পদার্থবিদ্যা

Gurucool Fanda

ভৌত রাশি (Physical Quantity)

কোন ভৌত রাশি হল একটি বস্তু বা ঘটনার **ভৌত ধর্ম** যা পরিমাপ যোগ্য। কোন ভৌত রাশিকে প্রকাশ করা হয় একটি সংখ্যা এবং এক বা একাধিক এককের সমন্বয় হিসাবে।

উদাহরণ স্বরূপ বলা যায়, কোন বস্তুর ভর 50 Kg এখানে 50 হল সংখ্যা এবং কেজি (Kg) হল ভৌত রাশি ভরের একক।

একক (Unit)

আমরা যেকোন ভৌত রাশিকে পরিমাপ করি তার এককের সাহায্যে। কোন একটি **ভৌত রাশির একক হল অদ্বিতীয়।**

উদাহরণ হিসাবে বলা যায়, কোন সুতোর দৈর্ঘ্য 2 মিটার, তাহলে এখানে ভৌত রাশিটি দৈর্ঘ্য, মান 2 এবং একক হল মিটার (m).

মূল একক

যে সমস্ত রাশি **স্বতন্ত্র** এবং **অদ্বিতীয়** এবং অন্যান্য রাশির দ্বারা প্রকাশ করা যায় না, তাদের **মূল একক** বলা হয়।

আন্তর্জাতিক ক্ষেত্রে **7টি মূল একক** এবং **2টি সম্পূরক একক** আছে।

মূল এককগুলি হল

মূল একক	একক	চিহ্ন
দৈর্ঘ্য	মিটার	M
সময়	সেকেণ্ড	S
ভর কিলোগ্রাম	কেজি	Kg
তাপমাত্রা	কেলভিন	K
পদার্থের পরিমাপ	মোল	Mole
তড়িৎ প্রবাহমাত্রা	অ্যাম্পিয়ার	A
দীপন প্রাবল্য	ক্যাণ্ডেলা	Cd

সম্পূরক একক

1. কোণের একক — রেডিয়ান (rad)
2. ঘনকোণের একক — স্টেরাডিয়ান (Sr)

লব্ধ একক

মূল একক দ্বারা যে সমস্ত রাশি গঠন করা হয় তাদের **লব্ধ একক** বলা হয়।

উদাহরণ হিসাবে বলা যায় দ্রুতি হল সময়ের সাথে সাথে দূরত্বের পরিবর্তন। এখানে দ্রুতি একক নির্ভর করে দূরত্ব এবং সময়ের এককের উপর এবং প্রকাশ করা হয় **মিটার/সেকেণ্ড** হিসাবে, যেখানে **মিটার** এবং **সেকেণ্ড** মূল একক।

www.gurucoolfanda.com

স্কেলার রাশি

যে সমস্ত ভৌত রাশির শুধুমাত্র মান আছে কিন্তু কোন দিক নেই তাদের স্কেলার রাশি বলা হয়। উদাহরণ : দৈর্ঘ্য, সময়, ক্ষেত্রফল, ভর ইত্যাদি।

ভেক্টর রাশি

যে সমস্ত ভৌত রাশির মান এবং দিক উভয়ই আছে তাদের ভেক্টর রাশি বলে। উদাহরণ : সরণ, বল, ত্বরণ ইত্যাদি।

কিছু সাধারণ ধারণা

দূরত্ব : কোন একটি নির্দিষ্ট সময়ে কোন বস্তু দ্বারা অতিক্রান্ত পথের দৈর্ঘ্যকে দূরত্ব বলা হয়।

দূরত্ব সর্বদা ধনাত্মক রাশি এবং এর একক মিটার (m), এটি স্কেলার রাশি।

সরণ : প্রাথমিক এবং অন্তিম অবস্থানের মধ্যে ন্যূনতম সরলরৈখিক দূরত্বকে সরণ বলা হয়।

এটি ঋণাত্মক, শূন্য বা ধনাত্মক হতে পারে। এর একক মিটার এবং এটি একটি ভেক্টর রাশি।

ভৌত রাশি	প্রাসঙ্গিক সম্পর্ক	মাত্রা	SI একক	CGS একক
দৈর্ঘ্য		L	m	cm
ভর		M	Kg	gm
সময়		T	s (সেকেণ্ড)	s
ক্ষেত্রফল	(দৈর্ঘ্য)^2	L^2	m^2	cm^2
আয়তন	(দৈর্ঘ্য)^3	L^3	m^3	cm^3
ঘনত্ব	ভর/আয়তন	ML^{-3}	Kgm^{-3}	$gm\ cm^{-3}$
বেগ	সরণ/সময়	LT^{-1}	ms^{-1}	$cm\ s^{-1}$
ত্বরণ	বেগ পরিবর্তন/সময়	LT^{-2}	ms^{-2}	$cm\ s^{-1}$
বল	ভর × ত্বরণ	MLT^{-2}	Newton (নিউটন)	dyne (ডাইন)
চাপ	বল/ক্ষেত্রফল	$ML^{-1}T^{-2}$	পাস্কাল (N/m^2)	$dyne/cm^2$
কার্য/শক্তি	বল × ত্বরণ	ML^2T^{-2}	জুল	আর্গ
ক্ষমতা	কার্য/সময়	ML^2T^{-3}	ওয়াট	আর্গ/সেকেণ্ড
কম্পাঙ্ক	সংখ্যা/সময়	T^{-1}	হার্জ	—
কোণ	বৃত্তচাপ/ব্যাসার্ধ	$\perp$	রেডিয়ান	—
তাপমাত্রা		θ	কেলভিন	°C বা °F
তাপ			জুল	ক্যালোরি
তাপধারকত্ব	ভর × আপেক্ষিক তাপ	$ML^2T^{-2}\theta^{-1}$	জুল/কেলভিন	ক্যালোরি/°C
জলসম	নির্গত তাপ/উষ্ণতার পরিবর্তন		কেজি	গ্রাম
প্রবাহমাত্রা		I	অ্যাম্পিয়ার (A)	ESU
আধান	প্রবাহমাত্রা × সময়	IT	কুলম্ব	
ঘাত	বল × সময়	MLT^{-1}	নিউটন / সেকেণ্ড	ডাইন/সেকেণ্ড
বলের ভ্রামক (ভেক্টর রাশি)	বল × ভরবেগ	$ML^{-2}T^{-2}$	নিউটন-মিটার	ডাইন-সেন্টিমিটার
ঘন কোণ	ক্ষেত্রফল/ব্যাসার্ধ^2	1	স্টেরেডিয়ান	—

Gurucool Fanda
www.gurucoolfanda.com

দ্রুতি (Speed) : সময়ের সাপেক্ষে কোন বস্তুর দূরত্ব অতিক্রম করার হারকে দ্রুতি বলা হয়।

$$\text{দ্রুতি} = \frac{\text{দূরত্ব}}{\text{সময়}}$$

এটি স্কেলার রাশি এবং এর একক মিটার/সেকেণ্ড।

গতিবেগ (Velocity) : সময়ের সাপেক্ষে কোন বস্তুর সরণের হারকে বেগ বা গতিবেগ বলা হয়।

$$\text{গতিবেগ} = \frac{\text{সরণ}}{\text{সময়}}$$

এটি ভেক্টর রাশি। একক হল **m/s.** এটি ঋণাত্মক, শূন্য বা ধনাত্মক হতে পারে।

সমবেগ : কোন বস্তু সমান সময়ের অবকাশে যদি সমান সরণ অতিক্রম করে তবে বলা হয় বস্তুটি সমবেগে গতিশীল।

অসমবেগ : কোন বস্তু সমান সময়ের অবকাশে যদি ভিন্ন ভিন্ন সরণ অতিক্রম করে তবে বলা হয় বস্তুটি অসমবেগে গতিশীল।

ত্বরণ : বেগের পরিবর্তনের হারকে ত্বরণ বলা হয়। এটি ভেক্টর রাশি এবং একক হল মিটার/সেকেণ্ড^2। এর মান ঋণাত্মক, শূন্য বা ধনাত্মক হতে পারে।

যদি এর মান ধনাত্মক হয় তবে ত্বরণ বলা হয়। যদি মানটি শূন্য হয় তবে বলা হয় বস্তুটি সমবেগে গতিশীল এবং যদি মানটি ঋণাত্মক হয় তবে বলা হয় মন্দন।

স্থিতি : সময় পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে যদি কোন বস্তু স্থান পরিবর্তন না করে তবে তার অবস্থাকে স্থিতি বলা হয়।

গতি : সময় পরিবর্তনের সঙ্গে সঙ্গে যদি কোন বস্তু স্থান পরিবর্তন করে তবে তার অবস্থাকে গতি বলে।

গতির প্রকারভেদ

রৈখিক গতি : কোন বস্তু যদি সরলরেখা বরাবর, অনুভূমিকভাবে বা উল্লম্বভাবে গমন করে তবে তার গতিকে রৈখিক গতি বলা হয়। উদাহরণ—গাড়ির গতি, উঁচু স্থান থেকে ইঁটের পড়া ইত্যাদি।

কৌণিক গতি : যদি কোন বস্তু বৃত্তাকার পথে গমন করে তাহলে তার গতিকে কৌণিক গতি বলা হয়। বৃত্তাকার পথে গতি সর্বদা ত্বরণ যুক্ত হয় এবং পরিমাপ করা হয় নিম্নলিখিত ভাবে।

$$\text{ত্বরণ} = \frac{(\text{গতিবেগ})^2}{\text{ব্যাসার্ধ}}$$

সরল দোলগতি : কোন একটি নির্দিষ্ট বিন্দুর সাপেক্ষে যদি কোন বস্তু সরলরেখা বরাবর অগ্র ও পশ্চাৎ বরাবর গতিশীল থাকে তবে তার গতিটিকে সরল দোলগতি বলে।

পর্যাবৃত্ত গতি : নির্দিষ্ট সময় অন্তর কোন বস্তু যদি তার গতিকে পুনরাবৃত্ত করে তবে তার গতিকে পর্যাবৃত্ত গতি বলা হয়।

দোলন গতি (Oscillatory Motion) : পর্যাবৃত্ত গতিসম্পন্ন কোন কণা যদি বারবার একই পথ দিয়ে আসা যাওয়া করে তবে তার গতিকে দোলন গতি বলা হয়।

সরল দোলক : একটি দীর্ঘ, ভারহীন ও অপ্রসার্য সুতোর সাহায্যে একটি দৃঢ় অবলম্বন থেকে একটি ছোট ভারী বস্তুকে ঝুলিয়ে যদি দোলানো সম্ভব হয় তবে সেই সংস্থাটিকে সরল দোলক বলা হয়।

সরল দোলকের পর্যায়কাল দোলকের কার্যকর দৈর্ঘ্য ও ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে।

কোন সরল দোলকের পর্যায়কাল $t = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}}$

