অধ্যায়- 10

মহাকর্ষণ
GRAVITATION

8 আৰু 9 অধ্যায়ত আমি বস্তুৰ গতি আৰু গতিৰ কাৰক হিচাপে বলৰ বিষয়ে জানিব পাৰিলোঁ। আমি শিকিলোঁ যে দ্ৰুতি বা গতিৰ দিশ সলনি কৰিবলৈ বলৰ প্ৰয়োজন। আমি সদায়ে লক্ষ্য কৰিছো যে ওপৰৰ পৰা এৰি দিয়া বস্তু এটা পৃথিৱীলৈ পৰে। আমি জানো যে সকলো গ্ৰহই সূৰ্যৰ চাৰিওফালে ঘূৰে। চন্দ্ৰই পৃথিৱীৰ চাৰিওফালে ঘূৰে। এইবোৰ উদাহৰণত বস্তু, গ্ৰহ আৰু চন্দ্ৰৰ ওপৰত ক্ৰিয়াশীল কোনো বলৰ উপস্থিতি অনস্বীকাৰ্য। নিউটনে ধৰিব পাৰিছিল যে এই সকলোবিলাকৰ কাৰক হিচাপে একেটা বলেই ক্ৰিয়াশীল হৈ আছে। এই বলটোকে মহাকৰ্ষণ বল বোলে।

এই অধ্যায়ত আমি মহাকৰ্ষণ আৰু মহাকৰ্ষণৰ সাৰ্বজনীন সূত্ৰৰ (universal law of gravitation) বিষয়ে শিকিম। লগতে পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষিক বলৰ প্ৰভাৱত সংঘটিত বস্তুৰ গতিৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিম। ঠাই ভেদে বস্তুৰ ওজন সম্পৰ্কে অধ্যয়ন কৰিম। তৰলত বস্তু ওপঙাৰ চৰ্তবোৰো আলোচনা কৰিম।

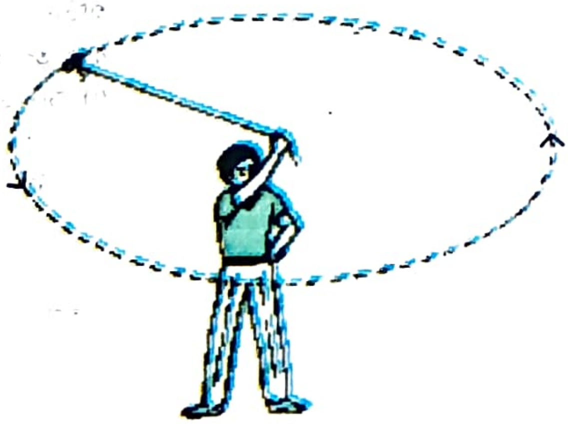
10.1 মহাকৰ্ষণ (Gravitation) :

আমি জানো যে চন্দ্ৰই পৃথিৱীৰ চাৰিওফালে ঘূৰে। বস্তু এটা ওপৰলৈ দলিয়াই দিলে ই এক বিশেষ উচ্চতাত উপনীত হয় আৰু তাৰ পিছত তললৈ পৰিবলৈ ধৰে। প্ৰবাদ আছে যে, নিউটনে এদিন গছৰ তলত বহি থাকোতে আপেল এটা সৰি তেওঁৰ গাতে পৰিল। তললৈ পৰা আপেলটোৱে নিউটনক ভবাই তুলিলে। তেওঁ ভাবিবলৈ ধৰিলেঃ পৃথিৱীয়ে যদি আপেলটো আকৰ্ষণ কৰিব পাৰে তেন্তে চন্দ্ৰক আকৰ্ষণ কৰিব নোৱাৰিবনে? দুয়োক্ষেত্ৰতে আকৰ্ষণী বল একেই হ'বনে? তেওঁ অনুমান কৰিলে যে এই দুয়োক্ষেত্ৰতে একে ধৰণৰ বলেই ক্ৰিয়া কৰে। তেওঁ যুক্তি দৰ্শালে যে চন্দ্ৰই সৰল ৰেখা এডালেদি গতি নকৰি কক্ষপথৰ প্ৰতিটো বিন্দুতে পৃথিৱীৰ দিশত অধোগামী হয়। সেইবাবে ই নিশ্চয়কৈ পৃথিৱীৰ দ্বাৰা আকৰ্ষিত হ'ব লাগিব। কিন্তু চন্দ্ৰ সঁচাসঁচিকৈ পৃথিৱীৰ দিশত অধোগামী হোৱা আমাৰ দৃষ্টিগোচৰ নহয়।

8.11 ক্ৰিয়াকলাপ মনত পেলাই আমি চন্দ্ৰৰ গতি সম্পৰ্কে বুজো আহাঁ।

কাৰ্যকলাপ................................10.1

- এডাল ৰচি লোৱা।
- ৰচিডালৰ মূৰত সৰু শিলগুটি এটা বান্ধা। আনটো মূৰ হাতেৰে ধৰি 10.1 চিত্ৰত দেখুওৱাৰ দৰে ঘূৰোৱা।
- শিলগুটিটোৰ গতি নিৰীক্ষণ কৰা।
- হাতৰ পৰা ৰচিডাল এৰি দিয়া।
- শিলগুটিটোৰ গতিৰ দিশ পুনৰাই নিৰীক্ষণ কৰা।



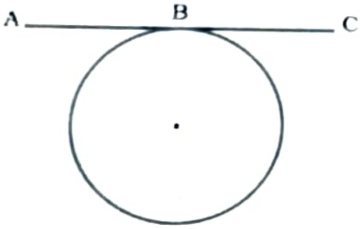
চিত্ৰ-10.1ঃ স্থিৰ মানৰ বেগেৰে শিলগুটি এটা বৃত্তীয় পথেৰে ঘূৰিছে।

ৰচিডাল এৰি দিয়াৰ আগেয়ে শিলগুটিটো এটা নিৰ্দিষ্ট দ্ৰুতিৰে বৃত্তাকাৰ পথেৰে ঘূৰিছিল আৰু প্ৰতিটো বিন্দুতে তাৰ দিশৰ পৰিবৰ্তন ঘটিছিল। দিশৰ পৰিবৰ্তনৰ লগত বেগৰ পৰিবৰ্তন বা ত্বৰণ জড়িত থাকে। যিটো বলে এই ত্বৰণৰ সৃষ্টি কৰে আৰু বস্তুটো বৃত্তাকাৰ পথত ঘূৰাই ৰাখে সেইটো বল কেন্দ্ৰৰ দিশত ক্ৰিয়াশীল। এই বলক অভিকেন্দ্ৰিক বল (ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল কেন্দ্ৰাভিমুখী) বোলে। এই বলৰ

অবিহনে শিলটো সৰল ৰেখা এডালৰ দিশত গুচি গ'লহেঁতেন। এই সৰল ৰেখাডাল বৃত্তাকাৰ পথৰ এডাল স্পৰ্শক হ'ব।

অধিক জ্ঞানৰ বাবে

বৃত্তৰ স্পৰ্শক



বৃত্ত এটাৰ কেৱল এটা বিন্দুত স্পৰ্শ কৰা সৰলৰেখা ডালকে স্পৰ্শক বোলে। ABC সৰলৰেখাডাল বৃত্তটোৰ B বিন্দুত স্পৰ্শক।

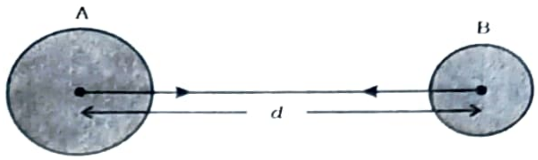
পৃথিৱীৰ চাৰিওফালে চন্দ্ৰৰ গতিৰ কাৰণ অভিকেন্দ্ৰিক বল। পৃথিৱীৰ আকৰ্ষণ বলে এই অভিকেন্দ্ৰিক বলৰ যোগান ধৰে। এনে বলৰ অবৰ্তমানত চন্দ্ৰই সুষম সৰলৰৈখিক গতি লাভ কৰিলেহেঁতেন। দেখা যায় যে অধোগামী আপেল এটা পৃথিৱীৰ দ্বাৰা আকৰ্ষিত হয়। আপেলটোৱে পৃথিৱীক আকৰ্ষণ কৰেনে? যদি কৰে, আমি কিন্তু পৃথিৱীখন আপেলৰ দিশলৈ গতি কৰা নেদেখো। কিয়?

গতি বিষয়ক তৃতীয় সূত্ৰৰ পৰা আমি জানো যে আপেলটোৱে নিশ্চয়কৈ পৃথিৱীক আকৰ্ষণ কৰে। কিন্তু গতি বিষয়ক দ্বিতীয় সূত্ৰ অনুসৰি এটা নিৰ্দিষ্ট বলে সৃষ্টি কৰা ত্বৰণ বস্তুৰ ভৰৰ ব্যস্তানুপাতিক [সমীকৰণ 9.4]। আপেল এটাৰ ভৰ পৃথিৱীৰ ভৰৰ তুলনাত নগণ্য। সেইবাবে আমি পৃথিৱীখন আপেলটোৰ দিশলৈ গতি কৰা নেদেখোঁ। পৃথিৱীখন চন্দ্ৰৰ দিশত কিয় ধাৱমান নহয় তাৰ ব্যাখ্যাৰ বাবেও একে যুক্তি আগবঢ়োৱা।

আমাৰ সৌৰজগতত সকলো গ্ৰহ সূৰ্যৰ চাৰিওফালে ঘূৰে। একেধৰণৰ যুক্তি দৰ্শাই আমি ক'ব পাৰোঁ যে, সূৰ্য আৰু গ্ৰহবিলাকৰ মাজতো এটা বল বিদ্যমান। ওপৰোক্ত তথ্যসমূহৰ পৰা নিউটনে মন্তব্য কৰিছিল যে কেৱল পৃথিৱীখনেহে আপেল আৰু চন্দ্ৰক আকৰ্ষণ কৰে এনে নহয়; বৰং বিশ্বব্ৰহ্মাণ্ডৰ সকলো বস্তুৱেই ইটোৱে সিটোক আকৰ্ষণ কৰে। বস্তুৰ মাজৰ এই আকৰ্ষণ বলকে মহাকৰ্ষণ বল বোলে।

10.1.1 মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন সূত্ৰ (UNIVERSAL LAW OF GRAVITATION)

বিশ্বব্ৰহ্মাণ্ডৰ প্ৰতিটো বস্তুৱেই আন প্ৰতিটো বস্তুকে আকৰ্ষণ কৰে, এই আকৰ্ষণী বল বস্তু দুটাৰ ভৰৰ গুণফলৰ সমানুপাতিক আৰু বস্তু দুটাৰ মাজৰ দূৰত্বৰ বৰ্গৰ ব্যস্তানুপাতিক। এই বল, বস্তু দুটাৰ কেন্দ্ৰ সংযোগী ৰেখাৰ দিশত ক্ৰিয়াশীল হয়।



