

অধ্যায় - ৭
পৃথিবী ও মহাকর্ষ
মূল বিষয়

মহাকর্ষ

➤ মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তুকণা একে অপরকে নিজের দিকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে।

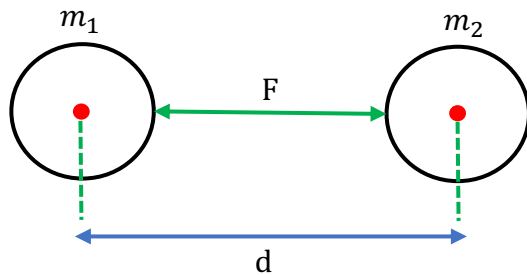
□ নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র ও মহাকর্ষ বল :

দুটি বস্তুর মধ্যকার আকর্ষণ বলের মান -

নির্ভর করে	নির্ভর করে না
বস্তুর ভর বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব	আকৃতি প্রকৃতি মাধ্যম

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।

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



অভিকর্ষ

- এক ধরনের মহাকর্ষ বল।
- পৃথিবী ও অন্য যেকোনো বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে অভিকর্ষ বলে।

□ **অভিকর্ষজ ত্বরণ** : অভিকর্ষ বলের প্রভাবে ভূপৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোনো বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। একে g দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এবং এর একক মিটার/সেকেন্ড^২ (ms^{-2})

$$g = \frac{GM}{d^2}$$

- অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না।
- g এর মান বস্তু নিরপেক্ষ হলেও স্থান নিরপেক্ষ নয়।

□ **অভিকর্ষজ ত্বরণের পরিবর্তন** :

- মেরু অঞ্চলে : পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R সবচেয়ে কম হওয়াতে g এর মান সর্বোচ্চ (৯.৮৩ মিটার/সেকেন্ড^২)
- বিষুব অঞ্চলে : পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R সবচেয়ে বেশি বলে g এর মান সর্বনিম্ন (৯.৭৮ মিটার/সেকেন্ড^২)
- ক্রান্তীয় অঞ্চলে : $g = ৯.৭৯$ (মিটার/সেকেন্ড^২)
- g এর আদর্শ মান ৯.৮ মিটার/সেকেন্ড^২
- চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান পৃথিবীর $\frac{১}{৬}$ ভাগ।

ভর

- কোনো বস্তুতে পদার্থের পরিমাণ।
- আন্তর্জাতিক একক কিলোগ্রাম (kg)
- বেশি ভরকে মাপা হয় - মেট্রিক টনে
- ১ মেট্রিক টন = ১০০০ kg
- ১ অল্প ভরকে মাপা হয় - গ্রামে (g)
- ১ kg = ১০০০ g

ওজন

- কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাকে বস্তুর ওজন বলে। একে 'W' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
- ওজন = ভর \times অভিকর্ষজ ত্বরণ
- ওজনের একক : নিউটন (N)
- ওজন নির্ণয় করা হয় - স্প্রিং নিক্তির সাহায্যে।

পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ ও বস্তুর ওজন

যেসকল কারণে বস্তুর ওজনের পরিবর্তন হয় :

(ক) ভূপৃষ্ঠের বিভিন্ন স্থানে :

- (১) পৃথিবীর আকৃতির জন্য : পৃথিবীর গোলক না হওয়ায় পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ভূপৃষ্ঠের সকল স্থান সমদূরে নয়। বিষুবীয় অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ বেশি হওয়ায় g এর মান সবচেয়ে কম ফলে কোনো বস্তুর ওজন কম হয়। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ সবচেয়ে কম হওয়ায় g এর মান সর্বোচ্চ হয় ফলে কোন বস্তুর ওজন সবচেয়ে বেশি হয়।
- (২) পৃথিবীর আন্বিক গতির জন্য : পৃথিবীর আন্বিক গতির জন্য অভিকর্ষজ ত্বরণ বিষুবীয় অঞ্চল থেকে মেরু অঞ্চলের দিকে ক্রমশ বৃদ্ধি পায়। ফলে বস্তুর ওজনও বৃদ্ধি পায়।

(খ) ভূপৃষ্ঠ থেকে উচ্চতর কোনো স্থানে : ভূপৃষ্ঠ থেকে যত উপরে উঠা যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মানও তত কমতে থাকে। এর ফলে ভূপৃষ্ঠ থেকে যত উপরে উঠা যায় বস্তুর ওজনও তত কমতে থাকে। এই কারণে পাহাড় বা পর্বত শীর্ষে বস্তুর ওজন কম হয়।

(গ) পৃথিবীর অভ্যন্তরে কোন স্থানে : ভূপৃষ্ঠ থেকে যত নিচে যাওয়া যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান ততই কমতে থাকে। একারণে খনিতে কোন বস্তুর ওজন কম হয়। পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য। সুতরাং পৃথিবীর কেন্দ্রে যদি কোন বস্তুকে নিয়ে যাওয়া যায়, তাহলে বস্তুর উপর পৃথিবীর কোন আকর্ষণ থাকবে না, অর্থাৎ বস্তুর ওজন শূন্য হবে।

