Rangamati Nir,DUET,Gazipur-1707
info.sosbd@gmail.com
09678 677 677, 01751 402449

📘 **পাস বুক- ফিজিক্স-১**

⏱️ পড়ার সময় ঃ মাত্র ১৪ ঘণ্টা

🎯 লক্ষ্য ঃ ৫০-৫৬ মার্কস

🔧 **ডিপ্লোমা ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষার্থীদের জন্য দ্রুত রিভিশনের পারফেক্ট সলিউশন!**

📖 **পৃষ্ঠা সংখ্যা ঃ**

☞ ই-বুক ভার্সন ঃ ১৫৪ পৃষ্ঠা

☞ প্রিন্টযোগ্য কাগজে ঃ ৫২ পৃষ্ঠা

📝 **পরীক্ষা সংক্রান্ত তথ্য ঃ**

☞ মোট মার্কস ঃ ৯০

☞ পাস মার্কস ঃ ৩৬

📊 **প্রশ্ন ও মার্কস বিশ্লেষণ ঃ**

✅ **অতিসংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ**

মোট পড়তে হবে ঃ ১০১ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৭টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ১৪ (প্রতি প্রশ্নে ২ মার্কস)

সংক্ষিপ্ত প্রশ্ন ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ৪১ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৬টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ১৮ (প্রতি প্রশ্নে ৩ মার্কস)

রচনামূলক প্রশ্ন ও গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

মোট পড়তে হবে ঃ ২০+২০ টি

নিশ্চিত কমন ঃ ৩টি

নিশ্চিত মার্কস ঃ ২৪ (প্রতি প্রশ্নে ৮ মার্কস)

কিভাবে পড়বেন এই পাস বুক ঃ

Step 1- অধ্যায় বাছাই (সবার আগে শেষ করুন) ঃ

অধ্যায়	বিষয়	কারণ
২	ভেক্টর	প্রমাণ বারবার আসে
৩	গতি ও গতির সমীকরণ	ম্যাথ ও প্রমাণ বারবার আসে
৪	বৃত্তাকার গতি	প্রমাণ বেশি গুরুত্বপূর্ণ
৫	বল ও ঘর্ষণ	প্রমাণ বারবার আসে
৮	কাজ,ক্ষমতা ও শক্তি	সংক্ষিপ্ত ও রচনামূলক প্রশ্ন গুরুত্বপূর্ণ
৯	স্থিতিস্থাপকতা	রচনামূলক প্রশ্ন গুরুত্বপূর্ণ
১০	পৃষ্ঠটান ও সান্দ্রতা	সংক্ষিপ্ত প্রমাণ বারবার আসে
১২	তরঙ্গ	রচনামূলক প্রমাণ বারবার আসে
১৩	শব্দ ও শব্দের গতি	প্রমাণ বারবার আসে

📅 স্টাডি প্ল্যান (মোট সময় ঃ ১৪ ঘণ্টা) ঃ

⏱️ ৩ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ২,৩

⏱️ ২ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ৪,৫

⏱️ ৩ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ৮,৯,১০

⏱️ ২ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ১২,১৩

⏱️ ২ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ১,৬,৭

⏱️ ২ ঘণ্টা ⟶ অধ্যায় ১১,১৪,১৫

🎯 পাস বুকের প্রধান লক্ষ্য ঃ

✅ দ্রুত রিভিশনের সুবিধা- পরীক্ষার আগে সময় বাঁচায়

✅ গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন- উত্তরের সংক্ষিপ্ত বিন্যাস

✅ সারাংশভিত্তিক সাজানো- এক নজরে পুরো বিষয়টা দেখে ফেলা

✅ মূল টপিক ফোকাস- আত্মবিশ্বাস গড়ে তোলার সহায়ক

📌 বিশেষ দ্রষ্টব্য ঃ

☞ এটি একটি পূর্ণাঙ্গ টেক্সটবুক নয়- বরং সঠিক সময় ব্যবস্থাপনার রিভিশন গাইড।

☞ পরীক্ষার আগের “last moment” প্রস্তুতির জন্য উপযুক্ত সহকারী!

ফিজিক্স-১

অধ্যায়	অধ্যায়ের নাম	পৃষ্ঠা
১	ভৌতজগৎ ও পরিমাপ	৩-৭
২	ভেক্টর	৮-১৯
৩	গতি এবং গতির সমীকরণ	২০-২৯
৪	বৃত্তাকার গতি	৩০-৩৭
৫	বল ও ঘর্ষণ	৩৮-৪৭
৬	অভিকর্ষ ও মহাকর্ষ	৪৮-৫৬
৭	সরল দোলন গতি	৫৭-৬৪
৮	কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি	৬৫-৭৫
৯	স্থিতিস্থাপকতা	৭৬-৮২
১০	পৃষ্ঠটান ও সান্দ্রতা	৮৩-৮৯
১১	চাপ এবং চাপের বৈশিষ্ট্য	৯০-৯৪
১২	তরঙ্গ	৯৫-১০১
১৩	শব্দ এবং শব্দের বেগ	১০২-১১১
১৪	আদর্শ গ্যাস এবং গ্যাসের গতিতত্ত্ব	১১২-১১৭
১৫	আর্দ্রতা	১১৮-১২২
	বিগত সালের প্রশ্ন	১২৩-১২৮

Softmax Publications

অধ্যায়-১ ভৌত জগৎ ও পরিমাপ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. ভার্নিয়ার স্থিরাঙ্ক বা ধ্রুবক কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৬, ০৯, ১৪'পরি, ১৬'পরি, ২১'পরি, ,২৩, ২৩'পরি, ২৫

উত্তর ঃ প্রধান স্কেলের ক্ষুদ্রতম এক ভাগের দৈর্ঘ্য ও ভার্নিয়ার স্কেলের এক ভাগের দৈর্ঘ্যের পার্থক্যকে ভার্নিয়ার ধ্রুবক বলে।

****২.পরিমাপের মৌলিক একক কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৩, ১৯, ২২, ২২'পরি

উত্তর ঃ যে একক অন্য কোনো এককের উপর নির্ভর করে না এবং সম্পূর্ণভাবে একবারে স্বাধীন তাকে পরিমাপের মৌলিক একক বলে।

যেমন ঃ দৈর্ঘ্য বা ভর বা সময়ের একক অন্য কোনো এককের উপর নির্ভর করে না। সুতরাং রাশিগুলো মৌলিক একক।

*** ৩. পরিমাপ কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৯'পরি

উত্তর ঃ কোনো কিছুর মাপ-জোখের নাম পরিমাপ। যে প্রক্রিয়ায় কোনো রাশির মান নির্ণয় করা হয়, তাকে ঐ রাশির পরিমাপ বলে।

*** ৪. লব্ধ একক কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৩

উত্তর ঃ মৌলিক একক হতে যে একক পাওয়া যায় তাকে লব্ধ বা যৌগিক একক বলে।

উদাহরণ ঃ ক্ষেত্রফল = দৈর্ঘ্য × প্রস্থ

$= 1m \times 1m$

$= 1m^2$ (বর্গ মিটার)

***** ৫. মৌলিক একক এর নাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০১২, ১৪'টেক্স, ১৫, ১৮'পরি

উত্তর ঃ নিম্নে মৌলিক একক এর নাম দেওয়া হলো ঃ

i) দৈর্ঘ্য (m)
ii)ভর (Kg)
iii)সময় (sec)
iv)তাপমাত্রা (K)
v)বিদ্যুৎ (A)
vi)কোণ (rad)
vii)দীপন মাত্রা (cad)
vii)পদার্থের পরিমাণ (mole)

***** ৬. পরিমাপের একক কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১০, ১৬'পরি

উত্তর ঃ কোন বস্তুর পরিমাণ নির্ণয় করার জন্য যে আদর্শ (standard) এর সাথে তুলনা করা হয়, তাকে পরিমাপের একক বলা হয়।

*****৭. যান্ত্রিক ত্রুটি কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০২১, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ পদার্থবিজ্ঞানে পরীক্ষার জন্য তথা মাপ জোখের জন্য আমাদের যন্ত্রের প্রয়োজন হয়, সেই যন্ত্রে যদি আকাঙ্ক্ষিত মানের চেয়ে কম বা বেশি মান দেয় তবে তাকে সেই যন্ত্রের যান্ত্রিক ত্রুটি বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

*** ১. পদার্থ বিজ্ঞানের পরিসর এবং এর বিস্ময়কর অবদান ব্যাখ্যা কর।**

উত্তর ঃ পদার্থবিজ্ঞান হলো বিজ্ঞানের চাবিকাঠি। অন্যান্য বিজ্ঞানের মৌলিক শাখা হলো পদার্থবিজ্ঞান। পঠন-পাঠনের সুবিধার জন্য এবং পদার্থবিজ্ঞানের বিশদভাবে আলোচনার জন্য তাকে বিভিন্নভাবে ভাগ করা হয়েছে। যথা ঃ

i) সাধারণ পদার্থ বিজ্ঞান (General Physics).
ii) তাপ বিজ্ঞান (Thermology).
iii)শব্দ বিজ্ঞান (Acoustics).
iv)আলোক বিজ্ঞান (Optics).
v)চুম্বক বিজ্ঞান (Magnetism).
vi)তড়িৎ বিজ্ঞান (Electricity).
vii)ইলেকট্রনিক্স (Electronics).
viii)পারমাণবিক বিজ্ঞান (Atomic Science) ইত্যাদি।

পদার্থবিজ্ঞানের বিস্ময়কর

i) বৈদ্যুতিক পাখা, বাতি, চুল্লি, টেলিগ্রাম, টেলিফোন, টেলিভিশন, রেডিও, মোটর, বিদ্যুৎ চালিত কলকারখানা সবই বিজ্ঞানের অবদান।

ii) বায়ুর চাপ মাপার জন্য ব্যারোমিটার, বায়ুর জলীয় বাষ্প মাপার জন্য হাইড্রোমিটার, উষ্ণতা পরিমাপের জন্য থার্মোমিটার, জেনারেটর ইঞ্জিন ইত্যাদি যন্ত্রকৌশলের অবদান।

iii) চশমা, অনুবীক্ষণ যন্ত্র, দূরবীক্ষণ যন্ত্র, ক্যামেরা ইত্যাদি আলোক বিজ্ঞানের অবদান।

iv) রিয়্যাক্টর নামক যন্ত্রের সাহায্যে পরমাণুর নিউক্লিয়াসকে ভেঙ্গে যে প্রচুর শক্তি পওয়া যায়, সেই শক্তিকে বিভিন্ন শিল্পে ও চিকিৎসা বিজ্ঞানে কাজে লাগানোর মাধ্যমে পরমাণু বিজ্ঞানের অবদান স্বীকৃতি পাচ্ছে।

**** ২. এস আই পদ্ধতিতে একক সহ মৌলিক রাশি গুলোর নাম লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১২, ১৫, ১২, ১৫, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ S.I পদ্ধতিতে সাতটি মৌলিক রাশি পাওয়া যায়।

রাশিগুলো হলো ঃ

মৌলিক রাশি	রাশির সংকেত	এস.আই.একক	এককের সংকেত
i) দৈর্ঘ্য (length)	l	মিটার (meter)	m
ii) ভর (mass)	m	কিলোগ্রাম (Kilogram)	Kg
iii) সময় (time)	t	সেকেন্ড (second)	s বা sec
iv)তাপমাত্রা (temperature)	T	কেলভিন (kelvin)	K
v)তড়িৎপ্রবাহ(electric current)	I	অ্যাম্পিয়ার (Ampere)	A

vi) দীপন তীব্রতা (luminous intensity)	lx	ক্যান্ডেলা (Candela)	cd
vii) পদার্থের পরিমাণ (amount of substance)	n	মোল (mole)	mole

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. পদার্থ বিজ্ঞানের সাথে প্রযুক্তি বিদ্যার সম্পর্ক আলোচনা কর।**

বাকাশিবো- ২০১৬

উত্তর ঃ প্রকৃতি ও প্রাকৃতিক ঘটনাবলি অধ্যয়নরত হল পদার্থবিদ্যা। সমাজের উন্নয়নে প্রযুক্তির বিকাশে পদার্থবিজ্ঞান গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন করছে। পদার্থবিজ্ঞান ও প্রযুক্তি পরস্পরের সাথে অঙ্গাঙ্গিভাবে জড়িত। পদার্থবিজ্ঞান যেমন প্রযুক্তির বিকাশে সহায়তা করেছে তেমনি প্রযুক্তি ও বিজ্ঞানের নতুন ধারণা জন্ম দিয়েছে। বিজ্ঞানী জুলের 'তাপকে কাজে রূপান্তর' এবং মাইকেল ফ্যারাডের 'তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ' আবিষ্কার শুধু সমাজকে উপকৃত করেনি বরং প্রযুক্তির ভিত্তি তৈরি করেছে।

নিম্নে প্রযুক্তির কিছু অগ্রগতি দেওয়া হলো ঃ

i) প্রবাহীর প্রবাহের জ্ঞান এর সাহায্যে উড়োজাহাজের নকশা তৈরিতে আমাদের সহায়তা করেছেন।

ii) অর্ধপরিবাহী জাংশন ডায়োড ও ট্রানজিস্টরের আবিষ্কার রেডিও-টেলিভিশন, কম্পিউটার ও রোবট তৈরি করা সম্ভব করেছে।

iii) চিকিৎসা বিজ্ঞানে এক্স-রে, আলট্রাসনোগ্রাফি, ECG, MRI, এন্ডোস্কোপি, এনজিওগ্রাম করা সম্ভব হয়েছে পদার্থবিজ্ঞানের অবদানের কারণে।

iv) নিউক্লিয়ার পাওয়ার স্টেশন ও নিউক্লিয় বোমার জন্য প্রয়োজনীয় বিপুল পরিমাণে শক্তি পাওয়া যাচ্ছে ভর শক্তিতে রূপান্তরের মাধ্যমে।

v) লেজার রশ্মির আবিষ্কার মানবদেহের ক্যান্সার, গলব্লাডার কিডনি থেকে পাথর অপসারণ, চোখের বিভিন্ন রোগের উন্নত চিকিৎসা সম্ভব করেছে।

vi) কৃত্রিম উপগ্রহের সাহায্যে আবহাওয়ার পূর্বাভাস, যোগাযোগ গবেষণা, গোয়েন্দাগিরি ইত্যাদি কাজ করা সম্ভব হচ্ছে।

vii) তাপকে কাজে রূপান্তর করে তাপ ইঞ্জিন তৈরীর মাধ্যমে আমাদের প্রাত্যহিক কাজ হচ্ছে।

viii) আলোকবিদ্যা ব্যবহার করে প্রতিফলন ও প্রতিসরণ এর মাধ্যমে দূরত্ব নির্ণয়, প্রিজমের ব্যবহার, চোখের লেন্স সনাক্তকরণ ইত্যাদি সম্ভব হচ্ছে। সুতরাং পদার্থ বিজ্ঞানের অগ্রগতি প্রযুক্তিকে করেছে উন্নত এবং ঘটিয়েছে শিল্প বিপ্লব।

অধ্যায়-২ দিক রাশি ও অদিক রাশি

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

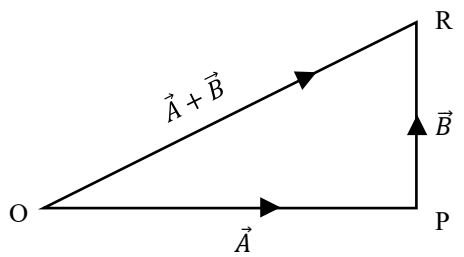
*****১. একক ভেক্টর কাকে বলে? এর প্রতীক লেখ।** বাকাশিবো- ২০০১, ০২, ০৪, ০৬, ০৭, ১০পরি, ১১, ১১'পরি, ১৩, ১৪'টেক্স, ১৫, ১৬, ১৭, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ কোন ভেক্টরের মান যদি একক হয় তাহলে তাকে একক ভেক্টর বলে। যদি $\vec{A}$ একটি ভেক্টর হয় তাহলে একক ভেক্টরের প্রতীক $\hat{a}$ নির্দিষ্ট দিকে ক্রিয়ারত যে ভেক্টরের মান এক একক তাকে ঐ দিকের জন্য একক ভেক্টর বলে।

***** ২. বেগের ত্রিভুজ সূত্রটি লেখ।অথবা, ভেক্টরের ত্রিভুজ সূত্রটি বিবৃত কর বা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৫'পরি, ০৬, ০৭ ০৮, ১২'পরি, ১৩, ১৪, ১৮'পরি, ২১, ২২, ২২'পরি , ২৪, ২৪'পরি , ২৫

উত্তর ঃ যদি কোন ত্রিভুজের সন্নিহিত দুটি বাহু একই ক্রমে দুটি একই জাতীয় ভেক্টরকে নির্দেশ করে তাহলে ত্রিভুজটির তৃতীয় বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টরদ্বয়ের লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করবে।



Ex: প্রথম বাহু = OP = $\vec{A}$

দ্বিতীয় বাহু = PR = $\vec{B}$

তৃতীয় বাহু = OR = $\vec{A} + \vec{B}$

***** ৩. দুটি দিক রাশির লব্ধির মান কখন সর্বোচ্চ এবং সর্বনিম্ন হয়?**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১০'পরি, ১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৫, ১৭'পরি, ১৮

উত্তর ঃ রাশি দুইটি যখন একই দিকে ক্রিয়া করে অর্থাৎ $\theta = 0^0$ হয় তখন লব্ধির মান সর্বোচ্চ হয়।

আবার যখন বিপরীত দিকে ক্রিয়া করে অর্থাৎ $\theta = 180^0$ তখন লব্ধির মান সর্বনিম্ন হয়।

**** ৪. কিভাবে একক ভেক্টর পাওয়া যায়?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪'পরি, ০৬, ০৭, ১০, ১'পরি, ১৩, ১৪, ১৫, ১৬, ১৭

উত্তর ঃ কোন ভেক্টরের মান যদি শূন্য না হয় তাহলে সেই ভেক্টরকে তার মান দিয়ে ভাগ করলে একটি একক ভেক্টর পাওয়া যাবে। ধরা যাক $\vec{A}$ একটি ভেক্টর এবং যার সংখ্যাগত মান 'A'। একক ভেক্টর রাশিকে বুঝাতে রাশিটির ওপর একটি টুপি (Hat) চিহ্ন (^) দেওয়া হয়। নির্ণেয় একক ভেক্টর

$$\hat{a} = \frac{\vec{A}}{A}$$

***** ৫. ভেক্টর সামান্তরিকের সূত্রটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০১, ০৩ ০৪, ০৬, ১১'পরি, ১৩'পরি, ১৪'পরি, ২০০৭

উত্তর ঃ কোন সামান্তরিকের একই বিন্দু হতে অঙ্কিত সন্নিহিত বাহু দুটি যদি কোন কণার উপরে একই সময়ে ক্রিয়ারত দুটি দিক রাশির মান ও দিক

নির্দেশ করে, তাহলে ঐ বিন্দু হতে অঙ্কিত সামান্তরিকের কর্ণই এদের লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করবে।

*** ৬. ভেক্টর বা দিক রাশির সংযোজন বলতে কি বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১৩, ২০০৭

উত্তর ঃ মনে করি $\vec{P}, \vec{Q}$ ও $\vec{R}$ তিনটি ভেক্টর রাশি। এদের ভেক্টর সংযোজন সূত্রটি হলো ঃ $\left(\vec{P}+\vec{Q}\right)+\vec{R} = \vec{P}+(\vec{Q}+\vec{R})$

*** ৭. ভেক্টর রাশি এবং স্কেলার রাশির উদাহরণ দাও।**

বাকাশিবো- ২০০২'পরি, ১৩, ২০০৭

উত্তর ঃ ভেক্টর রাশির উদাহরণ ঃ সরণ, বেগ, ত্বরণ, মন্দন, বল, তড়িৎ প্রাবল্য, ভরবেগ, চৌম্বক প্রাবল্য, পৃষ্ঠটান ইত্যাদি।

স্কেলার রাশির উদাহরণ ঃ দৈর্ঘ্য, ভর, সময়, আয়তন, জনসংখ্যা, নদীর গভীরতা, তাপমাত্রা, বৈদ্যুতিক বিভব, দ্রুতি, কাজ ইত্যাদি।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. ভেক্টর রাশি ও স্কেলার রাশির মধ্যে পার্থক্য লেখ। বাকাশিবো- ২০০৩, ০৪, ০৬, ০৭, ০৯'পরি, ১১'পরি, ১৩, ১৮, ২০০৭, ২২,২২'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি**

উত্তর ঃ নিচে দিক ও অদিক রাশির মধ্যে পার্থক্যগুলো দেওয়া হল ঃ

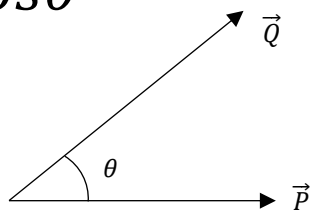
পার্থক্য	দিক(ভেক্টর) রাশি	অদিক(স্কেলার) রাশি
i)সংজ্ঞা	যে সকল ভৌত রাশিকে সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করার জন্য মান ও দিক এর প্রয়োজন হয় তাদেরকে ভেক্টর রাশি বলে।	যে সকল ভৌত রাশিকে শুধু মান দ্বারা সম্পূর্ণরূপে প্রকাশ করা যায় দিক নির্দেশের প্রয়োজন হয় না তাদেরকে স্কেলার রাশি বলে।
ii) মান ও দিক	ভেক্টর রাশির মান ও দিক উভয়ই আছে।	স্কেলার রাশির শুধুমাত্র মান আছে, কিন্তু দিক নেই।
iii) মান ও দিক	ভেক্টর রাশি প্রকাশে মান ও এককের সাথে দিকেরও প্রয়োজন হয়।	স্কেলার রাশি প্রকাশে শুধু মান ও এককের প্রয়োজন হয়।
iv)মান ও দিকের পরিবর্তন	দিক পরিবর্তনের সাথে সাথে ভেক্টর রাশির মানেরও পরিবর্তন হয়।	দিক পরিবর্তন হলেও অদিক রাশির মানের কোন পরিবর্তন হয় না।
v)মাত্রা	ভেক্টর রাশি একমাত্রিক, দ্বিমাত্রিক এমন কি ত্রিমাত্রিক প্যারামিটারও হতে পারে।	স্কেলার রাশি একমাত্রিক প্যারামিটার।
vi)গাণিতিক নিয়ম	সাধারণ গাণিতিক নিয়মে দিক রাশির যোগ-বিয়োগ-গুণ হয় না। ভেক্টর বীজগাণিতিক নিয়মে এগুলো হয়ে থাকে।	অদিক রাশির যোগ-বিয়োগ-গুণ ইত্যাদি সাধারণ নিয়মে হয়।
vii)উদাহরণ	সরণ, বেগ, ত্বরণ, মন্দন, বল, তড়িৎ প্রাবল্য, ভরবেগ, চৌম্বক প্রাবল্য, পৃষ্ঠটান, সান্দ্রতা গুণাঙ্ক ইত্যাদি।	দৈর্ঘ্য, ভর, সময়, আয়তন, জনসংখ্যা, নদীর গভীরতা, তাপমাত্রা বৈদ্যুতিক বিভব, মৃত্যুর হার, দ্রুতি, কাজ ইত্যাদি।

***** ২. চিত্রসহ স্কেলার গুণন ও ভেক্টর গুণন ব্যাখ্যাকর।**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১১, ১৪, ১৬, ১৮'পরি, ১৯'পরি, ২১, ২১'পরি

উত্তর ঃ স্কেলার গুণন বা ডট 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 ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণের Cosine এর উপর নির্ভরশীল। যদি দুটি ভেক্টর যথাক্রমে $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ হয়, যাদের মধ্যবর্তী কোণ θ, তাদের ডট গুণন হবে,

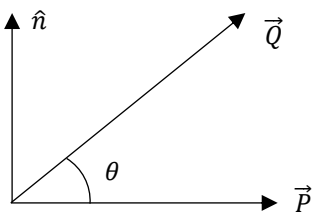
$$\vec{P}.\vec{Q} = PQcos\theta$$

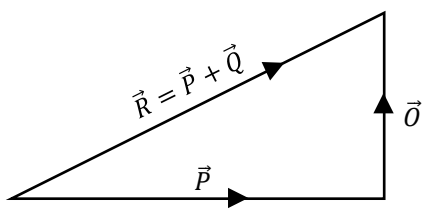


ভেক্টর গুণন বা ক্রস গুণন ঃ যদি দুটি ভেক্টর রাশির গুণফল একটি ভেক্টর রাশি হয়, তবে তাকে ভেক্টর বা ক্রস গুণন বলে। একে ক্রস (X) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটি ভেক্টরদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণের সাইন-এর উপর নির্ভর করে। যদি দুটি ভেক্টর = $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$, মধ্যবর্তী কোণ = θ, একক ভেক্টর = $\hat{n}$ হয়, তবে ক্রস গুণন

$$\vec{P} \times \vec{Q} = \hat{n}PQsin\theta$$

এটি ডানহাতি স্ক্রুর নিয়মানুসারে দিক নির্ধারণ করে।

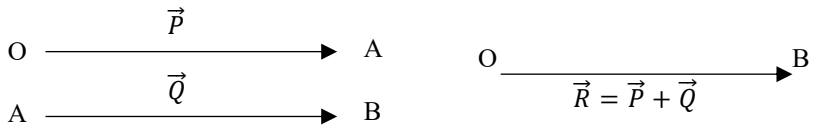




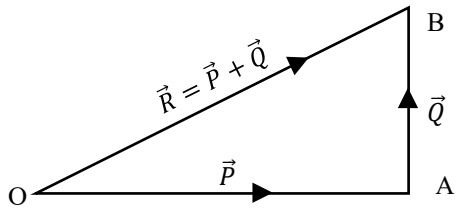
***** ৩. চিত্রসহ ভেক্টরের ত্রিভুজ সূত্রটি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৮'পরি, ০৯, ১১'পরি, ১৩, ২০০৭

উত্তর ঃ যদি কোন ত্রিভুজের সন্নিহিত বাহু দুইটি একই ক্রমে দুটি একই জাতীয় ভেক্টরকে নির্দেশ করে, তাহলে ত্রিভুজের তৃতীয় বাহুটি বিপরীতক্রমে ভেক্টরের লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করবে।



চিত্রে OA, AB ও OB হচ্ছে ক্রমানুসারে OAB ত্রিভুজের তিনটি বাহু। চিত্রে OA এবং AB একই ক্রমে দুটি ভেক্টর $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ কে নির্দেশ করে।



ত্রিভুজ সূত্রানুসারে বাহুটি, ভেক্টর দুটির লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করে। সুতরাং,

$$\overrightarrow{OB} = \overrightarrow{OA} + \overrightarrow{AB}$$

$$\text{or, } \vec{R} = \vec{P} + \vec{Q}$$

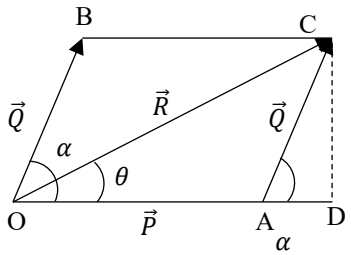
SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. ভেক্টর যোগের সামান্তরিক সূত্রটি লেখ এবং সামান্তরিক সূত্র প্রয়োগ করে লব্ধির মান ও দিক নির্ণয় কর।**

বাকাশিবো- ২০০৩'পরি, ০৪, ০৬,০৭, ০৭'পরি, ০৮,০৯, ১০'পরি, ১১'পরি, ১২, ১২পরি,১৪, ১৪'পরি, ১৫, ১৬'পরি, ১৯, ২১,২৫

উত্তর ঃ সূত্র ঃ কোন সামান্তরিকের একই বিন্দু হতে অঙ্কিত সন্নিহিত বাহু দুটি যদি কোন কণার উপরে একই সময়ে ক্রিয়ারত দুটি দিক রাশির মান ও দিক নির্দেশ করে, তাহলে ঐ বিন্দু হতে অঙ্কিত সামান্তরিকের কর্ণটি এদের লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করবে।

