বিডিনিয়োগ.কম

www.bdniyog.com

by Shanto and Prantik

Physics 2nd Paper

বিডিনিয়োগ.কম

www.bdniyog.com

সতর্কীকরণ

সকল পিডিএফ বিডিনিয়োগ.কম
ফেসবুক ও গুগল থেকে সংগ্রহ করে,
যেগুলো ইতিমধ্যে পাওয়া যাচ্ছে।
আমরা কোনো লেখককে বা প্রকাশনীকে
ক্ষতি করার উদ্দেশ্যে পিডিএফ প্রকাশ করিনা।
তাদেরকে সর্বোচ্চ সম্মান দেই আমরা।
যদি কেউ মনে করে যে আমরা পিডিএফ
প্রকাশের কারণে কোনো ক্ষতি হচ্ছে বা
অন্য কোনো সমস্যায়, আমরা আপনার
পিডিএফটি সরিয়ে নিবো।

আমাদের ইমেইল করুন

admin@bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরসমূহের মেডিকেল ভর্তি পরীক্ষায় পদার্থবিজ্ঞান ২য় পত্রের বিভিন্ন অধ্যায় থেকে আগত প্রশ্নসংখ্যা

ক্রমিক	অধ্যায়সমূহ	১৯-২০	১৮-১৯	১৭-১৮	১৬-১৭	১৫-১৬	১৪-১৫	১৩-১৪	১২-১৩	১১-১২	১০-১১	০৯-১০
০১	তাপগতিবিদ্যা	১	১	-	২	-	২	-	১	১	১	-
০২	স্থির তড়িৎ	-	১	১	১	-	১	১	-	-	-	১
০৩	চল তড়িৎ	-	১	১	২	৪	১	২	১	-	১	-
০৪	তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব	-	১	১	২	১	১	১	১	১	-	১
০৫	তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ	-	১	১	-	-	-	-	-	-	-	১
০৬	জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান	২	১	১	১	১	১	১	২	২	১	১
০৭	ভৌত আলোকবিজ্ঞান	২	-	-	-	১	১	-	১	-	-	৩
০৮	আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা	-	-	-	১	১	-	-	-	-	-	-
০৯	পরমাণুর মডেল ও নিউক্লিয় পদার্থবিজ্ঞান	১	২	১	-	-	-	১	১	-	১	৫
১০	সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেক্ট্রনিক্স	১	১	-	-	১	-	-	-	-	১	-
১১	জ্যোতির্বিজ্ঞান	-	-	৩	১	-	-	-	২	-	-	১

www.bdniyog.com

"Read in the name of your Lord, who created you"

Al-Quran- 96: 01

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

১ম অধ্যায়

তাপগতিবিদ্যা

এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

প্রসঙ্গ	যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে
তাপমাত্রা পরিমাপের নীতি	[M: 19-20, 14-15, 12-13, 07-08]
তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র	[M: 16-17, 03-04, 01-02; D: 16-17]
সমোষ্ণ পরিবর্তন	[M: 07-08]
রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন	[D: 11-12, 10-11, 00-01; D: 10-11]
তাপগতিবিদ্যার ২য় সূত্র	[M: 06-07]
প্রত্যাবর্তী ও অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া	[M: 18-19, 03-04; D: 10-11]
তাপ ইঞ্জিন	[M: 16-17, 14-15; D: 16-17]
রেফ্রিজারেটর	[D: 18-19]
এনট্রপি	[M: 06-07; D: 09-10]

www.bdniyog.com

তাপমাত্রা পরিমাপের নীতি

থার্মোমিটার	যে যন্ত্র দ্বারা তাপমাত্রা নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা যায়।
উষ্ণতামিতি ধর্ম	তাপমাত্রা পরিমাপ উপযোগী পদার্থের যে সব ধর্ম কাজে লাগানো হয়।
উষ্ণতামিতি পদার্থ	যে সকল পদার্থের উষ্ণতামিতি ধর্ম ব্যবহার করে থার্মোমিটার তৈরি করা হয় তাদেরকে উষ্ণতামিতি পদার্থ বলে
নিম্ন স্থির বিন্দু বা বরফ বিন্দু	যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বিশুদ্ধ বরফ পানির সাথে সাম্যাবস্থায় থাকতে পারে অর্থাৎ যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ গলতে শুরু করে।
ঊর্ধ্ব স্থির বিন্দু বা স্টীম বিন্দু	যে তাপমাত্রায় প্রমাণ চাপে বিশুদ্ধ পানি জলীয় বাষ্পের সাথে সাম্যাবস্থায় থাকতে পারে বা যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ পানি, জলীয় বাষ্পে পরিণত হতে শুরু করে।
তাপীয় সমতা	একাধিক বস্তু তাপীয়ভাবে সংযুক্ত থাকলে এবং এদের মধ্যে তাপের আদান-প্রদান না হলে বলা হয় বস্তুগুলি তাপীয় সমতায় আছে।

[Ref: তপন স্যার]

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র (Zeroth law of thermodynamics)

সূত্রের বিবৃতি	দুটি বস্তু যদি তৃতীয় কোন বস্তুর সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে তবে প্রথমোক্ত বস্তু দুটি পরস্পরের সাথে তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকবে।
প্রয়োগ	এই সূত্রের ওপর ভিত্তি করে থার্মোমিটার তৈরী করা হয়েছে।
আবিষ্কারক	আর এইচ ফাওলার।

[Ref: ইস্হাক + তপন স্যার]

তাপমাত্রার ধারণা

- তাপমাত্রা বলতে বস্তুর উত্তপ্ততার বা শীতলতার মাত্রা/ পরিমাণ বুঝায়। অর্থাৎ তাপ হল কারণ এবং তাপমাত্রা এর ফল।
- তাপমাত্রা বস্তুর একটি তাপীয় অবস্থা, যা ঐ বস্তু হতে অন্য বস্তুতে তাপের প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে এবং তাপ প্রবাহের দিক বা অভিমুখ নির্ধারণ করে।
- রোধ থার্মোমিটারে প্লাটিনাম রোধ ব্যবহার করে এবং তড়িৎ রোধের উষ্ণতামিতি ধর্মের ওপর লক্ষ্য রেখে তাপমাত্রা পরিমাপ করা হয়।
- উচ্চতর তাপমাত্রা বিকিরণ পাইরো মিটারে উত্তপ্ত বস্তুর বিকিরণ ধর্ম কাজে লাগিয়ে $500^\circ C$ এর উর্ধ্বের তাপমাত্রা পরিমাপ করা হয়।
- তাপমাত্রা স্কেলে উর্ধ্ব স্থির বিন্দু ও নিম্ন স্থির বিন্দুর তাপমাত্রার ব্যবধানকে মৌলিক ব্যবধান বলে।
- সেলসিয়াস স্কেলে বরফ বিন্দুকে $0^\circ C$ এবং স্টিম বিন্দুকে $100^\circ C$ ধরে মধ্যবর্তী 100 ভাগের এক ভাগকে 1° সেলসিয়াস বলে।
- পানির ত্রৈধ বিন্দুর তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ কে 1 কেলভিন বলে।
- সাধারণত ক্লিনিক্যাল বা ডাক্তারি থার্মোমিটার ফারেনহাইট স্কেলে দাগাঙ্কিত থাকে।

[Ref: তপন স্যার]

তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেল

তাপমাত্রার স্কেল	তাপমাত্রা পরিমাপের সূত্র
সেলসিয়াস স্কেল (সর্বজনীন স্কেল)	$\theta = \frac{X_\theta - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}} \times 100$
ফারেনহাইট স্কেল (ডাক্তারি বা ক্লিনিক্যাল থার্মোমিটার)	$\theta = \frac{X_\theta - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}} \times 180 + 32$
কেলভিন স্কেল	$T = \theta + 273$

খেয়াল করো...

ফারেনহাইট থার্মোমিটার দ্বারা মানবদেহের তাপমাত্রা বা জ্বর পরিমাপ করা হয়। এই থার্মোমিটারে $95^\circ F$ থেকে $110^\circ F$ পর্যন্ত তাপমাত্রা পরিমাপ করা হয়। একে ডাক্তারি বা ক্লিনিক্যাল থার্মোমিটার বলে। এই থার্মোমিটার দ্বারা মানবদেহের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা পরিমাপ করা যায় বলে একে চরম থার্মোমিটার বলে।

[Ref: ইসহাক স্যার+তপন স্যার]

বিশেষ তথ্য

- $-40^\circ C$ এবং $-40^\circ F$ এ সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যাবে।
- 574.25 K এবং 574.25° F এ কেলভিন ও ফারেনহাইট স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যাবে।
- স্কেলসমূহের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্ক: $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5} = \frac{Rn-492}{9}$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের তালিকা

স্কেলের নাম	সঙ্কেত	নিম্ন স্থিরাঙ্ক	উর্ধ্ব স্থিরাঙ্ক	মৌলিক ব্যবধান
সেলসিয়াস	C	0°	100°	100
ফারেনহাইট	F	32°	212°	180
কেলভিন	T	273	373	100
র‍্যাংকিন	R_n	492°	672°	180
রোমার	R	0°	80°	80

তাপগতিবিদ্যা

তাপ ও যান্ত্রিক শক্তির পারস্পরিক রূপান্তর ও সম্পর্ক আলোচনা করে।

তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র

আবিষ্কার	তাপ গতিবিদ্যার প্রথম সূত্র প্রদান করেন বিজ্ঞানী জুল। তিনি সর্বপ্রথম তাপ ও কাজের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করেন।
জুলের মতবাদ	যখন কাজ সম্পূর্ণভাবে তাপে বা তাপ সম্পূর্ণভাবে কাজে রূপান্তরিত হয় তখন কাজ ও তাপ পরস্পরের সমানুপাতিক হয়। $W \propto Q$ বা $W = JQ$ [এখানে, J = জুল তুল্যাঙ্ক = তাপের যান্ত্রিক সমতা]
তাপের যান্ত্রিক সমতা এর একক	$W = JQ \Rightarrow J = \frac{W}{Q}$; একক- $Jcal^{-1}$
ক্লসিয়াসের মতবাদ	"যখন কোন ব্যবস্থায় তাপ সরবরাহ করা হয় বা ব্যবস্থা কর্তৃক তাপ গৃহীত হয় তখন তার কিয়দংশ অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি করতে অর্থাৎ তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে এবং অবশিষ্ট অংশ বাহ্যিক কাজ সম্পাদনে ব্যবহৃত হয়।"
সূত্রের প্রকাশ	$dQ = dU + dW$

➥ তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রকে সাধারণভাবে প্রকাশ করেন ক্লসিয়াস।

➥ তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র শক্তির নিত্যতা সূত্রের-ই একটি বিশেষ রূপ।

◉ তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্রের ব্যাখ্যা

	ধনাত্মক (+)	ঋনাত্মক (−)
dQ	সিস্টেমে তাপ সরবরাহ বৃদ্ধি পেলে	সিস্টেম তাপ হারালে
dU	সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পেলে	সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি হ্রাস পেলে
dW	সিস্টেম দ্বারা কাজ সম্পাদিত হলে	সিস্টেমের ওপর কাজ সম্পাদিত হলে

Must To Know...

তাৎপর্য

- তাপ ও কাজের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন
- নির্দিষ্ট পরিমাণ কাজ পেতে নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপ প্রয়োজন এবং নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপ পেতে নির্দিষ্ট পরিমাণ কাজ প্রয়োজন।
- কোন কিছু ব্যয় না করে কাজ/শক্তি পাওয়া অসম্ভব। (শক্তির সরবরাহ ছাড়া কাজ পাওয়া অসম্ভব)
- কাজ ও তাপ একে অপরের সমতুল্য।
- এটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা সূত্রের বিশেষরূপ
- জ্বালানি শক্তি ব্যতীত কোন যন্ত্রই কাজ করতে সক্ষম নয়। অর্থাৎ অনন্ত গতিযুক্ত যন্ত্র উদ্ভাবন সম্ভব নয়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

ব্যবহার	• সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে সিস্টেম বা ব্যবস্থা কর্তৃক সম্পাদিত কাজ সিস্টেমে সরবরাহকৃত বা গৃহীত তাপশক্তির সমান। • রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে অভ্যন্তরীণ শক্তি হ্রাস পায় + তাপমাত্রা হ্রাস পায় $(dU = -dW)$ • রুদ্ধতাপীয় সংকোচন প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পায় + তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায় $(dU = dW)$ • ধ্রুব আয়তন প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে অন্তঃস্থ শক্তির বৃদ্ধি সরবরাহকৃত তাপশক্তির সমান। $(dQ = dU)$
সীমাবদ্ধতা	• উষ্ণ বস্তু হতে তাপ শীতল বস্তুতে প্রবাহিত হলেও শীতল বস্তু হতে তাপ কখনোই উত্তপ্ত বস্তুতে যেতে পারে না। শীতল বস্তু হতে উত্তপ্ত বস্তুতে তাপের প্রবাহ ১ম সূত্র মেনে চললেও বাস্তবে তা ঘটে না। • কোন সিস্টেমে প্রযুক্ত তাপের কিছু অংশ কার্যে পরিনত হয়। কিন্তু পুরোটাই কাজে পরিণত হবে কিনা তা ১ম সূত্র হতে জানা যায় না।

◉ প্রয়োজনীয় কিছু সংজ্ঞা ও তথ্য

তাপগতীয় ব্যবস্থা	তল বা বেষ্টনী দ্বারা সীমাবদ্ধ কোন বস্তু, যেখানে তাপগতীয় চলরাশি (চাপ, তাপমাত্রা ও আয়তন) পরিমাপ করা যায়
সাম্যাবস্থা	বিচ্ছিন্ন ব্যবস্থার চূড়ান্ত অবিচল অবস্থা। সাম্যাবস্থায় সকল বিন্দুতে তাপগতীয় স্থানাঙ্ক সমান।
তাপগতীয় চলরাশি/ তাপগতীয় স্থানাঙ্ক	চাপ, পরম তাপমাত্রা ও আয়তন।
অভ্যন্তরীণ শক্তি	সিস্টেমের অন্তর্নিহিত বা সুপ্ত শক্তি।
সমোষ্ণ প্রক্রিয়া	যেখানে সিস্টেমের তাপমাত্রা স্থির কিন্তু চাপ ও আয়তন পরিবর্তিত হয়
রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া	তাপের আদান প্রদান হয় না তথা ধ্রুব। কিন্তু তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তন পরিবর্তিত হয়।
পানির ত্রৈধবিন্দু	**4.58 mm** পারদ স্তম্ভ চাপে যে তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ বরফ, পানি ও জলীয় বাষ্প একটি তাপীয় সাম্যাবস্থায় থাকে তাকে পানির ত্রৈধবিন্দু বলে। পানির ত্রৈধবিন্দু $T_{tr} = 273.16K$। অর্থাৎ ত্রৈধবিন্দুতে পানির বাষ্পচাপ **4.58 mm** পারদ স্তম্ভের উচ্চতার সমান। **SI** পদ্ধতিতে তাপমাত্রার একক কেলভিন।

➥ তাপ এক প্রকার শক্তি যা প্রয়োগ করলে –বস্তুর উষ্ণতা, আয়তন ও অণুর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়।

➥ মানুষের শরীরের সাধারণ তাপমাত্রা 98.4°F এবং সেলসিয়াস স্কেলে এই তাপমাত্রা 36.9°C/ 37°C

➥ পরম শূন্য তাপমাত্রা = –273.16°C = 0K = ~~–495.4°F~~ –459.4°F

➥ তাপ গতীয় স্কেল: পানির ত্রৈধ বিন্দুর তাপমাত্রাকে 273.16 K এবং ঐ তাপমাত্রার $\frac{1}{273.16}$ কে 1K ধরে যে স্কেল গণনা করা হয়।

◉ তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্রের প্রয়োগ

তাপগতীয় প্রক্রিয়া	গাণিতিক প্রকাশ	P-V লেখচিত্র
সমোষ্ণ প্রক্রিয়া	$dU = 0 \quad \because dQ = dW$	আয়তাকার পরাবৃত্ত (সমোষ্ণ রেখা)
রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ	$dU = -dW \quad \because dQ = 0$	সমোষ্ণ রেখার সদৃশ কিন্তু অধিক খাড়া (γ গুণ)
রুদ্ধ তাপীয় সংকাচন	$dU = dW \quad \because dQ = 0$	
ধ্রুব আয়তন	$dQ = dU \quad \because dW = 0$	Y অক্ষের (P- অক্ষের) সমান্তরাল সরল রেখা।
সমচাপ প্রক্রিয়া	$dQ = dU + PdV$	X অক্ষের (V- অক্ষের) সমান্তরাল সরল রেখা।

[Ref: ইসহাক স্যার + তপন স্যার]

খেয়াল করো...

তাপীয় সিস্টেমে তাপগতীয় পরিবর্তন 4 প্রকার।

১. সমোষ্ণ পরিবর্তন $(dU = 0)$
২. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন $(dQ = 0)$
৩. সমআয়তন পরিবর্তন বা ধ্রুব আয়তন প্রক্রিয়া $(dV = 0)$
৪. সমচাপ পরিবর্তন বা ধ্রুব চাপ প্রক্রিয়া

"তারা বলল, আপনি মহান পবিত্র। আপনি আমাদেরকে যা শিখিয়েছেন তা ছাড়া আমাদের কোন জ্ঞান নেই। নিশ্চয়ই আপনি সর্বজ্ঞ প্রজ্ঞাময়।"
- সূরা বাকারা

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

খেয়াল করো...

- তাপীয় সিস্টেমের প্রকারভেদ

প্রকার	বৈশিষ্ট্য	উদাহরণ
উন্মুক্ত সিস্টেম	ভর ও শক্তি উভয়ই বিনিময় করে।	পরিবাহী
বদ্ধ সিস্টেম	শুধু শক্তি বিনিময় করে।	
বিচ্ছিন্ন সিস্টেম বা কুপরিবাহী সিস্টেম	ভর ও শক্তি কিছুই বিনিময় করে না।	কুপরিবাহী

সমোষ্ণ পরিবর্তন

সংজ্ঞা	• যে পরিবর্তনে গ্যাসের চাপ ও আয়তন পরিবর্তিত হয় কিন্তু তাপমাত্রা স্থির থাকে।
শর্ত	• গ্যাস সুপরিবাহী পাত্রে থাকবে। • চতুপার্শ্বস্থ মাধ্যমের তাপগ্রাহীতা বা তাপ ধারণ ক্ষমতা উচ্চ হতে হবে। • প্রয়োজনীয় তাপগ্রহণ বা বর্জনের দ্বারা তাপমাত্রা স্থির থাকবে। • চাপের পরিবর্তন ধীরে ধীরে সংঘটিত করতে হবে। • গ্যাসের সংনমন ও প্রসারণ খুব ধীরে ধীরে সংঘটিত হবে।
বৈশিষ্ট্য	• তাপমাত্রা স্থির কিন্তু চাপ ও আয়তন পরিবর্তন হবে। • ধীর প্রক্রিয়া। • চতুপার্শ্বস্থ মাধ্যমের তাপধারণ ক্ষমতা উচ্চ। • পাত্রটি তাপ সুপরিবাহী। • সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বয়েলের সূত্র মেনে চলে, অর্থাৎ $PV = \text{ধ্রুবক}$ • সমোষ্ণ লেখ অপেক্ষাকৃত কম খাড়া। • সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কোন ব্যবস্থা কর্তৃক কৃতকাজ সরবরাহকৃত তাপশক্তির সমান। • গ্যাস প্রসারণে সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ, সমচাপ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ অপেক্ষা বৃহত্তর। • সমোষ্ণরেখ একটি আয়তাকার পরাবৃত্ত (Rectangular Parabola)

রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন

সংজ্ঞা	• যে প্রক্রিয়ায় সিস্টেম তাপ গ্রহণ করে না কিংবা তাপ বর্জন করে না তাকে রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন বলে। একে সমএনট্রপি প্রক্রিয়াও বলে।
উদাহরণ	• বায়ুর মধ্য দিয়ে শব্দ সঞ্চালন একটি রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন
সমীকরণ	• আদর্শ গ্যাসের চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক, $PV^{\gamma} = \text{ধ্রুবক}$। • আদর্শ গ্যাসের তাপমাত্রা ও আয়তনের সম্পর্ক, $TV^{\gamma-1} = \text{ধ্রুবক}$। • আদর্শ গ্যাসের চাপ ও তাপমাত্রার সম্পর্ক, $TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = \text{ধ্রুবক}$।
শর্ত	• গ্যাস কুপরিবাহী পাত্রে থাকবে। • চতুপার্শ্বস্থ মাধ্যমের তাপগ্রাহিতা/তাপ ধারণ ক্ষমতা কম হবে। • চাপ পরিবর্তন দ্রুত করতে হবে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বৈশিষ্ট্য	• মোট তাপের পরিমাণ স্থির কিন্তু তাপমাত্রা, চাপ ও আয়তন পরিবর্তিত হবে। • অতি দ্রুত প্রক্রিয়া। • রুদ্ধতাপীয় লেখ (সমোষ্ণ লেখ অপেক্ষা) অধিক খাড়া। • রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে বয়েলের সূত্র প্রযোজ্য নয়। • রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংনমিত করলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। • রুদ্ধতাপীয় সঙ্কোচনে সিস্টেম উষ্ণ হয় (অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি) আর রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে সিস্টেম শীতল হয় (অন্তঃস্থ শক্তি হ্রাস)

[Ref: ইসহাক স্যার]

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে নিম্নের কোনটি সঠিক নয়? [M.11-12]

A. তাপমাত্রা ধ্রুব থাকে না কিন্তু তাপের পরিবর্তন হয় না অর্থাৎ $dQ = 0$
B. এটি একটি ধীর প্রক্রিয়া
C. এই প্রক্রিয়ায় তাপ বর্জন বা শোষণ করা হয় না
D. এই প্রক্রিয়ায় গ্যাসের চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক $PV^{\gamma} =$ ধ্রুবক

Ans: B

২. নিম্নের কোনটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য? [M.10-11]

A. বয়েলের সূত্র অনুসরণ করে
B. রুদ্ধতাপীয় লেখ অপেক্ষাকৃত বেশি খাড়া
C. সিস্টেমটি কে পরিবেশ থেকে তাপীয়ভাবে অন্তরিত করতে হয়
D. এই প্রক্রিয়ায় সিস্টেমে তাপমাত্রা স্থির থাকে

Ans: B, C

৩. যে প্রক্রিয়ায় কোন সিস্টেমের তাপমাত্রা স্থির রেখে পদার্থের চাপ ও আয়তনে পরিবর্তন ঘটানো হয়, তা নিম্নে উল্লেখিত কোন প্রক্রিয়া? [M.07-08]

A. তাপ জাতীয়
B. সমচাপ
C. সমোষ্ণ
D. রুদ্ধতাপীয়

Ans: C

Must To Know...

◉ সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের পার্থক্য

বিষয়	সমোষ্ণ প্রক্রিয়া	রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া
সংজ্ঞা	যে প্রক্রিয়ায় তাপমাত্রা স্থির রেখে গ্যাসকে সংকুচিত বা প্রসারিত করা হয়	যে প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংকুচিত বা প্রসারিত করতে বাইরে থেকে তাপ সরবরাহ বা কোন তাপ অপসারণ করা হয় না
ধ্রুব থাকে	তাপমাত্রা। তাপ নয় (সমোষ্ণ = সম + উষ্ণতা, উষ্ণতা = তাপমাত্রা) $(dT = 0)$	তাপ। (রুদ্ধতাপ = আবদ্ধ তাপ) $(dQ = 0)$
তাপ বর্জন বা শোষণ	হয়	হয় না (তাপ আবদ্ধ থাকে বলে)
ব্যবহৃত পাত্রের প্রকৃতি	তাপ সুপরিবাহী	তাপ কুপরিবাহী। (তাপকে আবদ্ধ রাখার জন্য)
প্রক্রিয়ার গতি	ধীর	দ্রুত। (যাতে তাপের আদান প্রদান না করতে পারে)
চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক	$PV =$ ধ্রুবক (বয়েলের সূত্র)	$PV^{\gamma} =$ ধ্রুবক।
লেখচিত্রের প্রকৃতি	তুলনামূলক কম খাড়া	তুলনামূলক অধিক খাড়া
চাপের পরিবর্তন	চাপের পরিবর্তন ধীরে হয়	চাপের পরিবর্তন দ্রুত হয়
চতুপার্শ্বস্থ মাধ্যমের তাপধারণ ক্ষমতা	চতুপার্শ্বস্থ মাধ্যমের তাপধারন ক্ষমতা উচ্চ	চতুপার্শ্বস্থ মাধ্যমের তাপধারন ক্ষমতা নিম্ন

www.bdniyog.com

আপেক্ষিক তাপ

সংজ্ঞা	একক ভরের কোন বস্তুর তাপমাত্রা এক ডিগ্রী বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়।
একক	$J\,(kg)^{-1}K^{-1}$
প্রকাশ	$S = \frac{dQ}{mdT}$
প্রকারভেদ	(১) স্থির চাপে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ (Sp): স্থির চাপে একক ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা 1° বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপ। (২) স্থির আয়তনে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ (Sv): স্থির আয়তনে একক ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা 1° বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপ।

➥ পানির আপেক্ষিক তাপ CGS এককে $1\ cal\,(gm)^{-1}\,(^\circ C)^{-1}$ SI এককে $4200\ Jkg^{-1}\,K^{-1}$

➥ তাপ গ্রাহীতা/ তাপ ধারণ ক্ষমতা = বস্তুর ভার × আপেক্ষিক তাপ

মোলার আপেক্ষিক তাপ/ মোলার তাপ ধারণ ক্ষমতা/ মোলার তাপীয় ক্ষমতা

সংজ্ঞা	কোন পদার্থের এক মোলের উষ্ণতা এক কেলভিন বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ
প্রকাশ	$C = \frac{dQ}{ndT} = \frac{dQ}{\frac{m}{M}dT} = M\frac{dQ}{mdT} = M \times$ গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ
একক	$J\,(mol)^{-1}\,K^{-1}$
প্রকারভেদ	(১) স্থির চাপে মোলার আপেক্ষিক তাপ (Cp) (২) স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ (Cv)

➥ স্থির চাপে মোলার আপেক্ষিক তাপ: চাপ স্থির রেখে 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ, $C_p = \frac{(dQ)_P}{MdT}$ (M = মোল সংখ্যা)

➥ স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ ঃ আয়তন স্থির রেখে 1 mole গ্যাসের তাপমাত্রা 1K বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ, $C_v = \frac{(dQ)_V}{MdT}$ (M = মোল সংখ্যা) (কোন বস্তুর পারমাণবিক/আণবিক ভর গ্রামে প্রকাশ করলে তাকে 1 মোল বলে)

➥ আদর্শ গ্যাসের জন্য C_p ও C_v এর সম্পর্ক ঃ $Cp - Cv = R$ (গ্যাসের দুই আপেক্ষিক তাপের পার্থক্য গ্যাস ধ্রুবক R এর সমান)

$R = 8.314\ Jmol^{-1}\,K^{-1} = 0.082\ L\ atm\ mol^{-1}\,K^{-1}$ এখানে, $C_p > C_v$ এবং $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$।

◉ বিভিন্ন গ্যাসের γ এর মান

গ্যাসের গঠনে পরমাণু সংখ্যা	উদাহরণ	Cp এর মান	Cv এর মান	γ এর মান
এক পারমাণবিক গ্যাস	He, Ne, Ar	$\frac{5}{2}R$	$\frac{3}{2}R$	1.67
দ্বি-পারমাণবিক গ্যাস	H_2, O_2, N_2, Cl_2	$\frac{7}{2}R$	$\frac{5}{2}R$	1.40
ত্রি-পরমাণুক/বহু পারমাণবিক গ্যাস	CO_2, C_2H_6, NH_3	4R	3R	1.33

www.bdniyog.com

[Ref: ইসহাক স্যার]

www.bdniyog.com

খেয়াল করো...

◉ γ এর ব্যবহার

১. γ এর মান থেকে গ্যাসের আণবিক বিন্যাস সম্পর্কে জানা যায়, অর্থাৎ গ্যাসটি এক-পারমাণবিক, দ্বি-পারমাণবিক বা বহু পারমাণবিক।

২. গ্যাসে শব্দের বেগের মান γ এর উপর নির্ভর করে। যেমন $v = \sqrt{\frac{\gamma p}{\rho}}$

৩. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের সময় গ্যাসের চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক γ এর ওপর নির্ভর করে। যেমন, $PV^{\gamma} = \text{ধ্রুবক}$।

অভ্যন্তরীণ শক্তি

সংজ্ঞা	প্রত্যেক সিস্টেমের মধ্যে নির্দিষ্ট শক্তি আছে, যা কাজ সম্পন্ন করে অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত হতে পারে। বস্তুর মধ্যস্থ অণু পরমাণুর গতিশক্তি এবং এদের মধ্যকার আন্তঃআণবিক বলের কারণে সৃষ্ট শক্তিকে অভ্যন্তরীণ শক্তি বলে।
গাণিতিক প্রকাশ	মোট অন্তঃস্থ শক্তি E= K.E+P.E = তাপীয় শক্তি (গতিশক্তি) + আণবিক স্থিতিশক্তি
মেয়ারের প্রকল্প (Mayer's hypothesis)	"কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি শুধুমাত্র এর তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে, চাপ বা আয়তনের ওপর নয়।"
বৈশিষ্ট্য	➡ অভ্যন্তরীণ শক্তি নির্ভর করে শুধুমাত্র এর তাপমাত্রার উপর। ➡ সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন শূন্য। ➡ প্রত্যাবর্তী বা আবর্ত প্রক্রিয়ায় কার্যরত বস্তুর অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন শূন্য। ➡ স্থির আয়তনে গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তির বৃদ্ধি সরবরাহকৃত তাপের সমান।

➡ তাপ, অভ্যন্তরীণ শক্তি ও কাজ

- বাহ্যিক কাজ, $dW = P.dV$ = চাপ × আয়তন পরিবর্তন
- গ্যাসের সম্প্রসারণে কৃতকাজ ধনাত্মক এবং সংকোচনে কৃতকাজ ঋণাত্মক
- সমচাপীয় প্রক্রিয়ায়, $dQ = dU + P(V_2 - V_1)$

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. সেন্টিগ্রেড স্কেলে 98.5° ফারেনহাইট তাপমাত্রার মান কত? [M 19-20]

A. 35.944°C B. 45.456°C C. 36.544°C D. 36.944°C

Ans: D

২. একটি গাড়ী চলতে থাকলে এর টায়ারের ভেতর একটি তাপগতীয় প্রক্রিয়া চলে। এই প্রক্রিয়াটি হলো– [M 16-17]

A. সমআয়তন প্রক্রিয়া B. সমোষ্ণ প্রক্রিয়া C. রুদ্ধতাপীয় D. সমচাপ প্রক্রিয়া

Ans: A

৩. কোনটি কক্ষ তাপমাত্রা? [M 14-15]

A. 298K B. 310K C. 313K D. 288K

Ans: A

৪. তাপমাত্রার স্কেল (একক) পরিবর্তনের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক নয়? [M 12-13]

A. $1°C = \frac{9}{5}°F$ B. $1°C = \frac{4}{5}K$ C. $1°F = \frac{5}{9}°C$ D. $1K = 0°C$

Ans: B, D

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৫. মানবদেহের তাপমাত্রা পরিমাপের জন্য ব্যবহৃত থার্মোমিটার নিম্নের উল্লেখিত কোন স্কেলে দাগাঙ্কিত থাকে? [M 07-08]
A. তাপমাত্রার আন্তর্জাতিক স্কেল B. সেলসিয়াস স্কেল C. ফারেনহাইট স্কেল D. তাপগতীয় স্কেল
Ans: C

৬. সেলসিয়াস স্কেলের 100 ভাগ ফারেনহাইট স্কেলের কত ভাগের সমান? [M 07-08]
A. 212 B. 100 C. 173 D. 180
Ans: D

৭. কোনটি তাপগতীয় পরিবর্তন নয়? [M 03-04]
A. সমচাপ পরিবর্তন B. সমআয়তন পরিবর্তন C. সমোষ্ণ পরিবর্তন D. সমধর্মী পরিবর্তন
Ans: D

৮. যদি 15 ক্যালরি তাপ সম্পূর্ণরূপে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তরিত হয় তাহলে কত জুল যান্ত্রিক শক্তি উৎপন্ন হবে? [M 01-02]
A. 62.70J B. 62.80J C. 60J D. 62J
Solve: $W = JH = 4.18 \times 15J = 62.70J$
Ans: A

৯. তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র কোন দুটির মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে? [DAT 16-17]
A. বল ও শক্তি B. কাজ ও শক্তি C. তাপ ও বল D. তাপ ও কাজ
Ans: D

তাপগতিবিদ্যার ২য় সূত্র

➥ **প্রস্তাবনা:** ১৮৫৪ সালে ক্লসিয়াস তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের প্রস্তাবনা করেন।
➥ **২য় সূত্রের ভিত্তি (সাদি কার্নোর সিদ্ধান্ত):** তাপশক্তিকে কখনোই সম্পূর্ণরূপে কাজে পরিণত করা যায় না।
➥ তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রকে কাজে লাগিয়ে তাপীয় ইঞ্জিন ও রেফ্রিজারেটর তৈরি করা হয়।

◉ তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের বর্ণনা

ক্লসিয়াসের মতে	বাইরের কোন শক্তির সাহায্য ছাড়া কোন স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রের পক্ষে নিম্ন তাপমাত্রার কোন বস্তু হতে উচ্চ তাপমাত্রার বস্তুতে তাপের স্থানান্তর সম্ভব নয়। অথবা তাপ স্বতঃস্ফূর্তভাবে শীতলতর বস্তু হতে উচ্চ তাপমাত্রার বস্তুতে প্রবাহিত হতে পারে না। (ক্লসিয়াসের মতই নিখুঁত ও উন্নত)
কেলভিনের মতে	কোন বস্তুকে তার পরিপার্শ্বের শীতলতম অংশ হতে অধিকতর শীতল করে শক্তির অবিরাম সরবরাহ পাওয়া সম্ভব নয়।"
প্লাংক এর মতে	"কোন তাপ উৎস হতে অনবরত তাপ শোষণ করবে এবং তা সম্পূর্ণ কাজে পরিণত হবে, এরূপ একটি তাপ ইঞ্জিন তৈরী করা সম্ভব নয়।"
কার্নোর মতে	"কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপশক্তি সম্পূর্ণভাবে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করার মতো যন্ত্র তৈরী সম্ভব নয়।"

RETINA Exclusive

◉ বিবৃতিগুলো সংক্ষেপে...
➥ ক্লসিয়াসের বিবৃতি: স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র / তাপের প্রবাহ
➥ কেলভিনের বিবৃতি: শক্তির অবিরাম সরবরাহ
➥ প্ল্যাংকের বিবৃতি: তাপ ইঞ্জিন
➥ কার্নোর বিবৃতি: যান্ত্রিক শক্তি

"মানুষ অকৃতজ্ঞ। সে বিপদ-আপদ গুলো গুনে গুনে রাখে, কিন্তু নিয়ামতগুলো ভুলে যায়।"
- হাসান আল-বসরি

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ তাপগতিবিদ্যার সূত্রসমূহের মূল বক্তব্য

সূত্রের নাম	মূল বক্তব্য	বাস্তব প্রয়োগ
শূন্যতম সূত্র	• তাপমাত্রা নামক তাপগতীয় চল রাশি।	থার্মোমিটার তৈরি।
১ম সূত্র	• অভ্যন্তরীণ শক্তি নামক তাপগতীয় চল রাশি	কাজ ও তাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্ধারণ
২য় সূত্র	• এনট্রপি নামক তাপগতীয় চল রাশি।	তাপীয় ইঞ্জিন ও রেফ্রিজারেটর তৈরি

প্রত্যাগামী /প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া/উভমুখী প্রক্রিয়া

সংজ্ঞা	• যে প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে এবং সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতিস্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয়।
বৈশিষ্ট্য	• ধীর প্রক্রিয়া এবং একমুখী • তাপগতীয় সাম্যাবস্থা (Thermodynamical equilibrium) বজায় রাখে। • অবক্ষয়ী ফলাফল/অপচয় মূলক ফল/Dissipative effects (অস্থিতিস্থাপকতা, সান্দ্রতা, ঘর্ষণ, বৈদ্যুতিক রোধ ও চুম্বকীয় হিসটেরিসিস) থাকে না। • মূলত স্থৈতিক (quasi-static) এবং অনবক্ষয়ী (non-dissipative)। • প্রক্রিয়ার শেষে সংস্থা (system) ও পরিপার্শ্বের কোনোরূপ পরিবর্তন ছাড়া উভয়ই প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে যেতে পারে। • সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয়। • স্বতঃস্ফূর্ত নয়
উদাহরণ (বাস্তবে প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার কোন উদাহরণ হয় না, আপাতভাবে কিছু উদাহরণ দেওয়া হয় মাত্র)	• খুব ধীরে সংঘটিত করলে সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন। • প্রতি গ্রামে 80 Cal বা 336 J তাপ শোষণ করে স্বাভাবিক চাপে 0°C তাপমাত্রায় বরফ পানিতে পরিণত হয়। আবার, স্বাভাবিক চাপে 0°C তাপমাত্রার পানি হতে প্রতি গ্রামে 80 Cal বা 336 J তাপশক্তি অপসারণ করলে পুনরায় বরফ পাওয়া যায়। সুতরাং প্রক্রিয়াটি প্রত্যাবর্তী। • কিছুটা উপর থেকে একটি স্থিতিস্থাপক বলকে একটি স্থিতিস্থাপক ইস্পাত পাতের ওপর ফেলা হলে (শক্তির অপচয় না হওয়ায়) বলটি আবার তার প্রাথমিক উচ্চতা পর্যন্ত উঠবে। • স্থিতিস্থাপক সীমার মধ্যে কোন স্প্রিং এর দৈর্ঘ্য সংকোচন বা প্রসারণ। • (সাধারণ চাপে ও 273 K তাপমাত্রায়) কিছু পরিমাণ বরফ নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপ শোষণ করে পানিতে পরিণত হয়, আবার ঐ পরিমাণ পানি বরফে পরিণত হতে একই তাপ বর্জন করে।
শর্তসমূহ	• কার্যনির্বাহক বস্তুর চাপ ও তাপমাত্রার সাথে পরিপার্শ্বের চাপ ও তাপমাত্রায় পার্থক্য কম হবে। • যন্ত্রের সকল অংশ ঘর্ষণমুক্ত হবে। • পরিবহন বা বিকিরণের কারণে শক্তির অপচয় রোধ করতে হবে। • সমগ্র প্রক্রিয়া ধীরে সংঘটিত হবে।

অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া/অনপনেয় প্রক্রিয়া/একমুখী প্রক্রিয়া

সংজ্ঞা	• যে প্রক্রিয়া সম্মুখগামী হওয়ার পর বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না।
বৈশিষ্ট্য	• হঠাৎ এবং স্বতঃস্ফূর্ত। • প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া মাত্রই অপ্রত্যাবর্তী। • সংস্থা কখনোই প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে যাবার প্রবণতা দেখায় না।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বৈশিষ্ট্য	• বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না অর্থাৎ প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসে না। • দ্রুত প্রক্রিয়া। • তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় রাখে না। • সিস্টেমের অনু-পরমাণুগুলোর এলোমেলো গতি বৃদ্ধি পায়। • প্রকৃতিতে সকল স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তনই একমুখী ও অপ্রত্যাবর্তী।
উদাহরণ	• বৈদ্যুতিক রোধের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তাপ সৃষ্টি হয় (তড়িৎ প্রবাহের তাপীয় ক্রিয়া) • হিটারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তাপ উৎপন্ন হয়। • দুটি বস্তুর ঘর্ষণের দরুন তাপ সৃষ্টি হয়। • ভিন্ন তাপমাত্রার দুটি বস্তুকে পরস্পরের সংস্পর্শে রাখলে তাপ অধিক তাপমাত্রার বস্তু থেকে কম তাপমাত্রার বস্তুতে প্রবাহিত হবে। • বন্দুক হতে গুলি ছুড়লে দ্রুত বারুদের বিস্ফোরণ ঘটে। • একজন মানুষের মৃত্যুই উৎকৃষ্ট উদাহরণ। • চায়ের কাপে চিনি মেশানো।

প্রত্যাবর্তী ও অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার পার্থক্য

তুলনীয় বিষয়	প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া	অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া
১. বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করার ক্ষমতা	পারে (প্রত্যাবর্তী = পশ্চাৎগামী)	পারে না
২. সাম্যাবস্থা	বজায় থাকে। (শোষিত তাপ/শক্তি ⇔ বর্জিত তাপ/শক্তি	বজায় থাকে না। (শোষিত তাপ/শক্তি ≠ বর্জিত তাপ/শক্তি)
৩. শোষিত এবং বর্জিত তাপের অনুপাত	সব সময় সমান	সমান নয়।
৪. শক্তির অপচয়	হয় না। (শোষিত তাপ/ শক্তি⇔ বর্জিত তাপ/শক্তি	হয়। (শোষিত তাপ/শক্তি ≠ বর্জিত তাপ/শক্তি)
৫. প্রক্রিয়ার গতি	ধীর	দ্রুত।
৬. স্বতঃস্ফূর্ততা ও দিকমুখিতা	স্বতঃস্ফূর্ত নয় ও উভমুখী	স্বতঃস্ফূর্ত ও একমুখী
৭. অবক্ষয়ী ফলাফল	থাকবে না	থাকবে।

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. নিচের কোনটি প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য নয় [M.18-19]

A. এটি একটি ধীর প্রক্রিয়া
B. এই প্রক্রিয়া চলাকালীন সময়ে অপচয় শক্তির সৃষ্টি হয় না
C. কার্যনির্বাহক বস্তু প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসে
D. এটি একটি স্বতঃস্ফূর্ত প্রক্রিয়া

Ans: D

২. নিম্নের কোনটি অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া নয়? [D.10-11]

A. ব্যাপন
B. পরিচলন
C. বিকিরণ
D. প্রতিসরণ

Ans: D

৩. নিম্নের কোনটি অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য? [D.10-11]

A. স্বতঃস্ফূর্ত ও একমুখী
B. কার্যনির্বাহক বস্তু প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসে
C. [illegible]
D. সিস্টেমের তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় থাকে

Ans: A

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

কার্নোর চক্র

সংজ্ঞা	• যে চক্রে কোন একটি আদর্শ গ্যাস কার্যকরী পদার্থ হিসেবে একটি নির্দিষ্ট আয়তন, চাপ ও তাপমাত্রা হতে আরম্ভ করে একটি সমোষ্ণ প্রসারণ ও একটি রূদ্ধতাপ প্রসারণ এবং একটি সমোষ্ণ সংকোচন ও একটি রূদ্ধতাপ সংকোচনের পরে পূর্বাবস্থায় ফিরে আসে তাকে কার্নো চক্র বলে। • যদি বিশেষ প্রক্রিয়ায় কাজ করে একটি আদর্শ তাপ ইঞ্জিন অবিরাম শক্তি সরবরাহ করে আদি অবস্থায় ফিরে আসতে পারে তাকে কার্নো চক্র বলে।
পরিকল্পনা	ফরাসী বিজ্ঞানী সাদী কার্নো এ পরিকল্পনা করেন ১৮৩২ সালে।
মূলনীতি	প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ার মাধ্যমে উৎস হতে তাপগ্রহণ একটি নির্দিষ্ট আয়তন ও তাপমাত্রা থেকে শুরু করে একটি সমোষ্ণ প্রসারণ ও রুদ্ধতাপীয় প্রসারণ এবং একটি সমোষ্ণ সংকোচন ও রূদ্ধতাপীয় সংকোচনের মাধ্যমে তাপের কিছু অংশ কাজে রূপান্তর করে এবং বাকি অংশ তাপগ্রাহকে বর্জন করে আদি অবস্থায় ফিরে আসে।
অংশ	• কার্নো ইঞ্জিনে নিম্নলিখিত অংশগুলো থাকে ১) সিলিন্ডার বা চোঙ ২) তাপ উৎস বা তাপ আধার ৩) তাপগ্রাহক বা সিংক ৪) তাপ অন্তরক বা আসন
কাজ করার পদ্ধতি	চারটি ধাপে কার্নো ইঞ্জিন কাজ করে। • দুটি ধাপ সমোষ্ণ প্রক্রিয়া (১ম ও ৩য় ধাপ) • দুটি ধাপ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া (২য় ও ৪র্থ ধাপ)
ধাপসমূহ	• সমোষ্ণ প্রসারণ→ রুদ্ধতাপ প্রসারণ→ সমোষ্ণ সংকোচন→ রুদ্ধতাপ সংকোচন

➥ **Tips:** কার্নোর ইঞ্জিনকে আদর্শ ইঞ্জিন বলা হয়। কারণ এই ইঞ্জিনের দক্ষতা 100%।

Must To Know...

