স্বাগতম

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ২য় পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন --------

পরিচিত পর্ব

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

যাহা তোমার ও তোমার দেশের জন্য কল্যাণ কর,তাই তুমি স্বপ্ন দেখ ও বাস্তবে রুপান্তর কর। এটাই তোমার ছাত্রজীবনে আর্দশ।

যারা পরিশ্রম করে ও সময়কে মূল্য দেয় তারাই সত্য ও সুন্দরের পূজারী ও বাহক। মোঃ রফিকুল ইসলাম

আলোচনা বিষয় পর্ব

ক্লাশ নং-১

তারিখ ঃ- ২৬ -০১-২০২৫ খ্রিঃ

সময় ঃ- ২.৩০ টা

পর্ব ঃ- ২য়-

শিফট ঃ- ১ম শিফট ও ২য় শিফট

বিষয়ের নাম :- ফিজিক্স-১ , বিষয় কোড :- ২৫৯১২

আলোচনা বিষয় ছাত্রছাত্রীদের পরিচিত পর্ব ও শুভেচ্ছা ক্লাশ।

ফিজিক্স - ১(২৫৯১২) বিষয়ে শিক্ষা গ্রহণের উদ্দেশ্য ঃ-

১। শিক্ষার্থীদের প্রাথমিক বিজ্ঞানের একটি পটভূমি বিকাশ করা। প্রযুক্তিগত বিষয়গুলি বোঝার জন্য প্রয়োজন পদার্থবিজ্ঞান।

২। সাধারণত ইঞ্জিনিয়ারিং এবং শিল্পের উপকরণগুলির একটি কার্যকরী জ্ঞান বিকাশ করা এবং পরীক্ষা-নিরীক্ষার মাধ্যমে এই জাতীয় উপাদানগুলির বৈশিষ্ট্য নির্ধারণ করতে সক্ষম করা।

৩। মৌলিক বৈজ্ঞানিক ধারণার বোঝার জন্য পরীক্ষার মাধ্যমে বিকাশ করা।

৪। সাধারণত ইঞ্জিনিয়ারিং এবং শিল্পজাতীয় উপাদানের বৈশিষ্ট্যর একটি প্রাথমিক জ্ঞান এবং ধারণা বিকাশ করা।

চার বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের জন্য

টেকনোলজি - সিভিল।

১ম পর্ব, ২য় শিফট গ্রুপ (A+B)

বিষয়ের নাম :- ফিজিক্স-১,

পূর্ণমান -২০০

বিষয় কোড :- ২৫৯১২

T	P	C
3	3	4

তত্ত্বীয় পরিক্ষা -৯০

তত্ত্বীয় ধারাবাহিক-৬০

ব্যবহারিক পরিক্ষা-২৫

ব্যবহারিক ধারাবাহিক-২৫

পর্ব সমাপনি তত্ত্বীয় পরিক্ষার (২০২২ প্রবিধান) পূর্ণমান -৯০

ক বিভাগে

অতিসংক্ষিপ্ত ১০ টি প্রশ্ন থাকবে ১০টিই উত্তর দিতে হবে। ২×১০ =২০

(যেখানে সংজ্ঞা, সূত্র,সমীকরণ, বিষয় বলতে কি বুঝ, একক বের কর ইত্যাদি)

১। মৌলিক একক এর সংজ্ঞা লিখ ও একক ভেক্টর কাকে বলে?,
২। নিউটনের ২য় সূত্রটি লিখ?
৩। সরল দোলক কাকে বলে।
৪। এস আই পদ্ধতিতে মহাকর্ষ ধ্রুবক এর একক বের কর? ইত্যাদি।

খ বিভাগে

সংক্ষিপ্ত ১০টি প্রশ্ন থাকবে ১০টিই উত্তর দিতে হবে। ৩×১০=৩০

(যেখানে সংজ্ঞা এর বর্ণনা,ব্যাখ্যা, ও সূত্র এর বর্ণনা, প্রতিপাদন, রূপান্তর, কোনো বিষয়ে এর পার্থক্য, বৈশিষ্ট্য এবং গাণিতিক সমস্যা সমাধান ইত্যাদি) যেমন

১। কাজ বলতে কি বুঝ ব্যাখ্যা কর।
২। কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগ এর মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন কর বা পাথর্ক্য লিখ
৩। নিউটনের মহাকর্ষ সূত্রটি এর সমীকরণটি প্রতিষ্ঠা কর বা প্রতিপাদন কর?
৪। আড় তরঙ্গ এর বৈশিষ্ট্য লিখ বা ব্যবহারগুলো লিখ?
৫। গাণিতিক সমস্যা বা পদার্থবিজ্ঞান এর অংক থাকবে।

ইত্যাদি।

গ বিভাগে

রচনামূলক ৭টি বা ৬টি প্রশ্ন থাকবে ৫টি উত্তর দিতে হবে । ৮×৫=৪০

(যেখানে কোনো বিষয়, সংজ্ঞা ও সূত্র এর বর্ণনা, ব্যাখ্যা, প্রতিপাদন,রুপান্তর, গাণিতিক সমস্যা সমাধান ইত্যাদি)

১। সামন্তরিকের সূত্রটি লিখ? সামন্তরিকের সূত্রের সাহায্যে লব্ধির মান ও দিক নির্ণয় কর

২। কেন্দ্রমুখী বল কাকে বলে? প্রমাণ কর যে, $F=\frac{mv^2}{r}$

৩। প্রমাণ কর যে, $F= ma$।

৪। মুক্তিবেগ কাকে বলে। মুক্তি বেগের রাশিমালা নির্ণয় কর।

৫। প্রমাণ কর যে, পড়ন্ত বস্তুর স্থিতিশক্তি এর গতিশক্তি সমান।

৬। গাণিতিক সমস্যা বা পদার্থবিজ্ঞান এর অংক থাকবে। ইত্যাদি।

তত্ত্বীয় ধারাবাহিক পরিক্ষার (২০২২ প্রবিধান) পূর্ণমান -৬০

পর্ব মধ্য পরিক্ষা পূর্ণমান -৩০

যেখানে অতিসংক্ষিপ্ত -০৮=৪×২, সংক্ষিপ্ত -১২=৪×৩, রচনামূলক-১০=২×৫ প্রশ্ন থাকে

ধারাবাহিক মূল্যায়ন -৩০

ক্লাশ টেস্ট- ৬, কুইজ টেস্ট-৯, এ্যাসাইনমেন্ট ও মৌখিক পরীক্ষা, আচরণ, উপস্থিতি-১৫ ইত্যাদি

ফাইনাল ব্যবহারিক পরিক্ষা (২০২২ প্রবিধান) -২৫

(প্রদত্ত পরিক্ষীত পরিক্ষার একটি প্রদর্শন পূর্বক উত্তর দিতে হবে। যেখানে ১। জব/এক্সপেরিমেন্ট একটি-১৫, ২। জব/ এক্সপেরিমেন্ট রিপোট /নোট বুক-০৫ ও ৩। জব/ এক্সপেরিমেন্ট বা পরিক্ষা চলাকালীন সময়ে মৌখিক পরিক্ষা-০৫

ব্যবহারিক ধারাবাহিক মূল্যায়ন (২০২২ প্রবিধান) -২৫

(যেখানে জব/এক্সপেরিমেন্ট, বাড়ির কাজ, জব/ এক্সপেরিমেন্ট রিপোর্ট প্রস্তুতকরণ, জব/ এক্সপেরিমেন্টর উপর মৌখিক পরীক্ষা, আচরণ, উপস্থিতি-২৫)

বিষয়ের নাম ঃ- ফিজিক্স -১

বিষয় কোড ঃ- ২৫৯১২

অধ্যায় -০১ ভৌত জগত ও পরিমাপ)

অধ্যায় - ০২ (দিকরাশি ও অদিকরাশি)

অধ্যায় -০৩ (গতি ও গতির সমীকরণ)

অধ্যায় -০৪ (নিউটনের গতিসূত্র, বল ও ঘর্ষণ)

অধ্যায়-০৫ (অভিকর্ষণ ও মহাকর্ষ)

অধ্যায়- ০৬ (সরল দোলন গতি)

অধ্যায় -০৭ (কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি)

অধ্যায় -০৮ (স্থিতিস্থাপকতা)

অধ্যায় -০৯ (উদস্থিতিবিদ্যা)

অধ্যায় -১০ (চাপ ও চাপের বৈশিষ্ট্য)

অধ্যায়-১১ (তরঙ্গ ও শব্দ)

অধ্যায় -১২ (শব্দ ও শব্দের বেগ)

অধ্যায়-১৩ (আর্দশ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব)

অধ্যায়-১৪ (আর্দ্রতা)

ফিজিক্স -১(২৫৯১২) বিষয়ে ব্যবহারিক বিষয়সমূহ

১। স্লাইড ক্যালিপাসের সাহায্যে কোন দন্ডের দৈঘ্য নির্ণয় কর।

২। স্ক্রু গজের সাহায্যে কোন তারের প্রস্থচ্ছেদ নির্ণয় কর।

৩। স্ফেরোমিটার সাহায্যে কোন সমতল কাচ প্লেটের পুরুত্ব নির্ণয় কর।

৪। ফোর্স বোর্ডের সাহায্যে বলের সামান্তরিকের সূত্রের সত্যতা যাছাই কর

৫। সরল দোলকের সাহায্যে অভিকর্ষণ ত্বরণ g এর মান নির্ণয় কর।

৬। উদস্থৈতিক তুলার সাহায্যে পানি অপেক্ষা ভারি এবং পানিতে অদ্রবণীয় কঠিন পর্দাথের আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয় কর ।

৭। আপেক্ষিক গুরুত্ব মাপক বোতলের সাহায্যে তরল পদার্থের আপেক্ষিক গুরুত্ব নির্ণয় কর।

৮। স্থির ঘর্ষণ গুণাংক নির্ণয়।

৯। অনুনাদ বায়ুস্তম্ভের পদ্ধতিতে বায়ুতে শব্দের বেগ নির্ণয় কর।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন -------

তারিখ ঃ- 27.01.2025

সময় ঃ-2.00 P.M

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

চার বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের জন্য

পর্ব ঃ- ২য়

টেকনোলজি ঃ- সিভিল।

বিষয় ঃ- ফিজিক্স-১ বিষয় কোড :- ২৫৯১২

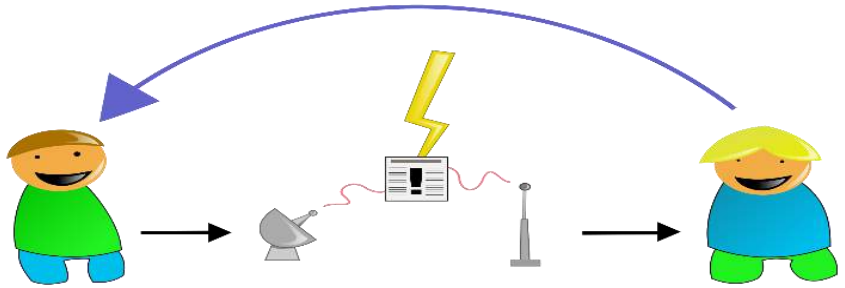
ডিজিটাল কন্টেন ক্লাশ নং-২

১ম অধ্যায় ঃ- ভৌত জগত ও পরিমাপ।

আজকের আলোচনা বিষয় ঃ- ভৌত জগত ও পরিমাপ।

(Physical World & Measurement)

শিক্ষণ ফল



আজকের এই পাঠে আমরা যা যা শিখতে পারব--

১। ভৌতজগতের প্রকৃতি।

২। পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর ও বিস্ময়কর অবদান।

৩। পদার্থবিজ্ঞানের কিছু পদ বা বিষয় সম্পকিত ধারা
(ধারণা বা প্রত্যয়, সূত্র, নীতি, স্বীকার্য, তত্ত্ব, অনুকল্প)

৪। পদার্থবিজ্ঞান ও অন্যান্য কারিগরি জ্ঞানের জগৎ।

৫। পরিমাপ কি, মৌলিক এবং যৌগিক একক কি।

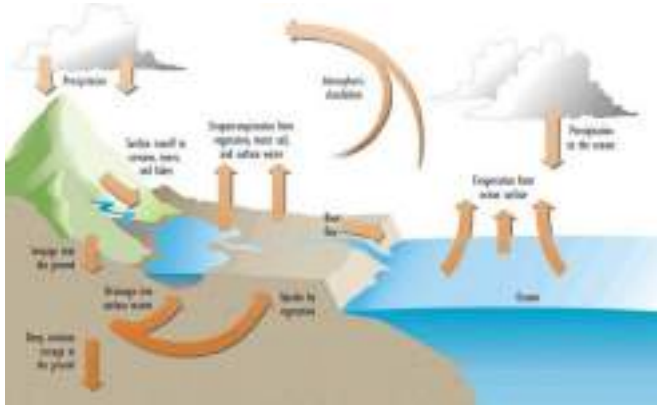
৬। এককের মাত্রা কি এবং পরিমাপের ত্রুটি কি কি।

ভৌতজগতের প্রকৃতি

আমরা দুটি জগতের সাথে পরিচিত- একটি হলো ভৌতজগৎ অপরটি হলো মনোজগৎ। আমাদের চারপাশের প্রকৃতি বৈচিত্র্যময়। এতে আছে বিভিন্ন রকমের বস্তু, ঘটছে নানান রকম ঘটনা। মাটি, বায়ু, বালি, পানি, চন্দ্র, সূর্য, গ্রহ, নক্ষত্র, পদার্থের অতিক্ষুদ্র অণু, পরমাণু, ইলেকট্রন, প্রোটন, নিউট্রন, ইত্যাদি ভৌতজগতের অংশ। এছাড়াও কোনো কোনো বস্তুকে ঘষে বা আঘাত করে উত্তপ্ত করা, সূর্য ও নিউক্লিয়াস থেকে প্রাপ্ত শক্তি, সূর্যগ্রহণ , চন্দ্রগ্রহণ ঋতু পরিবর্তন ইত্যাদি অনেক ঘটনা ভৌতজগতের অন্তর্গত । ভৌতজগতের প্রধান বৈশিষ্ট হলো এ জগতের পরিমাণ হলো পরম এবং পরিমাণবাচক। এই পরিমাপ সংখ্যায় প্রকাশযোগ্য। এখানে যেমন অতিক্ষুদ্র কণার আকার, ওজন, আয়তন, দ্রুতি, জীবনকাল গণনা করা যায় তেমনি পরিমাপ করা্ যায়।

মনোজগতে রয়েছে আমাদের মন, আবেগ, অনুভূতি, স্নেহ-মমতা, প্রেম-ভালবাসা, আনন্দ-বেদনা ইত্যাদি।

পদার্থবিজ্ঞান প্রকৃতি ও প্রকৃতির নানা ঘটনা বা প্রতিভাসকে নিয়ে আলোচনা করে। অন্য কথায় পদার্থবিজ্ঞানের আলোচ্য বিষয় পদার্থ ও শক্তি এবং এদের আবিষ্কার করেছে নানান ধারণা, সূত্র, নীতি,ও তত্ত্ব। পদাথবিজ্ঞান একটি মৌলিক বিজ্ঞান। বিজ্ঞানের এমন কোনো শাখা নেই যা এই বিজ্ঞানের সূত্র, নীতি বা তত্ত্ব দ্বারা উপকৃত হয়নি। পদার্থবিজ্ঞান প্রকৃতির সূত্রগুলো বর্ণনা করে।



পদার্থবিজ্ঞানের পরিসর ও বিস্ময়কর অবদান

প্রকৃতি, প্রাকৃতিক ঘটনা ও সূত্র নিয়ে যে বিজ্ঞান আলোচনা করে তাকে পদার্থবিজ্ঞান বলা হয়। গ্রিক শব্দ fusis (ফুসিস) থেকে পদার্থবিজ্ঞান কথাটি এসেছে। গ্রিক ভাষায় ফুসিস শব্দের অর্থ প্রকৃতি।

আমাদের দৈনন্দিন জীবনে আমরা বিভিন্ন ভৌত ঘটনার সাথে পরিচিত। যেমন প্রতিদিন সূর্য ওঠা ও অস্ত যাওয়া, আকাশে মেঘ তৈরী ও বৃষ্টি হওয়া, বছরের বিভিন্ন সময়ে ঋতু পরিবর্তন, কাঠ-কয়লার দহন ও তাপ উৎপাদন, কোনো বস্তুর গতি, সূর্য গ্রহণ, চন্দ্রগ্রহণ ইত্যাদি পর্যবেক্ষণের ভিত্তিতে বিভিন্ন ভৌত ঘটনার ব্যাখ্যা হয়েছে। আমাদের বর্তমানে জ্ঞানের আলোকে বলা যায়, যে বিজ্ঞান পদার্থ ও শক্তি এবং পদার্থকে শক্তিতে রুপান্তর ও শক্তিকে পদার্থতে রুপান্তর নিয়ে আলোচনা করে তাকে পদার্থবিজ্ঞান বলে। সুতরাং বিজ্ঞানের যে শাখায় পদার্থ, শক্তি এবং পদার্থ ও শক্তি সমতুল্যতা নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে পদার্থবিজ্ঞান বলে।

পদার্থবিজ্ঞানের মূল লক্ষ্য হচ্ছে পর্যবেক্ষণ,পরীক্ষণ,ও বিশ্লেষণের আলোকে পদার্থ ও শক্তি রুপান্তর ও তাদের সম্পর্ক উদঘাটন এবং পরিমাণগতভাবে তা প্রকাশ করা হয়।
পদাথবিজ্ঞানে আমরা নানান রকম ভৌত ঘটনা ও অভিজ্ঞতা নিয়ে কাজ করি। এসব ঘটনা বিষ্ময়কর আবার শিক্ষামূলকও। বিজ্ঞানের এমন কোনো শাখা নেই যেখানে পদার্থবিজ্ঞানের অবদান নেই। কৃষিবিজ্ঞান, চিকিৎসাবিজ্ঞান, প্রকৌশলবিজ্ঞান, আবহাওয়াবিজ্ঞান, জ্যোতিবিজ্ঞান, জীববিজ্ঞান ইত্যাদি।
পঠন পাঠকের সুবিধার জন্য পদার্থবিজ্ঞানকে আমরা প্রধানত নিম্নোক্ত শাখাগুলোতে ভাগ করতে পারি। যথা:- (১) বলবিজ্ঞান, (২) তাপ ও তাপগতিবিজ্ঞান, (৩) শব্দবিজ্ঞান, (৪) আলোকবিজ্ঞান,(৫) তাড়িতচৌম্বকবিজ্ঞান,(৬) আধুনিক বিজ্ঞান, (৭) ইলেকনিক্স ইত্যাদি।

পদার্থবিজ্ঞানের সংজ্ঞা ও ধারণা থেকে বোঝা যায় এটি অত্যন্ত প্রসারণশীল এক বিজ্ঞান যার কোন শেষ নেই। কেউ দাবি করতে পারবে না যে, তার পদার্থবিজ্ঞানের পূর্ণ জ্ঞান আছে। বর্তমানেকালে কেউ পদার্থবিজ্ঞান থেকে মুক্ত থাকতে পারবে না। পদার্থবিজ্ঞান একটি সহজ ও আনন্দদায়ক বিষয়। পদার্থবিজ্ঞান বুঝতে হলে পরীক্ষণ সম্পাদন করতে হয়। পরীক্ষণের অভিজ্ঞতা বিস্ময়কর, আনন্দদায়ক, শিক্ষামূলক এবং পদার্থবিজ্ঞানের সূত্র বের করতে সহায়তা করে।

বিংশ শতাব্দীতে পদার্থবিজ্ঞানের অন্যতম গুরুত্বপূর্ণ অবদান হলো মহাশূন্য অভিযান । চাঁদে মানুষের পদার্পণ থেকে শুরু করে মঙ্গলগ্রহে অভিযানসহ মহাশূন্য স্টেশনে মাসের পর মাস মানুষের বসবাস জ্ঞানের ক্ষেত্রে অসামান্য অগ্রগতি। রেডিও, টেলিভিশন, সিনেমা, মোবাইল, ফোন, ইন্টারনেট, ডিজিটাল ক্যামেরা, আইপ্যাড, কম্পিউটার ইত্যাদি ইলেকট্রনিক্স সরঞ্জাম, ক্যালকুলেটর সবই সম্ভব হয়েছে পদার্থবিজ্ঞানের অবদানের জন্য।

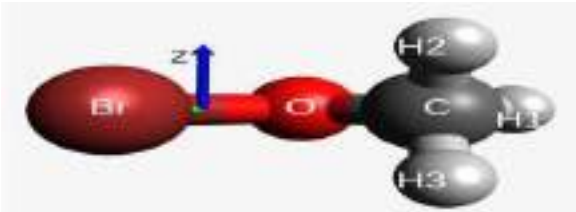
এই জন্য আমাদের দৈনন্দিন জীবনে নিয়ে এসেছে বিপ্লব, পাল্টে দিচ্ছে জীবনযাপন প্রণালী। গাছ থেকে আপেল পড়া আমাদের মহাকর্ষের দিকে চালিত করে। পানির ফোঁটা আমাদের পৃষ্টটান বুঝতে সহায়তা করে। বাষ্পের তাপশক্তি ইঞ্জিন চালায়। ঢোল বাজালে কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন করে। নক্ষত্র থেকে আসা আলো নক্ষত্র সম্পর্কে আমাদের জানতে সহায়তা করে। তড়িৎ বা বিদ্যুৎ ছাড়া আমরা কিছুই কল্পনা করতে পারি না।

বিজ্ঞানের চাবিকাঠি পদার্থবিজ্ঞান। পদার্থবিজ্ঞান জীবজগতের কল্যাণের জন্য জড় জগতের বিভিন্ন ঘটনা নিয়ে কাজ করে।

চিত্র মাধমে দেখতে আমরা পাই

চিকিৎসা বিজ্ঞানে ক্ষেত্রে

বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে



রসায়ন বিজ্ঞানের ক্ষেত্রে

শিল্পক্ষেত্রে

পদার্থবিজ্ঞানের কিছু পদ বা ধারা

পদার্থবিজ্ঞান পাঠের পূর্বে কিছু কিছু বিষয় সম্পর্কে আমাদের জানা প্রয়োজন।

ধারণা বা প্রত্যয়

কোন বিষয় সম্পর্কে ধারণা করা হলো ভাব বা চিন্তাধারা বা কোন অমূর্ত নীতি বা কোন সাধারণ অভিমত। কোনো কিছু সম্পর্কে সঠিক উপলব্ধি বা বোধগম্যতা হলো ঐ বিষয় সম্পর্কে ধারণা।

সূত্র

সাধারণভাবে কোনো নির্দিষ্ট শর্ত বা অবস্থায় সব সময় কি ঘটবে তা বর্ণনা হলো সূত্র।
যেমন: বয়েলের সূত্র, নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র ও গ্যালিলিও এর পড়ন্ত বস্তুর সূত্র।

নীতি

যেসব সাধারণ সূত্র বিজ্ঞান বা পদার্থবিজ্ঞানের ভিত্তি তাদের বলা হয় নীতি। কোনো যুক্তিতর্ক বা কাজের ভিত্তি হিসেবে যে মৌলিক সত্য বা তত্ত্ব কে বিবেচনা করা হয় তাই নীতি। হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তার নীতি ও তরঙ্গের উপরিপাতনের নীতি ।

স্বীকার্য

সাধারণত কোনো বৈজ্ঞানিক তত্ত্ব একটি সার্বিক বিবৃতি দিয়ে শুরু হয়। একে বলা হয় স্বীকার্য। স্বীকার্য হলো তা যা সত্য বলে স্বীকার করে নিয়ে এর উপর ভিত্তি করে কোনো যুক্তি বা তত্ত্ব প্রদান করা হয়। স্বীকার্য তত্ত্বটির ভিত্তি প্রদান করে। আইনস্টাইনের বিশেষ আপেক্ষিক তত্ত্ব দুটি মৌলিক স্বীকার্যের উপর প্রতিষ্ঠিত হয়।

তত্ত্ব

কোনোকিছু ব্যাখ্যার জন্য যে আনুষ্ঠানিক চিন্তাধারা, ভাব বা ধারণা তাকে তত্ত্ব বলে। এটি যে বিষয় নিয়ে পরীক্ষা নিরীক্ষা করা হবে শুধু সে বিষয়ের মধ্যে সীমাবদ্ধ থাকে না। মনে কর কোনো কিছু সম্পর্কে তুমি একটি তত্ত্ব দিয়েছ। বিষয়টি সম্পর্কে এটি তোমার মতামত, এটি তুমি প্রমাণ করতে পারনা কিন্তু এখনো তুমি মনে কর এটি সত্য বা সঠিক । আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতা তত্ত্ব, ডারউইনের বিবর্তন তত্ত্ব।

অনুকল্প

অনুকল্প হলো এমন ব্যাখ্যা বা সূত্র বা তত্ত্ব যা এখনো সঠিক বলে প্রমাণ হয়নি। কোনো কিছু সম্পর্কে অনুসন্ধনের যে অনুমতি সিদ্ধান্ত নেওয়া হয় তাকেই অনুকল্প বলে।

পদার্থবিজ্ঞান ও প্রযুক্তিগত জ্ঞানের জগৎ

পদার্থবিজ্ঞান ও প্রযুক্তি একে অপরের পরিপূরক। পদার্থবিজ্ঞানের মৌলিক সূত্রগুলো কাজের লাগিয়ে প্রযুক্তির উন্নয়ন সম্ভব হয়েছে। পদার্থবিজ্ঞান হতে লব্ধ জ্ঞানের মাধ্যমে প্রকৌশলীগণ তাদের প্রযুক্তি ব্যবহারিক ক্ষেত্রে প্রয়োগ করে মানব সভ্যতারকে পৌছে দিয়েছেন উন্নতীর শিখরে। নিম্মে পদার্থবিজ্ঞানের সাথে সম্পর্কিত অন্যান্য বিষয় সম্পর্কগুলো দেখাও হলো ঃ-

পদার্থবিজ্ঞান এর সাথে সম্পর্ক হলোঃ-

১। গণিত ,

২। রসায়ন,

৩। জীববিজ্ঞান,

৪। জ্যোতি বিদ্যা,

৫। প্রযুক্তি বিদ্যা,

৬। চিকিৎসাবিজ্ঞান,

৭। কৃষিবিজ্ঞান,

৮। সমাজবিজ্ঞান ইত্যাদি ।

পরিমাপের নীতি

কোন কিছুর পরিমাণ নির্ণয় করাকে পরিমাপ বলে। যেমন রহিমের বাড়ি থেকে স্কুলের দূরত্ব ৭৫০ মিটার। একটি সংখ্যা আর একটি একক। যে কোন পরিমাপের জন্য প্রয়োজন একটি আদর্শ পরিমাপের, যার সাথে তুলনা করে পরিমাপ করা যায়। পরিমাপের এই আদর্শ পরিমাপকে বলা হয় পরিমাপের একক। মনেকরি, কোন লাঠির দৈঘ্য ৪ মিটার।

দৈর্ঘ্য ৪ মিটার

ভৌতজগতে যা কিছু পরিমাপ করা যায় তাকে রাশি বলে।

রাশি দুই প্রকার যথাঃ-

১। মৌলিক রাশি ও

২। যৌগিক রাশি

মৌলিক রাশি -

যে সকল রাশি স্বাধীন বা নিরপেক্ষ সেগুলো অন্য রাশির উপর নির্ভর করে না বরং অন্যান্য রাশি এদের উপর নির্ভর করে তাদেরকে মৌলিক রাশি বলে। প্রকৃতিতে সাতটি মৌলিক রাশি হয়েছে যথাঃ- দৈর্ঘ্য,ভর,সময়, তাপমাত্রা, তড়িৎ প্রবাহ, দীপন তীব্রতা, পদার্থের পরিমাণ।

যৌগিক রাশি -

যে সকল রাশি এক বা একাধিক মৌলিক রাশির গুণ বা ভাগফল হতে পাওয়া যায় বা অন্যরাশির উপর নির্ভর করে তাদেরকে যৌগিক বা লব্ধ রাশি বলে। যেমন বেগ, ত্বরণ, বল, কাজ ইত্যাদি।

বল এর একক হলো নিউটন ।

$$১ \text{ নিউটন} = \frac{১ \text{ কিলোগ্রাম} \times ১\text{মিটার}}{(\text{সেকেন্ড})^2} \times ১ \text{ মিটার}$$

$$= \frac{১ \text{ কিলোগ্রাম} \times (১\text{মিটার})^2}{(\text{সেকেন্ড})^2}$$

পরিমাণের ত্রুটি

পরীক্ষাগারে কোনো রাশির মান নির্ণয় করতে হলে পরিমাণ করতে হয়। পরিমাপ কখনোই নির্ভুল হয় না। যথেষ্ট সতর্কতা অবলম্বন করলেও একই রাশির পরিমাপের সময় একই পরীক্ষকের বিভিন্ন সময়ে পরিমাপ বা বিভিন্ন পরীক্ষকের একই সময়ে পরিমাপের বেলায় ভিন্ন ভিন্ন মান পাওয়া যেতে পারে।

বাড়ির কাজ ঃ-

১। আজকের পাঠের অনুশীলন।

২। পরীক্ষার মান বন্টন ও প্রশ্নের ধরণ সম্পর্কে ধারণা রাখব।

৩। পদার্থবিজ্ঞান বিষয়ের প্রাথামিক ধারণা সম্পর্কে শিখব।

৪। পদার্থবিজ্ঞান এর অবদান সম্পর্কে জানব।

৫। মৌলিক একক ও যৌগিক একক বা লব্ধ একক কি তা জানব।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে ।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন -------

ক্লাশ নং-২
তারিখ ঃ- 28.01.2025
সময় ঃ-2.00 P.M

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

চার বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের জন্য

পর্ব ঃ- ১ম

টেকনোলজি ঃ- সিভিল।

বিষয় ঃ- ফিজিক্স-১ বিষয় কোড :- ২৫৯১২

ডিজিটাল কন্টেন ক্লাশ নং-২

২য় অধ্যায় ঃ- দিক রাশি ও অদিক রাশি।

আজকের আলোচনা বিষয় ঃ- দিক রাশি ও অদিক রাশি।

(Scalar and Vector Quantities)

শিখনফল

এই অধ্যায়ে পাঠে আমরা যা যা শিখতে পারব ---

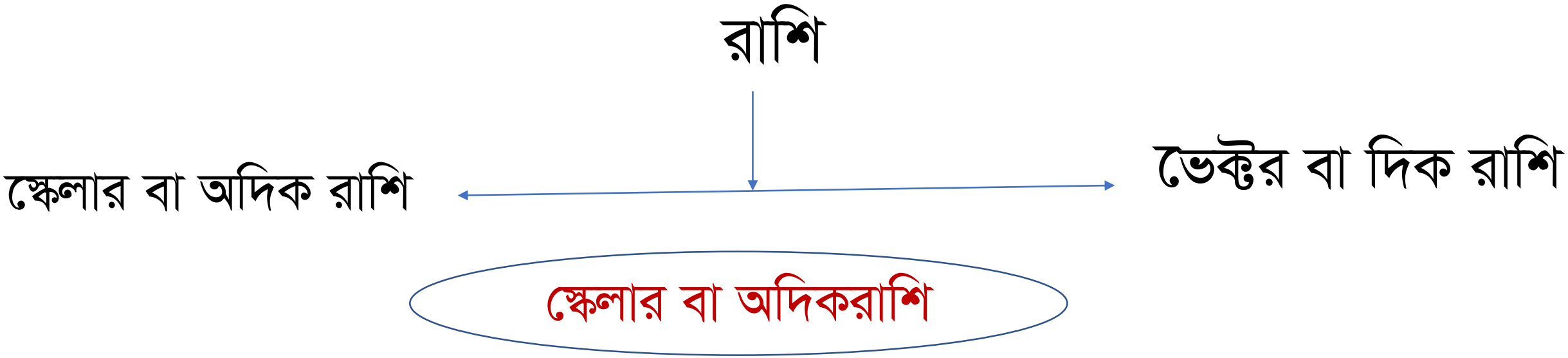
১। উদাহরণসহ দিকরাশি ও অদিকরাশি এর সংজ্ঞা।

২। বিভিন্ন মানরাশি বা ভেক্টর রাশি প্রকাশ এবং সংজ্ঞা।

৩। ভিন্ন দিকে ক্রিয়ারত দুটি ভেক্টর রাশির লব্ধি এর মান ও দিক নির্ণয়।

রাশি

যে সংখ্যা দ্বারা পরিমাপ করা যায় তাকেই রাশি বলে। রাশি দুই প্রকার যথা ঃ-১। স্কেলার বা অদিক রাশি ও ২। ভেক্টর বা দিকরাশি



স্কেলার বা অদিকরাশি

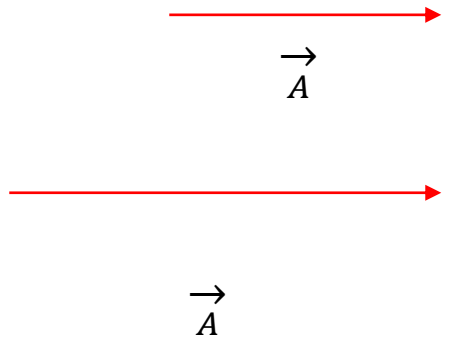
যে সকল ভৌত রাশির শুধুমাত্র মান আছে কিন্তু দিক নেই তাকে স্কেলার বা অদিকরাশি বলা হয়ু। যেমন ঃ- দৈর্ঘ্য, ভর, তাপ ইত্যাদি।

5

10

ভেক্টর বা দিকরাশি

যে সকল ভৌত রাশির মান ও দিক উভয়ে আছে তাকে ভেক্টর বা দিকরাশি বলা হয়। যেমন ঃ- বেগ,ত্বরণ, বল ইত্যাদি।



একক ভেক্টর

যদি কোন ভেক্টরকে ঐ ভেক্টরের মান দ্বারা ভাগ করলে যে মান পাওয়া যায় তাকে একক ভেক্টর বলে। একে $\hat{a}$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। $\hat{a}= \frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$

একটি ভেক্টর রাশিকে নিম্নোক্ত যে পদ্ধতিতে প্রকাশ করা হয়।

যথাঃ-

১। ভেক্টর রাশির উপর তীর চিহ্ন দ্বারা যেমন-$\vec{P}$

২। ভেক্টর রাশির নিচে রেখা দ্বারা যেমন- $\underline{P}$

৩। ভেক্টর রাশির উপর রেখা দ্বারা যেমন- $\overline{A}$

৪। ভেক্টর রাশির দুই পাশে আড়াআড়ি রেখা টেনে এর উপর তীর চিহ্ন বা নিচে রেখা টেনে দ্বারা যেমন- $\overrightarrow{|A|}$ or $\underline{|A|}$

৫। ভেক্টর রাশিকে মোটা হরফে (Bold) লিখে। যেমন- A ভেক্টর রাশি হলে প্রকাশ - **A**

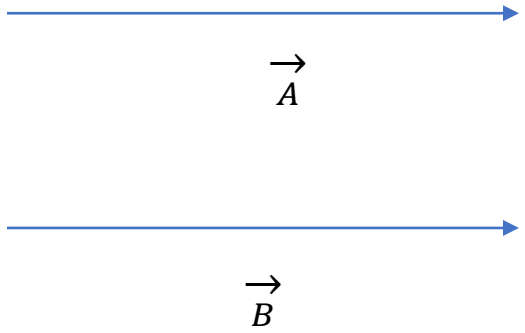
নিচে দিক রাশি ও অদিক রাশি এর মধ্যে পার্থক্য দেওয়া হলো

দিক বা ভেক্টর রাশি	অদিক বা স্কেলার রাশি
যে সকল ভৌত রাশির মান ও দিক উভয়ে আছে তাকে ভেক্টর বা দিকরাশি বলা হয়। যেমন বেগ, ত্বরণ ইত্যাদি।	যে সকল ভৌত রাশির শুধুমাত্র মান আছে কিন্তু দিক নেই তাকে স্কেলার বা অদিকরাশি বলা হয়। যেমন সময়, ভর ইত্যাদি।
শুধু দিক বা শুধু মান বা মান ও দিক উভয়ে পরিবর্তন হলে দিক রাশি পরিবর্তন হয়।	শুধুমাত্রু মান পরিবর্তন হলে অদিক রাশি পরিবর্তন হয়।
সাধারণ গাণিতিক নিয়মে দিক রাশি যোগ, বিয়োগ, গুণ, হয়না কিন্তু ভেক্টর বীজগণিত নিয়মে এগুলো হয়ে থাকে ।	সাধারণ গাণিতিক নিয়মে স্কেলার বা অদিক রাশি যোগ, বিয়োগ, গুণ, হয়।
দুটি দিক রাশির লব্ধি শুধুমাত্র মানের নির্ভর করে না।	দুটি অদিক রাশির সমষ্টি শুধুমাত্র এদের মানের উপর নির্ভরশীল।
দুটি দিক রাশির গুণফল দিক রাশি বা অদিক রাশি উভয়ই হতে পারে।	দুটি অদিক রাশির গুণফল দিক সর্বদাই অদিক রাশি হয়।

বিভিন্ন প্রকারের ভেক্টরের সংজ্ঞা দেওয়া হলো ঃ-

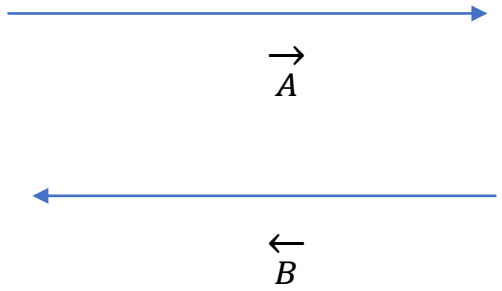
সমান ভেক্টর

যে সকল ভেক্টরের মান ও দিক সমান বা সমজাতীয় ভেক্টর দুটির মান ও দিকের সমান হয়, তাকেই সমান ভেক্টর বলে।



বিপরীত ভেক্টর

সমান ভেক্টর দুটির দিক যদি ভিন্ন হয় তাকে বিপরীত বা ঋনাত্বক ভেক্টর বলে।

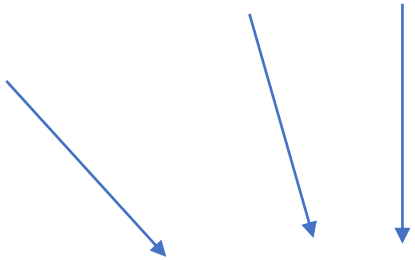


সমরেখ ভেক্টর

দুই বা ততোধিক ভেক্টর যদি একই সরল রেখা বরাবর বা পরস্পর সমান্তরাল ক্রিয়া করে তবে তাদেরকে সমরেখ ভেক্টর বলে।

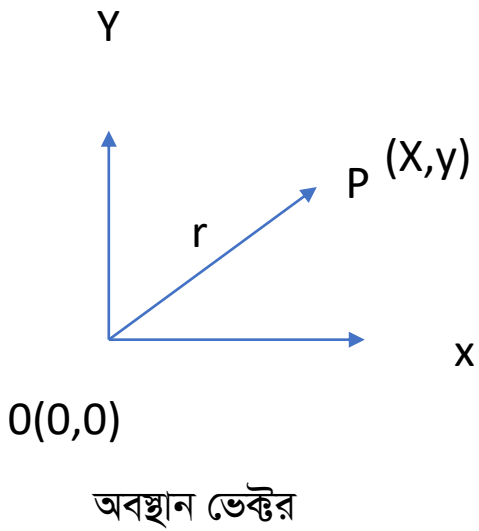
সমতলীয় ভেক্টর

দুই বা তার চেয়ে অধিক ভেক্টর যদি একই সমতলে অবস্থিত থাকে তাদেরকে সমতলীয় ভেক্টর বলে।



অবস্থান ভেক্টর

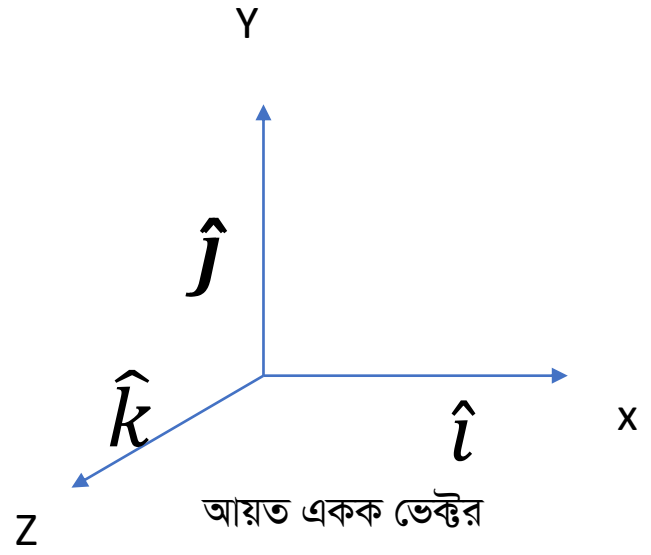
প্রসংগ কাঠামোর মূলবিন্দুর সাপেক্ষে কোন বিন্দুর অবস্থান যে ভেক্টর দ্বারা চিহ্নিত করা যায়, তাকে ঐ বিন্দুর অবস্থান ভেক্টর বলে।



অবস্থান ভেক্টর

আয়ত এককভেক্টর

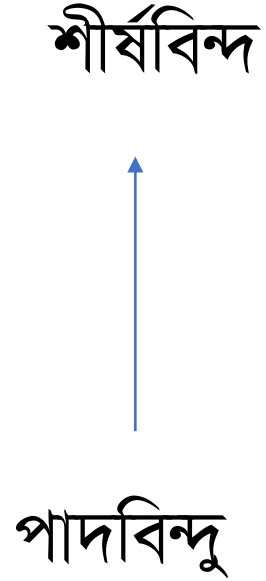
ত্রিমাত্রিক কার্তেসীয় স্থানাঙ্ক ব্যবস্থায় তিনটি ধনাত্বক অক্ষ বরাবর যে তিনটি একক ভেক্টর বিবেচনা করা হয়, তাদের বলা হয় আয়ত একক ভেক্টর।



আয়ত একক ভেক্টর

সঠিক ভেক্টর -

যে সকল ভেক্টরের মান শূন্য নয় তাদেরকে সঠিক ভেক্টর বলে। সঠিক ভেক্টরের শীর্ষবিন্দু ও পাদবিন্দু উভয় থাকে।



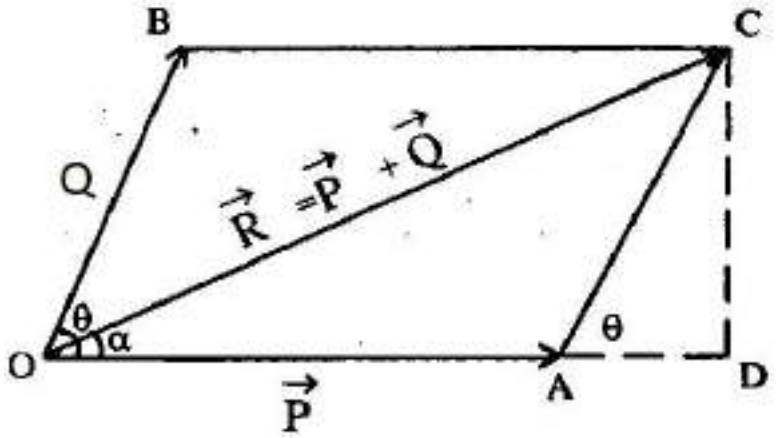
নাল ভেক্টর -

যে ভেক্টরের মান শূন্য নাল ভেক্টর বলে। শূন্য বা নাল ভেক্টরের কোন শীর্ষবিন্দু ও পাদবিন্দু নেই।

সামান্তরিকের সূত্র এর সাহায্যে লব্ধি মান ও দিক নির্ণয় কর

সামান্তরিকের সূত্র -

কোনো সামান্তরিকের একই বিন্দু হতে অঙ্কিত সন্নিহিত বাহু দুটি যদি কোনো কণার উপর একই সময়ের ক্রিয়ারত দুটি ভেক্টর রাশির মান ও দিক নির্দেশ করে, তাহলে ঐ বিন্দু হতে অঙ্কিত সামান্তরিকের কর্ণই এদের লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে।

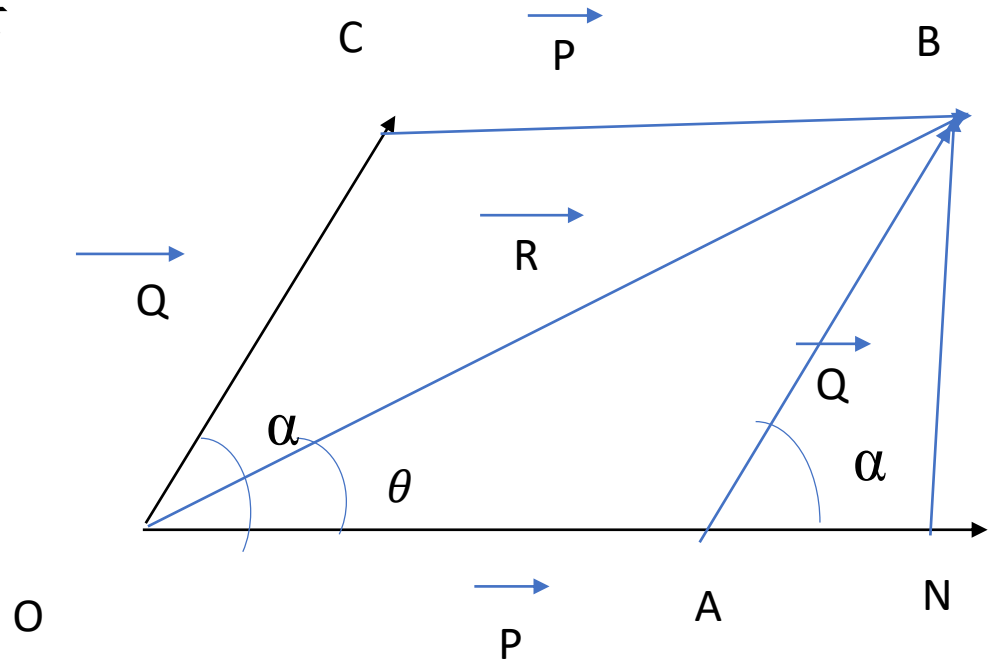


ব্যাখ্যা ঃ-

মনেকরি, O বিন্দুতে একটি কণার উপর $\overrightarrow{OA} = \vec{P}$ ও $\overrightarrow{OC} = \vec{Q}$ দুটি ভেক্টর রাশি একই সময়ে α কোণে ক্রিয়া করে নিচের চিত্রে, OA ও OC কে সন্নিহিত বাহু ধরে OABC সামান্তরিকের অঙ্কন করি এবং OB যুক্ত করি। এ সূত্রানুসারে উভয় ভেক্টরের ক্রিয়াবিন্দু O হতে অঙ্কিত কর্ণ $\overrightarrow{OB}$ ই ভেক্টর $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর লব্ধি $\vec{R}$ নির্দেশ করে।

অর্থাৎ $\overrightarrow{OA} + \overrightarrow{OC} = \overrightarrow{OB}$

বা, $\vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$



চিত্র সামান্তরিকের সূত্রের

লব্ধি মান নির্ণয় ঃ-

মনেকরি, লব্ধিমান R এবং $\angle AOC = \alpha$ কোণটি সূক্ষ্মকোণ। এখন B বিন্দু OA হতে এর বর্ধিত অংশের উপর BN লম্ব টানি যা বর্ধিত OA বাহুকে N বিন্দুতে ছেদ করলো।

AB ও OC সমান্তরাল। $\therefore \angle AOC = \angle BAN = \alpha$

আবার, ΔOBN ত্রিভূজের, $\angle ONB$ = এক সমকোণ= 90^o

$\therefore OB^2 = ON^2 + BN^2$

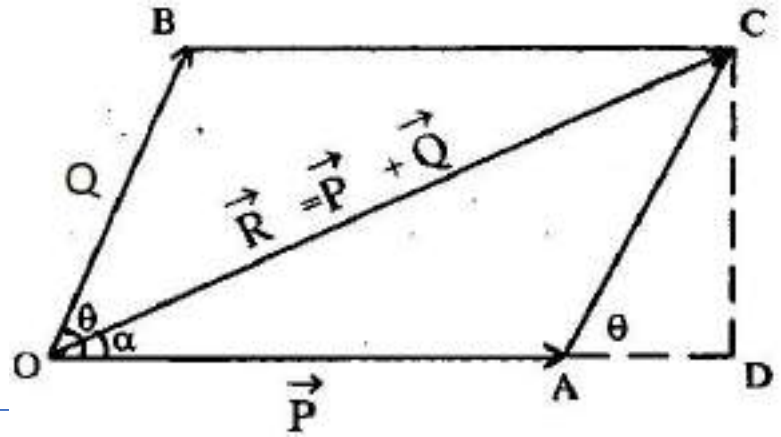
$= (OA + AN)^2 + BN^2$

$OB^2 = OA^2 + 2.OA.AN + AN^2 + BN^2$ ----------(1)

আবার, ΔBAN সমকোণী ত্রিভূজে,

$AB^2 = AN^2 + BN^2$

বা, $OC^2 = AN^2 + BN^2$ [$\because AB = OC$]



এখন, ত্রিকোণমিতির সাহায্যে আমরা পাই,

$$\cos\angle BAN = \cos\alpha = \frac{AN}{AB}$$

$$\therefore AN = AB\cos\alpha$$

$$= OC\cos\alpha \quad [\because AB = OC]$$

১ নং সমীকরণ হতে পাই ,

সুতরাং $OB^2 = OA^2 + 2.OA.AB\cos\alpha + AB^2$ $[\because AB^2 = AN^2 + BN^2]$

$$OB^2 = OA^2 + 2.OA.OC.\cos\alpha + OC^2$$

$$R^2 = P^2 + 2.PQcos\alpha + Q^2$$

$$\therefore R = \sqrt{P^2 + 2.PQcos\alpha + Q^2} \text{----------(2)}$$

লব্ধির দিক নির্ণয় ঃ-

মনেকরি, P এর সাথে θ কোণ উৎপন্ন করে লব্ধি R ক্রিয়া করছে, অর্থাৎ $\angle AOB = \theta$ |

সুতরাং ΔOBN সমকোণী ত্রিভূজের, $\tan\theta = \frac{BN}{ON}$

$$= \frac{BN}{OA+AN}$$

$$\tan\theta = \frac{BN}{OA+AN}$$

$$\therefore \theta = \tan^{-1}\frac{ABsin\alpha}{OA+ABcos\alpha}$$

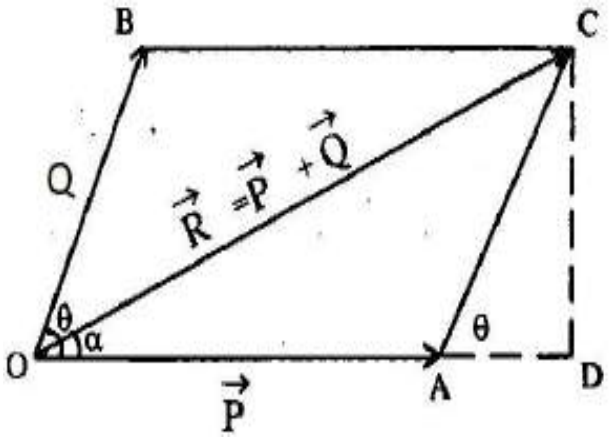
$$\therefore \theta = \tan^{-1}\frac{Qsin\alpha}{P+Qcos\alpha} \text{ ----------(3)}$$

(২) নং সমীকরণ এবং (৩) নং সমীকরণ হতে যথাক্রমে R এবং θ পাওয়া যায় ।

ΔBAN সমকোণী ত্রিভূজের, $\sin\alpha = \frac{BN}{AB}$

$BN = AB\sin\alpha$ এবং

$AN = AB\cos\alpha$



বিশেষ ক্ষেত্র ঃ-

(১) $\alpha = 0^0$ হলে , অর্থাৎ ভেক্টর দুটি একই দিকে ক্রিয়া করলে,

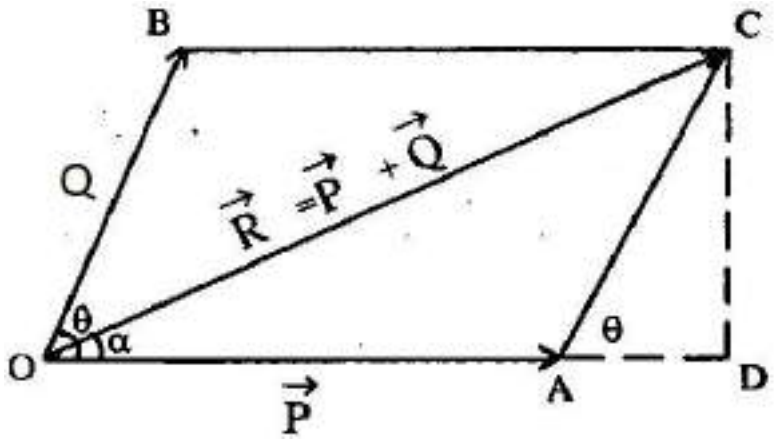
$$R=\sqrt{P^2 + 2.PQcos\alpha + Q^2}$$

$$= \sqrt{P^2 + 2.PQcos0^0 + Q^2} \quad [\because cos0^0=1, \sin0^0=\mathbf{0}]$$

$$= \sqrt{P^2 + 2.PQ.1 + Q^2}$$

$$= \sqrt{(P + Q)^2}$$

$$\therefore R= (P + Q)।$$

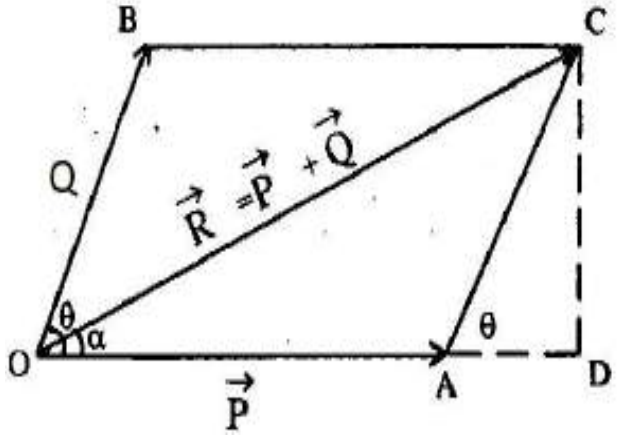


এবং $\theta = \tan^{-1} \frac{Q\sin0^0}{P+Q\cos0^0}$

$$\therefore \theta = 0^0$$

সুতরাং দুটি ভেক্টর একই দিকে ক্রিয়াশীল হলে এদের লব্ধির মান হবে ভেক্টরদ্বয়ের যোগফল এবং দিক হবে ভেক্টরদ্বয় যেদিকে ক্রিয়া করে সেদিকে।

(২) $\alpha = 90^0$ হলে, অর্থাৎ ভেক্টর দুটি পরস্পর লম্ব হলে,



$$R=\sqrt{P^2 + 2.PQcos\alpha + Q^2}$$

$$= \sqrt{P^2 + 2.PQcos90^0 + Q^2}$$

$$= \sqrt{P^2 + 2.PQ.0 + Q^2} \quad [cos90^0 = 0]$$

$$\therefore R = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

এবং $\theta = \tan^{-1} \frac{Qsin90^0}{P+Qcos90^0}$ $[sin90^0=1]$

$$\therefore \theta = \tan^{-1} \frac{Q}{p}$$

(৩) $\alpha = 180^0$ হলে, অর্থাৎ ভেক্টর দুটি পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করলে,

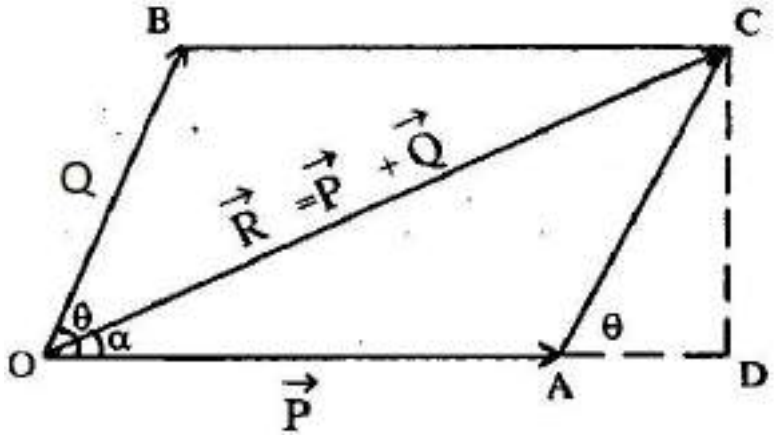
$$R = \sqrt{P^2 + 2.PQcos\alpha + Q^2}$$

$$= \sqrt{P^2 + 2.PQcos180^0 + Q^2} \quad [\cos 180^0 = -1]$$

$$= \sqrt{P^2 + 2.PQ.(-1) + Q^2}$$

$$= \sqrt{(P-Q)^2}$$

$\therefore R = (P - Q)$।



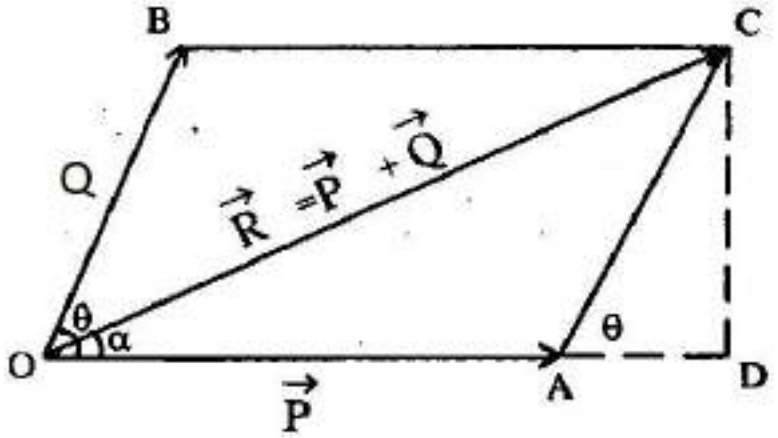
এবং $\theta = \tan^{-1}\frac{Q\sin 180^0}{P + Q\cos 180^0} = \frac{Q.0}{P + Q.(-1)} = 0 \quad [\sin 180^0 = 0]$

$\therefore \theta = 0$

সুতরাং দুটি ভেক্টর পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়াশীল হলে তাদের লব্ধির মান হবে ভেক্টরদ্বয়ের বিয়োগফল এবং দিক হবে বৃহত্তম ভেক্টরদ্বয় দিকে। ভেক্টর দুটি সমানও বিপরীতমুখী হলে , সেক্ষেত্রে লব্ধি শূন্য হবে।

লব্ধির সর্বোচ্চ এবং লব্ধি সর্বনিম্ন মান ঃ-

মনেকরি, দুটি ভেক্টর রাশি $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ একই সময়ে কোন বিন্দুতে α কোণে ক্রিয়া করছে। ভেক্টর যোগের সামান্তরিকের সূত্রানুসারে এদের লব্ধি মান R=$\sqrt{P^2 + 2.PQcos\alpha + Q^2}$



(ক) উপরোক্ত সমীকরণ হতে বলা যায় লব্ধি $\vec{R}$ এর মান $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণের উপর নির্ভর করে । $\vec{R}$ এর মান সর্বাধিক হবে যখন $cos\alpha$= 1 =$cos0^0$ বা α= 0^0 হবে।

লব্ধির সর্বোচ্চ মান $R_{max}=\sqrt{P^2+2.PQcos\alpha+Q^2}$

$$=\sqrt{P^2+2.PQcos0^0+Q^2}$$

$$=\sqrt{P^2+2.PQ.1+Q^2}$$

$$=\sqrt{(P+Q)^2}$$

$$R_{max}=(P+Q)।$$

অতএব, দুটি ভেক্টর যখন একই সরলরেখা বরাবর পরস্পর একই দিকে ক্রিয়া করে তখন তাদের লব্ধির মান সর্বোচ্চ হবে এবং এই সর্বোচ্চ মান ভেক্টর রাশির দুটির যোগফলের সমান হবে। অন্যভাবে বলা যায়, দুটি ভেক্টর রাশির লব্ধির মান এদের যোগফল অপেক্ষা বড় হতে পারে না।

(খ) $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ ভেক্টরদ্বয় এর লব্ধি $\vec{R}$ এর মান এর সর্বনিম্ন মান হতে যখন $cos\alpha$ এর মান সর্বনিম্ন হবে । অর্থাৎ $cos\alpha = -1 = cos180^0$ বা $\alpha = 180^0$ বা হবে।

লব্ধির সর্বনিম্ন মান , $R_{min} = \sqrt{P^2 + 2.PQcos\alpha + Q^2}$

$$= \sqrt{P^2 + 2.PQcos180^0 + Q^2}$$

$$= \sqrt{P^2 + 2.PQ.(-1) + Q^2}$$

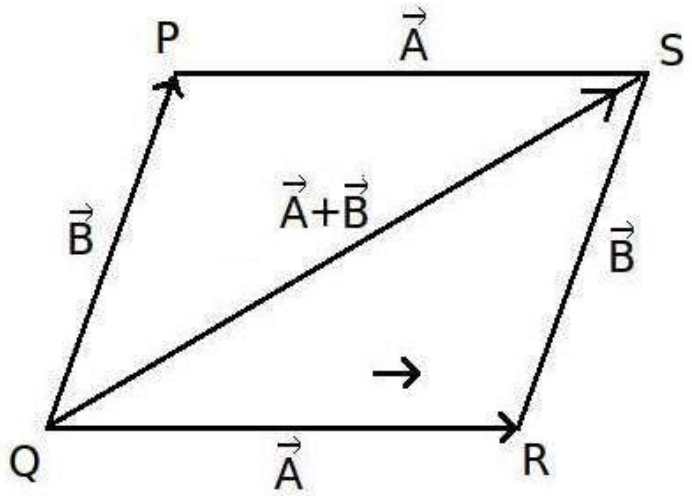
$$= \sqrt{(P-Q)^2}$$

$$R_{min} = (P-Q)।$$

অতএব, দুটি ভেক্টর যখন একই সরলরেখা বরাবর পরস্পর বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে তখন তাদের লব্ধির মান সর্বনিম্ন হবে এবং এই সর্বনিম্ন মান ভেক্টর রাশির দুটির বিয়োগফলের সমান হবে। সুতরাং বলা যায়, দুটি ভেক্টর রাশির সর্বনিম্ন মান এদের বিয়োগফল অপেক্ষা ছোট হতে পারে না।

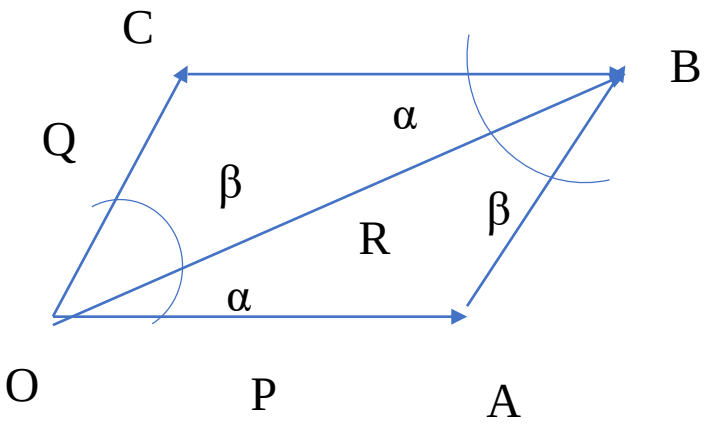
ভেক্টর রাশিকে অনুভূমিক ও উল্লম্ব অংশের মাধ্যমে বিভাজন

একটি ভেক্টর রাশিকে সামান্তরিকের সূত্রের সাহায্যে বহুভাবে দুটি ভেক্টর রাশিকে বিভক্ত করা যায়। এ পদ্ধতির নাম ভেক্টর রাশির বিভাজন। সুতরাং ভেক্টর রাশিকে দুই বা ততোধিক ভেক্টর রাশিতে বিভক্ত করার প্রক্রিয়াকে ভেক্টর রাশির বিভাজন বলে। এই বিভক্ত ভেক্টর রাশিগুলোর প্রত্যেকটিকে মূল ভেক্টর রাশির এক একটি অংশক বা উপাংশ বলে।



যে কোনো দুই উপাংশে বিভাজন ঃ-

মনেকরি, R একটি ভেক্টর রাশি। তীর চিহ্নিত OB সরলরেখাটি তার মান ও দিক নির্দেশ করছে। OB এর সাথে দুই পাশে α ও β কোণ উৎপন্ন করে এরুপ দুটি দিকে একে দুটি উপাংশে বিভক্ত করতে হবে। এখন বিন্দু হতে OB এর সাথে দুই পাশে α এবং β কোণ করে OA এবং OC রেখা টানি। OB কে কর্ণ করে OABC সামান্তরিকটি অঙ্কন করি।



সুতরাং সামান্তরিকের সূত্রানুযায়ী OB দ্বারা সূচিত ভেক্টর রাশি $\overrightarrow{R}$ এর দুটি অংশকের বা উপাংশের মান ও দিক $\overrightarrow{OA}$ এবং $\overrightarrow{OC}$ নির্দেশ করবে।
বর্ণনানুসারে OC এবং AB সামান্তরাল এবং OB তাদেরকে যুক্ত করেছে।

কাজেই $\angle ABO = \angle BOC = \beta$

এখন ত্রিকোণমিতি ও ত্রিভূজের ধর্মানুসারে হতে ΔOAB আমরা পাই ,

$$\frac{OA}{sin\beta} = \frac{AB}{sin\alpha} = \frac{OB}{sin < OAB}$$

আবার AB=OC এবং $\angle OAB = 180 - (\angle AOB + \angle ABO)$

$= 180 - \{\angle(\alpha + \beta)\}$ $\therefore \frac{OA}{sin\beta} = \frac{AB}{sin\alpha} = \frac{OB}{\sin\{180 - (\alpha + \beta)\}}$

$\overrightarrow{OA}$ এবং $\overrightarrow{OC}$ দ্বারা সূচিত উপাংশ দুটির মান ও দিক যথাক্রমে $\vec{p}$ এবং $\vec{Q}$ এর সমান ধরে আমরা পাই ,

$$\frac{p}{sin\beta} = \frac{Q}{sin\alpha} = \frac{R}{\sin\{180-(\alpha+\beta)\}} = \frac{R}{\sin(\alpha+\beta)}$$ [∵ AB=OC]

$$\frac{p}{sin\beta} = \frac{R}{\sin(\alpha+\beta)}$$ বা, $p = \frac{R\, sin\beta}{\sin(\alpha+\beta)}$ ----------(১)

এবং $\frac{Q}{sin\alpha} = \frac{R}{\sin(\alpha+\beta)}$ বা, $Q = \frac{Rsin\alpha}{\sin(\alpha+\beta)}$ ----------(২)

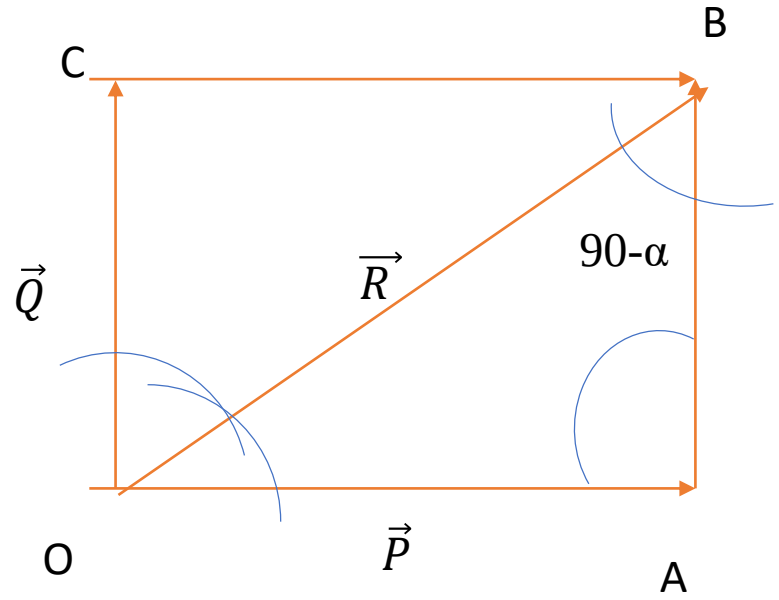
সমীকরণ (১) নং ও (২) নং ভেক্টরের উপাংশের সমীকরণ।

লম্ব উপাংশে বিভাজন ঃ-

যদি ভেক্টরকে সমকোণে বিভাজিত করা হয় অর্থাৎ P এবং Q উপাংশ দুটি পরস্পর সমকোণী হয় নিচে চিত্রে তবে, $(\alpha + \beta)=90$

$\therefore \sin(\alpha + \beta)=\sin 90=1$

$\sin\beta=\sin(90-\alpha)=\cos\alpha$



$$\frac{p}{\sin\beta}=\frac{Q}{\sin\alpha}=\frac{R}{\sin(\alpha+\beta)}$$

$$\frac{p}{\cos\alpha}=\frac{Q}{\sin\alpha}=\frac{R}{\sin(90)}=R$$

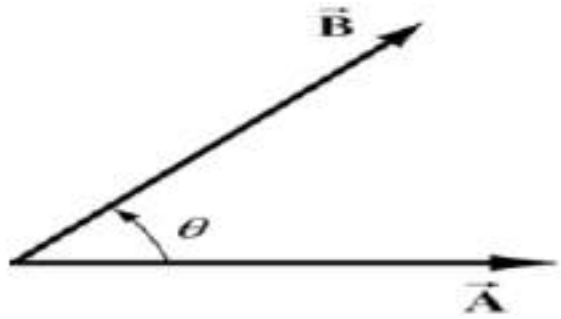
$$\frac{p}{\cos\alpha}=R \quad = P=R\cos\alpha \qquad \frac{Q}{\sin\alpha}=R=Q=R\sin\alpha$$

$P=R\cos\alpha$ ---------- (3) এবং $Q=R\sin\alpha$ ----------(4)

P এবং Q উপাংশ দুটিকে মূল ভেক্টর রাশি R এর লম্বাংশ বলে্। P কে অনুভূমিক উপাংশ এবং Q কে উল্লম্ব উপাংশ বলে।

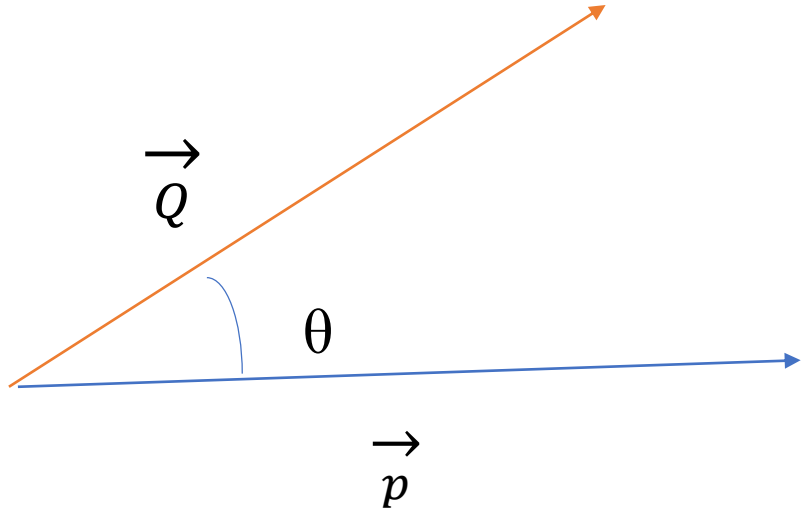
ডট গুণন বা স্কেলার গুণন

যদি দুটি ভেক্টর রাশির গুণফল একটি স্কেলার রাশি হয়, তবে তাকে স্কেলার বা ডট গুণন বলে। একে ডট (.) এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এটি দুটি ভেক্টর রাশির মধ্যবর্তী কোণের cosine এর উপর নির্ভরশীল।

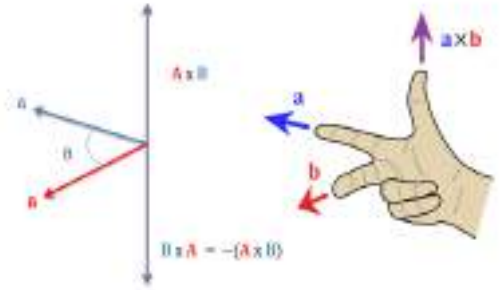


যদি দুটি ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ হয় যাদের মধ্যবর্তী কোণ θ তাদের ডট গুণন হবে নিম্নরুপ

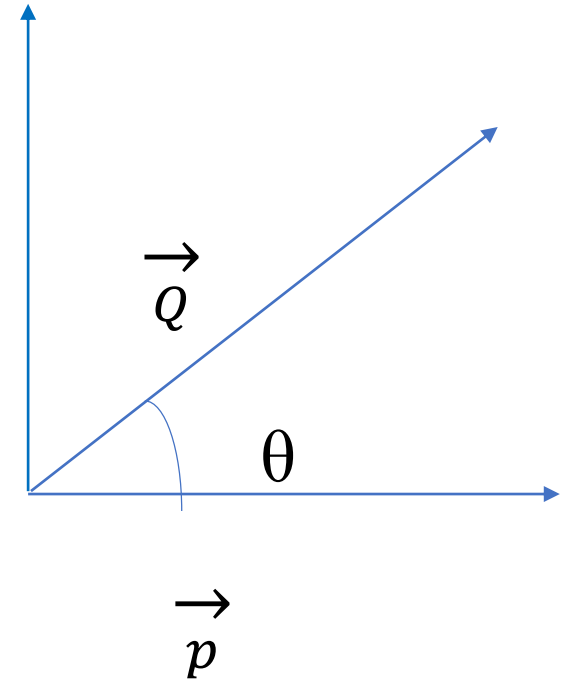
$\vec{P}.\vec{Q}$= PQ cosθ



ক্রস গুণন বা ভেক্টর গুণন



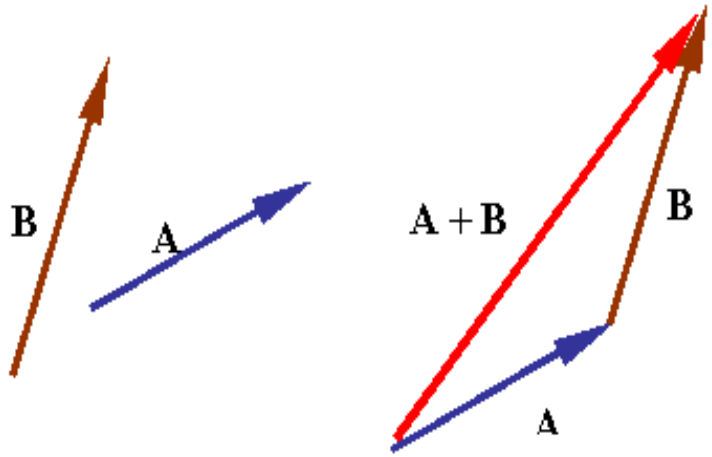
যদি দুটি ভেক্টর রাশির গুণফল একটি ভেক্টর রাশি হয়, তবে তাকে ক্রস গুণন বা ভেক্টর গুণন বলে। একে ডট $(\times)$ এর মাধ্যমে প্রকাশ করা হয়। এটি দুটি ভেক্টর রাশির মধ্যবর্তী কোণের sine এর উপর নির্ভরশীল।



যদি দুটি ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}$ এবং $\vec{Q}$ হয় যাদের মধ্যবর্তী কোণ θ এবং ভেক্টর $\hat{a}$ তবে তাদের ক্রস গুণন হবে নিম্নরুপ $\vec{P} \times \vec{Q} = (\mathrm{PQ\ Sin}\theta)\ \hat{a}$

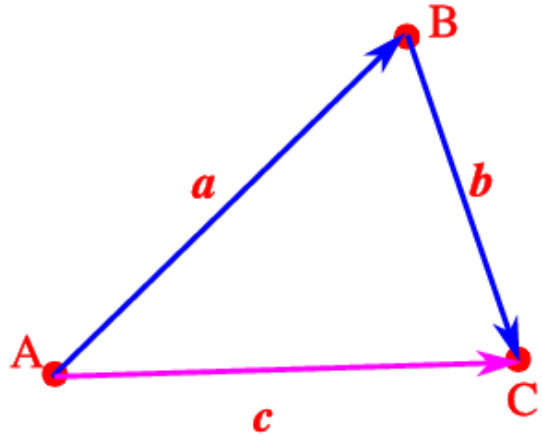
এটি ডানহাতি স্ক্রুর নিয়মানুসারে দিক নির্ধারণ করে।

ভেক্টর ত্রিভূজ সূত্র এর সংজ্ঞা



কোন কণার যুগপৎভাবে কার্যরত দুটি ভেক্টর, যদি কোনো ত্রিভূজের দুটি বাহু দ্বারা দিকে ও মানের এবং একই ক্রমে সূচিত হয়, তবে উক্ত ত্রিভূজের তৃতীয় বাহুটি এর বিপরীতক্রমে প্রদত্ত ভেক্টর দুটির লব্ধিকে দিকে ও মানে সূচিত করবে।

ব্যাখ্যা ঃ- মনেকরি, ABC একটি ত্রিভূজ। এর $\overrightarrow{AB}$ এবং $\overrightarrow{BC}$ বাহু যথাক্রমে $\vec{a}$ ও $\overrightarrow{b}$ কে নির্দেশ করে।



সূত্রানুসারে, $\overrightarrow{AC}$ বাহু ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধি $\vec{c}$ নির্দেশ করে।

অর্থাৎ $\overrightarrow{AC} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC}$

$\therefore \vec{c} = \vec{a} + \overrightarrow{b}$

অতএব, এ সূত্রকে ভেক্টর যোগের সাধারণ নিয়মও বলা হয়।

প্রয়োজনীয় সমীকরণ

১। $\hat{a}=\frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}$

২। $R=\sqrt{P^2+2.PQcos\alpha+Q^2}$

৩। $\theta=\tan^{-1}\frac{Q\sin\alpha}{P+Q\cos\alpha}$

৪। $\frac{p}{sin\beta}=\frac{Q}{sin\alpha}=\frac{R}{\sin(\alpha+\beta)}$

৫। $P=R\cos\alpha$ এবং $Q=R\sin\alpha$

৬। $\vec{P}.\vec{Q}=|\vec{P}|\,|\vec{Q}|\,\cos\theta$

৭। $\vec{P}\times\vec{Q}=(|\vec{P}|\,|\vec{Q}|\,\mathrm{Sin}\theta)\,\hat{a}$

৮। $R_{max}=(\vec{P}+\vec{Q})$

৯। $R_{min}=(\vec{P}-\vec{Q})$।

১০। $\vec{c}=\vec{a}+\vec{b}$

১১। $|\vec{A}|$ এর

মান$=\sqrt{A_x^2+A_y^2+A_z^2}$

$\vec{A}$= 3$\hat{\imath}$-2 $\hat{\jmath}$ +6 $\hat{k}$ ভেক্টর রাশিটির মান এবং $\vec{A}$ এর দিকে একক ভেক্টর নির্ণয় কর।

সমাধানঃ-

আমরা জানি, $\vec{A} = A_x\hat{\imath} + A_y\hat{\jmath} + A_z\,\hat{k}$ হলে,

$|\vec{A}|$ এর মান= $\sqrt{A_x^2 + A_y^2 + A_z^2}$

∴ প্রদত্ত রাশিটির মান

$|\vec{A}|=\sqrt{(3)^2+(-2)^2+(6)^2}=\sqrt{49}=7$

ধরি, $\vec{A}$ এর দিক রাশি ভেক্টর $\hat{a}$ ভেক্টর হলে

$\hat{a}=\frac{\vec{A}}{|\vec{A}|}=\frac{3\hat{\imath}-2\,\hat{\jmath}+6\,\hat{k}}{7}=\frac{3}{7}\hat{\imath}-\frac{2}{7}\hat{\jmath}+\frac{6}{7}\hat{k}$ (Ans)

এখানে,

$\hat{a}$=?

$\vec{A}$= 3$\hat{\imath}$-2 $\hat{\jmath}$ +6 $\hat{k}$

দুটি ভেক্টর রাশির প্রত্যেকটির মান 15 একক তারা একই বিন্দুতে পরস্পর 120^0 কোণে ক্রিয়া করে। তাদের লব্ধির মান ও দিক নির্ণয় কর।

সমাধান,

মনেকরি, আমরা জানি,লব্ধি = R

আমরা জানি,

$R=\sqrt{P^2+2.PQcos\alpha+Q^2}$

$=\sqrt{(15)^2+2.15.15cos120^0+(15)^2}$

$=\sqrt{225+450\times\left(-\frac{1}{2}\right)+225}$

$=\sqrt{225-225+225}$

$=\sqrt{225}$

$\therefore R=15$

এখানে, p = 15 একক

Q= 15 একক

মধ্যবর্তী কোণ, $\alpha=120^0$

আবার, $\theta = \tan^{-1}\frac{Q\sin\alpha}{P+Q\cos\alpha}$

[যেখানে θ হচ্ছে ভেক্টর P এবং লব্ধি R এর মধ্যবর্তী কোণ]

$$\theta = \tan^{-1}\frac{15\sin 120^0}{15+15\cos 120^0}$$

$$= \tan^{-1}\frac{15\times\frac{\sqrt{3}}{2}}{15-\frac{15}{2}} = \frac{\frac{15\sqrt{3}}{2}}{\frac{30-15}{2}} = \frac{\frac{15\sqrt{3}}{2}}{\frac{15}{2}}$$

$$\theta = \frac{15\sqrt{3}}{2}\times\frac{2}{15} = \sqrt{3}$$

$\theta = \tan^{-1}\sqrt{3}$ বা, $\theta = 60^0$ $\therefore \theta = 60^0$

$\vec{P}= 2\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} - \hat{k}$ এবং $\vec{Q}= 6\hat{\imath}-3\ \hat{\jmath} +2\ \hat{k}$ হলে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ এর মধ্যবর্তী কোণ নির্ণয় কর।

সমাধান, আমরা জানি, $\vec{P}.\vec{Q}= |\vec{P}|\ |\vec{Q}| \cos\theta$

$2\hat{\imath} + 2\hat{\jmath} - \hat{k}$).$(6\hat{\imath}-3\ \hat{\jmath} +2\ \hat{k}$)

$= (\sqrt{(2)^2+(2)^2+(-1)^2}).\ (\sqrt{(6)^2+(-3)^2+(2)^2}\ )\ \cos\theta$

$(12\text{-}6\text{-}2)=(\sqrt{4+4+1}).\ (\sqrt{36+9\ +4}).\ \cos\theta$

বা, $4= \sqrt{9}.\sqrt{49}.\ \text{Cos}\theta$

বা, $4=3.7\ \text{Cos}\theta$

বা, $21.\ \text{Cos}\theta=4$

বা, $\text{Cos}\theta=\frac{4}{7}=0.190470$

$\therefore \theta = \cos^{-1}(0.190470)=79.01^0$ (উত্তর)

$\vec{A}= \hat{\imath} + 2\hat{\jmath} - \hat{k}$ এবং $\vec{B}= \hat{\imath} + \hat{\jmath}\ -2\ \hat{k}$ হলে $\vec{A}$ ও $\vec{B}$ এর মধ্যবর্তী কোণ নির্ণয় কর। উপরের নিয়ম অনুসারে নিজে করবে।

গাণিতিক সমস্যা

$\vec{P}= 3\hat{\imath} - 2\hat{\jmath} + \hat{k}$ এবং $\vec{Q}= 4\hat{\imath} +3\ \hat{\jmath} - 6\ \hat{k}$ হলে দেখাও যে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর লম্ব।

সমাধান,

দেওয়া আছে, $\vec{P}= 3\hat{\imath} - 2\hat{\jmath} + \hat{k}$ এবং $\vec{Q}= 4\hat{\imath} +3\ \hat{\jmath}\ -6\ \hat{k}$

আমরা জানি, $\vec{P}.\vec{Q}= P_x.Q_x + P_y.Q_y + P_z.Q_z$

$=3\times4+(-2)\times3+1\times(-6)$

$=12-6-6$

$=12-12$

$\therefore \vec{P}.\vec{Q} = 0$

যেহেতু, $\vec{P}.\vec{Q} = 0$ সেহেতু $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ পরস্পর লম্ব (প্রমাণিত)

এখানে,

$P_x = 3, P_y = -2, P_z = 1$

$Q_x = 4, Q_y = 3, Q_z = -6$

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন -------

ক্লাশ নং-৩
তারিখ ঃ- 25.01.2025
সময় ঃ-2.00 P.M

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট.
শেরপুর।

চার বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের জন্য

ফিজিক্স-১

বিষয় কোড :- ২৫৯১২

ডিজিটাল কন্টেন ক্লাশ নং-৩

৩য় অধ্যায় ঃ- গতি এবং গতির সমীকরণ প্রথমাংশ ।

আজকের আলোচনা বিষয় ঃ- গতি এবং গতির সমীকরণ

(Motion and Equations of Motion)।

এই অধ্যায়ে পাঠে আমরা যা যা শিখতে পারব ----

১। স্থিতি ও গতির সংজ্ঞা।

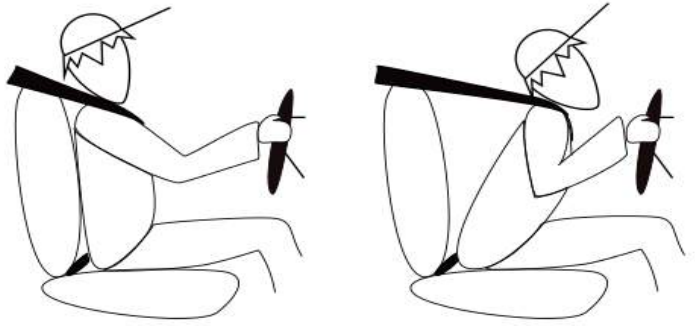
২। গতির প্রকারভেদ ও সংজ্ঞা উদাহরণ।

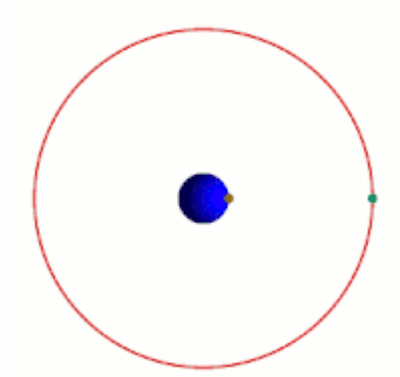
৩। সরণ, বেগ, দ্রুতি ত্বরণ ও মন্দনের সংজ্ঞা ও ব্যাখ্যা।

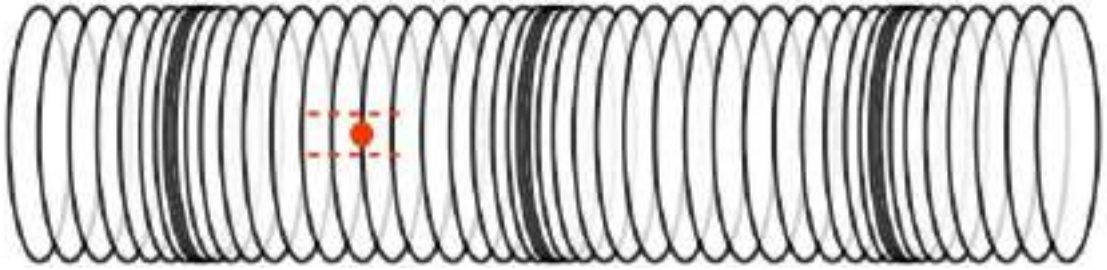
৪। সরণ, বেগ, ত্বরণ ও মন্দনের মাঝে সম্পর্ক প্রতিপাদন।

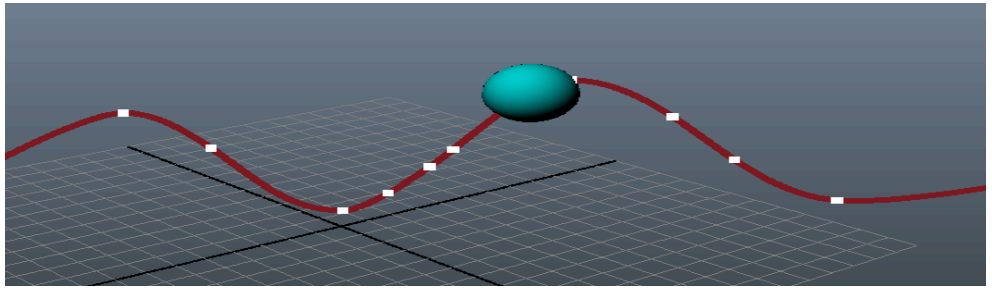
গতি ও গতির সমীকরণ (Motion and Equations of Motion)

আমাদের চারপাশে যে সকল বস্তু আছে তার মধ্যে কতকগুলো বস্তু স্থিতি এবং কতকগুলো বস্তু গতিশীল। বস্তুর স্থির এবং গতিশীল অবস্থা আপেক্ষিক বিষয়। পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় বস্তুর স্থিতি ও গতি সম্পর্কে আলোচনা করা হয়, তাকে বল বিদ্যা বলে। বস্তু সাধারণ দুইটি অবস্থান থাকে একটি স্থিতি না হয় গতিশীল।









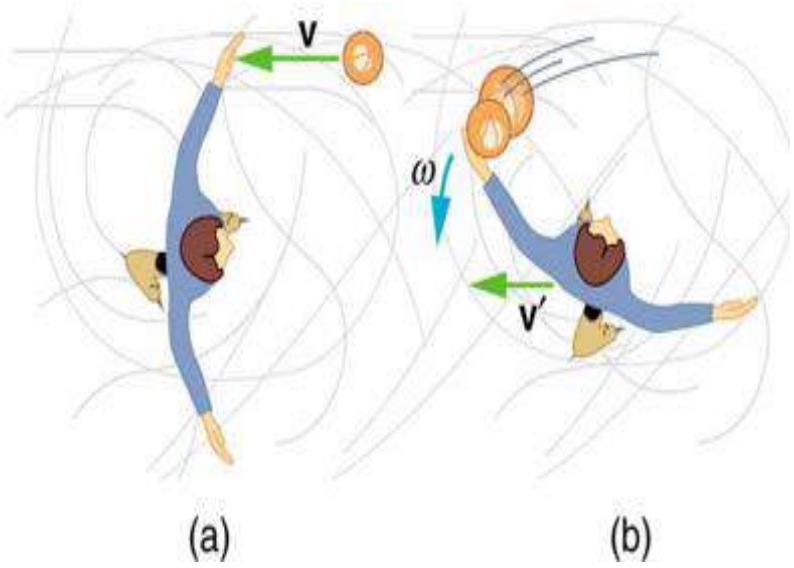
স্থিতি

যখন কোন বস্তু সময়ের সাথে পারিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে নিজ অবস্থানের কোন পরিবর্তন করে না তখন তাকে ঐ বস্তুকে স্থিতি বা স্থির বলে। যেমন ঘর, বাড়ি, গাছপালা প্রভৃতি। স্থিতি আবার দু প্রকার ঃ-

১। পরম স্থিতি

২। আপেক্ষিক স্থিতি

আমরা কোনো স্থির বস্তুর সাপেক্ষে অন্য কোন বস্তু স্থিতিতে আছে কিনা তা নির্ণয় করি। কিন্তু যে বস্তুর সাপেক্ষে স্থিতি নির্ণয় করি সেই বস্তু স্থিতিশীল নয় কেননা এই পৃথিবীতে কোনো বস্তুই স্থির নয়। তাই বস্তুর ক্ষেত্রে পরম স্থিতি সম্ভব নয়। এই বিশ্বে আমরা যে স্থিতি পাই তা হল আপেক্ষিক স্থিতি।

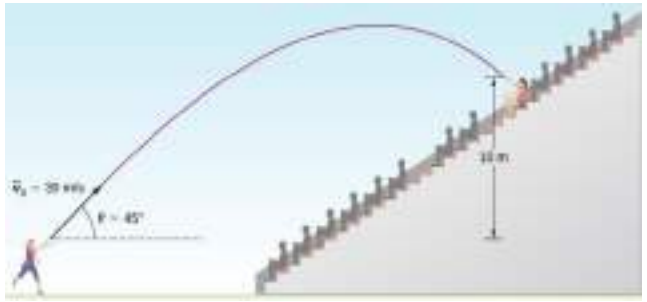


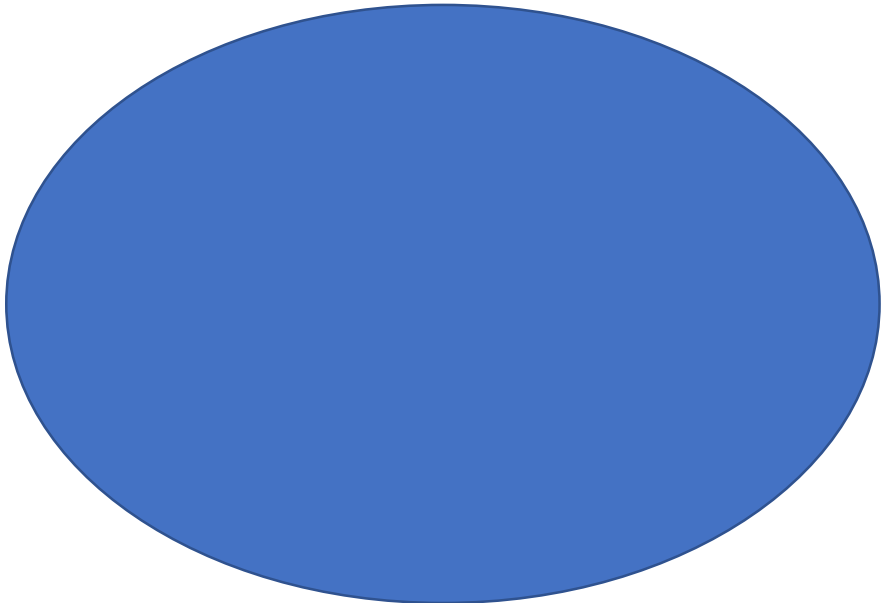
গতি এর সংজ্ঞা

সময়ের পরিবর্তনের সাথে সাথে পারিপার্শ্বিকের সাথে যখন কোন বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন ঘটে, তখন তাকেই গতিশীল বলে। আর অবস্থানের পরিবর্তনের ঘটনাকেই গতি বলে। যেমন, সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি,পরমাণুতে নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেকট্রনের গতি ইত্যাদি। গতি দুই প্রকার ঃ-

১। পরম গতি ও

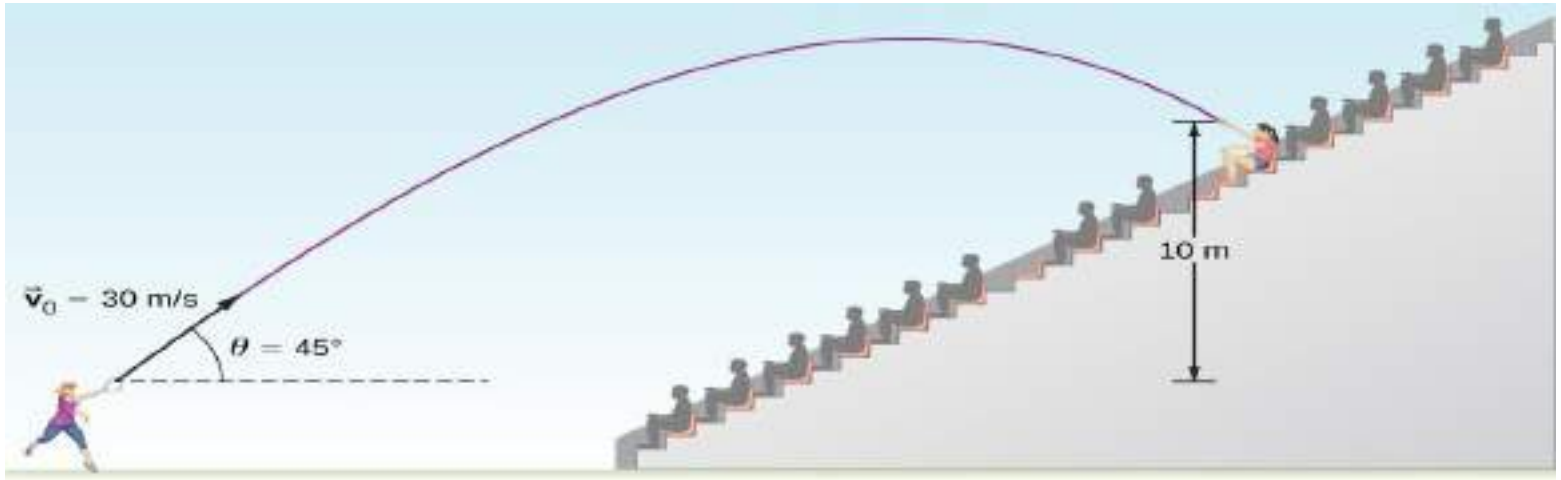
২। আপেক্ষিক গতি





কোনো স্থির বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতিকে পরম গতি বলে। কিন্তু এই বিশ্ব কোনো স্থির বস্তু পাওয়া যায় না। এই জন্য বলা হয় পরম গতি এই বিশ্বে সম্ভব নয়। অতএব বলা হয় পরম গতি এবং পরম স্থিতি কল্পনামাত্র।

আপাত স্থির কোনো বস্তুর সাপেক্ষে কোনো বস্তুর গতিকে আপেক্ষিক গতি বলা হয়। এজন্য বলা হয় এই বিশ্বের সকল গতিই আপেক্ষিক গতি এবং সকল স্থিতি আপেক্ষিক স্থিতি।



গতি এর প্রকার

গতির প্রকারভেদ

গতি পাচঁ প্রকারের হতে পারে।

১। চলন গতি

২। ঘূর্ণন গতি

৩। চলন ঘূর্ণন গতি

৪। পর্যায় গতি

৫। দোলন গতি

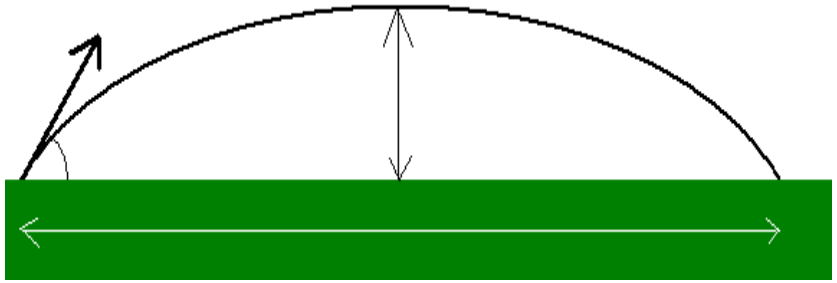
চলন গতি

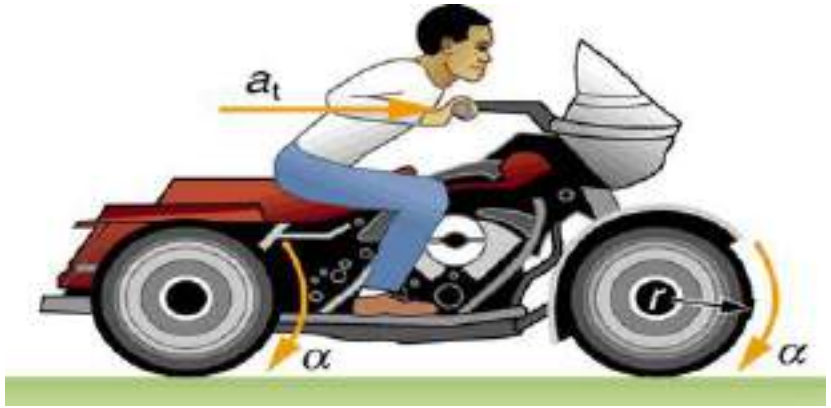
গতিশীল অবস্থায় বস্তুর কণাসমূহ যদি সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম করে, তাহলে সে গতিকে চলন গতি বলে।

চলন গতি দু প্রকার

১। সরল চলন গতি

২। বক্র চলন গতি





সরল চলন গতি

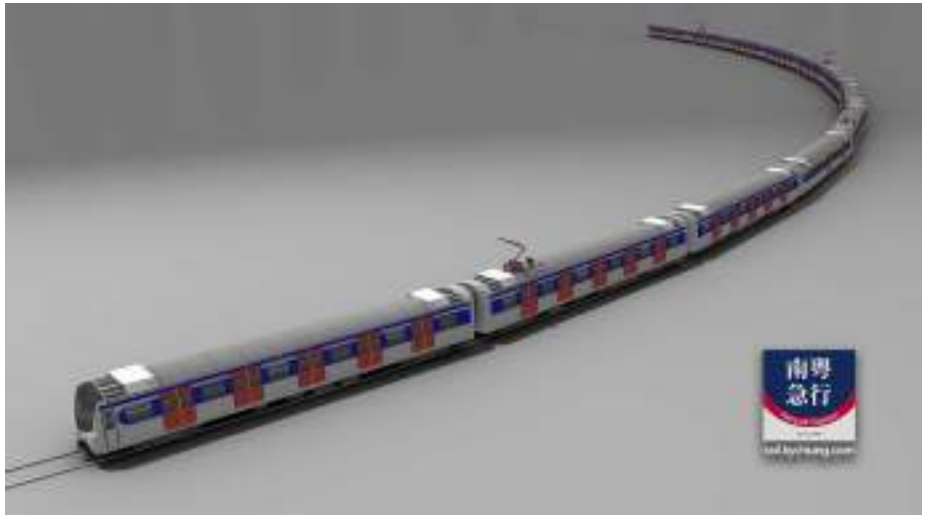
বস্তুটির গতিপথ যদি সরল হয় তবে ঐ গতিকে সরল গতি বলে।

চিত্রে সরল রেখা।

বক্র চলন গতি

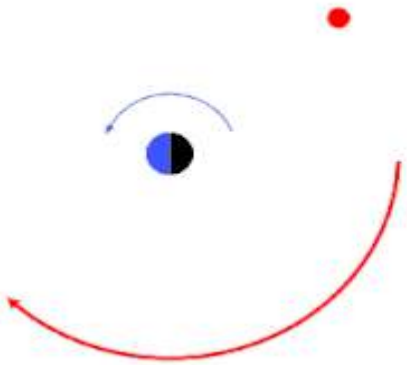
চলন গতিসম্পন্ন বস্তু বক্রপথে চলতে থাকলে তখন ঐ গতিকে বক্র চলন গতি বলে।

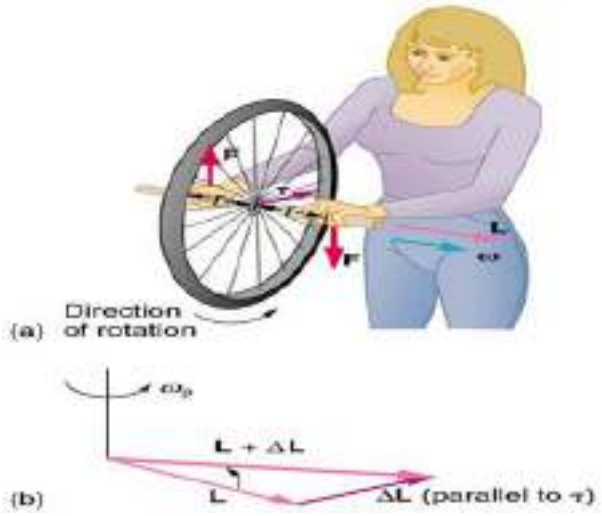
উদাহরণ আকাঁবাঁকা রেলপথের উপর চলন্ত রেলগাড়ির বগির গতি।



ঘূর্ণন গতি

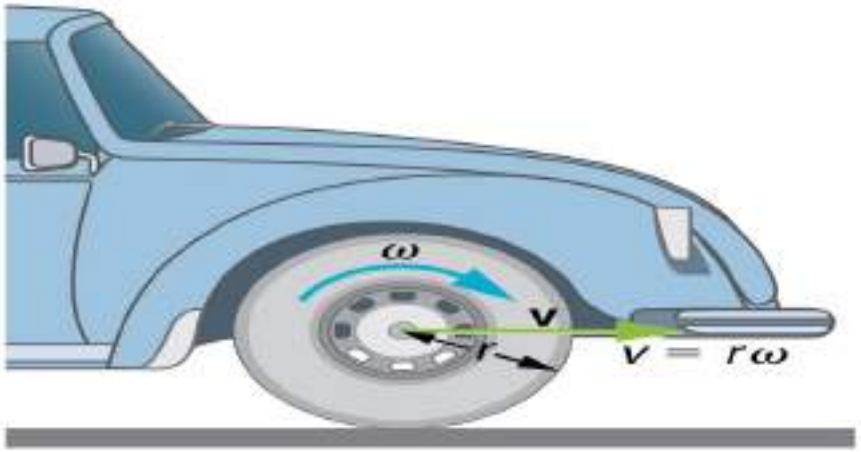
গতিশীল অবস্থায় বস্তুর কণা সমূহ যদি কোন বিন্দু বা অক্ষ থেকে তাদের দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে উক্ত বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘোরে তাহলে ঐ গতিকে ঘূর্ণন গতি বলে।

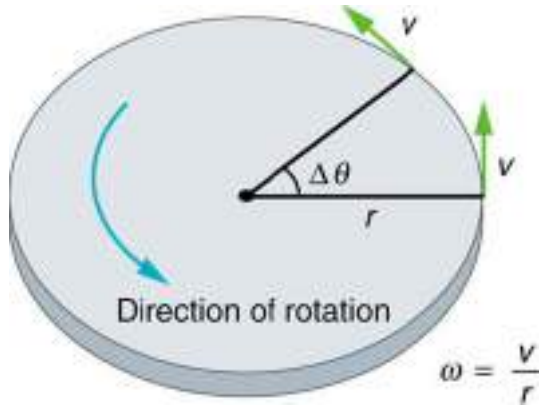




চলন ঘূর্ণন গতি

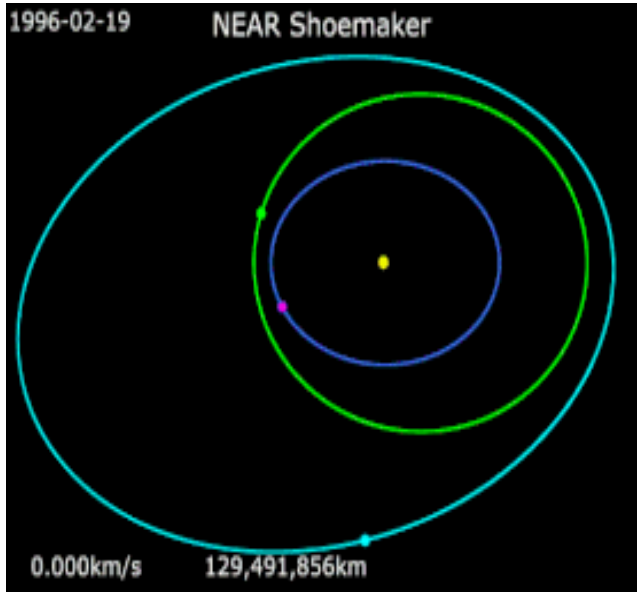
যদি কোন বস্তু একই সময়ে চলন ও ঘূর্ণন গতিতে চলতে থাকে তাহলে এ গতি চলন ঘূর্ণন গতি। চলন্ত গাড়ীর চাকার গতি।





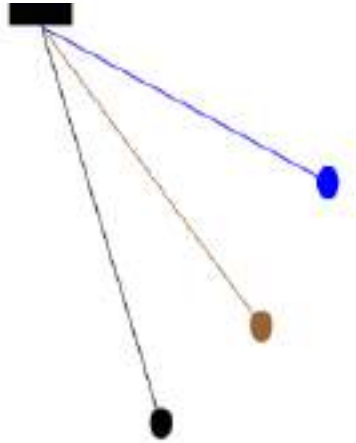
পর্যায়বৃত্ত গতি

যদি কোন বস্তু একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একই পথ অতিক্রম করে একই দিকে চলতে থাকে তাহলে এ গতিকে পর্যায়বৃত্ত গতি বলে। সূর্যকে কেন্দ্র করে গ্রহগুলো চারদিকে ঘুরতে থাকে।