□ লিফটে ওজনের তারতম্য :

১। স্থির লিফটে : লিফটের মেঝের ওপর আমাদের ওজনের সমান বল প্রয়োগ করি। লিফট ও আমাদের উপর ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে। আমরা আমাদের ওজনের অস্তিত্ব টের পাই।

২। লিফটে উপরে উঠলে : লিফট উপরের দিকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি করে। ফলে লিফটের সাপেক্ষে আমাদের ত্বরণ হয় g এর চেয়ে বেশি। বর্ধিত ত্বরণ এর জন্য আমরা লিফটের উপর আমাদের ওজনের চেয়ে বেশি বল প্রয়োগ করি। তখন লিফটও আমাদের উপর বিপরীতমুখে যে প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে তা আমাদের ওজনের চেয়ে বেশি হয় এবং আমরা নিজেদের ভারী অনুভব করি।

কিন্তু এরপর লিফট যখন সমবেগে উপরের দিকে উঠতে তখন তার কোনো ত্বরণ থাকে না, ফলে আমরা আর ওজনের চেয়ে অতিরিক্ত বল অনুভব করি না, কেবল ওজনই অনুভব করি।

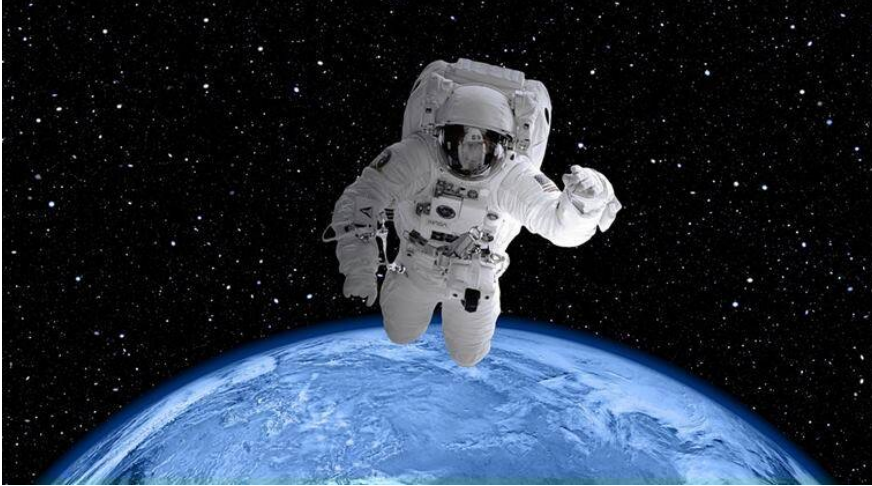
৩। লিফট নিচে নামলে : স্থির অবস্থান থেকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয় এবং লিফটের সাহায্যে আমাদের ত্বরণ g এর চেয়ে কম হয়। এ কম ত্বরণ নিয়ে আমরা লিফটের ওপর আমাদের ওজনের চেয়ে কম বল প্রয়োগ করি। ফলে আমরা হালকা বোধ করি অর্থাৎ আমাদের ওজন কম মনে হয়।

৪। লিফট মুক্তভাবে নিচে পড়লে : অর্থাৎ লিফটেরও ত্বরণ যদি g ত্বরণ হয়। তবে লিফটের সাপেক্ষে আমাদের ত্বরণ হবে $(g-g)$ অর্থাৎ শূন্য। ফলে আমরা লিফট এর উপর কোনো বল প্রয়োগ করবো না। তখন লিফটও আমাদের ওজনের বিপরীতে আমাদের উপর কোনো প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করবে না এবং আমরা নিজেদেরকে ওজনহীন মনে করব অর্থাৎ ওজন শূন্য।

এ অবস্থার উদ্ভব হয় যখন কোনো লিফটের দড়ি ছিড়ে গিয়ে লিফট টি যদি অভিকর্ষের প্রভাবে নিচে পড়ে।

□ মহাশূন্যে ওজনের তারতম্য :

মহাশূন্যচারীরা মহাশূন্যখানে করে পৃথিবীকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় বৃত্তাকার কক্ষপথে প্রদক্ষিণ করে থাকেন। এ বৃত্তাকার গতির জন্য মহাশূন্যখানের দেয়ালের সাপেক্ষে মহাশূন্যচারীর ত্বরণ শূন্য হয় এবং মহাশূন্যচারী মহাশূন্যখানের দেয়াল বা মেঝেতে কোন বল প্রয়োগ করেন না। তাই তিনি ওজনহীনতা অনুভব করেন। এ অবস্থায় মহাশূন্যখান থেকে কোনো বস্তুকে ছেড়ে দিলে পড়ে না, গ্লাসের পানি উপর করলেও পড়বে না অর্থাৎ সবকিছুই ওজনহীন মনে হবে। কিন্তু প্রকৃতপক্ষে কোন কিছুই ওজনহীন হয় না, কেননা ঐ অবস্থানেও মহাশূন্যচারীর ভর আছে, ঐ স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ g আছে, ফলে পৃথিবীর আকর্ষণ তথা ওজন আছে। কেবল মহাশূন্যখান g ত্বরণে গতিশীল হওয়ার কারণে এ আপাতত ওজনহীনতার উদ্ভব হচ্ছে। যদিও ঐ স্থানে মহাশূন্যখান বৃত্তাকার পথে পৃথিবীকে প্রদক্ষিণ না করে, কিংবা পৃথিবীর দিকে মুক্তভাবে না পড়ে স্থির দাড়িয়ে থাকে, তাহলে কিন্তু মহাশূন্যচারী অবশ্যই তার ওজন টের পাবেন।