◉ **কার্নো চক্র প্রত্যাগামী চক্র, কারণ**

১. পিস্টন ও চোঙ বা সিলিন্ডারের মধ্যে কোন ঘর্ষণ নেই।
২. কার্যকরী পদার্থের উপর প্রযুক্ত প্রক্রিয়াগুলো খুব ধীরে ধীরে সংঘটিত হয়।
৩. পিস্টন ও সিলিন্ডার নির্মাণে আদর্শ তাপ নিরোধক ও আদর্শ তাপ পরিবাহী ব্যবহার করা হয়।
৪. তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের উপাদান অতি উচ্চ তাপগ্রাহীতাযুক্ত করা হয় (যেন সমোষ্ণ প্রক্রিয়াগুলি স্থির তাপমাত্রায় সংঘটিত হয়)।

তাপ ইঞ্জিন

সংজ্ঞা	যে যন্ত্র দ্বারা তাপশক্তিকে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করা যায় তাকে তাপ ইঞ্জিন বলে।
উদাহরণ	বাষ্পীয় ইঞ্জিন, পেট্রোল ইঞ্জিন ও ডিজেল ইঞ্জিন
প্রকারভেদ	(১) বহির্দহ ইঞ্জিন (২) অন্তর্দহ ইঞ্জিন
কিছু তথ্য	১. তাপ শক্তি→যান্ত্রিক শক্তি। ২. তাপ উৎস ও তাপগ্রাহক থাকে। ৩. কার্যরত পদার্থ থাকে। যেমন বাষ্পীয় ইঞ্জিনে বাষ্প। ৪. তাপ ইঞ্জিনে সিস্টেম দ্বারা কাজ সম্পাদিত হয়। ৫. মূলনীতি ঃ কার্যরত বস্তুর ক্রমাগত তাপ গ্রহণ ও বর্জনে প্রত্যেকবার কিছু তাপ কাজে পরিণত হয়। ৬. যে ইঞ্জিন গৃহীত তাপের যত বেশী অংশ কাজে পরিণত করতে পারে সে ইঞ্জিনের দক্ষতা তত বেশী হয়। ৭. বাষ্পীয় ইঞ্জিনের তুলনায় পেট্রোল ইঞ্জিনের দক্ষতা বেশি।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

Must To Know...

- কার্নোর ইঞ্জিন বিপরীতভাবে চালিত হলে রেফ্রিজারেটর/ হিমায়ক হিসাবে কাজ করবে।
- একটি থার্মোস্ট্যাট সুইচ অন/অফ করার মাধ্যমে রেফ্রিজারেটরের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে।
- রেফ্রিজারেটর চালু হলে বিশুদ্ধ অ্যামোনিয়া গ্যাস $-27°F$ $(-32.7°C)$ তাপমাত্রায় বাষ্পীভূত হয় এবং সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সম্পন্ন হয়।
- তরল থেকে বাষ্পে রূপান্তর → বাষ্পায়ন (Evaporation)
- বাষ্প থেকে তরলে রূপান্তর → তরলীকরণ (Condensation)
- তাপ ইঞ্জিন ও রেফ্রিজারেটরের প্রধান পার্থক্য: তাপ ইঞ্জিনে সিস্টেম দ্বারা কাজ সম্পাদিত হয় কিন্তু রেফ্রিজারেটরে সিস্টেমের ওপর কাজ সম্পাদিত হয়।
- রেফ্রিজারেটর নিম্ন তাপমাত্রার উৎস থেকে তাপ গ্রহণ করে উচ্চ তাপমাত্রার উৎসে তাপ বর্জন করে।

এনট্রপি

আবিষ্কারক	ক্লসিয়াস
সংজ্ঞা	• রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় বস্তুর যে তাপীয় ধর্ম স্থির থাকে • কোন সিস্টেমের শক্তি রূপান্তরের অক্ষমতা / অসম্ভাব্যতা / রূপান্তরের জন্য শক্তির অপ্রাপ্যতা।
প্রকাশ	$dS = \frac{dQ}{T}$ (তাপমাত্রার সাপেক্ষে গৃহীত বা বর্জিত তাপের পরিবর্তনের হার)
S.I. একক	জুল / কেলভিন (J/K)
তাৎপর্য	১) এনট্রপির মান তাপ ও পরম তাপমাত্রার অনুপাতের সমান ২) তাপ সঞ্চালনের দিক নির্দেশ করে। তাপ প্রবাহের দিক এমন হবে যেন এনট্রপি বৃদ্ধি পায়। ৩) তাপগতীয় অবস্থা নির্ধারণ করে। ৪) এনট্রপি বাড়লে বস্তু শৃঙ্খল অবস্থা হতে বিশৃঙ্খল অবস্থায় পরিণত হয়। ৫) তাপমাত্রা ও চাপের ন্যায় একে অনুভব করা যায় না। ৬) অপ্রত্যাবর্তী/অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় → এনট্রপি বৃদ্ধি পায়। ৭) প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় → এনট্রপি স্থির থাকে। ৮) এনট্রপির পরিবর্তন সর্বদা ধনাত্মক এবং সাম্যাবস্থায় এনট্রপি সর্বোচ্চ হয়। এনট্রপি বৃদ্ধি পেলে বস্তুর স্থিতিশীলতা হ্রাস পায়। এনট্রপি হচ্ছে সিস্টেমের বিশৃঙ্খলতার মাপকাঠি। (Entropy is a measure of disorderliness) ৯) ক্লসিয়াসের তাপ গতিবিজ্ঞানের প্রথম সূত্র/ এনট্রপি বৃদ্ধির সূত্রঃ বিশ্বের এনট্রপি ক্রমাগত বাড়ছে এবং সর্বাধিক মানের দিকে অগ্রসর হচ্ছে। জগতের এনট্রপি সর্বোচ্চ হলে সবকিছুর তাপমাত্রা এক হয়ে যাবে। এই অবস্থাকে কেলভিন "তাপীয় মৃত্যু" (Heat death of the universe) বলে অভিহিত করেন। ১০) এনট্রপি সংরক্ষণশীলতার সূত্র মেনে চলে না। ১১) প্লাজমা অবস্থায় এনট্রপি সবচেয়ে কম থাকে। ১২) গ্যাসীয় অবস্থার এনট্রপি কঠিন ও তরলের চেয়ে বেশি। ১৩) একটি কার্নোচক্রে মোট এনট্রপির পরিবর্তন শূন্য। ১৪) রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এনট্রপির পরিবর্তন হয় না বলে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়াকে সমএনট্রপি প্রক্রিয়াও বলা হয়। ১৫) এনট্রপি একটি পরিমেয় রাশি। ১৬) এনট্রপি দ্বারা বিশৃঙ্খলা পরিমাপ করা যায়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. কোন উক্তিটি সত্য? [M. 06-07]

A. রৈখিক বেগের মাত্রা ms^{-1}
B. কোন বস্তুর ত্বরণ বস্তুর প্রযুক্ত নিট বলের ব্যস্তানুপাতিক
C. কোন সিস্টেমের শক্তির রূপান্তরের অক্ষমতাকে এনট্রপি বলে
D. যে সকল ভেক্টরের মান শূন্য নয় তাদেরকে নাল ভেক্টর বলে

Ans: C

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণসমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
১	তাপমাত্রা, $\theta = \frac{R_\theta - R_{ice}}{R_{steam} - R_{ice}} \times 100$	R_{ice} = বরফ বিন্দুতে রোধ	Ω (ওহম)
		R_{steam} = স্টিম বিন্দুতে রোধ	Ω (ওহম)
		R_θ = নির্ণেয় তাপমাত্রায় রোধ	Ω (ওহম)
		θ = নির্ণেয় তাপমাত্রা	°C (সেলসিয়াস)
২	তাপমাত্রা, $T = \frac{V}{V_{tr}} \times 273.16K$	ত্রৈধ বিন্দুতে আয়তন = Vtr	m^3 (মিটার^3)
		নির্ণেয় তাপমাত্রায় আয়তন = V	m^3 (মিটার^3)
		তাপমাত্রা = T	K (কেলভিন)
৩	শোষিত তাপ, $\Delta Q = \Delta U + \Delta W$	Q = শোষিত তাপ	J (জুল)
		ΔU = অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন	J (জুল)
		W = সম্পাদিত কাজ	J (জুল)
৪	আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ, $PV = nRT$	P = চাপ	Pa (প্যাসকেল)
		R = মোলার গ্যাস ধ্রুবক	$J.mol^{-1}K^{-1}$ (জুল মোল$^{-1}$ কেলভিন$^{-1}$)
		V = আয়তন	m^3 (মিটার^3)
		n = মোল সংখ্যা	mol (মোল)
		T = তাপমাত্রা	K (কেলভিন)
৫	সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কৃতকাজ, $W = nRT\ln\frac{V_2}{V_1}$	W = সম্পাদিত কাজ	J (জুল)
		n = মোল সংখ্যা	mol (মোল)
		T = তাপমাত্রা	K (কেলভিন)
		V_1 = আদি আয়তন	m^3 (মিটার^3)
		V_2 = চূড়ান্ত আয়তন	m^3 (মিটার^3)
৬	কাজ $W = P(V_2 - V_1)$	W = কাজ	J (জুল)
		P = চাপ	Pa (প্যাসকেল)
		V_1 = আদি আয়তন	m^3 (মিটার^3)
		V_2 = চূড়ান্ত আয়তন	m^3 (মিটার^3)
৭	কেলভিন ও সেলসিয়াস সম্পর্ক, $T(K) = 273 + \theta°C$	T = তাপমাত্রা	K (কেলভিন)
		θ = সেলসিয়াস স্কেলে পাঠ	°C (সেলসিয়াস)
৮	তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের মধ্যে সম্পর্ক, $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$	C = সেলসিয়াস স্কেলে পাঠ	°C (সেলসিয়াস)
		F = ফারেনহাইট স্কেলে পাঠ	°F (ফারেনহাইট)
		K = কেলভিন স্কেলে পাঠ	K (কেলভিন)

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
৯	সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক, PV = ধ্রুবক	P = চাপ	Nm^{-2} (নিউটন মিটার$^{-2}$)
		V = আয়তন	m^3 (মিটার^3)
১০	রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক, PV^{γ} = ধ্রুবক	P = চাপ	Nm^{-2} (নিউটন মিটার$^{-2}$)
		V = আয়তন	m^3 (মিটার^3)
১১	C_p ও C_v এর মধ্যে সম্পর্ক, $C_p - C_v = R$	C_p =ধ্রুব চাপে মোলার আপেক্ষিক তাপ	$J\ mole^{-1}K^{-1}$ (জুল মোল$^{-1}$ কেলভিন$^{-1}$)
		C_v =ধ্রুব আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ	$J\ mole^{-1}K^{-1}$ (জুল মোল$^{-1}$ কেলভিন$^{-1}$)
		R =মোলার গ্যাস ধ্রুবক	$J\ mole^{-1}K^{-1}$ (জুল মোল$^{-1}$ কেলভিন$^{-1}$)
১২	$T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$	T_1 এবং T_2 যথাক্রমে প্রাথমিক ও চূড়ান্ত তাপমাত্রা	K (কেলভিন)
		V_1 এবং V_2 যথাক্রমে প্রাথমিক ও চূড়ান্ত আয়তন	m^3 (মিটার^3)
		$\gamma = \frac{C_p}{C_v}$	
১৩	n মোলার গ্যাসের ক্ষেত্রে, $\Delta U = nC_v\Delta T$	ΔU = অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি	J (জুল)
		C_v = ধ্রুব আয়তনে গ্রাম আণবিক আপেক্ষিক তাপ	$J\ mole^{-1}K^{-1}$ (জুল মোল$^{-1}$ কেলভিন$^{-1}$)
		n = মোল সংখ্যা	mol (মোল)
		ΔT = তাপমাত্রার পরিবর্তন	K (কেলভিন)
১৪	কাজ, $W = Q_1 - Q_2$	W = কাজ	J (জুল)
		Q_1 = শোষিত তাপ	J (জুল)
১৫	দক্ষতা, $\eta = \frac{T_1 - T_2}{T_1} \times 100\%$	η = দক্ষতা	একক নেই
		T_1 = তাপ উৎসের তাপমাত্রা	K (কেলভিন)
		T_2 = তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা	K (কেলভিন)
১৬	$W = mS\Delta T$	W = কাজ বা শক্তি	J (জুল)
		m = ভর	Kg (কেজি)
		ΔT = তাপমাত্রার পরিবর্তন	K (কেলভিন)
		S = আপেক্ষিক তাপ	$J\ kg^{-1}K^{-1}$
১৭	যান্ত্রিক দক্ষতা, $\eta = \frac{W_1}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}$ শতকরা হিসাবে $\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} \times 100\%$	η = দক্ষতা	একক নেই
		W = কাজ	J (জুল)
		Q_1 = শোষিত তাপ	J (জুল)
		Q_2 = বর্জিত তাপ	J (জুল)
১৮	এনট্রপির পরিবর্তন, $dS = \frac{dQ}{T}$	dS = এনট্রপির পরিবর্তন	$J\ K^{-1}$ (জুল কেলভিন$^{-1}$)
		dQ = তাপের পরিবর্তন	J (জুল)
		T = তাপমাত্রা	K (কেলভিন)

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

গাণিতিক সমস্যাবলী

০১. কোন কার্যনির্বাহক বস্তু পরিবেশ থেকে 800J তাপশক্তি শোষণ করে অভ্যন্তরীণ শক্তি 500J বৃদ্ধি পেলে ঐ বস্তু দ্বারা পরিবেশের ওপর কৃতকাজ কত?

সমাধান ঃ $dQ = dU + dW$ Ans : 300J

০২. কোন ব্যবস্থা ধ্রুব আয়তনে 300J তাপ বর্জন করে। অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন কত?

সমাধান ঃ $dQ = dU + dW$ এখানে $dW = PdV = 0$ Ans : 300J

০৩. একটি তাপীয় ইঞ্জিনের কার্যকর বস্তু প্রতিবার উৎস হতে যে পরিমাণ তাপ গ্রহণ করে, কাজ সম্পন্ন করার পর তার 70% তাপ বর্জন করে। ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা কত?

সমাধান ঃ দক্ষতা = 100% – তাপ বর্জন (%) Ans : 30%

০৪. 27°C তাপমাত্রার কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাস হঠাৎ প্রসারিত হয়ে দ্বিগুণ আয়তন লাভ করলে চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত হবে? [γ=1.4]

সমাধান ঃ $T_1V_1^{\gamma-1} = T_2V_2^{\gamma-1}$ Ans : – 45.64°C

০৫. স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপের কোন গ্যাসকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় 2.5 গুণ আয়তনে প্রসারিত করা হলে, চূড়ান্ত চাপ কত হবে? [γ=1.4]

সমাধান: $P_1V_1^{\gamma} = P_2V_2^{\gamma}$ Ans : 2.809×10^4 Nm^{-2} (প্রায়)

০৬. একটি কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 40%; এর তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 7°C এর উৎসের তাপমাত্রা কত?

সমাধান: $\eta = \frac{T_1-T_2}{T_1} \times 100\%$ Ans : 466.7K

০৭. 0°C তাপমাত্রার 3Kg বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করলে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? [বরফগলনের আপেক্ষিক তাপ: 3.36×10^5 Jkg^{-1}]

সমাধানঃ $dS = \frac{dQ}{T}$ Ans : $3692.3JK^{-1}$

Must To Know...

- একটি গাড়ি চলতে থাকলে তার টায়ারের মধ্যে সমআয়তন প্রক্রিয়া চলে। বায়ুর মধ্য দিয়ে শব্দ সঞ্চালন একটি রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া।
- এনট্রপি বিশৃঙ্খলা নামক ভৌত ধর্মের পরিমান প্রদান করে। প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি শূন্য। অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি (সিস্টেমের অণু-পরমাণুগুলোর এলোমেলো গতি) বৃদ্ধি পায়।
- এনট্রপি সংরক্ষণশীলতার সূত্র মেনে চলে না। প্লাজমা অবস্থায় এনট্রপি সবচেয়ে কম। গ্যাসীয় অবস্থার এনট্রপি কঠিন ও তরলের চেয়ে বেশী। একটি কার্নোচক্রে মোট এনট্রপির পরিবর্তন শূন্য।
- তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র শক্তির নিত্যতার সূত্র নির্দেশ করে। এটি কাজ ও তাপের মধ্যে সম্পর্ক নির্দেশ করে।
- তাপগতিবিদ্যার ২য় সূত্রকে কাজে লাগিয়ে তাপীয় ইঞ্জিন ও রেফ্রিজারেটর তৈরি করা হয়। তাপগতিবিদ্যার ২য় সূত্রের গাণিতিক রূপ $dQ=TdS$
- তাপ এক প্রকার শক্তি যা কোনো বস্তুর উপর প্রয়োগ করলে ১. বস্তুর উষ্ণতা বৃদ্ধি পায়, ২. বস্তুর আয়তন বৃদ্ধি পায়, ৩. অণুর গতিশক্তি বৃদ্ধি পায়।
- রেফ্রিজারেটর নিম্ন তাপমাত্রার উৎস থেকে তাপ গ্রহণ করে উচ্চ তাপমাত্রার উৎসে তাপ বর্জন করে। যদি কোন ইঞ্জিন থেকে তাপ বর্জিত না হয় তবে ইঞ্জিনের ক্ষমতা 100% হবে।
- অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন = স্থির আয়তনে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ × পরম তাপমাত্রা।

Home Practice...

০১. ত্রৈধ বিন্দুতে পানির বাষ্পচাপ কত পারদস্তম্ভের উচ্চতার সমান?

A. 273.16 mm B. 4.58 mm C. 1.013 atm D. 1.293 atm

০২. কোন তাপমাত্রায় সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট পাঠ একই পাওয়া যায়?

A. 160°C ও 160°F B. 40°C ও 40°F C. –40°F ও –40°C D. –160°F এবং –160°C

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

০৩. কার্নো ইঞ্জিনে কার্যনির্বাহী বস্তু হিসাবে ব্যবহৃত হয় কোনটি?
A. নিষ্ক্রিয় গ্যাস B. তাপ সুপরিবাহী পদার্থ C. আদর্শ গ্যাস D. তাপ কুপরিবাহী পদার্থ

০৪. কোন তাপমাত্রায় ফারেনহাইট ও কেলভিন স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যায়?
A. 574.25°C এবং 574.25°F B. 574.25K এবং 574.25°F
C. 43.33°F এবং 43.33°K D. -187.76 K

০৫. রুদ্ধতাপ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে সত্য কোনটি?
A. এনট্রপি শৃঙ্খলার পরিমাপ B. $dS = \frac{dQ}{Q}$
C. প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায় D. অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ায় এনট্রপি বৃদ্ধি পায়

০৬. একটি কার্নোইঞ্জিন 327°C তাপমাত্রা ও 27°C তাপমাত্রায় কাজ করছে। দক্ষতা কত?
A. 50% B. 30% C. 25% D. 20%

০৭. নিচের কোনটি তাপগতিবিদ্যার ২য় সূত্রের গাণিতিক রূপ?
A. $dQ = \frac{dS}{T}$ B. $dQ = TdS$ C. $dS = \frac{T}{dQ}$ D. $h = \frac{W}{Q_1}$

০৮. পানিকে 0°C তাপমাত্রা হতে 10°C তাপমাত্রায় উত্তপ্ত করলে উহার আয়তন–
A. বৃদ্ধি পায় B. হ্রাস পায় C. অপরিবর্তিত থাকে D. প্রথমে কমে তারপর বাড়ে

০৯. (রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায়) স্বাভাবিক তাপমাত্রা ও চাপে কিছু পরিমাণ গ্যাসকে হঠাৎ সংকুচিত করে তার আয়তন $\frac{1}{3}$ অংশ করা হল। চূড়ান্ত তাপমাত্রা কত? [$\gamma = 1.4$]
A. 145.53°C B. 155.33°C C. 135.53°C D. 165.33°C

১০. থার্মিস্টরে উষ্ণতামিতিক ধর্ম কোনটি?
A. তড়িৎ রোধ B. তাপীয় তড়িচ্চালক বল C. তাপমাত্রা D. তরল স্তম্ভের দৈর্ঘ্য

১১. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের ক্ষেত্রে কোনটি প্রযোজ্য নয়?
A. তাপ স্থির থাকে B. তাপমাত্রা স্থির থাকে না C. পাত্র সুপরিবাহী D. দ্রুত প্রক্রিয়া

১২. তাপ প্রবাহের দিক এমন হয় যেন এনট্রপি–
A. বৃদ্ধি পায় B. হ্রাস পায় C. স্থির থাকে D. কোনটিই নয়

১৩. সমোষ্ণ পরিবর্তনের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
A. $dQ = 0$ B. $dT = 0$ C. $dP = 0$ D. $dV = 0$

১৪. এনট্রপি সম্পর্কে মিথ্যা কোনটি?
A. প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ায় স্থির B. শক্তি রূপান্তরের অক্ষমতাই এনট্রপি
C. অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ায় বৃদ্ধি পায় D. এনট্রপির একক Jkg^{-1} / JK^{-1}

১৫. উন্মুক্ত সিস্টেমে ঘটে
A. ভর ও শক্তি বিনিময় B. ভর বিনিময়
C. শক্তি বিনিময় D. শক্তি অথবা ভর যেকোন একটি বিনিময়

১৬. সমোষ্ণ পরিবর্তনে প্রযোজ্য নয়–
A. অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন শূন্য B. রুদ্ধতাপীয় লেখের চেয়ে γ গুণ খাড়া
C. ধীর প্রক্রিয়া D. বয়েলের সূত্র মেনে চলে

১৭. সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায় কোন ব্যবস্থার অন্তস্থ শক্তি–
A. হ্রাস পায় B. স্থির থাকে C. বৃদ্ধি পায় D. খুব বেশী বৃদ্ধি পায়

Answer:	01. B	02. C	03. C	04. B	05. D	06. A	07. B	08 D	09. B
	10. A	11. C	12. A	13. B	14. D	15. A	16. B	17. B	

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

২য় অধ্যায়

স্থির তড়িৎ

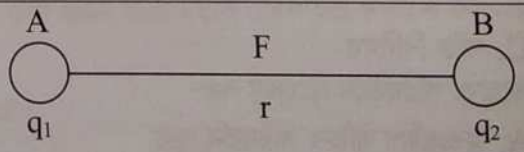
◉ এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

◗ প্রসঙ্গ ◖	◗ যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে ◖
☞ আধান বা চার্জ	[M: 08-09, 03-04, 02-03; D: 04-05]
☞ কুলম্বের সূত্র	[M: 16-17, 13-14, 04-05]
☞ তড়িৎ বল	[M: 07-08, 06-07]
☞ তড়িৎক্ষেত্র ও তড়িৎ প্রাবল্য	[D: 08-09; D: 00-01]
☞ তড়িৎ বিভব	[M: 17-18, 04-05, 00-01; D: 06-07, 05-06]
☞ অপরিবাহী ও ডাইইলেকট্রিক	[M: 07-08]
☞ ধারক ও ধারকত্ব	[M: 18-19, 14-15, 09-10, 07-08, 05-06, 02-03, 00-01; D: 08-09, 04-05, 02-03]

কুলম্বের সূত্র ও ক্ষেত্র তত্ত্ব

◉ কুলম্বের সূত্র

আবিষ্কারক	ফরাসী বিজ্ঞানী "চার্লস অগাস্টিন ডি কুলম্ব"
মূলনাম	**"বিপরীত বর্গীয় সূত্র"**
সূত্র	"কোন একটি নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দু চার্জের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান চার্জ দুটির গুণফলের সমানুপাতিক, চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল চার্জ দুটির সংযোজক রেখা বরাবর ক্রিয়া করে।"
সূত্রের প্রকাশ	$F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$ বা, $F = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$ (এখানে K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক) বা, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{q_1 q_2}{r^2}$ $\quad K = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$ শূণ্য মাধ্যমে, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$ এখানে, $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$ এবং $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \times 10^9\ Nm^2/C^2$



www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

ভেক্টর রূপ	$\vec{F} = \frac{1}{4\pi \in_0} \frac{q_1 q_2}{r_3} \vec{r}$
সীমাবদ্ধতা	(i) শুধুমাত্র বিন্দু চার্জের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য (ii) যেসব চার্জযুক্ত বস্তুর আকৃতি মধ্যবর্তী দূরত্ব অপেক্ষা অনেক ছোট তাদের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য (iii) স্থির চার্জ/চার্জ বিন্যাসের জন্য প্রযোজ্য (iv) যেসব ক্ষেত্রে প্রযোজ্য নয়– • অনিয়মিত আকৃতির চার্জিত বস্তুর ক্ষেত্রে • বড় চার্জিত বস্তুর ক্ষেত্রে • গতিশীল চার্জের ক্ষেত্রে • সদৃশ চার্জ (গোলাকার চার্জ) বিন্যাসের ক্ষেত্রে • আবদ্ধ চার্জের ক্ষেত্রে • চার্জিত কণাসমূহের বেগ আলোর বেগের কাছাকাছি হলে তাদের মধ্যকার তড়িৎ চুম্বকীয় মিথস্ক্রিয়া ব্যাখ্যা
বলের প্রকৃতি	F এর মান ধনাত্মক → বল বিকর্ষণধর্মী F এর মান ঋণাত্মক → বল আকর্ষণধর্মী

খেয়াল করো...

দুটি চার্জের মধ্যকার আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বলের মান ৩টি শর্তের ওপর নির্ভর করে
১. চার্জ দুটির পরিমাণ ২. চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব ৩. চার্জ দুটির মধ্যবর্তী মাধ্যম

বিন্দু চার্জ

সংজ্ঞা	আহিত বা চার্জিত বস্তুর আকার যখন খুবই ক্ষুদ্র হয় তখন ঐ চার্জিত বস্তুর চার্জকে বিন্দু চার্জ বলে
গাণিতিক প্রকাশ	চার্জ, $q = It$ (I = তড়িৎ প্রবাহ, t = সময়)
একক	SI পদ্ধতিতে→কুলম্ব (C)
চার্জের অবস্থান	সর্বদাই বস্তুর বাইরের পৃষ্ঠে। সবচেয়ে বেশি চার্জ থাকে চার্জিত বস্তুর উত্তল তলে
• প্রোটন, নিউট্রন ও ইলেকট্রনের মৌলিক ধর্ম হচ্ছে আধান বা চার্জ	

পরখ চার্জ

অত্যন্ত ক্ষুদ্র মানের কাল্পনিক চার্জ। যা অন্য কোন চার্জের উপর বল প্রয়োগ করে না।

কুলম্ব

সংজ্ঞা: দুটি সমমানের চার্জ শূন্য মাধ্যমে 1 মিটার দূরে অবস্থান করে পরস্পরের ওপর 9×10^9 N বল প্রয়োগ করলে ঐ চার্জদুটির প্রত্যেককে এক কুলম্ব বলে। অথবা, পরিবাহীর মধ্য দিয়ে 1A প্রবাহ 1 sec ধরে চললে, যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয়, তাকে এক কুলম্ব বলে। $1C = 1A \times 1s$.

বৈশিষ্ট্য:

- 1 কুলম্ব হচ্ছে 6.25×10^{18} টি ইলেকট্রনের আধানের সমান।
- কুলম্বের সূত্র সরাসরি প্রয়োগ করে দুটি তড়িতাহিত বিস্তৃত বস্তুর পারস্পরিক বল নির্ণয় করা যায় না।

[Ref: ইসহাক + তপন স্যার]

তড়িৎ

সংজ্ঞা: স্থির বা গতিশীল আধানের প্রকৃতি ও প্রভাবকে 'তড়িৎ' বলে।

বৈশিষ্ট্য: ২ প্রকার: (i) স্থির তড়িৎ, স্থির আধানের প্রভাব/ক্রিয়া (ii) চল তড়িৎ, গতিশীল আধানের প্রভাব/ক্রিয়া

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

০১. আধান সংক্রান্ত নিম্নের কোন তথ্যটি সঠিক নয়? [M. 08-09]

A. ঘর্ষণের ফলে চার্জ সৃষ্টি হয়
B. ইলেক্ট্রনের আধান, $e = 1.6 \times 10^{-19}$ C
C. ইলেক্ট্রনের ঘাটতি হচ্ছে ধনাত্মক চার্জ
D. $q = \pm ne$

Ans: A, B

০২. একটি গোলকীয় তলের ক্ষেত্রফল $100\ m^2$, উক্ত তলে 500 C চার্জ প্রদান করা হলে চার্জের তল ঘনত্ব কত? [D. 04-05]

A. $0.20\ C/m^2$
B. $0.50\ C/m^2$
C. $5.00\ C/m^2$
D. $2.50\ C/m^2$

Solve: $\sigma = \frac{Q}{A} = \frac{500\ C}{100 m^2} = 5.00\ Cm^{-2}$

Ans: C

০৩. গ্রীক দার্শনিক থেলিস কত সালে বিদ্যুৎ প্রথম লক্ষ্য করেন? [M. 03-04]

A. ৭০০ খ্রিষ্টপূর্বাব্দ
B. ৬৫০ খ্রিস্টপূর্বাব্দ
C. ৬০০ খ্রিস্টপূর্বাব্দ
D. ৭৫০ খ্রিস্টপূর্বাব্দ

Ans: A

০৪. চার্জের অবস্থান সবসময়ই বস্তুর– [M. 02-03]

A. বাইরের পৃষ্ঠে
B. সর্বত্র
C. ভিতরের পৃষ্ঠে
D. কেন্দ্রে

Ans: A

ক্ষেত্রতত্ত্ব

- আবিষ্কারক⟶ ফ্যারাডে।
- ফ্যারাডে, দুটি চার্জিত বস্তুর পারস্পরিক ক্রিয়া ব্যাখ্যার জন্য তড়িৎক্ষেত্রের ধারনা উপস্থাপন করেন।
- দুটি চার্জিত বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব অসীম হলেই কেবল পারস্পরিক তড়িৎ বলের মান শূন্য হতে পারে।
- বস্তুর ওজন ও তড়িৎ বল সমান হলে বস্তু স্থির থাকবে।

- **প্রকাশ:** $F = qE$
- **একক:** নিউটন
- ধনাত্মক আধান⟶ প্রাবল্যের অভিমুখে বল লাভ করে
- ঋণাত্মক আধান⟶ প্রাবল্যের বিপরীত দিকে বল লাভ করে

স্থির তড়িৎ বল এবং মহাকর্ষ বলের তুলনা

- **সাদৃশ্য:** দুটি বলই

০১. বস্তু দুটির মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক
০২. সংরক্ষণশীল বল
০৩. শূন্যস্থানে কাজ করে
০৪. কেন্দ্রীয় বল (Central force) এবং এই বল বস্তুদ্বয়ের কেন্দ্রবিন্দু দুটির সংযোগকারী সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে

- **বৈসাদৃশ্য**

স্থির তড়িৎ বল	মহাকর্ষ বল
০১. অনেক বেশি শক্তিশালী	০১. খুবই দূর্বল
০২. আকর্ষণধর্মী বা বিকর্ষণধর্মী হতে পারে	০২. সবসময়ই আকর্ষণধর্মী
০৩. সংশ্লিষ্ট মাধ্যমের উপর নির্ভরশীল	০৩. সংশ্লিষ্ট মাধ্যমের উপর নির্ভর করে না

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ আধান ঘনত্ব/আধানের তলমাত্রিক ঘনত্ব/পৃষ্ঠমাত্রিক ঘনত্ব

➥ **সংজ্ঞা:** পরিবাহীর পৃষ্ঠের কোন বিন্দুর চারিদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপরস্থ আধানের পরিমান।

➥ **প্রকাশ:** $\sigma = \frac{Q}{A}$

➥ **একক:** Cm^{-2}

◉ তড়িৎ বলরেখা/তড়িৎ ক্ষেত্ররেখা: (চৌম্বক বলরেখার ধর্মের ক্ষেত্রেও প্রযোজ্য)

আবিষ্কার	মাইকেল ফ্যারাডে তড়িৎ বলরেখার ধারণা উপস্থাপন করেন।
সংজ্ঞা	তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে এটি যে পথে পরিভ্রমণ করে।
ধর্ম	১. খোলা বক্ররেখা ২. ধনাত্মক আধান থেকে বের হয়ে ঋণাত্মক আধানে শেষ হয়। ৩. পরিবাহীর অভ্যন্তরে কোন বলরেখা থাকে না। ৪. পরস্পরের ওপর আড়াআড়িভাবে চাপ দেয় বলে দুটি বলরেখার মধ্যে বিকর্ষণ ঘটে। ৫. স্থিতিস্থাপক বস্তুর মতো দৈর্ঘ্য বরাবর সংকুচিত হয়। ৬. দুটি বলরেখা কখনো পরস্পরকে ছেদ করে না। ৭. ধনাত্মকভাবে আহিত বস্তুর পৃষ্ঠ থেকে লম্বভাবে বের হয়; ঋণাত্মকভাবে আহিত পৃষ্ঠে লম্বভাবে প্রবেশ করে।

খেয়াল করো...

তড়িৎ বলরেখা ও চৌম্বক বলরেখার ধর্ম একই। শুধু ১. নাম্বার ধর্ম- 'খোলা বক্ররেখার' পরিবর্তে 'বদ্ধ বলরেখা' হবে।

◉ তড়িৎ ক্ষেত্র

সংজ্ঞা	কোন একটি চার্জিত বস্তু চারিদিকে যে অঞ্চলব্যাপী তার প্রভাব বিস্তার করে তাকে ঐ চার্জিত বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্র বলে।
একক	নিউটন/কুলম্ব (NC^{-1}) অথবা ভোল্ট/মিটার (Vm^{-1})
বৈশিষ্ট্য	• তড়িৎ ক্ষেত্রের বিস্তৃতি বস্তুর চার্জের ওপর নির্ভর করে। তড়িৎ ক্ষেত্র একটি ভেক্টর ক্ষেত্র। তড়িৎ ক্ষেত্রের দিক হল পরখ ধনচার্জ যেদিকে বল অনুভব করে সেদিকে। • তাত্ত্বিকভাবে, আহিত বস্তুর তড়িৎ ক্ষেত্র অসীম; কিন্তু বাস্তবে, নির্দিষ্ট সীমা পর্যন্ত আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বল ক্রিয়া করে।
সুষম তড়িৎ ক্ষেত্র	• তড়িৎ ক্ষেত্রের সকল বিন্দুতে মান ও দিক সমান। *[Ref: তপন স্যার]*
অনুকূল তড়িৎক্ষেত্র	• ধনাত্মক চার্জ প্রাবল্যের অভিমুখে এবং ঋণাত্মক চার্জ প্রাবল্যের বিপরীতে গমনের সময়ে অনুকূল তড়িৎ ক্ষেত্রের সম্মুখীন হয়।
প্রতিকূল তড়িৎ ক্ষেত্র	• ধনাত্মক চার্জ প্রাবল্যের বিপরীতে এবং ঋণাত্মক চার্জ প্রাবল্যের অভিমুখে গমনের সময়ে প্রতিকূল তড়িৎ ক্ষেত্রের সম্মুখীন হয়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ তড়িৎ ফ্লাক্স

➥ সংজ্ঞা: তল/পৃষ্ঠের মধ্যদিয়ে যতগুলো তড়িৎ বলরেখা অতিক্রম করে।

➥ প্রকাশ: φ_E

➥ প্রকৃতি: স্কেলার রাশি

➥ শর্ত: তড়িৎ ক্ষেত্র ও তলের অভিলম্ব সমান্তরালে⟶ তড়িৎ ফ্লাক্স সর্বাধিক
তড়িৎ ক্ষেত্র ও তলের অভিলম্ব সমকোণে⟶ তড়িৎ ফ্লাক্স শূন্য

◉ তড়িৎ প্রাবল্য/ক্ষেত্র প্রাবল্য

➥ সংজ্ঞা: কোন বিন্দুতে একক আধানের ওপর ক্রিয়াশীল বল।

➥ প্রকাশ: $\vec{E}$। এটি ভেক্টর রাশি। এর দিক- ধনাত্মক পরখ চার্জের ওপর ক্রিয়াশীল বলের দিক।

➥ একক: Vm^{-1} অথবা NC^{-1}

➥ মান: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q}{r^2}$

Must To Know...

➥ তড়িৎ প্রাবল্য **বিপরীত বর্গীয় সূত্র মেনে চলে**

➥ বিন্দু চার্জের জন্য, $E_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$ এবং এক্ষেত্রে ক্ষেত্র প্রাবল্য বাইরের দিকে ক্রিয়া করবে

➥ পরখ চার্জ এতই ক্ষুদ্র যে, এটা তড়িৎ ক্ষেত্রকে প্রভাবিত করে না। বরং পরখ চার্জের আশেপাশের এক বা একাধিক চার্জই তড়িৎ ক্ষেত্রের উৎস।

➥ প্রাবল্য $5.57 \times 10^{-11} NC^{-1}$ হলে, একটি ইলেকট্রন তার ওজনের সমান বল অনুভব করবে

◉ তড়িৎ বিভব

সংজ্ঞা	অসীম থেকে একটি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রে আনতে যে কাজ করতে হয়
প্রকাশ	$V = \frac{W}{q}$; বিভবের দিক নেই, পরিমাণ আছে। অর্থাৎ এটি স্কেলার রাশি
একক	ভোল্ট বা জুল/কুলম্ব ($\therefore$ Volt(V) $= JC^{-1}$)

➥ 1 Volt : অসীম থেকে 1C আধানকে তড়িৎক্ষেত্রে আনতে 1J কাজ করতে হলে বিভব 1V.

➥ আধানের প্রবাহ বিভবের ওপর নির্ভর করে; আধানের পরিমানের ওপর নয়।

➥ তড়িৎ বিভব ও তড়িৎ প্রাবল্য পরস্পর সমানুপাতিক।

➥ দূরত্বের সাথে তড়িৎ বিভব হ্রাস পায়।

➥ পৃথিবীর বিভব শূন্য।

◉ বিন্দু চার্জের জন্য কোন বিন্দুতে বিভব: $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$

➥ গোলকের ভেতরে সব জায়গার বিভব, পৃষ্ঠের বিভবের সমান। $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r}$; শূন্যস্থানে $K = 1$ বলে।

➥ কোন ফাঁপা পরিবাহীর অভ্যন্তরে বিভব সুষম এবং পরিবাহীর বিভবের সমান।

➥ তড়িৎ দ্বিমেরু অক্ষের ওপর কোন বিন্দুতে বিভব $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{q \times 2l}{r^2 - l^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{P}{r^2 - l^2}$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিভব পার্থক্য/বিভব বৈষম্য/বিভবান্তর

সংজ্ঞা	দুটি বিন্দুর মধ্যে বিভবের ব্যবধান বা কোন বিন্দু থেকে অপর বিন্দুতে একটি আধান আনতে যত কাজ করতে হয়
প্রকাশ	$V = Ed$; এটি স্কেলার রাশি
তড়িৎ প্রাবল্য ও তড়িৎ বিভবের সম্পর্ক	বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের কোন বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্য ঐ বিন্দুতে দূরত্ব সাপেক্ষে বিভবের পরিবর্তনের সমান $E = \frac{V}{r}$ বিভবের নতিমাত্রা $= \frac{dV}{dr}$

খেয়াল করো...