দোলন গতি

যদি কোন বস্তুর গতি একটি নির্দিষ্ট সময় পরপর বিপরীত মূখী হয় বা বস্তুটি এদিক- ওদিক দোল খায় তবে এ ধরনের গতিকে দোলন গতি বলে। যেমন সরল দোলকের দোলন গতি।

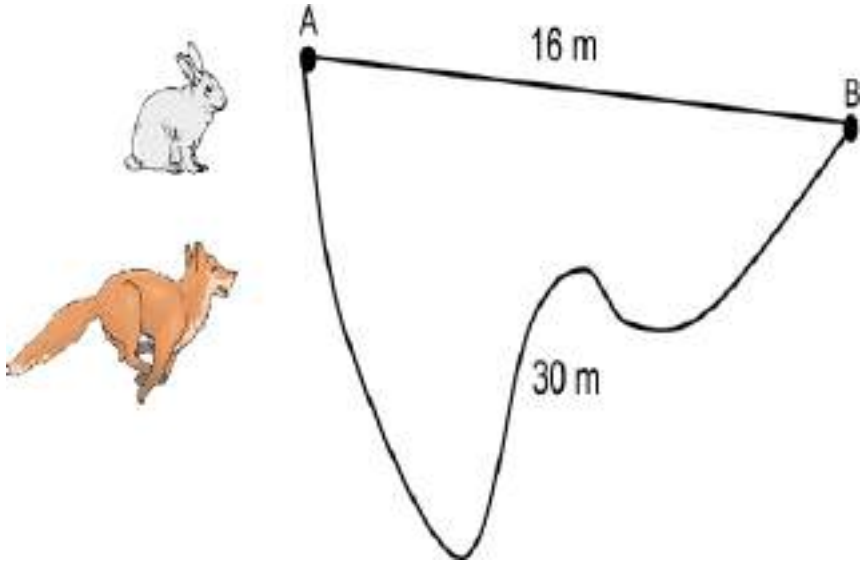


দূরত্ব(Distance)

যে কোন দিকে বস্তুর পারিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে অবস্থানের মোট পরিবর্তনকে দূরত্ব বলে। একে d দ্বারা প্রকাশ করা হয়। দূরত্ব একটি স্কেলার রাশি।

মাত্রা ঃ- দূরত্ব (L)

এককঃ- M.K.S পদ্ধতিতে মিটার (m)

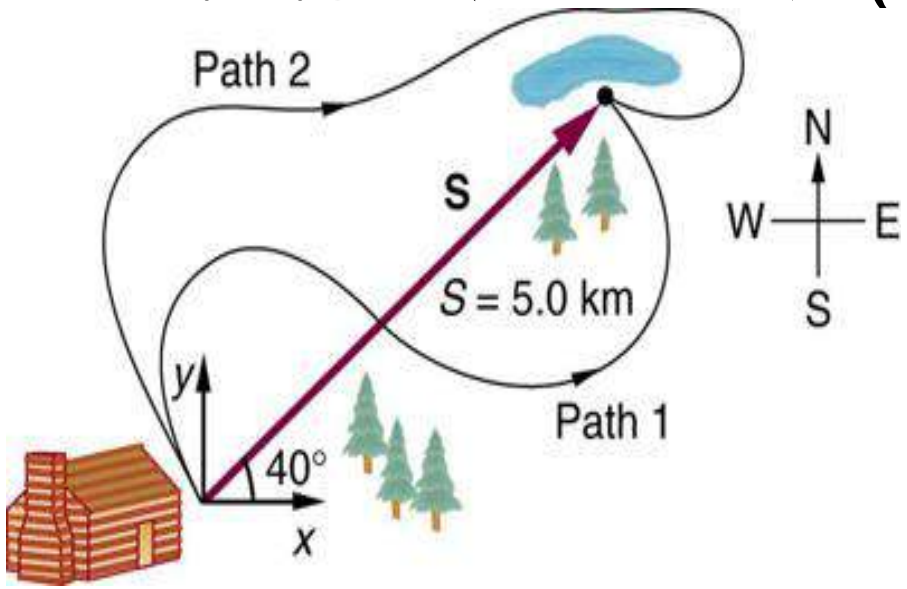


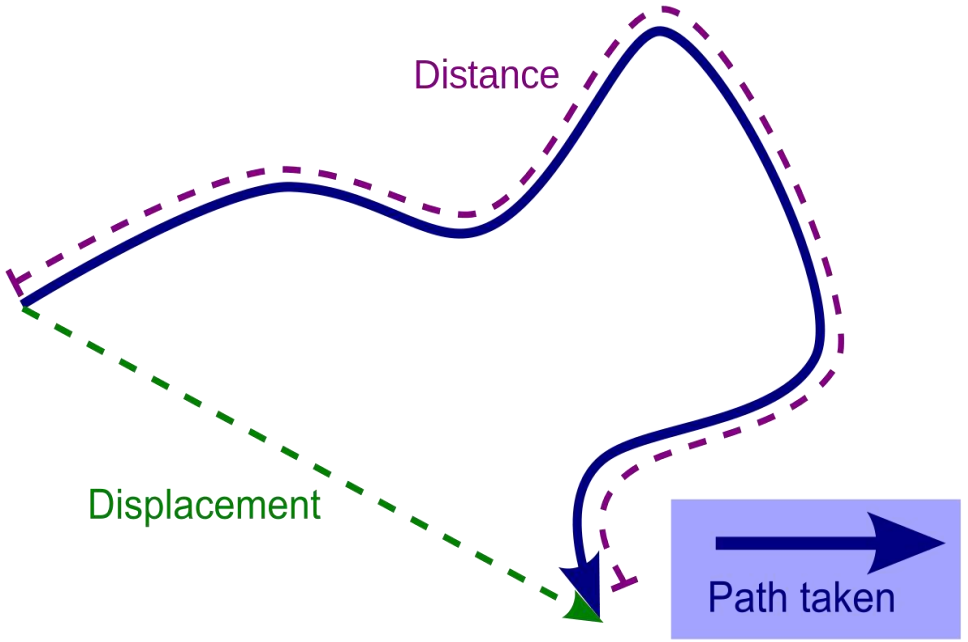
সরণ(Displacement)

নির্দিষ্ট দিকে একটি বস্তু যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে সরণ বলে। সরণ একটি ভেক্টর রাশি।

মাত্রা ঃ- (L)

এককঃ- M.K.S পদ্ধতিতে মিটার (m)





দ্রুতি (Speed)

একক সময়ে বস্তু যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে দ্রুতি বলে। দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি।

ধরি, একটি বস্তু T সময়ে Lদূরত্ব অতিক্রম করে ।

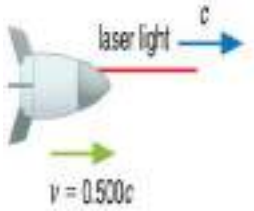
$$S=\frac{L}{T}=LT^{-1}$$

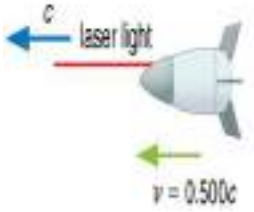
মাত্রা সমীকরণ ঃ- LT^{-1}

একক ঃ- S.I পদ্ধতিতে ms^{-1}

দ্রুতি দুই প্রকার -

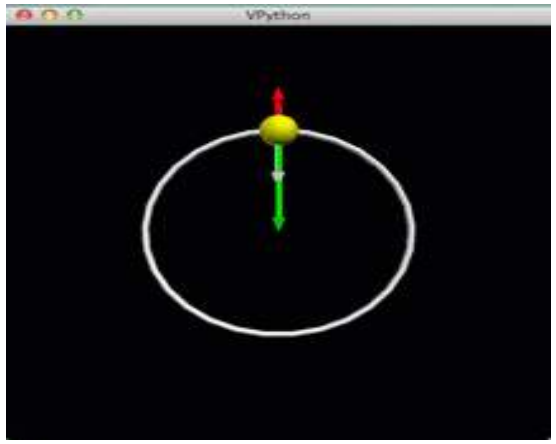
১। সমদ্রুতি ২। অসমদ্রুতি





সমদ্রুতি ঃ- দ্রুতির মান যদি সবসময় সমান থাকে তবে তাকে সমদ্রুতি বলে।

অসমদ্রুতিঃ- গতিশীল বস্তু যদি সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম না করে তাহলে সে দ্রুতিকে অসমদ্রতি বলে।



বেগ(Velocity)

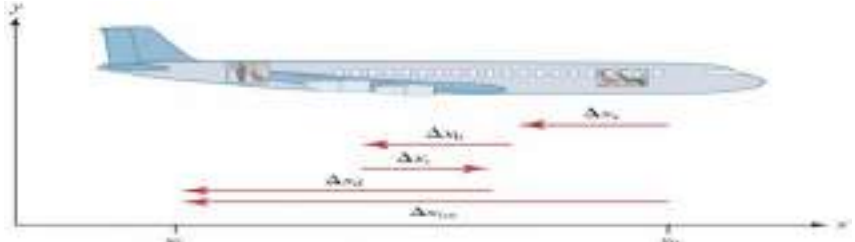
সময়ের সাথে কোন বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে। অন্য কথায়, কোন নির্দিষ্ট দিকে সময়ের সাপেক্ষে গতিশীল বস্তুর দূরত্বের পরিবর্তনের হারকে বেগ বলে। এটি ভেক্টর রাশি।

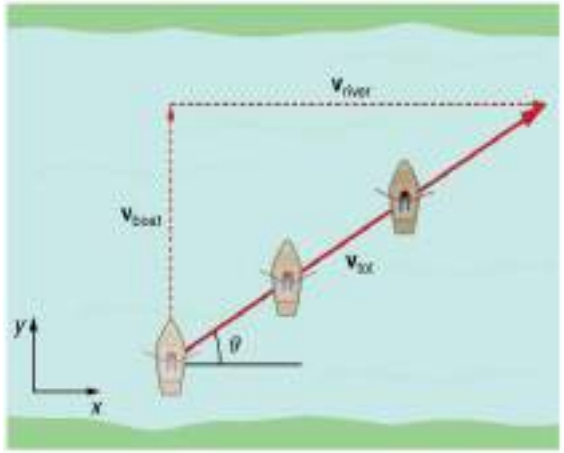
বেগ = সরণ/ সময়

যদি কোন বস্তু নির্দিষ্ট দিকে T সময়ে L দূরত্ব অতিক্রম করে , তবে $S=\frac{L}{T}=LT^{-1}$

মাত্রা সমীকরণ ঃ- $S=\frac{L}{T}=LT^{-1}$

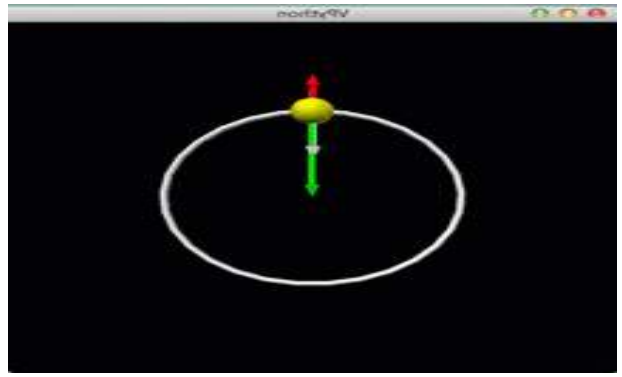
এককঃ- S.I পদ্ধতিতে ms^{-1}





বেগের প্রকারভেদ

১। সুষম বেগ ও ২। অসম বেগ।

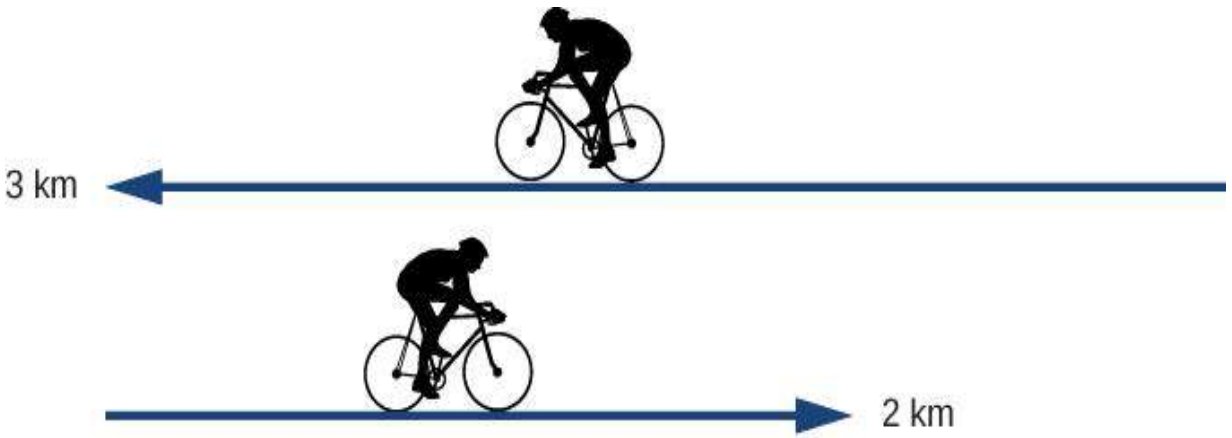


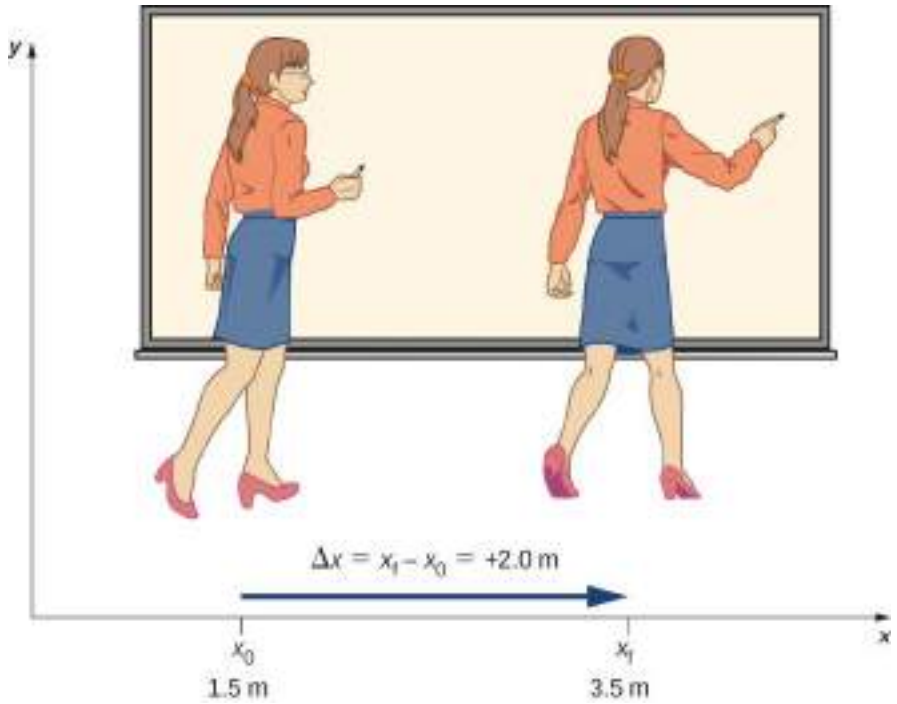
১। সুষম বেগ ঃ- কোন গতিশীল বস্তুর সময়ের সাপেক্ষে সরণের হারকে সুষমবেগ বলে।

২। অসম বেগ ঃ- সমান সময়ে সমান দূরত্ব অতিক্রম না করলে ঐ গতিকে অসম বেগ বলে।

গড়বেগ(Average Velocity)

গতিশীল বস্তু একটি নির্দিষ্ট দিকে অসম বেগে চলতে থাকলে মোট অতিক্রান্ত দূরত্বকে মোট সময় দিয়ে ভাগ করলে যে মান পাওয়া যায়, তাকে গড়বেগ বলে।





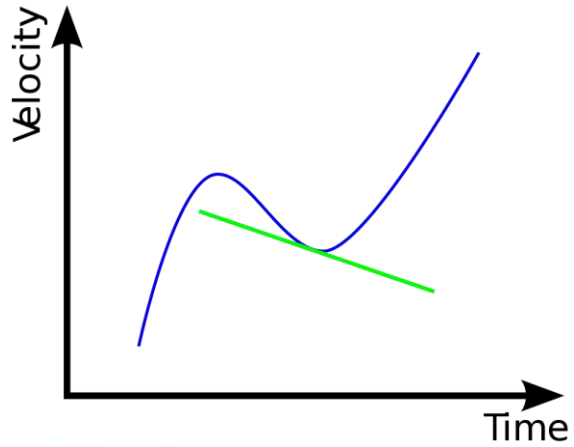
ত্বরণ(Acceleration)

সময়ের সাথে বস্তুর অসম বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলে। ত্বরণ একটি ভেক্টর রাশি। ত্বরণ $= \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}}$

মনেকরি, একটি গাড়ি নির্দিষ্ট দিকে u বেগে নিয়ে যাত্রা শুরু করে t সময় পরে v বেগ প্রাপ্ত হয়। তাহলে, t সময়ের বেগের পরিবর্তন = v-u

একক সময়ের বেগের পরিবর্তন= $\frac{v-u}{t}$

বেগের পরিবর্তন হার বা ত্বরণ $= \frac{v-u}{t}$



মাত্রার সমীকরণ ঃ- $a = \frac{\frac{L}{T}}{T} = LT^{-2}$

একক ঃ- S.I পদ্ধতিতে $= ms^{-2}$

ত্বরণ দুই প্রকার

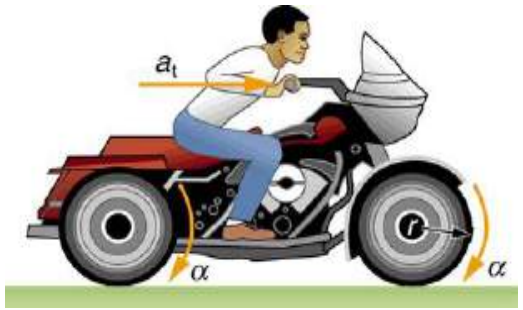
১। সুষম ত্বরণ ২। অসম ত্বরণ

১। সুষম ত্বরণ ঃ-

কোন বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হার সুষম হলে তাকে সুষম ত্বরণ বলে।

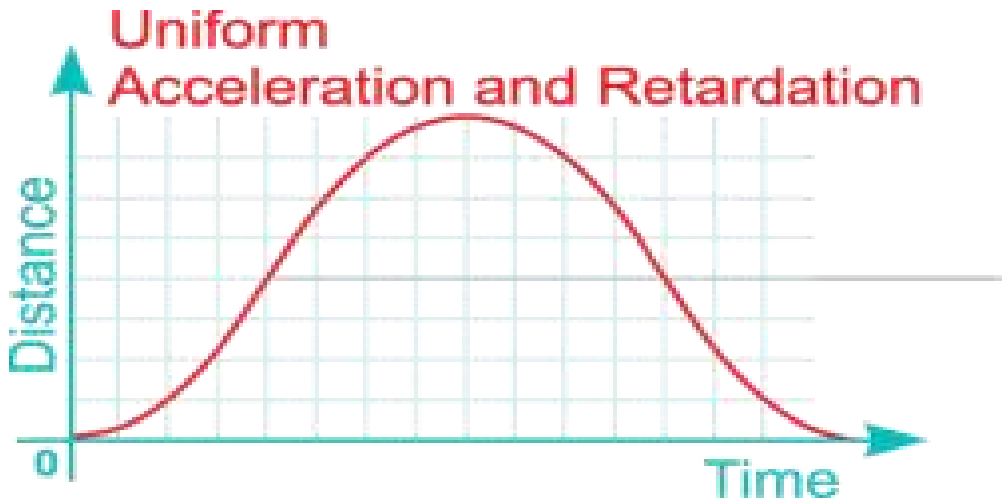
২। অসম ত্বরণ ঃ-

কোন বস্তুর বেগ হ্রাসের হারকে অসম হলে বা বস্তুর বেগ অসম হারে বৃদ্ধি পেতে থাকলে তাকে অসমত্বরণ বলে।



মন্দন(Retardation)

কোন গতিশীল বস্তুর বেগ হ্রাসের হারকে মন্দন বলে। অর্থাৎ মন্দন এক ধরণের ঋণাত্মক ত্বরণ। মন্দনের মাত্রা ও একক এবং ত্বরণের মাত্রা ও একক একই। মন্দনের ক্ষেত্রে আদিবেগ, শেষবেগ অপেক্ষা বেশি হবে।



মন্দন দুই প্রকার

যথা- (ক) সম-মন্দন ও

(খ) অসম মন্দন

সম-মন্দন ঃ-

সময়ের সাথে বেগ হ্রাসের হার সমান হলে তাকে সম-মন্দন বলে।

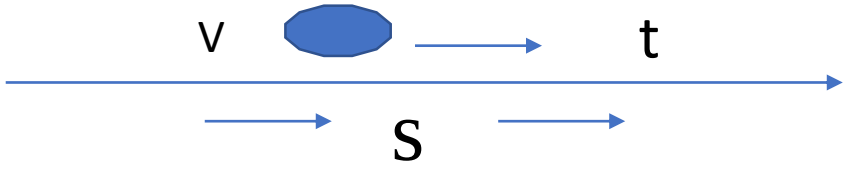
অসম মন্দন ঃ-

সময়ের সাথে বেগ হ্রাসের হার সমান না হলে অর্থাৎ অসম হারে বেগ হ্রাস পেলে তাকে অসম মন্দন বলে।

দূরত্ব ও সরণ এ মধ্যে পার্থক্য

দূরত্ব	সরণ
১। যে কোন দিকে বস্তুর পারিপার্শ্বিকের সাপেক্ষে অবস্থানের মোট পরিবর্তনকে দূরত্ব বলে।	১। নির্দিষ্ট দিকে একটি বস্তু যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে সরণ বলে।
২। এটি স্কেলার রাশি ভেক্টর রাশি	২। এটি ভেক্টর রাশি
৩। দূরত্ব গতিপথের উপর নির্ভর করে।	৩। সরণ গতিপথের উপর নির্ভর করে না।
৪। দূরত্ব দিয়ে বস্তুর অবস্থান সঠিকভাবে বুঝানো যায় না।	৪। বস্তুর অবস্থান সঠিকভাবে জানার জন্য সরণ রাশিরটির প্রয়োজন।

প্রথম সমীকরণ (সরণ, বেগ ও সময়ের এ মধ্যে সম্পর্ক)

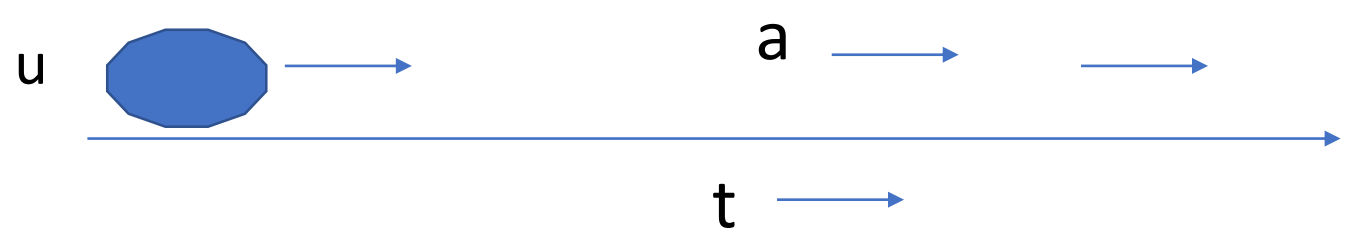


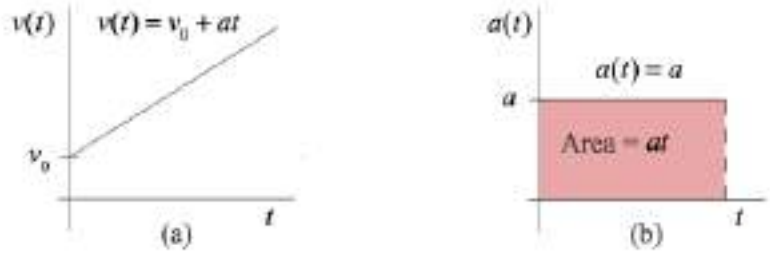
ধরি, একটি বস্তু v সমবেগে চলে t সময়ে s দূরত্ব অতিক্রম করলো।

অতএব, সমবেগ(v) = $\frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}} = \frac{s}{t}$

বা, $s = vt$ ----------(1) (প্রমাণিত)

দ্বিতীয় সমীকরণ (আদি বেগ, শেষবেগ, ত্বরণ ও সময়ের মধ্যে সম্পর্ক)





ধরি, a সমত্বরণে গতিশীল একটি বস্তুর বেগ t সময়ে আদি বেগ u হতে বৃদ্ধ পেয়ে শেষবেগ v হলো।

অতএব, ত্বরণ (a) $= \frac{\text{বেগের পরিবর্তন}}{\text{সময়}} = \frac{v-u}{t}$

বা, at=v-u

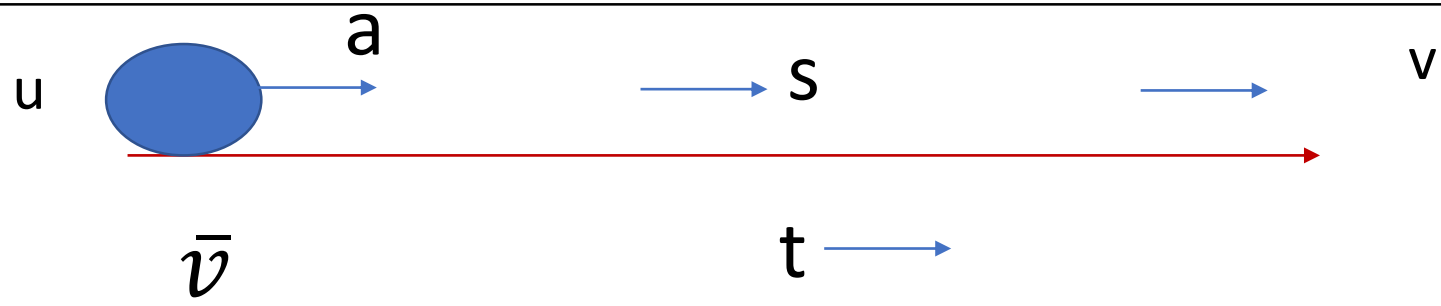
বা, v=u+at ----------(2) (প্রমাণিত)

পুনরায় যদি ত্বরণের পরিবর্তে মন্দন থাকে,

তবে সমীকরণটি v=u- at ----------(3) (প্রমাণিত)

তৃতীয় সমীকরণ (সরণ,আদিবেগ, ত্বরণ, সময়ের মধ্যে সম্পর্ক)

বা $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ (যা চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)



ধরি, a সমত্বরণে একটি বস্তুর বেগ t সময়ে u হতে শেষ বেগ v তে বৃদ্ধি পেল। এ সময়ে বস্তুটি s দূরত্ব অতিক্রম করে। সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর বেগ সমহারে বৃদ্ধি পায়। সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর গড় বেগ আদি বেগ ও শেষে বেগের সমষ্টির অর্ধেক হয়। অতএব, গড়বেগ $\bar{v} = \frac{u+v}{2} = \frac{u+u+at}{2}$

[এখানে v=u+at এর মান বসাই]

$$\therefore \bar{v}=u+\frac{1}{2}at \text{ ----------(১)}$$

এখানে, u= আদিবেগ; v = শেষবেগ; a= সমত্বরণ; t = সময়

যদি t সময়ে বস্তুটি s দূরত্ব অতিক্রম করে তবে গড়বেগ $= \frac{\text{অতিক্রান্ত দূরত্ব}}{\text{সময়}}$

$$\text{বা, } \bar{v} = \frac{s}{t} \text{ ----------(২)}$$

(১) নং ও (২) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$u+\frac{1}{2}at = \frac{s}{t}$$

$$\text{বা, } ut+\frac{1}{2}at^2 = s$$

$$\therefore s = ut+\frac{1}{2}at^2 \text{ ----------(৩) (প্রমাণিত)}$$

যদি বস্তুটি স্থির অবস্থা থেকে যাত্রা শুরু করে তবে

$\therefore s=\frac{1}{2}at^2$--------(৪) [$\because u=0$] (প্রমাণিত)

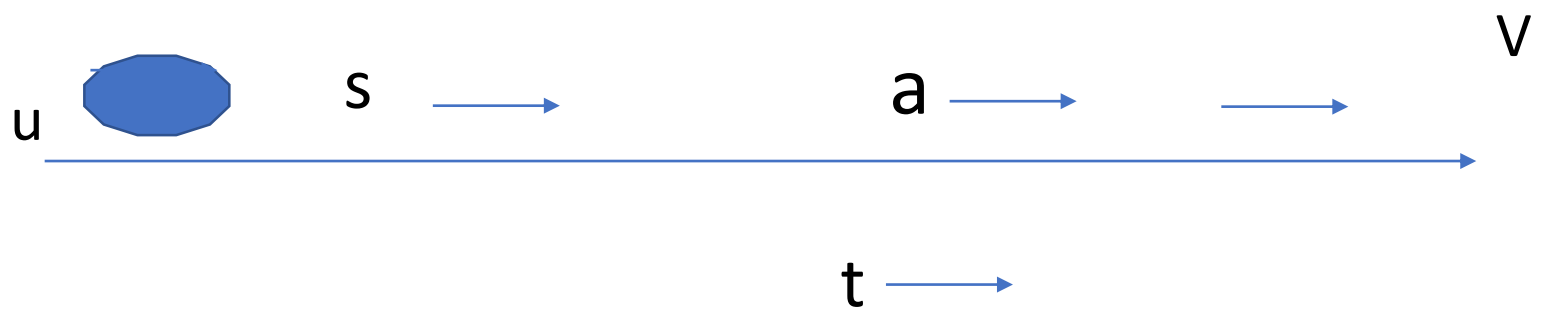
পুনরায় যদি বস্তুটিতে ত্বরণের পরিবর্তে মন্দন হয় তখন সমীকরণটি

$\therefore s=ut-\frac{1}{2}at^2$----------(৫)(প্রমাণিত)

[মন্দন = ঋণাত্বক ত্বরণ, অর্থাৎ মন্দন =-a]

চতুর্থ সমীকরণ (সরণ, ত্বরণ, আদিবেগ ও শেষ বেগের মধ্যে সম্পর্ক)

বা, $v^2 = u^2 + 2as$ (যা চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)



ধরি,

a সমত্বরণে একটি বস্তুর বেগ t সময়ে আদিবেগ u হতে শেষ বেগ v প্রাপ্ত হলো এবং এ সময়ে বস্তুটি s দূরত্ব অতিক্রম করে। যেহেতু সমত্বরণে গতিশীল বস্তুর বেগ সমহারে বৃদ্ধি পায়।

সমত্বরণে গতিশীল বস্তুটির গড় বেগ $\bar{v}$ আদিবেগ u ও শেষে বেগ v এর গাণিতিক গড় $\bar{v} = \frac{u+v}{2}$----------(১)

কিন্তু সুষম বেগে গতিশীল বস্তুর ক্ষেত্রে

গড়বেগ $\bar{v} = \frac{s}{t}$ ----------(২)

(১) নং ও (২) নং সমীকরণ হতে পাই

$\frac{u+v}{2} = \frac{s}{t}$ বা, $s = (\frac{u+v}{2})t$ ----------(৩)

কিন্তু আদিবেগ, v= u+at

বা, v-u = at

বা, at = v-u

$\therefore t = \frac{v-u}{a}$----------(৪)

(৩) নং ও (৪) নং সমীকরণ হতে পাই,

$$s = \frac{u+v}{2} \times \frac{v-u}{a}$$

$$\text{বা, } s = \frac{v^2-u^2}{2a}$$

$$\text{বা, } 2as = v^2 - u^2$$

$$\text{বা, } 2as + u^2 = v^2$$

$$\therefore\ v^2 = u^2 + 2as$$ ----------(5)(প্রমাণিত)

পুনরায় যদি ত্বরণের পরিবর্তে মন্দন থাকে,

তবে সমীকরণটি $\therefore\ v^2 = u^2 - 2as$ ----------(5)(প্রমাণিত)

পঞ্চম সমীকরণ (নির্দিষ্ট সেকেন্ড অতিক্রান্ত দূরত্ব)

$s_t = u + \frac{1}{2}a(2t-1)$ (যা চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

আমরা তৃতীয় সমীকরণ হতে পাই t সেকেন্ড সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

আবার $(t-1)$ সেকেন্ড সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব $= u(t-1) + \frac{1}{2}a(t-1)^2$

অতএব, t-তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব s_t = t সেকেন্ড সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব - $(t-1)$ সে. সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব

$$s_t = ut + \frac{1}{2}at^2 - [u(t-1) + \frac{1}{2}a(t-1)^2]$$

$$= ut + \frac{1}{2}at^2 - ut + u - \frac{1}{2}a(t^2 - 2t + 1)$$

$$= ut + \frac{1}{2}at^2 - ut + u - \frac{1}{2}at^2 + at - \frac{1}{2}a$$

$$= u + at - \frac{1}{2}a = u + \left(\frac{2at-a}{2}\right)$$

$$s_t = u + \frac{1}{2}a(2t-1) \text{ ---------(১) (প্রমাণিত)}$$

ত্বরণ ও মন্দনের পার্থক্য ঃ

ত্বরণ	মন্দন
১. বেগ বৃদ্ধির হারকে ত্বরণ বলে।	১. বেগ হ্রাসের হারকে মন্দন বলে।
২। ত্বরণ সবসময় ধনাত্বক।	২। মন্দন সবসময় ঋনাত্বক ।
৩। ত্বরণের ক্ষেত্রে গতিশীল অবস্থায় গতিশক্তি ও ভরবেগ বাড়ে ।	৩। মন্দন ক্ষেত্রে গতিশক্তি ও ভরবেগ কমে।

দ্রুতি ও বেগ পার্থক্য ঃ

দ্রুতি	বেগ
১. যে কোন পথে কোন বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে দ্রুতি বলে।	১. কোন নির্দিষ্ট দিকে বস্তুর সরণের হারকে বেগ বলে।
২. যোগ, বিয়োগ সাধারণ গাণিতিক নিয়মে হয়।	২. বেগের যোগ বিয়োগ সাধারণ গাণিতিক নিয়মে হয় না, ভেক্টর বীজগণিতের নিয়মে হয়।
৩. দ্রুতির শুধু মান আছে এবং মানের পরিবর্তন ঘটতে পারে।	৩. বেগের মান ও দিক উভয়ই আছে। শুধু মান অথবা শুধু দিক অথবা উভয়ের পরিবর্তন ঘটতে পারে।
৪. দ্রুতি একটি স্কেলার রাশি ।	৪. বেগ একটি ভেক্টর রাশি।
৫. বস্তুর বেগের মান দ্রুতি।	৫. নির্দিষ্ট দিকে দ্রুতির মানই বেগ।

ত্বরণ ও মন্দনের পার্থক্য ঃ

ত্বরণ	মন্দন
১. বেগ বৃদ্ধির হারকে ত্বরণ বলে।	১. বেগ হ্রাসের হারকে মন্দন বলে।
২। ত্বরণ সবসময় ধনাত্বক।	২। মন্দন সবসময় ঋনাত্বক।
৩। ত্বরণের ক্ষেত্রে গতিশীল অবস্থায় গতিশক্তি ও ভরবেগ বাড়ে।	৩। মন্দন ক্ষেত্রে গতিশক্তি ও ভরবেগ কমে।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন -------

ক্লাশ নং-

তারিখ ঃ-

সময় ঃ-

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

চার বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের জন্য

ফিজিক্স-১

বিষয় কোড :- ২৫৯১২

ডিজিটাল কন্টেন ক্লাশ নং-৪

৪র্থ অধ্যায় ঃ- ঘূর্ণনগতি।

এই অধ্যায়ে পাঠে আমরা যা যা শিখতে পারব ----

১। ঘূর্ণন গতি কি। নিক্ষিপ্ত বস্তুর গতি বিষয়ক সংজ্ঞা।

২। তির্যকভাবে বাধাহীন পথে উপর দিকে নিক্ষিপ্ত বস্তুর বা প্রাসের গতির সমীকরণ।

৩। একক সহ কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগ এর সংজ্ঞা। কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগের মধ্যে পার্থক্য।

৪। কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগের মধ্যে সম্পর্ক।

৫। কেন্দ্রমূখী এবং কেন্দ্রমুখী বলের সংজ্ঞা।

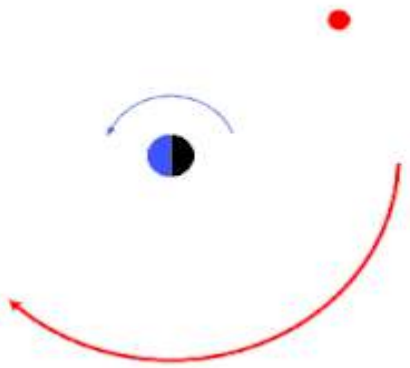
৬। প্রমাণ কর যে, কেন্দ্রমুখী বল $F=\frac{mv^2}{r}$।

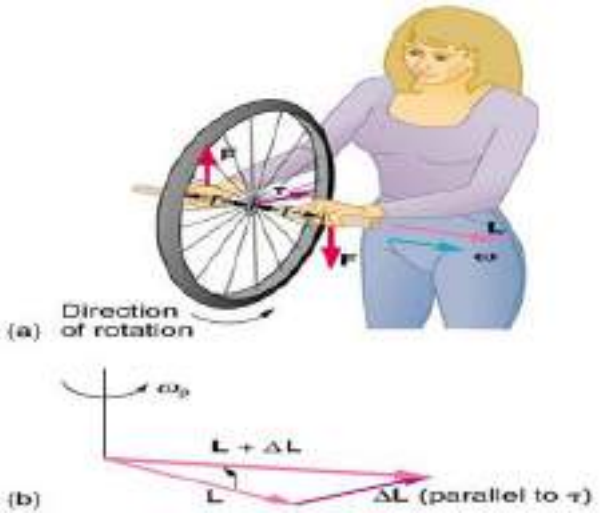
ঘূর্ণন গতি

গতিশীল অবস্থায় বস্তুর কণা সমূহ যদি কোন বিন্দু বা অক্ষ থেকে তাদের দূরত্ব অপরিবর্তিত রেখে উক্ত বিন্দু বা অক্ষকে কেন্দ্র করে ঘোরে তাহলে ঐ গতিকে ঘূর্ণন গতি বলে। কোন অক্ষের চারদিকে বস্তুরি এই গতিকেই ঘূর্ণন গতি বলে।

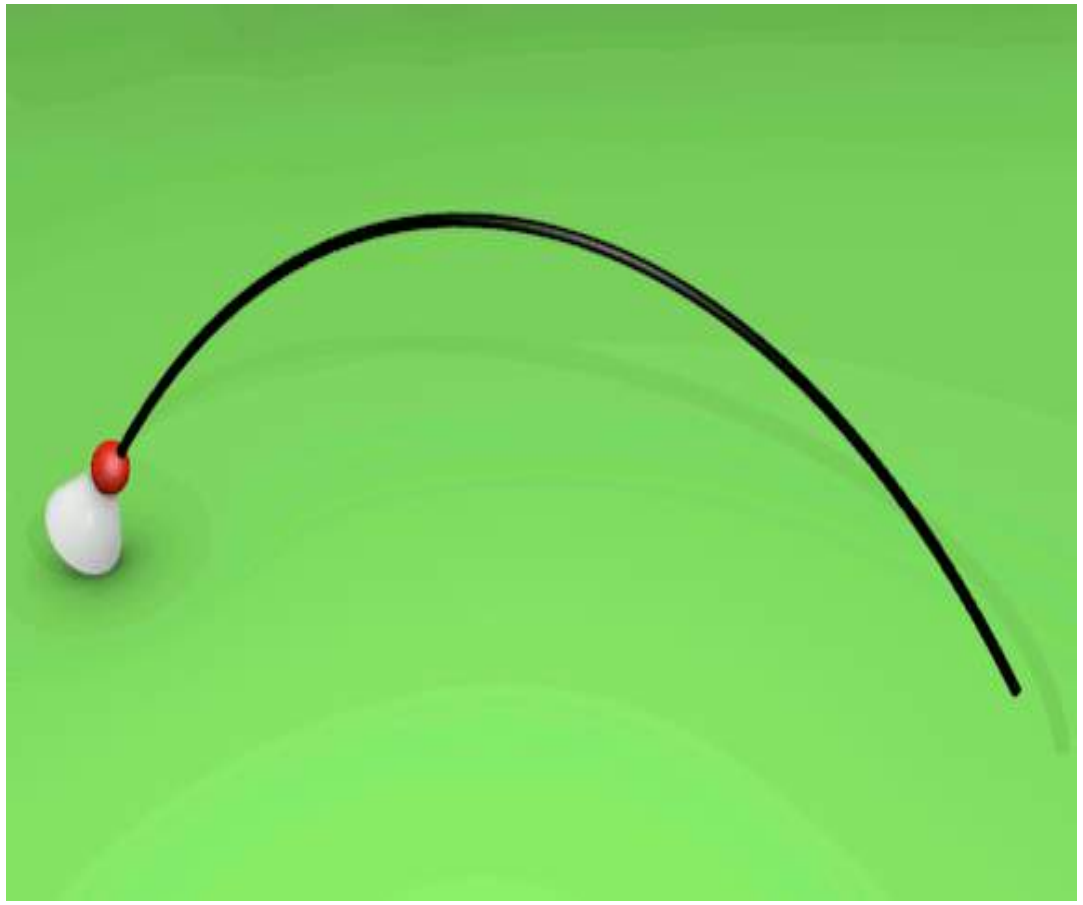
ঘূর্ণন গতি দুই প্রকার যথা ১। সমঘূর্ণন গতি ২। অসমঘূর্ণন গতি

সময়ের সাথে ঘূর্ণায়মান বস্তুর কৌনিক সরণের হারের কোন পরিবর্তন না হলে ঐ ঘূর্ণন গতিই সমঘূর্ণন গতি এবং পরিবর্তন হলে ঐ ঘূণৃন গতিই অসমঘূণন গতি।





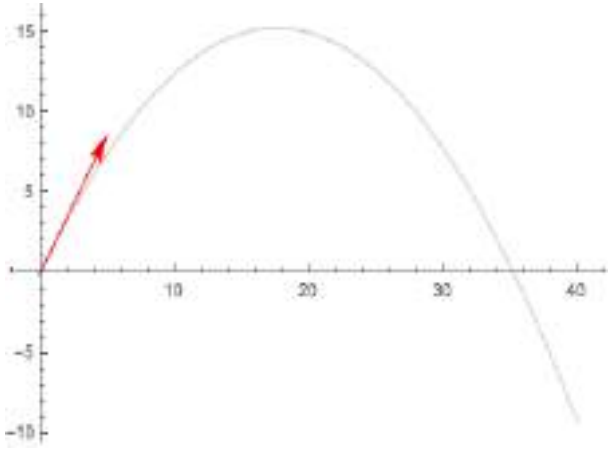
নিক্ষিপ্ত বস্তুর প্রাসের চলাচলের একটি ভিডিও দেখানো হলো

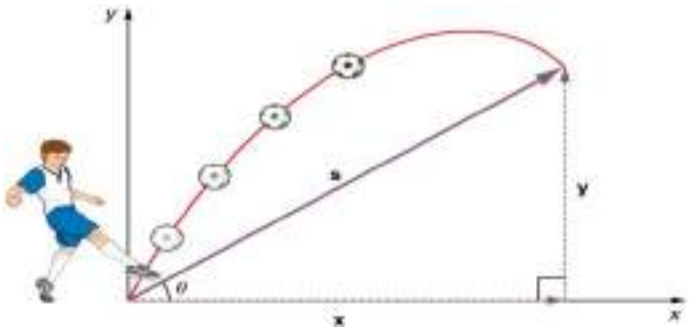


নিক্ষিপ্ত বস্তুর গতি বা প্রক্ষেপকের গতির কিছু সংজ্ঞা

প্রাস (Projectile):- কোন বস্তুকে যদি তীর্যকভাবে নির্দিষ্ট কোণে নিক্ষেপ করা হয়, তবে এটি অধিবৃত্তের মতো পথ পরিভ্রমণ করে, তাকে প্রক্ষেপণ বলে। নিক্ষিপ্ত বস্তুকে প্রাস (Projectile) বলে। উদাহরণ ঃ- শূন্যে নিক্ষিপ্ত ফুটবল, বর্শা, ক্ষেপণাস্ত্র ইত্যাদি।

নিক্ষেপণ বিন্দু (Point of projection) ঃ- যে বিন্দু থেকে বস্তুটি নিক্ষিপ্ত হয় তাকে নিক্ষেপণ বিন্দু বলে।

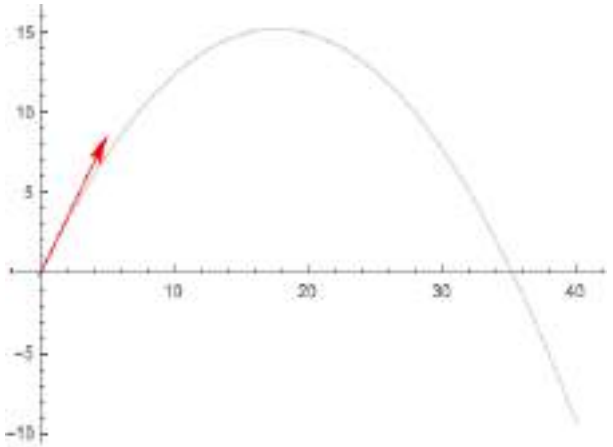


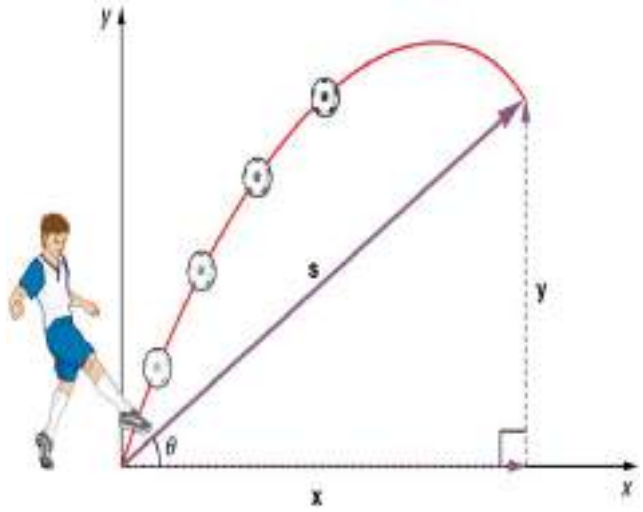


নিক্ষেপণ কোণ (Angle of projection)ঃ- যে কোণে বস্তুটি নিক্ষিপ্ত হয়, তাকে নিক্ষেপণ কোণ বলে। একে θ বা α দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

নিক্ষেপণ বেগ (Velocity of projection)ঃ- যে বেগে বস্তুটি নিক্ষেপ করা হয়, তাই নিক্ষেপণ বেগ।

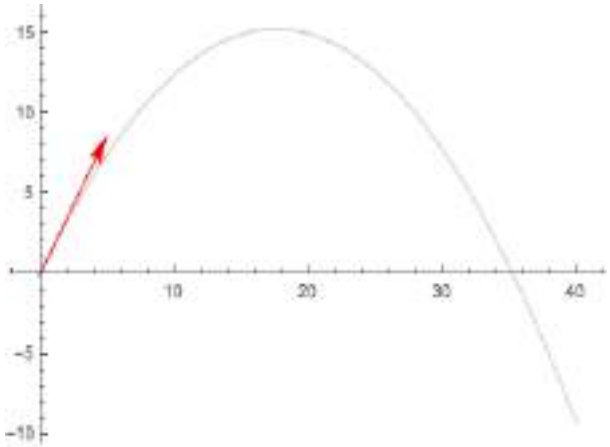
বিচরণ পথ (Trajectory)ঃ- যে পথে বস্তুটি যায় তাই বিচরণ পথ।

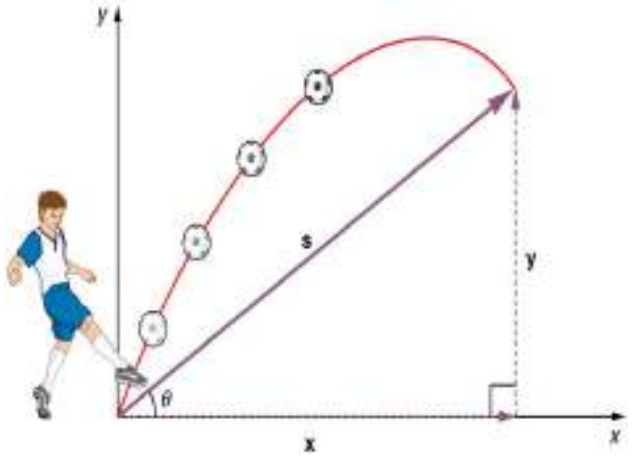




বিচরণ কাল (Time of flight)ঃ- যতক্ষণ পর্যন্ত বস্তুটি উপরে থাকে অর্থাৎ সমতলে ফিরে আসতে যে সময় লাগে তাই বিচরণ কাল। একে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

পাল্লা (Range)ঃ- নিক্ষেপণ বিন্দু ও বিচরণ পথের শেষ বিন্দুর মধ্যবর্তী দূরত্বকে পাল্লা বলে। একে R দ্বারা প্রকাশ করা হয়।





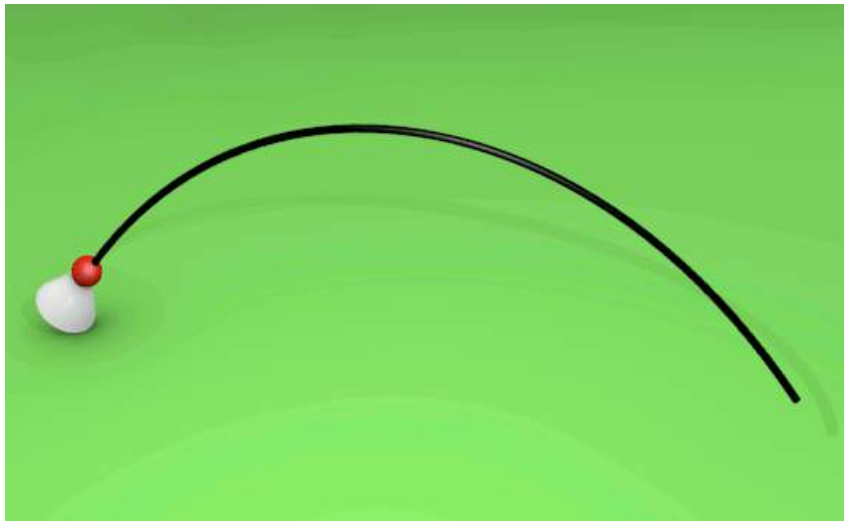
তীর্যকভাবে বাধাহীন পথে উপরের দিকে নিক্ষিপ্ত বস্তু বা প্রাসের গতির সমীকরণ নির্ণয় কর?

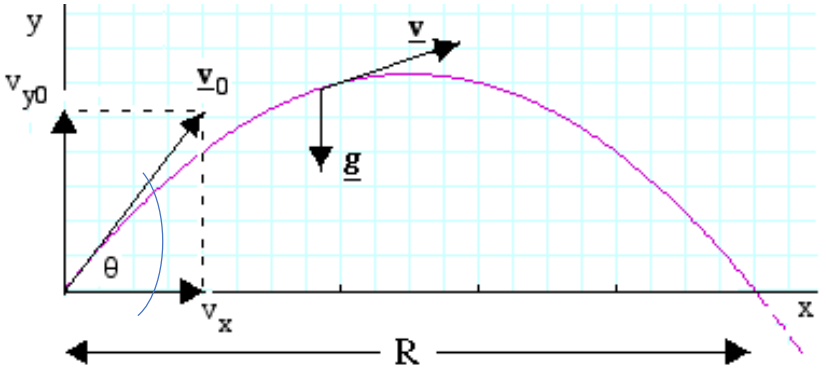
মনে করি, O বিন্দু থেকে কোন বস্তুকে θ কোণে নিক্ষেপ করা হল, যার আদিবেগ v_o। v_o আদিবেগ এর অনুভূমিক ও উল্লম্ব দুটি উপাংশ যথাক্রমে v_{xo} ও v_{yo}। নিক্ষেপণ বিন্দু ও মূলবিন্দু এক হওয়ায় $x_o = y_o = 0$

$a_y = -g$, $a_x = 0$

চিত্র হতে $\sin\theta = \frac{v_{yo}}{v_o}$, $\cos\theta = \frac{v_{xo}}{v_o}$

বা, $v_{yo} = v_o \sin\theta$, বা, $v_{xo} = v_o \cos\theta$





চিত্র প্রাসের গতি পথ

X অক্ষ বরাবর, $x\text{-}x_o = v_{xo}t + \frac{1}{2}a_x t^2$

$x\text{-}o = v_o \cos\theta\, t + + \frac{1}{2}.0.t^2$

$x = v_o \cos\theta\, t + 0$

$x = v_o \cos\theta\, t$

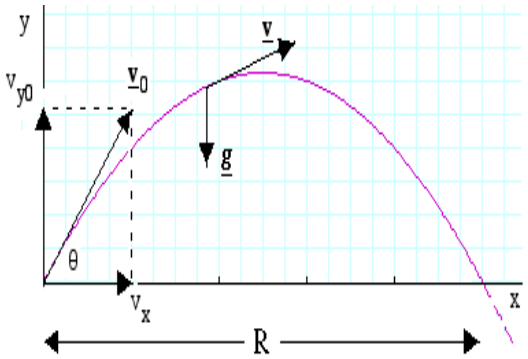
$t = \frac{x}{v_o \cos\theta}$ .....(১)

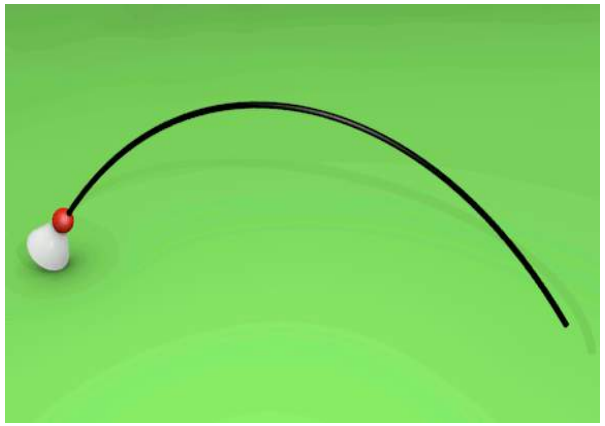
Y অক্ষ বরাবর,

$y\text{-}y_0 = v_{y0}t + \frac{1}{2}a_y t^2$

$y\text{-}0 = v_{y0}t + \frac{1}{2}(-g)\, t^2$

পরবর্তী পৃষ্ঠায়





$$y = v_0 \sin\theta.\frac{x}{v_o \cos\theta} - \frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2(cos\theta)2}$$

$$y = x\tan\theta - \frac{gx^2}{2v_0^2(cos\theta)2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

[ধরি, $\tan\theta = b$, $c = \frac{g}{2v_0^2(cos\theta)2}$]

(২) নং সমীকরণ থেকে পাই,

$$y = bx - cx^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

∴ যা অধিবৃত্তের সমীকরণ তাই প্রাসের গতিপথ অধিবৃত্ত।

নিক্ষিপ্ত বস্তুর প্রাসের গতি পথের কিছু রাশি মালা নিচে দেওয়া হলো

নিক্ষিপ্ত বস্তুর বা প্রাসের সর্বোচ্চ অতিক্রান্ত উচ্চতা ঃ-

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বেগ শূন্য ও উচ্চতা H হলে,

প্রাসের গতিপথের সমীকরণ হতে পাই ,

$0= (v_0 sin\theta)^2 - 2gH$

বা, $2gH= (v_0 sin\theta)^2$

বা, $(v_0 sin\theta)^2= 2gH$

বা, $H = \frac{(v_0 sin\theta)^2}{2g}$

$\therefore H=\frac{v_0^2}{2g}$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় পৌছাতে সময় ঃ-

সর্বোচ্চ H উচ্চতায় বেগ শূন্য

তাই, নিক্ষিপ্ত বস্তুও প্রাসের গতিপথের সমীকরণ হতে পাই,

$o = v_0 sin\theta - gt$

বা, $gt = v_0 sin\theta$

$t = \frac{v_0 sin\theta}{g}$

বিচরণকাল ঃ-

মনেকরি, বিচরণকাল =T

আমরা জানি, সর্বোচ্চ উপরে উঠতে যে সময় = নামার সময়

বিচরণকাল = উঠার সময় + নামার সময়

T= t+t বা, T=2t

$T = \frac{v_0 sin\theta}{g}$

অনুভূমিক পাল্লা

প্রক্ষিপ্ত বিন্দু ও বিচরণ পথের শেষ প্রান্ত বিন্দুর মধ্যবর্তী অনুভূমিক দূরত্বকে অনুভূমিক পাল্লা বলে। অথবা T সময়ে প্রাসটি অনুভূমিক দিকে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাই অনুভূমিক পাল্লা । একে R দ্বারা সূচিত করা হয়। এখানে O প্রক্ষিপ্ত বিন্দু এবং B বিচরণ পথের শেষ প্রান্ত বিন্দু।

R = আদি বেগের অনুভূমিক উপাংশ বিচরণ কাল

বা, $R = V_o \cos\alpha \times T$

$$R = V_o \cos\alpha \times \frac{2\,v_0 sin\alpha}{g}$$

$$= \frac{2\,v_0 sin\alpha . V_o \cos\alpha}{g} = {v_0}^2 \times \frac{2sin\alpha\,.\cos\alpha}{g}$$

$$R = {v_0}^2 \times \frac{sin2\alpha}{g} \quad [\because 2sin\alpha\,.\cos\alpha = sin2\alpha\,]$$

$\therefore$ V_o , α এবং g এর মান জেনে R এর মান নির্ণয় করা যায়।

সর্বাধিক অনুভূমিক পাল্লা ঃ-

কোনো স্থানে একটি নির্দিষ্ট বেগে নিক্ষিপ্ত বস্তুর বা প্রাসের অনুভূমিক পাল্লা সর্বাধিক হবে যদি $sin2\alpha = 1$ সর্বোচ্চ এবং বা $\alpha = 45$ ডিগ্রি কাজেই সর্বাধিক অনুভূমিক পাল্লা $R_{max} = {v_0}^2 \times \frac{sin2\alpha}{g}$

$$\therefore \ R_{max} = \frac{{v_0}^2}{g} \ [\because sin2\alpha = 1]$$

সিদ্ধান্ত ঃ- বায়ুর বাধা না থাকলে একটি বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে ৪৫ডিগ্রি কোণে উপরের দিকে নিক্ষেপ করলে তার অনুভূমিক পাল্লা সর্বাধিক হবে।

উদাহরণ ঃ- একটি পাসের অনুভূমিক পাল্লা 96m এবং আদিবেগ $66ms^{-1}$। নিক্ষেপ কোণ কত ?

সমাধান, আমরা জানি,

$$R = v_0^2 \times \frac{sin2\alpha}{g}$$

$$sin2\alpha = \frac{R \times g}{v_0^2}$$

$$= \frac{96 \times 9.8}{(66)^2}$$

$$= -$$

$$sin2\alpha = 0.2159779$$

$$sin2\alpha = \sin 12.473^0$$

$$2\alpha = 12.473^0$$

$$\alpha = 6.24^0 \text{ (Ans)}$$

দেওয়া আছে ,

$R = 96m$

$v_0 = 66ms^{-1}$

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

$\alpha = ?$

উদাহরণ ঃ- একটি বস্তুকে $40\text{m}s^{-1}$ বেগে অনুভূমিকের সাথে 60^0 কোণে নিক্ষেপ করা হলো । সর্বাধিক উচ্চিতা এবং অনুভূমিক পাল্লা নির্ণয় কর ।

সমাধান , আমরা জানি,

সর্বাধিক উচ্চতা, $\text{H} = \frac{(v_0 sin\theta)^2}{2\text{g}}$

$\text{H} = \frac{(40 \times sin60^0)^2}{2 \times 9.8} = 61.22\text{m}$

অনুভূমিক পাল্লা , $\text{R} = {v_0}^2 \times \frac{sin2\theta}{g}$

$= (40)^2 \times \frac{sin2 \times sin60^0}{9.8}$

$= 141.39\text{m}$

$v_0 = 40\text{m}s^{-1}$

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

$\theta = 60^0$

H=?

R=?

আমরা উপরের সূত্রানুসারে নিম্ন গাণিতিক সমস্যা গুলি সমাধান করি ।

১। একটি প্রাসের অনুভূমিক পাল্লা 79.53m এরবং বিচরণকাল 5.3sec । নিক্ষেপণ বেগ ও নিক্ষেপণ কোণ নিণয় কর।

২। একটি প্রাসকে $10ms^{-1}$ বেগে নিক্ষেপ করা যায় । প্রাসটির সর্বাধিক অনুভূমিক পাল্লা নির্ণয় কর।

৩। একটি বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে 55^0 কোণে $35ms^{-1}$ বেগে নিক্ষেপ করা হল ।

(ক) সর্বাধিক উচ্চতা

(খ) সর্বাধিক উচ্চতায় উঠার সময়

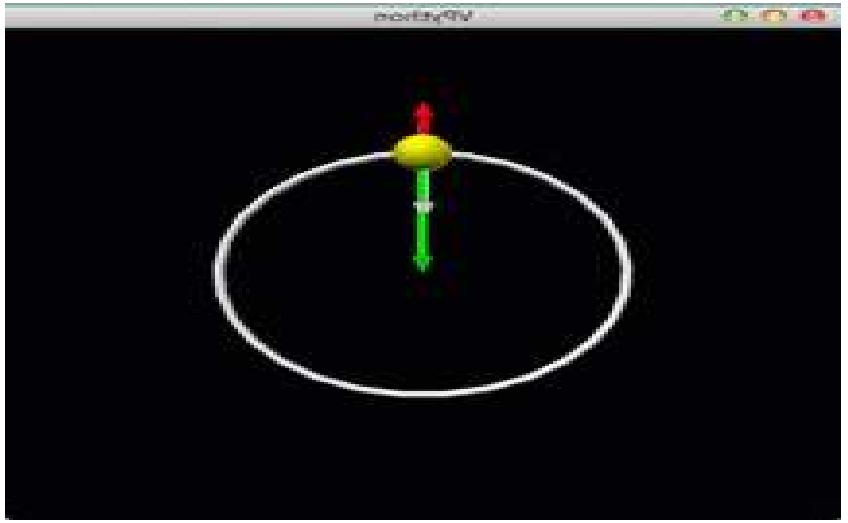
(গ) অনুভূমিকের পাল্লা

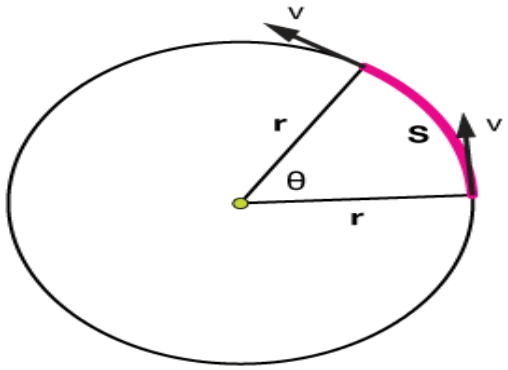
(ঘ) ভূমিতে আঘাত করার সময় নির্ণয় কর।

একক সহ কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগ এর সংজ্ঞা।

কৌণিক বেগ-

কোনো একটি বস্তুকণার একটি বিন্দুকে কেন্দ্র করে ঘুরার সময় একক সময়ে কেন্দ্রে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকেই ঐ কণাটির কৌণিক বেগ বলে। ইহাকে ω দ্বারা প্রকাশ করা হয়।





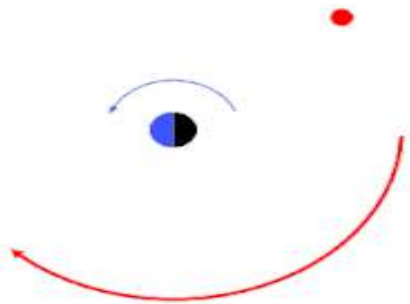
অতএব, কৌণিক বেগ $= \frac{\text{কৌণিক দূরত্ব}}{\text{সময়}}$

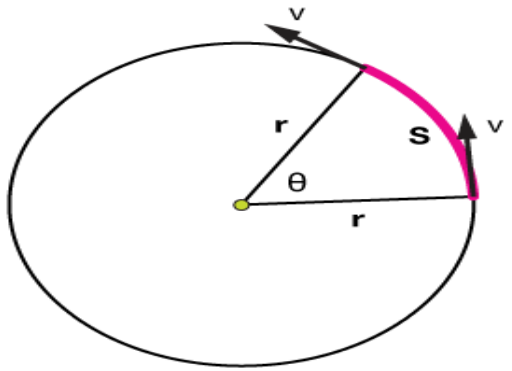
ধরি, r ব্যাসার্ধে বৃত্তাকার পথে সমদ্রুতিতে ঘূর্ণামান একটি বস্তু t সময়ে থেকে P তে Q গিয়ে কেন্দ্রে <POQ=θ কোণ উৎপন্ন করে।

তাহলে কৌণিক বেগ, $\omega = \frac{\theta}{t}$ --------(১)

কৌণিক বেগ এর একক হলো রেডিয়ান/ সেকেন্ড বা ডিগ্রি/সেকেন্ড

কৌণিক বেগের মাত্রা = কোণ / সময় = বৃত্তচাপ /ব্যাসার্ধ ×সময় $= \frac{L}{L \times T} = T^{-1}$





রৈখিক বেগ-

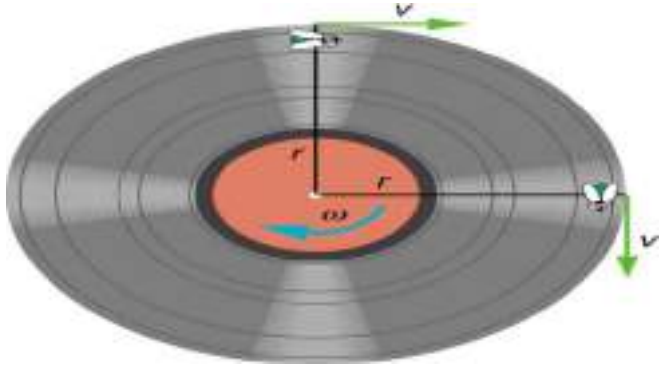
সরল পথে কোনো বস্তু কর্তৃক যে বেগ সৃষ্টি হয় তাকে রৈখিক বেগ বলে।

অথবা, কোনো নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে রৈখিক বেগ বলে। ইহাকে V দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

যদি কোন নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তু T সময়ে L দূরত্ব অতিক্রম করে তাহলে আমরা পাই

রৈখিক বেগের মাত্রা হলো রৈখিক বেগ $= \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$ বা, $V = \frac{L}{T} = LT^{-1}$

এস আই পদ্ধতিতে রৈখিক বেগের এর একক হলো-ms^{-1} (মিটার/ সেকেন্ড)



কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগের মধ্যে পার্থক্য

পার্থক্যের বিষয়	কৌণিক বেগ	রৈখিক বেগ
১। সংজ্ঞা	কোনো একটি বস্তুকণার একটি বিন্দুকে কেন্দ্র করে ঘুরার সময় একক সময়ে কেন্দ্রে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকেই ঐ কণাটির কৌণিক বেগ বলে।	কোনো নির্দিষ্ট দিকে কোনো বস্তুও অবস্থানের পরিবর্তনের হারকে রৈখিক বেগ বলে।
২। পরস্পর সম্পর্ক	কৌণিক বেগকে বৃত্তের ব্যাসার্ধ দ্বারা গুণ করলে রৈখিক বেগ পাওয়া যায়।	রৈখিক বেগকে বৃত্তের ব্যাসার্ধ দ্বারা ভাগ করলে কৌণিক বেগ পাওয়া যায়।
৩। একক	কৌণিক বেগ এর একক হলো রেডিয়ান/ সেকেন্ড বা ডিগ্রি/সেকেন্ড।	এস আই পদ্ধতিতে রৈখিক বেগের এর একক হলো-ms^{-1} (মিটার/ সেকেন্ড)।
৪। মাত্রা	কৌণিক বেগের মাত্রা= কোণ / সময় $=\frac{L}{L\times T}=T^{-1}$	রৈখিক বেগের মাত্রা হলো $\mathrm{V}=\frac{L}{T}=\mathrm{L}T^{-1}$
৫। ঘূর্ণন নির্ভরতা	রৈখিক বেগ ঘূর্ণন অক্ষের উপর নির্ভর করে।	এটি ঘূর্ণন অক্ষের উপর নির্ভর করে না।

কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগের মধ্যে সম্পর্ক

ধরি, r ব্যাসার্ধে বৃত্তাকার পথে সমদ্রুতিতে চলে একটি বস্তু t সময়ে P থেকে Q তে গিয়ে কেন্দ্র O তে θ কোণ উৎপন্ন করে।

O বিন্দুর সাপেক্ষে বস্তুটির কৌণিক বেগ ω হলে $\omega = \frac{\theta}{t}$

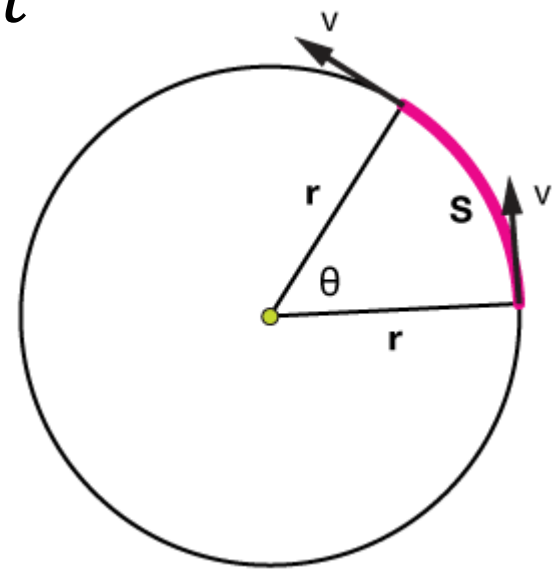
আবার PQ চাপের দৈর্ঘ্য s হলে এবং বস্তুটির সমদ্রুতি v হলে $v = \frac{s}{t}$

কিন্তু আমরা জানি, $S = r\theta$

$V = \frac{r\theta}{t}$ বা, $V = \omega r$ $\left[\because \omega = \frac{\theta}{t}\right]$

অর্থাৎ $V = \omega r$

বা, রৈখিক বেগ = কৌণিক বেগ × ব্যাসার্ধ

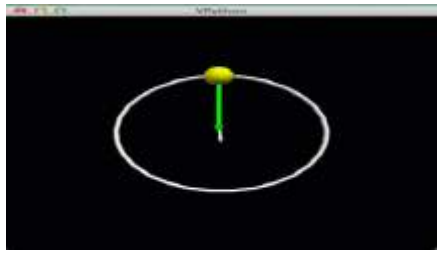


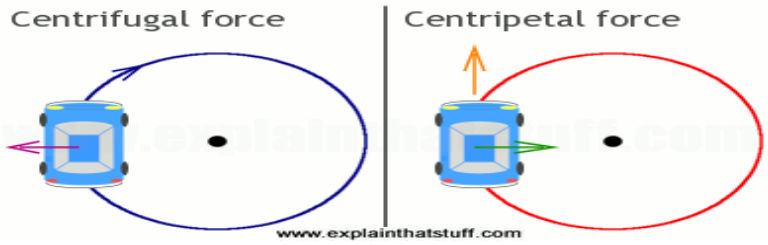
কেন্দ্রমুখী বল

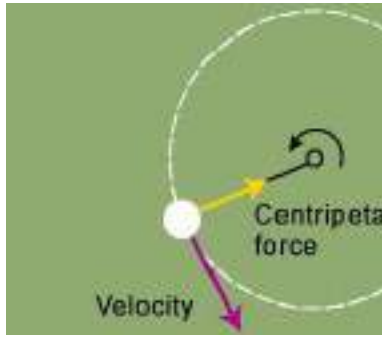
বাহ্যিক বল প্রয়োগ না করলে সকল গতিশীল বস্তু গতি জড়তার দরুন সরল রেখায় সমবেগে চলতে থাকে। একটি বস্তুকে বৃত্তাকার পথে গতিশীল রাখতে হলে এর সরল রেখায় গতিশীল থাকার প্রবণতাকে প্রতি মুহূর্তে বল প্রয়োগ দ্বারা প্রতিরোধ করতে হয়। যখন কোনো একটি বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে, তখন দুটি বল ক্রিয়া করে, যথাঃ-

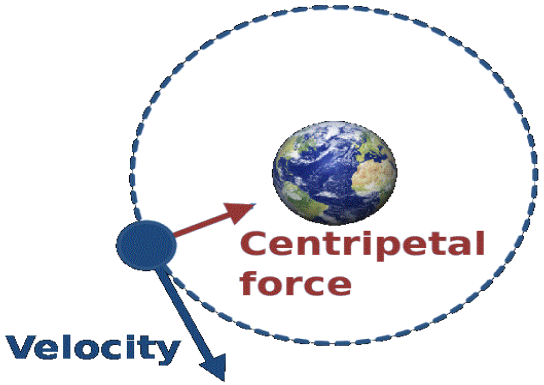
১। কেন্দ্রমুখী বল ঃ-

কোনো বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরায় সময় যে বল বস্তুর উপর ঐ বৃত্তের কেন্দ্র অভিমুখে ক্রিয়া করে বস্তুটিকে বৃত্তপথে গতিশীল রাখে তাকে কেন্দ্রমুখী বল বলে।





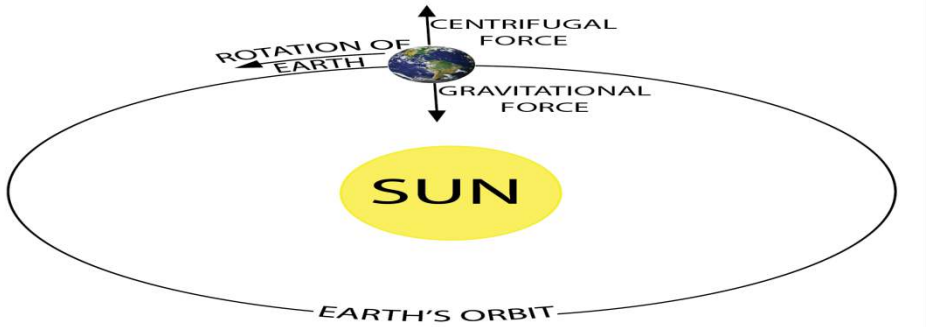


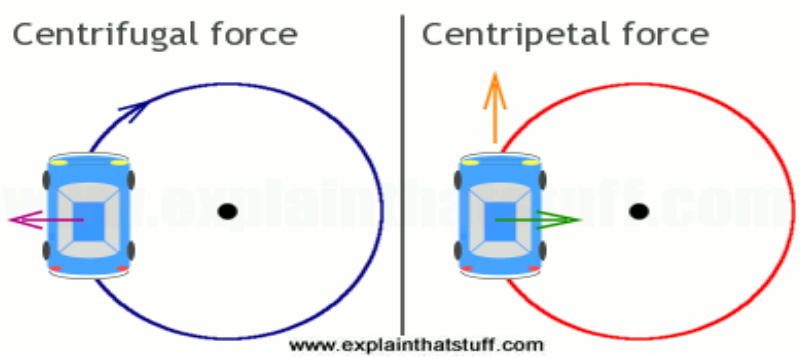


কেন্দ্রবিমুখী বল ঃ-

কোনো বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে তখন বস্তুর ব্যাসার্ধ্যমুখী ত্বরণের জন্য কেন্দ্রমুখী বলের বিপরীতমুখী একটি অলীক বলের উদ্ভব হয়। এই বলকে কেন্দ্রেবিমুখী বল বলে।

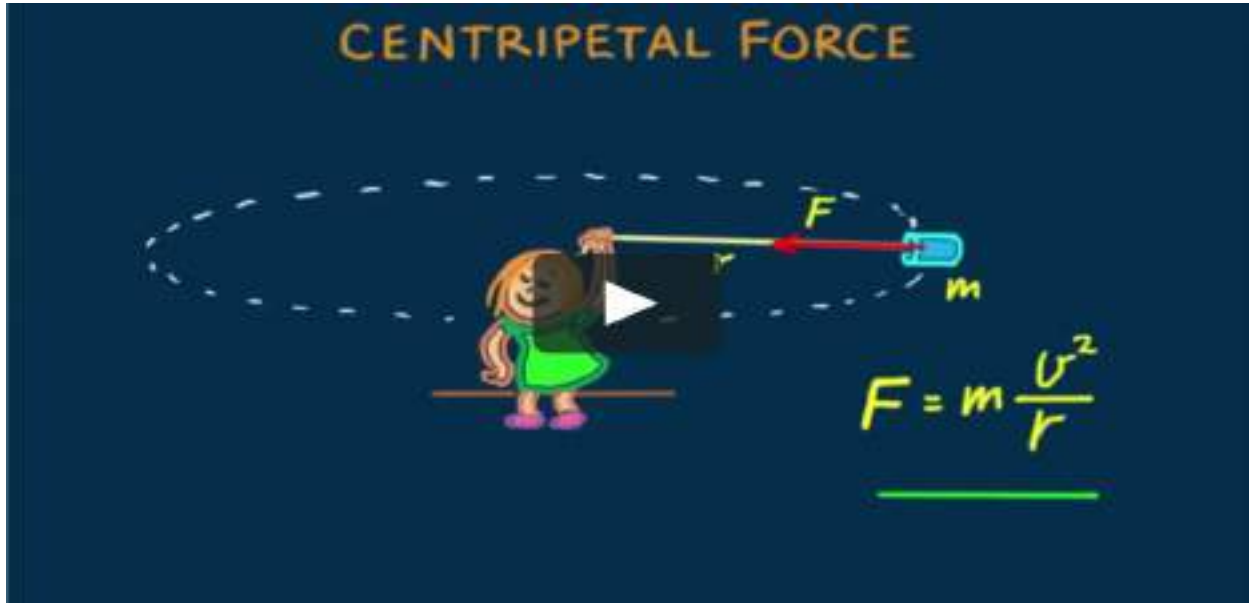
উদাহরণ- একটি বস্তুকে একটি সূতার বেধেঁ অনুভূমিকভাবে ঘুরালে যে কেন্দ্রমুখী বল বস্তুটিকে বৃত্তাকার পথে ধরে রাখে তা হচ্ছে সুতার টান। বস্তুটি বৃত্তের পরিধির যে বিন্দুতে থাকার সময় ছিঁড়ে যায়, ততক্ষণ কেন্দ্রমুখী বল = কেন্দ্রবিমুখী বল। আবার, একটি ইলেকট্রন নিউক্রিয়াসের চারদিকে ঘুরে। ইলেকট্রন ও প্রোটন এর মধ্যে আকর্ষণ বল ইলেকট্রনকে বৃত্তাকার পথে ধরে রাখে।

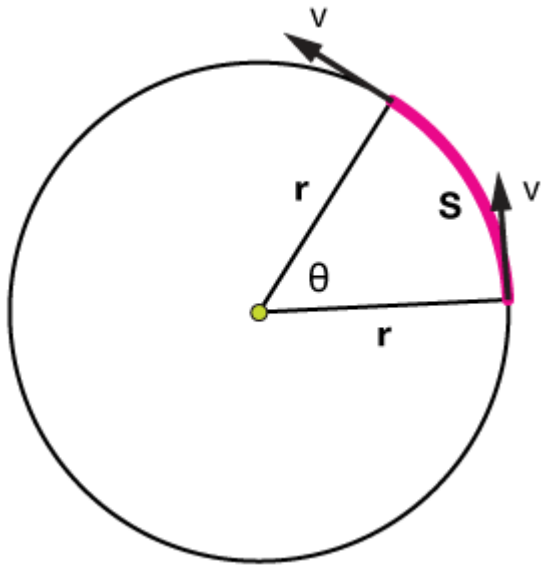




প্রমাণ কর যে, কেন্দ্রমুখী বল $F=\frac{mv^2}{r}$

ধরি, m ভরের একটি বস্তুকণার V সমদ্রুতিতে r ব্যাসার্ধের বৃত্তাকার পথে ঘুরছে। মনেকরি, কোন একটি মুহূর্তে কণাটি A অবস্থানের আছে। A বিন্দুতে বস্তুকণাটির বেগ উল্লম্ব বরাবর v এবং কেন্দ্র বরাবর শূন্য। অতি অল্প সময় t পরে কণাটি B অবস্থানে পৌছাল এবং কেন্দ্রে θ কোণ উৎপন্ন করলো।





ভেক্টর লম্ব বিভাজন নীতি অনুসারে B বিন্দুতে উল্লম্ব বরাবর বেগের উপাংশ=$v\cos\theta = v$ (θ খুব ছোট হলে $\cos\theta = 1$ এবং $\sin\theta = \theta$ লেখা যায়) এবং B বিন্দুতে কেন্দ্র বরাবর বেগের উপাংশ $= V\sin\theta = V\theta$ | সুতরাং A হতে B বিন্দুতে উল্লম্ব বরাবর বেগের পরিবর্তন $= v - v = 0$ এবং কেন্দ্রে বরাবর বেগের পরিবর্তন $= V\theta - 0 = V\theta$ |

$\therefore$ কেন্দ্রমুখী ত্বরণ, $a = \frac{V\theta}{t} = V\omega$

$= v.\frac{V}{r}$

$= \frac{V^2}{r}$

$\therefore$ কেন্দ্রমুখী বল, $F = ma$

$\therefore F = m.\frac{V^2}{r}$ (প্রমাণিত)

[$\because \omega = \frac{\theta}{t}$]

$\therefore V = r\omega$

$\omega = \frac{V}{r}$

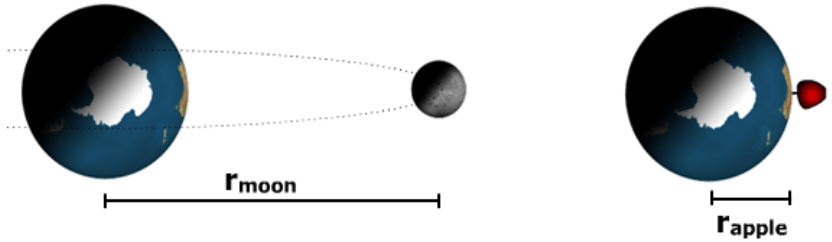
পড়ন্ত বস্তুর সূত্রাবলী ঃ-

১ম সূত্র ঃ-

স্থির অবস্থায় এবং একই উচ্চতা থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত সকল বস্তুই সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে।

ব্যাখ্যা ঃ-

বিনা বাধায় স্থির অবস্থায় থেকে বায়ু শূন্য স্থানে কোনো বস্তুকে ছেড়ে দিলে সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করবে। এক্ষেত্রে পৃথিবীর আকর্ষণ পদার্থের আকার আয়তনের উপর নির্ভর করে না। সকল বস্তুর উপরই সমান আকর্ষণ ক্রিয়া করে।



২য় সূত্র ঃ-

স্থির অবস্থায় থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে প্রাপ্ত বেগ ঐ সময়ের সমানুপাতিক। অর্থাৎ প্রাপ্ত বেগ $V \propto$ পতনকাল t

ব্যাখ্যা ঃ-

২য় সূত্র থেকে পাই , $V \propto t$

$V =$ ধ্রুবক t

$\frac{V}{t} =$ ধ্রুবক।

৩য় সূত্র ঃ-

স্থির অবস্থায় থেকে বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ উচ্চতা $h \propto t^2$ [পতনকাল = t]

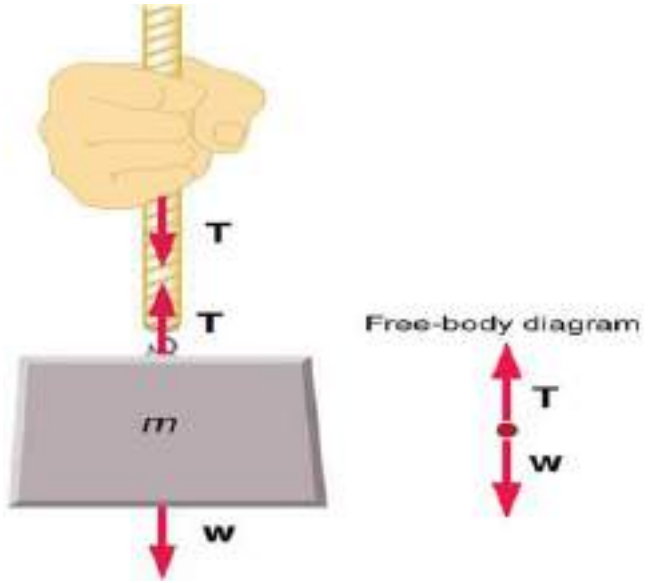
ব্যাখ্যা ঃ-

৩য় সূত্র থেকে আমরা পাই,

$h \propto t^2$

বা, h= ধ্রুবক t^2

বা, $\frac{h}{t^2}$ = ধ্রুবক



একটি গাড়ি স্থিরাবস্থা হতে সমত্বরণে চলে 2 মিনিটে 45km/hr বেগ প্রাপ্ত হল। গাড়িটির ত্বরণ এবং ঐ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব নির্ণয় কর।

সমাধান, আমরা জানি,

$V = u + at$

$12.5 = 0 + a \times 120$

$a = \frac{12.5}{120}$

$= 0.104\ ms^{-2}(Ans)$

এখানে, $u = 0$

$V = 45km/hr$

$= \frac{45 \times 1000}{60 \times 60} ms^{-1}$

$= 12.5\ ms^{-1}$

$T = 2min = 2 \times 60s$

$= 120s$

$a = ?$ এবং $S = ?$

আবার, আমরা জানি, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$= o \times 120 + \frac{1}{2}(0.104) \times (120)^2$

$= 750m$ (Ans)

একটি লক্ষ্যস্থলে গুলি ছোড়া হলো। 3 সেমি ভেদ করার পর এর গতি অর্ধেক হয়ে গেল। এটি আর কতদূর ভেদ করবে?

সমাধান, মনেকরি, গুলির বেগ = u

3 সেমি ভেদ করার পর এর গতি অর্ধেক হয়ে গেল। অর্থাৎ শেষবেগ , $v=\frac{u}{2}$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 - 2as$

বা, $(\frac{u}{2})^2 = u^2 - 2a \times 3$

বা, $\frac{u^2}{4} - u^2 = -6a$

বা, $\frac{u^2-4u^2}{4} = -6a$

বা, $-\frac{3u^2}{4} = 6a$ বা, $a = \frac{3u^2}{4\times6} = \frac{u^2}{8}$

আবার, মনেকরি, আরও d দূরত্ব অতিক্রম করে থেমে যাবে।

$$v^2 = u^2 - 2as$$

বা, $0 = (\frac{u}{2})^2 - 2\times \frac{u^2}{8} \times d$

বা, $2\times \frac{u^2}{8} \times d = \frac{u^2}{4}$

বা, $\frac{u^2}{4} \times d = \frac{u^2}{4}$

d=1 সেমি

Thank You!

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন ----

আমার ক্লাশ নং-

তারিখ ঃ-

সময় ঃ-

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট.

শেরপুর।

চার বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের জন্য

ফিজিক্স-১

বিষয় কোড :- ২৫৯১২

পর্ব ঃ- ২য় টেকনোলজি ঃ- সিভিল।

ডিজিটাল কন্টেন ক্লাশ নং-

৫ম অধ্যায় ঃ- নিউটনের গতিসূত্র, বল ও ঘর্ষণ।

আজকের আলোচনা বিষয় ঃ-

নিউটনের গতিসূত্র, বল ও ঘর্ষণ

শিখনফল

এই অধ্যায়ে পাঠে আমরা যা যা শিখতে পারব ---

- ১। এই অধ্যায়ে প্রথম অংশ ক্লাশের সংক্ষিপ্ত পর্যলোচনা করব।
- ২। ভরবেগের এর সংজ্ঞা।
- ৩। ভরবেগের নিত্যতা সূত্র এবং এর প্রমাণ করব।
- ৪। ভরবেগের নিত্যতা সূত্র এর প্রয়োগ সম্পর্কে জানব।
- ৫। ঘর্ষণের সংজ্ঞা এবং এর প্রকারভেদ সম্পর্কে আলোচনা করব।
- ৬। এই অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সমাধান করব।

জড়তা এবং ভরবেগ(Inertia and momentum):-

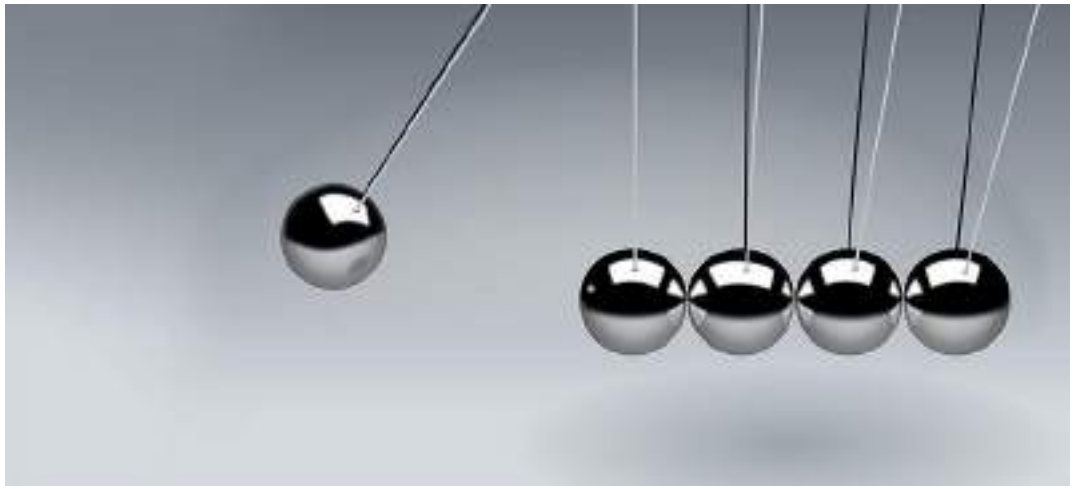
জড়তা (Inertia):-

সাধারণত প্রতিটি পদার্থ বা বস্তু তার নিজ অবস্থানে অবস্থিত থাকতে চায় অর্থাৎ স্থির বস্তু স্থির থাকতে চায় আর গতিশীল বস্তু সরল পথে গতিশীল থাকতে চায়। বস্তুর এ অবস্থার পরিবর্তন ঘটাতে হলে বস্তুর উপর বাহ্যিক আল প্রয়োগ করতে হয়। বস্তুর এ ধর্মকে জড়তা বলা হয়।

বস্তুর জড়তাকে দুভাগে ভাগ করা হয়েছে, যথা-

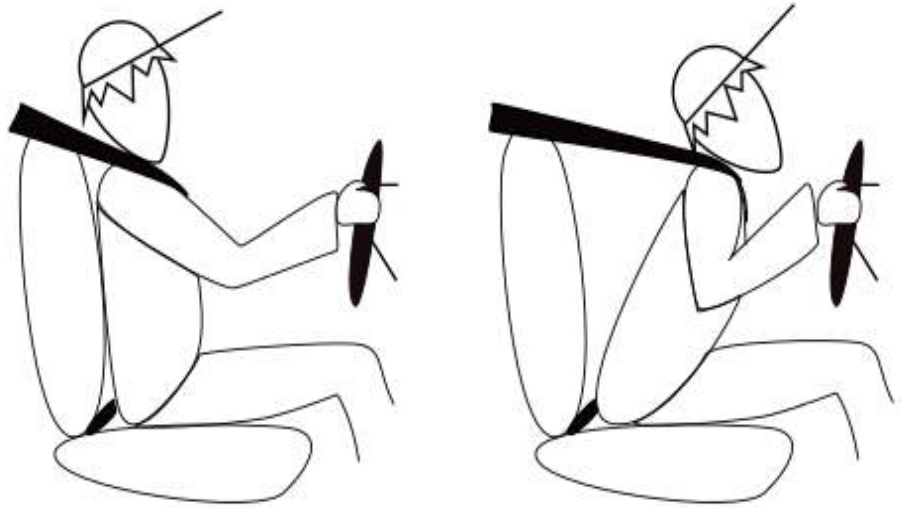
১। স্থিতি জড়তা (Inertia of rest) ও

২। গতি জড়তা (Inertia of motion)

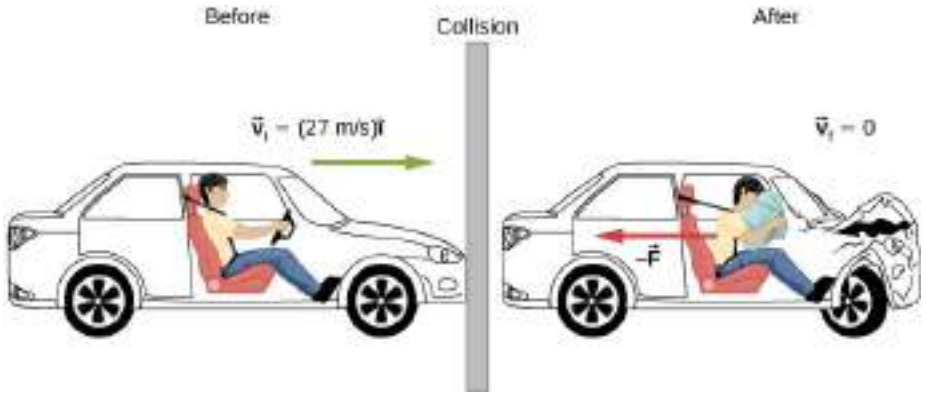


গতি জড়তা (Inertia of motion)

বাহ্যিক কোনো বল প্রয়োগ না করলে কোনো গতিশীল বস্তু গতিশীল থাকতে চায়; বস্তুর এই ধর্মকে গতি জড়তা বলে।



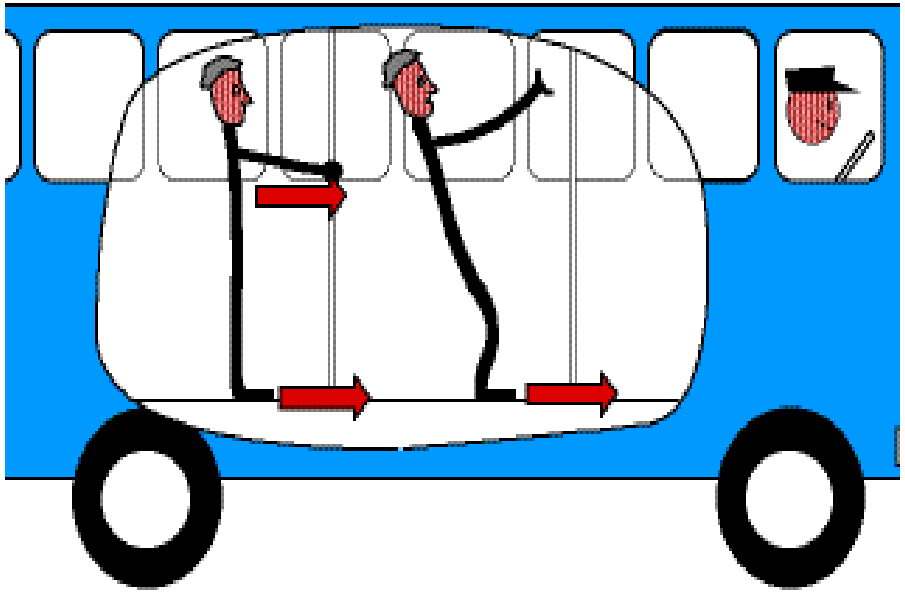
উদাহরণ স্বরুপ বলা যায়, চলন্ত বাসে যখন হঠাৎ করে থেমে যায়, তখন বাসের উপস্থিতির যাত্রী সামনের দিকে হেলে যায় ; কারণ বাসটি যখন গতিশীল অবস্থায় ছিল, তখন যাত্রীর গতিশীল অবস্থায় ছিল। হঠাৎ করে যখন বাসটি থেমে গেল তখন যাত্রীর নিচের অংশ বাসের সাথে সংশ্লিষ্ট থাকায় নিচের অংশ থেমে যাবে। কিন্তু যাত্রীর উপরের অংশ সংশ্লিষ্ট নয় বিধায় সে গতিশীল থাকতে চাইবে।



স্থিতি জড়তা (Inertia of rest)

কোনো বস্তু নিজের ইচ্ছায় তার অবস্থানের বা অবস্থার পরিবর্তন ঘটাাতে চায় না; স্থির বস্তু স্থির থাকতে চায়। বস্তুর এই ধর্মকে স্থিতি জড়তা।

উদাহরণ স্বরুপ বলা যায়, একটি স্থির বাসে যখন যাত্রী ওঠে, তখন বাস ও যাত্রী স্থির অবস্থায় থাকে। হঠাৎ করে বাসটি যখন চলতে শুরু করে। তখন ঐ যাত্রীর উপরের অংশ পিছনের দিকে হেলে যাবে। আর নিচের অংশ বাসের সাথে সংলগ্ন বিধায় সে গতিশীল সে গতিশীল হবে। কিন্তু স্থিতি জড়তার কারণে যাত্রীর শরীরের উপর অংশ স্থির থাকতে চায়।



ভরবেগ (momentum)

কোন বস্তুর ভর ও বেগের গুণফলকে ঐ বস্তুর ভরবেগ বলা হয়।

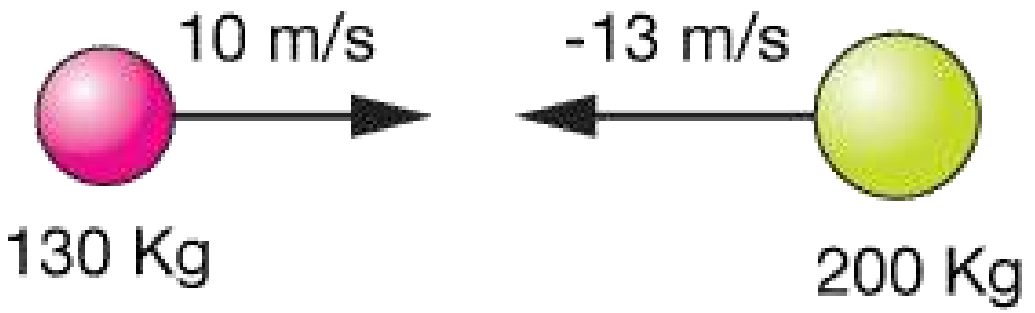
মনেকরি, m ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু কোন এক সময়ে v বেগ প্রাপ্ত হয়।

বস্তুটির ভরবেগ = ভর×বেগ

$$\therefore P = mv$$

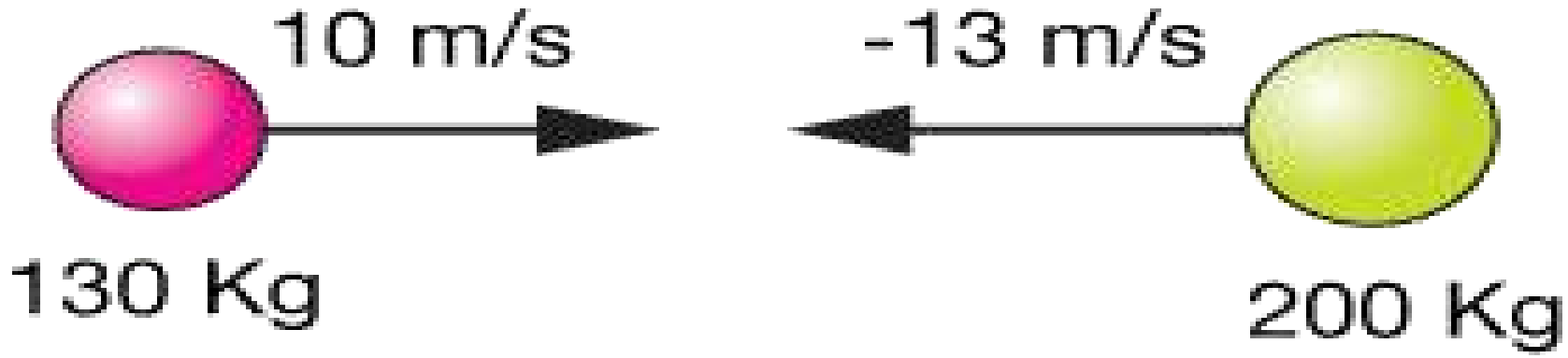
ভরবেগকে P দ্বারা সূচিত করা হয়। ভরবেগ একটি দিক রাশি।

কোন ক্ষুদ্র বস্তু যদি অধিক বেগ প্রাপ্ত হয়, তবে তার ভরবেগের বৃদ্ধি ঘটে।



ভরবেগের নিত্যতা সূত্রের বর্ণনা ও প্রমাণ কর।

একাধিক বস্তুর মধ্যে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া ছাড়া অন্য কোন বল না থাকলে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার ফলে কোনো নির্দিষ্ট দিকে তাদের ভরবেগের কোন পরিবর্তন ঘটে না। একে ভরবেগের সংরক্ষণ বিধি বা ভরের নিত্যতা সূত্র বলে।



প্রমাণ :-

মনেকরি, ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ারত দুটি বস্তু A এবং B এতে বাইরে কোন বলের প্রভাব নেই। নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রানুসারে, A বস্তু B বস্তুর উপর যতখানি প্রয়োগ করবে, B বস্তু A বস্তুর উপর ঠিক ততখানি বল প্রয়োগ করবে এবং বল দুটি পরস্পর বিপরীতমূখী হবে।

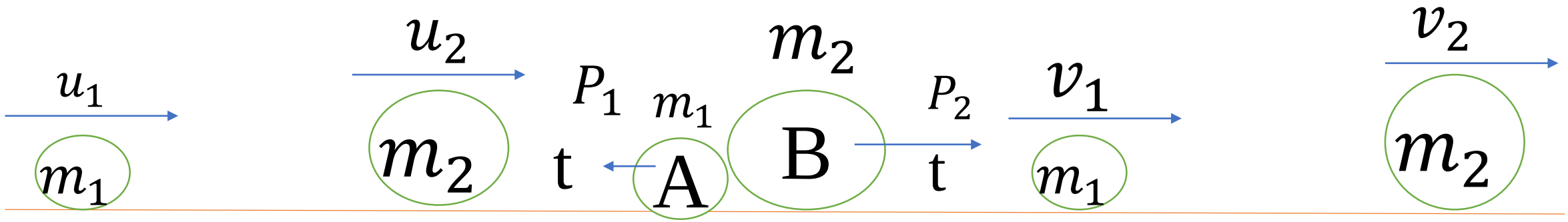
ধরা যাক, A বস্তুটির ভর m_1 এবং B বস্তুটির ভর m_2 ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ার ফলে তাদের মধ্যে ত্বরণ f_1 ও f_2 সৃষ্টি হয়েছে। অতএব,

A বস্তুর বল, $P_1 = m_1 f_1$ ও B বস্তুর বল, $P_2 = m_2 f_2$

[$\because$F= ma]

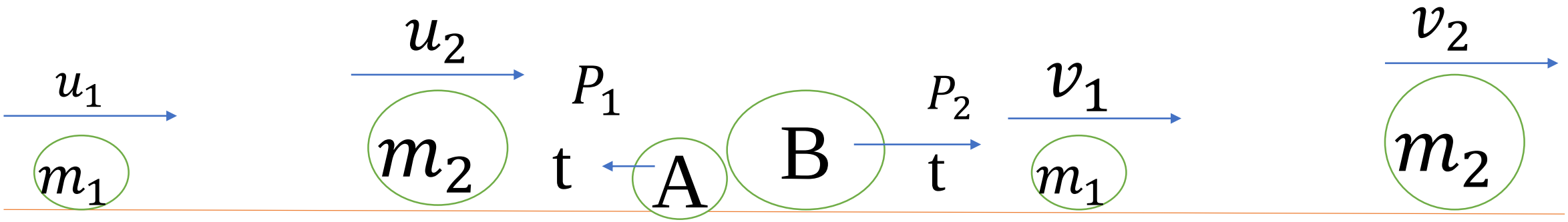
যেহেতু বল দুটি সমান ও বিপরীতমূখী, $P_1 = - P_2$

$\therefore m_1 f_1 = - m_2 f_2$



এখন t সময়ে যদি ক্রিয়া বলের প্রভাবে A বস্তুর আদিবেগ ও শেষবেগ যথাক্রমে u_1 ও v_1 হয় এবং প্রতিক্রিয়ার বলের প্রভাবে B বস্তুর আদিবেগ ও শেষবেগ যথাক্রমে u_2 ও v_2 হয়, তবে

$$m_1 \frac{(v_1 - u_1)}{t} = -\, m_2 \frac{(v_2 - u_2)}{t}$$



$$\text{বা}, m_1(v_1 - u_1) = -m_2(v_2 - u_2)$$

$$\text{বা}, m_1 v_1 - m_1 u_1 = -m_2 v_2 + m_2 u_2$$

$$\text{বা}, m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_2 u_2$$

$$\therefore m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

অর্থাৎ ক্রিয়ার আগে ও পরে ভরবেগের সমষ্টি সর্বদা সমান থাকে। এটাই ভরবেগের নিত্যতা সূত্র।

ভরবেগের নিত্যতার সূত্রের প্রয়োগ:-

নিচে ভরবেগের নিত্যতার সূত্রের সত্যতা প্রমাণ দেওয়া হলো

বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ:- কোন একটি বন্দুক হতে গুলি ছুঁড়লে তা পিছনে দিকে ধাক্কা দেয়। ভরবেগের নিত্যতা সূত্রের সাহায্যে এর ব্যাখ্যা প্রদান করা হলো - গুলি ছোঁড়ার আগে বন্দুক এবং গুলি উভয়েই স্থির থাকে।

অতএব বন্দুকের ভরবেগ শূন্য এবং গুলির ভরবেগ শূন্য। গুলি ছোঁড়ার পর বারুদের বিস্ফোরণের ফলে গুলি একটি বেগে সামনের দিকে যায়। ফলে এটিও সামনের দিকে একটি ভরবেগে প্রাপ্ত হয়। ভরবেগের নিত্যতার সূত্রানুসারে গুলি ছোঁড়ার পরেও তাদের ভরবেগ সমষ্টি শূন্য হবে। যদি তাই হয়, তবে বন্দুকের ও সমান ও বিপরীতমূখী একটি ভরবেগ লাভ করবে। ফলে বন্দুকের অবশ্যই পিছনের গতি প্রাপ্ত হবে।

ঘর্ষণ (Friction)

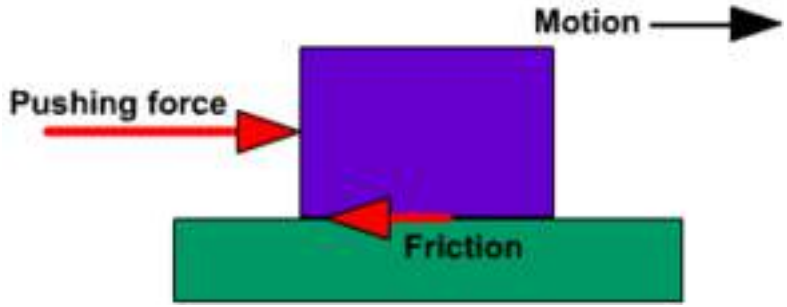
যখন একটি বস্তুর উপর অপর একটি বস্তুর সংস্পর্শে থেকে চলতে থাকে বা চলতে চেষ্টা করে তখন তাদের সংস্পর্শ তলে গতির বিরুদ্ধে যে বল সৃষ্টি হওয়ায় গতি বাধাপ্রাপ্ত হয় তাকে ঘর্ষণ বলে।

ঘর্ষণ চারটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

যথা ঃ- (১) বস্তুদ্বয়ের উপাদান (২) মিলনতলের মসৃণতা (৩) বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী পদার্থের প্রকৃতি এবং (৪) তাপমাত্রা।

