text{কোনো বস্তুর ওজন} = \text{বস্তুর ভর} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ}$$

$$\text{অভিকর্ষজ ত্বরণ } g\text{-এর আদর্শ মান} = 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$\text{প্রথম বস্তুর ওজন} = \text{ভর} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ}$$

$$= 5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2}$$

$$= 49 \text{ kgms}^{-2} = 49 \text{ নিউটন}$$

দ্বিতীয় বস্তুর ওজন = ভর  $\times$  অভিকর্ষজ ত্বরণ

$$= 0.5 \text{ kg} \times 9.8 \text{ ms}^{-2} = 4.9 \text{ kgms}^{-2} = 4.9 \text{ নিউটন}$$

$\therefore$  বস্তু দুটির ওজন যথাক্রমে ৪৯ নিউটন এবং ৪.৯ নিউটন।

ঘ. বস্তু দুটি একই সময়ে মাটিতে পতিত হবে না।



|   |   |  |   |
|---|---|--|---|
| ক. পৃথিবীর কেন্দ্রে বসতুর ওজন কত?       | ১ | ঘ. নিক্তিটিকে মেরব অঞ্চলে নিয়ে গেলে বসতুরটির ওজনের কোনো | ৪ |
| খ. চাঁদে বসতুর ওজন কম হয় কেন?          | ২ | পরিবর্তন হবে কি? বিশ্লেষণ কর।                            |   |
| গ. ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ নির্ণয় কর। | ৩ |  |   |



## অধ্যায় সমন্বিত সৃজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর



**প্রশ্ন - ২২ ▶** নিচের উদ্দীপকটি পড়ে প্রশ্নগুলোর উত্তর দাও :  
তৃষা আম পাড়ার জন্য মগডালে উঠলো। ডালটিতে ১২টি আম ছিল। আমগুলো পাড়ার জন্য ডালে ঝাকুনি দিয়েই ডাল ভেঙে আমসহ সে মাটিতে পড়ে গেল।

[অধ্যায় : ৪র্থ ও ৭ম]

- ক. সম্পূর্ণ ফুল কাকে বলে? ১  
খ. আম কোন ধরনের ফল? ব্যাখ্যা কর। ২  
গ. প্রতিটি আমের ভর ২২০গ্রাম হলে সবগুলো আমের মোট ওজন কত? ৩  
ঘ. তৃষা ও আমগুলো কি একই সময়ে মাটিতে পড়বে? ৪  
তোমার যুক্তি বিশ্লেষণ কর।

### ▶◀ ২২নং প্রশ্নের উত্তর ▶◀

- ক. যে ফুলে পাঁচটি স্তবকের সবগুলোই থাকে তাকে সম্পূর্ণ ফুল বলে।  
খ. আম সরল রসালো ধরনের ফল।  
ফুলের একটি মাত্র গর্ভাশয় থেকে যে ফলের উৎপত্তি তাকে সরল ফল বলে। আমও ফুলের একটি গর্ভাশয় থেকে জন্ম নেয়। আমের ফলত্বক পুরব এবং রসালো। এটি পাকলে ফলত্বক ফেটে যায় না। কাজেই এটি রসালো ধরনের আম।  
গ. দেওয়া আছে, প্রতিটি আমের ভর,  $m = ২২০$  গ্রাম  
এবং আমের সংখ্যা = ১২টি  
∴ সবগুলো আমের মোট ভর,  $m = (১২ \times ২২০)$  গ্রাম  
 $= ২৬৪০$  গ্রাম =  $\frac{২৬৪০}{১০০০}$  কেজি  
[∴ ১০০০ গ্রাম = ১ কেজি]  
 $= ২.৬৪০$  কেজি

আমরা জানি, বসতুর ওজন  $w = mg$

এখানে  $g$  হলো অভিকর্ষজ ত্বরণ =  $৯.৮$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>  
সুতরাং সবগুলো আমের ওজন =  $২.৬৪০ \times ৯.৮$  নিউটন  
 $= ২৫.৮৭২$  নিউটন