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

চিত্ৰ-10.2 ঃ দুটা বস্তুৰ মাজৰ মহাকৰ্ষণ বল বস্তুদুটাৰ কেন্দ্ৰ সংযোগী ৰেখাৰ দিশত।

10.2 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে A আৰু B দুটা বস্তুৰ ভৰ ক্ৰমে M আৰু m আৰু সিহঁতৰ মাজৰ দূৰত্ব d। ধৰা হওঁক বস্তু দুটাৰ মাজৰ আকৰ্ষণ বল F। মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন সূত্ৰ অনুসৰি বস্তু দুটাৰ মাজৰ বল, সিহঁতৰ ভৰৰ গুণফলৰ সমানুপাতিক। অৰ্থাৎ,

$$F \propto M \times m \text{ .... } (10.1)$$

আৰু বস্তু দুটাৰ মাজৰ বল সিহঁতৰ মাজৰ দূৰত্বৰ বৰ্গৰ ব্যস্তানুপাতিক অৰ্থাৎ,

$$F \propto \frac{1}{d^2} \text{ .... } (10.2)$$

10.1 সমীকৰণ আৰু 10.2 সমীকৰণ লগ লগাই আমি পাওঁ

$$F \propto \frac{M \times m}{d^2} \text{ .... } (10.3)$$

বা $$F = G\frac{M \times m}{d^2} \text{ .... } (10.4)$$

ইয়াত G এটা সমানুপাতিক ধ্ৰুৱক আৰু ইয়াকে মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন ধ্ৰুৱক (universal gravitation constant) বুলি কোৱা হয়।

বজ্ৰ পূৰণ কৰিলে (10.4) সমীকৰণৰ পৰা পাওঁ

$$F \times d^2 = GM \times m$$

আইজাক নিউটন
(১৬৪২ - ১৭২৭)

ইংলেণ্ডৰ গ্ৰান্থামৰ (Grantham) নিকটৱৰ্তী উলচ্‌থ'প (Woolsthorpe) নামৰ ঠাইত নিউটনৰ জন্ম হৈছিল। বিজ্ঞানৰ বুৰঞ্জীত তেওঁক অতি মৌলিকত্ব সম্পন্ন আৰু প্ৰভাৱশালী তাত্বিক ৰূপে গণ্য কৰা হয়। দুখীয়া কৃষক পৰিয়াল এটাত তেওঁৰ জন্ম হৈছিল। কিন্তু কৃষি কামত তেওঁ পাকৈত নাছিল। 1661 খ্ৰীঃত তেওঁক কেম্ব্ৰিজ বিশ্ববিদ্যালয়ত অধ্যয়ন কৰিবলৈ পঠোৱা হৈছিল। 1665 খ্ৰীঃত কেম্ব্ৰিজত প্লেগ (Plague) নামৰ মহামাৰীৰ সংহাৰ চলিছিল আৰু সেইবাবে নিউটনে এবছৰলৈ সেই ঠাইৰ পৰা আঁতৰি থাকিবলগীয়া হৈছিল। এই কালছোৱাতেই তেওঁৰ ওপৰত আপেল পৰা ঘটনাটো সংঘটিত হয় বুলি জনশ্ৰুতি আছে। এই ঘটনাটোৱেই নিউটনক মাধ্যাকৰ্ষণ আৰু চন্দ্ৰক কক্ষপথত ঘূৰাই ৰখা বলটোৰ মাজত থাকিব পৰা সম্পৰ্ক বিচাৰিবলৈ অনুপ্ৰাণিত কৰিছিল। ইয়াৰ পৰাই তেওঁ মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন সূত্ৰ (Universal law of gravitation) আৱিষ্কাৰ কৰিছিল। ই উল্লেখনীয় যে তেওঁৰ পূৰ্বে বহুতো বিখ্যাত বিজ্ঞানীয়ে মহাকৰ্ষণৰ বিষয়ে কিছু কথা জানিছিল যদিও সেই জ্ঞান স্পষ্ট নাছিল।

নিউটনে বিখ্যাত গতি বিষয়ক সূত্ৰসমূহ লিখি উলিয়াইছিল। পোহৰ আৰু ৰঙৰ তত্বসমূহৰ ওপৰত তেওঁ গৱেষণা কৰিছিল। আকাশ নিৰীক্ষণৰ উদ্দেশ্যে তেওঁ এটা নভোবীক্ষণ যন্ত্ৰ তৈয়াৰ কৰিছিল। তেওঁ এজন মহান গণিতজ্ঞও আছিল। তেওঁ কলন গণিত (calculus) নামৰ গণিতৰ এটা নতুন শাখা আৱিষ্কাৰ কৰিছিল। ইয়াৰ প্ৰয়োগৰ দ্বাৰা তেওঁ প্ৰমাণ কৰিছিল যে সুষম ঘনত্বৰ গোলক এটাৰ বহিৰ্ভাগৰ বস্তুৰ বাবে গোলকটোৱে তাৰ সমস্ত ভৰ তাৰ কেন্দ্ৰত নিহীত থকাৰ দৰে আচৰণ কৰে। নিউটনে তেওঁৰ গতি বিষয়ক তিনিটা সূত্ৰ আৰু মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন সূত্ৰৰ যোগেদি ভৌতিক বিজ্ঞানৰ ৰূপৰেখাই সলনি কৰি দিছিল। সোতৰশ শতিকাৰ বৈজ্ঞানিক আন্দোলনৰ সৰাতোকৈ গুৰুত্বপূৰ্ণ নিউটনৰ এই কৰ্মৰাজিত ক'পাৰনিকাচ (Copernicus), কেপ্‌লাৰ (Kepler), গেলিলিও (Galileo) আৰু আন আন বহুতো ব্যক্তিৰ অতুলনীয় অৱদানবোৰ সন্নিবিষ্ট হৈছিল।

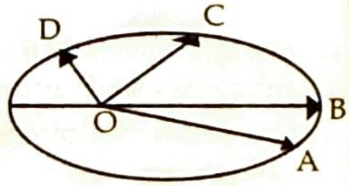
এইটো উল্লেখনীয় যে মহাকৰ্ষণৰ সূত্ৰটো যদিও সেই সময়ত সাব্যস্ত কৰিব পৰা হোৱা নাছিল, তথাপিও ইয়াৰ সত্যতাৰ ওপৰত কোনেও কিঞ্চিতো সন্দেহ প্ৰকাশ কৰা নাছিল। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল তেওঁ সূত্ৰটোৰ সপক্ষে সবল বৈজ্ঞানিক যুক্তি দাঙি ধৰাৰ লগতে তাৰ গাণিতিক আধাৰো আগবঢ়াইছিল। এই কাৰণেই সূত্ৰটো সৰল আৰু সুসংহত হৈছিল। বৰ্তমানে এই গুণসমূহ এটা ভাল বৈজ্ঞানিক তত্বৰ অপৰিহাৰ্য অংগৰূপে পৰিচিত।

নিউটনে ব্যস্ত বৰ্গৰ নিয়মৰ অনুধাৱন কেনেকৈ কৰিছিল ?

গ্ৰহবোৰৰ গতি সদায়ে অতি অনুসন্ধিৎসাৰ বিষয়-বস্তু আছিল। ১৬শ খ্ৰীঃৰ বহুতো জ্যোতিৰ্বিদে গ্ৰহবোৰৰ গতিৰ সম্পৰ্কত বহুতো তথ্য সংগ্ৰহ কৰিছিল। এই তথ্যসমূহৰ ভিত্তিত জোহান্স কেপ্‌লাৰে (Johannes Kepler) গ্ৰহবোৰৰ গতি বিষয়ক তিনিটা সূত্ৰৰ অৱতাৰণা কৰিছিল। ইহঁতক কেপ্‌লাৰৰ সূত্ৰ (Kepler's laws) বুলি কোৱা হয়। এইকেইটা হ'ল ঃ

1. গ্ৰহৰ কক্ষপথ উপবৃত্তাকাৰ (ellipse) আকৃতিৰ। ইয়াৰ কোনো এটা নাভিত সূৰ্যটো অৱস্থিত হয়। (তলৰ চিত্ৰ চোৱা)। চিত্ৰত O হৈছে সূৰ্যৰ অৱস্থান।
2. গ্ৰহ আৰু সূৰ্য সংযোগী ৰেখাই সমান সময়ৰ অন্তৰালত সমান সমান কালিৰ ওপৰেৰে পাৰ হয়। যদি Aৰ পৰা Bলৈ যোৱা সময়, Cৰ পৰা Dলৈ যোৱা সময়ৰ সৈতে একে হয় তেন্তে OAB আৰু OCD কালি সমান হ'ব।
3. গ্ৰহ এটাৰ সূৰ্যৰ পৰা গড় দূৰত্বৰ ঘন ইয়াৰ পৰ্যায়কাল Tৰ বৰ্গৰ সমানুপাতিক। অথবা, $\frac{r^3}{T^2}$ = ধ্ৰুৱক।

এইটো উল্লেখনীয় যে কেপ্‌লাৰে গ্ৰহৰ গতি ব্যাখ্যা কৰিব পৰা কোনো তত্ব (theory) আগবঢ়াব নোৱাৰিলে। নিউটনেহে দেখুৱালে যে সূৰ্যই গ্ৰহৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা মহাকৰ্ষণ বলেই হৈছে গ্ৰহৰ গতিৰ কাৰণ। নিউটনে কেপ্‌লাৰৰ তৃতীয় সূত্ৰ ব্যৱহাৰ কৰি মহাকৰ্ষণিক বল নিৰ্ণয় কৰিছিল। পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণ বল দূৰত্ব বঢ়াৰ লগে লগে কমে। ইয়াৰ এটা সৰল ব্যাখ্যা এনে ধৰণৰ। আমি ধৰি লওঁ যে — গ্ৰহবোৰৰ কক্ষপথ বৃত্তাকাৰ। আকৌ ধৰা হওঁক গ্ৰহৰ কক্ষীয় বেগ v আৰু কক্ষপথৰ ব্যাসাৰ্ধ r। তেন্তে কক্ষপথত ঘূৰি থকা গ্ৰহ এটাৰ ওপৰত ক্ৰিয়াশীল বল $F \propto \frac{v^2}{r}$



যদি পৰ্যায়কাল T, তেন্তে $v = \frac{2\pi r}{T}$ গতিকে $v^2 \propto \frac{r^2}{T^2}$

আমি এনেদৰেও লিখিব পাৰোঃ $v^2 \propto \frac{1}{r} \times \frac{r^3}{T^2}$

যিহেতু কেপ্‌লাৰৰ তৃতীয় সূত্ৰ অনুসৰি $\frac{r^3}{T^2}$ = ধ্ৰুৱক, গতিকে $v^2 \propto \frac{1}{r}$। ইয়াক $F \propto \frac{v^2}{r}$ত বহুৱালে আমি পাম, $F \propto \frac{1}{r^2}$।

বা $G = \dfrac{Fd^2}{M \times m}$ .... (10.5)