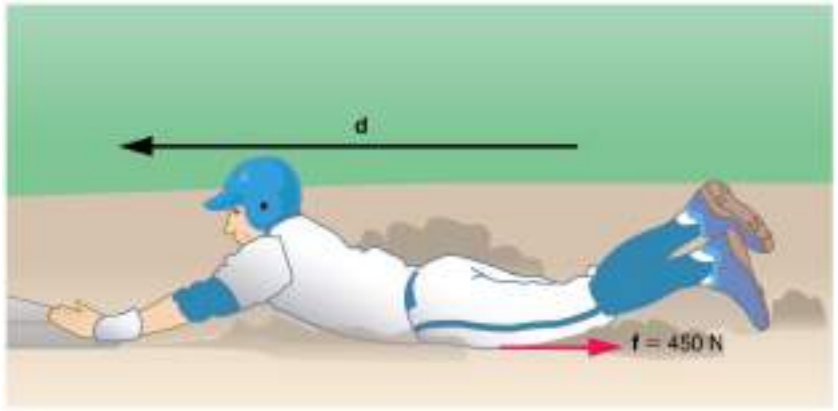
ঘর্ষণ সাধারণত দুই প্রকার ঃ-

যথাঃ- (১) বিসর্প ঘর্ষণ (Sliding Friction) ও
(২) আবর্ত ঘর্ষণ (Rolling Friction) ।



(১) বিসর্প ঘর্ষণ (Sliding Friction)

দুটি বস্তুর একটি যদি অপরটির উপর দিয়ে ঘষে চলে বা চলার চেষ্টা করে তখন তাদের মিলন তলে স্পর্শ বরাবর যে বিরুদ্ধ বলের সৃষ্টি হয় তাকে বিসর্প ঘর্ষণ বলে। টেবিলের উপর দিয়ে বই টানা বা মেঝের উপর দিয়ে ইট টানা ইত্যাদি।

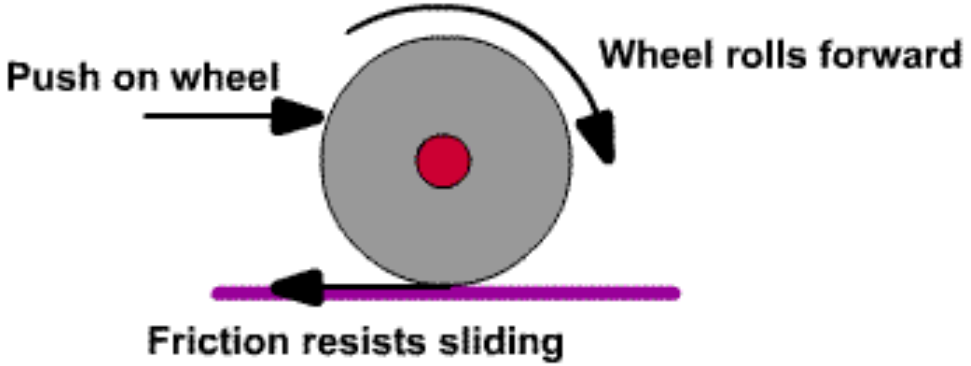


(২) আবর্ত ঘর্ষণ (Rolling Friction)

একটি বস্তু যখন অপর একটি বস্তুর উপর দিয়ে গড়িয়ে চলার চেষ্টা করে বা চলে তখন যে ঘর্ষণ বলের সৃষ্টি হয় তাকে আবর্ত ঘর্ষণ বলে। সাইকেলের চাকার গতি বা মার্বেলের গতি ইত্যাদি।

(a)

(b)



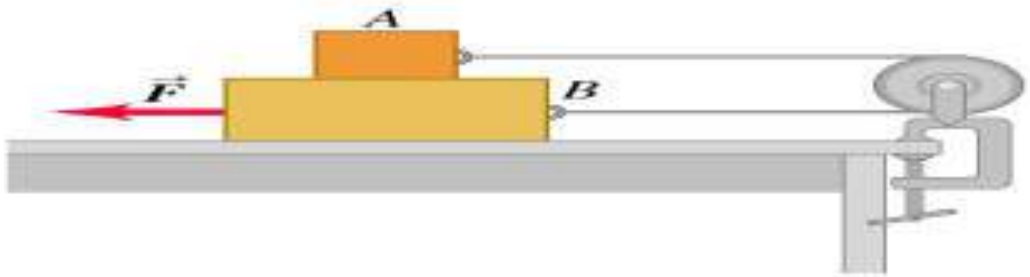
গতি থাকুক বা না থাকুক প্রত্যেক ঘর্ষণকে আবার দুই ভাগে ভাগ করা যায়।

(১) স্থিতি ঘর্ষণ (Static Friction) ও

(২) গতীয় ঘর্ষণ (Kinetic Friction)

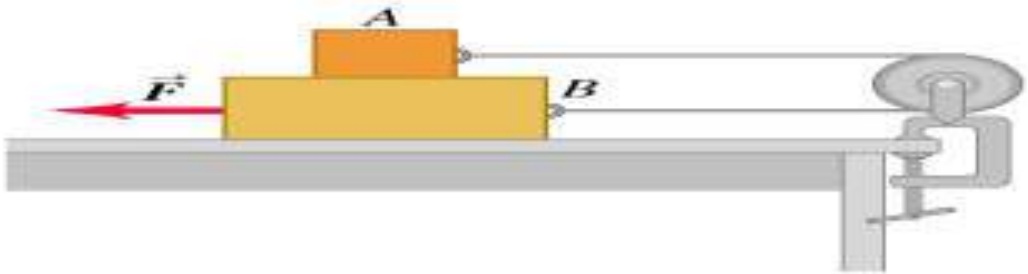
(১) স্থিতি ঘর্ষণ (Static Friction) ঃ

পরস্পর সংস্পর্শে থাকা অবস্থায় দুটি স্থির বস্তু একটি অপরটির উপর দিয়ে গতিশীল করার চেষ্টা করলে গতি সৃষ্টি না হওয়া পর্যন্ত যে ঘর্ষণ কাজ করে তাকে স্থিতি ঘর্ষণ বলে।



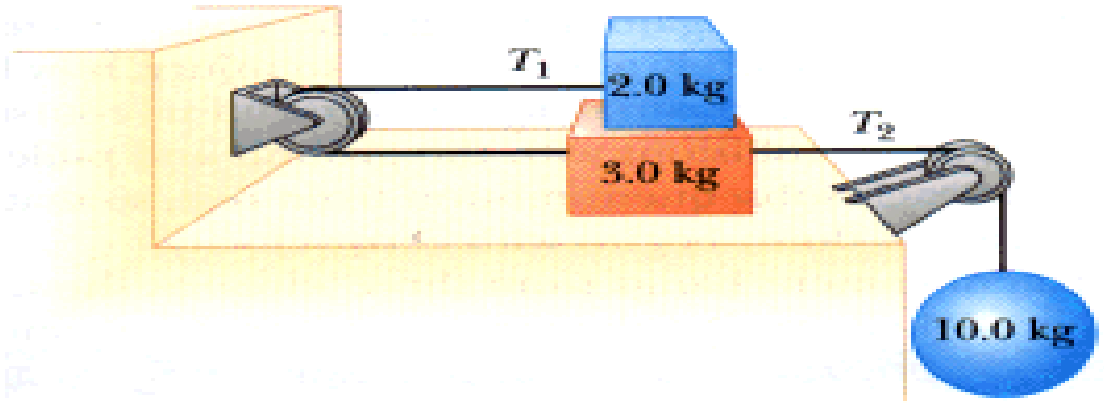
ব্যাখ্যা ঃ-

ধরা যাক, একটি টেবিলের উপর কাঠের ব্লক আছে। ব্লকটিকে অল্পমানের একটি বল (ধরি) ১ ডাইন দ্বারা ডানদিকে টানা হচ্ছে। এতে ব্লকটি নড়ছে না। তাহলে নিশ্চয়ই ১ ডাইনের মানের একটি বল বামদিকে ক্রিয়া করছে। শেষোক্ত এ বলটিই স্থিতি ঘর্ষণ। অতএব দেখা যাচ্ছে যে, স্থিতি ঘর্ষণ বস্তুর গতি প্রাপ্তিতে বাধা দেয় এবং প্রয়োজন উদ্ভূত হয়। স্থিতি ঘর্ষণ স্বনিয়ন্ত্রক।



(২) গতীয় ঘর্ষণ (Kinetic Friction) ঃ-

পরস্পর সংস্পর্শে থাকা অবস্থায় দুটি বস্তু একটি অপরটি উপর দিয়ে চলাচল করার সময় যে ঘর্ষণ বলের সৃষ্টি হয় তাকে গতীয় ঘর্ষণ বলে। যেমন- টেবিলের উপরে রাখা একটি বইয়ের উপর দিয়ে প্রয়োগ করে চলমান অবস্থায় আনলে সেখানে যে ধরনের ঘর্ষণ বল সৃষ্টি হয় তাকে গতীয় ঘর্ষণ বলে।



স্থির ঘর্ষণের সূত্রাবলি ঃ-

স্থির ঘর্ষণের সূত্রাবলি নিচে দেওয়া হলো ঃ-

(১) স্থির ঘর্ষণ বল সর্বদা গতির বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে।

(২) এই বল স্বনিয়ন্ত্রক এবং গতি রোধের জন্য যে পরিমাণ প্রয়োজন ততটুকু বলই সৃষ্টি হয়।

(৩) সীমান্ত ঘর্ষণের মান অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া বলের মানের সমানুপাতিক।

(৪) এটি স্পর্শতলের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে না। তবে এটি স্পর্শিত তলের প্রকৃতি এবং স্বভাবের উপরে নির্ভরশীল।

স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক (Define the Co-Efficient of Static Friction) ঃ-

স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক ঃ-

সীমান্থ ঘর্ষণ বলের মান ও অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া বলের মানের অনুপাতকে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক বলে।

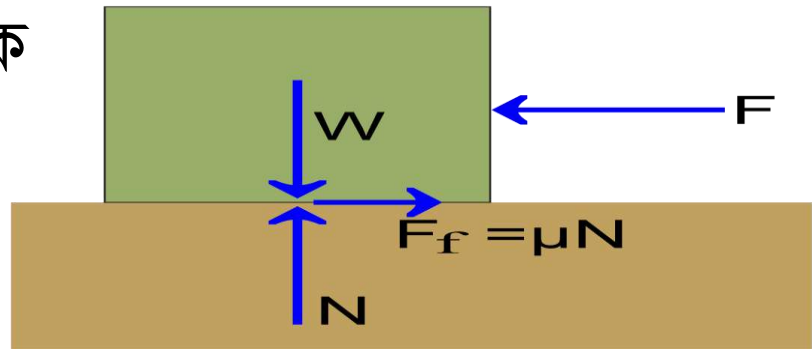
ব্যাখ্যা ও মান নির্ণয় ঃ-

ধরা যাক, একটি টেবিলের উপর একটি কাঠের ব্লক (B) আছে (চিত্র হতে)। B এর ওজন $\vec{W}$ নিচের দিকে ক্রিয়ারত। টেবিলে কর্তৃক প্রযুক্ত প্রতিক্রিয়া বল $= \vec{N}$। এবং N=W। এখানে $\vec{N}$ কে অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া বলে ।

ধরা যাক , $\vec{N_s}$ বল প্রয়োগে ব্লকটি নড়তে শুরু করে।

সীমান্থ ঘর্ষণ $= \vec{F_s}$

$N_s = F_s$



অভিজ্ঞতা হতে দেখা যায় যে, সীমান্থ ঘর্ষণ বলের মান বস্তুটির ওজন তথা অভিলম্ব প্রতিক্রিয়ার মানের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ $F_s \propto \mathrm{N}$

বা, $F_s = \mu_s N$ (μ_s একটি ধ্রুবক)।

বা, $\mu_s = \frac{F_s}{\mathrm{N}}$

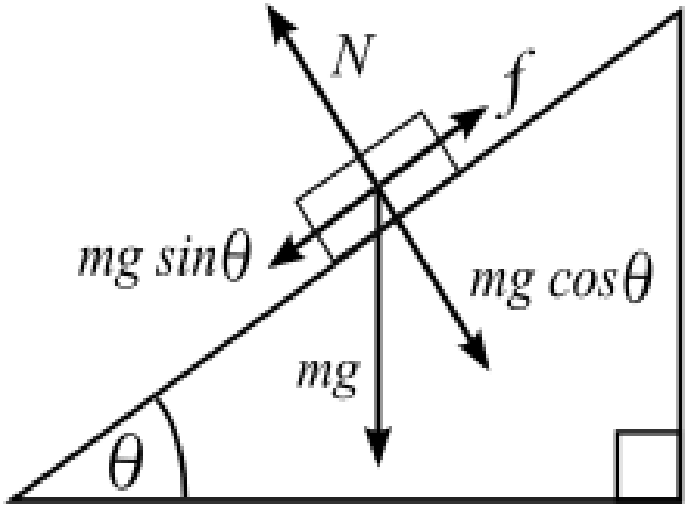
$\therefore \mu_s$ কে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক বলে। এর কোনো একক নেই।

ঘর্ষণ গুণাংক, নিশ্চল কোণের ট্যানজেন্টের সমান ঃ-

সীমান্থ ঘর্ষণ বলের মান ও অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া বলের মানের অনুপাতকে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক বলে।

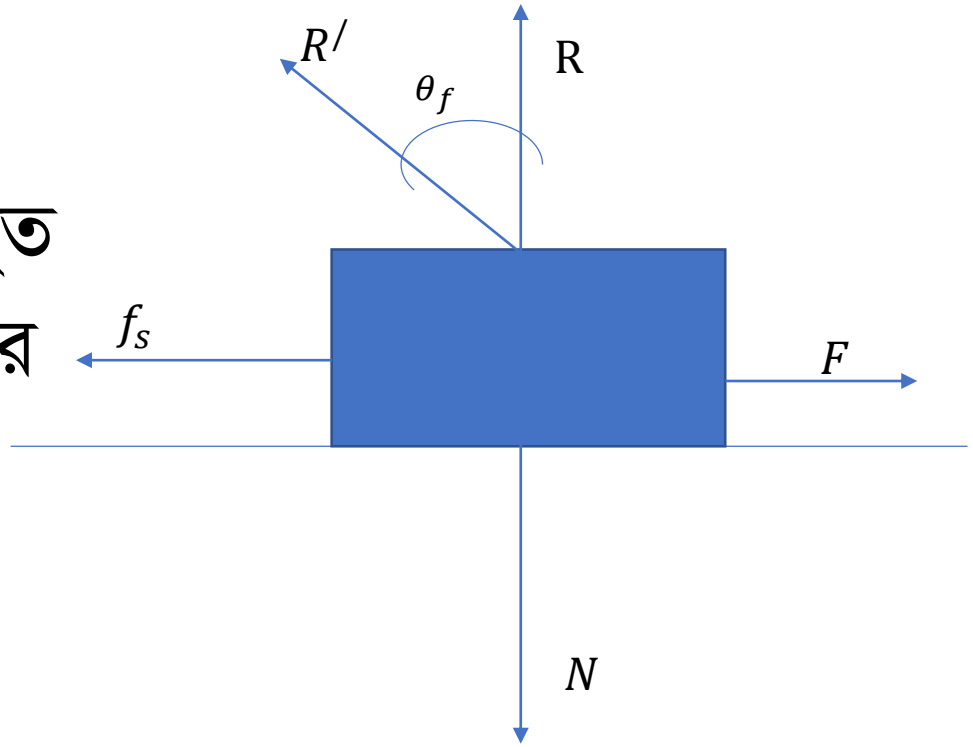
মনেকরি, B একটি কাঠের ব্লক সমতল টেবিলের উপর আছে(চিত্র হতে)। এই অবস্থায় ব্লকের ওজন N = mg টেবিলের উপর খাড়া নিচের দিকে ক্রিয়া করছে।

নিউটনের তৃতীয় সূত্রানুসারে টেবিলও ব্লকটির উপর খাড়া উপরের দিকে সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া R প্রয়োগে করে। এখানে, R কে অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া বল বলা হয়। R ও N পরস্পর সমান ও বিপরীতমুখী হওয়ায় ব্লকটি স্থির থাকবে।



কোনো তল এবং এই তলের উপর অবস্থিত কোনো বস্তুর মধ্যে আপেক্ষিক গতি সৃষ্টি না হওয়া পর্যন্ত যে ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করে, তাকে স্থিতি ঘর্ষণ বল বলে।

আবার, কোনো তল এবং এই তলের উপর অবস্থিত কোনো বস্তুর মধ্যে যে বলের প্রভাবে বস্তুটিতে গতির সঞ্চার হবার উপক্রম হয় তখন বস্তুর গতিকে বাধাদানকারী ঘর্ষণ বলের মানকে সীমান্থ ঘর্ষণ বল বলে। একে f_s দ্বারা সূচিত করা হয়।



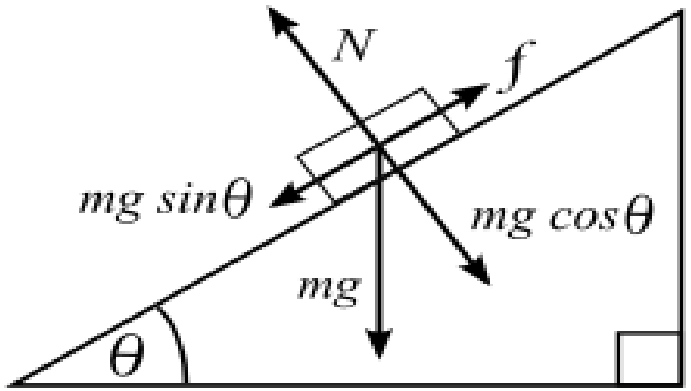
স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক

দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থাকলে সীমান্থ ঘর্ষণ বল ও অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া বলের অনুপাতকে স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক বলে। একে μ_s দ্বারা সূচিত করা হয়।

$\mu_s = \frac{f_s}{\mathrm{R}}$ একইজাতীয় দুটি রাশির অনুপাত বলে এর কোনো একক ও মাত্রা নেই ।

$$\mu_s = \frac{R^{/} \sin \theta_f}{R^{/} \cos \theta_f}$$

$$\mu_s = \tan \theta_f$$



$$\sin \theta_f = \frac{f_s}{R^{/}}$$

বা, $f_s = R^{/} \sin \theta_f$

$$\cos \theta_f = \frac{\mathrm{R}}{R^{/}}$$

বা, $= R^{/} \cos \theta_f$

ঘর্ষণের সুবিধা ও অসুবিধা ঃ-

সুবিধাসমূহ ঃ- ঘর্ষণজনিত বাধা থাকার ফলের আমাদের পক্ষে নিম্নোক্ত কাজগুলো করা সম্ভব হচ্ছে ঃ-

১। রাস্তায় হাঁটাচলা।

২। গাড়ি থামানো।

৩। হাত দিয়ে কোনো কিছু ধরে রাখা।

৪। দেয়ালে পেরেক আঁটা।

৫। দেয়ালে মই লাগানো।

৬। দিয়াশলাইয়ের কাঠি জ্বালানো।

৭। বেল্টের সাহায্যে কোনো যন্ত্রপাতি ঘুরানো।

৮। সেতারে ঝঙ্কার তোলো।

অসুবিধা সমূহ ঃ-

১। গতিশক্তি কমে যায়, এতে শক্তির অপচয় হয়।

২। মেশিনের যন্ত্রাংশ ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।

ঘর্ষণ বল কিভাবে কমানোর যায়

ঘর্ষণ বল কমানোর উপায়সমূহ ঃ-

(১) তল মসৃণ করে ঘর্ষণ কমানো যায়।

(২) তেল বা পিচ্ছিলকারক পদার্থ ব্যবহার করে ঘর্ষণ কমানো যায়।

(৩) বায়ু দ্বারা দুটি মাধ্যম স্পর্শ করেও ঘর্ষণ কমানো যায়।

(৪) টানার পরিবর্তে গড়িয়ে নিলে ঘর্ষণ কমানো যায়।

(৫) সংকর ধাতু ব্যবহার করে ঘর্ষণ কমানো যায়।

প্রয়োজনীয় সমীকরণসমূহ

১। ভরবেগ, $P= mv-mu$ বস্তুর ভর= m বস্তুর বেগ = v

২। বল, $P= mf$ বস্তুর ভর= m বস্তুর বেগ = v ত্বরণ , = f

৩। ত্বরণ , $a=\frac{(v-u)}{t}$ শেষবেগ = v আদিবেগ = u সময় = t

৪। রকেটের ত্বরণ ,

৫। ভরবেগের নিত্যতা সূত্র ঃ- $m_1u_1 + m_2u_2= m_1v_1 + m_2v_2$

৬। স্থিতি ঘর্ষণ গুণাংক, $\mu_s=\frac{F_s}{R}$

৭। চল ঘর্ষণ গুণাংক , $\mu_k=\frac{F_k}{R}$

৮। ঘর্ষণ গুণাংক , $\mu_s =\tan\theta_f$

একটি বস্তুর উপর ১০ নিউটন বল ৫ সেকেন্ড ক্রিয়া করল, বস্তুটির ভরবেগের পরিবর্তন নির্ণয় কর।

সমাধান,

আমরা জানি,

ভরবেগের পরিবর্তন = mv-mu

$$= \frac{mv - mu}{t} \times t$$

$$= \frac{m(v-u)}{t} \times t$$

$$= ma \times t$$

$$= F \times t$$

$$= 10N \times 5 \text{ sec}$$

$$= 50 kg\text{-}\ ms^{-1}$$

এখানে,

বল, F=10N

সময়, t= 5 sec

ভরবেগের পরিবর্তন =?

একটি বল ৪ কিলোগ্রাম ভরের স্থির বস্তুর উপর ক্রিয়া করে ২ সেকেন্ডে বস্তুটিকে ৪ মিটার টেনে নিয়ে যায়। বলের মান কত ?

সমাধান, আমরা জানি, $s= ut+ \frac{1}{2}at^2$

বা, $4=0.2+ \frac{1}{2}.a.(2)^2$

বা, $4=0 + \frac{1}{2}.a.4$

বা, $4=2a$

বা, $2a=4$

$\therefore a=\frac{4}{2}=2ms^{-2}$

আবার, $F= ma$

$=4\times2$

$= 8\ N$

এখানে, আদিবেগ, $u = 0$

ভর $m = 4kg$

সরণ, $s=4m$

সময়, $t= 2\ sec$

ত্বরণ , $a=?$

বল, $F= ?$

১০০ ডাইনের একটি বল 25gm ভরের একটি স্থির বস্তুর উপর 5 sec সেকেন্ড ক্রিয়া করে । এর বেগ কত, নির্ণয় কর।

সমাধান , আমরা জানি, F= ma

$$\therefore a = \frac{F}{m}$$

$$= \frac{100}{25}$$

$$a = 4 cms^{-2}$$

আবার , v =u+at

=0+ 4×5

=0+20

$$\therefore v = 20\ cms^{-1}$$

এখানে,

আদিবেগ, u = 0

ভর m = 25gm

সময়, t= 5 sec

ত্বরণ , a=?

বল, F= 100 dyne

শেষবেগ, v = ?

$20\ ms^{-1}$ বেগে চলন্ত 8Kg ভরের কোনো বস্তুর বল 40N প্রয়োগে থামিয়ে দেয়া হলো। এসময়ে বস্তুটি কত পথ অতিক্রম করবে ।

সমাধান , আমরা জানি, F= ma

$$\therefore a = \frac{F}{m} = \frac{40}{8}$$

$$a = 5ms^{-2}$$

আবার , v = u - at

বা, 0=20 - 5×t

বা, 5t =20

$$\therefore t = \frac{20}{5} = 4 \text{ sec}$$

এখানে, আদিবেগ, $u = 20\ ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0\ ms^{-1}$

ভর $m = 8kg$

সরণ, s=?

সময়, t= ? ত্বরণ , a=?

বল, F= 40N

আবার , আমরা জানি, $s= ut - \frac{1}{2}at^2$

বা, $S =20.5- \frac{1}{2}.5.(4)^2$

বা, $S=100 - \frac{1}{2}.5.16$

বা, $S= 100 - 40$

বা, $S=60m$ $\therefore$ $S=60m$ (Ans)

বাড়ির কাজ ঃ-

১। আজকের পাঠের অনুশীলন।

২। ভরবেগের সংজ্ঞা।

৩। ভরবেগের নিত্যতা সূত্রের বর্ণনা ও প্রমাণ কর।

৪। ঘর্ষণের সংজ্ঞা এবং এর প্রকারভেদ সম্পর্কে আলোচনা কর।

৫। এই অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সমাধান কর।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে।

Thank You!

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন ----

আজকের আলোচনা বিষয় ঃ-
৪র্থ অধ্যায় ঃ- নিউটনের গতিসূত্র, বল ও ঘর্ষণ।

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

শিখনফল

এই অধ্যায়ে পাঠে আমরা যা যা শিখতে পারব ---

১। বলের এর ব্যাখ্যা ও সংজ্ঞা এবং বলের বিভিন্ন এককের সংজ্ঞা জানিব।

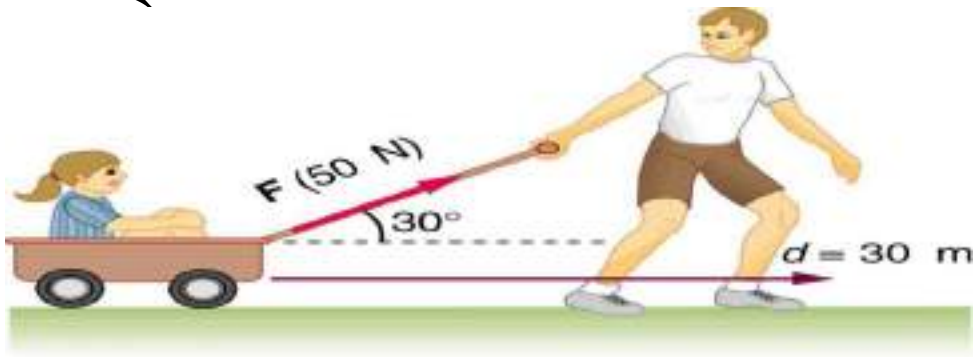
২। নিউটনের গতিবিষয়ক সূত্রাবলীর এর প্রমাণ করব।

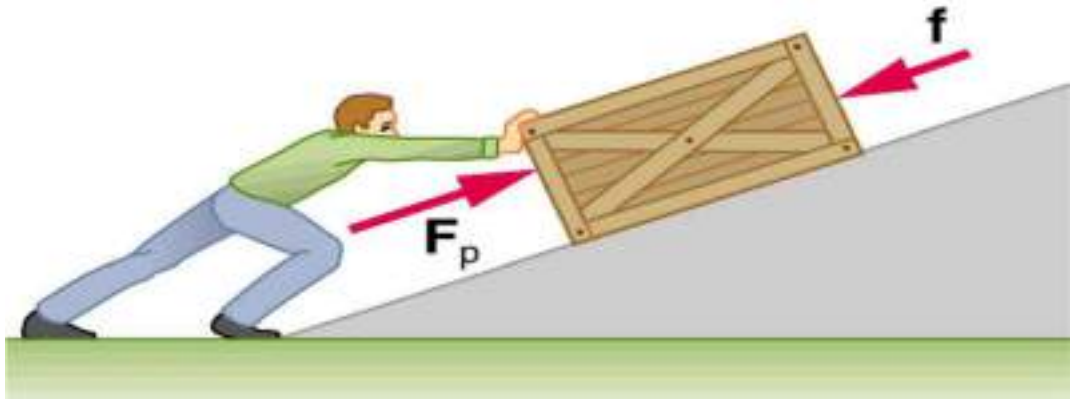
৩। সমান্তরাল বলের লব্ধি নির্ণয় করব।

৪র্থ অধ্যায় -নিউটনের গতির সূত্র,বল এবং ঘর্ষণ--

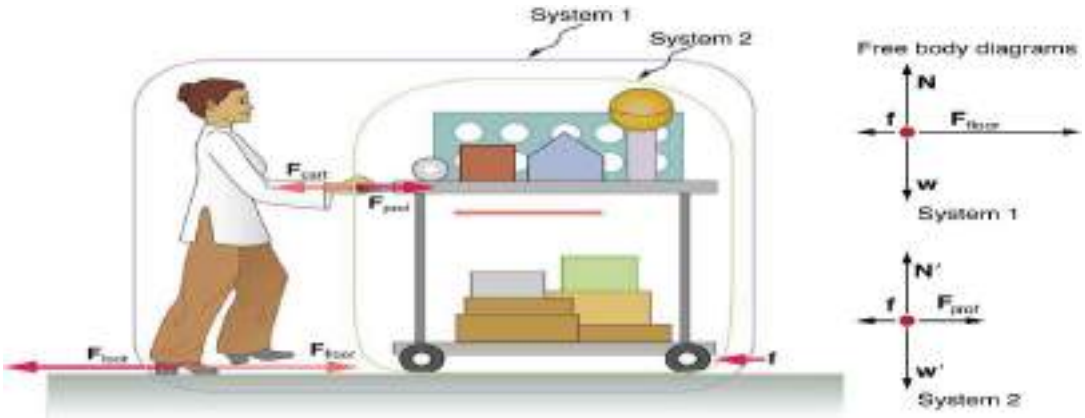
বলের (Force) ব্যাখ্যা

সাধারণত বল দ্বারা আমরা টান বা ধাক্কা বুঝি। বস্তুর জড়তার ধর্মের কারণে স্থির বস্তুর স্থির থাকতে চায়, আর গতিশীল বস্তু গতিশীল থাকতে চায়। একটি স্থির বস্তুকে গতিশীল করতে হলে সেখানে ধাক্কা বা টান দিতে হয়। আবার ধাক্কা বা টান দিলে সেটি গতিশীল নাও হতে পারে। তবে এটি নির্ভর করে বস্তুটির ভর ও আপেক্ষিক অবস্থায় ও ধাক্কা বা টানের পরিমাণের উপর। ধাক্কা বা টান স্থির বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন আনে বা আনতে চায়।





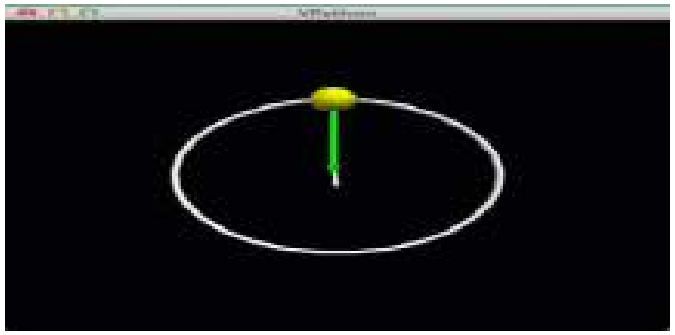
আবার কোনো গতিশীল বস্তুকে স্থির করতে হলে এর গতির বিপরীত দিক থেকে ধাক্কা অথবা গতির বিপরীত দিকে টান দেয়া প্রয়োজন। তবে গতির বিপরীত দিক থেকে ধাক্কা বা টান প্রয়োগ বস্তু স্থির নাও হতে পারে। এটি নির্ভর করে বস্তুটির ভর, আপেক্ষিক অবস্থা ও ধাক্কা বা টানের পরিমাণের উপর। ধাক্কা বা টান গতিশীল বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন আনে বা আনতে চায়। অতএব দেখা যায়, ধাক্কা বা টানের দরুন স্থিরতা ও গতিশীল বস্তুর পরিবর্তন ঘটে বা ঘটতে চায়। বস্তু নিজে নিজে স্থিরাবস্থা বা গতিশীলতার পরিবর্তন করতে পারে না। এ ধাক্কা বা টানকেই আমরা বল বলি।

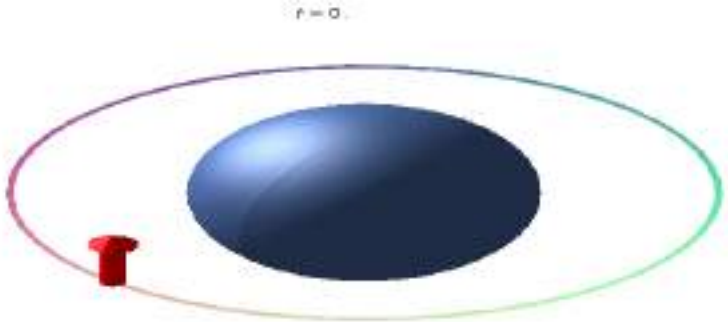


বলের(Force) সংজ্ঞা

যা কোনো স্থির বস্তুর উপর প্রয়োগ করলে বস্তুকে গতিশীল করে বা করতে চায় এবং কোনো গতিশীল বস্তুর উপর প্রয়োগ করলে বস্তুকে স্থির করে বা করতে চায়, তাকে বল বলা হয়।

যে বাহ্যিক বস্তুকে কারণ বস্তুর স্থির বা গতিশীল অবস্থার পরিবর্তন ঘটায় বা ঘটাতে চায় তাকে বল বলে।





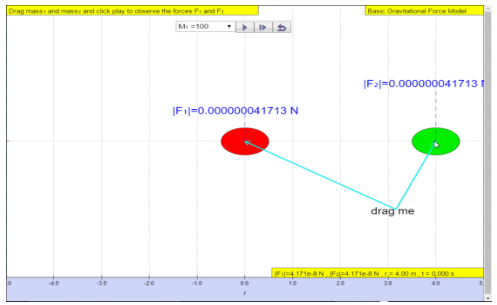
বলের প্রকারভেদ (Kinds of Force) ঃ-

প্রকৃতিতে বিভিন্ন ধরনের বলের উপস্থিতি ও নামকরণ থাকলেও সবগুলো মৌলিক বল নয়। যে সকল বল মূল বা অকৃত্রিম অর্থাৎ যাদেরকে অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন করা যায় না বা হয় না কিন্তু অন্য সকল বল এই বলের প্রকাশ পায় তাকে মৌলিক বল বলে। প্রকৃতিতে চার ধরনের মৌলিক বল বিদ্যামান, যা দ্বারা অন্যান্য বল সমূহকে ব্যাখ্যা করা যায়। এই মৌলিক বলগুলো হলো -

(১) মহাকর্ষ বল (Gravitational Force).
(২) তড়িৎ চুম্বকীয় বল (Electromagnetic Force).
(৩) সবল নিউক্লীয় বল ও (Strong Nuclear Force).
(৪) দূর্বল নিউক্লীয় বল (Weak Nuclear Force).

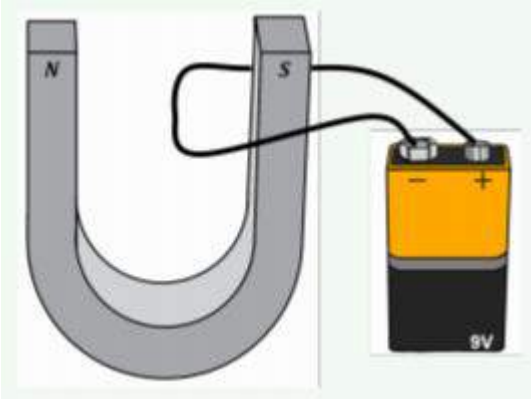
মহাকর্ষ বল (Gravitational Force)

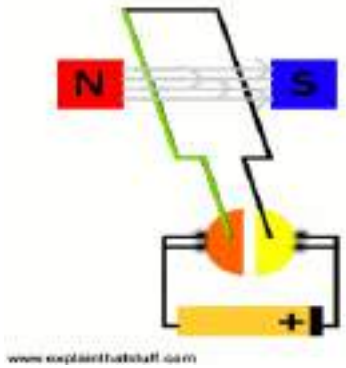
মহাবিশ্বের যে কোন দুটি বস্তুর মধ্যে পারস্পারিক যে আকর্ষণ বিদ্যমান, তাই মহাকর্ষ বল। কোন বস্তুর ওজন হচ্ছে মহাকর্ষ বলের ফলশ্রুতি। চারটির মৌলিক বলের মাঝে মহাকর্ষ বল হলো দূর্বলতম বল। এই বলের পরিমাণ ক্রিয়াশীল বস্তু দুটির ভরের গুলফলের সমানুপাতিক ও দূরত্বের বর্গের বিপরীত অনুপাতে সমানুপাতিক।

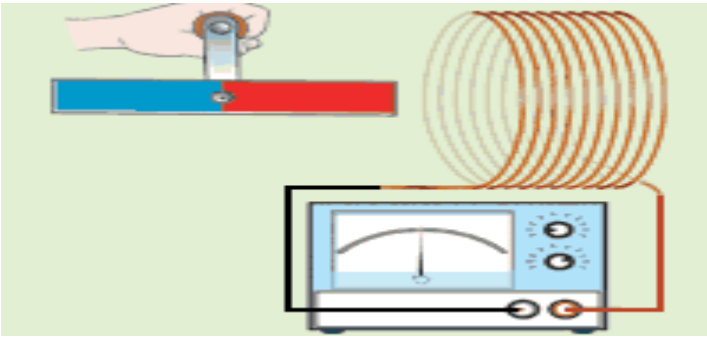


তড়িৎ চুম্বকীয় বল (Electromagnetic Force) ঃ-

দুটি আহিত কণার তাদের মধ্যকার আধানের কারণে একে অপরকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ বা বিকর্ষণ করে তাই তড়িৎ চুম্বকীয় বল। যেমন, ঘর্ষণ বল,স্পর্শবল, স্প্রিং বা বিভিন্ন বিকৃত বস্তুর মাঝে বল আহিত কণাগুলো তড়িৎ বলেই ফলশ্রুতি।

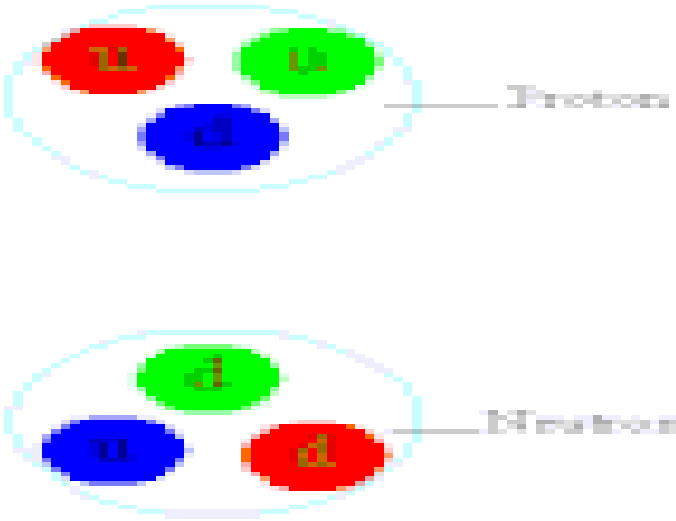


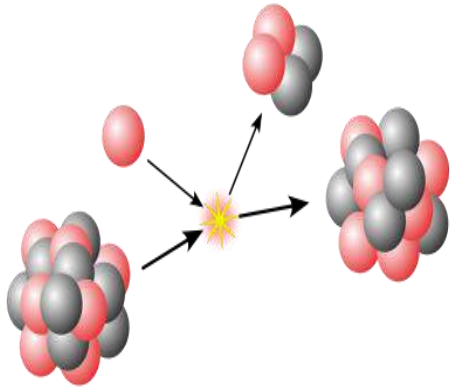




সবল নিউক্লীয় বল (Strong Nuclear Force)

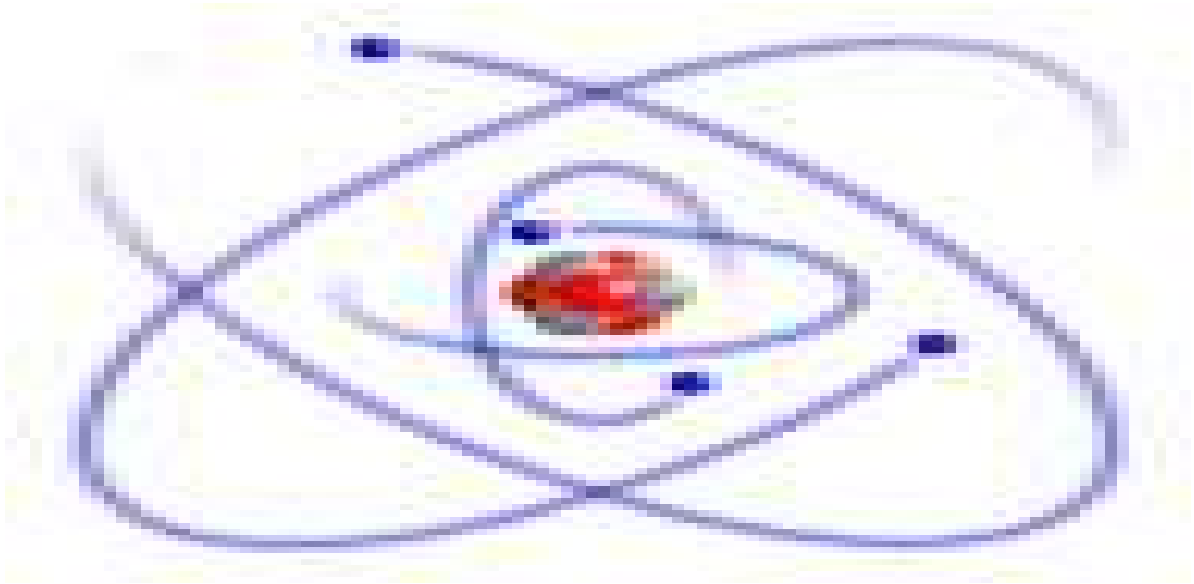
পরমাণুর নিউক্লিয়াসে নিউক্লীয় উপাদান তথা নিউক্লীয়ন কণাগুলোকে একত্রে আবদ্ধ রাখে যে শক্তিশালী বল, তাই সবল নিউক্লীয় বল। মৌলিক বলগুলোর মাঝে এই বল সব থেকে শক্তিশালী।

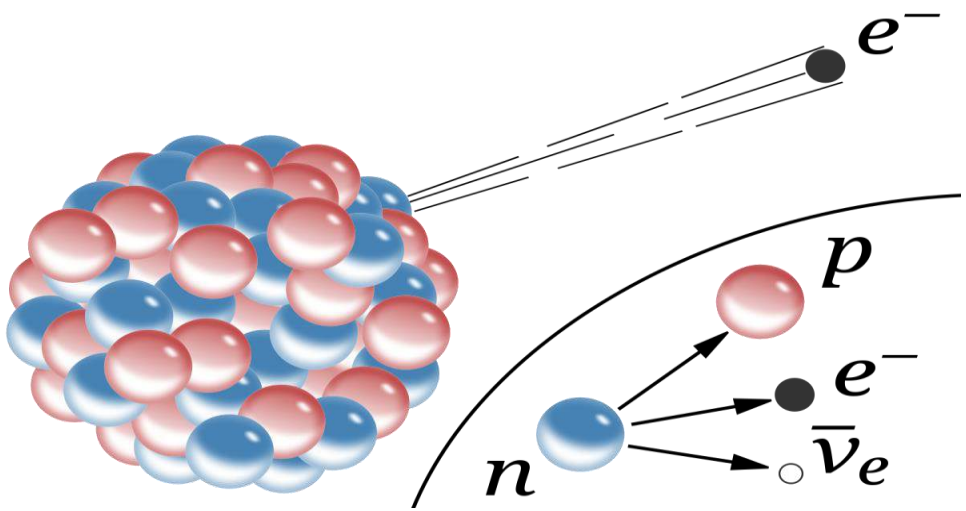


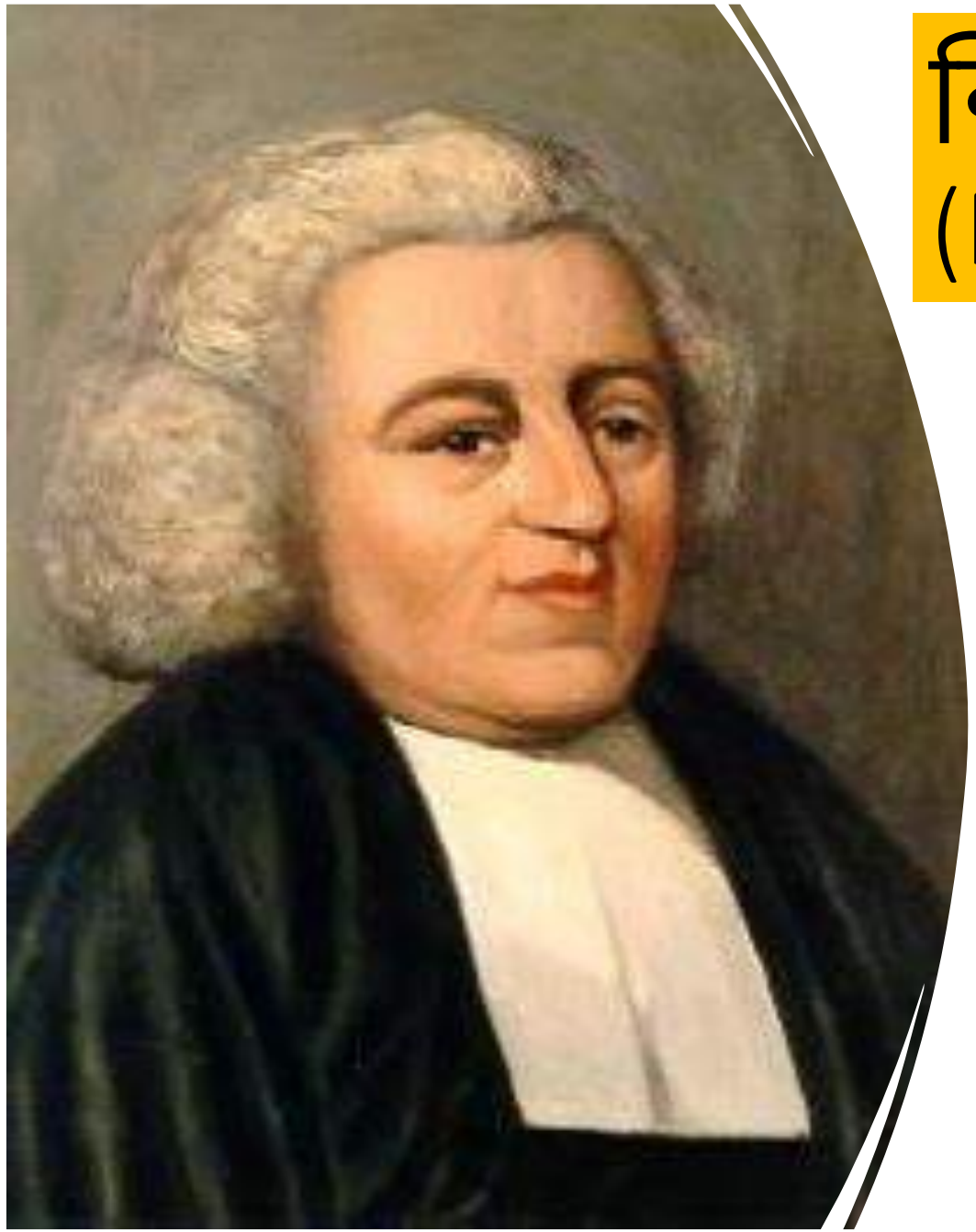


দুর্বল নিউক্লীয় বল (Weak Nuclear Force)

যে স্বল্পপাল্লার ও অল্পমানের বল নিউক্লিয়াসের মৌলিক কণার গুলোর মধ্যে ক্রিয়া করে অনেক নিউক্লিয়াসে অস্থিতিশীলতার উদ্ভব ঘটায়, তাই দূর্বল বল। এই বলের প্রভাবে আলফা, বিটা,ও গামা রশ্মি নির্গত হয়।





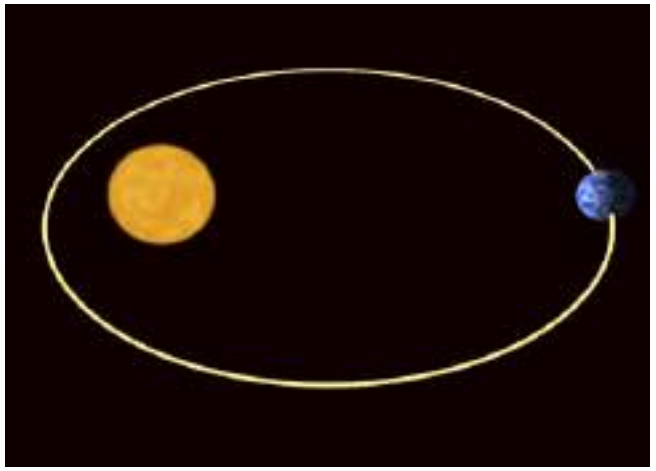


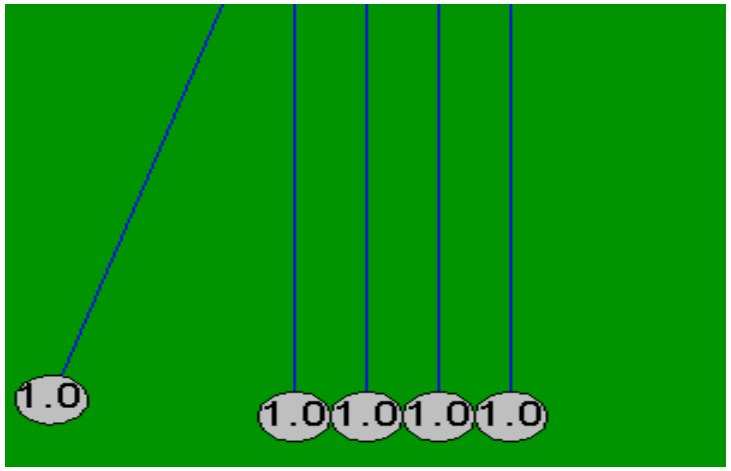
নিউটনের গতির সূত্র
(Newton's laws of motion)

১৬৮৬ সালে স্যার আইজ্যাক নিউটন বস্তুর জড়তার গুণ ও গতির নিয়মকে তিনটি সূত্রের সাহায্যে তার অমর গ্রন্থ ন্যাচায়ালিস ফিলোসেফিয়া প্রিন্সিপিয়া ম্যাথেমেটিকা) তে প্রকাশ করেন। এ সূত্র তিনটি নিউটনের গতির সূত্র নামে পরিচিত।

১ম সূত্র :-

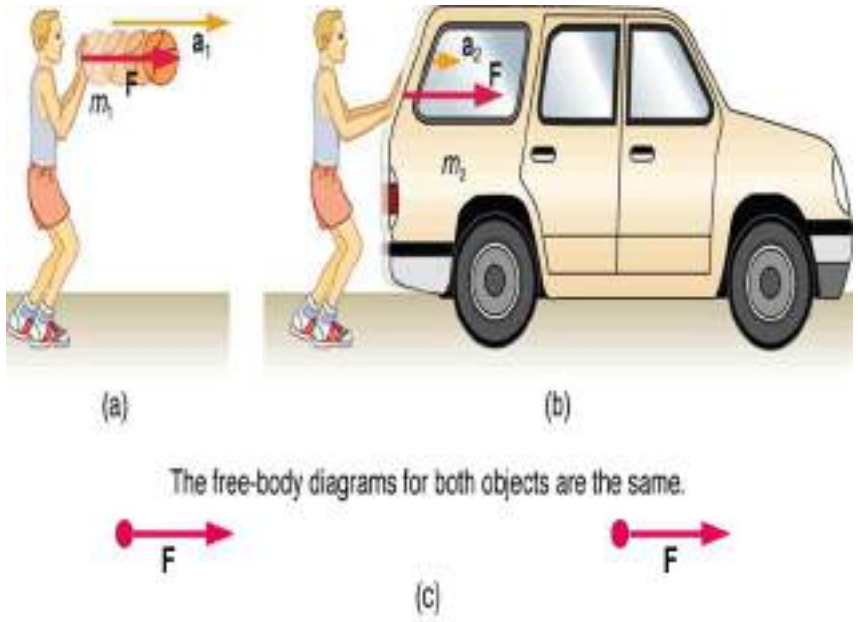
বাহ্যিক বল প্রয়োগে বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন করতে বাধ্য করলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থিরই থাকবে এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে সরল পথে চলতে থাকে।

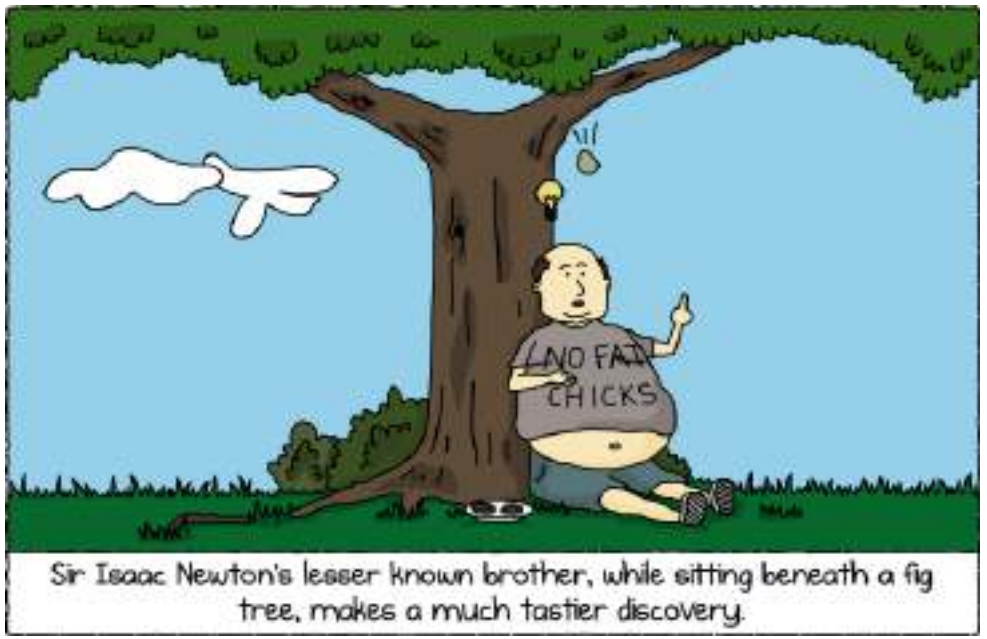




২য় সূত্র :-

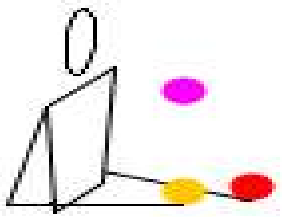
বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার তার উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং ভরবেগের পরিবর্তন প্রযুক্ত বলের দিকে ঘটে।

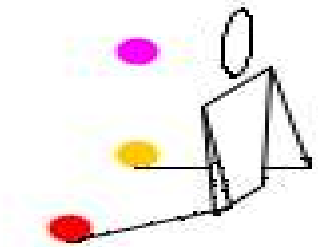


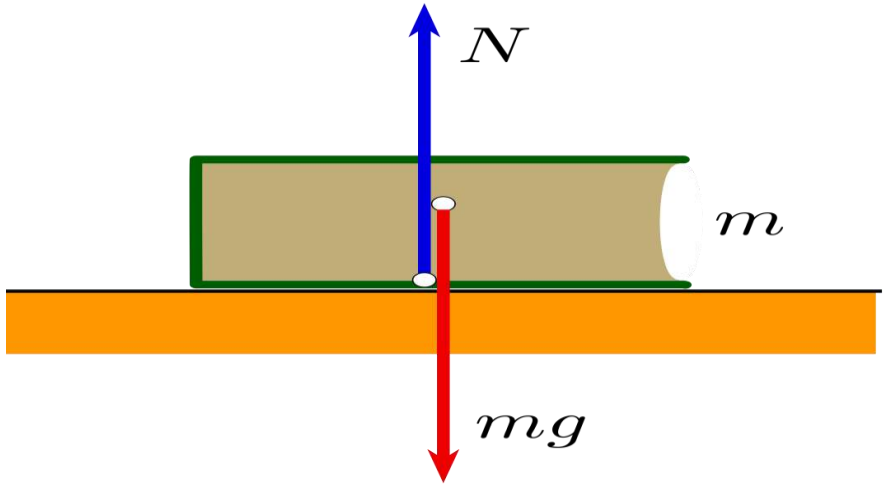


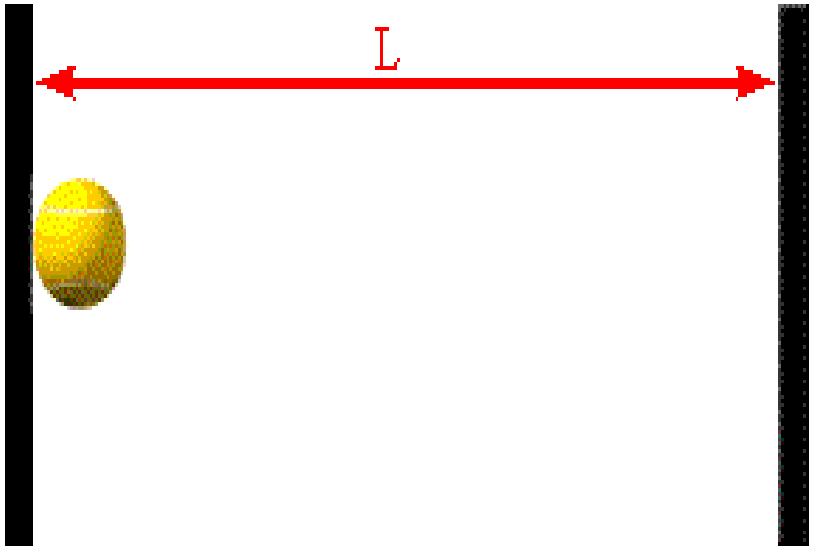
৩য় সূত্রঃ-

প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটি সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।









বলের বিভিন্ন একক এবং তাদের মধ্যে সম্পর্ক ও মাত্রা :-

বল পরিমাপের জন্য দু ধরনের একক ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

(ক) পরম একক বা নিরপেক্ষ একক (Absolaute Unit)।

(খ) অভিকর্ষীয় একক (Gravitational Unit)।

(ক) পরম একক বা নিরপেক্ষ একক (Absolaute Unit):-

বলের যে এককের মান স্থানভেদে কোনো পরিবর্তন হয় না তাকে বলের পরম একক বা নিরপেক্ষ একক বলা হয়।

(খ) অভিকর্ষীয় একক (Gravitational Unit) :-

একক ভরের বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল অভিকর্ষীয় বলের সাথে তুলনা করে বলের যে একক নির্ধারণ করা হয়, বলের অভিকর্ষীয় একক বলা হয়।

বলের পরম একক:-

M.K.S পদ্ধতিতে বলের পরম একক নিউটন (N):-

যে বল এক কিলোগ্রাম ভরের উপর ক্রিয়া করে এক মিটার/ (সেকেন্ড)^2 ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকেই ১ নিউটন বল বলে।

১ নিউটন = ১ কিলোগ্রাম × মিটার/ (সেকেন্ড)^2 বা, $1N=1Kg/ms^{-2}$

C.G.S পদ্ধতিতে বলের পরম একক ডাইন :

যে বল ১ গ্রাম ভরের উপর ক্রিয়া করে ১ সেমি/ (সেকেন্ড)^2 ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকেই ১ ডাইন বল বলে।

১ ডাইন = ১ গ্রাম × ১ সেমি/ (সেকেন্ড)^2 বা, $1\ dyne=1gm\ /cms^{-2}$

F.P.S পদ্ধতিতে বলের পরম একক পাউন্ডাল:-

যে বল ১ পাউন্ড ভরের উপর ক্রিয়া করে ১ ফুট/ (সেকেন্ড)^2 ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকেই ১ পাউন্ডাল বলে।

১ পাউন্ডাল = ১ পাউন্ড × ১ফুট/ (সেকেন্ড)^2 বা ,1 poundal $=1\text{lb}/\text{fts}^{-2}$

অভিকর্ষীয় বলের একক :-

M.K.S পদ্ধতিতে বলের অভিকর্ষীয় একক কিলোগ্রাম-ওজন :-

১ কিলোগ্রাম ভরের কোন বস্তুকে পৃথিবী তার কেন্দ্রের দিকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ করে,তাকে ১ কিলোগ্রাম-ওজন বলে।

C.G.S পদ্ধতিতে বলের অভিকর্ষীয় একক গ্রাম-ওজন:-

১ গ্রাম ভরের কোন বস্তুকে পৃথিবী তার কেন্দ্রে দিকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ করে, তাকেই ১ গ্রাম - ওজন বলে।

F.P.S পদ্ধতিতে বলের অভিকর্ষীয় একক পাউন্ড-ওজন:-

১ পাউন্ড ভরের কোন বস্তুকে পৃথিবী তার কেন্দ্রে দিকে যে বল দ্বারা আকর্ষণ করে, তাকেই ১ পাউন্ড -ওজন বলে।

নিউটন ও ডাইনের মধ্যে সম্পর্ক দেখাও

1 Newton= 1kg ×1ms-2 [1kg= 1000gm, 1m= 100cm]

= 1000gm× 100 cms-2

= 100000(1gm×1cms-2)

= 100000 dyne

পাউন্ডাল ও ডাইনের এর মধ্যে সম্পর্ক দেখানো হলো :-

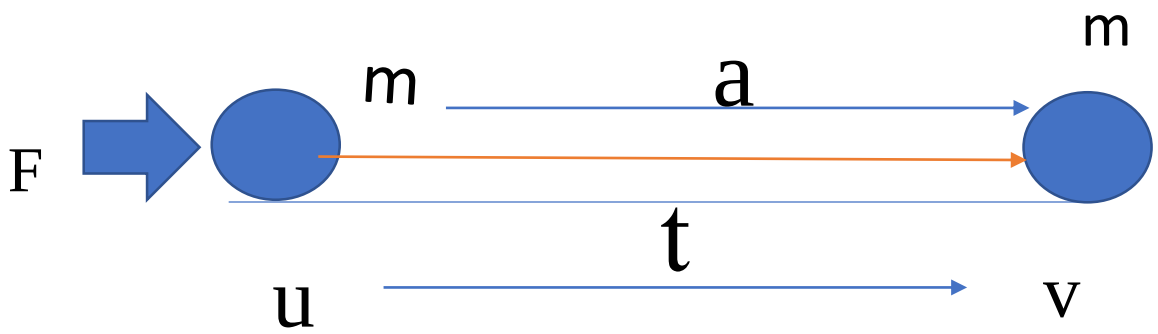
1 poundal= 1lb×1fts-2 [∵(1lb=453.6gm),(1Inch=2.54 cm)]

= 453.6 gm× 30.48 cms-2

= 13825 (gm-cms-2)

= 13825 dyne

নিউটনের ২য় সূত্র হতে প্রমাণ কর যে, F = ma



অর্থাৎ ভরবেগের পরিবর্তন হার $= \frac{m(v-u)}{t}$

$= ma \left[\because a = \frac{(v-u)}{t} \right]$

এখন, নিউটনের ২য় সূত্র সূত্রানুসারে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ $ma \propto F$

বা, $ma = kF$..... (1)

এখানে, k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক, যার মান রাশিগুলোর এককের উপর নির্ভর করে।

এখন, যে বল একক বরের কোনো বস্তুর উপর ক্রিয়া করে একক ত্বরণ সৃষ্টি করে, তাকে একক বল বলে।

অর্থাৎ যখন, $m = 1$ একক এবং $a = 1$ একক; তখন, $F = 1$ একক (ধরি)।

সুতরাং উপরোক্ত সমীকরণ হতে পাই,

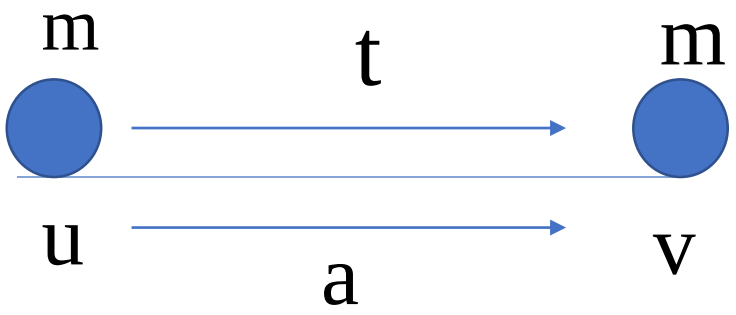
$1 \times 1 = k \times 1$ বা, $1 = k$ বা, $k = 1$

সুতরাং, একক বলের উপরোক্ত সংজ্ঞানুসারে,

$F = ma$ ..... (2) (প্রমাণিত)

দ্বিতীয় সূত্র হতে প্রথম সূত্রের প্রতিপাদন :-

ধরি, m ভরের একটি বস্তু আদিবেগ u অভিমুখে P মানের একটি ধ্রুব বল t সেকেন্ড ক্রিয়া করার শেষবেগ v হলো।



তাহলে, নিউটনের দ্বিতীয় সূত্রানুসারে, P

$$P = ma = \frac{m(v-u)}{t} \quad [\because a = \frac{(v-u)}{t}]$$

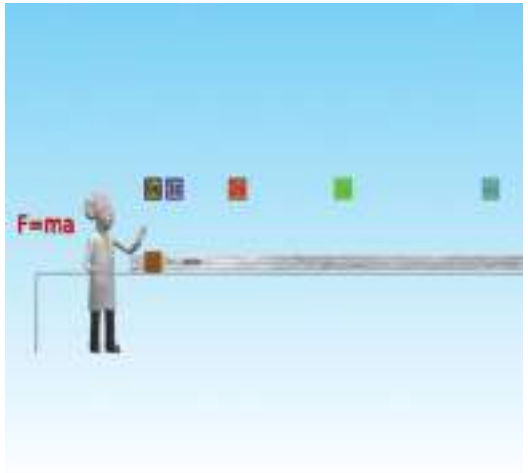
নিউটনের প্রথম সূত্রানুসারে যদি বাহ্যিক বলের প্রভাব না থাকে অর্থাৎ হলে বা, বস্তুর উপর বলের লব্ধি শূন্য হলে,

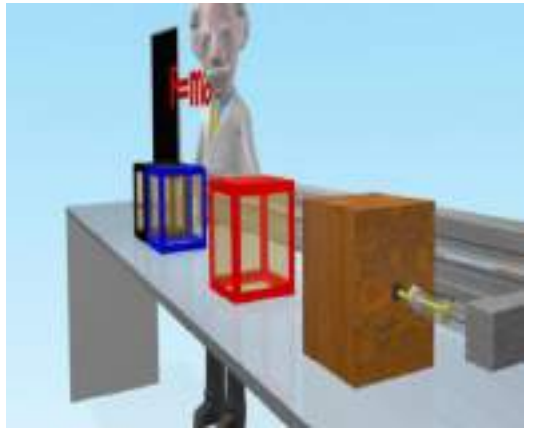
$$P = \frac{m(v-u)}{t} = 0$$

বা, $m(v-u) = 0$

বা, $v-u=0$ ($m \neq 0$)

বা, $v = u$





সুতরাং,বস্তুর উপর বাইরে থেকে কোনো বল ক্রিয়া না করলে বা বলের লব্ধি শূন্য হলে স্থির বস্তু স্থির থাকবে অথবা গতিশীল বস্তু সরল পথে সমবেগে চলতে তাকে। কাজেই গতি সম্বন্ধীয় দ্বিতীয় সূত্র হতে প্রথম সূত্রটি প্রমাণিত হলো।

সমান্তরাল বলের লব্ধি(The resultant of parallel forces)

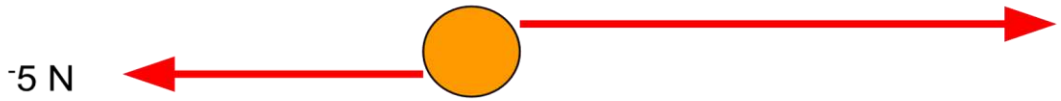
দুটি সদৃশ বলের লব্ধি :-

যদি দুটি সমান্তরাল বল একই দিকে ক্রিয়া করে, তবে লব্ধি বল ঐ দিকেই ক্রিয়া করবে।

মনেকরি, P ও Q মানের দুটি সদৃশ সমান্তরাল বল একটি দন্ডের A এবং B বিন্দুতে ক্রিয়া করছে। সুতরাং তাদের লব্ধি বল R.

যা P ও Q এর সমান্তরাল হবে এবং এর মান, R= P+Q।

+5 N + +7 N = +13 N

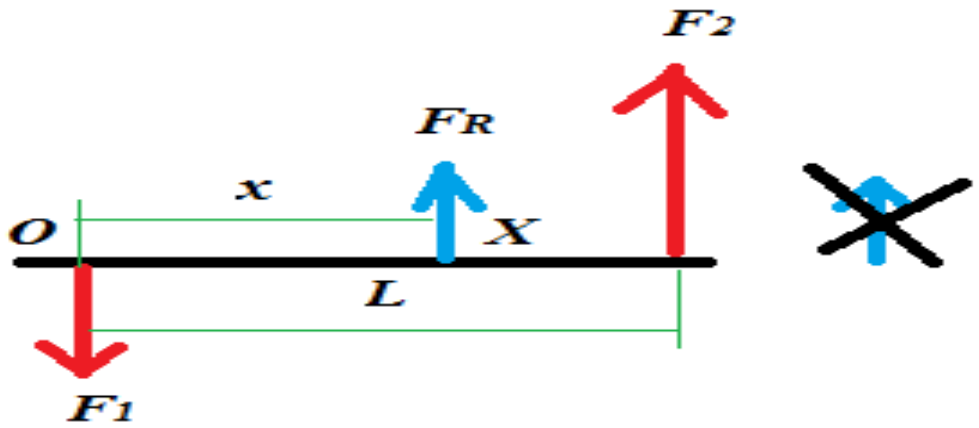


-5 N + +7 N = +2 N

দুটি অসদৃশ সমান্তরাল বলের লব্ধি :-

যদি দুটি সমান্তরাল বল বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে, তবে তাদের লব্ধি বল বৃহৎ বলের দিকে হবে।

মনেকরি, P ও Q মানের দুটি অসদৃশ সমান্তরাল বল একটি দন্ডের A ও B বিন্দুতে ক্রিয়া করছে। এদের লব্ধি বল R বৃহৎ বল P এর দিকে হবে এবং এর মান, R= P- Q।



বাড়ির কাজ

১। আজকের পাঠের অনুশীলন।

২। বল এবং বলের বিভিন্ন এককের সংজ্ঞা

৩। নিউটনের গতির সূত্রগুলি এবং ২য় সূত্র এর সাহায্যে প্রমাণ কর $F=ma$।

৪। নিউটনের ২য় সূত্র হতে ১ম সূত্র প্রমাণ কর।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে।

Thank You!

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন

আজকের আলোচনা বিষয় ঃ-

৫ম অধ্যায়:- অভিকর্ষ ও মহাকর্ষ।

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট.

শেরপুর।

আজকের পাঠে যা যা শিখতে পারব

১। কেপলার এর সূত্র এবং ব্যাখ্যা কর।

২। অভিকর্ষ ও মহাকর্ষ এর সংজ্ঞা ও সূত্র প্রমাণ কর।

৩। ভর ও ওজনের এর সংজ্ঞা ও একক এবং মাত্রা।

৪। ভর ও ওজনের মধ্যে পার্থক্য।

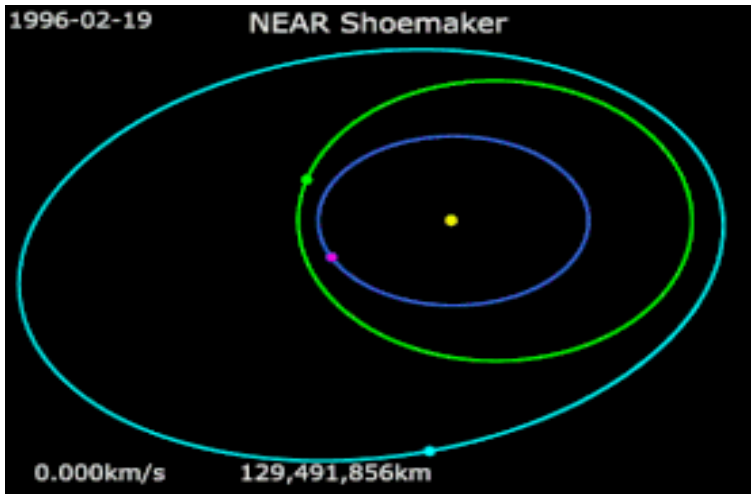
৫। মহাকর্ষীয় বিভব ও মুক্তি বেগের এর সংজ্ঞা এবং ব্যাখ্যা।

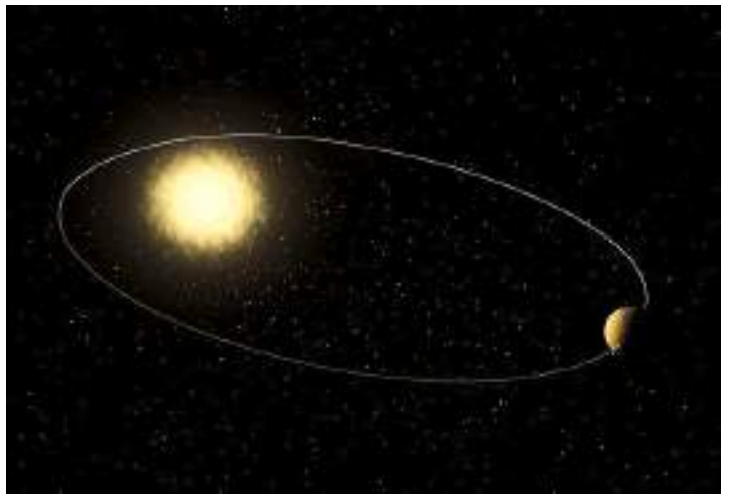
৬। ইহাদের সমীকরণের রাশিমালা বের করতে পারব।

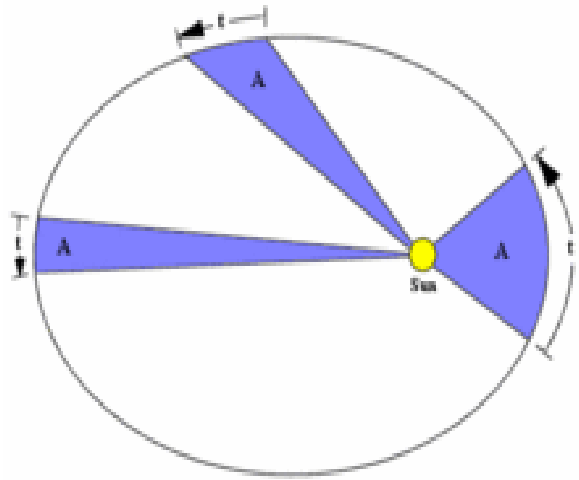
৭। গাণিতিক সমস্যাবলীর সমাধান।

কেপলার এর সূত্র এবং ব্যাখ্যা কর

কেপলার এর সূত্র এবং ব্যাখ্যা ঃ- প্রাচীনকাল থেকে বিজ্ঞানীগন ভূমন্ডলের রহস্য উৎঘাটনের উৎসাহী ছিলেন। তাদের মধ্যে চীনা জ্যোতিবির্দ এবং ব্যাবিলনের জ্যোতিবির্দদের অবদান উল্লেখযোগ্য। তাইকো ব্রাহার সহকারী জোহান কেপলার প্রাগের মানমন্দিরে কাজ করার সময় সূর্যের চারদিকে গ্রহগুলোর গতিবিধি পর্যবেক্ষণ করে ঐ গতি সম্পর্কে নিম্নলিখিত তিনটি সূত্র প্রতিষ্ঠা করেন। প্রথম দুটি সূত্র ১৬০৯ খ্রিঃ এবং তৃতীয়টি ১৬১৯ খ্রিঃ প্রকাশ করেন।

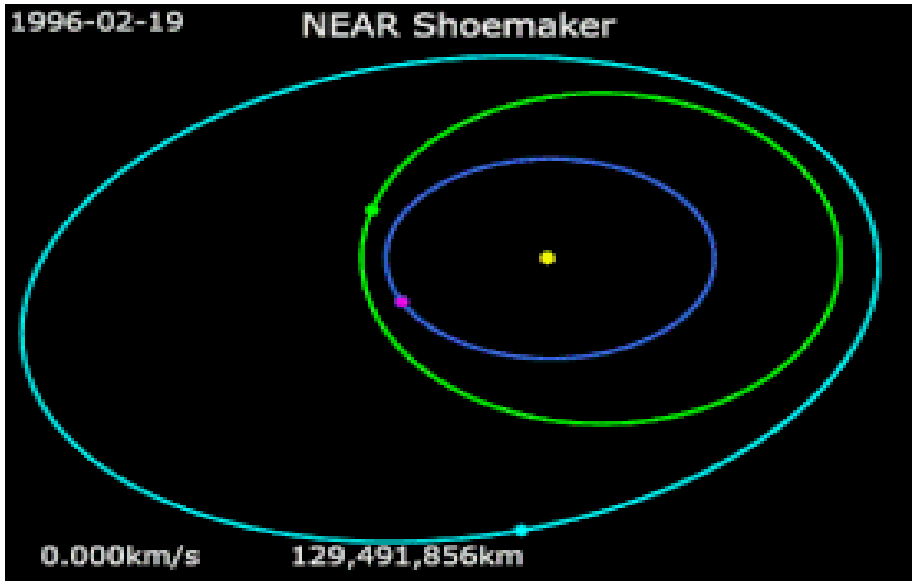






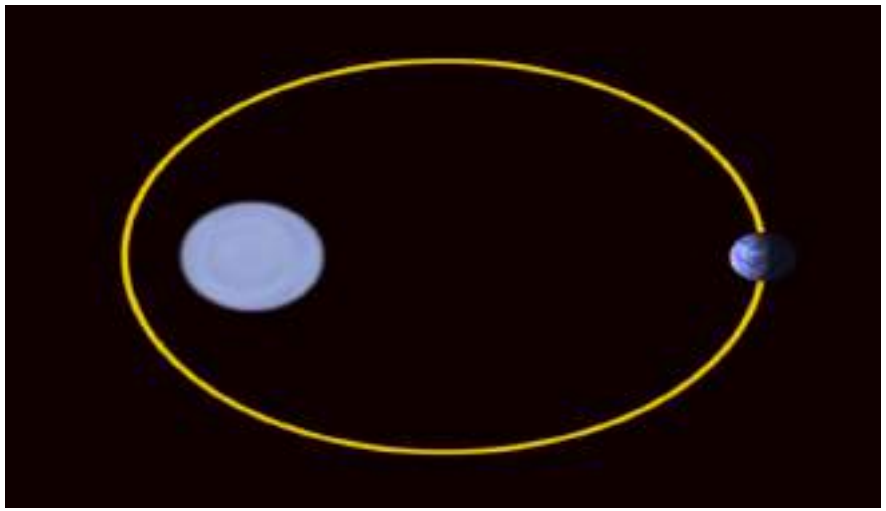
প্রথম সূত্র (কক্ষ পথের সূত্র) ঃ- সূর্যকে কোনো এক ফোকাসে রেখে প্রতিটি গ্রহ সূর্যের চারদিকে উপবৃত্তাকার পথে ঘুরে।

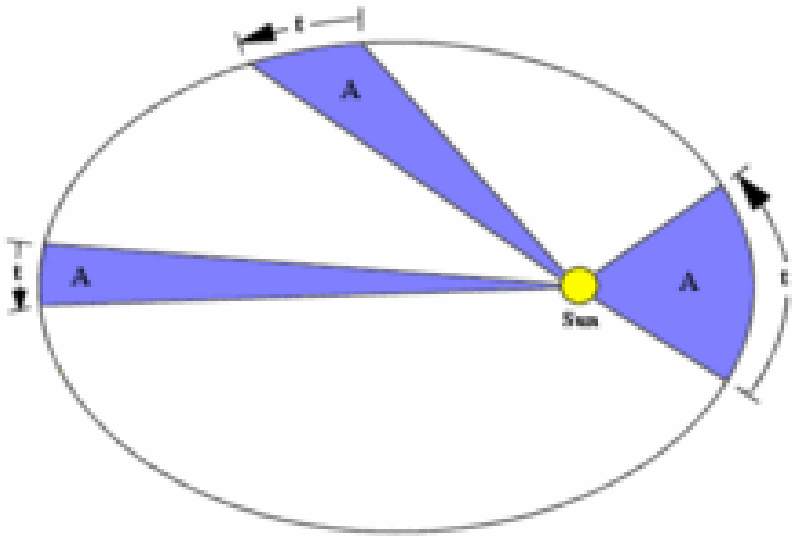
ব্যাখ্যা ঃ- চিত্রে ABCD একটি উপবৃত্তাকার পথ। F_1 , F_2 এই উপবৃত্তের দুটি ফোকাস। AC রেখাকে উপবৃত্তের পরাক্ষ এবং BD রেখাকে উপাক্ষ বলে। পরাক্ষের দৈর্ঘ্য 2a এবং উপাক্ষের দৈর্ঘ্য 2b ধরা হয়। সূর্য ফোকাস এর যে কোন একটিতে থাকতে পারে।



দ্বিতীয় সূত্র (ক্ষেত্রফলের সূত্র) ঃ- সূর্য এবং গ্রহের সংযোগকারী রেখা সমান সময়ে সমান ক্ষেত্রফল অতিক্রম করে।

ব্যাখ্যা ঃ- চিত্রে, F_1 সূর্য ফোকাসে অবস্থিত। ধরি, কোনো গ্রহ P হতে Q অবস্থানে আসতে t সময় নেয়, আবার M অবস্থান হতে R অবস্থানে আসতেও সেই একই সময় নেয়। তাহলে কেপলার এর দ্বিতীয় সূত্র অনুসারে PQF_1 এর ক্ষেত্রফল এবং MRF_1 এর ক্ষেত্রফল সমান।





তৃতীয় সূত্র (পর্যায়কালের সূত্র) ঃ-

উপবৃত্তাকার পথে কোনো গ্রহ সূর্যের চারদিকে একবার ঘুরে আসতে যে সময় নেয়, সেই সময়ের বর্গ ঐ উপবৃত্তের দৈঘ্য ঘনফলের সমানুপাতিক।

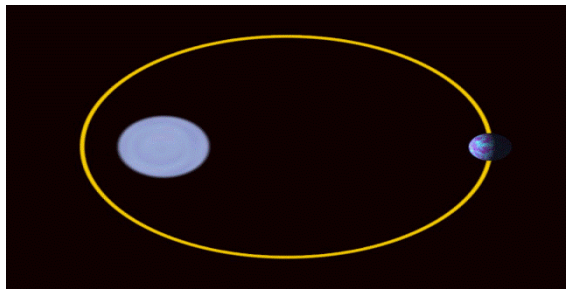
ব্যাখ্যা ঃ- ধরি, কোনো গ্রহের সূর্যের চারদিকে একবার ঘুরে আসতে T সময় লাগে।

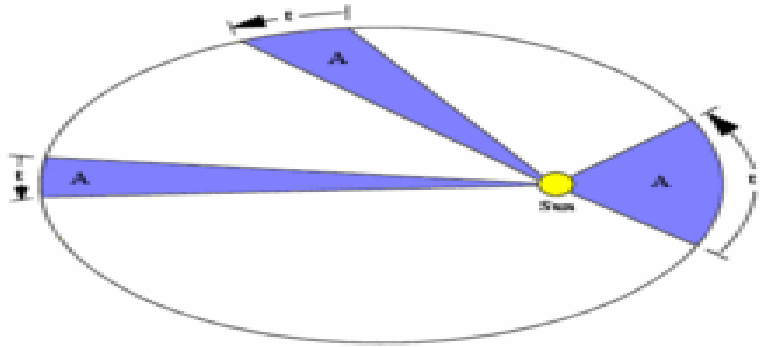
(পৃথিবীর ক্ষেত্র T = ৩৬৫ দিন) এবং 2a হচ্ছে পরাক্ষের দৈর্ঘ্য।

তবে কেপলার এর তৃতীয় সূত্র অনুযায়ী $T^2 \propto a^3$

এ সূত্র থেকে গ্রহের আবর্তনকাল এবং কক্ষপথের সম্বন্ধে ধারণা পাওয়া যায়।

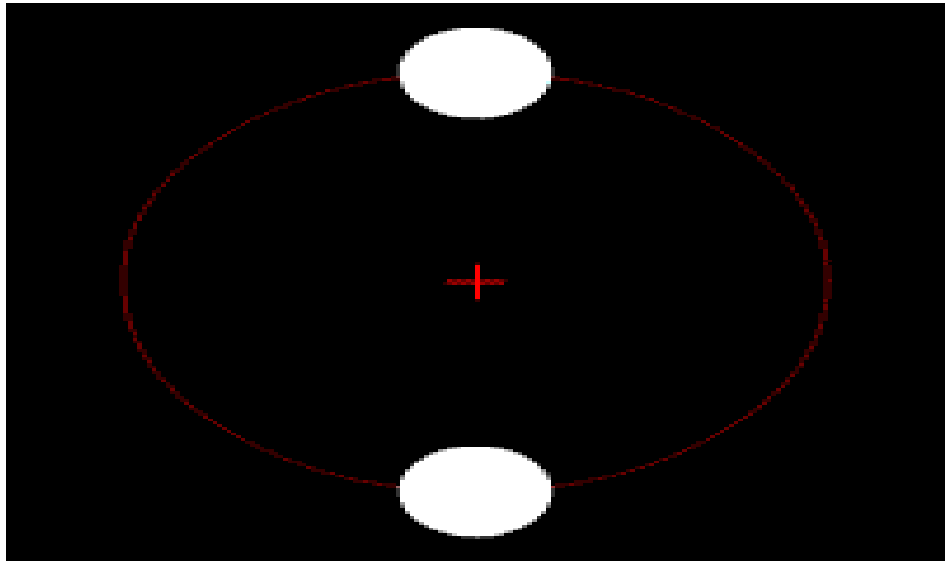
বৃত্তাকার কক্ষপথ হলো তারই ব্যাসই হবে কক্ষের পরাক্ষ। সেক্ষেত্রে R ব্যাসার্ধ হলে সূত্রটি $T^2 \propto R^3$ লেখা যায়।

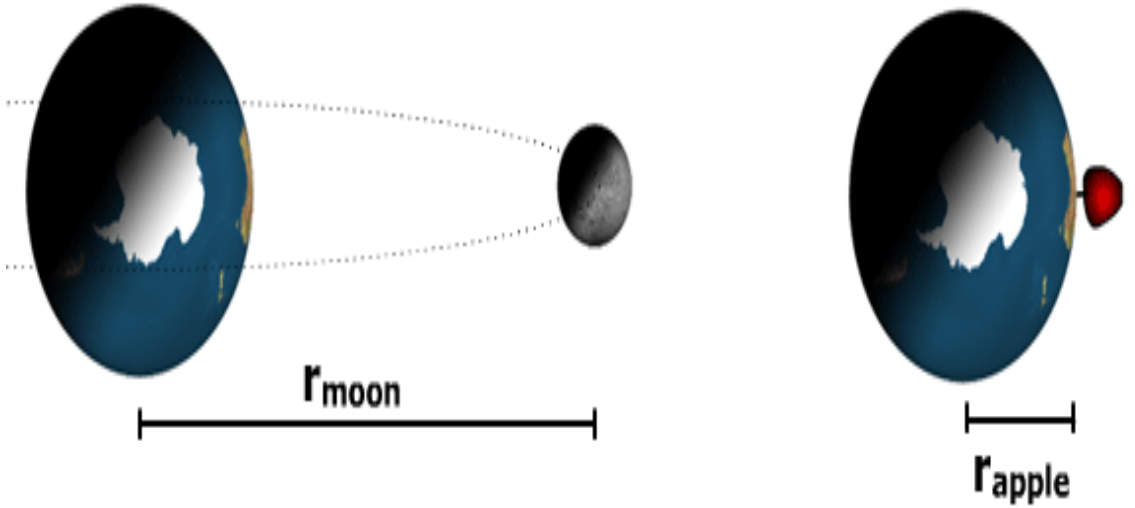




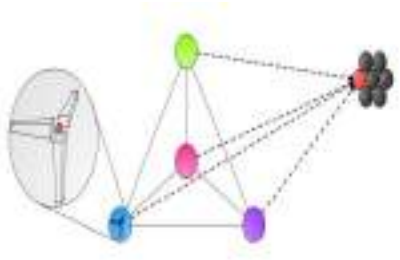
অভিকর্ষ ও মহাকর্ষ এর সংজ্ঞা

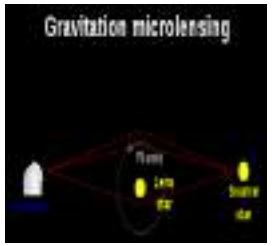
জোহান কেপলার প্রথম সূর্যের চারদিকে গ্রহের গতি পথের বর্ণনা দেন কিন্তু তার কোনো কারণ উল্লেখ করেন নি। নিউটন গ্রহসমূহের আবর্তন এবং কক্ষপথের সম্পর্কে ব্যাখ্যা করেন। নিউটন পড়ন্ত বস্তুর গতির কারণও ব্যাখ্যা করেন বলেন যে বল একটি আপেলকে মাটিতে পড়তে বাধ্য করে সেই একই বল গ্রহসমূহকে সূর্যের চারদিকে আবর্তনরত রাখে। এটিকে নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র বলে।

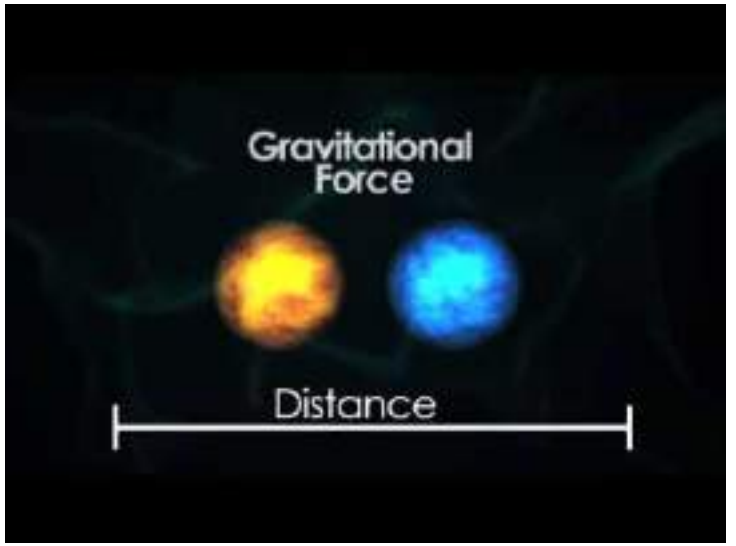




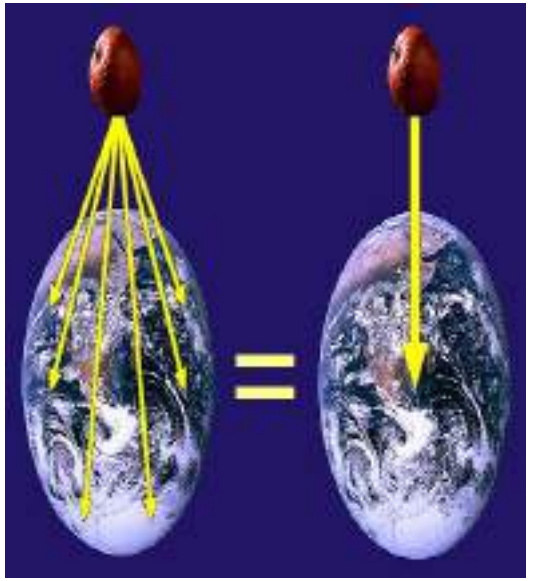
মহাকর্ষ বল ঃ-এই মহাবিশ্বের প্রত্যেকটি বস্তুই একে অপরকে নিজেদের দিকে আকর্ষণ করে। বিশ্বে যে কোনো দুটি বস্তুর মধ্যাকার আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বল বলে।





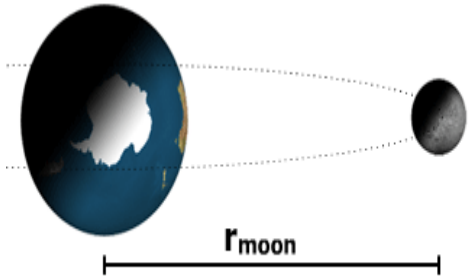


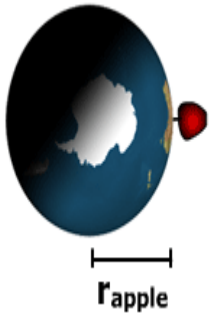
অভিকর্ষ বল ঃ- অন্যদিকে পৃথিবী তার উপর অবস্থিত কোনো বস্তুকে যে বল দ্বারা তার কেন্দ্রের দিকে টানে তাকে অভিকর্ষ বল বলে।

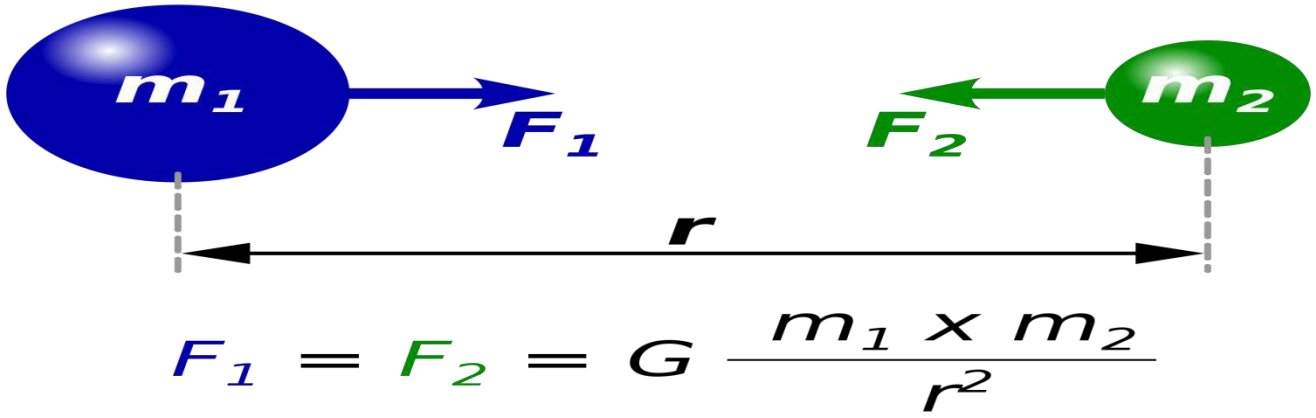


মহাকর্ষ সূত্র এর বর্ণনা

এ মহাবিশ্বের যে কোনো দুটি বস্তু পরস্পরকে আকর্ষণ করে। এই আকর্ষণ বলের মান শুধুমাত্র বস্তুদ্বয়ের ভর ও তাদের মধ্যকার দূরত্বের উপর নির্ভর করে। কিন্তু তাদের আকৃতি, প্রকৃতি বা মধ্যবর্তী মাধ্যমের উপর নির্ভর করে না। এই আকর্ষণ বল সম্পর্কে নিউটনের সূত্রই নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র নামে পরিচিত। সূত্রটি নিচে দেওয়া হলো।



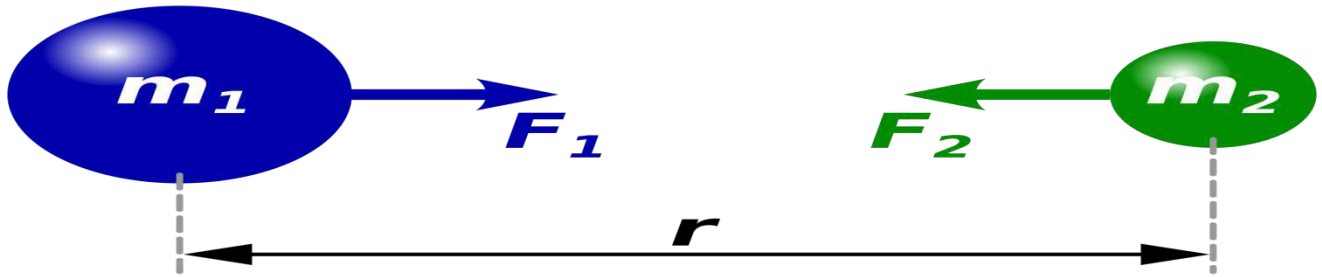




(১) এ মহাবিশ্বের যে কোনো দুটি বস্তু কণা পরস্পরকে এদের মধ্যবিন্দু বা কেন্দ্রের সংযোজক সরলরেখা বরাবর একটা বল দিয়ে আকর্ষণ করে।

(২) বস্তুকণা দুটির দূরত্ব অপরিবর্তিত থাকলে এই আকর্ষণ বলের মান বস্তুকণা দুটির ভরের গুণফলের মান সমানুপাতিক।

(৩) বস্তুকণা দুটির মধ্যকার এই আকর্ষণ বলের মান এদের ভরকেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের সমানুপাতিক।



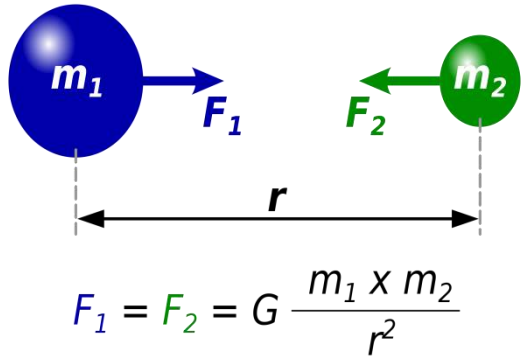
$$F_1 = F_2 = G\frac{m_1 \times m_2}{r^2}$$

সূত্রের ব্যাখ্যা ঃ-

ধরি, দুটি বস্তুকণার ভর m_1 ও m_2 এদের ভরকেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব d। যদি এদের মধ্যকার আকর্ষণ বল F হয়।

তবে গাণিতিক ভাবে লেখা যায়, ১। $F \propto m_1 m_2$; যখন d ধ্রুবক।

২। $F \propto \frac{1}{d^2}$; যখন m_1 ও m_2 ধ্রুবক।



ভেদের নিয়ম অনুযায়ী

$F \propto \frac{m_1 m_2}{d^2}$ যখন d , m_1 ও m_2 যখন সবই পরিবর্তনশীল।

$\therefore F = G \frac{m_1 m_2}{d^2}$ ----------(১)

এখানে G একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। একে মহাকর্ষী ধ্রুবক বা বিশ্বজনীন মহাকর্ষীয় ধ্রুবক বলে।

অভিকর্ষীয় ত্বরণ বা অভিকর্ষজ ত্বরণ এর সংজ্ঞা এবং একক ও মাত্রা

ভূ- পৃষ্ঠ হতে উচ্চ কোন স্থান হতে একটি বস্তুকে ছেড়ে দিলে দেখা যায় যে, এটি যতই ভূ পৃষ্ঠের নিকটবর্তী হচ্ছে ততই এর বেগ বৃদ্ধি পাচ্ছে। এ থেকে প্রমাণিত হয় যে, অভিকর্ষ বলের ক্রিয়ার ফলের পড়ন্ত বস্তুর বেগের পরিবর্তন হয়। অভিকর্ষ বলের প্রভাবে পৃথিবী পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোন বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষীয় ত্বরণ বলে। একে সাধারণত g দিয়ে প্রকাশ করা যায়।

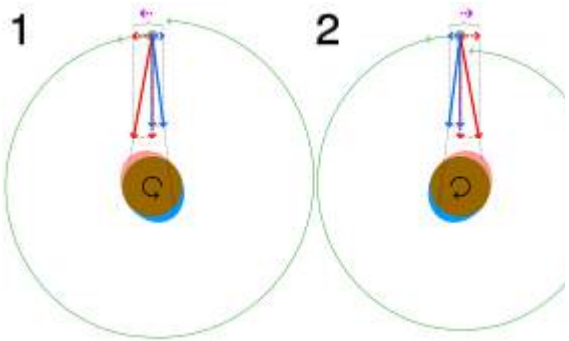
ধরি, পৃথিবীর ভর M ভূপৃষ্ঠে অবস্থিত একটি বস্তুর ভর m এবং পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R

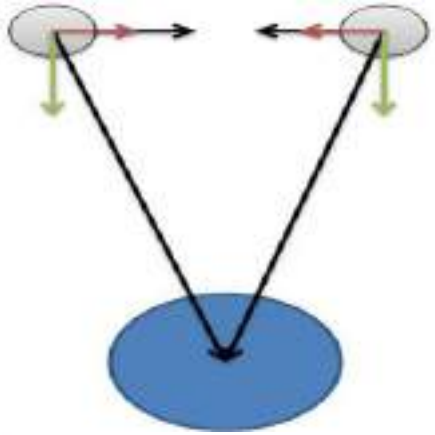
তবে নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র হতে অভিকর্ষী বল, $F = \frac{GMm}{R^2}$ --------(১)

আবার, নিউটনের গতিসূত্রের দ্বিতীয় সূত্র থেকে পাই,

অভিকর্ষ বল = বস্তুর ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ

অর্থাৎ F= mg ----------(২)

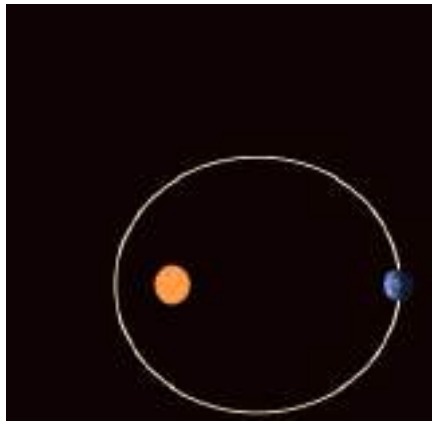


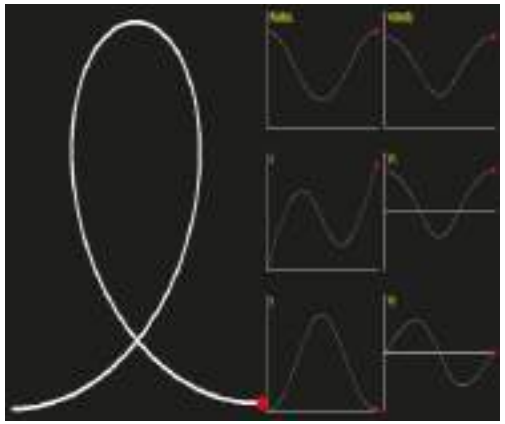


(১) নং ও (২) নং সমীকরণ হতে আমরা পাই ,

$mg = \frac{GMm}{R^2}$

$g = \frac{GM}{R^2}$ ----------(৩)

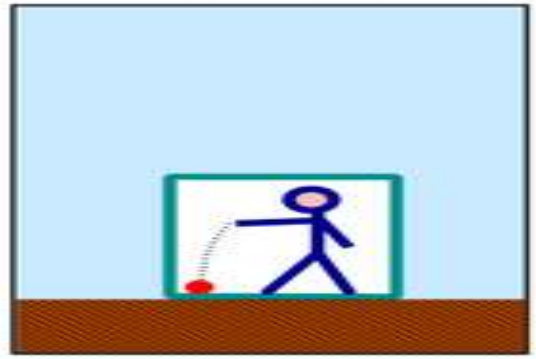




যেহেতু G এবং M ধ্রুবক তাই উপরের সমীকরণ থেকে বলা যায় অভিকর্ষীয় ত্বরণ g পৃথিবীর কেন্দ্র থেকে ঐ বস্তুর দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। পরীক্ষা দ্বারা জানা গেছে g এর মান বস্তুর উপর নির্ভর করে না বরং স্থানভেদে বিভিন্ন হয়। অর্থাৎ g বস্তু নিরপেক্ষ হলেও স্থান নিরপেক্ষ না।

অভিকর্ষজ ত্বরণ এর মাত্রা ঃ- $g = LT^{-2}$

অভিকর্ষজ ত্বরণ এর একক ঃ-$g = ms^{-2}$



বিভিন্ন স্থানে অভিকর্ষ ত্বরণ g এর তারতম্য আলোচনা কর।

অভিকর্ষজ ত্বরণ কোন ধ্রুব সংখ্যা নয়। স্থানভেদে এর পরিবর্তন হয়।
নিম্মোক্ত তিনটি কারণে এর মান পরিবর্তন হয়। ঃ- (১) উচ্চতার ক্রিয়া (২) অক্ষাংশ ক্রিয়া, (৩) পৃথিবীর ঘূর্ণন ক্রিয়া।
নিচে এই ক্রিয়াসমূহ আলোচনা করা হলো।
(১) উচ্চতার ক্রিয়ার ঃ- (ক) ভূ-পৃষ্ঠ হতে উচ্চতার কোন স্থানে ঃ-
পৃথিবীর ভর M, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R এবং ভূ পৃষ্ঠের কোন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ g হলে

$$g=\frac{GM}{R^2} \text{ ----------(১)}$$

ভূ পৃষ্ঠে হতে h উচ্চতায় অর্থাৎ পৃথিবীর কেন্দ্র হতে (R+h) দূরত্বে অবস্থিত কোন স্থানে অভিকর্ষজ ত্বরণ $g^{/}$ হলে,

$$g^{/}=\frac{GM}{(R+h)^2} \text{ ----------(২)}$$

(২) নং কে (১) নং দ্বারা ভাগ করে আমরা পাই,

$$\frac{g'}{g} = \frac{\frac{GM}{(R+h)^2}}{\frac{GM}{R^2}} = \frac{GM}{(R+h)^2} \times \frac{R^2}{GM} = \frac{R^2}{(R+h)^2} = \frac{1}{\frac{(R+h)^2}{R^2}}$$

$$= \frac{1}{(1+\frac{h}{R})^2} = (1+\frac{h}{R})^{-2} = 1 - \frac{2h}{R}$$

$\frac{g'}{g} = 1 - \frac{2h}{R}$ দ্বিপদী উপপাদ্যর সাহায্যে বিস্তৃত করে এবং যেহেতু $h << R$ তাই $\frac{h}{R}$ এর উচ্চ ঘাতসমূহ উপেক্ষা করে।

$g' = g\,(1 - \frac{2h}{R})$ ----------(৩)

অতএব, ভূপৃষ্ঠ হতে উপরের অভিকর্ষজ মান কম। ভূ-পৃষ্ঠ হতে যত উপরে ওঠা যায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মান তত কমতে থাকে।

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ মাঝে পার্থক্য লিখ

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক এবং অভিকর্ষজ ত্বরণ মাঝে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো -

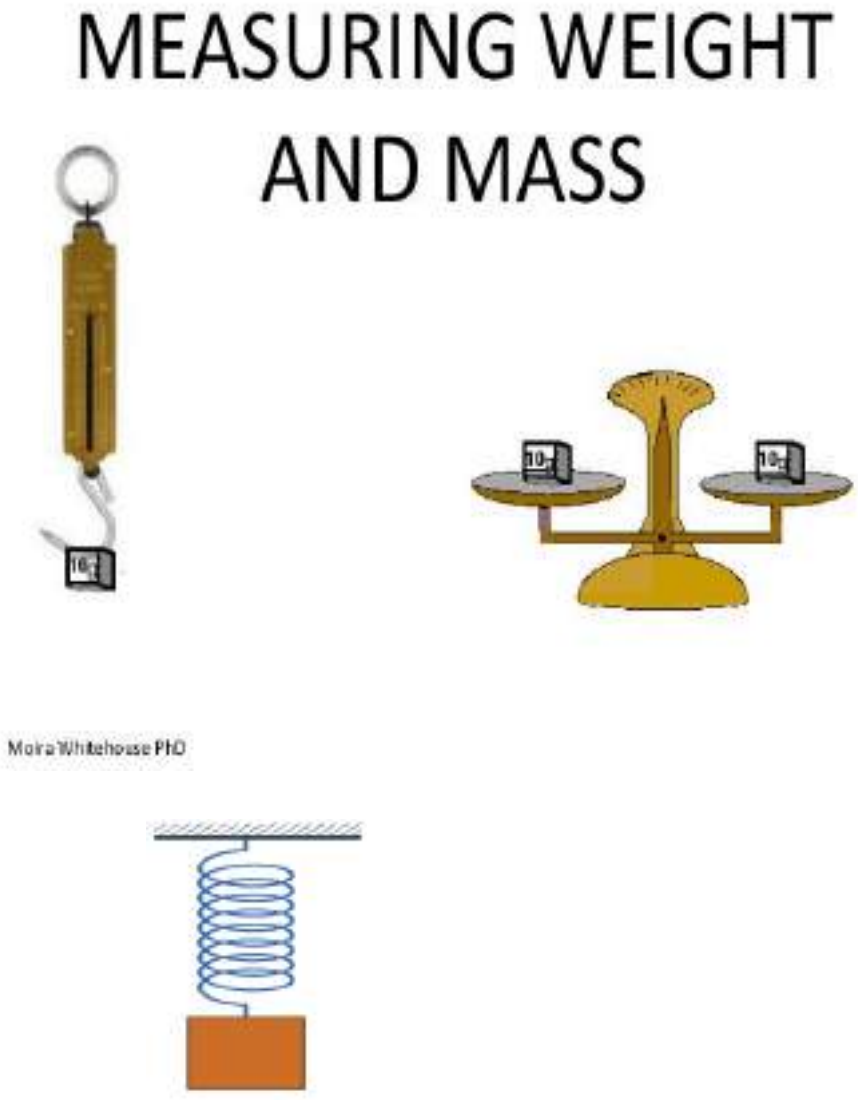
পার্থক্যের বিষয়	মহাকর্ষী ধ্রুবক	অভিকর্ষজ ত্বরণ
১। সংজ্ঞা	এককভরবিশিষ্ট দুটি বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব এক একক হলে তাদের পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষী ধ্রুবক বলে।	অভিকর্ষ বলের প্রভাবে পৃথিবী পৃষ্ঠে মুক্তভাবে পড়ন্ত কোন বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষীয় ত্বরণ বলে।
২। মাত্রা	এর মাত্রার সমীকরণ হলো- $[L^3M^{-1}T^{-2}]$	এর মাত্রার সমীকরণ হলো - $[LT^{-2}]$
৩। পরম ধ্রবক	এটি একটি বিশ্বজনীন ধ্রুবক।	এটি একটি পরিবর্তনশীল ধ্রুবক।
৪। একক	এস আই পদ্ধতিতে এর মান হলো -6.657× $10^{-11}\mathrm{N}m^2kg^{-2}$	এস আই পদ্ধতিতে এর মান হলো -9.81 ms^{-2}
৫। রাশি	এটি একটি স্কেলার রাশি।	এটি একটি ভেক্টর রাশি।
৬। নির্ভরতা	এর মান বস্তুর ভরের উপর বা ভূ-কেন্দ্র হতে বস্তুর দূরত্বে উপর নির্ভর করে না।	এর মান বস্তুর ভরের উপর নির্ভর করেনা কিন্তু ভূ-কেন্দ্র হতে বস্তুর দূরত্বে উপর নির্ভর করে।

ভর

কোনো বস্তুতে মোট যে পরিমাণ পদার্থ আছে তাকে বস্তুর ভর বলে।
এটি একটি স্কেলার রাশি। স্থানভেদে এর মানের কোনো পরিবর্তন হয় না। তবে বস্তু যদি খুবই উচ্চ বেগে (আলোর বেগের কাছাকাছি) চলে সেক্ষেত্রে ভর পরিবর্তিত হবে।

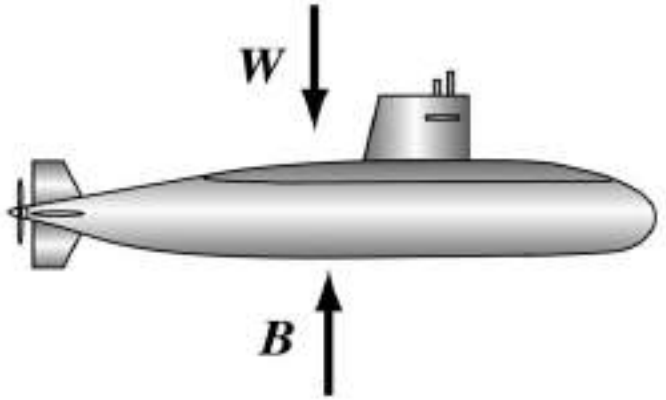
একে M বা m দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

S.I পদ্ধতিতে ভরের একক হলো- kg



ওজন

কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দিয়ে তার কেন্দ্রের দিকে টানে তাকে ঐ বস্তুর ওজন বলে। অর্থাৎ ওজন = ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ। একে W দ্বারা প্রকাশ করা হয় যেহেতু ওজন একটি দিক রাশি। S.I এর পদ্ধতিতে ওজনের একক হলো- নিউটন।



ভর ও ওজনের মাঝে পার্থক্য লিখ ?