দোলকের পিণ্ডের ভরের উপর সরল দোলকের পর্যায়কাল নির্ভর করে না।

প্রাসের গতি (Projectile Motion) : প্রাসের গতি হল এমন একপ্রকার গতি যেখানে কোন বস্তু বা কণাকে পৃথিবীর পৃষ্ঠের সংলগ্ন ছুঁড়ে দিলে ঐ বস্তু বা কণাটি পৃথিবীর অভিকর্ষের প্রভাবে বক্রপথ অনুসরণ করে পড়বে। প্রাসের গতির সঞ্চারপথ সর্বদা অধিবৃত্তাকার।

★ সর্বাধিক সীমার জন্য প্রক্ষেপ কোণ 45° হতে হবে।

★ সর্বাধিক উচ্চতা আরোহণের জন্য প্রক্ষেপ কোণ 90° হতে হবে।

গতির সমীকরণ

ধরা যাক,

s = দূরত্ব বা অতিক্রান্ত সরণ

v = অন্তিম বেগ

u = প্রাথমিক বেগ

Gurucool Fanda
www.gurucoolfanda.com

t = পর্যায়কাল

a = ত্বরণ

তাহলে গতির সমীকরণগুলি হল :

1. $v = u + at$

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

3. $v^2 = u^2 + 2gh$

পতনশীল বস্তুর ক্ষেত্রে গতির সমীকরণ

এখানে s-এর পরিবর্তে উচ্চতা বোঝাতে h এবং a-এর পরিবর্তে অভিকর্ষজ ত্বরণ g-কে ধরা হলে,

$v = u + gt$

$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$

যদি বস্তুটি উর্ধ্বভিমুখী উঠে তাহলে g-এর পরিবর্তে –g ধরা হয় তাহলে, $v = u - gt$

$h = ut + \frac{1}{2}gt^2$

$v^2 = u^2 + 2gh$

গতির সূত্রাবলী

প্রথম সূত্র : বাইরে থেকে প্রযুক্ত বল দ্বারা বস্তুর অবস্থানের পরিবর্তন করতে বাধ্য না করলে স্থির বস্তু চিরকাল স্থির এবং গতিশীল বস্তু চিরকাল সমবেগে সরলরেখা বরাবর গতিশীল থাকবে। এই সূত্রকে জাড্যের সূত্রও বলা হয়।

এর প্রমাণ পাওয়া যায়, যখন কোন চলন্ত বাস হঠাৎ থামে তখন গতি জাড্যের জন্য আমরা সামনে ঝুঁকে পড়ি।

দ্বিতীয় সূত্র : কোন বস্তুর ভরবেগের পরিবর্তনের হার বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের সমানুপাতিক।

রৈখিক ভরবেগ : কোন বস্তুর ভর এবং বেগের গুণফলকে ভরবেগ বলা হয়। যদি v অন্তিম বেগ এবং u প্রাথমিক বেগ হয় এবং বস্তুর ভর m হয় তবে

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

এখানে a ত্বরণ

বলের SI একক হল কেজি মিটার/সেকেণ্ড^2 বা নিউটন।

বলের ঘাত : অতি অল্প সময়ের জন্য কোন বস্তুর উপর কোন বল প্রযুক্ত হলে সেই বল এবং সময়ের গুণফলকে বলের ঘাত বলা হয়।

নিউটনের দ্বিতীয় গতিসূত্র থেকে পাওয়া যায়,

বলের ঘাত = ভরবেগের পরিবর্তন

বলের ঘাতের SI একক হল N – S (নিউটন-সেকেণ্ড)

তৃতীয় সূত্র : প্রত্যেক ক্রিয়ারই সমান ও বিপরীত প্রতিক্রিয়া আছে। ক্রিয়া ও প্রতিক্রিয়া বিপরীতমুখী।

কোন বন্দুক থেকে বুলেট ছোঁড়া হলে নিউটনের তৃতীয় গতিসূত্র অনুযায়ী ব্যক্তিটি একটু পশ্চাৎভিমুখী হয়।

বলের প্রকারভেদ

বল সাধারণত দুপ্রকারের হয়—

i) স্পর্শজনিত বল

ii) অস্পর্শজনিত বল

i) **স্পর্শজনিত বল :**

দুটি বস্তুর মধ্যে ক্রিয়ারত বল এক্ষেত্রে স্পর্শের প্রভাবে উদ্ভুত হয়।

(a) **ঘর্ষণ বল ঃ—** কোন তলে চলমান একটি বস্তুর গতিবেগের বিপরীত দিকে যে বল ক্রিয়া করে, তাকে **ঘর্ষণ বল** বলে। যখন দুটি সংস্থা একে অপরের উপর ঘূর্ণায়মান হলে, তখন সেই ঘর্ষণ বলকে **ঘূর্ণায়মান ঘর্ষণ বল** বলে। **ঘর্ষণ বল সর্বদা দুটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে — তলের মসৃনতার উপর নির্ভর করে এবং ঐ তলে চলমান বস্তুর ভরের উপর নির্ভরশীল। ঘর্ষণ বল বস্তু এবং পৃষ্ঠতলের সঙ্গে সংস্পর্শের ক্ষেত্রফলের উপর নির্ভর করে না।**

(b) **স্বাভাবিক প্রতিক্রিয়া ঃ—** এই বলটি বস্তুর ভারসাম্য রক্ষা করার জন্য বস্তুর উর্দ্ধমুখে লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

(c) **ভার বা ওজন ঃ—** যে বল দ্বারা পৃথিবী কোন বস্তুকে তার নিজের কেন্দ্রের দিকে আকর্ষণ করে তাকে **বস্তুটির ভার বা ওজন** বলে।

ভার (Weight) = বস্তুর ভর (m) × অভিকর্ষজ ত্বরণ (a)

Gurucool Fanda
www.gurucoolfanda.com

উদাহরণ :

সাইকেল চালানো ঘর্ষণ বলের বিরুদ্ধে কার্য করা হয়। এই ধরনের কার্যকে ঋণাত্মক কার্য বলে।

ধনাত্মক কার্য :

কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে যদি বলের প্রয়োগ বিন্দু বলের অভিমুখে সরে যায়, তাহলে কৃত কার্যকে বলের দ্বারা কৃতকার্য বলে।

উদাহরণ :

উপর থেকে কোনো বস্তু পৃথিবীর মাধ্যাকর্ষণে নীচে পড়া। এখানে উচ্চতা হল বস্তুর সরণ এবং প্রযুক্ত বল হল পৃথিবীর অভিকর্ষ বল।

কার্যহীন বল :

যদি প্রযুক্ত বলের অভিমুখ বস্তুর সরনের অভিমুখের সঙ্গে সমকোনে থাকে, তবে ঐ বল কোন কার্য করে না, **একে কার্যহীন বল বলে।**

উদাহরণ :

একটি পাথরকে দড়িতে বেঁধে ঘোরালে পাথরটি হাতের আঙুলের চারদিকে বৃত্তপথে ঘুরতে থাকে। এখানে দড়ির টান হল অভিকেন্দ্র বল, অতএব পাথরটি ঘুরবার সময় দড়ির টান কোন কার্য করে না।

শক্তি

কার্য করার সামর্থকে শক্তি বলে।

শক্তির একক হচ্ছে জুল (J)। এর অনেকগুলি রূপ আছে।

শক্তির সংরক্ষণ সূত্র :

এই সূত্র অনুযায়ী, শক্তিকে সৃষ্টি করা যায় না বা ধ্বংসও করা যায় না। ইহা তার এক রূপ থেকে অন্য রূপে রূপান্তরীত হয়ে যায়।

উদাহরণ :

(1) একটি তড়িৎ বাল্ব তড়িৎ শক্তি থেকে আলোক শক্তিতে রূপান্তর হয়।

(2) শ্বসনের সময় রাসায়নিক শক্তি, তাপ শক্তিতে রূপান্তরীত হয়ে যায় এবং ATP সৃষ্টি করে।

(3) সৌর কোষে আলোক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর হয়।

(4) ব্যাটারী বা তড়িৎ কোষের ক্ষেত্রে রাসায়নিক শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরীত হয়ে যায়।

(5) গীটারের মত বাদ্যযন্ত্রে যান্ত্রিক শক্তি, শব্দ শক্তিতে রূপান্তরীত হয়ে যায়।

(6) একটি স্পিকারে তড়িৎ শক্তি শব্দ শক্তিতে রূপান্তর হয়।

(7) একটি মোম বাতিতে রাসায়নিক শক্তি আলোক শক্তিতে রূপান্তর হয়।

কোন বস্তুর উপর আবিষ্ট শক্তি সেই বস্তুর স্থিতাবস্থা বা গতিশীল অবস্থার জন্য তৈরী হয়। এই শক্তিকে বস্তুটির **যান্ত্রিক শক্তি বলে।**

যান্ত্রিক শক্তি দুই প্রকার :

(1) স্থিতি শক্তি

(2) গতি শক্তি

স্থিতি শক্তি :

কোনো বস্তু তার স্থিতাবস্থার জন্য বস্তুটি যে সামর্থ্য বা শক্তি লাভ করে তাকে বস্তুটির **স্থিতি শক্তি** বলে। ইহা কোন বস্তুর m ভরের ভূ-পৃষ্ঠ থেকে h উচ্চতা ও পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের g-এর উপর নির্ভরশীল। এই সময় বস্তুর উপর ক্রিয়াশীল বল mg

স্থিতি শক্তি = বস্তুর ভর × অভিকর্ষজ ত্বরণ × উচ্চতা = m × g × h

যখন কোন বস্তু বাধাহীনভাবে মাটিতে পড়ে, তখন **শক্তির সংরক্ষণ সূত্রানুসারে, বস্তুটির আভ্যন্তরীণ স্থিতিশক্তি, গতিশক্তিতে রূপান্তরীত হয়ে যায়।**

উদাহরণ :

বাঁধে সঞ্চিত নদীর জলের স্থিতিশক্তিকে গতিশক্তিতে রূপান্তরীত করে তা দিয়ে উপস্থিত জেনারেটরের সাহায্যে বিদ্যুৎশক্তি উৎপন্ন করা হয়।

গতি শক্তি :

কোনো গতিশীল বস্তু তার গতির জন্য যে শক্তি লাভ করে তাকে **বস্তুটির গতি শক্তি** বলে।

$$\text{গতি শক্তি} = \frac{1}{2} \times m \times v^2$$

আমরা জানি **রৈখিক ভরবেগ (P) = m × v**

সুতরাং, গতি শক্তি $(E_k) = \frac{p^2}{2m}$

$$E_k = \frac{1}{2} \times p \times v$$

www.gurucoolfanda.com

(ii) **অস্পর্শজনিত বল ঃ—** এই প্রকার বল দুটি বস্তুর মধ্যে কোনরকম স্পর্শ ছাড়াই প্রযোজ্য হয়।

(a) **মহাকর্ষীয় বল ঃ—** মহাবিশ্বের প্রতিটি বস্তু যে আকর্ষণ বল দ্বারা একে অপরের দিকে আকর্ষণ করে, তাকে **অভিকর্ষ বল** বলে। এটি একটি দীর্ঘ পরিসর যুক্ত আকর্ষণ বল যা প্রকৃতিতে সর্বদা কার্যশীল। অভিকর্ষ বল সর্বদা **দুটি বস্তুর ভরের গুণফলের সাথে সমানুপাতিক** এবং **বস্তু দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের সাথে ব্যস্তানুপাতিক।**