ব্যাখ্যা ঃ চিত্রে O বিন্দুতে $\overrightarrow{OA} = \vec{P}$ এবং $\overrightarrow{OB} = \vec{Q}$ দুটি ভেক্টর ক্রিয়া করছে। OA এবং OB কে সন্নিহিত বাহু ধরে OACB সামান্তরিকটি আঁকা হয়েছে।



এই সূত্রানুসারে, সামান্তরিকের কর্ণ OC ই OA এবং OB এর লব্ধি নির্দেশ করে।

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

$$\text{or, } \vec{P} + \vec{Q} = \vec{R}$$

লব্ধির মান নির্ণয় ঃমনে করি, দুটি ভেক্টর = $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$, লব্ধির মান = $\vec{R}$ দুই ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ = α, লব্ধি ও এর মধ্যবর্তী কোণ = θ, A হতে বর্ধিত রেখা AD যার উপর লম্ব রেখা = CD, OB ও AC সমান্তরাল।

$\therefore \angle AOB = \angle CAD = \alpha$

CAD সমকোণী ত্রিভুজ হতে,

$AC^2 = AD^2 + CD^2$

$\Rightarrow OB^2 = AD^2 + CD^2$ ……(i) [AC = OB]

আমরা জানি, $\cos\alpha = \frac{AD}{AC}$ [$\cos = \frac{\text{ভূমি}}{\text{অতিভুজ}}$]

$\Rightarrow AD = AC \cos\alpha$

$\Rightarrow AD = OB \cos\alpha$……(ii)

আবার, সমকোণী ত্রিভুজ OCD হতে পাই,

$OC^2 = OD^2 + CD^2$

$OC^2 = (OA + AD)^2 + CD^2$ $[OD = OA + AD]$

$\Rightarrow OC^2 = OA^2 + 2.OA.AD + AD^2 + CD^2$ $\left[(a+b)^{=a^2} + 2ab + b^2\right]$

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

$\Rightarrow R^2 = P^2 + 2.P.Q.cos\alpha + Q^2$

$\therefore R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQcos\alpha}$ [লব্ধির মান]

লব্ধির দিক নির্ণয় ঃ

ΔACD হতে পাই, $\sin\alpha = \frac{CD}{AC}$

বা, $CD = AC\sin\alpha$

$\Rightarrow$ CD = Qsinα

আবার, $\cos\alpha = \frac{AD}{AC}$

বা, $AD = AC.\sin\alpha$

$\Rightarrow AD = Qcos\alpha$

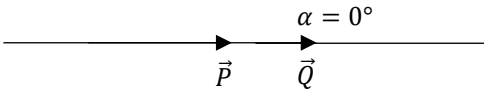
COD সমকোণী ত্রিভুজ থেকে পাই,

$\tan\theta = \frac{\text{লম্ব}}{\text{ভূমি}} = \frac{CD}{OA+AD} = \frac{Qsin\alpha}{P+Qcos\alpha}$

$\therefore \theta = tan^{-1}(\frac{Qsin\alpha}{P+Qcos\alpha})$ [লব্ধির দিক]

**** বিশেষ ক্ষেত্রে ঃ**

১. যদি হয়, $\alpha = 0°$ তবে



চিত্র ঃ ১ (দুটি ভেক্টর একই দিকে হলে)

মান, $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQcos0}$

$= \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ}$ $[\cos 0° = 1]$

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

$= P + Q$

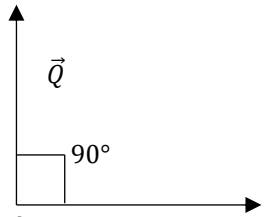
দিক, $\theta = tan^{-1}\left(\frac{Qsin0°}{P+Qcos0°}\right)$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{Q.0}{P+Q.1}\right) \quad [\sin 0° = 0]$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{0}{P+Q}\right)$$

$$= \tan^{-1}(0)$$

$$= 0$$



চিত্র ২ ঃ

২. যদি হয়, α = 90° তবে

লব্ধির মান, $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQcos90°}$

$$= \sqrt{P^2 + Q^2} \qquad [\cos 90° = 0]$$

লব্ধির দিক, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{Q \sin\alpha}{P+Q\cos\alpha}\right)$ দুটি ভেক্টর একে অপরের লম্ব অবস্থান

$$= \tan^{-1}\left(\frac{Q \sin 90°}{P+Q\cos 90°}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{Q.1}{P+Q.0}\right)$$

$$= \tan^{-1}\left(\frac{Q}{P}\right)$$

চিত্র ৩ ঃ দুটি ভেক্টর বিপরীত মূখী হলে।

৩. যদি হয়, α = 180° তবে

লব্ধির মান, $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQcos180°}$

$$= P \sim Q \qquad [\cos 180° = -1]$$

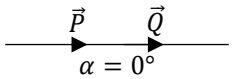
লব্ধির দিক, $\tan\theta = Q\sin 180°$

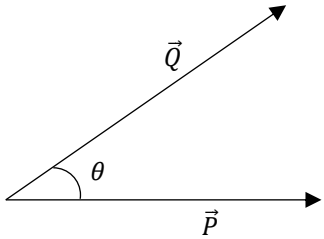
Note: $(P \sim Q)$ এর অর্থ (P-Q) অথবা (Q-P) বুঝায়। অর্থাৎ যার মান বড় হবে তা আগে বসবে।

***** ২. চিত্রসহ দুটি ভেক্টরের ডট গুণন ও ক্রস গুণন ব্যাখ্যা কর।**

বাকাশিবো- ২০১১'পরি, ১৪, ১৫'পরি, ১৭, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ **ডট গুণন ঃ** যদি দুটি ভেক্টরের 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 $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ হয় যাদের মধ্যবর্তী কোণ θ,
এদের ডট গুণন হবে,

$$\vec{P}.\vec{Q} = PQ\cos\theta$$

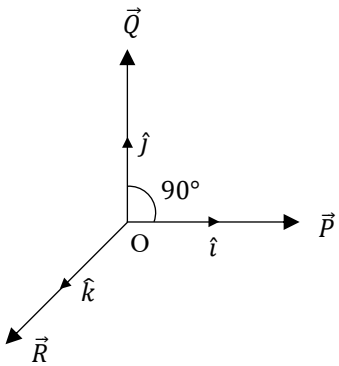
আয়ত একক ভেক্টরের পারস্পরিক ডটগুণন গুণন ঃ

আমরা জানি, আয়ত একক ভেক্টর যথাক্রমে $\hat{i}, \hat{j}, \hat{k}$

$\therefore \hat{i}.\hat{i} = i.i\cos 0°$

$= 1.1.\cos 0° = 1$

Similarly, $\hat{j}.\hat{j} = 1, \hat{k}.\hat{k} = 1$



আবার ভিন্নজাতীয় আয়ত একক ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণ, $\theta = 90°$

$\hat{\imath}.\hat{\jmath} = \text{i.j} \cos 90°$

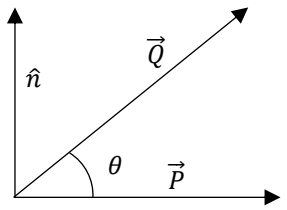
$= 1.1.0 = 0$

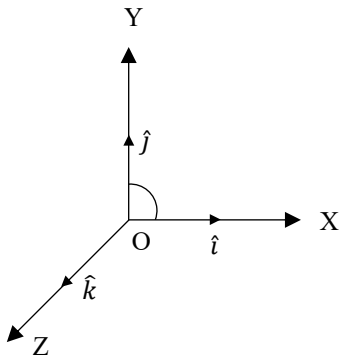
Similarly, $\hat{\jmath}.\hat{k} = 0, \hat{k}.\hat{\imath} = 0$

$\therefore \hat{\imath}.\hat{\jmath} = \hat{\jmath}.\hat{k} = \hat{k}.\hat{\imath} = 0$

ক্রস গুণন ঃ যদি দুটি ভেক্টর রাশির গুণফল একটি ভেক্টর রাশি হয়, তবে তাকে ভেক্টর বা ক্রস গুণন বলা হয়। একে ক্রস $(\times)$ দ্বারা প্রকাশ করা হয়। এটি ভেক্টরের মধ্যবর্তী কোণের sine এর উপর নির্ভর করে। যদি $\vec{P}$ ও $\vec{Q}$ দুটি ভেক্টর হয় যাদের মধ্যবর্তী কোণ θ এবং একক ভেক্টর $\hat{n}$ তবে

$\vec{P} \times \vec{Q} = \hat{n}PQsin\theta$



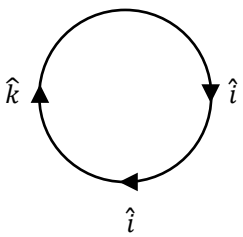


এটি ডানহাতি স্ক্রুর নিয়ম অনুসারে দিক নির্ধারণ করে,

$\hat{\imath}, \hat{\jmath}, \hat{k}$ এর পারস্পরিক ক্রস গুণন

$\hat{\imath} \times \hat{\imath} = (\text{i} \times \text{i} \times \sin\theta)\ \hat{n}$

$= (1 \times 1 \times sin0) \times \hat{n} = 0$



অনুরূপভাবে, $\hat{\jmath} \times \hat{\jmath} = 0, \hat{k} \times \hat{k} = 0$

$\therefore \hat{\imath} \times \hat{\imath} = \hat{\jmath} \times \hat{\jmath} = \hat{k} \times \hat{k} = 0$

আবার,

$$\hat{\imath}\times\hat{\jmath} = (\mathrm{i}\times\mathrm{j}\times\sin 90)\,\hat{n}$$
$$= \hat{k}$$

অনুরূপভাবে, $\hat{\jmath}\times\hat{k} = \hat{\imath},\ \hat{k}\times\hat{\imath} = \hat{\jmath}$

যদি ঘড়ির কাটার দিকে ঘুরা হয়,

$$\hat{\imath}\times\hat{\jmath} = \hat{k};\ \hat{\jmath}\times\hat{k} = \hat{\imath};\ \hat{k}\times\hat{\imath} = \hat{\jmath}$$

আবার, ঘড়ির কাটার উল্টো ঘুরলে

$$\hat{\imath}\times\hat{k} = -\hat{\jmath};\ \hat{\jmath}\times\hat{k} = -\hat{\imath};\ \hat{\jmath}\times\hat{\imath} = -\hat{k}$$

অধ্যায়-৩ গতি ও গতির সমীকরণ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. গতির সমীকরণগুলো লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫'পরি, ০৭, ১১, ১২, ১৫

উত্তর ঃ i) গতির ১ম সমীকরণ ঃ $s = (\frac{u+v}{2})t$

$\Rightarrow S = Vt$ [গড়বেগ, $V = \frac{u+v}{2}$]

ii)গতির ২য় সমীকরণ ঃ $v = u + at$

iii)গতির ৩য় সমীকরণ ঃ $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

iv)গতির ৪র্থ সমীকরণ ঃ $v^2 = u^2 + 2as$

**** ২. সরণ, ত্বরণ, আদিবেগ ও শেষবেগের মধ্যে সম্পর্ক কি?**

উত্তর ঃ আমরা জানি, গতির ৪র্থ সমীকরণ ঃ

(শেষবেগ)^2 = (আদিবেগ)^2 + 2 × ত্বরণ × সরণ

$\Rightarrow v^2 = u^2 + 2as$

***** ৩। তাৎক্ষণিক বেগ বলতে কি বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২১, ২৩, ২৩'পরি, ২৫

উত্তর ঃ কোনো বস্তু পরিবর্তনশীল এবং অসমবেগে চলতে থাকলে বিভিন্ন সময়ে প্রাপ্ত গড়বেগের মান নির্দিষ্ট থাকে না। এক্ষেত্রে কোনো নির্দিষ্ট মুহূর্তে কণাটির বেগকে তাৎক্ষণিক বেগ বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

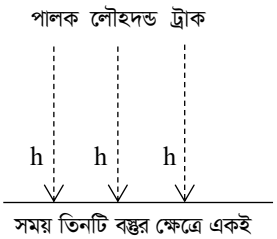
***** ১। পড়ন্ত বস্তুর সূত্র কয়টি? পড়ন্ত বস্তুর সূত্রগুলো গাণিতিক ব্যাখ্যাসহ বিবৃত কর।** **DUET 2006-07,**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫'পরি, ০১ ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪'পরি, ১৭, ১৯'পরি, ২১, ২১'পরি

উত্তর ঃ পড়ন্ত বস্তুর সূত্র তিনটি।

সূত্রের ব্যাখ্যা নিম্নরূপ ঃ

প্রথম সূত্র ঃ স্থির অবস্থান থেকে এবং একই উচ্চতা থাকে বিনা বাধায় পড়ন্ত সকল বস্তু সমান সময়ে সমান পথ অতিক্রম করে। স্থির অবস্থান থেকে পালক, লৌহ দন্ড ও একটি ট্রাক একই উচ্চতা থেকে ছেড়ে দেয়া হয়, তাহলে বস্তুত্রয় সমান সময়ে ভূমিতে এসে পৌঁছাবে, যদি অভিকর্ষজ ত্বরণ ব্যতীত বাতাস বা অন্য কোন বাঁধা না থাকে।



দ্বিতীয় সূত্র ঃ স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত বস্তুর নির্দিষ্ট সময়ে প্রাপ্ত বেগ ঐ সময়ের সমানুপাতিক।

$\therefore$ অর্জিত বেগ $\propto$ পতন কাল

$\Rightarrow v \propto t$

যদি ১ম সেকেন্ডে বেগ v_1 হয়, ২য় সেকেন্ডে বেগ v_2 হবে। সুতরাং t সেকেন্ড পরে যদি বস্তুর বেগ যথাক্রমে v_1 ও v_2 হলে, উচ্চতা বা সরণ একই হবে। $h = \frac{v_1}{t_1} = \frac{v_2}{t_2} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots = \text{constant}$

তৃতীয় সূত্র ঃ স্থির অবস্থান থেকে বিনা বাঁধায় পড়ন্ত বস্তু নির্দিষ্ট সময়ে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তা ঐ সময়ের বর্গের সমানুপাতিক।

দূরত্ব $\propto$ (পতনকাল)^2

$\Rightarrow h \propto t^2$

১ম সেকেন্ডে উচ্চতা $h \times 1^2 = h$ হয়, তাহলে ২য় সেকেন্ডে উচ্চতা $h \times 2^2 = 4h$ হবে।

সুতরাং গাণিতিক সম্পর্ক, $\frac{h_1}{t_1^2} = \frac{h_2}{t_2^2} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ (constant)

*** ২। প্রমাণ কর যে, $v^2 = u^2 + 2as$ (যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

বাকাশিবো- ১৯৯৮, ৯৯, ০২'পরি, ০৩, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪'পরি, ১৫, ২১, ২২, ২২'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ ধরি, একটি বস্তু a সমত্বরণে গতিশীল। সময় গণনার শুরুতে অর্থাৎ t = 0 এর আদিবেগ u হয়। নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম করার যে কোন সময় t পর শেষবেগ v প্রাপ্ত হলে,

গড়বেগ, $\bar{v} = \frac{s}{t}$

$\Rightarrow \frac{u+v}{2} = \frac{s}{t}$

$\Rightarrow s = \frac{u+v}{2} \times t$ .... (i)

ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

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

$\therefore t = \frac{v-u}{a}$ (i) সমীকরণে বসিয়ে পাই,

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

$\Rightarrow s = \frac{v^2-u^2}{2a}$

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

$\Rightarrow v^2 = u^2 + 2as$ (**Proved.**)

***** ৩। প্রমাণ কর যে, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$ (যেখানে প্রতীক গুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)** বাকাশিবো- ২০০২, ০৩'পরি, ০৪'পরি, ০৫,০৬'পরি, ১৯, ২৩, ২৩'পরি, ২৫

উত্তর ঃ ধরি, একটি বস্তু a সমত্বরণে গতিশীল। সময় গণনার শুরুতে অর্থাৎ $t = 0$ এর আদিবেগ u হয়। নির্দিষ্ট দূরত্ব অতিক্রম করার যে কোন সময় t পর শেষবেগ v প্রাপ্ত হলে,

গড়বেগ,

$$\bar{v} = \frac{s}{t}$$

$$\Rightarrow \frac{u+v}{2} = \frac{s}{t}$$

$$\Rightarrow s = \frac{u+v}{2} \times t \quad .....(i)$$

ত্বরণ, $a = \frac{v-u}{t}$

$$\Rightarrow v - u = at$$

$$\Rightarrow v = u + at$$

∴ v এর মান (i) নং এ বসিয়ে

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

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

$$\Rightarrow s = \left(\frac{2u}{2} + \frac{at}{2}\right) \times t$$

$$\Rightarrow s = \left(u + \frac{at}{2}\right) \times t$$

$$\therefore s = ut + \frac{1}{2}at^2$$

**** ৪. প্রমাণ কর যে, $S_{th} = u + \frac{1}{2}f(2t-1)$ (যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)** বাকাশিবো- ২০১১'পরি, ১২, ১৩

উত্তর ঃ ধরি, একটি বস্তু a সমত্বরণে গতিশীল,

বস্তুর আদিবেগ = u.

গতিশীল থাকা অবস্থায় কোনো এক বিশেষ সেকেন্ডে বস্তুর অতিক্রান্ত দূরত্ব S_{th}.

t- সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব S_{th}

ইহা বস্তুর t সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব হতে (t-1) সেকেন্ডের অতিক্রান্ত দূরত্বের বিয়োগফলের সমান।

S_{th} = t sec এ অতিক্রান্ত দূরত্ব - (t-1) সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব

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

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

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

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

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

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

$$S_{th} = u + \frac{1}{2}a(2t-1) \quad \textbf{(Proved.)}$$

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। দেখাও যে, ভূপৃষ্ঠ হতে সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে যে সময় লাগে নামতেও একই সময় লাগে।** বাকাশিবো- ২০০২, ১০, ১২

উত্তর ঃ ধরি, ভূপৃষ্ঠ হতে সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে সময় $= t_1\ sec$, সর্বোচ্চ উচ্চতা হতে ভূপৃষ্ঠে নামতে সময় $= t_2$ sec

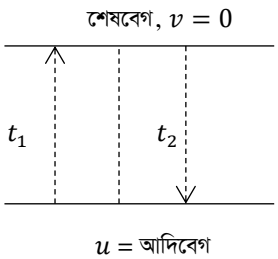
আদিবেগ $= u\ m/s$

শেষবেগ, $v = 0\ m/s$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় বস্তুর শেষবেগ শূন্য হয়ে যায়। উঠা ও নামার মোট সময় = T sec

অভিকর্ষজ ত্বরণ $= g\ m/s^2$

∴ আমরা জানি



$$v = u + (-g)t_1$$
$$\Rightarrow 0 = u - gt_1$$
$$\Rightarrow gt_1 = u$$
$$\Rightarrow t_1 = u/g$$

সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে সময় , $t_1 = \frac{u}{g}$ sec .....(i)

আবার, যে জায়গা থেকে উঠবে সে জায়গায় নামলে h = 0 হয়

$$h = uT - \frac{1}{2}gT^2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}gT^2 = uT$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}gT = u$$

$$\Rightarrow T = \frac{2u}{g} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\text{(ii)}$$

∴ বস্তুটির সর্বোচ্চ উচ্চতা থেকে নামতে সময়,

$$t_2 = T - t_1$$

$$= \frac{2u}{g} - \frac{u}{g}$$

$$\therefore t_2 = \frac{u}{g} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(iii)}$$

অতএব সমীকরণ (i) ও (iii) হতে দেখা যায় যে, ভূপৃষ্ঠ হতে সর্বোচ্চ উচ্চতায় উঠতে ও নামতে একই সময় লাগে। **(দেখানো হলো)**

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। একটি বস্তু 10 সেকেন্ডে 500 মিটার এবং 10th সেকেন্ডে 77 মিটার দূরত্ব যায়। বস্তুটি 5 সেকেন্ডে ও 5th সেকেন্ডে কত দূর যাবে?**

DUET: 02-03, বাকাশিবো- ২০০৬'পরি, ০৭, ০৯, ১৩'পরি, ১৮, ১৮'পরি, ১৯'পরি, ২০

সমাধান ঃ ১ম শর্ত, সময় $t = 10$ sec ও দূরত্ব $s = 500$

আমরা জানি, $s = ut + \frac{1}{2}at^2$

$$\Rightarrow 500 = u \times 10 + \frac{1}{2} \times a \times 10^2$$

$\Rightarrow 500 = 10u + 50a$

$\Rightarrow 10u + 50a = 500 - - - -(1)$

২য় শর্ত, 10 তম সেকেন্ডে অতিক্রান্ত দূরত্ব $= 77\ m$

Again, $S_{th} = u + \frac{1}{2}a(2t - 1)$

$\Rightarrow 77 = u + \frac{1}{2} \times a(2 \times 10 - 1)$

$\Rightarrow u + 9.5a = 77$ .....(ii)

(i) & (ii) হতে পাই,

$u = 20\ ms^{-1}$

$a = 6\ ms^{-2}$

যখন, t = 5 sec তখন দূরত্ব

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

$$= (20 \times 5) + \left(\frac{1}{2} \times 6 \times 5^2\right)$$

$= 175$ m (**Ans.**)

5-তম সেকেন্ডে দূরত্ব

$$S_{th} = u + \frac{1}{2}a(2t - 1)$$

$$= 20 + \frac{1}{2} \times 6 \times (2 \times 5 - 1)$$

$= 47$m (**Ans.**)

২। স্থির অবস্থা থেকে একটি গাড়ি যাত্রা শুরু করে 2 মিনিটে ঘন্টায় 45 km বেগ প্রাপ্ত হয়। গাড়িটির ত্বরণ কত? ঐ সময়ে অতিক্রান্ত দূরত্ব বের কর।

বাকাশিবো- ২০০৩, ০৫, ১২'পরি, ১৪

সমাধান ঃ Given, আদিবেগ, $u = 0\ ms^{-1}$

সময়, $t = 2$ min

$= 2 \times 60 \text{ sec} = 120 \text{ sec}$

শেষবেগ, $v = 45 \text{ km/h}$

$= \frac{45 \times 1000}{3600} \text{ m/s}$ $\left[\begin{matrix} 1\text{km} = 1000 \text{ m} \\ 1\text{hr} = 3600 \text{ sec} \end{matrix}\right]$

$= 12.5 \text{ ms}^{-1}$

ত্বরণ $f = ?$

দূরত্ব $s = ?$

We Know, $v = u + ft$

বা, $ft = v - u$

বা, $f = \frac{v-u}{t}$

$= \frac{12.5-0}{120}$

$\therefore f = 0.1042\, ms^{-2}$ **(Ans)**

আবার, $s = \bar{v}t$

বা, $s = \left(\frac{v+u}{2}\right).t$ $\left[\bar{v} = \frac{u+v}{t}\right]$

$= \frac{12.5+0}{2} \times 120$

$\therefore s = 750\, m$ **(Ans)**

৩। $40\ m/s$ বেগে চলমান একটি গাড়িকে ব্রেক করে 10 সেকেন্ডে থামিয়ে দেয়া হলো। গাড়িটির মন্দন ও অতিক্রান্ত দূরত্ব বের কর।

বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১২, ১৯

সমাধান ঃ Given,

আদিবেগ, $u = 40\ ms^{-1}$

শেষবেগ, $v = 0$

সময়, $t = 10\ sec$

মন্দন $f = ?$

দূরত্ব $s = ?$

We Know,

$v = u - ft$ [মন্দন]

বা, $0 = 40 - f \times 10$

বা, $10f = 40$

$\therefore f = \frac{40}{10} = 4\ m/s^2$ **(Ans)**

আবার, $s = ut - \frac{1}{2}ft^2$

$= 40 \times 10 - \frac{1}{2} \times 4 \times (10)^2$

$= 400 - 200$

$\therefore s = 200\ m$ **(Ans)**

অধ্যায়-৪ বৃত্তাকার গতি

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. কেন্দ্রমুখী বলের সংজ্ঞা দাও।**

বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১২, ১৩'পরি, ১৫, ১৮'পরি, ২০, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ যখন কোন বস্তু বৃত্তাকার পথে ঘুরতে থাকে তখন, ঐ বৃত্তের কেন্দ্রের অভিমুখে যে লব্ধি বল ক্রিয়া করে বস্তুটিকে বৃত্তাকার পথে গতিশীল রাখে তাকে কেন্দ্রমুখী বল বলে।

***** ২. প্রজেক্টাইল বা প্রক্ষেপক বা প্রাস কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ১২, ১২'পরি, ১৭, ১৮, ১৯'পরি, ২০

উত্তর ঃ কোন বস্তুকে অনুভূমিকের সাথে তীর্যকভাবে কোন স্থানে নিক্ষেপ করা হলে তাকে প্রজেক্টাইল বা প্রক্ষেপক বা প্রাস বলে।

**** ৩. কৌণিক বেগের মাত্রা সমীকরণটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৮'পরি, ১৯'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ কৌণিক বেগের মাত্রা হচ্ছে কোণ ÷ সময় এর মাত্রা

∴ কৌণিক বেগ = কোণ ÷ সময় = চাপ ÷ ব্যাসার্ধ × সময়

$$\therefore\ [\omega] = \left[\frac{L}{L\times T}\right] = [T^{-1}]$$

***** ৪. কৌণিক বেগের একক গুলো লেখ।**

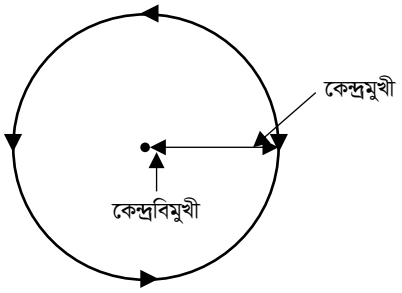
বাকাশিবো- ২০০৫, ০৯'পরি, ১৩, ১৬'পরি, ১৯

উত্তর ঃ কৌণিক বেগের একক গুলো হলো ঃ রেডিয়ান/সেকেন্ড (rad/sec), ডিগ্রী/সেকেন্ড (deg/sec), গ্র্যাডিয়ান/সেকেন্ড (g/sec).

***** ৫. কেন্দ্রবিমুখী বা কেন্দ্রাতিগ বা অপকেন্দ্রিক বল কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১২, ১৩, ১৫, ১৮, ২০

উত্তর ঃ যে বল বৃত্তের কেন্দ্রের উপর ব্যাসার্ধ বরাবর কেন্দ্রের বাইরে দিকে ক্রিয়া করে তাকে কেন্দ্রবিমুখী বা অপকেন্দ্রিক বল বলে।



**** ৬. এককসহ টর্ক এর সংজ্ঞা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১১, ১২'পরি, ১৫

উত্তর ঃ ঘূর্ণায়মান কোন কণার ব্যাসার্ধ ভেক্টর এবং কণার উপর প্রযুক্ত বলের ভেক্টর গুণফলকে টর্ক বলে।

ইহার এস.আই একক ঃ নিউটন-মিটার (N-m)

*** ৭. প্রাসের গতিপথ কিরূপ?**

উত্তর ঃ প্রাসের গতিপথ হচ্ছে একটি অধিবৃত্ত বা parabola.