বল, দূৰত্ব আৰু ভৰৰ একক (10.5) সমীকৰণত বহুৱালে G ৰ এচআই (SI) একক পোৱা যাব। ই হ'ল, $N m^2 kg^{-2}$। হেনৰি কেভেণ্ডিচে (Henry Cavendish, 1731–1810) সংবেদনশীল তুলাচনী (sensitive balance) ব্যৱহাৰ কৰি G ৰ মান নিৰ্ণয় কৰিছিল। G ৰ গৃহীত মান হ'ল 6.673×10^{-11} $Nm^2 kg^{-2}$।

আমি জানো যে যিকোনো দুটা বস্তুৰ মাজত আকৰ্ষণী বল এটা থাকে। তোমাৰ আৰু তোমাৰ ওচৰতে বহি থকা বন্ধু এজনৰ মাজৰ আকৰ্ষণী বল নিৰ্ণয় কৰা। তুমি এই বল কিয় অনুভৱ নকৰা ব্যাখ্যা কৰা।

অধিক জ্ঞানৰ বাবে

এই সূত্ৰটো বিশ্বজনীন এই অৰ্থত যে, ই ডাঙৰ সৰু, পাৰ্থিৱ বা নভোমণ্ডলীয় সকলো বস্তুৰ ক্ষেত্ৰতে প্ৰযোজ্য।

ব্যস্তবৰ্গ

ধৰা হওঁক, F, d ৰ বৰ্গৰ ব্যস্তানুপাতিক। ইয়াৰ ব্যাখ্যা এনেদৰে দিব পাৰিঃ উদাহৰণ স্বৰূপে যদি d 6 গুণে বাঢ়ে তেন্তে *F* $\frac{1}{36}$ গুণে সৰু হ'ব।

উদাহৰণ 10.1 : পৃথিৱীৰ ভৰ 6×10^{24} kg আৰু চন্দ্ৰৰ ভৰ 7.4×10^{22} kg। যদি পৃথিৱী আৰু চন্দ্ৰৰ মাজৰ দূৰত্ব 3.84×10^5 km হয় তেন্তে পৃথিৱীয়ে চন্দ্ৰৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা বল নিৰ্ণয় কৰা। $G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m^2 k g^{-2}।

সমাধান ঃ

পৃথিৱীৰ ভৰ, $M = 6 \times 10^{24}$ kg

চন্দ্ৰৰ ভৰ, $m = 7.4 \times 10^{22}$ kg

পৃথিৱী আৰু চন্দ্ৰৰ মাজৰ দূৰত্ব,

$= 3.84 \times 10^5$ km

$= 3.84 \times 10^5 \times 1000$ m

$= 3.84 \times 10^8$ m

$G = 6.7 \times 10^{-11}$ N m^2 k g^{-2}

(10.4) সমীকৰণৰ পৰা, পৃথিৱীয়ে চন্দ্ৰৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা বল

$$F = G\frac{M \times m}{d^2}$$

$$= \frac{6.7 \times 10^{-11} N m^2 kg^{-2} \times 6 \times 10^{24} kg \times 7.4 \times 10^{22} kg}{(3.84 \times 10^8 m)^2}$$

$= 2.01 \times 10^{20}$ N

গতিকে, পৃথিৱীয়ে চন্দ্ৰৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা বল

2.01×10^{20} N

প্ৰশ্নাৱলী

1. *মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন সূত্ৰটো লিখা।*
2. *পৃথিৱী আৰু ইয়াৰ পৃষ্ঠত অৱস্থিত বস্তু এটাৰ মাজৰ মহাকৰ্ষণিক বলৰ মান নিৰ্ণয় কৰা সূত্ৰটো লিখা।*

10.1.2 মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন সূত্ৰৰ গুৰুত্ব (IMPORTANCE OF THE UNIVERSAL LAW OF GRAVITATION) :

মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন সূত্ৰই পৰস্পৰ সম্পৰ্ক নথকা বুলি ভবা বহুকেইটা পৰিঘটনা সফলভাৱে ব্যাখ্যা কৰিছিল;

(i) আমাক পৃথিৱীৰ সৈতে বান্ধোনত ৰখা বল;

(ii) পৃথিৱীৰ চাৰিওফালে চন্দ্ৰৰ গতি;

(iii) সূৰ্যৰ চাৰিওফালে গ্ৰহবোৰৰ গতি; আৰু

(iv) চন্দ্ৰ আৰু সূৰ্যৰ বাবে সমুদ্ৰপৃষ্ঠত উঠা জোৱাৰ (tides)।

10.2 মুক্ত অধোগমন (Free Fall) :

তলত দিয়া ক্ৰিয়াকলাপটো সম্পাদন কৰি আমি মুক্ত অধোগমনৰ অৰ্থ বুজোঁ আহাঁ।

কাৰ্যকলাপ.................................**10.2**

- শিলগুটি এটা লোৱা।
- ইয়াক ওপৰলৈ দলিয়াই দিয়া।
- ই এটা নিৰ্দিষ্ট উচ্চতালৈ উঠিব আৰু তাৰ পিছত তললৈ পৰিবলৈ আৰম্ভ কৰিব।

আমি ইতিমধ্যে শিকিলোঁ যে পৃথিৱীয়ে যিকোনো বস্তুক ইয়াৰ কেন্দ্ৰৰ দিশত আকৰ্ষণ কৰে। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল মহাকৰ্ষণিক বল। বস্তু এটাই কেৱল এই বলৰ প্ৰভাৱত পৃথিৱীৰ দিশলৈ পৰিলে আমি সেই গতিক মুক্ত অধোগমন বুলি কওঁ। অধোগামী বস্তুৰ বেগৰ পৰিবৰ্তন হয়নে? অধোগমনত বস্তুৰ গতিৰ দিশৰ কোনো পৰিবৰ্তন নহয়। কিন্তু পৃথিৱীৰ আকৰ্ষণৰ বাবে ইয়াৰ

বেগৰ মানৰ পৰিবৰ্তন ঘটিব। বেগৰ পৰিবৰ্তনৰ লগত ত্বৰণ জড়িত হৈ থাকে। বস্তু এটা পৃথিৱীৰ দিশত তললৈ পৰিলে তাৰ লগত এটা ত্বৰণ জড়িত হৈ থাকে। এই ত্বৰণৰ উৎপত্তিৰ কাৰণ হ'ল পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণ বল। সেই কাৰণেই এই ত্বৰণক পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণ বলৰ বাবে হোৱা ত্বৰণ বা মহাকৰ্ষজ ত্বৰণ (acceleration due to gravity) বুলি কোৱা হয়। ইয়াক g আখৰেৰে সূচোৱা হয়।

g ৰ একক ত্বৰণৰ এককৰ সৈতে একে, অৰ্থাৎ $m\ s^{-2}$।

গতি বিষয়ক দ্বিতীয় সূত্ৰৰ পৰা আমি জানো যে বল হৈছে বস্তু এটাৰ ভৰ আৰু ত্বৰণৰ গুণফল। ধৰা হওঁক 10.2 ক্ৰিয়াকলাপত উল্লেখ কৰা শিলগুটিটোৰ ভৰ m। আমি ইতিমধ্যে জানিলো যে সকলো অধোগামী বস্তুৰ ওপৰত মহাকৰ্ষিক বলৰ বাবে এটা ত্বৰণে ক্ৰিয়া কৰে আৰু ইয়াক আমি 'g' ৰে সূচাওঁ। সেইবাবে বস্তুটোৰ ওপৰত ক্ৰিয়া কৰা মহাকৰ্ষিক বলৰ মান বস্তুটোৰ ভৰ m আৰু ইয়াৰ ওপৰত ক্ৰিয়া কৰা মহাকৰ্ষিক বলৰ বাবে সৃষ্টি হোৱা ত্বৰণৰ গুণফলৰ সমান।

অৰ্থাৎ $F = m g$ .... (10.6)

10.4 আৰু 10.6 সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ

$$mg = G\frac{M \times m}{d^2}$$

বা $$g = G\frac{M}{d^2} \quad (10.7)$$

ইয়াত M হ'ল পৃথিৱীৰ ভৰ আৰু d হ'ল বস্তু আৰু পৃথিৱীৰ মাজৰ দূৰত্ব।

ধৰা হওঁক বস্তু এটা পৃথিৱীৰ পৃষ্ঠৰ ওপৰত বা ওচৰত অৱস্থিত। এই ক্ষেত্ৰত 10.7 সমীকৰণৰ d দূৰত্ব হ'ব পৃথিৱীৰ ব্যাসাৰ্ধ R। গতিকে পৃথিৱীৰ পৃষ্ঠত বা পৃষ্ঠৰ ওচৰত থকা বস্তুৰ বাবে

$$mg = G\frac{M \times m}{R^2} \quad (10.8)$$

$$g = G\frac{M}{R^2} \quad (10.9)$$

পৃথিৱীখন সম্পূৰ্ণ গোলাকাৰ নহয়। যিহেতু পৃথিৱীৰ ব্যাসাৰ্ধ মেৰুৰ পৰা বিষুৱলৈ ক্ৰমান্বয়ে বাঢ়ে, গতিকে g ৰ মান বিষুৱতকৈ মেৰুত বেছি। বেছিভাগ গণনাত পৃথিৱীৰ পৃষ্ঠত বা পৃষ্ঠৰ ওচৰত আমি g ক মোটামোটিভাৱে ধ্ৰুৱক বুলি ধৰিব পাৰোঁ। কিন্তু পৃথিৱীৰ পৰা আঁতৰত থকা বস্তুৰ বাবে পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণ বলৰ বাবে হোৱা ত্বৰণ 10.7 সমীকৰণে দিব।

10.2.1 g ৰ মান নিৰ্ণয়ৰ বাবে (TO CALCULATE THE VALUE OF g):

g ৰ মান নিৰ্ণয়ৰ বাবে 10.9 সমীকৰণত G, M আৰু R ৰ মান বহুৱাব লাগিব। $G = 6.7 \times 10^{-11}\ N m^2 kg^{-2}$, পৃথিৱীৰ ভৰ $M = 6 \times 10^{24}$ kg আৰু পৃথিৱীৰ ব্যাসাৰ্ধ $R = 6.4 \times 10^6$ m লৈছোঁ —

$$g = \frac{GM}{R^2} = \frac{6.7 \times 10^{-11}\ N m^2 kg^{-2} \times 6 \times 10^{24}\ kg}{(6.4 \times 10^6\ m)^2}$$

$$= 9.8\ m\ s^{-2}$$

গতিকে পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষিক ত্বৰণৰ মান $9.8\ m\ s^{-2}$।

10.2.2 পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণৰ বলৰ প্ৰভাৱত বস্তুৰ গতি (MOTION OF OBJECTS UNDER THE INFLUENCE OF GRAVITATIONAL FORCE OF THE EARTH):

কোনো এখন কাগজ বা শিলগুটি, তামৰ বা সকলো বস্তু ওপৰৰ পৰা তললৈ পৰোতে একে হাৰতে পৰেনে নপৰে তাকে জানিবলৈ ক্ৰিয়াকলাপ এটা সম্পাদন কৰো আহাঁ।

