অধ্যায়-৬ অভিকর্ষ ও মহাকর্ষ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

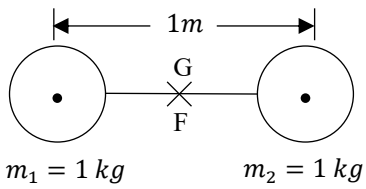
***** ১. পৃথিবীতে কোন বস্তুর ওজন কোথায় সবচেয়ে বেশি?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪'পরি, ০৮, পরি, ১৩, ১৮'পরি, ২০'পরি ১৮'পরি, ২০

উত্তর ঃ কোন বস্তুর ওজন সবচেয়ে বেশি হয় মেরু অঞ্চলে। এখানে g এর মান সবচেয়ে বেশি $9.83217\ m/s^2$.

***** ২. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G-এর মান $6.673\times10^{-11}\ N\text{-}m^2kg^{-2}$ বলতে কি বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০০১, ০৫, ০৫'পরি, ০৬, ০৭, ০৯, ১০, ১০'পরি, ১১, ১১'পরি, ১২'পরি, ১৩, ১৫'পরি, ১৬'পরি, ২২, ২২'পরি

উত্তর ঃ G-এর মান $6.673\times10^{-11}\ N\text{-}m^2kg^{-2}$ বলতে বুঝায়, 1 kg ভরের দুটি বস্তু 1 m দূরে স্থাপন করলে এগুলো পরস্পরকে 6.673×10^{-11} N বল এ আকর্ষণ করে।



*****৩. অভিকর্ষজ ত্বরণ কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১৩, ২১, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ অভিকর্ষজ বলের প্রভাবে পৃথিবী পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোন বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলা হয়। একে g দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

***** ৪. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক G-এর একক ও মাত্রা সমীকরণটি লেখ।**

DUET: 12-13, বাকাশিবো- ২০১১, ১২'পরি, ১৭, ১৯'পরি

উত্তর ঃ আমরা জানি,

$$G = \frac{\text{বল} \times \text{দূরত্ব}^{২}}{\text{ভর}^{২}} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (i)$$

$$\text{S.I পদ্ধতিতে G এর একক} = \frac{N \times m^2}{kg^2} = N\text{-}m^2kg^{-2}$$

$$\text{S.I পদ্ধতিতে G এর মাত্রা} = \frac{[MLT^{-2}] \times L^2}{M^2} = [L^3M^{-1}T^{-2}]$$

*** ৫. একটি বস্তুর ভর 5×10^3gm হলে ওজন কত?**

বাকাশিবো- ২০১১'পরি, ১৫'পরি

উত্তর ঃ আমরা জানি,

ওজন, $W = mg$
$= 5\times10^3\times981$
$= 4905000$ dyne.

এখানে,
$m = 5\times10^3$ gm
$g = 981$ cm/s^2

***** ৬. মুক্তি বেগের সংজ্ঞা দাও।** **বাকাশিবো- ২০০৬, ১২, ১৩, ১৬**

উত্তর ঃ সর্বাপেক্ষা কম যে বেগে কোন বস্তুকে খাড়া ওপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না, সেই বেগকে মুক্তি বেগ বলে। ইহাকে v_e দ্বারা প্রকাশ করা হয়। $v_e=\sqrt{2gR}$

***** ৭. G-কে বিশ্বজনীন ধ্রুবক বলা হয় কেন?**

বাকাশিবো- ১৯৯২, ১২, ১৫, ১৫'পরি

উত্তর ঃ G-এর মান বস্তুকণা দুটির মধ্যবর্তী মাধ্যমের উপর বা ভৌত অবস্থার উপর নির্ভর করে না। এর মান সর্বত্র এবং সব অবস্থায় একই থাকে, কোনো পরিবর্তন হয় না তাই G কে বিশ্বজনীন ধ্রুবক বলা হয়।

***** ৮. মহাকর্ষীয় ধ্রুবক কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ১৯৯১, ৯৫, ৯৮, ৯৯, ০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৬'পরি, ০৭'পরি, ০৯, ১৫