***** ৮. কৌণিক ত্বরণের মাত্রা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১২, ১৩'পরি, ১৫'পরি, ১৮'পরি, ২০

উত্তর ঃ কৌণিক ত্বরণ = কৌণিক বেগ ÷ সময়

= কোণ ÷ (সময়×সময়)

= চাপ ÷ (ব্যাসার্ধ×সময়^{২})

$= \frac{L}{L \times T^2}$

$\therefore \alpha = [\frac{1}{T^2}]$ বা $[T^{-2}]$

৯। প্রাস কী? অথবা, প্রক্ষেপক কাকে বলে? বাকাশিবো- ২০২২, ২২'পরি, ২৫

উত্তর ঃ যে বস্তু নিক্ষেপের পর কেবল মাধ্যাকর্ষণ বলের প্রভাবে চলে, তাকে প্রাস বা প্রক্ষেপক বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. রৈখিক বেগ ও কৌণিক বেগের মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর। অথবা, $v = \omega r$ প্রমাণ কর।** বাকাশিবো- ২০০২,০৪, ০৮,০৯, ১২'পরি, ১৩'পরি, ১৪, ১৫, ১৬, ১৭, ১৭'পরি, ১৮'পরি, ২০, ২০'পরি, ২৩, ২৩'পরি

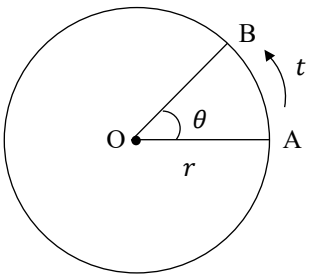
উত্তর ঃ মনে করি, একটি বস্তু কণা r ব্যাসার্ধবিশিষ্ট একটি বৃত্তের পরিধি বরাবর ω সমকৌণিক বেগে ঘুরছে। যদি T সেকেন্ডে কণাটি বৃত্তের পরিধি একবার ঘুরে আসে, তবে কৌণিক বেগ

$$\omega = \frac{\text{কৌণিক দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{2\pi}{T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi}{\omega} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(i)}$$

এখন, যদি বৃত্তাকার পথে না ঘুরে কণাটি v বেগে একই সময়ে সরলরেখার বৃত্তের পরিধির সমান পথ T সময়ে অতিক্রম করে,

$$\text{তবে, } v = \frac{\text{রৈখিক দূরত্ব}}{\text{সময়}} = \frac{\text{পরিধি}}{\text{সময়}}$$



$$\Rightarrow v = \frac{2\pi r}{T}$$

$$\Rightarrow T = \frac{2\pi r}{v} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \text{(ii)}$$

$$\therefore \text{(i) ও (ii) হতে, } \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi r}{v}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\omega} = \frac{r}{v}$$

$$\Rightarrow v = \omega r$$

অর্থাৎ, রৈখিক বেগ = কৌণিক বেগ × ব্যাসার্ধ (**প্রমাণিত**)

*** ২. ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র বিবৃত কর।**

উত্তর ঃ বিবৃতি ঃ কোন কণার ওপর প্রযুক্ত নীট টর্ক শূন্য হলে কণাটির কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষিত থাকে।

আমরা জানি, $L = I\omega$

ধরি, কণার জড়তার ভ্রামক = I

কৌণিক বেগ = ω

কৌণিক ভরবেগ = L

কৌণিক ত্বরণ = α

প্রযুক্ত টর্ক = τ

একে সময়ের সাপেক্ষে অন্তরীকরণ করে পাই,

$$\frac{dL}{dt} = \frac{d}{dt}(I\omega)$$

$$\Rightarrow \frac{dL}{dt} = I\frac{d}{dt}(\omega)$$

$$\Rightarrow \frac{dL}{dt} = I\alpha \qquad \left[\frac{d\omega}{dt} = \alpha\right]$$

$$\Rightarrow L = I\alpha \qquad \left[\frac{dL}{dt} = L\right]$$

যদি L = 0 হয়,

$$0 = \frac{dL}{dt}$$

$\Rightarrow$ dL = ধ্রুবক = L

সুতরাং, প্রযুক্ত টর্ক শূন্য হলে কৌণিক ভরবেগ ধ্রুবক থাকে, অর্থাৎ সংরক্ষিত হয়। এটাই কৌণিক ভরবেগের সংরক্ষিত সূত্র।

*** ৩. কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগের পার্থক্য গুলো লেখ।

বাকাশিবো- ২০০৮, ১৮'পরি, ২১'পরি, ২২, ২২'পরি, ২৫

উত্তর ঃ কৌণিক বেগ ও রৈখিক বেগের মধ্যে পার্থক্য নিম্নে তুলে ধরা হলো-

কৌণিক বেগ	রৈখিক বেগ
i. কৌণিক পথে একটি বস্তুর কৌণিক সরণ এর হারকে কৌণিক বেগ বলে।	i. নির্দিষ্ট দিকে রৈখিক পথে কোন একটি বস্তুর স্থান পরিবর্তনের হারকে রৈখিক বেগ বলে।
ii. একক সময়ে অতিক্রান্ত কৌণিক দূরত্ব দ্বারা কৌণিক বেগ পরিমাপ করা হয়।	ii. একক সময়ে অতিক্রান্ত রৈখিক দূরত্ব দ্বারা রৈখিক বেগ পরিমাপ করা হয়।
iii. ইহাকে ω দ্বারা প্রকাশ করা হয়।	iii. ইহাকে v দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
iv. ইহার সমীকরণ [$\omega = \frac{\theta}{t}$]	iv. ইহার সমীকরণ [$v = \frac{s}{t}$]
v. **একক** ঃ রেডিয়ান/সে., ডিগ্রি/সে. এবং গ্রেডিয়ান/সে.।	v. **একক** ঃ ফুট/সে, সেমি/সে, এবং মিটার/সে
vi. রৈখিক বেগকে ব্যাসার্ধ দ্বারা ভাগ করলে কৌণিক বেগ পাওয়া যায়, $\omega = \frac{v}{r}$	vi. কৌণিক বেগকে ব্যাসার্ধ দ্বারা গুণ করলে কৌণিক বেগ পাওয়া যায়, $v = \omega r$
vii. সমকৌণিক বেগে চললেও তার রৈখিক ত্বরণ থাকে।	vii. বস্তু সমরৈখিক বেগে চললে তার রৈখিক ত্বরণ থাকে না।
viii. ঘূর্ণায়মান কোন বস্তুর বিভিন্ন কণার কৌণিক বেগ সর্বদা একই থাকে।	viii. আবর্তনরত কোন একটি বস্তুর বিভিন্ন কণার রৈখিক বেগ বিভিন্ন হয়।

**** ৪. প্রমাণ কর যে, দৈর্ঘ্য = ব্যাসার্ধ × কৌণিক দূরত্ব (রেডিয়ানে)**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১২

উত্তর ঃ মনে করি একটি বস্তুকণা বৃত্তাকার পথে t সময়ে A অবস্থান হতে B অবস্থানে পৌঁছে। বস্তুকণার বৃত্তের পরিধি বরাবর অতিক্রান্ত দূরত্ব AB = S রৈখিক দূরত্ব এবং বৃত্তের কেন্দ্রে θ পরিমাণ কৌণিক দূরত্ব অতিক্রম করছে। ধরি, বৃত্তের ব্যাসার্ধ r, বৃত্তের ব্যাসার্ধের সমান বৃত্তচাপ কেন্দ্রে যে পরিমাণ কোণ তৈরি করে তাকে এক রেডিয়ান বলে।

∴ উৎপন্ন কোণ = বৃত্তচাপ ÷ ব্যাসার্ধ

$$\Rightarrow \theta = \frac{s}{r}$$

$$\Rightarrow s = r \times \theta$$

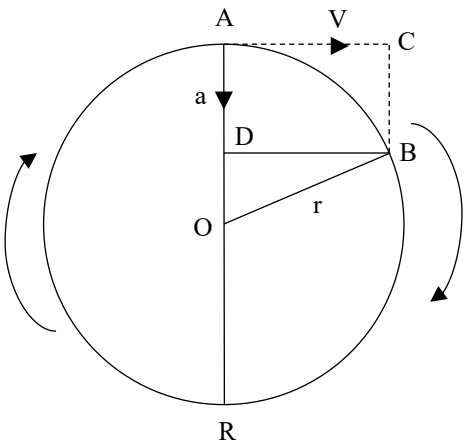
অর্থাৎ দৈর্ঘ্য = ব্যাসার্ধ × কৌণিক দূরত্ব (রেডিয়ানে প্রমাণিত)

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. কেন্দ্রমুখী বলের রাশিমালা প্রতিপাদন কর।** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১৩, ১৩'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ১৯, ১৯'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৫

অথবা, দেখাও যে কেন্দ্রমুখী বল, $F = m\frac{v^2}{r}$ (এখানে চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে)

উত্তর ঃ মনে করি, m ভর বিশিষ্ট একটি বস্তু কণা O বিন্দুকে কেন্দ্র করে r ব্যাসার্ধ বিশিষ্ট একটি বৃত্তাকার পথ ABRA-এ v সমবেগে ঘুরতে ঘুরতেই A বিন্দুতে পৌঁছালো। যদি বস্তুকণার উপর কেন্দ্রমুখী বল না থাকত তবে A থেকে C এর দিকে অগ্রসর হত।



ধরি, t সময়ে A থেকে C এর দূরত্ব,

AC = বেগ × সময়

= v × t ..... (i)

কিন্তু, যেহেতু বস্তুকণার উপরে কেন্দ্রমুখী বল ক্রিয়া করেছে। বস্তু A থেকে C তে না গিয়ে, A থেকে C বিন্দুতে এসে AOR ব্যাসের CB সমান্তরাল এর সমান দূরত্ব অতিক্রম করে তা গণ্য করা যায়।

কাজেই A হতে অতি অল্প t সময়ে B তে যাওয়ার অর্থ উক্ত সময়ে বেগের জন্য AC দূরত্ব ও ত্বরণের জন্য C হতে AC এর সমকোণে CB এর সমান দূরত্ব অতিক্রম করে।

$\therefore CB = ut + \frac{1}{2}at^2$

$= 0 + \frac{1}{2}at^2 \quad [u = 0]$

$= \frac{1}{2}at^2$ ..... (ii)

ACBD একটি আয়তক্ষেত্র কারণ AC||BD এবং CB||AD এবং কোণগুলো সমকোণ অর্থাৎ, 90°

$\therefore$ ΔOBD সমকোণী ত্রিভুজ,

$\left(\begin{array}{l} \therefore BD = AC = vt \\ \therefore AD = CB = \frac{1}{2}at^2 \\ \therefore OB = OA = r \end{array}\right)$

$OB^2 = BD^2 + OD^2$

$\Rightarrow OB^2 = BD^2 + (AO - AD)^2$

$\Rightarrow OB^2 = BD^2 + AO^2 - 2.AO.AD + AD^2$

$\Rightarrow r^2 = (vt)^2 + r^2 - 2.r.\frac{1}{2}.a.t^2 + (\frac{1}{2}at^2)^2$

$\Rightarrow r^2 - r^2 = v^2t^2 - r.a.t^2 + \frac{1}{4}a^2t^4$

$\Longrightarrow 0 = t^2(v^2 - ra + \frac{1}{4}a^2t^2)$

$\Rightarrow v^2 - ra + \frac{1}{4}a^2t^2 = \frac{0}{t^2}$

$\Longrightarrow v^2 - ra + \frac{1}{4}a^2t^2 = 0$

$\Longrightarrow v^2 - ra + \frac{1}{4}a^2.0 = 0$ [$\therefore t$ অতি ক্ষুদ্র তাই $t = 0$ ধরে]

$\Longrightarrow a = \frac{v^2}{r}$ = কেন্দ্রমুখী ত্বরণ

∴ কেন্দ্রমুখী বল= ভর ×কেন্দ্রমুখী ত্বরণ

$\Longrightarrow F = m \times a$

$= m \times \frac{v^2}{r}$

$\therefore F = m\frac{v^2}{r}$ **(Proved)**

প্রিয় শিক্ষার্থী, তোমার প্রশ্নে যদি-

১. $a = \frac{v^2}{r}$ প্রমাণ বলে

২. $a = \frac{(\omega r)^2}{r} = \frac{\omega^2 r^2}{r} = \omega^2 r$ প্রমাণ বলে

৩. $F = m\frac{v^2}{r}$ প্রমাণ বলে

৪. $F = m\frac{v^2}{r} = m\frac{(\omega r)^2}{r} = m\frac{\omega^2 r^2}{r} = m\omega^2 r$ প্রমাণ করতে বলে

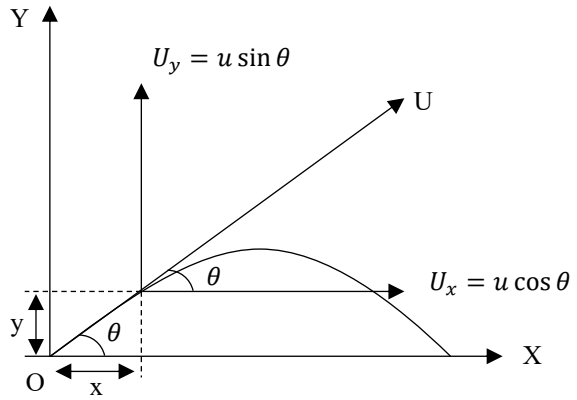
[* তাহলে উপরোক্ত প্রমাণটি পড়লেই হবে। প্রমাণে যে পর্যন্ত চাইবে সে পর্যন্ত করলেই হবে।]

***** ২. দেখাও যে প্রাসের গতিপথ অধিবৃত্তাকার।**

বাকাশিবো- ২০১১, ১৩, ১৪,১৫, ১৬, ১৭, ,২০, ২০'পরি, ২১'পরি, ২৩, ২৩'পরি , ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ মনে করি, একটি বস্তু কণাকে O বিন্দু হতে U আদিবেগে অনুভূমিকের সাথে θ কোণে তির্যকভাবে নিক্ষেপ করা হল।

ধরি, গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দুতে,



আদিবেগ = u

সময় = t

অভিকর্ষজ ত্বরণ = g

উৎপন্ন কোণ = θ

শেষবেগ = v

এখন, অনুভূমিক দূরত্ব,

$$x = U_x t + \frac{1}{2}gt^2$$

$$\Rightarrow x = ucos\theta \times t + \frac{1}{2} \times 0 \times t^2$$

$$\Rightarrow x = ucos\theta \times t$$

$$\Rightarrow t = \frac{x}{ucos\theta} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(i)$$

আবার উল্লম্ব দূরত্ব,

$$y = U_x t - \frac{1}{2}gt^2$$

$$= usin\theta \times \frac{x}{ucos\theta} - \frac{1}{2} \times g \times \left(\frac{x}{ucos\theta}\right)^2$$

$$= x\ \frac{sin\theta}{cos\theta} - \frac{1}{2} \times g \times \frac{x^2}{u^2 \cos^2 \theta}$$

$$= xtan\theta - g \times \frac{x^2}{2u^2 \cos^2 \theta}$$

[u, θ, g ধ্রুবক হলে tanθ এবং $\frac{x^2}{2u^2 \cos^2 \theta}$ ধ্রুবক হবে]

ধরি, tanθ = b এবং $\frac{g}{2u^2 \cos^2 \theta} = c$ হয়

$\Rightarrow\ y = x \times b - c \times x^2$

$\Rightarrow\ y = bx - cx^2$ যা একটি অধিবৃত্তের সমীকরণ।

অতএব, প্রাসের গতিপথ হচ্ছে একটি অধিবৃত্ত বা প্যারাবোলা।

(দেখানো হলো)

অধ্যায়-৫ বল ও ঘর্ষণ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. বলের মাত্রা সমীকরণ লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১৫, ১৭, ১৭'পরি, ১৮, ১৮'পরি, ২০, ২২, ২২'পরি

উত্তর ঃ আমরা জানি,

$$\text{বল} = \text{ভর} \times \text{ত্বরণ}$$

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$$

$$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}^{২}}$$

$$[F] = [M] \times \frac{[L]}{[T^2]}$$

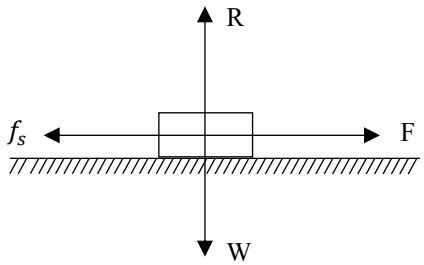
$$= [MLT^{-2}]$$

***** ২. স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১২, ১২'পরি, ১৬, ১৭'পরি, ১৮, ১৮'পরি', ২০

উত্তর ঃ পরস্পরের সংস্পর্শে অবস্থিত দুইটি বস্তুর সীমা ঘর্ষণ (f_s) ও অভিলম্ব প্রতিক্রিয়া (R) এর অনুপাতকে স্থিতিঘর্ষণ গুণাঙ্ক বলে।

$$\text{স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক}, \mu_s = \frac{f_s}{R}$$



***** ৩. সীমান্ত ঘর্ষণ কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৩, ০৬, ০৭, ১২'পরি, ১৯'পরি, ২০, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ পরস্পরের সংস্পর্শে অবস্থিত দুটি বস্তুর একটি অপরটির উপর দিয়ে গতিশীল হবার পূর্ব মুহূর্তে উহার গতিকে বাধা দেবার জন্য যে ঘর্ষণ বল ক্রিয়া করে তাকে সীমান্ত ঘর্ষণ বলা হয়।

***** ৪. বলের একক নিউটন ও ডাইনের মাঝে সম্পর্ক লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৩, ১১, ১৩, ১৪, ১৫, ১৭'পরি, ১৯'পরি

উত্তর ঃ $1\ N = 1\ kg - m/s^2$

$= 1\ \text{kg} \times 1\ \text{m/s}^2$

$= 1000\text{gm} \times 100\ \text{cm/s}^2$

$= 10^5\ \text{gm cm s}^{-2}$

$= 10^5$ dyne.

৫. নিউটন ও ডাইন এবং নিউটন ও পাউন্ডাল এর মধ্যে সম্পর্ক প্রকাশ কর।

DUET 2005-06, বাকাশিবো- ২০২১'পরি,২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি, ২৫

উত্তর ঃ

নিউটন ও ডাইন এর মধ্যে সম্পর্ক ঃ

$1\ \text{Newton} = 1\ \text{kg} \times \text{m/sec}^2$

$= 1000\ \text{gm} \times 100\ \text{cm/sec}^2$

$= 1000 \times 100(1\ \text{gm} \times 1\ \text{cm/sec}^2)$

$= 10^5\ \text{Dyne}$

নিউটন ও পাউন্ডাল এর মধ্যে সম্পর্ক ঃ

$$1 \text{ Newton} = 1 \text{ kg} \times \text{m/sec}^2$$
$$= 2.205 \text{ lb} \times 3.28 \text{ ft/sec}^2$$
$$= 2.205 \times 3.28 \, (1 \text{ lb} \times 1 \text{ ft/sec}^2)$$
$$= 7.2324 \text{ poundal}$$

*****৬. ভরবেগের নিত্যতার সূত্রটি লেখ ।** বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৭, ১২'পরি, ১৯

উত্তর ঃ একাধিক বস্তুতে ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বল ছাড়া অন্য কোনো বল না থাকলে, যে কোনো এক দিকে তাদের মোট ভরবেগের কোন পরিবর্তন হবে না। একে ভরবেগের নিত্যতার সূত্র বলে।

∴আদি ভরবেগ = শেষ ভরবেগ

বা, $P_i = P_f$

***** ৭. এক নিউটন বল বলতে কি বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০৩, ০৬, ০৯, ০৯, ১২'পরি, ১৭

উত্তর ঃ যে পরিমাণ বল 1kg ভরের কোন বস্তুর উপর ক্রিয়া করে $1ms^{-2}$ ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে 1N বলে।

***** ৮. ঘর্ষণ কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ০৮, ১২, ১৩'পরি, ১৬'পরি

উত্তর ঃ দুটি বস্তু পরস্পরের সংস্পর্শে থেকে যদি একটির ওপর দিয়ে অপরটি চলার চেষ্টা করে তাহলে বস্তুদ্বয়ের স্পর্শ তলে এই গতির বিরুদ্ধে একটা বাধার উৎপত্তি হয়, এই বাধাকে ঘর্ষণ বলে।

*** ৯. মৌলিক বল চারটির নাম লেখ।** বাকাশিবো- ২০১১, ১৬

উত্তর ঃ চারটি মৌলিক বল হলো ঃ

- মহাকর্ষ বল (Gravitational force)
- তড়িৎ চৌম্বক বল (Electromagnetic force)
- সবল নিউক্লীয় বল (Strong Nuclear force)
- দূর্বল নিউক্লীয় বল (Weak Nuclear force)

***** ১০. বলের ঘাত কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০১১'পরি, ১২, ১৩'পরি, ১৪, ১৫'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ কোন বল ও বলের ক্রিয়াকালের গুণফলকে ঐ বলের ঘাত বলে।

অর্থাৎ, বলের ঘাত = বল × শুরু থেকে শেষ পর্যন্ত ক্রিয়াকাল

বা, $J = F \times \Delta t$

***১১. 10 কেজি ভরের একটি বস্তুর উপর কত বল প্রয়োগ করলে এর ত্বরণ 5 মি./সে^{২} হয়?** বাকাশিবো- ২০০৯, ১৫

উত্তর ঃ আমরা জানি,

$F = ma$
$= 10 \times 5$
$= 50$ N

দেওয়া আছে, ভর $m = 10$ kg
ত্বরণ $a = 5$ মি./সে^{২}
বল $F = ?$

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. নিউটনের গতির দ্বিতীয় সূত্র হতে প্রথম সূত্র প্রতিপাদন কর।**

বাকাশিবো- ২০০৩, ০৮'পরি, ১২, ১৩, ১৪, ১৯'পরি, ২০'পরি, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ ধরি, m ভরের একটি বস্তুর আদিবেগ u অভিমুখে F মানের একটি ধ্রুব বল t সেকেন্ডে ক্রিয়া করায় শেষবেগ v হল।

$$F = ma$$

$$\therefore F = m \times \left(\frac{v-u}{t}\right) \ldots\ldots \left[v = u + at, \therefore a = \frac{v-u}{t}\right]$$

$$\Rightarrow 0 = m \times \left(\frac{v-u}{t}\right)$$

$$\Rightarrow 0 \times \left(\frac{t}{m}\right) = (v - u)$$

$$\Rightarrow 0 = v\text{-}u \quad [\because m \neq 0]$$

$$v = u$$

বস্তুর উপর বাহির হতে কোন বল ক্রিয়া না করলে বস্তু প্রাথমিক অবস্থায় থাকবে। কাজেই গতি সম্বন্ধীয় দ্বিতীয় সূত্র হতে প্রথম সূত্রটি প্রমাণিত হলো।

***** ২. নিউটনের গতি বিষয়ক সূত্র গুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০১, ০২, ০৩, ০৬'পরি, ০৭, ০৮'পরি, ০৯, ১২, ১৩, ১৪,১৫'পরি, ১৮'পরি, ১৯'পরি, ২০'পরি, ২১, ২২, ২২'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ ১৬৮৭ সালে স্যার আইজ্যাক নিউটন তার অমর গ্রন্থ ন্যাচারালিস ফিলোসোফিয়া প্রিন্সিপিয়া ম্যাথমেটিকা" তে বস্তুর ভর, গতি ও বলের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে তিনটি সূত্র প্রকাশ করেন। এ তিনটি সূত্র নিউটনের গতি সূত্র নামে পরিচিত।

প্রথম সূত্র ঃ বাহ্যিক বল প্রয়োগে বস্তুর অবস্থার পরিবর্তন করতে বাধ্য না করলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির থাকবে এবং গতিশীল বস্তু সমবেগে সরলপথে চলতে থাকবে।

দ্বিতীয় সূত্র ঃ বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার তার উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক এবং বস্তু যেদিকে ক্রিয়া করে বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনও সেদিকে ঘটে।

তৃতীয় সূত্র ঃ প্রত্যেক ক্রিয়ারই একটা সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে।

***** ৩. ঘর্ষণের সুবিধা ও অসুবিধা গুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৪'পরি, ১১, ১২, ১৫'পরি, ১৮, ১৯'পরি, ২২, ২২'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ সুবিধাসমূহ ঃ ঘর্ষণজনিত বাধা থাকার ফলে আমাদের পক্ষে নিম্নোক্ত কাজগুলো করা সম্ভব হচ্ছে,

- রাস্তায় হাটাচলা ।
- হাত দিয়ে কোন কিছু ধরে রাখা।
- গাড়ি থামানো।
- দেয়ালে মই লাগানো।
- দেয়ালে পেরেক আটা।
- দিয়াশলাইয়ের কাঠি জ্বালানো।
- বেল্টের সাহায্যে কোন যন্ত্রপাতি ঘুরানো।
- সেতারে ঝঙ্কার তোলা।

অসুবিধাসমূহ ঃ

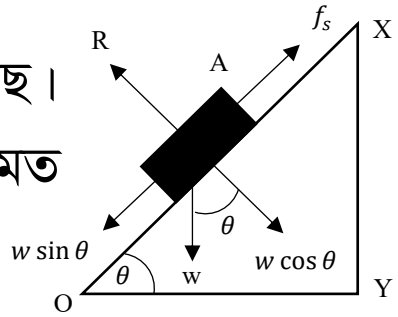
- গতিশক্তি কমে যায়, এতে শক্তির অপচয় হয়।

- মেশিনের যন্ত্রপাতি ক্ষয়প্রাপ্ত হয়।
- ঘর্ষণের ফলে অনাবশ্যক তাপ উৎপাদনের ফলে যন্ত্রের ক্ষতি হয়।

***** ৪. দেখাও যে, স্থিতি ঘর্ষণ গুণাঙ্ক, স্থির কোণের ট্যানজেন্ট এর সমান।**

বাকাশিবো- ২০০২'পরি, ০৫, ০৭, ০৮, ০৯, ১১, ১২'পরি, ১৩, ১৫, ১৬, ১৭, ১৮'পরি', ১৯, ২১,২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি, ২৫

উত্তর ঃ অনুভূমিকের সাথে কোন তল যে কোণ উৎপন্ন করলে, আনত তলের উপরস্থ কোন বস্তু গতিশীল হওয়ার উপক্রম হয়, সেই কোণকে ঐ তলে বস্তুটির স্থিতি কোণ বলে।



চিত্রে A ব্লকটি OX আনত তলের ওপর বসানো আছে। অনুভূমিক রেখার সাথে OX তলের আনতি ইচ্ছামত পরিবর্তন করা যায়।

ব্লকের ওজন = w

স্থিতি ঘর্ষণ বল = f_s

আনতি = θ

ঘর্ষণাঙ্ক = μ_s

অনুভূমিক উপাংশ, $f_s = w \sin\theta$ .....(i)

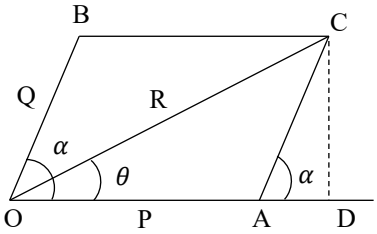
উল্লম্ব উপাংশ, $R = w \cos\theta$ .....(ii)

$\therefore$[(i)÷(ii)] হতে পাই, $\frac{f_s}{R} = \frac{w \sin\theta}{w \cos\theta}$

বা, $\mu_s = \frac{f_s}{R} = \tan\theta$

$\therefore \mu_s = \tan\theta$ (প্রমাণিত)

**** ৫. বলের সামান্তরিকের সূত্রটি লেখ।**



উত্তর ঃ যদি একটি সামান্তরিকের কোন কৌণিক বিন্দু থেকে অঙ্কিত দুটি সন্নিহিত বাহু দ্বারা একই সময়ে ক্রিয়ারত দুটি বলের মান ও দিক নির্দেশ করে তাহলে ঐ বিন্দু থেকে অঙ্কিত সামান্তরিকের কর্ণটি বল দুটির লব্ধির মান ও দিক নির্দেশ করবে।

যদি, OACB সামান্তরিকের OA এবং OB দুটি সন্নিহিত বাহু হলে, কর্ণ OC-ই লব্ধি নির্দেশ করবে।

লব্ধির মান, $R = \sqrt{P^2 + Q^2 + 2PQ\cos\alpha}$

লব্ধির দিক, $\theta = \tan^{-1}\left(\frac{Q\sin\theta}{P+Q\cos\theta}\right)$

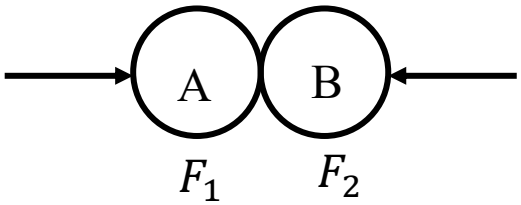
SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. ভরবেগের নিত্যতার সূত্র বর্ণনা কর এবং প্রমাণ কর।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ০৮, ১৩, ১৩'পরি, ১৬, ১৬'পরি, ১৯, ১৯'পরি, ২১, ২৩, ২৩'পরি, ২৫