মহাকর্ষীয় বল = $G \times Mm/r^2$

যেখানে
G = অভিকর্ষজ ধ্রুবক
M এবং m = বস্তু দ্বয়ের ভর।
r = তাদের মধ্যের দূরত্ব

- পৃথিবী পৃষ্ঠে অবস্থিত কোন বস্তুকে পৃথিবী **9.8 N** বল দ্বারা নিজের দিকে আকর্ষণ করে।
  ∴ পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের মান **9.8 m/s^2** এবং এটি **(g)** দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

g -এর মান ঃ—

- চাঁদে g-এর মান পৃথিবীর $\frac{1}{6}$ অংশ।
- g-এর মান পৃথিবী পৃষ্ঠে সর্বাধিক।
- পৃথিবী পৃষ্ঠ থেকে যত উপরে বা নীচে যাওয়া যায় তত (g) এর মান কমবে।
- পৃথিবীর কেন্দ্রে (g) এর মান '0' (শূন্য)।

(b) **চুম্বকীয় বল ঃ—** এটি হল একটি আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল, যা দুটি চুম্বক অথবা একটি চুম্বক ও চৌম্বক ধর্ম বিশিষ্ট ধাতুর মধ্যে ক্রিয়াশীল। চুম্বকীয় বল এর মাধ্যমে আকর্ষণ বা বিকর্ষণ দুই হতে পারে।

(c) **স্থিরতড়িৎ বল ঃ—** যে কোন দুটি আধান যুক্ত বস্তুর মধ্যে স্থিরতড়িৎ আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল ক্রিয়া হয়। এই ধরনের বল দুই রকমের হতে পারে — আকর্ষণ বল ও বিকর্ষণ বল।

- **কেন্দ্রভিমুখী বা অভিকেন্দ্র বল (Centripetal force)ঃ** যদি একটি বস্তু কোণ বৃত্তাকার পথ অতিক্রম করে, তখন ওই বস্তুর উপর ওই বৃত্তাকার পথের অভিকেন্দ্রিক যে বল ক্রিয়া করে তাকে **অভিকেন্দ্র বল** বলে।

উদাহরণ : 1. বাঁকের মুখে গাড়ির দ্রুত গতিতে বাঁক নেওয়ার জন্য রাস্তায় কৃত্রিম ঢাল করা হয়, যা অভিকেন্দ্র বল বাড়িয়ে দেয়।

2. বর্ষাকালে বাঁক নেওয়ার সময় সাইকেলের চাকা পিছলে যায়, কারণ চাকা ও রাস্তার ঘর্ষণ বল কমে যায় বলে বৃত্তাকার পথের অভিকেন্দ্র বল বজায় থাকে না।

- **অপকেন্দ্র বল বা Centrefugal force ঃ—** ইহা একটি কাল্পনিক বল, যেটা অভিকেন্দ্র বলের সঙ্গে সমান ও বিপরীত মুখী এবং কোণ বৃত্তাকার পথে আবর্তিত কোন বস্তুর অভিকেন্দ্র বলের সঙ্গে সাম্যতা বজায় রাখতে কাজ করে। **টার্নিং এফেক্ট বা জাড্য বল** (Moment of Force) হল কোণ ঘূর্ণায়মান বস্তুর, ঘূর্ণন অক্ষ থেকে প্রযুক্ত বলের লম্ব দূরত্ব ও সেই বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের গুণফলের সঙ্গে সমান।

উদাহরণ ঃ- ক্রীম পৃথকীকরণ যন্ত্র সেন্ট্রিফিউগাল বলের নীতিতে কাজ করে।

কার্য, ক্ষমতা ও শক্তি

কার্য

কোনো বস্তুর উপর বল প্রয়োগ করলে যদি বস্তুর সরণ ঘটে তখন তাকে **কার্য** বলা হয়।

যদি সরণ s এবং একটি বস্তুর উপর F বল ক্রিয়া করে।

তাহলে, **কৃতকার্য = প্রযুক্ত বল (F) × সরণ (s) × cos A**

যেখানে **A হল প্রযুক্ত বল ও বস্তুর সরণের মধ্যের কোণ।**

ইহা একটি **স্কেলার রাশি।**

কার্য **ধনাত্মক, ঋণাত্মক** অথবা **শূন্য** হতে পারে।

কার্য এর SI একক হল জুল।

ঋণাত্মক কার্য :

যদি একটি বস্তুর উপর প্রযুক্ত বলের বিপরীত দিকে বস্তুটির সরণ হয়, অর্থাৎ বলের অভিমুখ বিপরীত দিকে বলের প্রয়োগ বিন্দুর সরণ ঘটে, তবে ওই বলের বিরুদ্ধে কার্য হয়েছে বলা হয়।

www.gurucoolfanda.com
Gurucool Fanda

- আদর্শ প্রবাহীর সান্দ্রতা শূন্য।
- সান্দ্রতার SI একক হল পাস্কাল সেকেন্ড (Pa-S) বা পয়েস্‌লি (Poiseuille)।

পাইপের মধ্য দিয়ে কোন তরল প্রবাহিত হলে পাইপের অক্ষ বরাবর এর বেগ সর্বোচ্চ হয় এবং প্রান্তে এর বেগ সর্বনিম্ন হয়। কোন বস্তুর সান্দ্র তরলে পড়ে গেলে প্রথমে তার বেগ বৃদ্ধি পায় এবং কিছুক্ষণ পরে বেগ ধ্রুবক হয়। এই বেগকে প্রান্তীয় বেগ বলে।

কোন গোলাকার বস্তুর ক্ষেত্রে প্রান্তীয় বেগ ঐ বস্তুর ব্যাসার্ধের সঙ্গে সমানুপাতিক হয়।

প্রবাহ ধারারেখ বলতে বোঝায় প্রতিটি বিন্দুতে প্রবাহ সুসংবদ্ধ এবং বেগের মান ধ্রুবক।

- বার্নৌলির সূত্র ঃ

আদর্শ তরলের ধারারেখ প্রবাহ হলে ধারারেখার প্রত্যেক বিন্দুতে একক আয়তনের তরলের স্থিতিশক্তি, গতিশক্তি ও চাপশক্তির সমষ্টি সর্বদা ধ্রুবক।

$$\left[(\text{Pressure}) + \left\{\frac{1}{2} \times \rho \times i^2\right\} + (\rho \times g \times h)\right] \text{ ধ্রুবক রাশি}$$

যেখানে, ρ = প্রবাহীর ঘনত্ব এবং g = অভিকর্ষজ ত্বরণ।

স্থিতিস্থাপকতা

বাইরে থেকে বলপ্রয়োগ করে বস্তুর আকার বা আকৃতির পরিবর্তন করতে চাইলে যে ধর্মের প্রভাবে বস্তুটি সেই পরিবর্তনকে বাধা দেয় তাকে স্থিতিস্থাপকতা বলে।

- এই বাহ্যিক বলকে বিকৃতি বল বলে।
- বাহ্যিক বল অপসারিত হলে এই ধর্মের প্রভাবে সে তার পুরানো আকার বা আকৃতি ফিরে পায়।
- সর্বাধিক যে সীমা পর্যন্ত এই বাহ্যিক বল বস্তুকে পূর্ণ স্থিতিস্থাপক করে তাকে স্থিতিস্থাপক সীমা বলে।
- ইস্পাত রাবার অপেক্ষা বেশী স্থিতিস্থাপক।

পীড়ন

বিকৃত বস্তুর একক ক্ষেত্রফলে ক্রিয়াশীল অভ্যন্তরীণ প্রতিক্রিয়া বলকে পীড়ন বলে।

এর একক নিউটন/মিটার^2 বা পাস্কাল।

বিকৃতি

কোন বিকৃতি বল প্রযুক্ত হলে কোন বস্তুর দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল বা আয়তনে যে পরিবর্তন হয়, তার প্রকৃত দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল বা আয়তনের সাপেক্ষে তাকে বিকৃতি বলে।

$$\text{বিকৃতি} = \frac{\text{দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল বা আয়তনের পরিবর্তন}}{\text{প্রকৃত দৈর্ঘ্য, ক্ষেত্রফল বা আয়তন}}$$

এটি এককহীন রাশি।

- স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে পীড়ন বিকৃতির সমানুপাতিক, একে হুকের সূত্র বলে।
- পীড়ন ও বিকৃতির অনুপাতকে স্থিতিস্থাপক গুণাঙ্ক বলে। ইহা কোন নির্দিষ্ট পদার্থের ক্ষেত্রে ধ্রুবক হয়।
- স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে অনুদৈর্ঘ্য পীড়ন ও অনুদৈর্ঘ্য বিকৃতির অনুপাতকে ইয়ং গুণাঙ্ক বা ইয়ং মডিউলাস বলা হয়।
- স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে আয়তন পীড়ন ও আয়তন বিকৃতির অনুপাতকে আয়তন বিকৃতি গুণাঙ্ক বা বাল্ক মডিউলাস বলা হয়।

তরঙ্গ (Waves)

তরঙ্গ একটি স্পন্দন যা কণার পরিবহণ ছাড়াই এক জায়গায় থেকে অন্য জায়গায় শক্তি প্রবাহ করে।

তরঙ্গ দুই ধরনের হয়—

(i) যান্ত্রিক তরঙ্গ।

(ii) তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ।

যান্ত্রিক তরঙ্গ (Mechanical waves) : যান্ত্রিক তরঙ্গকে আরও দুই ভাবে শ্রেণীবদ্ধ করা হয়।

(i) অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ।

(ii) তির্যক তরঙ্গ।

অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ (Longitudinal waves) : যদি মাধ্যমের কণার তরঙ্গ প্রসারণের দিকে কম্পন হয়; তবে তাকে অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ বলে।

উদাহরণ : শব্দ তরঙ্গের বায়ু অণুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ হিসাবে বিস্তার লাভ করে।

তির্যক তরঙ্গ (Transverse waves) : যদি মাধ্যমের কণার তরঙ্গের প্রবাহের দিকে লম্বভাবে কম্পন হয়। তবে এটিকে তির্যক তরঙ্গ বলে।

www.gurucoolfanda.com
Gurucool Fanda
www.gurucoolfanda.com

ক্ষমতা

কার্য করার হারকে ক্ষমতা বলে।

$$\text{ক্ষমতা} = \frac{\text{কৃতকার্য}}{\text{সময়}}$$

ইহার S.I একক J/s অথবা ওয়াট

ইহা একটি স্কেলার রাশি।

1 কিলো ওয়াট ক্ষমতা সম্পন্ন যন্ত্র 1 ঘণ্টা চললে যে শক্তি ব্যয় করে তাকে 1 কিলো ওয়াট ঘণ্টা বলে।

$1 \text{ kwh} = 3.6 \times 10^6 \text{ joule.}$

চাপ

কোন তলের উপর প্রযুক্ত বল এবং ঐ তলের ক্ষেত্রফলের অনুপাতকে চাপ বলা হয়। এখানে এই বলটি ওই নির্দিষ্ট তলের ক্ষেত্রফলের উপর লম্বভাবে ক্রিয়াশীল।