উত্তর ঃ একক ভরের দুটি বস্তুকণা একক দূরত্ব থেকে যে বল দ্বারা পরস্পরকে আকর্ষণ করে তার মানকে মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে। একে G-দ্বারা চিহ্নিত করা হয়।

***** ৯. অভিকর্ষ কী?** বাকাশিবো- ১৯৮৬, ৯৩, ৯৫, ০১, ০৬, ১৪, ১৪'পরি

উত্তর ঃ কোন বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণকে অভিকর্ষ বলে।

***** ১০. মহাকর্ষ কী?** বাকাশিবো- ১৯৮৬, ৯৩, ৯৫, ০১, ১৪, ২৩, ২৩'পরি

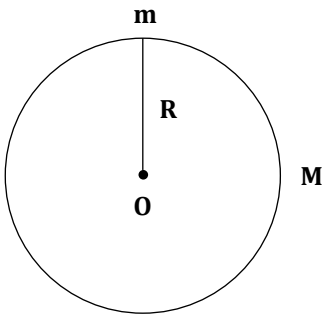
উত্তর ঃ মহাবিশ্বের যে কোন দুটি বস্তুর ধ্যেকার পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. দেখাও যে, অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তু নির্ভর নয়, স্থান নির্ভর।**

বাকাশিবো-০৩, ০৪, ০৭, ১১, ১৩'পরি', ১৫'পরি, ১৭, ১৮, ২১, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি, ২৫

উত্তর ঃ মনে করি, m ভরবিশিষ্ট একটি বস্তুকণা পৃথিবী পৃষ্ঠে অবস্থিত এবং পৃথিবী একটি গোলাকার বস্তু।



পৃথিবীর ভর $= M$

ব্যাসার্ধ $= R$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $= G$

$\therefore$ নিউটনের মহাকর্ষীয় বলের সূত্রানুসারে, $F = G\dfrac{M \cdot m}{R^2}$ ……(i)

আবার, নিউটনের গতির ২য় সূত্রানুসারে, $F = mg$ …… (ii)

$\therefore$ (i) ও (ii) হতে, $mg = \dfrac{GMm}{R^2}$

$\therefore$ অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $g = \dfrac{GM}{R^2}$

অতএব, g এর সমীকরণ অনুসারে, অভিকর্ষজ ত্বরণ বস্তুর ভর m এর উপর নির্ভর করে না। G ও M ধ্রুবক। যেহেতু পৃথিবী সম্পূর্ণ গোলাকার নয়, তাই পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R-ও ধ্রুবক নয়। সুতরাং g স্থানভেদে পরিবর্তনশীল। **(দেখানো হলো)**

***** ২. ভর ও ওজনের মধ্যে পার্থক্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৭'পরি, ১৯, ২০'পরি, ২১'পরি

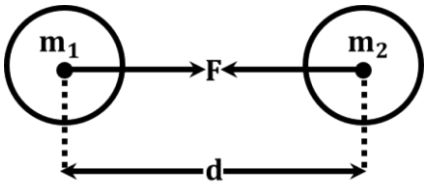
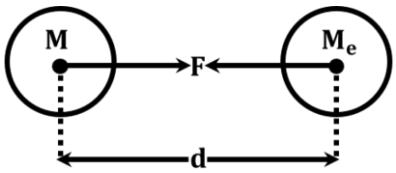
উত্তর ঃ ভর ও ওজনের পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হলো ঃ