অতএব, সবগুলো আমের ওজন  $২৫.৮৭২$  নিউটন।

- ঘ. তৃষা ও আমগুলো একই সময়ে মাটিতে পড়বে না। তৃষা আগে পড়বে।  
উপর থেকে কোনো বস্তুকে ছেড়ে দিলে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে বস্তুটি নিচের দিকে পড়তে থাকে। তৃষা ও আমগুলোর বেত্রে যেহেতু ক্রিয়াশীল অভিকর্ষজ ত্বরণ তাদের ভরের ওপর নির্ভর করে না, তাই তৃষা ও আমগুলোর ওপর ক্রিয়াশীল অভিকর্ষজ ত্বরণ একই। সুতরাং তাদের একই সময়ে মাটিতে পৌঁছানো উচিত।  
কিন্তু বাস্তবে তৃষা আমগুলোর আগেই মাটিতে পড়ে। কারণ, প্রতিটি বসতুর উপর বাতাসের বাধা কাজ করে। যে বসতুর ভর বেশি সে বস্তু সহজেই বাতাসের বাধা অতিক্রম করতে পারে। অন্যদিকে কম ভরের বসতুর বাতাসের বাধা অতিক্রম করতে সময় বেশি লাগে।  
তৃষার ভর বেশি হওয়ায় বাতাসের ঘর্ষণ ঠেলে আসতে আমগুলোর চেয়ে কম সময় লাগে। তাই তৃষা আমগুলোর চেয়ে আগে নিচে পড়ে।



## অনুশীলনীর প্রশ্ন ও উত্তর



□ সংক্ষিপ্ত উত্তর প্রশ্ন -----//

**প্রশ্ন ১ ১** দুটি বসতুর মধ্যবর্তী দূরত্ব তিনগুণ বাড়ালে এদের আকর্ষণ বলের কী পরিবর্তন হবে এবং কেন পরিবর্তন হবে?

**উত্তর :** দুটি বসতুর মধ্যবর্তী দূরত্ব তিনগুণ বাড়ালে এদের আকর্ষণ বল কমে যাবে।

এ মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণাই একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। এ আকর্ষণ বলের মান শূন্য বস্তুদ্বয়ের ভর এবং এদের মধ্যকার দূরত্বের ওপর নির্ভর করে। নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র অনুযায়ী এ আকর্ষণ বল বস্তুদ্বয়ের ভরের গুণফলের সমানুপাতিক এবং এদের দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। দুটি বসতুর ভর যদি  $m_১$  ও  $m_২$  হয় এবং এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব যদি  $d$  হয় তবে বস্তু দুটির আকর্ষণ বলের মান,  $F =$

$$G \frac{m_১ m_২}{d^২}$$

সুতরাং বস্তু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব যদি তিনগুণ বাড়ানো হয় তাহলে,

$$F = G \frac{m_১ m_২}{(৩d)^২} = \frac{১}{৯} G \frac{m_১ m_২}{d^২}$$

তাই দুটি বসতুর মধ্যবর্তী দূরত্ব তিনগুণ বাড়ালে এদের আকর্ষণ বল  $\frac{১}{৯}$  ভাগের এক ভাগ হয়ে কমে যাবে।

**প্রশ্ন ১ ২** অভিকর্ষজ ত্বরণ বলতে কী বোঝায়?

**উত্তর :** সৃজনশীল ১ (খ) নং উত্তর লেখ।

**প্রশ্ন ১ ৩** ভর ও ওজনের মধ্যে তিনটি পার্থক্য লেখ।

**উত্তর :** সৃজনশীল ২ (খ) নং উত্তর দেখ।

**প্রশ্ন ১ ৪** দাঁড়িপাল্লায় মাপলে কোনো বসতুর ভর পৃথিবী ও চাঁদে সমান হবে কেন? ব্যাখ্যা কর।

**উত্তর :** ভর হলো কোনো বস্তুতে মোট পদার্থের পরিমাণ। বসতুর এই ধর্ম এর অবস্থান, আকৃতি ও গতি পরিবর্তনের জন্য পরিবর্তিত হয় না। পৃথিবী বা এর বাইরে যেকোনো স্থানে নিয়ে গেলেও এর ভরের কোনো পরিবর্তন হবে না। তাই দাঁড়িপাল্লায় মাপলে কোনো বসতুর ভর পৃথিবী ও চাঁদে সমান হবে। কোনোরূপ পরিবর্তন হবে না।