Formula

Topic	Formula	Explanation
মহাকর্ষ সূত্র	$F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$	<p>$F \rightarrow$ মহাকর্ষ বল $G \rightarrow$ বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক ($6.673 \times 10^{-11} \text{Nm}^2 \text{Kg}^{-2}$) $m_1 \rightarrow$ একটি বস্তুর ভর $m_2 \rightarrow$ অপর বস্তুর ভর $d \rightarrow m_1$ ও m_2 এর মধ্যবর্তী দূরত্ব</p>
অভিকর্ষ বল	$F = mg$	<p>$F \rightarrow$ অভিকর্ষ বল $m \rightarrow$ ভর $g \rightarrow$ অভিকর্ষজ ত্বরণ (9.8ms^{-2})</p>
অভিকর্ষজ ত্বরণ	$g = \frac{GM}{d^2}$	<p>$g \rightarrow$ অভিকর্ষজ ত্বরণ $G \rightarrow$ মহাকর্ষীয় ধ্রুবক</p>
ওজন	$W = mg$	<p>$W \rightarrow$ ওজন $m \rightarrow$ ভর $g \rightarrow$ অভিকর্ষজ ত্বরণ (9.8ms^{-2})</p>

বিষয়ভিত্তিক প্রশ্নোত্তর

Type - 1

মহাকর্ষ বল নির্ণয় সংক্রান্ত :

১) মহাবিশ্বের একটি বস্তুর ভর ২০ kg এবং অপর একটি বস্তুর ভর ৩০ kg এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব ২০ মিটার হলে বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী আকর্ষণ বলের পরিমাণ কত ?

সমাধান :

এখানে,

$$m_1 = ২০ \text{ kg}$$

$$m_2 = ৩০ \text{ kg}$$

$$d = ২০ \text{ m}$$

$$G = ৬.৬৭৩ \times ১০^{-১১} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$$

$$F = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} F &= G \frac{m_1 m_2}{d^2} \\ &= \left(৬.৬৭৩ \times ১০^{-১১} \times \frac{২০ \times ৩০}{২০^2} \right) N \\ &= ১.০০০৯৫ \times ১০^{-১০} N \quad (\text{Ans}) \end{aligned}$$

Type – 2

ওজন নির্ণয় সংক্রান্ত :

২) কোন একটি বস্তুর ভর ২৫ g হলে বিষুব অঞ্চলে বস্তুর ওজন কত?

সমাধান : আমরা জানি,

বিষুব অঞ্চলে, $g = ৯.৭৮ \text{ ms}^{-2}$

দেওয়া আছে,

$$m = ২৫ \text{ kg}$$

$$\therefore W = ?$$

আমরা জানি,

$$\begin{aligned} W &= mg \\ &= (২৫ \times ৯.৭৮) \text{ N} \\ &= ২৪৪.৫ \text{ N} \quad (\text{Ans}) \end{aligned}$$

৩) পৃথিবীতে কোন একটি বস্তুর ভর ৬০০ g হলে পৃথিবী ও চাঁদে বস্তুর ওজন কত ?

সমাধান : দেওয়া আছে,

পৃথিবীতে বস্তুর ভর, $m_E = 600 \text{ g}$

$$= \frac{600}{1000} \text{ kg}$$

$$= 0.6 \text{ kg}$$

পৃথিবীতে g এর আদর্শ মান, $g = 9.8 \text{ ms}^{-2}$

পৃথিবীতে বস্তুটির ওজন = $(0.6 \times 9.8) \text{ N}$

$$= 5.88 \text{ N}$$

আবার, চাঁদে বস্তুর ভর, $m_m = 0.6 \text{ kg}$ [ভর অপরিবর্তনশীল]

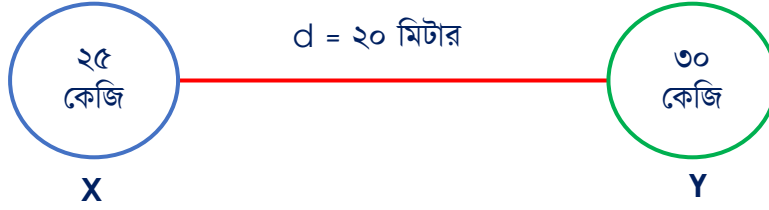
চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান হারিয়ে ৬ ভাগের ১ ভাগ।

$$\therefore \text{চাঁদে বস্তুটির ওজন} = \left(0.6 \times \frac{9.8}{6}\right) \text{ N}$$

$$= 0.98 \text{ N} \quad (\text{Ans})$$

সৃজনশীল প্রশ্ন

প্রশ্ন ১



ক. ওজন কি ?