পার্থক্যের বিষয়	ভর	ওজন
i. সংজ্ঞা	পদার্থের মোট পরিমাণ হল কোন বস্তুর ভর। ইহাকে m দ্বারা প্রকাশ করা হয়।	কোন বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণ বলই ওজন। ইহাকে w দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
ii. একক	ভরের একক ঃ কিলোগ্রাম (S.I/M.K.S) গ্রাম (CGS) পাউন্ড (FPS)	ওজনের একক ঃ নিউটন (S.I/M.K.S) ডাইন (CGS) পাউন্ডাল (FPS)
iii. মাত্রা	ভরের মাত্রা [M]	ওজনের মাত্রা $[MLT^{-2}]$
iv. রাশি	এটি একটি মৌলিক রাশি।	ইহা যৌগিক রাশি।
	ভর একটি স্কেলার রাশি।	ওজন একটি ভেক্টর রাশি।
v. পরিমাণ পদ্ধতি	যে কোন নিক্তির সাহায্যে কোন বস্তুর ভর নির্ণয় করা হয়।	সাধারণত স্প্রিং নিক্তির সাহায্যে কোন বস্তুর ওজন নির্ণয় করা হয়।
vi. মান নির্ণয়	কোন বস্তুর ওজনকে 'g' দ্বারা ভাগ করলে ভর পাওয়া যায়। $\therefore m = \frac{w}{g}$	কোন বস্তুর ভরকে 'g' দ্বারা গুণ করলে ওজন পাওয়া যায়। $\therefore w = mg$
vii. পরিবর্তন	বস্তুর ভরের কোন পরিবর্তন হয় না।	স্থানভেদে বস্তুর ওজনের পরিবর্তন ঘটে।

** ৩. মহাকর্ষ ও অভিকর্ষ এর মাঝে পার্থক্য লেখ।

বাকাশিবো- ১৯৮৬, ৯৩, ৯৫, ১২, ১৩

উত্তর ঃ মহাকর্ষ ও অভিকর্ষের মধ্যে পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হল-

মহাকর্ষ	অভিকর্ষ
i. মহাবিশ্বের যে কোন দুটি বস্তুর মধ্যেকার পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বলে।	i. পৃথিবী এবং অন্য যেকোন বস্তুর মধ্যে যে আকর্ষণ তাকে অভিকর্ষ বলে।
ii. মহাকর্ষ শারীরিক বস্তুসমূহে ওজন প্রদান করে এবং পতিত হবার সময় সোজা ভূমিতে পড়ার যুক্তি সৃষ্টি করে।	ii. কোনো বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণই অভিকর্ষ।
iii. সব মহাকর্ষ বল অভিকর্ষ নয়।	iii. অভিকর্ষ বল এক প্রকার মহাকর্ষ।
iv. $F = G\frac{m_1 m_2}{d^2}$ মহাকর্ষীয় বলের মান, ভর ও দূরত্বের উপর নির্ভর করে।	iv. $g = \frac{GM}{R^2}$ অভিকর্ষীয় ত্বরণ বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করে না।
v. মহাকর্ষ হলো উর্ধ্বমুখী বল।	v. অভিকর্ষ হলো নিম্নমুখী বল।
vi. মহাকর্ষ বলের চিত্র ঃ  m_1 = পৃথিবী বা যেকোনো বস্তুর ভর m_2 = অন্য যেকোনো বস্তুও ভর	vi. অভিকর্ষ বলের চিত্র ঃ  M = পৃথিবীর ভর M_e = মহাবিশ্বে অন্য যেকোনো বস্তুও ভর

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. মুক্তি বেগ কী মুক্তিবেগের রাশিমালা প্রতিপাদন কর।**

বাকাশিবো- ২০১১, ১২'পরি, ১৩, ১৪, ১৫, ১৮, ২০'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ সর্বাপেক্ষা কম যে বেগে কোন বস্তুকে খাড়া ওপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবীতে ফিরে আসে না, সেই বেগকে মুক্তি বেগ বলে। এই বেগকে Escape velocity. যা v_e দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{2gR}$

m হচ্ছে পৃথিবীর ভর। এখন বস্তুটিকে মহাকর্ষীয় বলের বিরুদ্ধে ক্ষুদ্র দূরত্ব dr সরাতে