**প্রশ্ন ১ ৫** পৃথিবীর মেরু অঞ্চল ও বিষুব অঞ্চলে একই বসতুর ওজনে পার্থক্য দেখা যায় কেন?

**উত্তর :** পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ভূপৃষ্ঠের দূরত্ব অর্থাৎ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R$  হলে ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ,  $g = \frac{GM}{R^২}$

যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরু অঞ্চলে একটুখানি চাপা, তাই পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R$  ধ্রুবক নয়। সুতরাং ভূপৃষ্ঠে  $g$ -এর মান সমান নয়। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R$ -এর মান সবচেয়ে কম বলে সেখানে  $g$ -এর মান সবচেয়ে বেশি  $৯.৮৩$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>। মেরু থেকে বিষুব অঞ্চলের দিকে  $R$ -এর মান বাড়তে থাকায়  $g$ -এর মান কমেতে থাকে। বিষুব অঞ্চলে  $R$ -এর মান সবচেয়ে বেশি বলে সেখানে  $g$ -এর মান সবচেয়ে কম, প্রায়  $৯.৭৮$  মিটার/সেকেন্ড<sup>২</sup>।

সুতরাং ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান নয় বলে মেরু ও বিষুবীয় অঞ্চলে বসতুর ওজনের তারতম্য হয়।



## অনুশীলনের জন্য দক্ষতাস্তরের প্রশ্ন ও উত্তর



### □ জ্ঞানমূলক ----- //

প্রশ্ন ১১ ১ ৥ পৃথিবীর দুটি বসতুর মধ্যকার আকর্ষণ বল কিসের ওপর নির্ভর করে?

উত্তর : পৃথিবীর দুটি বসতুর মধ্যকার আকর্ষণ বল ওই বসতুদ্বয়ের ভর এবং এদের মধ্যকার দূরত্বের ওপর নির্ভর করে।

প্রশ্ন ১১ ২ ৥ নির্দিষ্ট ভরের দুটি বসতুর দূরত্ব দ্বিগুণ করলে বল কত হবে?

উত্তর : নির্দিষ্ট ভরের দুটি বসতুর দূরত্ব দ্বিগুণ করলে বল হবে  $\frac{1}{4}$  অর্থাৎ এক-চতুর্থাংশ।

প্রশ্ন ১১ ৩ ৥ কোন বলের প্রভাবে সকল গ্রহ সূর্যের চারদিকে ঘোরে?

উত্তর : মহাকর্ষ বলের প্রভাবে সকল গ্রহ সূর্যের চারদিকে ঘোরে।

প্রশ্ন ১১ ৪ ৥ আপেল ও পৃথিবীর আকর্ষণ বল কিসের ওপর নির্ভর করে?

উত্তর : আপেল ও পৃথিবীর মধ্যকার আকর্ষণ বল তাদের ভর ও মধ্যবর্তী দূরত্বের ওপর নির্ভর করে।

প্রশ্ন ১১ ৫ ৥ কোনো বস্তু উপর থেকে ছেড়ে দিলে তা কোন বলের প্রভাবে ভূমিতে এসে পৌঁছায়?

উত্তর : কোনো বস্তুকে উপর থেকে ছেড়ে দিলে অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূমিতে এসে পৌঁছায়।

প্রশ্ন ১১ ৬ ৥ ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বসতুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে কত বৃদ্ধি পায়?

উত্তর : ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বসতুর বেগ প্রতি সেকেন্ডে ৯.৮ মিটার/ সেকেন্ড বৃদ্ধি পায়।

প্রশ্ন ১১ ৭ ৥ ওজন কী থেকে নির্ণয় করা যায়?

উত্তর : বসতুর ভরকে অভিকর্ষজ ত্বরণ  $g$ -এর মান দিয়ে গুণ করে ওজন নির্ণয় করা যায়।

প্রশ্ন ১১ ৮ ৥ '৫ kg' ভর বলতে কী বুঝায়?