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

চাপের S.I. একক হল নিউটন/মিটার^2 বা পাস্কাল। এটি স্কেলার রাশি।

কোন তরলের ক্ষেত্রে চাপ নির্ভর করে গভীরতা, তরলের ঘনত্ব এবং ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর প্রকাশ করা হয়,

চাপ = $h \times d \times g$ হিসাবে।

বায়ুমণ্ডল দ্বারা পৃথিবী তলের উপর প্রযুক্ত চাপকে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ বলে। তাপমাত্রা বাড়লে বায়ুমণ্ডলীয় চাপ কমে। আবার উচ্চতা বাড়ার সঙ্গে সঙ্গে এটি হ্রাস পায়।

উদাহরণ : উচ্চ উচ্চতায় বায়ুর চাপ কমে যাওয়ার ফলে আরোহণকারী পর্বাতরোহীদের নাসিকা থেকে রক্তক্ষরণ হয় এবং রক্তচাপ বৃদ্ধি পায়।

বায়ুমণ্ডলীয় চাপ মাপা হয় ব্যারোমিটার যন্ত্রের দ্বারা।

পাস্কালের সূত্র : কোন আবদ্ধ তরলের কোন অংশে চাপ প্রয়োগ করলে সেই চাপ সমান অপরিবর্তিত মানে চতুর্দিকে প্রবাহিত হয় এবং তরল সংলগ্ন পাত্রের উপর লম্বভাবে ক্রিয়া করে।

উদাহরণ : হাইড্রলিক প্রেস, হাইড্রলিক ব্রেক এই ধর্মের ভিত্তিতে কাজ করে।

প্লবতা

তরলে আংশিক বা সম্পূর্ণ নিমজ্জিত বস্তুর উপর তরল যে ঊর্দ্ধমুখী বল প্রয়োগ করে তাকে প্লবতা বা ঊর্দ্ধ-চাপ বলে।

প্লবতা তরলের ঘনত্ব, তরলে নিমজ্জিত বস্তুর গভীরতা এবং ঐ স্থানের অভিকর্ষজ ত্বরণের উপর নির্ভর করে।

আর্কিমিডিসের নীতি : এই নীতি অনুযায়ী যদি কোন বস্তু আংশিক বা সম্পূর্ণরূপে কোন তরলে নিমজ্জিত থাকে তাহলে তার ওজনের আপাত হ্রাস হয়। এই আপাত হ্রাস বস্তু কর্তৃক অপসারিত তরলের ওজন বা তরলের প্লবতার সঙ্গে সমান হয়।

ভাসনের নীতি

(i) যদি তরলের ঘনত্ব বস্তুর ঘনত্বের চেয়ে বেশি হয়। তাহলে বস্তুটির তরলের উপর সম্পূর্ণভাবে ভাসবে।

(ii) যদি তরলের ঘনত্ব বস্তুর ঘনত্বের সঙ্গে সমান হয় তবে তরলের উপর তলের ঠিক নীচে অর্থাৎ আংশিক নিমজ্জিত অবস্থায় ভাসবে।

(iii) যদি তরলের ঘনত্ব বস্তুর ঘনত্বের চেয়ে কম হয় তবে বস্তুটি তরলে ডুবে যাবে।

পৃষ্ঠটান : তরলপৃষ্ঠে ক্রিয়াশীল যে ধর্মের জন্য তরলপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল সঙ্কোচনের প্রবণতা দেখা যায় তাকে পৃষ্ঠটান বলে। এটিকে প্রকাশ করা হয় তরলের একক দৈর্ঘ্যে ক্রিয়াশীল অণুগুলির সংসক্তি বলের মাধ্যমে।

$$T = F/L$$

পৃষ্ঠাটানের একক নিউটন/মিটার।

- **সংসক্তি বল :** একই পদার্থের অণুগুলির মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বলকে সংসক্তি বল বলে।
- **আসঞ্জন বল :** দুটি ভিন্ন পদার্থের অণুর মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বলকে আসঞ্জন বল বলে।
- পৃষ্ঠটানের জন্য পতঙ্গরা জলতলের উপর চলাচল করতে পারে বা ডিম পাড়তে পারে।
- তাপমাত্রা বাড়ালে পৃষ্ঠটান কমে যায়।

সান্দ্রতা : যে ধর্মের জন্য তরল তার সন্নিহিত দুটি স্তরের আপেক্ষিক গতির বিরুদ্ধে বাধা সৃষ্টি করে তাকে তরলের সান্দ্রতা বলা হয়। এই ধর্ম তরল এবং গ্যাস উভয়ের ক্ষেত্রেই দেখা যায়।

তাপমাত্রা বাড়ালে তরলের সান্দ্রতা কমে এবং গ্যাসের বৃদ্ধি পায়।

www.gurucoolfanda.com

- **তীক্ষ্ণতা (Pitch) :** শব্দের কম্পাঙ্কের ওপর তীক্ষ্ণতা নির্ভর করে। শব্দের এই ধর্ম চড়া এবং খাদের সুরের মধ্যে পার্থক্য করতে পারে। শিশুদের ও মহিলাদের শব্দের তীক্ষ্ণতা পুরুষদের তুলনায় বেশি।
- **গুণ (Quality) :** শব্দের এই বৈশিষ্ট্যটি একই বিস্তারের কম্পাঙ্ক এবং আলাদা শব্দ দুটির উৎসগুলির মধ্যে পার্থক্য নির্ণয় করতে আমাদের সাহায্য করে।

অভিঘাত তরঙ্গ (Shock waves)

যদি কোন বস্তু সুপারসোনিক গতিতে বায়ুর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হয়, তখন সেটি একটি শঙ্কু আকৃতির বিশৃঙ্খলা সৃষ্টি করে। একে অভিঘাত তরঙ্গ বলে। কোন বস্তুর গতিবেগ যদি শব্দের বেগের থেকে বেশি হয়, তখন সেই বেগকে বলা হয় সুপারসোনিক বেগ। সুপারসোনিক গতিবেগকে পরিমাপ করা হয় ম্যাক সংখ্যা দিয়ে, যেটি হল বস্তুর গতিবেগ এবং শব্দের গতিবেগের অনুপাত।

(1) যদি ম্যাক সংখ্যা 1-এর বেশি হয়, তাহলে বস্তুটিকে সুপারসোনিক বলে।

(2) যদি ম্যাক সংখ্যা 5-এর বেশি হয়, তাহলে তাকে হাইপারসোনিক বলে।

(3) যদি ম্যাক সংখ্যা 1-এর কম হয়, তাহলে তাকে সাবসোনিক বলে।

শব্দ তরঙ্গ প্রতিসৃত, প্রতিফলিত বা শোষিত হতে পারে।

- শব্দ তরঙ্গের প্রতিফলন **প্রতিধ্বনি** হিসাবে পরিচিত।
- পর্যবেক্ষক এবং বাধা যেখান থেকে শব্দ প্রতিফলিত হচ্ছে তাদের মধ্যেকার নিম্ন দূরত্ব **16.6 মিটার**।
- মানুষের কান প্রতিধ্বনি সনাক্ত করতে পারে, যদি শব্দ এবং তার প্রতিফলনের মধ্যে সময়ের ব্যবধান **0.1 সেকেন্ড** হয়।
- অডিটেরিয়ামের ছাদের আকৃতি গম্বুজের মতো করা হয় প্রতিধ্বনি কমানোর জন্য।
- চাঁদে বায়ুমণ্ডলের অনুপস্থিতির কারণে, প্রতিধ্বনি শোনা যায় না।

ডপলারের প্রভাব (Doppler's Effect)

এই ঘটনাটি হল যে, যখন পর্যবেক্ষক এবং শব্দের উৎসের মধ্যে আপেক্ষিক গতি থাকে, তখন পর্যবেক্ষকের শোনা আপাত কম্পাঙ্ক, শব্দের উৎস থেকে আসা প্রকৃত কম্পাঙ্কের থেকে আলাদা হয়।

উদাহরণ : পুলিশেরা এই ডপলারের প্রভাবকে কাজে লাগিয়ে দ্রুতগতিতে আসা যানবাহনের গতিবেগ মাপতে পারে। কারণ, যখন পর্যবেক্ষক ও শব্দের উৎসের মধ্যে দূরত্ব কমে তখন আপাত কম্পাঙ্ক কমে যায়।

আলোক তরঙ্গ : ইহা এক ধরনের তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ বা তীর্যক তরঙ্গরূপে বিস্তার লাভ করে এবং আমাদের চারিপাশে অন্যান্য বস্তুদের দেখতে সাহায্য করে। আলো হল একপ্রকার শক্তি এবং ইহা তরঙ্গের আকারে থাকে। ইহার গতিবেগ 3×10^8 মিটার প্রতি সেকেন্ড।

সূর্য থেকে আলোক তরঙ্গ পৃথিবীতে আসতে সময় লাগে **8 মিনিট 19 সেকেন্ড** এবং আলো চাঁদ থেকে প্রতিফলিত হয়ে পৃথিবীতে আসতে সময় লাগে **1.28 সেকেন্ড**। আলোক তরঙ্গের ক্ষেত্রে এই ঘটনাগুলি দেখা যায়—**প্রতিফলন, প্রতিসরণ, বিচ্ছুরণ, বিক্ষেপণ** (Scattering), **ব্যতিচার** (Interference) এবং **সমবর্তন** (Polarisation)।

আলোক প্রতিফলন

আলো যখন কোন স্বচ্ছ ও সমসত্ত্ব মাধ্যম থেকে অন্য এক মাধ্যমে আপতিত হয় তখন ঐ আলোর কিছু অংশ দ্বিতীয় মাধ্যমের তল থেকে দিক পরিবর্তন করে আবার প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে, একে **আলোর প্রতিফলন** বলে।

প্রতিফলনের সূত্র

প্রতিফলনের দুটি সূত্র আছে।

(1) আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে প্রতিফলকের ওপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে থাকে।

(2) প্রতিফলন কোণ আপতন কোণের সমান হয়।

- অভিলম্ব হল একটি অলীকরেখা যা সমতলের সঙ্গে লম্বভাবে থাকে।

সমতল দর্পণে প্রতিবিম্ব :

(1) প্রতিবিম্বের আকার বস্তুর আকার পরস্পর সমান। সমতল দর্পণে অসদ্‌বিম্ব গঠিত হয়।

www.gurucoolfanda.com

উদাহরণ :

1. জলপৃষ্ঠের তরঙ্গ।
2. তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ একটি তির্যক তরঙ্গ হিসাবে প্রসারিত হয়।

তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ (Electromagnetic waves) : এই তরঙ্গ তাদের প্রসারের জন্য কোন মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না এবং তাই, তারা শূন্য মাধ্যমের মধ্য দিয়ে প্রসারিত হতে পারে।