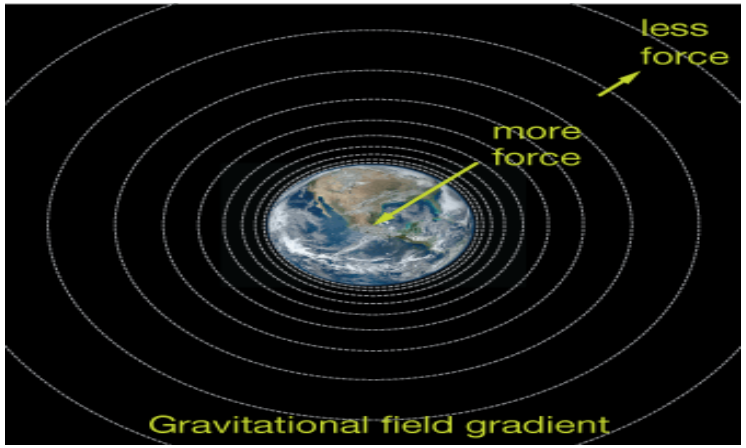
নিচে ভর ও ওজনের মধ্যে পার্থক্য দেওয়া হলোঃ-

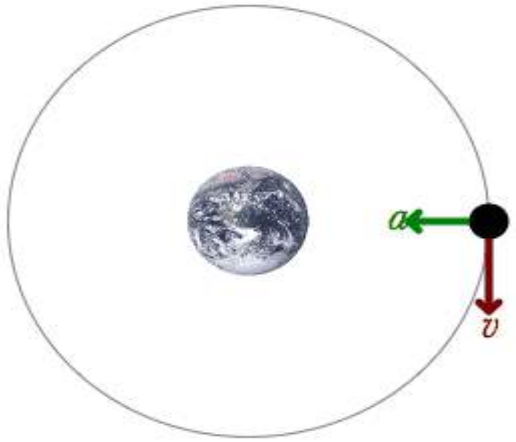
পার্থক্যের বিষয়	ভর	ওজন
১। সংজ্ঞা	কোনো বস্তুতে মোট যে পরিমাণ পদার্থ আছে তাকে বস্তুর ভর বলে।	কোনো বস্তুকে পৃথিবী যে বল দিয়ে তার কেন্দ্রের দিকে টানে তাকে ঐ বস্তুর ওজন বলে।
২। একক	S.I পদ্ধতিতে ভরের একক হলো- kg	S.I এর পদ্ধতিতে ওজনের একক হলো- নিউটন।
৩। রাশি	ভর একটি অদিক রাশি।	ওজন একটি দিক রাশি।
৪। পরিবর্তনশীলতা	সর্বত্র বস্তুর ভর একই থাকে।	বস্তুর ওজন বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন হয় এবং পৃথিবীর কেন্দ্রে বস্তুর শূন্য হয়।
৫। মাত্রা	এর মাত্রা হলো -[M]	এর মাত্রা হলো- $[MLT^{-2}]$
৬। মান নির্ণয়	ওজনকে g দ্বারা ভাগ করে ভর পাওয়া যায়।	ভরকে g দ্বারা গুণ করে ওজন পাওয়া যায়।

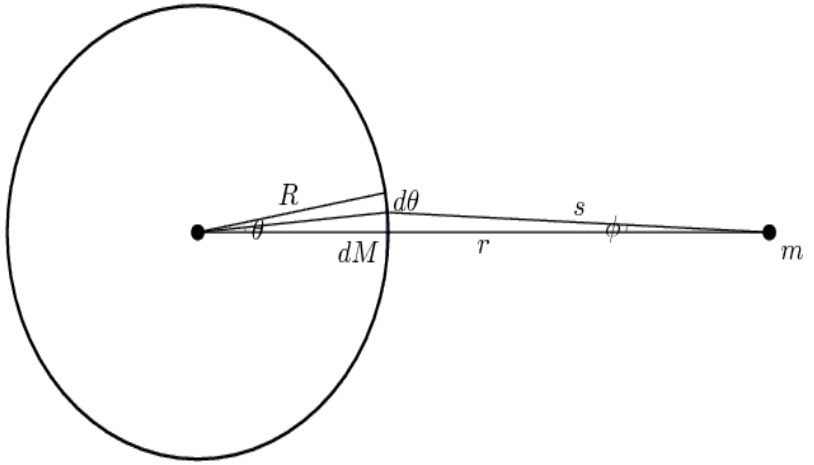
মহাকর্ষীয় বিভব ও মুক্তিবেগের এর সংজ্ঞা এবং ব্যাখ্যা

মহাকর্ষীয় বিভবঃ-

অসীম দূর হতে একক ভরের কোনো বস্তুকে মহাকর্ষীয় ক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকে ঐ বিন্দুর মহাকর্ষীয় বিভব বলে। একে সাধারণত V দ্বারা প্রকাশ করা হয়। একে একটি স্কেলার রাশি। এস আই পদ্ধতিতে এর একক জুল/ কিলোগ্রাম (JKg^{-1})







কোন বিন্দু ভরের দরুন মহাকর্ষীয় বিভব নির্ণয়

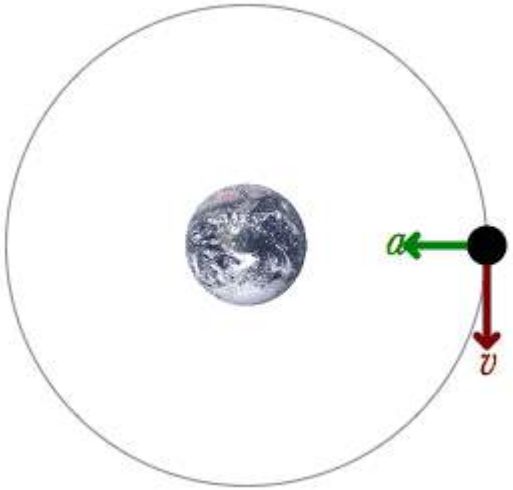
মনেকরি, O বিন্দুতে M ভরের একটি বিন্দু ভর বস্তু অবস্থিত। O হতে r দুরে একটি বিন্দু। P বিন্দুতে মহাকর্ষীয় বিভব বের করতে হবে। P বিন্দুতে একক ভরের উপর O বিন্দু অভিমূখী প্রযুক্ত বল অর্থাৎ মহাকর্ষীয় প্রাবল্য $= \frac{GM}{r^2}$।

এখন একক ভরকে সামান্য দূরত্ব dr নিয়ে যেতে কাজের পরিমাণ বা বিভব,

$$dV = \text{বল} \times \text{সরণ}$$

$$= \text{প্রাবল্য} \times \text{সরণ}$$

$$= \frac{GM}{r^2} dr$$



∴ একক ভরকে অসীম দূরত্ব হতে p বিন্দুতে আনতে কাজের পরিমাণ

অর্থাৎ p বিন্দুতে বিভব,

$$V=\int dV = \int_{\infty}^{r} \frac{GM}{r^2} \times dr$$

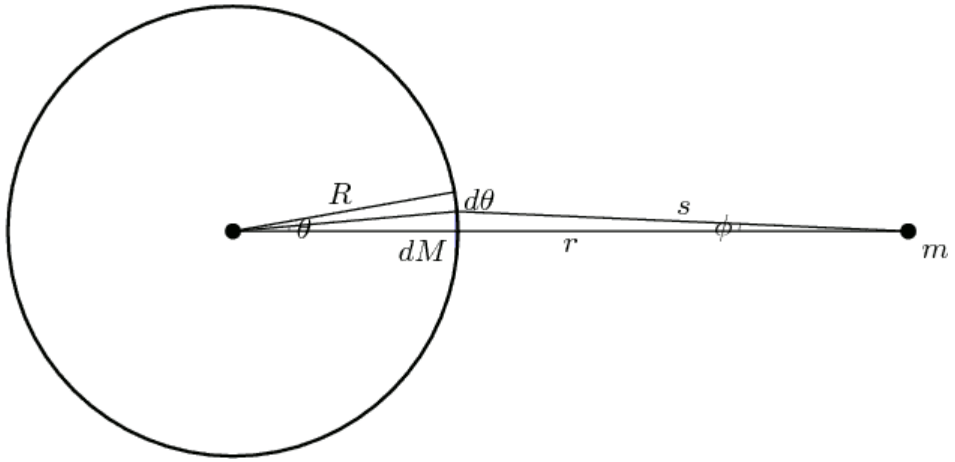
$$V= GM\int_{\infty}^{r} \frac{1}{r^2}\, dr$$

$$= GM\int_{\infty}^{r} r^{-2}\, dr = GM\,[\frac{r^{-2+1}}{-2+1}]_{\infty}^{r}$$

$$= GM[-\frac{1}{r}]_{\infty}^{r} = GM[-\frac{1}{r}+\frac{1}{\infty}] \quad \because \frac{1}{\infty} = 0$$

$$= GM[-\frac{1}{r} + 0]$$

$$\therefore V = -\frac{GM}{r}$$



এখানে ঋনাত্বক চিহ্ন এই অর্থ প্রকাশ করে যে, বাহ্যিক কোনো বল বা শক্তি দ্বারা সম্পন্ন হয়নি, মহাকর্ষীয় বলই বা শক্তি দ্বারা কাজ সম্পন্ন হয়েছে।

মুক্তি বেগ কি? মুক্তি বেগের রাশি মালা বের কর?

মুক্তি বেগ

কোনো বস্তুকে ন্যূনতম যে বেগে ঊর্ধ্বে উৎক্ষেপ করলে তা আর পৃথিবী পৃষ্ঠে ফিরে আসে না তাকে মুক্তি বেগ বা পলায়ন বেগ বা নিষ্ক্রমণ বেগ বলে। একে v_E দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ধরি, উৎক্ষিপ্ত বস্তুর ভর m, পৃথিবীর ভর M, পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R, পৃথিবীর কেন্দ্র হতে বস্তুর দূরত্ব r, অতএব, বস্তুর উপর অভিকর্ষ বল,

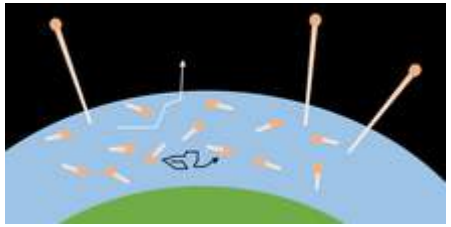
$$F = \frac{GMm}{r^2} \text{ ----------(১)}$$

এখন বস্তুটি যদি অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে dr পরিমাণ উপরে উঠে, তবে

কাজের পরিমাণ $dW = F \times dr = \frac{GMm}{r^2} dr$ ----------(২)

সুতরাং অভিকর্ষীয় বল ছাড়াতে বস্তুটিকে মোট যে পরিমাণ কাজ করতে হবে, তার মান

$W=\int dw = \int_R^\infty \frac{GMm}{r^2} dr$, [এখানে, R= পৃথিবীর ব্যাসার্ধ]



বা, $W= GMm\int_R^\infty \frac{1}{r^2} dr = GMm \int_R^\infty r^{-2} dr$

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

$= GMm[-\frac{1}{r}]_R^\infty$

$= GMm[-\frac{1}{\infty} + \frac{1}{R}] = \frac{GMm}{R}$ $(\because \frac{1}{\infty} = 0)$

অর্থাৎ $W= m\times\frac{GM}{R}$ ----------(১)

মনেকরি,বস্তুর উৎক্ষিপ্ত বেগ $= v_E$

তাহলে তার প্রাথমিক গতি শক্তি $E_k = \frac{1}{2} m v_E^2$----------(২)

এই শক্তি ব্যয় করেই বস্তুটি অভকর্ষীয় ক্ষেত্রের সীমানা ছাড়িয়ে যায় অর্থাৎ উপরোক্ত কাজ করবে। (১) নং ও (২)নং সমীকরণ হতে আমরা পাই,

$$\frac{1}{2}mv_E^2 = \mathrm{m} \times \frac{GM}{R}$$

বা, $v_E^2 = \frac{2GM}{R}$ ----------(২)

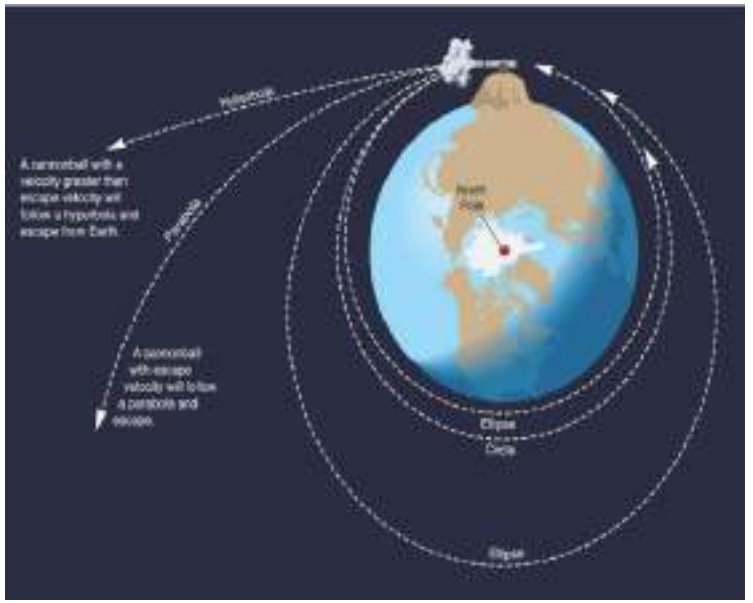
পুনঃ অভিকর্ষজ ত্বরণ, $\mathrm{g} = \frac{GM}{R^2}$ বা, $\mathrm{g} = \frac{GM}{R \times R}$

বা, $\mathrm{gR} = \frac{GM}{R}$

এখন (২) নং সমীকরণ হতে পাই ,

$$v_E^2 = 2\mathrm{gR}$$

$\therefore v_E = \sqrt{2gR}$ [এটাই হলো মুক্তি বেগের রাশি মালা।]



পৃথিবী পৃষ্ঠে হতে কোনো বস্তুকে বেগ উপর দিকে নিক্ষেপ করলে পৃথিবীর আকর্ষণ বলের দ্বারা বস্তুটির বিভিন্ন পরিণতি হতে পারে। যথাঃ-

(১) যদি $v^2 = < \frac{V_E^2}{2}$ হয়, অর্থাৎ উৎক্ষেপণ বেগ $7.88\ \mathrm{m}s^{-1}$ অপেক্ষা কম হয়, তবে তা উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করবে এবং অবশেষে পৃথিবীতে ফিরে আসবে।

(২) যদি $v^2 = \frac{V_E^2}{2}$ হয়, অর্থাৎ উৎক্ষেপণ বেগ $7.88\ \mathrm{m}s^{-1}$ কম হয়, তবে তা উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করবে এবং চাঁদের মতো উপগ্রহে পরিণত হবে।

(৩) যদি $v^2 > \frac{V_E^2}{2}$ হয়,অর্থাৎ উৎক্ষেপণ বেগ $7.88\ \mathrm{m}s^{-1}$ থেকে $11.2\ \mathrm{km}s^{-1}$ মধ্যে থাকে হয়, তবে পৃথিবীকে একটি ফোকাসে রেখে তা উপবৃত্তাকার পথে পৃথিবী প্রদক্ষিণ করবে।

গাণিতিক সমস্যবলী

১। 20kg এবং 40kg ভরের দুটি বস্তুকে 2m দূরে রাখা হলো। যদি মহাকর্ষীয় ধ্রুবকের মান G = 6.67×10^{-11} Nm^2 Kg^{-2} হয় তবে বস্তু দুটির মাঝের বলের মান কত?

সমাধান, আমরা জানি, F = $\frac{Gm_1m_2}{d^2}$

$$= \frac{6.67\times_{10^{-11}}\times20\times40}{(2)^2}$$

$$=6.67\times10^{-9}\text{N (Ans)}$$

এখানে,

G= 6.67×10^{-11} Nm^2 Kg^{-2}

m_1=20kg

m_2 =40kg

d=2m

F=?

২। পৃথিবীর পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান g = 9.8 ms^{-2} পৃথিবীর পৃষ্ঠ হতে 16km গভীরে কোন বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান নির্ণয় কর? (পৃথিবীর ব্যাসার্ধ R =6400km)

সমাধান ,

আমরা জানি, $g_1 = g(1 - \frac{2h}{R})$

$= 9.8(1 - \frac{2\times16000}{6400000})$

$= 9.8\ (1 - \frac{32}{6400})$

$= 9.8(\frac{6400-32}{6400})$

$= 9.8\times\frac{6368}{6400}$

$= 9.751 ms^{-2}$ (Ans)

এখানে,

g = 9.8 ms^{-2}

R =6400km = 6400000 m

h=16km=16000 m

৩। মঙ্গল গ্রহের ব্যাস D = 6800km এবং পৃষ্ঠের অভিকর্ষীয় ত্বরণ g =3.8ms^{-2}। মঙ্গল গ্রহের পৃষ্ঠ হতে একটি বস্তুর মুক্তিবেগ নির্ণয় কর।

সমাধান,

আমরা জানি,

$$v_E = \sqrt{2gR}$$

$$= \sqrt{2 \times 3.8 \times 3.400000}$$

$$= 5.08 \times 10^3 \text{ms}^{-1}$$

এখানে,

D=6800km

R= $\frac{D}{2} = \frac{6800\text{km}}{2}$

$= 3400000m$

g =3.8ms^{-2}

v_E=?

Thank You!

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব সিভিলের ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন -----

১. আমার ক্লাশ নং-৬
তারিখ ঃ-২৮/০৮/২০২৪ ইং
সময় ঃ- 1.40 A.M
বিষয় ঃ- ফিজিক্স -১
বিষয় কোড ঃ-(২৫৯১২)
২য় পর্ব ২য় শিফট
সিভিল।

আলোচনা বিষয় ঃ- ৭ম অধ্যায় (সরল দোলন গতি)

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট.
শেরপুর।

আমরা আজকের এই পাঠে যা যা শিখতে পারব।

১। পর্যায়বৃত্ত গতি এবং সরল দোলন গতির সংজ্ঞা।

২। সরল দোলন গতির বৈশিষ্ট্য।

৩। সরল দোলক ও সেকেন্ড দোলক।

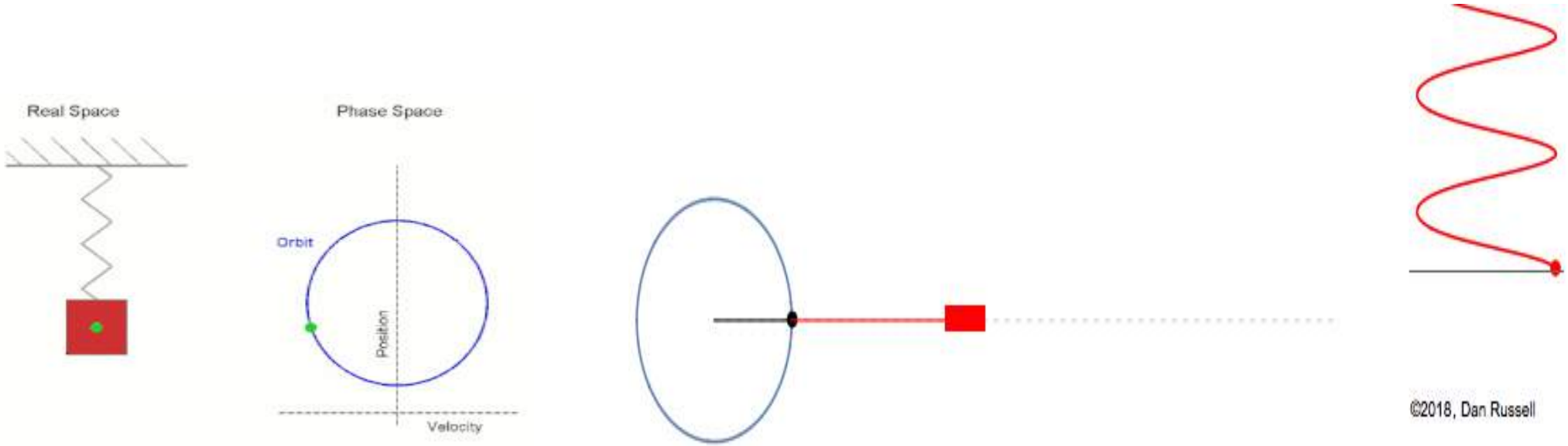
৪। কার্যকরী দৈর্ঘ্য, বিস্তার, দশা, পূর্ণ দোলন, দোলনকাল, কম্পাংক।

৫। সরল দোলকের সূত্রাবলী।

৬। সরল দোলকের গতির এবং দোলনকালের রাশিমালা ও সরল দোলকের দোলনকালের সূত্র সাহায্যে ‘g’ এর মান নির্ণয়।

পর্যায় গতি

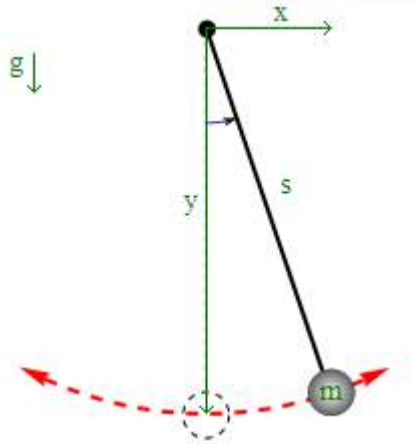
কোনো বস্তু নির্দিষ্ট সময় এর ব্যবধানে বা পর পর একই প্রকার গতির নিরবিচ্ছিন্নভাবে গতির পুনরাবৃত্তি ঘটলে বস্তুর ঐ গতিকে পর্যায় গতি বলে। ঘড়ির কাঁটার গতি বা সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি পর্যায়বৃত্ত গতির ইত্যাদি।



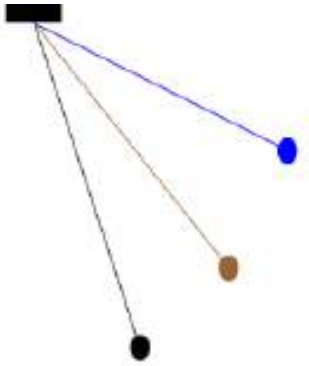
সরল দোলক গতি

যদি কোনো কণার গতি পর্যাবৃত্ত হয়, গতিপথ সরলরৈখিক হয় এবং ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক এবং ত্বরণ সর্বদা একটি বিন্দুমুখী হয়, তবে ঐ গতিকে সরল দোলক গতি বলে।

আবার, যখন কোন বস্তু একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর এদিক ওদিক দোল দেয়, তখন এ গতিকে দোল বা দোলন গতি বলে।



সরল দোলন গতির বৈশিষ্টসমূহ লিখ



নিচে সরল দোলন গতির বৈশিষ্টসমূহ দেওয়া হলো ঃ-

১। এটি একটি পর্যাবৃত্ত গতি।

২। এটি একটি সরল রৈখিক গতি।

৩। এটি একটি দোল বা স্পন্দন গতি।

৪। ত্বরণের মান সাম্য অবস্থা থেকে সরণের সমানুপাতিক ও বিপরীতমুখী ।

৫। ত্বরণ সর্বদা একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখী।

৬। ক্রিয়াশীল বল সরণের বিপরীতমুখী এবং সমানুপাতিক।

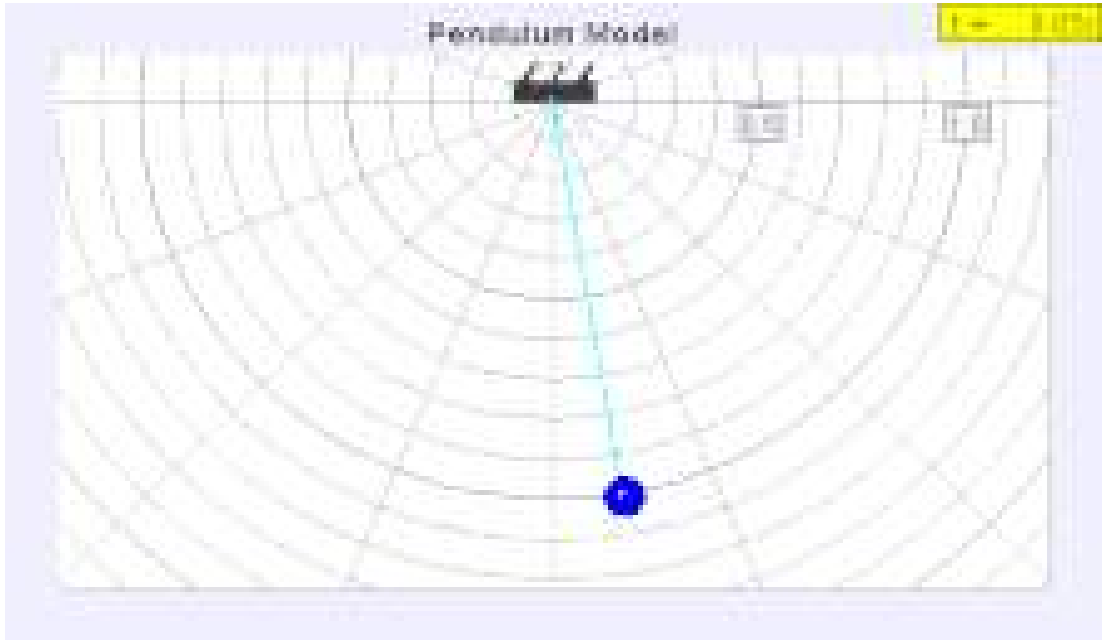
৭। ত্বরণের মান ও দিক প্রতিনিয়ত পর্যায়ক্রমে পরিবর্তিত হয়।

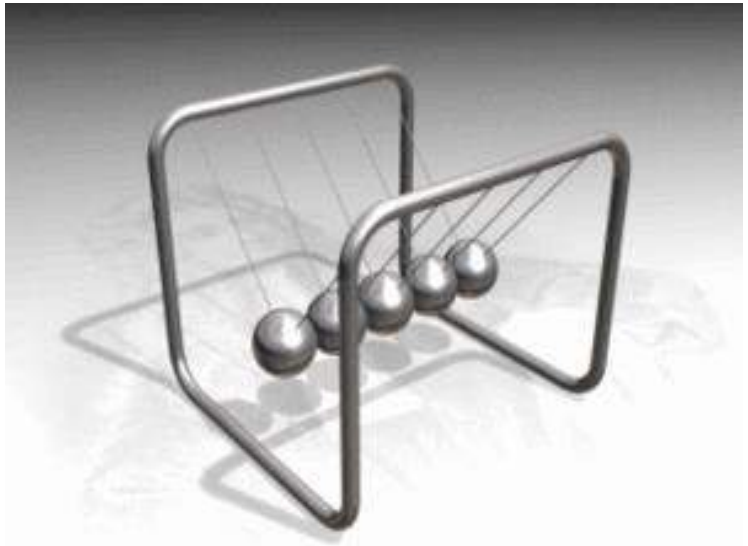
সরল দোলক

একটি আয়তনহীন ভারি কণাকে ওজনহীন, দৈর্ঘ্যে অসম্পপ্রসারণীয় ও সম্পূর্ণ নমনীয় সুতা দ্বারা একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে ঝুলিয়ে দিলে যদি বিনা বাধায় দোল খেতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে। কিন্তু এরুপ দোলক তৈরী করা সম্ভব নয়। কারণ, ভরবিশিষ্ট কিন্তু আয়তনহীন বা ভরহীন নমনীয় ও অসম্প্রসারণ ওজনহীন সুতা পাওয়া যায় না।
সুতরাং একটি প্রসারণশীল সরু সুতার দ্বারা একটি ছোট বস্তুকে (বব) দৃঢ় অবস্থান থেকে ঝুলিয়ে দেওয়া হলে তাকে সরল দোলক বলে।

সেকেন্ড দোলক

যে সকল দোলকের দোলনকাল ২ সেকেন্ড অর্থাৎ এক প্রান্ত থেকে অপর প্রান্তে যেতে ১ সেকেন্ড সময় নেয় তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।





সরল দোলকের বিভিন্ন সংজ্ঞা

বব

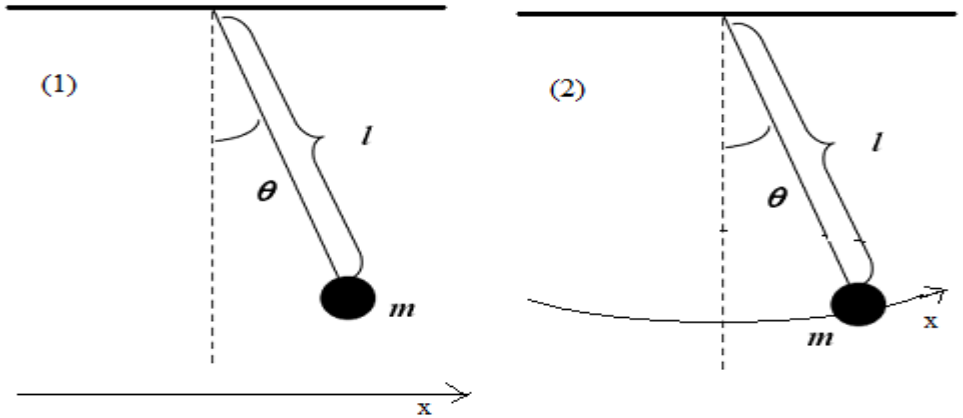
যে ছোট বস্তুকে সুতার সাহায্যে ঝুলিয়ে দেওয়া হয় তাকে বব বলে।

স্পন্দন

কোন কম্পমান বস্তুর পূর্ণদোলকের অর্ধদোলনকে স্পন্দন বলে।

কার্যকরী দৈর্ঘ্য

ঝুলনবিন্দু থেকে ববের ভরকেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বলে। ইহাকে L দ্বারা প্রকাশ করা হয়। তাহলে $L = l+r$

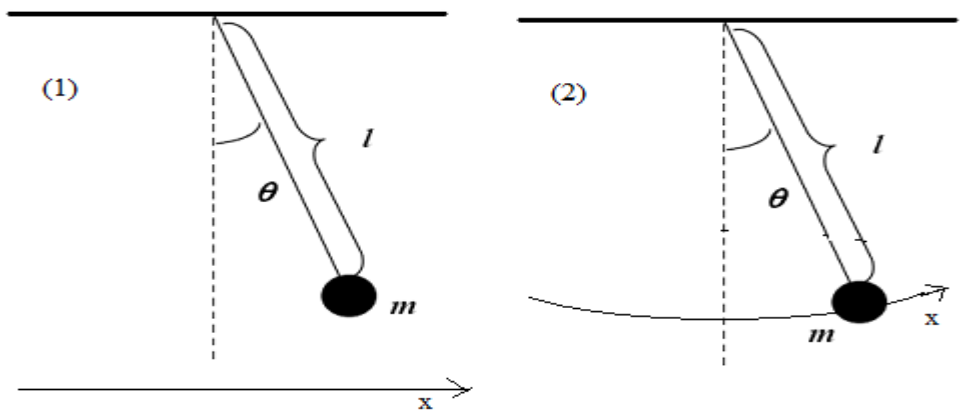


কৌণিক বিস্তার

সর্বাধিক কৌণিক সরণ দ্বারা দোলক পিন্ডের বিস্তার প্রকাশ করা হয় তাকে কৌণিক বিস্তার বলে। ইহাকে θ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

রৈখিক বিস্তার

সরল দোলকের দোলক পিন্ড তার মধ্যাবস্থান হতে ডানে বা বামে যে সর্বাধিক রৈখিক দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে এর রৈখিক বিস্তার বলে।

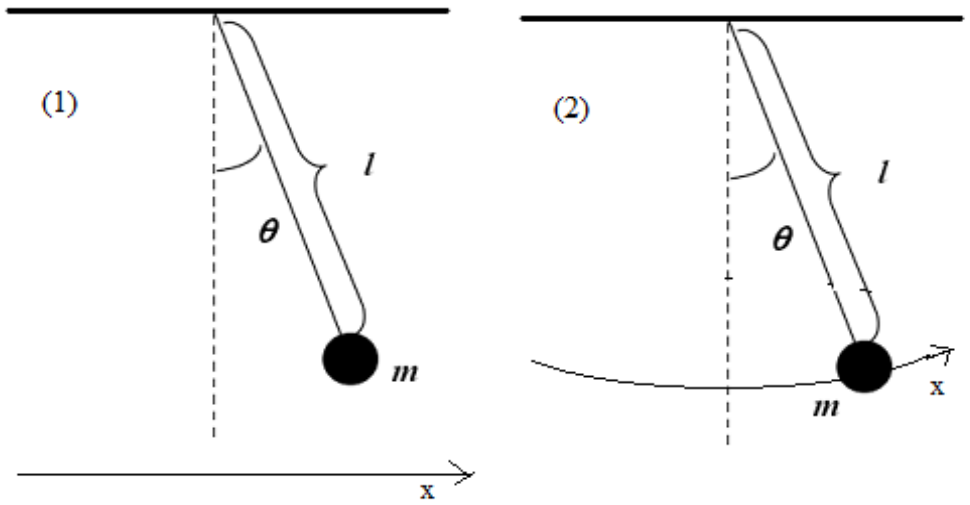


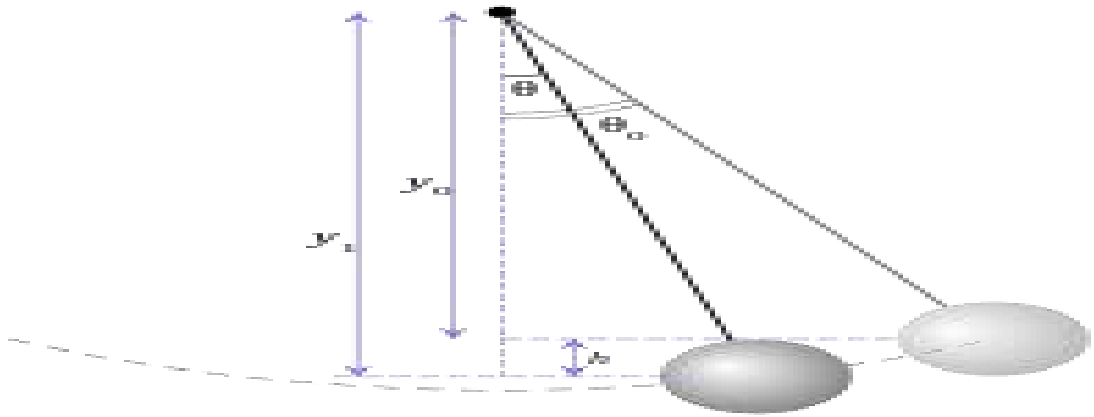
দশা

সরল দোলন গতি সম্পন্ন বস্তুর যে বৈশিষ্ট্য কোনো মুহূর্তে বস্তুর অবস্থান এবং গতির দিক নির্দেশ করে তাকে দশা বলে। ইহাকে বিস্তার বা দোলনকাল দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

পূর্ণ দোলন

দোলকের বব এক প্রান্ত থেকে অন্য প্রান্তে গিয়ে অপর প্রান্তে ফিরে এলে তাকে একটি পূর্ণ দোলন বলে।



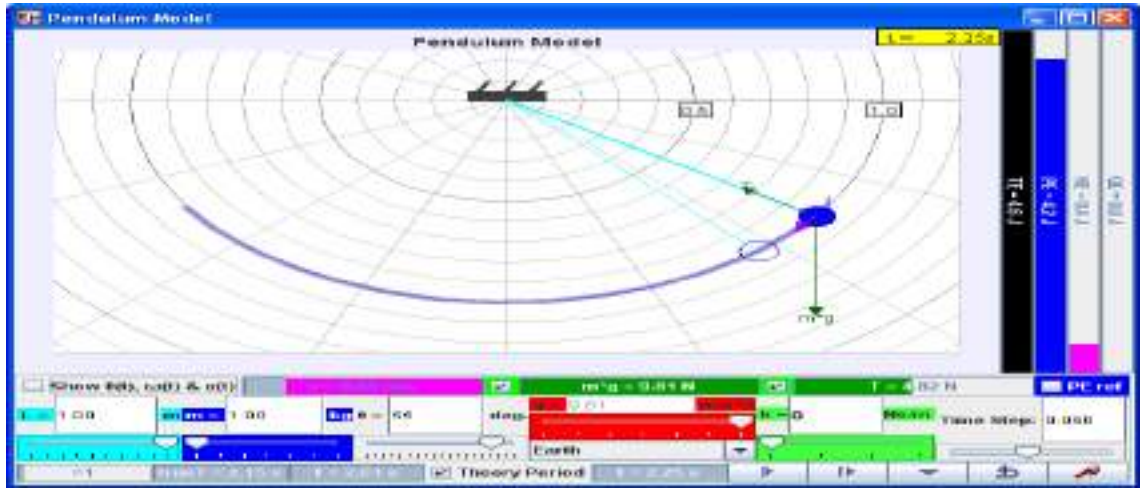


দোলনকাল

একটি পূর্ণদোলন সম্পর্ণ করতে যে সময় লাগে তাকে দোলনকাল বলে। ইহাকে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

কম্পাংক

এক সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ দোলন সম্পন্ন হয় তাকে কম্পাংক বলে। ইহাকে n দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

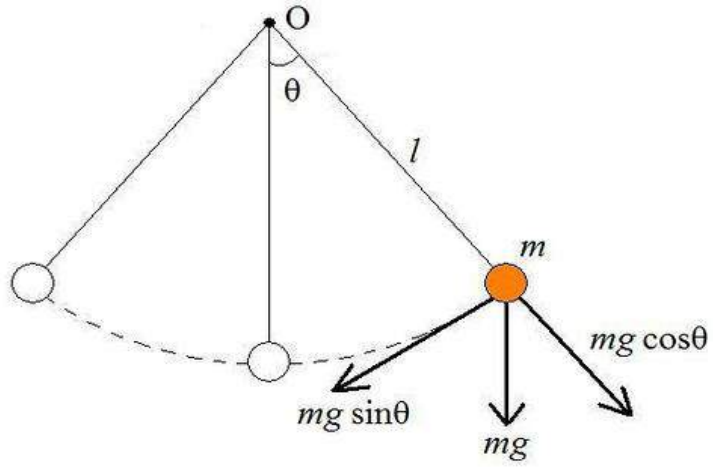


সরল দোলকের সূত্রাবলী

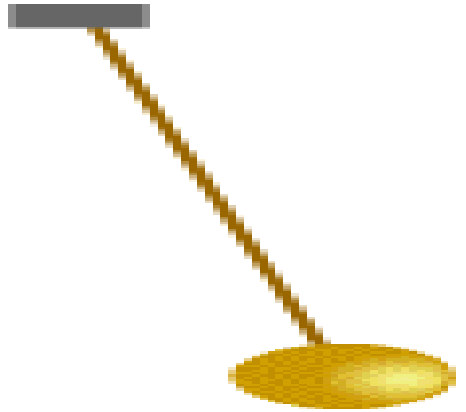
একটি সরল দোলকের চারটি সূত্র মেনে চলে। এই সূত্রগুলো বিজ্ঞানী গ্যালিলিও সর্বপ্রথম আবিষ্কার করেন। এদেরকে সরল দোলকের সূত্র বলে।

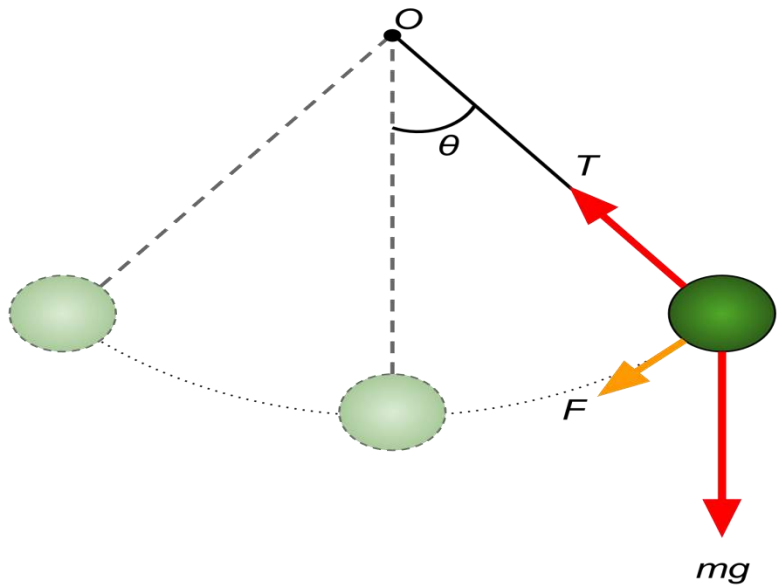
প্রথম সূত্র বা সমকালের সূত্র ঃ-

দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে ও কৌণিক বিস্তার 4^0 এর বেশি না হলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে প্রতিটি দোলনের জন্য সমান সময় লাগে। অর্থাৎ L ও g স্থির এবং $\theta < 4^0$ এর বেশি না হলে দোলনকাল $T =$ ধ্রুব।

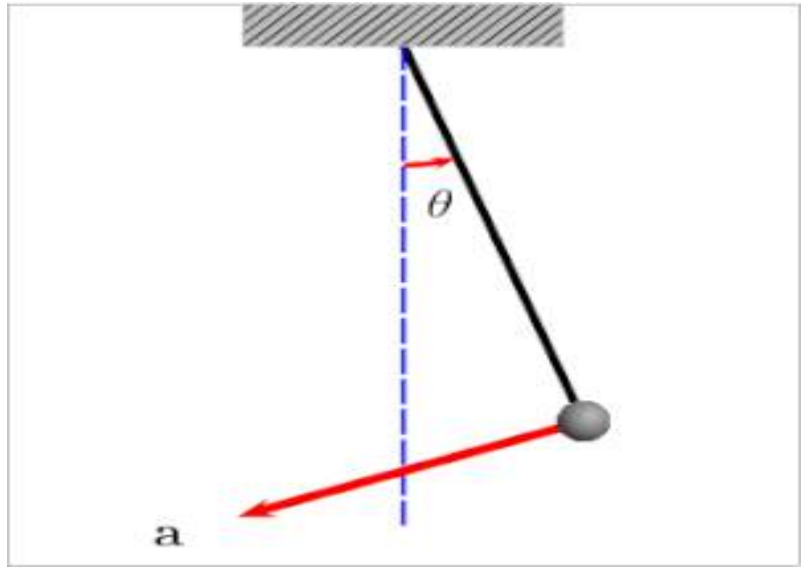


দ্বিতীয় সূত্র বা দৈর্ঘ্যের সূত্র ঃ-

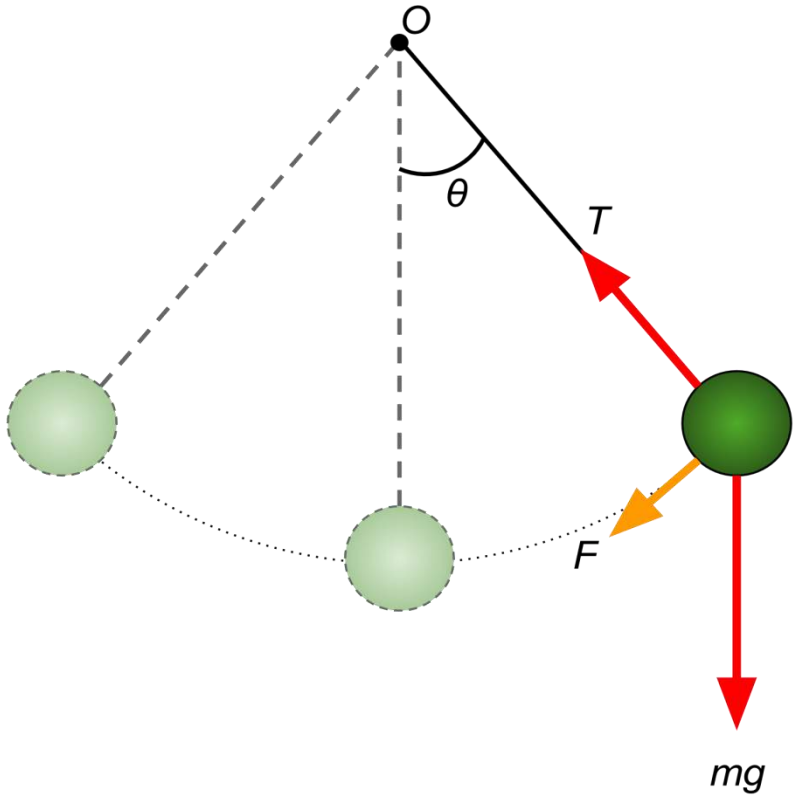




তৃতীয় সূত্র বা ত্বরণের সূত্র ঃ-

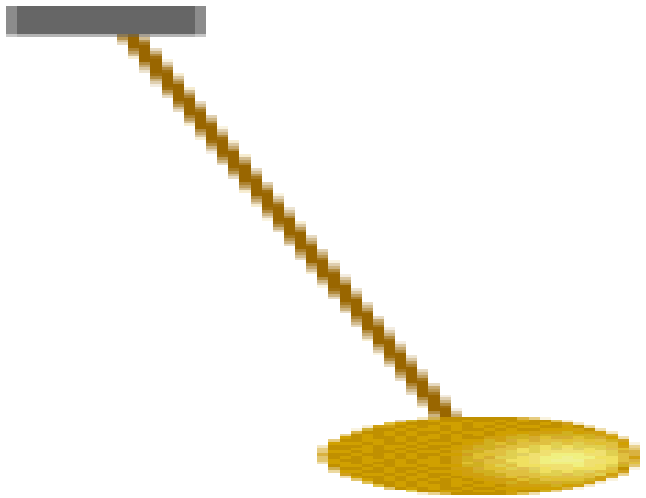


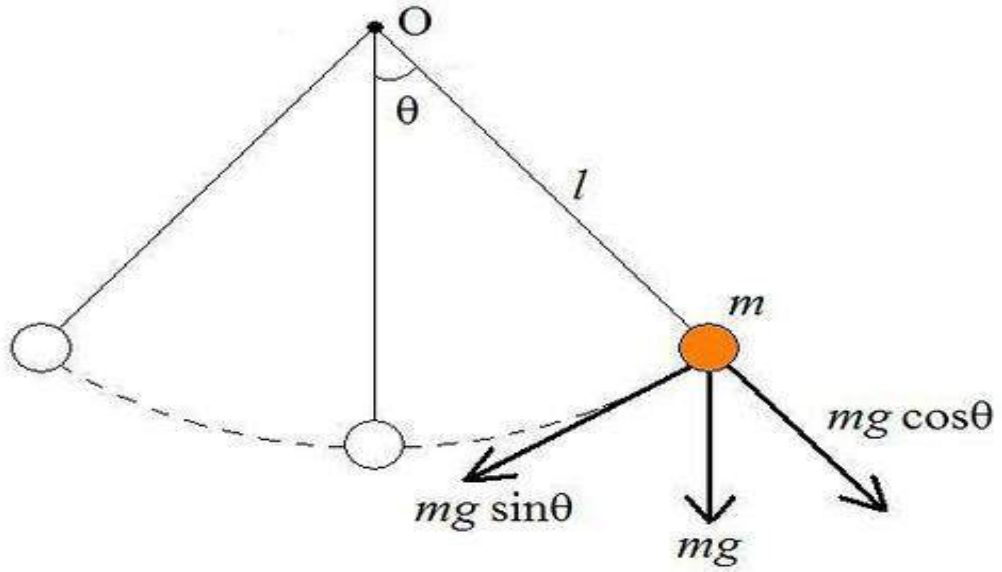
কৌণিক বিস্তার 4^0 এর বেশি না হলে কোনো নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট একটি সরল দোলকের দোলনকাল T ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ g এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক। অর্থাৎ L ধ্রুব এবং $\theta < 4^0$ হলে $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ ।



চতুর্থ সূত্র বা ভরের সূত্র

কৌণিক বিস্তার 4^0 এর বেশি না হলে এবং দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে কোনো নির্দিষ্ট স্থানে দোলকের দোলনকাল দোলকের ববের ভর, আয়তন বা উপাদানের উপর নির্ভর করে না।

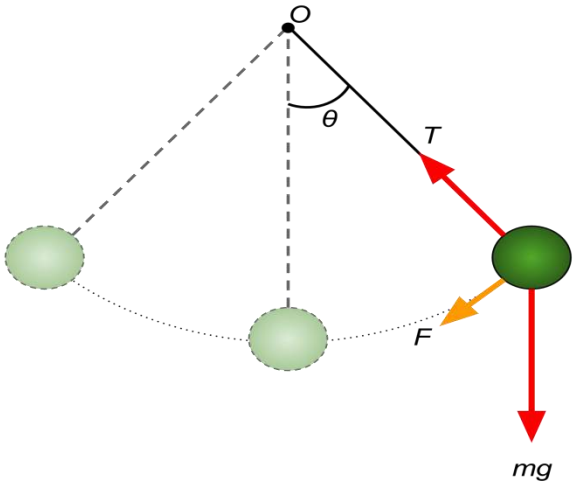




সরল দোলকের সূত্রাবলীর সত্যতা প্রমাণ ও ব্যাখ্যা

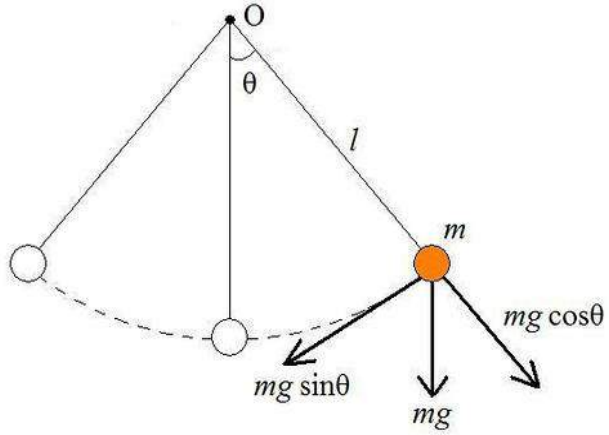
১ম সূত্র এর প্রমাণ ও ব্যাখ্যা

একটি সরল দোলক তৈরী করে তাকে দুলতে দেওয়া হলো যেন বিস্তার ৪ ডিগ্রি বেশি না হলে এখন একটি স্টপওয়াচ নিয়ে ২০ বা ২৫ টি পূর্ণদোলকের সময় বের করি। মোট সময়কে দোলন সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে দোলনকাল নির্ণয় করি। দোলকের বিস্তার ৪ ডিগ্রির মধ্যে রেখে বিভিন্ন বিস্তারে অনুরুপভাবে দোলনকাল নির্ণয় করলে দেখা যায় যে দোলনকাল সর্বদা সমান হচ্ছে। অতএব প্রথম সূত্রটি প্রমাণিত হলো।



২য় সূত্র এর প্রমাণ ও ব্যাখ্যা

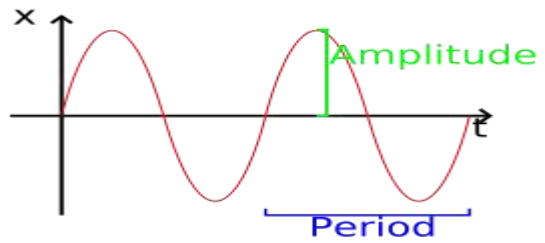
গোলকের গোলক পিন্ডবিশিষ্ট একটি সরল দোলক নিই। স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে দোলক পিন্ডের ব্যাসার্ধ r বের করে এর সাথে সূতার দৈর্ঘ্য **l** যোগ করে দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য $L = l + r$ নির্ণয় করি। এখন সরল দোলকটিকে ৪ ডিগ্রি বেশি না হলে দুলতে দিলে একটি স্টপওয়াচের সাহায্যে অনেক গুলি পূর্ণদোলনের সময় বের করি। মোট সময়কে দোলন সংখ্যা দ্বারা ভাগ করে দোলনকাল বের করি এবং এর বর্গ নিই। বিভিন্ন কার্যকরী দৈর্ঘ্যের জন্য অনুরুপভাবে দোলনকাল নির্ণয় করে প্রত্যেক কার্যকরী দৈর্ঘ্যের জন্য দোলনকালের বর্গ নিই। $L_1 L_3 \text{-------} L_n$ কার্যকরী দৈর্ঘ্যের সরল দোলকের



দোলনকাল যথাক্রমে, $T_1 T_2 T_3$ ------- T_n হলে পরীক্ষায় দেখা যায় যে, $\frac{T_1^2}{L_1}$

$= \frac{T_2^2}{L_2} = \text{---------} = \frac{T_n^2}{L_n}$

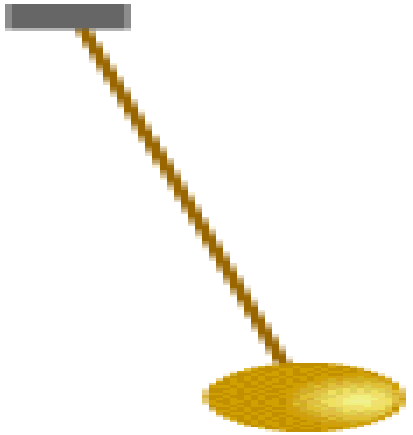
$\frac{T^2}{L}$ = ধ্রুবক বা, T^2 = ধ্রুবক × L বা, $T \propto \sqrt{L}$ $\therefore T \propto \sqrt{L}$

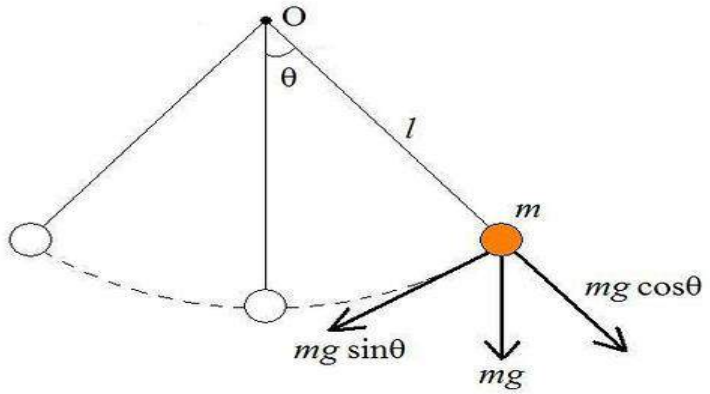


৩য় সূত্র এর প্রমাণ ও ব্যাখ্যা

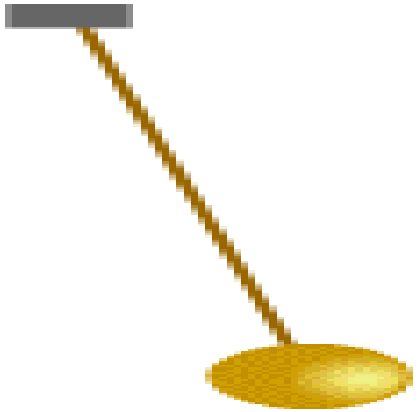
পৃথিবীর বিভিন্ন স্থানে দোলকের দোলক পিন্ডবিশিষ্ট একটি নির্দিষ্ট দৈর্ঘ্যের সরল দোলককে দুলতে দিয়ে পূর্বের নিয়মে এর দোলনকাল নির্ণয় করি। মনেকরি, কোনো স্থানে অভিকর্ষীয় ত্বরণ g_1 প্রাপ্ত দোলনকাল T_1 এবং অপর কোন স্থানে অভিকর্ষীয় ত্বরণ g_2ও প্রাপ্ত দোলনকাল T_2। গগনা দেখা যায় $T_1^2 \times g_1$ $=T_2^2 \times g_2 =$ ধ্রুবক। $\therefore T^2 \times$g= ধ্রুবক বা, $T^2=$ ধ্রুবক$\times \frac{1}{g}$ বা, T= $\frac{1}{\sqrt{g}}$

তৃতীয় সূত্রটি প্রমাণিত হলো।

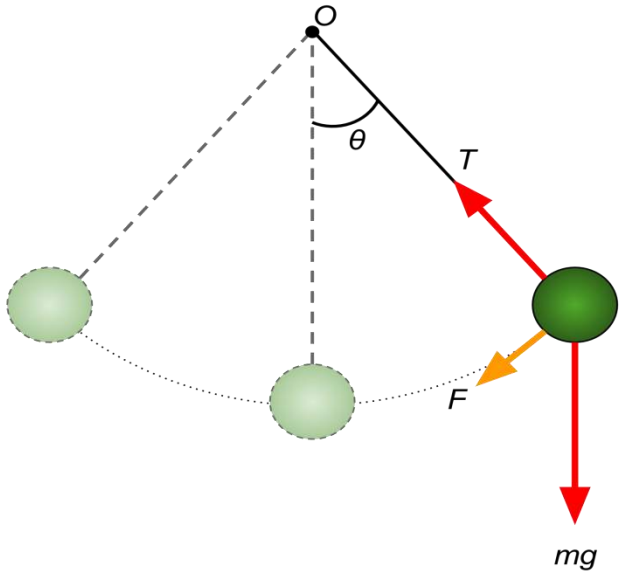




৪র্থ সূত্র এর প্রমাণ ও ব্যাখ্যা

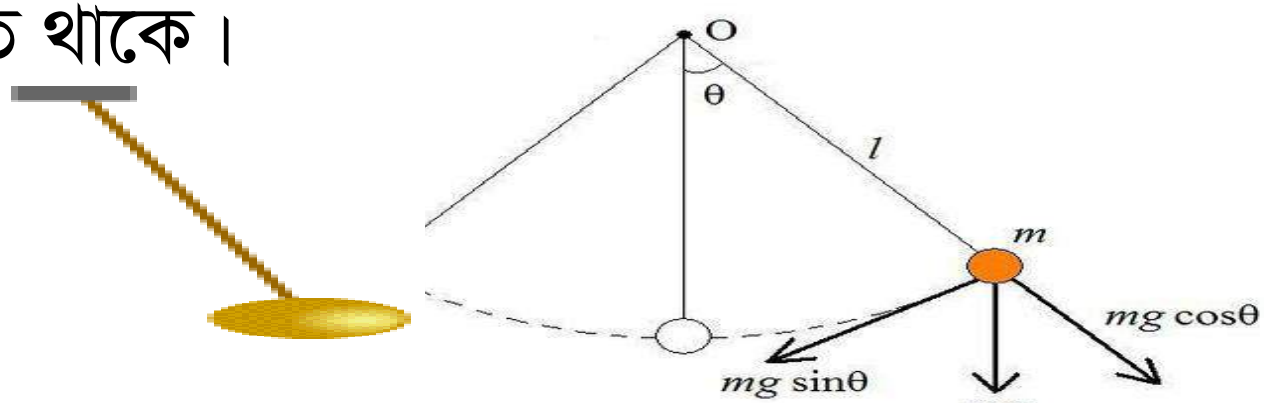


বিভিন্ন উপাদান, আকৃতি এবং ভরের কয়েকটি দোলক পিন্ড নিয়ে সরল দোলক তৈরী করি নিচের চিত্র এবং ৪ ডিগ্রি অপেক্ষা কম বিস্তারে দুলতে দিয়ে প্রত্যেক দোলকের ক্ষেত্রে পূর্বের ন্যায় দোলনকাল বের করি। পরীক্ষায় প্রতি ক্ষেত্রেই দোলনকাল সমান হতে দেখা যায়। অতএব, চতুর্থ সূত্র প্রমাণিত হলো।



সরল দোলকের গতি এবং দোলনকালের রাশিমালা (পর্যায়কাল)

ধরি, L দৈর্ঘ্যবিশিষ্ট সরল দোলকটির ভর m কে দুলতে দিলে তা সাম্যবস্থা BO থেকে θ কোণে BA অবস্থায় আসে। এখন A বিন্দুতে ববের ওজন mg খাড়া নিচে কাজ করে। এ ওজনকে দুটি উপাংশে ভাগ করা যায়। একটি সুতার দৈর্ঘ্য বরাবর একটি AC দিকে $mg\cos\theta$ ও অন্যটি AB দিকে $mg\sin\theta$ যা স্পর্শক বরাবর AD এর দিকে কাজ করে। উপাংশ $mg\cos\theta$ কে সুতার টান T প্রশমিত বা নিষ্ক্রিয় করে। $mg\sin\theta$ বলের হিসাবে কাজ করে, যার কারণে দোলকটি দুলতে থাকে।



θ কৌণিক অবস্থানে দোলক পিন্ডের সরণ x হলে আমরা লিখতে পারি- কোণ $= \frac{\text{চাপ}}{\text{ব্যাসার্ধ}}$ অর্থাৎ $\theta = \frac{x}{L}$ ----------(1)

এই বলের মানের জন্য চাপ AD বরাবর A বিন্দুতে ববের ত্বরণ a হলে ববের গতির সমীকরণ হবে, $F = -mg\sin\theta$

[বল ও সরণ বিপরীতমুখী তাই ঋণাত্বক চিহ্ন নেওয়া হয়েছে।]

$\therefore F = -mg\theta$ [$\because$ θ কোণ ছোট বলে $\sin\theta \approx \theta$]

বা, $F = -mg\frac{x}{L}$ [১ নং সমীকরণ হতে পাই]

বা, $ma = -mg\frac{x}{L}$ [$\because F=ma$]

বা, $a = -\frac{g}{L}x$ ---------- (2)

এবং $F = -kx$ --------(3) [$\because$ m,g এবং L ধ্রুবক বলে k একটি ধ্রুবক]]

আবার, আমরা জানি, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ বা, $T = \frac{2\pi}{\omega}$ ----------(4)

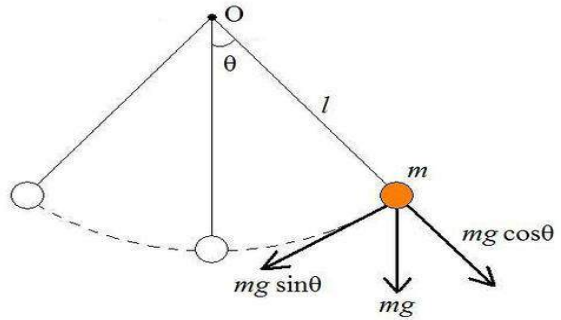
এখানে, T = দোলনকাল এবং ω = কৌণিক বেগ

কিন্তু সরল দোলন গতিতে কম্পমান কণার ব্যবকলনীয় সমীকরণ হতে পাই।

ত্বরণ $a = -\omega^2 \times x$ ----------(5)

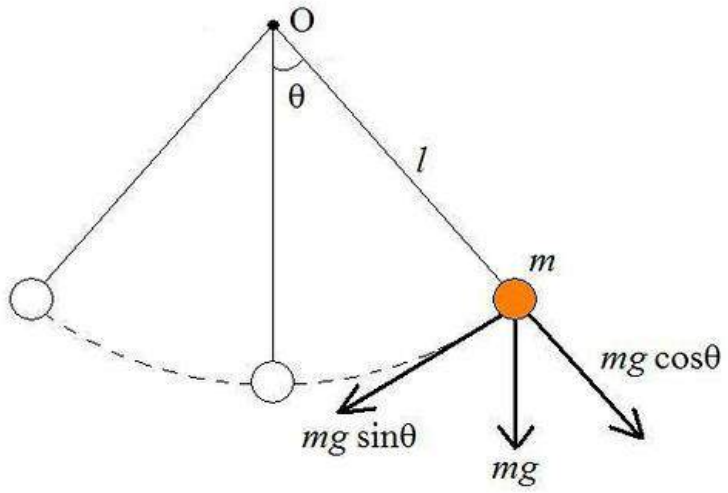
2 নং ও 5 নং সমীকরণ হতে পাই

$\therefore \omega^2 = \frac{g}{L}$ বা, $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$



ω এর মান (4) নং সমীকরণে বসিয়ে পাই

$$\therefore T=\frac{2\pi}{\sqrt{\frac{g}{L}}} \qquad \text{বা}, T=2\pi\times\sqrt{\frac{l}{g}}$$



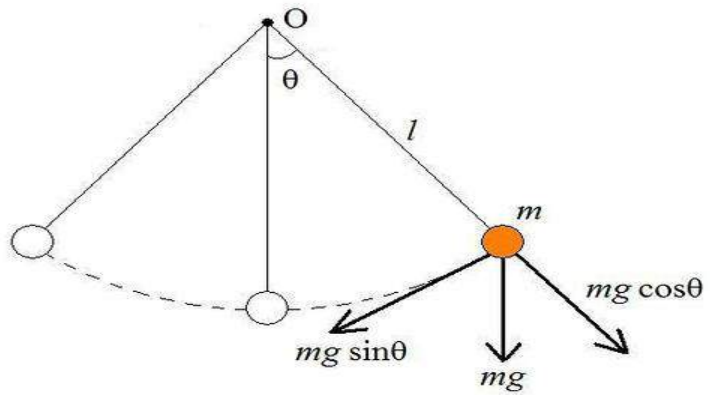
$$\text{বা}, T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \text{ ---------- (5)}$$

উপরের সমীকরণ থেকে দেখা যায়, ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী। অতএব বলা যায় অল্প বিস্তারে সরল দোলন গতির সব বৈশিষ্ট মেনে চলে। ফলে প্রমাণিত হল, সরল দোলকের গতি সরল দোলন গতি।

সরল দোলকের দোলনকালের সূত্র হতে ‘g’ এর মান নির্ণয় ঃ-

কোন বস্তু পৃথিবীর আকর্ষণে ভূপৃষ্ঠের দিকে পড়তে থাকলে তার ওপর যে ত্বরণ সৃষ্টি হয় তাকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলে। একে ‘g’ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

পরীক্ষাগারে সরল দোলকের সাহায্যে g এর মান নির্ণয় করার জন্য যে সমীকরণ ব্যবহার করা হয় তা হলো $T= 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ ----------(১)



এখানে, দোলনকাল বা পর্যায়কাল =T

কার্যকরী দৈর্ঘ্য= L

অভিকর্জণ ত্বরণ $g = 9.8\ ms^{-2}$

π=3.14

সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল = T সেকেন্ড

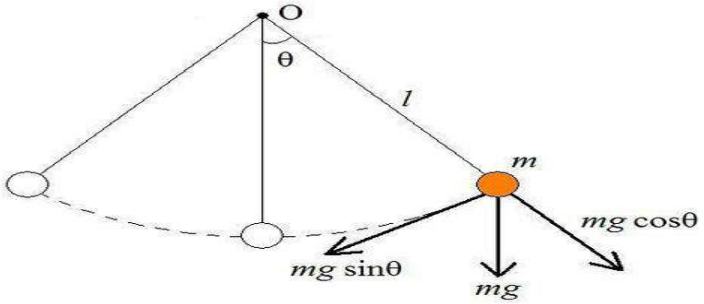
উপরের সমীকরণের উভয় পার্শ্বে বর্গ করে আমরা পাই

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$$

$$\text{বা, } g = 4\pi^2 \frac{L}{T^2}$$

কিন্তু যেহেতু π একটি ধ্রুবক এবং কোনো নির্দিষ্ট স্থানে g এর মান ধ্রুবক।

অতএব, $\frac{L}{T^2}$ ধ্রুবক। কার্যকরী দৈর্ঘ্য L এবং দোলনকাল বা পর্যায়কাল T নির্ণয় করে 'g' এর মান পাওয়া যাবে। যেহেতু $\frac{L}{T^2}$ ধ্রুবক, সুতরাং L বনাম T^2 লেখচিত্র অঙ্কন করলে তা মূলবিন্দুগামী সরল রেখা হবে।



কার্যপদ্ধতি

(১) স্লাইড ক্যালিপার্সের সাহায্যে অন্তত তিনবার গোলাকার পিন্ডের ব্যাস মেপে তা থেকে ব্যাসার্ধ নির্ণয় করা যায়।

(২) ঝুলন্ত বিন্দু হতে আংটাসহ দৈর্ঘ্য মিটার স্কেলের সাহায্যে পরিমাপ করে তার সাথে প্রাপ্ত পিন্ডের ব্যাসার্ধ যোগ করে কার্যকরী দৈর্ঘ্য বের করা যায়।

(৩) পিন্ডকে সরু সুতার সাহায্যে একটি দৃঢ় অবলম্বন হতে ঝুলানো হয়। এরপর সাম্যাবস্থা হতে পিন্ডটিকে ডিগ্রি ডানে এবং বামে সরিয়ে তাকে দুলতে দেওয়া হয়।

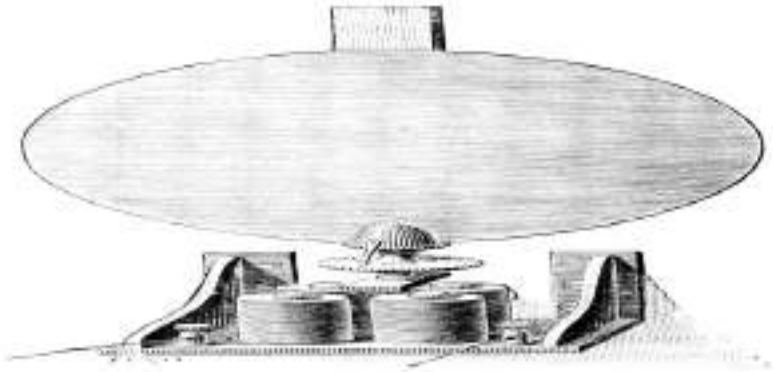
(৪) স্টপওয়াচের সাহায্যে টি পূর্ণ দোলনের মোট সময় কমপক্ষে তিনবার বের করা হয়। এরপর মোট সময়কে ২০ দিয়ে ভাগ করে দোলনকাল বের করা হয়।

(৫) দোলনকালকে বর্গ করে কার্যকরী দৈর্ঘ্য দ্বারা ভাগ করে ভাগ করা যায়।

(৬) বিভিন্ন কার্যকরী দৈর্ঘ্যর জন্য (ধরি, ৮০ সেমি, ৭০ সেমি, ৬০ সেমি, ইত্যাদি) এ প্রক্রিয়ার পুনরাবৃত্তি করে উপাত্ত বিষয়সমূহ সারণিভুক্ত করা হয় এবং g এর মান নির্ণয় করা হয়।

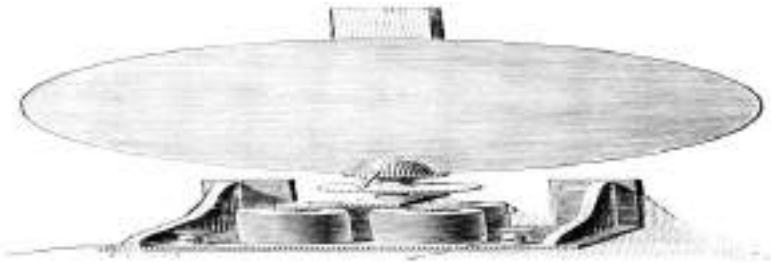
দোলক ঘড়ি ধীরে বা দ্রুত চলার শর্তাবলী

$T= 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ এর সূত্রানুসারে, একটি দোলন ঘড়ির দোলনকাল এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য ও ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের উপরে নির্ভরশীল। ফলে কার্যকরী দৈর্ঘ্য বা অভিকর্ষজ ত্বরণ পরিবর্তন হলে দোলনকাল পরিবর্তন হবে। ফলে দোলন ঘড়ি ধীরে বা দ্রুত যাবে। এখানে মনে রাখতে হবে যে দোলনকাল বেড়ে যাওয়া অর্থ ঘড়ি স্লো বা ধীরে চলে। অপরদিকে দোলন কমে যাওয়ার অর্থ ঘড়ি ফাস্ট বা দ্রুত যাওয়া।



(১) কোনো স্থানের যে কোনো কারণে দোলন দৈর্ঘ্য বাড়লে, ধীরে বা স্লো যাবে। যেমন, গরমের দিনে সাধারণত কার্যকরী দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পায় ফলে ঘড়ি স্লো যায়। অপরদিকে যদি কোন কারণে দোলন দৈর্ঘ্য হ্রাস পায় ফলে ঘড়ি ফাস্ট বা দ্রুত যাওয়া। এ ক্ষেত্রে ধ্রবক হিসাব ধরা হয়েছে। পরীক্ষাটি একটা স্থানে করা হয়েছে।

(২) ‘g’ এর মান কমলে দোলনকাল বাড়বে এবং ‘g’ এর মান বাড়লে দোলনকাল কমবে। ‘g’ এর মান পরিবর্তনের কারণ গুলো থেকে জানা যায়। পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে উপরে বা পৃথিবীর অভ্যন্তরে ‘g’ এর মান কমে যায়। তাই কোনো দোলক ঘড়িকে পৃথিবী উপরে বা অভ্যন্তরে নিলে দোলনকাল বেড়ে যায় ফলে ঘড়ি স্লো যায়।



একটি সেকেন্ড দোলক কার্যকরী দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

আমরা জানি, $T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

বা, $2=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

বা, $4=4\pi^2\frac{L}{g}$ [বর্গ করে]

বা, $L=\frac{4\times g}{4\times\pi^2}$

বা, $L=\frac{g}{\pi^2}$

বা, $L=\frac{g}{\pi^2}$

$=\frac{9.806}{9.87}=0.9935$ m

এখানে,

দোলনকাল $=T$

কার্যকরী দৈর্ঘ্য$= L$

অভিকর্জণ ত্বরণ $= g = 9.8\ ms^{-2}$

$\pi= 3.14$

সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল $T = 2$ সেকেন্ড

একটি সরল দোলকের সুতার দৈর্ঘ্য 99cm যদি দোলকটির দোলনকাল 2sec হয় এবং g এর মান $980\ cms^{-2}$ হয়, তবে ববের ব্যাসার্ধ কত ?

সমাধান,আমরা জানি, $L = l + r$

আবার, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

বা, $T^2 = 4\pi^2 \frac{L}{g}$ [বর্গ করে]

বা, $L = \frac{T^2 \times g}{4 \times \pi^2} = \frac{(2)^2 \times 980}{4 \times (3.14)^2}$

$= \frac{980}{9.87}$

$\therefore L = 99.29cm$

অতএব, $L = l + r$

বা, $r = L - l = 99.29 - 99 = 0.29cm$

এখানে,

সুতার দৈর্ঘ্য $l = 99cm$

দোলনকাল, $T = 2sec$

অভিকর্ষজ ত্বরণ,

$g = 980\ cms^{-2}$

$\pi = 3.14$

ববের ব্যাসার্ধ, $r = ?$

বাড়ির কাজ

১। আজকের পাঠের অনুশীলন

২। সরল দোলক ও সেকেন্ড দোলক।

৩। কার্যকরী দৈর্ঘ্য, বিস্তার,দশা, পূর্ণ দোলন, দোলনকাল, কম্পাংক।

৪। সরল দোলকের সূত্রাবলী।

৫। সরল দোলকের গতির এবং দোলনকালের রাশিমালার এর মান নির্ণয়।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে।

Thank You!

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব সিভিলের ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন ----

১. আমার ক্লাশ নং-০৭
তারিখ ঃ-২৮/০৮/২০২৪ ইং
সময় ঃ- 1.40 A.M
বিষয় ঃ- ফিজিক্স -১
বিষয় কোড ঃ-(২৫৯১২)
২য় পর্ব ২য় শিফট
সিভিল।

আলোচনা বিষয় ঃ- ৮ম অধ্যায় (কাজ, ক্ষমতা, শক্তি)

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট.
শেরপুর।
gmail- physics.mpi@gmail.com

এই অধ্যায় পাঠে আমরা যা যা শিখতে পারব

১। কাজ,ক্ষমতা ও শক্তি এর সংজ্ঞা।

২। কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি এর একক ও মাত্রা।

৩। শক্তি ও ক্ষমতার মধ্যে পাথর্ক্য।

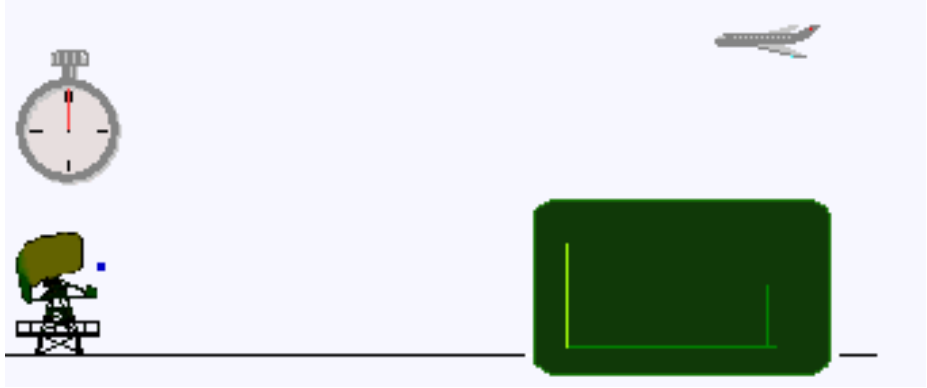
৪। শক্তির নিত্যতার সূত্র এর বর্ণনা ও প্রমাণ।

৫। স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির কি এর সমীকরণ এবং এদের মধ্যে পার্থক্য।

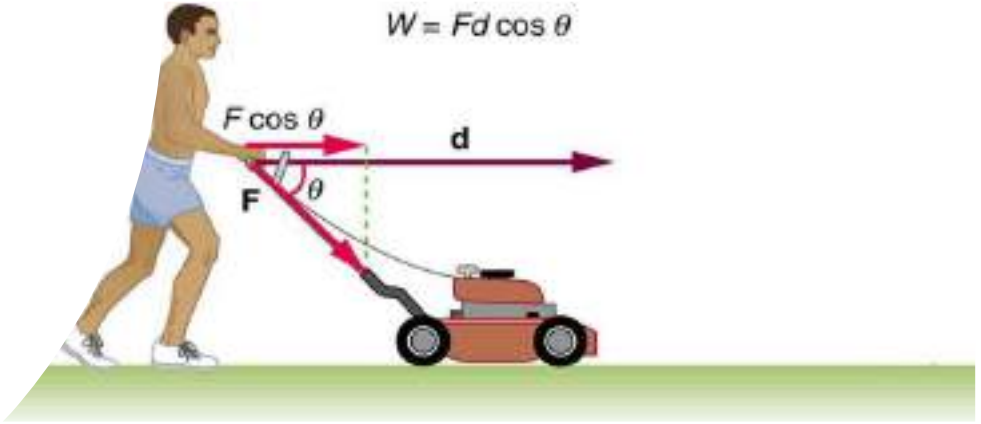
৬। ব্যবহার্য কাজ প্রদত্ত সমীকরণ হতে পাওয়া যায় কর্মক্ষমতা কি।

কাজের ব্যাখ্যা

দৈনন্দিন জীবনে আমরা কোনো কিছু করাকে কাজ বললেও পদার্থবিজ্ঞানে কাজের ধারণা তা থেকে আলাদা। পদার্থবিদ্যায় কাজ একটি বিশেষ অর্থে ব্যবহৃত হয়। কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে বস্তুটির যদি বলের প্রয়োগ বিন্দুর অভিমুখে কিছু সরণ হয় তাহলে কাজ হয়েছে।

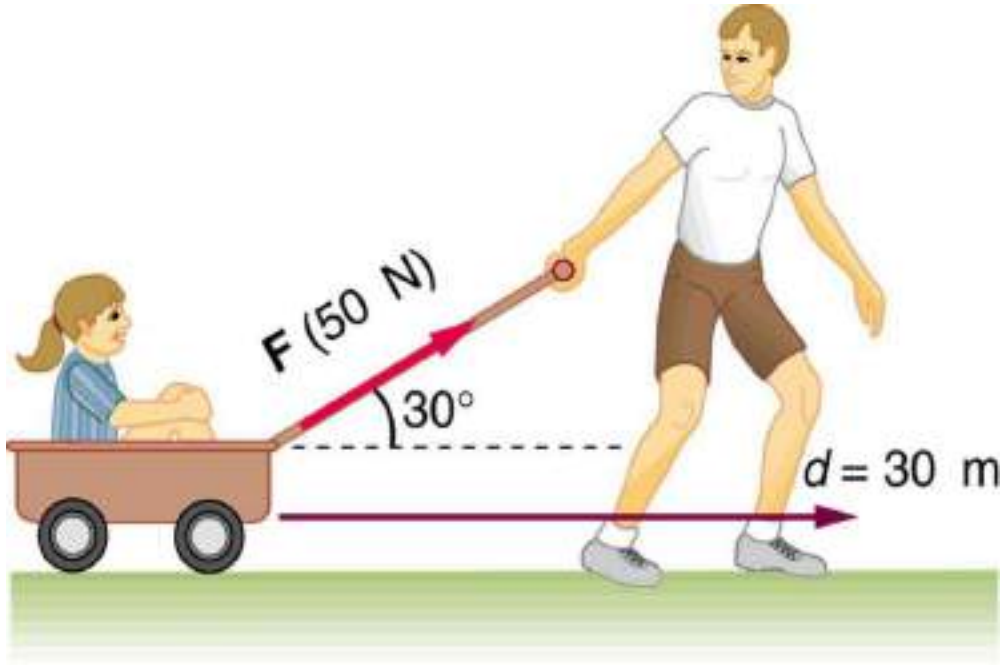


এক ব্যক্তি যদি সারাদিন একখন্ড পাথরের উপর বল প্রয়োগ করে এর অবস্থানের কোনো পরিবর্তন ঘটাতে না পারে তবে তার দ্বারা কোনো কাজ হয়নি বলে ধরা হয়।



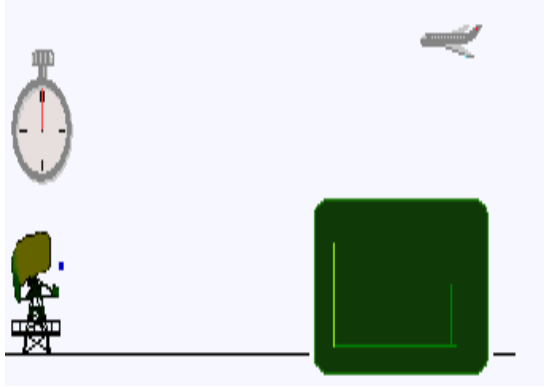
অর্থাৎ বল প্রয়োগের ফলে যদি বস্তুটির কোনো সরণ না ঘটে, তবে তার দ্বারা কোনো কাজ হয়নি।

আর যদি বল প্রয়োগে বস্তুটির সরণ ঘটে , তবে সেখানে কিছু কাজ হয়েছে বলে ধরা হবে। সুতরাং কাজের সাথে দুটি জিনিস জড়িত একটি সরণ আরেকটি সরণের অভিমুখে জন্য প্রযুক্ত বল। এর যে কোনো একটি অনুপস্থিত থাকলে কাজ বলা যাবে না।



কাজের সংজ্ঞা

কোনো বস্তুর উপর একটি বল ক্রিয়া করায় বস্তুটির যদি বলের অভিমুখে কিছু সরণ ঘটে, তাহলে বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলা হয়। ইহাকে W দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



কাজের মাত্রা ঃ- কাজ = বল × সরণ

$$= \text{ভর} \times \text{ত্বরণ} \times \text{সরণ} \qquad [\because \text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ}]$$

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} \times \text{সরণ} \qquad [\because \text{ত্বরণ} = \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}]$$

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়} \times \text{সময়}} \times \text{সরণ} \qquad [\because \text{বেগ} = \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}]$$

$$\therefore \text{কাজ} = \text{ভর} \times \frac{(\text{সরণ})^2}{(\text{সময়})^2}$$

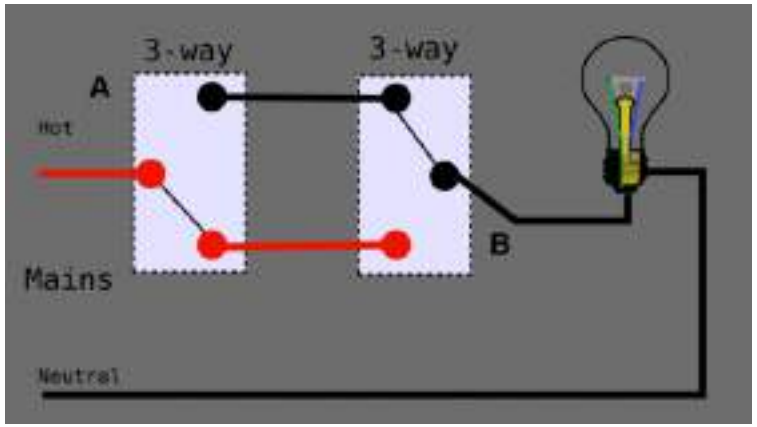
$$W = M \times \frac{(L)^2}{(T)^2} \qquad [\because \text{কাজ}=W, \text{ভর}= M, \text{সরণ}= L, \text{সময়}=T \text{ দ্বারা প্রকাশ করে}]$$

$$\therefore [W] = [ML^2T^{-2}]$$

কাজের পরম একক ঃ- জুল, আর্গ, ফুট-পাউন্ডাল।

ক্ষমতার সংজ্ঞা

কোনো ব্যক্তি বা উৎস একক সময়ে যে পরিমাণ কাজ সম্পাদন করে তাকে ঐ ব্যক্তির বা উৎসের ক্ষমতা বলে। ইহাকে p দ্বারা প্রকাশ করা হয়।



ক্ষমতার মাত্রা ঃ- আমরা জানি, ক্ষমতা $= \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$

$= \frac{\text{বল} \times \text{সরণ}}{\text{সময়}}$ [$\because$ কাজ = বল×সরণ]

$= \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ দ্ধ সরণ}}{\text{সময়}}$ [$\because$ বল = ভর × ত্বরণ]

$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^2} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$ [$\because$ ত্বরণ $= \frac{\text{সরণ}}{(\text{সময়})^2}$]

$\therefore$ ক্ষমতা $= \text{ভর} \times \frac{(\text{সরণ})^2}{(\text{সময়})^3}$ $P = M \times \frac{(L)^2}{(T)^3}$ $\therefore [P]=[ML^2T^{-3}]$

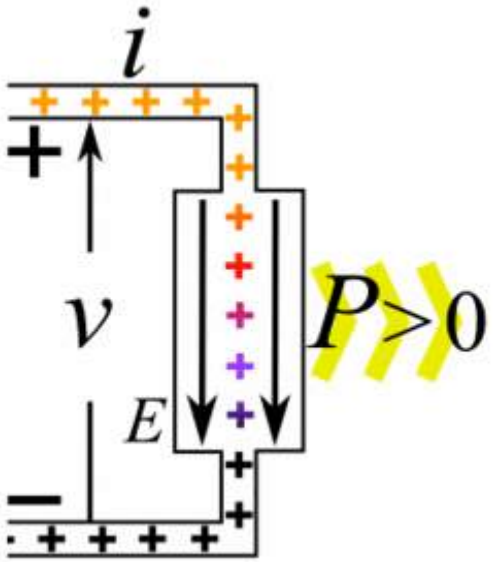
[এখানে ক্ষমতা = p ,ভর= M , সরণ= L , সময়=T দ্বারা প্রকাশ করে]

ক্ষমতার পরম একক ঃ- জুল/সেকেন্ড বা ওয়াট, আর্গ/সেকেন্ড, ফুট-পাউন্ডাল/সেকেন্ড।

শক্তির সংজ্ঞা

শক্তি ছাড়া মানুষ বা মেশিন কেউ কোনো কাজ করতে পারে না। কোনো কাজ সম্পাদন করার জন্য অবশ্যই শক্তি উৎসের প্রয়োজন। কোনো বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে এর শক্তি বলে। ইহাকে E দ্বারা প্রকাশ করা হয়। কাজের এবং শক্তির মাত্রা ও একক একই।

শক্তি মাত্রা ঃ- শক্তি = বল×সরণ = ভর × ত্বরণ × সরণ [∵ বল = ভর × ত্বরণ]



$$= \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} \times \text{সরণ} \quad [\because \text{ত্বরণ} = \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}]$$

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়} \times \text{সময়}} \times \text{সরণ} \quad [\because \text{বেগ} = \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}]]$$

$$\therefore \text{শক্তি} = \text{ভর} \times \frac{(\text{সরণ})^2}{(\text{সময়})^2}$$

$$E = M \times \frac{(L)^2}{(T)^2} \quad [\because \text{শক্তি} = E \text{ ,ভর= } M, \text{ সরণ= } L, \text{ সময়=} T \text{ দ্বারা প্রকাশ করে}]$$

$$\therefore [E] = [ML^{-2}T^{-2}]$$

শক্তির পরম একক ঃ- জুল, আর্গ, ফুট-পাউন্ডাল।

কাজ, ক্ষমতা ও শক্তির এর একক ও মাত্রা

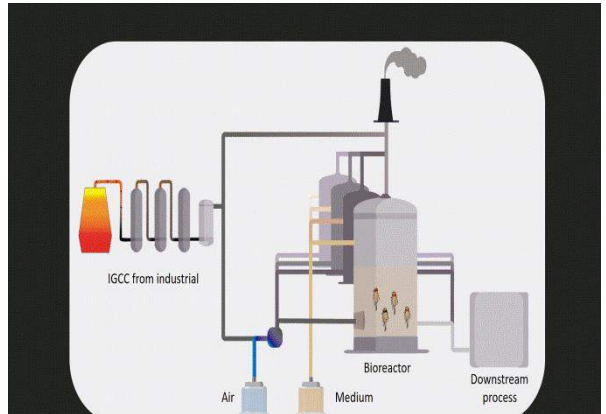
কাজের একক :- কাজের দুই প্রকার একক আছে। যথা :-
(১) পরম বা নিরপেক্ষ একক ও (২) অভিকর্ষীয় একক।

(১) পরম বা নিরপেক্ষ একক ঃ-

কোনো বস্তুর উপর পরম একক বল কাজ করে বলের ক্রিয়া অভিমুখে যদি একক সরণ হয় ; তবে ঐ কাজের পরিমাণকে পরম একক কাজ বলে। তিনটি পদ্ধতির জন্য তিন প্রকার একক হয়।

(২) অভিকর্ষীয় একক ঃ-

একক ভরবিশিষ্ট বস্তুকে অভিকর্ষীয় বলের বিরুদ্ধে একক খাড়া উচ্চতায় উঠতে যে পরিমাণ কাজ হয় তাকে কাজের অভিকর্ষীয় একক বলে। এখানেও তিনটি পদ্ধতির জন্য তিন প্রকারের একক আছে।



কাজ বা শক্তি এর পরম বা নিরপেক্ষ এককসমূহ

(ক) এস আই(M.K.S বা S.I) পদ্ধতি ঃ-

কোনো বস্তুর উপর এক নিউটন বল ক্রিয়া করে বস্তুটির বলের অভিমুখে যদি এক মিটার সরণ ঘটায় তবে উক্ত কাজের পরিমাণকে এক জুল কাজ বলে।

$\therefore$ 1Joule =1Newton × 1m.

(খ) এফ পি এস (F.P.S) পদ্ধতি ঃ-

কোনো বস্তুর উপর এক পাউন্ডাল বল ক্রিয়া করে বস্তুটির বলের অভিমুখে যদি এক ফুট সরণ ঘটায় তবে উক্ত কাজের পরিমাণকে এক ফুট-পাউন্ডাল কাজ বলে।

$\therefore$ 1ft-poundal =1poundal × 1ft.

(গ) সি জি এস (C.G.S) পদ্ধতি ঃ-

কোনো বস্তুর উপর এক ডাইন বল ক্রিয়া করে বস্তুটির বলের অভিমুখে যদি এক সেন্টিমিটার সরণ ঘটায় তবে উক্ত কাজের পরিমাণকে এক আর্গ কাজ বলে।

$\therefore$ 1erg =1dyne × 1cm.

কাজ বা শক্তি এর অভিকর্ষীয় একক সমূহ

এস আই (M.K.S বা S.I) পদ্ধতি একক ঃ- এক কিলোগ্রাম ভরবিশিষ্ট বস্তুকে অভিকর্ষীয় বলের বিরুদ্ধে এক মিটার খাড়া উচ্চতায় উঠতে যে পরিমাণ কাজ হয় তাকে কাজের এক কিলোগ্রাম- মিটার কাজ বলে। $\therefore$ 1kg-m =1kg-wt × 1m.

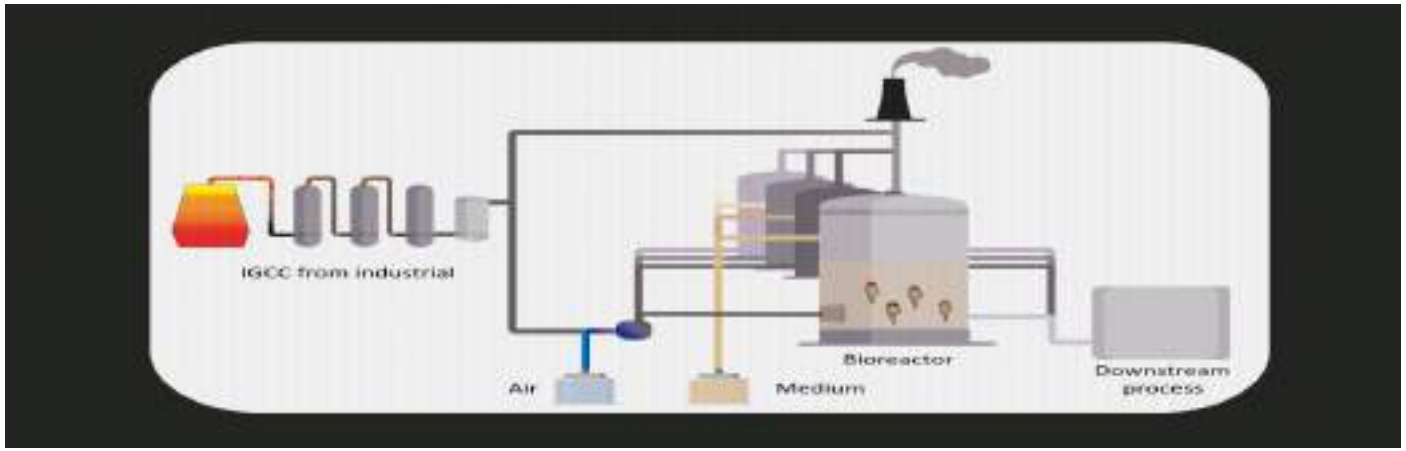
এফ পি এস (F.P.S) পদ্ধতি একক ঃ- এক পাউন্ড ভরবিশিষ্ট বস্তুকে অভিকর্ষীয় বলের বিরুদ্ধে এক ফুট খাড়া উচ্চতায় উঠতে যে পরিমাণ কাজ হয় তাকে এক ফুট-পাউন্ড কাজ বলে। $\therefore$ 1ft-poundal =1pound-wt × 1ft.

সি জি এস (C.G.S) পদ্ধতি একক ঃ- এক গ্রাম ভরবিশিষ্ট বস্তুকে অভিকর্ষীয় বলের বিরুদ্ধে এক সেন্টিমিটার খাড়া উচ্চতায় উঠতে যে পরিমাণ কাজ হয় তাকে এক গ্রাম-সেমি কাজ বলে। $\therefore$ 1gm-cm =1gm-wt × 1cm.

অশ্বক্ষমতা

প্রতি সেকেন্ডে ৫৫০ ফুট পাউন্ড কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্বক্ষমতা বলে।
অথবা ৫৫০ পাউন্ড-ওজন বল প্রয়োগ বলের ক্রিয়ারেখা বরাবর বস্তুর প্রতি সেকেন্ডে সরণ ১ ফুট হলে যে ক্ষমতায় কাজ সম্পন্ন হয়, তাকে এক অশ্বক্ষমতা বলে।

বৈদ্যুতিক ব্যবহারিক একক ঃ- ক্ষমতার বৈদ্যুতিক ব্যবহারিক এককে ওয়াট (Watt) বলে।
প্রতি সেকেন্ডে এক জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক ওয়াট (Watt) বলে।
∴ ১ ওয়াট = ১ জুল/সেকেন্ড $=10^7$ আর্গ/সেকেন্ড



অশ্বক্ষমতা ও ওয়াটের মধ্যে সম্পর্ক ঃ-

1 H.P = 550 ফুট পাউন্ড /সেকেন্ড

= 550× 32.2 ফুট-পাউন্ডাল/সেকেন্ড

$=550 \times 32.2 \times 4.21 \times 10^5$ আর্গ/সেকেন্ড

$=746 \times 10^7$ আর্গ/সেকেন্ড

=746 জুল/সেকেন্ড

=746 Watt

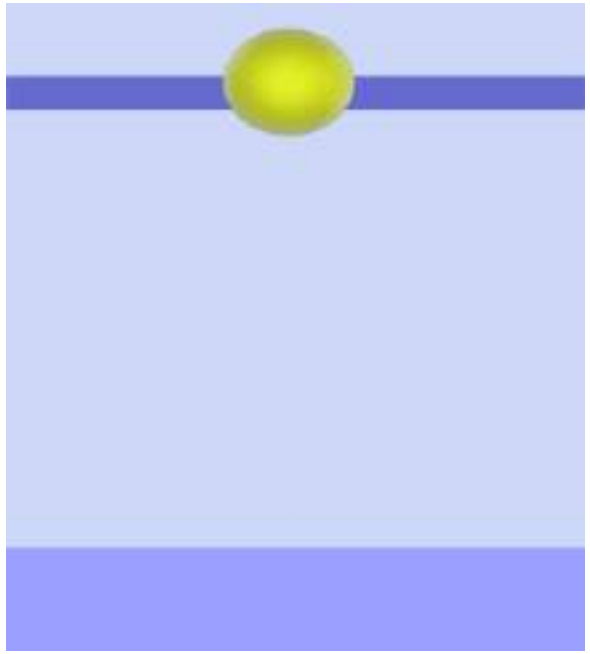
শক্তি ও ক্ষমতার মধ্যে পার্থক্য লিখ?

শক্তি ও ক্ষমতার মধ্যে পার্থক্যগুলো নিচে দেওয়া হলো -

পার্থক্যের বিষয়	শক্তি	ক্ষমতা
১। সংজ্ঞা	কোনো বস্তুর কাজ করার সাম্যর্থকে শক্তি বলে।	কোনো বস্তুর একক সময়ে যে পরিমাণ কাজ সম্পাদন করে তাকে ঐ বস্তুর ক্ষমতা বলে।
২। পরিমাপ	মোট সম্পন্ন কাজ দিয়ে শক্তি নিরুপন করা হয় এক্ষেত্রে সময়ের কোন প্রভাব নেই।	নির্দিষ্ট পরিমাপ কাজ করতে যার যত কম সময়ে লাগে তার ক্ষমতা তত বেশি। তাই ক্ষমতা নির্ণয়ে সময়ের প্রয়োজন।
৩। পরিবর্তন	শক্তি প্রকারভেদ আছে। বিভিন্ন উৎস থেকে শক্তি পাওয়া যায় এবং এরা একরুপ থেকে অন্যরুপে রুপান্তরিত হয়।	ক্ষমতার প্রকারভেদ আছে। তাই রুপান্তরের প্রশ্নই উঠে না।
৪। মাত্রা	শক্তি মাত্রা $(\mathrm{M}L^2T^{-2})$	ক্ষমতার মাত্রা $(\mathrm{M}L^2T^{-3})$
৫। একক	শক্তির একক - Joule.	ক্ষমতার একক -Watt.

শক্তির নিত্যতার সূত্র- এর বর্ণনা ও প্রমাণ

শক্তির নিত্যতার সূত্র ঃ- শক্তি অবিনশ্বর, এর সৃষ্টিও নেই, ধ্বংসও নেই। এটি কেবল এক রুপ থেকে অন্য রুপে পরিবর্তিত হতে পারে। রুপান্তরের আগে ও পরে মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট এবং অপরিবর্তনীয়, একে শক্তির নিত্যতার সূত্র বলে।



মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে শক্তির নিত্যতার সূত্রের প্রমাণ

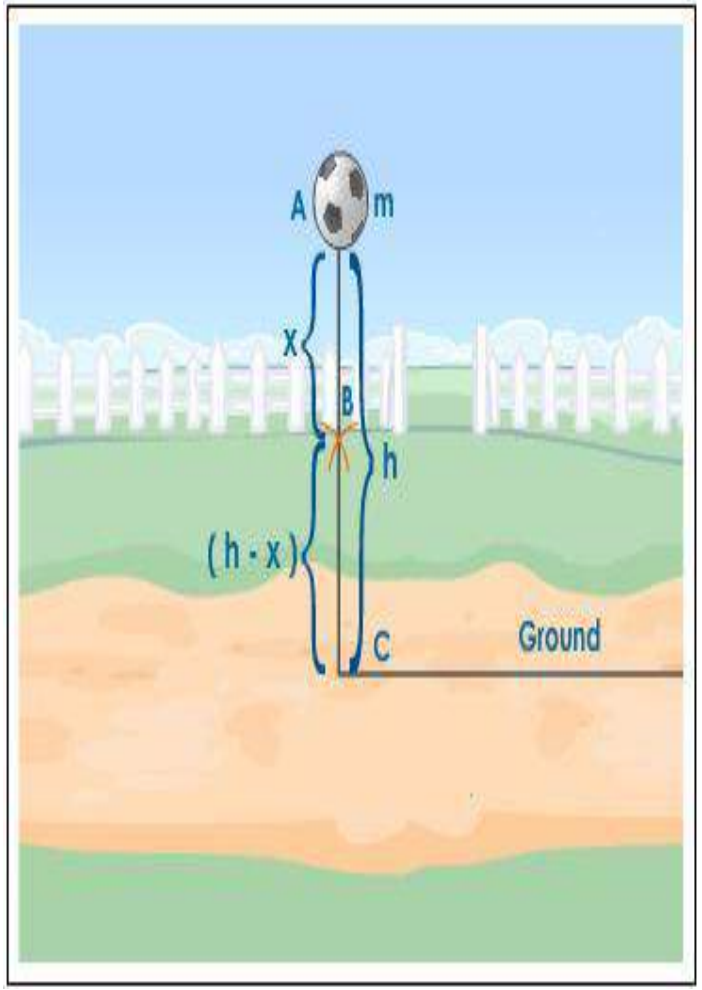
ধরি, m ভরের একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতায় A বিন্দুতে উঠিয়ে স্থির করে রাখা হলো।

এখানে স্থিতিশক্তি = mgh এবং গতিশক্তি = 0

অতএব A বিন্দুতে মোট শক্তি = mgh +0

= mgh .....(1)

এখন A বিন্দু থেকে বস্তুটিকে খাড়া মুক্তভাবে পড়তে দিলে বস্তুটি যতই নিচে পড়তে থাকবে ততই স্থিতিশক্তি গতিশক্তিতে রুপান্তরিত হবে। ধরি, বস্তুটি একটা নির্দিষ্ট সেকেন্ডে দূরত্ব x অতিক্রম করে B বিন্দুতে পৌছানোর মুহূর্তে v বেগ প্রাপ্ত হল।



B বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2}m \cdot 2gx \quad [\because v^2 = 2gx \; ; u=0]$

$= mgx$

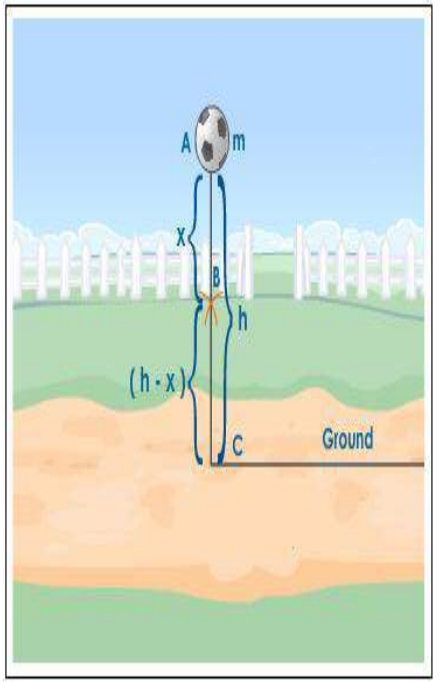
B বিন্দুতে স্থিতিশক্তি $= mg(h-x)$

এখন B বিন্দুতে মোট শক্তি = স্থিতিশক্তি + গতিশক্তি

$= mg(h-x) + mgx$

$= mgh - mgx + mgx$

$= mgh$ .....(2)

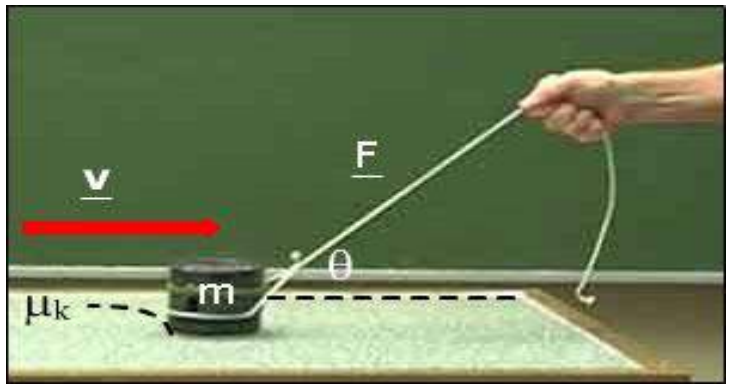


B বিন্দুতে এই মোট শক্তি A বিন্দুতে মোট শক্তির সমান।

অতএব, মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে শক্তির নিত্যতার সূত্র প্রমাণিত।

গতিশক্তি

কোনো গতিশীল বস্তু গতিশীল থাকার জন্য যে শক্তি লাভ করে থাকে তাকে গতিশক্তি বলে। বস্তুকে গতিশীল করার জন্য যে পরিমাণ শক্তি বস্তুকে দেওয়া হয় বা গতিশীল বস্তুকে থামাতে যে পরিমাণ শক্তি বস্তু থেকে বের করে নেওয়া হয়, তা দিয়ে বস্তুর গতিশক্তি পরিমাপ করা হয়। চলন্ত ফুটবল অন্য কোন ছোট বস্তুকে আঘাত করলে বস্তুটি সরে যায়, অর্থাৎ কাজ করে। কাজেই দেখা যায়, গতিশীল অবস্থায় বস্তু কাজ করার শক্তি বা সামর্থ্য লাভ করে। গতিশীল বস্তু থামার পূর্বে যে পরিমাণ কাজ করে, তাই বস্তুটির গতিশক্তি অথবা চলন্ত একটি রাইফেলের গুলি বা চলন্ত সাইকেল।



গতিশক্তি এবং স্থিতিশক্তির মধ্যে পার্থক্য লিখ?