উত্তর : '৫ kg' ভর বলতে বুঝায় বসতুটির মোট পদার্থের পরিমাণ ৫ কিলোগ্রাম।

প্রশ্ন ১১ ৯ ৥ কী দ্বারা বসতুর ওজন পরিমাপ করা যায়?

উত্তর : স্প্রিং নিক্তি দ্বারা কোনো বসতুর ওজন পরিমাপ করা যায়।

প্রশ্ন ১১ ১০ ৥ এসআই পদ্ধতিতে ভরের একক কী?

উত্তর : এসআই পদ্ধতিতে ভরের একক কিলোগ্রাম।

প্রশ্ন ১১ ১১ ৥ বসতুর ভর কিসের ওপর নির্ভর করে?

উত্তর : যে পরিমাণ ও অণু দিয়ে একটি বস্তু গঠিত হয় তার সংখ্যা ও সংযুক্তির ওপর ঐ বসতুর ভর নির্ভর করে।

প্রশ্ন ১১ ১২ ৥ পৃথিবীর কেন্দ্রে বসতুর ওজন কত?

উত্তর : পৃথিবীর কেন্দ্রে বসতুর ওজন শূন্য।

### □ অনুধাবনমূলক ----- //

প্রশ্ন ১১ ১ ৥ গাছের ফল মাটিতে পড়ে কেন?

উত্তর : পৃথিবী সকল বস্তুকে তার নিজের দিকে টানে। এ মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। পৃথিবীর আকর্ষণ বলকে অভিকর্ষ বলে। অভিকর্ষ বলের জন্যই গাছের ফল মাটিতে পড়ে।

প্রশ্ন ১১ ২ ৥ বিসুব অঞ্চলের চেয়ে মেরব অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কম হয় কেন?

উত্তর : অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ভূপৃষ্ঠের দূরত্ব  $R$  এর ওপর নির্ভর করে। যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরব অঞ্চলে একটুখানি চাপা। তাই মেরব অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ  $R$  কম হয়। মেরব অঞ্চল থেকে বিসুব অঞ্চলের দিকে  $R$ -এর মান বাড়তে থাকে।  $R$  এর মান বাড়লে  $g$  এর মান কম হয় আর কম হলে  $g$  এর মান বেশি হয়। তাই বিসুব অঞ্চলের চেয়ে মেরব অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কম হয়।

প্রশ্ন ১১ ৩ ৥ লিফটে আমরা নিজেদের ওজন টের পাই কীভাবে?

উত্তর : আমরা যখন কোনো স্থির লিফটে দাঁড়াই তখন লিফটের মেঝের ওপর আমাদের ওজনের সমান বল  $mg$  প্রয়োগ করি, লিফটও আমাদের ওপর সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। এভাবে আমরা আমাদের ওজনের অস্তিত্ব টের পাই।

প্রশ্ন ১১ ৪ ৥ লিফটে উপরে ওঠার সময় আরোহী নিজেকে ভারী অনুভব করেন কেন?

উত্তর : লিফট যখন উপরে উঠতে থাকে তখন লিফটের সাপেক্ষে আমাদের ত্বরণ বেশি হয়। ফলে লিফটে আমরা বেশি বল প্রয়োগ করি এবং লিফটও আমাদের ওপর বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে তা আমাদের ওজন এর চেয়ে বেশি হয়। ফলে লিফট আরোহী নিজেকে ভারী অনুভব করে।

প্রশ্ন ১১ ৫ ৥ মহাশূন্যচারীরা নিজেকে ওজনহীন বলে মনে করেন কেন?

উত্তর : মহাশূন্যচারীরা মহাশূন্যখানে করে পৃথিবীকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় বৃত্তাকার কক্ষপথে প্রদর্শন করে থাকেন। এ বৃত্তাকার গতির জন্য মহাশূন্যখানের দেয়ালের সাপেক্ষে মহাশূন্যচারীর ত্বরণ শূন্য হয় এবং মহাশূন্যচারী মহাশূন্যখানের দেয়াল বা মেঝেতে কোনো বল প্রয়োগ করেন না। ফলে তিনি তার ওজনের বিপরীত কোনো প্রতিক্রিয়া বলও অনুভব করেন না। তাই তিনি নিজেকে ওজনহীন বলে মনে করেন।