উত্তর ঃ যখন কোন ব্যবস্থার উপর প্রযুক্ত কার্যকরী মোট বল শূন্য হয়, তখন এদের মোট ভরবেগের কোন পরিবর্তন হয় না। একেই ভরবেগের নিত্যতার সূত্র বলে।

প্রমাণ ঃ মনে করি, ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়ারত A ও B দুটি বস্তু এবং এতে বাইরের কোন বলের প্রভাব নেই। নিউটনের গতির তৃতীয় সূত্রানুসারে, A বস্তু B বস্তুর উপর যতখানি বল প্রয়োগ করবে, B বস্তু A বস্তুর উপর ঠিক ততখানি বল প্রয়োগ করবে এবং বল দুটি পরস্পর বিপরীতমুখী হবে।



$$\therefore\ F_1 = -F_2$$
$$\Rightarrow m_1 a_1 = -m_2 a_2$$
$$\Rightarrow m_1 \times \left(\frac{v_1 - u_1}{t}\right) = -m_2 \times \left(\frac{v_2 - u_2}{t}\right)$$
$$\Rightarrow m_1 \times (v_1 - u_1) = -m_2 \times (v_2 - u_2)$$
$$\Rightarrow m_1 v_1 - m_1 u_1 = -m_2 v_2 + m_2 u_2$$
$$\Rightarrow m_1 v_1 + m_2 v_2 = m_1 u_1 + m_1 u_2$$
$$\Rightarrow m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$
$$\Rightarrow m_1 u_1 + m_2 u_2 = m_1 v_1 + m_2 v_2$$

এখানে, A বস্তুর প্রযুক্ত বল $= F_1$ B বস্তুর প্রযুক্ত বল $= F_2$

A বস্তুর ভর $= m_1$ B বস্তুর ভর $= m_2$

A বস্তুর আদিবেগ $= u_1$ B বস্তুর আদিবেগ $= u_2$

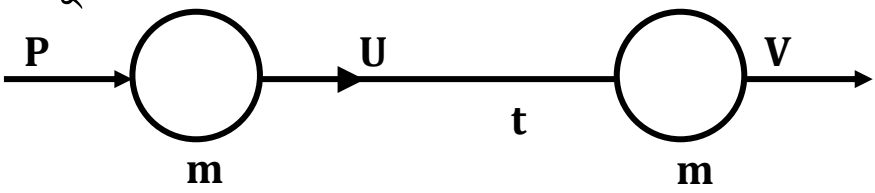
A বস্তুর শেষবেগ $= v_1$ B বস্তুর শেষবেগ $= v_2$

একমাত্রিক সময় $= t$

অর্থাৎ ক্রিয়ার পূর্বে ও পরে ভরবেগের সমষ্টি সর্বদা সমান থাকে। এটাই ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্র বা নিত্যতার সূত্র।

***** ২. প্রমাণ কর যে, $P = mf$, যেখানে প্রতীক গুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।** বাকাশিবো- ২০২৩,২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ নিউটনের দ্বিতীয় সূত্র ঃ বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার এর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।



ধরি, সমবল P এই বস্তুর উপর তার গতির দিকে t সময় ধরে ক্রিয়া করিলে বেগের পরিবর্তন হয়ে শেষবেগ v প্রাপ্ত হল।

∴ বস্তুর আদি ভরবেগ $= mu$

এবং বস্তুর শেষ ভরবেগ $= mv$

ভরবেগের পরিবর্তন $= mv - mu$

t সময়ে ভরবেগের পরির্বতনের হার $= \frac{mv-mu}{t}$

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

$= mf$

এখানে, বস্তুর ভর $= m$

আদিবেগ $= u$

শেষবেগ $= v$

ত্বরণ $= f$

বল $= P$

সূত্রানুসারে, $P \propto mf$

বা, $P = k.mf$ .....(i) [এখানে, k একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক]

একক ভরের উপর প্রযুক্ত হয়ে যে বল একক ত্বরণ সৃষ্টি করে তাকে একক বল বলা হয়।

$\therefore$ (i) নং হতে পাই, $P = k.mf$

বা, $1 = k \times 1 \times 1$

$\therefore k = 1$

এখানে, $P = 1N$

$m = 1kg$

$f = 1m/s^2$

সংজ্ঞানুযায়ী আমরা পাই, $P = k.mf$

$= 1.mf$

$\therefore P = mf$ [প্রমাণিত]

[**নোট ঃ** অনুরূপ প্রমাণ কর যে, $F = ma$, যেখানে প্রতীক গুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।]

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

**** ১. একটি বস্তুর উপর 10 N বল 5 sec ধরে কাজ করলো, বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তন কত?** বাকাশিবো- ২০০৪, ১২'পরি, ১৪'পরি

সমাধান ঃ দেওয়া আছে, $F = 10$ N

$t = 5$ sec

$\Delta P = ?$

আমরা জানি, $F = ma$

$$\Rightarrow F = m \times \frac{v-u}{t}$$

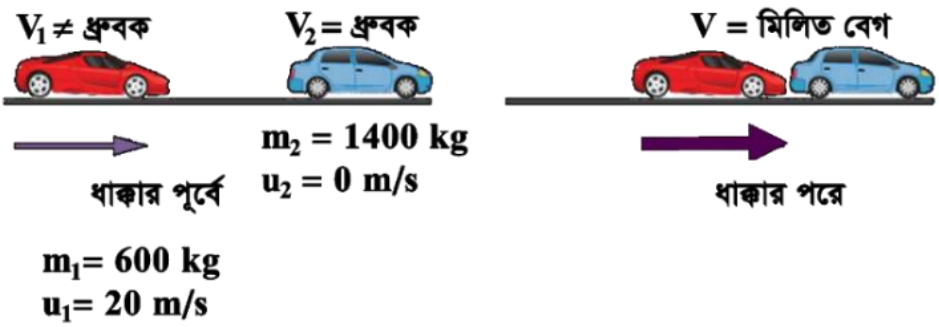
$$\Rightarrow F \times t = mv-mu$$

$$\Rightarrow 10 \times 5 = \Delta P$$

$\therefore \Delta P = 50$ N-sec **(Ans.)**

**** ২. 600 kg ভরের একটি গাড়ি 20 m/s বেগে সরল পথে চলার সময় 1400 kg ভরের একটি স্থির গাড়ির সাথে ধাক্কা লেগে আটকে গেল, মিলিত গাড়ি দুটোর বেগ কত?** বাকাশিবো- ২০০৩'পরি, ০৭, ১২'পরি

সমাধান ঃ



আমরা জানি, ভরবেগের সংরক্ষণ সূত্রানুসারে,

$$m_1u_1+m_2u_2 = (m_1+m_2)V$$

$$\Rightarrow (600\times20+1400\times0) = (600+1400)\times V$$

$$\Rightarrow V = \frac{12000}{2000}$$

$\therefore V = 6$ m/s **(Ans.)**

[নোট ঃ গাড়ি স্থির ট্রাককে ধাক্কা মারার পর একই বেগে চলতে থাকবে, যেহেতু একসাথে থাকবে তাই একটি শেষবেগ পাওয়া যাবে।]

*** ৩. 5 কেজি ভরের একটি বন্দুক থেকে 10 gm ভরের একটি গুলি 400 m/s বেগে বেরিয়ে গেল। বন্দুকের পশ্চাৎ বেগ বের কর?**

বাকাশিবো- ২০১১, ১৯'পরি

সমাধান ঃ

আমরা জানি, বন্দুকের ভরবেগ = গুলির ভরবেগ

$$MV = mv$$

$$\Rightarrow V = \frac{mv}{M}$$

$$\Rightarrow V = \frac{10\times10^{-3}\times400}{5}$$

$$\therefore V = 0.8 \text{ m/s}$$ **(Ans.)**

দেওয়া আছে, বন্দুকের ভর, $M = 5$ kg

গুলির ভর, $m = 10$ gm

$= 10\times10^{-3}$ kg

গুলির বেগ, $v = 400$ m/s

বন্দুকের বেগ = ?

অধ্যায়-৬ অভিকর্ষ ও মহাকর্ষ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

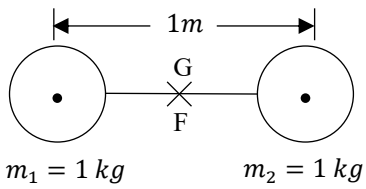
***** ১. পৃথিবীতে কোন বস্তুর ওজন কোথায় সবচেয়ে বেশি?**

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

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

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

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



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

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

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

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

উত্তর ঃ আমরা জানি,

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

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

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

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

বাকাশিবো- ২০১১'পরি, ১৫'পরি

উত্তর ঃ আমরা জানি,

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

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

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

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

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

বাকাশিবো- ১৯৯২, ১২, ১৫, ১৫'পরি

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

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

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

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

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

উত্তর ঃ কোন বস্তুর উপর পৃথিবীর আকর্ষণকে অভিকর্ষ বলে।

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

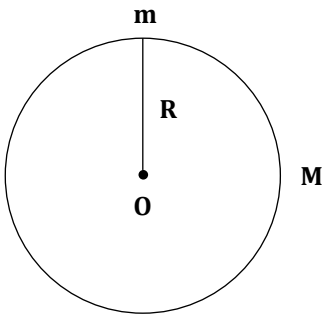
উত্তর ঃ মহাবিশ্বের যে কোন দুটি বস্তুর ধ্যেকার পারস্পরিক আকর্ষণ বলকে মহাকর্ষ বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

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

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

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



পৃথিবীর ভর $= M$

ব্যাসার্ধ $= R$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক $= G$

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

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

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

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

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

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

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

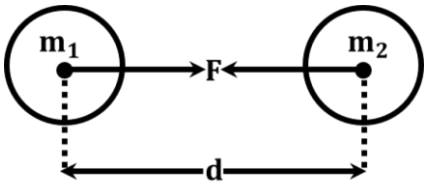
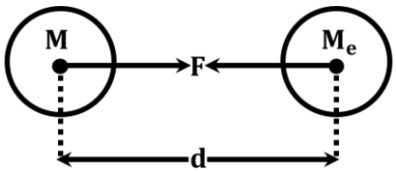
উত্তর ঃ ভর ও ওজনের পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হলো ঃ

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

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

বাকাশিবো- ১৯৮৬, ৯৩, ৯৫, ১২, ১৩

উত্তর ঃ মহাকর্ষ ও অভিকর্ষের মধ্যে পার্থক্য নিম্নে দেওয়া হল-

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

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

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

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

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

মুক্তিবেগ, $v_e = \sqrt{2gR}$

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

সম্পাদিত কাজ, $dw = F.dr$

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

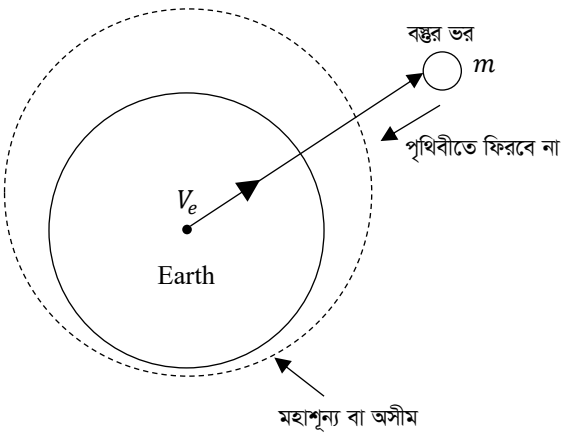
∴ বস্তুটিকে ভূ-পৃষ্ঠে ($r = R$ পৃথিবীর ব্যাসার্ধ) থেকে অসীম ($r = \infty$) নিয়ে যেতে মোট কাজ,

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

∴ গতিশক্তি = সম্পাদিত কাজ

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

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

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

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

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

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

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

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

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

উত্তর ঃ চিত্রে ABC একটি পৃথিবী O তার কেন্দ্র

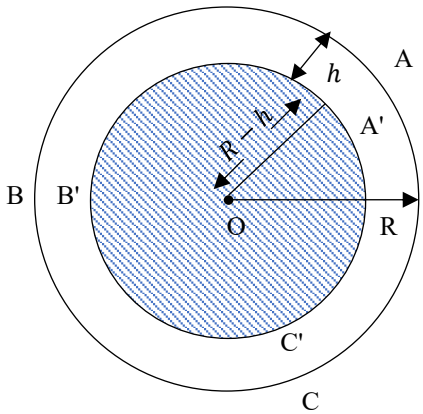
পৃথিবীর ভর = M

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ = R

পৃথিবীর গড় ঘনত্ব = ρ

পৃথিবীর আয়তন = V

আমরা জানি,



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

$$\therefore M = V\rho$$

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

ভূ-পৃষ্ঠে A বিন্দুতে অভিকর্ষজ ত্বরণ,

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

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

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

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

নতুন A'B'C' গোলক, যা O কেন্দ্র

আয়তন = v'

ভর = m'

ব্যাসার্ধ = (R-h)

অভিকর্ষজ ত্বরণ = g'

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

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

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

∴ A' বিন্দুতে ত্বরণ,

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

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

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

∴ [(iv)÷(ii)] হতে পাই,

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

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

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

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

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

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

$$\Rightarrow g' = 0$$

অতএব, পৃথিবীর কেন্দ্রে অভিকর্ষজ ত্বরণের মান শূন্য।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

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

সমাধান ঃ এখানে, চন্দ্রের ভর $= M_m$

পৃথিবীর ভর, $M_e = 81 \times M_m$

চন্দ্রের ব্যাসার্ধ $= R_m$

পৃথিবীর ব্যাসার্ধ, $R_c = 4 \times R_m$

$W_e = 64$ kg

$W_m = ?$

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

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

∴ [(ii)÷(i)] হতে পাই,

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

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

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

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

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

∴ [(iv)÷(iii)] হতে পাই,

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

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

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

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

অধ্যায়-৭ সরল দোলন গতি

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. সেকেন্ড দোলক কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০২, ০৬, ০৮, ০৯, ০৯'পরি,১২, ১৪, ১৯, ২০'পরি, ২১, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ যে সরল দোলকের দোলনকাল দুই সেকেন্ড, তাকে সেকেন্ড দোলক বলে। যেহেতু দোলক T দ্বারা প্রকাশ করা হয় এবং সেকেন্ড দোলকের ক্ষেত্রে দোলনকাল 2 Sec অতএব T = 2 Sec

**** ২. সরল দোলন গতির সংজ্ঞা দাও।** বাকাশিবো- ২০০৩, ১৪

উত্তর ঃ কোন পর্যায় গতিসম্পন্ন বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল ত্বরণ যদি সর্বদা তার গতিপথের একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখে এমনভাবে ক্রিয়া করে যে তার মান ঐ বিন্দু হতে বস্তুর সরণের সমানুপাতিক হয় তবে ঐ বস্তুর উক্ত গতিকে সরল দোলন গতি বলে। ∴ বস্তুর ত্বরণ সরণের সমানুপাতিক হবে।

$$\therefore a \propto -u$$

এখানে, ত্বরণ $= a$ এবং সরণ $= u$

*****৩. কার্যকরী দৈর্ঘ্য কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০০, ০৪, ১২, ১২'পরি, ১৭'পরি, ১৯

উত্তর ঃ সরল দোলকের ঝুলন বিন্দু থেকে ববের ভারকেন্দ্র পর্যন্ত দূরত্বকে সরল দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বলে।

*** ৪. পর্যাবৃত্ত গতি কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৮

উত্তর ঃ কোন গতিশীল বস্তুকণার গতি যদি এমন হয় যে, এটি এর গতিপথে কোন নির্দিষ্ট বিন্দুকে নির্দিষ্ট সময় পরপর একই দিক থেকে অতিক্রম করে, তাহলে সেই গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলে।

যেমন ঃ ঘড়ির কাঁটার গতি, সূর্যের চারদিকে পৃথিবীর গতি ইত্যাদি।

*****৫. সরল দোলকের সমীকরণটি লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫'পরি, ১৩'পরি, ১৮

উত্তর ঃ সরল দোলকের সমীকরণ ঃ $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

এখানে, $T =$ দোলনকাল

$L =$ কার্যকরী দৈর্ঘ্য

$g =$ অভিকর্ষজ ত্বরণ

*** ৬. পৃথিবীর কেন্দ্রে সরল দোলকের দোলনকাল কত হবে?** বাকাশিবো- ২০১৬

উত্তর ঃ পৃথিবীর কেন্দ্রে g এর মান শূন্য হলে দোলনকাল অসীম হবে।

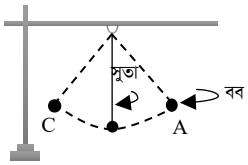
$$T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{0}} \qquad [g = 0]$$

$$= \text{infinite } (\infty)$$

Note: Calculator $\rightarrow \frac{\text{যেকোন সংখ্যা}}{0} \rightarrow$ math Error $\rightarrow$ অসীম

***** ৭. দোলনকাল কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০২২, ২২'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৫

উত্তর ঃ একটি পূর্ণ দোলন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, তাকে দোলনকাল বলে।



Note: (i) বব বা বস্তুটি যদি A থেকে C তে যায় এবং C থেকে A অবস্থানে আসতে যে সময় লাগে তাই দোলনকাল বা পর্যায়কাল।

(ii) A থেকে C আবার C থেকে A তে আসার পথই দোলনপথ বা পূর্ণদোলন।

(iii) A থেকে C যেতে $t = 1sec.$ এবং C থেকে A তে আসতে $t = 1sec.$ সময় লাগলে, তাকে সেকেন্ড দোলক বলে।

$$T = t + t$$
$$= 1 + 1$$
$$= 2\ sec.$$

***** ৮. সরল দোলক কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০১, ০২, ০৩, ০৬, ০৮'পরি,০৯'পরি, ১০, ১৪, ১৭

উত্তর ঃ একটি ভারী আয়তনহীন বস্তুকণাকে ওজনহীন, নমনীয় ও অপ্রসারণশীল সুতা দিয়ে ঝুলিয়ে দিলে এটি যদি ঘর্ষণ এড়িয়ে স্বাধীনভাবে একটি উল্লম্ব তলে দোলতে পারে তবে তাকে সরল দোলক বলে।

অথবা, একটি সরু সুতা দিয়ে একটি ছোট বস্তুকে দৃঢ় অবস্থান থেকে ঝুলিয়ে দিলে তা যদি উল্লম্ব তলে দোলতে পারে, তাকে সরল দোলক বলে।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

*****১. সরল দোলকের গতির বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।**

বাকাশিবো-০৩, ০৪, ০৫, ০৮, ১২'পরি, ১৩, ১৪'পরি, ১৫, ১৬'পরি, ১৮, ১৮'পরি, ১৯, ২১, ২১'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ নিচে সরল দোলকের গতির বৈশিষ্ট্য দেওয়া হল ঃ

(i) বস্তুর গতি পর্যায় গতি হবে।

(ii) বস্তুর গতি সরলরৈখিক গতি হবে।

(iii) বস্তুর উপর একটি ত্বরণ সর্বদা একটি নির্দিষ্ট বিন্দু অভিমুখে ক্রিয়া করবে, নির্দিষ্ট বিন্দুকে তার মধ্যাবস্থান বলে।

(iv) বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল ত্বরণ মধ্যাবস্থান হতে তার সরণের সমানুপাতিক হবে।

(v) বস্তুর ত্বরণ সরণের বিপরীতমুখী হবে।

কাজই ত্বরণ f ও সরণ x হলে $f \propto -x$

সরল দোলকের গতি, সরু শলাকার বাহুর কম্পন, স্প্রিং এর উল্লম্ব কম্পন ইত্যাদি সরল দোলনের উদাহরণ।

(vi) ক্রিয়াশীল বল সরণের সমানুপাতিক এবং বিপরীতমুখী।

(vii) এটি একটি দোলন বা স্পন্দন গতি।

*****২. সরল দোলকের সূত্র গুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৫, ০৫'পরি, ০৬, ০৬'পরি, ০৮, ০৯'পরি, ১১, ১২, ১৩, ১৪'টেক্স, ১৫, ১৬, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ কৌনিক বিস্তার 4° এর বেশি না হলে সরল দোলকের ক্ষেত্রে নিম্নোক্ত সূত্র চারটি প্রযোজ্য।

প্রথম সূত্র / সমকাল সূত্র ঃ কৌনিক বিস্তার ক্ষুদ্র হলে এবং দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য অপরিবর্তিত থাকলে কোন নির্দিষ্ট স্থানে একটি সরল দোলকের প্রতিটি দোলনের জন্য সমান সময় লাগে।

L ও g স্থির এবং $\theta \leq 4^\circ$ হলে দোলনকাল, $T =$ ধ্রুব হবে।

দ্বিতীয় সূত্র / দৈর্ঘ্যের সূত্র ঃ কোন নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল (T) এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য (L) এর বর্গমূলের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ $T \propto \sqrt{L}$ [যখন g স্থির, $\theta \leq 4^\circ$ হয়]

তৃতীয় সূত্র / ত্বরণের সূত্র ঃ কোন নির্দিষ্ট স্থানে দোলনকাল (T) অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ [যখন c স্থির, $\theta \leq 4^\circ$ হয়]

চতুর্থ সুত্র / ভরের সূত্র ঃ দৈর্ঘ্য স্থির ও বিস্তার $\theta \leq 4^\circ$ হলে কোন নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল ববের ভর, আয়তন, উপাদান ইত্যাদির উপর নির্ভর করে না। বিভিন্ন ভর, আয়তন বা উপাদানের ববের জন্য দোলকের দোলনকাল একই হয়।

*** ৩. সেকেন্ড দোলকের সমীকরণ লেখ।

বাকাশিবো- ২০০২, ০৫, ০৮, ০৯, ১১, ১২, ১৪, ১৫, ১৬, ১৭, ১৯'পরি, ২২, ২২'পরি, ২৪, ২৪'পরি, ২৫

উত্তর ঃ আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

বা, $2 = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

বা, $(1)^2 = \left(\pi\sqrt{\frac{L}{g}}\right)^2$ (বর্গ করে)

বা, $1 = \pi^2 \cdot \frac{L}{g}$

বা, $L = \frac{g}{\pi^2}$

$\therefore$ সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য অভিকর্ষজ ত্বরণের ওপর নির্ভর করে। সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য অভিকর্ষজ ত্বরণের সমানুপাতিক।

$\therefore L \propto g$

এখানে, $T =$ দোলনকাল

$L =$ কার্যকরী দৈর্ঘ্য

$g =$ অভিকর্ষজ ত্বরণ

সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, $T = 2\ sec.$

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১। সরল দোলকের সূত্রগুলো বর্ণনা ও ব্যাখ্যা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৪'পরি, ১২, ১৫, ১৮

উত্তর ঃ কৌণিক বিস্তার $4°$ এর বেশি না হলে সরল দোলকের ক্ষেত্রে নিম্নোক্ত সূত্র চারটি প্রযোজ্য।

প্রথম সূত্র / সমকাল সূত্র ঃ কোন নির্দিষ্ট স্থানে একটি সরল দোলকের প্রতিটি দোলনের জন্য সমান সময় লাগে।

$\therefore$ প্রথম দোলকের দোলনকাল $= T_1$

দ্বিতীয় দোলকের দোলনকাল $= T_2$

$\therefore T_1 = T_2 = T =$ ধ্রুব

কার্যকরী দৈর্ঘ্য, $L =$ স্থির

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g =$ স্থির

বিস্তার, $\theta \leq 4°$

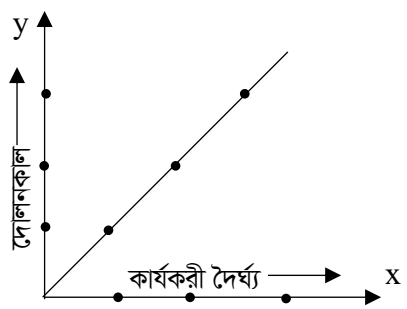
দ্বিতীয় সূত্র / দৈর্ঘ্যের সূত্র ঃ কোন নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল (T) এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য (L) এর বর্গমূলের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

$T \propto \sqrt{L}$ [যখন g স্থির, বিস্তার $\theta \leq 4°$ হয়]

বা, $T^2 \propto L$

বা, $T^2 =$ ধ্রুবক $\cdot L$

বা, $\frac{T^2}{L} =$ ধ্রুবক



L_1 ও L_2 কার্যকরী দৈর্ঘ্যের জন্য দোলনকাল যথাক্রমে T_1 ও T_2 হলে,

$$\frac{{T_1}^2}{L_1} = \frac{T_2^2}{L_2}$$

তৃতীয় সূত্র / ত্বরণের সূত্র ঃ কোন নির্দিষ্ট স্থানে দোলনকাল (T) অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

$T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ [যখন L স্থির, বিস্তার $\theta \leq 4°$ হয়]

বা, $T^2 \propto \frac{1}{g}$

বা, $T^2 = \text{ধ্রুবক} \cdot \frac{1}{g}$

বা, $T^2 \cdot g = \text{ধ্রুবক}$

g_1 ও g_2 অভিকর্ষজ ত্বরণের জন্য দোলনকাল যথাক্রমে T_1 ও T_2 হলে

$$T_1^2 \cdot g_1 = T_2^2 \cdot g_2$$

চতুর্থ সূত্র / ভরের সূত্র ঃ কার্যকরী দৈর্ঘ্য স্থির ও বিস্তার $\theta \leq 4°$ হলে কোন নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল ববের ভর, আয়তন, উপাদান ইত্যাদির উপর নির্ভর করে না। বিভিন্ন ভর, আয়তন বা উপাদানের ববের জন্য দোলকের দোলনকাল একই হয়।

Note: প্রিয় শিক্ষার্থী, লক্ষ কর ২য় ও ৩য় সূত্রে

$$\frac{T_1^2}{L_1} = \frac{T_2^2}{L_2}$$

বা, $\frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{L_1}{L_2}$

$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}}$

$$T_1^2 g_1 = T_2^2 g_2$$

$$\Rightarrow \frac{T_1^2}{T_2^2} = \frac{g_2}{g_1}$$

$$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{g_2}}{\sqrt{g_1}}$$

$\therefore \frac{T_1}{T_2} = \frac{\sqrt{L_1}}{\sqrt{L_2}} = \frac{\sqrt{g_2}}{\sqrt{g_1}} \longleftarrow$ গাণিতিক সমাধান করতে কাজে লাগবে।

**** ২। প্রমাণ কর যে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$**

উত্তর ঃ আমরা জানি, একটি সরল দোলকের,

দ্বিতীয় সূত্র / দৈর্ঘ্যের সূত্র ঃ কোন নির্দিষ্ট স্থানে সরল দোলকের দোলনকাল (T) এর কার্যকরী দৈর্ঘ্য (L) এর বর্গমূলের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ, $T \propto \sqrt{L}$ -------(i) [যখন g স্থির, বিস্তার $\theta \leq 4°$ হয়]

তৃতীয় সূত্র / ত্বরণের সূত্র ঃ কোন নির্দিষ্ট স্থানে দোলনকাল (T) অভিকর্ষজ ত্বরণ (g) এর বর্গমূলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়।

অর্থাৎ, $T \propto \frac{1}{\sqrt{g}}$ -------(ii) [যখন L স্থির, বিস্তার $\theta \leq 4°$ হয়]

$\therefore$ (i) ও (ii) হতে,

$$T \propto \frac{\sqrt{L}}{\sqrt{g}}$$

বা, $T \propto \sqrt{\frac{L}{g}}$

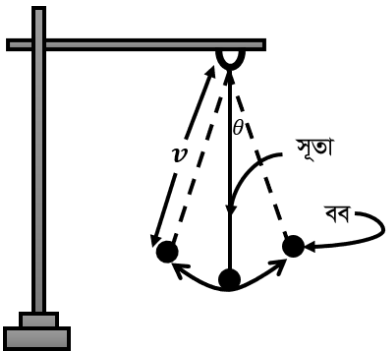
[যেখানে L ও g উভয়ই পরিবর্তনশীল ও $\theta \leq 4°$]

বা, $T = k\sqrt{\frac{L}{g}}$ -------(iii) [এখানে k একটি ধ্রুবক]

কোন স্থানে g -এর মান জানা থাকলে এবং পরীক্ষার সাহায্যে L এবং T নির্ণয় করে উপরের (iii) নং সমীকরণে বসালে k -এর মান 2π -এর সমান হতে দেখা যাবে।

$\therefore (iii)$ এ $k = 2\pi$ এর মান বসিয়ে, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

$\therefore$ এটিই সরল দোলকের দোলনকালের সমীকরণ।



SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

**** ১। একটি সেকেন্ড দোলকের কার্যকরী দৈর্ঘ্য বের কর।**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১০, ১৬, ১৮, ২১'পরি

সমাধান ঃ আমরা জানি, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

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

বা, $L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$

বা, $L = \frac{9.8\times2^2}{4\cdot(3.1416)^2}$

$= 0.9929\ m$

$= 99.29cm$ (**Ans.**)

এখানে, সেকেন্ড দোলকের দোলনকাল, $T = 2sec.$

$g = 9.8m/s^2$

কার্যকরী দৈর্ঘ্য L =?