খ. পৃথিবীর সব স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান সমান নয় কেন ?

গ. বিষুব অঞ্চলে X বস্তুর ওজন কত ?

ঘ. বস্তুটি দুটির মধ্যকার দূরত্ব দ্বিগুণ হলে এর বলের কিরূপ পরিবর্তন হবে ? বিশ্লেষণ কর।

১ নং প্রশ্নের উত্তর

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

খ) পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ভূপৃষ্ঠের দূরত্ব অর্থাৎ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R হলে ভূপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = \frac{GM}{R^2}$ যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, মেরু অঞ্চলে একটুখানি চাপা, তাই পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R ধ্রুবক নয়। মেরু অঞ্চলে পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R সবচেয়ে কম বলে সেখানে g -এর মান সবচেয়ে বেশি। মেরু অঞ্চলে g -এর মান ৯.৮৩ মিটার/সেকেন্ড^২। মেরু থেকে বিষুব অঞ্চলের দিকে R -এর মান বাড়তে থাকায় g -এর মান কমতে থাকে। বিষুব অঞ্চলে R এর মান সবচেয়ে বেশি বলে g এর মান সবচেয়ে কম, ৯.৭৮ মিটার/সেকেন্ড^২

গ) এখানে, X বস্তুর ভর, $m = 25$ কেজি

বিষুব অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = ৯.৭৮$ মিটার/সেকেন্ড^২

বিষুব অঞ্চলে বস্তুর ওজন, $W = ?$

আমরা জানি, $W = mg = ২৫$ কেজি \times ৯.৭৮ মিটার/সেকেন্ড^২

$$= ২৪৪.৫ \text{ নিউটন}$$

অতএব, বিষুব অঞ্চলে বস্তুর ওজন, ২৪৪.৫ নিউটন।

ঘ) এখানে,

X বস্তুর ভর, $m_x = ২৫$ কেজি

Y বস্তুর ভর, $m_y = ৩০$ কেজি

মধ্যবর্তী দূরত্ব, $d = ২০$ মিটার

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = ৬.৬৭৩ \times ১০^{-১১}$ নিউটন মিটার^২/কেজি^২

এখন, বস্তুদ্বয়ের মধ্যকার বল F হলে,

$$\begin{aligned} F &= G \cdot \frac{m_x m_y}{d^2} \\ &= ৬.৬৭৩ \times ১০^{-১১} \text{ নিউটন মিটার}^২/\text{কেজি}^২ \times \frac{২৫ \text{ কেজি} \times ৩০ \text{ কেজি}}{(২০ \text{ মিটার})^2} \\ &= ১.২৫১২ \times ১০^{-১০} \text{ নিউটন} \end{aligned}$$

এখন পরিবর্তিত দূরত্ব, $d_1 = 2d = ২ \times ২০ \text{ মিটার} = ৪০ \text{ মিটার}$

পরিবর্তিত বল F_1 হলে,

$$\begin{aligned} F_1 &= G \cdot \frac{m_x m_y}{d^2} \\ &= ৬.৬৭৩ \times ১০^{-১১} \text{ নিউটন মিটার}^২/\text{কেজি}^২ \times \frac{২৫ \text{ কেজি} \times ৩০ \text{ কেজি}}{(৪০ \text{ মিটার})^2} \\ &= ৩.১৩২৮ \times ১০^{-১১} \text{ নিউটন} \end{aligned}$$

$$\text{এখন, } \frac{F}{F_1} = \frac{১.২৫১২ \times ১০^{-১০} \text{ নিউটন}}{৩.১৩২৮ \times ১০^{-১১} \text{ নিউটন}}$$

$$\text{বা, } \frac{F}{F_1} = ৪$$

$$\text{বা, } ৪F_1 = F$$

$$\text{বা, } F_1 = \frac{১}{৪} F$$

অতএব, বস্তু দুটির মধ্যকার দূরত্ব দ্বিগুণ হলে এর বলের মান কমে এক-চতুর্থাংশ হয়ে যাবে।

প্রশ্ন ২। একটি বস্তুর ওজন ১০০ কেজি। একটি রকেটে করে একে চাঁদে নিয়ে যাওয়া হলো। এতে দেখা গেল বস্তুর ভরের কোন পরিবর্তন না ঘটলেও ওজনের পরিবর্তন ঘটল।

ক. ওজনের এস.আই. একক কী ?

খ. ভর ও ওজন বলতে কী বোঝায় ?

গ. চাঁদে বস্তুর ওজন কত হবে তা নির্ণয় করো ?