- ধনাত্মক চার্জের নিকটে বৈদ্যুতিক বিভব ধনাত্মক।
- ঋণাত্মক চার্জের নিকটে বৈদ্যুতিক বিভব ঋণাত্মক।
- পৃথিবীর বিভব শূণ্য।
- গোলকের অভ্যন্তরে প্রাবল্য শূন্য
- ইলেকট্রন ভোল্ট কাজ বা শক্তির আরেকটি একক।
  $1\ eV = 1.6 \times 10^{-19}\ J$
- $1\ MeV = 1.6 \times 10^{-13}\ J$

পাঁচটি জিনিসের পূর্বে পাঁচটি জিনিসকে মূল্যায়ন করো,
- যৌবনকে মূল্যায়ন করো বার্ধক্যের আগে
- সুস্থতাকে মূল্যায়ন করো অসুস্থতা আসার আগে
- স্বচ্ছলতাকে মূল্যায়ন করো দারিদ্রতা আসার আগে
- অবসরকে মূল্যায়ন করো ব্যস্ততা আসার আগে
- জীবনকে মূল্যায়ন করো মৃত্যু আসার আগে

- আল হাদিস

[Ref: তপন স্যার]

সমবিভব তল

সংজ্ঞা	যে তলের সকল বিন্দুতে বিভবের মান সমান, সেটাই সমবিভব তল
বৈশিষ্ট্য	১. তড়িতাহিত পরিবাহীর তল সর্বদা সমবিভব তল। এই তলের উপর তড়িৎ আধানগুলি স্থির থাকে ২. তড়িৎ বলরেখা সমবিভব তলকে সমকোণে ছেদ করে বা সমবিভব তলের যেকোনো বিন্দুতে প্রাবল্য ঐ তলের উপর লম্ব ৩. সমবিভব তলের উপর কোনো তড়িতাধানকে এক বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে স্থানান্তরিত করতে কোনো কাজ হয় না। ৪. কোনো বস্তুর তল বা আয়তন সমবিভব সম্পন্ন হতে পারে; আবার শূন্য দেশস্থ (in space) কোনো তল বা আয়তনও সমবিভব সম্পন্ন হতে পারে ৫. পৃষ্ঠ বরাবর তড়িৎ প্রাবল্যের কোন উপাংশ থাকে না

[Ref: তপন স্যার]

তড়িৎ দ্বিমেরু

তড়িৎ দ্বিমেরু

- সংজ্ঞা: দুটি সমপরিমাণ কিন্তু বিপরীতধর্মী বিন্দু চার্জ পরস্পরের খুব কাছাকাছি থাকলে তড়িৎ দ্বিমেরু গঠিত হয়
- উদাহরণ: হাইড্রোজেন পরমাণু, পানি (H_2O), ক্লোরোফরম ($CHCl_3$) ও অ্যামোনিয়া (NH_3)
- বিশেষ তথ্য: ১. তড়িৎ দ্বিমেরুর তড়িৎ ক্ষেত্রে লম্বদ্বিখণ্ডক রেখা বরাবর কোনো ধনাত্মক চার্জকে সরালে কোন কাজ সম্পাদন করতে হয় না।
  ২. তড়িৎ দ্বিমেরুর দৈর্ঘ্যের লম্ব সমদ্বিখণ্ডকের উপর যেকোন বিন্দুতে তড়িৎ বিভব শূন্য।

www.bdniyog.com

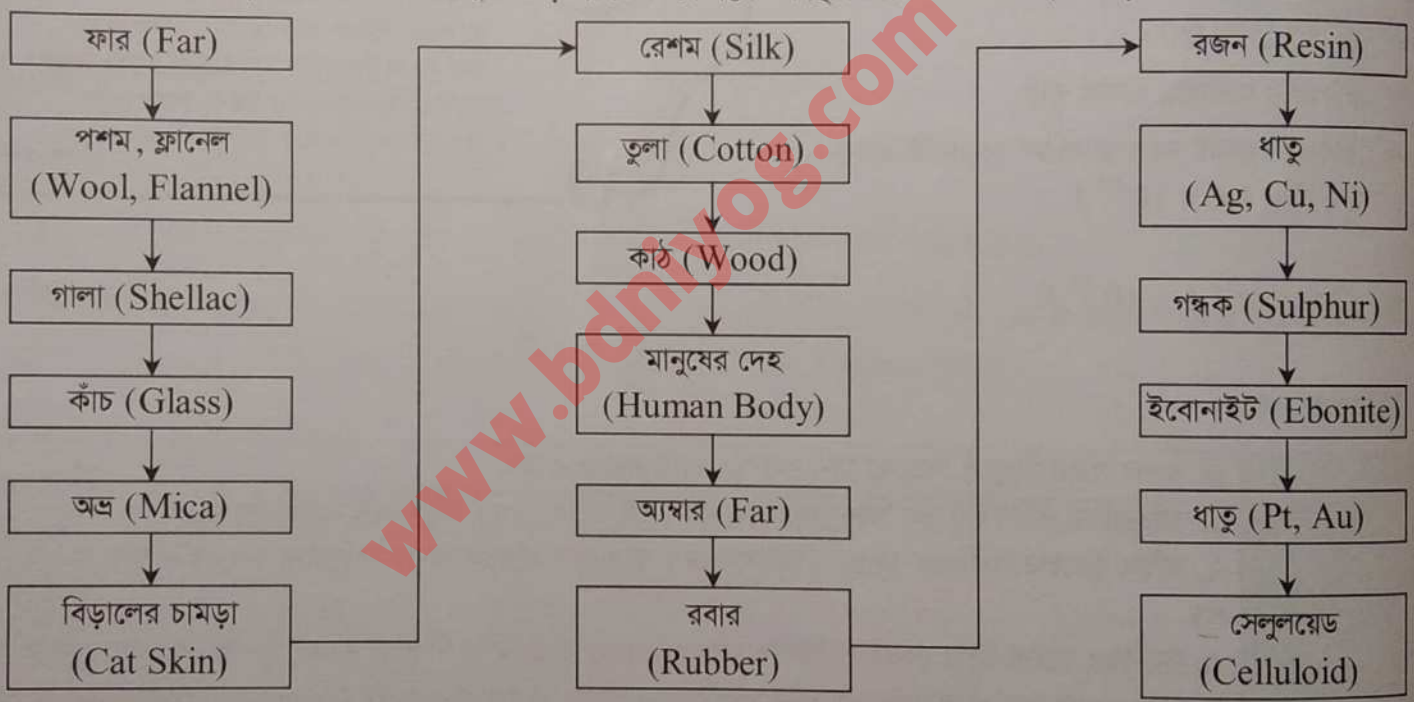
www.bdniyog.com

◉ তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক

সংজ্ঞা	• কোন একটি তড়িৎ দ্বিমেরুর যেকোনো একটি আধানের পরিমাণ এবং উহাদের মধ্যবর্তী দূরত্বের গুণফল।
রাশির প্রকৃতি	• ভেক্টর রাশি। এর অভিমুখ ঋণাত্মক চার্জ হতে ধনাত্মক চার্জের দিকে ।
গাণিতিক প্রকাশ	• তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক, $P = q \times 2l$. এটি ভেক্টর রাশি।
একক	• Cm (কুলম্ব মিটার)
তড়িৎ বিভব ও তড়িৎ প্রাবল্যের সাথে সম্পর্ক	• দ্বিমেরুর জন্য তড়িৎ বিভব দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। $[V \propto \frac{1}{r^2}]$ • দ্বিমেরুর জন্য তড়িৎ প্রাবল্য দূরত্বের ঘনফলের ব্যস্তানুপাতিক। $[E \propto \frac{1}{r^3}]$

◉ তড়িতাহিতকরণ সারণী

➥ এই তালিকার যে কোনো দুটি বস্তু পরস্পরের সাথে ঘষলে একটিতে ধনাত্মক আধান ও অপরটিতে ঋণাত্মক আধানের সঞ্চার হয়। তালিকায় যে বস্তুর অবস্থান উপরে সেটি ধনাত্মক তড়িতাহিত ও যে বস্তুর অবস্থান নিচে সেটি ঋণাত্মক তড়িতাহিত হয়।



[Ref: তপন স্যার]

মনে রাখা সহজ...

ফাঁপা গ্লাসে কে আমার বিড়াল রিতুকে (পানি দেয়) মায়ের রাধা গন্ধই পিটাই ছিল পেট।

◉ চার্জের কোয়ান্টায়ন ও সংরক্ষণশীলতা

➥ একটি ইলেকট্রন বা প্রোটনের চার্জই প্রকৃতিতে ন্যূনতম মানের চার্জ।

➥ $e = 1.60218 \times 10^{-19}$ C

➥ প্রকৃতিতে e এর মানের কোন ভগ্নাংশ নেই । মোট চার্জ, $q = \pm ne$ সেখানে, $n = 0, \pm 1, \pm 2.....$

➥ একটি ধনাত্মক বা ঋণাত্মক চার্জের ধ্বংস বা সৃষ্টি কখনোই সম্ভব নয়।

➥ কোন বস্তুতে চার্জের মান নিরবিচ্ছিন্ন হতে পারে না। চার্জ বিচ্ছিন্ন মানের অর্থাৎ চার্জ কোয়ান্টায়িত।

➥ চার্জ সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে। মহাবিশ্বের মোট ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জের সাংখ্যিক মানের পার্থক্য সর্বদাই ধ্রুব।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

অপরিবাহী ও ডাই ইলেক্ট্রিক

◉ অপরিবাহী

➥ সংজ্ঞা: যে পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহিত হতে পারে না তাকে অপরিবাহী বা অন্তরক বলে।

➥ উদাহরণ: প্লাস্টিক, রাবার, কাঠ, সিরামিক ইত্যাদি

➥ আপেক্ষিক রোধ: $10^{12}\ \Omega m$

➥ K_e ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক বিশিষ্ট মাধ্যমে কুলম্বের সূত্র: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 k_e} \cdot \frac{q^1 q^2}{r^2}$

➥ শূন্য মাধ্যমে ডাই ইলেকট্রিক বা দ্বিতাড়িত ধ্রুবক, $K_e = 1$

◉ কয়েকটি পদার্থের দ্বিতাড়িত/ পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক /ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক

পদার্থ	দ্বিতাড়িত ধ্রুবক	পদার্থ	দ্বিতাড়িত ধ্রুবক
শূন্য	1	মাইকা বা মিকা	5.4
বায়ু (1 atm)	1.00059/1.00054	মাইকা বা মিকা	5.4
পলিথিন	2.3	NaCl	6
পলিস্টারিন	2.6	পোর্সেলিন	6.5
মোমে ডুবানো কাগজ	2.7	অভ্র	7.0
ইবোনাইট	2.8	সিলিকন	12.0
কাগজ	3.5	পানি (25°C)	78.5/78
পাইরেক্স	4.7/4.5	পানি (20°C)	80.4/80.0
টাইটেনিয়াম ডাই অক্সাইড	100		

[Ref: তপন স্যার]

◉ ডাইইলেকট্রিক/পরাবৈদ্যুতিক পদার্থ

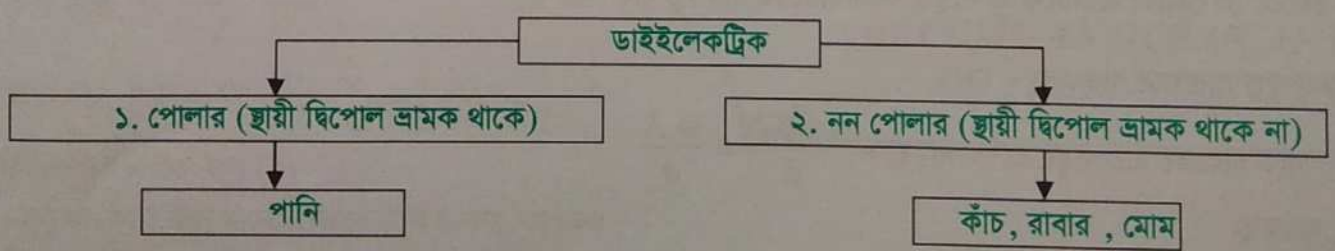
➥ সংজ্ঞা: যে সব অপরিবাহীর আচরণে তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রয়োগে রূপান্তর দেখা যায়।

➥ উদাহরণ: কাঁচ, ইবোনাইট, রাবার, তৈল, মোম ইত্যাদি

➥ **K = পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক/ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক/তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক/আপেঃভেদ্যতা/আপেঃ ভেদন যোগ্যতা** $\Rightarrow \epsilon_r = \frac{C}{C_0} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \frac{F_0}{F}$

➥ পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান সর্বদাই 1 এর চেয়ে বেশী হয়।

➥ সকল ডাই ইলেকট্রিক অপরিবাহী; কিন্তু সকল অপরিবাহী ডাই ইলেকট্রিক নয়।



➥ পোলার এবং নন পোলার উভয় পদার্থেই তড়িৎ ক্ষেত্র প্রয়োগে পোলারায়ন ঘটে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

ধারক ও ধারকত্ব

ধারক

- সংজ্ঞা: পরিবাহীতে চার্জ সঞ্চিত রাখার প্রক্রিয়াকে ধারক বলে।
- ধারকের মধ্যবর্তী মাধ্যম বায়ু হলে→ বায়ু ধারক/বায়ু মাধ্যম ধারক
- ধারকের মধ্যবর্তী মাধ্যম কাঁচ হলে→ কাঁচ ধারক/কাঁচ মাধ্যম ধারক

ধারকত্ব

- সংজ্ঞা: পরিবাহীর বিভব এক একক বৃদ্ধি করতে যে চার্জের প্রয়োজন হয় তাকে তড়িৎ ধারকত্ব বলে।
- প্রকাশ: $C = \frac{q}{V} = \frac{\text{আধান}}{\text{বিভব}}$
- একক: ফ্যারাডে $(F = \frac{C}{V})$, এটি স্কেলার রাশি।
- ধারকত্ব, ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক।
- গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon_0 r$।
- 1 ফ্যারাড→ বিভব 1 Volt বৃদ্ধি করতে 1 কুলম্ব চার্জের প্রয়োজন হলে ধারকত্ব 1 ফ্যারাড।
- ব্যবহারিক ক্ষেত্রে মাইক্রো ফ্যারাড এবং মাইক্রোমাইক্রো ফ্যারাড/পিকো ফ্যারাড ব্যবহৃত হয়।

পরিবাহীর ধারকত্ব যে যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে

দূ	দূরত্ব	পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব	বাড়লে, C কমে
ক্ষে	ক্ষেত্রফল	পরিবাহী ক্ষেত্রফল	বাড়লে, C বাড়ে
সো	সান্নিধ্য	ভূসংযুক্ত পরিবাহীর সান্নিধ্য	১. চার্জগ্রস্থ পরিবাহীর কাছে চার্জশূন্য পরিবাহী, C বাড়ে ২. চার্জগ্রস্থ পরিবাহীর কাছে চার্জযুক্ত পরিবাহী, C কমে ৩. চার্জগ্রস্থ পরিবাহীর কাছে বিপরীত চার্জযুক্ত পরিবাহী, C বাড়ে
মা	মাধ্যম	পরিবাহীর চারপার্শ্বস্থ মাধ্যম	পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের ওপর নির্ভরশীল

- ফাঁকা ও নিরেট যে কোন গোলকের ধারকত্ব, C সমান হবে, যদি পারিপার্শ্বিক মাধ্যম একই হয়।
- সমান্তরাল পাত ধারক, গোলকীয় পাত ধারক, চোঙাকৃতি ধারক লিডেন জার প্রভৃতি ধারক সচরাচর ব্যবহৃত হয়।

Must To Know...

ধারকের ধারকত্ব যেভাবে বৃদ্ধি করা যায়

১. ধারকের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল বাড়িয়ে
২. এর পাতদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব কমিয়ে,
৩. পাতদ্বয়ের মধ্যে বেশি মানের ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবকের পদার্থ স্থাপন করে এবং
৪. পাতদ্বয়ের যে কোনো একটিকে ভূ-সংযুক্ত করে ধারকের ধারকত্ব বৃদ্ধি করা যায়।

সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব

সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্বের রাশিমালা, $C = \frac{\epsilon_0 KA}{d} = \frac{\epsilon A}{d}$

সুতরাং, ধারকত্ব:

- ক্ষেত্রফলের সমানুপাতিক,
- তড়িৎ মাধ্যমাঙ্কের সমানুপাতিক এবং
- পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের ব্যস্তানুপাতিক।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

ধারকের সংযোগ

ধারকের প্রতীক	⊣⊢
ধারকের সমবায়	**সিরিজ বা শ্রেণী সমবায়:** যে সমবায়ে ১ম ধারকের ২য় পাত, ২য় ধারকের ১ম পাতের সাথে; ২য় ধারকের ২য় পাত, ৩য় ধারকের ১ম পাতের সাথে একের পর এক সংযুক্ত থাকে, তাকে ধারকের শ্রেণী সমবায় বলা হয়। $\frac{1}{C_s}=\frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+\frac{1}{C_3}+\ldots\ldots\ldots+\frac{1}{C_n}$ ∴ শ্রেণী সমবায়ে ধারকগুলোর ধারকত্বের বিপরীত মানের সমষ্টি তুল্য ধারকত্বের (Cs) বিপরীত মানের সমান।
	সমান্তরাল সমবায়: যে সমবায়ে ব্যবহৃত ধারকগুলোর প্রত্যেকটির একদিকের পাতগুলো এক বিন্দুতে এবং অন্যদিকের পাতগুলো অন্য একটি বিন্দুতে যুক্ত করা হয়, তাকে সমান্তরাল সমবায় বলে। $C_p=C_1+C_2+C_3+\ldots\ldots\ldots=C_n=\sum_{i=1}^{n}C_i$ সমান্তরাল সংযোজনের ধারকের ধারকত্বের সমষ্টি তুল্য ধারকত্বের (Cp) সমান।

পড়ার পরে, সময় করে...

- সমান ধারকত্বের চারটি ধারকের শ্রেণী সমবায়ে থাকাকালীন ধারকত্ব (C_s), সমান্তরাল সমবায়ে ধারকত্বের (Cp) $\frac{1}{16}$ গুণ।
- এই সব গাণিতিক সমস্যার সমাধানের ক্ষেত্রে $C_p = n^2 C_s$ শর্টকার্টটি ব্যবহার করতে পারো।

ধারক ও পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম

ধারক	পরাবৈদ্যুতিক মাধ্যম
পরিবর্তনীয় বা বায়ু ধারক	বায়ু
অভ্র ধারক	অভ্র
কাগজ ধারক	প্যারাফিন ভেজানো মোম
তড়িৎ বিশ্লেষক ধারক	Al_2O_3 অ্যালুমিনিয়াম বোরেট
সিরামিক ধারক	বেরিয়াম স্ট্রনসিয়াম টাইটানেট

- সিরামিক ধারক: বেরিয়াম স্ট্রনসিয়াম টাইটানেটের ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক খুব বেশি।

ধারকের স্থিতি/সঞ্চিত শক্তি

- মোট কাজ, $W=\frac{1}{2}\ \frac{Q^2}{C}$
- স্থিতিশক্তি, $P.E = W = \frac{1}{2}\ \frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2$
- স্থিতিশক্তির একক: জুল (J)
- কোন ধারককে উচ্চ মানের বিভবে আহিত করা সম্ভব নয়।
- নির্দিষ্ট ধারকে সঞ্চিত শক্তি তার আধানের বর্গের সমানুপাতিক।
- একক আয়তনে সঞ্চিত শক্তির রাশিমালা: $U=\frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$

"A DROP OF GOOD DEED CAN BECOME AN OCEAN, IF YOU DO IT CONSTANTLY"

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ ধারকের ব্যবহার

কাগজ ধারক	ইলেকট্রনিক বর্তনীতে টিউন সার্কিট/ট্যাঙ্ক সার্কিট কম্পাঙ্ক নির্ধারণ
পরিবর্তনীয় ধারক	বেতার গ্রাহক যন্ত্রের টিউনিং এর কাজে
স্থিরমান ধারক বা অভ্র ধারক	বেতার গ্রাহক যন্ত্রে- বহুপাত অভ্র ধারক ইলেক্ট্রনিক বর্তনীতে- সিরামিক ধারক
তড়িৎ বিশ্লেষক ধারক	বেতার গ্রাহক যন্ত্রে প্রচুর পরিমাণ ব্যবহৃত হয়
ধারকের ব্যবহার (একনজরে)	টেলিগ্রাফ, টেলিফোনে, রেডিও, টিভি, টিউবলাইট, বৈদ্যুতিক পাখা, বিবর্ধক যন্ত্রে কাপলিং বৈদ্যুতিক বর্তনীতে চার্জিং ও ডিসচার্জিং এর জন্য বৈদ্যুতিক বর্তনীতে ডিসি ব্লকিং হিসাবে ফিল্টার সার্কিটে স্পন্দকে চার্জ সঞ্চিত করতে ফ্লাশ ফটোগ্রাফিতে কম্পিউটার কিবোর্ডে

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. কম জায়গায় বেশি তড়িৎ সঞ্চালনের জন্য নিচের কোন ধারকটি ব্যবহৃত হয়? [M:18-19]

A. অভ্র ধারক B. সিরামিক ধারক C. পরিবর্তনীয় বায়ু ধ্রুবক D. ইলেকট্রোলাইটিক ধারক

Ans: D

২. একটি ক্যাপাসিটর কাজ করে- [M:14-15]

A. AC সার্কিটে B. DC সার্কিটে C. AC এবং DC উভয় সার্কিটে D. কোনটিই সঠিক নয়

Ans: C

৩. নিম্নের কোনটি শূন্যস্থানের জন্য প্রযোজ্য?

সমান ধারকত্বের 4টি ধারকের সমান্তরাল সমবায়ে থাকাকালীন তুল্য ধারকত্ব, শ্রেণিবদ্ধ সমবায়ে থাকাকালীন তুল্য ধারকত্বের ——— গুণ। [M:09-10]

A. 1/3 B. 1/2 C. 2/3 D. 1/16

Ans: Blank

৪. সমান ধারকত্বের দুটি ধারকের সমান্তরাল সংযোজনী ধারকত্ব শ্রেণিবদ্ধ ধারকত্বের কতগুণ? [M:08-09]

A. সমান B. চারগুণ C. তিনগুণ D. দ্বিগুণ

Ans: B

৫. একটি পরিবাহকের ধারকত্ব 40 F, এতে কত আধান প্রদান করলে বিভব 8V হবে? [M:07-08, 05-06]

A. 328 B. 300 C. 308 D. 320

Solve: $C = \frac{q}{V} \Rightarrow q = CV = 40 \times 8 = 320\ C$

Ans: D

৬. নিম্নের কোনটি ধারকের ব্যবহারিক রূপ নয়? [M:04-05]

A. পরিবর্তনীয় ধারক B. অভ্র ধারক C. কাগজ ধারক D. তড়িৎ আবেশ ধারক

Ans: D

৭. কোনটি ধারকের শক্তির সমীকরণ নয়? [M:02-03, D: 02-03]

A. $\frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$ B. $\frac{1}{2}\frac{Q}{C^2}$ C. $\frac{1}{2}CV^2$ D. $\frac{1}{2}QV$

Ans: B

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৮. একটি সমান্তরাল পাত ধারককে চার্জ করার পর ব্যাটারী সংযোগ ছিন্ন করা হলো। যদি ধারকের পাতগুলি একটি অন্তরক হাতল দ্বারা দূরে স্থাপন করা হয় তা হলে- **[M:00-01]**

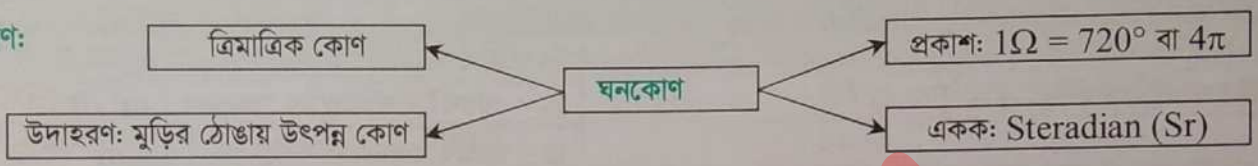
A. দুটো পাতের মধ্যবর্তী ভোল্টেজ বৃদ্ধি পাবে
B. ধারকের সঞ্চিত বিদ্যুৎ চুম্বকীয় শক্তি বৃদ্ধি পাবে
C. ধারকের চার্জ বৃদ্ধি পাবে
D. ধারকের ধারকত্ব বৃদ্ধি পাবে

Ans: D

◉ তড়িৎ ফ্লাক্স

সংজ্ঞা	বলরেখা তলকে লম্বভাবে অতিক্রম করলে, প্রাবল্য ও তলের গুণফলকে ফ্লাক্স বলে।
প্রকাশ	$d\phi = Eds$

◉ ঘনকোণ:



গাউসের সূত্র

◉ **গাউসের সূত্র:** গাউসের সূত্র পদার্থবিজ্ঞানের ৪টি মৌলিক সূত্রের একটি।

আবিষ্কারক	কার্ল ফ্রেডরিখ গাউস
সূত্র	"একটি স্থির তড়িৎ ক্ষেত্রের কোন বদ্ধ তলের ওপর মোট অভিলম্ব আবেশ বা ফ্লাক্স, ঐ তল দ্বারা বেষ্টিত মোট চার্জের $\frac{1}{\epsilon_0}$ গুণ।"
গাণিতিক রূপ	$\phi = \int \vec{E}.\vec{ds} = \frac{q}{\epsilon_0} \rightarrow \epsilon_0 \int \vec{E}.\vec{ds} = q$
ব্যবহার	i. সুষমভাবে চার্জিত গোলকের বাইরে কোন বিন্দুতে তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য, $E = \frac{\sigma}{4\pi\epsilon_0} NC^{-1}$ ii. সুষমভাবে চার্জিত গোলকের অভ্যন্তরে তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য, $E = \frac{q}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{r}{R^3}$ iii. অসীম দৈর্ঘ্যের চার্জিত রেখার জন্য তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য, $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} NC^{-1}$ iv. সুষম চার্জিত সমতল পাতের নিকট বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য, $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} NC^{-1}$

◉ পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী ও অন্তরকের উদাহরণ

বিষয়	উদাহরণ
পরিবাহী	এসিড, সবজি, মানবদেহ, মাটি, ধাতু, পারদ, ক্ষার, এসিড মিশ্রিত পানি, গ্রাফাইট ইত্যাদি
অর্ধপরিবাহী	জার্মেনিয়াম, সিলিকন, গ্যালিয়াম আর্সেনাইড, ক্যাডমিয়াম সালফেট (কম গুরুত্বপূর্ণ → অ্যালুমিনিয়াম, ফসফরাস, বিশুদ্ধ পানি, অ্যালকোহল, কেরোসিন, তুলা ইত্যাদি)
অপরিবাহী/অন্তরক (Insulator)	কাচ, রেশম, রাবার, ইবোনাইট, পোর্সেলিন অভ্র, মোম, গন্ধক, শুকনা কাঠ

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ গাউসীয়ান তল

সংজ্ঞা	একটি চার্জের চারিদিকে যে কাল্পনিক বদ্ধ তল বিবেচনা করা হয়
বৈশিষ্ট্য	• এটি কাল্পনিক • কখনও চার্জকে স্পর্শ করে না • যে কোন আকৃতির হতে পারে • সিলিন্ড্রিকাল ও লাইন চার্জ বন্টনের ক্ষেত্রে→ তলটি সিলিন্ড্রিকাল এবং বিন্দু চার্জ ও গোলকীয় চার্জ বন্টনের ক্ষেত্রে→ তলটি গোলকীয়

প্রয়োজনীয় একক এবং সমীকরণ সমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
১	চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব, $\sigma = \frac{Q}{A}$	Q = চার্জ	C = (কুলম্ব)
		A = পরিবাহীর বহিঃপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল	m^2 (মিটার^2)
		σ = চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব	Cm^{-2} (কুলম্ব, মিটার$^{-2}$)
২	গোলকের ক্ষেত্রে চার্জের তলমাত্রিক ঘনত্ব, $\sigma = \frac{Q}{4\pi r^2}$	r = গোলকের (পরিবাহক) ব্যাসার্ধ	m (মিটার)
		$4\pi r^2$ = গোলকের ক্ষেত্রফল	m^2 (মিটার^2)
৩	শূন্যস্থানে কুলম্বের সূত্র, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q_1Q_2}{r^2}$	Q_1 বা Q_2 = বিন্দু আধান	C (কুলম্ব)
		r = আধানদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব	m (মিটার)
		ϵ_0 = শূন্যস্থানের ভেদন যোগ্যতা	$C^2N^{-1}m^{-2}$ (কুলম্ব^2, নিউটন$^{-1}$ মিটার^2)
৪	তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য, $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$	r = গোলকের (পরিবাহক) ব্যাসার্ধ	m (মিটার)
		E = তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য	$N.C^{-1}$ (নিউটন, কুলম্ব$^{-1}$)
৫	গোলকপৃষ্ঠে ও অভ্যন্তরে বিভব, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{Q}{r^2}$	V = বিভব	V (ভোল্ট)
		Q = আধান	C (কুলম্ব)
		r = ব্যাসার্ধ	m (মিটার)
৬	বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের প্রাবল্য (E) ও বিভব পার্থক্যের (V) মধ্যে সম্পর্ক, $E = \frac{V}{d}$	d = বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রে বিভব V পার্থক্যে অবস্থিত দুইটি বিন্দুর মধ্যে মধ্যবর্তী দূরত্ব	Vm^{-1} (ভোল্ট-মিটার$^{-1}$)
৭	পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = \frac{Q}{V}$	C = পরিবাহীর ধারকত্ব	F (ফ্যারাডে)
৮	গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon_0 r$		
৯	সমান্তরাল পাত ধারকের ধারকত্ব $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$	d = সমান্তরাল পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব	F (ফ্যারাডে)
১০	শ্রেণি সমবায়ের ক্ষেত্রে তুল্য ধারকত্ব, $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{1}{C_n}$	C_1, C_2, C_3 = শ্রেণি সমবায়ে যুক্ত ধারকগুলোর ধারকত্ব	F (ফ্যারাডে)
১১	সমান্তরাল সমবায়ের ক্ষেত্রে তুল্য ধারকত্ব, $C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \ldots\ldots\ldots + C_n$	$C_1, C_2, C_3 \ldots\ldots$ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত ধারকগুলোর ধারকত্ব	F (ফ্যারাডে)
১২	চার্জিত ধারকের স্থিতিশক্তি, $U = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C}$	U = চার্জিত ধারকের স্থিতিশক্তি	J (জুল)
১৩	যে কোনো মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা, $\epsilon = K\epsilon_0$	K = পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবক	

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
১৪	অসীম দূরত্ব হতে একক ধনাত্মক চার্জকে তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে আনতে কৃতকাজ, $W = V \times Q$	W = তড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে কৃতকাজ	J (জুল)
১৫	গাউসের সূত্র, তড়িৎফ্লাক্স $\phi_E = \int_s \vec{E}\partial\vec{A} = \frac{1}{\epsilon_0}q$	$\vec{E}$ = তড়িৎ ক্ষেত্র	$N.C^{-1}$ (নিউটন, কুলম্ব$^{-1}$)
		$\partial\vec{A} = 4\pi r^2$	m^2 (মিটার^2)
		q = আধান	C = কুলম্ব
১৬	সিলিন্ডারের ক্ষেত্রে তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য, $\therefore E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$	λ = প্রতি একক দৈর্ঘ্যের চার্জ	Cm^{-1} (কুলম্ব, মিটার$^{-1}$)
		E = তড়িৎ ক্ষেত্র	NC^{-1} (নিউটন, কুলম্ব$^{-1}$)

◉ আবিষ্কার ও আবিষ্কারক

বিষয়	আবিষ্কারক	সাল
তড়িৎ আবিষ্কারক	থেলিস	খ্রিষ্টপূর্ব ৬০০ অব্দ/খ্রিষ্টের জন্মের ৬০০ বছর পূর্বে
তড়িৎ এর ধারণা/ঘর্ষণে বিদ্যুৎ সৃষ্টির ধারণা	ড. গিলবার্ট	১৬০০
কুলম্বের সূত্র	চার্লস অগাষ্টিন ডি কুলম্ব	১৭৮৭
গাউসের সূত্র	কার্ল এফ গাউস/কাল ফ্রেডরিখ গাউস	১৮৩৫

RETINA Exclusive

- কাগজ ধারক এক প্রকার স্থিরমান সমান্তরাল পাতধারক
- কাগজ ধারকে প্যারাফিন মোমে ভিজানো পাতলা কাগজ পরাবিদ্যুতের কাজ করে।
- কুলম্ব: Torsion Balance এর আবিষ্কারক।

গাণিতিক সমস্যাবলী

১) লোহার নিউক্লিয়াসে অবস্থানরত দুটি প্রোটনের মধ্যে পারস্পরিক ক্রিয়াশীল বল কত যদি তাদের মধ্যে দূরত্ব 4×10^{-15} হয়?

সূত্র: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{d^2}$ [Ans : 14.4 নিউটন]

২) 1.6×10^{-9} C (বা $1.6 \times 10^{-3}\mu$C) চার্জে চার্জিত একটি ক্ষুদ্র গোলক বায়ুতে স্থাপন করা হলো। চার্জিত গোলকের কেন্দ্র হতে .15m (বা 15 cm) দূরে কোন বিন্দুতে বৈদ্যুতিক প্রাবল্য বের কর।

সূত্র: $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}$ [Ans : 640 NC^{-1}]

৩) একটি সুষম তড়িৎক্ষেত্রে 50 cm ব্যবধানে অবস্থিত দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 200V। তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য কত?

সূত্র: $E = \frac{dv}{dr}$ [Ans : 400 Vm^{-1}]

৪) একটি অন্তরীত পরিবাহীতে 50C চার্জ প্রদান করায় এর বিভব 100V হলো, পরিবাহীর ধারকত্ব নির্ণয় কর।

সূত্র: $E = \frac{q}{V}$ [Ans : 0.5 F]

৫) 10 cm ব্যসার্ধের একটি গোলকের পৃষ্ঠে 10 C আধান স্থাপন করলে এর পৃষ্ঠে তড়িৎ বিভব নির্ণয় কর।

সূত্র: $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r}$ [Ans : 9×10^{11} V]

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৬) $4\mu F$ এর একটি ধারককে $9.0V$ ব্যাটারি দ্বারা আহিত করলে এতে কি পরিমাণ শক্তি সঞ্চিত হবে?

সূত্র: $U = \frac{1}{2}CV^2$ [Ans : 1.62×10^{-4} J]

৭) কোনো বর্গক্ষেত্রের তিনটি কৌণিক বিন্দুতে যথাক্রমে $+6 \times 10^{-9}$ C, -12×10^{-9} C এবং 14×10^{-9} C আধান স্থাপন করা হলো। চতুর্থ কৌণিক বিন্দুতে কত আধান স্থাপন করলে বর্গক্ষেত্রের কেন্দ্রে তড়িৎ বিভব শূন্য হবে?

সূত্র: $Q4 = -(Q1 + Q2 + Q3)$ [Ans : -8×10^{-9} C]

৮) 100 V একটি ব্যাটারীর দু'প্রান্তের সাথে $4\mu F$ ও $8\mu F$ এর দুটি ধারক সমান্তরালে যুক্ত আছে। এদের তুল্য ধারকত্ব কত?

সূত্র: $Cp = C1 + C2$ [Ans : $12\mu F$]

৯) বায়ুতে $4C$ ও $5C$ দুটি চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব অসীম। এদের মধ্যে ক্রিয়াশীল বল কত?

সূত্র: $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{d^2}$ [Ans : 0]

Must To Know...

- দুটি চার্জিত বস্তুর একটি হতে অপরটিতে চার্জের আদান প্রদান বস্তু দুটির বিভবের উপর এবং মুক্ত ইলেক্ট্রন ঘনত্বের উপর নির্ভর করে।
- গোলকের ভিতর কোন বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য শূন্য হয়। পৃথিবীর বিভব শূন্য।
- তড়িৎ বল রেখা চার্জিত পরিবাহীর পৃষ্ঠের সাথে $90°$ কোণে অবস্থান করে।
- সমবিভব তলে কোন চার্জ প্রবাহিত হয় না। কোন বস্তুতে মোট চার্জ $q = ne$। প্রকৃতিতে ন্যূনতম চার্জের পরিমাণ 1.60218×10^{-19}C।
- তড়িৎ বিভব ও তড়িৎ প্রাবল্য পরস্পর সমানুপাতিক। দূরত্বের সাথে তড়িৎ বিভব হ্রাস পায়।
- তড়িৎ ক্ষেত্র ও তলের অভিলম্ব সমকোণে থাকলে – তড়িৎ ফ্লাক্স শূন্য।
- তড়িৎ ক্ষেত্র ও তলের অভিলম্ব সমান্তরালে থাকলে – তড়িৎ ফ্লাক্স সর্বাধিক।
- তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক একটি ভেক্টর রাশি। তড়িৎ দ্বিমেরু লম্ব দ্বিখন্ডক রেখার যে কোনো বিন্দুতে বিভব শূন্য। $\vec{P}$ ভ্রামক বিশিষ্ট একটি তড়িৎ দ্বিমেরু $\vec{E}$ প্রাবল্যের একটি সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে ঝুলানো থাকলে এর উপর প্রযুক্ত টর্ক = $\vec{P} \times \vec{E}$।
- পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের কোন একক হয় না। শূন্য মাধ্যমে পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান 1।
- সবচেয়ে বেশি চার্জ থাকে চার্জিত বস্তুর উত্তল তলে।
- তড়িৎ ক্ষেত্র ও তড়িৎ প্রাবল্যের একক NC^{-1}।
- দুটি সমান ধারকত্বের ধারককে প্রথমে শ্রেণীতে ও পরে সমান্তরালে যুক্ত করা হলে শ্রেণী ও সমান্তরাল তুল্য ধারকত্বের অনুপাত 1 : 4।
- যে কোনো পরিবাহীর অভ্যন্তরে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের মান শূন্য।

Home Practice...

০১. আধানের এসআই একক কোনটি?
A. কুলম্ব B. অ্যাম্পিয়ার C. নিউটন D. জুল

০২. ধনাত্মক আধান কোনদিকে বল লাভ করে?
A. প্রাবল্যের বিপরীতে B. প্রাবল্যের অভিমুখে C. উভয়দিকে D. কোনটিই নয়

০৩. তড়িৎ বলরেখাকে বর্তমানে কি বলা হয়?
A. আধান ঘনত্ব রেখা B. তড়িৎ বিভব রেখা C. বদ্ধ বক্ররেখা D. তড়িৎ ক্ষেত্র রেখা

০৪. অসীম থেকে প্রতি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে আনতে সম্পন্ন কাজের পরিমানকে কি বলে?
A. তড়িৎ বল B. তড়িৎ বিভব C. তড়িৎ আধান D. তড়িৎ প্রাবল্য

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

০৫. চার্জিত একটি লম্বা চোঙের দরুন তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য–

A. $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ B. $E = 0$ C. $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r}$ D. $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$

০৬. তড়িৎদ্বিমেরুর দৈর্ঘ্যের লম্ব দ্বিখন্ডকের ওপর যেকোন বিন্দুতে তড়িৎ বিভব কত হবে?

A. সর্বোচ্চ B. শুন্য C. অপরিমেয় D. সর্বনিম্ন

০৭. তড়িৎ দ্বিমেরুর জন্য তড়িৎ প্রাবল্যের সাথে দূরত্বের সম্পর্ক কোনটি?

A. বর্গের সমানুপাতিক B. ঘনফলের সমানুপাতিক C. ঘনফলের ব্যস্তানুপাতিক D. বর্গের ব্যস্তানুপাতিক

০৮. গোলকের ধারকত্ব এর ব্যাসার্ধের–

A. সমানুপাতিক B. ব্যস্তানুপাতিক C. সমান D. বর্গের সমানুপাতিক

০৯. শূন্যস্থানের ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবকের মান কত?

A. 1.0000 B. 80.0 C. 100 D. 2.3

১০. বায়ুতে 1Km ব্যবধানে অবস্থিত 1 কুলম্বের দুটি আধানের মধ্যবর্তী বল কত? $[F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q_1 q_2}{d^2}]$

A. 9×10^9N B. 9×10^3N C. 9×10^6N D. 9×10^{12}N

১১. 9.1×10^{-31}kg ভর বিশিষ্ট একটি ইলেকট্রনকে কোন তড়িৎক্ষেত্রে স্থাপন করার পর ইলেকট্রনের ওজনের সমান বল অনুভব করতে তড়িৎক্ষেত্রের প্রাবল্য কত হতে হবে? $[E = K\frac{F}{q} \times \frac{mg}{q}]$

A. 5.57×10^{-11}NC^{-1} B. 9×10^9NC^{-1} C. 640NC^{-1} D. 27000NC^{-1}

১২. সুষম তড়িৎ ক্ষেত্রে 50cm ব্যবধানে অবস্থিত দুটি বিন্দুর বিভব পার্থক্য 200V হলে প্রাবল্য কত হবে? $[E = \frac{V}{d}]$

A. 400Vm^{-1} B. 200Vm^{-1} C. 100Vm^{-1} D. 4.37Vm^{-1}

১৩. 10cm ব্যাসার্ধের একটি গোলকের পৃষ্ঠে 10C আধান স্থাপন করলে এর কেন্দ্রে তড়িৎ বিভব কত হবে? $[V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r}]$

A. 9×10^9V B. 9×10^3V C. 9×10^{11}V D. 9×10^6V

১৪. সমান ধারকত্বের দুটি ধারকের সমান্তরাল সংযোগে থাকাকালীন ধারকত্ব শ্রেণী সংযোগে থাকাকালীন ধারকত্বের কতগুণ? [Cp= n^2Cs]

A. 2 গুণ B. 4 গুণ C. 8 গুণ D. 16 গুণ

১৫. তড়িৎ ভেদন যোগ্যতার একক কোনটি?

A. $C^2N^{-1}m^{-2}$ B. $C^{-1}N^2m^{-2}$ C. Nm^2C^{-2} D. $Nm^{-2}C^{-2}$

১৬. বায়ুর তড়িৎ মাধ্যমাঙ্ক কত?

A. 1.0005 B. 2.7 C. 2.8 D. 7.0

১৭. পরিবাহীর পৃষ্ঠের কোন বিন্দুর চারিদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপরস্থ আধানের পরিমানকে কোনটি বলা হয় না?

A. আধান ঘনত্ব B. তলমাত্রিক ঘনত্ব C. প্রাবল্য ঘনত্ব D. পৃষ্ঠমাত্রিক ঘনত্ব

১৮. কোনটি তড়িৎ বলরেখার ধর্ম নয়?

A. খোলা বক্ররেখা
B. পরিবাহীর অভ্যন্তরে প্রচুর বলরেখা উপস্থিত
C. পরস্পরের ওপর আড়াআড়িভাবে চাপ দেয়
D. ধনাত্মকভাবে আহিত পরিবাহীর পৃষ্ঠ হতে লম্বভাবে বের হয়

১৯. অসীম থেকে প্রতি কুলম্ব আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে আনতে 1 জুল কাজ সম্পন্ন হলে ঐ বিন্দুর বিভবকে কি বলে?

A. 1 ভোল্ট B. 1 নিউটন C. 1 জুল D. 1 কুলম্ব

২০. একজোড়া সমান ও বিপরীতধর্মী বিন্দু আধান অল্প দূরত্বে অবস্থিত থাকলে তাকে কি বলা হয়?