কাৰ্যকলাপ 10.3

- কাগজ এখন আৰু শিলগুটি এটা লোৱা। দুয়োটাকে একেলগে অট্টালিকা এটাৰ প্ৰথম মহলাৰ পৰা পেলাই দিয়া। দুয়োটাই একেলগে মাটিত পৰিছে নেকি লক্ষ্য কৰা।
- আমি দেখিম যে, কাগজখন শিলগুটিটোতকৈ কিছু সময়ৰ পিছতহে মাটিত পৰিছে। বায়ুৰ বাধাৰ বাবেই এনে হয়। অধোগামী বস্তুৰ গতিৰ বিপক্ষে ঘৰ্ষণৰ জন্য দি বায়ুৱে বাধাৰ সৃষ্টি কৰে। বায়ুৰ পৰা কাগজখনে পোৱা বাধা, শিলগুটিটোৱে পোৱা বাধাৰ তুলনাত বেছি। যদি আমি এই পৰীক্ষাটো এটা বায়ু নিষ্কাশিত পাত্ৰত কৰো তেন্তে দেখিম যে কাগজখিনি আৰু শিলগুটিটো একে হাৰত পৰিব।

আমি জানো যে মুক্তভাৱে অধোগামী বস্তু এটাই ত্বৰণ অনুভৱ কৰে। 10.9 সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ যে বস্তুটোৰ ত্বৰণ ভৰৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল নহয়। ইয়াৰ অৰ্থ এয়ে যে ফোঁপোলা বা গোটা, ডাঙৰ বা সৰু, সকলো বস্তুৱেই একে হাৰতে তললৈ পৰিব লাগে। শুনা যায় যে, গেলিলিওৱে ইটালীৰ পিছা (Pisa) নগৰৰ হেলনীয়া স্তম্ভৰ (Leaning Tower) পৰা বিভিন্ন বস্তু তললৈ পেলাই ইয়াৰেই সত্যতা প্ৰতিপন্ন কৰিছিল।

যিহেতু পৃথিৱীৰ ওচৰত g ৰ মান ধ্ৰুৱক, গতিকে সুষমভাৱে ত্বৰিত বস্তুৰ গতি বিষয়ক সমীকৰণবোৰত (অনুচ্ছেদ 8.5 চোৱা) a ৰ ঠাইত g বহুৱালে সমীকৰণবোৰ এই ক্ষেত্ৰতো প্ৰযোজ্য হ'ব।

সমীকৰণসমূহ হ'ল ঃ

$$v = u + at \quad \text{..................} \quad (10.10)$$

$$s = ut + \tfrac{1}{2}at^2 \quad \text{...........} \quad (10.11)$$

$$v^2 = u^2 + 2as \quad \text{.............} \quad (10.12)$$

ইয়াত u আৰু v হৈছে প্ৰাৰম্ভিক আৰু অন্তিম বেগ আৰু s হ'ল t সময়ত অতিক্ৰম কৰা দূৰত্ব।

এই সমীকৰণবোৰ প্ৰয়োগ কৰোঁতে ত্বৰণ a, বেগৰ দিশত থাকিলে অৰ্থাৎ বস্তুটোৰ গতিৰ দিশত থাকিলে তাক ধনাত্মক আৰু যদি ই গতিৰ বিৰোধিতা কৰে তেন্তে তাক ঋণাত্মক ধৰা হয়।

উদাহৰণ-10.2 : গাড়ী এখন পাহাৰৰ গাৰ পৰা বাহিৰলৈ ওলাই থকা অংশ এটাৰ পৰা বাগৰি পৰিল আৰু 0.5 s ত ভূপতিত হ'ল। ধৰা হওঁক g = 10 m s^{-2} (গণনাৰ সৰলীকৰণৰ বাবে)

(i) মাটিত পৰোতে ইয়াৰ দ্ৰুতি কিমান?

(ii) 0.5 s সময়ছোৱাত ইয়াৰ গড় দ্ৰুতি কিমান?

(iii) পাহাৰৰ গাৰ পৰা ওলাই থকা অংশটোৰ উচ্চতা মাটিৰ পৰা কিমান?

সমাধান ঃ

সময়, $t = 0.5\ s$

প্ৰাৰম্ভিক বেগ, $u = 0$ m s^{-1}

মাধ্যাকৰ্ষিক ত্বৰণ, $g = 10\ m\ s^{-2}$

গাড়ীখনৰ ত্বৰণ a, = + 10 m s^{-2} (নিম্নমুখী)

(i) দ্ৰুতি $v = at$

$$= 10 \text{ m s}^{-2} \times 0.5 \text{ s}$$
$$= 5 \text{ m s}^{-1}$$

(ii) গড় দ্ৰুতি $= \dfrac{u+v}{2} = \dfrac{0 m s^{-1} + 5 m s^{-1}}{2} = 2.5 m s^{-1}$

(iii) অতিক্ৰম কৰা দূৰত্ব, $s = \tfrac{1}{2}at^2$

$$= \tfrac{1}{2} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times (0.5\ s)^2$$
$$= \tfrac{1}{2} \times 10 \text{ m s}^{-2} \times 0.25\ s^2 = 1.25 \text{ m}$$

গতিকে,

(i) মাটিত পৰা সময়ত দ্ৰুতি = 5 m s^{-1}

(ii) 0.5 s সময়ছোৱাত গড় দ্ৰুতি = 2.5 m s^{-1}

(iii) মাটিৰ পৰা ঢালটোৰ উচ্চতা = 1.25 m.

উদাহৰণ 10.3 : উলম্বভাৱে ওপৰলৈ দলিওৱা বস্তু এটা 10 m উচ্চতালৈ উঠে। (i) বস্তুটো কিমান বেগেৰে ওপৰলৈ দলিওৱা হৈছিল? (ii) সৰ্বোচ্চ বিন্দুত উপনীত হওঁতে কিমান সময় লাগিব?

সমাধান ঃ

অতিক্ৰম কৰা দূৰত্ব, s = 10 m

অন্তিম বেগ, v = 0 m s^{-1}

মাধ্যাকৰ্ষিক ত্বৰণ, g = 9.8 ms^{-2}

বস্তুটোৰ ত্বৰণ a = –9.8 m s^{-2} (ঊৰ্ধগামী গতি)

(i) $v^2 = u^2 + 2as$

$$0 = u^2 + 2 \times (-9.8\ m\ s^{-2}) \times 10 \text{ m}$$
$$-u^2 = -2 \times 9.8 \times 10 m^2 s^{-2}$$
$$u = \sqrt{196}\ m\ s^{-1} = 14\ m\ s^{-1}$$

(ii) $v = u + at$

$$0 = 14\ m\ s^{-1} - 9.8\ m\ s^{-2}) \times \text{t}$$
$$t = 1.43\ s$$

অৰ্থাৎ, (i) প্ৰাৰম্ভিক বেগ, u = 14 m s^{-1} আৰু

(ii) অতিবাহিত সময়, t = 1.43 s।

প্ৰশ্নাৱলী

1. মুক্ত অধোগমন মানে কি বুজা?
2. মাধ্যাকৰ্ষিক ত্বৰণ মানে কি বুজা?

10.3 ভৰ (Mass)

আমি আগৰ অধ্যায়ত শিকিছিলোঁ যে বস্তু এটাৰ ভৰেই হ'ল ইয়াৰ জড়তাৰ জোখ (9.3 অনুচ্ছেদ)। লগতে এইটোও শিকিছিলোঁ যে বস্তু এটাৰ ভৰ যিমানেই বেছি হয় তাৰ জড়তাও সিমানেই বেছি হয়। পৃথিৱী, চন্দ্ৰ বা মহাকাশ য'তেই নাথাকক কিয় বস্তু এটাৰ ভৰ সকলোতে একে। অৰ্থাৎ বস্তু এটাৰ ভৰ ধ্ৰুৱক আৰু স্থানভেদে ইয়াৰ পৰিবৰ্তন নহয়।

10.4 ওজন (Weight)

আমি জানো যে পৃথিৱীয়ে সকলো বস্তুকে বল প্ৰয়োগৰ দ্বাৰা নিজৰ ফালে আকৰ্ষণ কৰে; এই আকৰ্ষণী বল, বস্তুটোৰ ভৰ (m) আৰু মাধ্যাকৰ্ষণিক ত্বৰণ (g)ৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল। কোনো বস্তু যি বলেৰে পৃথিৱীৰ ফালে আকৰ্ষিত হয় তাকেই সেই বস্তুৰ ওজন বোলে।

আমি জানো যে

$$F = m \times a \text{ .... } (10.13)$$

অৰ্থাৎ, $$F = m \times g \text{ .... } (10.14)$$

বস্তুৰ ওপৰত পৃথিৱীৰ আকৰ্ষণী বলেই হ'ল বস্তুৰ ওজন। ইয়াক Wৰে সূচোৱা হয়। (10.14) সমীকৰণত F = W বহুৱাই আমি পাওঁ,

$$W = m \times g \text{ .... } (10.15)$$

যিহেতু বস্তুৰ ওজন হ'ল তাৰ ওপৰত ক্ৰিয়াশীল পৃথিৱীৰ আকৰ্ষণী বল, গতিকে ওজনৰ এচ আই একক বলৰ সৈতে একে হ'ব। অৰ্থাৎ নিউটন (N)। ওজন হ'ল উলম্ব দিশত তললৈ ক্ৰিয়া কৰা বল। ইয়াৰ মান আৰু দিশ দুয়োটা আছে।

আমি শিকিলোঁ যে কোনো প্ৰদত্ত স্থানত gৰ মান ধ্ৰুৱক। সেইবাবে কোনো প্ৰদত্ত স্থানত বস্তুৰ ওজন তাৰ ভৰৰ (m) সমানুপাতিক, অৰ্থাৎ, $W \propto m$। এইবাবেই কোনো এক প্ৰদত্ত স্থানত আমি ওজনকে তাৰ ভৰৰ জোখ হিচাপে গণ্য কৰিব পাৰো। পৃথিৱীৰ পৃষ্ঠতেই হওক বা আন কোনোবা গ্ৰহতেই হওক ভৰ সদায় একে থাকে, কিন্তু ওজন অৱস্থানৰ ওপৰত নিৰ্ভৰশীল।

10.4.1 চন্দ্ৰত বস্তুৰ ওজন (WEIGHT OF AN OBJECT ON THE MOON) :

আমি শিকিলোঁ যে, পৃথিৱীয়ে বস্তু এটাক যি বলেৰে আকৰ্ষণ কৰে সেই বলেই হ'ল বস্তুটোৰ পৃথিৱীত ওজন। একেদৰে, চন্দ্ৰত বস্তু এটাৰ ওজন হ'ল চন্দ্ৰই বস্তুটোৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা আকৰ্ষণী বল। চন্দ্ৰৰ ভৰ পৃথিৱীৰ ভৰতকৈ কম। সেইবাবে চন্দ্ৰই বস্তুৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা আকৰ্ষণী বল, পৃথিৱীৰ তেনে আকৰ্ষণী বলতকৈ কম।

ধৰা হওঁক, বস্তু এটাৰ ভৰ m আৰু চন্দ্ৰপৃষ্ঠত ইয়াৰ ওজন W_m। চন্দ্ৰৰ ভৰ M_m আৰু ইয়াৰ ব্যাসাৰ্ধ R_m বুলি ধৰা হ'ল।

মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন সূত্ৰ ব্যৱহাৰ কৰি চন্দ্ৰত বস্তুটোৰ ওজন হ'ব—

$$W_m = G\frac{M_m \times m}{R_m^{\ 2}} \text{ .... } 10.16$$

ধৰা হ'ল একেটা বস্তুৰ পৃথিৱীত ওজন W_e। পৃথিৱীৰ ভৰ M আৰু ব্যাসাৰ্ধ R।

তালিকা-10.1

সৌৰমণ্ডলীয় বস্তু	ভৰ (kg)	ব্যাসাৰ্ধ (m)
পৃথিৱী	5.98×10^{24}	6.37×10^{6}
চন্দ্ৰ	7.36×10^{22}	1.74×10^{6}

(10.9) সমীকৰণ আৰু (10.15) সমীকৰণৰ পৰা আমি পাওঁ—

$$W_e = G\frac{M \times m}{R^2} \text{ .... } (10.17)$$

10.1 তালিকাৰ পৰা ৰাশিসমূহৰ মান (10.16) আৰু (10.17) সমীকৰণত বহুৱাই —

$$W_m = G\frac{7.36 \times 10^{22}\ kg \times m}{\left(1.74 \times 10^{6}\ m\right)^2}$$

$$Wm = 2.431 \times 10^{10}\ G \times m \text{ .... } (10.18a)$$

আৰু, $$W_e = 1.474 \times 10^{11}\ G \times m \text{ .... } (10.18b)$$

(10.18a) সমীকৰণক (10.18b) সমীকৰণেৰে হৰণ কৰি আমি পাওঁ—

$$\frac{W_m}{W_e} = \frac{2.431 \times 10^{10}}{1.474 \times 10^{11}}$$

বা $$\frac{W_m}{W_e} = 0.165 \approx \frac{1}{6} \text{ .... } (10.19)$$

$$\frac{\text{চন্দ্ৰপৃষ্ঠত বস্তুৰ ওজন}}{\text{পৃথিৱীত বস্তুৰ ওজন}} = \frac{1}{6}$$

$$\text{চন্দ্ৰত বস্তুৰ ওজন} = \frac{1}{6} \times \text{পৃথিৱীত ইয়াৰ ওজন।}$$

উদাহৰণ-10.4 : বস্তু এটাৰ ভৰ 10kg। পৃথিৱীত ইয়াৰ ওজন কিমান?

সমাধান ঃ

ভৰ $m = 10$ kg

মাধ্যাকৰ্ষণিক ত্বৰণ $g = 9.8\ ms^{-2}$

$$W = m \times g$$
$$= 10\text{kg} \times 9.8\text{ms}^{-2} = 98\ \text{N}$$

অৰ্থাৎ বস্তুটোৰ ওজন 98 N

উদাহৰণ-10.5 : ভূ-পৃষ্ঠত বস্তু এটাৰ ওজন 10N। চন্দ্ৰপৃষ্ঠত ইয়াৰ ওজন কিমান হ'ব?

সমাধান ঃ আমি জানো যে চন্দ্ৰপৃষ্ঠত বস্তু এটাৰ ওজন

$$= \frac{1}{6} \times \text{ভূ-পৃষ্ঠত ইয়াৰ ওজন।}$$

অৰ্থাৎ $W_m = \frac{W_e}{6} = \frac{10}{6} N = 1.67$ N

অৰ্থাৎ চন্দ্ৰপৃষ্ঠত বস্তুটোৰ ওজন 1.67 N।

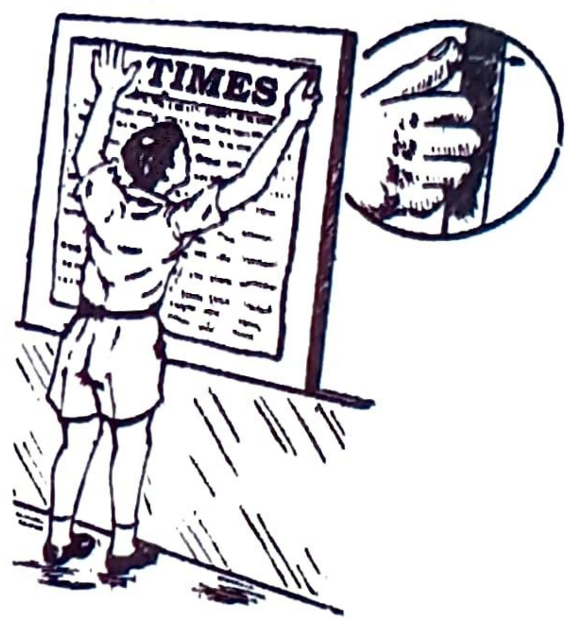
প্ৰশ্নাৱলী

1. *বস্তু এটাৰ ভৰ আৰু ওজনৰ মাজৰ পাৰ্থক্যসমূহ কি কি?*
2. *চন্দ্ৰপৃষ্ঠত বস্তু এটাৰ ওজন ভূপৃষ্ঠৰ ওজনৰ $\frac{1}{6}$ অংশ হয় কিয়?*

10.5 হেঁচা আৰু চাপ (Thrust and Pressure) :

উটে মৰুভূমিত অনায়াসে দৌৰিব পাৰে। ইয়াৰ কাৰণটো কেতিয়াবা গমি চাইছানে? সহস্ৰাধিক টন ওজনৰ যুদ্ধৰ টেংকবোৰ অবিচ্ছিন্ন শিকলিৰ ওপৰত কিয় ৰখা থাকে? ট্ৰাক আৰু বাছৰ চকাবিলাক কিয় যথেষ্ট বহল হয়? বস্তু কটা সৰঞ্জামবোৰত ধাৰ থাকে কিয়? এইবোৰ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ দিবলৈ আৰু এইবোৰৰ সৈতে জড়িত পৰিঘটনাবোৰ জানিবলৈ বস্তুৰ ওপৰত বিশেষ দিশত ক্ৰিয়া কৰা মুঠ বল (হেঁচা) আৰু বস্তুৰ প্ৰতি একক ক্ষেত্ৰফলত ক্ৰিয়াশীল বলৰ (চাপ) ধাৰণাৰ অৱতাৰণা অতিশয় আৱশ্যকীয়। হেঁচা আৰু চাপৰ অৰ্থ বুজিবলৈ নিম্নোল্লেখিত পৰিস্থিতিটোৰ আলোচনা কৰো আঁহা।

পৰিস্থিতি 1 (Situation-1) : 10.3 চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে তুমি বুলেটিন ব'ৰ্ডত পষ্টাৰ এখন ওলোমাবলৈ চেষ্টা কৰিছা। ইয়াকে কৰিবলৈ তুমি ড্ৰয়িং পিনবোৰ বুঢ়া আঙুলিৰে হেঁচিব লাগিব। তুমি পিনৰ বহল টুপীৰ ক্ষেত্ৰফলত বল প্ৰয়োগ কৰিছা। প্ৰযুক্ত বল ব'ৰ্ডখনৰ ক্ষেত্ৰফলৰ লম্বভাৱে ক্ৰিয়াশীল হৈছে। এই বল পিনৰ জোঙা মূৰৰ অপেক্ষাকৃতভাৱে সৰু ক্ষেত্ৰফলত প্ৰয়োগ হৈছে।সুক্ষ্ম আৰু সৰু ক্ষেত্ৰফলত প্ৰয়োগ হৈছে। ফলত ক্ৰিয়া কৰিছে।



চিত্ৰ-10.3 ঃ ব'ৰ্ডত পষ্টাৰ এখন ওলোমাওতে বুঢ়াআঙুলি ব'ৰ্ডৰ লম্বভাৱে ৰাখি পিনবোৰ হেঁচা হৈছে।

পৰিস্থিতি 2 (Situation 2) : তুমি ঢিলা বালিৰ ওপৰত থিয় হৈছা। তোমাৰ ভৰি বালিত দলৈকে সোমাই যাব। এতিয়া তুমি বালিৰ ওপৰত শুই দিয়া। দেখিবা যে তোমাৰ শৰীৰটো বালিত সিমান দলৈ সোমাই যোৱা নাই। এই দুয়োক্ষেত্ৰতে বালিৰ ওপৰত প্ৰয়োগ হোৱা বল হৈছে তোমাৰ শৰীৰৰ ওজন।

তোমালোকে শিকিলা যে ওজন হৈছে উলম্বভাৱে তললৈ ক্ৰিয়া কৰা বল। ইয়াত বলটোৱে বালিৰ পৃষ্ঠত লম্বভাৱে ক্ৰিয়া কৰিছে। বস্তুৰ পৃষ্ঠত লম্বভাৱে ক্ৰিয়া কৰা বলেই হৈছে হেঁচা। ঢিলা বালিৰ ওপৰত থিয় হ'লে প্ৰয়োগ হোৱা বল, অৰ্থাৎ তোমাৰ ওজন, যিটো ক্ষেত্ৰফলৰ ওপৰত ক্ৰিয়াশীল হ'ব সেয়া তোমাৰ ভৰি দুখনৰ ক্ষেত্ৰফলৰ সমান। আনহতে, শুই দিলে একেটা বলেই তোমাৰ শৰীৰৰ বালিৰ সংস্পৰ্শত অহা ক্ষেত্ৰফলৰ ওপৰত ক্ৰিয়া কৰিব, যিটো ক্ষেত্ৰফল তোমাৰ ভৰি দুখনৰ ক্ষেত্ৰফলতকৈ বেছি। গতিকে, একে মানৰ বলে বিভিন্ন ক্ষেত্ৰফলৰ ওপৰত ক্ৰিয়া কৰিলে তাৰ প্ৰভাৱ ভিন্ন হয়। ওপৰৰ উদাহৰণ দুটাত হেঁচা একে; কিন্তু প্ৰভাৱ বেলেগ বেলেগ। গতিকে হেঁচাৰ প্ৰভাৱ, ই ক্ৰিয়া কৰা ক্ষেত্ৰফলৰ ওপৰ নিৰ্ভৰ কৰে।

শুই থকা অৱস্থাতকৈ থিয় হৈ থকা অৱস্থাত বালিৰ ওপৰত হেঁচাৰ প্ৰভাৱ বেছি। একক ক্ষেত্ৰফলৰ ওপৰত প্ৰয়োগ হোৱা হেঁচাকে চাপ বোলে। গতিকে,

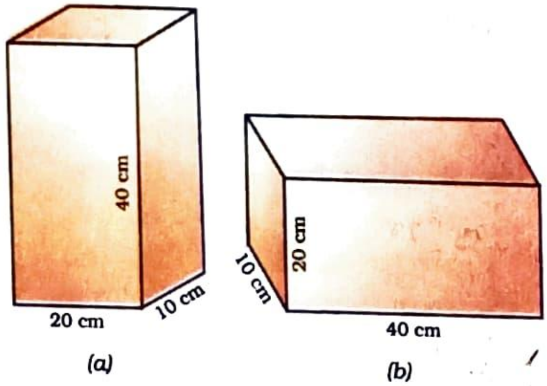
$$\text{চাপ} = \frac{\text{হেঁচা}}{\text{ক্ষেত্ৰফল}} \quad \text{............. (10.20)}$$