**** ২। মিটার কার্যকরী দৈর্ঘ্য বিশিষ্ট একটি সরল দোলক প্রতি সেকেন্ডে ২টি দোলন বা একটি অধিকম্প সম্পন্ন করে। g এর মান বের কর।**

বাকাশিবো- ২০০৯, ১২'পরি, ১৩

সমাধান ঃ দেওয়া আছে, $L = 1m$

$g = ?$

১টি অধিকম্পে সময় $= 1\ sec.$

আমরা জানি, ১টি পূর্ণ দোলনের সময় = ২টি অধিকম্পের সময়

$$T = 2 \cdot 1\ sec.$$
$$= 2\ sec.$$

আবার, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

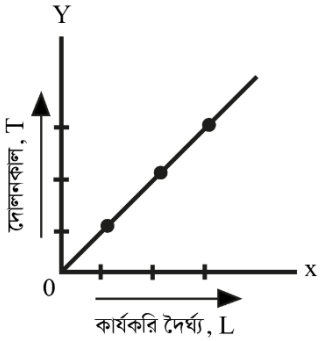
বা, $T^2 = 4\pi^2 \cdot \frac{L}{g}$ [বর্গ করে]

বা, $g = \frac{4\pi^2 \cdot 1}{2^2}$

$\therefore g = 9.87\ m/s^2$ (Ans.)

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

বাকাশিবো- ২০০২'পরি, ১৬'পরি



সমাধান ঃ আমরা জানি, $L = l + r$

$= (99 + r)cm$ -------(i)

আবার, $T = 2\pi\sqrt{\frac{L}{g}}$

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

বা, $L = \frac{gT^2}{4\pi^2}$

বা, $L = \frac{980\times2^2}{4\pi^2}$

$\therefore L = 99.2947cm$

$\therefore (i)$ হতে, $L = 99 + r$

বা, $99.2947 = 99 + r$

বা, $r = 99.2947 - 99$

$\therefore r = 0.2947$ cm (**Ans.**)

এখানে, সুতার দৈর্ঘ্য, = 99 cm

দোলনকাল, $T = 2\ sec.$

অভিকর্ষজ ত্বরণ, g = 980 cm/s^2

ববের ব্যাসার্ধ, r = ?

** ৪। একটি সেকেন্ড দোলকের দৈর্ঘ্য 80 % বৃদ্ধি করলে দোলনকাল কত হবে? বাকাশিবো-২০১৭'পরি, ১৯,পরি

সমাধান ঃ Given, দোলনকাল, $T_1 = 2\ sec$

আদি দৈর্ঘ্য $L_1 = L$

$\therefore$ পরিবর্তিত দৈর্ঘ্য $L_2 = L + L \times 80\%$

$$= L + \frac{L \times 80}{100}$$

$$= L + 0.8\ L$$

$$= L(1 + 0.8)$$

$$= 1.8\ L$$

শেষ দোলনকাল $T_2 = ?$

We Know, $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{L_2}{L_1}}$

বা, $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{\frac{1.8L}{L}} = 1.34$

বা, $\frac{T_2}{T_1} = \sqrt{1.8}$

বা, $\frac{T_2}{T_1} = 1.34$

বা, $T_2 = 1.34 \times T_1 = 1.34 \times 2$

$\therefore T_2 = 2.68\ sec$ **(Ans)**

অধ্যায়-৮ কাজ, ক্ষমতা ও শক্তি

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. অশ্ব-ক্ষমতা বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৬, ০৮, ০৯, ০৯'পরি, ১২, ১৪, ১৫, ১৫'পরি, ১৬, ২২, ২২'পরি

উত্তর ঃ প্রতি সেকেন্ডে 746 জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক অশ্ব ক্ষমতা বলে। ক্ষমতার যান্ত্রিক ব্যবহারিক এককের নাম অশ্ব-ক্ষমতা। অশ্বক্ষমতা বা Horse Power কে সংক্ষেপে H.P দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$1\ \text{H.P} = 746\text{watt বা } \frac{\text{জুল}}{\text{সে.}} = 746 \times 10^7 \frac{\text{আর্গ}}{\text{সে.}} = 550 \times 32 \frac{\text{ফুট-পাউন্ডাল}}{\text{সে.}}$$

****২. স্থিতিশক্তি ও গতিশক্তির সমীকরণটি লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৫'পরি, ২০

উত্তর ঃ স্থিতিশক্তি (Potential Energy) এর সমীকরণ ঃ

$$\text{P.E} = \text{ভর} \times \text{অভিকর্ষজ ত্বরণ} \times \text{উচ্চতা}$$

$$E_P = mgh$$

গতিশক্তি (Kinetic Energy) এর সমীকরণ ঃ $E_K = \frac{1}{2} \times \text{ভর} \times (\text{বেগ})^2$

$$\therefore\ E_K = \frac{1}{2}\ mv^2$$

উভয় শক্তির S.I একক জুল (J)

শক্তির মাত্রা, $[E] = [ML^2T^{-2}]$

***** ৩. কোন ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 60% এর অর্থ কি?**

বাকাশিবো- ২০২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ কোন ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 60% বলতে বুঝায় যে, যদি ঐ ইঞ্জিনে 100 একক শক্তি সরবরাহ দেওয়া হয়, তাহলে ঐ যন্ত্রের 60 একক শক্তি কাজে লাগে বাকি 40 একক শক্তির অপচয় হয়।

[উক্ত ইঞ্জিন থেকে বাকি (100%-60%) বা 40% অকার্যকর অথবা অপচয় হিসাবে ধরা হয়]

***** ৪. শক্তির নিত্যতা সূত্রটি লেখ।** বাকাশিবো- ১৯৯৯, ০১, ১১, ১২, ১৩, ১৪'পরি, ১৮, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই, শক্তি কেবল একরূপ থেকে অপর এক বা একাধিক রূপে পরিবর্তিত হতে পারে। মহাবিশ্বের মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট ও অপরিবর্তনীয়। এটিই শক্তির নিত্যতা সূত্র বা সংরক্ষণশীলতার নীতি বলা হয়।

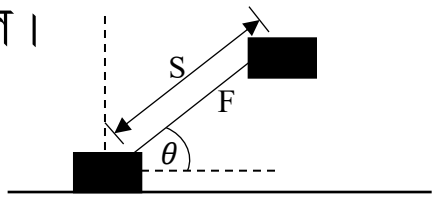
[যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতা বল কাজ করলে, গতিশক্তি + বিভবশক্তি = ধ্রুবক]

****৫. ধনাত্বক কাজ কাকে বলে? উদাহরণসহ লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৫, ১৩, ১৭, ১৮'পরি

উত্তর ঃ যদি বল প্রয়োগের ফলে বলের প্রয়োগ বিন্দু বলের দিকে সরে যায় বা বলের দিকে সরণের উপাংশ থাকে তাহলে সেই বল এবং বলের দিকে সরণের উপাংশের গুনফলকে ধনাত্বক কাজ বলে।

একে বলের দ্বারা কাজও বলা হয়।



$$w = F.S = FS\cos\theta$$

উদাহরণ ঃ একটি বস্তু ছাদ থেকে ফেলে দিলে, বস্তুর ওজন তথা প্রযুক্ত বল, $F = mg$ এবং সরণ নিচের দিকে অর্থাৎ একই দিকে কাজ সম্পন্ন করছে, তাই একে ধনাত্বক কাজ বলে।

***** ৬. কাজের মাত্রা সমীকরণটি লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ০৬'পরি, ০৯, ০৯'পরি, ১০, ১১, ১২, ১৪, ১৪'পরি

উত্তর ঃ কাজ = বল × সরণ

= ভর × ত্বরণ × সরণ

$= \text{ভর} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}} \times \text{সরণ}$

$= \text{ভর} \times \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়} \times \text{সময়}} \times \text{সরণ}$

$\therefore$ কাজ $[W] = [ML^2T^{-2}]$

- বল = ভর × ত্বরণ
- $\text{ত্বরণ} = \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$
- $\text{বেগ} = \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$

***** ৭. ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা বলতে কী বুঝায়?**

বাকাশিবো- ১৯৯৭, ০০, ০৩, ০৪, ১০'পরি, ১১'পরি

উত্তর ঃ কোনো যন্ত্র থেকে প্রাপ্ত মোট কার্যকরী শক্তি এবং যন্ত্রে প্রদত্ত মোট শক্তির অনুপাতকে ঐ যৌগের কর্মদক্ষতা বলে।

ইহাকে η (ইটা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$$\text{কর্মক্ষমতা}, \eta = \frac{\text{মোট কার্যকর শক্তি (Output)}}{\text{মোট প্রদত্ত শক্তি (input)}}$$

$$= \frac{\text{Input} - \text{losses}}{\text{Input}}$$

**** ৮. এক অশ্ব ক্ষমতা = কত ওয়াট অথবা 1H.P = কত ওয়াট?**

বাকাশিবো- ২০০৫'পরি, ০৬

উত্তর ঃ যান্ত্রিক পদ্ধতিতে ঃ $1\ \text{H.P} = 746\ watt$

মেন্ট্রিক পদ্ধতিতে ঃ $1\ \text{H.P} = 735.5\ watt$

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. গতিশক্তি কাকে বলে? এর সাধারণ সমীকরণটি প্রতিপাদন কর।**

বাকাশিবো- ২০০৮, ০৯, ১২, ১৪'পরি, ১৫, ১৬'পরি, ১৯'পরি, ২১, ২১'পরি, ২২, ২২'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ কোন গতিশীল বস্তু গতিশীল থাকার জন্য যে শক্তি অর্জন করে তাকে গতিশক্তি বলে।

মনে করি, M ভরবিশিষ্ট একটি স্থির বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করে A থেকে B অবস্থানে S দূরত্ব সরানো হল। ধরি, বস্তুটি ঐ সময়ে a সমত্বরণে চলে শেষ বেগ v প্রাপ্ত হয়।

গতির সমীকরণ থেকে পাই,

$$v^2 = u^2 + 2as$$

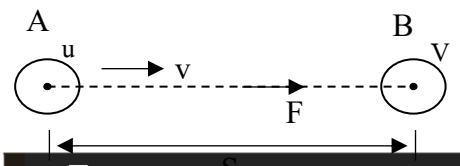
বা, $v^2 = 2as$

বা, $a = \frac{v^2}{2s}$

আবার, বস্তুটিকে v বেগ দিতে যে কাজ হলো তাই গতিশক্তি।

∴ আমরা জানি, গতিশক্তি = বল × সরণ

$= F \times S$



$$= ma \times S$$

$$= m \times \frac{v^2}{2s} \times s$$ ---------- [a এর মান বসিয়ে]

$$= \frac{1}{2} mv^2$$

$$E_K = \frac{1}{2} \times \text{ভর} \times (\text{বেগ})^2$$

Extra: গতিশক্তিকে সংক্ষেপে E_K দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

একক ঃ নিউটন-মিটার বা জুল

মাত্রা ঃ $[\mathrm{K.E}] = [\mathrm{ML^2T^{-2}}]$

**** ২. সংরক্ষণশীল বল ও অসংরক্ষণশীল বল এর মাঝে পার্থক্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১১, ১৪, ১৬

উত্তর ঃ নিম্নে সংরক্ষণশীল ও অসংরক্ষণশীল বলের মাঝে পার্থক্য নিম্নরূপ ঃ

সংরক্ষণশীল বল	অসংরক্ষণশীল বল
i. একটি বস্তুকে যেকোন পথে ঘুরিয়ে আগের অবস্থায় ফিরে আসলে সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হয়।	i. একটি বস্তুকে যেকোন পথে ঘুরিয়ে আগের অবস্থায় ফিরে আসলে অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজের পরিমাণ শূন্য হয় না।
ii. সংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়া অভিমুখ বস্তুর গতি অভিমুখের উপর নির্ভরশীল নয়।	ii. অসংরক্ষণশীল বলের ক্রিয়া অভিমুখ বস্তুর গতি অভিমুখের উপর নির্ভরশীল।
iii. এতে কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরায় উদ্ধার সম্ভব।	iii. এতে কৃতকাজ সম্পূর্ণরূপে পুনরায় উদ্ধার সম্ভব নয়।

iv. কৃতকাজ গতিপথের প্রাথমিক ও শেষ বিন্দুর উপর নির্ভর করে।	iv. কৃতকাজ গতিপথের প্রাথমিক ও শেষ অবস্থানের উপর নির্ভর করে না।
v. এতে বলের যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র পালিত হয়।	v. এতে বলের যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র সংরক্ষিত হয় না।
vi. সংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তু কণার গতিপথের উপর নির্ভরশীল নয়।	vi. অসংরক্ষণশীল বল দ্বারা কৃতকাজ বস্তুকণার গতিপথের উপর নির্ভরশীল।

*****৩. কাজ, ক্ষমতা ও শক্তির সংজ্ঞা এবং এস.আই একক লেখ।**

বাকাশিবো- ১৯৯৪, ৯৫, ০৩, ০৩'পরি, ০৪, ০৬, ১২

উত্তর ঃ কাজ (Work) ঃ একটি বস্তুর উপর কোন বল প্রয়োগ করলে যদি বলের অভিমুখে বস্তুর সরণ ঘটে, তাহলে বল ও সরণের উপাংশের গুণফলকে কাজ বলে। কাজ কে সংক্ষেপে 'W' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

∴ সমীকরণ ঃ $W = \text{বল} \times \text{সরণ}$

$= F \times S$

একক ঃ কাজের একক = বলের একক(N) × সরণের একক (m)

$= N - m$

= জুল বা Joule

মাত্রা ঃ $[W] = [\text{বল}] \times [\text{সরণ}]$

$= [\text{ভর}] \times \frac{[\text{সরণ}]}{[\text{সেকেন্ড}]^2} \times \text{সরণ}$

$= \frac{[M] \times [L]^2}{[T]^2}$

বল = ভর × ত্বরণ

$\therefore$ সরণ $= \frac{\text{বেগ}}{\text{সময়}}$

$\therefore$ বেগ $= \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$

$= [ML^2T^{-2}]$

ক্ষমতা (Power) ঃ কাজ সম্পাদনকারী কোন ব্যক্তি বা যন্ত্রের কাজ করার হারকে ক্ষমতা বলে। একে সংক্ষেপে 'P' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

সমীকরণ ঃ ক্ষমতা $= \frac{\text{কাজ}}{\text{সময়}}$

$$\therefore P = \frac{W}{t}$$

একক ঃ ক্ষমতার একক $= \frac{\text{কাজের একক (জুল)}}{\text{সময়ের একক (সেকেন্ড)}}$

$= \frac{\text{জুল}}{\text{সেকেন্ড}}$ বা Watt

মাত্রা ঃ $[P] = \frac{[\text{কাজের মাত্রা}]}{[\text{সময়}]} = \frac{[ML^2T^{-2}]}{[T]} = [ML^2T^{-3}]$

শক্তি (Energy) ঃ কোন বস্তুর কাজ করার সামর্থ্যকে শক্তি। শক্তিকে সংক্ষেপে 'E' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

যান্ত্রিক শক্তির সমীকরণ দু'প্রকার। যথা ঃ

১. গতিশক্তি, $E_K = \frac{1}{2}mv^2$

২. স্থিতিশক্তি, $E_P = mgh$

একক ঃ কাজের একক ও শক্তির একক একই। S.I একক জুল (J)। E_p এর একক N-m = Joule।

মাত্রা ঃ $[E] = [\text{ভর}] \times [\text{ত্বরণ}] \times [\text{উচ্চতা}]$

$= [M] \times \left[\frac{L}{T^2}\right] \times [L]$

$= [ML^2T^{-2}]$

[Note:] Relation among Work, Power, Energy.

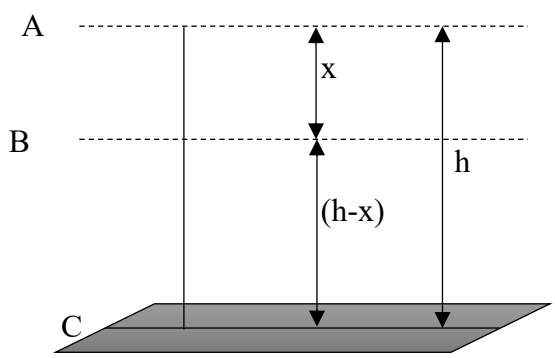
$$w = F.S$$
$$= FScos\theta$$
$$= P \times t$$
$$= E$$
$$= \frac{1}{2}mv^2$$
$$= mgh$$

[সবার একক ও মাত্রা একই]

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. শক্তির নিত্যতার সূত্রটি লেখ এবং পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে শক্তির নিত্যতার সূত্র প্রমাণ কর।অথবা, পড়ন্ত বস্তু যে পরিমাণ স্থিতিশক্তি হারায়, সমপরিমাণ গতিশক্তি লাভ করে।অথবা, বিনা বাধায় পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে যান্ত্রিক শক্তির নিত্যতার সূত্র প্রমাণ কর।** বাকাশিবো- ১৯৯৪, ৯৬, ০১, ০২, ০২'পরি, ০৪, ০৪'পরি, ০৬, ০৬'পরি, ০৭, ০৮'পরি, ১০, ১১, ১২'পরি, ১৩, ১৪, ১৫, ১৬, ১৭, ১৯'পরি, ২১ পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি, ২৫

উত্তর ঃ বিবৃতি ঃ শক্তির সৃষ্টি বা বিনাশ নেই, শক্তি কেবল একরূপ থেকে অপর এক বা একাধিক রূপে পরিবর্তিত হতে পারে। মহাবিশ্বের মোট শক্তির পরিমাণ নির্দিষ্ট ও অপরিবর্তনীয়।



এই বিশ্ব সৃষ্টির প্রথম মুহূর্তে যে পরিমাণ শক্তি ছিল আজও সেই পরিমাণ শক্তি বর্তমান। এটাই শক্তির অবিনশ্বরতা বা সংরক্ষণশীলতা। কোন ব্যবস্থায় কেবল সংরক্ষণশীল বল ক্রিয়া করলে ব্যবস্থার গতিশক্তি ও বিভব শক্তির সমষ্টি সর্বদা ধ্রুব থাকে। একে যান্ত্রিক শক্তির বিভব নিত্যতা বলে।

মনে করি, m ভরের কোনো বস্তুকে ভূমি থেকে অভিকর্ষের বিরুদ্ধে খাড়া h উচ্চতায় উঠিয়ে A বিন্দুতে স্থির অবস্থায় রাখা হয়।

∴ A বিন্দুতে বস্তুটির বিভব শক্তি = mgh

∴ A বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m(0)^2 = 0$

∴ A বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি = বিভব শক্তি + গতিশক্তি

মোট = mgh + 0 = mgh

$v^2 = u^2 + 2gx$

$v^2 = 2gx\ , u = 0$

$$v^2 = u^2 + 2gx$$
$$v^2 = 2gx\ , u = 0$$

বস্তুটিকে A বিন্দু হতে খাড়া মুক্তভাবে g ত্বরণে পড়তে দিলে বস্তুটি যতই নিচে পড়তে থাকবে ততই স্থিতি শক্তি গতি শক্তিতে রূপান্তরিত হবে। ধরি, বস্তুটি x দূরত্ব অতিক্রম করে B বিন্দুতে পৌছানোর মূহুর্তে V বেগ লাভ করে।

∴ B বিন্দুতে বস্তুটির স্থিতিশক্তি/বিভবশক্তি = mg(h-x) = mgh-mgx

∴ B বিন্দুতে বস্তুটির গতিশক্তি = $= \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \cdot 2gx$ = mgx

∴ B বিন্দুতে বস্তুটির মোট শক্তি = বিভব শক্তি + গতিশক্তি

= mgh – mgx + mgx

= mgh

= A বিন্দুতে মোট শক্তির সমান।

∴ মুক্তভাবে পড়ন্ত বস্তুর ক্ষেত্রে শক্তির নিত্যতার সূত্র প্রমাণিত হলো।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

**** ১। কোন কূপ থেকে $10\ m$ উপরে পানি তোলার জন্য $4\ KW$ এর একটি পাম্প ব্যবহার করা হয়। পাম্পের দক্ষতা $88.2\ \%$ হলে, প্রতি মিনিটে কত লিটার পানি তোলা যাবে?** বাকাশিবো- ২০০২'পরি, ১২'পরি

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,

উচ্চতা $h = 10\ m$

দক্ষতা $\eta = 88.2\ \%$

$= \frac{88.2}{100}$

সময় $t = 1\ min = 60\ sec$

$m = ?$

$g = 9.8\ m/s^2$

$P' = output$

$P = input = 4\ KW = 4000\ W$

আমরা জানি, কর্মদক্ষতা, $\eta = \frac{output}{input} = \frac{P'}{P}$

বা, $P' = P\eta$

$= 4000 \times \frac{88.2}{100}$

$\therefore P' = 3528\ W$

আবার, $P = \frac{W}{t} = \frac{mgh}{t}$

বা, $mgh = pt$

বা, $m = \frac{pt}{gh} = \frac{3528\times60}{9.8\times10}$

$\therefore m = 2160\ litre$ **(Ans.)**

****২। 500 gm ভরের একটি বস্তু বিনা বাধায় 50 m উচ্চতা থেকে পড়ল। স্পর্শ করার মুহূর্তে এর গতিশক্তি কত হবে?** বাকাশিবো-২০১২'পরি, ১৪'পরি

সমাধান ঃ Given, ভর, $m = 500\ gm$

$= 500 \times 1000 = 0.5\ kg$

আদিবেগ, $u = 0$,

অভিকর্ষজ ত্বরণ, $g = 9.8\ m/s$

উচ্চতা, $h = 50\ m$

আমরা জানি, $v^2 = u^2 + 2gh$

বা, $v^2 = 0^2 + 2 \times 9.8 \times 50$

বা, $v^2 = 980$

আবার, $E_k = \frac{1}{2}mv^2$

$= \frac{1}{2} \times 0.5 \times 980$

$\therefore E_k = 245\ Joule$ **(Ans.)** $\left[Kg - \frac{m^2}{sec^2} = N - m = Joule\right]$

**** ৩। $2\ kg$ ভরের একটি বস্তু ঘন্টায় $36\ km$ বেগে চলতে থাকলে এর গতিশক্তি কত?** বাকাশিবো- ২০১৭'পরি, ১৮

সমাধান ঃ দেওয়া আছে, ভর $m = 2\ kg$

বেগ $v = 36\ km/h$

$$= \frac{36 \times 1000}{3600}$$

$$= 10\ m/s$$

গতিশক্তি $E_k = ?$

আমরা জানি,

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 2 \times (10)^2$$

$\therefore E_k = 100\ J$ **(Ans.)**

অধ্যায়-৯ স্থিতিস্থাপকতা

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. হুকের সূত্রটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০১, ০২, ০৪, ০৬, ০৭'পরি, ১১, ১২, ১৬, ১৬'পরি, ২০'পরি, ২২, ২২'পরি, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ ইংরেজ পদার্থবিদ রবার্ট হুক (১৬৩৫-১৭০৩) পরীক্ষার সাহায্যে ১৬৭৮ খ্রিষ্টাব্দে দেখান যে, "স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

বা, পীড়ন = ধ্রুবক $\times$ বিকৃতি

বা, $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক

***** ২. পয়সনের অনুপাত কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ০৮, ১০, ১৩, ১৫, ১৫'পরি, ১৭, ১৯, ২০, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পার্শ্ব বিকৃতি ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের পয়সনের অনুপাত বলে। ইহাকে সিগমা (σ) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

পয়সনের অনুপাত, $\sigma = \frac{\text{পার্শ্ব বিকৃতি}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$

$$= \frac{\frac{d}{D}}{\frac{l}{L}} = \frac{dL}{Dl}$$

***** ৩. পীড়নের মাত্রা সমীকরণটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬'পরি, ০৮, ১৩, ১৬, ২০'পরি

উত্তর ঃ পীড়ন $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

$$= \frac{\text{ভর} \times \text{ত্বরণ}}{(\text{দৈর্ঘ্য})^2} = \frac{\text{ভর} \times \text{দৈর্ঘ্য}}{(\text{দৈর্ঘ্য})^2 \times (\text{সময়})^2}$$

$$= \frac{\text{ভর}}{\text{দৈর্ঘ্য} \times (\text{সময়})^2} = \frac{M}{\text{L} \times T^2} = [ML^{-1}T^{-2}]$$

***** ৪. স্থিতিস্থাপক সীমা কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০২'পরি, ০৩, ০৩'পরি, ১৫, ১৫'পরি, ১৭, ১৮, ১৯'পরি

উত্তর ঃকোন বস্তুর উপর সর্বাপেক্ষা বেশি যে বল প্রয়োগ করে বল অপসারণ করলে বস্তুটি পূর্বাবস্থায় ফিরে যায় তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে। [Extra: উদাহরণ ঃ একটি ফুটবলের উপর সর্বোচ্চ বল প্রয়োগে যদি ফুটবলের আকার-আয়তন পরিবর্তন হওয়ার পরেও না ফেটে যায়, তবে আমরা বলবো উক্ত ফুটবলটির স্থিতিস্থাপক সীমা আছে। উক্ত সর্বোচ্চ সীমার অতিরিক্ত বল প্রয়োগ করলে যদি ফুটবল ফেটে যায়, তাহলে স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম করেছে বলা হয়।]

***** ৫. ইয়ং এর গুণাঙ্ক কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০১, ০২, ০৪, ০৬, ০৭, ১১, ১২, ১৪, ১৬, ১৬, ১৮, ২১

উত্তর ঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে বস্তুর উপাদানের দৈর্ঘ্য গুনাঙ্ক বা ইয়ং এর গুনাঙ্ক বলে। একে Y দ্বারা প্রকাশ করা হয়। ইহা একটি স্কেলার রাশি।

$$\therefore Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}}$$

****৬. পীড়ন কাকে বলে? এর একক লেখ।** বাকাশিবো- ২০১১'পরি, ১৩, ১৪, ১৫'পরি

উত্তর ঃ কোনো একটি বস্তুর একক ক্ষেত্রফলের উপর বস্তু কর্তৃক যে পরিমাণ বাধাদানকারী বল প্রযুক্ত হয়, তাকে পীড়ন বলে। এর SI একক হলো নিউটন/বর্গ মি.। $\therefore$ পীড়ন $= \frac{\text{বাধাদানকারী বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{F}{A}$

**** ৭. স্থিতিস্থাপকতা কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৯, ১২, ১৫

উত্তর ঃ বল প্রয়োগে যদি কোনো বস্তুর আকার বা আয়তন বা উভয়েরই পরিবর্তন ঘটে তাহলে প্রযুক্ত বল সরিয়ে নিলে যে ধর্মের ফলে বিকৃত বস্তু আগের আকার ও আয়তন ফিরে পায় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