ঘ. চাঁদে বস্তুটির ওজনের কেন পরিবর্তন ঘটল ? বিশ্লেষণ করো।

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) ওজনের এস আই একক নিউটন।

খ) বস্তুর মধ্যে পদার্থের পরিমাণ হচ্ছে ভর এবং কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বলে আকর্ষণ করে তাকে ঐ বস্তুর ওজন বলে। ভরের একক কেজি এবং ওজনের একক নিউটন। কোন বস্তুর ভর অপরিবর্তনীয়। কিন্তু ওজন পরিবর্তন হতে পারে।

গ) এখানে, বস্তুর ভর, $m = ১০০$ কেজি

পৃথিবীপৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_E = ৯.৮$ মিটার/সেকেন্ড^২

চাঁদে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g_M = \frac{g_E}{৬} = \frac{৯.৮}{৬}$ মিটার/সেকেন্ড^২

∴ চাঁদে বস্তুর ওজন, $W_M = ?$

আমরা জানি, $W_M = mg_M = ১০০ \text{ কেজি} \times \frac{৯.৮}{৬} \text{ মিটার/সেকেন্ড}^২$

$$= \frac{৯৮০}{৬} \text{ নিউটন} = ১৬৩.৩৩ \text{ নিউটন}$$

অতএব, চাঁদে বস্তুটির ওজন ১৬৩.৩৩ নিউটন

ঘ) উদ্দীপকে উল্লেখিত বস্তুর ভর, $m = ১০০$ কেজি

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = ৯.৮$ মিটার/সেকেন্ড^২

ধরি, বস্তুটির ওজন = W

পৃথিবীতে বস্তুর ওজন হবে, $W = mg$

বা, $W = ১০০ \text{ কেজি} \times ৯.৮ \frac{\text{মিটার}}{\text{সেকেন্ড}^২} = ৯৮০ \text{ নিউটন}$

‘গ’ হতে পাই, বস্তুটির চাঁদে ওজন ১৬৩.৩৩ নিউটন

সুতরাং চাঁদে বস্তুর ওজনের পরিবর্তন

$$= ৯৮০ \text{ নিউটন} - ১৬৩.৩৩ \text{ নিউটন} = ৮১৬.৬৭ \text{ নিউটন}$$

অর্থাৎ চাঁদে বস্তুটির ওজন ৮১৬.৬৭ নিউটন কম হয়।

চাঁদে বস্তুর ওজনের এ তারতম্য ঘটায় কারণ হলো অভিকর্ষজ ত্বরণ। অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না। এটি নির্ভর করে পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে বস্তুর দূরত্বের উপর। অর্থাৎ দূরত্ব যত বাড়তে থাকে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান তত কমতে থাকে। চাঁদের মধ্যাকর্ষণজনিত ত্বরণ পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের প্রায় ছয় ভাগের এক ভাগ। সে ক্ষেত্রে চাঁদে ১ কেজি ভরের বস্তুর ওজন হবে কেবল মাত্র ১.৬৩ নিউটন। পৃথিবী থেকে চাঁদের দূরত্বের কারণেই অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কম হওয়ায় চাঁদে বস্তুটির ওজনের এ পরিবর্তন ঘটল।

প্রশ্ন ৩। আকবর সাহেবের অফিস নবম তলায়। অফিসে ওঠানামার ক্ষেত্রে সে লিফট ব্যবহার করে। একদিন লিফট স্থির থাকা, উপরে উঠা বা নিচে নামার সময় ওজনের ভিন্নতা অনুভব করে। উল্লেখ্য আকবরের ভর ৮০ কিলোগ্রাম।

ক. ওজনহীনতা কি ?

খ. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলতে কি বুঝ?

গ. লিফটটি স্থির অবস্থায় আকবরের ওজন কত ?

ঘ. আকবরের ওজন অনুভূতির বিভিন্নতার কারণ বিশ্লেষণ কর।

৩ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) কোনো বস্তুর উপর প্রতিক্রিয়া বল শূন্য হওয়ার কারণে বস্তুর ওজন শূন্য অনুভূত হওয়ার ঘটনাই ওজনহীনতা।

খ) ১ কেজি ভরের দুটি বস্তু পরস্পর থেকে ১ মিটার দূরত্বে থেকে পরস্পরকে যে বলে আকর্ষণ করে তাকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে। একে G দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এর মান 6.67×10^{-11} নিউটন মিটার^২/কেজি^২।

