ক্লাস-৮

চ্যাপ্টার-১.২

স্পর্শ ছাড়া ক্রিয়াশীল বল

অভিকর্ষ ও মহাকর্ষ

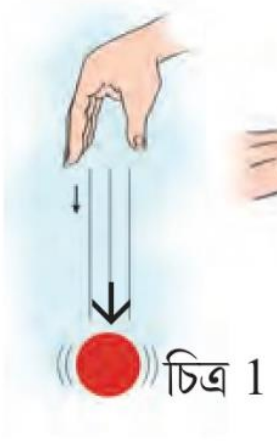
- বৃষ্টি কেন আকাশ থেকে পৃথিবীর দিকেই নেমে আসে? গাছের ঝরাপাতা কেন মাটিতে এসেই পড়ে?
- পৃথিবী কেন সূর্যের চারিদিকে ঘোরে?
- চাঁদ কেন গাছের পাতার মতো পৃথিবীর ওপর এসে পড়ে না?

এইসব ঘটনা **অভিকর্ষ তথা মহাকর্ষের** খেলা। ষষ্ঠ শ্রেণিতে তোমরা জেনেছ, একটা বলকে ওপর থেকে ছেড়ে দিলে তা পৃথিবীর **অভিকর্ষ** বলের টানে নীচের দিকে নামে।

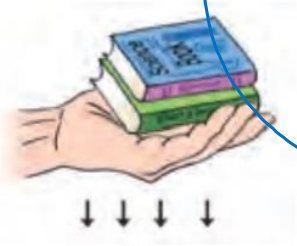
পৃথিবী সব বস্তুকেই **অভিকর্ষ** বল দিয়ে টানে। তাই হাতের ওপর একটা বই রাখলে তুমি তোমার হাতে নীচের দিকে একটা টান অনুভব করো। বই-এর সংখ্যা বাড়লে এই টানের অনুভূতিও বাড়ে।

আগের অধ্যায়ে তোমরা দেখেছ পৃথিবীর এই **মহাকর্ষ টানকে** কাজে লাগিয়ে কীভাবে **স্প্রিং তুলা যন্ত্র** তৈরি করা হয়েছে। যা দিয়ে কোনো বস্তুর **ওজন** মাপা হয়।

ষষ্ঠ শ্রেণিতে তোমরা এও জেনেছ শুধু যে পৃথিবীই তার কাছাকাছি সব বস্তুকে আকর্ষণ করে তাই নয়—এ বিশ্বের যে-কোনো দুটি বস্তুকণাই তাদের সংযোজক সরলরেখা বরাবর একে অন্যকে সমান মানের বলে আকর্ষণ করে। এই বলের নাম মহাকর্ষ। আসলে অভিকর্ষও একটি মহাকর্ষ বল। পৃথিবী ও পৃথিবীর আশেপাশে থাকা অন্য কোনো বস্তুর মধ্যে যে মহাকর্ষ বল ক্রিয়া করে তারই নাম **অভিকর্ষ**।



চিত্র 1



চিত্র 2

পৃথিবীর আকর্ষণ বেশি

বিজ্ঞানী নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র

বিজ্ঞানী আইজ্যাক নিউটন এই মহাকর্ষ **বলের মান** কত হবে তা একটি গাণিতিক সম্পর্ক দিয়ে প্রকাশ করেছিলেন। সেটি হলো,

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

এখানে, F= মহাকর্ষ বল, m_1 ও m_2 বস্তু কণাদুটির ভর, d = বস্তুকণাদুটির মধ্যে সরলরেখা বরাবর দূরত্ব। সরলরেখা যেহেতু সবসময় দুটি বিন্দুর মধ্যেই হয় তাই নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রে দুটি বিন্দু আকৃতির বস্তুর মধ্যে আকর্ষণের কথাই বলা হয়েছে।

G-কে বলা হয় **'সার্বজনীন মহাকর্ষ ধ্রুবক'**। কারণ G-এর মান এই বিশ্বব্রহ্মাণ্ডের সব জায়গায় একই থাকে, বস্তুদুটির মাঝখানে কী মাধ্যম আছে তার ওপরে নির্ভর করে না।

SI পদ্ধতিতে G-এর একক $\frac{\text{নিউটন} \times \text{মিটার}^2}{\text{কেজি}^2}$ বা $\frac{N \times m^2}{kg^2}$

বিভিন্ন পরীক্ষার দ্বারা G-এর মান হিসেব করে দেখা গেছে SI পদ্ধতিতে G-এর মান $= \frac{6.67}{10^{11}} \frac{Nm^2}{kg^2}$

তোমরা সপ্তম শ্রেণিতে ভূগোল পড়তে গিয়ে জেনেছ কোনো বস্তুকে ন্যূনতম 11.2 km/s বেগে পৃথিবীর মাটির ওপর থেকে ওপরের দিকে ছোড়া হলে তা পৃথিবীর আকর্ষণের বাইরে চলে যায়।