Extra: যে বস্তুর বাধা দেওয়ার ক্ষমতা বেশি তার স্থিতিস্থাপকতাও বেশি। রাবার অপেক্ষা লোহার বাধা দেওয়ার ক্ষমতা বেশি বলে লোহা বেশি স্থিতিস্থাপক।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. হুকের সূত্রটি লেখ এবং ব্যাখ্যা কর।** বাকাশিবো- ২০০১, ০২, ০৩, ০৫, ০৬, ০৭, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৬, ১৭, ১৮, ১৯, ২০, ২১, ২১'পরি, ২৩, ২৩' পরি, ২৫

উত্তর ঃ ইংরেজ পদার্থবিদ রবার্ট হুক (১৬৩৫-১৭০৩) পরীক্ষার সাহায্যে ১৬৭৮ খ্রিষ্টাব্দে দেখান যে, "স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর পীড়ন এর বিকৃতির সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, পীড়ন $\propto$ বিকৃতি

বা, পীড়ন = ধ্রুবক $\times$ বিকৃতি

বা, $\frac{\text{পীড়ন}}{\text{বিকৃতি}}$ = ধ্রুবক

বা, ধ্রুবক $= \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}}$

বা, ধ্রুবক $= \frac{FL}{Al}$

এই ধ্রুবকের মান বস্তুর উপাদান এবং এককের পদ্ধতির উপর নির্ভর করে। একে বস্তুর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বা স্থিতিস্থাপক ধ্রুবক (Elastic Constant) বলে।

ব্যাখ্যা ঃ কোন বস্তুতে বল প্রয়োগ করলে তার বিকৃতি ঘটে। বল স্থিতিস্থাপক সীমা অতিক্রম না করলে 'হুকের সূত্রানুসারে' বিকৃতি যত বেশি হবে পীড়নও তত বেশি হবে। যেহেতু, পীড়ন একক ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল দ্বারা পরিমাপ করা হয়, সুতরাং একক ক্ষেত্রফলে প্রযুক্ত বল যতগুণ হবে বিকৃতিও তত গুণ হবে।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. দেখাও যে, বিকৃতির দরুন কৃতকাজ বা স্থিতিশক্তি = $\frac{1}{2}$ ×পীড়ন × বিকৃতি ।** বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৫, ১৮. ২০, ২১'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি, ২৫

উত্তর ঃ মনে করি, L দৈর্ঘ্য এবং A প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তার নিই। একে F বল দ্বারা টানলে দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাবে। দৈর্ঘ্য বৃদ্ধির পরিমাণ l হলে কৃতকাজের মান,

আমরা জানি, W = বল × সরণ

= বল × ভারকেন্দ্রের সরণ

$$= F \times \frac{(0+l)}{2} \qquad [F = \frac{YAl}{L}]$$

$$= \frac{Fl}{2}$$

যদি তারের ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক Y হয়, $Y = \frac{FL}{Al}$

তবে, $W = \frac{YAl}{L} \times \frac{l}{2}$ [F এর মান বসিয়ে]

$$W = \frac{1}{2} \times \frac{YAl^2}{L}$$ বা,

এই কাজই তারের মধ্যে স্থিতিস্থাপক স্থিতিশক্তি হিসেবে সঞ্চিত থাকে,

কিন্তু তারের মোট আয়তন, V = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল × দৈর্ঘ্য

$$V = A \times L$$

একক আয়তনে সঞ্চিত বিভব শক্তি বা কৃতকাজ $= \frac{W}{V}$

$$= \frac{\frac{1}{2} \times \frac{YAl^2}{L}}{AL} \quad [\text{ W ও V এর মান বসিয়ে}]$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{\frac{YAl}{L} \times l}{AL} \quad [\text{ F}= \frac{YAl}{L} \text{ }]$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{Fl}{AL}$$

$$= \frac{1}{2} \times \frac{F}{A} \times \frac{l}{L}$$

$$= \frac{1}{2} \times \text{পীড়ন} \times \text{বিকৃতি}$$ **(দেখানো হল)**

যেহেতু, পীড়ন $= \frac{F}{A}$ ও বিকৃতি $= \frac{\Delta l}{L}$

***** ২. দেখাও যে, ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক $Y = \frac{mgL}{\pi r^2 l}$**

বাকাশিবো- ২০০১, ০২, ০৩, ০৪, ০৭, ০৮, ০৯, ১৬, ১৭, ২০'পরি

উত্তর ঃ স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে বস্তুর দৈর্ঘ্য পীড়ন ও দৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে ইয়ং এর স্থিতিস্থাপক গুনাঙ্ক বলে। একে 'Y' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

মনে করি, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল = A

তারের দৈর্ঘ্য = L

বস্তুর ভর = M

বস্তুর ব্যাসার্ধ = r

বস্তুর উপর প্রযুক্ত বল; F = mg

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি = l

দৈর্ঘ্য পীড়ন $= \frac{F}{A}$

দৈর্ঘ্য বিকৃতি $= \frac{l}{L}$

$$Y = \frac{\text{দৈর্ঘ্য পীড়ন}}{\text{দৈর্ঘ্য বিকৃতি}} \text{ .....(১)}$$

$$= \frac{\frac{F}{A}}{\frac{l}{L}}$$

$$= \frac{F}{A} \times \frac{L}{l}$$

$$= \frac{FL}{Al}$$

ঝুলন্ত অবস্থায় বস্তুর ওজন, প্রযুক্ত বলের সমান, $F = mg$

যদি, বস্তুটি বৃত্তাকার হয়, তবে তার ক্ষেত্রফল, $A = \pi r^2$

$$Y = \frac{FL}{Al}$$

$= \frac{mgL}{\pi r^2 l}$ [মান বসিয়ে] **(দেখানো হলো)**

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

**** ১। $1\ m$ দৈর্ঘ্য ও $10^{-2} cm^2$ প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি তারকে $2\ kg$ ওজন দ্বারা টানা হলো। তারটির দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি নির্ণয় কর।**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৮

সমাধান ঃ দেওয়া আছে,আদি দৈর্ঘ্য $L = 1\ m$

প্রস্থচ্ছেদ $A = 10^{-2}\ cm^2$

$$= \frac{10^{-2}}{(100)^2} m^2$$

$$= 10^{-6} m^2$$

ইয়ং এর গুনাংক $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $l = ?$

ভর $m = 2\ kg$

আমরা জানি, $Y = \frac{FL}{Al}$

$$= \frac{mgL}{Al}\ [F = mg]$$

বা, $l = \frac{mgL}{YA}$

$$= \frac{2 \times 9.8 \times 1}{2 \times 10^{11} \times 10^{-6}}$$

$\therefore l = 9.8 \times 10^{-5}\ m$ **(Ans.)**

***** ২। $1\ cm^2$ প্রস্থচ্ছেদবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারকে টেনে এর দৈর্ঘ্য 20 % বৃদ্ধি করতে কত বলের প্রয়োজন হবে? $[Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}]$**

বাকাশিবো- ২০০৭, ১৫, ১৮'পরি

সমাধান ঃ Given, প্রস্থচ্ছেদ $A = 1\ cm^2$

$= 10^{-4}\ m^2$

আদি দৈর্ঘ্য $= L$

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি $l = L \times \frac{20}{100} = \frac{L}{5}$

ইয়ং এর গুনাংক $Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

বল $F = ?$

We Know, $Y = \frac{FL}{Al}$

বা, $F = \frac{YAl}{L}$

বা, $F = \frac{2 \times 10^{11} \times 10^{-4} \times \frac{L}{5}}{L}$

$\therefore F = 4 \times 10^6\ N$ **(Ans.)**

*** ৩। $1\ mm^2$ প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট একটি ইস্পাতের তারের দৈর্ঘ্য $20\ \%$ বৃদ্ধি করতে কত বল প্রয়োগ করতে হবে? $[Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}]$ বাকাশিবো- ২০১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৬'পরি, ১৭'পরি

সমাধান ঃ সমাধান ৪ নং এর অনুরূপ $[Ans: 4 \times 10^4\ N]$

* ৪। একটি দন্ডের দৈর্ঘ্য $10\ m$ এবং দৈর্ঘ্য বেড়ে যায় $0.6\ mm$. যদি $100\ kg$ ভার ঝুলানো হয়, তবে তারের ব্যাসার্ধ কত হবে?

বাকাশিবো- ২০১২, ১২'পরি

সমাধান ঃ

Given, দৈর্ঘ্য $L = 10\ m$

বৃদ্ধি দৈর্ঘ্য $l = 0.6\ mm$

$= \frac{0.6}{10} cm$

$= \frac{0.6}{10 \times 100} m$

$= 0.6 \times 10^{-3}\ m$

ভর $m = 100\ kg$

$Y = 2 \times 10^{11}\ Nm^{-2}$

ব্যাসার্ধ $r = ?$

We Know,

$Y = \frac{FL}{Al}$

$= \frac{mgL}{\pi r^2 l}$

বা, $r^2 = \frac{mgL}{\pi l Y}$

$= \frac{100 \times 9.8 \times 10}{3.1416 \times 0.6 \times 10^{-3} \times 2 \times 10^{11}}$

বা, $r^2 = 0.000026525$

$\therefore r = 0.0052\ m$ **(Ans.)**

অধ্যায়-১০

চাপ, পৃষ্ঠটান ও সান্দ্রতা

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. চাপ বলতে কি বুঝায়? এর একক লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৬, ১১, ১২, ২০'পরি

উত্তর ঃ কোন তলের একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে প্রযুক্ত বলকে চাপ বলে। চাপকে সংক্ষেপে 'P' দ্বারা সূচিত করা হয়। চাপ একটি অদিক বা স্কেলার রাশি।

সমীকরণ ঃ চাপ $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

$$\Rightarrow P = \frac{F}{A}$$

একক ঃ S.I পদ্ধতিতে নিউটন/(মিটার)^{২} বা Nm^{-2}

C.G.S পদ্ধতিতে $\frac{dyne}{cm^2}$ বা $dyne/cm^2$

F.P.S পদ্ধতিতে $\frac{poundal}{ft^2}$ বা $poundal/ft^2$

মাত্রা ঃ চাপ $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} = \frac{[MLT^{-2}]}{[L]^2}$

$$[P] = [ML^{-1}T^{-2}]$$

***** ২. চাপের মাত্রা সমীকরণটি লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৩,০৪, ০৮, ১০'পরি, ১৩, ১৪'টেক্স

উত্তর ঃ আমরা জানি, চাপ $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

$= \text{ভর} \times \text{ত্বরণ}/(\text{দৈর্ঘ্য})^{২}$

$$= \text{ভর} \times \text{সরণ}/(\text{দৈর্ঘ্য})^{২} \times (\text{সময়})^{২}$$

$$\Rightarrow [P] = \frac{[M]\times[L]}{L^2\times T^2}$$

$$\Rightarrow [P] = [ML^{-1}T^{-2}]$$

*****৩. স্পর্শকোণের সংজ্ঞা দাও ।** বাকাশিবো- ২০১৩, ১৪, ১৫, ১৭, ১৭'পরি, ১৯, ২০

উত্তর ঃ তরল পদার্থ যখন কোনো কঠিন পদার্থের সংস্পর্শে আসে,তখন তাদের মাঝে একটি কোণ উৎপন্ন হয়। একে θ এবং α দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

Extra ঃ

i) স্পর্শ কোণ সূক্ষ্মকোণ বা 90° এর কম হলে, কাচ ও বিশুদ্ধ পানির স্পর্শ কোণের মান 8°

ii) স্পর্শ কোণ স্থূলকোণ বা 90° এর বেশি হলে, কাচ ও বিশুদ্ধ পারদের স্পর্শ কোণের মান 139° স্পর্শ কোণ যে যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে।

iii) কঠিন ও তরলের প্রকৃতির উপর ।

iv) তরলের মুক্ততলের উপরস্থ মাধ্যমের উপর।

v) কঠিন ও তরল পদার্থের বিশুদ্ধতার উপর।

***** ৪. প্রবাহী পদার্থের সান্দ্রতার সংজ্ঞা লেখ।**

বাকাশিবো- ২০১২, ১২'পরি, ১৪, ১৪'পরি, ১৫, ১৭'পরি, ১৮, ১৯

উত্তর ঃ যে ধর্মের দরুন কোন প্রবাহীর বিভিন্ন স্তরের আপেক্ষিক গতিতে বাঁধার সৃষ্টি হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা বলে।

Extra ঃ তরলের ঘনত্ব বৃদ্ধি পেলে কোন বস্তুর উপর তরল কর্তৃক ঊর্ধ্বমুখী বল বা সান্দ্রতা বৃদ্ধি পাবে। অন্যদিকে, ঘনত্ব হ্রাস পেলে সান্দ্রতাও হ্রাস পাবে।

***** ৫. তরলের পৃষ্ঠটান কাকে বলে?** বাকাশিবো- ১৫, ১৬, ১৭, ১৯, ২১, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ কোন তরলের পৃষ্ঠের ওপর কোনো রেখা কল্পনা করলে ঐ রেখার উভয় পাশে যে বল অনুভূত হয়, তাকে ঐ তরলের পৃষ্ঠটান বলে। একে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পৃষ্ঠটানের কারণেই বৃষ্টির ফোটা গোলাকার হয়।

Extra ঃ পৃষ্ঠটান, $T = \frac{\text{বল}}{\text{দৈর্ঘ্য}} = \frac{F}{L}$

একক ঃ S.I. পদ্ধতিতে নিউটন / মিটার বা Nm^{-1}

মাত্রা ঃ $[T] = \frac{\text{বল}}{\text{দৈর্ঘ্য}}$

$= [\text{ভর}] \times [\text{সরণ}] / [\text{সময়}]^{২} \times [\text{দৈর্ঘ্য}]$

$= \frac{[M]\times[L]}{[T]^2\times[L]}$

$= [MT^{-2}]$

**** ৬. কৈশিকতা বলতে কি বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০১৪, ১৭'পরি, ১৮'পরি

উত্তর ঃ অতি সূক্ষ্ম ও সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট নলকে কৈশিক নল (Capillary tube) বলে।

Extra ঃ

(i) পানির মধ্যে কৈশিক নল ডুবালে, পাত্রের পানির উপরিতল থেকে নলের পানির তল উপরে (↑) উঠে একে অধিঃক্ষেপ বলে ⟶ তরলের মুক্ত তল অবতল হয় ⟶ স্পর্শ কোণ সূক্ষ্মকোণ ($\theta<90°$) হয়।

(ii) পারদের মধ্যে কৈশিক নল ডুবালে, পাত্রের পারদের উপরিতল থেকে নলের পারদের তল নিচে(↓) নেমে যায় একে অবনমন বা অবক্ষেপ বলে⟶ তরলের মুক্ততল উত্তল হয়⟶স্পর্শ কোণ স্থূলকোণ ($\theta>90°$) হয়।

***** ৭. সান্দ্রতা সহগ বা গুণাঙ্ক কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০১১, ১২, ১২'পরি, ১৪, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ নির্দিষ্ট তাপমাত্রা প্রবাহীর দুটি স্তরের মধ্যে বেগের গতি একক রাখতে প্রবাহী স্তরের প্রতি একক ক্ষেত্রফলে যে স্পর্শকীয় বলের প্রয়োজন হয় তাকে ঐ প্রবাহীর সান্দ্রতা সহগ বলে। একে η (ইটা) দিয়ে প্রকাশ করা হয়।

Extra ঃ আমরা জানি, সান্দ্র বল, $F = \eta A \frac{dv}{dy}$

$$\Rightarrow \frac{F}{A.\frac{dv}{dy}} = \eta$$

$$\Rightarrow \eta = \frac{F/A}{\frac{dv}{dy}} = \frac{\text{স্পর্শকীয় পীড়ন}}{\text{বেগের নীতি}}$$

[সুতরাং, স্পর্শকীয় পীড়ন ও বেগের নতির অনুপাতকে সান্দ্রতা-সহগ বলে]

একক ঃ $\eta = \frac{F}{A.\frac{dv}{dy}}$ রাশি গুলোর একক বসালে হয়,

$$\frac{N}{m^2.\frac{ms^{-1}}{m}} = \frac{N}{m^2}.S = Pa.S = Ns/m^2 \qquad [\therefore \text{pascal} = \frac{N}{m^2}]$$

মাত্রা ঃ $\eta = \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}} \times \frac{\text{বেগ}}{\text{দূরত্ব}}$

$$= \frac{ML^1T^{-2}}{L^2 \times \frac{LT^{-1}}{L}} = ML^{1-2}T^{-2+1} = [ML^{-1}T^{-1}]$$

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. তরলের অভ্যন্তরের চাপ নির্ণয় কর।** বাকাশিবো-২০০২, ০২'পরি, ০৪, ০৫, ০৬, ০৮, ০৯, ১২, ১৭, ১৮'পরি, ২১, ২১'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

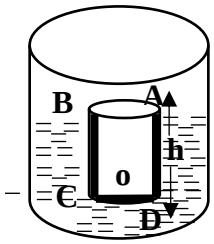
অথবা দেখাও যে, $p = h\rho g$ যেখানে প্রতীকগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।

উত্তর ঃ মনে করি,

তরলের উপরিতল হতে O বিন্দুর গভীরতা = h

তরলের ঘনত্ব = ρ

অভিকর্ষীয় ত্বরণ = g



তরলের উপরিতল থেকে BCDE তরল স্তম্ভ কল্পনা করি।

তরলস্তম্ভের বৃত্তাকার তলের ক্ষেত্রফল = A

এই তরল স্তম্ভের ওজনই, এই তলের উপর প্রযুক্ত বল।

$\therefore$ ওজন = বল

$\Rightarrow mg = F$

$\Rightarrow \rho vg = F$ [$\because$ ভর = ঘনত্ব $\times$আয়তন]

$\Rightarrow \rho.Ahg = F$ [আয়তন = ক্ষেত্রফল $\times$উচ্চতা]

$\therefore F = Ah\rho g$

$\therefore$ O বিন্দুতে চাপ $= \frac{\text{বল}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

$$\Rightarrow p = \frac{F}{A} = \frac{Ah\rho g}{A}$$

$$\therefore p = h\rho g$$

***** ২. তরল পদার্থের চাপের বৈশিষ্ট্য লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৪'পরি, ০৬, ১৬, ১৬'পরি, ২৫

উত্তর ঃ তরল পদার্থের চাপের বৈশিষ্ট্য নিম্নে দেওয়া হল ঃ

i) গভীরতার সঙ্গে চাপ বৃদ্ধি পায়। অর্থাৎ, গভীরতার সঙ্গে পার্শ্বচাপের বৃদ্ধি হয়।

ii) তরল পদার্থের চাপ চারদিকে কাজ করে।

iii) তরল পদার্থের চাপ একক ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে ক্রিয়া করে। অর্থাৎ $P \propto \frac{1}{A}$

iv) স্থির তরল পদার্থ পার্শ্বচাপ প্রয়োগ করে।

v) স্থিরাবস্থায় তরল পদার্থের কোন বিন্দুতে উর্ধ্বচাপ ও নিম্নচাপ সমান।

vi) স্থিরাবস্থায় তরলের যেকোন বিন্দুতে চাপ সর্বমুখী ও সমান।

vii) তরল পদার্থের চাপ, ঘনত্বের উপর নির্ভরশীল। অর্থাৎ কোন তরলপূর্ণ পাত্রের তলদেশে মোট চাপ তরলের গভীরতা এবং ভূমির ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভরশীল।

viii) স্থিরাবস্থায় তরলের উপরিতল সর্বদা অনুভূমিক।

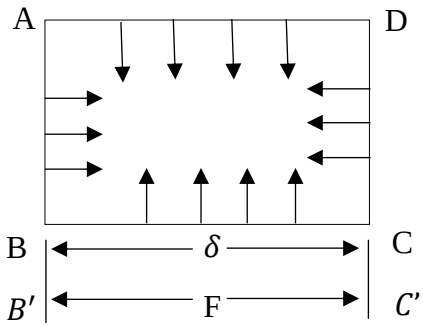
ix) পরস্পর সংযুক্ত পাত্রে তরল একই তলে থাকতে চায়। এটিই তরলের সমোচ্চশীলতার ধর্ম।

Note: তরল বিভিন্ন পাত্রে ঢাললে এক পাত্রের তরল যদি অন্য পাত্রে প্রবাহিত থাকলে প্রতিটি পাত্রে একই উচ্চতা দখল করে। তরলের এই বিশেষ ধর্মকে সমোচ্চশীলতা ধর্ম বলে।

**** ৩. পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তির মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর।**

বাকাশিবো- ২০১১, ১৮, ১৯, ২০, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ মনে করি, ABCD একটি তারের ফ্রেম। BC বাহুটি AB ও DC বাহু বরাবর চলাচল করতে পারে। AB, DC ও AD আটকানো। এবার সাবান পানিতে একটি ফ্রেমটিকে ডুবিয়ে উঠানো হলে, এর মাঝখানে একটি পাতলা পর্দা ফ্যানা আটকে থাকবে। ফ্যানার বা পর্দার পৃষ্ঠটানের জন্য BC, AD রেখা বরাবর অগ্রসর হবে।



এই অবস্থায় BC তারের ওপর AD এর দিকে বল,

$$F = \delta \times T + \delta \times T$$
$$= 2\delta T \ldots\ldots(1)$$

∴ BC তারের ক্ষুদ্র দূরত্ব x সরিয়ে B´C´তে আনতে সম্পাদিত কাজ,

$$W = F.x = \text{বল} \times \text{সরণ}$$
$$= 2\delta T.x \ldots\ldots\ldots(2) \quad [\text{ মান বসিয়ে }]$$

B´C´ অবস্থানে ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, $\Delta A = \text{দৈর্ঘ্য} \times \text{প্রস্থ} + \text{দৈর্ঘ্য} \times \text{প্রস্থ}$

$$= \delta \times x + \delta \times x$$
$$= 2\delta x \ldots\ldots\ldots(3)$$

∴ পৃষ্ঠটানের বিরুদ্ধে প্রতি একক ক্ষেত্রফল বৃদ্ধিতে কৃত কাজ বা

পৃষ্ঠশক্তি, $E = \frac{\text{কাজ}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$

$= \frac{W}{\Delta A}$

$= \frac{2\delta T.x}{2\delta x}$ --- [W, ΔA এর মান বসিয়ে]

$\Rightarrow E = T$

সুতরাং কোন তরলের পৃষ্ঠশক্তি তার পৃষ্ঠটানের সমান।

এখানে, $\delta = BC$ বাহুর দৈর্ঘ্য,

পর্দার উপরে ও নিচে দুই পৃষ্ঠ আছে। উভয়ের পৃষ্ঠটান = T

$\delta = BC$ বাহুর দৈর্ঘ্য,

পর্দার উপরে ও নিচে দুই পৃষ্ঠ আছে। উভয়ের পৃষ্ঠটান = T

পর্দার উপর ও নিচে দুই পৃষ্ঠ থাকে বলে।

***** ৪. তরলের পৃষ্ঠটান নির্ণয়ের পদ্ধতি বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ০৯, ১২, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ অতি সূক্ষ্ম ও সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট নলকে কৈশিক নল বলে। তরল যেমন পানির মধ্যে কৈশিক নলকে ডুবালে কাচ নলকে ভিজিয়ে দেয়। সেক্ষেত্রে নলের ভেতরকার তরলের তল পাত্রের তরলের মুক্ততলের চেয়ে উপরে ওঠে অর্থাৎ তরলের ঊর্ধ্বরোহন বা অধিঃক্ষেপ হয়। এই অবস্থায় তরলের উপরিতল অবতল হয়। যদি একটি কৈশিক নল পানির মধ্যে ডুবানো হয়, তবে পানির স্পর্শরেখার দৈর্ঘ্য $= 2\pi r$

∴ পৃষ্ঠটানের (T) ভিতরের দিকে অনুভবকৃত বল = পৃষ্ঠটান × দৈর্ঘ্য

$= T \times 2\pi r$

∴ বলের উল্লম্ব উপাংশ = $2\pi r T\cos\theta$

∴ h উচ্চতা পর্যন্ত আয়তন = $\pi r^2 h = v_1$

বক্র অংশের আয়তন = ABCD সিলিন্ডারের আয়তন - AEB অর্ধ গোলকের আয়তন

$$= \pi r^2.r - \frac{1}{2} \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= \pi r^3 - \frac{2}{3}\pi r^3$$

$$= \pi r^3 (1 - \frac{2}{3})$$

$$= \pi r^3 (\frac{3-2}{3})$$

$$v_2 = \frac{1}{3}\pi r^3$$

θ = তরল ও কঠিনের স্পর্শকোণ

r = ব্যাসার্ধ

h = মুক্ততল থেকে সর্বনিম্ন বিন্দু পর্যন্ত উচ্চতা

ρ = তরলের ঘনত্ব

T = তরলের পৃষ্ঠটান

θ = তরল ও কঠিনের স্পর্শকোণ

r = ব্যাসার্ধ

h = মুক্ততল থেকে সর্বনিম্ন বিন্দু পর্যন্ত উচ্চতা

ρ = তরলের ঘনত্ব

T = তরলের পৃষ্ঠটান

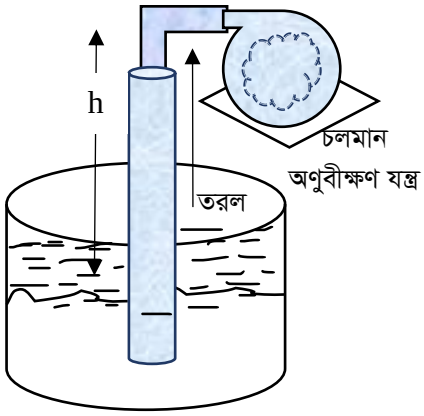
∴ কৈশিক নলের মধ্যে উঠা পানির ভর

m = আয়তন × ঘনত্ব

$= v \times \rho$

$= (v_1 + v_2) \times \rho$

$= (\pi r^2 h + \frac{1}{3}\pi r^3) \times \rho$



∴ স্থিরাবস্থায়, উর্দ্ধমূখী বল = তরল স্তম্ভের ওজন

$$\Rightarrow 2\pi r T\cos\theta = mg$$

$$\Rightarrow 2\pi r T\cos\theta = (\pi r^2 h + \frac{1}{3}\pi r^3) \times \rho \times g$$

$$\Rightarrow 2\pi r T\cos\theta = \pi r^2 (h + \frac{r}{3}) \times \rho \times g$$

$$\Rightarrow T = \frac{\pi r^2 (h + \frac{r}{3}) \times \rho \times g}{2\pi r.\cos\theta}$$

$$\Rightarrow T = \frac{r\rho g (h + \frac{r}{3})}{2\cos\theta}$$

[কাচ ও পানির ক্ষেত্রে $\theta = 0°$ হলে, $\cos 0° = 1$ হবে]

$$\therefore \quad T = \frac{r\rho g}{2}.(h + \frac{r}{3})$$

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

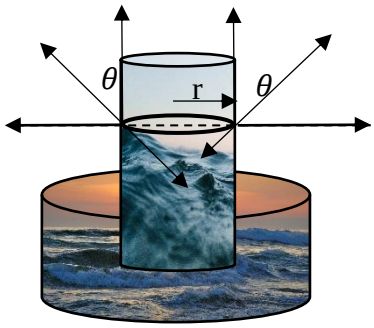
***** ১. তরলের পৃষ্ঠটান নির্ণয়ের রাশিমালা প্রতিপাদন কর।**

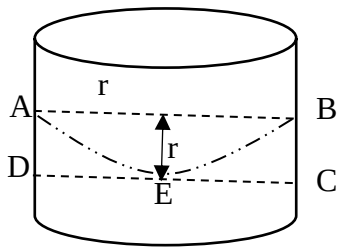
বাকাশিবো- ২০১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৫, ১৬, ১৭, ১৮'পরি, ১৯

উত্তর ঃ অতি সূক্ষ্ম ও সুষম ছিদ্রবিশিষ্ট নলকে কৈশিক নল বলে। তরল যেমন পানির মধ্যে কৈশিক নলকে ডুবালে কাচ নলকে ভিজিয়ে দেয়। সেক্ষেত্রে নলের ভেতরকার তরলের তল পাত্রের তরলের মুক্ততলের চেয়ে উপরে ওঠে অর্থাৎ তরলের উর্ধ্বরোহন বা অধিঃক্ষেপ হয়। এই অবস্থায় তরলের উপরিতল অবতল হয়। যদি একটি কৈশিক নল পানির মধ্যে ডুবানো হয়, তবে পানির স্পর্শরেখার দৈর্ঘ্য $= 2\pi r$