গ) এখানে, আকবর সাহেবের ভর, $m = ৮০$ কেজি

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = ৯.৮$ মিটার/সেকেন্ড^২

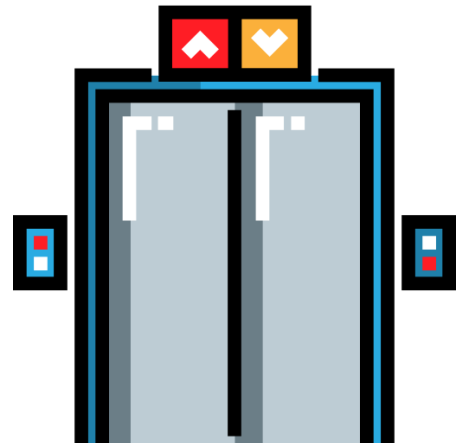
বস্তুটির ওজন $W = ?$

আমরা জানি, $W = mg = ৮০$ কেজি $\times ৯.৮$ মিটার/সেকেন্ড^২

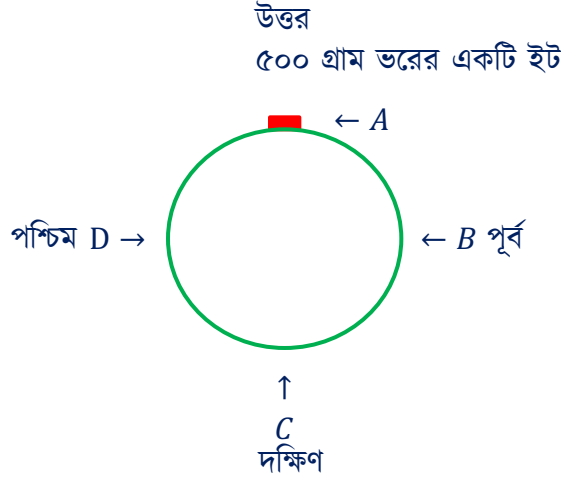
$$= ৭৮৪ \text{ নিউটন}$$

অতএব, লিফটটি স্থির থাকলে, আকবর সাহেবের ওজন ৭৮৪ নিউটন হবে।

ঘ) আকবর সাহেবের যখন লিফটে চড়ে উঁচু দেয়ালে উঠানামা করেন তখন তিনি ওজনের তারতম্য অনুভব করেন। আবার যখন তিনি স্থির লিফটে দাঁড়ান তখন লিফটের মেঝের উপর তার ওজনের সমান বল প্রয়োগ করেন, লিফটও তার উপর ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে ফলে তিনি ওজনের অস্তিত্ব টের পান। কিন্তু লিফট যদি উপরের দিকে উঠতে থাকে তখন স্থির অবস্থান থেকে উপরের দিকে যাত্রা করায় লিফটের উপরের দিকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয় ফলে লিফটের সাপেক্ষে তার ত্বরণ হয় g এর চেয়ে বেশি। এ বর্ধিত ত্বরণের জন্য তিনি লিফটের উপর তার ওজনের চেয়ে বেশি বল প্রয়োগ করেন। তখন লিফট তার উপর বিপরীতমুখী যে প্রতিক্রিয়া বল প্রয়োগ করে তা তার ওজনের চেয়ে বেশি হয় এবং তিনি নিজেকে ভারী অনুভব করেন। কিন্তু এরপর লিফট যখন সমবেগে উপরের দিকে উঠতে থাকে তখন লিফটের কোনো ত্বরণ থাকে না, ফলে তিনি তার ওজনের চেয়ে অতিরিক্ত বল অনুভব করেন না, কেবল ওজনই অনুভব করেন। অপরপক্ষে লিফট যখন নিচে নামতে শুরু করে তখন স্থির অবস্থান থেকে একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয় এবং লিফটের সাপেক্ষে তার ত্বরণ g এর চেয়ে কম হয়। এ কম ত্বরণ নিয়ে তিনি লিফটের উপর তার ওজনের চেয়ে কম বল প্রয়োগ করেন। ফলে, তিনি হালকা বোধ করেন অর্থাৎ তার ওজন কম মনে হয়। উপরিউক্ত কারণেই আকবর সাহেব বিভিন্ন ধরনের অনুভব করেন।



প্রশ্ন ৪। নিচের চিত্রটি লক্ষ কর -



ক. মহাকর্ষ কাকে বলে ?

খ. ওজনহীনতা কি ? ব্যাখ্যা কর।

গ. 'D' অবস্থানে ইটটির ওজন নির্ণয় কর।

ঘ. 'B' ও 'C' অবস্থানে ইটটির ওজনের তারতম্যতার কারণ বিশ্লেষণ কর।

৪ নং প্রশ্নের উত্তর

ক) এই মহাবিশ্বের যেকোনো দুইটি বস্তুর মধ্যে আকর্ষণ বলই হচ্ছে মহাকর্ষ।

খ) কোনো বস্তুর উপর প্রতিক্রিয়া বল শূন্য হওয়ার কারণে বস্তুর ওজন শূন্য অনুভূত হওয়ার ঘটনাই ওজনহীনতা। অর্থাৎ কোনো ব্যক্তির উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বল থাকলে তার ওজন থাকবে কিন্তু ঐ ব্যক্তি ওজন তখনই অনুভব করবে যখন তার ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল তার উপর প্রযুক্ত হবে। এখন কোনো কারণে যদি ওজনের সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল অনুভূত না হয় তবে তিনি নিজেকে ওজনহীন মনে করবেন।

গ) উদ্দীপকের D বিন্দু হলো বিষুবীয় অঞ্চল।

বিষুবীয় অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = ৯.৮$ মিটার/সেকেন্ড^২