A. সমান্তরাল ধারক B. দ্বিমেরু ভ্রামক C. তড়িৎ দ্বিমেরু D. তড়িৎ ধারক

Answer:	1. A	2. B	3. D	4. B	5. C	6. B	7. C	8. A	9. A	10. B
	11. A	12. A	13. C	14. B	15. A	16. A	17. C	18. B	19. A	20. C

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৩য় অধ্যায়

চল তড়িৎ

◉ এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

◗ প্রসঙ্গ ◖	◗ যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে ◖
☞ বিদ্যুৎ প্রবাহ ও ওহমের সূত্র	[M: 16-17, 15-16, 14-15, 13-14, 07-08, 02-03, 00-01]; [D: 18-19, 03-04, 02-03, 00-01]
☞ জুলের তাপীয় ক্রিয়ার সূত্র	[M: 15-16, 12-13, 05-06, 00-01]; [D: 16-17, 07-08, 05-06]
☞ তড়িৎ কোষ	[M: 05-06, 00-01]; [D: 05-06, 04-05]
☞ বিদ্যুৎ কোষের সমবায়	[M: 03-04, 00-01]; [D: 08-09, 03-04]
☞ কির্শফের সূত্র	[M: 17-18, 15-16]; [D: 17-18, 16-17, 08-09, 04-05]
☞ শান্ট	[M: 18-19]

তড়িৎ প্রবাহ

➥ তড়িৎ প্রবাহঃ কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে কোনো নির্দিষ্ট দিকে মুক্ত চার্জের প্রবাহ হল তড়িৎ প্রবাহ।

◉ বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা

সংজ্ঞা	কোন পরিবাহীর যে কোন প্রস্থচ্ছেদের ভিতর দিয়ে চার্জ প্রবাহের হারকে (একক সময়ে যে পরিমাণ চার্জ বা ইলেকট্রন প্রবাহিত হয়) বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা বা শুধু বিদ্যুৎ প্রবাহ বলে।
প্রকাশ	তড়িৎ / বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা, I = চার্জ প্রবাহের হার $= \frac{\text{প্রবাহিত চার্জ}}{\text{ব্যয়িত সময়}}$ $= \frac{Q}{t}$ $\therefore I \propto Q$ সুতরাং, বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা প্রবাহিত চার্জের সমানুপাতিক।
একক	Ampere (A)
অ্যাম্পিয়ার	পরিবাহীর কোন প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে অভিলম্বভাবে 1 সেকেন্ডে 1 কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হলে যে প্রবাহমাত্রা পাওয়া যায় তা হল 1 অ্যাম্পিয়ার। $\therefore 1\ A = 1Cs^{-1}\left(\frac{Coulomb}{second}\right)$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ অ্যাম্পিয়ারের আন্তর্জাতিকভাবে গৃহীত সংজ্ঞা

➥ শূণ্যস্থানে পরস্পর থেকে এক মিটার দূরে অবস্থিত অসীম দৈর্ঘ্যের দুটি সমান্তরাল পরিবাহীর প্রত্যেকটিতে সমান যে মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে পরস্পর পরস্পরের মধ্যে প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে 2×10^{-7} N বল প্রয়োগ করবে তাকে এক অ্যাম্পিয়ার বলা হয়।

➥ সিলভার ভোল্টামিটারের $AgNO_3$ দ্রবনে যে মাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহের ফলে প্রতি সেকেন্ডে 0.001182×10^{-3} কিলোগ্রাম রূপা ক্যাথোডের উপর জমা হয় তাকে বিদ্যুৎ প্রবাহের এক আন্তর্জাতিক অ্যাম্পিয়ার (international ampere) বলে।

➥ 1 মিলি অ্যাম্পিয়ার = 10^{-3} অ্যাম্পিয়ার (A)

1 মাইক্রো অ্যাম্পিয়ার = $\mu A = 10^{-6}$ অ্যাম্পিয়ার (A)

➥ একটি পরিবাহীর ভিতর দিয়ে ধনাত্মক চার্জ যে দিকে অগ্রসর হয় সেটাই বিদ্যুৎ প্রবাহের অভিমুখ বলে ধরা হয়।

◉ রোধ

সংজ্ঞা	পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ বাধাপ্রাপ্ত হয় তা হলো পরিবাহীর রোধ।
একক	ওঁম (ohm, Ω)
সমীকরণ	$1\Omega = \frac{1V\ (Volt)}{1A\ (Amp)} = 1VA^{-1}$
নির্ভরশীলতা	• কোন পরিবাহীর রোধ চারটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে ১. পরিবাহীর দৈর্ঘ্য (L) ২. পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল (A) ৩. পরিবাহীর উপাদান (E) ও ৪. পরিবাহীর তাপমাত্রা (T)

মনে রাখা সহজ...

রোধের নির্ভরশীলতা: **LATE**

L	A	T	E
↓	↓	↓	↓
Length	Area	Temperature	Element

◉ রোধের সূত্রসমূহ

দৈর্ঘ্যের সূত্র	প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল (A) ও উপাদান একই হলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পরিবাহীর (R) রোধ এর দৈর্ঘ্যের (L) সমানুপাতিক $R \propto L$; যখন A ধ্রুবক
প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল সূত্র	দৈর্ঘ্য ও উপাদান একই হলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় পরিবাহীর রোধ এর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক। $R \propto \frac{1}{A}$; যখন L ধ্রুবক
উপাদানের সূত্র	দৈর্ঘ্য এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল একই হলে নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় বিভিন্ন উপাদানে তৈরী বিভিন্ন বস্তুর রোধ বিভিন্ন। $\rho = \frac{RA}{L} = \frac{R \times \pi r^2}{L}$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ পরিবাহিতা

সংজ্ঞা	রোধের বিপরীত রাশি হল পরিবাহিতা (conductance)
প্রকাশ	G
একক	mho বা siemens (S) বা $(ohm)^{-1}$
সমীকরণ	$G = \frac{1}{R}$
বিশেষ তথ্য	• ধাতব পদার্থের তড়িৎ পরিবাহিতা বেশি। তার মধ্যে রুপার পরিবাহিতা সবচেয়ে বেশি • তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে ধাতব পরিবাহীর পরিবাহিতা হ্রাস পায়

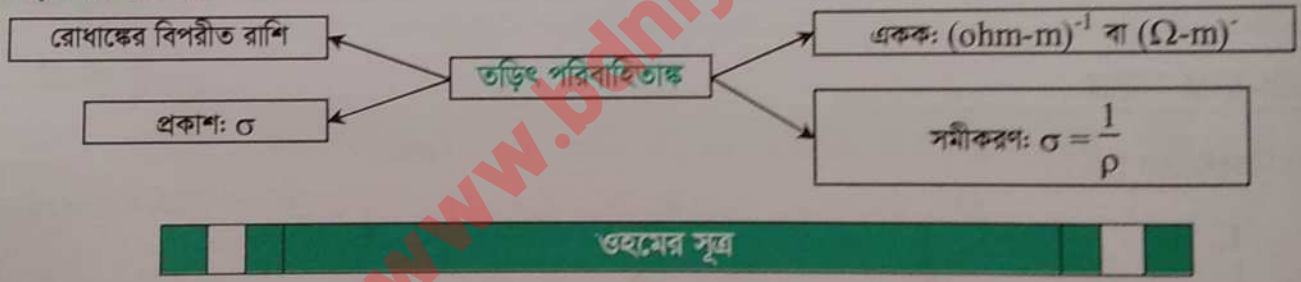
◉ রোধত্ব বা আপেক্ষিক রোধ

সংজ্ঞা	নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় একক দৈর্ঘ্য ও একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলবিশিষ্ট কোনো পরিবাহীর রোধকে রোধাঙ্ক বা আপেক্ষিক রোধ বলা হয়।
প্রকাশ	ρ
একক	ohm-m বা Ω-m

◉ অতিপরিবাহিতা

সংজ্ঞা	অতি নিম্ন তাপমাত্রায় যখন কোন পরিবাহীর রোধ শূন্যে নেমে আসে, পদার্থটিকে অতিপরিবাহী (Super Conductor) বলে।
উদাহরণ	4.2 K তাপমাত্রার নিচে পারদ অতিপরিবাহিতা প্রদর্শন করে

◉ তড়িৎ পরিবাহিতাঙ্ক



ওহমের সূত্র

জর্জ সাইমন ও'ম সূত্রটি প্রণয়ন করেন।

➥ সূত্র: তাপমাত্রা স্থির থাকলে কোন নির্দিষ্ট পরিবাহীর মধ্য দিয়ে যে তড়িৎ প্রবাহ চলে তা পরিবাহীর দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্যের সমানুপাতিক।

$\therefore I \propto V$

বা, $I = GV$ [G = পরিবাহিতা]

বা, $I = \frac{1}{R}V$ $[\because G = \frac{1}{R}]$

$\therefore V = IR$

পড়ায় পরে, মনয় করে...

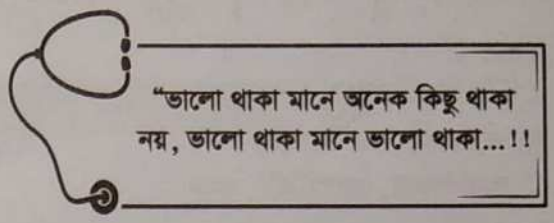
1 Mega ohm, $M\Omega = 10^6\ \Omega$
1 Kilo ohm, $K\Omega = 10^3\ \Omega$
1 Mili ohm, $m\Omega = 10^{-3}\ \Omega$
1 Micro ohm, $\mu\Omega = 10^{-6}\ \Omega$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ বিভিন্ন পদার্থের আপেক্ষিক রোধ

পদার্থ (0°C তাপমাত্রায়)	আপেক্ষিক রোধ ρ (Ω. m)
রূপা	1.51×10^{-8}
তামা	1.56×10^{-8}
সোনা	2.04×10^{-8}
অ্যালুমিনিয়াম	2.45×10^{-8}
টাংস্টেন	4.90×10^{-8}
নিকেল	6.10×10^{-8}
লোহা	8.90×10^{-8}
প্লাটিনাম	9.81×10^{-8}



বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. তারের রোধ বৃদ্ধির জন্য নিচের কোনটি দায়ী? [M: 18-19]

A. তারের দৈর্ঘ্য কমে গেলে
B. তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পেলে
C. তারের উষ্ণতা বৃদ্ধি পেলে
D. তারের আয়তন বৃদ্ধি পেলে

Ans: C

2. একটি ধাতব রোধের উষ্ণতা 10° C হতে 100° C পর্যন্ত বৃদ্ধি পেলে এর রোধ 10% বাড়ে। ধাতুটির রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক কত? [M: 16-17]

A. $0.02° C^{-1}$ B. $0.002° C^{-1}$ C. $0.01° C^{-1}$ D. $0.001° C^{-1}$

Solve: $R_\theta = R_0 (1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow 110 = 100 (1 + \alpha\Delta\theta) \Rightarrow 1 + \alpha(100 - 10) = 1.1 \Rightarrow 90\alpha = 0.1$
$\Rightarrow \alpha = 0.001° C^{-1}$

Ans: D

3. কোন এককের প্রকাশটি সঠিক? [M: 16-17]

A. চার্জ–W B. তড়িৎ প্রবাহ–A C. বিভব পার্থক্য–C D. তড়িৎ রাসায়নিক তুল্যাঙ্ক–JS^{-1}

Ans: B

4. একটি তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে রোধ কি হবে? [M: 15-16]

A. দ্বিগুণ B. অর্ধেক C. একই থাকবে D. রোধের মাত্রার উপর নির্ভর করবে

Ans: A

5. একটি তারকে নির্দিষ্ট বিভব পার্থক্যে সংযোগ করা হলো। তারের পুরুত্ব বৃদ্ধি করলে কোনটি বৃদ্ধি পাবে? [M: 15-16]

A. বিদ্যুৎ প্রবাহ
B. তারের ভিতরে ইলেকট্রনের প্রবাহ গতিবেগ
C. তারের রোধ
D. তারের বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র

Ans: A

6. প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল দ্বিগুণ করা হলে রোধ কি পরিমাণ হবে? [M: 14-15]

A. 4 গুণ B. অর্ধেক C. 3 গুণ D. দ্বিগুণ

Ans: B

7. কোন পরিবাহীর রোধ কিসের উপর নির্ভরশীল নয়? [M: 13-14]

A. তাপমাত্রা B. উপাদান C. প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল D. চাপ

Ans: D

8. গ্যালভানোমিটার যন্ত্রের সাহায্যে কোন বর্তনীর তড়িৎ প্রবাহের কী নির্ণয় করা যায়? [M: 13-14]

A. অস্তিত্ব ও পরিমাণ B. বিভব পার্থক্য ও রোধ C. কেবল প্রবাহমাত্রা D. প্রবাহমাত্রা ও রোধ

Ans: A

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

9. একটি মোটর গাড়ির হেডলাইটের ফিলামেন্ট 5A তড়িৎপ্রবাহ বহন করে। এর প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য 6V; ফিলামেন্টের রোধ নিম্নের কত ওহম (Ω)? [M: 07-08, 00-01]

A. 2.0 B. 1.0 C. 1.2 D. 1.5

Solve: $I = \frac{V}{R} \Rightarrow R = \frac{V}{I} = \frac{6V}{5A} = 1.2\Omega$

Ans: C

10. AVO তিনটি শব্দের দ্বারা আমরা বুঝি? [M: 03-04]

A. অ্যানালগ, ভোল্ট, ওহম
B. অ্যাম্পিয়ার, ভোল্ট, ওহম
C. অ্যাম্পিয়ার, ভেলোসিটি, ওহম
D. অ্যানালগ, ভোল্ট, অলটারনেটর

Ans: B

11. ওহমের সূত্রে স্থির থাকে- [M: 02-03]

A. তড়িৎ প্রবাহের মাত্রা B. তাপমাত্রা C. বিভব পার্থক্য D. রোধ

Ans: B

12. আপেক্ষিক রোধের একক হলো- [M: 02-03]

A. Ω B. Ω – m C. $(\Omega - m)^{-1}$ D. $(\Omega - m)^2$

Ans: B

13. রোধের বেলায় কোন উক্তিটি সঠিক নয়? [M: 00-01]

A. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে পরিবাহকের রোধ তার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের সমানুপাতে পরিবর্তিত হয়

B. পরিবাহকের রোধ উহার উপাদানের উপর নির্ভর করে

C. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল স্থির থাকলে পরিবাহকের রোধ তাহার দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক হারে পরিবর্তিত হয়

D. নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় নির্দিষ্ট উপাদানের পরিবাহকের দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে পরিবাহকের রোধ তার প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতে পরিবর্তিত হয়

Ans: A

◉ রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক বা উষ্ণতা গুণাঙ্ক

সংজ্ঞা	প্রতি ডিগ্রী সেলসিয়াস তাপমাত্রা বৃদ্ধির জন্য একক রোধসম্পন্ন কোন পরিবাহীর রোধের যে পরিবর্তন হয় তাকে উক্ত পরিবাহীর রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক বা উষ্ণতা গুণাঙ্ক বলে।
একক	$(°C^{-1})$ বা K^{-1}
প্রকাশ	$R_\theta = R_0 (1+\alpha\theta)$ এখানে, $R_0 = 0°C$ তাপমাত্রায় রোধ, $R_\theta = \theta° C$ তাপমাত্রায় রোধ, α = রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক।

Must To Know...

- পরিবাহীতে বিভিন্ন ধাতু ও অধিকাংশ সংকর ধাতুর ক্ষেত্রে রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক, α ধনাত্মক। এদের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে রোধ বাড়ে।
- জার্মেনিয়াম, সিলিকন, কার্বন, থার্মিস্টর অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে এর মান ঋণাত্মক। এক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে রোধ হ্রাস পায়।
- অধাতব, অন্তরক পদার্থের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে রোধ হ্রাস পায়।
- অতি নিম্ন তাপমাত্রায় পরিবাহীর রোধ প্রায় শূণ্যমান লাভ করে। পরিবাহীর এ অবস্থাকে অতিপরিবাহিতা (Super Conductor) বলে।
- 4.2K তাপমাত্রার নিচে পারদ অতি পরিবাহিতা প্রদর্শন করে।

[Ref: তপন স্যার]

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

পড়ায় পরে, সময় করে...

- নাইক্রোম (নিকেল, লৌহ এবং ক্রোমিয়ামের সংকর ধাতু) ও ম্যাঙ্গানিজ এর তাপমাত্রার পরিবর্তনে রোধের খুব কম পরিবর্তন ঘটে।
- ভলকানাইজড রাবারের 24°C বা 297 K এ যে রোধ হয়, 0°C বা 273 K এ তার চারগুণ রোধ হয়।
- থার্মিস্টর এর সাহায্যে খুব অল্প তাপমাত্রার পরিবর্তন (0.005°C) নির্ণয় করা যায়।

জুলের তাপীয় ক্রিয়ার সূত্র

- জেমস্ প্রেসকট জুল ১৮৪১ খ্রিস্টাব্দে তিনটি সূত্র প্রদান করেন।

বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার সূত্র	বিদ্যুৎবাহী পরিবাহীর রোধ R ও বিদ্যুৎ প্রবাহ কাল t অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুণ উদ্ভূত তাপ **বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার বর্গের সমানুপাতিক**। $H \propto i^2$, যদি R এবং t স্থির থাকে। $\frac{H_1}{i_1^2} = \frac{H_2}{i_2^2} = \frac{H_3}{i_3^2} = \ldots\ldots\ldots = \text{ধ্রুবক}$
রোধের সূত্র	বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ও বিদ্যুৎপ্রবাহ কাল অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুণ উদ্ভূত তাপ পরিবাহীর **রোধের সমানুপাতিক**। $H \propto R$, যদি i এবং t স্থির থাকে। $\frac{H_1}{R_1} = \frac{H_2}{R_2} = \frac{H_3}{R_3} = \ldots\ldots\ldots = \text{ধ্রুবক}$
সময়ের সূত্র	বিদ্যুৎবাহী পরিবাহীর রোধ এবং বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুণ উদ্ভূত তাপ বিদ্যুৎ **প্রবাহের কালের সমানুপাতিক**। অর্থাৎ $H \propto t$, যদি i এবং R স্থির থাকে। $\frac{H_1}{t_1} = \frac{H_2}{t_2} = \frac{H_3}{t_3} = \ldots\ldots\ldots = \text{ধ্রুবক}$

পড়ায় পরে, সময় করে...

- জুলের ৩টি সূত্র একত্র করে,
  $H \propto I^2Rt$
  বা, $H = K I^2Rt$ [K সমানুপাতিক ধ্রুবক = 0.24]
  বা, $H = 0.24 \times I^2Rt$
- $W = JH$
  $H = \frac{W}{J} = \frac{I^2Rt}{J} = 0.24 \times I^2Rt = 0.24 \times VIt$

"হে মুমিনগণ তোমরা সকলেই আল্লাহর কাছে তওবাহ কর, যাতে তোমরা সফলকাম হতে পার" - সূরা আন নূর

- যে রোধক সরবরাহকৃত সম্পূর্ণ বৈদ্যুতিক শক্তিকে তাপ উৎপন্ন করতে ব্যবহার করে, তাকে নিষ্ক্রিয় রোধক বলা হয়।

তাপের যান্ত্রিক সমতুল/তাপের যান্ত্রিক সমতা

সংজ্ঞা	একক তাপ উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ কাজ করতে হয় বা একক তাপ দ্বারা যে পরিমাণ কাজ করা যায় তাকে তাপের যান্ত্রিক সমতুল/সমতা বলা হয়।
প্রকাশ	J
মান	4.2 J/cal বা 4.186 J/cal
ক্যালরি	এক গ্রাম বিশুদ্ধ পানির তাপমাত্রা এক ডিগ্রি সেলসিয়াস (1°C) বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপকে এক ক্যালরি (1 Cal) বলে। 1 জুল = 0.24 ক্যালরি অথবা 0.238 ক্যালরি 1 ক্যালরি = 4.2 জুল

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

জানা আছে কি?

তাপের যান্ত্রিক সমতা নির্ণয়ের পদ্ধতি

১. জুলের পদ্ধতি

২. ক্যালেন্ডার বা বার্ণস এর পদ্ধতি

◉ বৈদ্যুতিক শক্তি

সংজ্ঞা	কোন পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বৈদ্যুতিক চার্জ বা আধান প্রেরণ করতে কোন বৈদ্যুতিক যন্ত্র বা উৎসকে যে কাজ করতে হয় তাকে ঐ উৎসের বৈদ্যুতিক শক্তি বলে।
সমীকরণ	$U=W=VQ=VIt$
একক	জুল (1 জুল = 1 ভোল্ট × 1 অ্যাম্পিয়ার × 1 সেকেন্ড)

◉ বৈদ্যুতিক ক্ষমতা

সংজ্ঞা	কোন বৈদ্যুতিক যন্ত্র বা উৎসের কাজ করার হারকে অর্থাৎ একক সময়ে সম্পাদিত কাজকে উক্ত যন্ত্রের ক্ষমতা বলে।
প্রকাশ	P
সমীকরণ	বৈদ্যুতিক ক্ষমতা $= \frac{\text{সম্পাদিত কাজ}}{\text{সময়}}$ $\therefore P = \frac{W}{t} = \frac{VIt}{t} = VI = I^2R = \frac{V^2}{R}$
একক	ওয়াট (Watt) ওয়াট $= \frac{\text{জুল}}{\text{সেকেন্ড}}$ $W = \frac{J}{S}$ (প্রতি সেকেন্ড 1 জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক ওয়াট বলে।)

Must To Know...

➥ ১ অশ্ব শক্তি = 746 ওয়াট

➥ ১ কিলোওয়াট, 1 KW = 1000 W

➥ **ওয়াট ঘন্টা:** এক ওয়াট ক্ষমতাসম্পন্ন কোন যন্ত্র 1 ঘন্টা কাজ করলে যে শক্তি ব্যয়িত হয় তাকে 1 ওয়াট ঘন্টা বলে।

1 ওয়াট ঘন্টা = 1 ওয়াট ×1 ঘন্টা

$= \frac{1 \text{ জুল}}{\text{সেকেন্ড}} \times 60 \times 60$ সেকেন্ড

= 3600 জুল

$\therefore$ 1 Wh = 3600 J

➥ ১ কিলোওয়াট ঘন্টা, $1 \text{ KWh} = 3.6 \times 10^6 \text{ J}$

$= 36 \times 10^5 \text{ J}$

➥ কিলোওয়াট ঘন্টাকে বোর্ড অব ট্রেড (B.O.T) একক বা ব্যবসায়িক একক বা সাধারণত ইউনিট (Unit) বলা হয়।

B.O.T = 1 KWh = 1 unit

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. একটি এনার্জি বাল্বের গায়ে 220V – 20W লেখা আছে। বাল্বটির ভেতর দিয়ে তড়িৎ প্রবাহ কত? [D: 16-17]

A. $\frac{3}{10}$ A B $\frac{1}{11}$ A C. $\frac{1}{5}$ A D. $\frac{5}{11}$ A

Ans: B

2. একটি 220V এর হিটার 110V এ চালালে উৎপাদিত তাপ- [M: 15-16]

A. অর্ধেক হবে B. দ্বিগুণ হবে C. $\frac{1}{4}$ গুণ হবে D. একই পরিমাণ হবে

Ans: C

3. ফিউজ তারের বৈশিষ্ট্য কোনটি? [M: 15-16]

A. কম রোধ এবং উচ্চ গলনাঙ্ক B. উচ্চ রোধ এবং উচ্চ গলনাঙ্ক
C. উচ্চ রোধ এবং কম গলনাঙ্ক D. কম রোধ এবং কম গলনাঙ্ক

Ans: D

4. 1 জুল = নিম্নের কত ক্যালরি? [M: 12-13]

A. 4.184 B. 0.42 C. 4.814 D. 0.24

Ans: D

5. নিম্নের কোনটি বৈদ্যুতিক ক্ষমতার একক? [D: 07-08]

A. জুল B. ভোল্ট C. অ্যাম্পিয়ার D. ওয়াট

Ans: D

6. 140 ভোল্টের একটি ডায়নামো 65 ওহম রোধের একটি বাতির ভিতর দিয়ে 2 অ্যাম্পিয়ার তড়িৎপ্রবাহ পাঠায়। বাতির ব্যয়িত ক্ষমতা ওয়াটে নির্ণয় কর। [M: 05-06]

A. 280 W B. 220 W C. 420 W D. 240 W

Solve: $P = VI = 140\ V \times 2A = 280\ W$

Ans: A

7. একটি বৈদ্যুতিক ইস্ত্রিতে 220 ভোল্ট ও 1000 ওয়াট লিখা আছে, ইহার রোধ কত ওহম? [M: 13-14]

A. 48.4 Ω B. 44.8 Ω C. 60.0 Ω D. 40.0 Ω

Solve: $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{(220)^2}{1000} = \frac{220 \times 220}{1000} = 22 \times 2.2 = 48.4\ \Omega$

Ans: A

8. একটি বৈদ্যুতিক স্টোভের গায়ে 1000 watt এবং 200 volt লেখা আছে। গরম অবস্থায় এর রোধ কত হবে? [M: 05-06]

A. 40 Ω B. 50 Ω C. 80 Ω D. 60 Ω

Solve: $P = \frac{V^2}{R} \Rightarrow R = \frac{V^2}{P} = \frac{(200)^2}{1000} = 40\ \Omega$

Ans: A

9. কোন নির্দিষ্ট পরিবাহকের ভিতর দিয়ে একই পরিমাণ প্রবাহ বিভিন্ন সময় ধরে চললে, প্রবাহকাল দ্বিগুণ হলে উদ্ভূত তাপ দ্বিগুণ হবে, প্রবাহকাল অর্ধেক হলে উদ্ভূত তাপ অর্ধেক হবে। এই ব্যাখ্যাটি কোন সূত্রকে সর্মথন করে? [M: 00-01]

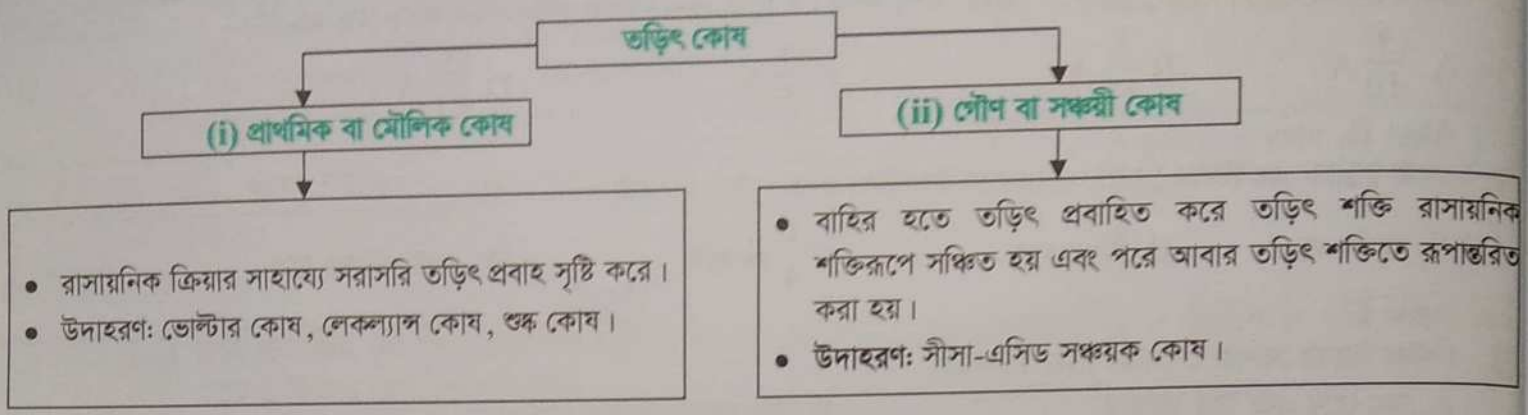
A. তাপ উৎপাদন সম্পর্কিত জুলের একটি সূত্র B. রোধের একটি সূত্র
C. ফ্যারাডের তড়িৎ বিশ্লেষণের একটি সূত্র D. কুলম্বের সূত্র

Ans: A

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

তড়িৎ কোষ



সংজ্ঞা	• অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহের কারণে যন্ত্রপাতিকে নষ্ট বা দূর্ঘটনা প্রতিরোধ করার জন্য বর্তনীতে শ্রেণি সমবায়ে কম গলনাঙ্কের যে পরিবাহী তার যুক্ত করা হয়।
গঠন উপাদান	• নিম্ন গলনাঙ্ক বিশিষ্ট সংকর ধাতু ব্যবহার করা হয়। • সাধারণত **তিন ভাগ সিসা ও এক ভাগ টিনের** মিশ্রণে সংকর ধাতু ফিউজ তার হিসেবে ব্যবহার করা হয় • সিসা ও টিনের মিশ্রণের তৈরি তারের গলনাঙ্ক 300° সে. এর কম।
কার্যপদ্ধতি	• অতিরিক্ত তড়িৎ প্রবাহিত হলে তারটি গরম হয় এবং গলে গিয়ে বিদ্যুৎ সরবরাহ বন্ধ করে দেয়।

◉ তড়িচ্চালক বল:

সংজ্ঞা	১. বহিঃবর্তনীর সংযোগ বিচ্ছিন্ন অবস্থায় কোষের দুই প্রান্তের সর্বোচ্চ বিভব পার্থক্যকে তড়িচ্চালক বল বলে। ২. যে চালিকা শক্তি বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ বজায় রাখে তাকে তড়িচ্চালক বল বলে। ৩. প্রতি একক আধানকে কোষ সমেত কোনো বর্তনীর এক বিন্দু থেকে সম্পূর্ণ বর্তনী ঘুরিয়ে আবার ঐ বিন্দুতে আনতে যে কাজ সম্পন্ন হয় অর্থাৎ কোষ যে তড়িৎ শক্তি সরবরাহ করে তাকে ঐ কোষের তড়িচ্চালক শক্তি বলে।
উৎস	• কোষ, ব্যাটারী, জেনারেটর।
প্রকাশ	ϵ বা $E\left(E=\frac{W}{q}\right)$
একক	ভোল্ট (Volt) = জুল/কুলম্ব $\left(\frac{J}{C}\right)$
সমীকরণ	$E = IR + Ir$ $I = \frac{E}{R+r}$

www.bdniyog.com

RETINA Exclusive

◉ বিভব পার্থক্য ও তড়িচ্চালক বলের মধ্যে তুলনা

বিষয়	বিভব পার্থক্য	তড়িচ্চালক বল বা শক্তি
১. বিদ্যুৎ চালনার প্রকৃতি	• বর্তনীর যেকোন দুই বিন্দুর মধ্যে বিদ্যুৎ চালনা করে	• কোষের বাইরে ও ভিতরে বিদ্যুৎ চালনা করে
২. কারণ না ফলাফল	• বিভব পার্থক্য হচ্ছে ফল	• তড়িচ্চালক বল হচ্ছে কারণ
৩. মান	• বর্তনীর কোন অংশের বিভব পার্থক্য বিদ্যুচ্চালক বল অপেক্ষা ছোট	• তড়িচ্চালক বল বর্তনীর কোন অংশের বিভব পার্থক্য অপেক্ষা বড়

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৪. যেখানে ঘটে	• বর্তনীর যেকোন দুই বিন্দুর মধ্যে	• এটি সমগ্র বর্তনীতে বিভব পার্থক্য সৃষ্টি করে
৫. মান স্থির কিনা?	• স্থির নয়	• স্থির
৬. বিদ্যুৎ প্রবাহের দিকের উপর নির্ভরশীলতা	• নির্ভর করে	• নির্ভর করে না
৭. প্রত্যাবর্তীতা	• এটি অপ্রত্যাবর্তক	• এটি প্রত্যাবর্তক
৮. স্থায়িত্ব	• এটি অস্থায়ী	• এটি স্থায়ী
৯. বোধগম্যতা	• বর্তনীর যে অংশে বিদ্যুৎশক্তি অন্য শক্তিতে পরিণত হয়, ঐ অংশে বিভব পার্থক্য আছে বোঝা যায়	• বর্তনীর যে অংশে অন্য কোন শক্তি বিদ্যুৎ শক্তিতে পরিণত হয়, ঐ অংশে তড়িচ্চালক বল আছে বোঝা যায়

◉ অভ্যন্তরীণ রোধ

সংজ্ঞা	কোষের অভ্যন্তরে বিদ্যুৎ প্রবাহ যে পরিমাণ বাধা পায় তাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।
প্রকাশ	r

◉ অপচয় বা নষ্ট ভোল্ট

সংজ্ঞা	বিদ্যুৎ কোষের বিদ্যুচ্চালক বলের একটি অংশ খরচ হয় অভ্যন্তরীণ রোধের বাধাকে অতিক্রম করতে, এই অংশকে বলা হয় অপচয় বা নষ্ট ভোল্ট।
সমীকরণ	$V = Ir$ $= E - IR$ $\therefore V < E$

➥ বাস্তবে বা কোষের মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহকালে কোষের দুই প্রান্তের বিভব পার্থক্য (V) তড়িচ্চালক বলের (E) এর চেয়ে কম হয়।

◉ তাড়ন বেগ

➥ ইলেক্ট্রন যে গড় বেগে প্রবাহিত হয় তাকে সঞ্চারণ বেগ বা তাড়ন বেগ বলে।

$I = nAve$ [এখানে, তাড়নবেগ = v, তড়িৎ প্রবাহ = I, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল = A, পরিবাহীর একক আয়তনে মুক্ত ইলেকট্রনের সংখ্যা = n, প্রত্যেক ইলেকট্রনের আধানের পরিমান = e]

◉ প্রবাহ ঘনত্ব

সংজ্ঞা	কোন পরিবাহীর প্রতি একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহকে প্রবাহ ঘনত্ব বলে।	
প্রকাশ	$J = \frac{I}{A} = \frac{nAve}{A} = nve$	I = তড়িৎ প্রবাহ A = প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $\because I = nAve$
একক	Am^{-2}	

পড়ার পরে, সময় করে...

তড়িচ্চালক বল সম্পর্কে কয়েকটি তথ্য

১. বিদ্যুচ্চালক বলের মান কোষের মাপের উপর নির্ভর করে না। কোষটি যে উপাদানের তৈরী তার উপর নির্ভর করে। একই উপাদানে তৈরী ভিন্ন মাপের কোষের তড়িচ্চালক বলের মান সমান হয়।

২. কোন কোষ থেকে মোট যে পরিমাণ তড়িৎ পাওয়া যায়, তাকে কোষের ক্ষমতা বলে। এর মান কোষের উপাদানের পরিমাণের উপর নির্ভর করে।

৩. কোন কোষের বিদ্যুৎ প্রবাহ বাড়াতে গেলে কোষটির পাত দুটিকে আকারে বড় করে বা পাত দুটিকে কাছাকাছি এনে তা করা যায়। উভয় ক্ষেত্রেই অভ্যন্তরীণ রোধ কমে যায় বলে বিদ্যুৎ প্রবাহের মান বেড়ে যায়। কোষের প্রান্ত দুটির মধ্যে লব্ধ বিভব পার্থক্য = কোষের বিদ্যুচ্চালক বল–অভ্যন্তরীণ রোধের জন্য বিভব পার্থক্য (অপচয় বা নষ্ট ভোল্ট) **[V = E – Ir]**

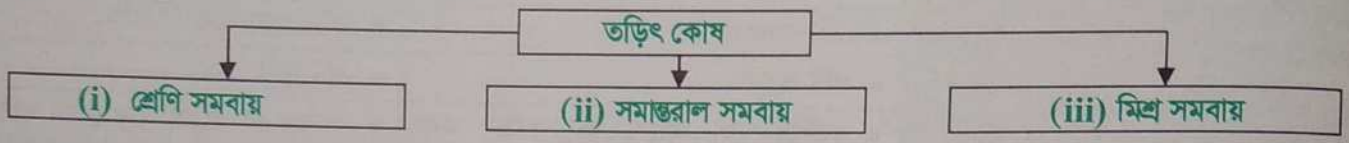
www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিদ্যুৎ কোষের সমবায়

সংজ্ঞা: কোন কোন ক্ষেত্রে বর্তনীতে বিদ্যুৎ প্রবাহ মাত্রা বা বিভব বৈষম্য পরিবর্তনের জন্য কতগুলো বৈদ্যুতিক কোষকে একত্রে যুক্ত করা হয়। একে বৈদ্যুতিক কোষের সমবায় বলে এবং এরূপ দলবদ্ধ বিদ্যুৎ কোষগুলোকে একত্রে ব্যাটারী বলে।

প্রকার: তিন প্রকার–



(i) শ্রেণি সমবায়

যদি কতকগুলো কোষকে এমনভাবে যুক্ত করা হয় যাতে প্রথমটির ঋণাত্মক পাতের সাথে দ্বিতীয়টির ধনাত্মক পাত; দ্বিতীয়টির ঋণাত্মক পাতের সাথে তৃতীয়টির ধনাত্মক পাত পর পর এভাবে যুক্ত থাকে; তবে বিদ্যুৎ কোষগুলোর এ সমবায়কে শ্রেণী সমবায় বলে।

মোট রোধ, $nr + R$

তুল্য রোধ, $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots + R_n$

প্রবাহমাত্রা, $i_s = \frac{\text{মোট বিদ্যুচ্চালক শক্তি}}{\text{মোট রোধ}} = \frac{nE}{nr + R}$

শ্রেণী সমবায়ের উপযোগিতা

যদি $nr << R$ হয় তবে, $i_s = \frac{nE}{R}$

এ অবস্থায় ব্যাটারীর কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি পায়।

যদি $nr >> R$ হয় তবে, $i_s = \frac{nE}{nr} = \frac{E}{r}$

এ অবস্থায় ব্যাটারীর কার্যক্ষমতা বাড়ে না।

(ii) সমান্তরাল সমবায়

যদি কতকগুলো বিদ্যুৎ কোষের ধনাত্মক পাতগুলো এক বিন্দুতে এবং ঋণাত্মক পাতগুলো অপর এক বিন্দুতে যুক্ত থাকে তবে বিদ্যুৎ কোষগুলোর এই **সমবায়কে সমান্তরাল** সমবায় বলে।

তুল্যরোধ $R_p = \frac{V}{I}$; $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots\ldots + \frac{1}{R_n}$

$i_p = \frac{\text{মোট বিদ্যুচ্চালক শক্তি}}{\text{মোট রোধ}} = \frac{E}{R + \frac{r}{n}} = \frac{nE}{nR + r}$

সমান্তরাল সমবায়ের উপযোগীতা

যদি $nR >> r$ হয় তবে, $i_p = \frac{nE}{nR} = \frac{E}{R}$.

এই অবস্থায় ব্যাটারীর কার্যক্ষমতা বৃদ্ধি পায় না।

যদি $nR << r$ হয় তবে, $i_p = \frac{nE}{r}$

এই অবস্থায় ব্যাটারীর কার্যক্ষমতা অনেক বৃদ্ধি পায়।

"আমাদের রব এই দুনিয়ার বিনিময়ে এমন জান্নাতের ওয়াদা করেছেন, যেখানে এই দুনিয়ার খারাপ মানুষগুলোর সাথে আমাদের আর কোনোদিন দেখা হবে না।"

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

(iii) মিশ্র সমবায়

কতকগুলো বিদ্যুৎ কোষ যদি এমনভাবে যুক্ত হয় যে এরা **কয়েকটি সারিতে বিভক্ত** এবং প্রত্যেক সারির কোষগুলো আবার শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত তবে এই সমবায়কে **মিশ্র সমবায়** বলা হয়।

- $I_m = \frac{\text{বর্তনীর মোট বিদ্যুচ্চালক বল}}{\text{বর্তনীর মোট রোধ}} = \frac{nE}{mR + nR}$

$I_{max} = \frac{nE}{2R}$

- $R = \frac{nr}{m}$ = মিশ্র সমবায়ের সমতুল্য অভ্যন্তরীণ রোধ।

খেয়াল করো...

➥ যখন $r << R$ হয়, তখন শক্তিশালী প্রবাহ পাওয়ার জন্য **শ্রেণী সমবায়** ব্যবহার করা হয়।

➥ যখন $r >> R$ হয়, তখন শক্তিশালী প্রবাহ পাওয়ার জন্য **সমান্তরাল সমবায়** ব্যবহার করা হয়।

কির্শফের সূত্র

প্রথম সূত্র/কারেন্ট সূত্র/জাংশন উপপাদ্য	বিদ্যুৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহমাত্রাগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হয়। inflow − outflow = 0 $\Rightarrow$ inflow = outflow $\Rightarrow \sum i = 0$
• দ্বিতীয় সূত্র • বর্তনী সূত্র • ভোল্টের সূত্র • লুপ উপপাদ্য	কোনো বদ্ধ বর্তনীর অন্তর্গত মোট বিদ্যুচ্চালক শক্তি (e.m.f) ঐ বর্তনীর বিভিন্ন শাখাগুলোর রোধ এবং তাদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত সংশ্লিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার গুণফলসমূহের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান। অথবা পরিবাহীর বর্তনীর মধ্যে যে কোনো বদ্ধ বর্তনীর বিভিন্ন অংশের রোধ এবং এদের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার গুণফলের বীজগাণিতিক যোগফল ঐ বদ্ধ বর্তনীতে মোট বিদ্যুচ্চালক শক্তির সমান হয়। একে **লুপ উপপাদ্য** বলা হয়। $\sum iR = \sum E$
কির্শফের সূত্রের ব্যবহার	১. বিদ্যুৎ প্রবাহ ও বিভব পার্থক্য নির্ণয় ২. হুইটস্টোন ব্রীজে কির্শফের সূত্রের ব্যবহার ৩. বিদ্যুৎ কোষের শ্রেণী সমবায়ের ক্ষেত্রে কির্শফের সূত্রের ব্যবহার (বিদ্যুৎ প্রবাহ ও বিভব পার্থক্য নির্ণয়)। ৪. বিদ্যুৎ কোষের সমান্তরাল সমবায়ে কির্শফের সূত্রের প্রয়োগ (বিদ্যুৎ প্রবাহ ও বিভব পার্থক্য নির্ণয়)।

পড়ার পরে, সময় করে...

➥ বর্তনীর কোথাও চার্জ সঞ্চিত বা সৃষ্টি হতে পারে না।

➥ কির্শফের ১ম সূত্র চার্জ সংরক্ষণের একটি উক্তি।

➥ কোন বদ্ধ বর্তনীতে সকল বিভবপতন এবং বিদ্যুচ্চালক বলের বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হয়।

➥ ও'মের সূত্রের সাহায্যে **সরল বর্তনীর** বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ও রোধ নির্ণয় করা যায়।

➥ কির্শফের সূত্র দিয়ে **সরল ও জটিল** উভয়ক্ষেত্রে বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ও রোধ নির্ণয় করা যায়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. তড়িৎ প্রবাহ ও বর্তনী সংক্রান্ত নিম্নের কোন সূত্রটি ভুল? [M:08-09]

A. $R_s = R_1 + R_2 + \ldots$ B. $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots$

C. $R_t = R_0 (1 + \alpha t)$ D. $I = \frac{R}{V}$

Ans: D

2. রোধের সমবায় কত প্রকার? [M:11-12]

A. ১ প্রকার B. ২ প্রকার C. ৩ প্রকার D. ৪ প্রকার

Ans: B

3. নিম্নের কোনটি বিদ্যুৎ কোষের সমবায় নয়? [M:03-04]

A. শ্রেণী সমবায় B. সমান্তরাল সমবায় C. মিশ্র সমবায় D. দ্বিমুখী সমবায়

Ans: D

4. 1.25 ভোল্ট এবং 0.75 ভোল্ট এর দুটি বিদ্যুৎ কোষকে সমান্তরাল সংযোগ করা হলে, উহার কার্যকর ভোল্টেজ হবে- [M:00-01]

A. 2.00 ভোল্ট B. 0.50 ভোল্ট C. 0.75 ভোল্ট D. 1.25 ভোল্ট

Solve: $\frac{1}{K_p} = \frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} \Rightarrow \frac{1}{K_p} = \frac{1}{1.25} + \frac{1}{0.75} = 2 \Rightarrow K_p = 0.469V \approx 0.5\ V$

Ans: B

হুইটস্টোন ব্রীজ

সংজ্ঞা	চারটি রোধ শ্রেণীবদ্ধভাবে সজ্জিত করে একটি আবদ্ধ লুপ তৈরী করলে যে চারটি সংযোগস্থল তৈরী হয়, তার যে কোন দুটি বিপরীত সংযোগস্থলের মাঝে একটি বিদ্যুৎ কোষ এবং অপর দুটি সংযোগস্থলের মাঝে গ্যালভানোমিটার সংযোগ দিলে যে বর্তনী তৈরি হয় তাকে হুইটস্টোন ব্রীজ বলে।
ব্যবহার	১. মিটার ব্রীজে (Metre bridge) ২. পোস্ট অফিস বক্সে (Post office box) ৩. পটেনশিওমিটারে
কিছু তথ্য	• সাম্যাবস্থায় হুইটস্টোন ব্রীজ এর ভিতর দিয়ে কোনো বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় না। তাই গ্যালভানোমিটারে বিক্ষেপও থাকে না। একে নিস্পন্দ অবস্থা বলা হয়। • স্যামুয়েল হান্টার ক্রিস্টি হুইটস্টোন ব্রীজ আবিষ্কার করেন। • $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$, অর্থাৎ, সাম্যাবস্থায় গ্যালভানোমিটারের উভয় প্রান্তের দুই পার্শ্বে যুক্ত রোধ দুটির অনুপাত সমান হবে।

জানা আছে কি?