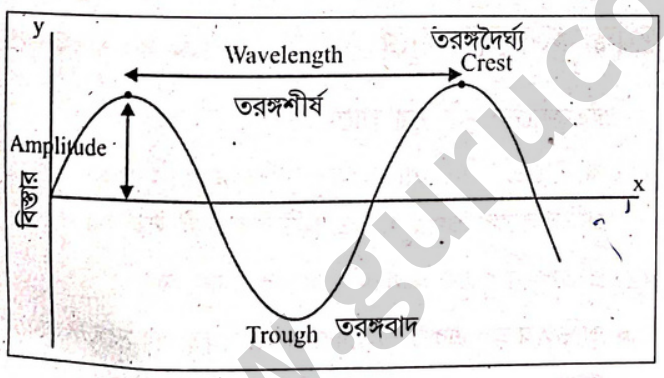
উদাহরণ : এক্স-রশ্মি, ক্যাথোড রশ্মি, আলো ইত্যাদি।

কিছু গুরুত্বপূর্ণ তত্ত্ব

- **দোলন (Oscillation) :** একটি তরঙ্গের সম্পূর্ণ চক্রকে বলা হয় দোলন।
- **বিস্তার (Amplitude) :** একটি তরঙ্গের মধ্যবর্তী অবস্থান থেকে শীর্ষস্থানের মধ্যবর্তী অংশের লম্বদূরত্বকে ওই তরঙ্গের বিস্তার বলে।
- **তরঙ্গ দৈর্ঘ্য (Wave length) :** একটি তরঙ্গের দুটি পরস্পর শীর্ষবিন্দুর মধ্যবর্তী দৈর্ঘ্যকে তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বলে।
- **কম্পাঙ্ক (Frequency) :** প্রতি সেকেন্ডে স্পন্দনের সংখ্যাকে তরঙ্গের কম্পাঙ্ক বলা হয়, এর একক হল হার্জ।

  কম্পাঙ্ক (f) = 1/সময় কাল (t)
- **সময় কাল (Time Period) :** একটি দোলন সম্পূর্ণ করার জন্য তরঙ্গ দ্বারা গৃহীত মোট সময়।

তরঙ্গের বেগ = তরঙ্গ দৈর্ঘ্য × কম্পাঙ্ক



শব্দ তরঙ্গ (Sound wave)

এটি একটি যান্ত্রিক তরঙ্গ যা উভয় অনুদৈর্ঘ্য এবং তির্যক তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য বোঝায়। প্রবাহীর মধ্যে দিয়ে যেমন গ্যাস, তরল বা প্লাজমা অবস্থার মধ্যে দিয়ে শব্দ তরঙ্গ অনুদৈর্ঘ্য তরঙ্গ হিসাবে বিস্তার করে এবং কঠিনের মধ্যে দিয়ে শব্দের বেগ বেশি হয়।

- শব্দ তরঙ্গ 20 হার্জ থেকে 20,000 হার্জ পর্যন্ত শ্রবণশীল হয় মানুষের কানের জন্য।
- যদি একটি শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20 হার্জ-এর কম হয়, তাহলে একটি ইনফ্রাসোনিক বা সাবসোনিক কম্পাঙ্ক নামে পরিচিত হয়।
- যদি একটি শব্দ তরঙ্গের কম্পাঙ্ক 20,000 হার্জ-এর বেশি হয়, তাহলে এটি আলট্রাসোনিক কম্পাঙ্ক নামে পরিচিত হয়।
- মানুষ আলট্রাসোনিক ও ইনফ্রাসোনিক তরঙ্গকে সনাক্ত করতে পারে না, কিন্তু কিছু জন্তু যেমন কুকুর, বাদুর, বিড়াল ইত্যাদি আলট্রাসোনিক তরঙ্গকে সনাক্ত করতে পারে।
- বাদুর তাদের পথ শিকারের কোন পূর্বাভাস বোঝার জন্য আলট্রাসোনিক তরঙ্গ ব্যবহার করে।
- জাহাজ এবং সাবমেরিন দ্বারা জলাশয়ের গভীরতা পরিমাপের জন্য বা শব্দবিজ্ঞান এবং ব্যাপ্তির প্রযুক্তি (SONAR—Sound Navigation and Ranging) ব্যবহার করে বাধাটির অবস্থান সম্পর্কে ভবিষ্যদ্বাণী করতে ব্যবহৃত হয়।
- কণার কম্পন দ্বারা শব্দটি উৎপন্ন হয় এবং শব্দের গতি নির্ভর করে প্রসারের মাধ্যমের কণার ঘনত্বের উপর। সুতরাং শব্দের গতি সর্বাধিক হয় কঠিনে, তরলে হয় মাঝারি এবং তুলনামূলকভাবে কম হয় গ্যাসীয় মাধ্যমে।
- যদি তাপমাত্রা বেড়ে যায়, স্পন্দন দ্রুততরভাবে সঞ্চালিত হয় এবং বাতাসের তাপমাত্রায় প্রতি 1 ডিগ্রী সেলসিয়াস বৃদ্ধির ফলে প্রতি সেকেন্ডে 0.61 মিটার গতি বৃদ্ধি পায়।

শব্দের বৈশিষ্ট্য (Features of sound)

- **তীব্রতা (Intensity) :** শব্দটির তীব্রতা বলতে বোঝায় একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে লম্বভাবে অতিক্রান্ত শব্দ তরঙ্গের ক্ষমতাকে বোঝায়। শব্দটির তীব্রতা তরঙ্গের বিস্তারের সঙ্গে সামানুপাতিক এবং উৎস ও পর্যবেক্ষকের মধ্যবর্তী দূরত্বের সঙ্গে ব্যাস্তানুপাতিক।
- **শব্দের মাত্রা (Loudness) :** শব্দের মাত্রা নির্ভর করে শব্দ তরঙ্গের তীব্রতার উপর।

www.gurucoolfanda.com
Gurucool Fanda
www.gurucoolfanda.com

(2) প্রতিবিম্ব দুই প্রকার।

- **সদ্-প্রতিবিম্ব বা সদ্‌বিম্ব ঃ** কোনো বিন্দু থেকে আগত আলোকরশ্মি স্বচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয়ে যদি অন্য কোনো বিন্দুতে মিলিত হয়। **তবে ওই দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর সদ্‌বিম্ব বলে।**
- **অসদ্‌বিম্ব ঃ** কোনো বিন্দু থেকে আগত আলোকরশ্মি স্বচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয়ে যদি অন্য কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় তবে **ওই দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর অসদ্‌বিম্ব বলা হয়।**

(3) **বস্তু ও প্রতিফলক তলের মধ্যে যে দূরত্ব তা সর্বদা প্রতিবিম্ব থেকে প্রতিফলক তলের দূরত্বের সঙ্গে সমান হয়।**

(4) একজন পর্যবেক্ষকের প্রতিবিম্ব আয়নায় দেখতে গেলে, **আয়নাটিকে সর্বনিম্ন, পর্যবেক্ষকের উচ্চতার অর্ধেক হতে হবে।**

(5) দুটি দর্পণ A কোণে আনত থাকলে দুই দর্পণের পর্যায়ক্রমে প্রতিফলনের পর গঠিত প্রতিবিম্বের সংখ্যা

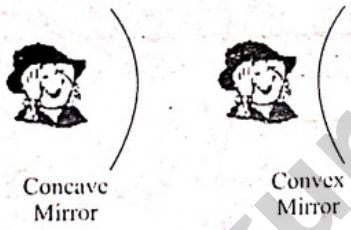
(i) **প্রতিবিম্বের সংখ্যা = $360/_{A1} + 1$, যদি $360/_A$ জোড় সংখ্যা হয়।**

(ii) **প্রতিবিম্বের সংখ্যা = $360/_A$, যদি $360/_A$ বিজোড় সংখ্যা হয়।**

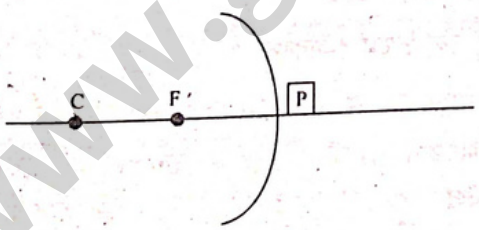
একটি পূর্ণসংখ্যা না হলে ওই সংখ্যার পরবর্তী পূর্ণ সংখ্যাটি প্রতিবিম্বের মোট সংখ্যা সূচিত করে।

গোলীয় দর্পণে প্রতিফলন :

(1) অবতল দর্পণ



(2) উত্তল দর্পণ



(i) PF হল ফোকাস দৈর্ঘ্য দর্পণের।

(ii) আমরা F ফোকাস

(iii) C বক্রতা কেন্দ্র

(iv) **2 × PF বক্রতা ব্যাসার্ধ।**

(3) ধরি u বস্তু থেকে দূরত্ব, v প্রতিবিম্বের দূরত্ব, হলে দর্পণের সূত্র থেকে পাই

$$\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$$

রৈখিক বিবর্ধন

$$m = \frac{\text{প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য বা উচ্চতা (v)}}{\text{বস্তুর দৈর্ঘ্য বা উচ্চতা (u)}}$$

(4) উত্তল দর্পণে প্রতিবিম্বের প্রকৃতি।

বস্তুর অবস্থান	প্রতিবিম্বে অবস্থান	প্রতিবিম্বের আকার	বস্তুর সাপেক্ষে প্রতিবিম্বের প্রকৃতি
অসীমে	ফোকাসে	অত্যন্ত ক্ষুদ্র	অসদ্ ও সমশীর্ষ
মেরু ও ফোকাসের মধ্যে	P ও F-এর মধ্যে	ক্ষুদ্রতর	অসদ্ এবং সমশীর্ষ

(5) অবতল দর্পণে প্রতিবিম্বের প্রকৃতি।

বস্তুর অবস্থান	প্রতিবিম্বের অবস্থান	প্রতিবিম্বের প্রকৃতি	বস্তুর সাপেক্ষে প্রতিবিম্বের আকৃতি
অসীম	ফোকাসে	সদ্-অবশীর্ষ	অত্যন্ত ক্ষুদ্র
অসীম ও বক্রতা কেন্দ্রের মধ্যে	ফোকাস ও বক্রতা কেন্দ্রের মধ্যে	সদ্-অবশীর্ষ	ক্ষুদ্রতর
বক্রতা কেন্দ্রে	বক্রতা কেন্দ্রে	সদ্-অবশীর্ষ	সমান
বক্রতা কেন্দ্র ও ফোকাসের মধ্যে	বক্রতা কেন্দ্র অসীমের মধ্যে	সদ্-অবশীর্ষ	বিবর্ধিত
ফোকাসে	অসীমে	সদ্-অবশীর্ষ	অসীমভাবে বিবর্ধিত
ফোকাস ও মেরুর মধ্যে	দর্পণের পিছনে মেরু ও অসীমের মধ্যে	অসদ্ ও সমশীর্ষ	বিবর্ধিত

www.gurucoolfanda.com
Gurucool Fanda
www.gurucoolfanda.com

ব্যবহার

(1) অবতল দর্পণ মোটরগাড়ির হেড লাইট, ডাক্তারদের ব্যবহৃত দর্পণে ব্যবহার হয়।

(2) উত্তল দর্পণ রাস্তার বাঙ্ক ও গাড়ির লুকিং গ্লাসে ব্যবহৃত হয়।

আলোর প্রতিসরণ

যখন আলো এক মাধ্যম থেকে অন্য মাধ্যমে সঞ্চালিত হয়, তখন আলোক রশ্মি কিছুটা বেঁকে যায়। এই ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে।