ইটের ভর, $m = ৫০০$ গ্রাম = ০.৫ কেজি

বিষুবীয় অঞ্চলে ইটের ওজন, $W = ?$

আমরা জানি, $W = mg$

$$= ০.৫ \text{ কেজি} \times ৯.৮ \frac{\text{মিটার}}{\text{সেকেন্ড}^2} = ৪.৮৯ \text{ নিউটন}$$

অতএব, D অবস্থানে ইটের ওজন ৪.৮৯ নিউটন।

ঘ) উদ্দীপকে B ও C অবস্থান হচ্ছে বিষুবীয় ও মেরু অঞ্চল।

C অবস্থান অর্থাৎ মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g' = ৯.৮৩$ মি./সে.^২

ইটের ভর, $m = ৫০০$ গ্রাম = ০.৫ কেজি

মেরু অঞ্চলে ইটের ওজন, $W' = ?$

আমরা জানি, $W' = mg'$

$$= ০.৫ \text{ কেজি} \times ৯.৮৩ \text{ মি./সে.}^2$$

$$= ৪.৯২ \text{ নিউটন}$$

'গ' নং হতে পাই বিষুবীয় অঞ্চলে অর্থাৎ D ও B অবস্থানে ওজন $W = ৪.৮৯$ নিউটন।

দেখা যাচ্ছে বিষুবীয় অঞ্চলে ইটের ওজন মেরু অঞ্চলের চেয়ে কম। কারণ কোনো বস্তুর ওজন নির্ভর করে অভিকর্ষজ ত্বরণ এর উপর। বিষুবীয় অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কম তাই বস্তুর ওজন কম। আবার, মেরু অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ বেশি তাই বস্তুর ওজন বেশি।

উপরোক্ত কারণে B ও C অবস্থানে ইটটির ওজনের তারতম্য ঘটে।

বহুনির্বাচনী প্রশ্ন

(১) চাঁদে ১ কেজি ভরের বস্তুর ওজন কত হবে? [রা.বো.১৭; য.বো.১৮]

(ক) ১.৬৩ N

(খ) ৩.২৬ N

(গ) ৯.৮১ N

(ঘ) ১৬.৩৫ N

(২) পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের (g) মান কত ? [চ.বো.১৮; য.বো.১৫; কু.বো.১৫; সি.বো.১৮]

(ক) ৯.৭৮ মি./সে^২

(খ) ৯.৮ মি./সে^২

(গ) ৯.৮৩ মি./সে^২

(ঘ) ০ মি./সে^২

(৩) লিফট যদি মুক্তভাবে নিচে পড়ে তবে লিফটের সাপেক্ষে আমাদের ত্বরণ হবে? [ব.বো.১৮]

(ক) অসীম

(খ) শূন্য

(গ) ৯৫ মি./সে^২

(ঘ) ৯.৮ মি./সে^২

(৪) ওজনের একক নিচের কোনটি ? [রা.বো.১৭;]

(ক) কিলোগ্রাম

(খ) নিউটন

(গ) জুল

(ঘ) ওয়াট

(৫) ১৮ কেজি ভরের বস্তুর ওজন চাঁদে কত নিউটন হবে ? [রা.বো.১৭;]

(ক) ৪৯.৮

(খ) ৩৯.৮

(গ) ২৯.৮

(ঘ) ১৯.৮

(৬) চাঁদে তোমার ওজন ভূপৃষ্ঠের তুলনায় কেমন হবে? [কু.বো. ১৭]

(ক) বেশি

☒ (খ) কম

(গ) সমান

(ঘ) ওজনহীন

(৭) লিফট যখন সমবেগে উপরের দিকে উঠে তখন লিফটের আরোহীর ওজন কেমন হয় ? [কু.বো.১৭]

(ক) হ্রাস পায়

(খ) বৃদ্ধি পায়

(গ) শূন্য হয়

☒ (ঘ) অপরিবর্তিত হয়

(৮) নিচের কোনটি সঠিক ? [ঢা.বো.১৬]

(ক) $F = m + g$

☒ (খ) $F = m \times g$

(গ) $F = m + g$

(ঘ) $F = m - g$

(৯) পৃথিবী ও চাঁদের মধ্যে আকর্ষণজনিত তরলের অনুপাত কত? [ঢা.বো.১৬; রা.বো.১৪; দি.বো.১৬]

(ক) ১ : ৮

(খ) ৩ : ১

(গ) ১ : ৬

☒ (ঘ) ৬ : ১

(১০) লিফট যখন উপরে উঠতে থাকে, তখন আমাদের ওজনের কি হয় ? [য.বো.১৬]

☒ (ক) বৃদ্ধি পায়

(খ) হ্রাস পায়

(গ) অপরিবর্তিত থাকে

(ঘ) শূন্য হয়

(১১) মহাকর্ষ সূত্র অনুসারে নির্দিষ্ট দূরত্বে অবস্থিত বস্তুদ্বয়ের ভরের গুণফল দ্বিগুণ হলে, বলের কিরূপ পরিবর্তন হবে ? [সি.বো. ১৬]