সম্পাদিত কাজ, $dw = F.dr$

$$= \frac{GMm}{r^2} \cdot dr$$

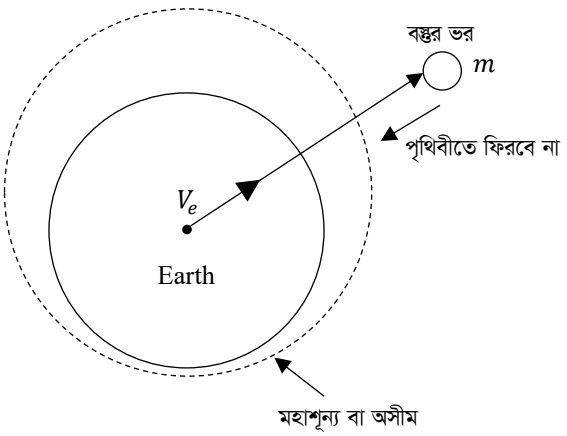
∴ বস্তুটিকে ভূ-পৃষ্ঠে ($r = R$ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ) থেকে অসীম ($r = \infty$) নিয়ে যেতে মোট কাজ,

$$W = \int_R^\infty \frac{GMm}{r^2} dr$$

$$= GMm \int_R^\infty \frac{1}{r^2} dr$$

$$= GMm \int_R^\infty r^{-2} dr$$

$$= GMm \left[\frac{r^{-2+1}}{-2+1}\right]_R^\propto$$



$$= \mathrm{GMm}\,[-r^{-1}]_R^{\propto}$$

$$= \mathrm{GMm}\left[-\frac{1}{r}\right]_R^{\propto}$$

$$= \mathrm{GMm}\left\{-\frac{1}{\infty}-\left(-\frac{1}{R}\right)\right\} \qquad \left[\infty = \frac{1}{0}\right]$$

$$= \mathrm{GMm}\left(\frac{1}{R}\right)$$

$$= \frac{\mathrm{GMm}}{\mathrm{R}}$$

যেহেতু বস্তুটিকে মহাশূন্যে পাঠাতে W পরিমাণ কাজ সম্পন্ন করতে হয়,তাকে পাঠাতে যে গতিশক্তি প্রদান করতে হয়, তার সমান হয়।

∴ গতিশক্তি = সম্পাদিত কাজ

$$\Rightarrow \frac{1}{2}\,mV_e^2 = \frac{\mathrm{GMm}}{\mathrm{R}}$$

$$\Rightarrow V_e^2 = \frac{2\mathrm{GM}}{\mathrm{R}} \quad ----(1)$$

$$\Rightarrow V_e = \sqrt{\frac{2\mathrm{GM}}{\mathrm{R}}}$$

আবার, ভূ-পৃষ্ঠে $g = \frac{\mathrm{GM}}{\mathrm{R}^2}$

$$\Rightarrow gR = \frac{\mathrm{GM}}{\mathrm{R}}$$ [উভয়পক্ষকে R দ্বারা গুণ করে]

$$\Rightarrow \quad 2gR = \frac{2GM}{R}$$ [উভয় পক্ষকে z দ্বারা গুণ করে]

$$\therefore \text{(i) নং হতে, } V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$\therefore V_e = \sqrt{2gR}$$

***** ২. বস্তুকে পৃথিবীর অভ্যন্তরে h গভীরতায় নিলে g- এর মান নির্ণয় এর রাশিমালা প্রতিপাদন কর এবং তা হতে দেখাও যে পৃথিবীর কেন্দ্রে g- এর মান শূন্য।** বাকাশিবো- ২০০৮, ১১, ১৭, ১৮, ১৯'পরি, ২১

উত্তর ঃ চিত্রে ABC একটি পৃথিবী O তার কেন্দ্র

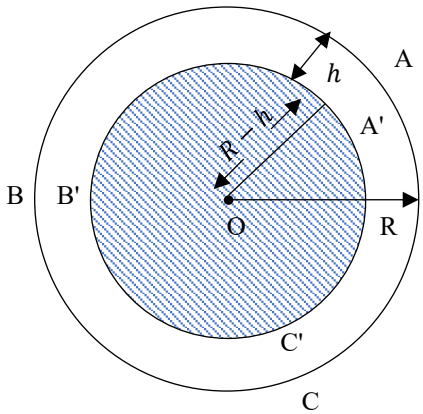
পৃথিবীর ভর = M

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = R

পৃথিবীর গড় ঘনত্ব = ρ

পৃথিবীর আয়তন = V

আমরা জানি,



$$V = \frac{4}{3}\pi R^3$$

$$\therefore M = V\rho$$

$$= \frac{4}{3}\pi R^3 \rho \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(i)}$$