10.20 সমীকৰণত হেঁচা আৰু ক্ষেত্ৰফলৰ এচআই একক বহুৱালে চাপৰ এচআই একক হ'ব $\frac{N}{m^2}$ বা Nm^{-2}।

ব্লেইচ পাস্কেল (Blaise Pascal) নামৰ বিজ্ঞানীজনৰ সন্মানত চাপৰ এচআই এককক পাস্কেল (Pascal) বোলা হয় আৰু ইয়াক Paৰে সূচোৱা হয়।

এটা গাণিতিক উদাহৰণেৰে বেলেগ বেলেগ ক্ষেত্ৰফলৰ ওপৰত হেঁচাৰ প্ৰভাৱ বুজো আঁহা —

উদাহৰণ-10.6 কাঠৰ টুকুৰা এটা টেবুল এখনৰ ওপৰত থোৱা হৈছে। কাঠৰ টুকুৰাটোৰ ভৰ 5 kg আৰু ইয়াৰ বিস্তাৰ 40 cm × 20 cm × 10 cm । টেবুলৰ পৃষ্ঠত কাঠৰ টুকুৰাটোৱে প্ৰয়োগ কৰা চাপ নিৰ্ণয় কৰা যদি টুকুৰাটোৰ (a) 20cm×10cm পৃষ্ঠ আৰু (b) 40 cm × 20 cm পৃষ্ঠ টেবুলত সংস্থাপিত হয়।



চিত্ৰ-10.4

সমাধান ঃ

কাঠৰ টুকুৰাটোৰ ভৰ = 5 kg

ইয়াৰ বিস্তাৰ = 40cm× 20 cm × 10 cm

ইয়াত কাঠৰ টুকুৰাটোৰ ওজনে টেবুলৰ পৃষ্ঠত হেঁচা প্ৰয়োগ কৰিছে।

অৰ্থাৎ হেঁচা $F = m \times g$

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

$= 49\text{ N}$

(a) পৃষ্ঠ এখনৰ ক্ষেত্ৰফল = দৈৰ্ঘ্য × প্ৰস্থ

= 20 cm × 10 cm

$= 200\text{ cm}^2 = 0.02\text{ m}^2$

10.20 সমীকৰণৰ পৰা চাপ = $\frac{49\,N}{0.02\,m^2} = 2450\,N\,m^{-2}$

(b) টুকুৰাটোৰ 40 cm × 20 cm বিস্তাৰৰ পৃষ্ঠখন টেবুলত সংস্থাপিত হ'লে ই একে হেঁচাই প্ৰয়োগ কৰিব।

ক্ষেত্ৰফল = দৈৰ্ঘ্য × প্ৰস্থ

= 40 cm × 20 cm

$= 800\text{ cm}^2 = 0.08\text{ m}^2$

10.20 সমীকৰণৰ পৰা চাপ = $\frac{49\,N}{0.08\,m^2} = 612.5\text{ N m}^{-2}$

20 cm × 10 cm পৃষ্ঠই প্ৰয়োগ কৰা চাপ 2450 N m^{-2} আৰু 40 cm × 20 cm পৃষ্ঠই প্ৰয়োগ কৰা চাপ 612.5 N m^{-2}।

গতিকে একেটা বল সৰু ক্ষেত্ৰফলত ক্ৰিয়াশীল হ'লে ই বেছি চাপ প্ৰয়োগ কৰে আৰু বেছি ক্ষেত্ৰফলত কম চাপ প্ৰয়োগ কৰে। গজালৰ মূৰ জোঙা, কটাৰীৰ ফলক ধাৰযুক্ত আৰু ডাঙৰ ঘৰৰ ভেটি বহল হোৱাৰ কাৰণ এইটোৱেই।

10.5.1 তৰলৰ চাপ (PRESSURE IN FLUIDS)

সকলো জুলীয়া আৰু গেচীয় পদাৰ্থকে তৰল বোলা হয়। গোটা বস্তু এটাই তাৰ ওজনৰ বাবে পৃষ্ঠৰ ওপৰত চাপ প্ৰয়োগ কৰে। একেদৰে,

তৰলৰো ওজন থাকে আৰু যি পাত্ৰত ৰখা হয় সেই পাত্ৰৰ তলিত আৰু বেৰত তৰলে চাপ প্ৰয়োগ কৰে। আবদ্ধ তৰলত প্ৰয়োগ কৰা চাপ মানৰ তাৰতম্য নোহোৱাকৈ সকলো দিশতে সঞ্চালিত হয়।

10.5.2 প্লাৱিতা (Bouyancy)

তোমালোকে কেতিয়াবা পুখুৰীত সাঁতোৰোতে আগতকৈ পাতল অনুভৱ কৰিছানে? কুঁৱাৰ পৰা বাল্টিৰে পানী তোলোতে পানীপূৰ্ণ বাল্টিটো পানীৰ পৰা ওলাই অহাৰ লগে লগে পূৰ্বতকৈ গধুৰ হৈ নাযায়নে? লোৰ আৰু তীখাৰে নিৰ্মিত জাহাজ এখন সাগৰৰ পানীত নুডুবে কিন্তু একে পৰিমাণৰ লোৰ আৰু তীখাৰে নিৰ্মিত পাত (sheet) এখন পানীত ডুবে; কাৰণটো ভাবি চাইছানে কেতিয়াবা? প্লাৱিতাৰ সহায়ত এনেবোৰ প্ৰশ্নৰ উত্তৰ দিব পাৰি। এটা ক্ৰিয়াকলাপৰ সহায়ত প্লাৱিতা মানেনো কি বুজোঁ আহাঁ।

কাৰ্যকলাপ..................................10.4

- খালী প্লাষ্টিকৰ বটল এটা লোৱা। বায়ুৰুদ্ধ ঠিলা এটাৰে বটলৰ মুখখন বন্ধ কৰা। পানীপূৰ্ণ বাল্টি এটাত বটলটো থোৱা। দেখিবা যে বটলটো পানীত ওপঙিছে।
- বটলটো পানীৰ ভিতৰলৈ ঠেলা। উৰ্ধমুখী হেঁচা এটা অনুভৱ কৰিবা। বটলটো আৰু তললৈ ঠেলিবলৈ চেষ্টা কৰা। বটলটো ক্ৰমাৎ তললৈ ডুবালে পানীৰ বাধা বাঢ়ি যাব। ই ইয়াকে সূচায় যে, পানীয়ে বটলটোৰ ওপৰত ওপৰলৈ বল প্ৰয়োগ কৰে। বটলটো পানীত ডুবালে ই সম্পূৰ্ণকৈ ডুব নোযোৱা পৰ্যন্ত উৰ্ধমুখী বলটো বাঢ়ি থাকে।
- এতিয়া বটলটো এৰি দিয়া। বটলটো ততালিকে পৃষ্ঠলৈ উঠি আহিব।
- পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণিক বলে বটলটোৰ ওপৰত ক্ৰিয়া কৰেনে? যদি কৰে, তেন্তে বটলটো এৰি দিলে ই ডুবন্ত অৱস্থাত নাথাকে কিয়? বটলটোক কেনেকৈ পানীত ডুবাই ৰাখিব পাৰি?

পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণ বলে নিশ্চয়কৈ বটলটোৰ ওপৰত তললৈ ক্ৰিয়া কৰে। গতিকে বটলটোৱে তললৈ টান খায়। কিন্তু পানীয়ে বটলটোৰ ওপৰত এটা উৰ্ধমুখী বল প্ৰয়োগ কৰে। গতিকে, বটলটোৱে ওপৰলৈ ঠেলা খায়। আমি শিকিছোঁ যে পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণিক বলেই হৈছে বস্তুৰ ওজন। বটলটো পানীত ডুবালে পানীয়ে বটলটোৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা উৰ্ধমুখী বল, বটলটোৰ ওজনতকৈ বেছি হয়। সেইবাবে বটলটো এৰি দিলে ই ওপৰলৈ উঠি আহে।

বটলটো সম্পূৰ্ণকৈ ডুবাই ৰাখিবলৈ হ'লে পানীয়ে প্ৰয়োগ কৰা উৰ্ধমুখী বলক সন্তুলিত কৰাটো আৱশ্যক। বাহিৰৰ পৰা নিম্নমুখী বল প্ৰয়োগৰ দ্বাৰা এই উদ্দেশ্য সাধন কৰিব পাৰি। এই বল পানীয়ে প্ৰয়োগ কৰা উৰ্ধমুখী বল আৰু বটলটোৰ ওজনৰ পাৰ্থক্যৰ সমান হ'ব লাগিব।

পানীয়ে বটলৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা এই উৰ্ধমুখী বলটোক উৰ্ধমুখী হেঁচা (upthrust) বা প্লাৱিতা বল (buoyant force) বোলে। মুঠতে তৰলত ডুবালে সকলো বস্তুৱেই প্লাৱিতা বল অনুভৱ কৰে। প্লাৱিতা বলৰ মান তৰলৰ ঘনত্বৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।

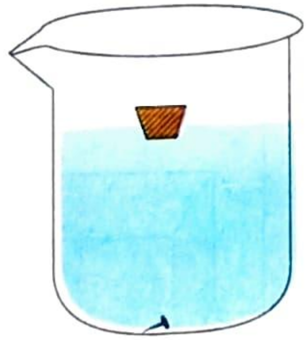
10.5.3 পানীৰ পৃষ্ঠত বস্তু এটা থলে ই উপঙে নাইবা ডুবে কিয়? (WHY OBJECTS FLOAT OR SINK WHEN PLACED ON THE SURFACE OF WATER?)