নিচে গতিশক্তি এবং স্থিতিশক্তির মাঝে পার্থক্যগুলো দেওয়া হলোঃ-

পার্থক্যর বিষয়	গতিশক্তি	স্থিতিশক্তি
১। সংজ্ঞা	কোনো গতিশীল বস্তু গতিতে থাকার জন্য যে শক্তি লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে।	বস্তু নির্দিষ্ট স্থানে থাকার জন্য বা অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি প্রাপ্ত হয় তাকে ঐ বস্তুর স্থিতিশক্তি বলে।
২। সমীকরণ	গতিশক্তির সমীকরণ হলো $=\frac{1}{2}mv^2$	স্থিতিশক্তির সমীকরণ অভিকর্ষজ ক্ষেত্রে $= mgh$ এবং স্প্রিংয়ের ক্ষেত্রে $= \frac{1}{2}kx^2$
৩। তল	গতিশক্তির ক্ষেত্রে কোনো আর্দশ তলের প্রয়োজন হয় না।	স্থিতিশক্তি ক্ষেত্রে আর্দশ তলের প্রয়োজন হয়।
৪। শক্তির উপস্থিতি	বস্তুর বেগ না থাকলে গতিশক্তি থাকে না।	তলের সাপেক্ষে স্থিতিশক্তি থাকে।
৫। অণু- পরমাণর অবস্থান	এটি বস্তুর অণু পরমাণুগুলোর আপেক্ষিক অবস্থানের উপর নির্ভর করে না।	এটি বস্তুর অণু- পরমাণুগুলো আপেক্ষিক অবস্থানের উপর নির্ভর করে।

স্থিতি শক্তির ও গতিশক্তির সমীকরণ

স্থিতিশক্তি সমীকরণ:- এই সমীকরণ আবার দুই ধরনের -

(ক) অভিকর্ষজ স্থিতিশক্তি ঃ-

অভিকর্ষ বলের বিরুদ্ধে কাজ করে কোনো বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন করলে বস্তুর মধ্যে যে শক্তির সঞ্চার হয় বা কাজ করার সামর্থ্য লাভ করে তাকে অভিকর্ষজ স্থিতি শক্তি বলে। আর্দশ অবস্থানের সাপেক্ষে সাধারণত বস্তুর অভিকর্ষজ স্থিতিশক্তি মাপা হয়। অভিকর্ষজ স্থিতিশক্তির জন্য ভূপৃষ্ঠকে আর্দশ হিসাবে ধরা হয়। বা ভূপৃষ্ঠে স্থিতিশক্তি শূন্য। বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ থেকে ঐ উপরে যত উঠানো হয় তার স্থিতিশক্তি তত বেড়ে যায়। বস্তুকে উপরে উঠাতে অভিকর্ষজ বলের বিরুদ্ধে কাজ করতে হয় যা ঐ বস্তুর মধ্যে স্থিতিশক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকে।

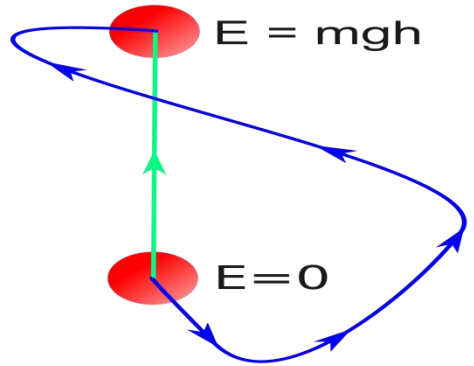
ধরি, m ভরের একটি বস্তুকে ভূপৃষ্ঠ P থেকে h উচ্চতায় Q তে উঠানো হলে এখানে অভিকর্ষ বলই কার্যকরী বল।

অতএব, অবস্থার পরিবর্তনের জন্য কৃতকাজ বা স্থিতিশক্তি = অভিকর্ষজ বল × উচ্চতা

$$= F \times h$$

$$\therefore \text{স্থিতিশক্তি} = mgh \quad [\because F=mg]$$

স্থিতিশক্তি পরম একক = Joule

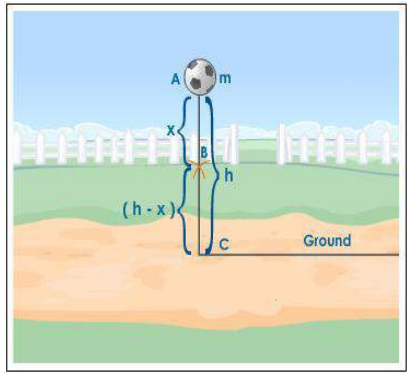


স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তি

যান্ত্রিক শক্তি দুই প্রকার যথাঃ-

১। স্থিতি শক্তি ও

২। গতিশক্তি।



১। স্থিতিশক্তি ঃ-

কোনো বস্তুর নির্দিষ্ট স্থানে থাকার জন্য বা বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি প্রাপ্ত হয় তাকে ঐ বস্তুর স্থিতি শক্তি বলে।

স্থিতি শক্তি আবার দুই প্রকার যথা- অভিকর্ষজ স্থিতিশক্তি ও স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি

একটা ইটকে ছাদের উপরে তুললে ইটের যে শক্তি সঞ্চিত হবে তা অভিকর্ষজ স্থিতিশক্তি। অন্যদিকে হাতখড়ি বা দেওয়ালে ঘড়িতে চাবি দিলে স্প্রিং এর যে বিকৃতি ঘটবে এবং যে শক্তির সৃষ্টি হবে তা স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি।

(খ) স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি ঃ-

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর আকার পরিবর্তনের জন্য যে শক্তি বস্তুর মধ্যে সঞ্চিত হয়, তাকে স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি বলে।

ধরি, m ভরের একটি ব্লককে ঘর্ষণমুক্ত টেবিলের উপর রাখা একটি স্প্রিংয়ের সাথে যুক্ত করা হলো যার অপর প্রান্ত দৃঢ়ভাবে বাঁধা আছে।

ধরি, F পরিমাণ টানা বল প্রয়োগ করায় স্প্রিংটির দৈর্ঘ্য x পরিমাণ বৃদ্ধি পায়।

যেহেতু $F \propto x$

$F = kx$ এখানে K সমানুপাতিক ধ্রুবক।

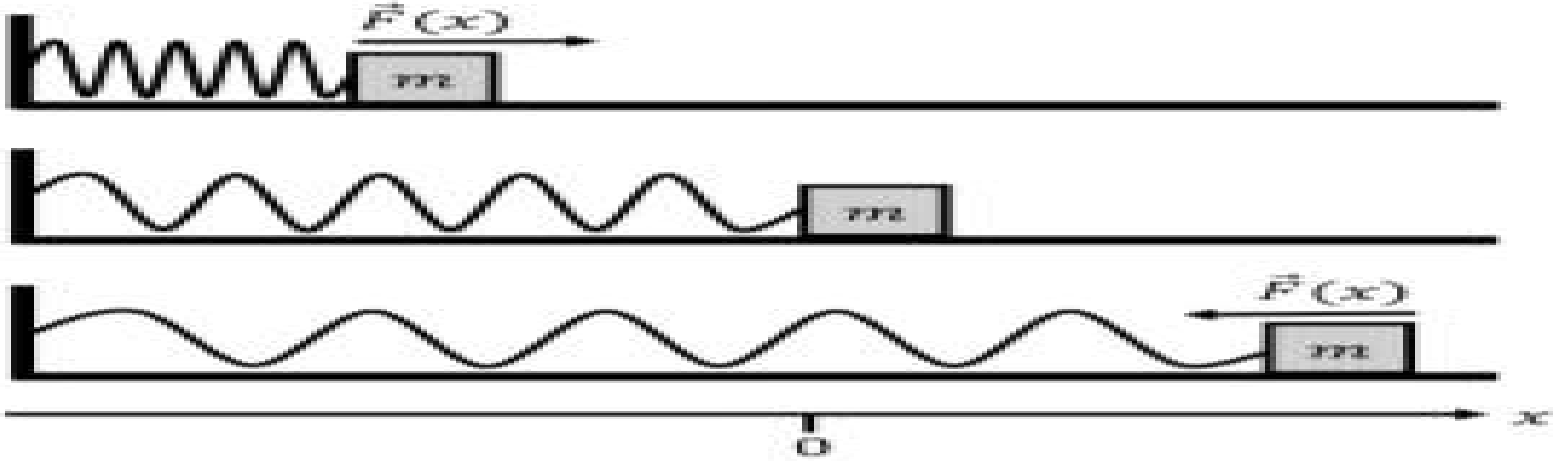
নিউটনের তৃতীয় সূত্র অনুসারে স্প্রিংয়ের বল $F = - kx$ ।

স্প্রিংয়ের দৈর্ঘ্য শূন্য থেকে x পরিমাণ বৃদ্ধির সময় গড় বল $= \frac{0+F}{2} = \frac{F}{2}$ ।

এই গড় বল স্প্রিংয়ের দৈর্ঘ্য x পরিমাণ বৃদ্ধি করে।

$\therefore$ x পরিমাণ বৃদ্ধিতে স্প্রিংয়ের উপর কাজ = গড় বল $\times$সরণ $= \frac{F}{2} \times$ x

স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি $= \frac{1}{2} kx \times x = \frac{1}{2} k x^2$ ... ... (1)



গতিশক্তির সমীকরণ

কোনো গতিশীল বস্তুর কাজ করার জন্য যে শক্তি লাভ করে তাকে গতিশক্তি বলে। স্থির বস্তুকে গতিশীল করতে যে শক্তি দিতে বা গতিশীল বস্তুকে থামাতে যে শক্তি বের করে নিতে হয় তা দিয়ে গতিশক্তির পরিমাপ করা হয়।

ধরি, m ভরের একটি বস্তুর উপর অসম বল F কাজ করে বস্তুটিকে P থেকে Q বিন্দুতে S দূরত্বে সরানো হলো। ধরি, বস্তুটি এ সময়ে a সমত্বরণে চলে শেষ বেগ v প্রাপ্ত হয় ।

এখন গতির সমীকরণ থেকে $v^2 = u^2 + 2as$

বা, $v^2 = 2as$ [$\because$ u=0]

বা, $as = \frac{1}{2}v^2$

বস্তুটিকে v বেগ দিতে যে কৃতকাজ হলো তাই গতিশক্তি,

গতিশক্তি = কাজ = বল × সরণ

E_k = F × s

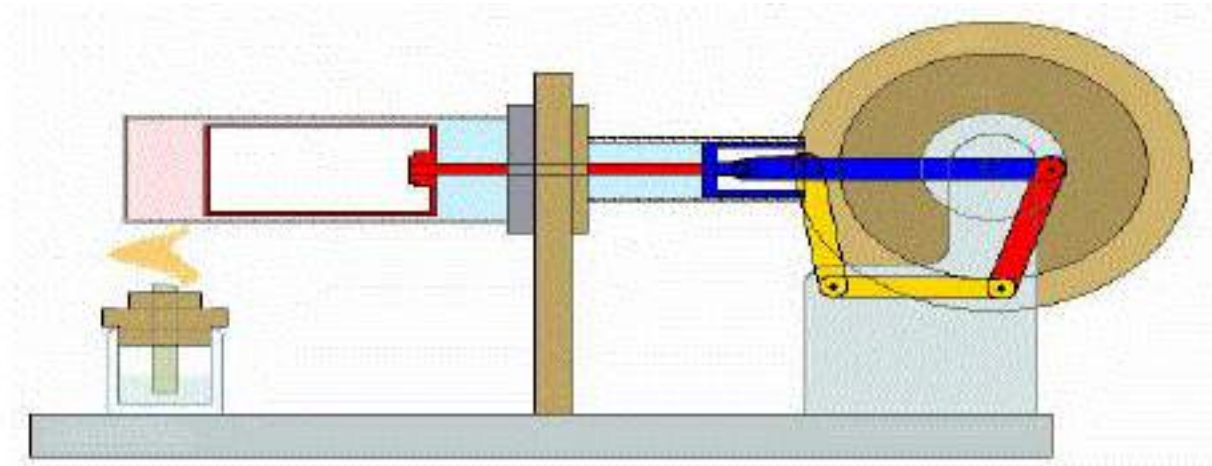
= ma × s = mas

E_k = m × $\frac{1}{2}v^2 = \frac{1}{2}mv^2$

গতিশক্তি, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$ ----------(১)

কর্মদক্ষতা বলতে কি বুঝ ?

শক্তি আমাদের জীবনে অনেক কার্য সম্পাদিত করে। শক্তি রপান্তরিত হয়ে বিভিন্ন কাজ সম্পন্ন করে। যেমন- পেট্রোলের রাসায়নিক শক্তি, গতিশক্তিতে রুপান্তরিত হয়ে ইঞ্জিন চালানোর কাজে ব্যবহৃত হয়। বৈদ্যুতিক মোটর বৈদ্যুতিক শক্তিতে যান্ত্রিক শক্তিতে রুপান্তরিত করে কল কারখানা ইত্যাদি চালানো কাজে ব্যবহৃত হয়। ইঞ্জিন বা কলকারখানায় যতটুকু শক্তি পাওয়া যায়, তাকে কার্যকর বলে।



কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতাকে বলতে কার্যকর শক্তি এবং প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে বুঝায়। একে সাধারণত η (ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এবং সংক্ষেপে দক্ষতা বলে।

সংজ্ঞানুসারে, $\eta = \frac{\text{কার্যকর শক্তি}}{\text{প্রদত্ত মোট শক্তি}} \times 100\%$

সাধারণত কর্মদক্ষতাকে শতকরা হিসেবে প্রকাশ করা হয়। যেমন কোনো যন্ত্রের কর্মদক্ষতা ৮০% বলতে বুঝা যায় যে, ১০০ একক শক্তি সরবরাহ করলে তার মাত্র ৮০ একক শক্তি কাজে লাগে এবং ২০ একক শক্তির অপচয় হবে।

10kg ভরবিশিষ্ট একটি বস্তু 10m মিটার উচ্চতা হতে পড়ল। 'g'এর মান $980 ms^{-2}$ হলে বস্তুটির গতিশক্তি কত ?

সমাধান ,

আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2gh$

$= 0 + 2 \times 9.8 \times 10$

$\therefore v^2 = 196\ ms^{-1}$

আবার, $E_k = \frac{1}{2} mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 10 \times 196$

$= 980\ Joule (\text{Ans})$

এখানে,

আদিবেগ, $u = 0 ms^{-1}$

শেষবেগ, $= v\ ms^{-1}$

ভর, m = 10kg

উচ্চতা, h= 10m

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 980 cms^{-2}$

$= 9.8 ms^{-2}$

গতিশক্তি, E_k=?

কোনো কূপ থেকে ১০ মিটার উপরে পানি তোলার জন্য ৪ কিলোওয়াটের একটি পাম্প ব্যবহার করা হয় । পাম্পের দক্ষতা ৮০% হলে প্রতি মিনিটে কী পরিমাণ পানি তোলা যাবে।

সমাধান, আমরা জানি,

কাজ, $W = mgh = m \times 9.8 \times 10$

$= 98 \times m$

ক্ষমতা, $P = \frac{W}{t} = \frac{98 \times m}{60}$

শর্তমতে , $\frac{98 \times m}{60} = \frac{4 \times 1000 \times 80}{100}$

বা, $m = \frac{4 \times 1000 \times 80 \times 60}{100 \times 98}$

$\therefore m = 1959.18$ Litre

এখানে, উচ্চতা, $h = 10m$

সময় , $t = 1min = 60$ sec

অভিকর্ষজ ত্বরণ , $g = 9.8 ms^{-2}$

দক্ষতা ,$= 80\% = \frac{80}{100}$

পাম্পের ক্ষমতা ,$= P = 4KWatt = \frac{4 \times 1000 \times 80}{100}$ Watt

ভর, $m = ?$

বাড়ির কাজ

১। আজকের পাঠের অনুশীলন

২। কাজ,ক্ষমতা ও শক্তি এর সংজ্ঞা।

৩। কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি এর একক ও মাত্রা ।

৪। শক্তি ও ক্ষমতার মধ্যে পাথর্ক্য।

৫। শক্তির নিত্যতার সূত্র এর বর্ণনা ও প্রমাণ।

৬। স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির কি এর সমীকরণ এবং এদের মধ্যে পার্থক্য।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে ।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন-----

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট.

শেরপুর।

আলোচনা বিষয় ঃ-৯ম অধ্যায় (স্থিতিস্থাপকতা)

আমরা আজকের এই পাঠে যা যা শিখতে পারব।

১। স্থিতিস্থাপকতা এবং স্থিতিস্থাপক সীমা এর সংজ্ঞা।

২। পদার্থের কতগুলো সাধারণ ও বিশেষ ধর্ম বৈশিষ্ট্য।

৩। পীড়ন ও বিকৃতি এর সংজ্ঞা এবং তাদের একক ও মাত্রা।

৪। হুকের সূত্র এর বর্ণনা এবং ব্যাখ্যা।

৫। বিভিন্ন প্রকার স্থিতিস্থাপক গুণাংক।

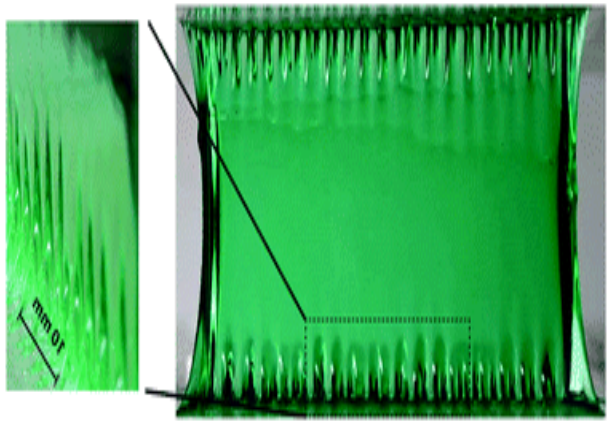
৬। পয়সন- এর অনুপাতের সংজ্ঞা ও ব্যাখ্যা এবং বিকৃতির দরুন কৃতকাজ।

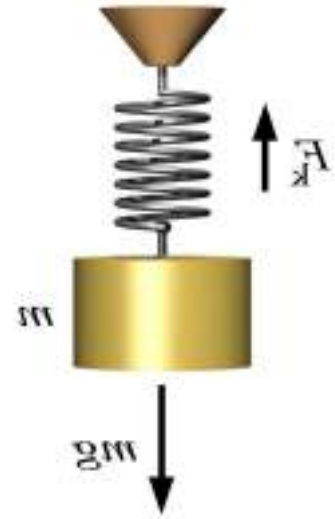
৭। এই অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সমাধান করব।

স্থিতিস্থাপকতা

পদার্থের কতগুলো সাধারণ ও বিশেষ ধর্ম এর নাম ঃ-

যাদের ওজন আছে, স্থান দখল করে এবং অবস্থার পরিবর্তনে বাধা প্রদান করে তাদেরকে পদার্থ বলে। পদার্থের তিন অবস্থায় থাকতে পারে। যথা ঃ- কঠিন, তরল, বায়বীয় পদার্থ। পদার্থের কতগুলো গুণ থাকে। তাদেরকে ঐ পদার্থের ধর্ম বলে।





পদার্থের দুই ধরনের ধর্ম আছে।

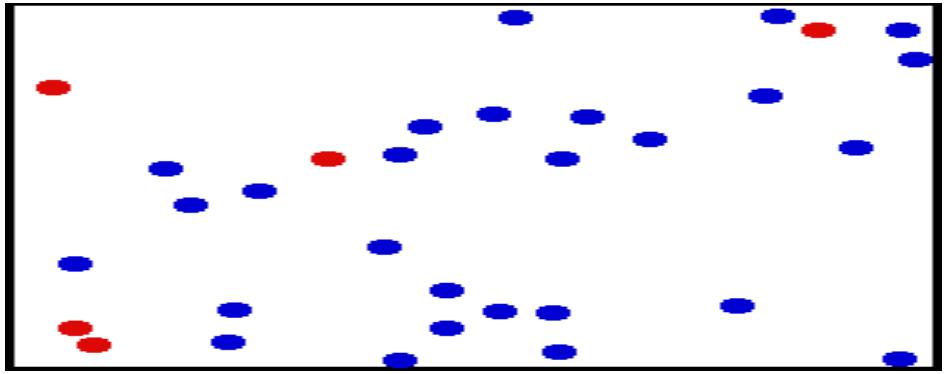
(১) সাধারণ ধর্ম ও

(২) বিশেষ ধর্ম।

যে ধর্ম সকল পদার্থেই কম বা বেশি থাকে পদার্থের সাধারণ ধর্ম বলে। পদার্থের সাধারণ ধর্মগুলো হলো-

(১) ওজন ঃ-কোনো বস্তুকে যে পরিমাণ বল দ্বারা পৃথিবী তার কেন্দ্রের দিকে টানে তাকে ঐ বস্তুর ওজন বলে।

(২) বিস্তৃতি ঃ- প্রত্যেক পদার্থ এর অবস্থানের জন্য কিছুটা স্থান দখল করে। এটাই পদার্থের বিস্তৃতি।



(৩) জড়তা ঃ- প্রত্যেক পদার্থই সব সময়ের জন্য তার স্থির বা গতিশীল অবস্থাকে অক্ষুন্ন রাখতে চায়। পদার্থের এই ধর্মকে জড়তা বলে।

(৪) স্থিতিস্থাপকতা ঃ- পদার্থের যে ধর্মের জন্য তার উপর বল প্রয়োগ করে বল তুলে নিলে সে আগে অবস্থায় ফিরে আসে তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

(৫) ভর ঃ- কোনো বস্তুর মোট পদার্থের পরিমাণকে ভর বলে। একটি মৌলিক বৈশিষ্ট্য।

ঘনত্ব ঃ- কোনো বস্তুর একক আয়তনের ভরকে ঘনত্ব বলে।

(৬) আসক্তি বা সংসক্তি ঃ- একই বস্তুর বিভিন্ন অণুর মধ্যে পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে আসক্তি বা সংসক্তি বলে।

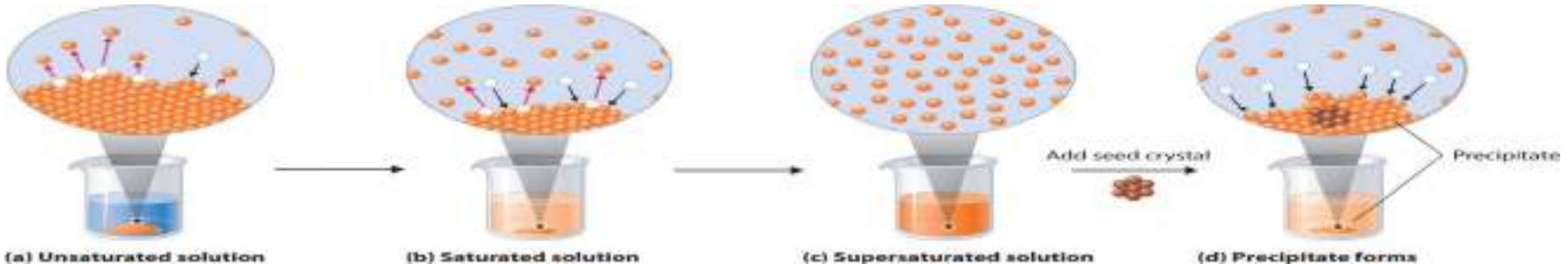
(৭) মহাকর্ষ ঃ- এই মহাবিশ্বে প্রত্যেকটি বস্তুই প্রত্যেকটি বস্তুকে তার নিজের একটি বল দ্বারা আকর্ষণ করে। এই বলকে মহাকর্ষ।

(৮) বিভাজ্যতা ঃ- প্রত্যেক পদার্থকে ভেঙে গুঁড়া করলে তা কতগুলো ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র কণায় পরিণত হয়। পদার্থের এই ধর্মকে বিভাজ্যতা বলে।

(৯) ঘর্ষণ ঃ- কোন একটি বস্তুকে অন্য একটি বস্তুর ইপর দিয়ে গতিশীল করার চেষ্টা করলে স্পর্শ তলে একটি গতিরোধমূলক বলের সৃষ্টি হয়। এই বলকে ঘর্ষণ বলে।

(১০) অভেদ্যতা ঃ- দুটি পদার্থ একই সঙ্গে একই জায়গা দখল করে থাকতে পারে না। পদার্থের এই ধর্মকে অভেদ্যতা বলে।

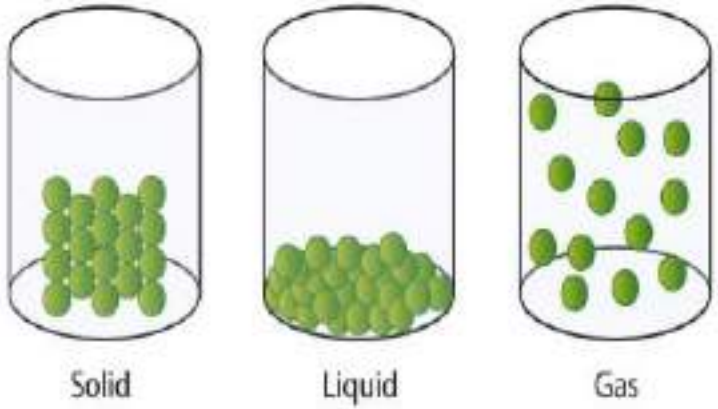
(১১) আসঞ্জন ঃ- ভিন্ন বস্তুর অণুর মধ্যে যে পারস্পরিক আকর্ষণ বল থাকে তাকে আসঞ্জন বলে।

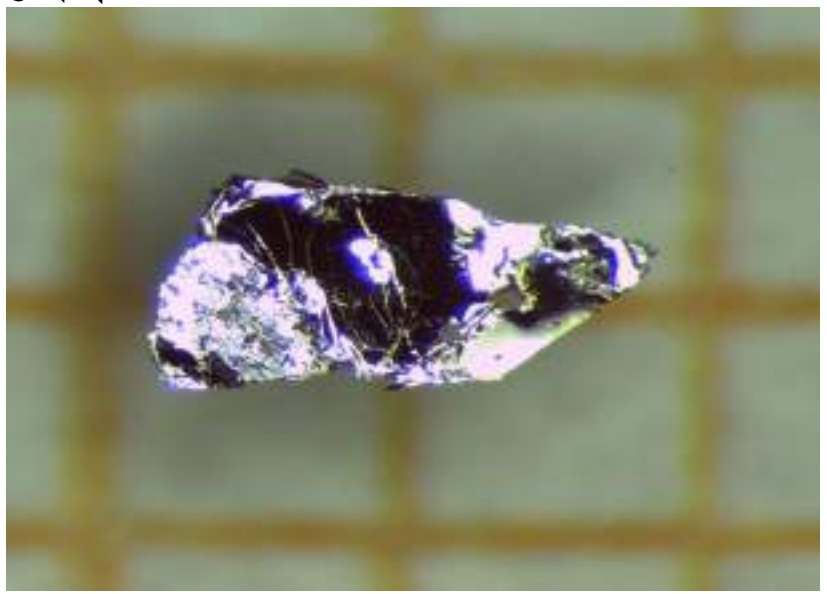


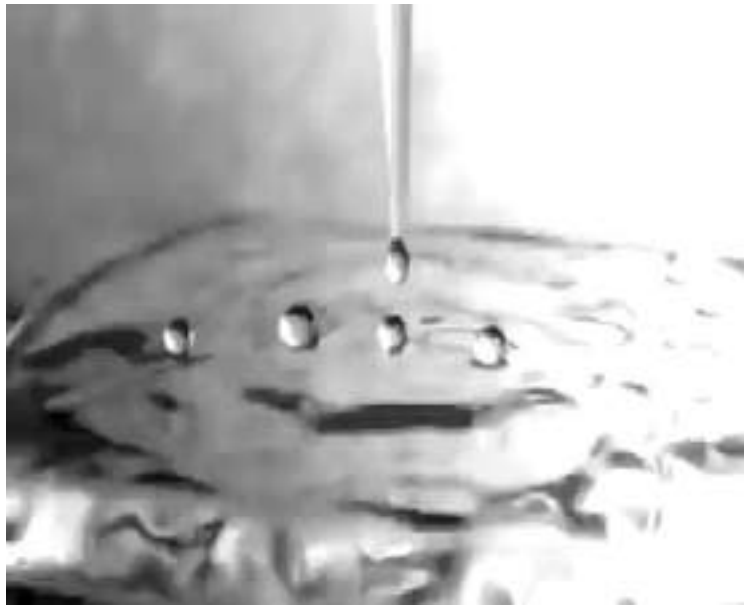
অন্যদিকে যে ধর্ম সকল পদার্থের নেই, কোন কোন পদার্থের আছে, তাকে ঐ পদার্থের বিশেষ ধর্ম বলে। নিচে পদার্থের কয়েকটি বিশেষ ধর্ম দেওয়া হলো-

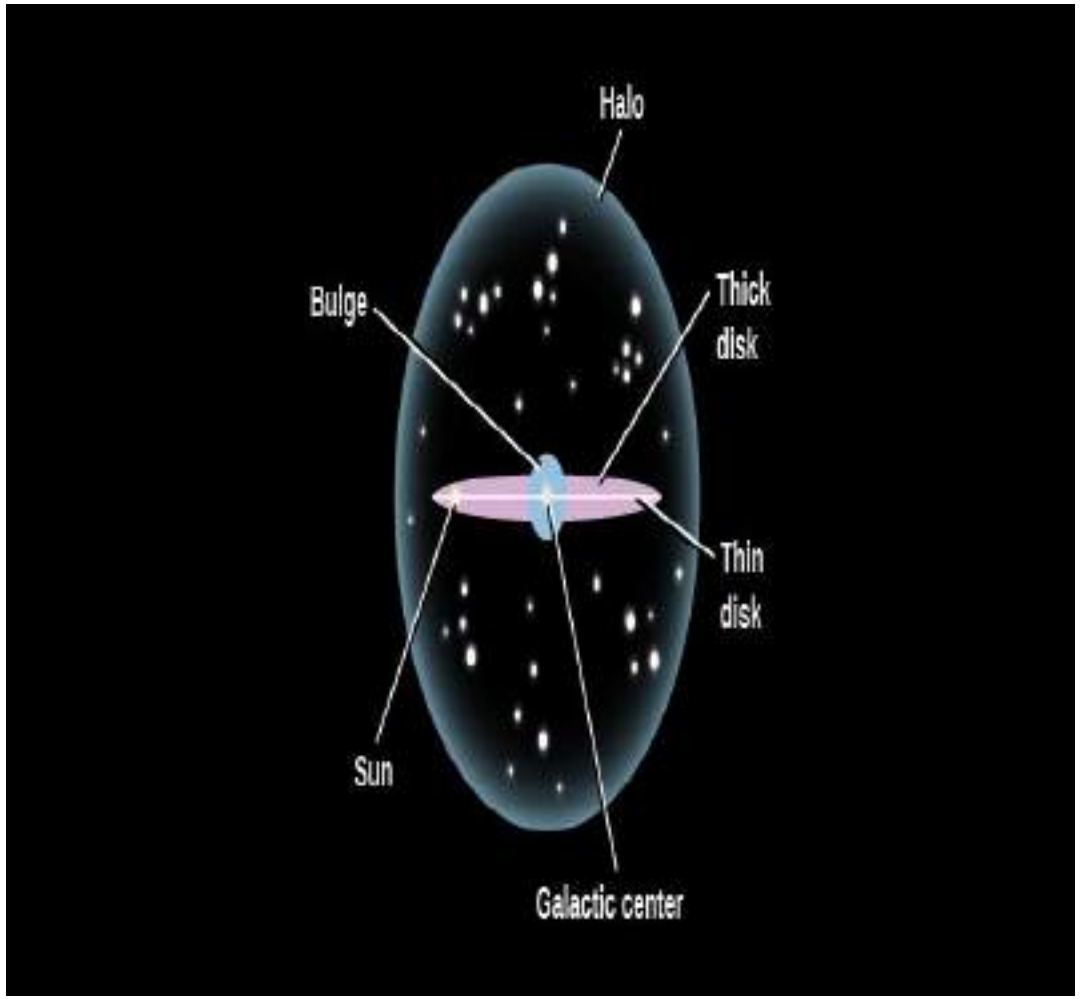
(১) তারতা ঃ- একটি ধাতব দন্ডকে ডাইয়ের মধ্য দিয়ে চালনা করলে তার তৈরী করার বৈশিষ্ট্যকে তারতা বলে।

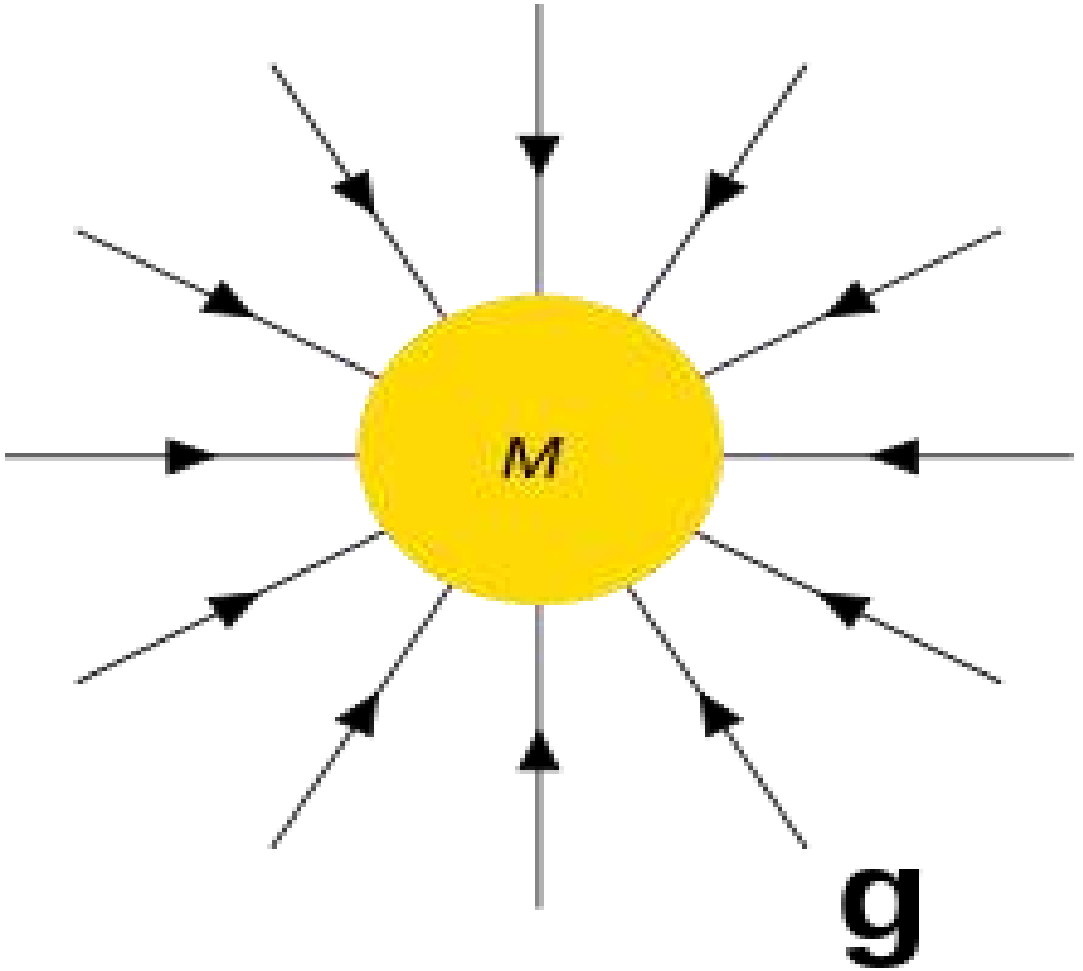
(২) পাততা ঃ- যে বৈশিষ্ট্যর জন্য ধাতব পদার্থকে হাতুড়ি দিয়ে পিটিয়ে পাতলা পাত করা যায় তাকে পাততা বলে।








Halo
Bulge
Thick
disk
Thin
disk
Sun
Galactic center


M
g

(৩) ভঙ্গরতা ঃ- যে বৈশিষ্ট্যের জন্য ধাতব বা কোন কঠিন পদার্থের উপর বল প্রয়োগ করলে তা ভেঙ্গে যায় তাকে ভঙ্গরতা বলে।

(৪) দৃঢ়তা ঃ- পদার্থের যে ধর্মের জন্য কঠিন বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল যতবেশি হোক না কেন তাতে বস্তুর কোনরুপ পরিবর্তন ঘটে না তাকে দৃঢ়তা বলে।

বস্তুর যে ধর্মের ফলে প্রযুক্ত বল সরিয়ে নেওয়ার পর বস্তুটি তার পূর্বের অবস্থা ফিরে আসে তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

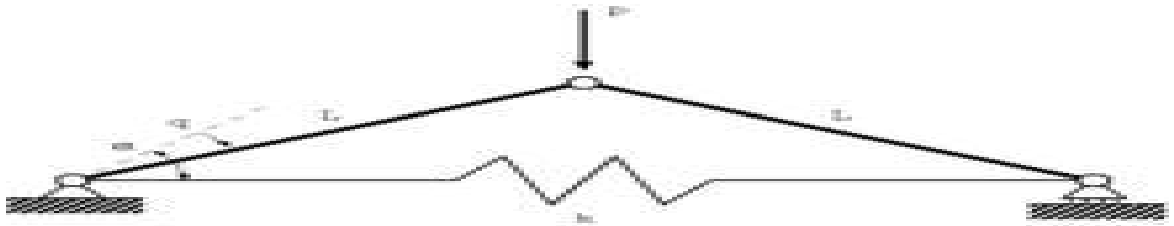
আন্তঃআণবিক বল ঃ- পদার্থের মধ্যে অনেক অণুর অল্প জায়গার মধ্যে অবস্থান করে অণুদের মধ্যে এক ধরনের আকর্ষণ বল থাকে এটাও সম্ভব পর হয়। এই বলকেই আন্তঃআণবিক বল বলে।

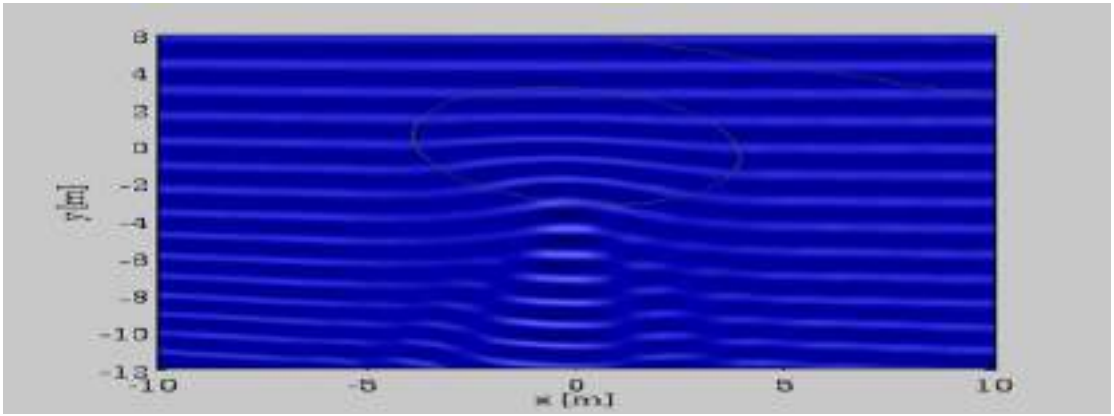
স্থিতিস্থাপকতা এবং স্থিতিস্থাপক সীমা এর সংজ্ঞা

বাহির থেকে প্রযুক্ত বল অপসারিত করলে বিকৃত বস্তু যে ধর্মের জন্য পূর্বের অবস্থায় ফিরে আসে তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

যে সব বস্তুর মধ্যে স্থিতিস্থাপকতা ধর্ম বিদ্যমান, তাদেরকে স্থিতিস্থাপক বস্তু বলে। বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে বস্তুর আকৃতি পরিবর্তন ঘটে। বল সরিয়ে নিলে তা আগের অবস্থায় ফিরে আসে। কিন্তু বল ধীরে ধীরে বৃদ্ধি করে এমন অবস্থায় আসে, তখন বল সরিয়ে নিলেও বস্তু তা আগের অবস্থায় ফিরে আসে না।

বাহ্যিক বলের যে নির্দিষ্ট সীমার পর্যন্ত বস্তু স্থিতিস্থাপক বস্তুর ন্যায় কাজ করে এবং ঐ প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে বস্তু আগের অবস্থায় ফিরে আসে তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।

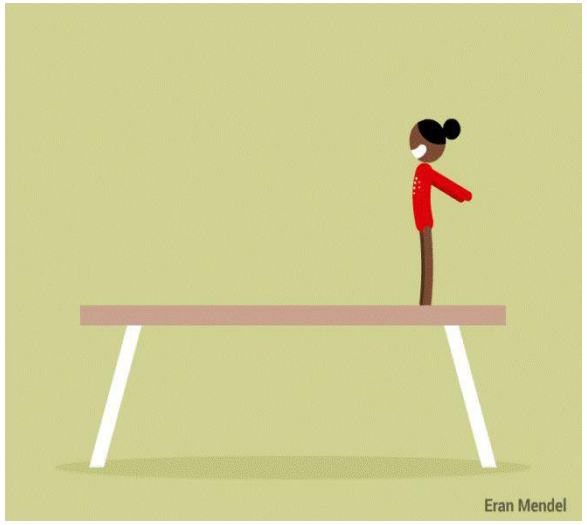


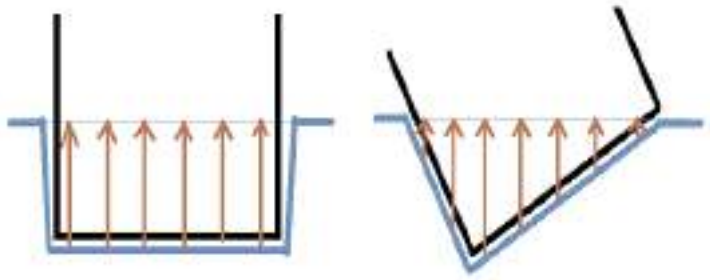


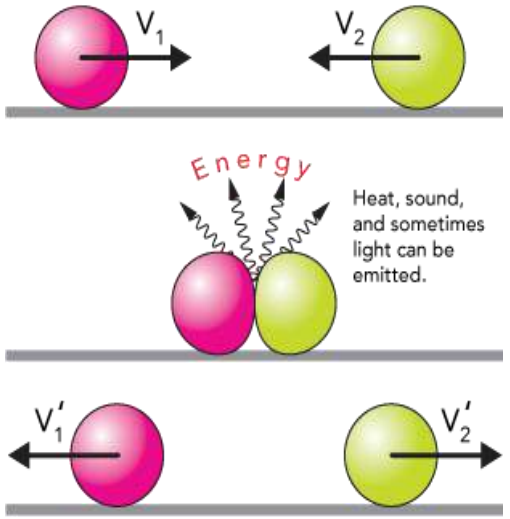
পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু ও পূর্ণ দৃঢ় বস্তু

পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু

কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করার পর সেই বল তুলে নিলে যদি বস্তুটি পূর্ণভাবে আগের অবস্থায় ফিরে আসে তবে ঐ বস্তুকে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক বস্তু বলে। বাস্তবে কোনো বস্তুই স্থিতিস্থাপক নয়।

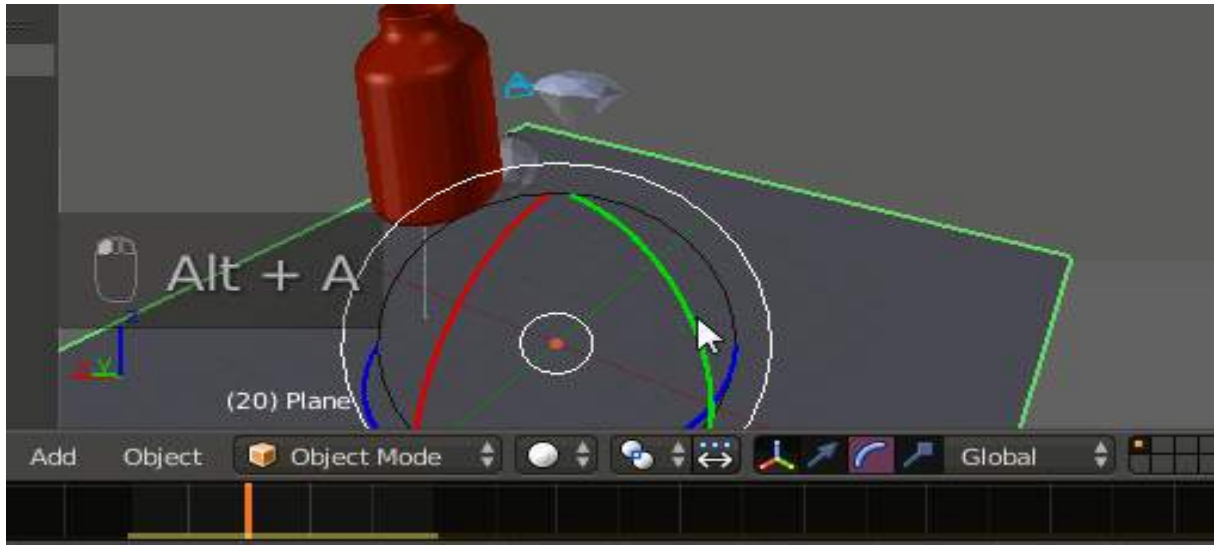


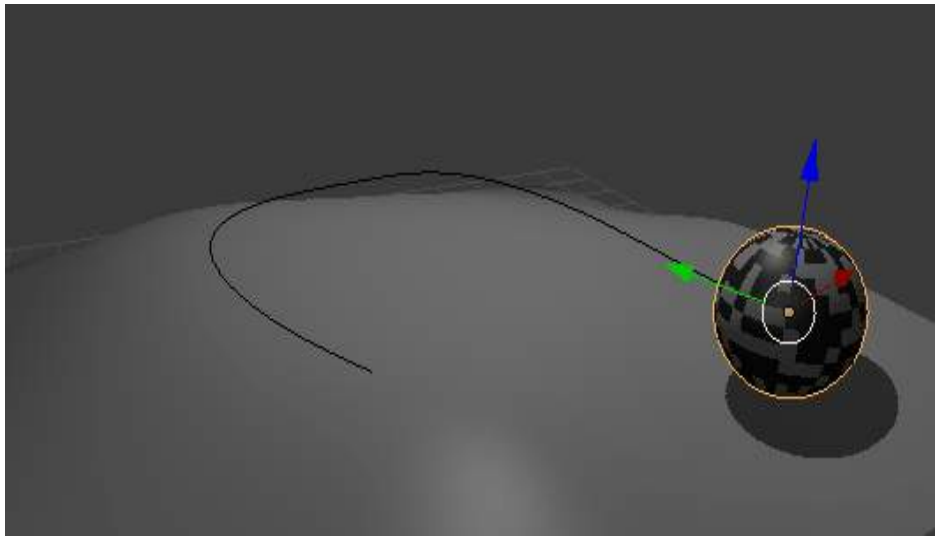




পূর্ণ দৃঢ় বস্তু ঃ-

কোনো বস্তুর উপর বাহির থেকে কোনো বল প্রয়োগ করা সত্ত্বেও আকার বা আকৃতির কোনো পরিবর্তন হয়না তাদেরকে দৃঢ় বস্তু বলে। বাস্তবে কোনো বস্তুই দৃঢ় নয়। তবে কাচ, ইস্পাত প্রভৃতিকে সাধারণত দৃঢ় বস্তু হিসেবে ধরা হয়।





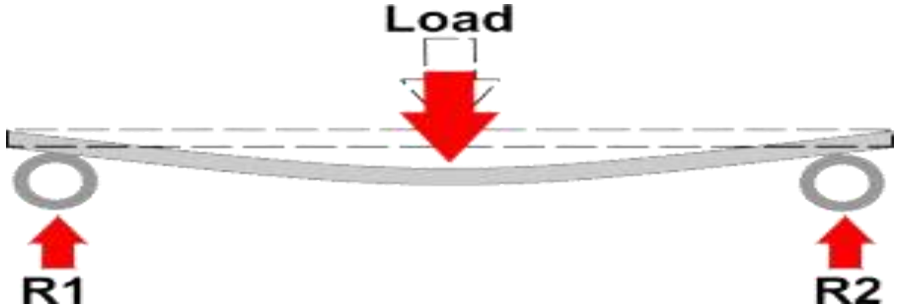
পীড়ন ও বিকৃতি এর সংজ্ঞা এবং তাদের একক ও মাত্রা

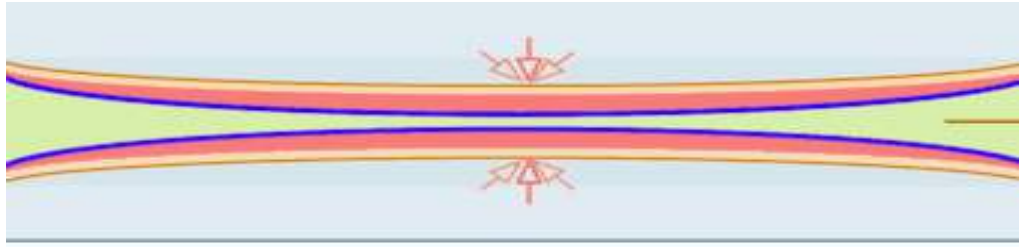
পীড়ন

বাইরে থেকে কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগে বিকৃত করলে বস্তুর ভিতর এক প্রকার বল সৃষ্টি হয় যা প্রযুক্ত বলের বিরুদ্ধে কাজ করে বস্তুকে আগের অবস্থায় ফিরিয়ে আনতে চায়। এ ক্রিয়ামূলক ও প্রতিক্রিয়ামূলক বলের সমানও বিপরীতমূখী। অতএব, কোনো একটি বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে যে পরিমাণ বল প্রযুক্ত হয়, ঐ বলকে পীড়ন বলে।

ধরি, বস্তুর ক্ষেত্রফল $=A$ এবং ঐ তলের উপর লম্বভাবে ক্রিয়াশীল বল $=F$ তবে

পীড়ন $=\frac{F}{A}$





পীড়নের মাত্রার সমীকরণ ঃ-

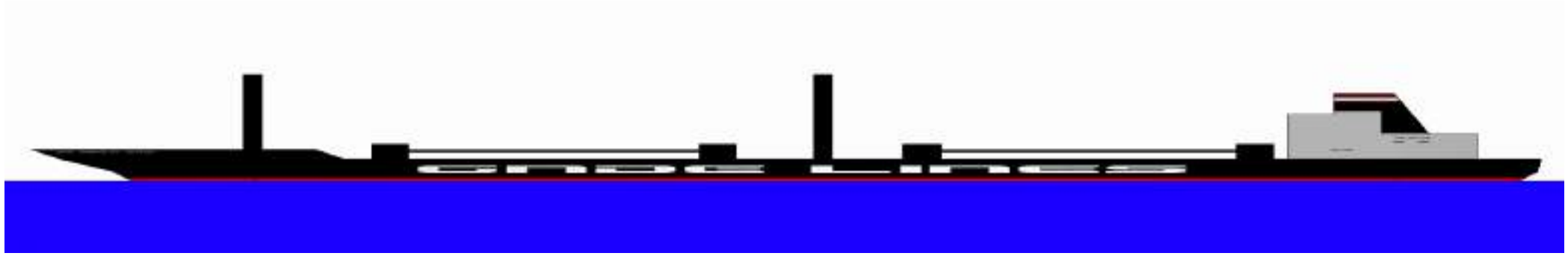
আমরা জানি, পীড়ন $(P) = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

$$= \frac{MLT^{-2}}{L^2}$$

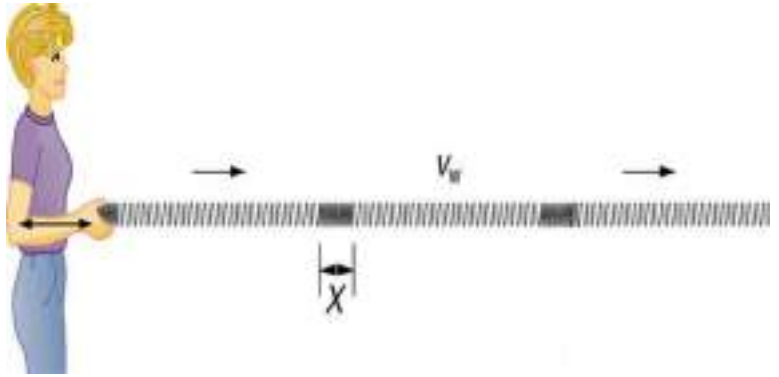
$$= [ML^{-1}T^{-2}]$$

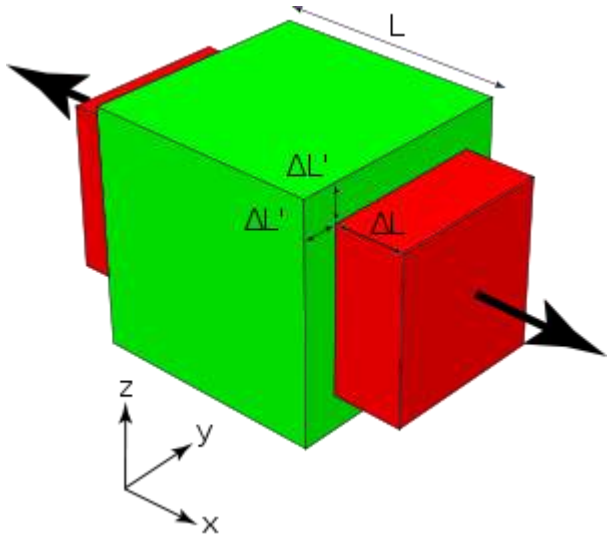
পীড়নের একক ঃ- এস আই পদ্ধতিতে পীড়নের একক - নিউটন/বর্গমিটার

সি জি এস পদ্ধতিতে পীড়নের একক - ডাইন / বর্গ সেমি



পীড়ন তিন প্রকার যথা ঃ-

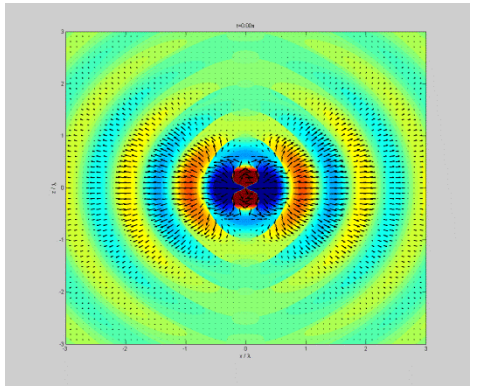


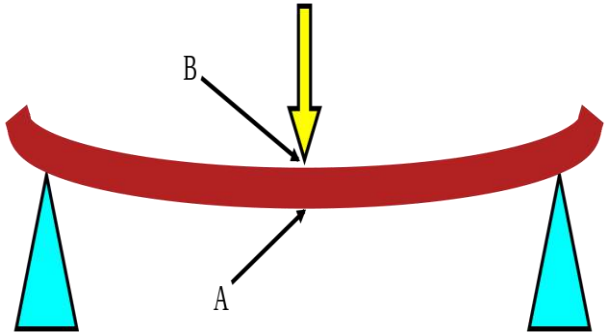


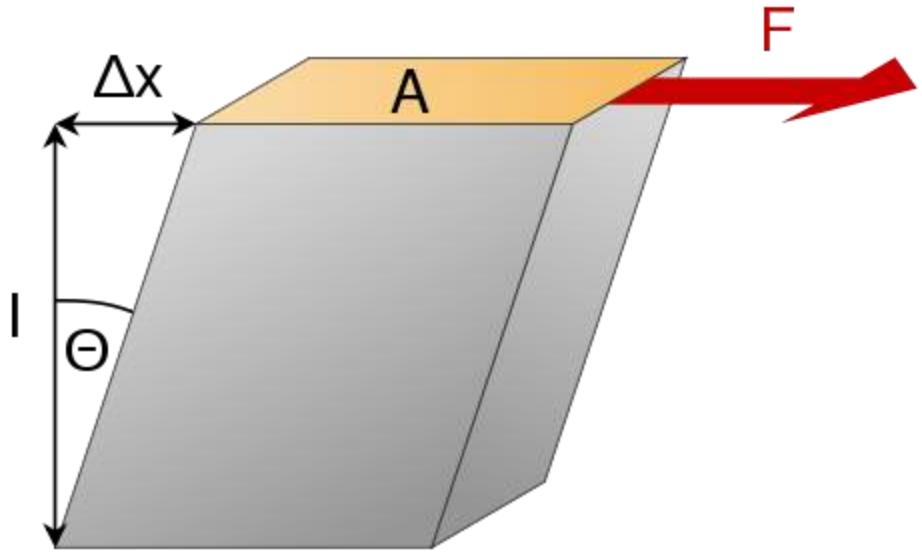
(১) দৈর্ঘ্য পীড়ন

(২) আয়তন পীড়ন ও

(৩) আকার বা মোচড় পীড়ন

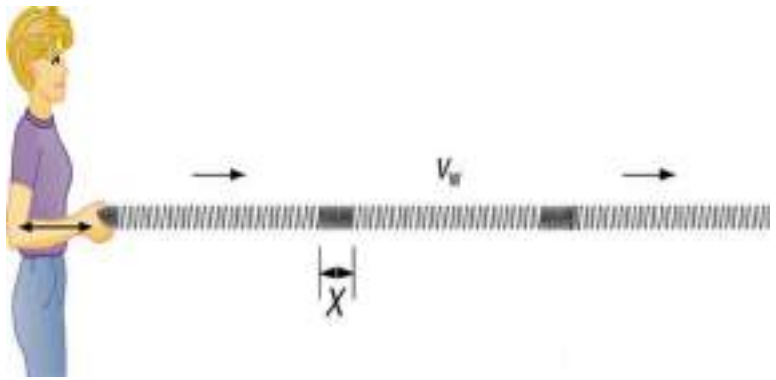


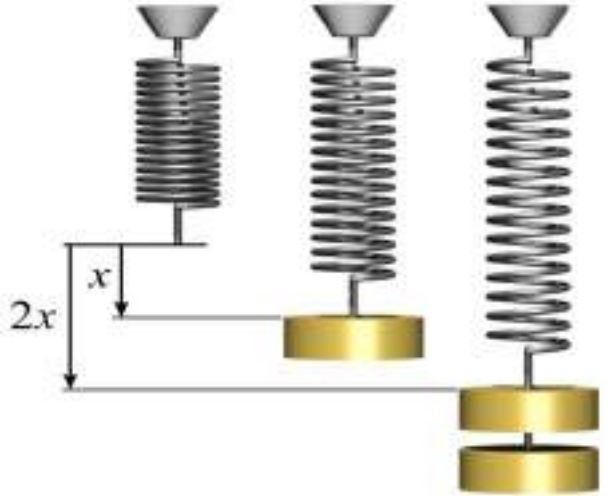


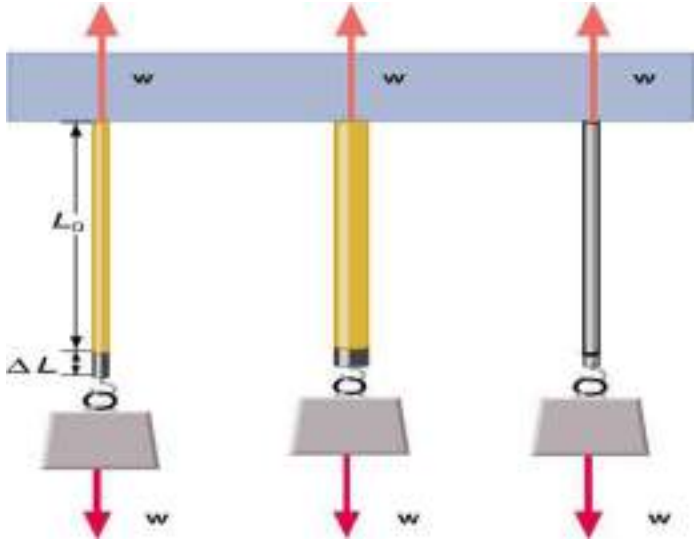


(১) দৈর্ঘ্য পীড়ন

দৈর্ঘ্যের বিকৃতি ঘটানোর জন্য বস্তুর যে বল লম্বভাবে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রয়োগ করতে হয় বা সৃষ্টি হয় তাকে দৈর্ঘ্য পীড়ন বলে। মনেকরি, তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A এবং ঐ তলের যদি দৈর্ঘ্য বরাবর লম্বভাবে ক্রিয়াশীল বলের পরিমাণ F তবে দৈর্ঘ্য পীড়ন $= \frac{F}{A}$



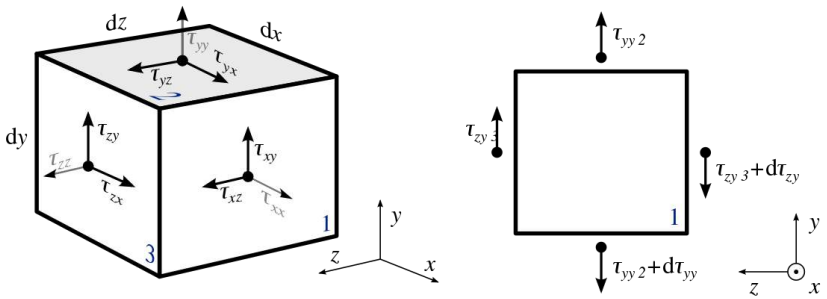


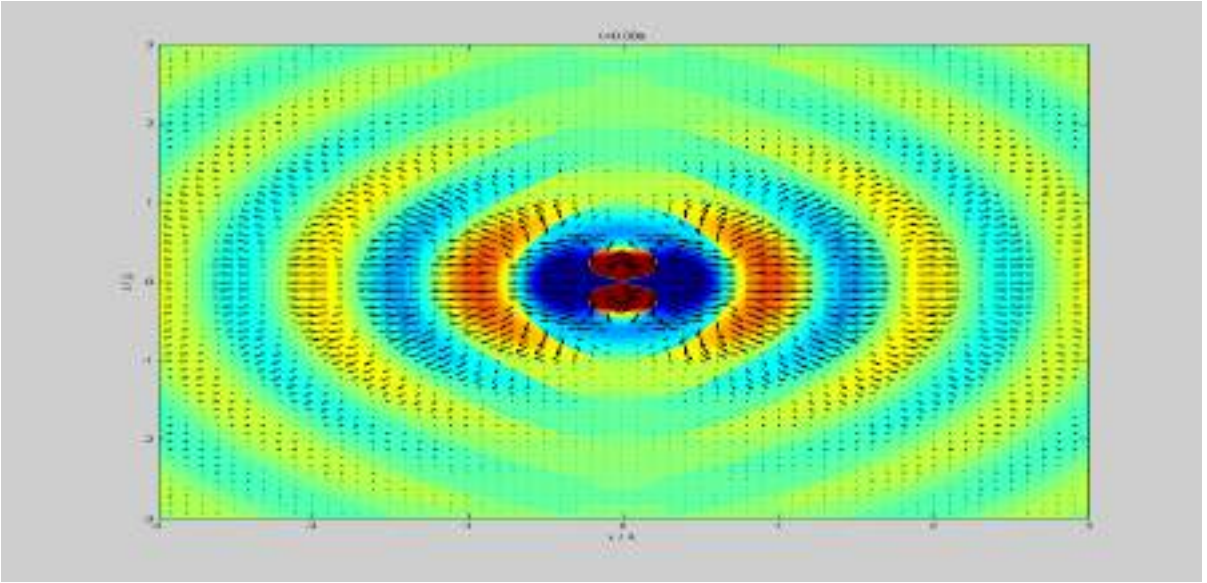


(২) আয়তন পীড়ন

আয়তন বিকৃতি ঘটানোর জন্য বস্তুর যে বল লম্বভাবে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রয়োগ করতে হয় বা সৃষ্টি হয় তাকে আয়তন পীড়ন বলে। মনেকরি, একটি বস্তুর উপর চারদিক হতে পরিমাণ বল অভিলম্বভাবে প্রয়োগ করে আয়তন বিকৃতি ঘটানো হয়েছে।

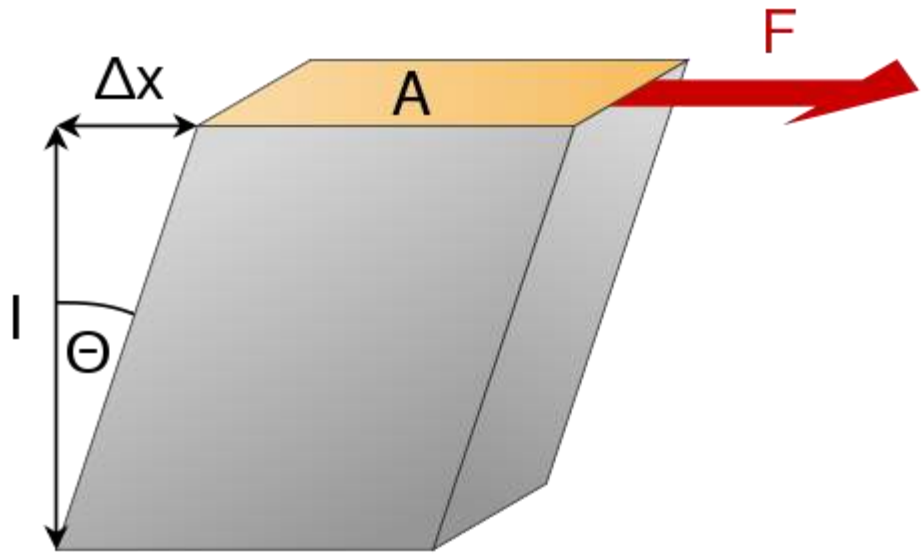
যদি এর তলের ক্ষেত্রফল হয়, তবে আকার বা মোচড় পীড়ন $= \frac{F}{A}$





(৩) আকার বা মোচড় পীড়ন

আকার বিকৃতি ঘটানোর জন্য বস্তুর যে বল লম্বভাবে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপর প্রয়োগ করতে হয় বা সৃষ্টি হয় তাকে আকার বা মোচড় পীড়ন বলে। মনেকরি, বস্তুর উপর স্পর্শিনী বল F প্রয়োগে করা হয়। যদি এর বল বস্তুর A ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত হয়ে থাকে, তবে আকার বা মোচড় পীড়ন $= \frac{F}{A}$



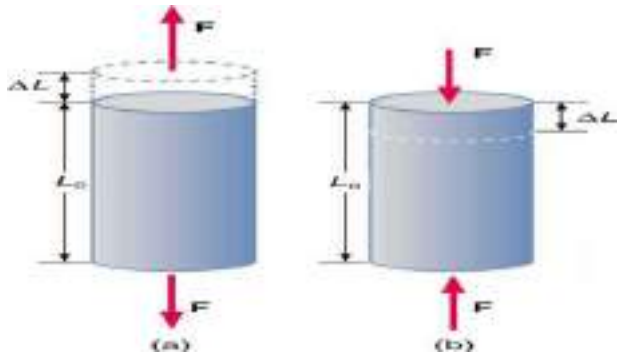
বিকৃতি

বল প্রয়োগের ফলে বস্তুর আকার ও আয়তনের পরিবর্তন হয়। কোন বস্তুর একক মাত্রার জন্য যে পরিবর্তন হয় তাকে বিকৃতি বলে।

ধরি, কোন বস্তুর আদি মাত্রা $= x$ বল প্রয়োগের পর মাত্রা $= y$ সুতরাং মাত্রার পরিবর্তন $= x-y$ বিকৃতি $= \frac{x \sim y}{x}$ এটি একটি স্কেলার রাশি।

বিকৃতি মাত্রা ও একক :-

যেহেতু বিকৃতি একই প্রকার দুটি রাশির অনুপাত তাই এর কোন মাত্রা ও একক নেই।

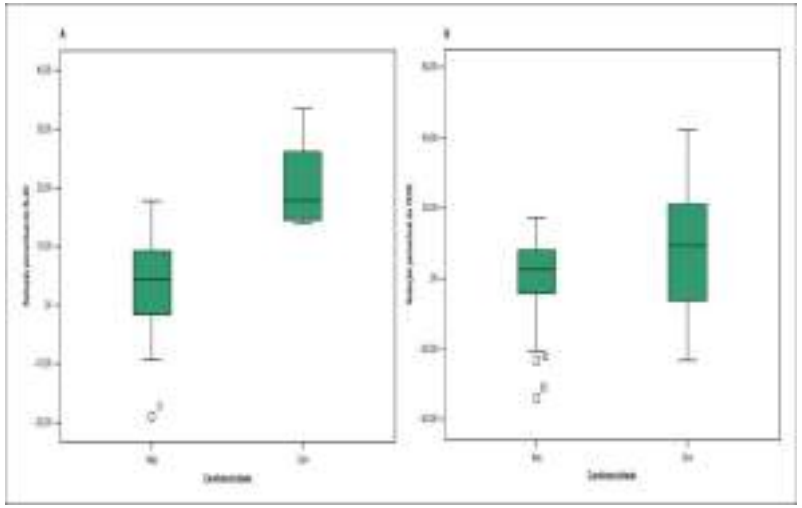


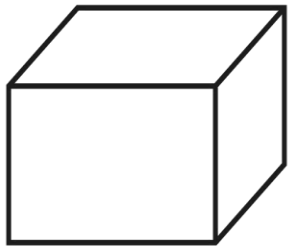
বিকৃতি সাধারণত তিন প্রকার যথাঃ-

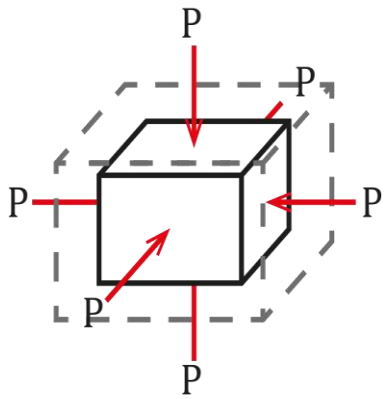
(১) দৈর্ঘ্য বিকৃতি,

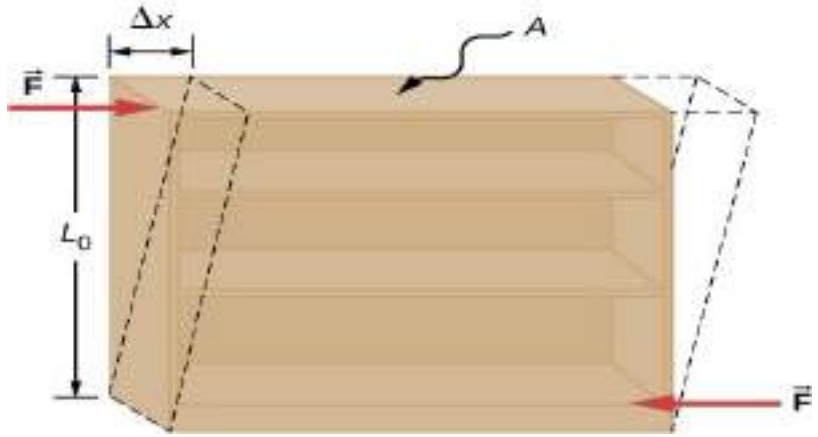
(২) আয়তন বিকৃতি ও

(৩) আকার (ব্যবর্তন) বিকৃতি।









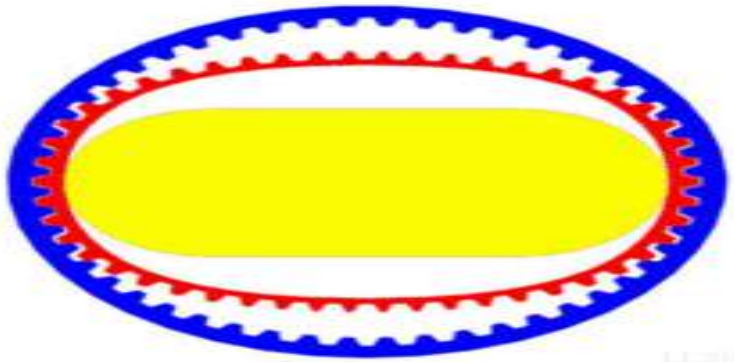
(১) দৈর্ঘ্য বা অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতি

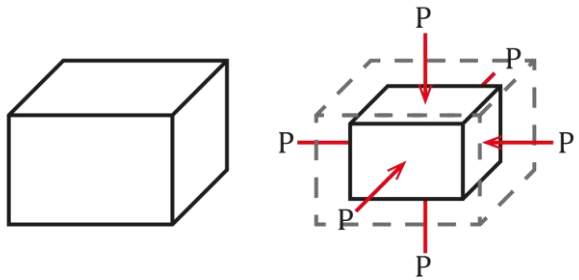
বাহ্যিক বল বা টানের জন্য যদি কোন বস্তুর দৈর্ঘ্যের জন্য যে পরিবর্তন হয় তাকে দৈর্ঘ্য বিকৃতি বলে। কোন বস্তুর প্রাথমিক দৈর্ঘ্য ℓ এবং বল প্রয়োগের ফলের এর দৈর্ঘ্য $\Delta\ell$ পরিমাণ বেড়ে বা কমে যায়, তবে দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{\Delta\ell}{\ell}$

(২) আয়তন বিকৃতি

বাহ্যিক বল বা টানের প্রয়োগের ফলে যদি কোন বস্তুর পরিবর্তন ঘটে, তবে একক আয়তণের জন্য যে পরিবর্তন তাকে আয়তন বিকৃতি বলে। V আয়তনের কোন বস্তুর উপর বাহির হতে প্রতি একক ক্ষেত্রে চারদিকে লম্বভাবে সমান বল প্রয়োগ করলে যদি V আয়তন হয় এবং ΔV পরিমাণ হ্রাস পায় অর্থাৎ $V-v = \Delta V$

তবে আকার বিকৃতি $= \frac{\Delta V}{V}$

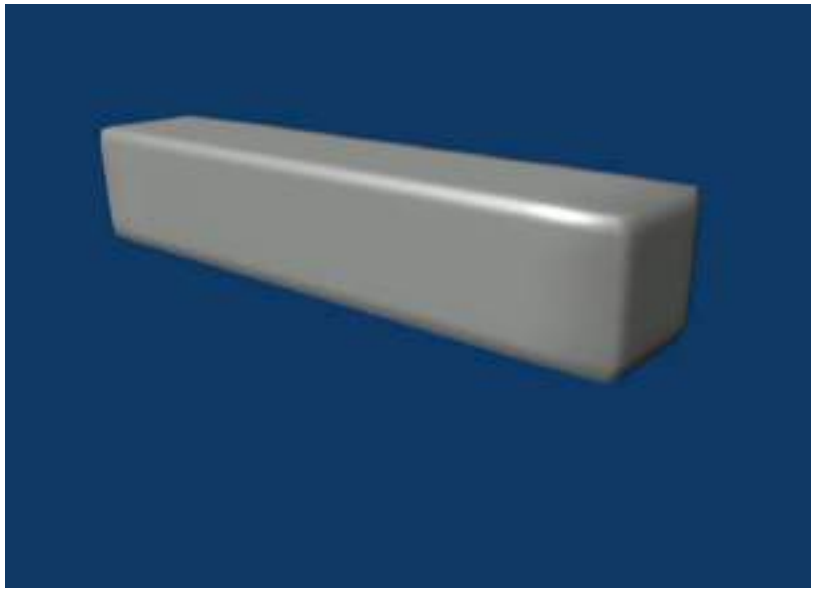




(৩) আকার বিকৃতি

বাহ্যিক বলের জন্য কোন বস্তুর আয়তনের পরিবর্তন না হয়ে শুধু আকারের পরিবর্তন হয় তবে ঐ ধরনের বিকৃতিকে আকার বিকৃতি বলে। বাইরের বলের ক্রিয়ার ফলের যদি h দূরত্বে অবস্থিত দুটি সমান্তরাল তলে পারস্পারিক সরণ Δx হয়,

তবে আকার বিকৃতি= $\frac{h}{\Delta x} = \theta$



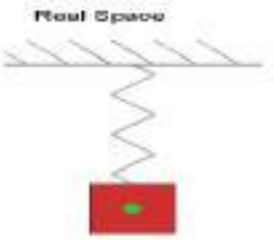
হুকের সূত্র এর বর্ণনা এবং ব্যাখ্যা

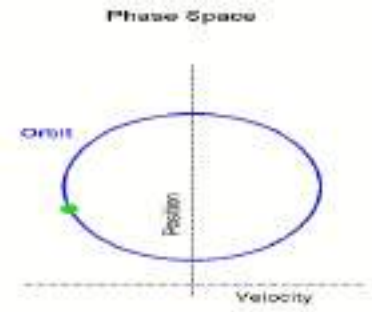
হুকের সূত্র ঃ- ১৬৭৮ খ্রিঃ বিজ্ঞানী রবার্ট হুক পরীক্ষা নিরীক্ষার সাহায্যে পীড়ন ও বিকৃতির মাঝে একটি সম্পর্ক স্থাপন করেন, যা হুকের সূত্র নামে পরিচিত।

নিচে সূত্রটি দেওয়া হলো ঃ-

স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন বস্তুর পীড়ন সংশ্লিষ্ট বিকৃতির সমানুপাতিক।

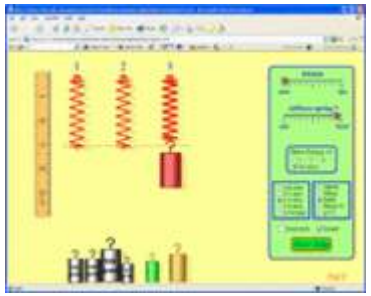
অর্থাৎ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন $\propto$ বিকৃতি





$$\text{বা, পীড়ন} = \text{ধ্রুবক} \times \text{বিকৃতি}$$

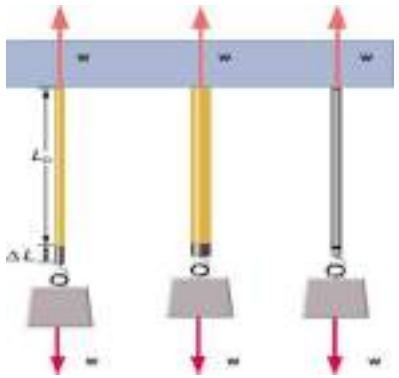
$$\text{বা, } \frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \text{ধ্রুবক}$$



এই ধ্রুবককে স্থিতিস্থাপক ধ্রুবক বা স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে।

ব্যাখ্যা ঃ-

মনেকরি, একটি তারের আদি দৈর্ঘ্য L একক এবং ক্ষেত্রফল A বর্গ একক। F পরিমাণ বল প্রয়োগ করায় তার দৈর্ঘ্য পরিবর্তন ঘটলো l একক। এক্ষেত্রে, পীড়ন $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{F}{A}$



এবং বিকৃতি $= \frac{\text{দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন}}{\text{আদি দৈর্ঘ্য}} = \frac{l}{L}$

হুকের সূত্রানুসারে, $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}} =$ ধ্রুবক

বা, $\frac{F \times L}{A \times l} =$ ধ্রুবক সংখ্যা।

বিভিন্ন প্রকার স্থিতিস্থাপক গুণাংক

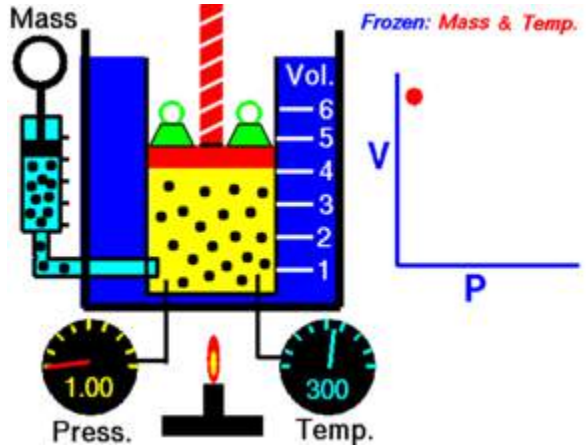
বিকৃতির প্রকারভেদের জন্য স্থিতিস্থাপক গুণাংক বিভিন্ন হয়ে থাকে। প্রধানত স্থিতিস্থাপক গুণাংক তিন প্রকার।

যথা:-

১। ইয়ং- এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক,

২। আয়তন- এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক,

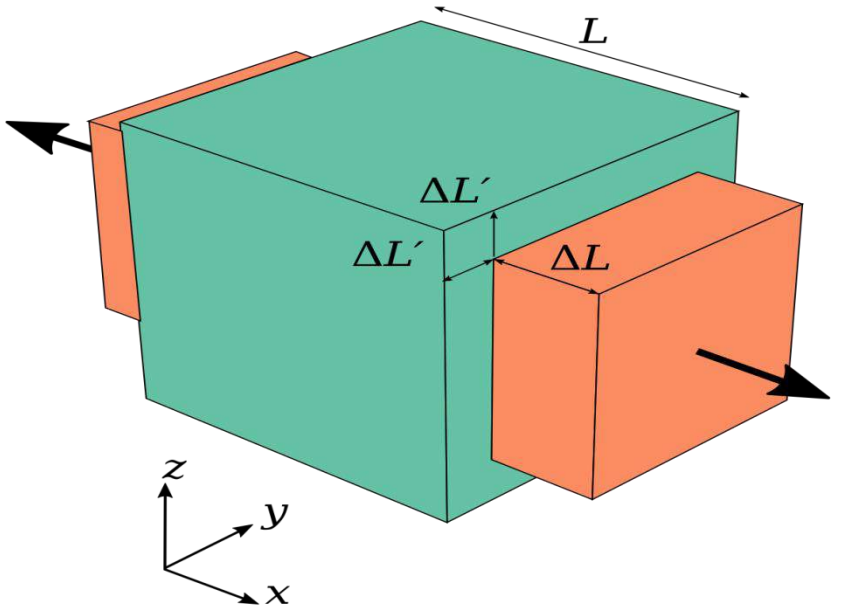
৩। দৃঢ়তার- এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক।



১। ইয়ং- এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক

নির্দিষ্ট বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। একে ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক বলে। ইহাকে Y দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\therefore Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{F.l}{A.\Delta l} = \frac{Fl}{A\Delta l}$$



ব্যাখ্যা ঃ-

ধরি, কোন তারের আদি দৈর্ঘ্য L এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল A। এখন কোনো একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে তারটিকে ঝুলিয়ে দৈর্ঘ্য বরাবর নিচের প্রান্তে m ভর ঝুলিয়ে দিলে F = mg বল কাজ করায় দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি ধরি Δl হলো।

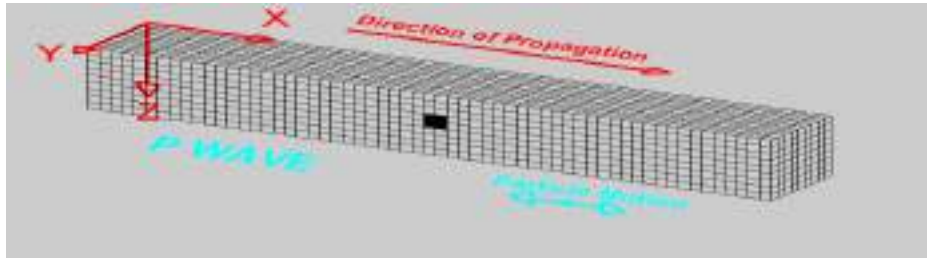
$$Y = \frac{F.l}{A.\Delta l} = \frac{mg.l}{\pi r^2.\Delta l} \text{ ----------(১)}$$

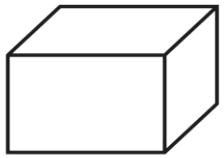
এখানে m, l, r এবং Δl এর মান নির্ণয় করতে পারলে ঐ পদার্থের এর মান নির্ণয় করা যাবে।

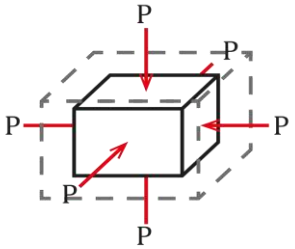
২। আয়তন- এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক

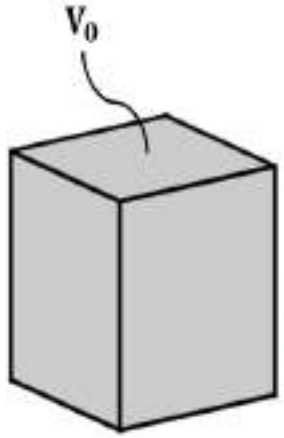
নির্দিষ্ট বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। একে আয়তন- এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক বলে। ইহাকে K দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

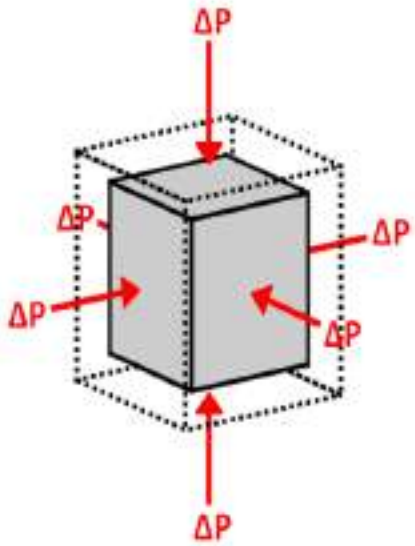
$$K = \frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{\Delta v}{v}} = \frac{F.v}{A.\Delta v}$$









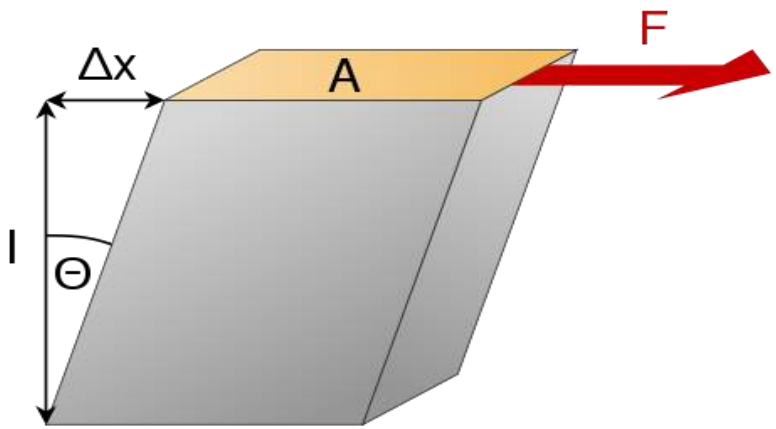


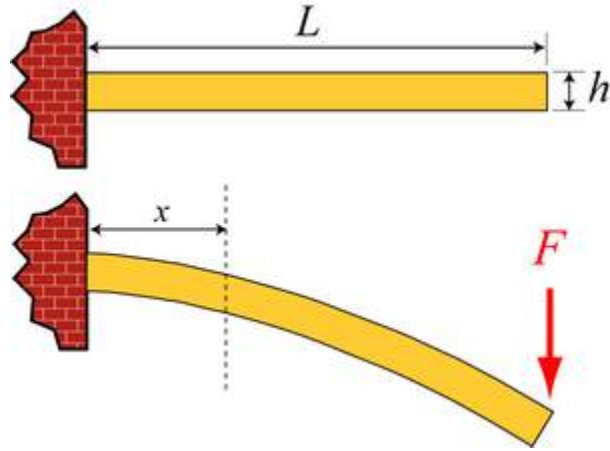
৩। দৃঢ়তার- এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক

নির্দিষ্ট বস্তুর স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আকার পীড়ন ও আকার বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব রাশি। একে আকার বা দৃঢ়তার এর স্থিতিস্থাপক গুণাংক বলে। ইহাকে n দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$n = \frac{\text{আকার পীড়ন}}{\text{আকার বিকৃতি}}$$

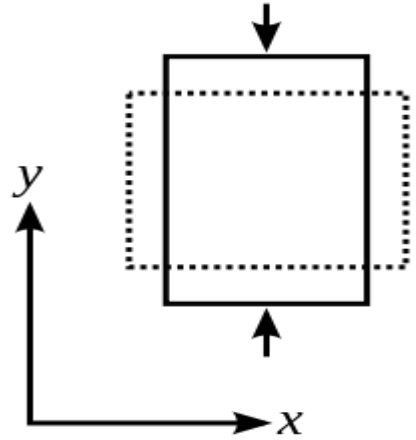
$$= \frac{\frac{F}{A}}{\theta} = \frac{F}{A.\theta}$$

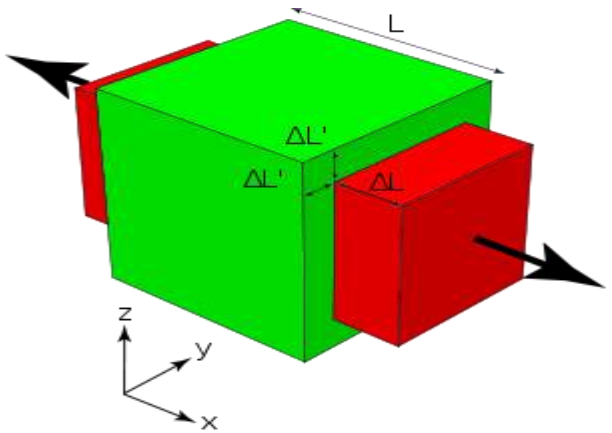




পয়সন- এর অনুপাতের সংজ্ঞা ও ব্যাখ্যা

পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকেই পয়সনের অনুপাত বলে। একে σ(সিগমা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। সুতরাং পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$





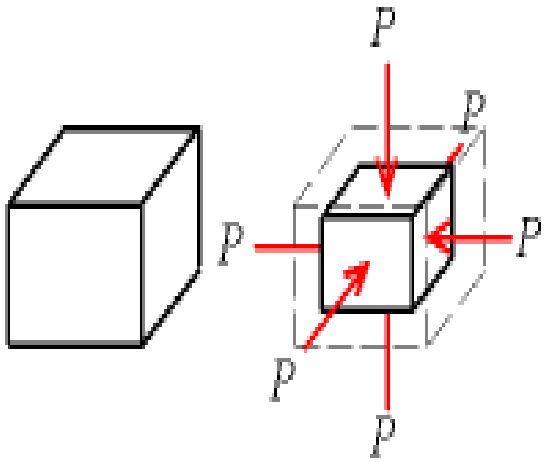
ধরি, কোনো তারের দৈর্ঘ্য l এবং ব্যাস d এর দৈর্ঘ্য বরাবর F বল প্রয়োগ করায় এর দৈর্ঘ্য Δl বৃদ্ধি পায় এবং ব্যাস Δd পরিমাণ কমে যায় , তবে পার্শ্ব বিকৃতি $= \frac{\Delta d}{d}$ এবং দৈঘ্য বিকৃতি $= \frac{\Delta l}{l}$

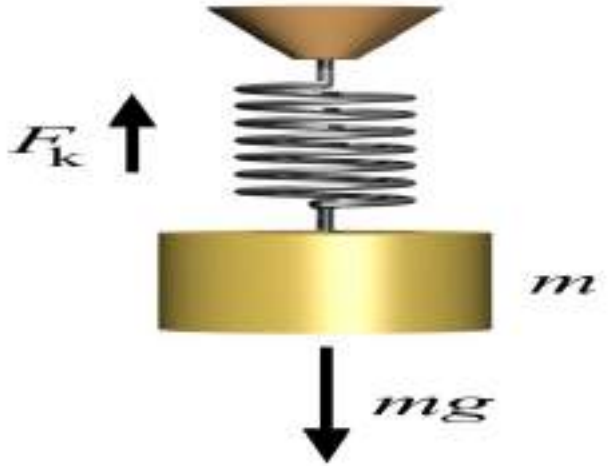
$\therefore$ পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\frac{\Delta d}{d}}{\frac{\Delta l}{l}} = \frac{\Delta d.l}{\Delta l.d}$

যেহেতু পয়সনের অনুপাত একটি সংখ্যা মাত্র তাই এর কোনো একক ও মাত্রা নেই।

বিকৃতির দরুন কৃতকাজ বা স্থিতিশক্তি বা বিভবশক্তি

বল প্রয়োগ করে যখন কোনো বস্তুকে বিকৃত করা হয়, তখন বস্তুর উপর যে কোন কাজ সম্পন্ন করা হয়,তা স্থিতিশক্তিরুপে বস্তুতে সঞ্চিত থাকে। বস্তুর বিভিন্ন বিকৃতি সৃষ্টি করতে যে কাজ সাধিত হয়ে থাকে নিচে তা আলোচিত হলো।





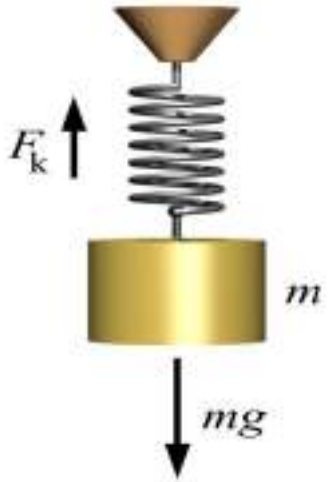
দৈর্ঘ্য বিকৃতি

মনেকরি, L আদি দৈর্ঘ্য এবং A প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারে দৈর্ঘ্য বরাবর F বল প্রয়োগ করায় দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি হলো= l ধরি, এই দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি l অসংখ্যক ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্য dl এর সমষ্টি সমান।

∴ dl দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে কাজের পরিমাণ, dW= বল × সরণ = F× dl

সুতরাং l দৈর্ঘ্য বৃদ্ধিতে কাজের পরিমাণ $\int dw = \int_0^l F.dl$

বা, W= $\int_0^l F.dl$ ----------(১)

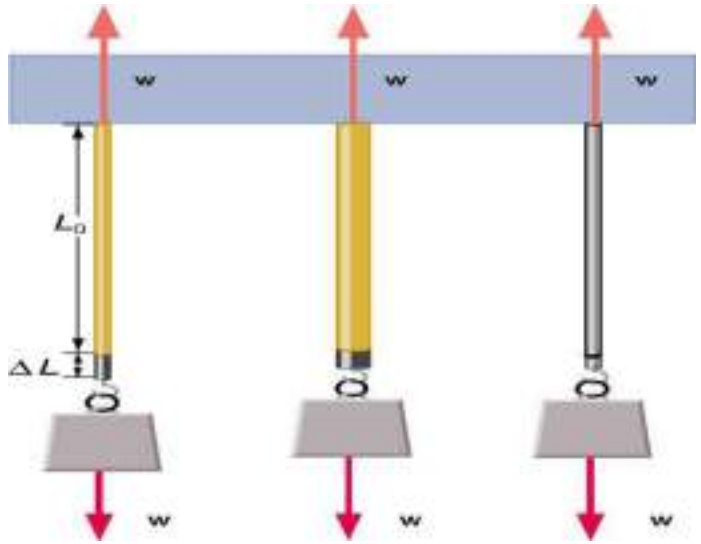


কিন্তু, আমরা জানি, $Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} = \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}} = \frac{F \times L}{A \times l} = \frac{FL}{lA}$

বা, $Y = \frac{FL}{lA}$

বা, $FL = lA.Y$

বা, $F = \frac{lAY}{L}$ ----------(২)



উপরোক্ত ১নং সমীকরণের F এর মান বসিয়ে পাই ,

$W = \int_0^l \frac{lAY}{L}.dl = \frac{A.Y}{L}\int_0^l ldl$

$W = \frac{YAl^2}{2L}$ [উভয়পক্ষে সমাকলন করে পাই]

বা, $W = \frac{YAl^2}{2L}$ ----------(৩)

এই কাজই তারের মধ্যে স্থিতিস্থাপক বিভব শক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকে।

পুনঃ আয়তন, V= ক্ষেত্রফল × দৈর্ঘ্য =AL

দৈর্ঘ্য পীড়ন $= \frac{F}{A} = \frac{YlA}{LA} = \frac{Yl}{L}$ এবং দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{l}{L}$

একক আয়তনে কৃতকাজ = একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তি

$$= \frac{W}{V} = \frac{1}{2}\frac{YAl^2}{L\ AL} \ [\because \mathrm{V=AL}]$$

$$= \frac{1}{2}\frac{Yl^2}{L.L} = \frac{1}{2} \times \left(\frac{Yl}{L}\right) \times \left(\frac{l}{L}\right) \text{-------(৪)}$$

∴ একক আয়তনে কৃতকাজ বা বিভব শক্তি $= \frac{1}{2}\times$ দৈর্ঘ্য পীড়ন × দৈর্ঘ্য বিকৃতি।

2 m লম্ব এবং 1 mm ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি তারের 20kg ভার দিলে তারটির দৈর্ঘ্য 0.6mm বৃদ্ধি পায়। তারটির ইয়ং এর গুণাংক নির্ণয় কর?

সমাধান,

আমরা জানি,

$$Y=\frac{mg.l}{\pi r^2.\Delta l}$$

$$=\frac{20\times9.8\times300}{3.142\times(1\times10^{-3})^2\times0.6\times10^{-3}}$$

$$=20.79\times10^{10}\ Nm^{-2}$$

এখানে,

তারের দৈর্ঘ্য, l =3m=300cm

তারের ব্যাসার্ধ, r =1mm=$1\times10^{-3}\ cm$

তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, Δl =0.6mm= $0.6\times10^{-3}\ cm$

ভার m=20kg

g=9.8 ms^{-2}

ইয়ং এর গুণাংক Y=?

1 m লম্ব এবং $1\times10^{-2}\ cm^2$ প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারকে 10kg ভার দিলে তারটির দৈর্ঘ্য কত বৃদ্ধি পায়। তারটির ইয়ং এর গুণাংক, Y =$2\times10^{10}\ Nm^{-2}$। নিজে কর

১ বর্গসেমি প্রচ্ছেদবিশিষ্ট একটি ইস্পাতে তারের দৈর্ঘ্য ৫% বৃদ্ধি করলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে। ইস্পাতের ইয়ং- এর গুণাংক $Y= 2\times 10^{11}\ Nm^{-2}$ ।

সমাধান, আমরা জানি,

$$Y= \frac{F.l}{A.\Delta l}$$

$$F = \frac{YA\Delta l}{l}$$

$$= \frac{2\times 10^{11}\times l\times 10^{-4}\times l}{l\times 5}$$

$$= 4\times 10^{6} N$$

এখানে, আদি দৈর্ঘ্য,$= l$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, তারের দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি, $\Delta l= l \times 20\%\ cm = \frac{20l}{100}$

$= \frac{l}{5}$

ক্ষেত্রফল, $A=1mm=1\times 10^{-4}\ m^2$

ইয়ং এর গুণাংক, $Y= 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

বল $F=?$

১ বর্গসেমি প্রচ্ছেদবিশিষ্ট একটি ইস্পাতে তারের দৈর্ঘ্য ১০% বৃদ্ধি করলে কত বল প্রয়োগ করতে হবে। ইস্পাতের ইয়ং- এর গুণাংক $Y= 2\times 10^{11}\ Nm^{-2}$ । নিজে কর

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ২য় পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন -----

আমার ক্লাশ নং-
তারিখ ঃ-২৫/০৬/২০২৪ ইং
সময় ঃ- 2.00 P.M
আজকের আলোচনা বিষয় ঃ-
৯ম অধ্যায় ঃ- উদস্থিতিবিদ্যা।

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট.
শেরপুর।

চার বছর মেয়াদি প্রকৌশল ডিপ্লোমা শিক্ষাক্রমের জন্য

ফিজিক্স-১

বিষয় কোড :- ২৫৯১২

পর্ব ঃ- ১ম টেকনোলজি ঃ- সিভিল, পাওয়ার, কম্পিউটার ।

ডিজিটাল কন্টেন ক্লাশ নং-১২

আজকের আলোচনা বিষয় ঃ-

উদস্থিতিবিদ্যা।

শিখনফল

এই অধ্যায়ে পাঠে আমরা যা যা শিখতে পারব ---

- ১। এই অধ্যায়ে ক্লাশের সংক্ষিপ্ত পর্যলোচনা করব।
- ২। উদস্থিতিবিদ্যা এবং চাপ এর সংজ্ঞা ও এর বৈশিষ্ট্য লিখ।
- ৩। প্যাসকেলের সূত্র এবং এর প্রমাণ করব।
- ৪। পৃষ্ঠটান, পৃষ্ঠশক্তি, সান্দ্রতা এবং স্পর্শকোণ এর সম্পর্কে জানব।
- ৫। কৈশিকতা সংজ্ঞা এবং কৈশিকতা তত্ত্ব এর সমীকরণ প্রতিষ্ঠা করব।
- ৬। এই অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সমাধান করব।

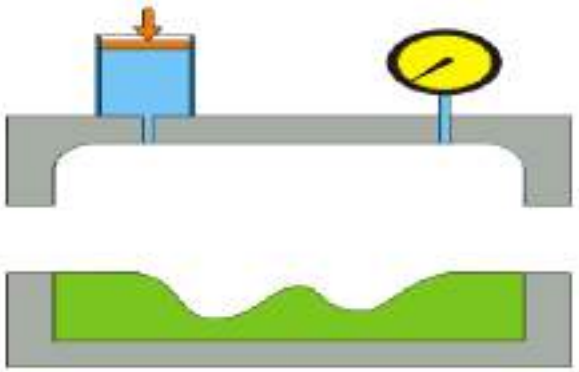
উদস্থিতিবিদ্যা

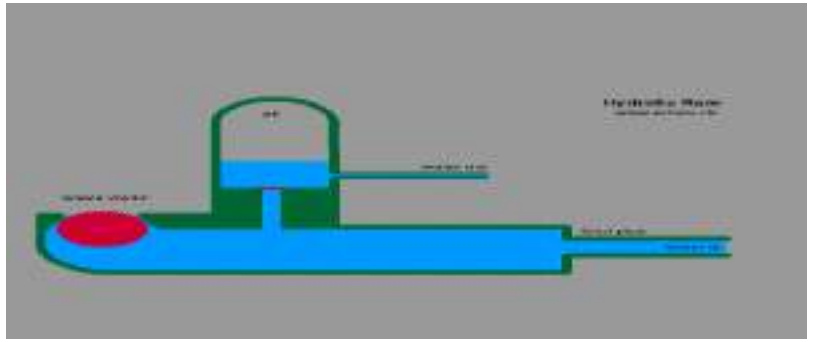
পদার্থ বিজ্ঞানের যে শাখায় বলের ক্রিয়ার ফলে স্থির এবং ভারসাম্য অবস্থায় অবস্থানরত তরল পদার্থের বিশেষ ধর্ম ইত্যাদি নিয়ে আলোচনা করা হয়, তাকে উদস্থিতিবিদ্যা বলে। উদস্থিতিবিদ্যায় তরল পদার্থের নিম্নলিখিত তিনটি বৈশিষ্ট্য আছে বলে ধরে নিতে হয়।

১। তরলের নিজস্ব আয়তন থাকবে কিন্তু কোন আকার থাকবে না।

২। তরল অসংকোচনীয় পদার্থ হবে।

৩। তরল পদার্থ কোন ঘর্ষণজনিত বল প্রয়োগ করবে না।



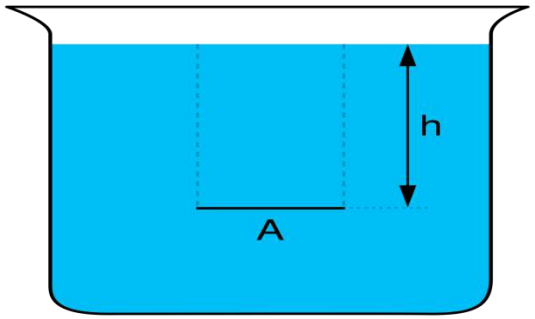


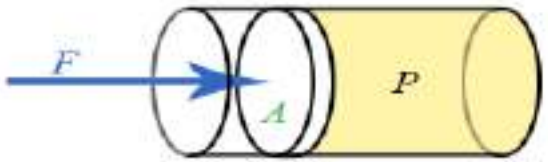
চাপ

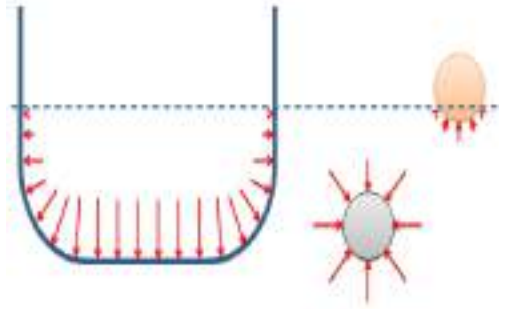
কোন তলের একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে যে বল কাজ করে, তাকে চাপ বলে। অর্থাৎ তরল পদার্থের ভিতর কোন বিন্দুতে চাপ বলতে ঐ বিন্দুর চারদিকে একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে যে বল অনুভূত হয়, তাকে চাপ বলে।

ব্যাখ্যাঃ- ধরি, একটি তলের ক্ষেত্রফল A এবং এর উপর F পরিমাণ বল লম্বভাবে কাজ করছে। তবে ঐ তলের কোন বিন্দুতে চাপ $P = \frac{F}{A}$, চাপ একটি অদিক রাশি। ঘাতবল F = চাপ×ক্ষেত্রফল= P×A।

চাপের একক ঃ- চাপ $P = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$ = নিউটন/বর্গমিটার বা প্যাসকেল(Pa).