ভূ-পৃষ্ঠে A বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

$$= \frac{G.\frac{4}{3}\pi R^3\rho}{R^2}$$

$$= \frac{4}{3} G\pi R\rho \text{ .....(ii)}$$

আবার, পৃথিবীর অভ্যন্তরে ভূ-পৃষ্ঠ হতে h দূরত্ব নিচে A' বিন্দুতে বস্তু আছে।

নতুন A'B'C' গোলক, যা O কেন্দ্র

আয়তন = v'

ভর = m'

ব্যাসার্ধ = (R-h)

অভিকর্ষজ ত্বরণ = g'

$$v' = \frac{4}{3}\pi(R-h)^3$$

$$\therefore m' = v'\rho$$

$$= \frac{4}{3}\pi(R-h)^3\rho \text{ .....(iii)}$$

∴ A' বিন্দুতে ত্বরণ,

$$g' = \frac{Gm'}{(R-h)^2}$$

$$= \frac{G.\frac{4}{3}\pi(R-h)^3\rho}{(R-h)^2}$$

$$= \frac{4}{3}G\pi(R-h)\rho \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(iv)$$

∴ [(iv)÷(ii)] হতে পাই,

$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{4}{3}G\pi(R-h)\rho}{\frac{4}{3}G\pi R\rho}$$

$$\Rightarrow \frac{g'}{g} = \frac{R-h}{R}$$

$$\therefore g' = g\times(1-\frac{h}{R})$$

∴ ভূ-পৃষ্ঠ থেকে যত নিচে যাওয়া যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান তত কমতে থাকে।

আবার, পৃথিবীর কেন্দ্রে অর্থাৎ O বিন্দুতে h=R হয়।

$$\therefore g' = g\times(1-\frac{h}{R})$$

$$\Rightarrow g' = 0$$

অতএব, পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

*** ১. পৃথিবীর ভর এবং ব্যাসার্ধ চাঁদের ভর এবং ব্যাসার্ধের যথাক্রমে 81 গুণ এবং 4 গুণ। পৃথিবী পৃষ্ঠে একটি লোকের ওজন 64 কেজি হলে চাঁদে তার ওজন কত?** বাকাশিবো- ২০১২

সমাধান ঃ এখানে, চন্দ্রের ভর $= M_m$

পৃথিবীর ভর, $M_e = 81 \times M_m$

চন্দ্রের ব্যাসার্ধ $= R_m$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R_c = 4 \times R_m$

$W_e = 64$ kg

$W_m = ?$

আমরা জানি, পৃথিবীর জন্য, $g_e = \dfrac{GM_e}{R_e^2}$ .....(i)

চন্দ্রের জন্য, $g_m = \dfrac{GM_m}{R_m^2}$ .....(ii)

∴ [(ii)÷(i)] হতে পাই,

$$\Rightarrow \frac{g_m}{g_e} = \frac{GM_m}{R_m^2} \times \frac{R_e^2}{GM_e}$$

$$\Rightarrow \frac{g_m}{g_e} = \frac{M_m}{R_m^2} \times \frac{(4R_m)^2}{81M_m}$$

$$\Rightarrow \frac{g_m}{g_e} = \frac{16}{81}$$

∴ পৃথিবীতে ওজন, $W_e = Mg_e$.....(iii)

∴ চন্দ্রে ব্যক্তির ওজন, $W_m = Mg_m$.....(iv)

∴ [(iv)÷(iii)] হতে পাই,

$$\frac{W_m}{W_e} = \frac{Mg_m}{Mg_e}$$

$$\Rightarrow \quad W_m = \frac{g_m}{g_e} \times W_e$$

$$\Rightarrow \quad W_m = \frac{16}{81} \times 64$$

$$\therefore W_m = 12.64 \text{ kg} \quad \textbf{(Ans.)}$$