তোমরা এমন শুনে থাকো যে রকেটে করে পাড়ি দিয়ে পৃথিবীর অভিকর্ষ বলের বাইরে চলে যাওয়া যায়। সত্যিই কি তাই! এসো ব্যাপারটা আসলে কী জানতে চেষ্টা করি।

বিজ্ঞানী নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র

ধরা যাক, m_1 ও m_2 ভরের দুটি বস্তুকণার মধ্যে দূরত্ব d ও তারা পরস্পরকে F মহাকর্ষ বলে আকর্ষণ করছে।

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

বস্তুকণাদুটির ভর m_1 ও m_2-র কোনো পরিবর্তন ঘটছে না এবং মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G-এর মানও স্থির। তাহলে Gm_1m_2-র কি কোনো পরিবর্তন হচ্ছে?

এঅবস্থায় যদি বস্তুদুটির মাঝের দূরত্ব d-কে ক্রমশ বাড়ানো হয় তাহলে F-এর মানের কি পরিবর্তন ঘটবে?

ভগ্নাংশটির লব Gm_1m_2 স্থির, হর d যদি বৃদ্ধি পায় তাহলে $\frac{Gm_1m_2}{d^2}$-এর মান কমবে। অর্থাৎ বস্তুদুটির পারস্পরিক মহাকর্ষ বল, F কমবে।

এভাবে যদি d বাড়তেই থাকে তাহলে F-এর মান কমতেই থাকবে।

তাহলে d-এর এমন কোনো মান কি তুমি পেতে পারো যার জন্য F=0 হবে?

d-এর মান যত বড়োই নাও না কেন F-এর মান কোনো না কোনো একটি সংখ্যাই পাবে যা কখনোই শূন্য হবে না।

+2 marks

Q) d-দ্বিগুণ হলে, F -এর কি পরিবর্তন হবে?

Yes

$d_1 = d$

$d_2 = 2d$

$F = \frac{Gm_1m_2}{d^2} = F_1$

$F = \frac{Gm_1m_2}{(2d)^2} = \frac{Gm_1m_2}{4d^2}$

$= \frac{1}{4}\left(\frac{Gmm}{d^2}\right)$

$F_2 = \frac{1}{4}F_1$

বিজ্ঞানী নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র

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

অর্থাৎ **যে-কোনো বস্তুর মহাকর্ষীয় প্রভাব অসীম দূরত্ব পর্যন্ত বহাল থাকে**। যদিও সেই প্রভাব যথেষ্ট ক্ষীণ হতে থাকে। তাই পৃথিবীর থেকে তুমি যত দূরেই যাও না কেন পৃথিবীর অভিকর্ষের প্রভাব সেখানেও থাকবেই। বাস্তবে দেখা যায় একটা নির্দিষ্ট দূরত্বের পর বস্তুর মহাকর্ষীয় প্রভাব এত ক্ষীণ হয়ে পড়ে যে, তা প্রায় অনুভূতির বাইরে চলে যায়। তাই সেই দূরত্বের পর মহাকর্ষীয় প্রভাব প্রায় নেই ধরে নেওয়া হয়।

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রে দুটি বিন্দুবস্তুর কথা বলা হয়েছে। কিন্তু পৃথিবী, সূর্য, চাঁদ ইত্যাদি কি বিন্দুবস্তু? তাহলে এদের ক্ষেত্রে মহাকর্ষ সূত্র কীভাবে প্রয়োগ করা হবে?

দুটি বস্তু যত বড়োই হোক না কেন, তাদের মধ্যে দূরত্ব যদি তাদের ব্যাসের তুলনায় অত্যন্ত বেশি হয়, তখন ওই বস্তুদুটিকে বিন্দুবস্তু ধরা যায়।

আবার পৃথিবী, সূর্য, চাঁদ বা অন্যান্য গ্রহ সবই প্রায় গোলাকার। গোলক আকৃতির বস্তুর ক্ষেত্রে তার জ্যামিতিক কেন্দ্রবিন্দুতে ওই বস্তুর সমস্ত ভর জমা আছে ধরে মহাকর্ষ বল হিসেব করা যায়। তাই পৃথিবীর বাইরে যে-কোনো বস্তুকণার ওপর পৃথিবীর অভিকর্ষ বল নির্ণয়ের জন্য পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ওই বস্তুকণার দূরত্বকে d-এর মান ধরা হয়।

বিজ্ঞানী নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র

অর্থাৎ **যে-কোনো বস্তুর মহাকর্ষীয় প্রভাব অসীম দূরত্ব পর্যন্ত বহাল থাকে**। যদিও সেই প্রভাব যথেষ্ট ক্ষীণ হতে থাকে। তাই পৃথিবীর থেকে তুমি যত দূরেই যাও না কেন পৃথিবীর অভিকর্ষের প্রভাব সেখানেও থাকবেই। বাস্তবে দেখা যায় একটা নির্দিষ্ট দূরত্বের পর বস্তুর মহাকর্ষীয় প্রভাব এত ক্ষীণ হয়ে পড়ে যে, তা প্রায় অনুভূতির বাইরে চলে যায়। তাই সেই দূরত্বের পর মহাকর্ষীয় প্রভাব প্রায় নেই ধরে নেওয়া হয়।

নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রে দুটি বিন্দুবস্তুর কথা বলা হয়েছে। কিন্তু পৃথিবী, সূর্য, চাঁদ ইত্যাদি কি বিন্দুবস্তু? তাহলে এদের ক্ষেত্রে মহাকর্ষ সূত্র কীভাবে প্রয়োগ করা হবে?