তরল পদার্থের চাপের বৈশিষ্ট্য

১। স্থিরাবস্থায় তরল পদার্থে কোন বিন্দুতে ঊর্ধ্বচাপ ও নিম্নচাপ সমান।

২। স্থিরস্থায় তরলবস্থিত কোন বিন্দুতে চাপ সর্বমুখী এবং সমান।

৩। গভীরতার সঙ্গে চাপ বৃদ্ধি পায়।

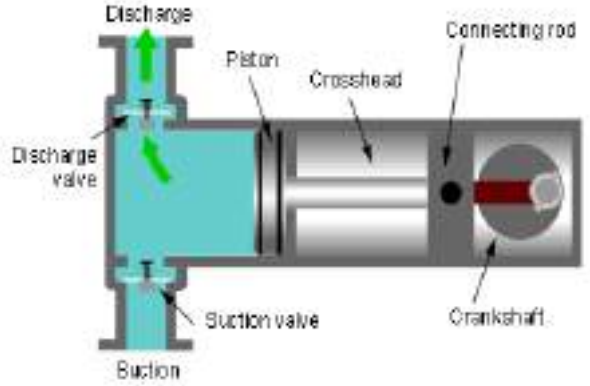
৪। গভীরতার সঙ্গে পার্শ্বচাপ বৃদ্ধি পায়।

৫। তরল চাপ চারদিকে ক্রিয়া করে।

৬। কোন তরলপূর্ণ পাত্রের তলদেশে মোট চাপ তরলের গভীরতার ওপর নির্ভরশীল।

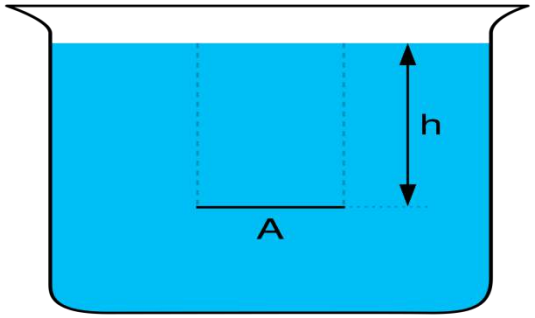
৭। তরল পদার্থে চাপ এর ঘনত্বে ওপর নির্ভরশীল।

৮। তরল পদার্থে চাপ ক্ষেত্রফলের ওপর লম্বভাবে ক্রিয়া করে।



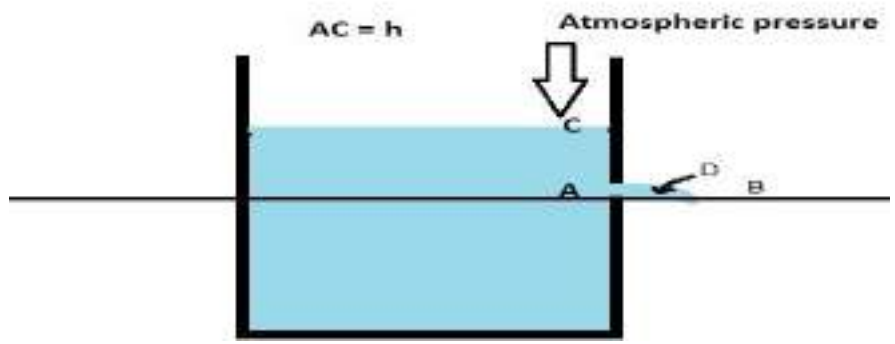
সাম্যাবস্থায় তরলের অভ্যন্তরে কোন বিন্দুতে তরলের চাপের পরিমাণ নির্ণয় কর।

মনেকরি, একটি পাত্রে ρ ঘনত্বের কিছু তরল পদার্থ আছে এবং এ তরলের h গভীরতা O বিন্দুতে তরলের জন্য চাপ পরিমাণ করতে হবে। ধরা যাক মুক্ততল থেকে O বিন্দুর গভীরতা h, তরলের ঘনত্ব ρ এবং পরীক্ষা স্থানে অভিকর্ষণীয় ত্বরণ g। O বিন্দুতে A ক্ষেত্রফলের অনুভূতি একটি তল কল্পনা করি। এ তলের উপর তরলের যে স্তম্ভ আছে তার ওজন হল এ তলে মোট প্রযুক্ত বল যেহেতু এ তরলের স্তম্ভের উচ্চতা h এবং ক্ষেত্রফল A।



$P_A = P_{atm} + h\rho g$

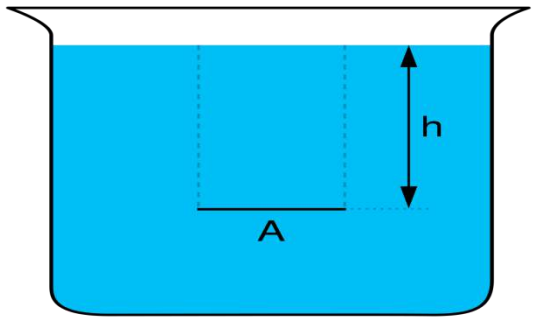
$P_A = P_B$



তরল স্তম্ভের আয়তন, $V=Ah$

তরল স্তম্ভের ভর, $m=V\rho= Ah\rho$

তরল স্তম্ভের ওজন, $W= mg = Ah\rho g$



যেহেতু তরল স্তম্ভের ওজন = তরলের উপর মোট প্রযুক্ত বল।

$W=Ah\rho g$

$$O \text{ বিন্দুতে চাপ} = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{Ah\rho g}{A} = h\rho g$$

অর্থাৎ তরল স্তম্ভের অভ্যন্তরে কোন বিন্দুতে তরলের জন্য চাপ = ঐ বিন্দুর গভীরতা × তরলের ঘনত্ব × অভিকর্ষজ ত্বরণ।

প্যাসকেলের সূত্র ঃ- পাত্রে আবদ্ধ তরল পদার্থে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ বিন্দু মাত্র না কমে সকল দিকে সমানভাবে সঞ্চালিত হয় এবং তা পাত্রের গায়ে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

পৃষ্ঠটান

তরল মাত্রই একটি ধর্ম আছে তরল পৃষ্ঠ সর্বদাই সঙ্কুচিত হয়ে সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফলে আসতে চায়। তরলের মধ্যে যে বলের প্রভাবে এ বিশেষ ধর্ম প্রকাশ পায় সে বলকেই পৃষ্ঠটান বলে। আমরা সকলেই লক্ষ করেছি যে মশা, মাকড়সা ইত্যাদি কীটপতঙ্গ পানির উপরে হেঁটে চলতে পারে।

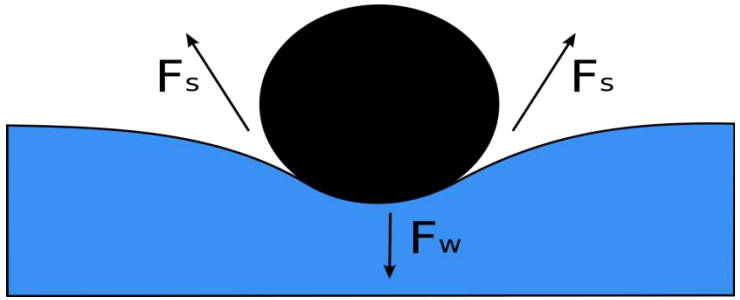
একটু পর্যবেক্ষণ করলেই দেখা যাবে যে, যেখানে এদের পা পড়ে তরলের সে স্থানটুকু একটু নিচু বা অবনমিত হয়, কিছুটা যেন রবারের পর্দাকে চাপ দিলে যেরুপ হয়। এছাড়া কোন সিরিঞ্জের সূঁচের মাথা দিয়ে খুব আস্তে আস্তে তরল ওষুধ বা পানি নির্গত করলে দেখা যায় যে, তরল বা পানি নিরবচ্ছিন্নভাবে বের না হয়ে ফোঁটায় ফোঁটায় বের হচ্ছে এবং ফোঁটাগুলো সম্পূর্ণ গোলাকার। আমরা জানি একই আয়তনের সর্বনিম্ন ক্ষেত্রফল হল গোলাকার আকৃতির। তরল মুক্ত পৃষ্ঠে নিশ্চই কোন ক্রিয়াশীল রয়েছে, যা ফোঁটাগুলো গোলাকার রাখছে।

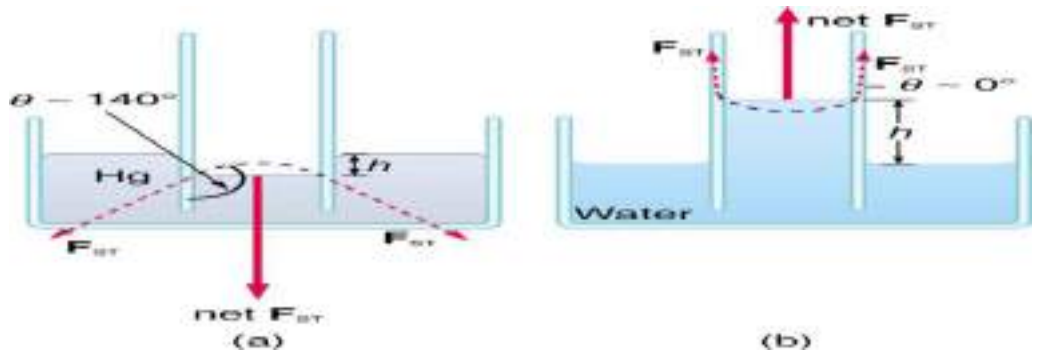
কোনো তরলের মুক্তপৃষ্ঠে একটি সরলরেখা কল্পনা করলে উক্ত রেখার উভয় পার্শ্বে প্রতি একক দৈর্ঘ্য কল্পিত রেখার উপর লম্ব বরাবর তরলপৃষ্ঠে যে স্পর্শকবল অনুভূত হয় বা ক্রিয়া করে তাকেই পৃষ্ঠটান বলে। পৃষ্ঠটানের একক হলো পৃষ্ঠটান একটি প্রাকৃতিক রাশি। অতএব, এর একক আছে। এম কে এস ও এস আই পদ্ধতিতে একক হলো নিউটন/ মিটার তরলের পৃষ্ঠটানের নিম্নলিখিত দুটি উল্লেখযোগ্য বৈশিষ্ট্য রয়েছে,

যথা ঃ-

১। পৃষ্ঠটান তরল তলকে সঙ্কচিত করার চেষ্টা করে।

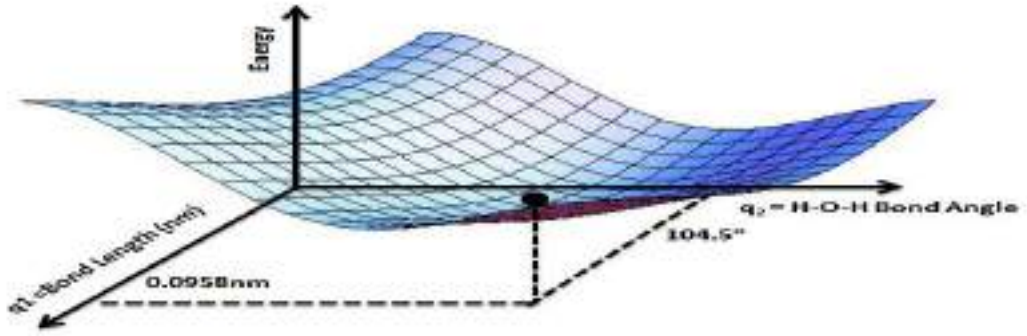
২। তরল তলের ক্ষেত্রফল বাড়াবার চেষ্টা করলে পৃষ্ঠটান তা প্রতিরোধ করার চেষ্টা করে।

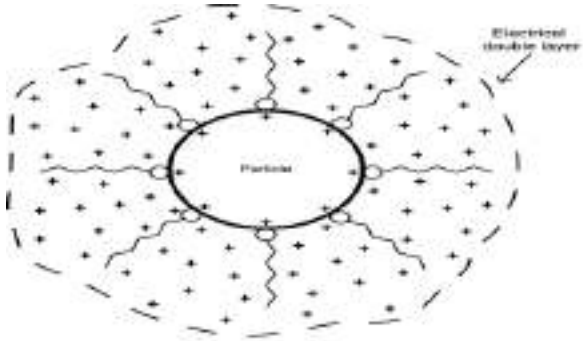




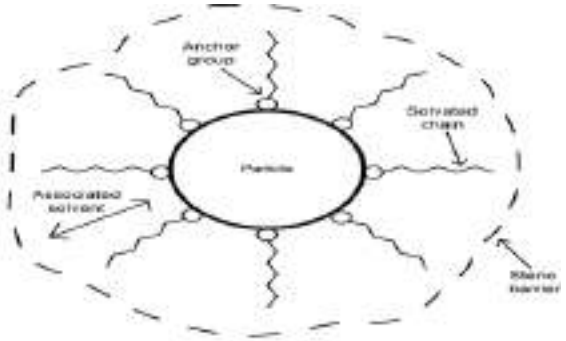
পৃষ্ঠশক্তি

কোন একটি তরল তলের ক্ষেত্রফল এক একক বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ কাজ সাধিত হয়, তাকেই ঐ তলের পৃষ্ঠশক্তি বা তলশক্তি বলে। ইহাকে সাধারণত দ্বারা প্রকাশ করা হয়। আমরা জানি, কোন একটি তরল তলে একটি টান বা বল সর্বদা ক্রিয়া করে এবং এ বল তরল তলের ক্ষেত্রফল হ্রাস করতে চেষ্টা করে। সুতরাং এ অবস্থায় তরল তলের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করতে হলে ঐ বলের বিরুদ্ধে কিছু কাজ করতে হবে এ কাজ স্থিতিশক্তি হিসেবে তরল তলে সঞ্চিত থাকবে। তরল পৃষ্ঠের এ স্থিতিশক্তিকে আপাত পৃষ্ঠ শক্তি বলে। পৃষ্ঠশক্তির এর একক হলো পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তির এর একক একই।





Charge Stabilization

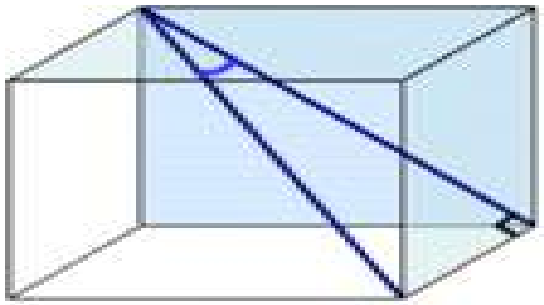


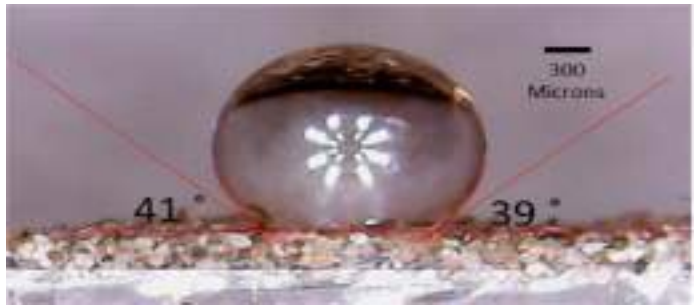
Steric or Entropic Stabilization

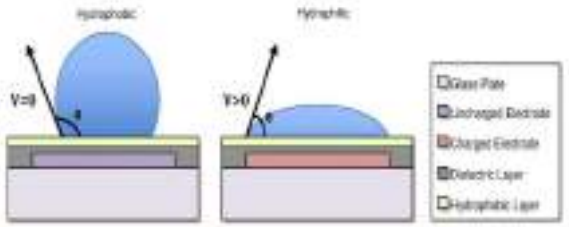
স্পর্শ কোণ

তরল পদার্থ যখন কোন কঠিন পদার্থের সংস্পর্শে আসে, তখন তাদের মধ্যে একটি কোণ উৎপন্ন হয়। একেই আপাতভাবে স্পর্শ কোণ বলে।

কোন কঠিন বস্তু খাড়াভাবে পানিতে বা অন্য কোন তরলে আংশিকভাবে ডুবালে তাদের সংযোগ স্থানে তরল তল কিছুট বেঁকে যায়। তরলের বিভিন্ন অনুর মধ্যে সংসক্তি বল ছাড়াও কঠিন ও তরলের অুর আসঞ্জন বল আছে। সংসক্তি বল তরল তলকে অনুভূমিকভাবে রাখার চেষ্টা করে। পক্ষান্তরে আসঞ্জন বল তরল তলকে উপরে উঠাতে চেষ্টা করে। এ দুটি বলের সম্মিলিত ক্রিয়ায় তরল তল কঠিন পদার্থের গা বেয়ে উপরে উঠে কিংবা নিচে নেমে আসে এবং কঠিন পদার্থের দেয়ালের সাথে একটি কোণ উৎপন্ন করে। এ কোণকে স্পর্শ কোণ বলে।





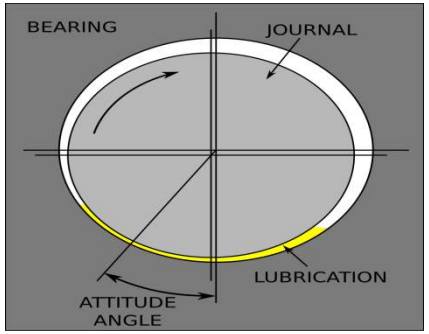


স্পর্শ কোণ দুই প্রকার

যথাঃ- ১। সূক্ষ্ম স্পর্শ কোণ ও

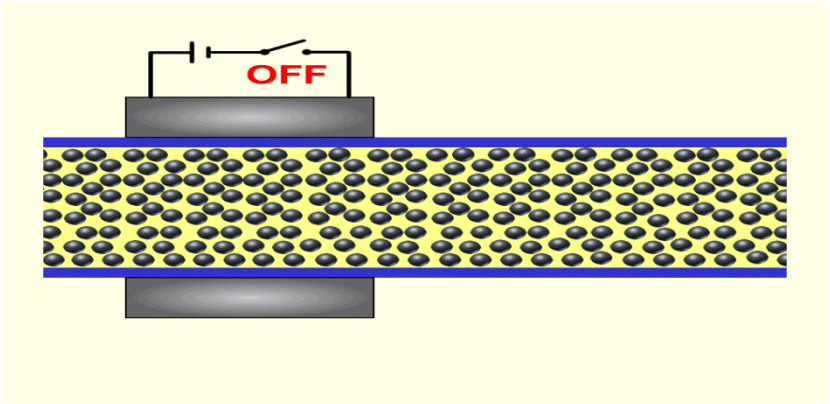
২। স্থূল স্পর্শ কোণ।

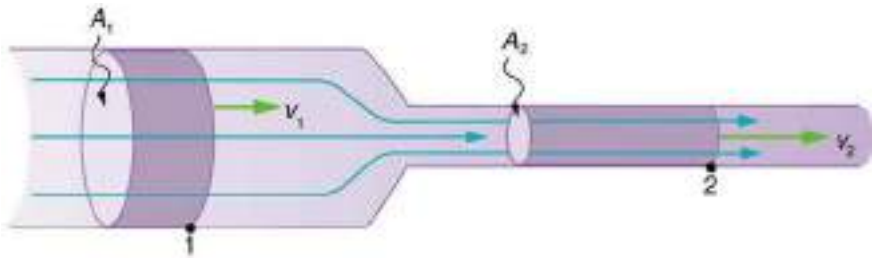
যেমন যেসব তরলের ঘনত্ব কঠিনের ঘনত্ব অপেক্ষা কম সে সব তরল সাধারণত কঠিনকে ভেজায়। এ সব ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ সূক্ষ্ম কোণ হবে। পানি এবং কাচের ভেতরকার স্পর্শ কোণ প্রায় ৮০ ডিগ্রি। যেসব তরলের ঘনত্ব কাঠিন্যর ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি, সে সব তরল সাধারণত কঠিনকে ভেজায় না। এ ক্ষেত্রে স্পর্শ কোণ স্থূল কোণ হবে। পারদ এবং কাচের ভেতরকার স্পর্শকোণ প্রায় ১৪০ ডিগ্রি।



সান্দ্রতা

সান্দ্রতা পদার্থের একটি বিশেষ ধর্ম। কেবল তরল ও বায়বীয় পদার্থেরই এ ধর্ম আছে। অতএব, গতিশীল প্রবাহীর পাশাপাশি দুটি স্তরের মধ্যে এক ধরনের অভ্যন্তরীণ বল সৃষ্টি হয় এ বল পাশাপাশি স্তরের মধ্যে বেশি বেগ সম্পন্ন বেগ কমিয়ে এবং কম বেগ সম্পন্ন স্তরের বেগ বাড়িয়ে স্তর দুটির মধ্যে আপেক্ষিক বেগ কমাতে চেষ্টা করে। স্তর দুটির পৃষ্ঠদেশের সমান্তরালে ক্রিয়াশীল এ বলকে সান্দ্রতা বল বলা হয় এব এই প্রবাহীর এ ধর্মকে সান্দ্রতা বলে।





সান্দ্রতার প্রয়োজনীয়তা

১। গতিশীল নৌকা, স্টিমার,লঞ্চ, জাহাজের উপর পানির এবং গতিশীল মোটরগাড়ি ও বিমানের উপর বায়ুর সান্দ্রতাজনিত বাধা লক্ষ করেই এ সমস্ত যন্ত্রের নক্সা তৈরী করা হয়।

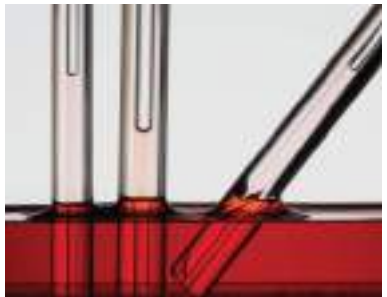
২। ফাউনটেন পেন কালির সান্দ্রতা ধর্মের উপর ভিত্তি করেই প্রস্তুত করা হয়।

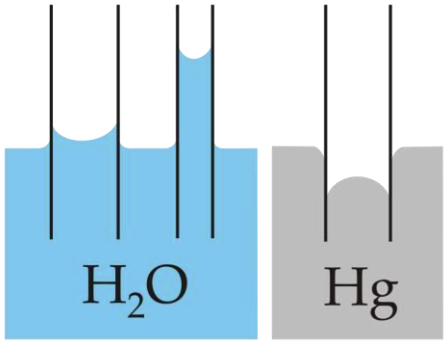
৩। শিরা-উপশিরা দিয়ে রক্তের চলাচল এ ধর্মের উপর দিয়ে হয়ে থাকে।

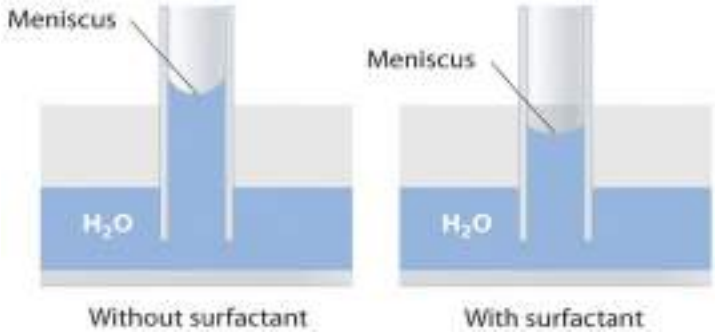
কৈশিকতা বা কৈশিকত্ব

কেশের বা চুলের মতো সরু ছিদ্রবিশিষ্ট নলকে কৈশিক নল বলে। দুমুখ খোলা কাচের একটি সরু নলকে খাড়াভাবে পানিতে বা কাচকে ভেজায় এমন একটি তরল্যে আংশিক ডুবালে দেখা যাবে যে, নলের ভিতরে পানি বা ঐ তরল খানিকটা উপরে উঠেছে।

কৈশিকতা তত্ত্ব ঃ- দু মুখ খোলা এবং আগাগোড়া সমান প্রস্থচ্ছেদ বিশিষ্ট কাচের একটি কৈশিক নল নেই। নলটিকে খাড়াভাবে পানিতে আংশিক ডুবালে দেখা যাবে পানি নলের মধ্যে খানিকটা উপরে উঠেছে এবং নলের মধ্যে পানির তল বেকেঁ অবতল আকার ধারণ করেছে।







মনেকরি, পানির অবতল পৃষ্ঠে সর্বনিম্ন তল পর্যন্ত নলের মধ্যে পানির উচ্চতা h। ধরি, নলের ব্যাসার্ধ $= r$, পানি ও কাচের মধ্যকার স্পর্শ কোণ $= \theta$ এবং পানির পৃষ্ঠটান $= T$ এ পৃষ্ঠটান পানি ও কাচের স্পর্শ A বিন্দুতে অঙ্কিত স্পর্শক বরাবর অন্তমুখী ক্রিয়া করে। নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র অনুযায়ী কাচ তরলের উপর একটি সমান ও বিপরীতমুখী প্রতিক্রিয়া বল R প্রয়োগ করবে। বল বিভাজন পদ্ধতি দ্বারা উক্ত বলকে পারস্পারিক অভিলম্ব দিকে দুটি উপাংশে ভাগ করা যেতে পারে।

একটি খাড়া ঊর্ধ্বমুখী উপাংশ $R\cos\theta = T\cos\theta$ এবং অপরটি এর অভিলম্ব দিকে বহিমুখী উপাংশ $R\sin\theta = T\sin\theta$। কাচের সাথে তরলের সমগ্র স্পর্শ রেখা AB বিবেচনা করলে দেখা যায় যে, এদের মধ্যে বহিমূখী অনুভূমিক উপাংশগুলো পরস্পরকে নিষ্ক্রিয় বা নাকচ করে দেয় ফলে শুধু ঊধ্বমুখী উপাংশ কার্যকর হয়।

সুতরাং তরলের সাথে স্পর্শ রেখা বরাবর মোট ঊর্ধ্বমুখী কার্যকর বল= $\mathrm{T}\cos\theta \times$ দৈর্ঘ্য = $\mathrm{T}\cos\theta \times 2\pi\mathrm{r} = 2\pi\mathrm{r}\mathrm{T}\cos\theta$ এ ঊধ্বমূখী বল নলের মধ্যে পানি স্তম্বের ওজন কে ধারণ করে।

যদি নলের মধ্যে পানি স্তম্বের ভর m হয় এবং ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণ g হয়, তবে নলের মধ্যে পানির ওজন $\mathrm{W}= mg$

আমরা পাই , $2\pi\mathrm{r}\mathrm{T}\cos\theta = mg$ ----------(১)

এখন বাইরের পানির তল হতে নলের ভিতরের পানির তলের নিম্ন প্রান্তে পর্যন্ত উচ্চুাবিশিষ্ট পানি স্তম্বের আয়তন V এবং পানির তলের বক্র অংশে পানির আয়তন v হলে নলের মধ্যে পানির মোট আয়তন = $(\mathrm{V}+\mathrm{v})$

পানির ঘনত্ব ρ হলে ভর $m= (\mathrm{V}+\mathrm{v})\,\rho$

$2\pi\mathrm{r}\mathrm{T}\cos\theta = (\mathrm{V}+\mathrm{v})\,\rho g$ ----------(২)

কিন্তু $V=\pi r^2 h$ এবং v =ABCD এর চোঙের আয়তন - AEB এর অর্ধগোলকের আয়তন

$$v = \pi r^2 h - \frac{1}{2} \times \frac{4}{3}\pi r^3 = \pi r^2 \times r - \frac{2}{3}\pi r^3 = \pi r^3 - \frac{2}{3}\pi r^3 = \frac{\pi r^3 - 2\pi r^3}{3} = \frac{\pi r^3}{3}$$

(২) নং সমীকরণ হতে পাই ।

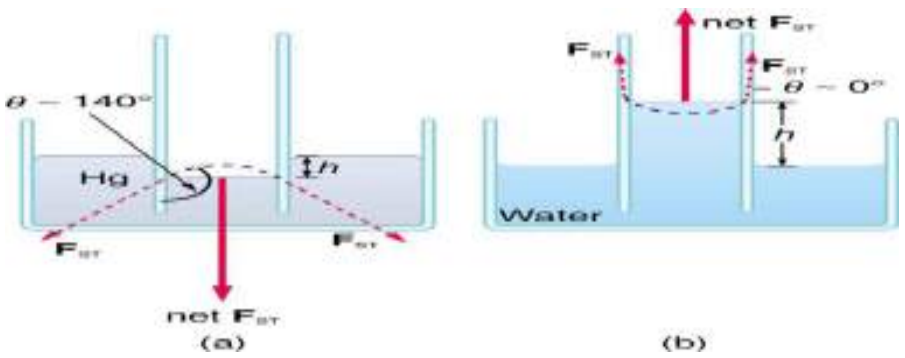
$$2\pi r T\cos\theta = (V+v)\,\rho g$$

বা, $2\pi r T\cos\theta = (\pi r^2 h + \frac{\pi r^3}{3})\,\rho g$

বা, $2\pi r T\cos\theta = \pi r^2 (h + \frac{r}{3})\,\rho g$

বা, $2T\cos\theta = r\,(h + \frac{r}{3})\,\rho g$

$$T = \frac{r\,(h + \frac{r}{3})\,\rho g}{2\cos\theta} \quad \text{----------(৩)}$$



যদি r এর মান খুবই ছোট হয়, তবে $\frac{r}{3}$ কে সহজেই উপেক্ষা করা যেতে পারে।

$$T=\frac{r\,h\rho g}{2\cos\theta}\text{----------(৪)}$$

কাচ এবং পানির ক্ষেত্রে, $\theta=0^0$ কাজেই সমীকরণ অনুসারে,

$$T=\frac{r\,(h+\frac{r}{3})\,\rho g}{2}\text{ ----------(৫)}$$

অবশ্য পানির ক্ষেত্রে r এর মান ক্ষুদ্র হলে

$$T=\frac{r\,h\rho g}{2}\text{ ----------(৬)}$$

প্রয়োজনবোধে (৩)নং, (৪)নং, (৫)নং, এবং (৬)নং সমীকরণের যে কোন একটির সাহায্যে পানি কিংবা অন্য কোন তরলের পৃষ্ঠটান নির্ণয় করা যায়।

উদাহরণ ঃ ০.3 মিটারর পারদ স্তম্ভের তলদেশে চাপ কত? পারদের ঘনত্ব $13600\text{Kg}m^{-3}$ এবং অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $\text{g}=9.8\text{m}s^{-2}$

সমাধান,
আমরা জানি,
চাপ, $\text{P}=\text{hg}\rho$
$=0.3\times9.8\times13600$
$=6.66\times 10^{4}\text{N}m^{-2}$
চাপ,$= 6.66\times 10^{4}\text{N}m^{-2}$

এখানে,
উচ্চতা, $\text{h}=0.3\text{m}$
ঘনত্ব, $\rho=13600\text{Kg}m^{-3}$
অভিকর্ষীয় ত্বরণ,
$\text{g}=9.8\text{m}s^{-2}$
চাপ, P=?

উদাহরণ ঃ পানির 100 মিটার গভীরতার চাপ নির্ণয় কর ? অভিকর্ষীয় ত্বরণ $\text{g}=9.8\text{m}s^{-2}$

উদাহরণ ঃ 0.4cm ব্যাসার্ধের একটি নলে পানির আরোহণের পরিমাণ নির্ণয় কর। যদি পানির পৃষ্ঠটান $7.2\times10^{-3}\mathrm{N}m^{-2}$ এবং স্পর্শকোণ 0^0 হয়।

$$\mathrm{T}=\frac{\mathrm{r}\left(\mathrm{h}+\frac{r}{3}\right)\rho g}{2\cos\theta}$$

$$\left(\mathrm{h}+\frac{r}{3}\right)=\frac{2\mathrm{T}\cos\theta}{\mathrm{r}\rho g}$$

$$\mathrm{h}=\frac{2\mathrm{T}\cos\theta}{\mathrm{r}\rho g}-\frac{r}{3}$$

$$=\frac{2\times7.2\times_{10^{-3}}\cos0^0}{4\times_{10^{-3}}\times1000\times9.8}-\frac{4\times_{10^{-3}}}{3}$$

$$=36.73\times10^{-3}-1.33\times10^{-3}$$

$$=35.40\times10^{-3}\ \mathrm{m}$$

এখানে,ব্যাসার্ধ,

$\mathrm{r}=0.4\mathrm{cm}=0.4\times10^{-2}\mathrm{m}$

$=4\times10^{-3}\mathrm{m}$

উচ্চতা, h=?

ঘনত্ব, $\rho=1000\mathrm{Kg}m^{-3}$

পৃষ্ঠটান, $\mathrm{T}=7.2\times10^{-3}\mathrm{N}m^{-2}$

স্পর্শকোণ, $\theta=0^0$

অভিকর্ষীয় ত্বরণ, $\mathrm{g}=9.8\mathrm{m}s^{-2}$

বাড়ির কাজ

১। আজকের পাঠের অনুশীলন।

২। পৃষ্ঠটান, পৃষ্ঠশক্তি, স্পর্শ কোণ এর সংজ্ঞা দাও।

৩। সান্দ্রতা কি এবং এর প্রয়োজনীয়তা লিখ।

৪। কৈশিকতা তত্ত্বের সাহায্যে পানি কিংবা অন্য কোন তরলের পৃষ্ঠটান নির্ণয় কর।

৫। এই অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সমাধান কর।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে।

পরবর্তী ক্লাশ হবে শনিবার সকাল ১১.৪০ টা ৬ষ্ঠ অধ্যায়

শিখনফল

এই অধ্যায়ে পাঠে আমরা যা যা শিখতে পারব ---

১। এই অধ্যায়ে ক্লাশের সংক্ষিপ্ত পর্যলোচনা করব।

২। আদর্শ গ্যাসের সংজ্ঞা ও গ্যাসের সূত্রাবলীর আলোচনা করব।।

৩। পরম তাপমাত্রা সংজ্ঞা ও প্রমাণ চাপ ও প্রমাণ তাপমাত্রা সংজ্ঞা করব।

৪। গ্যাসের অনুর মৌলিক স্বীকার্য সমূহ সম্পর্কে জানব।

৫। আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ $PV=nRT$ প্রতিষ্ঠা করব।

৬। এই অধ্যায়ের গাণিতিক সমস্যা সমাধান করব।

উদস্থিতিবিদ্যা

আমাদের বায়ুমন্ডলে নানান ধরনের গ্যাস রয়েছে,যেমন অক্সিজেন, হাড্রোজেন, নাইট্রোজেন, কাবর্ন ডাই অক্সাইড ইত্যাদি। আদর্শ গ্যাস সংজ্ঞা ঃ- যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েলের ও চার্লস এর সূত্র পুরোপুরি মেনে চলে তাদেরকে তাকে আদর্শ গ্যাস বলে। বাস্তবে আদর্শ গ্যাস পাওয়া যায় না। কারণ কোন বাস্তব গ্যাসই সকল তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের সূত্রগুলো মেনে চলে না। তবে নিম্ন চাপে ও উচ্চ তাপমাত্রার বাস্তব গ্যাসের নূত্রগুলো মেনে চলে। গ্যসের সূত্র গুলো নিম্নে দেওয়া হলো

১। বয়েলের সূত্র ঃ- কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

২। তরল অসংকোচনীয় পদার্থ হবে।

৩। তরল পদার্থ কোন ঘর্ষণজনিত বল প্রয়োগ করবে না।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন --------

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

পাঠ ঘোষণা

অধ্যায় ঃ- আর্দ্রতা (Humidity)

প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ

আর্দ্রতা, পরম আর্দ্রতা,

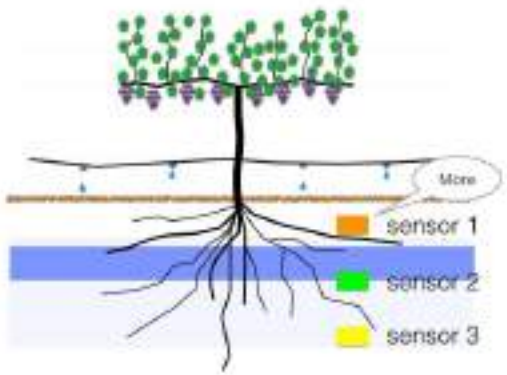
আপেক্ষিক আর্দ্রতা ,

এবং শিশিরাংক

ডিউ পয়েন্ট ডিপ্রেশন,

ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন

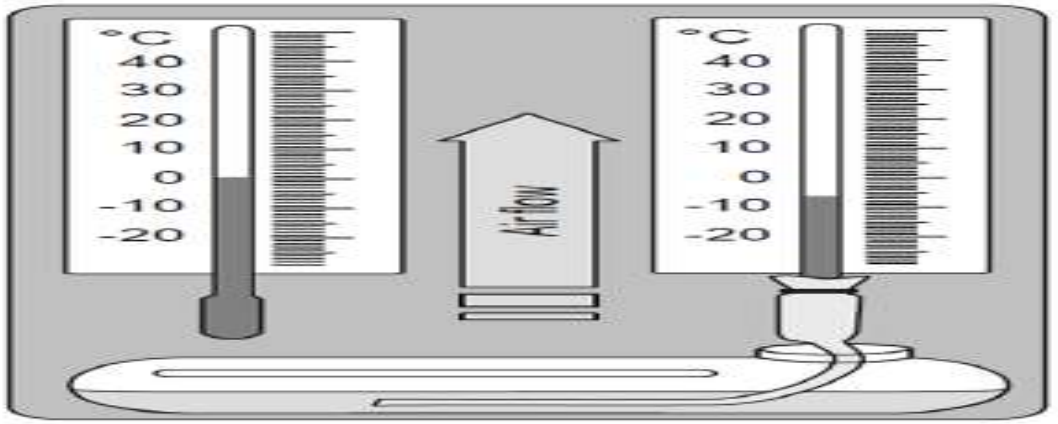
বাষ্প চাপ ও বায়ু চাপের মধ্যে সম্পর্ক।



মানুষের জন্য আরামদায়ক পরিবেশ বা কোন কক্ষের বাতাস আরামদায়ক মাত্রায় পরিণত করতে উক্ত বাতাসের তাপমাত্রা ও আর্দ্রতা নির্দিষ্ট হারে নিয়ন্ত্রণের প্রয়োজন হয়। কোন পরিবেশ বা কক্ষ শীতাতপ নিয়ন্ত্রণের জন্য তাপমাত্রা ও আর্দ্রতার পাশাপাশি আরো কতিপয় বাতাসের বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে জানা প্রয়োজন হয়। বাতাস ও জলীয় বাষ্পের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য সম্পর্কে জন্য এবং তাদের নিয়ন্ত্রণের বিজ্ঞান ও ফলিত প্রয়োগকে সাইক্রোমেট্রি বলে।

সাইক্রোমেট্রি চার্টের সাহায্যে বাতাসের বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য যেমন ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা, ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা, শুষ্ক বাতাস, ভিজা বাতাস, সম্পৃক্ত বাতাস. আপেক্ষিক আর্দ্রতা, ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন, শিশিরাংক, শিশিরাংক ডিপ্রেশন নির্ণয় করা যায়। এয়ারকন্ডিশনিং ক্ষেত্রে বাতাসের সাইক্রোমেট্রিক প্রোপার্টিসমূহকে পরিবর্তন করার জন্য বিভিন্ন প্রকার সাইক্রোমেট্রিক প্রসেস বা পদ্ধতি ব্যবহার হয়ে থাকে। সাইক্রোমেট্রি হলো শীতাতাপ নিয়ন্ত্রণের হিসাব নিকাশের ভিত্তি।

প্রকৌশল বিজ্ঞানের যে শাখায় আর্দ্র বাতাস (শুষ্ক বাতাস এবং জলীয় বাষ্পের মিশ্রণ) বা আর্দ্রতার অনুশীলন এবং বিভিন্ন শর্তে অধীনে শুষ্ক বাতাস এবং জলীয় বাষ্পের মিশ্রণের আচরণ সম্পর্কে অনুশীলন ও আলোচনা করা হয় তাকে সাইক্রোমেট্রি বলে। শীতাতাপ নিয়ন্ত্রণ কক্ষে বাতাসে অবস্থিত জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে উক্ত বাতাসের প্রধান বৈশিষ্ট্য (ড্রাই বাল্ব এবং ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা) যে ডিজাইন দ্বারা পরিমাপ করা হয় তাকে সাইক্রোমিটার বলে।



S.T.P = Standard Temperature and Pressure .

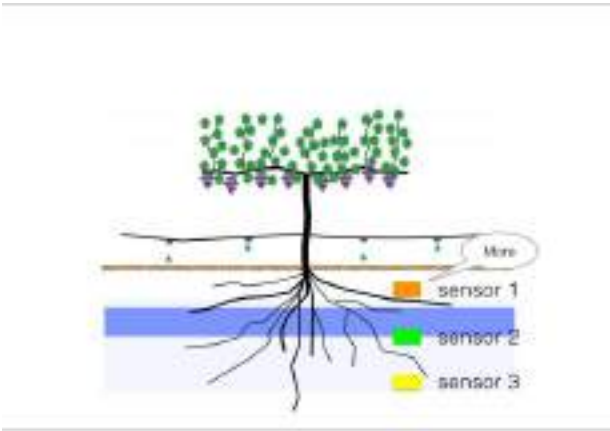
সাধারণ °C বা 273 K তাপমাত্রাকে প্রমাণ বা আদর্শ তাপমাত্রা বলে।

1 atm বায়ুচাপ বা ৭৬০ মিমি পারদ চাপকে প্রমাণ বা আদর্শ চাপ বলে।
প্রমাণ বা আদর্শ অবস্থায় ১ মোল গ্যাসের আয়তন = ২২.৪ ঘনমিটার।

আর্দ্রতা

প্রতি কেজি বা এক কেজি শুষ্ক বাতাসে উপস্থিত জলীয় বাষ্পের পরিমাণকে আর্দ্রতা বলে। একে আবার স্পেসিফিক হিউমিডিটি বা হিউমিডিটি রেশিও বলে। একে সাধারণত গেইন /প্রতি কেজি শুষ্ক বাতাসে এককে প্রকাশ করা হয়।

বায়ুমন্ডলে সর্বদা কিছু না কিছু জলীয় বাষ্প থাকে। বাষ্পায়ন প্রক্রিয়ায় খাল, বিল,পুকুর, নদী, সমুদ্র, প্রভৃতি হতে প্রতিনিয়িত প্রচুর পরিমাণ পানি বাষ্প হয়ে বায়ুমন্ডলে মিশে যাচ্ছে। স্পেসিফিক হিউমিডিটি $= \frac{\text{গেইন (জলীয় বাষ্প)}}{\text{প্রতি কেজি শুষ্ক বাতাস}}$

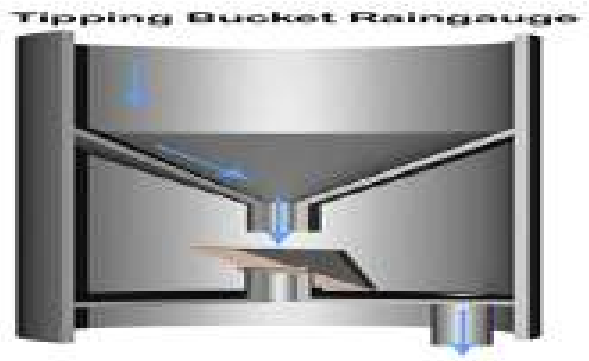


আপেক্ষিক আর্দ্রতা

কোন নিদিষ্ট তাপমাত্রায় পরীক্ষাধীন বায়ুতে অবস্থিত জলীয় বাষ্পের আংশিক চাপ ঐ একই তাপমাত্রায় সেই আয়তন বায়ুকে সম্পৃক্ত করার প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের আংশিক চাপের অনুপাতকে আপেক্ষিক আর্দ্রতা বলে। শতকরা হারে আপেক্ষিক আর্দ্রতা নির্ণয়ের সমীকরণটি নিচে দেয়া হলো

আপেক্ষিক আর্দ্রতা =

$$\frac{\text{পরীক্ষাধীন বায়ুর জলীয় বাষ্পের আংশিক চাপ}}{\text{সেই আয়তনের বায়ুকে সম্পৃক্ত করায় প্রয়োজনীয় জলীয় বাষ্পের আংশিক চাপ}} \times 100$$

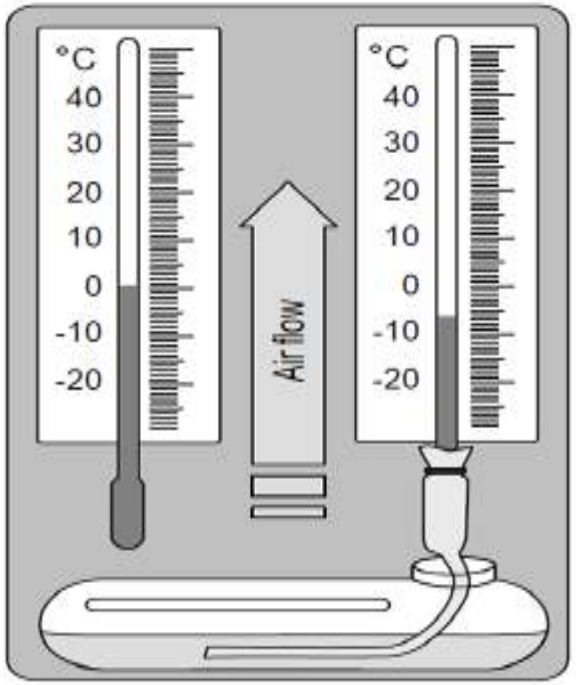


(শিশিরাংক) Dew point Temperature

যে উষ্ণতায় বায়ু তার মাঝে অবস্থিত জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত হয়ে যায় বা যে তাপমাত্রায় বাতাসের জলীয় বাষ্পে ঘনিভূত হয়ে শিশিরে কণায় পরিণত হয় তাকে শিশিরাংক বলে।

ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা

সাধারণ থার্মোমিটারে যে তাপমাত্রা পাওয়া যায়, তাকে ড্রাই বা শুষ্ক বাল্ব তাপমাত্রা বলে। ড্রাই বা শুষ্ক বাল্ব তাপমাত্রা কে থার্মোমিটার দ্বারা পরিমাপ করা হয়।

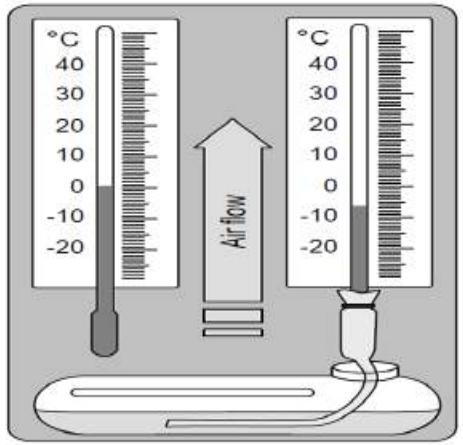


ওয়েট বা ভেজা বাল্ব তাপমাত্রা

থার্মোমিটারের বাল্ব ভিজা কাপড় দিয়ে জড়ানো অবস্থায় বাতাসের তাপমাত্রার যে মান পাওয়া যায় তাকে ওয়েট বা ভেজা বাল্ব তাপমাত্রা বলে। অর্থাৎ জলীয় বাষ্প সম্পৃক্ত অবস্থায় বাতাসে তাপমাত্রার পরিমাণ হলো ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা। স্লিং সাইক্রোমিটার দুটি মিটার থাকে একটি ভেজা কাপড় বিহীন শুষ্ক বাল্ব থার্মোমিটার এবং অপরটি ভেজা কাপড় জড়ানো ভেজা বা ওয়েট বাল্ব থার্মোমিটার। একে ওয়েট দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন

যে কোন বিন্দুতে ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা এবং ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রার পার্থক্যকে ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন বলে। ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা এবং ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রার পার্থক্য যত বেশি হবে বাতাসের আর্দ্রতা তত কম হবে। আবার ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা এবং ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রার পার্থক্য যত কম হবে বাতাসের আর্দ্রতা তত বেশি হবে।



এনথালপি

কোনো একক পরিমাণ পদার্থের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা হতে সর্বনিম্ন তাপমাত্রায় বা সর্বনিম্ন তাপমাত্রা হতে সর্বোচ্চ তাপমাত্রায় রূপান্তর করতে যে সর্বমোট তাপ শোষণ ও প্রয়োগ করার প্রয়োজন হয় তাকে এনথালপি বলে।

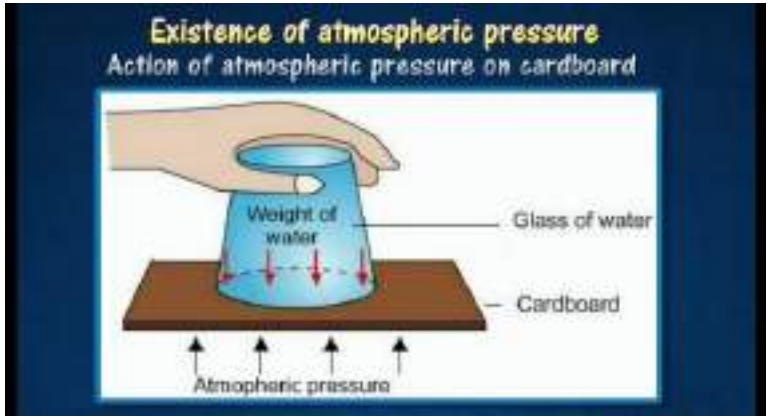
বাষ্প চাপ ও বায়ুচাপের মধ্যে সম্পর্ক আলোচনা করব।

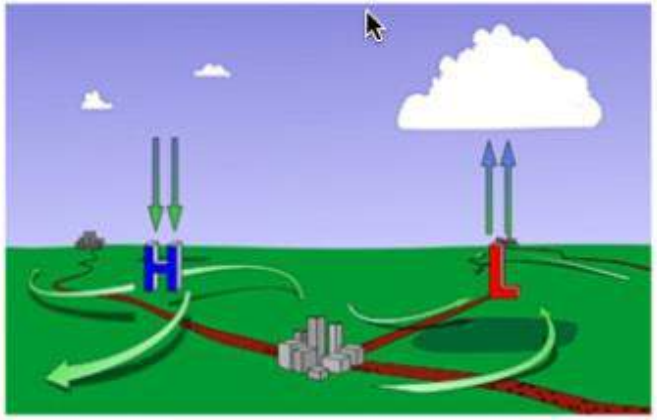
বায়ু চাপ বা বায়ুমন্ডলীয় চাপ ঃ- বাতাসের ওজন আছে এবং এ ওজনের কারণেই এটাও ভূ পৃষ্ঠে চাপ প্রয়োগ করে। বাতাসের এ চাপকে বায়ুমন্ডলের চাপ বলে।

বাষ্পচাপ ঃ- কোন নিদিষ্ট তাপমাত্রায় বাষ্প তরল সামাবস্থায় কোন তরলের উপস্থিত তরলের পৃষ্ঠে এবং পাত্রের দেয়ালে যে চাপ প্রয়োগ করে তাকে ঐ তাপমাত্রায় ঐ তরলের বাষ্পচাপ বলে।

আমরা জানি, বায়ুমন্ডলে চাপ দেয়। এ চাপের মাঝে আছে শুষ্ক বায়ুর চাপ এবং জলীয় বাষ্পের চাপ।

মনেকরি, কোন এক সময়ে বায়ুমন্ডলের তাপমাত্রা = T





ঐ সময়ে বায়ুমন্ডলের চাপ = P

ঐ সময়ে বায়ুমন্ডলের উপস্থিত জলীয় বাষ্পের চাপ = f

ঐ সময়ের বায়ুর চাপ = P_a

ঐ সময়ের বায়ুর ঘনত্ব = ρ_a

STP তে তাপমাত্রা = 273K

STP তে বায়ুর চাপ = $1013000 \mathrm{Nm}^{-2}$

STP তে বায়ুর ঘনত্ব = $1.293 \mathrm{Kg\ m}^{-3}$

ডাল্টনের আংশিক চাপ সূত্রানুসারে, P = P_a + f

ঐ সময়ের শুধু বায়ুর চাপ P_a = P- f

বাড়ির কাজ

১। আজকের পাঠে নিজে অনুশীলন করব।

২। প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ, আর্দ্রতা, পরম আর্দ্রতা,আপেক্ষিক আর্দ্রতা এর সংজ্ঞা দাও ।

৩। শিশিরাংক, ডিউ পয়েন্ট ডিপ্রেশন,ওয়েট বাল্ব ডিপ্রেশন, ড্রাই বাল্ব তাপমাত্রা, ডিউ বাল্ব তাপমাত্রা, এনথালপি কি, সম্পৃক্ত বাতাস কি এর সংজ্ঞা দাও।

৪। বাষ্প চাপ ও বায়ু চাপের মধ্যে সম্পর্ক বের করব।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন --------

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থশেরপুর

পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

আমরা এই অধ্যায়ে যা যা শিখতে পারব।

১। শব্দ কি ?

২। তরঙ্গ ও তরঙ্গ গতি সংজ্ঞা এবং তরঙ্গ কত প্রকার ও কি কি বর্ণনা করব।

৩। অনুপ্রস্থ তরঙ্গ এবং অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ এদের পার্থক্য।

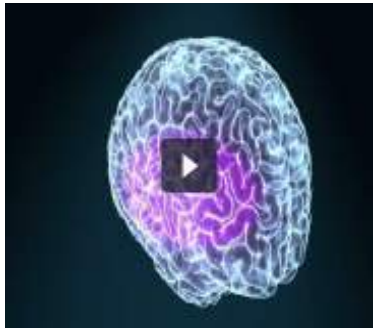
৪। তরঙ্গ সংক্রান্ত কয়েকটি সংজ্ঞা।

৫। অগ্রগামী তরঙ্গ ও স্থির তরঙ্গ কি এবং এদের বৈশিষ্টগুলো লিখতে পারব।

৬। অগ্রগামী তরঙ্গ ও স্থির তরঙ্গের মাঝে পার্থক্য লিখতে পারব।

শব্দ

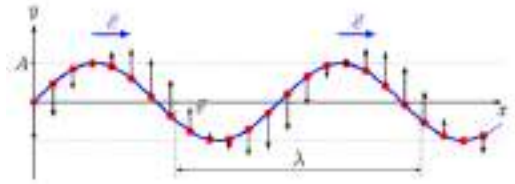
আমরা যা শুনি তাই শব্দ। শব্দ এক প্রকার শক্তি, যা আমাদের শ্রবণ ইন্দ্রিয়ে অনুভূতির সঞ্চার করে। বাতাসের মধ্যে সৃষ্ট এক ধরনের যান্ত্রিক তরঙ্গ কানের ভিতর দিয়ে মস্তিষ্কে গিয়ে এক বিশেষ অনুভূতি সৃষ্টি করে। এ বিশেষ অনুভূতিকে আমরা শব্দ বলতে পারি। শব্দ বিভিন্ন মাধ্যমে গতিবেগ বিভিন্ন গতিবেগ প্রাপ্ত হয়। যেমন - কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশি, তরল মাধ্যমে তার চেয়ে কম এবং বায়বীয় মাধ্যমে সবচেয়ে কম। তাই বলা যায়, যে শক্তি কোনো কম্পমান বস্তু থেকে উৎপন্ন হয়ে অবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ আকারে সঞ্চালিত হয়ে আমাদের কানে শ্রবণের অনুভূতি জন্মায়, তাকে শব্দ বলে।



তরঙ্গ

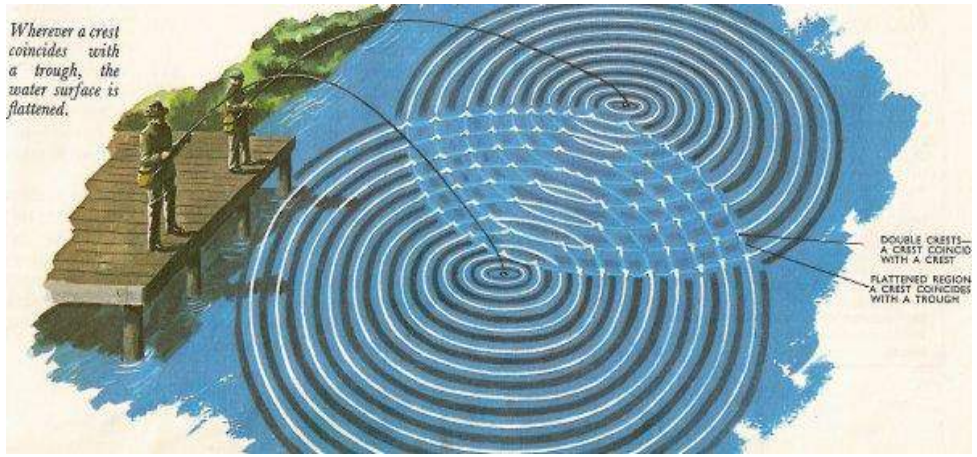
কোনো স্থিতিস্থাপক মাধ্যমে কণাগুলোর স্থানান্তর ছাড়া যে পর্যাবৃত্ত আন্দোলনের দ্বারা একস্থান হতে অন্য স্থানে শক্তি সঞ্চালিত হয় তাকে তরঙ্গ বলে।

একটি পুকুরের স্থির পানিতে ঢিল ছুঁড়লে তরঙ্গের সৃষ্টি হয়। ঢিলটি যে বিন্দুতে পানিতে প্রবেশ করে সে বিন্দুকে কেন্দ্র করে পানির উপরে পৃষ্ঠে সারি সারি তরঙ্গ ক্রমবর্ধমান বৃত্তাকারে চারদিকে ছড়িয়ে পড়ে। এর ফলে পানির উপরিতলে এক স্থান হতে অন্য স্থানে শক্তির সঞ্চালন ঘটে।



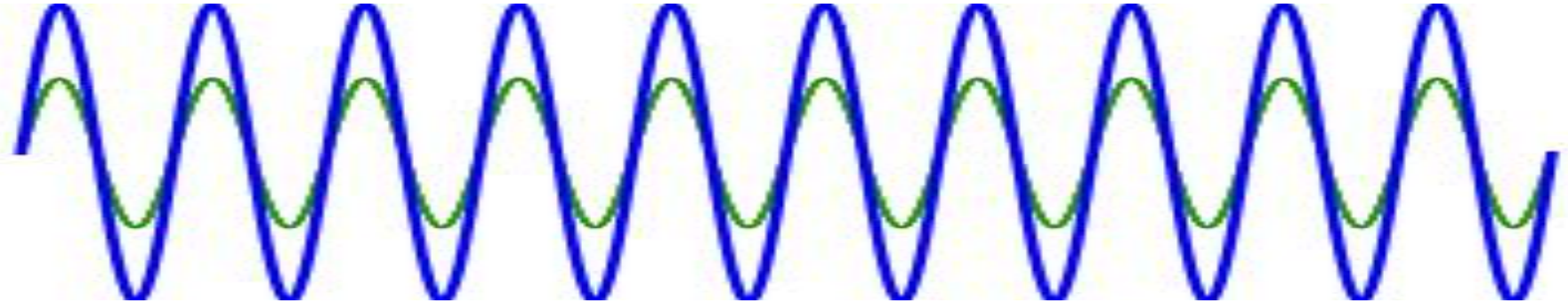
যে সব তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন হয় সেগুলোকে যান্ত্রিক তরঙ্গ বলে। শব্দ তরঙ্গ, টানা তারের সৃষ্ট তরঙ্গ ইত্যাদি।

যে সব তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না সেগুলোকে তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ বলে। সূর্য থেকে আমরা যে আলো পাই তা মাধ্যম ছাড়া আমাদের কাছে তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ আকারে পেয়ে থাকি।

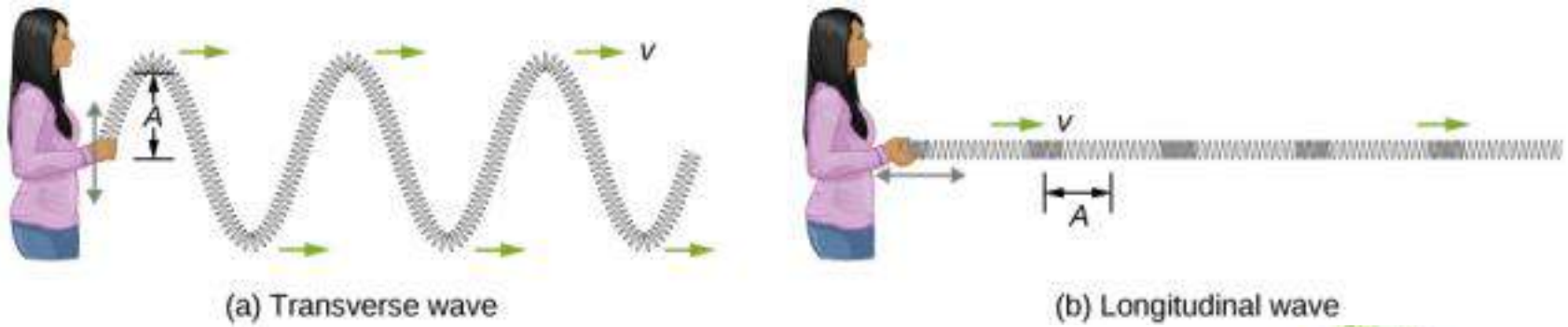


তরঙ্গ গতি

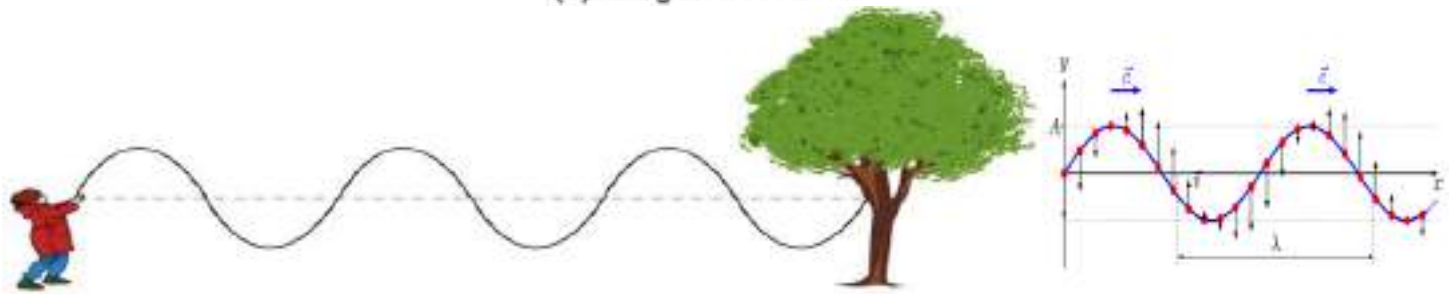
যে পদ্ধতিতে কোন তরঙ্গ একক সময়ে অবস্থান পরিবর্তন, তাকে তরঙ্গ গতি বলে।



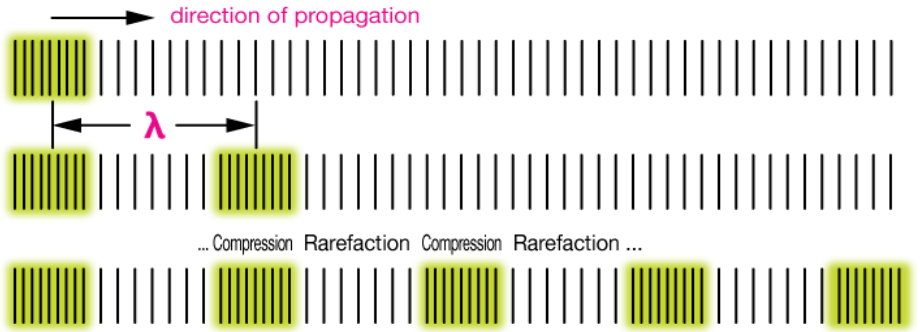
শব্দ তরঙ্গ দুই প্রকারের যথা -



(১) আড় তরঙ্গ
বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।



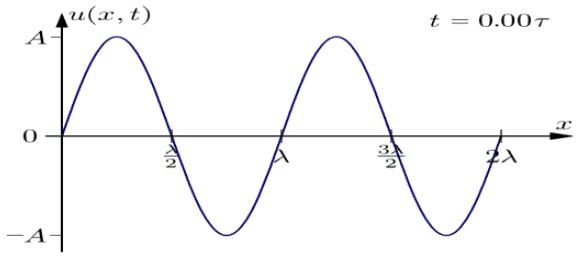
(২) লম্বিক তরঙ্গ
বা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

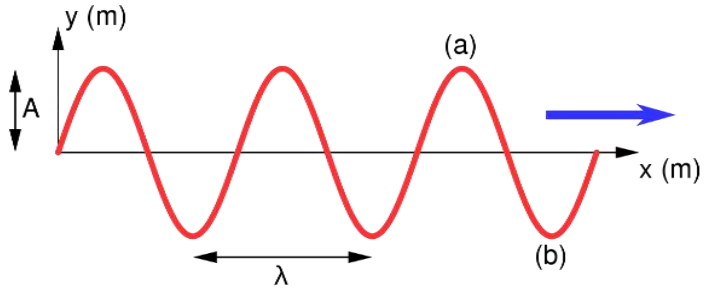


(১) আড় তরঙ্গ বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ ঃ-

মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গ গতির অভিমুখের সমকোণে কম্পিত হতে থাকলে সেই তরঙ্গকে বলে।

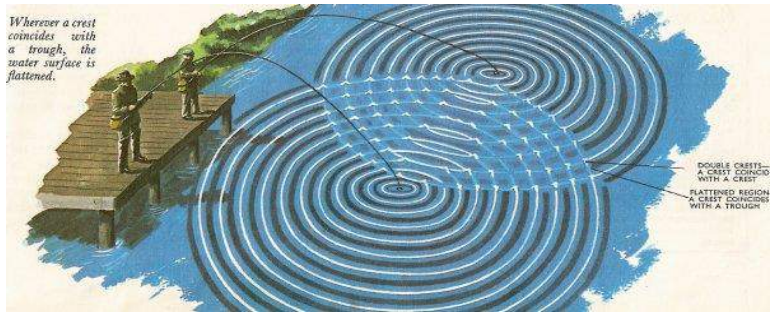
একটি পুকুরের স্থির পানিতে ঢিল ছুঁড়লে দেখা যায় যে পানির কণাগুলো উপরে নিচে দুলতে থাকে এবং এই আন্দোলন কিনারার দিকে অগ্রসর হতে থাকে। সৃষ্ট এরুপ আন্দোলনই আড় তরঙ্গ বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

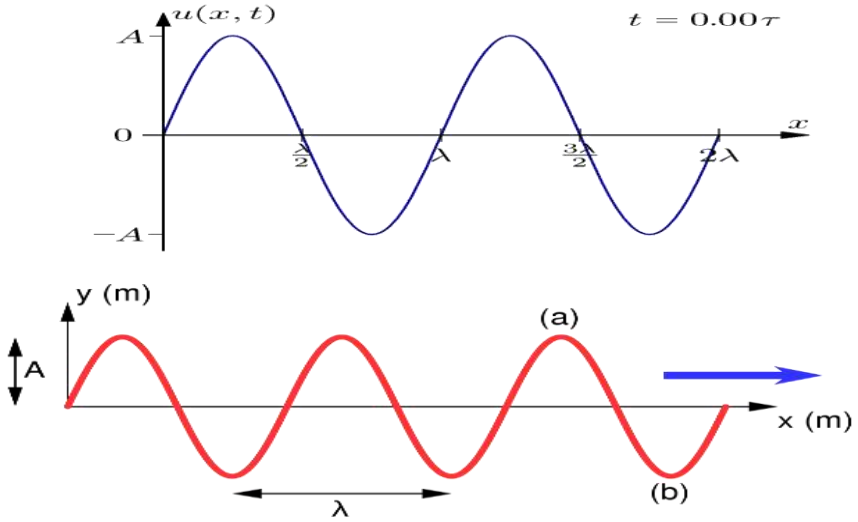




ব্যাখ্যা ঃ-

নিচের চিত্রের সাহায্য একটি অনুপ্রস্থ তরঙ্গ দেখানো হয়েছে। তরঙ্গের উপরের দিকে ও বিন্দুতে কণার সর্বোচ্চ সরণ ঘটেছে। একে তরঙ্গ পাত বা তরঙ্গ খাঁজ বলে। এক্ষেত্রে কণার স্পন্দনের অভিমুখে তরঙ্গ প্রবাহের অভিমুখের সমকোণে ঘটেছে। উদাহরণরুপে পুকুরের পানিতে ঢিল ছুঁড়লে দেখা যায় যে, পানির কণাগুলো উপরে নিচে দুলতে থাকে এবং এ আন্দোলন কিনারার দিকে অগ্রসর হতে থাকে। সৃষ্ট এরুপ আন্দোলনই আড় তরঙ্গ বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।

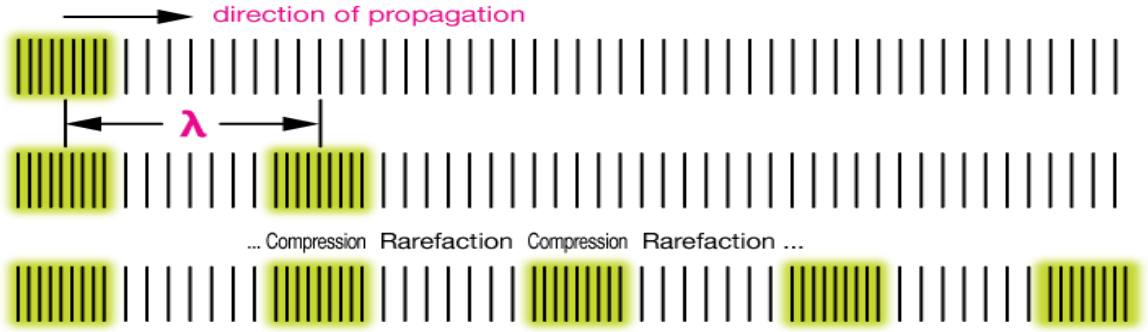


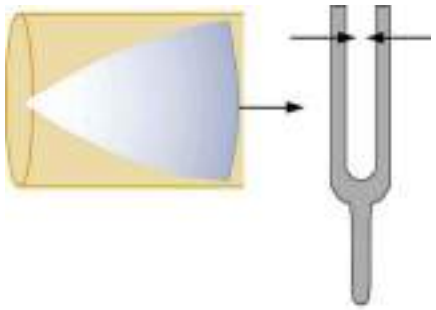


লম্বিক তরঙ্গ বা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ -

মাধমের কণাগুলো তরঙ্গের গতির অভিমুখের সমান্তরালে কম্পিত হতে থাকলে সেই তরঙ্গকে লম্বিক তরঙ্গ বা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।

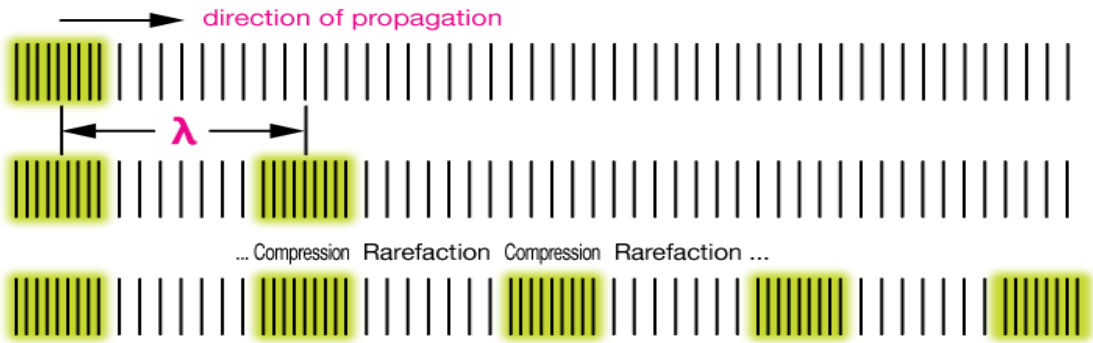
কথা বলা সময় আমরা জিহ্বার সাহায্যে মুখের মধ্যকার বায়ু কণাতে কম্পন সৃষ্টি হয়। বায়ুকণাগুলোর কম্পনের দিক শব্দ তরঙ্গের গতির অভিমুখে সংঘটিত হয়। অতএব, শব্দ লম্বিক তরঙ্গ। বক্তা বা গায়কের মুখ হতে শব্দ বায়ু মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি করে লম্বিক তরঙ্গ আকারে শ্রোতার কাছে পৌছায়।



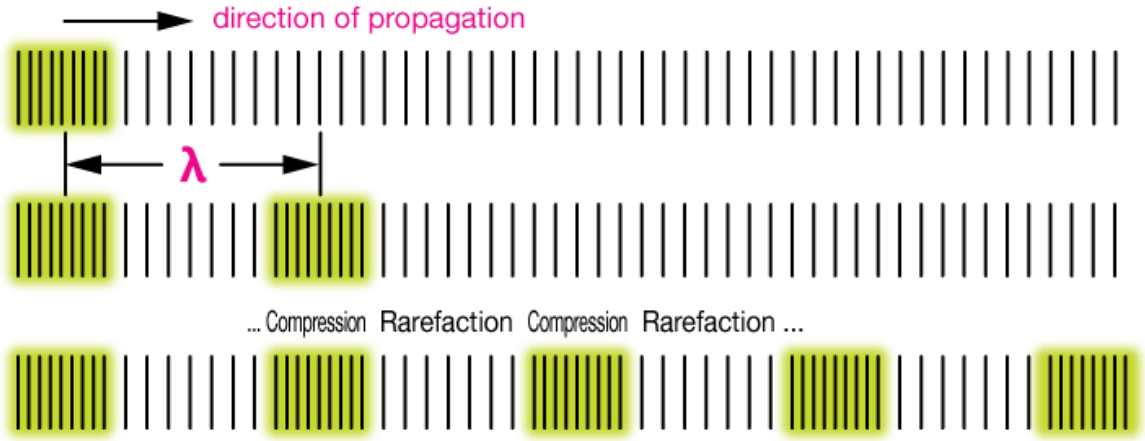


ব্যাখ্যা-

নিচের চিত্রে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ প্রবাহ দেখানো হয়েছে। মাধ্যমের বিভিন্ন স্তরের সাম্যাবস্থান কতগুলো সমান দূরত্বের রেখা দ্বারা নির্দেশ করা হয়েছে। মাধ্যমের ভিতর দিয়ে লম্বিক তরঙ্গ প্রবাহিত হতে থাকলে যে কোনো সময়ে স্তরগুলোর অবস্থান কিরুপ হবে তা উপরের চিত্রে দেখানো হয়েছে। কথা বলা সময় আমরা জিহ্বার সাহায্যে মুখের মধ্যকার বায়ু কণাতে কম্পন সৃষ্টি হয়। বায়ুকণাগুলোর কম্পনের দিক শব্দ তরঙ্গের গতির অভিমুখে সংঘটিত হয়। অতএব, শব্দ লম্বিক তরঙ্গ। বক্তা বা গায়কের মুখ হতে শব্দ বায়ু মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি করে লম্বিক তরঙ্গ আকারে শ্রোতার কাছে পৌছায়।



অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে মাধ্যমের কণাগুলো সাম্যাবস্থানের উভয় পার্শ্বে তরঙ্গের গতিপথের সমান্তরালে কম্পিত হয়, ফলে তরঙ্গ শীর্ষ বা তরঙ্গপাদ সৃষ্টি হয় না। এ ক্ষেত্রে কম্পনের সময় কিছু কিছু স্থানে কণাগুলো কাছাকাছি চলে আসে আবার দূরে সরে যায়। কণাগুলো কাছাকাছি আসার মাধ্যমে সংকোচন বা ঘনীভবন হয় এবং কণাগুলো দূরে সরে গেলে মাধ্যমের প্রসারণ হয়। চিত্রে রেখাগুলোর মধ্যবর্তী দূরত্ব কম দ্বারা সংকোচন এবং রেখাগুলোর দূরত্ব বৃদ্ধি দ্বারা সম্প্রসারণ বুঝানো হয়েছে।



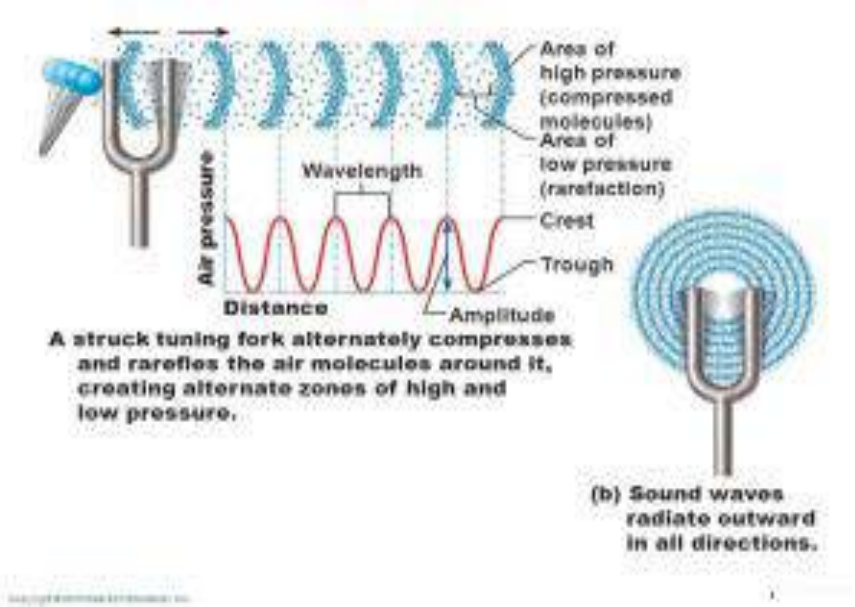
আড় তরঙ্গ ও লম্বিক তরঙ্গের মাঝে পার্থক্য ঃ-

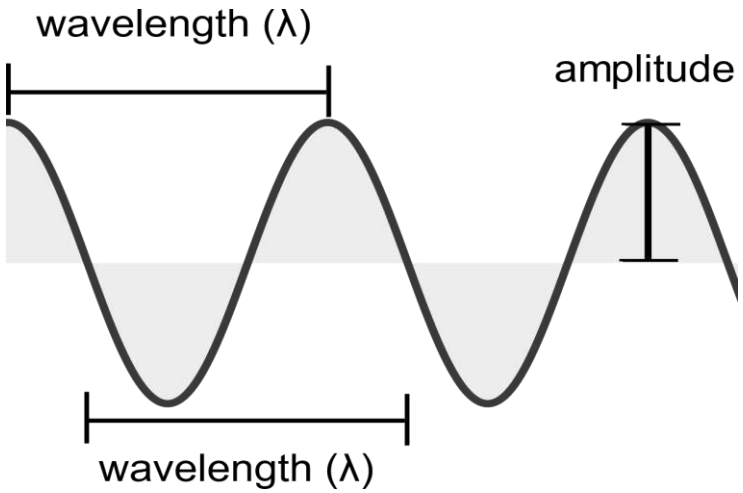
পার্থক্যের বিষয়	আড় তরঙ্গ	লম্বিক তরঙ্গ
১। সংজ্ঞা	মাধ্যমের কণাগুলো তরঙ্গ গতির অভিমুখের সমকোণে কম্পিত হতে থাকলে সেই তরঙ্গকে আড় তরঙ্গ বলে।	মাধমের কণাগুলো তরঙ্গের গতির অভিমুখের সমান্তরালে কম্পিত হতে থাকলে সেই তরঙ্গকে লম্বিক তরঙ্গ বা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।
২। তরঙ্গ	তরঙ্গ প্রবাহের মাধ্যমে তরঙ্গ শীর্ষ এবং তরঙ্গপাদ সৃষ্টি হয়।	তরঙ্গ প্রবাহের মাধ্যমে সংকোচন ও প্রসারণ সৃষ্টি হয়।
৩। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য	পর পর দুটি তরঙ্গ শীর্ষ বা পর পর দুটি তরঙ্গপাদের মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে।	পর পর দুটি সংকোচন বা পর পর দুটি প্রসারণের মধ্যবর্তী দূরত্বকে বা একটি প্রসারণও একটি সংকোচনের মিলিত দৈর্ঘ্যকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে।
৪। পোলারন	ম্াধ্যমে এর সমবর্তন বা পোলারন ঘটে।	ম্াধ্যমে এর সমবর্তন বা পোলারন ঘটে না।
৫। তরঙ্গ উৎপন্ন	আকৃতির স্থিতিস্থাপক ধর্মসম্পন্ন মাধ্যমে এই তরঙ্গ উৎপন্ন হয়। প্রবাহীতে পৃষ্ঠ টানের দরুন আড় তরঙ্গ সৃষ্টি হয়।	আয়তনের স্থিতিস্থাপক ধর্ম সম্পন্ন মাধ্যমে এই তরঙ্গ উৎপন্ন হয় ।

তরঙ্গ সংক্রান্ত কয়েকটি সংজ্ঞা

পূর্ণ কম্পন -

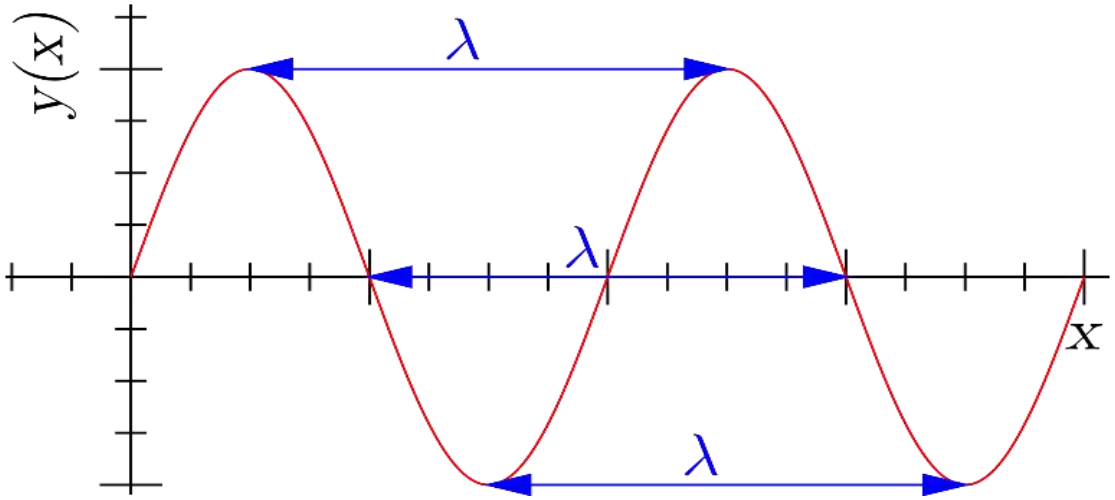
কম্পমান বস্তু একটি বিন্দু হতে যাত্রা শুরু করে আবার একই দিক হতে সে বিন্দুতে ফিরে আসে তখন তাকে পূর্ণ কম্পন বলে।

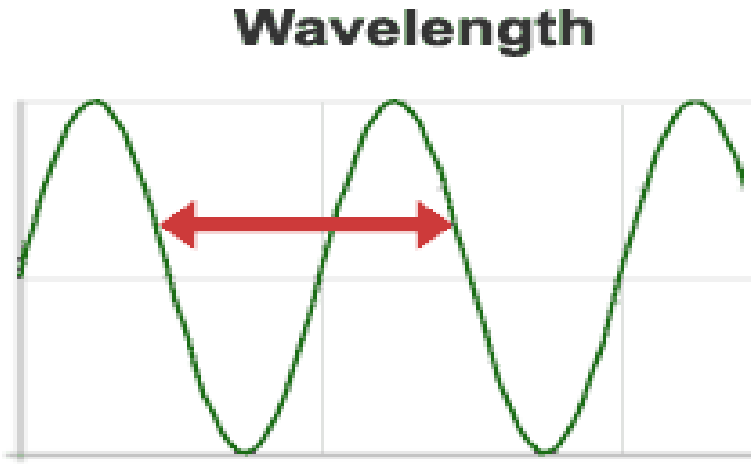




তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

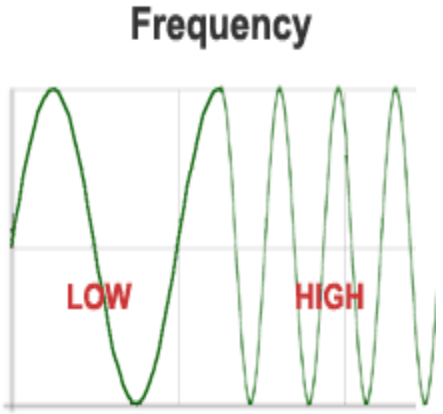
তরঙ্গ সৃষ্টি কারী কোনো কম্পনশীল বস্তু কণার একটি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে, ঐ সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে। একে λ (ল্যামডা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।





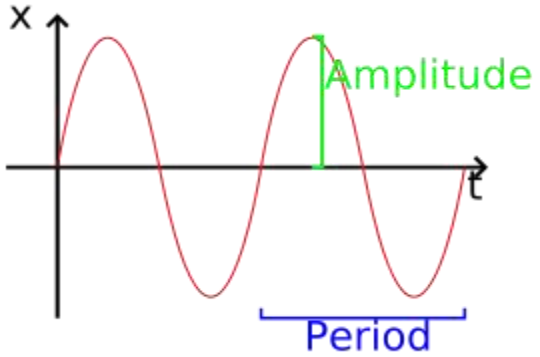
কম্পাংক বা স্পন্দন সংখ্যা-

কোনো একটি কম্পমান বস্তু বা কণা এক সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করে তাকে তার কম্পাংক বা স্পন্দন সংখ্যা বলে। ইহাকে দ্বারা n প্রকাশ করা হয়।



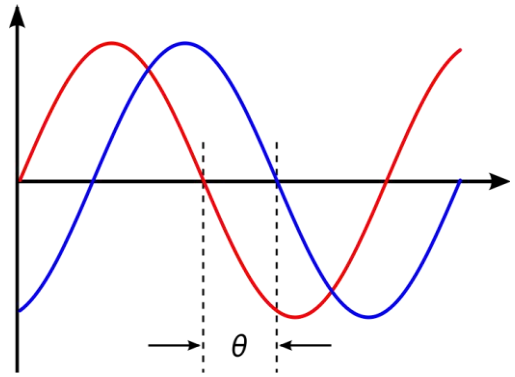
দোলন কাল বা পর্যায়কাল -

কোনো একটি কম্পমান বস্তু একটি কম্পন সম্পন্ন করতে যে সময় নেয়, তাকে এর দোলনকাল বা পর্যায়কাল বলে। ইহাকে দ্বারা t বা T প্রকাশ করা হয়।



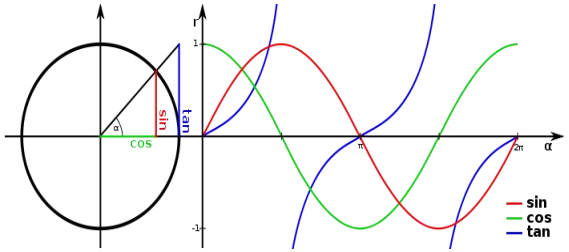
দশা -

তরঙ্গস্থিত কোনো একটি কণার কোনো মুহূর্তের অবস্থান এবং তার গতির অবস্থা ও দিক যার দ্বারা নির্দেশ করে তাকে দশা বলে।



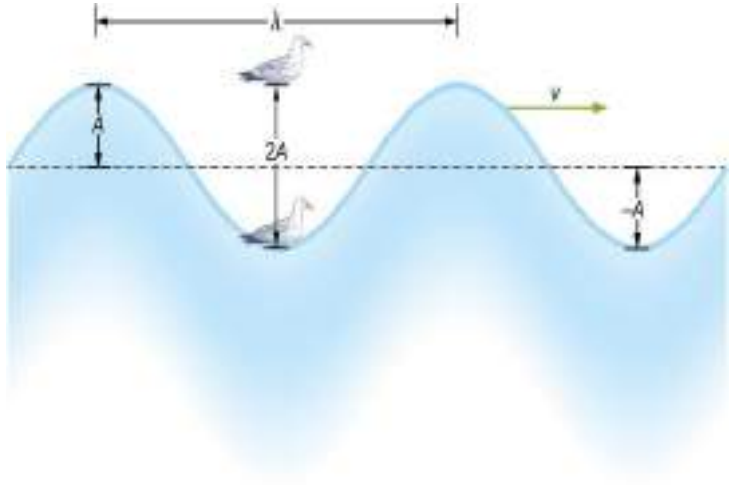
তরঙ্গ বেগ-

কোনো একটি তরঙ্গ কোনো মাধ্যমে এক সেকেন্ডে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে সেই মাধ্যমের এর তরঙ্গ বেগ বলে। ইহাকে দ্বারা v প্রকাশ করা হয়।



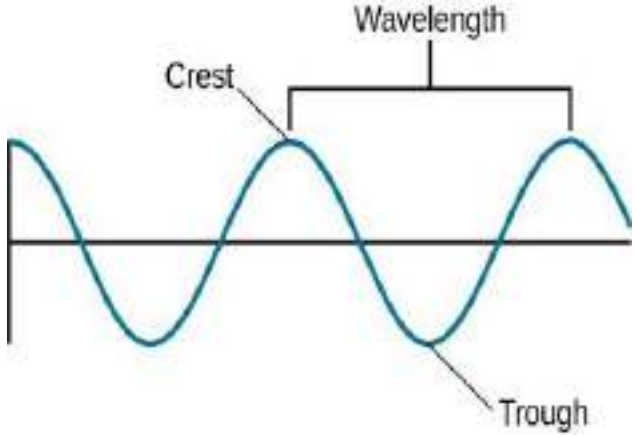
তরঙ্গশীর্ষ -

আড় তরঙ্গের ক্ষেতে এর ধনদিকে এক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে সর্বাধিক সরণের বিন্দুকে তরঙ্গ শীর্ষ বলে।



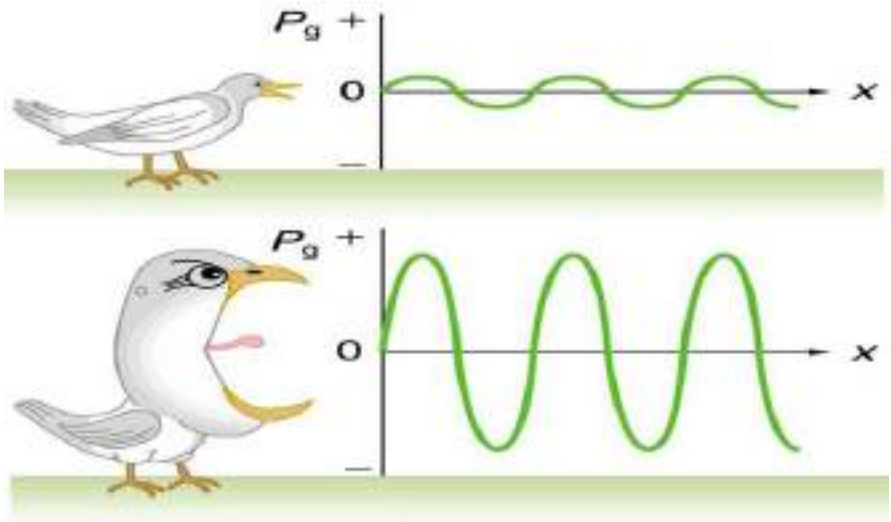
তরঙ্গপাদ -

আড় তরঙ্গের ক্ষেতে এর ঋণদিকে এক তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে সর্বাধিক সরণের বিন্দুকে তরঙ্গ পাদ বলে।



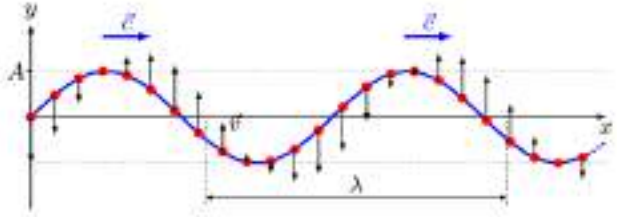
তরঙ্গের তীব্রতা -

কোনো তরঙ্গের সমকোণে ক্ষেত্রফলের মধ্যে এক সেকেন্ডে যে পরিমাণ শক্তি প্রবাহিত হয় তাকে ঐ তরঙ্গের তীব্রতা বলে।



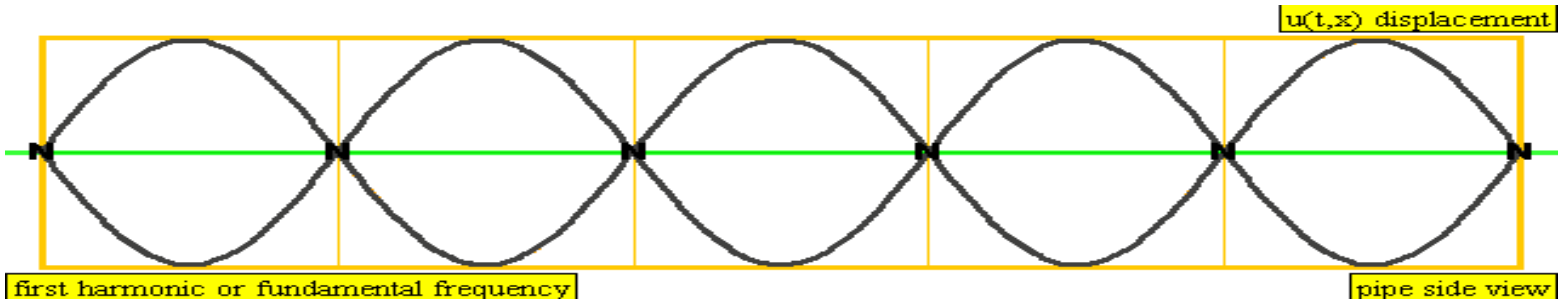
অগ্রগামী তরঙ্গ -

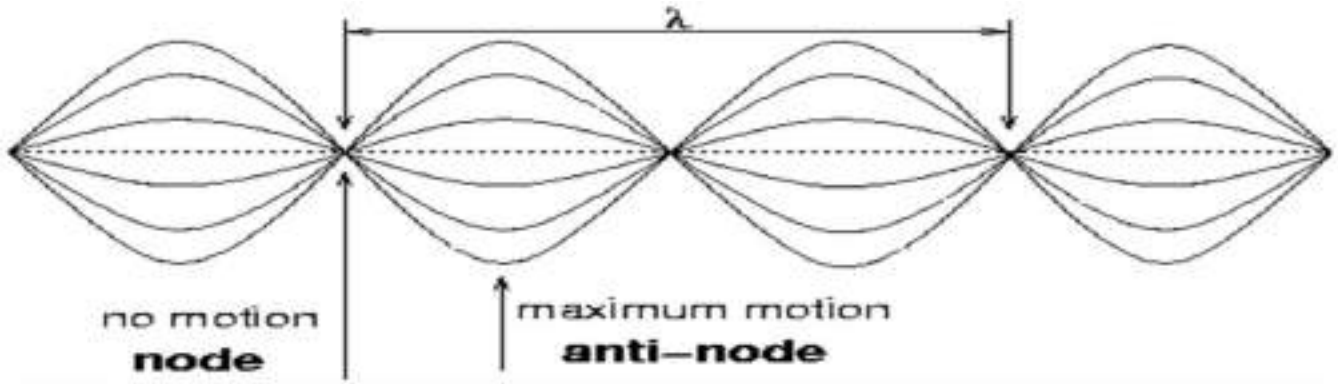
কোনো তরঙ্গ যদি কোনো বিস্তৃত মাধ্যমের এক স্তর হতে অন্য স্তরে সঞ্চালিত হয়ে ক্রমাগত সম্মুখের দিকে অগ্রসর হতে থাকে, তবে তাকে অগ্রগামী তরঙ্গ বলে। একটি পুকুরের স্থির পানিতে ঢিল ছুঁড়লে দেখা যায় যে পানির কণাগুলো উপরে নিচে দুলতে থাকে এবং এই আন্দোলন কিনারার দিকে অগ্রসর হতে থাকে। স্ষ্ট এরুপ আন্দোলনই অগ্রগামী তরঙ্গ।



স্থির তরঙ্গ -

কোনো মাধ্যমের একটি সীমিত অংশে পরস্পর বিপরীতমুখী সমান বিস্তার ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুটি অগ্রগামী তরঙ্গ একে অপরের আপতিত হলে যে নতুন তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে স্থির তরঙ্গ বলে।





অগ্রগামী তরঙ্গের বৈশিষ্টগুলো লিখ?

অগ্রগামী তরঙ্গের বৈশিষ্টগুলো হলো--

১। কোনো মাধ্যমের একই প্রকার কম্পনে এই তরঙ্গের উৎপত্তি হয়।

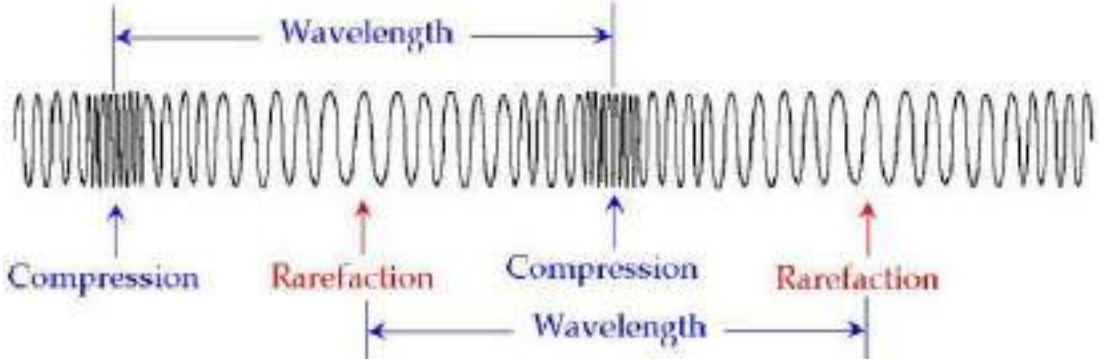
২। একটি একটি সুষম মাধ্যমের মধ্য দিয়ে একটি নির্দিষ্ট দ্রুতি বা বেগের প্রবাহিত হয়।

৩। অগ্রগামী তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের ঘনত্ব ও স্থিতিস্থাপকতার উপর নির্ভর করে।

৪। মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পন তরঙ্গ প্রবাহের সাপেক্ষে আড় ও লম্বিক হতে পারে।

৫। মাধ্যমের কণাগুলো কখনো স্থির থাকে না।

৬। তরঙ্গ প্রবাহের মাধ্যমের বিভিন্ন অংশের চাপ ও ঘনত্বের একই প্রকার পরিবর্তন ঘটে।



স্থির তরঙ্গের বৈশিষ্টগুলো লিখ?

স্থির তরঙ্গের বৈশিষ্টগুলো হলো-

১। এই তরঙ্গ কোনো একটি মাধ্যমের সীমিত অংশে উৎপন্ন হয়।

২। অগ্রগামী তরঙ্গের ন্যায় অগ্রসর না হয়ে একই স্থানে সীমাবদ্ধ থাকে।

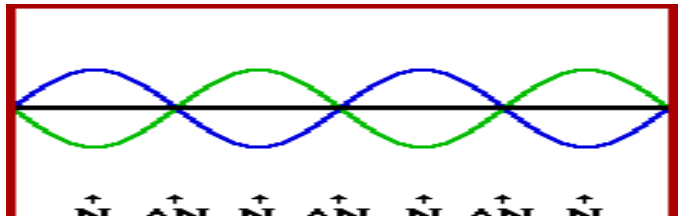
৩। তরঙ্গের বিভিন্ন বিন্দুতে কম্পনের বিস্তার সমান নয়।

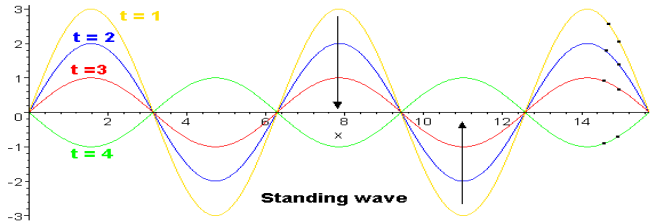
৪। তরঙ্গে যে বিন্দুতে বিস্তার সর্বাধিক থাকে সুস্পন্দ বিন্দু বলে এবং তরঙ্গের যে বিন্দুতে বিস্তার শূন্য তাকে নিস্পন্দ বিন্দু বলে।

৫। তরঙ্গের সুস্পন্দ বিন্দুর বিস্তার তরঙ্গ সৃষ্টিকারী মূল তরঙ্গের বিস্তারের দ্বিগুণ এর সমান।

৬। দুটি পর পর নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী কণার সরণ একই দিকে হয় এবং তাদের মধ্যবর্তী দূরত্ব। পর পর নিস্পন্দ বিন্দুর মধ্যবর্তী অংশকে লুপ বলে।

৭। পর পর দুটি লুপের সরণ পরস্পর বিপরীত দিকে হয়।





অগ্রগামী তরঙ্গ ও স্থির তরঙ্গ এর মাঝে পার্থক্য লিখ?

পার্থক্যর বিষয়	অগ্রগামী তরঙ্গ	স্থির তরঙ্গ
১। সংজ্ঞা	কোনো তরঙ্গ যদি কোনো বিস্তৃত মাধ্যমের এক স্তর হতে অন্য স্তরে সঞ্চালিত হয়ে ক্রমাগত সম্মুখের দিকে অগ্রসর হতে থাকে, তবে তাকে অগ্রগামী তরঙ্গ বলে।	কোনো মাধ্যমের একটি সীমিত অংশে পরস্পর বিপরীতমুখী সমান বিস্তার ও তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের দুটি অগ্রগামী তরঙ্গ একে অপরের আপতিত হলে যে নতুন তরঙ্গ সৃষ্টি হয় তাকে স্থির তরঙ্গ বলে।
২। গতি লাভ	মাধ্যমের সকল কণাই পর্যাবৃত্ত গতি লাভ করে।	মাধ্যমের নিস্পন্ন বিন্দুর কণাগুলো ছাড়া অন্যান্য সব কণাই পর্যাবৃত্ত গতি লাভ করে।
৩ ।স্থির অবস্থা	মাধ্যমের কণাগুলো কখনো স্থির অবস্থা প্রাপ্ত হয় না ।	প্রতিটি পূর্ণ কম্পনে কণাগুলো দুইবার স্থির অবস্থাপ্রাপ্ত হয়।
৪। বিস্তার	মাধ্যমের প্রতিটি কণার বিস্তার সমান; কিন্তু তাদের ভিতর দশা পার্থক্য থাকে।	মাধ্যমের প্রতিটি কণার বিস্তার সমান; কিন্তু বিস্তার বিভিন্ন। সুস্পন্দ বিন্দুতে বিস্তার সর্বাধিক এবং নিস্পন্দ বিন্দুতে বিস্তার সর্বপেক্ষা কম।
৫। বেগ	মাধ্যমের ভিতর দিয়ে নির্দিষ্ট বেগে অগ্রসর হয়।	মাধ্যমের মধ্যে স্থিরভাবে অবস্থান করে এবং সীমাবদ্ধ স্থানে পর্যায়ক্রমে উৎপন্ন ও বিলুপ্ত হয়।
৬। দশা	মাধ্যমের প্রতিটি ক্বাকে সরণ,ঘনত্ব,চাপের পরিবর্তন, শক্তি ও বেগের একই রকম পরিবর্তন চক্রের মধ্য দিয়ে যেতে হয়।	মাধ্যমের প্রতিটি কণাকে একই রকম পরিবর্তন চক্রের ভিতর দিয়ে যেতে হয়।

বাড়ির কাজ

১। আজকের পাঠের অনুশীলন।

২। শব্দ কি ?

৩। তরঙ্গ ও তরঙ্গ গতি সংজ্ঞা এবং এর প্রকার কি কি জানতে পারব।

৪। অনুপ্রস্থ তরঙ্গ এবং অনুদৈর্ঘ্য এদের পার্থক্য।

৫। তরঙ্গ সংক্রান্ত কয়েকটি সংজ্ঞা ।

৬। অগ্রগামী তরঙ্গ এবং স্থির তরঙ্গ কি এবং এদের বৈশিষ্টগলো লিখতে পারব।

৭। অগ্রগামী তরঙ্গ ও স্থির তরঙ্গের মাঝে পার্থক্য লিখতে পারব।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে ।

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন --------

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

আমরা এই অধ্যায়ে যা যা শিখতে পারব ।

১। শব্দ কি এবং ইহার উৎপত্তি আলোচনা করতে পারব?