যখন আলোক রশ্মি মাধ্যম পরিবর্তন করে, এর কম্পাঙ্ক কখনই পরিবর্তন হবে না, কিন্তু আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য ও গতিবেগের পরিবর্তন ঘটে। গাণিতিক উপায়ে আমরা প্রকাশ করতে পারি যে আলোর গতিবেগ হল আলোর কম্পাঙ্ক এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্যের গুণফল।

আলোর প্রতিসরণের দুটি সূত্র আছে।

(1) আপতিত রশ্মি, প্রতিসৃত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে প্রতিসারক তলের ওপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে থাকে।

(2) আপতন কোণের সাইন এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত ধ্রুবক হয়। এই ধ্রুবকের মান মাধ্যম দুটির প্রকৃতি ও আপতিত আলোর বর্ণের ওপর নির্ভর করে।

$$\mu = \frac{\sin i}{\sin r} = \text{ধ্রুবক।}$$

যেখানে μ কে প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসারঙ্ক বলে।

আলোর প্রতিসরণের ঘটনাগুলি হল—

(i) তারার ঝিকিমিকি করা।

(ii) এক গ্লাস জলে একটি কাঠি ডোবালে সেটা বেঁকে গেছে বলে মনে হয়।

(iii) সূর্য দীগন্তরেখার উপরে উঠছে বলে মনে হয়।

তাপমাত্রা বাড়ার সাথে সাথে তরলের প্রতিসারঙ্ক কমে যায়।

শূণ্য মাধ্যমে আলোর বেগ ও কোন মাধ্যমে আলোর বেগের অনুপাতকে সেই মাধ্যমের প্রতিসারঙ্ক বলে।

যখন আলোক রশ্মি ঘন মাধ্যম থেকে লঘু মাধ্যমে (যেমন— জল থেকে বায়ু মাধ্যমে) সঞ্চালিত হয়, তখন আপাতন কোণের মান বাড়লে প্রতিসরণ কোণের মানও বৃদ্ধি পায়। যে আপাতন কোণের জন্য প্রতিসরণ কোণের মান 90° সেই আপাতন কোণকে সংকট কোণ বলে। অন্যভাবে বলা যায়, যে সংকট কোণে প্রতিসরণ কোণের মান 90° হয়।

যখন ঘন মাধ্যম থেকে লঘু মাধ্যমে আপাতন কোণের মান সংকট কোণের চেয়ে বেশি হয় তখন আলোকরশ্মি সেই ঘন মাধ্যমেই প্রতিফলিত হয়ে ফিরে আসে। এই ঘটনাকে অভ্যন্তরীণ পূর্ণ প্রতিফলন বলা হয়।

মরুভূমিতে মরীচিকা হল অভ্যন্তরীণ পূর্ণ প্রতিফলনের একটি উদাহরণ। হীরের দ্যুতিও এই ঘটনার অপর একটি উদাহরণ। কমিউনিকেশন্ শিল্পে, কম্পিউটার নেটওয়ার্কিং প্রভৃতিতে ব্যবহৃত অপটিক্যাল ফাইবার, এই অভ্যন্তরীণ পূর্ণ প্রতিফলনের নীতি অনুযায়ী কাজ করে।

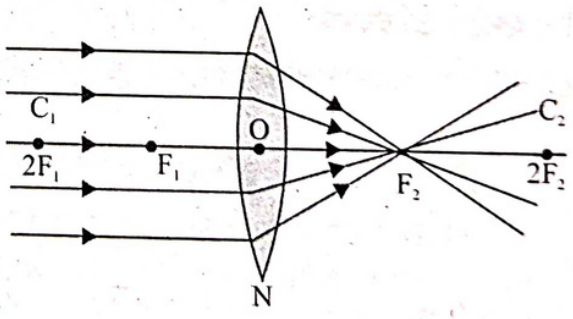
লেন্স

সাধারণত দুটি গোলীয় তল অথবা একটি গোলীয় তল এবং একটি সমতল দ্বারা সীমাবদ্ধ কোনো স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলা হয়।

লেন্স প্রধানত দুই প্রকার।

(1) উত্তল লেন্স বা অভিসারী লেন্স

(2) অবতল লেন্স বা অপসারী লেন্স



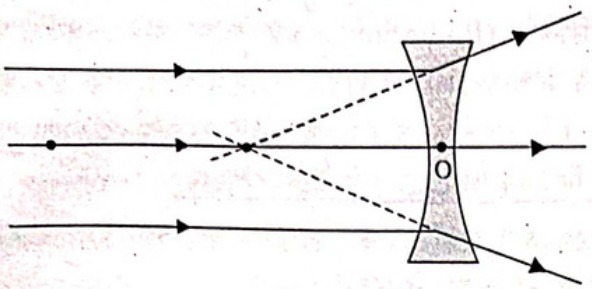
(a)

O আলোক কেন্দ্র

F_1 হল প্রথম ফোকাস

দর্পণের সূত্র আমরা জানি লেন্স-এর সূত্র হল পরস্পর সমাবৃত বস্তুর অবস্থান (u) প্রতিবিম্বের অবস্থান (v) এবং ফোকাস দৈর্ঘ্য (f) লেন্স-এর

www.gurucoolfanda.com



(b)

$$\frac{1}{v} - \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$

আয়নার ক্ষেত্রে, সদ্‌বিম্ব গঠিত হয় আয়নার সামনে এবং অসদ্‌বিম্ব গঠিত হয় আয়নার পিছনে। লেন্সের ক্ষেত্রে, অসদ্‌বিম্ব মানে যে পাশে বস্তুটি রয়েছে সেই পাশেই প্রতিবিম্ব তৈরী হয় এবং সদ্‌বিম্ব মানে যে পাশে বস্তুটি রয়েছে তার বিপরীত দিকে প্রতিবিম্ব তৈরী হয়।

আমরা লেন্সের বিবর্ধনের (m) পরিমাপ করতে পারি, প্রতিবিম্বের উচ্চতা এবং বস্তুর উচ্চতার অনুপাত বার করে।

$$\text{(m)} = \frac{\text{প্রতিবিম্বের উচ্চতা বা দৈর্ঘ্য}}{\text{বস্তুর উচ্চতা বা দৈর্ঘ্য}}$$

লেন্সের ক্ষমতা পরিমাপ করা হয় তার ফোকাস দূরত্বের (মিটার) অন্যোন্যক বার করে। এর একক হল ডায়াপ্টার।

$$\text{ক্ষমতা (D)} = \frac{1}{f}$$

- লেন্সের প্রকৃতি পরিবর্তীত হয়, যদি একটি লেন্সকে, তার থেকেও বেশি প্রতিসারঙ্ক যুক্ত তরলে সম্পূর্ণ ডোবানো হয়। অর্থাৎ উত্তল লেন্স অবতল লেন্সের মত ও অবতল লেন্স উত্তল লেন্সের মত আচরণ করে। লেন্সটি একটি সাধারণ কাঁচের মত আচরণ করে, যখন লেন্সটির সমান প্রতিসারঙ্ক মুক্ত তরলে ডোবানো হয়।

আলোর বিক্ষেপণ

আলোর সরল রৈখিক পথ থেকে বিচ্যুতি ঘটলে তাকে আলোর বিক্ষেপণ (Scattering) বলে। ইহা সংঘটিত হয় মাধ্যমের প্রতিসারঙ্কের পার্থক্য থাকলে।

আলোর বিক্ষেপণের কয়েকটি উদাহরণ :

(1) সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় সূর্যের রঙ লাল হয়ে যায়।

(2) মেঘের সাদা বর্ণ।

(3) আকাশের বর্ণ নীল।

(4) ট্রাফিক সিগনালের লাল রং ব্যবহার করা হয়।

আলোর বিক্ষেপণ আলোর রঙের উপর নির্ভর করে। আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য বড় হলে বিক্ষেপণ কম হয়। বিপরীতক্রমও হয়ে থাকে।

তাই ট্রাফিক সিগনালে লাল আলো ব্যবহার করা হয়।

আলোর বিচ্ছুরণ

যখন কোন সাদা আলো একটি প্রিজমের মধ্যে দিয়ে যায় তখন ইহা সাতটি রঙে ভেঙে যায়, এই ঘটনাকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে।

আলোর বিচ্ছুরণের একটি প্রাকৃতিক উদাহরণ হল : রামধনুর সাতটি রঙে ভেঙে যাওয়া। এখানে জলের অণুগুলি প্রিজমের মত আচরণ করে।

সাধারণ অনুবীক্ষণ যন্ত্র (Simple Microscope)

খুব ক্ষুদ্র বস্তুর উচ্চ বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব দেখার জন্য এই বৈজ্ঞানিক যন্ত্রটি ব্যবহার করা হয়। ইহাতে দুইটি উত্তল লেন্স থাকে। একটি বস্তুর কাছে থাকে, তাকে অবজেক্টিভ লেন্স বা অভিলক্ষ্য বলে, অপরটি আমাদের চোখের কাছে থাকে যাকে 'আই-পিস' বা অভিনেত্র বলে।

অবজেক্টিভ লেন্সের অভিলক্ষ্যের ফোকাস দৈর্ঘ্য আই-পিসের বা অভিনেত্রের চেয়ে বেশি হয়। অনুবীক্ষণ যন্ত্রের প্রতিবিম্ব বর্ধিত, অবশীর্ষ ও অসদ্ হয়।

দূরবীক্ষণ যন্ত্র (Telescope)

এই যন্ত্রের সাহায্যে দূরবর্তী কোন বস্তুর বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব দেখা যায়। ইহা দুই ধরনের হয়—

(i) **গ্যালিলিওর দূরবীক্ষণ যন্ত্র :** এখানে, অভিলক্ষটি হল উত্তল লেন্স যার ফোকাস দৈর্ঘ্য বেশি এবং অভিনেত্রটি একটি অবতল লেন্স। যার ফোকাস দৈর্ঘ্য ছোট।

(ii) **নভোবীক্ষণ যন্ত্র (Astronomical Telescople) :** এখানে উভয় লেন্সই হল উত্তল লেন্স কিন্তু অভিলক্ষ্যের ফোকাস দৈর্ঘ্য, অভিনেত্রের থেকে বেশি হয়।

www.gurucoolfanda.com
Gurucool Fanda
www.gurucoolfanda.com

উত্তল লেন্সের প্রতিবিম্বের প্রকৃতি ঃ

বস্তুর অবস্থান	প্রতিবিম্বের অবস্থান	প্রতিবিম্বের আকার	প্রতিবিম্বের প্রকৃতি
অসীমে	ফোকাসে	অত্যন্ত ছোট	সদ্ ও অবশীর্ষ
C বিন্দুর পিছনে	F_2 এবং $2F_2$ ত্রর মাঝে	ছোট	সদ্ ও অবশীর্ষ
C বিন্দুতে	C বিন্দুতে	একই থাকে	সদ্ ও অবশীর্ষ
C এবং F এর মধ্যে	$2F_2$ এর পিছনে	বড়	সদ্ ও অবশীর্ষ
F_1 বিন্দুতে	অসীমে	অত্যন্ত বড়	সদ্ ও অবশীর্ষ
F_1 এবং O বিন্দুর মধ্যে	বস্তুর একই দিকে	বড়	অসদ্ এবং সমশীর্ষ