➥ হুইটস্টোন ব্রীজে সাম্যাবস্থা বিঘ্নিত হয় ৩টি কারণে

১. যখন পরিবর্তিত রোধের গ্যালভানোমিটার ব্যবহার করা হয়

২. যখন তড়িচ্চালক বলের মান পরিবর্তিত হয়

৩. যখন গ্যালভানোমিটার ও তড়িৎ কোষের অবস্থানের বিনিময় হয়

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

শান্ট

সংজ্ঞা	গ্যালভানোমিটার বা সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যাতে উচ্চমাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে না পারে তার জন্য যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে স্বল্প মানের যে রোধ যুক্ত করা হয় তাকে শান্ট বলে।
কিছু তথ্য	শান্ট কথাটির অর্থ হলো ভিন্ন পথে চালিত করা, ভিন্ন পথ অনুসরণ করা। • শান্ট সমান্তরাল সমবায়ে রোধক সজ্জার ব্যবহারিক প্রয়োগ। • শান্টের প্রবাহ = মূল প্রবাহ × $\frac{\text{যন্ত্রের রোধ}}{\text{যন্ত্রের রোধ + শান্টের রোধ}}$ $I_s = I \times \frac{G}{G+S}$ • যন্ত্রের প্রবাহ = মূল প্রবাহ × $\frac{\text{শান্টের রোধ}}{\text{শান্টের রোধ + যন্ত্রের রোধ}}$ $I_g = I \times \frac{S}{G+S}$ • শান্টের রোধ শূণ্য হলে সকল বিদ্যুৎ প্রবাহ শান্টের মধ্য দিয়ে যাবে। • শান্টের রোধ অসীম হলে সকল প্রবাহ গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে যাবে। • $\frac{G+S}{S}$ কে শান্টের গুণন ক্ষমতা বা শান্টের গুণক বলা হয়। • $S = \frac{r}{(n-1)}$ [Ref: তপন স্যার] বা, $S = \frac{G}{(n-1)}$ [Ref: ইসহাক স্যার] • গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে মূল প্রবাহের অংশ পাঠাতে হলে ব্যবহৃত শান্টের রোধ গ্যালভানোমিটারের রোধের $\frac{1}{n-1}$ অংশ হতে হবে। $I_s = \frac{(n-1)}{n} . I$
শান্টের ব্যবহার	১. শান্টের ব্যবহারিক প্রয়োগ দেখা যায় অ্যামিটারে। (যে যন্ত্রের সাহায্যে বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ সরাসরি অ্যাম্পিয়ার এককে পরিমাপ করা যায় তাকে অ্যামিটার বলে।) ২. গ্যালভানোমিটারের বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা হ্রাস করা যায় ও অতি বিদ্যুৎ প্রবাহজনিত ক্ষতির হাত থেকে রক্ষা করা যায়। ৩. উচ্চ বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা পরিমাপে একে ব্যবহার করা হয়। ৪. ভোল্টমিটার

পটেনশিওমিটার

সংজ্ঞা	বিভব পতন পদ্ধতি ও যে যন্ত্রের সাহায্যে ছোট মানের বিভব বৈষম্য ও বিদ্যুচ্চালক শক্তি সূক্ষ্ম ভাবে নির্ণয় করা যায় তাকে পটেনশিওমিটার বলে।
ব্যবহার	• বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ও রোধ নির্ণয় • দুটি কোষের তড়িচ্চালক বলের তুলনা • ছোট মানের রোধ ও বিভব বৈষম্য নির্ণয়

মিটার ব্রীজ

সংজ্ঞা	যে যন্ত্রে এক মিটার লম্বা সুষম প্রস্থচ্ছেদের একটি তারকে কাজে লাগিয়ে হুইটস্টোন ব্রীজের নীতি ব্যবহার করে কোনো অজানা রোধ নির্ণয় করা হয় তাকে মিটার ব্রীজ বলে। • মিটার ব্রীজ হুইটস্টোন ব্রীজের একটি ব্যবহারিক রূপ।

পোস্ট অফিস বক্স

১. কোন পরিবাহীর রোধ নির্ণয়
২. কোনো পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করা যায়

➥ এ যন্ত্রে হুইটস্টোন ব্রীজ নীতি অনুসরণ করে অজানা রোধ নির্ণয় করা যায়।

www.bdniyog.com

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. গ্যালভানো মিটারের তড়িৎ বর্তনীতে শান্ট ব্যবহার করা হয় কি উদ্দেশ্যে? [M: 18-19]
A. গ্যালভানো মিটারের বিদ্যুৎ প্রবাহ বাড়ানোর জন্য
B. গ্যালভানো মিটারের বিদ্যুৎ প্রবাহ কমানোর জন্য
C. গ্যালভানো মিটারের বিভব পার্থক্য বাড়ানোর জন্য
D. গ্যালভানো মিটারের বিভব পার্থক্য কমানোর জন্য
Ans: B

২. নিচের কোন যন্ত্রের সাহায্যে ছোটমানের রোধ ও বিদ্যুৎচালক শক্তি নির্ণয় করা যায়? [M: 17-18]
A. অ্যামিটার
B. গ্যালভানোমিটার
C. পোটেনশিওমিটার
D. মিটার ব্রীজ
Ans: C

৩. কোন যন্ত্রের সাহায্যে আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করা হয়? [M: 15-16]
A. মিটার ব্রীজ
B. ক্যালরিমিটার
C. পোটেনশিওমিটার
D. গ্যালভানোমিটার
Ans: A

৪. কোন বর্তনীর অজানা রোধ নির্ণয়ে কোন যন্ত্রটি ব্যবহৃত হয়? [M: 16-17]
A. পোস্ট-অফিস বক্স
B. মিটার ব্রীজ
C. পোটেনশিওমিটার
D. ক্যালকুলেটর
Ans: A

৫. পোস্ট অফিস বক্স যন্ত্রটি নিম্নের কোন কাজে ব্যবহৃত হয়? [D: 08-09]
A. বিভব পার্থক্য পরিমাপে
B. পোস্ট অফিসে
C. বৈদ্যুতিক রোধ পরিমাপে
D. বিদ্যুৎ পরিমাপে
Ans: C

৬. কির্শফের (Kirchhoff's) সূত্র ব্যবহৃত হয় না— [D: 04-05]
A. মিটার ব্রীজে
B. বিদ্যুৎ কোষের শ্রেণি বা সারিবদ্ধ সমবায়ে
C. হুইটস্টোন ব্রীজে
D. বিদ্যুৎ কোষের সমান্তরাল সমবায়ে
Ans: Blank

www.bdniyog.com

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণসমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
১	পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহমাত্র, $i = \frac{Q}{t}$	Q = মোট চার্জ	C (কুলম্ব)
		i = প্রবাহমাত্রা	A (অ্যাম্পিয়ার)
		t = সময়	s (সেকেন্ড)
২	ইলেক্ট্রনের তাড়ন দ্রুতি, $v = \frac{I}{nAe}$	n = একক আয়তনে মুক্ত ইলেক্ট্রন সংখ্যা	m^{-3} (মিটার$^{-3}$)
		A = পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল	m^2 (মিটার^2)
		e = ইলেক্ট্রনের চার্জ	C (কুলম্ব)
		v = তাড়ন দ্রুতি	ms^{-1} (মিটার সেকেন্ড$^{-1}$)
৩	ওমের সূত্র, (ক) $i = \frac{V}{R}$; (খ) $V = iR$; (গ) $R = \frac{V}{i}$	V = বিভব পার্থক্য	V (ভোল্ট)
		i = তড়িৎ প্রবাহমাত্রা	A (অ্যাম্পিয়ার)
		R = রোধ	Ω = (ওহম)
৪	পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ বা রোধাঙ্ক, $\rho = \frac{RA}{l}$	ρ = পরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ	Ω – m (ওহম – মিটার)
		A = ক্ষেত্রফল	m^2 (মিটার^2)
		l = দৈর্ঘ্য	m (মিটার)

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
৫	$\alpha = \frac{R_t - R_0}{R_0 t}$	$R_0 = 0°C$ তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর রোধ	Ω (ওহম)
		$R_t = t°C$ তাপমাত্রায় কোনো পরিবাহীর রোধ	Ω (ওহম)
		α = উপাদানের রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক	K^{-1} (কেলভিন)
৬	রোধের শ্রেণি সমবায়, $R_s = R_1 + R_2 + \ldots\ldots R_n$	$R_1 + R_2 + \ldots\ldots R_n$ শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত রোধকগুলোর রোধ	Ω (ওহম)
৭	রোধের সমান্তরাল সমবায়, $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots \frac{1}{R_n}$	$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \ldots\ldots \frac{1}{R_n}$ শ্রেণি সমবায়ে সংযুক্ত রোধকগুলোর রোধ	Ω (ওহম)
৮	কোষের শ্রেণি সমবায় এর ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $i = \frac{nE}{R+nr}$	n = কোষের সংখ্যা	
		E = তড়িৎচালক শক্তি	V (ভোল্ট)
		r = অভ্যন্তরীণ রোধক	Ω (ওহম)
৯	কোষের সমান্তরাল সমবায় এর ক্ষেত্রে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা, $i = \frac{nE}{nR+r}$		
১০	তড়িৎ প্রবাহের ফলে সম্পন্ন কাজ, $W = JH = i^2Rt = Vit = \frac{V^2}{R}$	i = পরিবাহীর তড়িৎ প্রবাহ	A (অ্যাম্পিয়ার)
		t = সময়	s (সেকেন্ড)
		H = উৎপন্ন তাপ	J (জুল)
		V = পরিবাহীর বিভব পার্থক্য	V (ভোল্ট)
		R = রোধ	Ω (ওহম)
১১	হুইটস্টোন ব্রিজ নীতি, $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$	R_1, R_2, R_3, R_4 = রোধ	Ω (ওহম)
১২	কির্শফের ১ম সূত্র, $i_1 + i_2 + i_3 - i_4 - i_5 = 0$	আগত প্রবাহকে ধনাত্মক ও নির্গত প্রবাহকে ঋণাত্মক ধরে	A (অ্যাম্পিয়ার)
১৩	কির্শফের ২য় সূত্র, $E_1 - E_2 - i_2R_2 - i_1R_1 + i_3R_3 = 0$	আবদ্ধ বর্তনীর জন্যে	V (ভোল্ট)

গাণিতিক সমস্যাসমূহ

০১. $0°C$ তাপমাত্রায় একটি ম্যাঙ্গানিজ তারের রোধ 100 হলে $30°C$ তাপমাত্রায় এর রোধ কত হবে? ম্যাঙ্গানিজের উষ্ণতা সহগ $3 \times 10^{-5}\ C^{-1}$

সমাধান: সূত্র: $R_\theta = R_0(1 + \alpha\theta)$ Ans : 100.09Ω

০২. কোনো একটি রোধকের মধ্য দিয়ে নির্দিষ্ট মাত্রার তড়িৎ প্রবাহ চালিয়ে এর সাথে রোধ 120 Ω শ্রেণীবদ্ধভাবে যুক্ত করলে প্রবাহমাত্রা পূর্বে প্রবাহের অর্ধেক হয়। রোধকের রোধ নির্ণয় কর।

সমাধান: সূত্র: $V_1 = V_2;\ IR = \frac{I}{2}(R + 120)$ Ans: 120 Ω

৩. একটি বৈদ্যুতিক হিটার 110 V সরবরাহ লাইনের সাথে যুক্ত করলে 5A প্রবাহ নেয়। এক মিনিট সময়ে ঐ হিটার কত জুল তাপ উৎপন্ন করবে?

সমাধান: সূত্র: $H = VIt$ Ans: 33000 J

৪. একটি কোষের তড়িচ্চালক শক্তি 1.5 V এবং অভ্যন্তরীণ রোধ 2Ω। এর প্রান্তদ্বয় 10Ω রোধের সাথে যুক্ত থাকলে কত তড়িৎ প্রবাহিত হবে।

সমাধান: সূত্র: $I = \frac{E}{R + r}$ Ans : 0.125 A

৫. 0.2Ω অভ্যন্তরীণ রোধবিশিষ্ট এবং 1.5 V তড়িচ্চালক শক্তির 5 টি কোষকে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করে 10Ω রোধের একটি রোধকের সাথে যুক্ত করা হল। বর্তনীর প্রবাহ কত?

সমাধান: সূত্র: $I = \frac{nE}{nR + r}$ Ans: 0.15 A

www.bdniyog.com
Chase your dream to be a doctor

www.bdniyog.com

৬. প্রতিটি 2 V তড়িচ্চালক শক্তি ও 1.5Ω অভ্যন্তরীণ রোধের তিনটি তড়িৎ কোষ নেয়া হলো। শ্রেণী সমবায়ে সাজিয়ে এদের প্রান্তগুলোকে 150Ω রোধের একটি পরিবাহী দ্বারা যুক্ত করা হলে কত তড়িৎ প্রবাহ চলবে?

সমাধান: সূত্র: $I = \frac{nE}{R + nr}$ Ans: 0.0388 A

৭. একটি অ্যামিটারের অভ্যন্তরীণ রোধ 0.9Ω এবং এটি সর্বোচ্চ 5A পর্যন্ত প্রবাহ মাপতে পারে। এর সাহায্যে 50 A প্রবাহ মাপতে হলে কি ব্যবস্থা নিতে হবে?

সমাধান: সূত্র: $I = \frac{G + S}{S} Ig$

$S = \frac{G}{I - Ig} Ig$ Ans: 0.1Ω

৮. একটি হুইটস্টোন ব্রিজের চার বাহুতে যথাক্রমে 4Ω, 8Ω, 12Ω, 16Ω রোধ আছে। ব্রিজটিকে সাম্যাবস্থায় রাখতে চতুর্থ বাহুতে কত মানের রোধ যুক্ত করতে হবে?

সমাধান: সূত্র: $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

$S = S_1 + S_2$ Ans: 8Ω

৯. 100Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটারের সাথে কত রোধের একটি শান্ট জুড়ে দিলে তড়িৎ প্রবাহের 10% গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত হবে।

সমাধান: সূত্র: $Ig = \frac{S}{G + S} I$ Ans: 11.11Ω

১০. 100Ω রোধের একটি নিমজ্জক উত্তাপককে 2.5 Kg পানিতে ডুবিয়ে 5A প্রবাহ চালনা করলে কত সময় পর পানির তাপমাত্রা 24°C বৃদ্ধি পাবে।

সমাধান: সূত্র: $H = I^2Rt$

$H = mS\Delta\theta$

$I^2Rt = mS\Delta\theta$ Ans : 100.8 s or 1 min 40.8 s

Must To Know...

- আপেক্ষিক রোধ নির্ভর করে তাপমাত্রা ও পরিবাহীর উপাদানের উপর। আপেক্ষিক রোধ আয়তনের উপর নির্ভর করে না।
- রোধাঙ্ক নির্ভর করে পদার্থের প্রকৃতির উপর। রোধ তড়িৎ প্রবাহের উপর নির্ভর করে না।
- তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে পরিবাহীর পরিবাহকত্ব কমে যায়।
- হুইটস্টোন ব্রীজ নীতিতে তৈরি করা হয়– পোস্ট অফিস বক্স ও মিটার ব্রিজ।
- পটেনশিওমিটারের সাহায্যে নির্ণয় করা যায়– কোষের তড়িৎচালক শক্তি ও অভ্যন্তরীণ রোধ।
- হুইটস্টোন ব্রীজে সাম্যাবস্থা বিঘ্নিত হয় ৩টি কারণে।
- একটি তারের রোধ r। তারটিকে টেনে দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে তার রোধ 4r।
- টিন ও সীসার মিশ্রণে ফিউজ তৈরি করা হয়।
- ওঁমের সূত্রের স্বাধীন চলক হচ্ছে বিভব পার্থক্য। ওঁমের সূত্র অনুসারে I-V লেখচিত্রটি জার্মেনিয়ামের ক্ষেত্রে মূল বিন্দুগামী সরল রেখা হয় না।
- দুটি তড়িৎবাহী সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্যে ক্রিয়াশীল বলের ক্ষেত্রে–
  ক. প্রবাহ দুটি সমমুখী হলে পরিবাহী দুটি পরস্পরকে আকর্ষণ করে।
  খ. প্রবাহ বিপরীতমুখী হলে পরিবাহীদ্বয় পরস্পরকে বিকর্ষণ করে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

Home Practice...

১. নিম্নের কোনটি বিদ্যুৎ কোষের সমবায় নয়?
A. শ্রেণী B. সমান্তরাল C. মিশ্র D. দ্বিমুখী

২. একটি মোটরগাড়ির হেডলাইটের ফিলামেন্ট 5A তড়িৎপ্রবাহ বহন করে। এর প্রান্তদ্বয়ের বিভব পার্থক্য 6V। ফিলামেন্টের রোধ নিম্নের কত ওহম?
A. 1 B. 1.2 C. 1.5 D. 2

৩. যেটি ভোল্টমিটারের বৈশিষ্ট্য–
A. ভোল্টমিটারের কার্যকর রোধ খুব কম থাকে
B. বর্তনীর যে দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য নির্ণয় করতে হয় ভোল্টমিটারকে সেই বিন্দুর সাথে শ্রেণী সমবায়ে যুক্ত করতে হয়।
C. এটি উচ্চ রোধ বিশিষ্ট একটি চল কুন্ডলী গ্যালভানোমিটার
D. এর মাধ্যমে বর্তনীর তড়িৎপ্রবাহ সরাসরি অ্যাম্পিয়ার এককে পরিমাপ করা হয়

৪. 1.25 ভোল্ট এবং 0.75 ভোল্ট এর দুটি বিদ্যুৎ কোষকে সমান্তরাল সংযোগে সংযুক্ত করা হলে তার কার্যকর ভোল্টেজ হবে–
A. 0.50 ভোল্ট B. 2.0 ভোল্ট C. 1.25 ভোল্ট D. 0.75 ভোল্ট

৫. 0°C তাপমাত্রায় একক রোধের কোনো পরিবাহীর তাপমাত্রা প্রতি একক বৃদ্ধিতে তার রোধের যে বৃদ্ধি ঘটে তাকে ঐ পরিবাহীর উপাদানের কী বলে?
A. আপেক্ষিক রোধ B. রোধাঙ্ক C. রোধের উষ্ণতা সহগ D. পরিবাহিতা সহগ

৬. কোনো পরিবাহীর মধ্য দিয়ে তড়িৎ প্রবাহের ফলে উৎপন্ন তাপের রাশিমালা নিচের কোনটি?
A. $H = V^2Rt$ B. $H = I^2Rt$ C. $H = R^2Vt$ D. $H = I^2v\,t$

৭. 100Ω রোধের একটি গ্যালভানোমিটার 10 mA তড়িৎ প্রবাহ নিরাপদে গ্রহণ করতে পারে। 10 A তড়িৎ প্রবাহ মাপার জন্য কত রোধের শান্ট দরকার?
A. 0.4 Ω B. 0.5 Ω C. 0.7 Ω D. 0.1 Ω

৮. এক অ্যাম্পিয়ার হচ্ছে–
A. $1\,C/1\,s^{-1}$ B. $1\,C/1\,s$ C. $1\,s/1\,C$ D. $1\,C/1\,s^2$

৯. একটি বৈদ্যুতিক হিটারের মধ্য দিয়ে 10 A তড়িৎ প্রবাহ চলছে। পাঁচ মিনিট ধরে তড়িৎ প্রবাহিত হলে হিটারের মধ্য দিয়ে কী পরিমাণ চার্জ প্রবাহিত হবে?
A. 0.5 C B. 2 C C. 50 C D. 3000 C

১০. রোধ এর কাজ কোনটি?
A. বিদ্যুৎ চলাচলের পথ দেয়া B. বিদ্যুতের প্রবাহমাত্রা হিসাব করা
C. বিদ্যুৎকে অন্য পথে প্রবাহিত করা D. বিদ্যুৎ প্রবাহে বাধা প্রদান করা

১১. কোন পরিবাহীর রোধ দ্বিগুণ করলে উৎপন্ন তাপ প্রাথমিক তাপের কতগুণ হবে?
A. অর্ধেক B. চারগুণ C. দ্বিগুণ D. এক চর্তুথাংশ

১২. তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে কোন পদার্থের রোধ কমে–
A. পরিবাহী B. অর্ধপরিবাহী C. কুপরিবাহী D. অপূরক

১৩. মিটার ব্রীজের পরিবাহী তারের দৈর্ঘ্য কত?
A. 100 m B. 1 m C. 1 cm D. 50 cm

১৪. 3V মানের তিনটি তড়িৎ কোষ শ্রেণীতে যুক্ত থাকলে তুল্য তড়িচ্চালক শক্তি কত হবে?
A. 3 V B. 6 V C. 9 V D. 1 V

১৫. নিচের কোনটির মিশ্রণে ফিউজ তৈরী করা হয়?
A. লোহা ও সীসা B. টিন ও সীসা C. টিন ও লোহা D. তামা ও সীসা

উত্তরসমূহ:	01. D	02. B	03. C	04. C	05. C	06. B	07. D	08.B
	09. D	10. D	11. C	12. B	13. B	14. C	15. B	

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৪র্থ অধ্যায়

তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব

◉ এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

প্রসঙ্গ	যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে
☞ চৌম্বক ক্ষেত্রের ধারণা	[M: 18-19, 15-16, 09-10, 06-07, 03-04; D: 08-09]
☞ গতিশীল চার্জের উপর তড়িৎ চৌম্বক বল	[M: 01-02, 00-01; D: 18-19, 16-17]
☞ ভূ-চুম্বকত্ব	[M: 17-18, 14-15, 12-13, 09-10; D: 17-18, 16-17]
☞ চৌম্বক পদার্থের বিশেষ ধর্মসমূহ	[M: 16-17, 06-07] [D: 09-10, 05-06, 04-05, 03-04, 00-01]
☞ চৌম্বক পদার্থের শ্রেণিবিভাগ	[M: 16-17, 13-14, 11-12, 06-07, 05-06] [D: 18-19, 17-18, 06-07, 05-06, 01-02]
☞ তড়িৎ চুম্বক	[M: 02-03; D: 19-20, 03-04, 02-03]

চৌম্বক ক্ষেত্রের ধারণা

◉ বিদ্যুৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া

সংজ্ঞা	কোন পরিবাহীর মধ্যদিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। একে বিদ্যুৎ প্রবাহের চৌম্বকীয় ক্রিয়া বলে।
আবিষ্কার	ওয়েরস্টেড ১৮১৯ সালে।

◉ ওয়েরস্টেডের পরীক্ষার সিদ্ধান্তসমূহ

- পরিবাহীর মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়।
- বিদ্যুৎ প্রবাহে সৃষ্ট চৌম্বকক্ষেত্রের মান বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার উপর নির্ভর করে।
- বিদ্যুৎ প্রবাহের দিকের উপর সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ভর করে।
- বিদ্যুৎ প্রবাহ যতক্ষণ থাকে, এই চৌম্বকক্ষেত্রও ততক্ষণ থাকে।

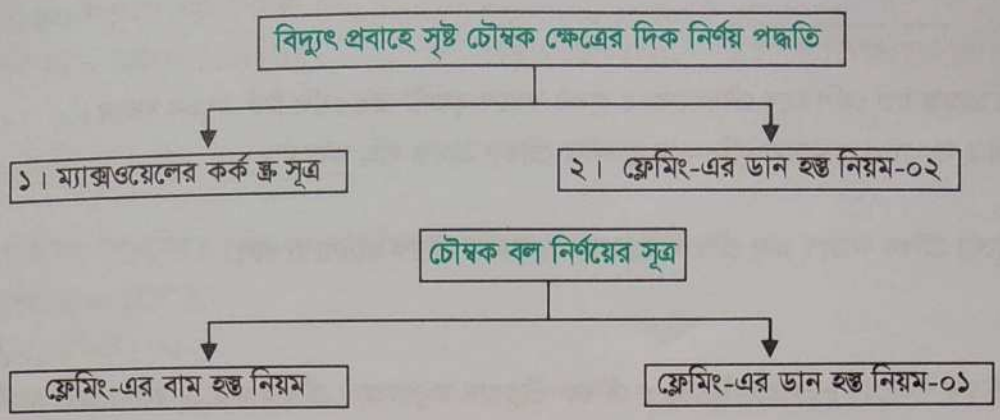
"হে দয়াময় আল্লাহ! তুমি আমাকে যেভাবে রেখেছ আমি সেভাবেই খুশি, আলহামদুলিল্লাহ....!!"

◉ বিদ্যুৎ প্রবাহের ক্রিয়া সংক্রান্ত দুটি সূত্র

সমান্তরাল প্রবাহের সূত্র	• দুটি সমান্তরাল বিদ্যুৎ প্রবাহের অভিমুখ একই দিকে হলে তারা পরস্পরকে আকর্ষণ করবে। • দুটি সমান্তরাল বিদ্যুৎ প্রবাহের অভিমুখ পরস্পর বিপরীত দিকে হলে তারা পরস্পরকে বিকর্ষণ করবে।
কৌণিক প্রবাহের সূত্র	• দুটি বিদ্যুৎ প্রবাহ নিজেদের সাথে কোণ উৎপন্ন করে যদি ছেদবিন্দুর দিকে অথবা ছেদবিন্দু হতে দূরের দিকে প্রবাহিত হয় তবে তারা পরস্পরকে আকর্ষণ করবে। • পরস্পরের সাথে কোণ উৎপন্ন করে যদি দুটি বিদ্যুৎ প্রবাহের একটি ছেদ বিন্দু হতে দূরের দিকে প্রবাহিত হয় তবে তারা একে অপরকে বিকর্ষণ করবে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com



চৌম্বক আবেশ নির্ণয় করতে **Biot-Savart** এর সূত্র প্রকাশ করা হয়।

◉ **বায়োর্ট স্যাভার্টের সূত্রের প্রয়োগ**

➥ বিদ্যুৎবাহী বৃত্তাকার কুন্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক আবেশ বা চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয়।

➥ বিদ্যুৎবাহী লম্ব তারের জন্য কোন বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ বা চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয়।

➥ দুটি তড়িৎবাহী সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্যে ক্রিয়াশীল বল নির্ণয়।

◉ **গতিশীল চার্জের উপর বল**

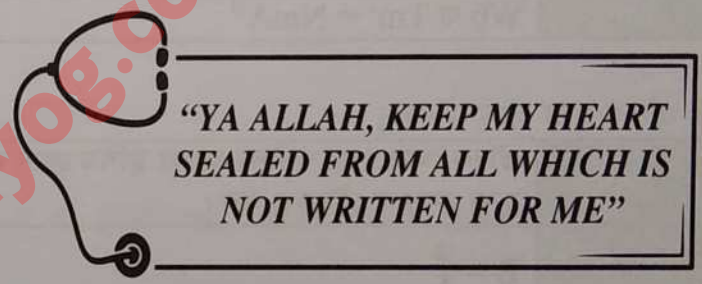
$F \propto qvB\sin\theta$

১। চার্জের পরিমাণ (q) এর সমানুপাতিক।

২। চার্জের বেগ (v) এর সমানুপাতিক।

৩। চৌম্বকক্ষেত্রের মানের (B) সমানুপাতিক।

৪। মধ্যবর্তী কোণের সাইনের (sin) এর সমানুপাতিক।



◉ **চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে গতিশীল চার্জের উপর চৌম্বক বল অনুভব করার শর্ত**

১। চার্জ অবশ্যই গতিশীল হতে হবে।

২। চৌম্বকক্ষেত্রের অভিলম্বে গতিশীল চার্জের বেগের উপাংশ থাকতে হবে।

◉ **চৌম্বক সংক্রান্ত কিছু কথা**

➥ চৌম্বক মেরু শক্তির SI একক অ্যাম্পিয়ার মিটার (Am)

➥ **জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য ঃ** কোন চুম্বকের দুইপ্রান্তের মধ্যবর্তী দূরত্বকে এক জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য বলে।

➥ **চৌম্বক দৈর্ঘ্য বা কার্যকরী দৈর্ঘ্য:** কোন চুম্বকের দুই মেরুর মধ্যবর্তী দূরত্বকে চৌম্বক দৈর্ঘ্য বলে।

➥ **চুম্বকের ক্ষেত্রে ঃ** $\frac{\text{চৌম্বক দৈর্ঘ্য}}{\text{জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য}} = 0.85$

◉ **চৌম্বক তীব্রতা/প্রাবল্য**

সংজ্ঞা: কোন বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্র এবং চৌম্বক প্রবেশ্যতার অনুপাতকে চৌম্বক তীব্রতা বলে। $\left(H = \frac{B}{\mu}\right)$

একক: (Am^{-1}); চৌম্বক তীব্রতার পুরাতন একক ওয়েরস্টেড, 1 ওয়েরস্টেড = 80 Am^{-1}

[Ref: তপন স্যার]

◉ **চৌম্বক দ্বিমেরু ভ্রামক/চৌম্বক ভ্রামক/চৌম্বক মোমেন্ট**

সংজ্ঞা: কোন চুম্বকের একটি মেরুর মেরুশক্তি ও চৌম্বক দৈর্ঘ্যের গুণফলকে চৌম্বক ভ্রামক বলে।

একক: অ্যাম্পিয়ার-মিটার^2 (Am^2)

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

Must To Know...

- বিদ্যুৎবাহী কুন্ডলীর ভ্রামক যত বেশি হবে চৌম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করলে কুন্ডলী তত বেশি টর্ক অনুভব করবে।
- ব্যবহৃত কুন্ডলীর প্যাঁচ সংখ্যা ও ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি করে কুন্ডলীর চৌম্বক ভ্রামক বৃদ্ধি করা যায়।

◉ চৌম্বক প্রবেশ্যতা

সংজ্ঞা: কোন চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক আবেশ এবং চৌম্বক তীব্রতার অনুপাতকে চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে।

একক: TmA^{-1}

[Ref: তপন স্যার]

◉ চৌম্বক গ্রাহীতা: কোন চৌম্বক পদার্থের চুম্বকায়ন তীব্রতা ও চৌম্বক তীব্রতার অনুপাতকে চৌম্বক গ্রাহীতা বলে। এটি একটি স্কেলার রাশি। এর কোন একক নেই।

◉ চৌম্বক ফ্লাক্স

সংজ্ঞা	কোন চৌম্বক তলের মধ্য দিয়ে যতগুলো চৌম্বক ক্ষেত্ররেখা অতিক্রম করে তাকে চৌম্বক ফ্লাক্স বলে।
প্রকাশ	একে φ দ্বারা প্রকাশ করা হয়।
সমীকরণ	$\varphi = BA$, এখানে B = চৌম্বক ক্ষেত্রের মান, A = তলের ক্ষেত্রফল।
একক	Wb বা $Tm^2 = NmA^{-1}$

◉ চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব/চৌম্বকত্ব

সংজ্ঞা	চৌম্বক ক্ষেত্ররেখার অভিলম্ব বরাবর স্থাপিত কোন তলের মধ্য দিয়ে যতগুলো ক্ষেত্ররেখা অতিক্রম করে তাকে ঐ তলের চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব বা চৌম্বকত্ব বলে।
সমীকরণ	$B = \frac{\varphi}{A}$
একক	Wbm^{-2} বা $= NA^{-1}m^{-1} = JA^{-1}m^{-2}$
	পুরাতন একক গাউস (gauss)। এস.আই একক Tesla (T)

Must To Know...

বিষয়	একক
চৌম্বক ফ্লাক্স	Wb বা $Tm^2 = NmA^{-1}$
চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব	Wbm^{-2} বা $= NA^{-1}m^{-1} = JA^{-1}m^{-2}$
চৌম্বক প্রবেশ্যতা	TmA^{-1}
চৌম্বক তীব্রতা/প্রাবল্য	(Am^{-1})
চৌম্বক গ্রাহীতা	কোন একক নেই

◉ পৃথিবীর চৌম্বকত্ব

- ভূ-চুম্বকের দক্ষিণ মেরু ভৌগোলিক উত্তর মেরু হতে প্রায় 2500 Km *[Ref: ইসহাক স্যার]* / 1750 Km *[Ref: তপন স্যার]* পশ্চিমে এবং ভূ-চুম্বকের উত্তর মেরু ভৌগোলিক দক্ষিণ মেরু হতে 2000 Km পূর্বে অবস্থিত।
- ভৌগোলিক অক্ষের সাথে এই ভূ-চৌম্বক অক্ষ প্রায় 18° কোণ করে আছে *[Ref: ইসহাক স্যার]*। এই কোণের মান- 11.5° *[Ref: তপন স্যার]*

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ **ভূ-চুম্বকত্বের উপাদান:** উপাদান মোট তিনটি
১। বিচ্যুতি কোণ অথবা সংক্রমণ কোণ (θ) ২। বিনতি কোণ (δ) ৩। ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য (B_H)

Must To Know...

- বিনতি কোণের মান বিষুবরেখায় শূন্য এবং পৃথিবীর দুই চৌম্বক মেরুতে 90°
- **ঢাকার বিচ্যুতি, $\theta = 1/2°$ E**
- ঢাকার বিনতি, $\delta = 31°N$
- ঢাকার ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশ, $B_H = 34 \times 10^{-6}$ T ***[Ref: তপন স্যার]***
- ঢাকার ভূ-চুম্বকত্ব, $B = 40 \times 10^{-6}$T
- রাজশাহীতে আনুভূমিক প্রাবল্য, $B_H = 29Am^{-1}$
- উত্তর মেরু বা উত্তর সন্ধানী মেরু বা **নীল মেরু**; দক্ষিণ মেরু বা দক্ষিণ সন্ধানী মেরু বা **লাল মেরু**।

মনে রাখা সহজ...

(North pole → নীল)

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. চৌম্বক সম্পর্কিত নিচের কোন এককটি সঠিক? [M. 18-19]
A. চৌম্বক ফ্লাক্স – ওয়েবস্টেড B. চৌম্বক প্রবেশ্যতা – ওয়েবার C. চৌম্বক ক্ষেত্র – টেসলা D. চৌম্বক ভ্রামক – হেনরি
Ans: C

2. ঢাকার (ভূ-চুম্বকত্বের) বিচ্যুতি কোণ কত? [M. 17-18]
A. 31°N B. 1/2°E C. 13°S D. 1/2°W
Ans: B

3. পৃথিবীর চৌম্বকীয় অক্ষ এবং ভৌগলিক অক্ষ সমন্বয়ে তৈরী কোণের পরিমাণ? [M. 14-15]
A. 90° B. 0 C. 17° D. 23°
Ans: C

4. ভূ-চুম্বকের ক্ষেত্রে নিচের কোন তথ্যটি সঠিক? [M. 12-13]
A. দক্ষিণ মেরুকে নীল মেরু বলে
B. ভূ-চুম্বকের দক্ষিণ মেরু কানাডার উত্তরাঞ্চলের হাডসন বে এলাকায় অবস্থিত
C. ভূ-চুম্বকের ক্ষেত্রের প্রাবল্যের মান ও অভিমুখ সর্বত্র সমান
D. ভৌগোলিক অক্ষের সাথে ভূ-চৌম্বক অক্ষ প্রায় 30° কোণ করে আছে।
Ans: B

"হে নবী আপনার এবং আপনাকে যারা অনুসরণ করে তাদের প্রত্যেকের জন্য আল্লাহই যথেষ্ট।" - সূরা আনফাল

5. চৌম্বকীয় ফ্লাক্স এর একক নিম্নের কোনটি? [M. 09-10]
A. টেসলা B. গস C. অ্যাম্পিয়ার D. ওয়েবার
Ans: B

◉ **লরেঞ্জ বল**

সংজ্ঞা	কোন স্থানে একই সাথে বৈদ্যুতিক ক্ষেত্র ও চৌম্বক ক্ষেত্র বিদ্যমান থাকলে একটি গতিশীল চার্জ যে লব্ধি বল অনুভব করে তাকে লরেঞ্জ বল বলে।
লরেঞ্জ বল	$F = q\,[\vec{E} + (\vec{V} \times \vec{B})]$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

RETINA Exclusive

◉ তিনটি বলের মধ্যে পার্থক্য

বৈশিষ্ট্য	মহাকর্ষ বল	বৈদ্যুতিক বল	চৌম্বক বল
১। যার উপর ক্রিয়াশীল	বস্তুকণার ভর	চার্জ	গতিশীল চার্জ
২। চার্জের গতিশীলতা	স্থির চার্জ	স্থির চার্জ	গতিশীল চার্জ
৩। বলের দিক	বস্তুদ্বয়ের সংযোগ সরলরেখা বরাবর	চার্জদ্বয়ের সংযোগ সরলরেখা বরাবর	বেগের অভিলম্ব বরাবর

◉ হল ক্রিয়া

আবিষ্কার	আমেরিকান বিজ্ঞানী **ই, এইচ, হল**
কিছু তথ্য	• বিদ্যুৎ প্রবাহ সর্বক্ষেত্রেই ঋণাত্মক (–) চার্জের প্রবাহের জন্য হয় না। • হল ক্রিয়ায় সৃষ্ট বিভব পার্থক্যকে হল বিভব পার্থক্য বলে। • হল বিভব একক আয়তনে **চার্জের সংখ্যার ব্যস্তানুপাতিক।** • ধনাত্মক চার্জের প্রবাহের জন্য বিদ্যুৎচালক বলের অভিমুখ ঋণাত্মক চার্জের প্রবাহের জন্য সৃষ্ট বিদ্যুৎচালক বলের অভিমুখের বিপরীত।
ব্যবহার	১. চার্জের প্রকৃতি নির্ণয় ২. একক আয়তনে চার্জের সংখ্যা নির্ণয় ৩. হল ভোল্টেজের রাশিমালা নির্ণয়

◉ ইলেকট্রন স্পিন ও চৌম্বক ক্ষেত্র

➥ চার্জিত কণার কক্ষপথে ঘূর্ণনের ফলে যেমন চৌম্বক ভ্রামকের উৎপত্তি ঘটে, তেমনি বিন্দু চার্জ ইলেকট্রনেরও নিজস্ব সসীম মানের চৌম্বক দ্বিমেরু ভ্রামক রয়েছে।

➥ বিভিন্ন অভিমুখ থেকে দেখলে একটি বল যেমন দেখায় স্পিন বলতে তাই বুঝায়।

➥ একটি ইলেকট্রনের কক্ষপথে ঘূর্ণনের জন্য সহজাত কৌণিক ভরবেগ উৎপন্ন হয়। ইহাই ইলেকট্রন স্পিন।

চুম্বকত্ব

◉ কুরীবিন্দু

সংজ্ঞা	যে তাপমাত্রায় কোনো একটি চুম্বকের চুম্বকত্ব সম্পূর্ণরূপে বিলুপ্ত হয় তাকে উক্ত চুম্বকের উপাদানের কুরীবিন্দু বলে।
গুরুত্বপূর্ণ কুরীবিন্দু	• Co এর কুরীবিন্দু: 1100°C • Fe এর কুরীবিন্দু: 770°C বা 1043 K • Ni এর কুরীবিন্দু: 400°C

◉ চৌম্বকত্ব

চৌম্বকক্ষেত্রের বিভিন্ন আচরণের উপর ভিত্তি করে চুম্বকত্বকে প্রধানত তিনটি ভাগে ভাগ করা যায়।

প্যারাচৌম্বকত্ব	যে সকল পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে চুম্বক ক্ষেত্রের দিকে সামান্য চুম্বকত্ব লাভ করে তাদেরকে প্যারাচৌম্বক পদার্থ বলে। যেমন: সোডিয়াম, এন্টিমনি, প্লাটিনাম, ম্যাঙ্গানিজ, তরল অক্সিজেন, ক্রোমিয়াম, এ্যালুমিনিয়াম ইত্যাদি।
ডায়াচৌম্বকত্ব	যে সকল পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের বিপরীত দিকে সামান্য চুম্বকত্ব লাভ করে তাদেরকে ডায়াচৌম্বক পদার্থ বলে। যেমন: তামা, রূপা, দস্তা, বিসমাথ, সীসা, কাচ, মার্বেল, হিলিয়াম, পানি, আর্গন, সোডিয়াম ক্লোরাইড ইত্যাদি।
ফেরোচৌম্বকত্ব	যে সকল পদার্থকে চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে চুম্বকায়নকারী ক্ষেত্রের দিকে শক্তিশালী চুম্বকত্ব লাভ করে, তাদেরকে ফেরোচৌম্বক পদার্থ বলে। যেমন: লোহা, নিকেল, কোবাল্ট, গ্যাডোলেনিয়াম, ডিসপ্রোসিয়াম প্রভৃতি।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

মনে রাখা সহজ...