ওপৰৰ প্ৰশ্নটোৰ উত্তৰ পাবলৈ আমি তলত দিয়া ক্ৰিয়াকলাপটো কৰোঁ আহাঁ।

কাৰ্যকলাপ..................................10.5

- পানীপূৰ্ণ বিকাৰ এটা লোৱা।
- লোৰ গজাল এটা পানীৰ পৃষ্ঠত থোৱা।
- কি ঘটে লক্ষ্য কৰা।

গজাল পানীত ডুবে। পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণ বলে ইয়াক তললৈ টানি থাকে। গজালৰ ওপৰত পানীৰ উৰ্ধমুখী হেঁচা এটাও প্ৰয়োগ হয় যিটোৱে ইয়াক ওপৰলৈ ঠেলে। কিন্তু গজালটোৰ ওপৰত ক্ৰিয়াশীল নিম্নমুখী বল, গজালৰ ওপৰত পানীৰ উৰ্ধমুখী হেঁচাতকৈ বেছি। ফলত গজালটো ডুবে। (চিত্ৰ-10.5)



চিত্ৰ-10.5 : পানীৰ পৃষ্ঠত সংস্থাপিত লোৰ গজাল এটা ডুবে আৰু কুঁহিলাৰ ঠিলা এটা ওপঙে

কাৰ্যকলাপ.................................10.6

- পানীপূৰ্ণ বিকাৰ এটা লোৱা।
- সমান ভৰৰ কৰ্ক (cork) এটা আৰু লোৰ গজাল এটা লোৱা।
- দুয়োটাকে পানীৰ পৃষ্ঠত থোৱা।
- কি ঘটে লক্ষ্য কৰা।

কৰ্কটো উপঙিব আৰু গজালটো ডুবিব। ইয়াৰ কাৰণ হ'ল ইহঁতৰ ঘনত্বৰ পাৰ্থক্য। বস্তু এটাৰ ঘনত্ব হৈছে ইয়াৰ একক আয়তনৰ ভৰ। কৰ্কৰ ঘনত্ব পানীৰ ঘনত্বতকৈ কম। ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল কৰ্কৰ ওপৰত পানীৰ উৰ্ধমুখী হেঁচা তাৰ ওজনতকৈ বেছি। গতিকে ই উপঙে। (চিত্ৰ-10.5)

লোৰ গজালৰ ঘনত্ব পানীৰ ঘনত্বতকৈ বেছি। অৰ্থাৎ গজালটোৰ ওপৰত পানীৰ উৰ্ধমুখী হেঁচা গজালটোৰ ওজনতকৈ কম। গতিকে ই ডুবে।

যিবিলাক বস্তুৰ ঘনত্ব পানীৰ ঘনত্বতকৈ কম সেইবিলাক পানীত উপঙে। যিবিলাক বস্তুৰ ঘনত্ব পানীৰ ঘনত্বতকৈ বেছি সেইবিলাক পানীত ডুবে।

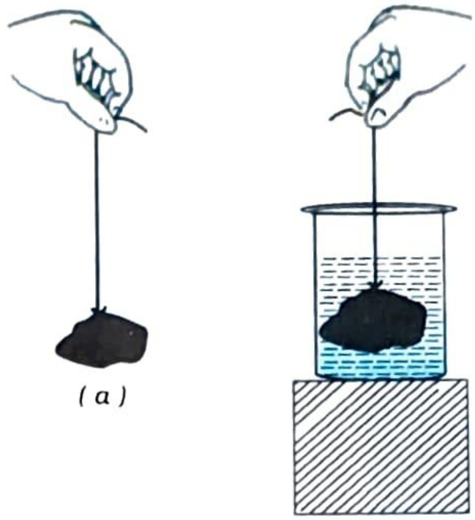
প্ৰশ্নাৱলী

1. *মিহি কিন্তু মজবুত ৰচিৰ ফিটা লগোৱা স্কুল বেগ এটা লৈ ফুৰাত অসুবিধা হয় কিয়?*
2. *প্লাবিতা মানে কি বুজা?*
2. *বস্তু এটা পানীৰ পৃষ্ঠত থলে ই উপঙা বা ডুবাৰ কাৰণ কি?*

10.6 আৰ্কিমিডিছৰ সূত্ৰ (Archimedes' Principle)

Activity ________________ 10.7

- শিলগুটি এটা লোৱা আৰু ইয়াক ৰবৰৰ ৰচি এডালৰ মূৰত বা স্প্ৰীং তুলাচনী এখনৰ হাকুটাডালত বান্ধা।
- 10.6 (a) চিত্ৰ ত দেখুৱা অনুসৰি তুলাচনী বা ৰচিডাল ধৰি শিলগুটিটো ওলোমাই দিয়া।
- শিলটোৰ ওজনৰ বাবে ৰচিডালৰ সম্প্ৰসাৰণ বা স্প্ৰীং তুলাচনীখনৰ সূচক পাঠলৈ লক্ষ্য কৰা।
- এতিয়া 10.6 (b) চিত্ৰত দেখুৱাৰ দৰে শিলটো লাহে লাহে পাত্ৰ এটাত থকা পানীত ডুবাই দিয়া।



চিত্ৰ 10.6 : (a) ৰবৰৰ ৰচিৰে শিলগুটিটো ওলোমাই থওঁতে বায়ুত ৰচিৰ সম্প্ৰসাৰণ কিমান হয় চোৱা।
(b) শিলগুটিটো পানীত ডুবালে সম্প্ৰসাৰণ কমে।

- ৰচীডালৰ সম্প্ৰসাৰণ বা স্প্ৰীং তুলাচনীৰ সূচকৰ পাঠৰ কি পৰিবৰ্তন হয় লক্ষ্য কৰা।

তুমি দেখিবা যে শিলগুটিটো লাহে লাহে পানীত ডুবাই থাকিলে ৰচিডালৰ সম্প্ৰসাৰণ বা স্প্ৰীং তুলাচনীৰ সূচকৰ পাঠ কমে। অৱশ্যে, শিলগুটিটো সম্পূৰ্ণকৈ পানীত নিমজ্জিত হোৱাৰ পিছত কোনো পৰিবৰ্তন চকুত নপৰে। ৰচিডালৰ সম্প্ৰসাৰণ বা স্প্ৰীং তুলাচনীৰ পাঠ কমি যোৱাৰ পৰা তুমি কি অনুমান কৰিলা?

আমি জানো যে শিলগুটিটোৰ ওজনৰ বাবে ৰচিডাল বা স্প্ৰীং তুলাচনীৰ স্প্ৰীংডালৰ সম্প্ৰসাৰণ ঘটে। যিহেতু শিলগুটিটো পানীত ডুবালে সম্প্ৰসাৰণ কমি যায় গতিকে আমি বুজিব লাগিব যে শিলগুটিটোৰ ওপৰত এটা উৰ্ধমুখী বল ক্ৰিয়াশীল হৈছে। গতিকে ৰচিৰ ওপৰত ক্ৰিয়াশীল মুঠ বল কমে আৰু সেই হেতু সম্প্ৰসাৰণো কমি যায়। আগতে কৰা আলোচনা অনুসৰি পানীয়ে প্ৰয়োগ কৰা এই উৰ্ধমুখী বলকে প্লাবিতা বল বোলে।

বস্তু এটাই অনুভৱ কৰা প্লাবিতা বলৰ মান কিমান? প্ৰদত্ত বস্তু এটাৰ বাবে সকলো তৰলতে ইয়াৰ মান একে হয় নেকি? সকলো বস্তুৱেই একেটা তৰলত সমান প্লাবিতা বল অনুভৱ কৰেনে? এই

সকলো প্ৰশ্নৰ উত্তৰ আৰ্কিমিডিচৰ সূত্ৰত সোমাই আছে। সূত্ৰটো তলত লিখা হ'লঃ

বস্তু এটা তৰলত সম্পূৰ্ণ বা আংশিকভাৱে ডুবালে ই ঊৰ্ধ্বমুখী বল এটা অনুভৱ কৰে যাৰ মান বস্তুটোৱে অপসাৰিত কৰা তৰলৰ ওজনৰ সমান।

এতিয়া 10.7 ক্ৰিয়াকলাপত বস্তুটো সম্পূৰ্ণৰূপে পানীত ডুবাই দিয়াৰ পিছত ৰচিডালৰ সম্প্ৰসাৰণ আৰু কিয় নকমে তাক ব্যাখ্যা কৰিব পাৰিবানে?

আৰ্কিমিডিছ্

আৰ্কিমিডিচ এগৰাকী গ্ৰীক বিজ্ঞানী আছিল। গা ধোৱা টাবত (bathtub) ভৰি দিলে পানী উপচি পৰালৈ লক্ষ্য কৰি তেওঁ সূত্ৰ এটা আবিষ্কাৰ কৰিছিল যিটোক পিছলৈ তেওঁৰ নামেৰে নামকৰণ কৰা হৈছিল। তেওঁ ৰাস্তাৰে 'ইউৰেকা' (Eureka) বুলি চিঞৰি চিঞৰি দৌৰিছিল। ইউৰেকা মানে 'মই বিচাৰি পালো'। তেওঁ লাভ কৰা এই জ্ঞানেৰে ৰজাৰ মুকুটত থকা সোণৰ শুদ্ধতা নিৰূপণ কৰিব পাৰিছিল।

জ্যামিতি আৰু বলবিদ্যাৰ (Mechanics) ওপৰত কৰা গৱেষণাই তেওঁলৈ সুখ্যাতি কঢ়িয়াইছিল। উত্তোলক (lever), কপিকল (pulley), চকা আৰু ধুৰা (wheels and axle) ৰ ওপৰত থকা তেওঁৰ ব্যুৎপত্তিয়ে ৰোমান সেনাবাহিনীৰ বিৰুদ্ধে সংঘটিত যুদ্ধত গ্ৰীকসকলক যথেষ্ট সহায় কৰিছিল।

আৰ্কিমিডিচৰ সূত্ৰৰ বহুতো প্ৰয়োগ আছে। জাহাজ তথা শিহুজাহাজৰ (submarine) নক্সা তৈয়াৰ কৰোতে ইয়াৰ প্ৰয়োগ হয়। গাখীৰৰ শুদ্ধতা নিৰ্ণয় কৰা দুগ্ধমেতা (lactometer) আৰু জুলীয়া বস্তুৰ ঘনত্ব জোখা জলমেতা (hydrometer) এই সূত্ৰৰ আধাৰত নিৰ্মিত হৈছে।

প্ৰশ্নাৱলী

1. *ওজন জোখা যন্ত্ৰ এটাৰ পাঠ অনুসৰি তোমাৰ ভৰ 42 kg। তোমাৰ ভৰ 42 kg তকৈ কম নে বেছি?*
2. *তোমাৰ হাতত কপাহৰ মোনা এটা আৰু লোৰ দণ্ড এডাল আছে। ওজন জোখা যন্ত্ৰত প্ৰত্যেকৰে ভৰ 100 kg পোৱা গ'ল। বাস্তৱ ক্ষেত্ৰত এটা আনটোতকৈ গধুৰ। কোনটো বেছি গধুৰ আৰু সি কিয় বেছি গধুৰ ক'ব পাৰিবানে?*

10.7 আপেক্ষিক ঘনত্ব (Relative Density)

তোমালোকে জানা যে কোনো পদাৰ্থৰ একক আয়তনৰ ভৰক তাৰ ঘনত্ব বুলি কোৱা হয়। ঘনত্বৰ একক হ'ল কিল'গ্ৰাম প্ৰতি ঘনমিটাৰ ($kg\ m^{-3}$)। সুনিৰ্দিষ্ট চৰ্ত সাপেক্ষে পদাৰ্থ এবিধৰ ঘনত্ব সদায় একে থাকে। গতিকে পদাৰ্থৰ চাৰিত্ৰিক ধৰ্মবোৰৰ এটা অন্যতম ধৰ্ম হ'ল ঘনত্ব। বেলেগ বেলেগ পদাৰ্থৰ বাবে ই বেলেগ বেলেগ। উদাহৰণস্বৰূপে, সোণৰ ঘনত্ব 19300 $kg\ m^{-3}$; আনহাতে পানীৰ ঘনত্ব 1000 $kg\ m^{-3}$। কোনো পদাৰ্থৰ নমুনা এটাৰ ঘনত্বই তাৰ শুদ্ধতা নিৰূপণত সহায়কাৰীৰ ভূমিকা লয়।

সাধাৰণতে পদাৰ্থ এবিধৰ ঘনত্ব পানীৰ ঘনত্বৰ সাপেক্ষে প্ৰকাশ কৰিলে সুবিধা হয়। পদাৰ্থ এবিধৰ আপেক্ষিক ঘনত্ব হৈছে পদাৰ্থ বিধৰ ঘনত্ব আৰু পানীৰ ঘনত্বৰ অনুপাত।

$$\text{আপেক্ষিক ঘনত্ব} = \frac{\text{বস্তুটোৰ ঘনত্ব}}{\text{পানীৰ ঘনত্ব}}$$

যিহেতু আপেক্ষিক ঘনত্ব দুটা একে প্ৰকৃতিৰ ৰাশিৰ অনুপাত গতিকে ইয়াৰ একক নাথাকে।

উদাহৰণ- 10.7 : ৰূপৰ আপেক্ষিক ঘনত্ব 10.8 । পানীৰ ঘনত্ব $10^3\ kg\ m^{-3}$। এচআই এককত ৰূপৰ ঘনত্ব কিমান?