অবতল লেন্সের প্রতিবিম্বের প্রকৃতিঃ

বস্তুর অবস্থান	প্রতিবিম্বের অবস্থান	প্রতিবিম্বের আকার	প্রতিবিম্বের প্রকৃতি
অসীম	প্রথম ফোকাস	ছোট	অসদ্ এবং সমশীর্ষ
অসীম দূরত্ব এবং আলোক কেন্দ্রের মাঝে	আলোক কেন্দ্র এবং প্রথম ফোকাসের মধ্যে	ছোট	অসদ্ এবং সমশীর্ষ

তাপ

তাপ হল একটি শক্তি যেটা আমাদের গরম ও ঠাণ্ডা কোন বস্তুর অনুভূতি জোগায়। তাপ সর্বদাই গরম বস্তু থেকে ঠাণ্ডা বস্তুতে সঞ্চালিত হয়। তাপের সঞ্চালন ঘটে **পরিবহণ, পরিচলন ও বিকিরণ পদ্ধতিতে।**

পরিবহণ (Conduction) : এটি একটি স্থায়ী সিস্টেমের দুটি অংশের মধ্যে তাপের স্থানান্তর হয় যা তার অংশগুলির মধ্যে তাপমাত্রার পার্থক্য দ্বারা সৃষ্ট। এই ক্ষেত্রে, শক্তির স্থানান্তর বস্তুর এক কণা থেকে আর এক কণার মাধ্যমে সঞ্চালিত হয়।

পরিচলন (Convection) : এই ক্ষেত্রে, পদার্থের অণুগুলি তাপকে এক স্থান থেকে অন্য স্থানে সঞ্চালিত করে। তরলের মধ্যে তাপ শক্তির স্থানান্তর ঘটে পরিচলন পদ্ধতির মাধ্যমে।

বিকিরণ (Radiation) : এই ক্ষেত্রে, তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ কোনও মাধ্যমের সাহায্য ছাড়াই সরাসরি তাপ শক্তি স্থানান্তরিত করে। এটি তাপশক্তি সংক্রমণের একটি দ্রুততম প্রক্রিয়া। সূর্যের শক্তি বিকিরণ পদ্ধতিতে পৃথিবীতে পৌঁছায়।

এস. আই. পদ্ধতিতে তাপের একক হল জুল (J) ও C.G.S. পদ্ধতিতে বা ক্যালোরি (Cal)।

একটি বস্তুর উষ্ণতা বা ঠাণ্ডার পরিমাণ পরিমাপ করা যায় যে ভৌতিক ধর্মের সাহায্যে তাকে তাপমাত্রা বলে। বস্তুর তাপমাত্রা মাপার জন্য থার্মোমিটার যন্ত্রটি ব্যবহার করা হয়।

উষ্ণতার **এস. আই. একক হল কেলভিন (K)** এবং অন্য এককগুলি হল **সেলসিয়াস (°C),** এবং **ফারেনহাইট (°F),** °C এবং °F-এর সম্পর্কটি নিম্নলিখিত :

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9}$$

– 40°-তে, থার্মোমিটার F এবং C-এর উভয় একই পরিমাপ করে।

মানুষের শরীরের স্বাভাবিক তাপমাত্রা **37°C** বা **98.6°F।**

আপেক্ষিক তাপ (Specific Heat) :

এটি একক ভরের একটি পদার্থের তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপ শক্তির প্রয়োজন হয়, সেই পরিমাণ তাপ শক্তিকে বোঝায়।

এর এস. আই. একক হল J/kg °C, উপরের বিবৃতি হিসাবে প্রকাশ করা যেতে পারে—

$$\Delta Q = cm\Delta T.$$

যেখানে ΔQ হল পরিবর্তনীয় তাপ শক্তি, m হল পদার্থের ভর, ΔT হল উষ্ণতার পরিবর্তন, এবং C হল পদার্থের নির্দিষ্ট তাপ।

জলের (4200 J/kg °C) আপেক্ষিক তাপ ধারকত্ব অন্যান্য পদার্থের থেকে অনেক পরিমাণে বেশি। সুতরাং, এটি অটোমোবাইলের রেডিয়েটরকে ঠাণ্ডা করতে ব্যবহৃত হয়।

তাপ ধারকত্ব (Heat Capacity) : এটি একটি পদার্থের তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপশক্তির প্রয়োজন হয় সেই পরিমাণ তাপ শক্তিকে তাপ ধারকত্ব বলে। এর **এস. আই. একক হল J/°C।** গাণিতিকভাবে আমরা এটিকে লিখতে পারি—

$$\Delta Q = s\Delta T.$$

এখানে s হল তাপীয়ধারণ ক্ষমতা।

www.gurucoolfanda.com

ওহমের সূত্র ঃ- উপাদান, তাপমাত্রা ও অন্যান্য ভৌত অবস্থা অপরিবর্তিত থাকলে কোন পরিবাহীর প্রবাহমাত্রা পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব প্রভেদের সমানুপাতিক হয়।

$\therefore I \propto V$

or, $\frac{V}{I} = R$ (Constant বা ধ্রুবক)

$\therefore V = IR$

(যেখানে, R= রোধ, I = তড়িৎ প্রবাহমাত্রা)

রোধ বা Resistance ঃ-কোন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ হলে, পরিবাহীর, তড়িৎপ্রবাহকে বাধা দেওয়ার ক্ষমতাকে রোধ বলে।

পরিবাহীর রোধের সাথে পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সম্পর্ক সমানুপাতিক এবং প্রস্থচ্ছেদের আয়তনের সাথে ব্যাস্তানুপাতিক।

$R = \frac{\rho L}{A}$ ρ = রোধাঙ্ক

R = রোধ

L= দৈর্ঘ্য

A= একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল

রোধাঙ্কের SI একক ওহম মিটার।

কোনো পরিবাহীর রোধ উহার দৈর্ঘ্য ওপর এবং একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ওপর নির্ভরশীল। শুধুমাত্র পরিবাহীর প্রকৃতি ও উষ্ণতার ওপর নির্ভরশীল।

যদিও পরিবাহীর উষ্ণতা বৃদ্ধি করা হয় তাহলে ওই পরিবাহীর রোধ বৃদ্ধি পায়। কিন্তু একই সময় অর্ধপরিবাহীর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে রোধ হ্রাস পায়।

- সিলিকন, জার্মেনিয়াম পর্দাথ গুলি তড়িৎ পরিবহনে অক্ষম। কিন্তু এগুলির সঙ্গে যখন কিছু অশুদ্ধি যুক্ত করা হয় (যেমন- আর্সেনিক, ফসফরাস, বোরন, গ্যালিয়াম) এবং তাপমাত্রা বৃদ্ধি করা হয় তখন এই পদার্থগুলি তড়িৎ সুপরিবাহী হিসাবে ব্যবহৃত হয়। এই পদার্থ গুলিকে অর্ধপরিবাহী পদার্থ বলা হয়।

- অর্ধপরিবাহী (Semi conductor) দুই ধরনের।

1) **n-type ঃ**— যখন পাঁচ যোজ্যতা বিশিষ্ট অশুদ্ধি সিলিকন বা জার্মেনিয়াম-এর সাথে মেশানো হয়, তখন সেটি n-type সেমিকন্ডাক্টর এ পরিণত হয়।

2) **p-type ঃ**--- যখন ত্রিযোজী অশুদ্ধতা সিলিকন বা জার্মেনিয়াম এর সাথে মেশানো হয় তখন এটি p-type সেমিকন্ডাক্টর এ পরিণত হয়।

3) L.E.D এবং সিলিকন কন্ট্রোল্ড রেক্টিফায়ার্স্ হলো সেই সমস্ত ডায়োডের উদাহরণ যারা n ও p type সেমিকন্ডাক্টর দিয়ে তৈরি।

রোধগুলিকে শ্রেণী বা সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করা যায়। শ্রেণী সমবায়ের ক্ষেত্রে, তড়িৎপ্রবাহ সকল রোধের মধ্যে দিয়ে সমানভাবে প্রভাহিত হয়, কিন্তু ভোল্টেজ ওই রোধগুলির মধ্যে বণ্টিত হয়ে যায়।

সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে, বর্তনীতে বিভব প্রভেদ অপরিবর্তীত থাকে। কিন্তু তড়িৎপ্রবাহ সকল রোধের মধ্যে বণ্টিত হয়ে যায়।

তড়িৎ এর পরিমাপক যন্ত্র

- অ্যামমিটার ঃ— এটি ইলেকট্রিক কারেন্ট এর পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। ইহাকে সিরিজ বা শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করা হয়। আদর্শ অ্যামমিটারের রোধ শূন্য হয়।

- ভোল্টমিটার ঃ— এটি দুটি বিন্দুর বিভব প্রভেদ পরিমাপ করতে ব্যবহৃত হয়। এটি সমান্তরাল সমবায়ে যোগ করা হয়। আদর্শ ভোল্টমিটার এর রোধ অসীম হয়।

- গ্যালভানোমিটার ঃ— কোনো বর্তনী (Circuit) এর মধ্যে দিয়ে খুব স্বল্প পরিমাণ তড়িৎপ্রবাহ পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত হয়।

- ইলেকট্রিক ফিউজ ঃ— এটি লেড ও কপারের সংকর এবং উচ্চ রোধী টিন যার গলনাঙ্ক খুব কম সেই রকম পরিবাহী তার থেকে তৈরী হয়। যখন বর্তনীতে অতিরিক্ত পরিমাণ ইলেকট্রিক তড়িৎ প্রবাহ হয় তখন এটি গলে যায়, উচ্চ তাপের কারণে, এবং বর্তনীটিকে বিচ্ছিন্ন করে দেয়। ফিউজ কে সর্বদা live তারে ব্যবহার করা হয়ে থাকে।

www.gurucoolfanda.com

লীনতাপ (Latent Heat) : নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের জন্য যে তাপ শক্তির প্রয়োজন তাকে বলা হয় লীনতাপ। তার একক হল জুল।

আপেক্ষিক লীনতাপ ধারকত্ব (Specific latent heat capacity) : নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক ভরের পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের জন্য যে তাপ শক্তির প্রয়োজন তাকে বলা হয় আপেক্ষিক লীন তাপ ধারকত্ব। গাণিতিকভাবে এটি লেখা যেতে পারে :

$$\Delta Q = lm.$$

যেখানে, l হল আপেক্ষিক লীনতাপ ধারকত্ব। এটি দুই ধরনের হয়—

(i) **গলনের লীনতাপ**—উষ্ণতার পরিবর্তন না করে, কঠিন থেকে তরলে, পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের জন্য যে পরিমাণ তাপীয় শক্তির প্রয়োজন হয়।