ডায়াচৌম্বক পদার্থের উদাহরণ

মা	হি	তোমার	রূপ	দেকে	পাগল	আমি	সী	বীচে
↓	↓	↓	↓	↓ ↓	↓	↓	↓	↓
মার্বেল	হিলিয়াম	তামা	রূপা	দস্তা কাঁচ	পানি	আর্গন	(সীসা, সোডিয়াম ক্লোরাইড)	বিসমাথ

ফেরোচৌম্বক পদার্থের উদাহরণ

ক	লো	নি
↓	↓	↓
কোবাল্ট	লোহা	নিকেল

"যতক্ষণ একজন মানুষ অন্য কোনো মানুষের কল্যাণে নিয়োজিত থাকবে, ততক্ষণ আল্লাহ তার কল্যাণে রত থাকবেন।"

এছাড়াও দুই ধরনের চুম্বকত্ব রয়েছে

১। **ফেরিচৌম্বকত্ব:** ফেরাইট (Fe_3O_4) এ ধরনের একটি পদার্থ।

২। **প্রতি ফেরোচৌম্বকত্ব/এন্টি ফেরোচৌম্বকত্ব:** ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইড (MnO) কেলাস এ ধরনের পদার্থ। *[Ref: তপন স্যার]*

যে কোন পরমাণু বা আয়নের ইলেকট্রন কক্ষগুলি পূর্ণ থাকলে তারা প্যারাচৌম্বক পদার্থের ধর্ম দেখায় না। যেমন– He, Ne ইত্যাদির পরমাণু এবং Na^+, Cl^- ইত্যাদি আয়ন।

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. **প্যারাচৌম্বক পদার্থ নয় নিচের কোনটি? [M. 16-17]**

A. অ্যালুমিনিয়াম B. প্লাটিনাম C. তামা D. সোডিয়াম

Ans: C

২. **কোবাল্টের কুরী বিন্দু কত? [M. 16-17]**

A. 320^0C B. 400^0C C. 500^0C D. 600^0C

Ans: Blank

RETINA Exclusive

◉ ফেরোচৌম্বক, প্যারাচৌম্বক ও ডায়াচৌম্বক পদার্থের বৈশিষ্ট্য এবং পার্থক্য

বৈশিষ্ট্য	ফেরোচৌম্বক পদার্থ	প্যারাচৌম্বক পদার্থ	ডায়াচৌম্বক পদার্থ
১। চুম্বকীয় প্রভাব	আকর্ষিত হয়	আকর্ষিত হয়	বিকর্ষিত হয়
২। আকৃতি/অবস্থা	কঠিন ও স্ফটিকাকার	কঠিন, তরল, বায়বীয়	কঠিন, তরল, বায়বীয়
৩। চৌম্বক ধারকত্ব	রয়েছে	নেই	নেই
৪। কুরী বিন্দু	রয়েছে	নেই	নেই
৫। চৌম্বক গ্রাহীতা	বেশী ও ধনাত্মক	কম ও ধনাত্মক	ঋণাত্মক
৬। হিসটেরিসিস	রয়েছে	নেই	নেই
৭। চৌম্বক প্রবেশ্যতা (μ)	$\mu >> 1$	$\mu > 1$	$\mu < 1$
৮। চৌম্বকগ্রাহীতা তাপমাত্রার উপর	নির্ভর করে, $K \propto \frac{1}{T}$	নির্ভর করে, $K \propto \frac{1}{T}$	নির্ভর করে না
৯। চুম্বকত্ব	লোপ পায় না	লোপ পায়	লোপ পায়
১০। দিক	দুর্বলতর অংশ হতে প্রবলতর অংশ	দুর্বলতর অংশ হতে প্রবলতর অংশ	প্রবলতর অংশ হতে দুর্বলতর অংশ

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. কোনটি ডায়া চৌম্বকের বৈশিষ্ট্য? [M. 11-12]

A. চুম্বক দ্বারা প্রবলভাবে আকর্ষিত হয়
B. একে কোন চুম্বকক্ষেত্রে স্থাপন করা হলে সামান্য চুম্বকত্ব লাভ করে
C. চুম্বক দ্বারা ক্ষীণভাবে বিকর্ষিত হয়
D. চুম্বক দ্বারা ক্ষীণভাবে আকর্ষিত হয়

Ans: C

২. নিচের কোনটি সত্য নয়? [M. 06-07]

A. ফেরোচৌম্বক পদার্থের নির্দিষ্ট কোন কুরীবিন্দু নাই
B. তেজস্ক্রিয়তার একক কুরী
C. হুইটস্টোন ব্রীজের নীতি ব্যবহার করে কোন অজানা রোধ নির্ণয় করা যায়
D. যথাযথভাবে তর্জনী, মধ্যমা ও বৃদ্ধাঙ্গুলী রাখা হলে, ফ্লেমিং এর বামহস্ত সূত্র অনুসারে বৃদ্ধাঙ্গুলী বলের দিক নির্দেশ করে

Ans: A

৩. নিচের কোনটি সঠিক নয়? [M. 06-07]

A. ডায়াচৌম্বক পদার্থের চৌম্বক গ্রাহীতা (X_m) ক্ষুদ্র কিন্তু ধনাত্মক
B. চৌম্বক ক্ষেত্র = চৌম্বক প্রবেশ্যতা × চৌম্বক তীব্রতা
C. কোন চৌম্বক পদার্থের চুম্বকায়ন তীব্রতা এবং চৌম্বক তীব্রতার অনুপাতকে ঐ পদার্থের চৌম্বক গ্রাহীতা বা প্রবণতা বলে
D. কোন চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক আবেশ ও চৌম্বক তীব্রতার অনুপাতকে ঐ পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে

Ans: A

৪. ফেরোচৌম্বক পদার্থের বেলায় কোন উক্তিটি সঠিক নয়? [M. 06-07]

A. নির্দিষ্ট কুরীবিন্দু নাই
B. এসব পদার্থ কঠিন ও স্ফটিকাকার
C. তাদের 'চৌম্বক ধারকত্ব' ধর্ম আছে
D. চৌম্বক প্রবণতার মান ধনাত্মক

Ans: A

◉ চৌম্বক ডোমেইন

ফেরোচৌম্বক পদার্থের অভ্যন্তরে অজস্র ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অঞ্চল রয়েছে। যাদের মাত্রা 10^{-2} cm (প্রায়) এবং প্রতিটি অঞ্চলের মধ্যে থাকে প্রায় 10^{15} থেকে 10^{17} পরমাণু। এগুলি স্বতঃস্ফূর্তভাবে চুম্বকায়িত হয়। এই ক্ষুদ্র ক্ষুদ্র অঞ্চলগুলোকে বলা হয় **চৌম্বক ডোমেইন বা ফেরোচৌম্বক ডোমেইন**। অন্যভাবে বলা যায় ফেরোচৌম্বক পদার্থে $10^{-12}m^3$ থেকে $10^{-8}m^3$ আয়তনের মধ্যে 10^{16} থেকে 10^{19} সংখ্যক পরমাণু সম্বলিত অসংখ্য চৌম্বক অঞ্চল থাকে যার মধ্যে চৌম্বক দ্বিপোলগুলি একই দিকে সজ্জিত থাকে।

◉ তড়িৎ চুম্বক

➥ **সংজ্ঞা:** সলিনয়েডের মধ্যে লৌহ খন্ড স্থাপন করলে চুম্বকত্ব বৃদ্ধি পায়। তড়িৎ প্রবাহ চলাকালীন এটি বেশ শক্তিশালী চুম্বকে পরিণত হয়। একে বলা হয় তড়িৎচুম্বক।

➥ এই চুম্বকের প্রাবল্য নিম্নোক্তভাবে আরও বাড়ানো যায়

১. তড়িৎ প্রবাহ বাড়িয়ে
২. সলিনয়েডের প্যাঁচের সংখ্যা বাড়িয়ে

➥ যে সকল পদার্থের **উচ্চ মানের চৌম্বক প্রবেশ্যতা, মৃদু চুম্বকায়ন মাত্রা এবং হিস্টেরেসিস লুপের ক্ষেত্রফল কম**, সেই সমস্ত পদার্থ **উত্তম তড়িৎ চুম্বক** হিসেবে ব্যবহৃত হয়। অর্থাৎ নরম ও চুম্বকায়ন চক্রের জন্য এ সকল চুম্বকের শক্তির অপচয় কম হয়।

➥ কতগুলি সংকর ধাতু যেমন **পারম্যালয় (লোহা ও নিকেলের সংকর ধাতু)** এবং স্ট্যালয় **(Fe + 4% Silicon)** এদের চৌম্বক প্রবেশ্যতা বেশি হওয়ায় তড়িৎচুম্বক তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

সিরামিক চুম্বক

আয়রন অক্সাইড ও বেরিয়াম অক্সাইডের মিশ্রণে তৈরি সিরামিক চুম্বক বহুল প্রচলিত। সম্প্রতি উদ্ভাবিত সবচেয়ে শক্তিশালী স্থায়ী চুম্বক হলো **নিয়োডিমিয়াম বোরন আয়রনের চুম্বক।**

- **নিকেল দিয়ে সর্ব প্রথম স্থায়ী চুম্বক তৈরি করা হয়।**
- **সিরামিক চুম্বক ফ্যারাইট নামে পরিচিত।**
- **কম্পিউটারের স্মৃতির ফিতায়, টেপ রেকর্ডারের ফিতায় ও রেডিওর এন্টেনায় সিরামিক চুম্বক ব্যবহার করা হয়।**

সংকর চুম্বক

সংকর ধাতু যেমন– লোহা, নিকেল, কোবাল্ট, তামা ও অ্যালুমিনিয়াম মিশ্রণে তৈরি করা হয় শক্তিশালী স্থায়ী চুম্বক। এদেরকে সংকর চুম্বক বলে। আয়রনের সংকরের মধ্যে **০.৮ ভাগ বা ৮০%** এর **বেশি কার্বন থাকলে** তা **স্থায়ী চুম্বক** তৈরি করে।

কৃত্রিম চুম্বকের প্রকারভেদ

কৃত্রিম চুম্বক তৈরিতে ব্যবহৃত চৌম্বক পদার্থের উপাদানের উপর নির্ভর করে কৃত্রিম চুম্বককে দুই ভাগে বিভক্ত করা হয়েছে; যথা- (১) স্থায়ী চুম্বক ও (২) অস্থায়ী চুম্বক।

অস্থায়ী চুম্বকের ব্যবহার

- কাঁচা লোহা, নিকেল ও লোহার সংকর ধাতুর তৈরি চৌম্বক পদার্থ দিয়ে কোমল চুম্বক তৈরি হয়, এটি অস্থায়ী চুম্বক। এ ধরনের চৌম্বক পদার্থকে কোনো চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে আনলে তা চুম্বকে পরিণত হয়। চৌম্বক ক্ষেত্র অপসারণ করার সাথে সাথে চুম্বকত্ব বিলুপ্ত হয়।
- মোটর জেনারেটর, ট্রান্সফরমার ইত্যাদিতে এই ধরনের চুম্বক ব্যবহার করা হয়।
- বিভিন্ন আকৃতির তড়িৎচুম্বক **বৈদ্যুতিক ঘন্টা তৈরি, ইস্পাতের ভারী জিনিস উঠানামা বা ময়লা সরানোর জন্য ক্রেন তৈরিতে ব্যবহৃত হয়।**
- টেলিফোনের ইয়ার পিচ ও দরজার তড়িৎ চুম্বক তালায় ইহা ব্যবহৃত হয়।

স্থায়ী চুম্বকের ব্যবহার

- স্থায়ী চুম্বকের চুম্বকত্ব সহজে বিলুপ্ত হয় না। তাই একে বিভিন্ন গুরুত্বপূর্ণ কাজে ব্যবহার করা হয়। খুব শক্তিশালী স্থায়ী চুম্বকের জন্য **অ্যালিনিকো, টেপরেকর্ডিং** এর ফিতার জন্য ভিকালয়, লাউড স্পিকারের চুম্বকের জন্য ফিকোনাল ব্যবহৃত হয়।
- বহুল পরিচিত **স্থায়ী চুম্বক হলো সিরামিক চুম্বক।** এই চুম্বক কম্পিউটারের স্মৃতির ফিতায়, টেপরেকর্ডারের ফিতায় এবং রেডিওর অ্যান্টেনা তৈরিতে বহুল ব্যবহৃত হয়।
- খনিজ থেকে উত্তোলনকৃত প্রাকৃতিক চুম্বকের দিকদর্শী ধর্ম থাকায় দিক নির্ণয়ের কাজে ব্যবহৃত হয়।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণসমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
১	চৌম্বক ফ্লাক্স, $\phi_B = BA$	B = একক ক্ষেত্রফলের মধ্যদিয়ে অতিক্রান্ত আবেশ রেখার সংখ্যা বা ফ্লাক্স ঘনত্ব	Weber m^{-2} (ওয়েবার মিটার$^{-2}$) বা Tesla
		A = কল্পিত বদ্ধ ক্ষেত্রের ক্ষেত্রফল	m^2 (মিটার^2)
		ϕ_B = চৌম্বক ফ্লাক্স	Weber (ওয়েবার)
২	ফ্লাক্স ঘনত্ব, i) $B=\frac{\phi_B}{A}$ ii) $B=\frac{F}{qv}$ iii) $\vec{B} = \mu\vec{H}$	F = বল	N (নিউটন)
		q = আধান	C (কুলম্ব)
		v = বেগ	ms^{-1} (মিটার সেকেন্ড$^{-1}$)
		μ = মাধ্যমের চৌম্বক প্রবেশ্যতা	TmA^{-1}
		H = চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য	Am^{-1} (অ্যাম্পিয়ার, মিটার$^{-1}$)
		B = চৌম্বক আবেশ	T (টেসলা)

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
৩	অ্যাম্পিয়ারের সূত্র, $\int \vec{B}.d\vec{l} = \mu_0 i$	μ_0 = শূন্য মাধ্যমের প্রবেশ্যতা	$4\pi \times 10^{-7}\ WbA^{-1}m^{-1}$
		dl = দৈর্ঘ্য ব্যবধান	m = (মিটার)
		i = বিদ্যুৎ প্রবাহ	A (অ্যাম্পিয়ার)
৪	বায়োট স্যাভার্ট সূত্র, $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} I \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3}$	dB = চৌম্বক আবেশ	T (টেসলা)
		r = দূরত্ব	m = (মিটার)
৫	সোজা পরিবাহীর নিকেট কোনো বিন্দুতে ফ্লাক্স ঘনত্ব এর মান, $\mathbf{B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}}$	a = লম্ব দূরত্ব বা চৌম্বক বল রেখাগুলোর ব্যাসার্ধ	m = (মিটার)
৬	বৃত্তাকার পরিবাহীর কেন্দ্রে ফ্লাক্স ঘনত্ব এর মান, $\mathbf{B = \frac{\mu_0 nI}{2r}}$	r = ব্যাসার্ধ n = পাকসংখ্যা	m = (মিটার)
৭	প্রবাহ ঘনত্ব $J = \frac{I}{A}$	A = পরিবাহীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল	m^2 ($মিটার^2$)
		J = প্রবাহ ঘনত্ব	Am^{-2} (অ্যাম্পিয়ার, $মিটার^{-2}$)
৮	গতিশীল চার্জের ওপর চৌম্বক বল, $\vec{F} = q\vec{v} \times \vec{B}$	$\vec{v}$ = চার্জের বেগ	ms^{-1}
		B = ফ্লাক্স ঘনত্ব	$Weber/m^{-2}$ বা T
		F = বল	N (নিউটন)
		q = আধান	C (কুলম্ব)
৯	হল ভোল্টেজ, i) $V_H = \frac{Bi}{net}$, ii) $V_H = V_d Bd$	V_H = হল ভোল্টেজ	V (ভোল্ট)
		V_d = চার্জের সঞ্চরণ বেগ	$m.s^{-1}$ (মিটার. সেকেন্ড)$^{-1}$
		t = পুরুত্ব	m মিটার
		i = তড়িৎ প্রবাহ	A (অ্যাম্পিয়ার)
		e = ইলেকট্রনের চার্জ	C (কুলম্ব)
		d = প্রস্থ	m মিটার
১০	সোজা তারের ওপর চৌম্বক বল, $\vec{F} = i\vec{l} \times \vec{B}$		
১১	ক্ষুদ্র বর্তনীর ওপর চৌম্বক ক্ষেত্রের টর্ক, $\vec{\tau} = NI\vec{A} \times \vec{B}$	N = পাকের সংখ্যা	
		M = বর্তনীর চৌম্বক ভ্রামক	Am^2
		τ = টর্ক	Nm
১২	প্রবাহবাহী দুইটি সমান্তরাল তারের একটি কর্তৃক অপরটির ওপর প্রযুক্ত বল, $F = \frac{\mu_0 I_1 I_2 l}{2\pi r}$	I_1 ও I_2 = প্রবাহমাত্রা	
		l = তারের দৈর্ঘ্য	
		r = তার দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব	
১৩	চৌম্বক ভ্রামক, $M = \frac{\tau}{B\sin\theta} = iAN$	τ = টর্ক	Nm
		M = ভ্রামক	Am^2
		B = চৌম্বক ক্ষেত্র	$Weber\ m^{-2}$
১৪	ম্যাগনেটাইজেশন, $I = \frac{M}{V}$	V = চুম্বকের আয়তন	m^3 ($মিটার^3$)
		M = চৌম্বক ভ্রামক	Am^2
		I = চুম্বকায়ন তীব্রতা	Am^{-1}
১৫	মোট প্রাবল্য, $B = \sqrt{B_H^2 + B_V^2}$ অনুভূমিক উপাংশ, $B_H = I\cos\delta$ উল্লম্ব উপাংশ, $B_V = H\tan\delta$	I = প্রাবল্য	Am^{-1}
		δ = বিনতি কোণ	ডিগ্রি
		B_H = অনুভূমিক প্রাবল্য	Am^{-1}/T
		B_V = উল্লম্ব প্রাবল্য	Am^{-1}/T

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

গাণিতিক সমস্যাবলী

১। 1 মিটার লম্বা একটি পরিবাহী তারের মধ্য দিয়ে 5A তড়িৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তার থেকে 5 cm দূরে চৌম্বক ক্ষেত্রের মান বের কর।

সূত্র: $B = \frac{\mu_0 i}{2\pi a}$; Ans : 2×10^{-5} Wbm^{-2}

২। 0.02m প্রস্থের একটি ধাতব পাত 6 Wbm^{-2} চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্রে পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত। পাতের মধ্যে ইলেক্ট্রনের তাড়ন বেগ 4×10^{-3} ms^{-1} হলে সৃষ্ট বিভবের মান কত?

সূত্র: $V_H = Bvd$; Ans : 4.8×10^{-4} volts

৩। 1m দীর্ঘ একটি সোজা তারের মধ্য দিয়ে 5A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারটি 1Wbm^{-2} ফ্লাক্স ঘনত্বের একটি সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে 30° কোণে একই তলে থাকলে বল কত হবে?

সূত্র: $F = BiL\sin\theta$; Ans : 2.75×10^{8}ms^{-1}

৪। কোন স্থানে ভূচৌম্বক ক্ষেত্রের আনুভূমিক উপাংশের মান 89 NWb^{-1} এবং বিনতি 60°। ঐ স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উলম্ব উপাংশের মান নির্ণয় কর।

সূত্র: $V = H\tan\delta$; Ans : 154.15 NWb^{-1}

৫। কোন স্থানে পূর্বমুখী চৌম্বকক্ষেত্রের মান 5T। একটি ইলেক্ট্রন ঐ স্থানে 10^7 ms^{-1} বেগে উত্তরদিকে গতিশীল হলে এর উপর ক্রিয়াশীল বল কত?

সূত্র: $F = qvB\sin\theta$; Ans : 8×10^{-12} N

৬। কোন স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের আনুভূমিক ও উল্লম্ব উপাংশ যথাক্রমে 31.85 μT এবং 47.77 μT। ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের মোট মান–

সূত্র: $B = \sqrt{H^2+V^2}$; Ans : 57.41 μT

৭। কোন স্থানে ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের আনুভূমিক ও উল্লম্ব উপাংশের মান সমান হলে, ঐ স্থানের বিনতি কোণের মান কত?

সূত্র: $\delta = \frac{V}{H}$; Ans : 45°

৮। একটি তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুন্ডলীর ব্যাসার্ধ 31.41×10^{-2} m ও পাকসংখ্যা 400। তারটিতে 5×10^{-7} A তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর কেন্দ্রে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব কত?

সূত্র: $B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$; Ans : 4×10^{-10} T

"Allah has a plan for your life.
So pray for direction to follow it,
Patience to wait on it & knowledge
to know when it comes."

Home Practice...

১. ভূ-চুম্বকের দক্ষিণ মেরু ভৌগোলিক উত্তর মেরু হতে কত দূরে অবস্থিত?
A. 25 km পূর্বে B. 250 km পশ্চিমে ~~C~~. 2500 km পশ্চিমে D. 2500 km দক্ষিণে

২. ভৌগোলিক অক্ষের সাথে চৌম্বক অক্ষ কত ডিগ্রী কোণে অবস্থিত?
A. 180° B. 20° C. 1.8° ~~D~~. 18°

৩. ভূ-চুম্বকত্বের উপাদান নয় কোনটি?
A. বিচ্যুতি কোণ ~~B~~. ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের তীব্রতা C. বিনতি কোণ D. ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক প্রাবল্য

৪. চৌম্বক প্রাবল্যের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক?
A. $B = \frac{\mu_0}{B_0}$ ~~B~~. $B_0 = H\mu_0$ C. $B_0 = \frac{H}{\mu_0}$ D. $\mu_0 = \frac{H}{B_0}$

৫. চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল আধান যে বল লাভ করে তা কোনটির উপর নির্ভর করে?
~~A~~. আধানের বেগ B. আধানের ভর C. আধানের দৈর্ঘ্য D. চৌম্বকক্ষেত্রের প্রাবল্য

৬. নিচের কোনটি ডায়াচৌম্বক পদার্থ নয়?
A. পানি ~~B~~. ম্যাঙ্গানিজ C. তামা D. বিসমাথ

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৭. স্থায়ী চুম্বকের ক্ষেত্রে সঠিক নয় কোনটি?

A. নিরেট ইস্পাতের তৈরী
B. স্থায়ী চৌম্বক ডি.সি মোটর তৈরীতে প্রয়োজন হয়
C. স্থায়ী চুম্বক তৈরীতে তড়িৎ প্রবাহের প্রয়োজন হয়
D. চৌম্বক শক্তি অপরিবর্তিত থাকে

৮. নিচের কোনটি ফেরোচৌম্বকত্ব প্রদর্শন করে না?

A. লোহা
B. নিকেল
C. কোবাল্ট
D. ট্যাংস্টেন

৯. বায়োর্ট স্যাভার্ট সূত্রানুসারে তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুন্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক ক্ষেত্রের জন্য নিচের কোনটি সঠিক?

A. $B = \frac{NI}{\mu_0}$
B. $B = \frac{2\mu_0 N}{2r}$
C. $B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$
D. $B = \frac{2r}{\mu_0 N}$

১০. 6 পাক বিশিষ্ট একটি কুন্ডলীর ব্যাস 4 cm, কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে 2A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে কুন্ডলীর চৌম্বক ভ্রামকের মান কত?

A. 1.5×10^{-2} Am^2
B. 1.5×10^{-3} Am^2
C. 1.5×10^{2} Am^2
D. 1.5×10^{-4} A^2m^2

১১. ফেরোচৌম্বক পদার্থের বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি?

A. কঠিন ও স্ফটিকাকার হয়
B. হিসটেরিসিস ধর্ম নেই
C. নির্দিষ্ট কুরী বিন্দু
D. চৌম্বক প্রবেশ্যতা

১২. লোহা ও নিকেলের সংমিশ্রন কোনটি?

A. পারমেলয়
B. ট্রান্সফর্মার ইস্পাত
C. অ্যালনিকো
D. ভিক্যালয়

১৩. কৃত্রিম চুম্বক কত প্রকার?

A. ২
B. ৩
C. ৪
D. ৫

১৪. কোন পদার্থের চৌম্বক প্রবেশ্যতা $\mu >> 1$?

A. ফেরোচৌম্বক
B. প্যারাচৌম্বক
C. ডায়াচৌম্বক
D. স্থায়ী চুম্বক

১৫. ফেরি চৌম্বকত্ব কোনটিতে উপস্থিত?

A. লোহা
B. নিকেল
C. ফেরাইট
D. কোবাল্ট

Answer:	01. C	02. D	03. B	04. B	05. A	06. B	07. A	08.D
	09. C	10. A	11. B	12. B	13. B	14. A	15. C	

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৫ম অধ্যায়

তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ

এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

‹ প্রসঙ্গ ›	‹ যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে ›
তড়িৎ চৌম্বক আবেশ	[M: 18-19, 17-18, 08-09]; [D: 02-03]
তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের সূত্রাবলী	[M: 09-10]
স্বকীয় আবেশ ও পারস্পরিক আবেশ	[D: 17-18, 06-07, 03-04]
তড়িৎ প্রবাহের প্রকারভেদ	[D: 10-11, 09-10, 07-08, 06-07]

www.bdniyog.com

- পদার্থবিজ্ঞানে তিনটি আবেশ আছে
  ১. চুম্বকবিদ্যায় চৌম্বকীয় আবেশ
  ২. স্থির তড়িতে স্থির তড়িৎ আবেশ এবং
  ৩. চল তড়িতে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ।

তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ

➥ সংজ্ঞা ঃ একটি গতিশীল চুম্বক কিংবা তড়িৎবাহী কুন্ডলীর প্রভাবে একটি বদ্ধ তার কুন্ডলীতে ক্ষণস্থায়ী তড়িচ্চালক শক্তি এবং তড়িৎপ্রবাহ উৎপন্ন হওয়ার পদ্ধতিকে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ বলে।

➥ আবিষ্কারক ঃ মাইকেল ফ্যারাডে, ১৮৩১ সালে

➥ এই নীতিতে আবিষ্কৃত যন্ত্র ঃ ০১. জেনারেটর ০২. ট্রান্সফরমার

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. নিচের কোনটির কার্যনীতি আবেশক্রিয়ার উপর প্রতিষ্ঠিত? [M: 17-18]
   A. মোটর B. ট্রান্সফরমার C. জেনারেটর D. ট্রানজিস্টর
   Ans: B, C
2. নিচের কোনটির ভিত্তিতে ট্রান্সফর্মার এবং জেনারেটর আবিষ্কার করা হয়েছে? [M: 08-09]
   A. চৌম্বক আবেশ B. তড়িৎ আবেশ C. তড়িৎ চৌম্বক আবেশ D. সবকটি
   Ans: C

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

খেয়াল করো...

ক্রিয়া	আবিষ্কারক
তড়িৎ প্রবাহ → চৌম্বক ক্ষেত্র	ওয়েরস্টেড (1819)
চৌম্বক ক্ষেত্র → তড়িৎ প্রবাহ	ফ্যারাডে (1831)

আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ

সংজ্ঞা

তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের ফলে সৃষ্ট ক্ষণস্থায়ী তড়িৎ প্রবাহকে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ বলে (Induced current).

➥ তড়িৎবাহী কুন্ডলীকে মুখ্য কুন্ডলী বলে।

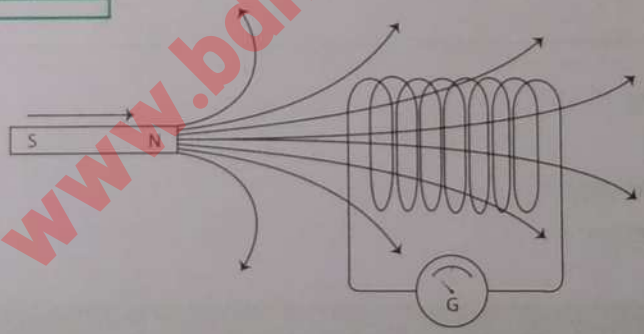
যে তারের কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাকে গৌন কুন্ডলী বলে।

আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধির শর্ত

আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ বাড়বে

- ১) কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল এবং পাক সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে
- ২) ব্যবহৃত চুম্বকের মেরুশক্তি বাড়লে
- ৩) চুম্বক ও কুন্ডলীর আপেক্ষিক গতি বৃদ্ধি করলে
- ৪) কুন্ডলীর অভ্যন্তরে কাঁচা লোহার মজ্জা থাকলে

খেয়াল করো...



কুন্ডলী সাপেক্ষে মেরুর গতি	আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ
N মেরু নিকটে আনলে	বামাবর্তী
N মেরু দূরে সরিয়ে নিলে	দক্ষিণাবর্তী/ডানাবর্তী
S মেরু নিকটে আনলে	দক্ষিণাবর্তী/ডানাবর্তী
S মেরু দূরে সরালে	বামাবর্তী

আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল/শক্তি (Induced EMF)

সংজ্ঞা

- তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের ফলে সৃষ্ট ক্ষণস্থায়ী তড়িচ্চালক বলকে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল বলে।
- কোনো চুম্বক বা তড়িৎবাহী বর্তনী এবং বদ্ধ বর্তনী বা কুন্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতির ফলে বদ্ধ বর্তনী বা কুন্ডলীতে যে তড়িচ্চালক শক্তির উদ্ভব হয় তাকে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি বলে। *[Ref: তপন স্যার]*

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল সৃষ্টি	4 প্রক্রিয়ায়– • চৌম্বক ক্ষেত্র (B) পরিবর্তন করে • বদ্ধ কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল (A) পরিবর্তন করে • চৌম্বক ক্ষেত্র ও বদ্ধ কুন্ডলীর তলের মধ্যবর্তী কোণ (θ) পরিবর্তন করে। • কুন্ডলীর অভ্যন্তরে কাঁচা লোহার মজ্জা থাকলে
➥ তড়িৎ প্রবাহমাত্রা স্থির থাকলে তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয় না ➥ তড়িৎ প্রবাহের জন্য তড়িচ্চালক শক্তির প্রয়োজন।	

ফ্যারাডের সূত্র

➥ আবিষ্কারক ঃ মাইকেল ফ্যারাডে (১৮৩১ সালে)।

সূত্রের নাম	সূত্রের বর্ণনা	তাৎপর্য
প্রথম সূত্র	• যখনই কোনো বদ্ধ তার কুণ্ডলীতে আবদ্ধ চৌম্বক বলরেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্স-এর পরিবর্তন ঘটে তখনই উক্ত কুন্ডলীতে একটি তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয়।	• আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের কারণ জানা যায়।
দ্বিতীয় সূত্র	• তার কুন্ডলিতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তির মান সময়ের সাথে কুন্ডলী দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ক্ষেত্র রেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্স এর পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক। অর্থাৎ, $E = N\frac{d\varphi}{dt}$	• আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের মান পাওয়া যায়।
সূত্রের প্রয়োগ	• জেনারেটর, ট্রান্সফরমার ইত্যাদি যন্ত্রে।	
বিশেষ তথ্য	• ফ্যারাডের দ্বিতীয় সূত্রের গাণিতিক রূপ দেন নিউম্যান। তাই এটি নিউম্যানের সূত্র নামেও পরিচিত।	

লেন্‌জ এর সূত্র

আবিষ্কারক	পদার্থবিজ্ঞানী হেনরি ফ্রেডরিক লেন্‌জ সূত্রটি প্রদান করেন।
সূত্র	আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি বা তড়িৎ প্রবাহের দিক এমন হয় যে এটি উৎপন্ন হওয়ার পর মূল কারণের বিরুদ্ধে ক্রিয়া করে।
গাণিতিক রূপ	$E = -\frac{d\varphi}{dt}$
গুরুত্ব	• তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের জন্য লেন্‌জের সূত্র শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে। • এ সূত্র থেকে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক জানা যায়।

চৌম্বক ফ্লাক্স

সংজ্ঞা	কোন ক্ষেত্রের মধ্যদিয়ে লম্বভাবে পার হয়ে যাওয়া চৌম্বক বলরেখার মোট সংখ্যাকেই ঐ ক্ষেত্রের চৌম্বক ফ্লাক্স বলে। • চৌম্বক ক্ষেত্রের আবেশ B, ক্ষেত্রফল A এবং কুন্ডলীর ফ্লাক্স φ হলে, $\varphi = BA$. • N পাকসংখ্যক কুন্ডলীর ফ্লাক্স সংযুক্ত হলে, $\varphi = NABcos\theta$
একক	টেসলা-মিটার^2 অথবা ওয়েবার (Wb) বা NmA^{-1} $1Wb = 1Tesla\text{-}metre^2 (Tm^2)$ $\therefore 1T = 1Wbm^{-2}$

➥ চৌম্বক ফ্লাক্স একটি স্কেলার রাশি।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

স্বকীয় আবেশ

➥ সংজ্ঞা ঃ একটি মাত্র বদ্ধ কুন্ডলীতে অসম তড়িৎ প্রবাহের দরুণ চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের ফলে অথবা কোন চৌম্বক ক্ষেত্রে বদ্ধ কুন্ডলীর গতির ফলে যে তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ঘটে তাকে স্বকীয় আবেশ বলে।

➥ বর্তনীর স্বকীয় আবেশের জন্য বর্তনীকে বদ্ধ করলে বিদ্যুৎ প্রবাহের মান সাথে সাথে সর্বোচ্চ মানে পৌছায় না অথবা বিচ্ছিন্ন করার সাথে সাথে বিদ্যুৎ প্রবাহের মান শূণ্যে পৌছায় না।

➥ বর্তনীর যে ধর্ম বর্তনীর প্রবাহমাত্রার পরিবর্তনে বাধা সৃষ্টি করে তাকে স্বকীয় আবেশ ধর্ম বলে (Self-inductance)।

➥ **কুন্ডলীকে বলা হয় আবেশক (inductor).**

➥ স্বকীয় আবেশ প্রভাব ন্যূনতম করার জন্য বিশেষ পদ্ধতিতে কুন্ডলী তৈরি করা হয়। একে আবেশহীন বেস্টন বলে।

স্বকীয় আবেশের নির্ভরশীলতা

- ১) তারের কুন্ডলীর প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল
- ২) তারের কুন্ডলীর আকার
- ৩) তারের পাকসংখ্যা
- ৪) মাধ্যমের প্রবেশ্যতা

◉ স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বা স্বাবেশ গুণাঙ্ক (Self-inductance)

➥ সংজ্ঞা ঃ কোন কুন্ডলীর মধ্যে একক তড়িৎ প্রবাহ চললে তার মধ্যে যে পরিমাণ চৌম্বক ফ্লাক্স অবস্থান করে তাকে ঐ কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে।
অথবা, কোন একটি কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা প্রতি সেকেন্ডে এক একক পরিবর্তিত হলে ঐ কুন্ডলীতে যে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি উৎপন্ন হয় তাকে ঐ কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক/স্বাবেশ বলে।

➥ একক ঃ হেনরি (Henry)/H (সংক্ষেপে) বা V-s/A

➥ 1 হেনরি $= \frac{1 \text{ ভোল্ট}}{1 \text{ অ্যাম্পিয়ার/সে.}} = \frac{\text{ভোল্ট} \times \text{সেকেন্ড}}{1 \text{ অ্যাম্পিয়ার}}$ (V-s/A) = 1Ωs)

➥ কুন্ডলী দিয়ে অতিক্রমকারী চৌম্বক ফ্লাক্স ঐ কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের সমানুপাতিক।

➥ স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক তড়িৎ প্রবাহের উপর নির্ভর করে না।

1 হেনরি $= 10^3$ মিলি/ 10^6 মাইক্রো হেনরি

1 মিলি হেনরি (mH) $= 10^{-3}$ হেনরি/ 1 মাইক্রো হেনরি (μH) $= 10^{-6}$ হেনরি

"তোমরা তাদের মত হয়ো না যারা বলে, 'শ্রবণ করলাম' অথচ তারা শ্রবণ করে না!" - সূরা আনফাল

খেয়াল করো...

◉ ব্যাক তড়িচ্চালক শক্তি (back emf)

➥ আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তি কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তনে বাধা দেয়। তাই একে ব্যাক তড়িচ্চালক শক্তি বলে।

◉ আবেশহীন কুন্ডলী

➥ যে কুন্ডলীর মধ্যে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন করা হলে তাতে তড়িচ্চালক বল আবিষ্ট হয় না তাকে আবেশহীন কুন্ডলী বলে।

পারস্পরিক আবেশ (Mutual Induction)

➥ সংজ্ঞা ঃ কোন বিদ্যুৎবাহী কুন্ডলীর ফ্লাক্সের পরিবর্তনের জন্য কাছাকাছি রাখা অপর কুন্ডলীতে বিদ্যুৎচালক বল আবিষ্ট হওয়ার ঘটনাকে পারস্পরিক আবেশ বলে।

➥ পারস্পরিক আবেশ ব্যবহার করে ট্রান্সফরমার তৈরী করা হয়েছে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক

➡ সংজ্ঞা ঃ কোনো কুন্ডলীতে একক তড়িৎ প্রবাহ চললে গৌণ কুন্ডলীতে যত সংখ্যক চৌম্বক ফ্লাক্স আবদ্ধ হয় তাকে পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলে।
অথবা, কোনো মুখ্য কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা প্রতি সেকেন্ডে এক একক পরিবর্তিত হলে গৌণ কুন্ডলীতে যে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল উৎপন্ন হয় তাকে পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

➡ একক ঃ
হেনরি (Henry)/H. বা V-s/A
হেনরি এর অর্থ দুটি কুন্ডলীর একটির মধ্য দিয়ে 1 As^{-1} হারে তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন ঘটলে যদি গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তি 1V হয়, তবে কুন্ডলীদ্বয়ের পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক হবে 1 হেনরি।
তাৎপর্য এক জোড়া কুন্ডলীর পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক 1 Henry বলতে বোঝায়–
১) একটি কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে 1A তড়িৎ প্রবাহ গেলে, অন্য কুন্ডলীর সাথে জড়িত ফ্লাক্স হবে 1 Wb.
২) একটি কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে প্রতি সেকেন্ডে 1A হারে প্রবাহের পরিবর্তন হলে, অন্য কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল হবে 1V.

➡ ব্যবহার ঃ ট্রান্সফরমার তৈরিতে।

Must To Know...

"আলহামদুলিল্লাহ, আল্লাহ আমাকে বাঁচিয়ে রেখেছেন এটাইতো অনেক, নিশ্চয়ই একদিন সফলতা আসবেই।"

পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্কের নির্ভরশীলতা →
- গৌণ কুন্ডলীর পাকসংখ্যা
- কুন্ডলীদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব
- কুন্ডলীদ্বয়ের আপেক্ষিক অবস্থান
- কুন্ডলীদ্বয়ের আকার

ট্রান্সফরমার

সংজ্ঞা	যে যন্ত্রের সাহায্যে পর্যাবৃত্ত বা দিক পরিবর্তী উচ্চ বিভবকে নিম্ন বিভবে অথবা নিম্ন বিভবকে উচ্চ বিভবে রূপান্তর করা যায় তাকে ট্রান্সফরমার বা রূপান্তরক বলে
প্রকার	দুই প্রকার- (১) স্টেপ আপ/আরোহী ঃ অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহকে অধিক বিভবের অল্প তড়িৎ প্রবাহে পরিণত করে। $N_s > N_p; E_s > E_p$ (২) স্টেপ ডাউন/অবরোহী ঃ অধিক বিভবের অল্প তড়িৎ প্রবাহকে অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহে পরিণত করে। $N_s < N_p; E_s < E_p$
সমীকরণ	$\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$ এখানে, • E_p = মুখ্য কুন্ডলীতে তড়িচ্চালক বল • E_s = গৌণ কুন্ডলীতে তড়িচ্চালক বল • N_p = মুখ্য কুন্ডলীতে পাক সংখ্যা • N_s = গৌণ কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ • I_p = মুখ্য কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ • I_s = গৌণ কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ
বৈশিষ্ট্য	• তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের উপর ভিত্তি করে ট্রান্সফর্মার তৈরি করা হয়। • ট্রান্সফরমার শক্তির নিত্যতা সূত্র মেনে চলে। • ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুন্ডলীকে সবসময় A.C. উৎসের সাথে যুক্ত করা হয় আর আউটপুট হিসেবেও A.C. পাওয়া যায়। • আদর্শ ট্রান্সফরমারের ক্ষরণ (Leakage) শূন্য হয়।
ব্যবহার	• তড়িৎ শক্তি প্রেরণ ও বন্টন ব্যবস্থা, টেলিভিশন, বেতার টেলিফোন, টেলিগ্রাম, বৈদ্যুতিক চুল্লি, ঝালাই কাজ ইত্যাদি।

www.bdniyog.com

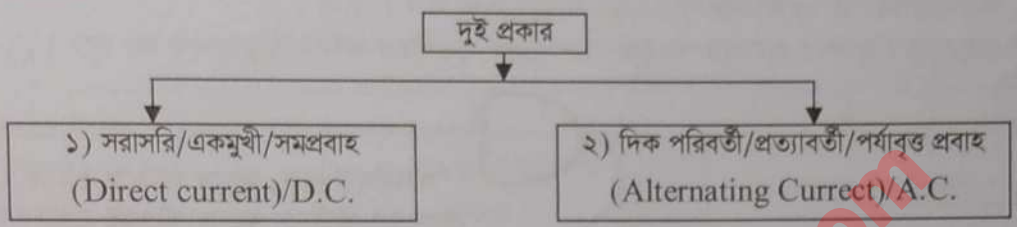
www.bdniyog.com

Must To Know...

➥ ট্রান্সফরমারের মুখ্য কুন্ডলীতে প্রযুক্ত তড়িচ্চালক বল ও গৌণকুন্ডলিতে তড়িচ্চালক বলের দশা পার্থক্য হয় 180°.
➥ ট্রান্সফরমার শুধুমাত্র পরিবর্তী ভোল্টেজে কাজ করে।
➥ ইনপুট আউটপুট পরিবর্তী ভোল্টেজের কম্পাঙ্ক একই থাকে।

তড়িৎ প্রবাহ

➥ সংজ্ঞা ঃ একক সময়ে চার্জের প্রবাহকে কারেন্ট বলে।
➥ প্রকারভেদ ঃ



➥ কোন কুন্ডলীতে বা বর্তনীতে ফ্লাক্স সংযুক্তির পরিবর্তন হলেই আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়।

◉ সরাসরি প্রবাহ (D.C.)

➥ সংজ্ঞা ঃ যে তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ সর্বদা একই থাকে। প্রবাহের মান বা মাত্রা স্থির থাকতে পারে।
➥ বৈশিষ্ট্য ঃ ১. বিস্তার ধ্রুব হবে ২. পর্যায়কাল অসীম হবে ৩. কম্পাঙ্ক শূন্য হবে।
➥ উদাহরণ ঃ সাধারণ তড়িৎ কোষ/ব্যাটারী।

◉ দিক পরিবর্তী প্রবাহ (A. C.)

➥ সংজ্ঞা ঃ কোন বর্তনীতে তড়িৎ প্রবাহ যদি একটি নির্দিষ্ট সময় পর পর দিক পরিবর্তন করে এবং নির্দিষ্ট সময় পর পর সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন মান প্রাপ্ত হয়, সেই তড়িৎ প্রবাহকে দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহ বলে।
দিক পরিবর্তী উৎসের তড়িচ্চালক বল, $E = E_0 \sin\omega t$
➥ ব্যবহার ঃ অফিস, আদালত, কলকারখানা ও গৃহস্থলীতে **A. C. Current** সরবরাহ করা হয়।
➥ এক্ষেত্রে তড়িচ্চালক বলের বা তড়িৎ প্রবাহের মান কুন্ডলীর ক্ষেত্রফলের ও পাক সংখ্যার উপর নির্ভর করে কিন্তু কুন্ডলীর আকৃতির উপর নির্ভর করে না।

◉ A. C. এবং D. C. প্রবাহের মধ্যে পার্থক্য

সমপ্রবাহ (D.C.)	পরিবর্তী প্রবাহ (A.C.)
১) সমপ্রবাহের অভিমুখ সর্বদা স্থির থাকে	১) প্রবাহের অভিমুখ নির্দিষ্ট সময় পর পর পরিবর্তিত হয়
২) প্রবাহের মান স্থির থাকতে পারে, নাও পারে	২) নির্দিষ্ট সময় অন্তর সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন হয়
৩) ওহম ও কির্শফের সূত্র মেনে চলে	৩) ওহম ও কির্শফের সূত্র মেনে চলে না

◉ দিক পরিবর্তী প্রবাহ সম্পর্কিত কয়েকটি সংজ্ঞা

➥ সংজ্ঞা ঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে যান্ত্রিক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত করা যায়।
➥ প্রকারভেদ ঃ দুই ভাগে বিভক্ত করা যা; যথা- (ক) পরিবর্তী প্রবাহ ডায়নামো ও (খ) একমুখী প্রবাহ ডায়নামো।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

➥ অংশ ঃ

১) চুম্বক NS: এটি একটি স্থায়ী অথবা একটি তড়িৎ চুম্বক।
২) ঘূর্ণায়মান কুন্ডলি বা আরমেচার
৩) দুটি স্লিপ রিং বা চাকা: এটি ধাতু নির্মিত।
৪) ব্রাশ: এটি কার্বনের তৈরি।

ডায়নামো

বিস্তার	যে কোন অভিমুখে দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক বলের বা তড়িৎ প্রবাহের সর্বোচ্চ মানকে শীর্ষমান বা বিস্তার বলে। $\in_0$ বা I_0 হচ্ছে শীর্ষমান।
পরিবর্তন চক্র	দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক বলের (বা তড়িৎ প্রবাহের) শূন্যমান হতে বৃদ্ধি পেয়ে শীর্ষমান, এরপর হ্রাস পেয়ে শূণ্যমানে এসে, বিপরীত অভিমুখে পুনরায় বৃদ্ধি পেয়ে ঐ শীর্ষমানে উঠে পুনরায় হ্রাস পেয়ে শূন্যমানে উপনীত হওয়াকে পরিবর্তন চক্র বলে।
পর্যায়কাল	যে সময়ে দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক বলের (বা প্রবাহের) একটি পূর্ণচক্র সম্পন্ন হয় তাকে পর্যায়কাল বলে। একে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পর্যায়কাল, $T = \frac{2\pi}{\omega}$।
কম্পাঙ্ক	দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক বল (বা তড়িৎ প্রবাহ) প্রতি সেকেন্ডে যে কয়টি পূর্ণচক্র সম্পন্ন করে সেই সংখ্যাকে দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক বলের বা তড়িৎ প্রবাহের কম্পাঙ্ক বলা হয়। একে f দ্বারা সূচিত করা হয়। $\therefore$ কম্পাঙ্ক $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}$ বা $\omega = 2\pi f$

◉ দিকপরিবর্তী তড়িৎচালক বল বা প্রবাহের পূর্ণ চক্র

➥ সংজ্ঞা ঃ প্রবাহের মান শূণ্য থেকে শুরু করে একবার সর্বোচ্চ এবং আর একবার বিপরীতমুখী হয়ে সর্বোচ্চ মানে পৌছে পুনরায় শূন্য হয়।

- একটি পূর্ণচক্রের প্রবাহমাত্রার গড়মান শূন্য হয়।

◉ দিক পরিবর্তী তড়িৎচালক বল বা প্রবাহের অর্ধ চক্র

➥ সংজ্ঞা ঃ প্রবাহের মান শূন্য থেকে শুরু করে যে কোনো এক দিকে একবার সর্বোচ্চ মানে পৌছে পুণরায় শূন্য হয়।

- অর্ধচন্দ্রের জন্য গড়মান শূন্য হয় না। $\left[\bar{I} = \frac{2}{\pi} I_0\right]$

◉ আকৃতি গুণাঙ্ক

দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক শক্তি বা প্রবাহমাত্রার গড় বর্গের বর্গমূল মান এবং গড় মানের অনুপাতকে আকৃতি গুণাঙ্ক বলে।

➥ আকৃতি গুণাঙ্ক পরিবর্তী প্রবাহ বা তড়িচ্চালক শক্তির তরঙ্গ আকার নির্দেশ করে।

এর মান 1.11।

Must To Know...