২। শব্দ একটি অগ্রগামী অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

৩। অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ প্রমাণ করতে পারব।

৪। শব্দের ব্যতিচার কি এবং শব্দের ব্যতিচারের গাণিতিক ব্যাখ্যা করতে পারব।

৫। বীট বা স্বরকম্প এর সংজ্ঞা এবং বীটের গঠনের কৌশল বর্ণনা করতে পারব।

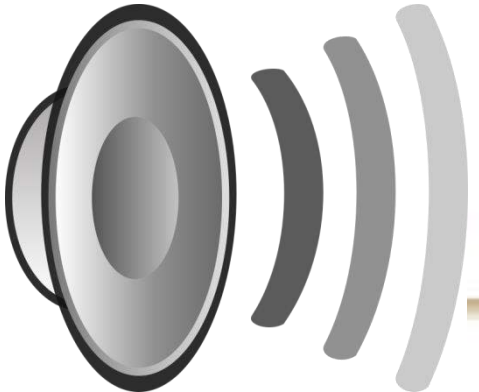
৬। গাণিতিক সমস্যা সমাধান করতে পারব।

শব্দ ও শব্দের উৎপত্তি

শব্দ-

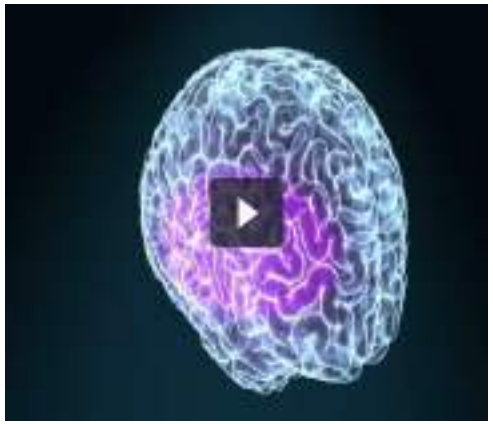
শব্দ এক প্রকার শক্তি। শব্দ কোন কম্পমান বস্তুর দ্বারা সৃষ্ট অনুদের্ঘ্য তরঙ্গই হল শব্দ। যেমন গিটারের তারের শব্দ, মানুষের বাগযন্ত্র, মাইক্রোফোনের পর্দা ইত্যাদি হতে উৎপন্ন তরঙ্গ শব্দ।

সুতরাং শব্দ এক প্রকার শক্তি, যা একটি কম্পনশীল বস্তু হতে উৎপন্ন হয়ে ঐ বস্তু সংলগ্ন একটি নিরবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে আমাদের কানে পৌঁছে শ্রুতির অনুভূতি জন্মায় বা জন্মাবার চেষ্টা করে। কম্পমান বস্তুটিকে স্বনক বা শব্দের উৎস বলে।



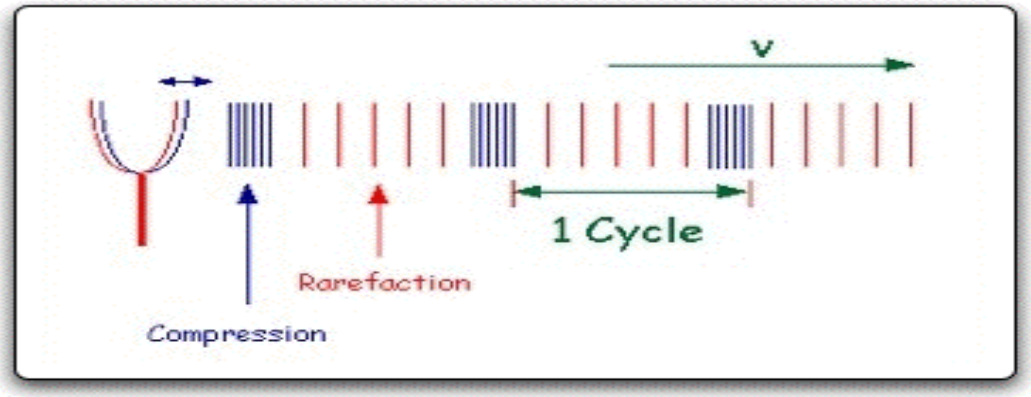
শব্দের উৎপত্তি -

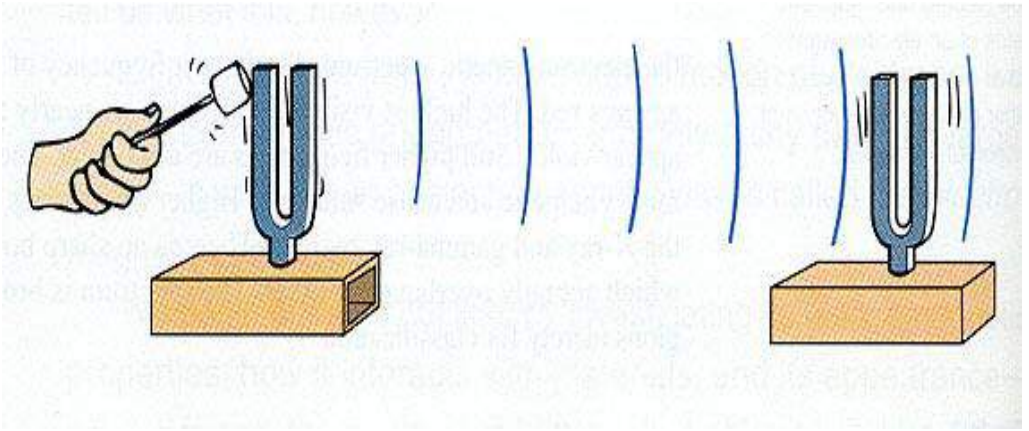
শব্দ উৎপত্তির মূল উৎসই বস্তুর কম্পন। বস্তুতে যতক্ষণ কম্পন থাকে ততক্ষণই এর শব্দ নিঃসরণ হয়। এ শব্দ নিরবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে আমাদের কানে পৌঁছে শ্রবণের অনুভূতি জন্মায়।



উদাহরণস্বরুপ ঃ-

একটি সুরশলকার বা সুরেলি কাঁটাকে আঘাত করলে সুরেলি কাঁটা কম্পিত হবে ও শব্দ উৎপন্ন হবে। সুরেলি কাঁটা হাত দ্বারা স্পর্শ করলে কম্পন বন্ধ হবে। ফলে শব্দ নিঃসরণও বন্ধ হবে। সুর নিঃসরণকালে একটি সুরশলাকার এক বাহুর সংস্পর্শে রক্ষিত একটি ঝুলন্ত পিথবল সুরশলাকার কম্পনের দরুন বার বার খেয়ে সরে যাচ্ছে বোঝানো হয়েছে।

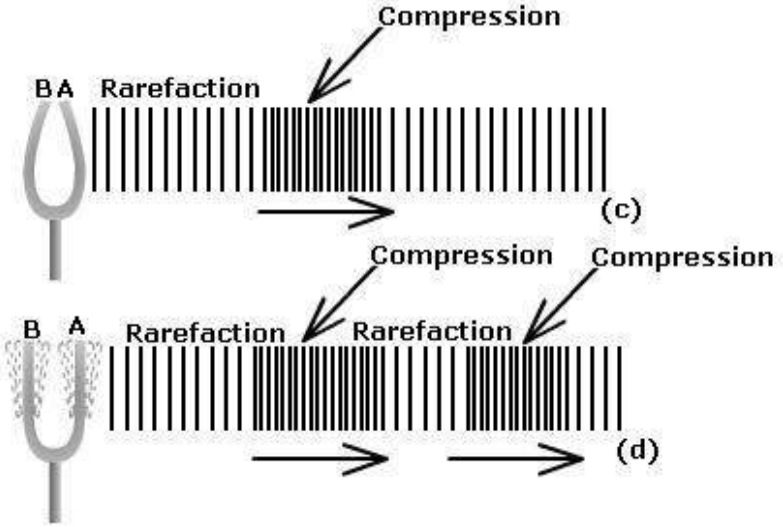




আমাদের দৈনন্দিন অভিজ্ঞতা থেকেও শব্দের উৎপত্তি ও প্রকৃতি বুঝতে পারি। যেমন কোন ধাতব পদার্থ মেঝেতে পড়ে গেলে বা ধাতব পদার্থকে কোন ধাতব দন্ড দিয়ে আঘাত করলে শব্দের সৃষ্টি হয় ; কিন্তু হাত বা শক্ত কিছু দিয়ে চেপে ধরলে শব্দ বন্ধ হয়ে যায়। বাঁশি ফুঁ দিয়ে কিংবা বাদ্যযন্ত্রের তারে টান দিয়ে বা ঢাক - ঢোলের চামড়ার পর্দা কাঁপিয়ে শব্দ সৃষ্টি হয়।

সুতরাং বোঝা যাচ্ছে যে, কম্পন থেকেই শব্দ সৃষ্টি হয়। এ কম্পন মাধ্যমে তরঙ্গের সৃষ্টি করে, যা আমাদের কানে পর্দাকে আন্দোলিত করে এবং আমরা শব্দ শুনতে পাই।

শব্দ একটি অগ্রগামী অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ।



আমরা জানি, তরঙ্গ দু রকমের যথাঃ-

(১) অনুপ্রস্থ এবং (২) অনুদৈর্ঘ্য ।

শব্দ এক প্রকার তরঙ্গ। তা নিচের কারণ গুলো প্রমাণ করে যে, শব্দ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ ।

(১) তরঙ্গ সৃষ্টির জন্য বস্তুর কম্পন প্রয়োজন। শব্দ সৃষ্টির জন্যও বস্তুর কম্পন প্রয়োজন।

(২) তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের প্রয়োজন হয়, শব্দ সঞ্চালনের সময়ও মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের প্রয়োজন হয়।

(৩) তরঙ্গ সঞ্চালনের জন্য মাধ্যম স্থানান্তরিত হয় না কিন্তু শব্দ সঞ্চালনের সময়ও মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক কণাগুলোর স্থানান্তর ঘটে না।

(৪) এক স্থান থেকে অন্য স্থানে সঞ্চালিত হতে তরঙ্গের কিছু সময়ের প্রয়োজন হয়, শব্দ সঞ্চালনের জন্যও সময়ের প্রয়োজন হয়।

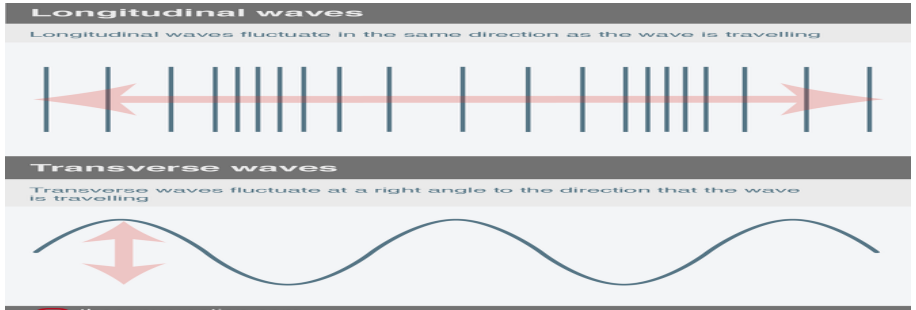
(৫) তরঙ্গের বেগ মাধ্যমের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে। শব্দের বেগও মাধ্যমের প্রকৃতি এর উপর নির্ভর করে।

(৬) প্রত্যেক তরঙ্গের যেমন প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, এবং অপবর্তন ঘটে শব্দের বেলাও তা ঘটে।

(৭) শব্দ কঠিন, তরল, বায়বীর মাধ্যমে সঞ্চালিত হতে পারে, যা অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের ক্ষেত্রে ঘটে।

উপরোক্ত ঘটনাসমূহ হতে প্রমাণিত হয় যে, শব্দ উৎসের কম্পনের ফলে শব্দ উৎপন্ন হয় এবং অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গকারে বায়ু মাধ্যমের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয়ে আমাদের কানে পৌঁছে এবং আমরা তা শুনতে পাই ।

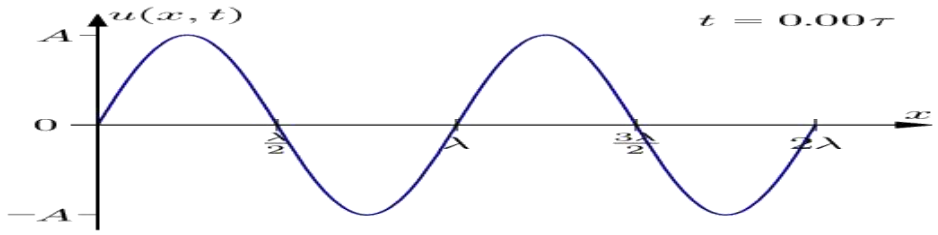
অতএব, শব্দ একটি অগ্রগামী অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।



অগ্রগামী তরঙ্গে সমীকরণ প্রতিষ্ঠা কর -

মনেকরি, একটি অগ্রগামী তরঙ্গ X অক্ষের দিকে অগ্রসর হচ্ছে। ধরি, t সময়ে মাধ্যমের কোনো একটি কণার O এর সরণ = y (যা লম্বিক তরঙ্গের ক্ষেত্রে কণার সরণ X অক্ষ বরাবর এবং আড় তরঙ্গের ক্ষেত্রে কণার সরণ Y অক্ষ বরাবর ঘটে। যেহেতু মাধ্যমের কণাগুলো সরল ছন্দিত স্পন্দনে আন্দোলিত হচ্ছে, কাজেই O কণাটির গতির সমীকরণ হবে,

$y=A\sin\omega t$ ----------(1)



এখানে, A= বিস্তার, ω = কণার কৌণিক কম্পাংক $=2\pi n=\frac{2\pi}{t}$ এবং ωt = দশা । ধরি, O বিন্দুস্থ কণার এ গতি ডানদিকের কণাগুলোতে একের পর এক সঞ্চালিত হচ্ছে। এর অর্থ হলো O এর পরবর্তী কণার কিছু সময় পরে O কণার দশাপ্রাপ্ত হবে। তার পরের কণা আরো একটু পরে O কণার দশাপ্রাপ্ত হবে। ফলে O বিন্দু থেকে ডানদিকের কণাগুলোর দূরত্ব বাড়ার সঙ্গে দশা পার্থক্যও বাড়বে।

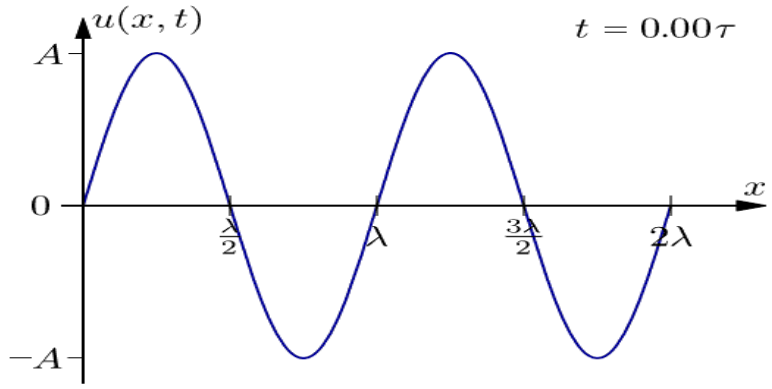
আমরা জানি, একটি পূর্ণ কম্পনে তরঙ্গ যে পরিমাণ দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (λ) বলে। এবং এ সময় দশা পার্থক্য 2π হয়। এখন O বিন্দু হতে x দূরত্বে অবস্থিত P বিন্দুর কণার বিবেচনা করি। ধরি, O বিন্দুর কণার সাথে এর দশা পার্থক্য δ। সেহেতু λ দূরত্ব অতিক্রম কালে দশা পরিবর্তন বা দশা পার্থক্য 2π হয় ; সুতরাং দূরত্বের জন্য দশা পার্থক্য হবে, x বিন্দুতে কণার গতির সমীকরণ হবে,

$\delta = \frac{2\pi}{\lambda} x.$

P বিন্দুতে কণার গতি সমীকরণ হবে,

$y = A\sin(\omega t - \delta)$ ----------(2)

$= A\sin(\omega t - \frac{2\pi}{\lambda} x)$



$= A\sin\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x\right)$ $\left[\because \omega = \frac{2\pi}{T}\right]$

$= A\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{X}{\lambda}\right)$

$= A\sin 2\pi\left(nt - \frac{X}{\lambda}\right)$ $\left[\because n = \frac{1}{T}\right]$

$= A\sin 2\pi\left(\frac{Vt}{\lambda} - \frac{X}{\lambda}\right)$ $\left[\because v = n\lambda \; or \; n = \frac{V}{\lambda}\right]$

$\therefore y = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$ ----------(3)

এখানে যদি তরঙ্গ X অক্ষের ঋণাত্বক দিকে অগ্রসর হয়, তবে গতির সমীকরণ হবে।

$\therefore y = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt + x)$ ----------(4)

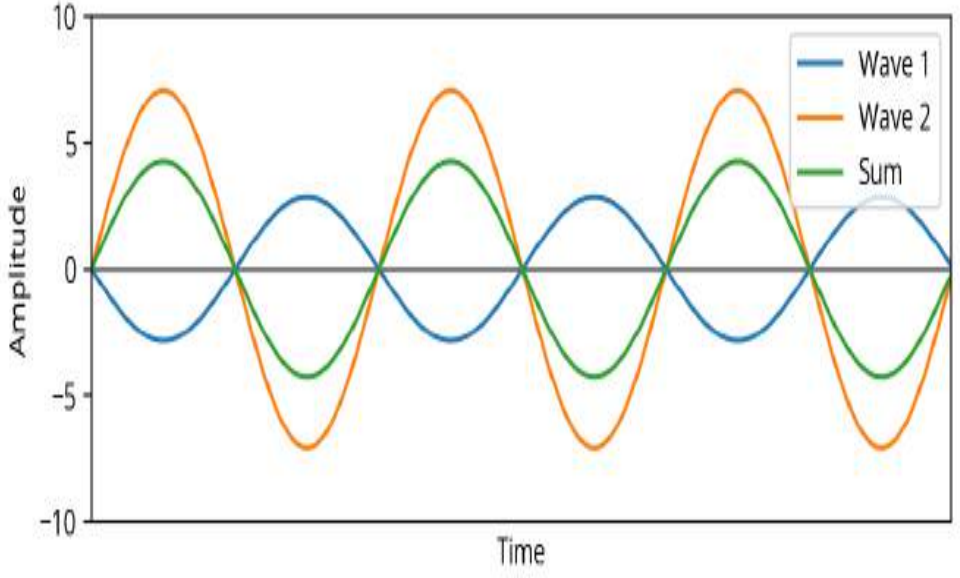
৩নং ও ৪নং সমীকরণই হলো অগ্রগামী তরঙ্গের সাধারণ সমীকরণ বা রাশিমালা।

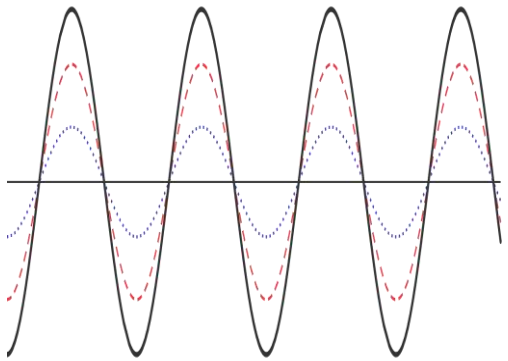
শব্দের ব্যতিচার -

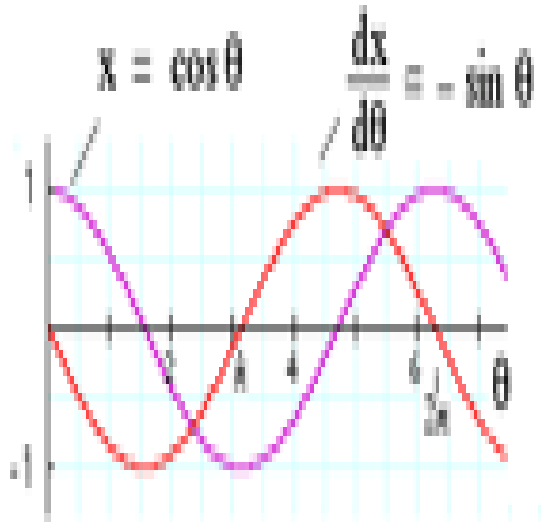
সমান কম্পাংক ও বিস্তারের দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের দরুন নিরব বা জোরালো শব্দের সৃষ্টি হলে ঐ ঘটনাকে শব্দের ব্যতিচার বলে।

ব্যতিচার দুই ধরনের

(১) গঠনমূলক ব্যতিচার ও (২) ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার ।

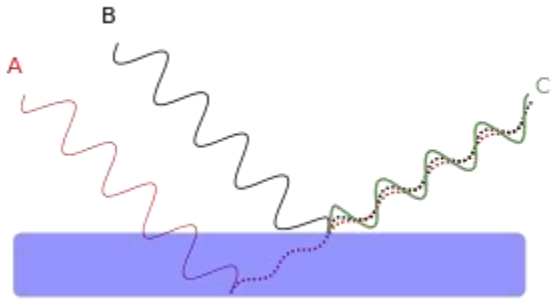


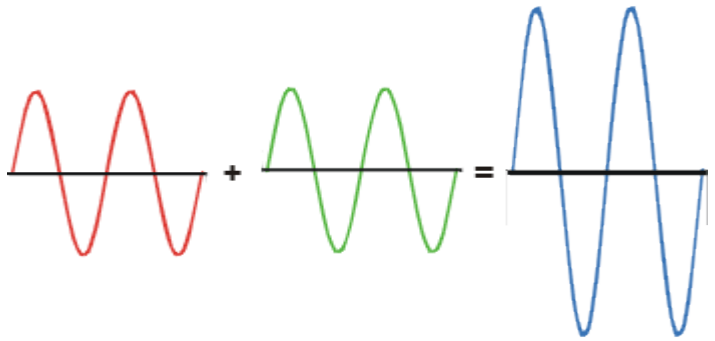


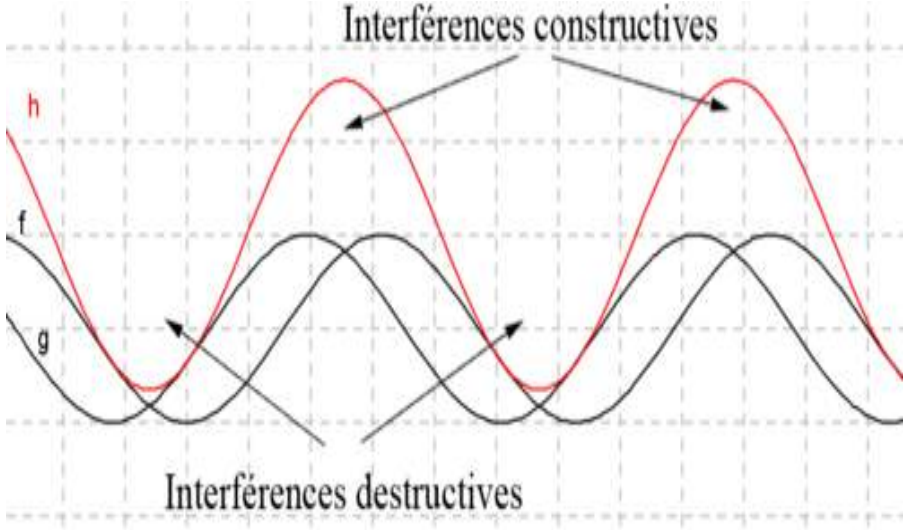


(১) গঠনমূলক ব্যতিচার -

সমান কম্পাংক ও বিস্তারের দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে যে স্থানে একই দশায় মিলিত হয়, সেখানে লব্ধি সরণ শব্দের প্রত্যেকটি তরঙ্গের সরণের যোগফলের সমান হয়। এক্ষেত্রে হলে, লব্ধি সরণ দ্বিগুণ হয়। ফলে লব্ধি সরণের তীব্রতা সবচেয়ে বেশি হয়। এ ব্যতিচারকে গঠনমূলক ব্যতিচার বলে।

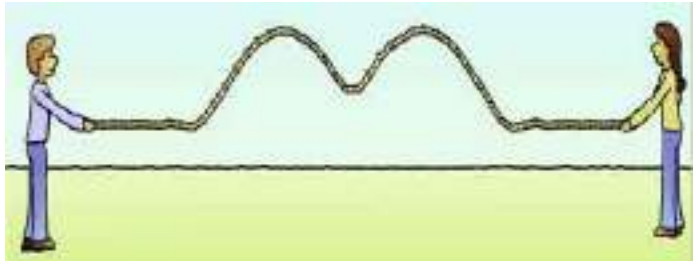


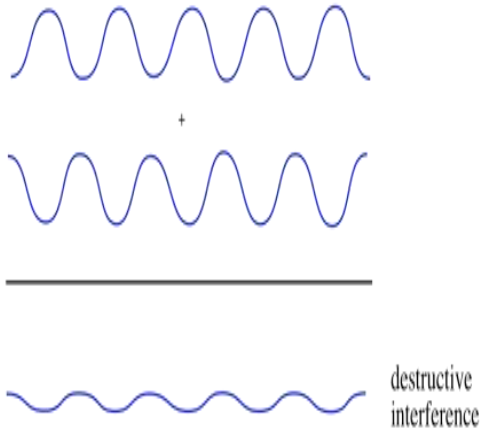


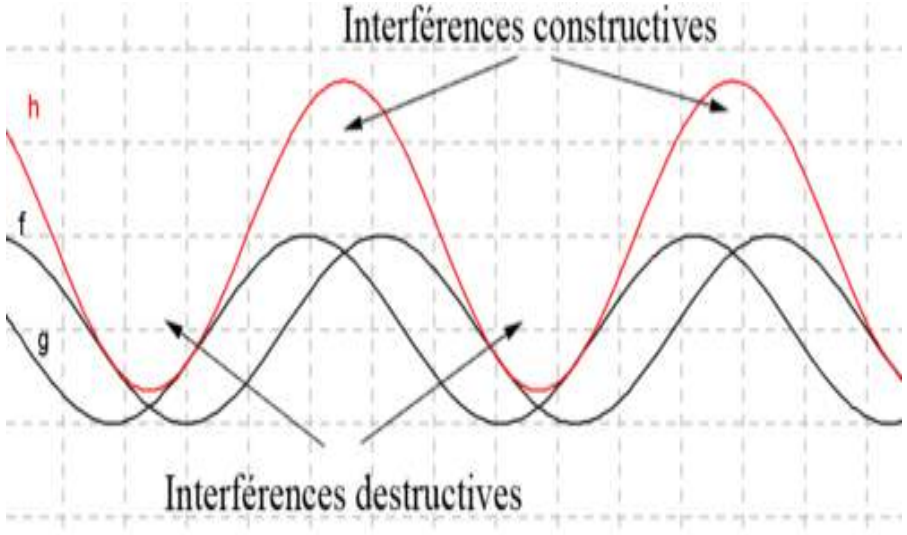


(২) ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার

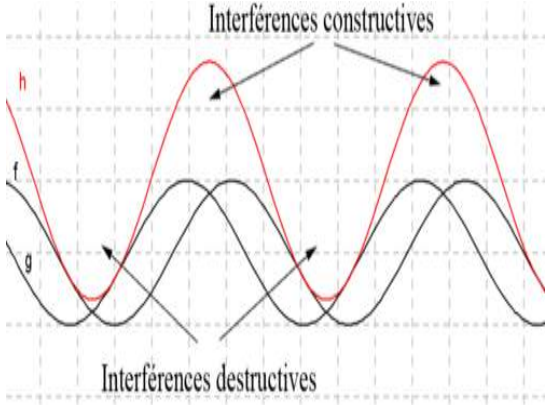
সমান কম্পাংক ও বিস্তারের দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে যে স্থানে বিপরীত দশায় মিলিত হয়, সেখানে লব্ধি সরণ শূন্য হওয়ায় কোনো শব্দ শোনা যায় না। ফলে লব্ধি সরণের তীব্রতা সবচেয়ে কম হয়। এ ব্যতিচারকে ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার বলে।







ব্যতিচারের শর্তাবলী-



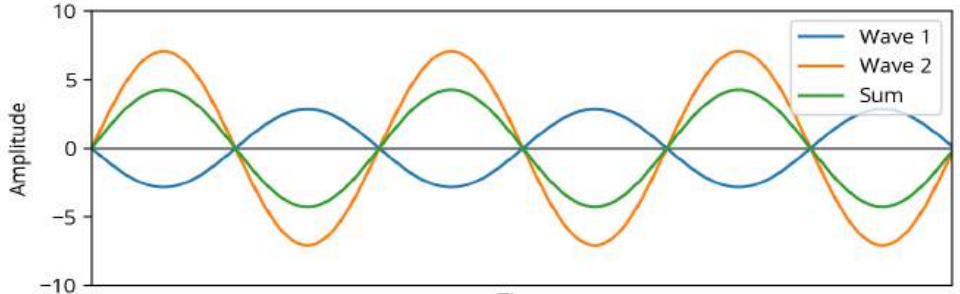
(১) তরঙ্গ দুটির কম্পাংক ও বিস্তার সমান হতে হবে।

(২) তরঙ্গ দুটির আকার ও দশা অপরিবর্তিত থাকবে।

(৩) তরঙ্গ দুটির মাধ্যমের কোনো একটির কণার সরণ একই রেখায় হবে ।

(৪) শব্দের উৎস হতে ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার বিন্দুতে তরঙ্গদ্বয়ের অতিক্রান্ত পথ পাথর্ক্য এর অযুগ্ম গুণিতক হবে এবং গঠনমূলক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে তরঙ্গদ্বয়ের অতিক্রান্ত পথ পাথর্ক্য শুন্য অথবা এর যুগ্ম গুণিতক হবে।

(৫) উৎস দুটি সুসংগত হতে হবে।

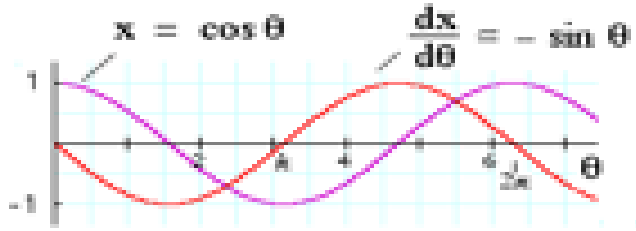


শব্দের ব্যতিচারের গাণিতিক ব্যাখ্যা

ধরি, সমান বিস্তার ও কম্পাংকের দুটি শব্দ তরঙ্গ একই রেখায় সঞ্চালিত হয়ে এক বিন্দুতে মিলিত হলো। t সময়ে পরে যে কোনো বিন্দুতে এদের সরণ যথাক্রমে y_1 এবং y_2 হলে আমরা পাই,

$$y_1 = A_0 \sin 2\pi \left(nt - \frac{X_1}{\lambda}\right) \quad \text{---------(1)} \quad [\because n = \frac{1}{T}]$$

$$y_2 = A_0 \sin 2\pi \left(nt - \frac{X_2}{\lambda}\right) \text{----------(2)} \quad [\because n = \frac{1}{T}]$$



এখানে, n= সুরশলাকার কম্পাংক, λ = মাধ্যমে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ও A_0 = তরঙ্গের বিস্তার। এ স্থলে প্রথম তরঙ্গ আলোচ্য বিন্দুতে যেতে X_1 পথ ও দ্বিতীয় তরঙ্গ ঐ বিন্দুতে যেতে X_2 পথ অতিক্রম করে। এখন তরঙ্গদ্বয়ের উপরিপাতনের ফলে এদের লব্ধি সরণ Y হলে,

$$Y = y_1 + y_2$$

$$= A_0 \sin 2\pi\left(nt - \frac{X_1}{\lambda}\right) + A_0 \sin 2\pi\left(nt - \frac{X_2}{\lambda}\right)$$

$$= 2A_0 \sin \frac{2\pi\{(nt - \frac{X_1}{\lambda}) + (nt - \frac{X_2}{\lambda})\}}{2} \cos \frac{2\pi\{(nt - \frac{X_1}{\lambda}) - (nt - \frac{X_2}{\lambda})\}}{2}$$

$$= 2A_0 \cos \frac{2\pi\{nt - \frac{X_1}{\lambda} - nt + \frac{X_2}{\lambda}\}}{2} \sin \frac{2\pi\{nt - \frac{X_1}{\lambda} + nt - \frac{X_2}{\lambda}\}}{2}$$

$$=2A_0\cos\frac{2\pi\{-\frac{X_1}{\lambda}+\frac{X_2}{\lambda}\}}{2}\sin\frac{2\pi\{2nt-(\frac{X_1}{\lambda}+\frac{X_2}{\lambda})\}}{2}$$

$$=2A_0\cos\frac{2\pi(\frac{X_2}{\lambda}-\frac{X_1}{\lambda})}{2}\sin\frac{2\pi\{2nt-(\frac{X_2}{\lambda}+\frac{X_1}{\lambda})\}}{2}$$

$$=2A_0\cos\pi(\frac{X_2-X_1}{\lambda})\sin\pi\{2nt-(\frac{X_2+X_1}{\lambda})\}$$

$$=2A_0\cos\pi(\frac{X_2-X_1}{\lambda})\sin\{2\pi\frac{V}{\lambda}t-\frac{2\pi}{\lambda}(\frac{X_2+X_1}{2})\}$$

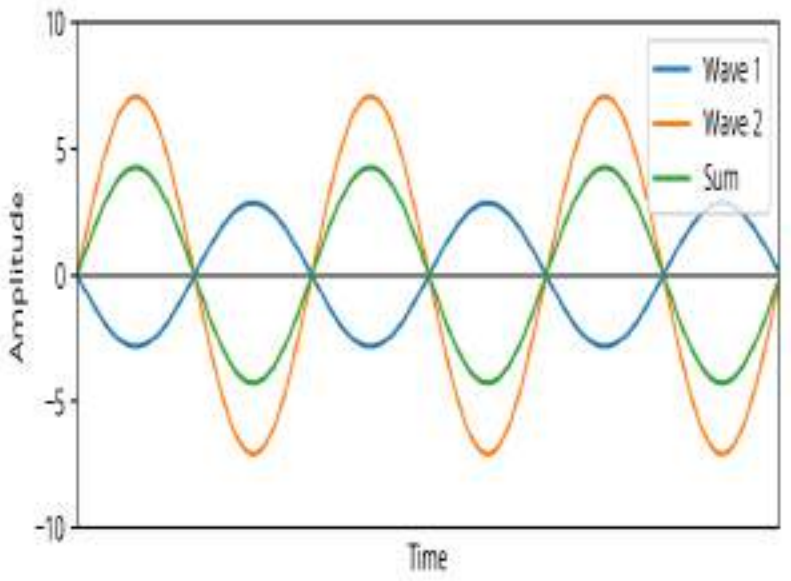
$$=2A_0\cos\pi(\frac{X_2-X_1}{\lambda})\sin\{\frac{2\pi}{\lambda}vt-\frac{2\pi}{\lambda}(\frac{X_2+X_1}{2})\}$$

$$=A\sin\{\frac{2\pi}{\lambda}vt-\frac{2\pi}{\lambda}(\frac{X_2+X_1}{2})\}$$

এখানে, $A=2A_0\cos\pi(\frac{X_2-X_1}{\lambda})$ হল লব্ধি বিস্তার।

$$\therefore Y=A\sin\frac{2\pi}{\lambda}\{vt-(\frac{X_2+X_1}{2})\}\quad ----------(১)$$

সমীকরণ (১) একটি নতুন তরঙ্গের সমীকরণ। সুতরাং দেখা যাচ্ছে যে, দুটি তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে একটি নতুন তরঙ্গ সৃষ্টি হয়।



শব্দের গঠনমূলক ব্যতিচার ঃ-

দুটি তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে উৎপন্ন তরঙ্গের বিস্তার $A = 2A_0 \cos \pi\left(\frac{X_2 - X_1}{\lambda}\right)$ এবং এর মান মূল তরঙ্গদ্বয়ের পথ পাথক্য $(X_2 - X_1)$ এর নির্ভর করে। গাণিতিক ভাবে পাওয়া যায়, শব্দের তিব্রতা I তরঙ্গের বিস্তারের (A) বর্গের সমানুপাতিক। অর্থাৎ $I \propto K(A)^2 = K[2A_0 \cos\pi\left(\frac{X_2 - X_1}{\lambda}\right)]^2$

$= 4K[(A_0)^2 \cos^2 \pi\left(\frac{X_2 - X_1}{\lambda}\right)]$

এখানে, $A = 2A_0 \cos \pi\left(\frac{X_2 - X_1}{\lambda}\right)$ হল লব্ধি বিস্তার।

শব্দের তিব্রতা I সর্বোচ্চ হলে গঠনমূলক ব্যতিচার হয়।

যখন $\pi\left(\frac{X_2 - X_1}{\lambda}\right) = (0, \pi, 2\pi \ldots)$

বা, $(X_2 - X_1) = 0, \lambda, 2\lambda$

বা, $(X_2 - X_1) = 0, \frac{2\lambda}{2}, \frac{4\lambda}{2}, \text{---------} 2n\frac{\lambda}{2}$

তখন $I = K(A)^2$ হবে । এটি I এর সর্বোচ্চ মান। অর্থাৎ যেসব বিন্দুতে তরঙ্গ দুটির পথ পার্থক্য $2n\frac{\lambda}{2}$ হয়, সেসব বিন্দুতে তরঙ্গ দুটি একই দশায় মিলিত হওয়ায় গঠনমূলক ব্যতিচার সৃটি হবে। এ অবস্থায় তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য শূন্য অথবা $\frac{\lambda}{2}$ এর যুগ্ম গুণিতক হবে।

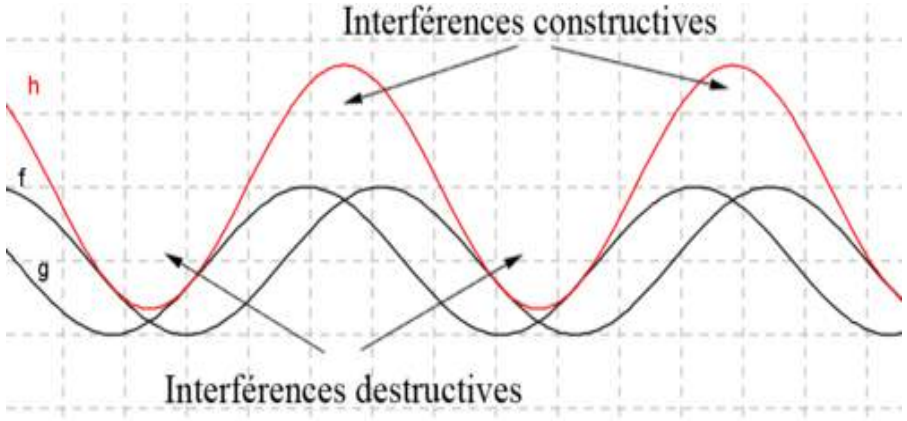
শব্দের ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার

দুটি তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে উৎপন্ন তরঙ্গের বিস্তার A $=2A_0\cos\pi(\frac{X_2-X_1}{\lambda})$ এবং এর মান মূল তরঙ্গদ্বয়ের পথ পাথক্য (X_2-X_1) এর নির্ভর করে। শব্দের তিব্রতা শূন্য হলে ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার হয়। ধ্বংসাত্বক ব্যতিচার ক্ষেত্রে,

$\pi(\frac{X_2-X_1}{\lambda})=\frac{\pi}{2},\frac{3\pi}{2},\frac{5\pi}{2}$ --------ইত্যাদি

$X_2-X_1=\frac{\lambda}{2},\frac{3\lambda}{2},\frac{5\lambda}{2}$ --------ইত্যাদি

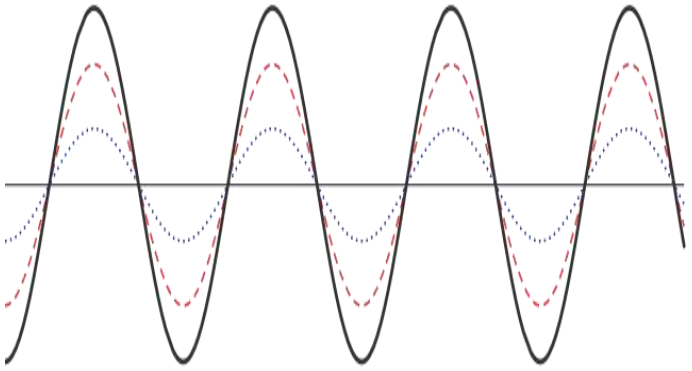
$=(2n+1)\frac{\lambda}{2}$ (n = 0,1,2,3------ইত্যাদি

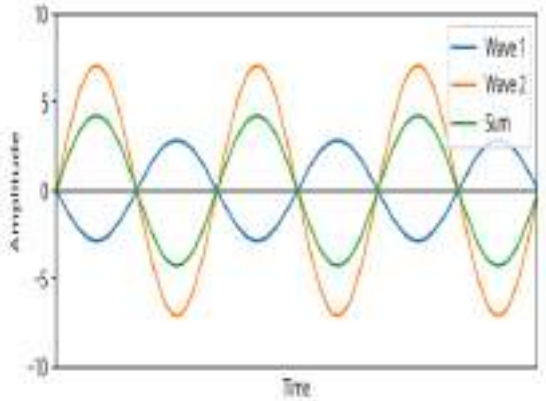


ধ্বংসাত্বক ব্যতিচারের ক্ষেত্রে তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতক হবে।

বীট বা স্বরকম্প এর সংজ্ঞা এবং বীটের গঠনের কৌশল ঃ-

বিট বা স্বরকম্প ঃ- সমান বা প্রায় সমান তীব্রতা এবং প্রায় সমান কম্পাংকবিশিষ্ট একই দিকে অগ্রগামী দুটি শব্দ তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে শব্দের লব্ধি প্রাবল্যর হ্রাস বা বৃদ্ধির ঘটনাকে বীট বা স্বরকম্প বলে। সমান বা প্রায় সমান তীব্রতা এবং প্রায় সমান কম্পাংকবিশিষ্ট দুটি শব্দ এক সাথে উৎপন্ন করলে দেখা যায় যে, শব্দ একটানা হচ্ছে না একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর একবার বাড়ছে ও একবার কমছে। শব্দের তিব্রতা এরুপ পর্যায়ক্রমিক হ্রাস বৃদ্ধিকে স্বরকম্প বলে। প্রতি সেকেন্ডে শব্দের তীব্রতার পর্যায়ক্রমিক হ্রাস বা বৃদ্ধি দ্বারা বিট বা স্বরকম্পের সংখ্যা (কম্পাংক) নির্ণয় করা হয়।

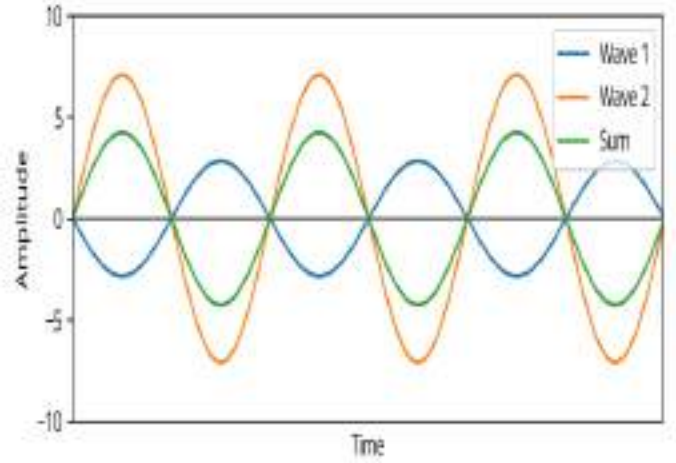


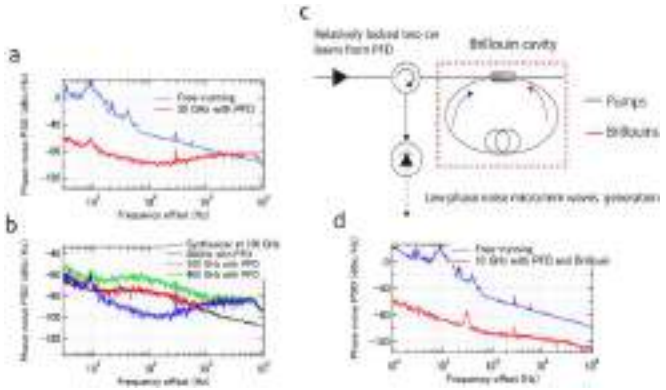


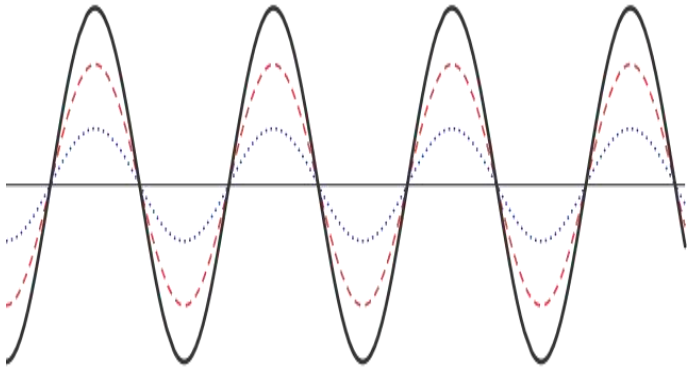
বীট বা স্বরকম্প গঠনের কৌশল -

প্রায় সমান কম্পাংকবিশিষ্ট দুটি শব্দ তরঙ্গ মাধ্যমের কোনো একটি কণার উপর মিলিত হবার পর তাদের মধ্যে দশা বৈষম্য সময়ের সাথে পরিবর্তিত হয় এবং কোনো এক মুহূর্তে কণাটির উপর তরঙ্গ সমদশায় আবার পরবর্তী মুহূর্তে তরঙ্গদ্বয় বিপরীত দশায় ক্রিয়া করে।

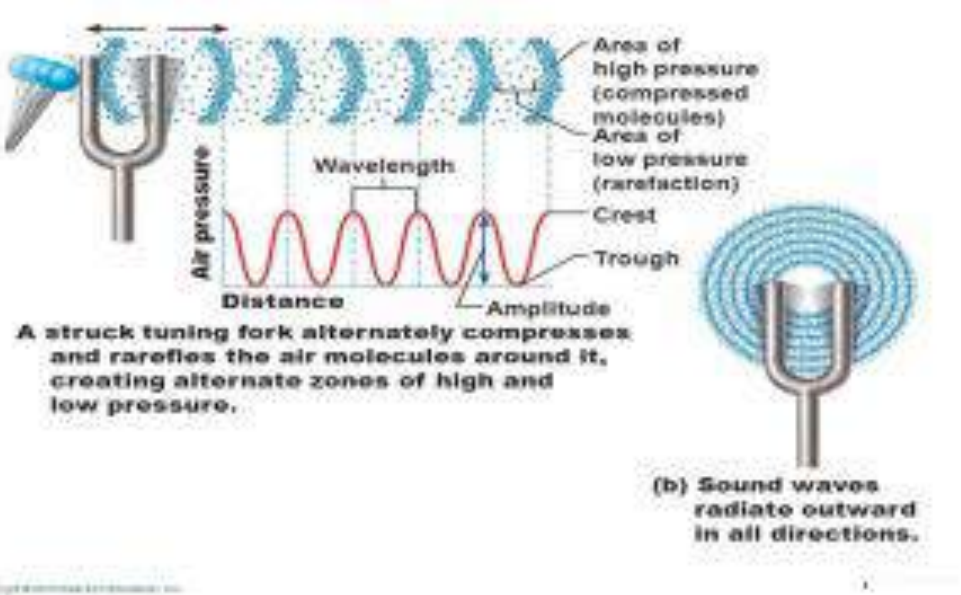
এজন্য তরঙ্গদ্বয়ের মিলিত ক্রিয়ার একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর কণাটির সরণ তথা শব্দের তীব্রতা একবার সবচেয়ে বেশি হয় এবং আর একবার সবচেয়ে কম হয়। শব্দের তীব্রতার এই পর্যায়ক্রমিক হ্রাস-বৃদ্ধির স্বরকম্প।

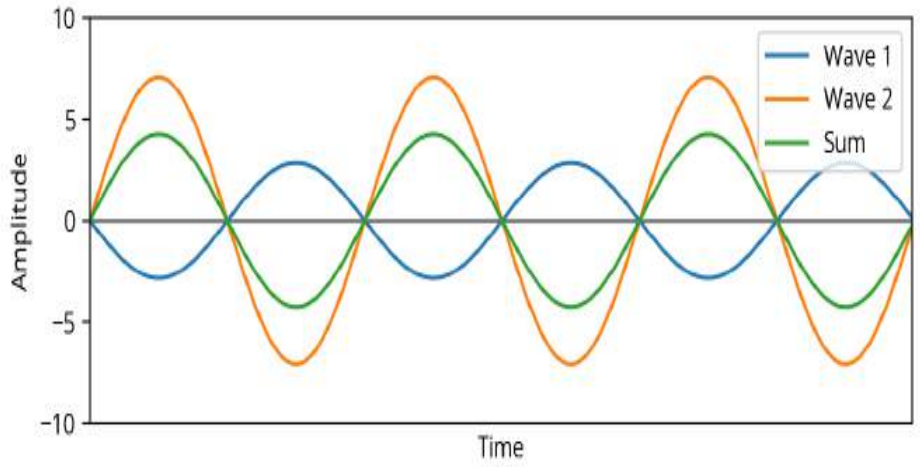




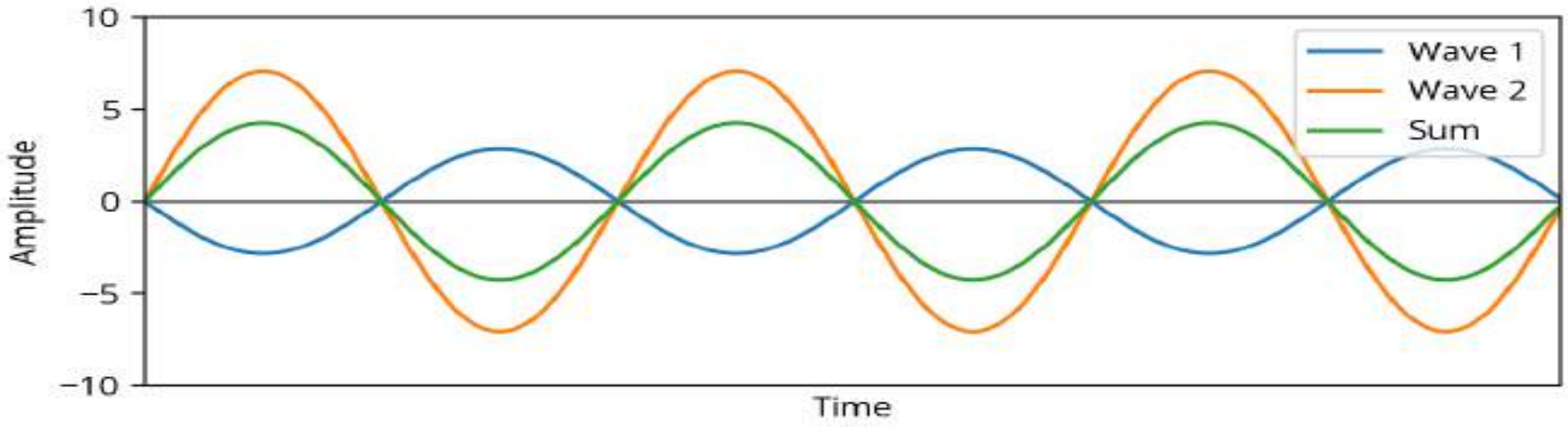


প্রায় সমান কম্পাংকবিশিষ্ট দুটি সুর শলাকা নিই। তাদেরকে আঘাত করে শব্দ তরঙ্গ উৎপন্ন করি। এ তরঙ্গ দুটি মাধ্যমের মধ্য দিয়ে চলতে থাকবে। এতে মাধ্যমের এক বিন্দুতে শব্দ তরঙ্গ দুটি কোনো এক সময় সমদশায় এবং পরবর্তী অপর এক সময় বিপরীত দশায় মিলিত হবে। উপরের বিন্দুতে দুটি শব্দ তরঙ্গ একই দশায় মিলিত হয়ে লব্ধি শব্দের বিস্তার তরঙ্গ দুটির বিস্তারের যোগফলের সমান হবে। ফলে লব্ধি শব্দের তীব্রতা বেশি হবে। এখানে তরঙ্গ দুটিকে সরু রেখা এবং লব্ধি শব্দ তরঙ্গকে অবিচ্ছিন্ন মোটা রেখা দ্বারা সূচিত করা হয়েছে ।





যতই সময় সময় অতিবাহিত হবে ততই একটি তরঙ্গ অপরটিকে অতিক্রম করার চেষ্টা করবে । বিন্দুতে তরঙ্গ দুটি বিপরীত দশায় থাকায় লব্ধি শব্দের বিস্তার তরঙ্গ দুটির বিস্তারের বিয়োগফলের সমান হবে। অতএব, লব্ধি শব্দের তীব্রতা কম হবে। পুনরায় বিন্দুতে তরঙ্গ দুটি একই দশায় থাকায় লব্ধি শব্দের তীব্রতার পর্যায়ক্রমে হ্রাস- বৃদ্ধি ঘটবে। প্রতিসেকেন্ডে শব্দের পর্যায়ক্রমে হ্রাস বা বৃদ্ধিও দ্বারা স্বরকম্পের সংখ্যা নির্ণীত হবে।



বাতাসে একটি সুরশলাকার ১০ টি পূর্ণ কম্পাঙ্কে শব্দ ৫ মিটার দূরত্ব অতিক্রম করে। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। বাতাসে শব্দের ৩৪৬ মিটার/সেকেন্ড হলে শলাকটির কম্পাঙ্ক কত ?

সমাধান, আমরা জানি, $\lambda = \frac{S}{n}$

$= \frac{5}{10} = 0.5$ m

আবার, $V=n\lambda$

বা, $n= \frac{V}{\lambda} = \frac{346}{0.5}$

=692 Hz

এখানে,

কম্পাঙ্ক সংখ্যা, N=10

দূরত্ব, $S = 5m$

শব্দের বেগ, V=346 m/s

তরঙ্গ দৈর্ঘ্য, λ =?

কম্পাঙ্ক , n=?

একটি শব্দতরঙ্গ বায়ুতে ৩ মিনিটে ১০২০ মিটার দূরত্ব অতিক্রম । এই শব্দ তরঙ্গেও তরঙ্গদৈর্ঘ্য ৫০ সেন্টিমিটার হলে পর্যায়কাল ও কম্পাংক কত?

সমাধান, আমরা জানি,

$S=Vt$

বা, $V=\frac{S}{t}=\frac{1020}{180}=5.67$ m/s

আবার, $V=n\lambda$

বা, $n=\frac{V}{\lambda}=\frac{5.66}{0.5}$

$=11.34$ Hz

এবং $T=\frac{1}{n}=\frac{1}{11.34}$

$=0.088$sec

উত্তর 11.34 Hz এবং 0.088sec

এখানে, সময়, $t=3$min

$=3\times 60$ sec

$=180$sec

দূরত্ব, $S=1020$m

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda=50$cm

$=0.5$ m

$T=?$

এবং $n=?$

বাড়ির কাজ ঃ-

১। আজকের পাঠের অনুশীলন

২। শব্দের ব্যতিচার কি এবং শব্দের ব্যতিচারের গাণিতিক ব্যাখ্যা কর।

৩। বীট বা স্বরকম্প এর সংজ্ঞা এবং বীটের গঠনের কৌশল বর্ণনা কর।

৪। এই অধ্যায়ে গাণিতিক সমস্যা সমাধান কর।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে ।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন --------

উপস্থাপক:-

মোঃ রফিকুল ইসলাম

ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

আমরা এই অধ্যায়ে যা যা শিখতে পারব ।

১। শব্দ ও শব্দের বেগ কি এবং শব্দ এর উৎপত্তি আলোচনা করতে পারব ?

২। বিভিন্ন কম্পাংকের শব্দ তৈরী এবং মানুষের শ্রাব্যতার সীমা ।

৩। বিভিন্ন তলে শব্দের শোষণ, প্রতিফলন, প্রতিসরণ সংজ্ঞা করতে পারব।

৪। শব্দের প্রতিধ্বনি বিভিন্ন ব্যবহারিক প্রয়োগ করতে পারব।

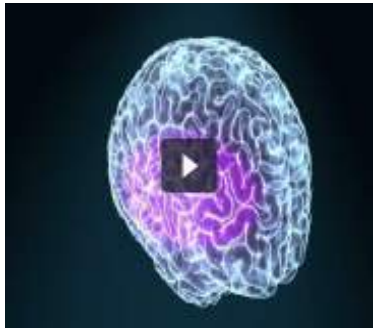
৫। শব্দের প্রতিধ্বনি সাহায্যে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করতে পারব।

শব্দ ও শব্দের বেগ

কম্পনের ফলে শব্দের উৎপত্তি এবং অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গরুপে সঞ্চালন

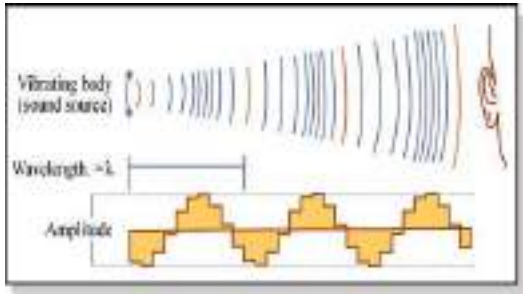
শব্দ

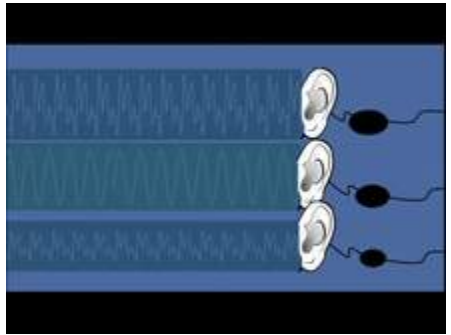
আমরা যা শুনি তাই শব্দ। শব্দ এক প্রকার শক্তি, যা আমাদের শ্রবণ ইন্দ্রিয়ে অনুভূতির সঞ্চার করে। বাতাসের মধ্যে সৃষ্ট এক ধরনের যান্ত্রিক তরঙ্গ কানের ভিতর দিয়ে মস্তিষ্কে গিয়ে এক বিশেষ অনুভূতি সৃষ্টি করে। এ বিশেষ অনুভূতিকে আমরা শব্দ বলতে পারি। শব্দ বিভিন্ন মাধ্যমে গতিবেগ বিভিন্ন গতিবেগ প্রাপ্ত হয়। যেমন - কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশি, তরল মাধ্যমে তার চেয়ে কম এবং বায়বীয় মাধ্যমে সবচেয়ে কম। তাই বলা যায়, যে শক্তি কোনো কম্পমান বস্তু থেকে উৎপন্ন হয়ে অবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ আকারে সঞ্চালিত হয়ে আমাদের কানে শ্রবণের অনুভূতি জন্মায়, তাকে শব্দ বলে।

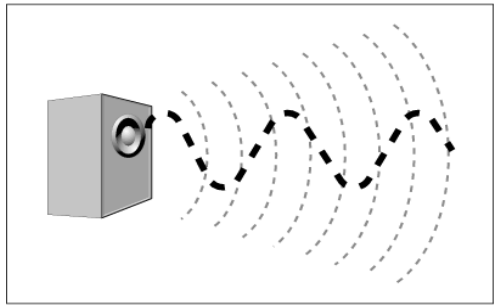


শব্দের উৎপত্তি -

শব্দ উৎপত্তির মূল কারণ হলো বস্তুর কম্পন। সাধারণ কোনো বস্তুর কম্পন, অনুরণন বা অনুনাদের ফলে শব্দের উৎপত্তি হয়। কোনো বস্তু যতক্ষণ কম্পনরত থাকে ততক্ষণই শব্দ শোনা যায় এবং কম্পন বন্ধ হয়ে গেলে আর শব্দ শোনা যায় না। নিম্নের কয়েকটি পরীক্ষার থেকে প্রমাণ করা যায় যে, শব্দ সৃষ্টির জন্য বস্তুর কম্পন দরকার।

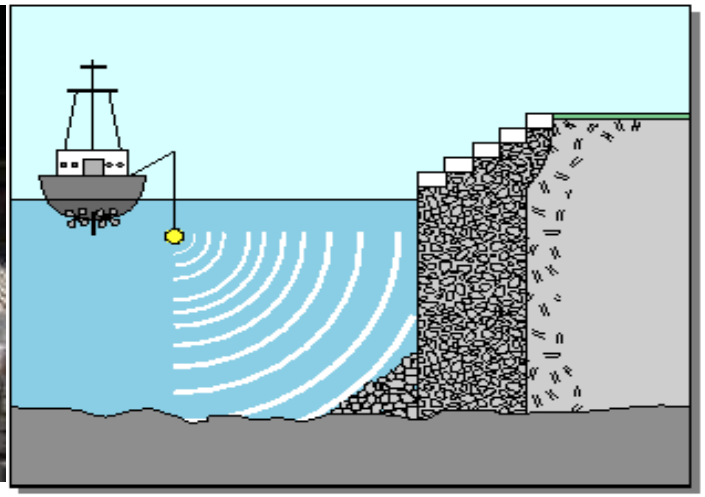






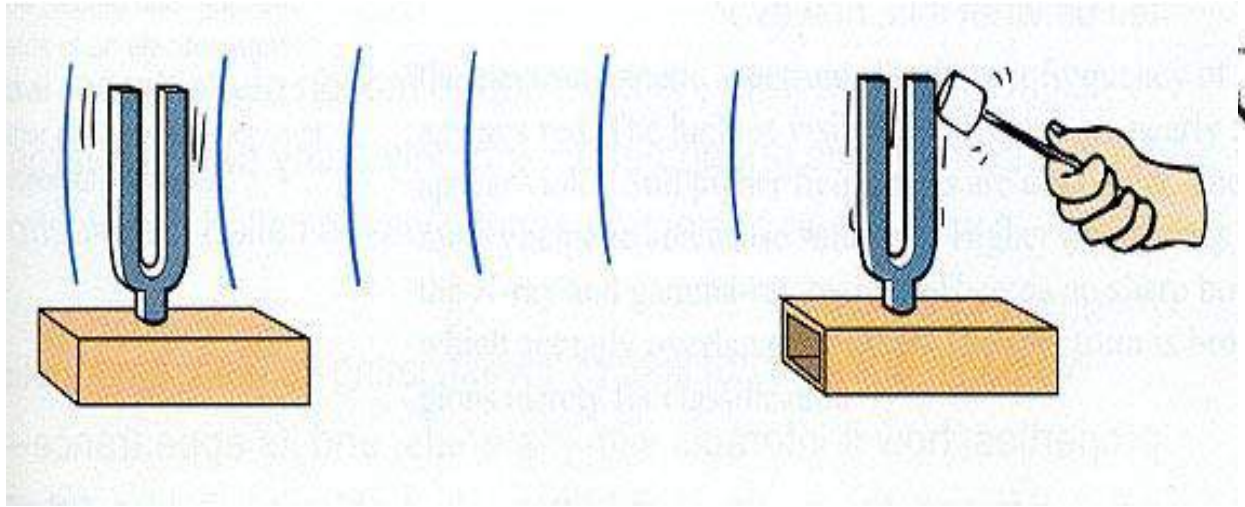
মাধ্যম ছাড়া শব্দ সঞ্চালন অসম্ভব -

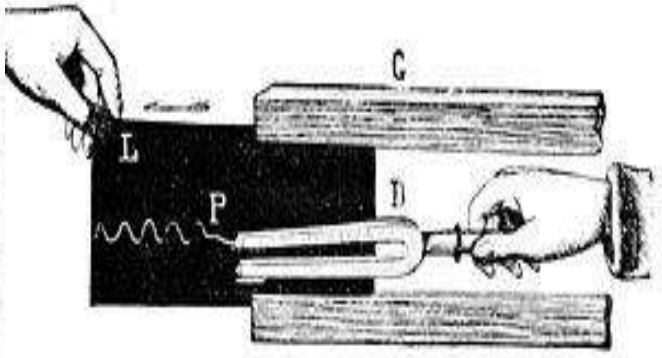
শব্দ সৃষ্টির জন্য যেমন মাধ্যমের প্রয়োজন, তেমনি শব্দ সঞ্চালনের জন্য একটি মাধ্যমের প্রয়োজন। শব্দের উৎস এবং আমাদের কানে মাঝে এমন একটি জড় মাধ্যম দরকার, যাতে কণাগুলো পর্যায়ক্রমে কম্পিত হয়ে শব্দ শক্তিতে কানে পৌঁছে দেয়। তাই বলা যায় যে, শব্দ সঞ্চালনের জন্য অবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের প্রয়োজন। সাধারণভাবে বলা যায়, বায়ু হলো একটি অবিচ্ছিন্ন স্থিতিস্থাপক জড় মাধ্যম।



১। সুরশলাকার কম্পন -

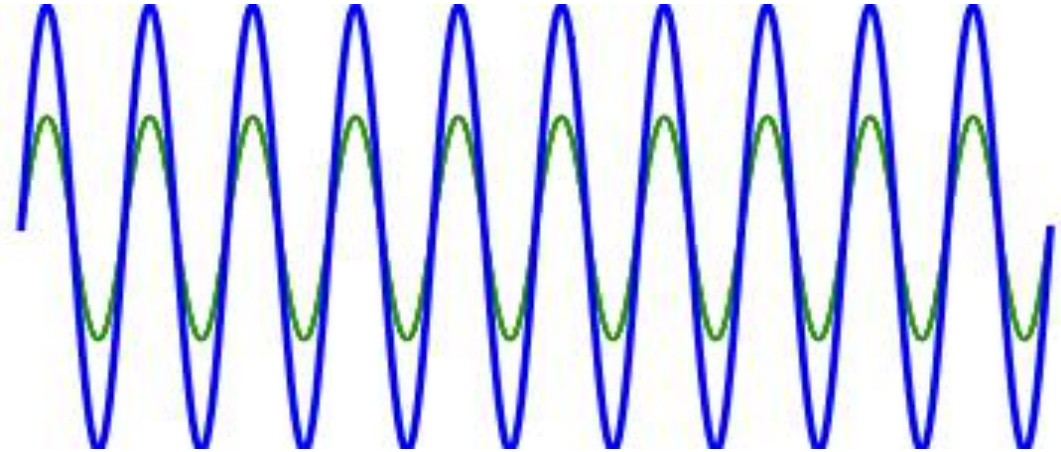
এটি একটি দুই সুরশলাকার যুক্ত আয়তকার প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট ইস্পাত দন্ড। ঠিক মাঝ খানে একটি হাতল আছে। সুর শলাকার একটি বাহুতে প্যাডযুক্ত একটি রবারের হাতুড়ি দিয়ে আঘাত করা মাত্রই বাহুগুলো কাঁপতে থাকে। তখন কানের কাছে ধরলে এটি থেকে শব্দ শোনা যায়।

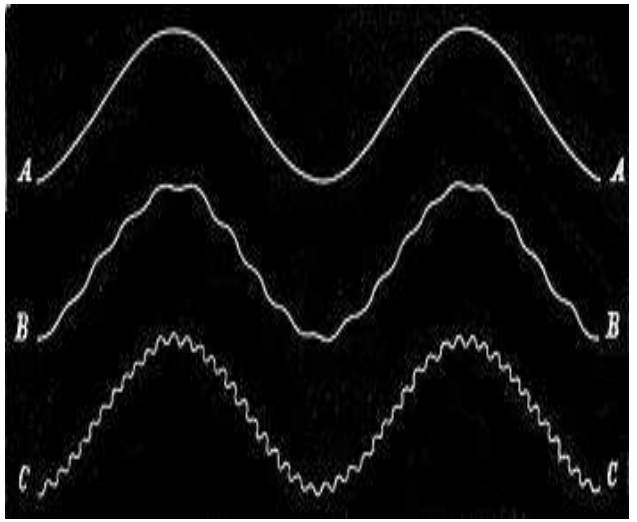




২। তারের কম্পন -

দুই প্রান্ত বাঁধা একটি তারের মাঝখানে উপরের টেনে ছেড়ে দিলে তারটি কাঁপতে থাকবে এবং সে সাথে শব্দও শোনা যাবে। হাত দিয়ে ধরলে কম্পন থেমে যাবে এবং আর শব্দ শোনা যাবে না। উপরোক্ত পরীক্ষাগুলো থেকে প্রমাণিত হয় যে, কম্পনই শব্দ সৃষ্টির কারণ।

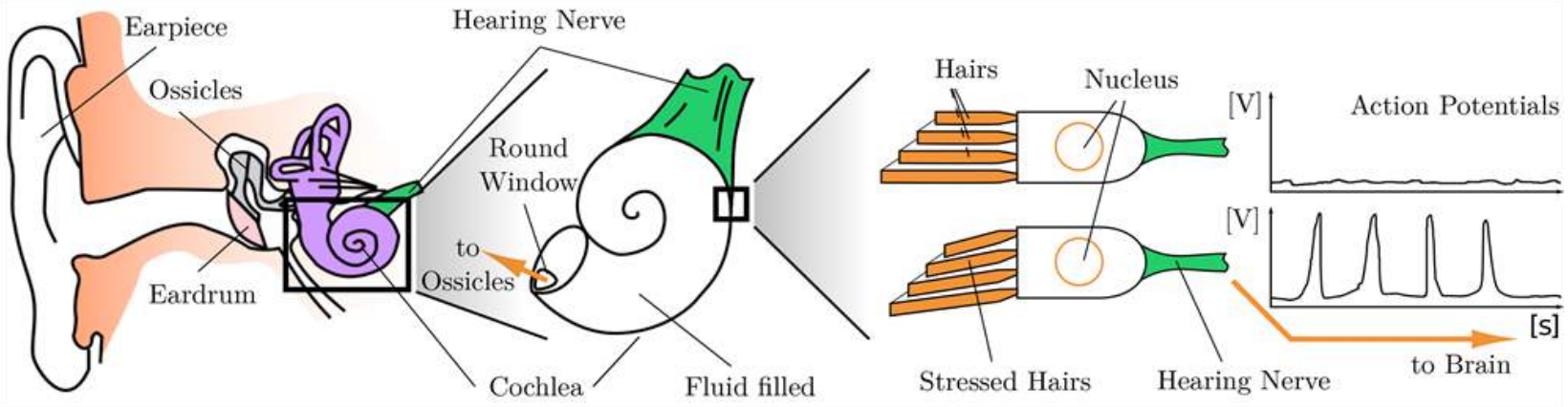




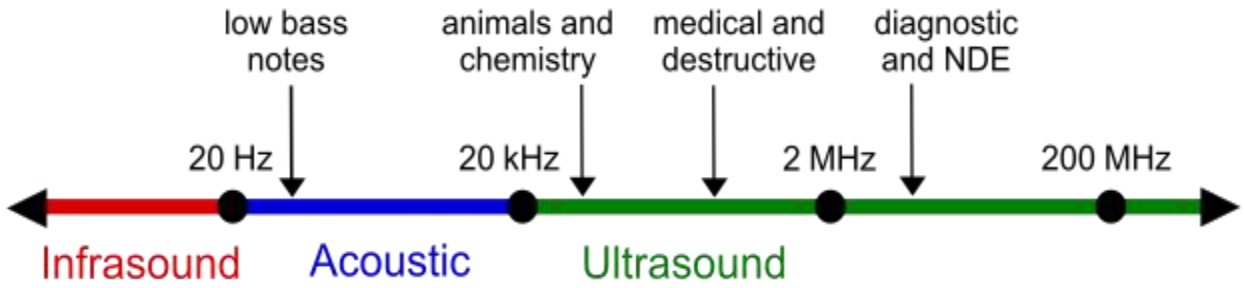
বিভিন্ন কম্পাংকের শব্দ তৈরী এবং মানুষের শ্রাব্যতার সীমা -

শব্দ বিভিন্ন সংখ্যার কম্পন দ্বারা সৃষ্ট হয় এবং মানুষ ২০ হার্টজ থেকে ২০ কিলোহার্টজ পর্যন্ত কম্পনযুক্ত শব্দ শুনতে পায়।

একটি মাত্র কম্পাংকবিশিষ্ট শব্দকে সুর বলে। আর কোনো শব্দে যদি একাধিক কম্পাংক থাকে তবে এই শব্দকে স্বর বলে। আবার স্বরগুলোর মধ্যে যার কম্পাংক কম থাকে একে মৌলিক সুর এবং বাকীগুলো হবে উপসুর। যদি মৌলিক সুরের সাথে উপসুরগুলো সরলগুণিতক সম্পর্ক বজায় রাখে, তখন একে হারমোনিক বা সমমেল বলে।



একটি স্বরের মধ্যে যত বেশি হারমোনিক বা সমমেল থাকে সেই শব্দ ততবেশি শ্রুতিমধুর হয়। সেক্ষেত্রে উৎসের কম্পনও নিয়মিত, পর্যায়বৃত্ত এবং নিরবিচ্ছিন্ন হয়। অপরদিকে, স্বরগুলোর মধ্যে হারমোনিক বা সমমেল কম হলে এবং উৎসের কম্পনও অনিয়মিত, অপর্যায়বৃত্ত ও ক্ষণস্থায়ী হলে সেই শব্দ শ্রুতি কটু হয়।



শব্দ বিভিন্ন সংখ্যার কম্পন দ্বারা সৃষ্ট হয় এবং মানুষ ২০ হার্জ থেকে ২০ কিলোহার্জ পযর্ন্ত কম্পনযুক্ত শব্দ শুনতে পায়-

আমরা জানি, উৎসের কম্পনের ফলে শব্দ সৃষ্টি হয়। উৎসের কম্পন যদি নিয়মিত, পর্যায়বৃত্ত ও নিরবিচ্ছিন্ন হয়, তবে উৎসের সেই শব্দ শ্রুতিমধুর বলে মনে হবে। অপরদিকে উৎসের কম্পন যদি অনিয়মিত অপর্যায়বৃত্ত এবং ক্ষণস্থায়ী বা আকস্মিক হয় তবে সেই শব্দ শ্রুতিকটু হবে।

সুরযুক্ত শব্দের সাধারণ তিনটি বৈশিষ্ট থাকে,

যেমন-

১। তীব্রতা ও প্রাবল্য

২। তীক্ষ্ণতা

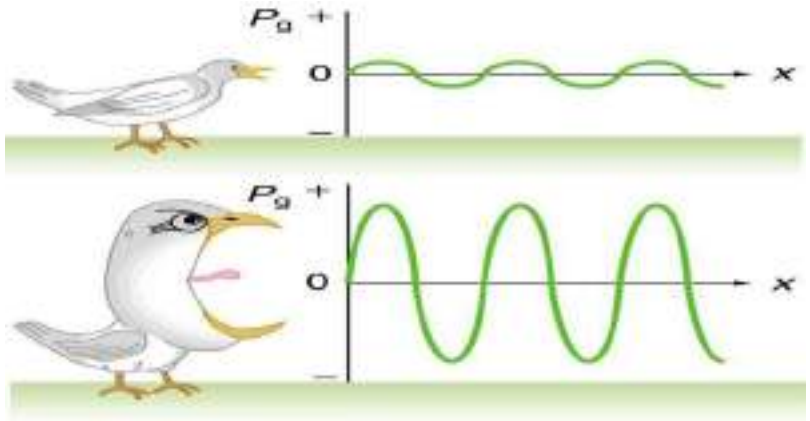
৩। গুণ বা জাতি।

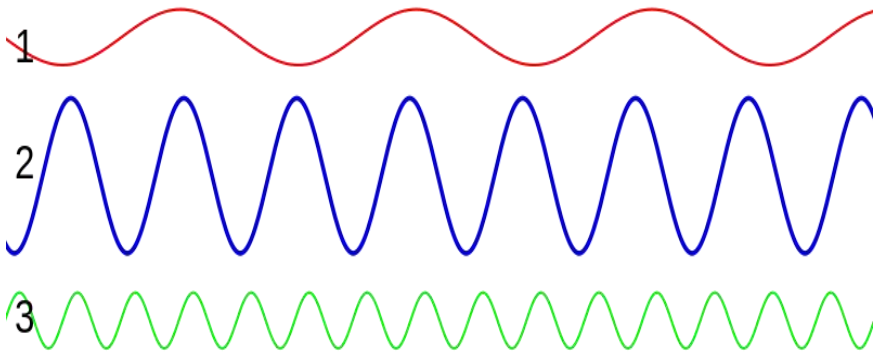
তীব্রতা -

যে বৈশিষ্ট্যের জন্য একটি শব্দ অন্যটি অপেক্ষা বেশি প্রবল থাকে বা মনে হয়, তাকে শব্দের তীব্রতা বলে। অন্য ভাবে বলা যায়, একক সময়ে একক ক্ষেত্রফলে যে পরিমাণ শব্দশক্তি সঞ্চালিত হতে পারে, তাকে শব্দের তীব্রতা বলে।

প্রাবল্য -

কোনো শব্দের তীব্রতা কানের মধ্যে যে সংবেদন সৃষ্টি করে, তাকেই প্রাবল্য বলে।





তীক্ষ্ণতা -

সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্যের দ্বারা কোন সুরটি চড়া ও কোন সুরটি খাদের তা বুঝা যায়, তাকে তীক্ষ্ণতা বলে। তীক্ষ্ণতার একক হলো ফন।

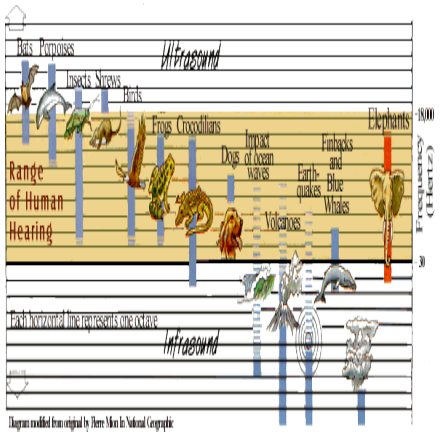
গুণ বা জাতি -

সুরযুক্ত শব্দের যে বৈশিষ্ট্যের দ্বারা আমরা ভিন্ন ভিন্ন বাদ্যযন্ত্র থেকে নির্গত একই প্রাবল্য ও একই তীক্ষ্ণতার স্বরগুলোর মধ্যে পার্থক্য বুঝতে পারি, তাকে স্বরের গুণ বা জাতি বলে।

অবশ্রুতি শব্দ এবং শ্রবণোত্তর শব্দের কম্পাংকের পরিসীমা -

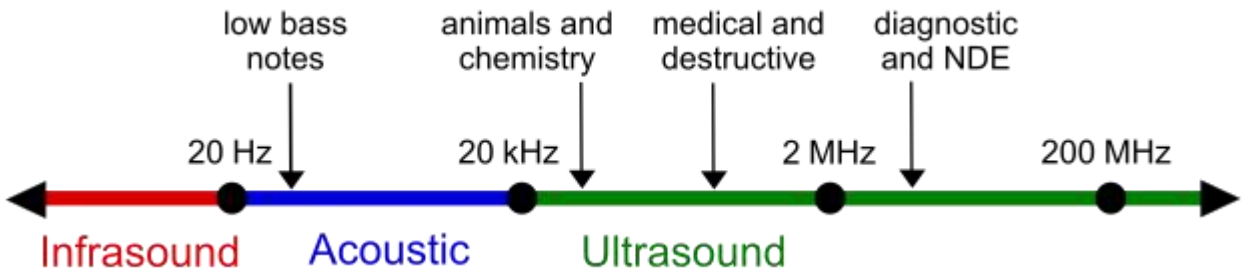
অবশ্রুতি শব্দ -

শব্দের উৎসের কম্পন প্রতি সেকেন্ডে ২০ হার্টজ এর কম হলে সেই শব্দ শোনা যায় না। এই কম্পনকে অবশ্রুতি শব্দ বলে। অন্যভাবে বলা যায় যে, যে সব শব্দের কম্পাংক ২০ হার্টজ এর কমতম সেই সব শব্দকে অবশ্রুতি শব্দ বলে। যেমন পিঁপড়ার হাটা শব্দ, পানির মধ্যে মাছের বিচরণ শব্দ ইত্যাদি।



শ্রবণোত্তর শব্দ -

যে সব শব্দের কম্পাংক ২০,০০০ হার্টজ হতে বেশি, যা আমাদের পক্ষে শোনা সম্ভব নয়, তাকে শ্রবণোত্তর শব্দ বলে। যেমন বাদুর প্রায় এক লক্ষ হার্টজ কম্পাংকে ও শব্দ শুনতে পায়, কুকুর ৩৫০০০ হার্টজ কম্পাংকের শব্দ শুনতে পায়।



শ্রবণোত্তর শব্দের বিভিন্ন ব্যবহারিক প্রয়োগ রয়েছে, যেমন

১। ক্যান্সারের চিকিৎসায়।

২। ব্যাকটেরিয়া, ভাইরাস ধ্বংসে।

৩। সূক্ষ যন্ত্রপাতি পরিষ্কারকরণে।

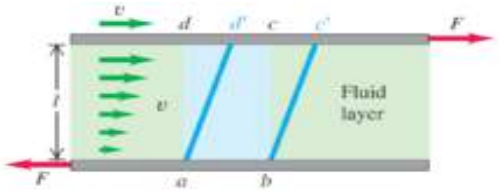
৪। অদ্রবণীয় মিশ্রণের দ্রবণ তৈরী তে।

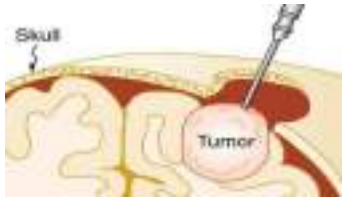
৫। সূক্ষ ফাটল শনাক্তকরণে।

৬। পানির নিচে কোনো বস্তুর অবস্থান শনাক্তকরণে।

৭। পানির গভীরতা নির্ণয়ে।

৮ । নৌযানের পথ প্রদর্শনে।





শ্রবণোত্তর শব্দের বিভিন্ন ব্যবহারিক প্রয়োগ

বিভিন্ন তলে শব্দের শোষণ, প্রতিফলন, প্রতিসরণ -

শব্দের শোষণ -

শব্দ এক স্থান থেকে উৎপন্ন হয়ে বিভিন্ন স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে গমন করার সময় কিছু কিছু শব্দের শক্তি ক্ষয় হয়; তার কারণ মাধ্যমে শব্দের শক্তি শোষণ হয়। একেই শব্দের শোষণ বলে।

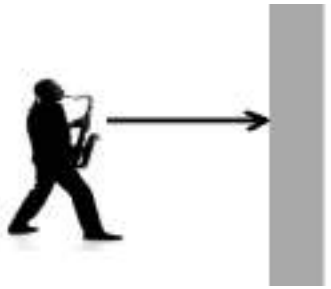
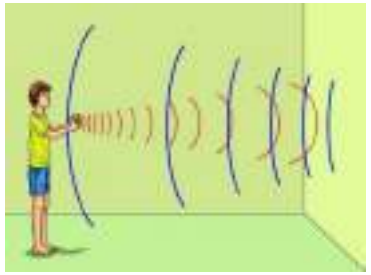
শব্দের শোষণ

শব্দের প্রতিফলন -

শব্দ কোনো মাধ্যমে বলে। শব্দের প্রতিফলন বিভিন্ন তলে বিভিন্ন রকম হয় । যদি প্রতিফলক তল শক্ত এবং মসৃণ হয়, তবে আপতিত শব্দ এবং প্রতিফলিত শব্দ একই শক্তি সম্পন্ন হয়। কিন্তু যদি প্রতিফলক তল নরম ও অমসৃণ হয়, তবে আপতিত শব্দ তুলনায় প্রতিফলিত শব্দের শক্তি কম অর্থাৎ আস্তে শোনা যাবে।

১। প্রতিফলনের ধর্ম ব্যবহার করে বড় বড় নৌযান, বাড়িঘর, ও সামান্য দূরত্বে কথক নল ব্যবহার করা হয়।

২। প্রতিফলনের ধর্ম ব্যবহার করে স্টেথোস্কোপের সাহায্যে হৃদস্পন্দন শুনা যায়।

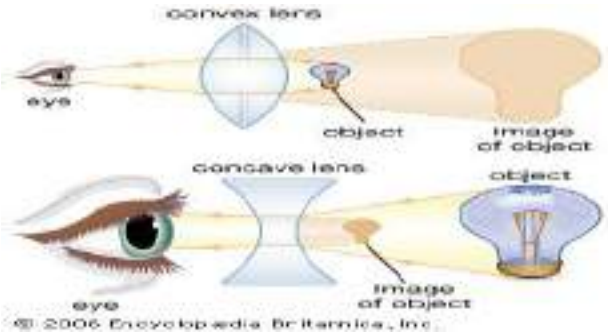



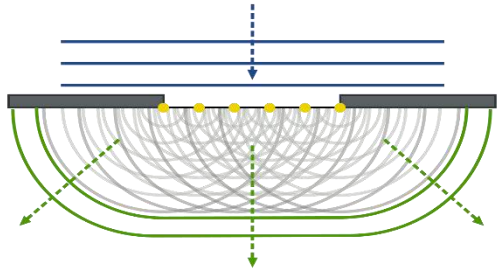
শব্দের প্রতিফলন

শব্দের প্রতিসরণ -

এক মাধ্যম থেকে আলাদা ঘনত্বের অন্য কোনো মাধ্যমে শব্দ তরঙ্গের সঞ্চালনের সময় দুই বিভেদ তলে শব্দ তরঙ্গের গতিপথের যে পরিবর্তন হয় তাকে শব্দের প্রতিসরণ বলে।

শব্দের প্রতিসরণ এর পরীক্ষা ঃ- একটি পাতলা রবাবের থলিতে কার্বন ডাই অক্সাইড গ্যাস পূর্ণ করে সেটাকে একটি উত্তল লেন্সের আকৃতি দেয়া হলো । উক্ত লেন্সটিকে একটি ফ্রেমে আটকিয়ে এক পাশে একটি ঘড়ি এবং অপর পাশে একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে কানে সর্বোচ্চ শব্দ শোনা যাবে। এই পরীক্ষাতে এটা প্রমাণিত হলো যে, শব্দ তরঙ্গ এক মাধ্যম থেকে অপর মাধ্যমে প্রতিসরিত হয় এবং তা প্রতিসরণের সূত্র মেনে চলে।





প্রতিধ্বনি বিভিন্ন ব্যবহারিক প্রয়োগ -

প্রতিধ্বনি -

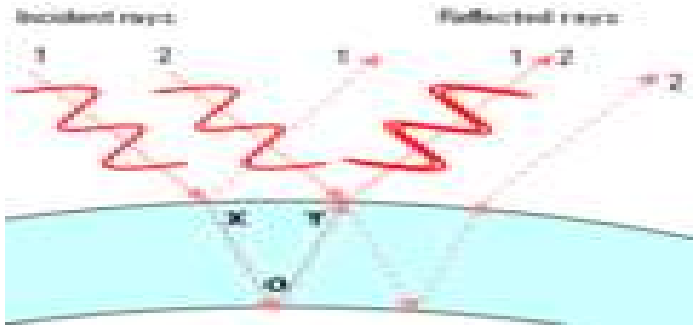
শব্দ যখন কোন প্রতিফলক তলে বাধা পেয়ে পুনরায় ফিরে আসে, তাকেই প্রতিধ্বনি বলে। প্রতিধ্বনির কারণে শব্দের শক্তি হ্রাস বা বৃদ্ধি পায় না। মানুষের মস্তিষ্কে শ্রবণ অনুভূতির স্থায়িত্বকাল বা ০.১ সেকেন্ড এবং প্রতিধ্বনি শুনার জন্য উৎস এবং পর্দার মধ্যবর্তী দূরত্ব কমপক্ষে ৩৩.২ মিটার হওয়া প্রয়োজন। বিভিন্ন ক্ষেত্রে প্রতিধ্বনির প্রয়োগ দেখা যায়। যেমন -

১। সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়ে,

২। রাডার যোগাযোগ স্থাপনে,

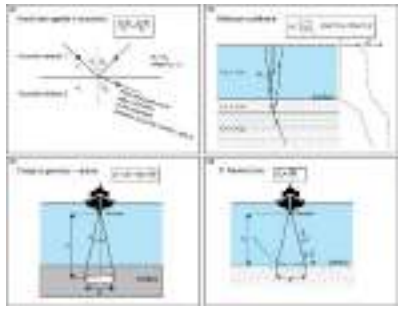
৩। খনিতে খনিজ পদার্থের অস্তিত্ব নিণয়ে,

৪। সূক্ষ্ম ছিদ্র শনাক্তকরণে।



সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় -

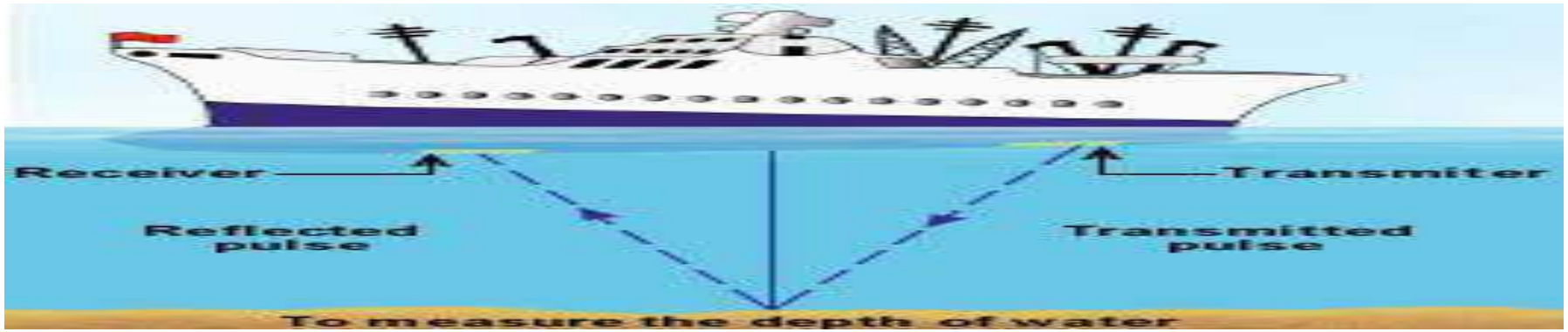
সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়ের জন্য নৌযানে প্রেরক গ্রাহক যন্ত্র ব্যবহার করা হয়। চিত্র হতে A প্রেরক যন্ত্র হতে শব্দ উৎপন্ন হয়ে B গ্রাহকে ফিরে আসে। AB হতে C বিন্দুর গভীরতা CN, জাহাজ হতে গ্রাহক এবং প্রেরক যন্ত্রের দূরত্ব h, পানিতে শব্দের বেগ v, A হতে B শব্দ যেতে সময় লাগে t_1 এবং A হতে C তে এবং C হতে B তে শব্দ যাবার সময় t_2 ।



তাই, $AB = v\, t_1$

বা, $d = v\, t_1$

বা, $v = \frac{d}{t_1}$



অনুরুপে, AC+CB = $vt_2 = \frac{d}{t_1} \times t_2$

কিন্তু ACN এবং BCN সমকোণী ত্রিভূজ হওয়ায়, AC=BC

$2AC = \frac{d}{t_1} \times t_2$

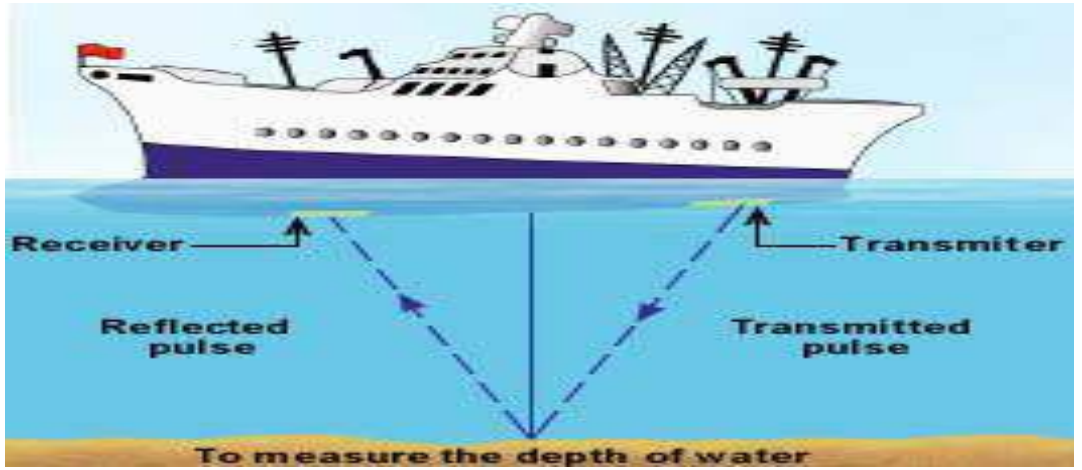
$\therefore AC = \frac{d}{2} \times \frac{t_2}{t_1}$

কিন্তু চিত্র হতে , $CN = \sqrt{AC^2 - AN^2}$

$= \sqrt{AC^2 - (\frac{AB}{2})^2}$

$= \sqrt{\{\frac{d}{2}(\frac{t_2}{t_1})\}^2 - (\frac{d}{2})^2}$

$\therefore \ CN = \frac{d}{2}\sqrt{(\frac{t_2}{t_1})^2 - 1}$



তাই সমুদ্রের গভীরতা, H=h+CN

$$=h+\frac{d}{2}\sqrt{(\frac{t_2}{t_1})^2-1}$$

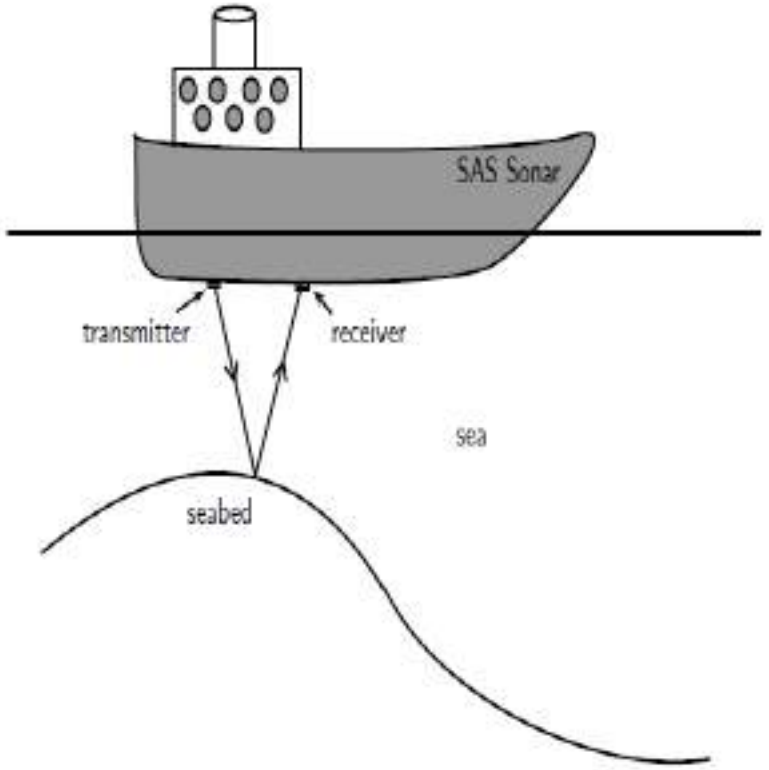
$$=h+\frac{d}{2}\sqrt{\frac{t_2^2-t_1^2}{t_1^2}}$$

$$=h+\frac{d}{2t_1}\sqrt{t_2^2-t_1^2}$$

$$=h+\frac{V\,t_1}{2t_1}\sqrt{t_2^2-t_1^2}$$

$$\therefore H=h+\frac{V}{2}\sqrt{t_2^2-t_1^2}$$

এটিই সমুদ্রের গভীরতা।

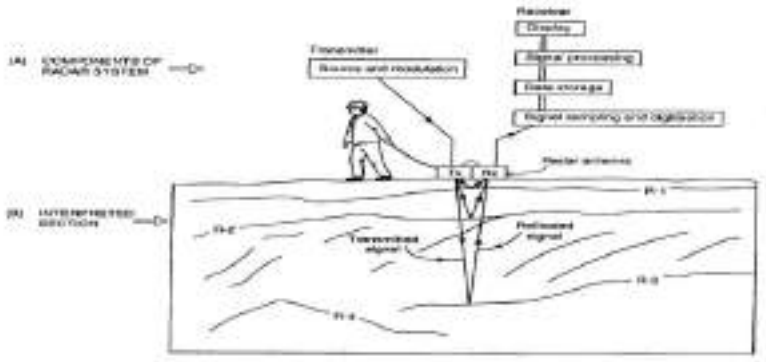


রাডার যোগাযোগ -

শব্দ তরঙ্গের মতো রাডার তরঙ্গ প্রতিধ্বনি সৃষ্টি করেতে পারে। রাডার বিভিন্ন আকাশযানের চলাচলের ফলে সৃষ্ট শব্দের প্রতিধ্বনি পরীক্ষা করে বিমানসহ বিভিন্ন আকাশযানের আগমন বার্তা জানায়।

সূক্ষ্ম ছিদ্র নির্ণয় -

কোন বস্তুর মধ্যে সূক্ষ্ম ছিদ্র, যা স্বাভাবিকভাবে দেখা যায় না এরুপ বস্তুতে শব্দ প্রেরণ করলে যদি প্রতিধ্বনি শুনা গেলে ছিদ্র আছে বলে মনে করা হয়।



বাড়ির কাজ ঃ-

১। আজকের পাঠের অনুশীলন

২। শব্দ কি এবং শব্দ এর উৎপত্তি আলোচনা করতে পারব ?

৩। বিভিন্ন কম্পাংকের শব্দ তৈরী এবং মানুষের শ্রাব্যতার সীমা ।

৪। বিভিন্ন তলে শব্দের শোষণ, প্রতিফলন, প্রতিসরণ সংজ্ঞা করতে পারব।

৫। শব্দের প্রতিধ্বনি বিভিন্ন ব্যবহারিক প্রয়োগ করতে পারব।

৬। শব্দের প্রতিধ্বনি সাহায্যে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করতে পারব।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে ।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন --------

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

আমার ক্লাশ নং-১১

তারিখ ঃ-৩০/০১/২০২৫ ইং সময় ঃ- 02.00 P.M

বিষয় ঃ- ফিজিক্স -১ , বিষয় কোড ঃ-(২৫৯১২)

১ম পর্ব -- ২য় শিফট

, সিভিল, কম্পিউটার।

আলোচনা বিষয় ঃ- ১১তম অধ্যায় (শব্দ, শব্দের বেগ এর বাকী অংশ)

আমরা এই অধ্যায়ে যা যা শিখতে পারব ।

১। শব্দের বেগ কি এবং ইহার সংক্ষেপে আলোচনা করতে পারব ?