$\therefore$ পৃষ্ঠটানের (T) ভিতরের দিকে অনুভবকৃত বল = পৃষ্ঠটান × দৈর্ঘ্য

$= T \times 2\pi r$





$\therefore$ বলের উল্লম্ব উপাংশ $= 2\pi r T\cos\theta$

$\therefore$ h উচ্চতা পর্যন্ত আয়তন $= \pi r^2 h = v_1$

বক্র অংশের আয়তন,

ABCD সিলিন্ডারের আয়তন - AEB অর্ধ গোলকের আয়তন

$$= \pi r^2.r - \frac{1}{2} \times \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$= \pi r^3 - \frac{2}{3}\pi r^3$$

$= \pi r^3 (1-\frac{2}{3}) = \pi r^3 (\frac{3-2}{3})$

$v_2 = \frac{1}{3}\pi r^3$

θ = তরল ও কঠিনের স্পর্শকোণ

r = ব্যাসার্ধ

h = মুক্ততল থেকে সর্বনিম্ন বিন্দু পর্যন্ত উচ্চতা

ρ = তরলের ঘনত্ব

T = তরলের পৃষ্ঠটান

∴ কৈশিক নলের মধ্যে উঠা পানির ভর m = আয়তন × ঘনত্ব

$= v \times \rho$

$= (v_1+v_2) \times \rho$

$= (\pi r^2 h + \frac{1}{3}\pi r^3) \times \rho$

∴ স্থিরাবস্থায়, উর্দ্ধমূখী বল = তরল স্তম্ভের ওজন

$\Rightarrow 2\pi r T\cos\theta = mg$

$\Rightarrow 2\pi r T\cos\theta = (\pi r^2 h + \frac{1}{3}\pi r^3) \times \rho \times g$

$\Rightarrow 2\pi r T\cos\theta = \pi r^2 (h+\frac{r}{3}) \times \rho \times g$

$\Rightarrow T = \frac{\pi r^2 (h+\frac{r}{3}) \times \rho \times g}{2\pi r.\cos\theta}$

$\Rightarrow T = \frac{r\rho g (h+\frac{r}{3})}{2\cos\theta}$

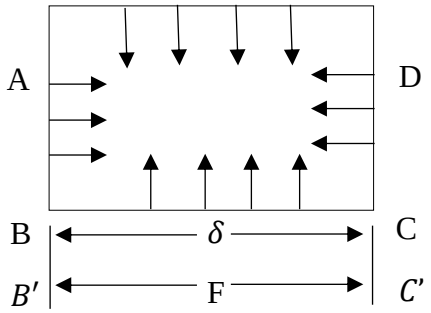
[কাচ ও পানির ক্ষেত্রে $\theta = 0°$ হলে, $\cos 0° = 1$ হবে]

$\therefore T = \frac{r\rho g}{2}.(h + \frac{r}{3})$

***** ২. তরলের পৃষ্ঠটান ও পৃষ্ঠশক্তির মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর।**

বাকাশিবো- ২০১২'পরি, ১৬, ১৬'পরি

উত্তর ঃ মনে করি, ABCD একটি তারের ফ্রেম। BC বাহুটি AB ও DC বাহু বরাবর চলাচল করতে পারে। AB, DC ও AD আটকানো।



এবার সাবান পানিতে ফ্রেমটিকে ডুবিয়ে উঠানো হলে, এর মাঝখানে একটি পাতলা পর্দা ফ্যানা আটকে থাকবে। ফ্যানার বা পর্দার পৃষ্ঠটানের জন্য BC, AD রেখা বরাবর অগ্রসর হবে। এই অবস্থায় BC তারের ওপর AD এর দিকে বল,

$$F = \delta \times T + \delta \times T$$
$$= 2\delta T \ldots\ldots(1)$$

∴ BC তারের ক্ষুদ্র দূরত্ব x সরিয়ে B´C´তে আনতে সম্পাদিত কাজ,

$$W = F.x = \text{বল} \times \text{সরণ}$$
$$= 2\delta T.x \ldots\ldots\ldots(2)$$ [মান বসিয়ে]

δ = BC বাহুর দৈর্ঘ্য,

পর্দার উপরে ও নিচে দুই পৃষ্ঠ আছে।

উভয়ের পৃষ্ঠটান = T

B´C´ অবস্থানে ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি, ΔA = দৈর্ঘ্য ×প্রস্থ + দৈর্ঘ্য ×প্রস্থ

$= \delta \times x + \delta \times x$

$= 2\delta x$.....(3)

∴ পৃষ্ঠটানের বিরুদ্ধে প্রতি একক ক্ষেত্রফল বৃদ্ধিতে কৃত কাজ বা পৃষ্ঠশক্তি,

$E = \frac{\text{কাজ}}{\text{ক্ষেত্রফল}}$ [পর্দার উপর ও নিচে দুই পৃষ্ঠ থাকে বলে।]

$= \frac{W}{\Delta A}$

$= \frac{2\delta T.x}{2\delta x}$ [W, ΔA এর মান বসিয়ে]

$\therefore E = T$

সুতরাং কোন তরলের পৃষ্ঠশক্তি তার পৃষ্ঠটানের সমান।

অধ্যায়-১১ তরঙ্গ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১. অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণটি লেখ।** বাকাশিবো- ২০১১, ১২, ২০

উত্তর ঃ অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt \pm x)$

এখানে, y = t সময়ে সাম্যাবস্থা থেকে কণার সরণ (m)

A = বিস্তার (m)

λ = তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (m)

v = শব্দের বেগ (ms^{-1})

t = সময় (s)

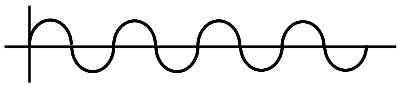
x = কণার অতিক্রান্ত দূরত্ব (m)

***** ২. বিট বা স্বরকম্প কী?**

বাকাশিবো- ২০০৫'পরি, ১১, ১১'পরি, ১২, ১২'পরি, ১৫, ১৬, ১৭, ২৪, ২৪'পরি, ২৫

উত্তর ঃ প্রায় সমান কম্পাঙ্ক ও তীব্রতার দুটি শব্দ তরঙ্গ একই দিকে গতিশীল হলে শব্দের পর্যায়ক্রমিক তীব্রতার হ্রাস-বৃদ্ধিকে বিট বা স্বরকম্প বলে।

Example-



***** ৩. তরঙ্গদৈর্ঘ্য কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০২'পরি, ০৩পরি, ০৫, ০৯, ১২, ১৩, ১৭, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ তরঙ্গ সৃষ্টিকারী কোন কম্পনশীল কণার একটি কম্পন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, সেই সময়ে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে তরঙ্গদৈর্ঘ্য বলে। তরঙ্গদৈর্ঘ্যকে λ (ল্যামডা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

Extra- তরঙ্গের উপরে অবস্থিত পর-পর দুটি সমদশা সম্পন্ন কণার দূরত্বই তরঙ্গদৈর্ঘ্য।

**** ৪. তরঙ্গ কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১৫, ১৫'পরি

উত্তর ঃ স্থিতিস্থাপক মাধ্যমের কণাগুলির সমষ্টিগত কম্পনের ফলে সৃষ্ট আন্দোলনকে তরঙ্গ বলে।

তরঙ্গ প্রবাহ অভিমুখের তারতম্যভেদে দু' প্রকার। যথা ঃ

i) অনুপ্রস্থ তরঙ্গ (Transverse wave)

ii) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ (Longitudinal wave)

*** ৫. তরঙ্গের তীব্রতা কি?** বাকাশিবো- ২০১৪'পরি

উত্তর ঃ কোন চলমান তরঙ্গের সমকোণে একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে যে শক্তি প্রবাহিত হয় তাকে, ঐ তরঙ্গের তীব্রতা বলে। একে I দ্বারা সূচিত করা হয়।

***** ৬. অগ্রগামী তরঙ্গ কি? একটি উদাহরণ দাও।**

বাকাশিবো- ২০১১, ১১'পরি, ১২, ১৫'পরি

উত্তর ঃ যখন কোন মাধ্যমের মধ্য দিয়ে পর্যাবৃত্ত আন্দোলন এক স্তর থেকে অন্য স্তরে তরঙ্গ আকারে সঞ্চালিত হতে হতে সামনের দিকে একটি নির্দিষ্ট বেগে অগ্রসর হয়, তখন তাকে অগ্রগামী তরঙ্গ বলে।

উদাহরণ ঃ পানিতে ঢিল ফেললে অগ্রগামী অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সৃষ্টি হয়। বা যে তরঙ্গ সময়ের সাথে সাথে এগিয়ে যায় তাকে অগ্রগামী তরঙ্গ বলে।

***** ৭. অনুপ্রস্থ বা আড় তরঙ্গ বা তির্যক তরঙ্গ কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০৩, ০৬, ০৭, ০৮, ০৯, ১০'পরি, ১২, ১৩, ১৪'পরি

উত্তর ঃ যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয়, সেই তরঙ্গকে অনুপ্রস্থ বা আড় তরঙ্গ বলে।

উদাহরণ ঃ পানির তরঙ্গ, আলোক তরঙ্গ, তাপ তরঙ্গ, বেতার তরঙ্গ ইত্যাদি।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. স্থির তরঙ্গ কাকে বলে? স্থির তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য গুলো লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০৬, ১১'পরি, ১৪'পরি, ১৯'পরি, ২০, ২০'পরি

উত্তর ঃ যে তরঙ্গ একটি নির্দিষ্ট স্থানে সীমাবদ্ধ থাকে তাকে স্থির তরঙ্গ বলে।

উদাহরণ ঃ দুটি কাঠির মধ্যে একটি তারের কম্পন।

স্থির তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য ঃ

i) এটি নির্দিষ্ট স্থানে সীমাবদ্ধ।

ii) এটি দুটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমষ্টি।

iii) এটি সুস্পন্দ ও নিস্পন্দ তৈরি করে অগ্রসর হয়।

iv) এটি স্থির বিন্দু ব্যতীত অন্য বিন্দুতে পর্যাবৃত্ত গতি লাভ করে।

v) তরঙ্গের বিভিন্ন বিন্দুতে বিস্তার ভিন্ন।

vi)সুস্পন্দ বিন্দুর কণার বিস্তার 'A' মূল তরঙ্গের দ্বিগুণ।

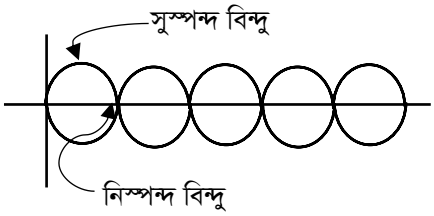
vii) পূর্ণ কম্পনে দুটি স্থির বিন্দু থাকে।

viii)সুস্পন্দ ও নিস্পন্দ বিন্দু সাপেক্ষে চাপ ও ঘনত্বের পরিবর্তন ঘটে।

ix) বিস্তার সর্বাধিক হলে সেটি সুস্পন্দ বিন্দু।

x) বিস্তার শূন্য হলে সেটি নিস্পন্দ বিন্দু ।

Extra: চিত্র অনুযায়ী দুটি লাঠির মধ্যে একটি তার আটকানো থাকলে তারের কম্পনের ফলে দুটি বিপরীতমুখী অগ্রগামী তরঙ্গ উৎপন্ন হয়। ফলে তাদের উপরিপাতন এর ফলে সুস্পন্দ এবং নিস্পন্দ বিন্দু তৈরি করে স্থির তরঙ্গ উৎপন্ন হয়।



***** ২. আড় তরঙ্গ ও দীঘল তরঙ্গ এর পার্থক্য লেখ।**

অথবা অনুপ্রস্থ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের পার্থক্য লেখ। বাকাশিবো- ২০০০'পরি, ০১, ০৪, ০৪'পরি, ০৬, ০৬'পরি, ০৯, ১২'পরি, ১৫, ২১'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ নিম্নে অনুপ্রস্থ ও অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গের পার্থক্য দেওয়া হল ঃ

অনুপ্রস্থ বা আড় তরঙ্গ	অনুদৈর্ঘ্য বা দীঘল বা লম্বিক তরঙ্গ
১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিকের সাথে সমকোণে অগ্রসর হয় তাই আড় তরঙ্গ।	১. যে তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলোর কম্পনের দিকের সাথে সমান্তরালে অগ্রসর হয় তাই অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

২. মাধ্যমের তরঙ্গ চূড়া ও তরঙ্গখাঁজ উৎপন্ন করে সঞ্চালিত হয়।	২. সংকোচন ও প্রসারণের মাধ্যমে তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়।
৩. একটি তরঙ্গ চূড়া ও তরঙ্গখাঁজ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত।	৩. একটি সংকোচন ও প্রসারণ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত।
৪. সমবর্তন ঘটে।	৪. সমবর্তন ঘটে না।
৫. পর-পর দুটি তরঙ্গ শীর্ষের দূরত্বকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (λ) বলে।	৫. পর-পর দুটি সংকোচন বা একটি প্রসারণের মধ্যবর্তী দূরত্বকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (λ) বলে।

****৩. অগ্রগামী তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য লেখ।** বাকাশিবো- ২০১৭, ১৭'পরি

উত্তর ঃ অগ্রগামী তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হল ঃ

i) অগ্রগামী তরঙ্গে মাধ্যমের প্রত্যেকটি কণা পর্যায়বৃত্ত গতি লাভ করে।

ii)অগ্রগামী তরঙ্গ মাধ্যমের ভিতর দিয়ে নির্দিষ্ট বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়।

iii) অগ্রগামী তরঙ্গে কণাগুলো দশা এক কণা থেকে অপর কণাতে পরিবর্তিত হয়।

iv) অগ্রগামী তরঙ্গ মাধ্যমের কণাগুলো কখনো স্থির থাকে না।

v)অগ্রগামী অনুপ্রস্থ তরঙ্গের একটি তরঙ্গচূড়া ও একটি তরঙ্গখাঁজ নিয়ে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য গঠিত হয়।

vi) অগ্রগামী তরঙ্গ মাধ্যমের প্রতিটি বিন্দুর চাপ ও ঘনত্ব একইভাবে পরিবর্তিত হয়।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. অগ্রগামী তরঙ্গ কাকে বলে? একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সাধারণ সমীকরণ প্রতিষ্ঠা কর।** বাকাশিবো- ২০১১১, ১২'পরি, ১৩,১৪, ১৫'পরি, ১৮, ১৯, ১৯'পরি, ২০'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৫

উত্তর ঃ সংজ্ঞা ঃ যখন কোন মাধ্যমের ভেতর পর্যায়বৃত্ত আন্দোলন এক স্তর থেকে অন্য স্তরে তরঙ্গ আকারে সঞ্চালিত হতে হতে সামনের দিকে একটি নির্দিষ্ট বেগে অগ্রসর হয়, তখন তাকে অগ্রগামী তরঙ্গ বলে।

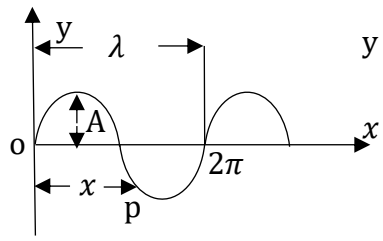
উদাহরণ ঃ পানিতে ঢিল ফেললে অগ্রগামী অনুপ্রস্থ তরঙ্গের সৃষ্টি হয়।

ব্যাখ্যা ঃ এখানে, বিস্তার = A (m)

কৌণিক কম্পাঙ্ক = w (rad.s^{-1})

সময় = t (s)

তরঙ্গদৈর্ঘ্য = λ(m)



মনে করি, একটি অগ্রগামী তরঙ্গ X অক্ষের দিকে O অবস্থান হতে t সময়ে গতিশীল।

ঐকিক নিয়ম, λ দূরত্বের জন্য দশা পার্থক্য = 2π

$\therefore$ একক দূরত্বের জন্য দশা পার্থক্য = $\frac{2\pi}{\lambda}$

$\therefore$ x দূরত্বের জন্য দশা পার্থক্য = $\frac{2\pi x}{\lambda}$

অগ্রগামী দূরত্বের সমীকরণ ঃ $y = A \sin wt$..... (1)

যদি কণাটি O হতে x দূরত্ব অতিক্রম করে p বিন্দুতে পৌঁছে।

তাই, y = Asin (ωt-দশা পার্থক্য)

= Asin ($\omega t - \frac{2\pi x}{\lambda}$) (মান বসিয়ে)

$$= A\sin\left(2\pi ft - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) \quad (\because \omega = 2\pi f)$$

$$= A\sin\left(2\pi.\frac{v}{\lambda}.t - \frac{2\pi x}{\lambda}\right) \quad (\because f = \frac{v}{\lambda})$$

$$= A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt-x) \;\ldots\ldots\; (2)$$

ইহাই অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ।

কিন্তু যদি, কণাটি ঋণাত্মক X অক্ষের দিকে গমন করে,

$$y = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt+x) \;\ldots\ldots\; (3)$$ হবে

(2) ও (3) অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

***** ১। একটি অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ, $y = 5\sin(200\pi t - 1.57x)$, এখানে সব কয়টি রাশি এস.আই একক এ প্রদত্ত। তরঙ্গের বিস্তার, কম্পাঙ্ক, বেগ, এবং পর্যায়কাল নির্ণয় কর।** বাকাশিবোঃ ২০১৪, ১৫, ২১

সমাধান ঃ আমরা জানি,

অগ্রগামী তরঙ্গের সমীকরণ $y = A\sin\frac{2\pi}{\lambda}(vt+x)$

$$= A\sin\left(\frac{2\pi}{\lambda}vt - \frac{2\pi}{\lambda}x\right) \;\ldots\; (1)$$

দেওয়া আছে, $y = 5\sin(200\pi t - 1.57x) \;\ldots\ldots\; (2)$

$\therefore$ (1) ও (2) তুলনা করে পাই, বিস্তার $A = 5m$ **(Ans.)**

আবার $\frac{2\pi}{\lambda}v = 200\pi$

$\Rightarrow 2.\frac{v}{\lambda} = 200$

$\Rightarrow 2f = 200$

$\Rightarrow f = \frac{200}{2} = 100Hz.$ (**Ans**.)

$\therefore \frac{2\pi}{\lambda} = 1.57$

$\Rightarrow 2\pi = 1.57\times\lambda$

$\Rightarrow \lambda = \frac{2\pi}{1.57}$ ($\pi = 3.1416$)

$\therefore \lambda = 4m$

$\therefore$ এখন, $V = f\lambda$

$= 100\times4$

$= 400ms^{-1}$

$\therefore$ পর্যায়কাল, $T = \frac{1}{f}$

$= \frac{1}{100}$

$= 0.01$ sec **(Ans.)**

[তরঙ্গ দৈর্ঘ্য = λ বের করতে হলে এইভাবে করতে হবে]

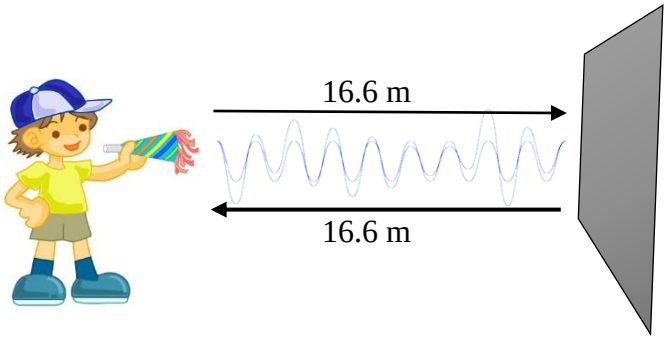
অধ্যায়-১২

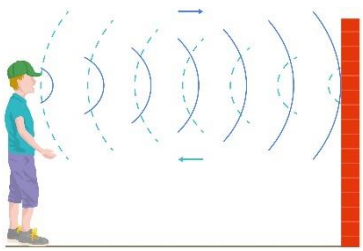
শব্দ ও শব্দের বেগ

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. শব্দের প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস থেকে প্রতিফলকের নূন্যতম দূরত্ব কত?** বাকাশিবো- ২০০৫, ০৬, ১২, ১৩, ২০, ২০'পরি

উত্তর ঃ শব্দের প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস থেকে প্রতিফলকের নূন্যতম দূরত্ব 16.6m. বা 16.6×3.28 ফুট = 56 ফুট।





***** ২. শ্রবণোত্তর শব্দের ২টি ব্যবহার লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০২'পরি, ০৮, ১৩, ১৮, ২০

উত্তর ঃ প্রতি সেকেন্ডে কম্পন সংখ্যা ২০,০০০ এর অধিক হলে যে শব্দ হয়, তাকে শ্রবণোত্তর বা শব্দোত্তর শব্দ বলে। এই শব্দ আমরা শুনতে পাই না।

শ্রবণোত্তর শব্দের ব্যবহার ঃ

i) পানি, দুধ ও খাদ্যদ্রব্য জীবাণুমুক্ত করার জন্য এই শব্দের কম্পন ব্যবহৃত হয়। পানিতে অমিশ্রিত ঔষুধকে, দ্রবীভূত বা মেশানোর কাজে এই কম্পন ব্যবহৃত হয়।

ii) যেসব রোগের চিকিৎসার জন্য অধিক তাপের প্রয়োজন হয়, সেক্ষেত্রে এই কম্পন ব্যবহৃত হয়।

iii) এই কম্পনের প্রতিধ্বনির সাহায্যে ডুবোজাহাজের অবস্থান, পাহাড়ের অবস্থান, সমুদ্রের গভীরতা এবং মাছের ঝাঁকের অবস্থান নির্ণয় করা যায়।

iv) এই শ্রবণোত্তর কম্পন ব্যবহার করে রাতের অন্ধকারে বাদুড়, চামচিকা চলাফেরা করে।

v) চোর ধরার কাজে শ্রবণোত্তর শব্দ ব্যবহৃত হয়।

vi) সূক্ষ্ম বৈদ্যুতিক যন্ত্রপাতি পরিষ্কারের কাজে ব্যবহৃত হয়।

vii) পোতাশ্রয়ের মুখ হতে জাহাজের পথ প্রদর্শনের কাজে এই শব্দ বা কম্পন ব্যবহৃত হয়।

***** ৩. শব্দের প্রতিধ্বনি কাকে বলে? এর একটি ব্যবহারিক প্রয়োগ লেখ।**

বাকাশিবো- ২০০১, ০২, ০৩, ০৪, ০৫, ০৬, ০৭, ১১, ১২, ১৩, ১৭, ১৯, ২১'পরি, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ শব্দ করার পর দূরবর্তী কোন প্রতিফলকে প্রতিফলিত হয়ে উৎসের কাছে সেই শব্দের পুনরাবৃত্তি হলে, তাকে প্রতিধ্বনি বলে। অথবা প্রতিফলনের দরুন ধ্বনির পুনরাবৃত্তিকে প্রতিধ্বনি বলে।

প্রতিধ্বনির ব্যবহার ঃ

i) খনিজ পদার্থের সন্ধান। ii) সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়।

iii) উড়োজাহাজের উচ্চতা নির্ণয়।

iv) প্রতিধ্বনির সাহায্যে অন্ধকারে বাদুড়, চামচিকা চলাফেরা ইত্যাদি।

প্রতিধ্বনির তথ্য ঃ

১) প্রতিধ্বনি হতে হলে উৎস ও প্রতিফলকের মাঝে নূন্যতম দূরত্ব 16.6m হতে হবে।

২) স্পষ্ট প্রতিধ্বনির শুনতে হলে, ধ্বনি ও প্রতিধ্বনির ভিতর নূন্যতম সময়ের ব্যবধান বা $\frac{1}{10}$ বা 0.1 sec দরকার।

***** ৪. শ্রবণোত্তর বা শব্দোত্তর শব্দ কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০০, ০১,০২, ০৩, ০৫, ০৬, ০৭, ১১, ১২, ১৩, ১৭, ১৯

উত্তর ঃ প্রতি সেকেন্ডে কম্পন সংখ্যা ২০,০০০ এর অধিক হলে যে শব্দ হয়, তাকে শ্রবণোত্তর বা শব্দোত্তর শব্দ বলে। এই শব্দ আমরা শুনতে পাই না।

***** ৫. অবশ্রুতি শব্দ কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০২, ০৪, ০৫, ১১'পরি, ১৭

উত্তর ঃ প্রতি সেকেন্ডে কম্পন সংখ্যা ২০-এর কম হলে যে শব্দ সৃষ্টি হয়, তাকে অবশ্রুতি বা (Infrasonic) শব্দ বলে। এই শব্দ আমরা শুনতে পাই না।

***** ৬. শব্দানুভুতির স্থায়ীত্বকাল কত?**

বাকাশিবো- ২০০২, ০৬'পরি, ০৮'পরি, ০৯, ১০, ১১, ১৪'টেক্স, ১৫

উত্তর ঃ কোন শব্দ শোনার প্রায় 0.1 সেকেন্ড সময় পর্যন্ত শ্রোতার মস্তিষ্কে তার অনুভূতি থেকে যায়। এই সময়কে শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল $\frac{1}{10}$ বা 0.1 শ্রুতি রেশ বলে। অর্থাৎ শব্দানুভূতির স্থায়ীত্বকাল 0.1 সেকেন্ড।

***** ৭. শব্দের শ্রাব্যতার সীমা কত?** বাকাশিবো- ২০০২, ০৬'পরি, ০৮'পরি, ০৯, ১০, ১১, ১৪'টেক্স, ১৫, ২৫, ২২,২২'পরি,২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ প্রতি সেকেন্ডে কম্পন সংখ্যা ২০ হতে ২০,০০০ এর মধ্যে থাকলে যে শব্দ উৎপন্ন হয় তা আমরা শুনতে পাই। কম্পনের এই সীমাকে শ্রাব্যতার সীমা বলে। 20 Hz এর কম অবশ্রুতি শব্দ এবং 20000 Hz এর অধিক শ্রবণোত্তর শব্দ যা আমরা শুনতে পাই না।

***** ৮. অনুনাদ কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০১, ০৩, ০৪, ০৫, ০৭, ০৯, ১১'পরি, ১২, ১২, ১৩, ১৪'টেক্স

উত্তর ঃ কোন একটা বস্তুর স্বাভাবিক পর্যায়কাল (T) যদি তার উপর আরোপিত পর্যায় বলের পর্যায়কালের (T_F) সমান হয়, তখন বস্তুটির যে কম্পন হয় তাকে অনুনাদ বলে।

অর্থাৎ স্বাভাবিক পর্যায়কাল = পর্যায়বলের পর্যায়কাল

$$\therefore \quad T = T_F$$

**** ৯. শ্রবণোত্তর শব্দের সীমা কত?** বাকাশিবো- ২০০৩'পরি, ০৪'পরি, ০৭

উত্তর ঃ প্রতি সেকেন্ডে কম্পন সংখ্যা ২০,০০০

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. শব্দের বেগের উপর চাপের প্রভাব বর্ণনা কর।**

বাকাশিবো- ২০০৩, ০৫'পরি, ১৮, ২০, ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ চাপের প্রভাব ঃ স্থির তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট ভরের বায়ুর চাপ P তার ঘনত্ব ρ-এর সমানুপাতিক।

অর্থাৎ, $P \propto \rho$

$\Rightarrow P =$ ধ্রুবক $\times \rho$

$\Rightarrow \frac{P}{\rho} =$ ধ্রুবক

বায়ুর ভর = m

১ম অবস্থার চাপ, ঘনত্ব ও বেগ যথাক্রমে p_1, ρ_1, v_1

২য় অবস্থার চাপ, ঘনত্ব ও বেগ যথাক্রমে, p_2, ρ_2, v_2

আপেক্ষিক তাপদ্বয়ের অনুপাত = γ

শব্দের বেগ, $v_1 = \sqrt{\frac{\gamma p_1}{\rho_1}}$

$v_2 = \sqrt{\frac{\gamma p_2}{\rho_2}}$

বয়েলের সূত্রানুসারে, $p_1 v_1' = p_2 v_2'$

$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{v_2'}{v_1'}$

$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{\frac{m}{\rho_2}}{\frac{m}{\rho_1}}$