➥ দিক পরিবর্তী প্রবাহের কার্যকর মান মূল গড় বর্গ মানের সমান।
➥ আবিষ্ট তড়িচ্চালক বলের মান চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হারের সমান।
➥ চৌম্বক ক্ষেত্রে সম-দ্রুতিতে ঘূর্ণায়মান কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল দিক পরিবর্তী।
➥ একটি বর্তনীতে আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তির দিক লেনজের সূত্রের দ্বারা নির্ণয় করা হয়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

- ট্রান্সফরমারের গৌণ কুন্ডলীতে সৃষ্ট ফ্লাক্স মুখ্য কুন্ডলীর তড়িৎ প্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক।
- ধারকে যেমন স্থির তড়িৎ শক্তি সঞ্চিত হয় কুন্ডলীতে তেমনি সঞ্চিত হয় চৌম্বক শক্তি।
- চৌম্বক আবেশ হলো চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব।
- দিক পরিবর্তী প্রবাহের অর্ধচক্রের গড়মান উহার **শীর্ষমানের শতকরা 63.7 ভাগ।**
- বদ্ধ কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহের দিক নির্ভরশীল– আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তির উপর এবং চৌম্বক ফ্লাক্সের ওপর।
- মুখ্য কুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ চললে গৌণ কুন্ডলীর সাথে জড়িত মোট ফ্লাক্স প্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক।
- তড়িৎ যন্ত্রপাতি মূলত ৩ প্রকার।
- বিদ্যুৎবাহী লুপ বা কুন্ডলী একটি দন্ড চুম্বকের মত আচরণ করে।
- জেনারেটরে ব্যবহৃত চুম্বক যদি স্থায়ী হয় তবে তাকে ম্যাগনেট বলে আর অস্থায়ী চুম্বক ব্যবহৃত হলে তাকে ডায়নামো বলে।
- স্বকীয় আবেশ তারের কুন্ডলীর প্রস্থচ্ছেদ, আকার, পাকসংখ্যা ও মাধ্যমের প্রবেশ্যতার উপর নির্ভর করে।
- বাংলাদেশে ব্যবহৃত A. C কারেন্টের Supply Voltage 220 V, কম্পাঙ্ক 50 Hz.
- আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ভর করে–
  ০১. কুন্ডলীর পাক সংখ্যা ০২. চুম্বকের শক্তি ০৩. আবর্তনের বেগ।

"তুমি তোমার পরিবার-পরিজনকে নামাজ আদায়ের আদেশ দাও এবং নিজেও এর ওপর অবিচল থাক।" - সূরা ত্বহা

◉ বাসাবাড়িতে সরবরাহকৃত ভোল্টেজের মান 220 V

অর্থাৎ, $E_{r.m.s} = 220$ V.

$\therefore$ শীর্ষমান $= E_{r.m.s} \times \sqrt{2}$

$= 220 \text{ V} \times \sqrt{2}$

$= 311$ V

অর্থাৎ, কোনো ব্যক্তি যদি 220 V ডি. সি লাইনে শক পান তবে তা 220 V দ্বারা হবে,
কিন্তু কোনো ব্যক্তি যদি 220 V এ সি লাইনে শক পান তবে তিনি সর্বোচ্চ 311 V শক পাবেন।
311 V মানবদেহের জন্য বিপজ্জনক।
এজন্যই ডি. সি (D. C.) অপেক্ষা A. C বেশী বিপজ্জনক।

◉ গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণসমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
১	আবিষ্ট তড়িৎচালক বল, $\epsilon = -N\frac{d\phi_B}{dt}$	N = কুন্ডলীর পাকসংখ্যা	
		ϵ = আবিষ্ট তড়িৎচালক বল	V(ভোল্ট)
		$\frac{d\phi_B}{dt}$ = চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হার	$Wb.s^{-1}$ (ওয়েবার, সেকেন্ড$^{-1}$)
২	গৌণ কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল, $\epsilon = -M\frac{di}{dt}$	M = মুখ্য ও গৌণ কুন্ডলীদ্বয়ের পারস্পরিক আবেশাঙ্ক	হেনরি (Henry)
		i = মুখ্য কুন্ডলীর তড়িৎ প্রবাহ	A (অ্যাম্পিয়ার)
৩	আবিষ্ট তড়িৎচালক বল, $\epsilon = -L\frac{di}{dt}$	L স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক	Henry
৪	স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক, $L = \frac{N\phi_B}{i}$	N = সলিনয়েডের পাকসংখ্যা	
		ϕ_B = চৌম্বক ফ্লাক্স	Wb (ওয়েবার)
৫	$\frac{E_s}{E_p} = \frac{i_p}{i_s} = \frac{n_s}{n_p}$	E_p, i_p, n_p যথাক্রমে মুখ্য কুন্ডলীর বিদ্যুৎচালক শক্তি, প্রবাহমাত্রা ও পাকের সংখ্যা।	V (ভোল্ট), A (অ্যাম্পিয়ার)
		E_s, i_s, n_s যথাক্রমে গৌণ কুন্ডলীর বিদ্যুৎচালক শক্তি, প্রবাহমাত্রা ও পাকের সংখ্যা।	

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
৬	আবিষ্ট বিদ্যুৎচালক শক্তি, $E = E_0 \sin \omega t$	E = আবিষ্ট বিদ্যুৎচালক শক্তি	
		E_0 = সর্বোচ্চ বিদ্যুৎচালক শক্তি	
		ω = কৌণিক বেগ	$rad.s^{-1}$ (রেডিয়ান. সেকেন্ড$^{-1}$)
৭	প্রবাহমাত্রা, $i = i_0 \sin \omega t$	i = যে কোন মুহূর্তে প্রবাহমাত্রা	A (অ্যাম্পিয়ার)
		i_0 = সাধারণ বা পরিবর্তী প্রবাহমাত্রা	

গাণিতিক সমস্যাবলী

০১. একটি দিক পরিবর্তী প্রবাহকে $I = 100 \sin 500 \pi t$ সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা যায়। প্রবাহ কম্পাঙ্ক কত? **Ans. 250 Hz**

shortcut: কম্পাঙ্ক $= \frac{|\pi t \text{ এর সহগ}|}{2}$

০২. 100 পাক বিশিষ্ট একটি কুন্ডলীতে 4A তড়িৎ প্রবাহ চালালে 0.02Wb চৌম্বক ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়। কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর।

$[\varphi = Li]$ Ans: 0.5 Henry.

০৩. একটি দিক পরিবর্তী তড়িৎ প্রবাহের সমীকরণ $i = 50 \sin 628 t$ হলে তড়িৎ প্রবাহের (i) শীর্ষমান (ii) কম্পাঙ্ক এবং (iii) মূল গড় বর্গের মান নির্ণয় কর। [(i) $i = i_0 \sin \omega t$ (ii) $\omega = 2\pi f$ (iii) $i_{rms} = \frac{i_0}{\sqrt{2}}$]

Ans : (i) 50 Amp (ii) 100 Hz (iii) 35.35 Amp

০৪. একটি ট্রান্সফর্মারের মুখ্য কুন্ডলীর ভোল্টেজ 11,000 V. এবং গৌণ কুন্ডলীর ভোল্টেজ 220 V। গৌণ কুন্ডলীর প্রবাহ 10 A হলে মুখ্য কুন্ডলীর প্রবাহ কত? $[\frac{Ep}{Es} = \frac{Is}{Ip}]$ Ans: 0.2 A

০৫. 0.01 T এর চৌম্বক প্রাবল্যের একটি চৌম্বক ক্ষেত্রে 300×10^{-4} m^2 ক্ষেত্রফলের একটি কুন্ডলীতে লম্বভাবে স্থাপিত আছে। কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে চৌম্বক প্রবাহ বা ফ্লাক্স কত? $[\varphi = BA]$ Ans. 0.0003 Wb

০৬. কোন দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক বলের গড় বর্গের বর্গমূলের মান 10 V। তড়িৎ চালক বলের শীর্ষমান কত? $[E_0 = E_{rms} \times \sqrt{2}]$

Ans. 14.142 V

Home Practice...

১. দিক পরিবর্তী প্রবাহমাত্রার গড় বর্গের বর্গমূল কোনটি?

A. $\frac{1}{2} \times$ শীর্ষমান B. $\frac{1}{\sqrt{2}} \times$ শীর্ষমান C. $0.0637 \times$ শীর্ষমান D. $\frac{\pi}{2} \times$ শীর্ষমান

২. পরিবর্তনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা প্রবাহ সৃষ্টি আবিষ্কার করেন কে?

A. ফ্লেমিং B. ম্যাক্সওয়েল C. ফ্যারাডে D. ওয়েরস্টেড

৩. স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্কের একক কোনটি?

A. henry B. weber C. Tesla D. Hz

৪. একটি দিক পরিবর্তী উৎসের তড়িচ্চালক বলের শীর্ষমান 100 V, কার্যকর তড়িচ্চালক বল কত?

A. 70.7 V B. 141.44 V C. 200 V D. 220 V

৫. কোন বর্তনীতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ জানা যায়–

A. ম্যাক্সওয়েলের কর্ক স্ক্রু সূত্র দ্বারা
B. লেন্‌জের সূত্র দ্বারা
C. ফ্লেমিংয়ের ডান হস্ত নিয়ম থেকে
D. ফ্লেমিংয়ের বাম হস্ত নিয়ম থেকে

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৬. কোন দিক পরিবর্তী প্রবাহমাত্রার পূর্ণচক্রের জন্য গড় প্রবাহমাত্রা কত?

A. 0 B. $0.707\ I_0$ C. $\frac{2I_0}{\pi}$ D. $\frac{I_0^2}{2}$

৭. যে তারের কুন্ডলীতে আবিষ্ট বিদ্যুৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয় তাকে বলে–

A. বিদ্যুৎ কুন্ডলী B. চুম্বক কুন্ডলী C. মুখ্য কুন্ডলী D. গৌণ কুন্ডলী

৮. নিচের কোনটির ভিত্তিতে ট্রান্সফর্মার আবিষ্কার করা হয়েছে?

A. চৌম্বক আবেশ B. তড়িৎ আবেশ C. তড়িৎ চৌম্বক আবেশ D. সবগুলো

৯. কুন্ডলীর আবিষ্ট তড়িচ্চালক শক্তির মান নির্ভরশীল নয় কোনটির উপর?

A. সময় B. বর্তনীর রোধ C. কুন্ডলীর পাক সংখ্যা D. চৌম্বক ফ্লাক্স এর পরিবর্তন

১০. নিচের কোনটি তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ও দিক পরিবর্তী প্রবাহের জন্য মিথ্যা?

A. $\frac{Ep}{Es} = \frac{Np}{Ns}$ B. ট্রান্সফরমার এ. সি লাইনে ব্যবহার করা হয় না

C. ট্রান্সফরমার ডি.সি লাইনে ব্যবহৃত হয় না D. ট্রান্সফরমার দুই প্রকার

১১. নিচের কোনটি মিথ্যা?

A. $i_{rms} = \frac{i_0}{\sqrt{2}}$ B. $\varphi = BA$ C. $\frac{i_p}{i_s} = \frac{n_p}{n_s}$ D. $E_p / E_s = \frac{N_p}{N_s}$

১২. আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের মান নির্ভর করে না কোনটির উপর?

A. কুন্ডলীর পাকসংখ্যা B. চুম্বকের শক্তি C. বর্তনীর রোধ D. আবর্তনের বেগ

১৩. 1 Tesla সমান কোনটি?

A. $1Wbm^{-2}$ B. 1Wb C. $1Wbm^{-1}$ D. $1\ m^{-2}$

১৪. 1 Henry সমান কোনটি নয়?

A. $\frac{V-s}{A}$ B. Ωs C. WbA^{-1} D. WbA

১৫. অর্ধচক্রের বেলায় তড়িচ্চালক বল কত?

A. 0 B. 100 C. $0.637\ E_0$ D. $0.707\ E_0$

১৬. দিক পরিবর্তী প্রবাহের আকৃতি গুণাঙ্কের মান কত?

A. 1.11 B. 1.00 C. 2.22 D. 1.01

১৭. নিম্নের কোনটি A.C ডায়নামোর অংশ নয়?

A. ক্ষেত্রচুম্বক B. আর্মেচার C. ব্রাশ D. কম্যুটেটর

১৮. ফ্যারাডে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের সূত্র দুটি কত সালে আবিষ্কৃত হয়?

A. 1831 B. 1841 C. 1851 D. 1861

১৯. 100 পাকবিশিষ্ট একটি কুন্ডলীতে 4A তড়িৎ প্রবাহ চালালে 0.02Wb চৌম্বক ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়। কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক কত হেনরী?

A. 0.6 B. 0.7 C. 0.8 D. 0.5

২০. পরিবর্তী প্রবাহের বর্গমূলীয় গড় মান শীর্ষমানের কতগুণ?

A. 0.909 B. 0.808 C. 0.707 D. 0.606

উত্তরসমূহ:	1. B	2. C	3. A	4. A	5. B	6. A	7. D	8. C	9. B	10. B
	11. C	12. C	13. A	14. D	15. C	16. A	17. D	18. A	19. D	20. C

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

ষষ্ঠ অধ্যায়

জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান

এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

প্রসঙ্গ	যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে
আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণ	[M: 08-09, 00-01, D: 17-18, 05-06, 00-01]
লেন্স	[M: 19-20, 16-17, 15-16, 13-14, 11-12, 09-10, 07-08, 02-03, 00-01; D: 18-19, 16-17, 06-07, 05-06, 01-02, 00-01]
অণুবীক্ষণ যন্ত্র	[M: 12-13; D: 06-07]
দূরবীক্ষণ যন্ত্র	[M: 18-19, 14-15; D: 16-17, 08-09]
প্রিজমে আলোর প্রতিসরণ	[M: 17-18; D: 16-17]
আলোর বিচ্ছুরণ ও বর্ণালি সৃষ্টি	[M: 19-20, 12-13, 00-01; D: 17-18]

আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণ

ফার্মাটের সূত্র/ ফার্মাটের স্থির সময়ের নীতি

ফার্মাটের সূত্র/ ফার্মাটের স্থির সময়ের নীতি	"যখন কোন আলোক রশ্মি প্রতিফলন বা প্রতিসরণ-এর সূত্র মেনে কোন সমতল পৃষ্ঠে প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয়, তখন তা সর্বদা ক্ষুদ্রতম পথ অনুসরণ করে"। অর্থাৎ বস্তু ও প্রতিবিম্বের মধ্যবর্তী আলোকপথ সকল রশ্মির ক্ষেত্রে সমান।
আবিষ্কারক	ফরাসি গণিতবিদ পিয়ারে ফার্মাট
সাল	১৬৫০ সালে
প্রয়োগ	১. আলোর প্রতিফলনের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন ২. আলোর প্রতিসরণের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন

আলোক পথ

সংজ্ঞা	কোনো মাধ্যমের মধ্য দিয়ে আলোক রশ্মি কোনো নির্দিষ্ট সময়ে যে পথ অতিক্রম করে তার সমতুল্য আলোক পথ বলতে বোঝায় ঐ নির্দিষ্ট সময়ে আলোক রশ্মি শূন্য মাধ্যমে যে পথ অতিক্রম করে তা।
সমীকরণ	আলোক পথ, l_o = মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক (μ)× মাধ্যমে আলো কর্তৃক অতিক্রান্ত পথের দৈর্ঘ্য (l).

[Ref: তপন স্যার]

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ পরম প্রতিসরণাঙ্ক

সংজ্ঞা	• আলোক রশ্মি যখন শূন্য মাধ্যম থেকে কোনো মাধ্যমে তীর্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে ঐ রঙের জন্য ঐ মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক বলে।	
বৈশিষ্ট্য	• কোনো মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক 1 এর কম হতে পারে না।	
উদাহরণ	• কেরোসিনের প্রতিসরণাঙ্ক 1.44 • পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33	• কাচের প্রতিসরণাঙ্ক 1.55 • গ্লিসারিনের প্রতিসরণাঙ্ক 1.466

[Ref: ইসহাক + তপন + তোফাজ্জল স্যার]

◉ সঙ্কট কোণ

সংজ্ঞা	আলোক রশ্মি ঘন থেকে লঘুতর মাধ্যমে গমনের সময় একটি নির্দিষ্ট আপতন কোণের জন্য প্রতিসরণ কোণ 90° হয়, অর্থাৎ প্রতিসৃত রশ্মি বিভেদতল ঘেঁষে যায়। ঐ আপতন কোণকে সঙ্কট কোণ বলে।	
প্রতিসরণাঙ্কের সাথে সম্পর্ক	• b মাধ্যম সাপেক্ষে a মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক, $_b\mu_a = \sin\theta_c$ • a মাধ্যম সাপেক্ষে b মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক, $_a\mu_b = \frac{1}{\sin\theta_c}$	এখানে, b মাধ্যমের ঘনত্ব > a মাধ্যমের ঘনত্ব

◉ পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন

সংজ্ঞা	• আলোক রশ্মি ঘন থেকে লঘুতর মাধ্যমে গমনের সময় যদি আপতন কোণ সঙ্কট কোণের চেয়ে বড় হয়, তাহলে বিভেদতলে প্রতিফলিত হয়ে আলো সম্পূর্ণরূপে প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। এ ধরনের প্রতিফলনকে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন বলে।
শর্ত	• আলোক রশ্মিকে ঘন মাধ্যম হতে লঘু মাধ্যমে আপতিত হতে হবে। • আপতন কোণকে মাধ্যমদ্বয়ের সঙ্কট কোণ অপেক্ষা বড় হতে হবে।
দৃষ্টান্ত	• নিমজ্জিত টেস্ট টিউব • পানি পূর্ণ গ্লাস • হীরকের উজ্জ্বলতা • নিম্ন ও উর্ধ্ব মরীচিকা

www.bdniyog.com

লেন্স (Lens)

- সংজ্ঞা ঃ "দুটি গোলীয় অথবা একটি গোলীয় ও একটি সমতল অথবা দুটি বেলনাকৃতি অথবা একটি বেলনাকৃতি ও একটি সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ কোন স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে লেন্স বলে।"
- প্রকার

লেন্স

স্থূলমধ্য বা উত্তল বা অভিসারী লেন্স (Convex Lens)	ক্ষীণমধ্য/অবতল/অপসারী (Concave Lens)
- মধ্যভাগ মোটা	- মধ্যভাগ সরু
- প্রান্তভাগ সরু	- প্রান্তভাগ মোটা
ক. উভোত্তল বা দ্বিউত্তল লেন্স	ক. উভোবতল বা দ্বি-অবতল লেন্স
খ. সমতলোত্তল লেন্স	খ. সমতলবতল লেন্স
গ. অবতলোত্তল লেন্স	গ. উত্তলাবতল লেন্স

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

লেন্স সম্পর্কিত প্রয়োজনীয় রাশি

- **লেন্সের প্রথম ও দ্বিতীয় পৃষ্ঠঃ** লেন্সের যে পৃষ্ঠে আলোক রশ্মি আপতিত হয় তাকে লেন্সের প্রথম পৃষ্ঠ বলে। আর যে পৃষ্ঠ থেকে আলোক রশ্মি বেরিয়ে যায় তাকে লেন্সের দ্বিতীয় পৃষ্ঠ বলে।
- **বক্রতার কেন্দ্রঃ** লেন্সের কোন পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের কেন্দ্রকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র বলে।
- **বক্রতার ব্যাসার্ধঃ** লেন্সের কোন পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে। **সমতলোত্তল ও সমতলাবতল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ অসীম।**
- **প্রধান অক্ষঃ** লেন্সের উভয় পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সরলরেখাকে প্রধান অক্ষ বলে।
- **প্রধান ফোকাসঃ** লেন্সের ২টি প্রধান ফোকাস থাকে, যথা:- (ক) প্রথম প্রধান ফোকাস; (খ) দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস
- **প্রথম প্রধান ফোকাসঃ** লেন্সের প্রধান অক্ষের যে বিন্দু থেকে আলোক রশ্মি নির্গত হলে (উত্তল লেন্সে) বা যে বিন্দু অভিমুখে আলোক রশ্মি আপতিত হলে (অবতল লেন্সে) প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের সমান্তরালে নির্গত হয় তাকে প্রথম প্রধান ফোকাস বলে।
- **দ্বিতীয় প্রধান ফোকাসঃ** লেন্সের প্রধান অক্ষের সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ প্রতিসরণের পর প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দুতে মিলিত হয় (উত্তল লেন্সে) বা যে বিন্দু থেকে নিঃসৃত হচ্ছে বলে মনে হয় (অবতল লেন্সে) সে বিন্দুকে লেন্সের দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস বলে। **লেন্সের প্রধান ফোকাস বলতে দ্বিতীয় প্রধান ফোকাসকেই বুঝায়।**
- **আলোক কেন্দ্রঃ** কোন আলোক রশ্মি যদি কোন লেন্সের এক পৃষ্ঠে আপতিত হয়ে নির্গত হওয়ার সময় আপতিত রশ্মির সমান্তরাল হয় তবে আলোক রশ্মি লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর যে বিন্দু দিয়ে যায় সেই বিন্দুকে লেন্সের আলোক কেন্দ্র বলে। **উত্তলাবতল ও অবতলোত্তল লেন্সে আলোক কেন্দ্রের অবস্থান লেন্সের বাইরে।**
- **উন্মেষঃ** লেন্সের ব্যাসকেই লেন্সের উন্মেষ বলে।

খেয়াল করো...

কোনো দর্পনের **উন্মেষ 10° অপেক্ষা কম হলে ঐ দর্পনকে ক্ষুদ্র উন্মেষযুক্ত দর্পন বলে।** উত্তল লেন্সে আপতিত রশ্মি এবং দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস সর্বদা লেন্সের দুই বিপরীত পাশে থাকে।

Must To Know...

লেন্সে প্রতিবিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতি

বস্তুর অবস্থান	প্রতিবিম্বের অবস্থান	প্রতিবিম্বের প্রকৃতি	বিম্বের আকার	বাস্তব প্রয়োগ
উত্তল লেন্স				
(i) ∞ (অসীম দূরত্বে)	দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস তলে	বাস্তব ও উল্টো	অত্যন্ত ছোট ($m \approx 0$)	দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য
(ii) $>2f$ দূরত্বে	লেন্সের পশ্চাতে f ও 2f দূরত্বের মাঝে	বাস্তব ও উল্টো	ছোট ($m<1$)	ক্যামেরা
(iii) 2f দূরত্বে	লেন্সের পশ্চাতে 2f দূরত্বে	বাস্তব, উল্টো	বস্তুর সমান ($m=1$)	ভূ-দূরবীক্ষণ যন্ত্র
(iv) f ও 2f দূরত্বের মাঝে	লেন্সের পশ্চাতে 2f অপেক্ষা বেশি দূরত্বে	বাস্তব, উল্টো	আকারে বড় ($m>1$)	অণুবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্য
(v) f দূরত্বে	∞ (অসীম দূরত্ব)	বাস্তব, উল্টো	আকারে অত্যন্ত বড় ($m=\infty$)	বর্ণালিবীক্ষণ যন্ত্রে সমান্তরাল রশ্মি গুচ্ছ তৈরি
(vi) আলোক কেন্দ্র ও f দূরত্বের মাঝে	বস্তুর একই পার্শ্বে এবং সামনে	অবাস্তব, সোজা	আকারে বড় ($m>1$)	বিবর্ধন কাচ, অণুবীক্ষণ ও দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিনেত্র

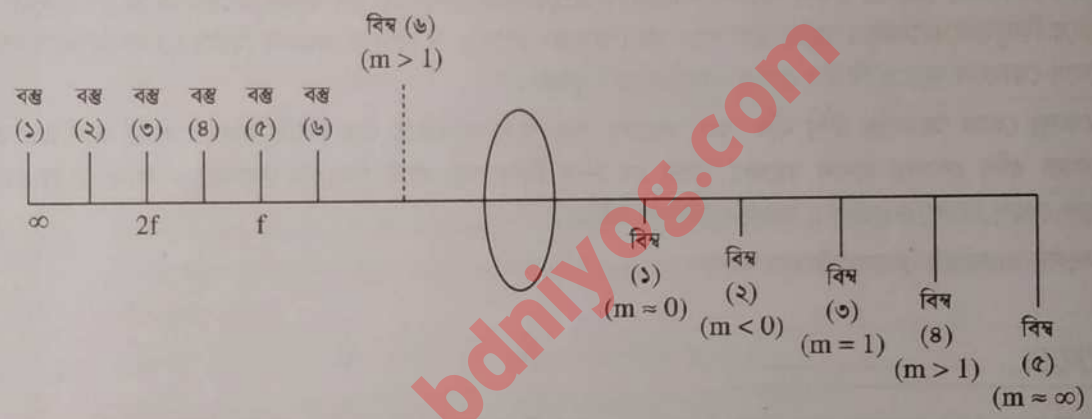
www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

অবতল লেন্স				
(i) আলোক কেন্দ্র ও অসীম দূরত্বের মাঝে	বস্তুর একই পার্শ্বে আলোক কেন্দ্র ও দ্বিতীয় প্রধান ফোকাসের মাঝে	অবাস্তব, সোজা	ছোট ($m < 1$)	
(ii) ∞ (অসীম দূরত্বে)	দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস তলে বস্তুর একই পার্শ্বে	অবাস্তব, সোজা	ছোট ($m < 1$)	

খেয়াল করো...

উত্তল লেন্সে লক্ষ্যবস্তুর অবস্থানের ভিন্নতার কারণে বিম্বের আকার ও প্রকৃতি ভিন্ন হতে পারে। কিন্তু অবতল লেন্সে বিম্ব সর্বদাই অবাস্তব, সোজা এবং খর্বিত হয়।



ফোকাস দূরত্ব

সংজ্ঞা	• আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস বা দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস পর্যন্ত দূরত্বকে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বলে।
বৈশিষ্ট্য	• দ্বিতীয় ফোকাস দূরত্বকে সাধারণত লেন্সের ফোকাস দূরত্ব হিসেবে গণ্য করা হয়। • লেন্সের চারপাশে একই মাধ্যম থাকলে, লেন্সের দুই ফোকাস দূরত্বের মান সমান হয়। • লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ব্যবহৃত আলোর বর্ণের উপর নির্ভরশীল।
চিহ্নের রীতি	• উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ধনাত্মক • অবতল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ঋণাত্মক

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. একটি লেন্সের ক্ষমতা + 2d ইহার ফোকাস দূরত্ব কত? [M. 15- 16]

A. 2m B. 0.2m C. 20 cm D. 50 cm

Ans: D

২. উত্তলাবতল ও অবতলোত্তল লেন্সের আলোক কেন্দ্রের অবস্থান কোথায়? [M. 13-14]

A. লেন্সের ভিতরে B. বক্র তলের মেরুতে C. লেন্সের বাইরে D. লেন্সের ভিতরে মধ্যবিন্দুতে

Ans: C

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিম্বের পূর্ণ বিবরণ

বর্ণনাকারী রাশি	বিম্বের অবস্থা	শর্তাবলি
অবস্থান	• লেন্সের যে পার্শ্বে লক্ষ্যবস্তু রয়েছে, বিম্ব তার বিপরীত পার্শ্বে	• v ধনাত্মক হলে
	• বিম্ব লেন্সের সামনে অর্থাৎ লক্ষ্যবস্তু লেন্সের যে পার্শ্বে থাকে বিম্ব সেই পার্শ্বে	• v ঋনাত্মক হলে
প্রকৃতি	• বিম্ব বাস্তব বা সোজা	• v ধনাত্মক হলে • m ধনাত্মক হলে
	• বিম্ব অবাস্তব বা উল্টো	• v ঋনাত্মক হলে • m ঋনাত্মক হলে
আকৃতি	• বিম্বটি বিবর্ধিত অথবা লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে বড়	• m এর মান 1- এর বড়
	• বিম্বটি লক্ষ্যবস্তুর চেয়ে ছোট	• m এর মান 1- এর কম
	• বিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সমান	• $\|m\| = 1$ হলে

চিহ্নের প্রথা

রাশি	ধনাত্মক	ঋণাত্মক
(i) লক্ষ্যবস্তুর দূরত্ব, u	• যে পাশে আপতিত রশ্মি থাকে, সে পাশে লক্ষ্যবস্তু থাকলে	• যে পাশে আপতিত রশ্মি থাকে, অন্য পাশে লক্ষ্যবস্তু থাকলে
(ii) বিম্বের দূরত্ব, v	• যে পাশে আলো প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয়, সে পাশে বিম্ব গঠিত হলে	• যে পাশে আলো প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত হয়, অন্য পাশে বিম্ব গঠিত হলে
(iii) বক্রতার ব্যাসার্ধ, r	• যে পাশে আলো প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়, সে পাশে বক্রতার কেন্দ্র থাকলে	• যে পাশে আলো প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়, অন্য পাশে বক্রতার কেন্দ্র থাকলে
(iv) বিবর্ধন, m	• সোজা বিম্বের জন্য	• উল্টো বিম্বের জন্য
(v) দূরত্ব	• বাস্তব দূরত্ব	• অবাস্তব দূরত্ব
• সকল দূরত্ব পরিমাপ করতে হবে প্রতিফলক বা প্রতিসারক তলের মধ্যবিন্দু তথা মেরু থেকে। লেন্সের ক্ষেত্রে তার আলোক কেন্দ্র থেকে।		

লেন্সের ক্ষমতা

➥ **সংজ্ঞা ঃ** কোন লেন্স দ্বারা আলোক রশ্মিগুচ্ছের অভিসারিতা/অপসারিতা উৎপাদনের সামর্থ্যকে তার ক্ষমতা বলে।

• লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f হলে, লেন্সের ক্ষমতা $P = \frac{1}{f(m)}$ ডায়াপ্টার (D).

➥ **ব্যবহারিক এককঃ** ডায়াপ্টার

➥ **S.I এককঃ** রেডিয়ান/মিটার $(rad\ m^{-1})$

➥ ক্ষমতার মান (+) হলে, লেন্স উত্তল। ক্ষমতার মান (−) হলে, লেন্স অবতল।

➥ নির্ণয় পদ্ধতি $\frac{1}{u}$ বনাম $\frac{1}{v}$ লেখ দ্বারা নির্ণয় করা হয়। লেখটি সরলরেখা হবে।

www.bdniyog.com

Must To Know...

• গোলীয় পৃষ্ঠে আলোর প্রতিসরণের সাধারণ সমীকরণ	$\frac{\mu}{v}+\frac{1}{u}=\frac{\mu-1}{r}$ ইহা উত্তল ও অবতল উভয় পৃষ্ঠের জন্য প্রযোজ্য।
• লেন্সের ফোকাস দূরত্বের সাধারণ সমীকরণ	$\frac{1}{f}=(\mu-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$
• লেন্স প্রস্তুতকারকের সূত্র	$\frac{1}{f}=\left(\frac{\mu_2}{\mu_1}-1\right)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$
• লেন্সের সাধারণ সমীকরণ	$\frac{1}{f}=\frac{1}{u}+\frac{1}{v}$

খেয়াল করো...

চশমায় লেন্সের ব্যবহার

- মায়োপিয়া: অবতল লেন্স
- হাইপারমেট্রোপিয়া: উত্তল লেন্স
- প্রেসবায়োপিয়া: দ্বি অবতল লেন্স/বাই কনকেভ লেন্স
- অ্যাসটিগমেটিজম: সিলিন্ড্রিক্যাল লেন্স

"OH ALLAH, RENEW THE IMAN IN MY HEART"

লেন্সের সংযোজন ও তুল্য লেন্স

একাধিক লেন্সকে পরস্পরের সংস্পর্শে এমনভাবে রাখা যায় যাদের প্রধান অক্ষ একই সরল রেখায় থাকে। এরূপ পরস্পরের সংস্পর্শে একাধিক লেন্সকে লেন্সের সংযোজন বা সমবায় বলে।

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}$$

$$P = P_1 + P_2$$

অনুবীক্ষণ যন্ত্র (Microscope)

সংজ্ঞাঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে চোখের নিকটবর্তী অতিক্ষুদ্র বস্তুকে বড় করে দেখা যায় তাকে অণুবীক্ষণ যন্ত্র বা মাইক্রোস্কোপ বলে।

প্রকারভেদঃ ২ প্রকার, যথা-

১) সরল অনুবীক্ষণ যন্ত্র বা বিবর্ধক কাচ বা আতশী কাচ বা ম্যাগনিফাইং গ্লাস (simple microscope)

২) জটিল বা যৌগিক অনুবীক্ষণ যন্ত্র (compound microscope)

বিশেষ তথ্য

- নিকটবর্তী অতি ক্ষুদ্র বস্তু পর্যবেক্ষণের কাজে ব্যবহৃত হয়
- চূড়ান্ত প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সাপেক্ষে উল্টা হয়
- অণুবীক্ষণ যন্ত্রের ক্ষমতা বৃদ্ধিতে ব্যবহার করা হয় অতিবেগুনি রশ্মি

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ **সরল অনুবীক্ষণ যন্ত্র বা বিবর্ধক কাচ:** ক্ষুদ্র ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্স দিয়ে তৈরী।
• এ যন্ত্র magnifying glass নামে পরিচিত।

বীক্ষণ কোণ	কোন লক্ষ্যবস্তু চোখের লেন্সে যে কোণ উৎপন্ন করে তাকে বীক্ষণ কোণ বা দৃষ্টি কোণ বলে।
কৌণিক বিবর্ধন	চোখে বিম্ব যে কোণ সৃষ্টি করে এবং লক্ষ্যবস্তু যে কোণ সৃষ্টি করে তাদের অনুপাতকে কৌণিক বিবর্ধন বা বিবর্ধন বলে। কৌণিক বিবর্ধন, $M=\frac{\text{বিম্ব কর্তৃক সৃষ্ট কোণ}}{\text{লক্ষ্যবস্তু কর্তৃক সৃষ্ট কোণ}}$ • একটি সাধারণ বিবর্ধক লেন্সের বিবর্ধন 3.5 হতে 6 পর্যন্ত হতে পারে।
সরল অনুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধনের সমীকরণ	$m=\left(1+\frac{D-a}{f}\right)$
সমীকরণ হতে প্রাপ্ত সিদ্ধান্ত	i) লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f যত কম হবে তার বিবর্ধন ক্ষমতা তত বৃদ্ধি পাবে। ii) স্বাভাবিক চোখ অপেক্ষা ক্ষীণ দৃষ্টিসম্পন্ন চোখে প্রতিবিম্ব ছোট এবং দূর দৃষ্টি সম্পন্ন চোখে প্রতিবিম্ব বড় দেখাবে। iii) পর্যবেক্ষকের চোখ হতে লেন্সের দূরত্ব যত কম হবে বিবর্ধন তত বেশি হবে।
• সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রে বিবর্ধিত, অবাস্তব ও সোজা প্রতিবিম্ব পাওয়া যায়।	
ব্যবহার: এটি সূক্ষ্ম কারুকার্য, অতি ক্ষুদ্র লেখা, হাতের ছাপ, অতি ক্ষুদ্র যন্ত্রপাতি ইত্যাদি দেখার কাজে ব্যবহার করা হয়।	

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. চশমার লেন্স ব্যবহারের ক্ষেত্রে কোন জোড়াটি সঠিক নয়? [M. 16-17]
A. মায়োপিয়া–অবতল লেন্স
B. প্রেসবায়োপিয়া–সিলিন্ড্রিক্যাল লেন্স
C. হাইপারমেট্রোপিয়া–উত্তল লেন্স
D. অ্যাসটিগমেটিজম– সিলিন্ড্রিক্যাল লেন্স
Ans: B

২. সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বেলায় নিম্নের কোনটি সঠিক? [M. 12-13]
A. ফোকাস দূরত্ব বাড়লে বিবর্ধন ক্ষমতা বৃদ্ধি পাবে
B. দূর দৃষ্টির চোখ প্রতিবিম্ব ছোট দেখবে
C. ক্ষীণদৃষ্টি সম্পন্ন চোখ প্রতিবিম্ব ছোট দেখবে
D. পর্যবেক্ষকের চোখ হতে লেন্সের দূরত্ব কম হলে বিবর্ধন কম হবে
Ans: C

◉ **জটিল অনুবীক্ষণ যন্ত্র/যৌগিক মাইক্রোস্কোপ**

আবিষ্কার	বিজ্ঞানী গ্যালিলিও- ১৬১০ খ্রিস্টাব্দে
গঠন	দুটি লেন্স নিয়ে গঠিত– i) অভিলক্ষ্য (O) ঃ ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ ছোট, লক্ষ্যবস্তুর দিকে থাকে। ii) অভিনেত্র (E) ঃ ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ বড়, দর্শকের চোখের দিকে থাকে।
জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধনের সমীকরণ	$m=-\frac{v}{u}\left(1+\frac{D}{f_e}\right)$ $[m=m_o\times m_e]$ যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $\left[L=v+\frac{D\times fe}{D+fe}\right]$
সমীকরণ থেকে প্রাপ্ত সিদ্ধান্ত	i) u যত ছোট হবে, প্রতিবিম্বের আকার তত বড় হবে। ii) v যত বড় হবে, প্রতিবিম্বের আকার তত বড় হবে। iii) অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব f_e যত ছোট হবে, প্রতিবিম্ব তত বড় হবে। iv) যে চোখের স্পষ্ট দৃষ্টির ন্যূনতম দূরত্ব D যত বেশি হবে, সে চোখে প্রতিবিম্ব তত বড় দেখাবে।
গুরুত্বপূর্ণ তথ্য	• প্রায় দুই হাজার গুণ বিবর্ধন পাওয়া যায়। • লক্ষ্যবস্তুকে একটি পাটাতনের উপর রাখা হয় এবং একে একটি অবতল দর্পণের সাহায্যে প্রয়োজন অনুসারে আলোকিত করা হয়।
চূড়ান্ত প্রতিবিম্বের বিবরণ	• প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তু সাপেক্ষে অবাস্তব, উল্টা ও বিবর্ধিত। যন্ত্রের দৈর্ঘ্য = অভিলক্ষ্যে প্রতিবিম্বের দূরত্ব + অভিনেত্রে বস্তুর দূরত্ব

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. একটি জটিল বা যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বেলায় কোন উক্তিটি সঠিক নয়? [D. 06-07]

A. অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব অপেক্ষা কম থাকতে হবে

B. অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব অপেক্ষাকৃত ছোট

C. অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব অপেক্ষাকৃত বড়

D. অভিলক্ষ্য বাস্তব ও উল্টো প্রতিবিম্ব তৈরি করে

Ans: A

২. জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রে লক্ষ্যবস্তুকে কি দ্বারা আলোকিত করা হয়? [D. 06-07]

A. অবতল দর্পণ B. উত্তল লেন্স C. অবতল লেন্স D. উত্তল দর্পণ

Ans: A

দূরবীক্ষণ যন্ত্র (Telescope)

- সংজ্ঞাঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে দূরের কোন বস্তুকে স্পষ্ট বা পরিষ্কার করে নিকটে দেখা যায় তাকে টেলিস্কোপ বা দূরবীক্ষণ যন্ত্র বলে।
- প্রকার ঃ

দূরবীক্ষণ যন্ত্র/টেলিস্কোপ

১) প্রতিসরণ দূরবীক্ষণ যন্ত্র (Refracting telescope)

- অভিলক্ষ্যে বড় উন্মেষ ও ফোকাস দূরত্বের লেন্স থাকে।

i) নভো/জ্যোতিষ দূরবীক্ষণ যন্ত্র (Astronomical telescope)

ii) ভূ-দূরবীক্ষণ যন্ত্র (Terrestrial telescope)

iii) গ্যালিলীয় দূরবীক্ষণ যন্ত্র (Galilean telescope)

২) প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র (Reflecting telescope)

- অভিলক্ষ্য অবতল দর্পণের তৈরী।

i) নিউটনের দূরবীক্ষণ যন্ত্র

ii) গ্রেগরীর দূরবীক্ষণ যন্ত্র

iii) হারসেলের দূরবীক্ষণ যন্ত্র

মনে রাখা সহজ...