২। বাতাসে শব্দের বেগ সম্পর্কিত নিউটনের সূত্র এবং ল্যাপলাসের সংশোধন এর ব্যাখ্যা করতে পারব।

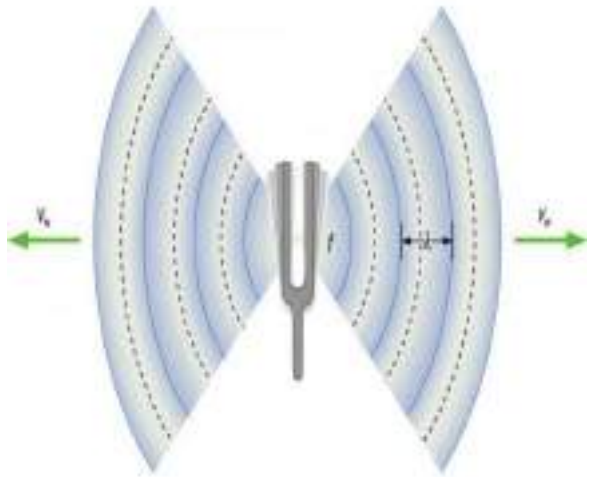
৩। বায়ুতে শব্দের বেগের উপর তাপমাত্রা, চাপ, ও আদ্রর্তার প্রভাব তুলনার ব্যাখ্যা করতে পারব।

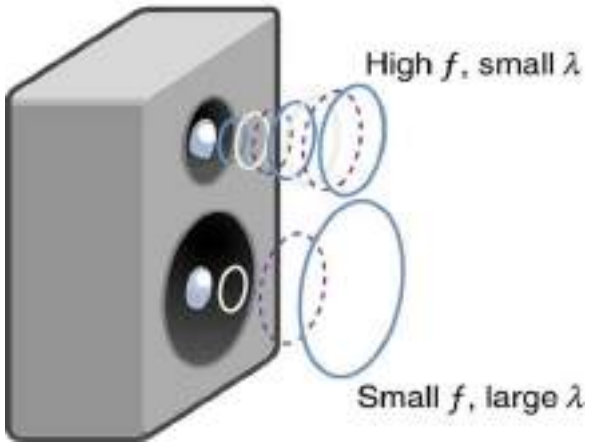
৪। শব্দের অনুনাদ কি? উদাহরণসহ অনুনাদের ব্যাখ্যা করতে পারব।

৫। অনুনাদ বায়ু পদ্ধতিতে শব্দের বেগ নির্ণয় করতে পারব।

শব্দের বেগ

শব্দ একক সময়ে নির্দিষ্ট দিকে নির্দিষ্ট মাধ্যমে যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাকে শব্দের বেগ বলে। এটি মাধ্যম ভেদে বিভিন্ন হয়। যেমন কঠিন মাধ্যমে শব্দের বেগ সবচেয়ে বেশি, তরল তার চেয়ে একটু কম এবং বায়ুতে সবচেয়ে কম। বায়ুতে শব্দের বেগ $0°C$ তাপমাত্রায় এবং $76cm$ পারদ চাপে $332ms^{-1}$ ।





বাতাসে শব্দের বেগ সম্পর্কিত নিউটনের সূত্র এবং ল্যাপলাসের সংশোধনী

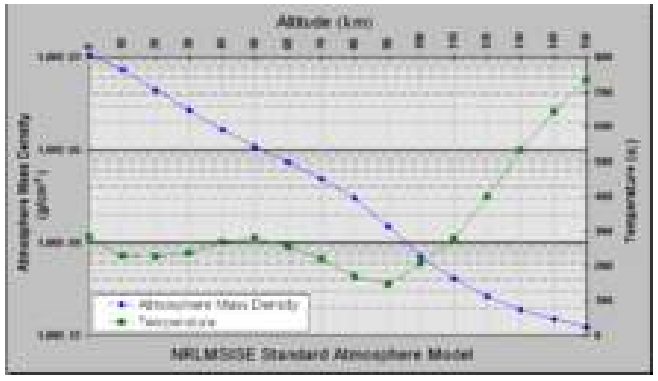
কোন মাধ্যমের শব্দের বেগ মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্কের বর্গমূলের সমানুপাতিক এবং ঘনত্বের বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতিক।

মাধ্যমের স্থিতিস্থাপক গুণাংক E এবং ঘনত্ব ρ হলে

শব্দের বেগ, $v=\sqrt{\frac{E}{\rho}}$ ----(১)

বায়ুবীয় বা গ্যাসীয় মাধ্যমের ক্ষেত্রে স্থিতিস্থাপক গুণাংক E, আয়তন গুণাংক B এর সমান হলে,

তখন শব্দের বেগ, $v=\sqrt{\frac{B}{\rho}}$ ----------(২)



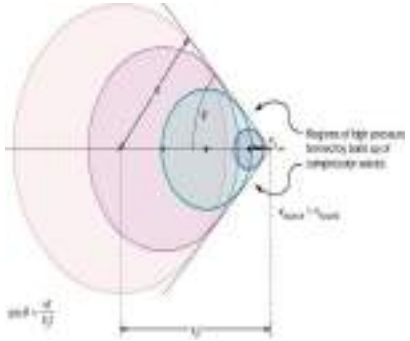
আবার নিউটনের মতে, গ্যাসীয় বা বায়ুবীয় মাধ্যমে শব্দের বিস্তৃতি একটি সমোষ্ণ প্রক্রিয়া। এই সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় ক্ষেত্রে বয়েলের সূত্রানুসারে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায়

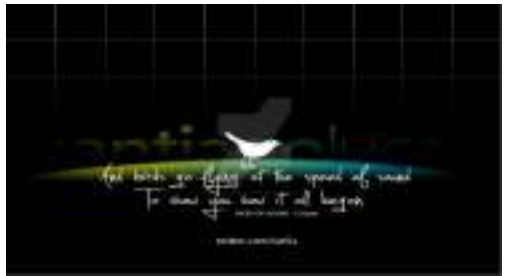
PV= c (ধ্রুবক) ----------(৩)

(৩) নং সমীকরণ কে V এর সাপেক্ষে উভয়দিকে অন্তরীকরণ করে পাই,

$$\frac{d}{dv}(PV) = 0$$

বা, $P\frac{d}{dv}(V) + V\frac{d}{dv}(P) = 0$





বা, P.1+ $V\frac{d}{dv}(P)=0$

বা, $V\frac{d}{dv}(P)= -P$ বা, $P = -V\frac{d}{dv}(P)$

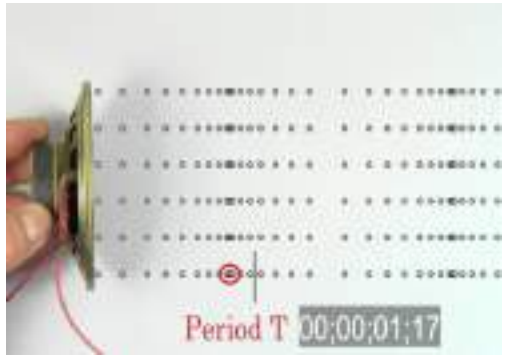
বা, $P = -\frac{dPV}{dV}$

বা, $P = -\frac{dP}{\frac{dV}{V}}$

বা, $P = -\frac{\text{আয়তন পীড়ন}}{\text{আয়তন বিকৃতি}}$

বা, P = আয়তন গুণাংক

∴ P = (B) ---------(৩)



[∵ (dP) =আয়তন পীড়ন,
$(\frac{dV}{V})$ = আয়তন বিকৃতি
আয়তন গুণাংক =(B)]

(৩) নং সমীকরণটি হল গ্যাসীয় মাধ্যম শব্দের বেগ সংক্রান্ত নিউটনের সূত্র।
এই সূত্র প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে বায়ুর চাপ, $\mathrm{P} = 1.013\times 10^{5} Nm^{-2}$এবং বায়ুর ঘনত্ব $\rho = 1.293\, Kgm^{-3}$ হলে ,

২নং সমীকরণ হতে পাই শব্দের বেগ, $\mathrm{v}=\sqrt{\frac{\mathrm{B}}{\rho}}$

$$\text{বা, } \mathrm{v}=\sqrt{\frac{\mathrm{P}}{\rho}} = \sqrt{\frac{1.013\times 10^{5}}{1.293}} = 280\ \mathrm{m}s^{-1} \text{ (প্রায়)}$$

কিন্তু বিভিন্ন পরীক্ষায় স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে বায়ুতে শব্দের বেগ প্রায়, নিউটনের পরীক্ষায় নির্ণীত মানের সাথে সঙ্গতিপূর্ণ নয়। এ কারণে ল্যাপলাসের নিউটনের সূত্রটি সংশোধন করেন।

ল্যাপলাসের সংশোধন ঃ-

ল্যাপলাসের মতে, বায়ুতে শব্দের সঞ্চালন একটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া। এ প্রক্রিয়ায় PV^{γ}=c(ধ্রবক) ---------- (৫)

(৫) নং সমীকরণ কে V এর সাপেক্ষে উভয়দিকে অন্তরীকরণ করে পাই,

$$\frac{d}{dv}(PV^{\gamma}) = 0$$

বা, $P\frac{d}{dv}(V^{\gamma}) + V^{\gamma}\frac{d}{dv}(P) = 0$

বা, $P.\gamma(V^{\gamma-1}) + V^{\gamma}\frac{d(P)}{dv} = 0$

বা, $P.\gamma(V^{\gamma}.V^{-1}) = -V^{\gamma}\frac{d(P)}{dv}$

বা, $P.\gamma\frac{1}{V} = -\frac{dP}{dv}$

যেখানে,

P= গ্যাসের চাপ ,

V = গ্যাসের আয়তন,

γ = গ্যাসের দুই আপেক্ষিক তাপের অনুপাত।

বা, $\mathrm{P}.\gamma = -\frac{d\mathrm{P}\times V}{dv}$

বা, $\mathrm{P}.\gamma = -\frac{dP}{\frac{dV}{V}}$

$= -\frac{\text{আয়তন পীড়ন } (dP)}{\text{আয়তন বিকৃতি } (\frac{dV}{V})}$

$= \text{আয়তন গুণাংক } (\mathrm{B})$

[$\because (dP)$ =আয়তন পীড়ন, $(\frac{dV}{V})$ = আয়তন বিকৃতি আয়তন গুণাংক =(B)]

$\therefore \ \mathrm{P}.\gamma = \mathrm{B}$ ----------(৪)

বায়ুবীয় বা গ্যাসীয় মাধ্যমের ক্ষেত্রে স্থিতিস্থাপক গুণাংক E, আয়তন গুণাংক B এর সমান হলে তখন শব্দের বেগ,

$\mathrm{v}=\sqrt{\frac{\mathrm{B}}{\rho}}$ বা, $\mathrm{v} = \sqrt{\frac{\mathrm{P}.\gamma}{\rho}}$ -----(৫)

(৫) নং সমীকরণটি হল গ্যাসীয় মাধ্যম শব্দের বেগ সংক্রান্ত ল্যাপলাসের সংশোধন সূত্র। এই সূত্র প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে বায়ুর চাপ $\mathrm{P} = 1.013\times 10^{5} Nm^{-2}$ এবং বায়ুর ঘনত্ব, $\rho = 1.293\ Kgm^{-3}$, γ =1.4 হলে (৫) নং সমীকরণ হতে পাই শব্দের বেগ,

$$\mathrm{v} = \sqrt{\frac{\mathrm{P}.\gamma}{\rho}} = \sqrt{\frac{1.4\times 1.013\times 10^{5}}{1.293}}$$

$$= 332.16\ \mathrm{m}s^{-1}$$

যা পরীক্ষালব্ধ মানের সাথে মিলে যায়।

(১)কঠিন পদার্থের শব্দের বেগ ঃ-

লোহার ইয়ং এর গুণাংক, $\mathrm{Y} = 2.14\times 10^{11} Nm^{-2}$ এবং এর ঘনত্ব $\rho = 7.630 \times 10^{3}\ Kgm^{-3}$

তবে লোহার ভিতর শব্দের বেগ , $\mathrm{v}=\sqrt{\frac{\mathrm{Y}}{\rho}} = \sqrt{\frac{2.14\times 10^{11}}{7.630\times 10^{3}}} = \ ms^{-1}$ (প্রায়)

(২) তরল পদার্থের শব্দের ঃ-

পানির আয়তন স্থিতিস্থাপক গুণাংক $\mathrm{K} = 2.04\times 10^{9} Nm^{-2}$ এবং ঘনত্ব $\rho = 1 \times 10^{3} Kgm^{-3}$ হয়

তবে পানিতে শব্দের বেগ ,

$\mathrm{v}=\sqrt{\frac{\mathrm{K}}{\rho}} = \sqrt{\frac{2.04\times 10^{9}}{1\times 10^{3}}} = \ ms^{-1}$ (প্রায়)

(৩) বায়ুতে আদর্শ তাপমাত্রা এবং চাপে শব্দের বেগ ঃ-

সাধারণত NTP বলতে °C এবং 76cm পারদ চাপকে বুঝায়।

তাই $P=76\times13.6\times981$ dyne/cm^2

$\rho = 0.001293$ gm/ cm^3, $\gamma = 1.4$

কিন্তু ল্যাপলাসের সংশোধনী অনুসারে- $v = \sqrt{\frac{P.\gamma}{\rho}}$

$= \sqrt{\frac{1.4\times76\times13.6\times981}{0.001293}} = 332\ ms^{-1}$

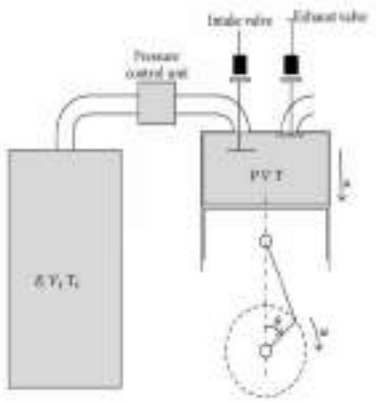
অর্থাৎ NTP তে স্থির বায়ুতে শব্দের বেগ $332\ ms^{-1}$

বায়ুতে শব্দের বেগের উপর তাপমাত্রা, চাপ, ও আদ্রর্তার প্রভাব তুলনা

চাপের প্রভাব ঃ- ধরি, স্থির তাপমাত্রায় m ভরের কোন গ্যাসের চাপ P_1থেকে P_2 তে পরিবর্তিত হওয়ায় আয়তন V_1 থেকে V_2 হলে তার ঘনত্ব ρ_1 থেকে ρ_2 হলো। তবে বয়েলের সূত্র থেকে

$$P_1V_1 = P_2V_2$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_1}{V_2} \text{ ----------(১)}$$ কিন্তু আয়তন $V = \frac{\text{ভর(m)}}{\text{ঘনত্ব}(\rho)}$



$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\frac{m}{\rho_1}}{\frac{m}{\rho_2}}$$ বা, $$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$ ----------(২)

(১) নং এবং (২) নং হতে পাই,

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\rho_2}{\rho_1}$$ বা, $$\frac{P_1}{\rho_1} = \frac{P_2}{\rho_2}$$ ---------- (৩)

অর্থাৎ স্থির তাপমাত্রায় চাপের পরিবর্তনের সাথে ঘনত্ব পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ $\frac{P}{\rho}$ ধ্রুব হয় কিন্তু শব্দের বেগ $= \sqrt{\frac{P.\gamma}{\rho}}$

সুতরাং স্থির তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপের পরিবর্তন হলে শব্দের বেগের পরিবর্তন হয় না।

তাপমাত্রার প্রভাব ঃ-

গ্যাসের তাপমাত্রার পরিবর্তন হলে তার ঘনত্বের পরিবর্তন হয়, ফলে শব্দের বেগের ও পরিবর্তন হয়। ধরি, 0°Cএবং t °C তাপমাত্রায় গ্যাসের ঘনত্ব যথাক্রমে ρ_0 ও ρ_t এবং শব্দের বেগ যথাক্রমে V_0ও V_t ।

$\therefore V_0 = \sqrt{\frac{P\gamma}{\rho_0}}$ ----------(১) এবং $V_t = \sqrt{\frac{P\gamma}{\rho_t}}$ ----------(২)

কিন্তু $\rho_0 = \rho_t(1+\propto t)$ এখানে, $\propto$ = গ্যাসের আয়তন প্রসারাঙ্ক = $\frac{1}{273}$/ °C

২নং কে ১নং দ্বারা ভাগ করে পাই ,

$$\frac{V_t}{V_0} = \frac{\sqrt{\frac{P\gamma}{\rho_t}}}{\sqrt{\frac{P\gamma}{\rho_0}}} = \sqrt{\frac{P\gamma \times \rho_0}{\rho_t \times P\gamma}} = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_t}} = \sqrt{\frac{\rho_t(1+\propto t)}{\rho_t}} = \sqrt{(1+\propto t)}$$

$$\frac{V_t}{V_0} = \sqrt{(1+\propto t)} = \sqrt{(1+\frac{1}{273}\ t)}\ = \sqrt{(\frac{273+t}{273})}\ = \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

$$\frac{V_t}{V_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}} \quad \therefore\ V = \sqrt{\mathrm{T}}$$

অর্থাৎ গ্যাসীয় মাধ্যম শব্দের বেগ গ্যাসের পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ $\frac{V_t}{V_0} = \sqrt{(1+\frac{1}{273}\ t)} = (1+\frac{1}{273}\ t)^{\frac{1}{2}}$

$\frac{V_t}{V_0} = (1+\frac{1}{2} \times \frac{1}{273}\ t)$ [দ্বিপদী উপপাদ্য ব্যবহার করে]

$V_t = V_0\ (1+\frac{1}{546}\ t) = 332\ (1+0.00183\ t)$ (V_0 =৩৩২ মিটার সেকেন্ড$^{-1}$

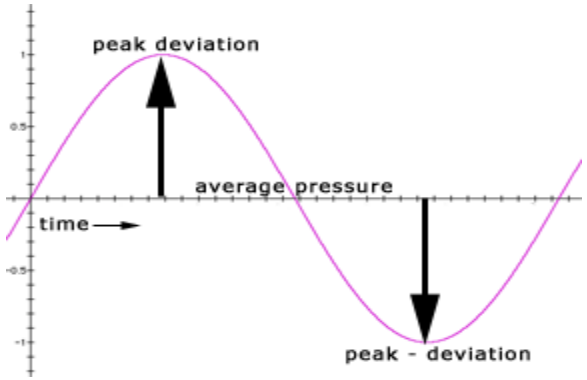
V_t= 332 +0. 61t) মিটার সেকেন্ড$^{-1}$

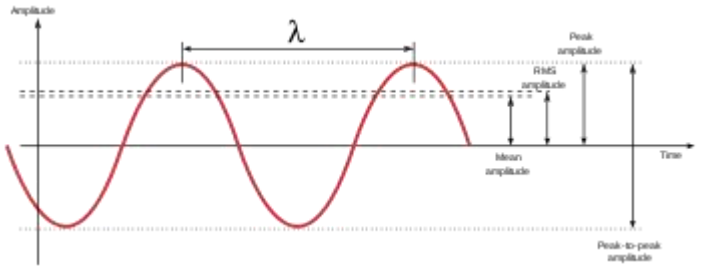
অর্থাৎ প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রায় বৃদ্ধির জন্য শব্দের বেগ ০.৬১ মিটার বা (প্রায়) ২ ফুট বৃদ্ধি পায়।

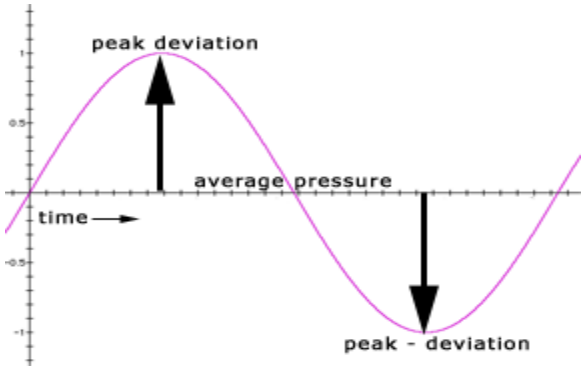
তরঙ্গ দৈর্ঘ্য এবং কম্পাংকের মাধ্যমে শব্দের বেগ নির্ণয়

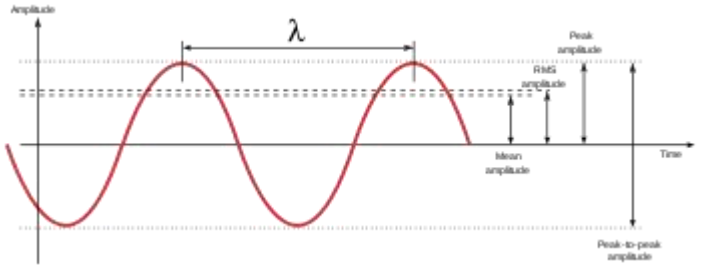
নির্দিষ্ট দিকে একক সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ বেগ (ν) বলে। কোন কম্পনশীল বস্তু একটি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন করতে যে সময় লাগে তাকে দোলনকাল (T) বলে এবং সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গ দৈঘ্য (λ) বলে। এক সেকেন্ডে যতগুলো পূর্ণ কম্পন হয় তাকে কম্পাংক n বলে।

সমবেগে গতিশীল বস্তুর বেগ $(\nu) = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{\lambda}{\mathrm{T}}$









$\therefore$ তরঙ্গ বেগ, $(\nu) = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{\lambda}{\mathrm{T}}$ ----------(১)

কিন্তু n টি কম্পন পূর্ণ করতে সময় লাগে ১ সেকেন্ড

$\therefore$ ১ টি কম্পন পূর্ণ করতে সময় লাগে ১/n সেকেন্ড

দোলনকালের সংজ্ঞানুসারে, $\mathrm{T} = \frac{1}{n}$ বা, $\mathrm{n} = \frac{1}{T}$

(১) নং সমীকরন হতে পাই

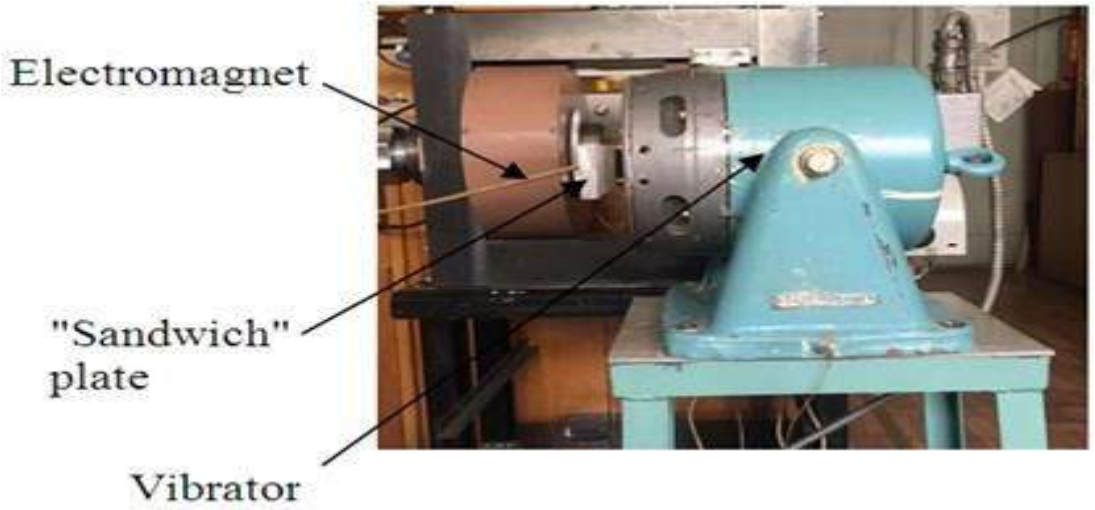
$\nu = \frac{\lambda}{\mathrm{T}} = \frac{1}{\mathrm{T}} . \lambda = \mathrm{n}. \lambda$ বা, $\nu = \mathrm{n}\,\lambda$ (প্রমাণিত)

অনুনাদ

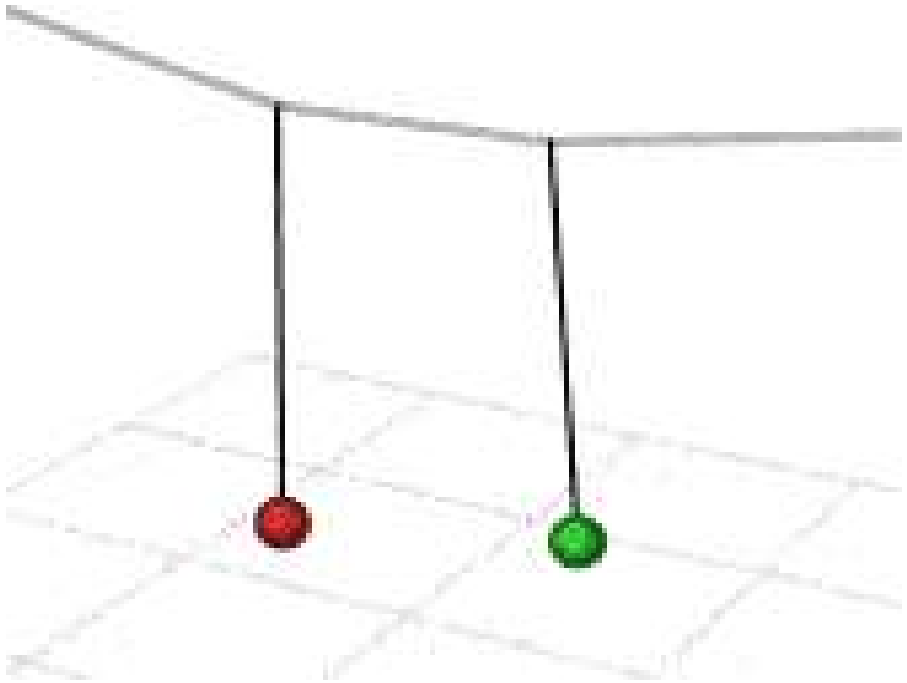
একটি পর্যায়বৃত্ত বল কোনো বস্তুতে প্রয়োগ করা হলে বস্তুটি প্রাথমিকভাবে খুব অল্প বিস্তারে কাঁপতে থাকবে। কিন্তু যখন প্রযুক্ত পর্যায়বৃত্ত বলের কম্পাংক বস্তুর স্বাভাবিক কম্পাংকের সমান হবে তখন কম্পনের বিস্তার এবং শব্দের তীব্রতা অনেক বেড়ে যাবে। এই ঘটনাকে অনুনাদ বলে।

অনুনাদের উদাহরণ ঃ-

(১) এটি ধাতব দন্ডের এক প্রান্ত স্পদন সৃষ্টিকারী যন্ত্রে সাথে সংযুক্ত একটি সিগন্যাল জেনারেটর উক্ত যন্ত্রটি ধাতব রডটির সংযুক্ত প্রান্ত হতে দূরবর্তী প্রান্তে তরঙ্গ সৃষ্টি করবে। তরঙ্গগুলো দূরবর্তী প্রান্ত হতে প্রতিফলিত হয়ে স্থির থাকবে। অল্প কম্পন হতে ধীরে ধীরে এর কম্পন বাড়াবে হবে। যখন উভয়ের কম্পাংক সমান হবে তখন অনুনাদের সৃষ্টি হবে।



(২) এই পরীক্ষায় দুটি স্ট্যান্ডের সাথে দুটি দোলক ঝুলানো হয়েছে যার দুটির দোলন দৈর্ঘ্য সমান A এবং B । এখন A তে দোল দিলে প্রায় সাথে সাথে B টি দুলতে শুরু করবে। A এবং B দোলক দুটিও প্রায় এক সাথে দুলতে শুরু করলেও কিছুক্ষণ পর B থেমে যাবে আবার কিছুক্ষণ পর B দুলতে শুরু করবে । A এবং B দোলক দুটির দৈর্ঘ্য সমান হওয়ায় এরা পরবশ কম্পনে দুলতে থাকবে এবং এখানে অনুনাদে সৃষ্টি হবে।



অনুনাদ বায়ু পদ্ধতিতে শব্দের বেগ

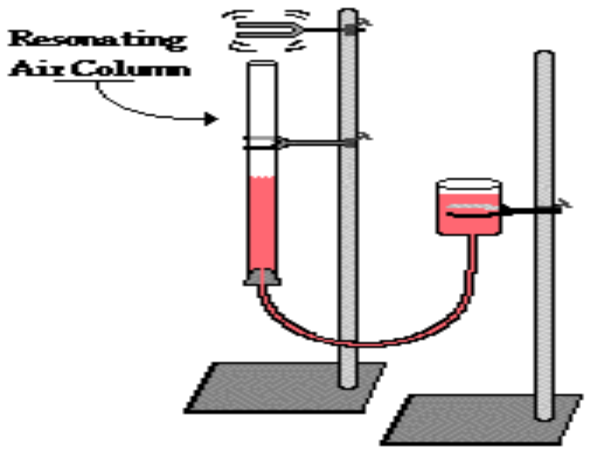
এক মুখ খোলা পানি ভর্তি নলের উপর বাতাসের একটি স্তম্ভ থাকে। একটি আঘাতপ্রাপ্ত সুরলি কাঁটাকে ঐ বায়ু স্তম্ভের উপর ধরলে সুরলি কাঁটার পর্যায়বৃত্ত কম্পাংক নলের ভিতরের বাতাসের স্তম্ভকে সুরলি কাঁটার কম্পনে বাধ্য হয়ে একই হারে কাঁপতে শুরু করবে তখন অনুনাদের সৃষ্ট হবে। ফলে খুব জোরে একটানা শব্দের সৃষ্ট হবে।

এখানে, শব্দের বেগ $V=2n(l_2 - l_1)$

$l_2 =$ দ্বিতীয় অনুনাদের দৈর্ঘ্য

$l_1 =$ প্রথম অনুনাদের দৈর্ঘ্য

$n =$ কম্পাংক



Tuning fork forcing air coumn into resonance

একটি শব্দতরঙ্গ বায়ুতে ৩ মিনিটে ১০২০ মিটার দূরত্ব অতিক্রম । এই শব্দ তরঙ্গেও তরঙ্গদৈর্ঘ্য ৫০ সেন্টিমিটার হলে পর্যায়কাল ও কম্পাংক কত?

সমাধান, আমরা জানি,

$S=Vt$

$V=\frac{S}{t}=\frac{1020}{180}=5.67$ m/s

আবার, $V=n\lambda$

বা, $n=\frac{V}{\lambda}=\frac{5.66}{0.5}$

$=11.34$ Hz

এবং $T=\frac{1}{n}=\frac{1}{11.34}$

$=0.088$sec

উত্তর 11.34 Hz এবং 0.088sec

এখানে, সময়, $t=3$min

$=3\times 60$ sec

$=180$sec

দূরত্ব, $S=1020$m

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda=50$cm

$=0.5$ m

$T=?$

এবং $n=?$

সমস্যা ঃ- কত তাপমাত্রায় শব্দের বেগ °C এর দ্বিগুণ হবে।

সমাধান, আমরা জানি, $\frac{V_t}{V_0} = \sqrt{(1+\alpha t)}$

এখানে, $V_t = 2V_0$ এবং $\alpha = \frac{1}{273}$

তাই, $\frac{2V_0}{V_0} = \sqrt{(1+\alpha t)}$

বা, $2 = \sqrt{(1+\alpha t)}$

বা, $4 = (1+\alpha t)$ (উভয় পক্ষে বর্গ করে পাই)

বা, $4 - 1 = \alpha t$

বা, $t = \frac{3}{\alpha} = \frac{3}{\frac{1}{273}} = 3 \times \frac{273}{1} = 819\ °C$ $\therefore t = 819\ °C$

সমাধান কর ঃ-কত তাপমাত্রায় শব্দের বেগ °C এর তিনগুণ হবে।

সমস্যা ঃ- 266 Hz কম্পাঙ্কবিশিষ্ট একটি সুর শলাকা এক মুখ খোলা একটি নলের ভিতরে আবদ্ধ বায়ুস্তরের উপর ধরলে 30cm এবং 90cm দৈর্ঘ্য অনুনাদ হয়। শব্দের বেগ কত ?

সমাধান,

আমরা জানি,

শব্দের বেগ $V=2n(\iota_2 - \iota_1)$

$=2\times266(90-30)$

$=30720cm/s$

$= 307.2\ m/s$

এখানে,

$n= 266\ Hz$

$\iota_1= 30cm$,

$\iota_2 = 90cm$

$V=?$

সমস্যা ঃ- 385 Hz কম্পাঙ্কবিশিষ্ট একটি কম্পমান সুর শলাকাকে আঘাত করে একটি অনুনাদ নলের সামনে ধরলে 31cm এবং 75cm দৈর্ঘ্য অনুনাদ হয়। শব্দের বেগ কত ?

বাড়ির কাজ -

১। আজকের পাঠের অনুশীলন।

২। শব্দের বেগ কি এবং ইহার সংক্ষেপে আলোচনা করতে পারব ?

৩। বাতাসে শব্দের বেগ সম্পর্কিত নিউটনের সূত্র এবং ল্যাপলাসের সংশোধন এর ব্যাখ্যা করতে পারব।

৪। বায়ুতে শব্দের বেগের উপর তাপমাত্রা, চাপ, ও আদ্রর্তার প্রভাব তুলনার ব্যাখ্যা করতে পারব।

৫। শব্দের অনুনাদ কি? উদাহরণসহ অনুনাদের ব্যাখ্যা করতে পারব।

৬। অনুনাদ বায়ু পদ্ধতিতে শব্দের বেগ নির্ণয় করতে পারব।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে ।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন --------

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

আমরা এই অধ্যায়ে যা যা শিখতে পারব ।

১। আদর্শ গ্যাস কি এবং ইহার কোন সূত্রগুলো মেনে চলে তা বলতে পারব?

২। গ্যাসের সূত্রগুলো কি কি?

৩। গ্যাসের সূত্রের সমীকরণ প্রমাণ করতে পারব।

৪। পরম শূন্য তাপমাত্রা কি এবং প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপের সংজ্ঞা বলতে পারব।

৫। গ্যাসের অনুর মৌলিক স্বীকার্য সমূহ আলোচনা করতে পারব।

৬। প্রমাণ করতে পারব $PV=nRT$।

প্রমাণ তাপমাত্রা

যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় বা পানি জমে বরফে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস স্কেলে এটি 0°C এবং কেলভিন স্কেলে এটি 273K

প্রমাণ চাপ

45^0 অক্ষাংশে 273K তাপমাত্রায় (সমুদ্র সমতলে) উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

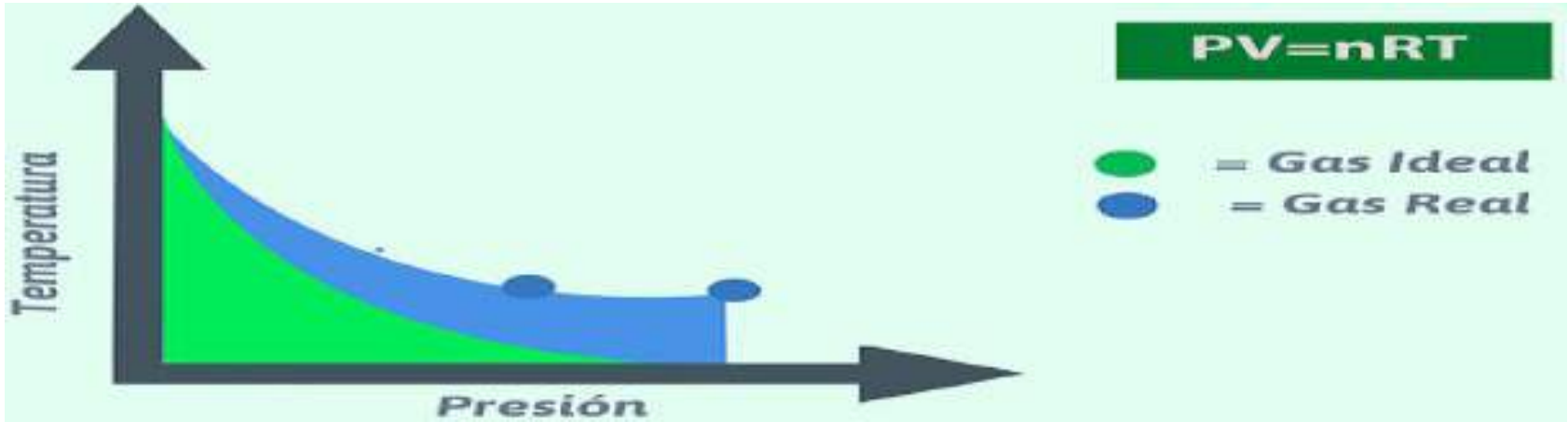
আর্দ্রতামিতি

পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে আর্দ্রতামিতি বলে।

পৃথিবীর সাগর, নদ-নদী, খালবিল, পুকুর প্রভৃতি থেকে প্রতিনিয়ত পানি বাষ্পায়িত হচ্ছে এবং এই জলীবাষ্প বায়ুমন্ডলে মিশে যাচ্ছে। মেঘ, বৃষ্টি, শিশির, কুয়াশা প্রভৃতি থেকে বায়ুমন্ডলে জলীয়বাষ্পের উপস্থিতির প্রমাণ পাওয়া যায়। বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন সময়ে বায়ুমন্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বিভিন্ন হয়। এটা নির্ভর করেস্থান ও আবহাওয়ার উপর।

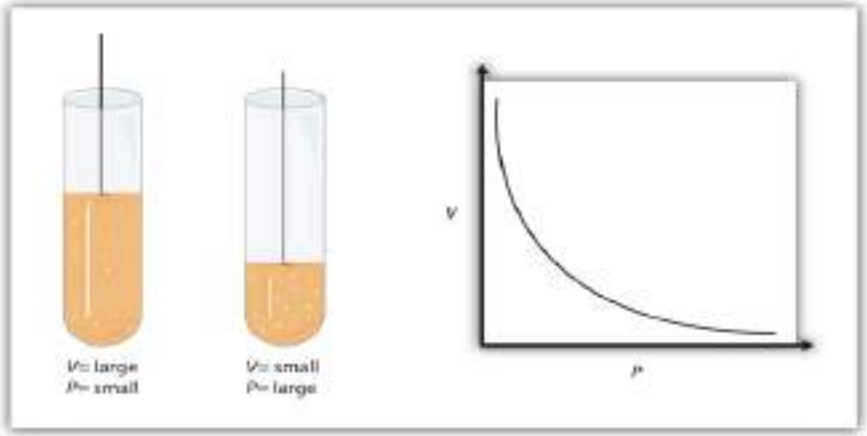
আদর্শ গ্যাস

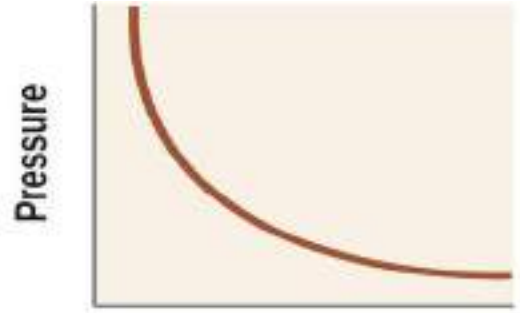
যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েলের ও চার্লস এর সূত্র পুরপুিরি মেনে চলে তাদেরকে আর্দশ গ্যাস বলে। বস্তবে আর্দশ গ্যাস পাওয়া যায় না। কারণ কোন বাস্তব গ্যাসই সকল তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের সূত্রগুলো মেনে চলে না। তবে নিম্নে চাপে ও উচ্চ তাপমাত্রার বাস্তব গ্যাস গ্যাসের সূত্রগুলো মেনে চলে।



গ্যাসের সূত্র

গ্যাসের তিনটি চলরাশি যথা চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তনের যে কোন একটি স্থির থাকলে অন্য দুটি পরিবর্তিত হওয়ার সময় নির্দিষ্ট সূত্র মেনে চলে। তাই চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্কযুক্ত তিনটি সূত্র আছে। এগুলোকে গ্যাসীয় সূত্র বলে।





(a)

(b)

সূত্রগুলো হলো-

১। বয়েলের সূত্র ঃ-

তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যাস্থানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

২। চার্লস সূত্র ঃ-

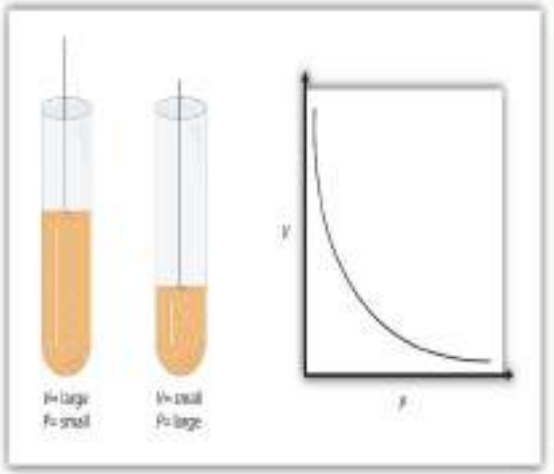
চাপ স্থির থাকলে আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ স্থির থাকলে তার আয়তন এর পরম তাপমাত্রা সমানুপাতিক।

৩। চাপীয় সূত্র ঃ-

আয়তন স্থির থাকলে চাপ ও পরম তাপমাত্রা মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির থাকলে তার চাপের এর পরমতাপমাত্রা সমানুপাতিক।

বয়েলের সূত্র বিবৃতি ও ব্যাখ্যা কর

তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যাস্থানুপাতে পরিবর্তিত হয়।



ব্যাখ্যা ঃ- কোন গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন V ও চাপ p হলে,

$$V \ \alpha \frac{1}{P} \quad \text{বা, } V = \text{ধ্রুবক} \times \frac{1}{P}$$

$$\text{বা, } V = K \times \frac{1}{P}$$

$$\therefore \ PV = K$$

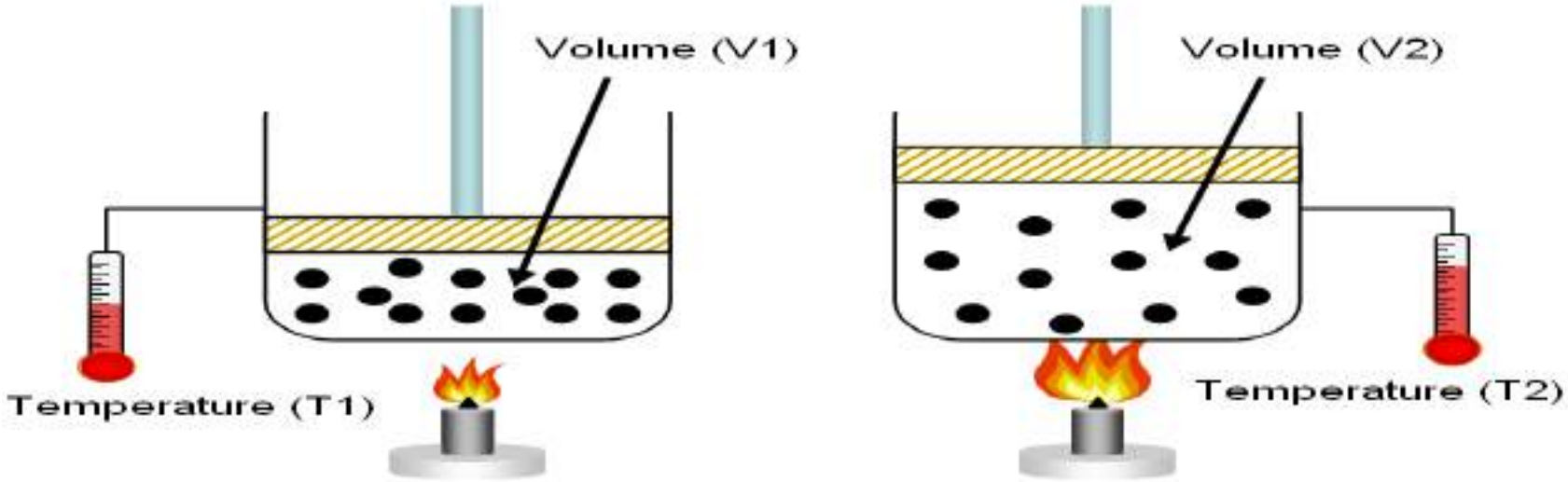
এখানে K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। K এই ধ্রুবক এর মান গ্যাসের ভর, তাপমাত্রা, চাপ এর একক পদ্ধতির ওপর নির্ভর করে।

এই সূত্রানুসারে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ওপর নির্ভর করে। চাপ দ্বিগুণ করলে আয়তন অর্ধেক হয়। চাপ তিন গুণ করলে আয়তন এক তৃতীয়াংশ হয়।

চার্লস সূত্র বিবৃতি ও ব্যাখ্যা কর

চাপ স্থির থাকলে আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে।

অথবা স্থির চাপে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর তাপমাত্রার আয়তনের $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।



ব্যাখ্যা ঃ-

স্থির চাপে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $0°C$ তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন v_o । $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর আয়তনের $\frac{1}{273} \times v_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়। $\Theta°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর আয়তনের $\frac{\Theta}{273} \times v_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

সুতরাং $\Theta°C$ তাপমাত্রায় যদি ঐ গ্যাসের আয়তন V হয় তবে চার্লসের সূত্র অনুসাওে

$$V = V_o + \frac{\Theta}{273} \times V_o$$

$$V = V_o\left(1 + \frac{\Theta}{273}\right)$$

$V = V_o(1+ \gamma_p \Theta)$ [এখানে, $\gamma_p = \frac{1}{273}$ $1/°C$ স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ]

$V = V_o\ (1+ \frac{1}{273} \Theta)$

বা, $V = V_o\ (\frac{273+\Theta}{273} \Theta)$

বা, $V = \frac{V_o}{273}\ (\theta + 273)$

বা, $V = \frac{V_o}{273}\ T$ [মনেকরি , $\frac{v_o}{273}$= একটি ধ্রুব রাশি =K]

বা, $V=KT$

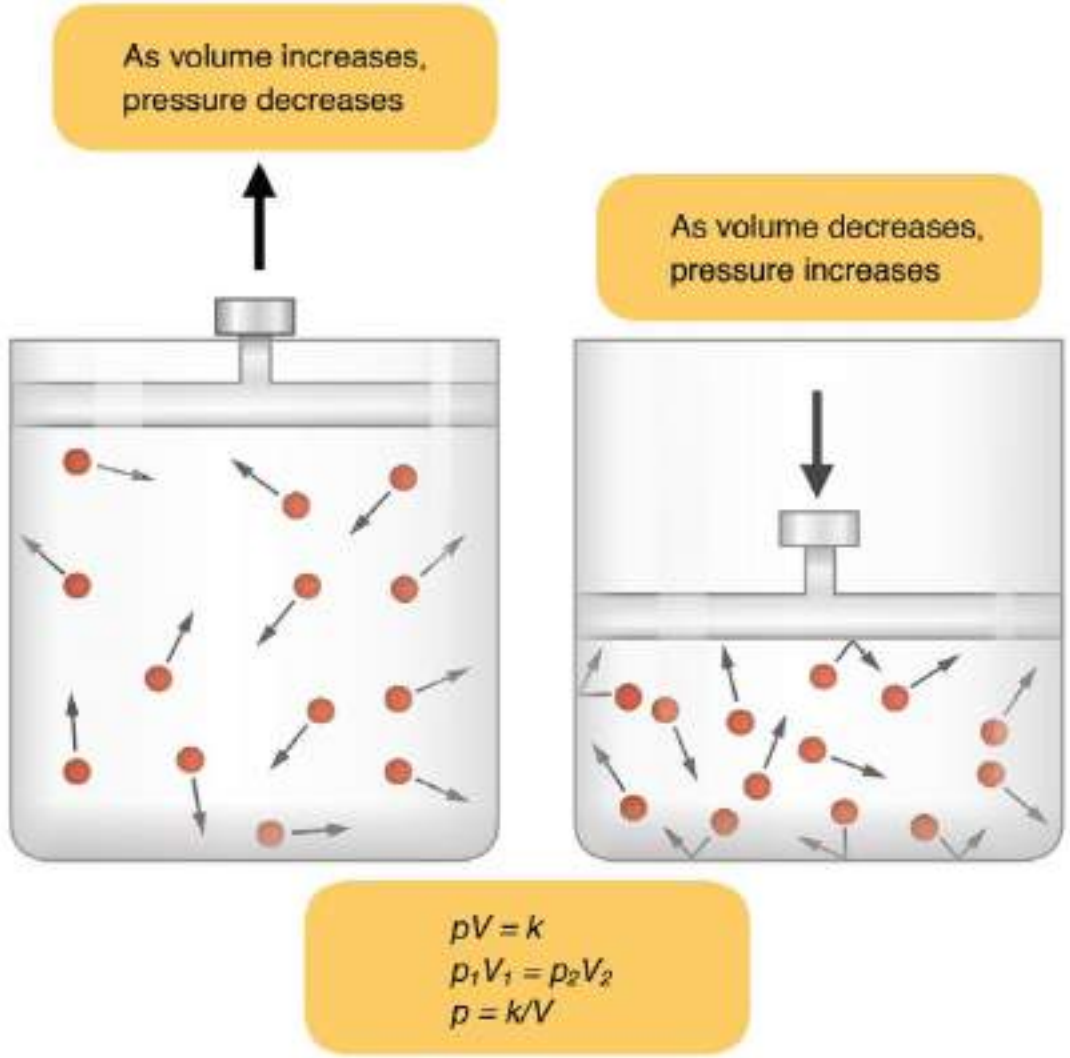
$\therefore\ V\ \alpha\ T$

অথবা চাপ স্থির থাকলে তার আয়তন এর পরম তাপমাত্রা সমানুপাতিক।

এই সূত্রানুসারে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ স্থির থাকলে তার আয়তন পরম তাপমাত্রা ওপর নির্ভর করে। পরম তাপমাত্রা দ্বিগুণ করলে আয়তন দ্বিগুণ হয়। পরম তাপমাত্রা তিন গুণ করলে আয়তন তিন গুণ হবে।

চাপীয় সূত্র

আয়তন স্থির থাকলে চাপ ও পরম তাপমাত্রা মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা অথবা স্থির আয়তন কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর তাপমাত্রার চাপের $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।



ব্যাখ্যা ঃ-

স্থির আয়তনের কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $0°C$ তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ p_o । $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর চাপ $\frac{1}{273} \times p_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়। $\Theta°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর চাপের $\frac{\Theta}{273} \times p_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

সুতরাং $\Theta°C$ তাপমাত্রায় যদি ঐ গ্যাসের চাপ p হয় তবে চার্লসের সূত্র অনুসারে

$$p = p_o + \frac{\Theta}{273} \times p_o$$

$$\text{বা, } p = p_o\left(1 + \frac{\Theta}{273}\right)$$

$$\text{বা, } p = p_o(1 + \gamma_V \Theta)$$ এখানে, $\gamma_v = \frac{1}{273}$ $1/°C$ স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ।

$$\text{বা, } p = \frac{p_o}{273}(\Theta + 273)$$

$$\text{বা, } p = \frac{p_o}{273} T$$ [মনেকরি $\frac{v_o}{273}$= একটি ধ্রুব রাশি =K]

$$\text{বা, } p = KT$$

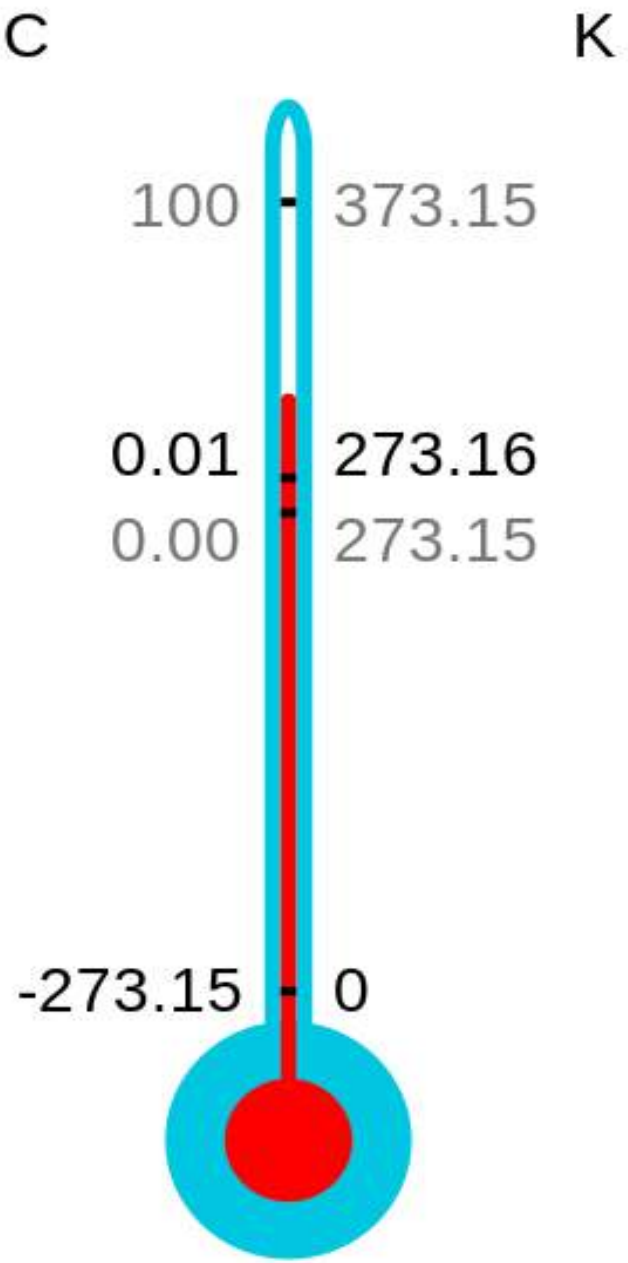
$$\therefore p \propto T$$

অথবা স্থির আয়তন থাকলে তার চাপ এর পরম তাপমাত্রা সমানুপাতিক।

এই সূত্রানুসারে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির থাকলে তার চাপ পরম তাপমাত্রা ওপর নির্ভর করে। পরম তাপমাত্রা দ্বিগুণ করলে চাপ দ্বিগুণ হয়। পরম তাপমাত্রা তিন গুণ করলে চাপ তিন গুণ হবে।

পরমশূন্য তাপমাত্রা

যে তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের আয়তন (বা চাপ) তাত্ত্বিকভাবে শূন্য হয়ে যায় উক্ত তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে। গ্যাসের সূত্রগুলোর প্রতি লক্ষ্য করলে দেখা যায়, একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় শীতল করলে সকল গ্যাসের আয়তন ও চাপ শূন্য হয়ে উক্ত তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে। এই তাপমাত্রাকে শূন্য কেলভিন ধরা হয়। সেলসিয়াস স্কেলে এর মান -২৭৩.১৬ ডিগ্রি সেলসিয়াস এবং ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা - ৪৫৯.৬৭ ডিগ্রি ফারেনহাইট।



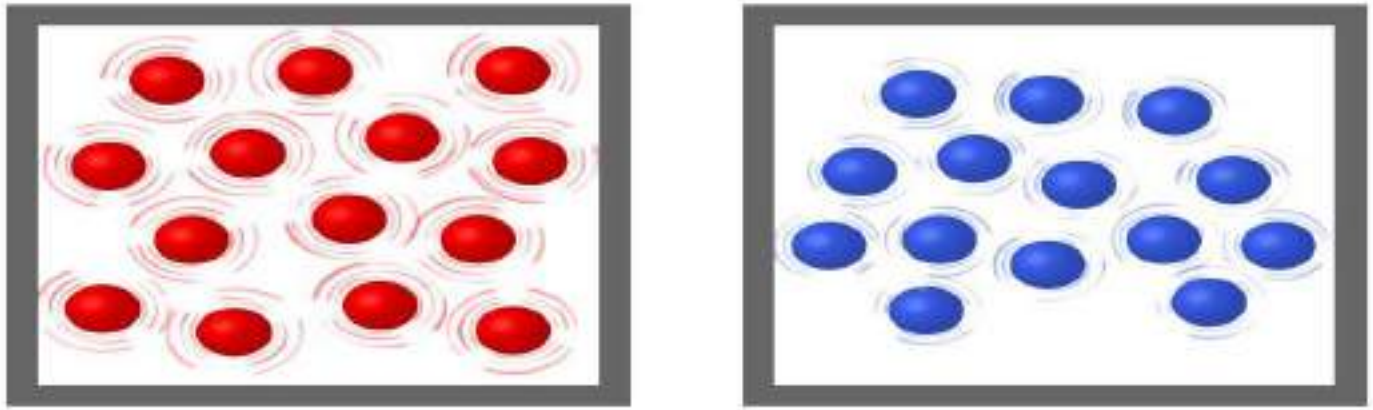
প্রমাণ তাপমাত্রা ও -যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় বা পানি জমে বরফে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস স্কেলে এটি $0°C$ এবং কেলভিন স্কেলে এটি $273K$.

প্রমাণ চাপ ঃ– 45^0 অক্ষাংশে $273K$ তাপমাত্রায় (সমুদ্র সমতলে) উল্লম্বভাবে অবস্থিত $760mm$ উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

গ্যাসের অনুর মৌলিক স্বীকার্য সমূহ

১। প্রত্যেক গ্যাসই সমান ভরের অসংখ্য ক্ষুদ্র কণার সমন্বয়ে গঠিত। এই কণাগুলোকে আণবিক তত্ত্বে অণু বলা হয়। অণুগুলো নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে।

২। কোন একটি গ্যাসের সব অণু একই রকম কিন্তু বিভিন্ন গ্যাসের অণু বিভিন্ন।



৩। অনুগুলো সব সময় বিভিন্ন দিকে ছুটে বেড়াচ্ছে। এই বিক্ষিপ্তভাবে ছুটাছুটির সময় অনুগুলো পরস্পরের সাথে এবং পাত্রের দেয়ালের সাথে অনুগুলোর ধাক্কার দরুণই গ্যাসে চাপের সৃষ্টি হয়। ধাক্কাগুলো সম্পূর্ণ স্থিতিস্থাপক।

৪। অনুগুলো বিন্দুভর আদর্শ স্থিতিস্থাপক গোলক। পাত্রের আয়তনের তুলনায় এদের সম্মিলিত আয়তন উপেক্ষণীয়।

৫। পরস্পরের মধ্যে বা পাত্রের দেয়ালের ধাক্কা খাওয়ার সময় ব্যতীত এদের মধ্যে কোন আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল ক্রিয়া করে না।

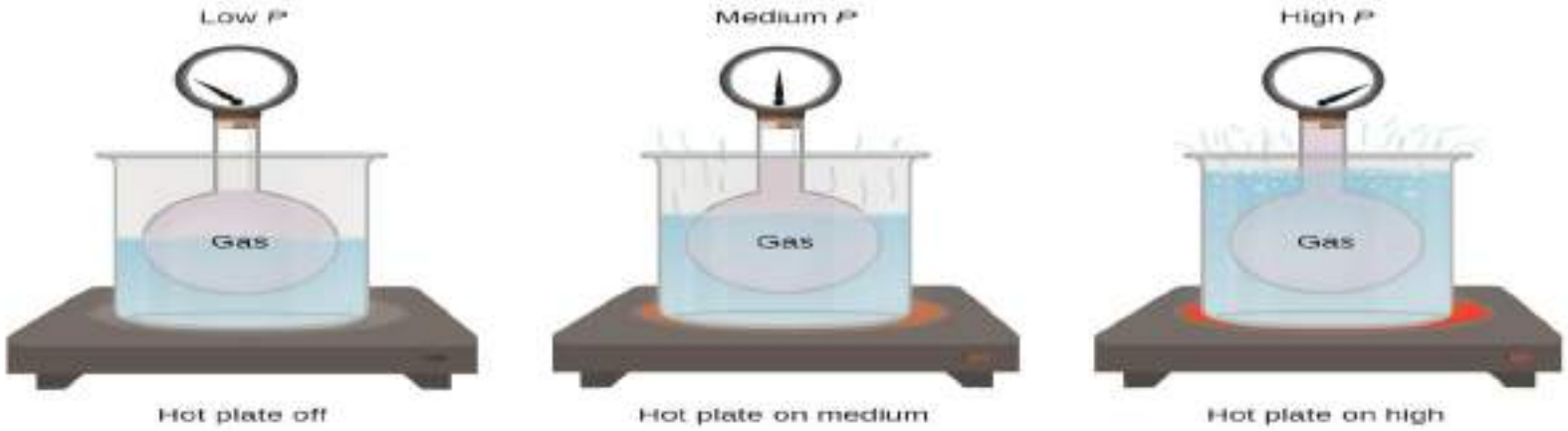
৬। দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে অনুগুলো ডিটনের সূত্র অনুযায়ী সমবেগে সরলরেখা বরাবর চলে। পরপর দুটি ধাক্কার দূরত্বকে মুক্ত পথ বলে।

প্রমাণ কর যে, আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ, $PV=nRT$

ধরাযাক, কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন, চাপ, পরম তাপমাত্রা যথাক্রমে V, P এবং T.

বয়েলের সূত্র থেকে আমরা পাই, $V \ \alpha \frac{1}{P}$ যখন T ধ্রব।

এবং চার্লসের সূত্র থেকে আমরা পাই, $V \ \alpha \ T$ যখন P ধ্রব।



অনুপাতের সূত্রানুসারে, $V \alpha \frac{T}{P}$ যখন সব কয়টি রাশি পরিবর্তিত হয়।

$V = K\frac{T}{P}$ বা, $PV = KT$ বা, $\frac{pV}{T} = K$

এখানে, K একটি ধ্রুবক সংখ্যা, এর মান গ্যাসের ভর এবং এককের পদ্ধতির ওপর নির্ভর করে। তাহলে আমরা পাই,

$PV = 1.KT$ বা, $\frac{pV}{T} = K$

যদি এক মোল বা এক গ্রাম গ্যাস অনু বিবেচনা করা হয় তাহলে সকল গ্যাসের জন্য এই ধ্রুব সংখ্যার মান একই হয়। তখন এই ধ্রুবককে R দিয়ে নির্দেশ করা হয়। অন্য ক্ষেত্রে একে K দিয়ে প্রকাশ কর।

সুতরাং n সংখ্যা মোল গ্যাসের জন্য আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হলো $PV=nRT$

বাড়ির কাজ

১। আজকের পাঠে নিজে অনুশীলন করব।

২। প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ, আর্দ্রতা, পরমশূন্য তাপমাত্রা এর সংজ্ঞা দাও।

৩। গ্যাসের বিভিন্ন সূত্রাবলী বর্ণনা করতে পারব।

৪। আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ $PV=nRT$ প্রমাণ করতে করব।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন --------

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

আমরা এই অধ্যায়ে যা যা শিখতে পারব ।

১। আদর্শ গ্যাস কি এবং ইহার কোন সূত্রগুলো মেনে চলে তা বলতে পারব?

২। গ্যাসের সূত্রগুলো কি কি?

৩। গ্যাসের সূত্রের সমীকরণ প্রমাণ করতে পারব।

৪। পরম শূন্য তাপমাত্রা কি এবং প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপের সংজ্ঞা বলতে পারব।

৫। গ্যাসের অনুর মৌলিক স্বীকার্য সমূহ আলোচনা করতে পারব।

৬। প্রমাণ করতে পারব $PV=nRT$।

প্রমাণ তাপমাত্রা

যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় বা পানি জমে বরফে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস স্কেলে এটি 0°C এবং কেলভিন স্কেলে এটি 273K

প্রমাণ চাপ

45^0 অক্ষাংশে 273K তাপমাত্রায় (সমুদ্র সমতলে) উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

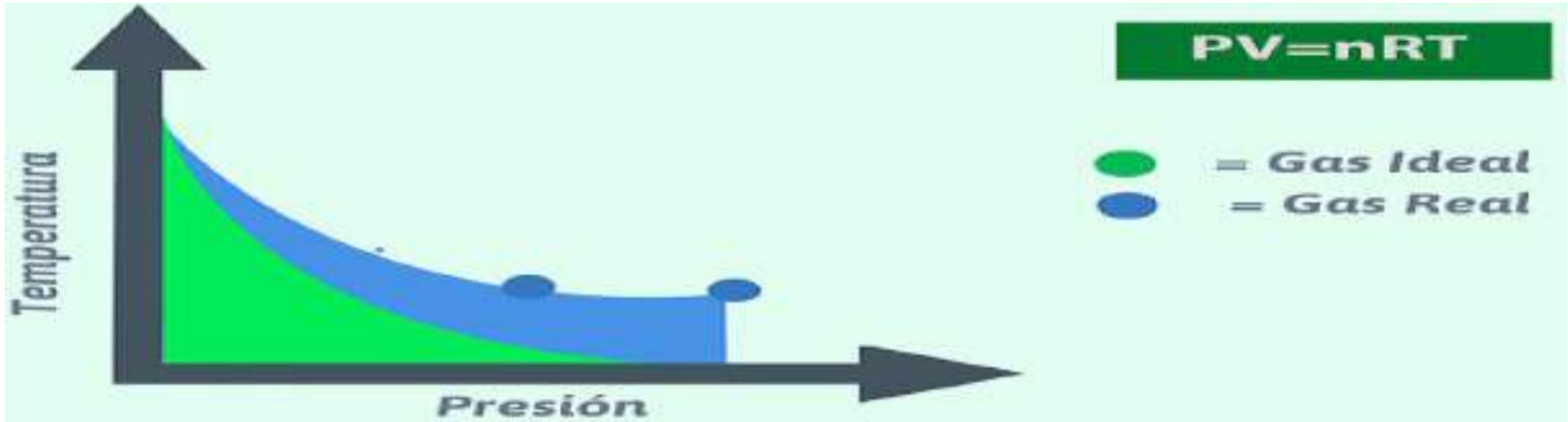
আর্দ্রতামিতি

পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে আর্দ্রতামিতি বলে।

পৃথিবীর সাগর, নদ-নদী, খালবিল, পুকুর প্রভৃতি থেকে প্রতিনিয়ত পানি বাষ্পায়িত হচ্ছে এবং এই জলীবাষ্প বায়ুমন্ডলে মিশে যাচ্ছে। মেঘ, বৃষ্টি, শিশির, কুয়াশা প্রভৃতি থেকে বায়ুমন্ডলে জলীয়বাষ্পের উপস্থিতির প্রমাণ পাওয়া যায়। বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন সময়ে বায়ুমন্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বিভিন্ন হয়। এটা নির্ভর করেস্থান ও আবহাওয়ার উপর।

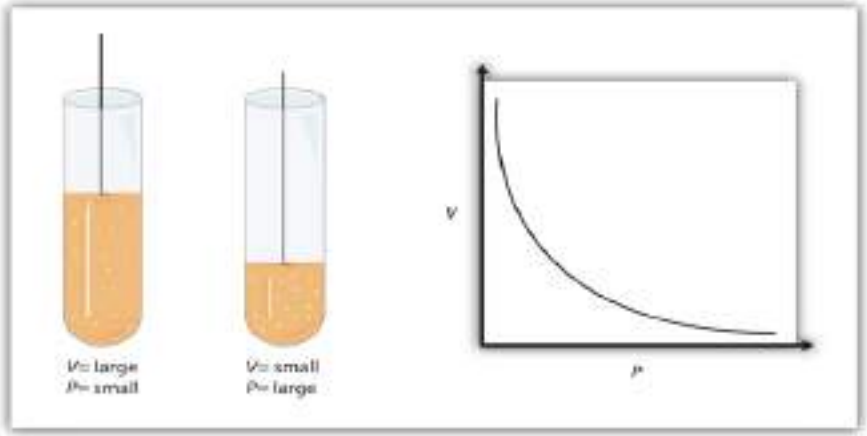
আদর্শ গ্যাস

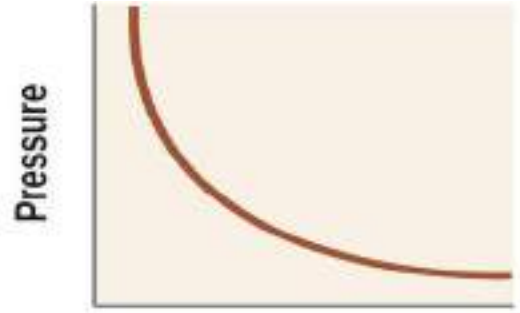
যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েলের ও চার্লস এর সূত্র পুরপুিরি মেনে চলে তাদেরকে আর্দশ গ্যাস বলে। বস্তবে আর্দশ গ্যাস পাওয়া যায় না। কারণ কোন বাস্তব গ্যাসই সকল তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের সূত্রগুলো মেনে চলে না। তবে নিম্নে চাপে ও উচ্চ তাপমাত্রার বাস্তব গ্যাস গ্যাসের সূত্রগুলো মেনে চলে।



গ্যাসের সূত্র

গ্যাসের তিনটি চলরাশি যথা চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তনের যে কোন একটি স্থির থাকলে অন্য দুটি পরিবর্তিত হওয়ার সময় নির্দিষ্ট সূত্র মেনে চলে। তাই চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্কযুক্ত তিনটি সূত্র আছে। এগুলোকে গ্যাসীয় সূত্র বলে।





(a)

(b)

সূত্রগুলো হলো-

১। বয়েলের সূত্র ঃ-

তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যাস্থানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

২। চার্লস সূত্র ঃ-

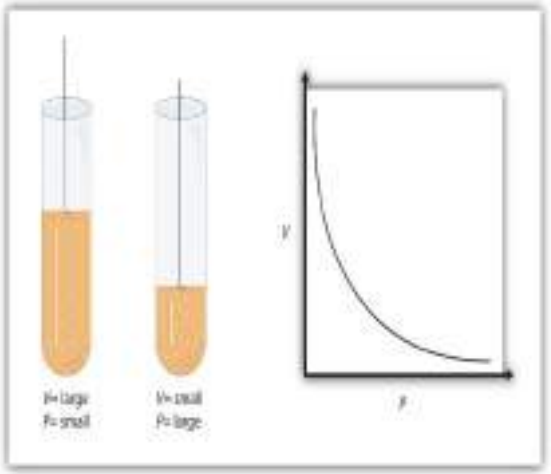
চাপ স্থির থাকলে আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ স্থির থাকলে তার আয়তন এর পরম তাপমাত্রা সমানুপাতিক।

৩। চাপীয় সূত্র ঃ-

আয়তন স্থির থাকলে চাপ ও পরম তাপমাত্রা মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির থাকলে তার চাপের এর পরমতাপমাত্রা সমানুপাতিক।

বয়েলের সূত্র বিবৃতি ও ব্যাখ্যা কর

তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যাস্থানুপাতে পরিবর্তিত হয়।



ব্যাখ্যা ঃ- কোন গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন V ও চাপ p হলে,

$$V \ \alpha \frac{1}{P} \quad \text{বা, } V = \text{ধ্রুবক} \times \frac{1}{P}$$

$$\text{বা, } V = K \times \frac{1}{P}$$

$$\therefore \ PV = K$$

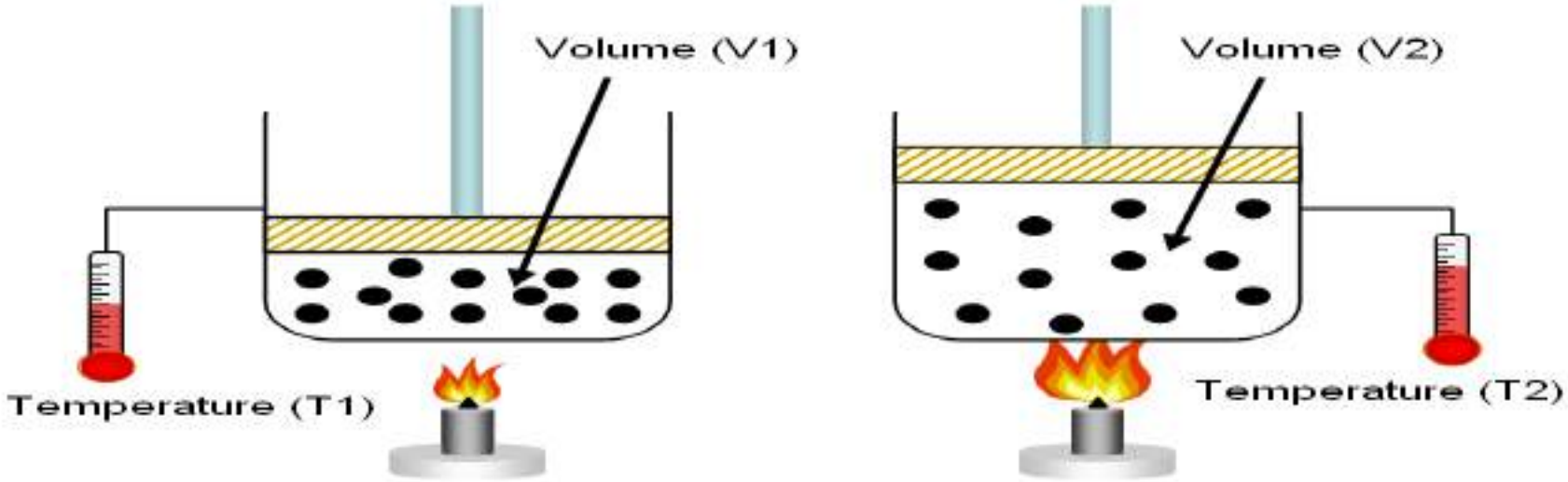
এখানে K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। K এই ধ্রুবক এর মান গ্যাসের ভর, তাপমাত্রা, চাপ এর একক পদ্ধতির ওপর নির্ভর করে।

এই সূত্রানুসারে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ওপর নির্ভর করে। চাপ দ্বিগুণ করলে আয়তন অর্ধেক হয়। চাপ তিন গুণ করলে আয়তন এক তৃতীয়াংশ হয়।

চার্লস সূত্র বিবৃতি ও ব্যাখ্যা কর

চাপ স্থির থাকলে আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে।

অথবা স্থির চাপে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর তাপমাত্রার আয়তনের $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।



ব্যাখ্যা ঃ-

স্থির চাপে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $0°C$ তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন v_o । $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর আয়তনের $\frac{1}{273} \times v_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়। $\Theta°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর আয়তনের $\frac{\Theta}{273} \times v_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

সুতরাং $\Theta°C$ তাপমাত্রায় যদি ঐ গ্যাসের আয়তন V হয় তবে চার্লসের সূত্র অনুসাওে

$$V = V_o + \frac{\Theta}{273} \times V_o$$

$$V = V_o\left(1 + \frac{\Theta}{273}\right)$$

$V = V_o(1+ \gamma_p \Theta)$ [এখানে, $\gamma_p = \frac{1}{273}$ $1/°C$ স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ]

$V = V_o\ (1+ \frac{1}{273} \Theta)$

বা, $V = V_o\ (\frac{273+\Theta}{273} \Theta)$

বা, $V = \frac{V_o}{273}\ (\theta + 273)$

বা, $V = \frac{V_o}{273}\ T$ [মনেকরি , $\frac{v_o}{273}$ = একটি ধ্রুব রাশি =K]

বা, $V=KT$

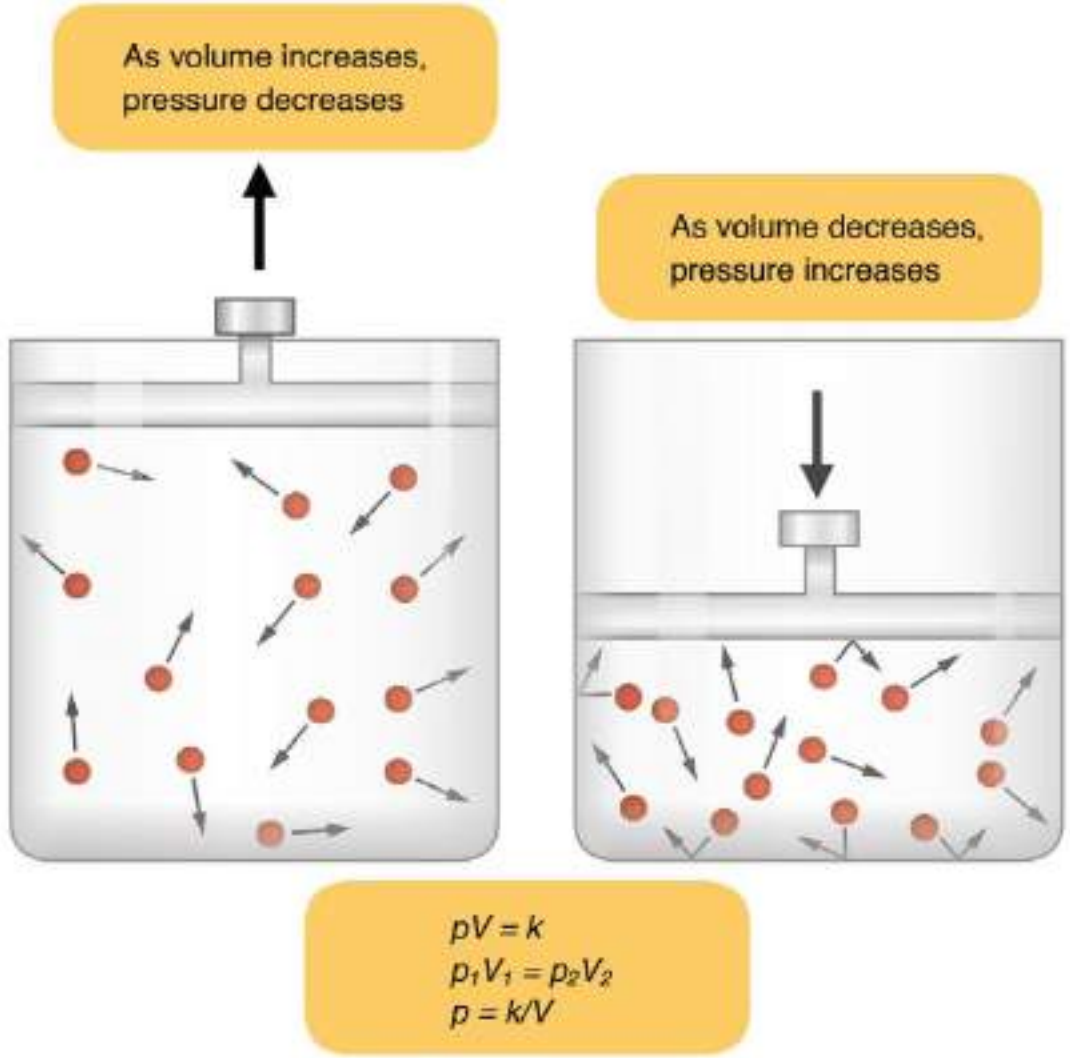
$\therefore\ V\ \alpha\ T$

অথবা চাপ স্থির থাকলে তার আয়তন এর পরম তাপমাত্রা সমানুপাতিক।

এই সূত্রানুসারে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ স্থির থাকলে তার আয়তন পরম তাপমাত্রা ওপর নির্ভর করে। পরম তাপমাত্রা দ্বিগুণ করলে আয়তন দ্বিগুণ হয়। পরম তাপমাত্রা তিন গুণ করলে আয়তন তিন গুণ হবে।

চাপীয় সূত্র

আয়তন স্থির থাকলে চাপ ও পরম তাপমাত্রা মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা অথবা স্থির আয়তন কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর তাপমাত্রার চাপের $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।



ব্যাখ্যা ঃ-

স্থির আয়তনের কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $0°C$ তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ p_o । $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর চাপ $\frac{1}{273} \times p_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়। $\Theta°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর চাপের $\frac{\Theta}{273} \times p_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

সুতরাং $\Theta°C$ তাপমাত্রায় যদি ঐ গ্যাসের চাপ p হয় তবে চার্লসের সূত্র অনুসারে

$$p = p_o + \frac{\Theta}{273} \times p_o$$

$$\text{বা, } p = p_o\left(1 + \frac{\Theta}{273}\right)$$

$$\text{বা, } p = p_o(1 + \gamma_V \Theta)$$ এখানে, $\gamma_v = \frac{1}{273}$ $1/°C$ স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ।

$$\text{বা, } p = \frac{p_o}{273}(\Theta + 273)$$

$$\text{বা, } p = \frac{p_o}{273} T$$ [মনেকরি $\frac{v_o}{273}$= একটি ধ্রুব রাশি =K]

$$\text{বা, } p = KT$$

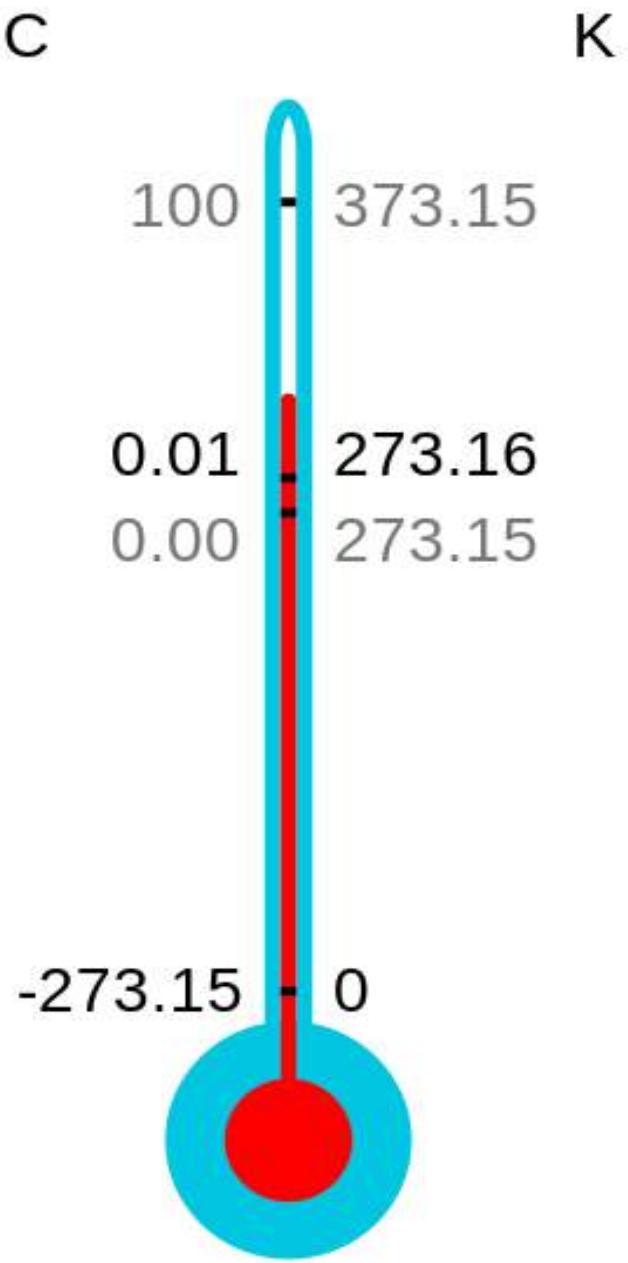
$$\therefore p \propto T$$

অথবা স্থির আয়তন থাকলে তার চাপ এর পরম তাপমাত্রা সমানুপাতিক।

এই সূত্রানুসারে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির থাকলে তার চাপ পরম তাপমাত্রা ওপর নির্ভর করে। পরম তাপমাত্রা দ্বিগুণ করলে চাপ দ্বিগুণ হয়। পরম তাপমাত্রা তিন গুণ করলে চাপ তিন গুণ হবে।

পরমশূন্য তাপমাত্রা

যে তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের আয়তন (বা চাপ) তাত্ত্বিকভাবে শূন্য হয়ে যায় উক্ত তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে। গ্যাসের সূত্রগুলোর প্রতি লক্ষ্য করলে দেখা যায়, একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় শীতল করলে সকল গ্যাসের আয়তন ও চাপ শূন্য হয়ে উক্ত তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে। এই তাপমাত্রাকে শূন্য কেলভিন ধরা হয়। সেলসিয়াস স্কেলে এর মান -২৭৩.১৬ ডিগ্রি সেলসিয়াস এবং ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা - ৪৫৯.৬৭ ডিগ্রি ফারেনহাইট।



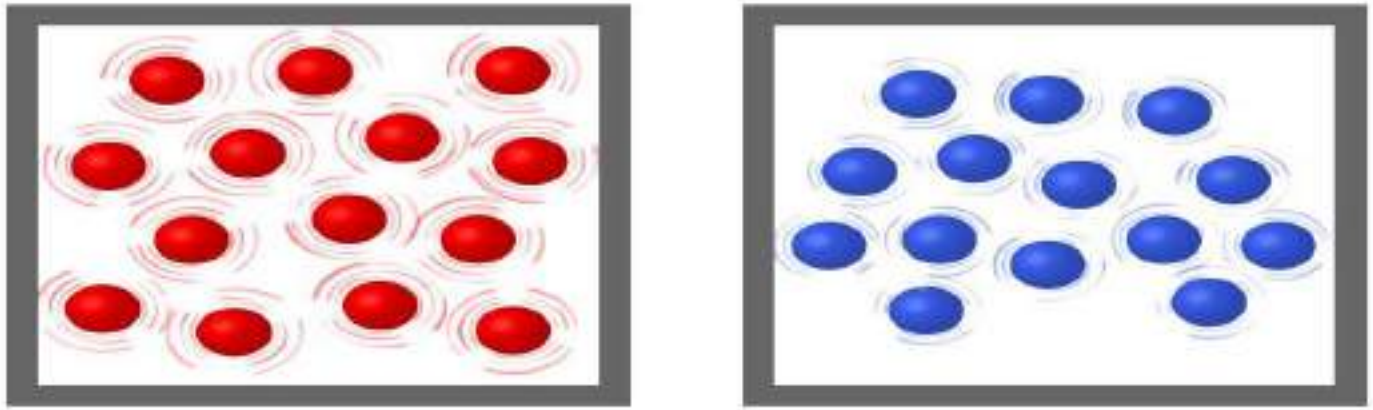
প্রমাণ তাপমাত্রা ও -যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় বা পানি জমে বরফে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস স্কেলে এটি $0°C$ এবং কেলভিন স্কেলে এটি $273K$.

প্রমাণ চাপ ঃ– 45^0 অক্ষাংশে $273K$ তাপমাত্রায় (সমুদ্র সমতলে) উল্লম্বভাবে অবস্থিত $760mm$ উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

গ্যাসের অনুর মৌলিক স্বীকার্য সমূহ

১। প্রত্যেক গ্যাসই সমান ভরের অসংখ্য ক্ষুদ্র কণার সমন্বয়ে গঠিত। এই কণাগুলোকে আণবিক তত্ত্বে অণু বলা হয়। অণুগুলো নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে।

২। কোন একটি গ্যাসের সব অণু একই রকম কিন্তু বিভিন্ন গ্যাসের অণু বিভিন্ন।



Hot water
(a)

Cold water
(b)

৩। অনুগুলো সব সময় বিভিন্ন দিকে ছুটে বেড়াচ্ছে। এই বিক্ষিপ্তভাবে ছুটাছুটির সময় অনুগুলো পরস্পরের সাথে এবং পাত্রের দেয়ালের সাথে অনুগুলোর ধাক্কার দরুণই গ্যাসে চাপের সৃষ্টি হয়। ধাক্কাগুলো সম্পূর্ণ স্থিতিস্থাপক।

৪। অনুগুলো বিন্দুভর আদর্শ স্থিতিস্থাপক গোলক। পাত্রের আয়তনের তুলনায় এদের সম্মিলিত আয়তন উপেক্ষণীয়।

৫। পরস্পরের মধ্যে বা পাত্রের দেয়ালের ধাক্কা খাওয়ার সময় ব্যতীত এদের মধ্যে কোন আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল ক্রিয়া করে না।

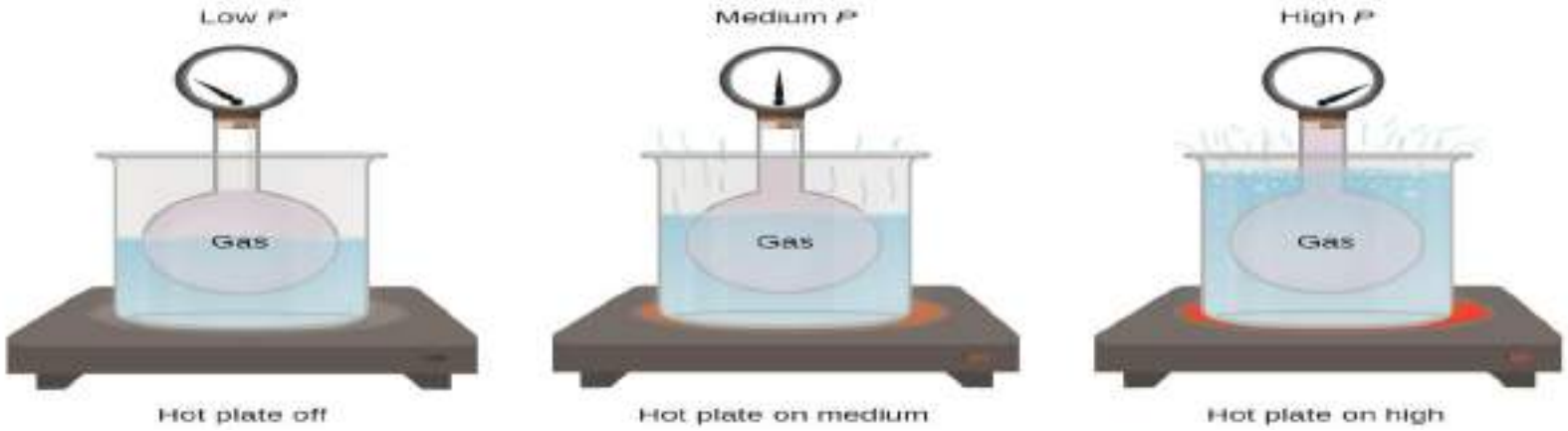
৬। দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে অনুগুলো ডিটনের সূত্র অনুযায়ী সমবেগে সরলরেখা বরাবর চলে। পরপর দুটি ধাক্কার দূরত্বকে মুক্ত পথ বলে।

প্রমাণ কর যে, আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ, $PV=nRT$

ধরাযাক, কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন, চাপ, পরম তাপমাত্রা যথাক্রমে V, P এবং T.

বয়েলের সূত্র থেকে আমরা পাই, $V \ \alpha \frac{1}{P}$ যখন T ধ্রব।

এবং চার্লসের সূত্র থেকে আমরা পাই, $V \ \alpha \ T$ যখন P ধ্রব।



অনুপাতের সূত্রানুসারে, $V \alpha \frac{T}{P}$ যখন সব কয়টি রাশি পরিবর্তিত হয়।

$V = K\frac{T}{P}$ বা, $PV = KT$ বা, $\frac{pV}{T} = K$

এখানে, K একটি ধ্রুবক সংখ্যা, এর মান গ্যাসের ভর এবং এককের পদ্ধতির ওপর নির্ভর করে। তাহলে আমরা পাই,

$PV = 1.KT$ বা, $\frac{pV}{T} = K$

যদি এক মোল বা এক গ্রাম গ্যাস অনু বিবেচনা করা হয় তাহলে সকল গ্যাসের জন্য এই ধ্রুব সংখ্যার মান একই হয়। তখন এই ধ্রুবককে R দিয়ে নির্দেশ করা হয়। অন্য ক্ষেত্রে একে K দিয়ে প্রকাশ কর।

সুতরাং n সংখ্যা মোল গ্যাসের জন্য আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হলো $PV=nRT$

বাড়ির কাজ

১। আজকের পাঠে নিজে অনুশীলন করব।

২। প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ, আর্দ্রতা, পরমশূন্য তাপমাত্রা এর সংজ্ঞা দাও।

৩। গ্যাসের বিভিন্ন সূত্রাবলী বর্ণনা করতে পারব।

৪। আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ $PV=nRT$ প্রমাণ করতে করব।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে।

Welcome

শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট অনলাইন ক্লাশ পক্ষ থেকে সকল ১ম পর্ব ছাত্রছাত্রীদের জানাই আন্তরিক শুভেচ্ছা ও অভিনন্দন --------

উপস্থাপক:-
মোঃ রফিকুল ইসলাম
ইন্সট্রাক্টর (নন-টেক)পদার্থ
শেরপুর পলিটেকনিক ইনস্টিটিউট. শেরপুর।

আমরা এই অধ্যায়ে যা যা শিখতে পারব ।

১। আদর্শ গ্যাস কি এবং ইহার কোন সূত্রগুলো মেনে চলে তা বলতে পারব?

২। গ্যাসের সূত্রগুলো কি কি?

৩। গ্যাসের সূত্রের সমীকরণ প্রমাণ করতে পারব।

৪। পরম শূন্য তাপমাত্রা কি এবং প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপের সংজ্ঞা বলতে পারব।

৫। গ্যাসের অনুর মৌলিক স্বীকার্য সমূহ আলোচনা করতে পারব।

৬। প্রমাণ করতে পারব $PV=nRT$।

প্রমাণ তাপমাত্রা

যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় বা পানি জমে বরফে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস স্কেলে এটি 0°C এবং কেলভিন স্কেলে এটি 273K

প্রমাণ চাপ

45^0 অক্ষাংশে 273K তাপমাত্রায় (সমুদ্র সমতলে) উল্লম্বভাবে অবস্থিত 760mm উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

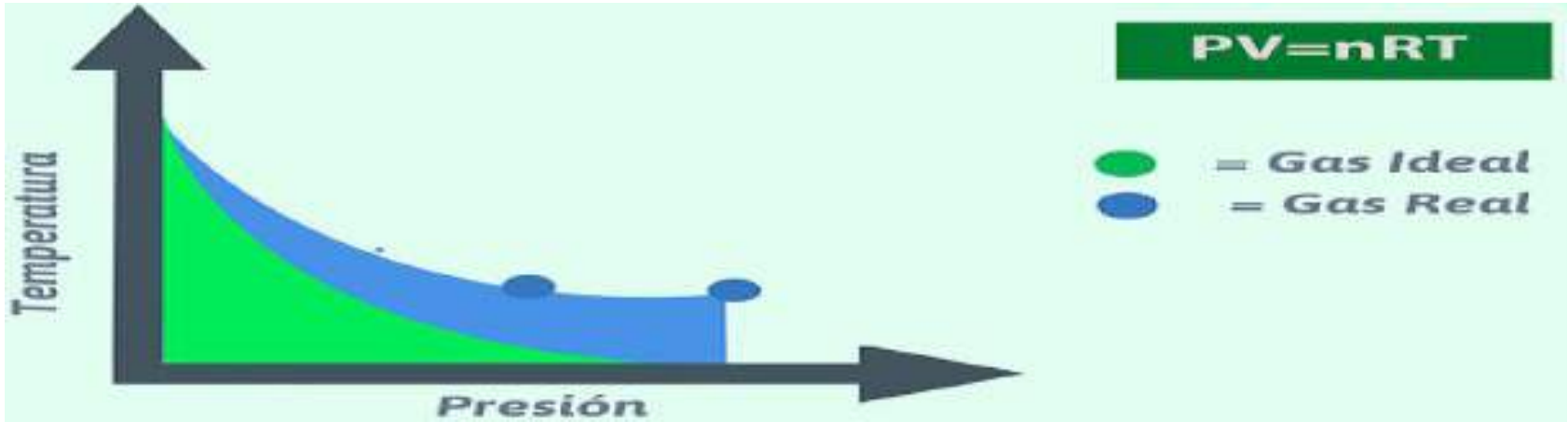
আর্দ্রতামিতি

পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় নির্দিষ্ট আয়তনের বায়ুতে জলীয়বাষ্পের পরিমাণ নিয়ে আলোচনা করা হয় তাকে আর্দ্রতামিতি বলে।

পৃথিবীর সাগর, নদ-নদী, খালবিল, পুকুর প্রভৃতি থেকে প্রতিনিয়ত পানি বাষ্পায়িত হচ্ছে এবং এই জলীবাষ্প বায়ুমন্ডলে মিশে যাচ্ছে। মেঘ, বৃষ্টি, শিশির, কুয়াশা প্রভৃতি থেকে বায়ুমন্ডলে জলীয়বাষ্পের উপস্থিতির প্রমাণ পাওয়া যায়। বিভিন্ন স্থানে বিভিন্ন সময়ে বায়ুমন্ডলে জলীয় বাষ্পের পরিমাণ বিভিন্ন হয়। এটা নির্ভর করেস্থান ও আবহাওয়ার উপর।

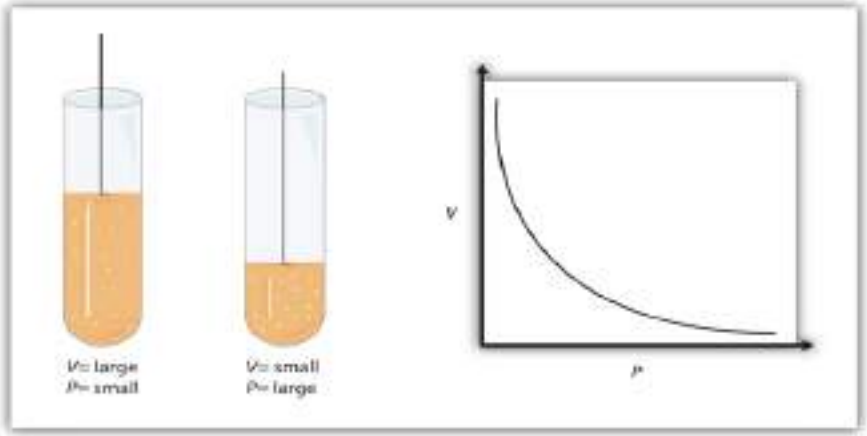
আদর্শ গ্যাস

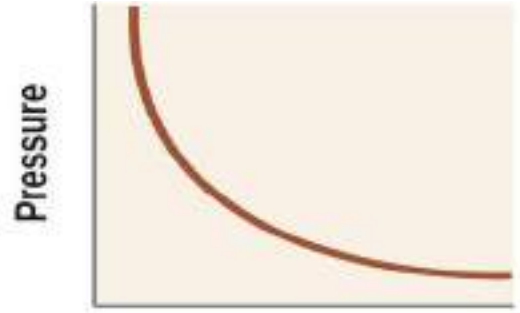
যে সকল গ্যাস সকল তাপমাত্রায় ও চাপে বয়েলের ও চার্লস এর সূত্র পুরপুিরি মেনে চলে তাদেরকে আর্দশ গ্যাস বলে। বস্তবে আর্দশ গ্যাস পাওয়া যায় না। কারণ কোন বাস্তব গ্যাসই সকল তাপমাত্রা ও চাপে গ্যাসের সূত্রগুলো মেনে চলে না। তবে নিম্নে চাপে ও উচ্চ তাপমাত্রার বাস্তব গ্যাস গ্যাসের সূত্রগুলো মেনে চলে।



গ্যাসের সূত্র

গ্যাসের তিনটি চলরাশি যথা চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তনের যে কোন একটি স্থির থাকলে অন্য দুটি পরিবর্তিত হওয়ার সময় নির্দিষ্ট সূত্র মেনে চলে। তাই চাপ, আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্কযুক্ত তিনটি সূত্র আছে। এগুলোকে গ্যাসীয় সূত্র বলে।





(a)

(b)

সূত্রগুলো হলো-

১। বয়েলের সূত্র ঃ-

তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যাস্থানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

২। চার্লস সূত্র ঃ-

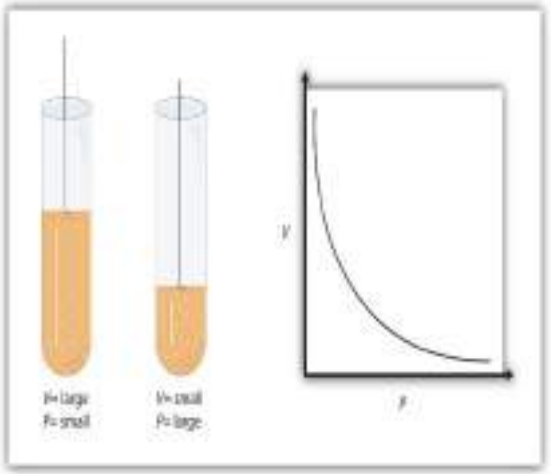
চাপ স্থির থাকলে আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ স্থির থাকলে তার আয়তন এর পরম তাপমাত্রা সমানুপাতিক।

৩। চাপীয় সূত্র ঃ-

আয়তন স্থির থাকলে চাপ ও পরম তাপমাত্রা মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির থাকলে তার চাপের এর পরমতাপমাত্রা সমানুপাতিক।

বয়েলের সূত্র বিবৃতি ও ব্যাখ্যা কর

তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন ও চাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ব্যাস্থানুপাতে পরিবর্তিত হয়।



ব্যাখ্যা ঃ- কোন গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে আয়তন V ও চাপ p হলে,

$$V \ \alpha \frac{1}{P} \quad \text{বা, } V = \text{ধ্রুবক} \times \frac{1}{P}$$

$$\text{বা, } V = K \times \frac{1}{P}$$

$$\therefore \ PV = K$$

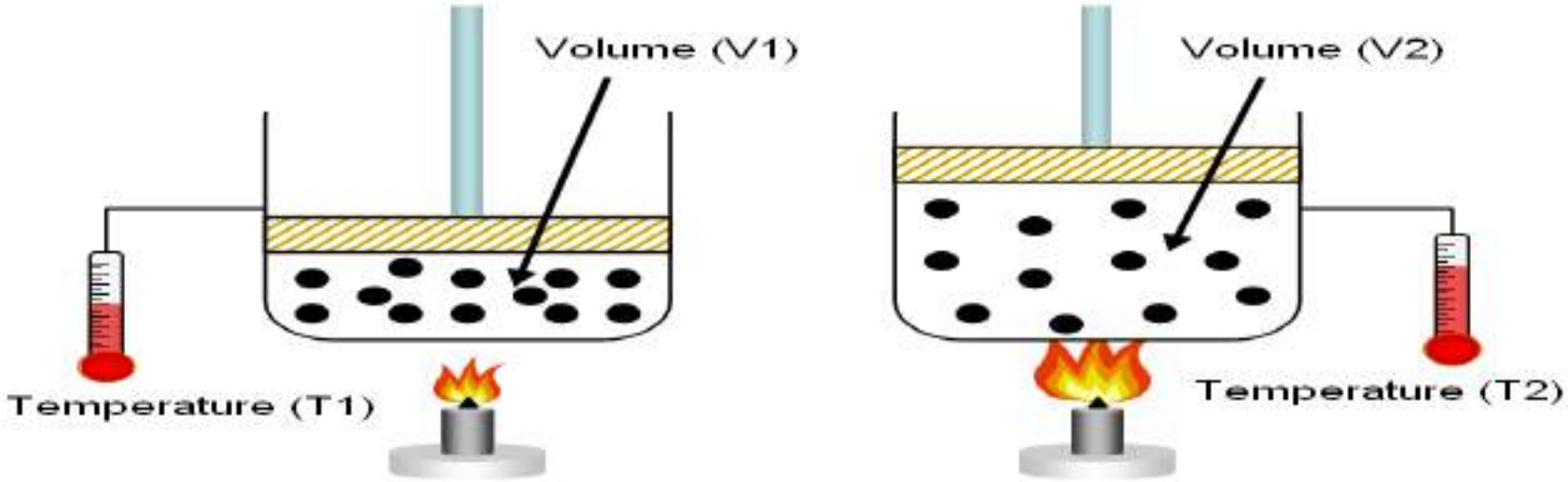
এখানে K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক। K এই ধ্রুবক এর মান গ্যাসের ভর, তাপমাত্রা, চাপ এর একক পদ্ধতির ওপর নির্ভর করে।

এই সূত্রানুসারে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা স্থির থাকলে তার আয়তন চাপের ওপর নির্ভর করে। চাপ দ্বিগুণ করলে আয়তন অর্ধেক হয়। চাপ তিন গুণ করলে আয়তন এক তৃতীয়াংশ হয়।

চার্লস সূত্র বিবৃতি ও ব্যাখ্যা কর

চাপ স্থির থাকলে আয়তন ও তাপমাত্রার মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে।

অথবা স্থির চাপে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর তাপমাত্রার আয়তনের $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।



ব্যাখ্যা ঃ-

স্থির চাপে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $0°C$ তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন v_o । $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর আয়তনের $\frac{1}{273} \times v_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়। $\Theta°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর আয়তনের $\frac{\Theta}{273} \times v_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

সুতরাং $\Theta°C$ তাপমাত্রায় যদি ঐ গ্যাসের আয়তন V হয় তবে চার্লসের সূত্র অনুসাওে

$$V = V_o + \frac{\Theta}{273} \times V_o$$

$$V = V_o\left(1 + \frac{\Theta}{273}\right)$$

$V = V_o(1+ \gamma_p \Theta)$ [এখানে, $\gamma_p = \frac{1}{273}$ $1/°C$ স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ]

$V = V_o\ (1+ \frac{1}{273} \Theta)$

বা, $V = V_o\ (\frac{273+\Theta}{273} \Theta)$

বা, $V = \frac{V_o}{273}\ (\theta + 273)$

বা, $V = \frac{V_o}{273}\ T$ [মনেকরি , $\frac{v_o}{273}$= একটি ধ্রুব রাশি =K]

বা, $V=KT$

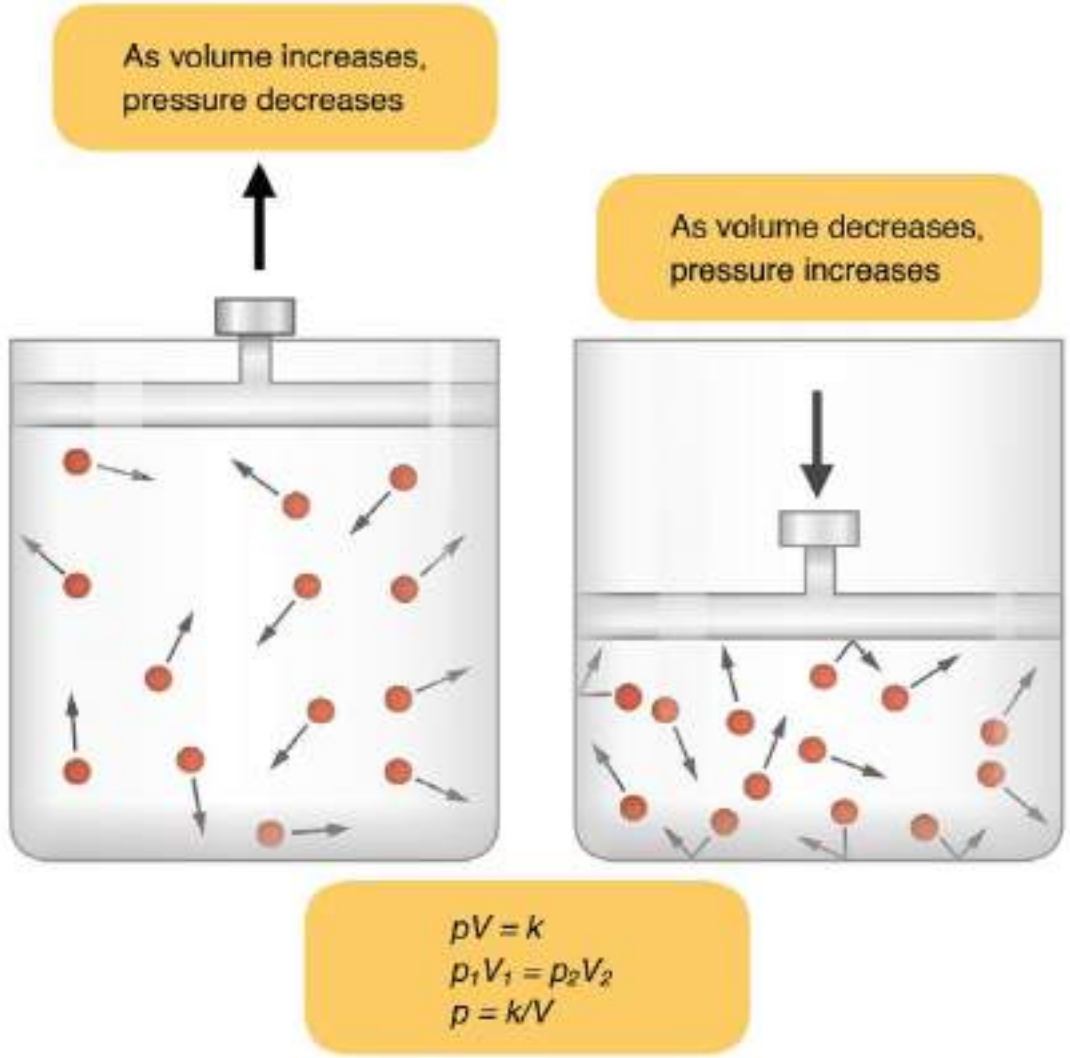
$\therefore\ V\ \alpha\ T$

অথবা চাপ স্থির থাকলে তার আয়তন এর পরম তাপমাত্রা সমানুপাতিক।

এই সূত্রানুসারে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ স্থির থাকলে তার আয়তন পরম তাপমাত্রা ওপর নির্ভর করে। পরম তাপমাত্রা দ্বিগুণ করলে আয়তন দ্বিগুণ হয়। পরম তাপমাত্রা তিন গুণ করলে আয়তন তিন গুণ হবে।

চাপীয় সূত্র

আয়তন স্থির থাকলে চাপ ও পরম তাপমাত্রা মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে। অথবা অথবা স্থির আয়তন কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের চাপ $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর তাপমাত্রার চাপের $\frac{1}{273}$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।



ব্যাখ্যা ঃ-

স্থির আয়তনের কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের $0°C$ তাপমাত্রায় গ্যাসের চাপ p_o । $0°C$ থেকে প্রতি ডিগ্রি সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর চাপ $\frac{1}{273} \times p_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়। $\Theta°C$ তাপমাত্রা বৃদ্ধি বা হ্রাসের জন্য এর চাপের $\frac{\Theta}{273} \times p_o$ অংশ যথাক্রমে বৃদ্ধি বা হ্রাস পায়।

সুতরাং $\Theta°C$ তাপমাত্রায় যদি ঐ গ্যাসের চাপ p হয় তবে চার্লসের সূত্র অনুসারে

$$p = p_o + \frac{\Theta}{273} \times p_o$$

$$\text{বা, } p = p_o\left(1 + \frac{\Theta}{273}\right)$$

$$\text{বা, } p = p_o(1 + \gamma_V \Theta)$$ এখানে, $\gamma_v = \frac{1}{273}$ $1/°C$ স্থির চাপে গ্যাসের আয়তন প্রসারণ-সহগ।

$$\text{বা, } p = \frac{p_o}{273}(\Theta + 273)$$

$$\text{বা, } p = \frac{p_o}{273} T$$ [মনেকরি $\frac{v_o}{273}$= একটি ধ্রুব রাশি =K]

$$\text{বা, } p = KT$$

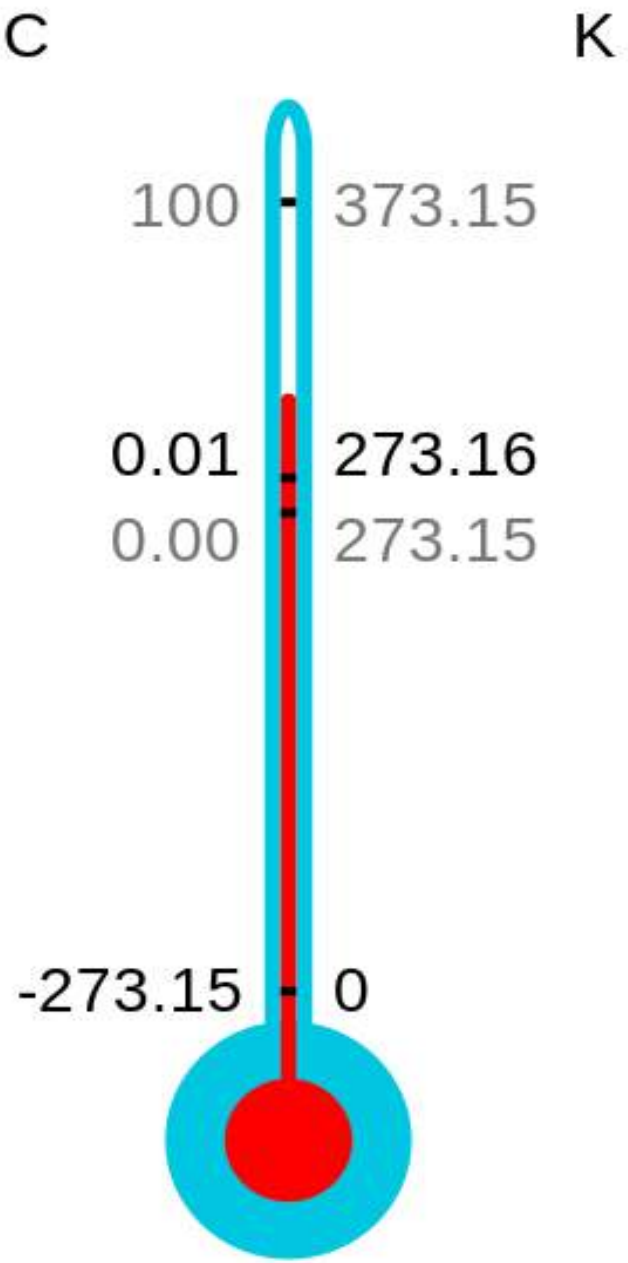
$$\therefore p \propto T$$

অথবা স্থির আয়তন থাকলে তার চাপ এর পরম তাপমাত্রা সমানুপাতিক।

এই সূত্রানুসারে কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন স্থির থাকলে তার চাপ পরম তাপমাত্রা ওপর নির্ভর করে। পরম তাপমাত্রা দ্বিগুণ করলে চাপ দ্বিগুণ হয়। পরম তাপমাত্রা তিন গুণ করলে চাপ তিন গুণ হবে।

পরমশূন্য তাপমাত্রা

যে তাপমাত্রায় সকল গ্যাসের আয়তন (বা চাপ) তাত্ত্বিকভাবে শূন্য হয়ে যায় উক্ত তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে। গ্যাসের সূত্রগুলোর প্রতি লক্ষ্য করলে দেখা যায়, একটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় শীতল করলে সকল গ্যাসের আয়তন ও চাপ শূন্য হয়ে উক্ত তাপমাত্রাকে পরমশূন্য তাপমাত্রা বলে। এই তাপমাত্রাকে শূন্য কেলভিন ধরা হয়। সেলসিয়াস স্কেলে এর মান -২৭৩.১৬ ডিগ্রি সেলসিয়াস এবং ফারেনহাইট স্কেলে তাপমাত্রা - ৪৫৯.৬৭ ডিগ্রি ফারেনহাইট।



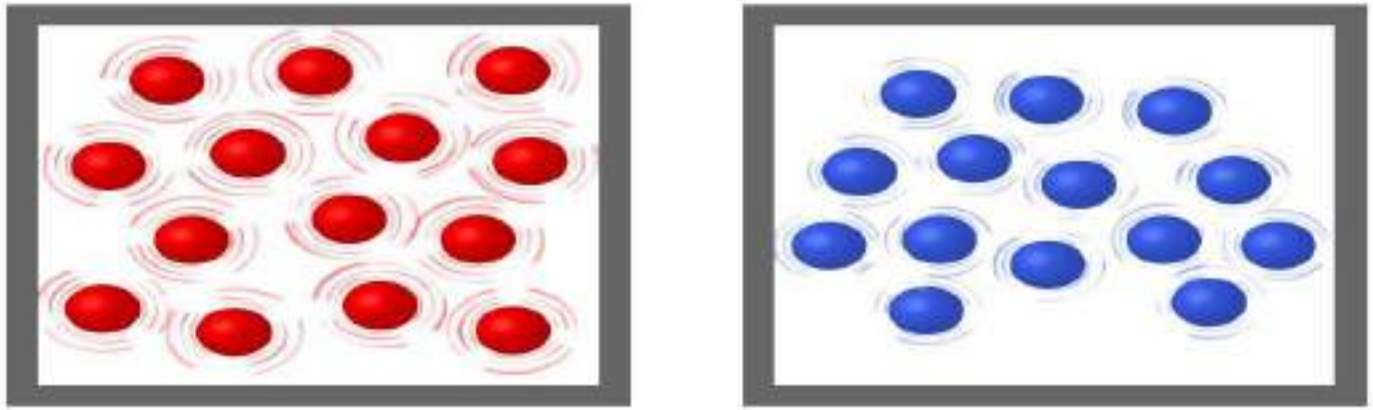
প্রমাণ তাপমাত্রা ও -যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বরফ গলে পানিতে পরিণত হয় বা পানি জমে বরফে পরিণত হয় সেই তাপমাত্রাকে প্রমাণ তাপমাত্রা বলে। সেলসিয়াস স্কেলে এটি $0°C$ এবং কেলভিন স্কেলে এটি $273K$.

প্রমাণ চাপ ঃ– 45^0 অক্ষাংশে $273K$ তাপমাত্রায় (সমুদ্র সমতলে) উল্লম্বভাবে অবস্থিত $760mm$ উচ্চতাবিশিষ্ট শুষ্ক ও বিশুদ্ধ পারদ স্তম্ভ যে চাপ দেয় তাকে প্রমাণ চাপ বলে।

গ্যাসের অনুর মৌলিক স্বীকার্য সমূহ

১। প্রত্যেক গ্যাসই সমান ভরের অসংখ্য ক্ষুদ্র কণার সমন্বয়ে গঠিত। এই কণাগুলোকে আণবিক তত্ত্বে অণু বলা হয়। অণুগুলো নিউটনের গতিসূত্র মেনে চলে।

২। কোন একটি গ্যাসের সব অণু একই রকম কিন্তু বিভিন্ন গ্যাসের অণু বিভিন্ন।



৩। অনুগুলো সব সময় বিভিন্ন দিকে ছুটে বেড়াচ্ছে। এই বিক্ষিপ্তভাবে ছুটাছুটির সময় অনুগুলো পরস্পরের সাথে এবং পাত্রের দেয়ালের সাথে অনুগুলোর ধাক্কার দরুণই গ্যাসে চাপের সৃষ্টি হয়। ধাক্কাগুলো সম্পূর্ণ স্থিতিস্থাপক।

৪। অনুগুলো বিন্দুভর আদর্শ স্থিতিস্থাপক গোলক। পাত্রের আয়তনের তুলনায় এদের সম্মিলিত আয়তন উপেক্ষণীয়।

৫। পরস্পরের মধ্যে বা পাত্রের দেয়ালের ধাক্কা খাওয়ার সময় ব্যতীত এদের মধ্যে কোন আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল ক্রিয়া করে না।

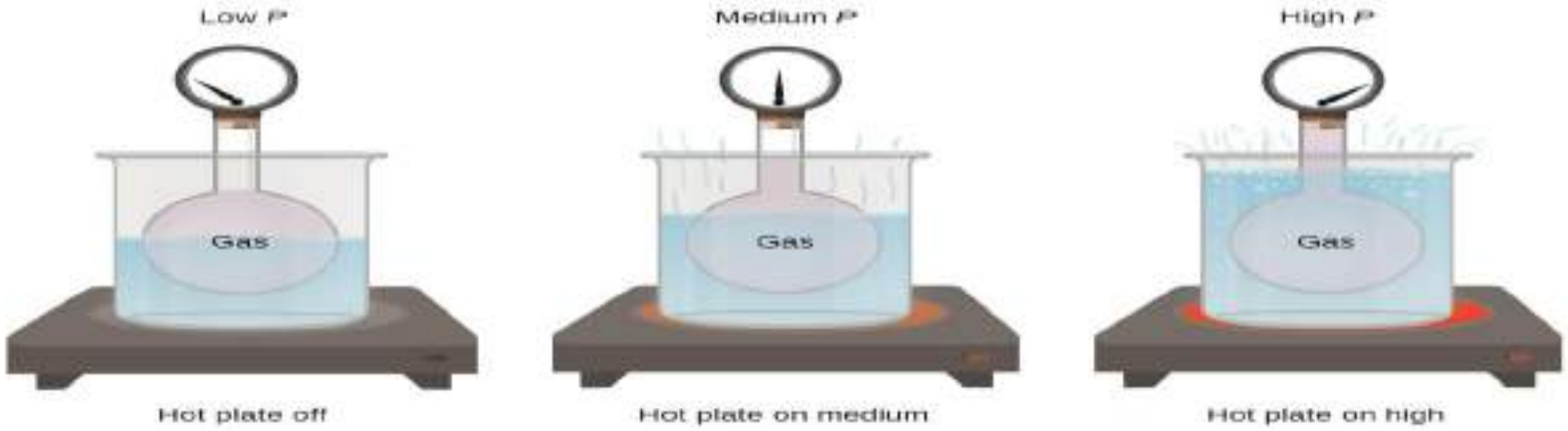
৬। দুটি ধাক্কার মধ্যবর্তী সময়ে অনুগুলো ডিটনের সূত্র অনুযায়ী সমবেগে সরলরেখা বরাবর চলে। পরপর দুটি ধাক্কার দূরত্বকে মুক্ত পথ বলে।

প্রমাণ কর যে, আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ, $PV=nRT$

ধরাযাক, কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন, চাপ, পরম তাপমাত্রা যথাক্রমে V, P এবং T.

বয়েলের সূত্র থেকে আমরা পাই, $V \ \alpha \frac{1}{P}$ যখন T ধ্রব।

এবং চার্লসের সূত্র থেকে আমরা পাই, $V \ \alpha \ T$ যখন P ধ্রব।



অনুপাতের সূত্রানুসারে, $V \alpha \frac{T}{P}$ যখন সব কয়টি রাশি পরিবর্তিত হয়।

$V = K\frac{T}{P}$ বা, $PV = KT$ বা, $\frac{pV}{T} = K$

এখানে, K একটি ধ্রুবক সংখ্যা, এর মান গ্যাসের ভর এবং এককের পদ্ধতির ওপর নির্ভর করে। তাহলে আমরা পাই,

$PV = 1.KT$ বা, $\frac{pV}{T} = K$

যদি এক মোল বা এক গ্রাম গ্যাস অনু বিবেচনা করা হয় তাহলে সকল গ্যাসের জন্য এই ধ্রুব সংখ্যার মান একই হয়। তখন এই ধ্রুবককে R দিয়ে নির্দেশ করা হয়। অন্য ক্ষেত্রে একে K দিয়ে প্রকাশ কর।

সুতরাং n সংখ্যা মোল গ্যাসের জন্য আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হলো $PV=nRT$

বাড়ির কাজ

১। আজকের পাঠে নিজে অনুশীলন করব।

২। প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপ, আর্দ্রতা, পরমশূন্য তাপমাত্রা এর সংজ্ঞা দাও।

৩। গ্যাসের বিভিন্ন সূত্রাবলী বর্ণনা করতে পারব।

৪। আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ $PV=nRT$ প্রমাণ করতে করব।

জব এ্যসাইমেন্ট হাতে লেখে নিজের কাছে রাখতে হবে এবং পড়তে হবে।

Thank
YOU

HM Government
NHS
CORONAVIRUS
STAY HOME TO HELP US SAVE LIVES
ANYONE CAN GET IT.
ANYONE CAN SPREAD IT.
STAY HOME ▸ PROTECT THE NHS ▸ SAVE LIVES