(ক) অর্ধেক

☒ দ্বিগুণ

(গ) তিনগুণ

(ঘ) চারগুণ

(১২) ভূপৃষ্ঠ থেকে পর্বত চূড়ায় কোনো বস্তুর ওজনের কি পরিবর্তন হবে ? [ঢা.বো.১৫]

(ক) সমান হবে

☒ কম হবে

(গ) বেশি হবে

(ঘ) $\frac{1}{2}$ অংশ হবে

(১৩) নির্দিষ্ট ভরের দুটি বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ হলে বলের কেমন পরিবর্তন হবে ? [চ.বো.১৫]

(ক) চার গুণ

(খ) অর্ধেক

(গ) এক-তৃতীয়াংশ

☒ এক-চতুর্থাংশ

(১৪) বস্তুর ভর বৃদ্ধির সাথে মহাকর্ষ বলের কেমন পরিবর্তন ঘটে ? [রা.বো.১৪; য.বো.১৫]

(ক) বৃদ্ধি পায়

(খ) সমান থাকে

☒ সমানুপাতে বৃদ্ধি পায়

(ঘ) ব্যস্তানুপাতে বৃদ্ধি পায়

(১৫) বিষুবীয় অঞ্চলে কোন বস্তুর ওজন কম হয় কেন? [সি.বো. ১৬]

(ক) বলের মান বেশি বলে

(খ) g- এর মান বেশি বলে

☒ (গ) g- এর মান কম বলে

(ঘ) পৃথিবীর ব্যাসার্ধ কম বলে

(১৬) পৃথিবীর চারদিকে ঘোরার জন্য দরকার [ব.বো. ১৮]

i. কেন্দ্রমুখী বল

ii. আকর্ষণ বল

iii. অভিকর্ষ বল

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

☒ (ঘ) i, ii ও iii

(১৭) বস্তুর ওজন [ব.বো. ১৮]

i. খনিতে কমে যায়

ii. চাঁদে বেড়ে যায়

iii. পৃথিবীর কেন্দ্রে শূন্য হয়

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

☒ (খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

□ নিম্নোক্ত তথ্যের আলোকে ১৮ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

দুইটি বস্তুর ভর যথাক্রমে ৫০ কেজি ও ৬০ কেজি।

[কু.বো.১৮]

(১৮) বস্তু দুইটির ওজনের পার্থক্য কত ?

(ক) ১২৭৮ নিউটন

(খ) ৫৮৮ নিউটন

(গ) ৪৯০ নিউটন

✓ ৯৮ নিউটন

□ নিম্নোক্ত অনুচ্ছেদটি পড় এবং ১৯ ও ২০ নং প্রশ্নের উত্তর দাও :

৪০ কেজি ভরের একজন লোক লিফট দিয়ে ঐ ত্বরণে নামার সময় হঠাৎ লিফটের দড়ি ছিড়ে যায়। ফলে লিফট অভিকর্ষের প্রভাবে নিচে পড়ে।

[সি.বো.১৫]

(১৯) পড়ন্ত অবস্থায় লোকটির ত্বরণ কত ছিল ?

✓ ৯.৮

(খ) ৩৬০

(গ) ৩৭০

(ঘ) ৩৯২

(২০) লোকটির ওজন কত ?

(ক) ৪.০৮ নিউটন

(খ) ৪০ নিউটন

(গ) ৪৯.৮ নিউটন

✓ ৩৯২ নিউটন

(২১) কোন বলের জন্য ছুড়ে দেওয়া বস্তু পুনরায় ফিরে আসে ?

- (ক) ধ্রুব বল
- (খ) স্থানিক বল
- (গ) অভিকর্ষ
- (ঘ) কৌণিক বল

(২২) মহাকর্ষ বল নিচের কোনটির উপর নির্ভর করে ?

- (ক) বস্তুর ভর
- (খ) মাধ্যমের প্রকৃতি
- (গ) বস্তুর আকৃতি
- (ঘ) বস্তুর প্রকৃতি

(২৩) পৃথিবীর মেরু অঞ্চল থেকে বিষুবীয় অঞ্চলের দিকে নিচের কোন পরিবর্তন ঘটে ?

- (ক) g এর মান কমতে থাকে
- (খ) R এর মান স্থির থাকে
- (গ) G এর মান ক্রমশ বাড়তে থাকে
- (ঘ) পৃথিবীর আকার কমতে থাকে

(২৪) পৃথিবীর বিভিন্ন অঞ্চলে অভিকর্ষজ ত্বরণ পরিবর্তনের কারণ

- i. পৃথিবীর আকৃতি
- ii. পৃথিবীর আঙ্গিক গতি
- iii. ভূপৃষ্ঠের উচ্চতা

নিচের কোনটি সঠিক?

(ক) i ও ii

(খ) i ও iii

(গ) ii ও iii

(ঘ) i, ii ও iii

(২৫) স্প্রিং নিজের সাহায্যে কি মাপা হয় ?

- (ক) বেগ
- (খ) স্মরণ
- (গ) ত্বরণ
- (ঘ) বল