দুটি বস্তু যত বড়োই হোক না কেন, তাদের মধ্যে দূরত্ব যদি তাদের ব্যাসের তুলনায় অত্যন্ত বেশি হয়, তখন ওই বস্তুদুটিকে বিন্দুবস্তু ধরা যায়।

আবার পৃথিবী, সূর্য, চাঁদ বা অন্যান্য গ্রহ সবই প্রায় গোলাকার। গোলক আকৃতির বস্তুর ক্ষেত্রে তার জ্যামিতিক কেন্দ্রবিন্দুতে ওই বস্তুর সমস্ত ভর জমা আছে ধরে মহাকর্ষ বল হিসেব করা যায়। তাই পৃথিবীর বাইরে যে-কোনো বস্তুকণার ওপর পৃথিবীর অভিকর্ষ বল নির্ণয়ের জন্য পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ওই বস্তুকণার দূরত্বকে d-এর মান ধরা হয়।

অভিকর্ষ ও মহাকর্ষের প্রভাবে গতি

অভিকর্ষ বলের প্রভাবে অবাধে পতনশীল কোনো বস্তুতে যে ত্বরণের সৃষ্টি হয়, তাকে <u>অভিকর্ষজ ত্বরণ</u> বলা হয়।

পৃথিবী পৃষ্ঠে এই অভিকর্ষজ ত্বরণের (g) মান

$g = 9.8 \frac{m}{s^2}$ বা $g = 9.8\ m.s^{-2}$ বা $g = 9.8\ m.s^{-2}$

পৃথিবী পৃষ্ঠে এই অভিকর্ষজ ত্বরণ g -এর মান ধ্রুবক ।

প্রশ্নোত্তর

Marks +3

প্রঃ এখানে, $m_1 = 1\,kg$, $m_2 = 100\,kg = 10^2\,kg$

$d = 1\,km = 1000\,m = 10^3\,m$

আমরা জানি, মহাকর্ষ বল, $F = G\dfrac{m_1 m_2}{d^2}$ ⟶ (1)

মান বসিয়ে পাই, $F = 6.67\times10^{-11} \times \dfrac{1\times10^2}{(10^3)^2}$ Newton

$= 6.67\times10^{-11} \times \dfrac{10^2}{10^6} N = 6.67\times10^{-11}\times\dfrac{1}{10^4} N$

$= 6.67\times10^{-11}\times10^{-4} N$ বা, $F = 6.67\times10^{-15} N$

∴ নির্ণেয় বল $F = 6.67\times10^{-15} N$ ✓

প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন-২ : পৃথিবীপৃষ্ঠে একটি 10 kg ভরের বস্তুর ওজন(ভার) কত হবে? (+2)

উত্তর : আমরা জানি, m ভরের বস্তুর পৃথিবী পৃষ্ঠে ওজন (W) হলো—

$W = mg$ → (1) [g = পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণ]

প্রশ্নানুযায়ী, $m = 10$ kg ; আমরা জানি $g = 9.8$ m/s^2

সুতরাং, ওজন $W = (10 \times 9.8)$ kg × m/s^2 = 98 Newton/নিউটন /N

বা, $\boxed{W = 98 \text{ N}}$

∴ 10 kg ভরের বস্তুর পৃথিবী-পৃষ্ঠে ওজন (ভার) হবে 98 N ।

প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন :-৩ : পৃথিবীপৃষ্ঠে 5 kg ভরের একটি বস্তুর, চন্দ্রপৃষ্ঠে ভর ও ওজন (W) কত হবে নির্ণয় করো। (+2)

উত্তর : ☑ আমরা জানি, বস্তুর ভর (m) ধ্রুবক রাশি। এটি স্থান ভেদে সমান। তাই পৃথিবী ও চন্দ্রপৃষ্ঠে বস্তুর ভর (m) একই থাকে।

∴ চন্দ্রপৃষ্ঠে বস্তুর ভর (m) = 5 kg ✓

☑ চন্দ্রপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ $(g') = \frac{1}{6} \times$ (পৃথিবীপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ)

বা, $g' = \frac{g}{6}$

∴ $W' = mg' = m\frac{g}{6} = \frac{mg}{6} = \frac{5 \times 9.8}{6} = \frac{49}{6} = 8.166$ Newton

$W' = 8.166$ N

সমাপ্ত