সমাধানঃ

ৰূপৰ আপেক্ষিক ঘনত্ব 10.8

$$\text{আপেক্ষিক ঘনত্ব} = \frac{\text{ৰূপৰ ঘনত্ব}}{\text{পানীৰ ঘনত্ব}}$$

$$\text{ৰূপৰ ঘনত্ব} = \text{ৰূপৰ আপেক্ষিক ঘনত্ব} \times \text{পানীৰ ঘনত্ব}$$
$$= 10.8 \times 10^3\ kg\ m^{-3}$$

তোমালোকে কি শিকিলা

- মহাকর্ষণিক সূত্ৰৰ মতে দুটা বস্তুৰ মাজৰ আকৰ্ষণ, বস্তু দুটাৰ ভৰৰ গুণফলৰ সমানুপাতিক আৰু ইহঁতৰ মাজৰ দূৰত্বৰ বৰ্গৰ ব্যস্তানুপাতিক। এই সূত্ৰটো বিশ্বব্ৰহ্মাণ্ডৰ যিকোনো ঠাইত অৱস্থিত যিকোনো বস্তুৰ ক্ষেত্ৰতে প্ৰযোজ্য। এনেধৰণৰ সূত্ৰকে বিশ্বজনীন সূত্ৰ বোলে।
- বস্তুৰ ভৰ অধিক নহ'লে মহাকৰ্ষণ দুৰ্বল প্ৰকৃতিৰ হয়।
- পৃথিৱীৰ মহাকৰ্ষণিক বলক মাধ্যাকৰ্ষণ বোলে।
- উচ্চতাৰ সাপেক্ষে মাধ্যাকৰ্ষণ কমে। ভূপৃষ্ঠতো ইয়াৰ মানৰ পৰিবৰ্তন হয়; মেৰুৰ পৰা বিষুবলৈ ইয়াৰ মান কমে।
- পৃথিৱীয়ে বস্তু এটাক যি বলেৰে আকৰ্ষণ কৰে তাকে বস্তুটোৰ ওজন বোলে।
- বস্তু এটাৰ ওজন, তাৰ ভৰ আৰু মাধ্যাকৰ্ষণিক ত্বৰণৰ গুণফলৰ সমান।
- স্থান সাপেক্ষে ওজনৰ পৰিবৰ্তন হয়, কিন্তু ভৰ সদায় একে থাকে।
- সকলো বস্তুৱেই তৰলত ডুবালে প্লাবিতা বল অনুভৱ কৰে।
- যিবিলাক বস্তুৰ ঘনত্ব সিহঁতক নিমজ্জিত কৰা তৰলৰ ঘনত্বতকৈ কম, সেইবিলাক তৰলৰ পৃষ্ঠত ওপঙে। যদি বস্তুটোৰ ঘনত্ব তৰলৰ ঘনত্বতকৈ বেছি হয় তেন্তে বস্তুটো তৰলত ডুব যায়।

অনুশীলনী

1. দুটা বস্তুৰ মাজৰ দূৰত্ব যদি পূৰ্বৰ তুলনাত আধা কৰি দিয়া হয় তেন্তে বস্তু দুটাৰ মাজৰ মহাকৰ্ষণিক আকৰ্ষণ পূৰ্বৰ তুলনাত কিমান হ'ব?
2. মহাকৰ্ষণিক বলে সকলো বস্তুৰ ওপৰত তাৰ ভৰৰ সমানুপাতিকভাৱে ক্ৰিয়া কৰে। তেন্তে গধুৰ বস্তু এটা পাতল বস্তু এটাতকৈ খৰকৈ নপৰে কিয়?
3. পৃথিৱী আৰু ইয়াৰ পৃষ্ঠত থকা 1 kg ভৰৰ বস্তু এটাৰ মাজৰ মহাকৰ্ষণিক বলৰ মান কিমান? (পৃথিৱীৰ ভৰ 6×10^{24} kg আৰু পৃথিৱীৰ ব্যাসাৰ্ধ 6.4×10^{6} m)
4. মহাকৰ্ষণিক বলৰ দ্বাৰা পৃথিৱী আৰু চন্দ্ৰ পৰস্পৰে আকৰ্ষিত হয়। চন্দ্ৰই পৃথিৱীক যি বলেৰে আকৰ্ষণ কৰে তাৰ তুলনাত পৃথিৱীয়ে চন্দ্ৰৰ ওপৰত প্ৰয়োগ কৰা আকৰ্ষণী বল সমান নে কম নে বেছি? কিয়?
5. চন্দ্ৰই পৃথিৱীক আকৰ্ষণ কৰি থকা স্বত্বেও পৃথিৱীখন চন্দ্ৰৰ দিশত ধাৱমান নহয় কিয়?

6. দুটা বস্তুৰ মাজৰ বলৰ কি পৰিবৰ্তন হ'ব, যদি ——

(i) এটা বস্তুৰ ভৰ দুগুণ কৰা হয়?

(ii) বস্তু দুটাৰ মাজৰ দূৰত্ব দুগুণ আৰু তিনিগুণ কৰা হয়?

(iii) দুয়োটা বস্তুৰ ভৰ দুগুণ কৰা হয়?

7. মহাকৰ্ষণৰ বিশ্বজনীন সূত্ৰৰ গুৰুত্ব কিমান?

8. মুক্ত অধোগমনৰ ত্বৰণ কিমান?

9. পৃথিৱী আৰু বস্তু এটাৰ মাজৰ মহাকৰ্ষণিক বলক আমি কি বুলি কওঁ?

10. অমিতে তেওঁৰ বন্ধু এজনৰ পৰামৰ্শ অনুসৰি মেৰু অঞ্চলত কেইগ্ৰামমান সোণ কিনিলে। বিষুৱ অঞ্চলত তেওঁৰে ভেটাভেটি হলত সোণখিনি তেওঁলৈ হস্তান্তৰ কৰিলে। বন্ধুজনে ক্ৰয় কৰা সোণখিনিৰ ওজনটো মানি ল'বনে? যদি নলয়, তেন্তে কিয়? [ইংগিত ঃ বিষুব অঞ্চলতকৈ মেৰু অঞ্চলত gৰ মান বেছি।]

11. কাগজ মোহাৰি তৈয়াৰ কৰা বল এটাতকৈ কাগজখিলা লাহে লাহে পৰাৰ কাৰণ কি?

12. চন্দ্ৰপৃষ্ঠত মহাকৰ্ষণিক বল ভূপৃষ্ঠৰ মহাকৰ্ষণিক বলৰ $\frac{1}{6}$ অংশ। 10 kg ভৰৰ বস্তু এটাৰ চন্দ্ৰপৃষ্ঠত আৰু ভূপৃষ্ঠত নিউটন এককত ওজন কিমান হ'ব?

13. বল এটা উলম্বভাৱে ওপৰলৈ 49 m/s বেগেৰে দলিওৱা হ'ল।

(i) ই আৰোহন কৰা সৰ্বোচ্চ উচ্চতা আৰু

(ii) ভূপৃষ্ঠলৈ উভতিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা মুঠ সময় নিৰ্ণয় কৰা।

14. 19.6 m উচ্চতাৰ স্তম্ভ এটাৰ পৰা শিলগুটি এটা এৰি দিয়া হ'ল। মাটি স্পৰ্শ কৰাৰ আগমুহূৰ্তত ইয়াৰ অন্তিম বেগ কিমান হ'ব উলিওৱা।

15. 40 ms^{-1} বেগেৰে শিলগুটি এটা উলম্বভাৱে ওপৰলৈ দলিওৱা হ'ল। gৰ মান 10 ms^{-2} ধৰি শিলগুটিটো সৰ্বোচ্চ কিমান উচ্চতালৈ উঠিব উলিওৱা। শিলগুটিটোৰ মুঠ সৰণ আৰু ই অতিক্ৰম কৰা মুঠ দূৰত্ব উলিওৱা।

16. পৃথিৱী আৰু সূৰ্যৰ মাজৰ মহাকৰ্ষণ বল নিৰ্ণয় কৰা। দিয়া আছে পৃথিৱীৰ ভৰ = 6×10^{24} kg, সূৰ্যৰ ভৰ 2×10^{30} kg, পৃথিৱী আৰু সূৰ্যৰ মাজৰ দূৰত্ব 1.5×10^{11} m।

17. 100 m উচ্চতাৰ স্তম্ভ এটাৰ পৰা শিলগুটি এটা পৰিবলৈ দিয়া হ'ল আৰু একে সময়তে অন্য এটা শিলগুটি 25 m s^{-1} বেগেৰে উলম্বভাৱে ওপৰলৈ দলিওৱা হ'ল। কেতিয়া আৰু ক'ত শিলগুটি দুটাৰ ভেটাভেটি হ'ব?

18. উলম্বভাৱে ওপৰলৈ প্ৰক্ষেপ কৰা শিলগুটি এটা 6 চেকেণ্ডৰ পিছত প্ৰক্ষেপকাৰীৰ ওচৰলৈ ঘূৰি আহিল।

(ক) ইয়াৰ উৰ্ধমুখী প্ৰক্ষেপ বেগ

(খ) ই আৰোহণ কৰা সৰ্বোচ্চ উচ্চতা

(গ) 44 চেকেণ্ড পিছত ইয়াৰ অৱস্থান

নিৰ্ণয় কৰা।

19. তৰলত নিমজ্জিত বস্তুৰ ওপৰত প্লাবিতা বলে কোন দিশত ক্ৰিয়া কৰে?

20. পানীৰ তলত এৰি দিয়া প্লাষ্টিকৰ টুকুৰা এটা পানীৰ পৃষ্ঠলৈ কিয় ঘূৰি আহে?

21. 50 gm ভৰৰ বস্তু এটাৰ আয়তন 20 cm^3। যদি পানীৰ ঘনত্ব 1 gm cm^{-3} হয় তেন্তে বস্তুটো পানীত উপঙিব নে ডুবিব?

22. 500 g ভৰৰ বন্ধ পেকেট এটাৰ আয়তন 350 cm^3। পানীৰ ঘনত্ব 1gm cm^{-3} হ'লে পেকেটটো পানীত উপঙিব নে ডুবিব? পেকেটটোৱে অপসাৰিত কৰা পানীৰ ভৰ কিমান হ'ব?