$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{m}{\rho_2} \times \frac{\rho_1}{m}$

$\Rightarrow \frac{p_1}{p_2} = \frac{\rho_1}{\rho_2}$

$\Rightarrow \frac{p_1}{\rho_1} = \frac{p_2}{\rho_2}$

$\Rightarrow \frac{\gamma p_1}{\rho_1} = \frac{\gamma p_2}{\rho_2}$ ------ [উভয় পক্ষকে 'γ' গুণ করে]

$\Rightarrow \sqrt{\frac{\gamma p_1}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{\gamma p_2}{\rho_2}}$ -----[উভয় পক্ষকে বর্গমূল করে]

$\Rightarrow v_1 = v_2$

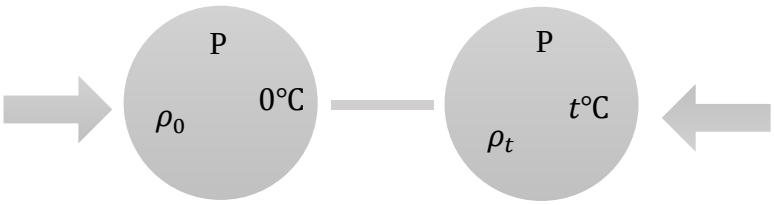
$m = \rho v$

আয়তন $v = \frac{m}{\rho}$

অর্থাৎ, স্থির তাপমাত্রায়, চাপের পরিবর্তনে বায়ুতে শব্দের বেগের কোন পরিবর্তন হয় না।

***** ২. দেখাও যে, বায়ুতে শব্দের বেগ তার পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।** বাকাশিবো- ২০০২, ০৩'পরি, ০৪'পরি, ০৫, ০৬, ০৭, ০৭'পরি, ০৮, ০৮'পরি, ০৯, ১১'পরি, ১২, ১৩, ১৪, ১৪'পরি, ১৫, ১৬, ১৮, ১৯'পরি

উত্তর ঃ তাপমাত্রা পরিবর্তনে বায়ুর ঘনত্ব এবং সাথে-সাথে বায়ুতে শব্দের বেগ পরিবর্তিত হবে। বায়ুর তাপমাত্রা (T) বৃদ্ধি পেলে ঘনত্ব (ρ) হ্রাস পাবে এবং শব্দের বেগ (v) বৃদ্ধি পাবে।



0°C তাপমাত্রা = T_0, ঘনত্ব = ρ_0, চাপ = p (স্থির)

শব্দের বেগ, $V_0 = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_0}}$ ..... (1)

t°C তাপমাত্রা = T, ঘনত্ব = ρ_t

শব্দের বেগ, $V_t = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_t}}$ .....(2)

আমরা জানি, $\rho_0 = \rho_t (1+\propto t)$

$= \rho_t (1+\frac{t}{273})$

(1) ও (2) হতে পাই, [$\propto$ গ্যাসের আয়তন প্রসারণ গুনাঙ্ক = $\frac{1}{273}$/°C]

$$V_t = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_t}} \text{_____} (i)$$

$$V_0 = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho^0}} \text{_____} (ii)$$

$(i) \div (ii)$

$$\Rightarrow \frac{V_t}{V_0} = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_t}} \times \sqrt{\frac{\rho_0}{\gamma p}}$$

$$\Rightarrow \frac{V_t}{V_0} = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_t}}$$

$$\Rightarrow \frac{V_t}{V_0} = \sqrt{\frac{\rho_t\,(1+\frac{t}{273})}{\rho_t}}$$

$$\Rightarrow \frac{V_t}{V_0} = \sqrt{\frac{273+t}{273}} = \sqrt{\frac{T}{t_0}}$$

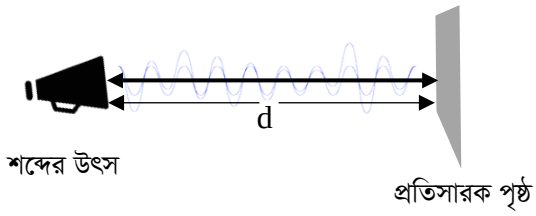
$$\therefore V \propto \sqrt{T}$$

সুতরাং বায়ুতে শব্দের বেগ পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।

***** ৩. দেখাও যে, প্রতিধ্বনি শোনার জন্য উৎস এবং প্রতিফলকের মাঝে নূন্যতম 16.6m দূরত্ব প্রয়োজন।**

বাকাশিবো- ১৯৯৪, ৯৬, ৯৯, ০৩, ০৪, ০৫, ০৮, ১২, ১৫, ১৬, ১৭, ২১

উত্তর ঃ যদি কোন উৎস থেকে সৃষ্ট শব্দ প্রতিফলক পৃষ্ঠ থেকে ‘ d ’ দূরত্ব অতিক্রম করে। উৎসে প্রতিধ্বনি শুনতে শব্দ এবার ‘ d ’ দূরত্ব অতিক্রম করে ফিরে আসে।



শব্দের মোট দূরত্ব = যাওয়া + আসা

$= d+d$

$= 2d$

কোন শব্দ শোনার পর প্রায় $\frac{1}{10}$ সেকেন্ড এর রেশ শ্রোতার মস্তিষ্কে থাকে।

মূলধ্বনি ও প্রতিধ্বনির মাঝে সময়ের নূন্যতম পার্থক্য, $t = \frac{1}{10}$ sec = 0.1 sec

আমরা জানি, দূরত্ব = বেগ × সময়

$\Rightarrow 2d = v \times t$

$\Rightarrow 2d = 332 \times 0.1$ [বায়ুতে শব্দের বেগ $v = 332ms^{-1}$]

$\Rightarrow d = \frac{332 \times 0.1}{2}$

$\therefore d = 16.6m$

বায়ুতে শব্দের প্রতিধ্বনি শোনার নূন্যতম দূরত্ব = 16.6m **(দেখানো হলো)**

**** ৪. প্রমাণ কর যে, তরঙ্গ বেগ = কম্পাঙ্ক × তরঙ্গ দৈর্ঘ্য। ($v = f\lambda$)**

বাকাশিবো- ২০১৬'পরি, ১৭, ২৩, ২৩'পরি

উত্তর ঃ একক সময়ে নির্দিষ্ট দিকে তরঙ্গ যে দূরত্ব অতিক্রম করে, তাই তরঙ্গের বেগ (v)। একটি পূর্ণ কম্পন সম্পন্ন হতে যে সময় লাগে, তাই দোলনকাল (T)। দোলনকালের সময় তরঙ্গ যে দূরত্ব যায় তাই তরঙ্গ দৈর্ঘ্য। প্রতি সেকেন্ডে যতগুলো কম্পন দেয়, তাই কম্পাঙ্ক (f)।

T সেকেন্ডে কম্পন = 1টি

$\therefore$ 1 সেকেন্ডে কম্পন = $\frac{1}{T}$ টি

$\therefore$ কম্পাঙ্ক, $f = \frac{1}{T}$

সুতরাং, বেগ = $\frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}}$

$$\Rightarrow v = \frac{\lambda}{T}$$

$$\Rightarrow v = \lambda . \frac{1}{T}$$

$$\Rightarrow v = \lambda . f$$ ---------- [মান বসিয়ে]

$$\therefore v = f\lambda$$

তরঙ্গ বেগ = কম্পাঙ্ক×তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (প্রমাণিত)

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. শব্দের বেগের উপর তাপমাত্রা, চাপ ও আর্দ্রতার প্রভাব সংক্ষেপে লেখ।** বাকাশিবো- ২০০৫'পরি, ০৭, ১০, ১৩, ১৯

উত্তর ঃ বায়ুর ভর = m

১ম অবস্থার চাপ, ঘনত্ব ও বেগ যথাক্রমে p_1, ρ_1, v_1

২য় অবস্থার চাপ, ঘনত্ব ও বেগ যথাক্রমে p_2, ρ_2, v_2

শব্দের বেগের উপর,

i) চাপের প্রভাব ঃ স্থির তাপমাত্রায় একটি নির্দিষ্ট ভরের বায়ুর চাপ তার ঘনত্ব এর সমানুপাতিক ।

অর্থাৎ, $P \propto \rho$

$\Rightarrow P = \text{ধ্রুবক} \times \rho$

$\therefore \frac{P}{\rho} = \text{ধ্রুবক}$

বয়েলের সূত্রানুসারে, $p_1v_1' = p_2v_2'$

$\Rightarrow p_1\frac{m}{\rho_1} = p_2\frac{m}{\rho_2}$

$\Rightarrow \frac{\lambda p_1}{\rho_1} = \frac{\lambda p_2}{\rho_2}$

$\Rightarrow \sqrt{\frac{\lambda p_1}{\rho_1}} = \sqrt{\frac{\lambda p_2}{\rho_2}}$

$\therefore v_1 = v_2$

$$\boxed{m = \rho v \quad \therefore v = \frac{m}{\rho}}$$

অর্থাৎ, স্থির তাপমাত্রায়, চাপের পরিবর্তনে বায়ুতে শব্দের বেগের কোন পরিবর্তন হয় না।

i) তাপমাত্রার প্রভাব ঃ তাপমাত্রা পরিবর্তনে,অর্থাৎ তাপমাত্রা (T) বৃদ্ধি পেলে ঘনত্ব (ρ) হ্রাস পায় এবং শব্দের বেগ (v) বৃদ্ধি পায়।

$0°C$ তাপমাত্রা = T_0,

ঘনত্ব = ρ_0

$\therefore$ শব্দের বেগ, $V_0 = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_0}}$ …….. (1)

$t°C$ তাপমাত্রা = T

ঘনত্ব = ρ_t

$\therefore$ শব্দের বেগ, $v_t = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_t}}$ .....(2)

(1) ÷ (2) হতে পাই,

$$\Rightarrow \frac{v_t}{v_0} = \frac{\sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_t}}}{\sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_0}}}$$

$$\Rightarrow \frac{v_t}{v_0} = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_t}} \times \sqrt{\frac{\rho_0}{\gamma p}}$$

$$\Rightarrow \frac{v_t}{v_0} = \sqrt{\frac{\rho_0}{\rho_t}}$$

$$\Rightarrow \frac{v_t}{v_0} = \sqrt{\frac{\rho_t\,(1+\frac{t}{273})}{\rho_t}} \text{ -------- } \left[\rho_0 == \rho_t\left(1+\frac{t}{273}\right)\right]$$

$$\Rightarrow \frac{v_t}{v_0} = \sqrt{\frac{273+t}{273}} = \sqrt{\frac{T}{t_0}}$$

$$\therefore V \propto \sqrt{T}$$

অর্থাৎ, বায়ুতে শব্দের বেগ পরম তাপমাত্রার বর্গমূলের সমানুপাতিক।

iii) আর্দ্রতার প্রভাব ঃ বায়ুতে জলীয়বাষ্প ধারণ ক্ষমতাকে আর্দ্রতা বলে। বায়ু আর্দ্র হলে এর ঘনত্বের পরিবর্তন হয় ফলে শব্দের বেগও পরিবর্তন হবে।

মনে করি, p চাপে T তাপমাত্রায় শুষ্ক ও আর্দ্র বায়ুর ঘনত্ব এবং বেগ যথাক্রমে ρ_d, ρ_m এবং V_d,V_m

$\therefore$ ল্যাপলাসের সংশোধনী অনুসারে,

$$v_d = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_d}} \quad \ldots\ldots\ldots (1)$$

$$v_m = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_m}} \quad \ldots\ldots\ldots (2)$$

(2) ÷ (1) হতে পাই,

$$\frac{v_m}{v_d} = \frac{\sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_m}}}{\sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_d}}} = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho_m}} \times \sqrt{\frac{\rho_d}{\gamma p}}$$

$$\Rightarrow \frac{v_m}{v_d} = \sqrt{\frac{\rho_d}{\rho_m}}$$

কিন্তু যেহেতু, $\rho_d > \rho_m$ তাই $v_m > v_d$। অর্থাৎ আর্দ্র বায়ুতে শব্দের বেগ শুষ্ক বায়ু অপেক্ষা বেশি।

***** ২. প্রতিধ্বনির সাহায্যে কিভাবে সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় করা হয় তা বর্ণনা কর।** **বাকাশিবো- ২০১০, ১২, ১৩ ১৪, ১৪'পরি, ১৫, ১৬, ১৬'পরি, ১৭, ১৮'পরি, ১৯'পরি, ২৫**

উত্তর ঃ সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয়ের জন্য নৌযানে প্রেরক ও গ্রাহক যন্ত্র বসানো হয়। চিত্র হতে A প্রেরকযন্ত্র হতে শব্দ উৎপন্ন হয়ে B গ্রাহক যন্ত্রে ফিরে আসে। AB-হতে বিন্দুর গভীরতা CN, জাহাজ হতে গ্রাহক ও প্রেরক যন্ত্রের উচ্চতা = h, পানিতে শব্দের বেগ V.

A হতে B তে শব্দ যেতে সময় লাগে = t_1

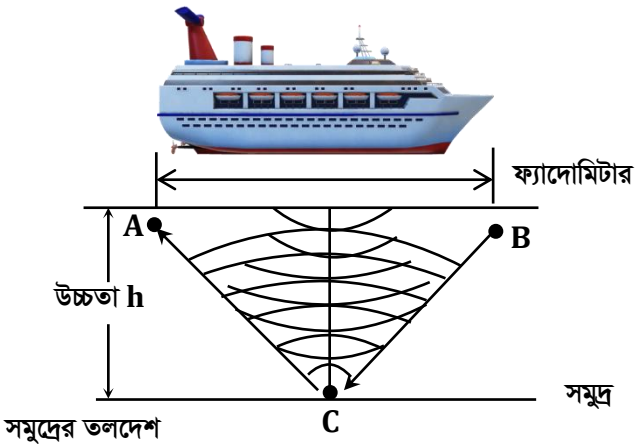
এবং A হতে C এবং C হতে B শব্দ যাবার সময় = t_2

তাই, দূরত্ব = বেগ ×সময়

$$\Rightarrow AB = v \times t_1$$

$$\Rightarrow d = v \times t_1$$

$$\Rightarrow v = \frac{d}{t_1} \ldots\ldots\ldots (1)$$



একইভাবে, $AC + CB = v \times t_2$

$$\Rightarrow AC + AC = v \times t_2$$

[$\triangle CAN$ ও $\triangle BCN$ সমকোণী ত্রিভূজ হওয়ায় AC = BC]

$\Rightarrow 2\ AC = v \times t_2$

$\therefore AC = \frac{vt_2}{2}$

$\triangle$CAN - সমকোণী ত্রিভূজের, $AC^2 = AN^2 + CN^2$

$\Rightarrow CN^2 = AC^2 - AN^2$

$\Rightarrow CN^2 = \left(\frac{vt^2}{2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2$

$\Rightarrow CN^2 = \left(\frac{dt^2}{t_1 \times 2}\right)^2 - \left(\frac{d}{2}\right)^2$ ---------- [মান বসিয়ে]

$\Rightarrow CN^2 = \frac{d^2\ {t_2}^2}{t_1^2 \times 4} - \frac{d^2}{4}$

$\Rightarrow CN^2 = \frac{d^2}{4}\left(\frac{{t_2}^2}{{t_1}^2} - 1\right)$

$\Rightarrow CN = \sqrt{\frac{d^2}{4}\left(\frac{t^{22}}{t^{12}} - 1\right)}$

$\therefore CN = \frac{d}{2}\sqrt{\left(\frac{{t_2}^2}{{t_1}^2} - 1\right)}$

$\therefore$ সমুদ্রের গভীরতা, $H = h + CN$

$= h + \frac{d}{2}\sqrt{\left(\frac{{t_2}^2}{{t_1}^2} - 1\right)}$

$= h + \frac{d}{2}\sqrt{\frac{{t_2}^2 - t_1^2}{{t_1}^2}}$

$$= h + \frac{d}{t_1 . 2}\sqrt{t_2^2 - t_1^2}$$

$$= h + \frac{v}{2}\sqrt{t_2^2 - t_1^2} \text{ ----------} [\therefore v = \frac{d}{t_1}]$$

ইহাই সমুদ্রের গভীরতা নির্ণয় পদ্ধতি।

SOS গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

**** ১. 256 কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট একটি সুর শলাকা হতে শব্দ বায়ুতে 3 সেকেন্ডে 1020 মিটার পথ অতিক্রম করে। বায়ুতে শব্দের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।** বাকাশিবো: ২০০৮, ০৯'পরি, ১৫, ১৬, ১৬'পরি

সমাধান ঃ এখানে, কম্পাঙ্ক, $f = 256$ Hz

সময়, $t = 3$ sec

অতিক্রান্ত দূরত্ব, $s = 1020$ m

তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda = ?$

আমরা জানি, দূরত্ব = বেগ ×সময়

$$\Rightarrow 1020 = v \times 3$$

$$\Rightarrow v = \frac{1020}{3}$$

$$\therefore v = 340 \text{ ms}^{-1}$$

আবার, বেগ = কম্পাঙ্ক × তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

$$V = f\lambda$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{v}{f}$$

$\Rightarrow \lambda = \frac{340}{256}$

$\therefore \lambda = 1.33m$ (**Ans.**)

*****২. কত তাপমাত্রায় বাতাসে শব্দের বেগ 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগের 3 গুণ হবে?** বাকাশিবো- ২০১১, ১২'পরি, ২১'পরি

সমাধান ঃ 0°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ = V_0

t°C তাপমাত্রায় শব্দের বেগ $V_t = 3\ V_0$

আমরা জানি, $v_t = v_0\sqrt{1+\propto t}$

$\Rightarrow 3\ v_0 = V_0\sqrt{1+\propto t}$

$\Rightarrow 3 = \sqrt{1+\propto t}$

$\Rightarrow (3)^2 = (\sqrt{1+\propto t})^2$

$\Rightarrow 9 = 1 + \propto t$

$\Rightarrow 1 + \propto t = 9$

$\Rightarrow \propto t = 9-1$

$\Rightarrow t = \frac{8}{\propto}$ $\left[\propto = \frac{1}{273°C}\right]$

$\Rightarrow t = \frac{8}{\frac{1}{273°C}} = 8 \times \frac{273°C}{1}$

$\Rightarrow t = 2184°C$ **(Ans.)**

অধ্যায়-১৩ আদর্শ গ্যাস ও গ্যাসের গতিতত্ত্ব

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. পরম শূন্য তাপমাত্রা বলতে কি বুঝায়?**

বাকাশিবো- ২০২১'পরি, ২৩, ২৩'পরি, ২৫

উত্তর ঃ যে তাপমাত্রায় গ্যাসের আয়তন শূন্য হয়, যার নিচে কোন তাপমাত্রা থাকা সম্ভব নয়, কারণ তাহলে গ্যাসের আয়তন ঋণাত্মক হতে হয়, যা অসম্ভব, সেই সর্বনিম্ন কল্পনাযোগ্য তাপমাত্রাকে বলে পরম শূন্য তাপমাত্রা। $-273°C$ বা $0°K$ তাপমাত্রাকে সর্বনিম্ন তাপমাত্রা বা পরম শূন্য তাপমাত্রা বলা হয়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১. আদর্শ গ্যাস বলতে কি বুঝায়?** বাকাশিবো- ২০২১

উত্তর ঃ যে গ্যাস সকল তাপমাত্রায়, এমন কি $-273°C$ পর্যন্ত বয়েল এবং চার্লস এর সূত্র মেনে চলে, তাকে আদর্শ গ্যাস বলে। বিজ্ঞানী বয়েল ও চার্লসের সম্বিলিত সূত্রটি- $PV = nRT$. যেখানে P = চাপ, V= আয়তন, T= পরম তাপমাত্রা, R= মোলার গ্যাস ধ্রুবক ও n = মোল সংখ্যা। আদর্শ গ্যাসের সংজ্ঞানুসারে, বাস্তব ক্ষেত্রে কোন গ্যাসই সকল তাপমাত্রায় উপরোক্ত সূত্র মেনে চলে না। কারণ আদর্শ গ্যাসের অণুগুলো আধানের সর্বত্র স্বাধীনভাবে চলাচল করতে পারবে এবং অণুগুলির মধ্যে কোন আকর্ষণ থাকবে না। কিন্তু বাস্তবে উভয়েই অসম্ভব।

SOS রচনামূলক প্রশ্নোত্তর ঃ

***** ১। আদর্শ গ্যাসের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে, PV = nRT.**

বাকাশিবো- ২০২১, ২১'পরি, ২৩, ২৩'পরি , ২৪, ২৪'পরি

উত্তর ঃ মনে করি, কোন নির্দিষ্ট ভরের গ্যাসের আয়তন, চাপ ও পরম তাপমাত্রা যথাক্রমে V, P ও T.

∴ বয়েলের সূত্র মতে, $V \propto \frac{1}{P}$.....(1) [যখন, T স্থির]

∴ চার্লসের সূত্র মতে, $V \propto T$ .....(2) [যখন, P স্থির]

∴ (1) ও (2) হতে, $V \propto \frac{T}{P}$ ---------- [যখন উভয়ই পরিবর্তনশীল]

$$\Rightarrow V = R\frac{T}{P}$$

$$\Rightarrow PV = RT \text{ ..... (3)}$$

এক্ষেত্রে R হচ্ছে মোলার গ্যাস ধ্রুবক এবং V হচ্ছে এক মোল গ্যাসের আয়তন। অ্যাভোগাড্রোর প্রকল্প অনুসারে অভিন্ন চাপ ও তাপমাত্রায় যেকোন গ্যাসের এক মোল একই আয়তন দখল করে এবং প্রমাণ তাপমাত্রা ও চাপে (NTP : Normal Temperature & pressure) 22.4 Litre আয়তনে 'R'এর মান সকল গ্যাসের জন্য একই। 'R' এর মান S.I এককে $8.31 Jk^{-1}mol^{-1}$ যদি এক মোল বা এক গ্রাম অণু গ্যাস না নিয়ে m পরিমাণ গ্যাস নেয়া হয় যার আয়তন V এবং ঐ গ্যাসের আনবিক ভর M হয়, তবে এক মোল (n) বা এক গ্রাম অণু গ্যাসের আয়তন হবে $\frac{M}{m}V$.

∴ (3) হতে, PV = RT

$$\Rightarrow P.\frac{M}{m}V = RT$$

$$\Rightarrow PV = \frac{m}{M}RT$$ ---------- [$n = \frac{M}{m}$ যা হলো মোল সংখ্যা]

$$\Rightarrow PV = nRT \ldots\ldots\ldots (4)$$

এই (4) নং সমীকরণ হচ্ছে, বয়েল ও চার্লসের সূত্রের সংযুক্ত রূপ। এই সমীকরণকে আদর্শ গ্যাস সমীকরণ বলা হয়।

অধ্যায়-১৪

আর্দ্রতা

SOS অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

**** ১. এনথালপি কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০০৮, ১৯

উত্তর ঃ কোন সিষ্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তির সাথে চাপ ও আয়তনের গুণফলকে যোগ করলে যে শক্তি পাওয়া যায় তাকে এনথালপি বলে। এনথালপিকে ‘ H’ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

অর্থাৎ, $H = E + PV$

একক ঃ S.I পদ্ধতিতে J বা N-m

মাত্রা ঃ $[H] = [ML^2T^{-2}]$

H = এনথালপি (J)

E = অভ্যন্তরীণ শক্তি (J)

P = চাপ $\left(\frac{N}{m^2}\right)$

V = আয়তন (m^3)

***** ২. শিশিরাঙ্ক বা ডিউ পয়েন্ট কাকে বলে?**

বাকাশিবো- ২০০৪, ০৫, ১১, ১৩, ১৭, ১৮’পরি, ২১, ২৩, ২৩’পরি, ২৪, ২৪’পরি

উত্তর ঃ যে তাপমাত্রায় শিশির জমাট বাধতে বা অদৃশ্য হতে শুরু করে তাকে শিশিরাঙ্ক বলে। কোন স্থানে বায়ুর শিশিরাঙ্ক 15°C দ্বারা বুঝা যায় যে, 15°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানের বায়ু তার মধ্যস্থ জলীয় বাষ্প দ্বারা সম্পৃক্ত

হবে। অথবা 15°C তাপমাত্রায় ঐ স্থানে শিশির গঠিত বা অদৃশ্য হতে শুরু করবে।

****৩. সাইক্রোমেট্রিক চার্ট কী?** বাকাশিবো- ২০০২, ১৩, ১৪, ১৫

উত্তর ঃ শীততাপ নিয়ন্ত্রন কক্ষে বাতাসে অবস্থিত জলীয় বাষ্পের উপস্থিতিতে উক্ত বাতাসের প্রধান বৈশিষ্ট্য(ড্রাই বাল্ব এবং ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা) যে ডিভাইজ দ্বারা পরিমাণ করা হয় তাকে সাইক্রোমিটার বলে। সাইক্রোমিটারের সাহায্যে বায়ুর বিভিন্ন বৈশিষ্ট্যের যে চার্ট তৈরি করা হয় তাকে সাইক্রোমেট্রিক চার্ট বলা হয়। অর্থাৎ বায়ুর সাতটি বৈশিষ্ট্যের সমন্বয়ে তৈরি চার্টকেই সাইক্রোমেট্রিক চার্ট বলে।

**** ৪. আর্দ্রতা কাকে বলে?** বাকাশিবো- ২০১১

উত্তর ঃ কোন সময় কোন স্থানের একক আয়তনের বায়ুতে যে পরিমাণ জলীয় বাষ্প থাকে তাকে, ঐ বায়ুর আর্দ্রতা বলে।

বায়ুর আর্দ্রতা $10\ \frac{gm}{m^3}$ দ্বারা বুঝা যায় যে, এক ঘন মিটার আয়তনের বায়ুতে 10 গ্রাম জলীয় বাষ্প বিদ্যমান।

***** ৫. বর্ষাকালের অপেক্ষায় শীতকালের ভিজা কাপড় দ্রুত শুকায় কেন?** বাকাশিবো- ২০২৪, ২৪'পরি, ২৫

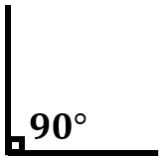
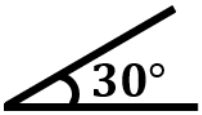
উত্তর ঃ বর্ষাকালের তুলনায় সাধারণত শীতকালের আপেক্ষিক আর্দ্রতা বা জলীয় বাষ্প কম থাকে। এই জন্যই শীতকালে ভিজা কাপড় বর্ষাকালের তুলনায় দ্রুত শুকায়।

Extra: শীতকালে আর্দ্রতা বা জলীয় বাষ্প কম থাকার কারণে গায়ের চামড়া বা ঠোঁট ফেটে যায়।

SOS সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর ঃ

১। ড্রাই বাল্ব টেমপারেচার ও ওয়েট বাল্ব টেমপারেচার এর মধ্যে পার্থক্য লেখ। **বাকাশিবো- ২০০৯, ১৩, ১৮, ১৯**

উত্তর ঃ ড্রাই বাল্ব টেমপারেচার ও ওয়েট বাল্ব টেমপারেচার এর মধ্যে পার্থক্য ঃ

ড্রাই বাল্ব টেমপারেচার	ওয়েট বাল্ব টেমপারেচার
১. থার্মোমিটারে শুষ্ক অবস্থায় বাতাসে যে মান পাওয়া যায়, তাকে ড্রাই বাল্ব টেম্পারেচার বলে।	১. থার্মোমিটারে ভিজা অবস্থায় বাতাসে যে মান পাওয়া যায় তাকে ওয়েট বাল্ব তাপমাত্রা বলে।
২. একে DBT দ্বারা প্রকাশ করা হয়।	২. একে WBT দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
৩. এর সাইক্রোমেট্রিক চার্টে ৯০° কোণ অবস্থিত। 	৩. এর সাইক্রোমেট্রিক চার্টে ৩০° কোণ অবস্থিত।