(ii) **বাষ্পীভবনের লীনতাপ**—উষ্ণতার পরিবর্তন না করে, তরল থেকে গ্যাসে পদার্থের অবস্থার পরিবর্তনের জন্য যে পরিমাণ তাপীয় শক্তির প্রয়োজন হয়।

- লীনতাপের জন্য 100°C উষ্ণতায় ফুটন্ত জল ও বাষ্পের মধ্যে বাষ্প বেশি ক্ষতি করে।

তাপীয় প্রসারণ (Thermal expansion) : যখন কোন বস্তু তাপ শক্তি গ্রহণ করে তখন উহার দৈর্ঘ্য বা প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বা আয়তনের বৃদ্ধি ঘটে।

(i) দৈর্ঘ্যের বৃদ্ধিকে দৈর্ঘ্য প্রসারণ বলে এবং এর গুণাঙ্ক হল α।

(ii) ক্ষেত্রফলের বৃদ্ধিকে ক্ষেত্র প্রসারণ বলে এবং এর গুণাঙ্কটি হল β।

(iii) আয়তনের বৃদ্ধিকে আয়তন প্রসারণ বলে এবং এর গুণাঙ্কটি হল λ।

এই তিনটি প্রসারণ গুণাঙ্কের মধ্যে সম্পর্কটি হল—

$$\alpha : \beta : \lambda = 1 : 2 : 3$$

জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ (Anomalous expansion of water) : সাধারণত তাপমাত্রার বৃদ্ধি করলে প্রত্যেকটি পদার্থেরই আয়তন বৃদ্ধি পায়। কিন্তু জলের ক্ষেত্রে প্রসারণটি হয় ব্যতিক্রম। **0°C থেকে 4°C পর্যন্ত উষ্ণতা বাড়ালে জলের আয়তন বৃদ্ধি না পেয়ে সঙ্কুচিত বা হ্রাস পায়।** তারপরে যত উষ্ণতা বৃদ্ধি পায় জলের আয়তনও বৃদ্ধি পায়। 4°C উষ্ণতায় জলের আয়তন সর্বনিম্ন এবং ঘনত্ব সর্বাধিক। একে জলের ব্যতিক্রান্ত প্রসারণ বলে।

তড়িৎ বিজ্ঞান (Electricity)

তড়িৎ আধান ঃ- কোন বস্তু আধান যুক্ত বলা যেতে পারে, যদি বস্তুটি ইলেকট্রন গ্রহন বা বর্জন করে। **তড়িৎ আধানের S.I একক কুলম্ব (C)।**

সমপ্রকৃতির আধান একে অপরকে বিকর্ষন করে এবং ভিন্ন আধান একে অপরকে আকর্ষন করে। প্রোটনের আধান **ধনাত্মক** $(+1.6 \times 10^{-19}C)$ এবং ইলেকট্রনের আধান **ঋণাত্মক** $(-1.6 \times 10^{-19}C)$ হয়।

কুলম্বের সূত্র ঃ- দুটি বিন্দু আধানের মধ্যে আকর্ষন বা বিকর্ষন বল আধান দুটির পরিমানের গুনফলের সমানুপাতিক এবং তাদের মধ্যেকার দূরত্বের বর্গের ব্যাস্তানুপাতিক। ইহার গাণিতিক রুপটি হল $F = \frac{1}{4}\pi\varepsilon_0 \times q_1q_2/r^2 = \frac{1}{4\pi\xi_0} \times \frac{q_1q_2}{r^2}$

তড়িৎ প্রবাহ (Electric Current) ঃ- কোন পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে তড়িৎ চালক বলের সাহায্যে পরিবাহীর মুক্ত ইলেকট্রন কণাগুলোর একটি নির্দিষ্ট দিকে সঞ্চালনকে **তড়িৎপ্রবাহ বলে।** মুক্ত ইলেকট্রনগুলি যে পথে ছোটে, তার বিপরীত দিকে তড়িৎ প্রবাহ হয় বলে ধরা হয়। যদি Q পরিমান আধান প্রবাহীর মধ্যে দিয়ে t সেকেন্ড সময় ধরে প্রবাহিত হলে, তড়িৎ প্রবাহ $(I) = Q/t$.

তড়িৎ প্রবাহের **S.I একক অ্যাম্পিয়ার (A) বা কুলম্ব / সেকেন্ড (C/S).**

তড়িৎ বিভব (Electric Potential) ঃ-

একক ধনাত্মক আধানকে অসীম দূরত্ব থেকে কোন একটি বিন্দুতে নিয়ে আসতে যে পরিমাণ কার্য করতে হয় তাকে ওই বিন্দুর **তড়িৎ বিভব বলে। এর একক হল—ভোল্ট (V)।**

বিভব প্রভেদ (Potential Difference) ঃ- দুটি সমজাতীয় অথবা বিপরীত জাতীয় তড়িৎগ্রস্থ বস্তুর মধ্যে বিভবের যে পার্থক্য থাকে, **তাকে বিভব প্রভেদ** বা Potential difference বলে। ইহার **এককও ভোল্ট (V)** যদি কোন বিভব প্রভেদ না থাকে তবে কোন তড়িৎ প্রবাহ থাকে না।

www.gurucoolfanda.com

➢ **ইলেকট্রিক কারেন্ট দুই ধরনের প্রভাব দেখায়**

1) **তাপীয় প্রভাব** ঃ— যখন I পরিমান বিদ্যুৎ R পরিমান রোধের মধ্যে দিয়ে t সময় ধরে যায় তখন H পরিমান তাপশক্তি উৎপন্ন হয়। $\mathbf{H = I^2Rt.}$

2) **চৌম্বকপ্রভাব** ঃ— যদি বিদ্যুৎ কোনো পরিবাহীর মধ্যে দিয়ে যায়, তখন চৌম্বক ক্ষেত্র পরিবাহী এর চারপাশে আবিস্ট হয় যার প্রাবল্য নির্ভর করে বিদ্যুৎ পরিবহনের মাত্রা ও পরিবাহীর উপর।

3) **সলিনয়েড** ঃ— যদি কোনো অন্তরীত (ইনসুলেটেড) তার কে কোনো **নরম কাঁচা লোহার** চারপাশে জড়িয়ে দেওয়া হয় এবং তা দিয়ে তড়িৎ চালনা করা হয় তবে লোহার রডটি চুম্বকের মতো আচরণ করে। এটিকে বলা হয় **ইলেক্ট্রো ম্যাগনেট বা তড়িৎ চুম্বক।**

- তড়িৎ চুম্বকের (ইলেক্ট্রো ম্যাগনেটের) শক্তি নির্ভর করে দুটি বিষয় এর উপর—

(a) জড়ানো তারের পাকের সংখ্যা। পাক সংখ্যা বাড়লে তড়িৎ চুম্বকের এর শক্তি বাড়ে।

(b) তড়িৎ প্রবাহের (ইলেক্ট্রিক কারেন্ট) এর পরিমাণের ওপর। তড়িৎ প্রবাহ বাড়লে চুম্বকের শক্তিও বাড়ে।

তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ (Electro magnetic induction)

যদি কোনো চুম্বক এবং কোনো সার্কিট এ আবদ্ধ কয়েল এর মধ্যে আপেক্ষিক গতি থাকে তবে সেই কয়েল (Coil) এর মধ্যে তড়িৎ আবিষ্ট হয়। একে বলা হয় **ইলেক্ট্রো ম্যাগনেটিক ইনডাকশান** বা **তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ।**

D.C মোটর, A.C জেনারেটর, ট্রান্সফরমার কাজ করে ইলেক্ট্রো ম্যাগনেটিক ইনডাকশান বা তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের ওপর ভিত্তি করে।

ট্রান্সফরমার : "স্টেপ ডাউন ট্রান্সফরমার উচ্চ AC ভোল্টেজকে নিম্ন AC ভোল্টেজে রূপান্তরীত করে। আবার স্টেপ আপ ট্রান্সফরমার নিম্ন AC ভোল্টেজকে উচ্চ AC ভোল্টেজে রূপান্তরীত করে।

তেজষ্ক্রিয়তা (Radioactivity)

তেজষ্ক্রিয়তা হল একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া, যেখানে তেজষ্ক্রিয় মৌলের দুটি নিউক্লিয়াস সংযুক্ত হয়ে বা একটি নিউক্লিয়াস দুটি অপত্য নিউক্লিয়াসে ভেঙে গিয়ে বিপুল শক্তি উৎপন্ন হয় এবং সেই শক্তি তেজষ্ক্রিয় রশ্মি হিসাবে বিকিরিত হয়।

- যখন একটি নিউক্লিয়াস ভেঙে গিয়ে দুটি অপত্য নিউক্লিয়াসের সৃষ্টি হয় তখন একে **নিউক্লিয় বিভাজন (Nuclear fission)** বলে। "**পারমানবিক বোমা**" (Atom Bomb) এই **নিউক্লিয় বিভাজনের** নীতির উপর ভিত্তি করে তৈরী হয়েছে।

- যখন দুটি নিউক্লিয়াস সংযুক্ত হয়ে একটি নিউক্লিয়াস গঠন করে তখন তাকে **নিউক্লিয় সংযোজন (Nuclear fusion)** বলে। **সূর্য থেকে যে শক্তি পৃথিবীতে আসে তা নিউক্লিয় সংযোজেনর মাধ্যমে আসে** (এখানে দুটি হাইড্রোজেনের নিউক্লিয়াসের সংযোজন ঘটে একটি হিলিয়ামের নিউক্লিয়াস গঠিত হয়)। "**হাইড্রোজেন বোমা**" এই **নিউক্লিয় সংযোজনের** নীতির উপর ভিত্তি করে তৈরী হয়েছে।

- সাধারণ কিছু তেজষ্ক্রিয় মৌল হল—ইউরেনিয়াম, রেডিয়াম প্রভৃতি। রেডিয়াম আবিষ্কার করেছিলেন মাদাম কুরী ও তাঁর স্বামী পিয়ের কুরী।

- তেজষ্ক্রিয় বিকিরণ তিনভাবে হয়।

(i) **α-বিকিরণ (α-Radiation) :** ইহা একটি হিলিয়াম পরমাণুর নিউক্লিয়াসের সমতুল্য। ইহার প্রকৃতি স্বল্প ভেদ্যতা।

(ii) **β-বিকিরণ (β-Radiation) :** ইহা পরমাণুর একটি ইলেক্ট্রনের সমতুল্য। এর ভেদন ক্ষমতা মাঝারি ধরনের।

(iii) **γ-বিকিরণ (γ-Radiation) :** যখন গামা (γ) রশ্মি নির্গত হয় তখন তেজষ্ক্রিয় পদার্থের ভর অপরিবর্তীত থাকে। ইহার ভেদন ক্ষমতা সর্বাধিক।

www.gurucoolfanda.com