প্রতিফলক দূরবিক্ষণ যন্ত্রঃ নিগ্রহ

নি → নিউটনের

গ্র → গ্রেগরীর

হ → হারসেলের

"ALLAH WILL MAKE A WAY, WHEN THERE SEEMS TO BE NO WAY"

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্র/অ্যাস্ট্রোনমিক্যাল টেলিস্কোপঃ

আবিষ্কার	ডেনমার্কের বিখ্যাত জ্যোতির্বিদ কেপলার–১৬১১ খ্রিস্টাব্দে
গঠন	দুটি উত্তল লেন্স দ্বারা গঠিত– i) অভিলক্ষ্য (O) ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ বড়; ক্রাউন কাচের তৈরি ii) অভিনেত্র (E) ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ ছোট ফ্লিন্ট কাচের তৈরি
বিবর্ধনের প্রকার	বিবর্ধন দুই ধরনের– **i) অসীম দূরত্বে/স্বাভাবিক দৃষ্টির ফোকাসিং এর বিবর্ধনঃ** $m = \left(\frac{f_0}{f_e}\right)$ • এ ক্ষেত্রে বিবর্ধন m দুটি উপায়ে বৃদ্ধি করা যায়– ক) অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব (f_0) বৃদ্ধি করে। খ) অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব (f_e) কমিয়ে। যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = f_e + f_0$ **ii) স্পষ্ট দৃষ্টির ন্যূনতম দূরত্বে ফোকাসিং এর বিবর্ধনঃ** $m = \left(\frac{f_0}{f_e}\right)\left(1+\frac{f_e}{D}\right)$ যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L = f_0 + \frac{D \times fe}{D + fe}$
নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সুবিধা	(ক) অধিক পরিমাণে বিবর্ধন সৃষ্টি করে। (খ) দৃষ্টিক্ষেত্র প্রশস্ত। (গ) প্রতিবিম্ব প্রায় ত্রুটিমুক্ত। (ঘ) ক্রসওয়ার এবং মাইক্রোমিটার স্ক্রু ব্যবহার করা যায়।
নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অসুবিধা	**ক) নল দীর্ঘ হওয়ায় যন্ত্রটি বেশ বড়।** **খ) বস্তুর উল্টা প্রতিবিম্ব গঠন করায়, ভূ-পৃষ্ঠের দূরের বস্তু পর্যবেক্ষণে ব্যবহারযোগ্য হয় না।**
ব্যবহার	চন্দ্র, সূর্য, গ্রহ, নক্ষত্র প্রভৃতি নভোমন্ডলীয় বস্তু পর্যবেক্ষণে

প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র/রিফ্লেক্টিং টেলিস্কোপ

➥ **আবিষ্কারঃ ১৬৬৮ খ্রিস্টাব্দে গ্রেগরী**

➥ **সুবিধা ঃ**

- বর্ণ ত্রুটি বা গোলকীয় ত্রুটি থাকে না ফলে উজ্জ্বল ও ত্রুটিমুক্ত প্রতিবিম্ব পাওয়া যায়।
- বিশ্লেষণ ক্ষমতা বৃদ্ধি করা যায়।
- বড় উন্মেষের লেন্স তৈরির চেয়ে বড় উন্মেষের দর্পণ তৈরি অনেক সহজ।
- এখানে আলোর শোষণ তুলনামূলকভাবে কম হয়।
- একই আকৃতির প্রতিসারক দূরবীক্ষণ যন্ত্রের চেয়ে প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র তৈরিতে খরচ অনেক কম হয়।

➥ **নিউটন সর্বাপেক্ষা প্রচলিত দূরবীক্ষণ যন্ত্র প্রথম নির্মাণ করেন।**

➥ প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র পৃথিবীর গুরুত্বপূর্ণ মান মন্দির গুলোতে ব্যবহৃত হয়।

➥ **নিম্নের প্রকৃতিঃ** অবাস্তব, সোজা ও বিবর্ধিত

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

খেয়াল করো...

◉ অনুবীক্ষণ ও দূরবীক্ষণ যন্ত্রের মধ্যে পার্থক্য

বিষয়	অণুবীক্ষণ যন্ত্র	দূরবীক্ষণ যন্ত্র
(i) অভিলক্ষ্যে ব্যবহৃত লেন্সের উন্মেষ ও ফোকাস দূরত্ব	ছোট	বড়
(ii) অভিনেত্রে ব্যবহৃত লেন্সের উন্মেষ ও ফোকাস দূরত্ব	বড়	ছোট
(iii) প্রতিবিম্বের বিবর্ধনে অংশগ্রহণকারী লেন্স	অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্র উভয়ই বিবর্ধনে অংশ নেয়	অভিলক্ষ্য খর্বিত প্রতিবিম্ব ও অভিনেত্র বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব গঠন করে
(iv) লক্ষ্যবস্তুর সাপেক্ষে চূড়ান্ত প্রতিবিম্বের প্রকৃতি	বিবর্ধিত ও উল্টা	নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রে-বিবর্ধিত, উল্টা। প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্রে-বিবর্ধিত, সোজা
(v) প্রয়োগ	নিকটবর্তী অতি ক্ষুদ্র বস্তু বড় করে পর্যবেক্ষণ	দূরের বস্তু কাছে দেখা

প্রিজমে আলোর প্রতিসরণ

◉ প্রিজম

সংজ্ঞা ঃ দুটি হেলানো সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ স্বচ্ছ সমসত্ত্ব প্রতিসারক মাধ্যম

প্রিজম গঠনের বিভিন্ন প্রক্রিয়া ঃ

(i) তিনটি পরস্পর ছেদী সমতল পৃষ্ঠ

(ii) তিনটি আয়তক্ষেত্রাকার ও দুটি ত্রিভুজাকার সমতল পৃষ্ঠ

(iii) ছয়টি আয়তক্ষেত্রিক তল যার যে কোন দুইজোড়া বিপরীত তল পরস্পর সমান্তরাল বাকি একজোড়া সমান্তরাল না হয়ে আনত থাকে।

[Ref: ইসহাক + তপন স্যার]

◉ প্রিজম সংক্রান্ত কিছু সংজ্ঞা

প্রতিসরণ তল	প্রিজমের যে তল দিয়ে আলোকরশ্মি প্রবেশ করে ও বের হয়।
প্রিজমের শীর্ষ	প্রতিসরণ তলদ্বয় যে বিন্দুতে ছেদ করে।
প্রিজম কোণ	প্রিজম শীর্ষ ও প্রতিসরণ তলদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণ।
প্রিজমের ভূমি	প্রিজম কোণের বিপরীত তলকে প্রিজমের ভূমি বলে।
প্রিজমের ছেদ	প্রিজমের মধ্যদিয়ে প্রতিসরণ তলদ্বয়ের সাথে লম্ব এমন যে কোন একটি কল্পিত সমতলকে প্রিজমের ছেদ বলে।
বিচ্যুতি কোণ	আপতিত রশ্মিকে সামনের দিকে এবং নির্গত রশ্মিকে পেছনের দিকে বর্ধিত করলে এদের অন্তর্ভুক্ত কোণকে বিচ্যুতি কোণ বা বিচ্যুতি বলে। একে S, D অথবা δ দ্বারা সূচিত করা হয়। বিচ্যুতি, $\delta = \angle i_1 + \angle i_2 - \angle A$
সরু প্রিজম	কোন প্রিজমের প্রিজম কোণ বা প্রতিসারক কোণ 6° বা তা অপেক্ষা কম হলে তাকে সরু প্রিজম বলে।
সরু প্রিজমে বিচ্যুতি	$\delta = (\mu - 1) A$ • **এক্ষেত্রে বিচ্যুতি কোণ–** **প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক (μ) ও প্রিজম কোণের উপর নির্ভরশীল কিন্তু আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না।**

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ ন্যূনতম বিচ্যুতি

সংজ্ঞা	প্রিজমে আপতিত রশ্মির আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য বিচ্যুতি কোনের মান সর্বনিম্ন হয়। বিচ্যুতি কোণের এই সর্বনিম্ন মানকে ন্যূনতম বিচ্যুতি (δm বা Dm) কোণ বলে।
তিনটি শর্ত	(i) $\angle i_1 = \angle i_2 = \angle\frac{A+\delta_m}{2}$ হবে (আপতন কোণ, i_1 = নির্গমন কোণ, i_2), (ii) $\angle r_1 = \angle r_2 = \angle\frac{A}{2}$ হবে (প্রথমতলে প্রতিসরণ কোণ, r_1 = দ্বিতীয়তলে প্রতিসরণ কোণ, r_2), (iii) আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসমভাবে গমন করে।
নির্ভরশীলতা	(i) **প্রিজমের উপাদান, চার পার্শ্বস্থ মাধ্যম, প্রিজমের কোণ ও আপতিত আলোকের বর্ণের** উপর নির্ভর করে। (ii) বেগুনী বর্ণের আলোকের ন্যূনতম বিচ্যুতি > লাল বর্ণের আলোকের ন্যূনতম বিচ্যুতি।
প্রিজম পদার্থের প্রতিসরাংক ও ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণের মধ্যে সম্পর্ক: $\mu = \frac{\sin\frac{A+\delta_m}{2}}{\sin\frac{A}{2}}$	

◉ আলোর বিচ্ছুরণ

➥ **সংজ্ঞা ঃ** সাদা আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্য দিয়ে প্রতিসরণের ফলে সাতটি মূল বর্ণের আলো বিকিরিত হওয়াকে আলোর বিচ্ছুরণ বলে।

➥ **আবিষ্কারঃ নিউটন** – ১৬৬৬ খ্রিস্টাব্দে

➥ **বিচ্ছুরক মাধ্যমঃ** যে মাধ্যম আলোর বিচ্ছুরণ ঘটায় তাকে বিচ্ছুরক মাধ্যম বলে।

➥ **বিশেষ তথ্য ঃ**

- শূন্যস্থানে আলোর বিচ্ছুরণ হয় না। কারণ সব ধরনের বর্ণ শূন্যস্থানে সমান বেগে চলে।
- যৌগিক আলোকের বিচ্যুতি ও বিচ্ছুরণ সম্ভব কিন্তু **একবর্ণী আলোকের বিচ্যুতি সম্ভব, কিন্তু বিচ্ছুরণ সম্ভব নয়**। তাই যৌগিক আলো থেকে বর্ণালি পাওয়া যায়, একবর্ণী আলো থেকে বা পাওয়া যায় না।

◉ বিভিন্ন বর্ণের আলোর বিচ্ছুরণ

➥ **বিশুদ্ধ বর্ণঃ** সাদা আলোর বিক্ষেপণে সৃষ্ট সাতটি বর্ণ (বেনীআসহকলা) কে বিশুদ্ধ বর্ণ বলা হয়।

➥ **প্রাথমিক বর্ণ ঃ**

- **লাল, সবুজ ও নীল** এই তিনটি বিশেষ বর্ণকে উপযুক্ত পরিমাণে মিশিয়ে অন্য সব বর্ণ সৃষ্টি করা সম্ভব। তাই এদেরকে **প্রাথমিক বর্ণ** বলা হয়।
- লাল, সবুজ ও নীল এই তিনটি বর্ণের মিশ্রণে সাদা বর্ণ সৃষ্টি হয়।

➥ **পরিপূরক বর্ণ ঃ**

- দুটি বর্ণের মিশ্রণে সাদা বর্ণ তৈরি করা হলে তাদেরকে একে অপরের পরিপূরক বর্ণ বলে।
- **হলুদ ও নীল বা সবুজ ও ম্যাজেন্টা** একে অপরের পরিপূরক বর্ণ। কারণ, এদের মিশিয়ে সাদা বর্ণ তৈরি করা যায়।
- নীল ও হলুদ যেহেতু পরিপূরক বর্ণ তাই নীল দিয়ে জামা কাপড় সাদা করা হয়।

Must To Know...

➥ **একবর্ণী আলো:** যে আলোক রশ্মির একটি মাত্র তরঙ্গদৈর্ঘ্য থাকে তাকে একবর্ণী আলো বলে।

➥ **মূল বর্ণ ঃ** যে বর্ণের আলোক রশ্মি প্রিজমের মধ্যদিয়ে গমন করলে কোনো বিচ্ছুরণ ঘটে না তাকে মূল বর্ণ বলে। যেমন ঃ **লাল, নীল ও আসমানী মূল বর্ণ।**

➥ **মনে রাখা: নীল আম্বর**

➥ **লাল বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি সর্বাপেক্ষা কম এবং বেগুনি বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি সর্বাপেক্ষা বেশি। হলুদ বর্ণের রশ্মিকে মধ্যরশ্মি এবং এর বিচ্যুতিকে গড় বিচ্যুতি বলে এবং হলুদ বর্ণকে মধ্য রশ্মি বলা হয়।**

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বর্ণালী

সংজ্ঞা	• বিচ্ছুরণের ফলে মূল বর্ণসমূহের যে সজ্জা পাওয়া যায় তাকে বর্ণালী বলে।
বর্ণালী উৎপত্তির কারণ	১) বিভিন্ন বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পার্থক্যভেদে বিভিন্ন হয় বলে বর্ণালী উৎপন্ন হয়। ২) সাদা আলোকের মধ্যে যে সাতটি মূল বর্ণের আলোক আছে তাদের জন্য মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের বিভিন্নতা হেতু বর্ণালী উৎপন্ন হয়।
বর্ণালী পাঠের প্রয়োজনীয়তা	বর্ণালী বিশ্লেষণ দ্বারা- **(১) বিভিন্ন বর্ণের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যায়।** **(২) বিভিন্ন বর্ণের ক্ষেত্রে মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক নির্ণয় করা যায়।** **(৩) বিভিন্ন ধাতুর বৈশিষ্ট্য জানা যায়।** (৪) কোনো মিশ্রণে **উপস্থিত অজ্ঞাত ধাতুর নাম ও প্রকৃতি** সম্পর্কে জানা যায়। (৫) বিভিন্ন **মৌল পদার্থ সনাক্তকরণ** করা যায়। (৬) সূর্য নক্ষত্রের **আবহমন্ডলের গঠন** সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।

ফ্রনহফার রেখা

সংজ্ঞা ঃ

- জার্মান বিজ্ঞানী কির্শফ সৌর বর্ণালীতে কালো রেখা উৎপত্তির কারণ ব্যাখ্যা করেন।
- ১৮০৪ সালে জার্মান বিজ্ঞানী ফ্রনহফার এই রেখা সম্পর্কে বিস্তারিত তথ্য প্রদান করেন। এ জন্য এ রেখাকে ফ্রনহফার রেখা বলে।
- ফ্রনহফার রেখার বিশ্লেষণে সূর্যের আবহমন্ডলে পৃথিবীর **প্রায় ৫০টি মৌলিক পদার্থের** সন্ধান পাওয়া গেছে। তবে সোনা, রূপা বা পারদের অস্তিত্বের প্রমাণ মেলেনি।
- সকল ফ্রনহফার রেখাই যে সৌর বর্ণমন্ডলের বাষ্প দ্বারা শোষনের ফলে উৎপন্ন হয় তা ঠিক নয়। কিছু রেখা পৃথিবীর বায়ু মন্ডলের বাষ্প দ্বারা শোষণের ফলেও হয়। এদেরকে টেলুরিক রেখা বলে।
- **র‍্যালের বিক্ষেপণ সূত্রঃ**
  "বিক্ষেপিত আলোর তীব্রতা তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের ব্যস্তানুপাতিক।"

খেয়াল করো...

বিক্ষেপণ এর প্রয়োজনীয়তা–

- বিপদ সংকেতে সব সময় লাল আলো ব্যবহার করা হয়– লাল বর্ণের আলোর বিক্ষেপণ কম বলে।
- পরিষ্কার আকাশ নীল দেখায়– বায়ুমন্ডলে বিভিন্ন গ্যাসের অণু কর্তৃক সূর্যালোকের বিক্ষেপণের জন্য।
- চাঁদের আকাশ কালো দেখায়– চাঁদে কোনো বায়ুমন্ডল নেই বলে।
- মেঘ সাধারণত সাদা দেখায়।
- যে সকল তরঙ্গের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 4000Å থেকে 7500Å, তারাই চোখের রেটিনায় অনুভূতি জাগাতে পারে।
- যে আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশি, সে আলোর প্রতিসরাঙ্ক কম, ফলে কম বেকে যায়।
- লাল বর্ণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশি, তাই বিচ্যুতি কম।
- ক্রিকেট খেলায় সাধারণত সাদা বল ব্যবহার করা হয়।
- সূর্যোদয় ও সূর্যাস্তের সময় দিগন্ত রেখায় আকাশের রঙ লাল দেখায়।
- বেগুনি বর্ণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য বেশী, তাই বিচ্যুতি বেশি।

"NO MATTER WHO IS AGAINST YOU IF ALLAH IS WITH YOU, THEN NO ONE CAN HARM YOU"

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণসমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
০১	ফোকাস দূরত্ব, $\frac{1}{f}=(\mu-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$ উত্তল লেন্সে r_1 ধনাত্মক এবং r_2 ঋণাত্মক অবতল লেন্সের r_1 ঋনাত্মক এবং r_2 ধণাত্মক	f = ফোকাস দূরত্ব	m (মিটার)
		$r_1 = r_2$ = বক্রতার ব্যাসার্ধ	m (মিটার)
		μ = প্রতিসরাংক	
০২	লেন্সের সমীকরণ, $\frac{1}{v}+\frac{1}{u}=\frac{1}{f}$	v = প্রতিবিম্বের দূরত্ব	m (মিটার)
		u = বস্তুর দূরত্ব	m (মিটার)
০৩	লেন্সের ক্ষমতা, $P=\frac{1}{f}$ ডায়াপ্টার	P = লেন্সের ক্ষমতা	D (ডায়াপ্টার)
০৪	সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন, $m=1+\frac{D}{f}$	m = বিবর্ধন	
		D = স্পষ্ট দর্শনের ন্যূনতম দূরত্ব	m (মিটার)
০৫	অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন, $m=\frac{v}{u}\left(1+\frac{D}{f_e}\right)$	f_e= অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব	
০৬	তুল্য ফোকাস দৈর্ঘ্যের সমীকরণ, i) $\frac{1}{F}=\frac{1}{f_1}+\frac{1}{f_2}+\frac{1}{f_3}+\ldots\ldots\frac{1}{f_n}$ লেন্সের ক্ষমতার সমীকরণ, ii) $P=P_1+P_2+P_3+\ldots\ldots P_n$		
০৭	দূরবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধন, $m=\frac{f_0}{f_e}$ [অসীম দূরত্বে ফোকাসিং]	f_0= অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব	m (মিটার)
		f_e = অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব	m (মিটার)
০৮	দূরবীক্ষণ যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L=f_0+f_e$		
০৯	নভোদূরবীক্ষণ বিবর্ধন, $m=f_0\left(\frac{1}{D}+\frac{1}{f_e}\right)$		
১০	নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রের দৈর্ঘ্য, $L=f_0+\left(\frac{Df_e}{D+f_e}\right)$		
১১	বিচ্যুতি কোণ, $\delta=i_1+i_2-A$	δ = বিচ্যুতি কোণ	ডিগ্রি
		r_1 = প্রথম আপতন কোণ	ডিগ্রি
		r_2 = নির্গমন কোণ	ডিগ্রি
		A = প্রিজম কোণ	ডিগ্রি
১২	প্রিজম কোণ, $A=r_1+r_2$	r_1 = প্রথম প্রতিসরণ কোণ	ডিগ্রি
		r_2 = ২য় আপতন কোণ	
১৩	প্রতিসরাঙ্ক, $\mu=\sin\frac{\delta_m+A}{2}/\sin\frac{A}{2}$	δ_m = ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ	ডিগ্রি
		μ = প্রতিসরণ	
১৪	সরু প্রিজমের বিচ্যুতি কোণ, $\delta=A(\mu-1)$ ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ	A = প্রিজম কোণ	
		μ = মাধ্যমের প্রতিসরাংক	

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. একটি দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সর্বনিম্ন বিবর্ধন ক্ষমতা m যদি অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব দ্বিগুণ করা হয়, তবে বিবর্ধন ক্ষমতা হবে- [M. 14-15]

A. 2 m B. $\frac{m}{2}$ C. $\sqrt{2}m$ D. 3 m

Ans: A

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

গাণিতিক উদাহরণ

১) একটি প্রিজমকে ন্যূনতম অবস্থানে স্থাপন করে আপতন কোণের মান $40°$ পাওয়া যায়। প্রিজমটির উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক 1.5 হলে প্রতিসরণ কোণ কত?

Ans : $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$ বা $r_1 = \sin^{-1}\left(\frac{\sin 40°}{1.5}\right) = 25.37°$

২) একটি সরল অণুবীক্ষণ যন্ত্রে ব্যবহৃত লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 0.15m। স্পষ্ট দৃষ্টির ন্যূনতম দূরত্ব 0.25m হলে ঐ যন্ত্রের বিবর্ধন কত?

Ans : $M = 1 + \frac{D}{f} = 1 + \frac{0.25}{0.15} = 2.667$

৩) একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দুরত্ব 25 cm। লেন্সের ক্ষমতা কত?

Ans: $P = \frac{1}{f} = 4D$

৪) একটি ফ্লিন্ট কাচের তৈরি প্রিজমের প্রতিসারক কোণ $12°$ লাল আলোর জন্য উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক 1.64 হলে বিচ্যুতি কোণ কত?

Ans : $\delta = (\mu-1)\,A = (1.64-1)\times 12° = 0.64 \times 12° = 7.68°$

Must To Know...

- প্রতিসরণের দ্বিতীয় সূত্রকে স্নেলের সূত্র বলে।
- কোন লেন্সের ফোকাস দূরত্বের বিপরীত সংখ্যাকে তার ক্ষমতা বলে।
- উত্তল লেন্সের ক্ষেত্রে ক্ষমতা (+) এবং অবতল লেন্সের ক্ষেত্রে ক্ষমতা (−)
- নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্রে দুটি উত্তল লেন্স ব্যবহার করা হয়।
- অসীম দূরত্বে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে, যন্ত্রের দৈর্ঘ্য লেন্স দুটির ফোকাস দূরত্বের যোগফলের সমান
- স্পষ্ট দৃষ্টির ন্যূনতম দূরত্বে ফোকাসিং এর ক্ষেত্রে, যন্ত্রের দৈর্ঘ্য= অভিলক্ষ্যে প্রতিবিম্বের দূরত্ব+অভিনেত্রে বস্তুর দূরত্ব
- প্রতিবিম্ব চোখের স্পষ্ট দৃষ্টির নিকট বিন্দুতে গঠিত হলে সবচেয়ে স্পষ্ট দেখা যায়।
- ন্যূনতম বিচ্যুতির মান প্রিজমের উপাদান, চারপার্শ্বস্থ মাধ্যম, প্রিজমের কোণ, আপতিত আলোকের বর্ণের উপর নির্ভর করে।
- বেগুনি বর্ণের আলোকের চেয়ে লাল বর্ণের আলোকের জন্য ন্যূনতম বিচ্যুতি কম।
- যৌগিক সাদা আলো বিচ্ছুরনের ফলে সাতটি বর্ণ বেগুণী, নীল, আসমানী, সবুজ, হলুদ, কমলা ও লাল রঙে বিশ্লিষ্ট হয়।
- লাল, নীল, আসমানী ইত্যাদিকে মূল বর্ণ বলা হয়। (নীল আম্বর)
- মানবচক্ষুর লেন্স ও কর্ণিয়া উভয়ই লেন্স রূপে ক্রিয়া করে।
- স্বাভাবিক চোখের জন্য স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব ২৫ সে.মি.। একে চোখের নিকট বিন্দুও বলে।

"Sometimes all people need a gentle reminder to make the right choice"

Home Practice...

০১. আলো ঘন মাধ্যম হতে হালকা মাধ্যমে প্রবেশকালে প্রতিসৃত রশ্মি–

A. অভিলম্ব হতে দূরে সরে যায়
B. অভিলম্বের নিকটবর্তী হয়
C. দিক পরিবর্তন করে না
D. বিভেদতল ঘেঁষে যায়

০২. প্রিজমের ক্ষেত্রে, আপতিত রশ্মি ও নির্গত রশ্মির অন্তর্ভূক্ত কোণকে কি বলে?

A. প্রতিসরণ কোণ
B. বিচ্যুতি কোণ
C. নির্গমন কোণ
D. ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

০৩. ফার্মাটের নীতি থেকে নিচের কোনটি ব্যাখ্যা করা যায় না?
A. আলোর প্রতিফলনের সূত্র
B. আলোর প্রতিসরণের সূত্র
C. স্নেলের সূত্র
D. লেন্স প্রস্তুতকারকের সূত্র

০৪. কোনটিকে সাইন-এর সূত্র বলা হয়?
A. স্নেলের সূত্র
B. জুলের সূত্র
C. কুলম্বের সূত্র
D. ফার্মাটের সূত্র

০৫. কোনটি অবতল লেন্সের প্রকারভেদ নয়?
A. উভাবতল লেন্স
B. সমতলাবতল লেন্স
C. সমতলোত্তল লেন্স
D. উত্তলাবতল লেন্স

০৬. বিম্ব দ্বারা সৃষ্ট দৃষ্টিকোণ ও বস্তু দ্বারা সৃষ্ট দৃষ্টিকোণের অনুপাতকে কি বলে?
A. রৈখিক বিবর্ধন
B. কৌণিক বিবর্ধন
C. পয়সনের অনুপাত
D. কৌণিক ব্যবধান

০৭. লক্ষবস্তুর অবস্থান 2f এর বাইরে হলে বিম্বের অবস্থান কোথায় হবে?
A. লেন্স ও বস্তুর মাঝে
B. 2f এর বাইরে
C. প্রধান ফোকাসে
D. f ও 2f এর মধ্যে

০৮. কোনটি প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্রের প্রকারভেদ নয়?
A. ভূ দূরবীক্ষণ যন্ত্র
B. হার্সেলের যন্ত্র
C. গ্রেগরীর যন্ত্র
D. নিউটনের যন্ত্র

০৯. একটি সমবাহু প্রিজমের প্রতিসরণাঙ্ক 2 হলে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ কত?
A. 120°
B. 30°
C. 60°
D. 150°

১০. একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব 20cm, লেন্স হতে 20cm দূরে স্থাপিত বস্তুর বিম্বের অবস্থান কোথায়?
A. অসীমে
B. প্রধান ফোকাসে
C. f ও 2f এর মধ্যে
D. 2f এর বাইরে

১১. নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্র কে সর্বপ্রথম তৈরী করেন?
A. গ্যালিলীয়
B. কেপলার
C. নিউটন
D. গ্রেগরী

১২. অবাস্তব বিম্বের ক্ষেত্রে কোনটি বেমানান?
A. চোখে দেখা যায়
B. সব রকম দর্পন ও লেন্সের উৎপন্ন হয়
C. পর্দায় ফেলা যায়
D. প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত রশ্মিগুলোর প্রকৃত মিলন হয় না

১৩. প্রতিসরনাঙ্ক কোনটির উপর নির্ভর করে?
A. মাধ্যমদ্বয়ের প্রকৃতি
B. আপতন কোণ
C. প্রতিসরণ কোণ
D. কোনটিই নয়

১৪. দুটি হেলানো সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ স্বচ্ছ প্রতিসারক মাধ্যমকে কি বলে?
A. প্রিজম
B. কোয়ার্টজ
C. বর্ণালী
D. লেন্স

১৫. কোন লেন্সের দ্বিতীয় পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ অসীম?
A. সমতলোত্তল
B. উভাবতল
C. উভোত্তল
D. দ্বিউত্তল

১৬. লেন্সের ব্যাসকে কি বলে?
A. লেন্সের উন্মেষ
B. ফোকাস দূরত্ব
C. আলোক কেন্দ্র
D. প্রধান ফোকাস

Answer									
	01. A	02. B	03. D	04. A	05. C	06. B	07. D	08 A	09. A
	10. A	11. B	12. C	13. A	14. A	15. A	16. A		

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৭ম অধ্যায়

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

প্রসঙ্গ	যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে
আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব	[M: 18-19, 07-8]
আলোর তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব	[M: 19-20, 09-10, 04-05, 02-03; D: 19-20, 07-08, 02-03]
তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ	[M: 19-20, 16-17, 15-16, 14-15, 12-13; D: 19-20, 10-11, 09-10, 04-05, 02-03]
আলোর ব্যতিচার	[D: 00-01]
আলোর অপবর্তন	[M: 08-09]
আলোর সমবর্তন	[M: 09-10, 02-03]

www.bdniyog.com

আলোক তত্ত্ব

তত্ত্ব	আবিষ্কারক	ব্যাখ্যা করা যায়	ব্যাখ্যা করা যায় না
(i) কণিকা তত্ত্ব	নিউটন	প্রতিফলন, প্রতিসরণ, সরলরৈখিক গতি।	ব্যতিচার, অপবর্তন, সমবর্তন, বিচ্ছুরণ।
(ii) তরঙ্গ তত্ত্ব	হাইগেনস	প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, অপবর্তন।	সমবর্তন, ফটোতড়িৎ ক্রিয়া, আলোর সরলরৈখিক গতি।
(iii) তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব	ম্যাক্সওয়েল	প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, অপবর্তন, সমবর্তন।	ফটোতড়িৎ ক্রিয়া, কৃষ্ণবস্তুর বিকিরণ।
(iv) কোয়ান্টাম তত্ত্ব	ম্যাক্স প্লাঙ্ক	কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ, ফটোতড়িৎ ক্রিয়া।	ব্যতিচার, অপবর্তন, সমবর্তন।

মনে রাখা সহজ...

কণিকা তত্ত্ব → অসব্য আচরণ

কোয়ান্টাম তত্ত্ব → অ স ব্য
↓ ↓ ↓
অপবর্তন সমবর্তন ব্যতিচার

"Allah is nearest when you are hurt, Because Allah is the only one who loves you more than anyone"

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব ঃ

আবিষ্কারক	ম্যাক্সওয়েল
সাল	১৮৬০ সাল
প্রমাণ	১৮৮৭ সালে বিজ্ঞানী হেনরিক হার্জ পরীক্ষামূলকভাবে নিশ্চিত করেন।
"আলো এক ধরনের তড়িৎ চৌম্বকীয় বিকিরণ"–ম্যাক্সওয়েল।	
তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ	শূন্যস্থান দিয়ে আলোর দ্রুতিতে গতিশীল তড়িৎ ও চৌম্বক আলোড়ন, যাতে তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র পরস্পর লম্ব এবং এরা উভয়ে সঞ্চালনের অভিমুখের সাথে লম্বভাবে থাকে।
পরাবিদ্যুৎ মাধ্যম সরণপ্রবাহ পরীক্ষা	'পরিবর্তনশীল তড়িৎক্ষেত্র দ্বারাও চৌম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন হয়।' –জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল

[Ref: তপন স্যার]

আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব (Wave theory of light)

➡ **সালঃ 1678 খ্রিস্টাব্দে**

➡ **আবিষ্কারঃ** ডাচ বিজ্ঞানী হাইগেন্স (Huygens) প্রথম আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব উপস্থাপন করেন।

➡ **তত্ত্বঃ** আলো ইথার নামক এক অলীক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে তরঙ্গ আকারে সঞ্চারিত হয়ে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় যায় এবং চোখে পৌছালে **দর্শনানুভূতি** সৃষ্টি করে।
ইথার একটি অবিচ্ছিন্ন মাধ্যম যার স্থিতিস্থাপকতা অনেক বেশি কিন্তু ঘনত্ব খুবই কম।

[Ref: তপন স্যার]

Must To Know...

- **মাইকেলসন মর্লির পরীক্ষায়** প্রতিষ্ঠিত হয় যে, প্রকৃতিতে **ইথার** নামে কোন বস্তুর **অস্তিত্ব নেই।**
- ম্যাক্সওয়েল পরীক্ষা করে প্রমাণ করেন যে, তরঙ্গের গতি 3×10^8 ms^{-1}

[Ref: তপন স্যার]

তরঙ্গমুখ ঃ

সংজ্ঞা	• কোনো তরঙ্গের উপর অবস্থিত সমদশা-সম্পন্ন কণাগুলোর গতিপথ।
গোলকীয় তরঙ্গমুখ	• তরঙ্গস্থিত সমদশাসম্পন্ন কণাগুলোর সঞ্চারপথ গোলকীয় হলে তাকে গোলকীয় তরঙ্গমুখ বলে। • গোলকীয় তরঙ্গমুখসম্পন্ন কণাগুলোর সঞ্চারপথ সমতল হলে তাকে সমতল তরঙ্গমুখ বলে।
সমতল তরঙ্গমুখ	• তরঙ্গস্থিত সমদশাসম্পন্ন কণাগুলোর সঞ্চারপথ সমতল হলে তাকে সমতল তরঙ্গমুখ বলে। • সমতল তরঙ্গমুখ বিশিষ্ট তরঙ্গকে সমতল তরঙ্গ বলে।
বিশেষ তথ্য	• আলোক উৎসের কাছাকাছি অঞ্চলে তরঙ্গমুখ গোলকীয় ও দূরবর্তী অঞ্চলে সমতল হবে। • আলোর উৎস বিন্দু না হয়ে রেখাকৃতির হলে উৎপন্ন তরঙ্গমুখ উৎসের কাছাকাছি অঞ্চলে চোঙাকৃতির ও দূরবর্তী অঞ্চলে সমতল হবে। • একগুচ্ছ অভিসারী বা অপসারী আলোক রশ্মির তরঙ্গমুখ গোলীয় এবং সমান্তরাল আলোক রশ্মির তরঙ্গমুখ সমতল।

- **একনজরে তরঙ্গমুখের প্রকারভেদ**

তরঙ্গমুখ (২ রকম) → (i) গোলকীয় তরঙ্গমুখ, (ii) সমতল তরঙ্গমুখ

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

Must To Know...

- **তরঙ্গমুখের বৈশিষ্ট্যঃ**
  - **তরঙ্গমুখের প্রতিটি কণা একই দশায় থাকে।**
  - **পাশাপাশি দুটি তরঙ্গমুখের দশা ভিন্ন থাকে।**
  - নির্দিষ্ট দূরত্ব (তরঙ্গদৈর্ঘ্য) ব্যবধানে তরঙ্গমুখ একই দশায় থাকে।
  - সময়ের সাথে সাথে তরঙ্গমুখসমূহ সমান্তরালভাবে অগ্রসর হয়।
  - **তরঙ্গ সর্বদা তরঙ্গমুখের লম্ব বরাবর অগ্রসর হয়।**
  - তরঙ্গ মুখের সাথে অঙ্কিত অভিলম্ব আলোক রশ্মির দিক নির্দেশ করে।
  - তরঙ্গের শক্তি এই রশ্মি বরাবর শূন্যস্থান বা মাধ্যমের এক অংশ থেকে অন্য অংশে স্থানান্তরিত হয়।
  - তরঙ্গ সঞ্চালনের সময় তরঙ্গমুখ তরঙ্গের গতির সমান গতিতে গতিশীল থাকে।

খেয়াল করো...

- **তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য**
- তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ তড়িৎ ক্ষেত্র $\vec{E}$ ও চৌম্বক ক্ষেত্র $\vec{B}$ এর পর্যাবৃত্ত পরিবর্তনের ফলে উৎপন্ন হয়।
- এ বিকিরণ **'ফোটন'** নামক কণার সমষ্টি।
- **যে কোন সময়ে তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের মান দ্বয়ের অনুপাত একটি ধ্রুবক। এ ধ্রুবকটি হচ্ছে আলোর বেগ (c)।**
- **তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র সর্বদা সমকোণে থাকে।**
- তড়িৎ ও চৌম্বক উভয়ক্ষেত্রই তরঙ্গ সঞ্চালনের দিকের সাথে সমকোণে থাকে।
- **তাড়িত চৌম্বক তরঙ্গ এক প্রকার আড় তরঙ্গ বা অনুপ্রস্থ তরঙ্গ।**
- **তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের সঞ্চালনের জন্য কোন মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না।**
- বিকিরণের তীব্রতা বিপরীত বর্গীয় সূত্র মেনে চলে। অর্থাৎ বিকিরণের তীব্রতা দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতে হ্রাস পায়। অর্থাৎ, $E \propto \frac{1}{r^2}$.
- **শূন্য মাধ্যমে এ তরঙ্গের বেগ 3×10^8 ms^{-1}.**
- তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখ $\vec{E}$ ও $\vec{B}$ ক্ষেত্র উভয়ে পরস্পরের উপর লম্ব। তাই তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ **আড় তরঙ্গ।**
- তড়িৎ চুম্বকীয় সকল বিকিরণের জন্য তরঙ্গের বেগ c, তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ ও কম্পাঙ্ক ν এর মধ্যে সম্পর্ক: $c = \nu\lambda$
- তরঙ্গ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি বহন করতে পারে।
- **তড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গ মূলত ফোটন কণার সমষ্টি; যার স্থির ভর শূণ্য। তবে এর ভরবেগ আছে।**
- **তড়িৎক্ষেত্র বা চৌম্বকক্ষেত্র দ্বারা এর কোন বিচ্যুতি ঘটে না।**
- তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের সমবর্তন ঘটে। এটি আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্রসমূহ মেনে চলে এবং এর ব্যতিচার ও অপবর্তন ঘটে।
- তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে শক্তি হ্রাস পায়। একে নিম্নের সমীকরণ দ্বারা প্রকাশ করা যায়-
- $E = \frac{hc}{\lambda}$ এখানে, E= শক্তি, h= প্লাঙ্কের ধ্রুবক, λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য এবং c = আলোর দ্রুতি
- তাড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গে কণা ও তরঙ্গ দুই ধর্মই বিদ্যমান।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

• শূন্যস্থানের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ, $C = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$

এখানে, শূন্য মাধ্যমে প্রবেশ্যতার ধ্রুবক, $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} NA^{-2}$

শূন্য মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা, $\epsilon_0 = \frac{1}{4\pi \times 9 \times 10^9} C^2 N^1 m^{-2} = 8.85 \times 10^{-12} C^2 / N^1 m^2$

আলোর বেগ, $C = \frac{E}{B} = 3 \times 10^8 \, ms^{-1}$ (E = তড়িৎ ক্ষেত্রের বিস্তার)

(B = চৌম্বক ক্ষেত্রের বিস্তার)

◉ পয়েন্টিং ভেক্টর ঃ

সংজ্ঞা	কোন তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ এর গতিপথের সাথে লম্বভাবে স্থাপিত একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে একক সময় যে শক্তি সঞ্চালন করে তাকে পয়েন্টিং ভেক্টর বলে।
প্রকাশ	একে $\vec{S}$ দ্বারা সূচিত করা হয়। $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H}$
একক	পয়েন্টিং ভেক্টরের একক Wm^{-2}। এটি একটি ভেক্টর রাশি।

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. আলোর গতি কত? [M. 14-15]

A. 3×10^6 ms^{-1} B. 3×10^2 ms^{-1} C. 3×10^7 ms^{-1} D. 3×10^8 ms^{-1}

Ans: D

২. 1 আলোক বর্ষের মান (m) নিম্নের কোনটি? [D. 09-10]

A. 2.628×10^{12} B. 3×10^8 C. 9.46×10^{15} D. 9.46×10^{12}

Ans: C

৩. নিম্নের কোনটি শূন্যস্থানে প্রতি সেকেন্ডে আলোর গতিবেগ– [D. 07-08]

A. 3×10^8 m B. 500 Js^{-1} C. 500 w D. 50 k

Ans: A

৪. আলোর বেগ এবং একটি মাধ্যমে পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মধ্যকার সম্পর্ক নিম্নের কোন সমীকরণ দিয়ে প্রকাশ পায়? [M. 09-10]

A. $\frac{V_a}{V_b} = \frac{\epsilon_b}{\epsilon_a}$ B. $\frac{V_a}{V_b} = \frac{\epsilon_a}{\epsilon_b}$ C. $\frac{V_a}{V_b} = \frac{\sqrt{\epsilon_a}}{\sqrt{\epsilon_b}}$ D. $\frac{V_a}{V_b} = \frac{\sqrt{\epsilon_b}}{\sqrt{\epsilon_a}}$

Ans: D

মনে রাখা সহজ...

◉ তড়িৎ চুম্বকীয় বিকিরণের ক্রম–

বুলবুল	মাছের	অদ্ভুত	দৃশ্য	অবলোকন করে	এগিয়ে	গেলো
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
বেতার	মাইক্রোওয়েভ	অবলোহিত	দৃশ্যমান	অতিবেগুনী	এক্সরে	গামা

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ বিভিন্ন তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিসর

তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ		তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পরিসর
১। বেতার		$10^{-4}m - 5 \times 10^{4}m$
২। মাইক্রোওয়েভ		$10^{-1}m - 10^{-3}m$
৩। অবলোহিত		$1 \times 10^{-3}m - 4 \times 10^{-7}m$ (ইসহাক স্যার) বা $10^{-6}m - 10^{-8}m$ (তপন স্যার)
৪। দৃশ্যমান আলো	বেগুনি (Violet)	$3.8 \times 10^{-7}m - 4.25 \times 10^{-7}m$
	নীল (Blue)	$4.25 \times 10^{-7}m - 4.45 \times 10^{-7}m$
	আসমানি (Indigo)	$4.45 \times 10^{-7}m - 5 \times 10^{-7}m$
	সবুজ (Green)	$5 \times 10^{-7}m - 5.75 \times 10^{-7}m$
	হলুদ (Yellow)	$5.75 \times 10^{-7}m - 5.85 \times 10^{-7}m$
	কমলা (Orange)	$5.85 \times 10^{-7}m - 6.20 \times 10^{-7}m$
	লাল (Red)	$6.20 \times 10^{-7}m - 7.8 \times 10^{-7}m$
৫। অতিবেগুনি		$5 \times 10^{-7}m - 5 \times 10^{-9}m$
৬। এক্স-রশ্মি		$5 \times 10^{-8}m - 5 \times 10^{-15}m$
৭। গামা রশ্মি		$5 \times 10^{-11}m - 5 \times 10^{-15}m$ বা এর চেয়ে কম।

[Ref: ইসহাক + তোফাজ্জল স্যার]

◉ তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালীর বৈশিষ্ট্যমূলক ছক

তরঙ্গ পট্টি	নিঃসরণকারী উৎস	উদ্দীপন/শনাক্তকরণ	বৈজ্ঞানিক প্রয়োগ/ব্যবহার
বেতার তরঙ্গ/ রেডিও তরঙ্গ	i. এন্টেনার মধ্যে দোলায়িত তড়িৎ আধান। ii. স্পন্দিত তড়িৎ বর্তনী (oscillating electric circuit)	i. উচ্চ কম্পাঙ্কের স্পন্দিত তড়িৎ প্রবাহ। ii. পরমাণুস্থ ইলেকট্রনের খুবই ক্ষুদ্র পরিমাণ শক্তি।	• বিভিন্ন ধরনের বেতার যোগাযোগ ব্যবস্থা • দূরবর্তী স্থানে স্পন্দিত ছবি প্রেরণের জন্য।
মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গ	i. ক্লাইস্ট্রন (Klystron) ও ম্যাগনেট্রন (Magnetron) নামে বিশেষ ধরনের বালব। ii. মেসার (Microwave Amplification by Stimulated Emision of Radiation) এর সংক্ষিপ্ত নাম।	স্থায়ী তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক সম্পন্ন দ্বিপরমাণুর ঘূর্ণন।	• রাডার যন্ত্রে • নৌ ও বিমান চালনায় • রেডিও যোগাযোগ ব্যবস্থায় • শিল্প কারখানায় • খাবার গরম করা ও রান্নার কাজে
অবলোহিত রশ্মি	i. পরমশূন্য তাপমাত্রার চেয়ে উত্তপ্ত সকল বস্তু হতে কমবেশি অবলোহিত রশ্মি নির্গত হয়। ii. আই.আর. (IR) ল্যাম্প নামে বিশেষ ধরনের বাতি থেকে পাওয়া যায়। iii. সূর্যরশ্মি, তড়িৎ শিখা, তড়িৎ চুল্লী থেকে পাওয়া যায়।	i. পরমাণুস্থ ইলেকট্রনের ক্ষুদ্র পরিমাণ শক্তি পরিবর্তন। ii. স্থায়ী তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক সম্পন্ন ত্রিপরমাণুর কম্পন।	• বিভিন্ন রোগের চিকিৎসায় • জ্যোতির্বিদ্যায় • শিল্প কারখানায় • অন্ধকারে দেখার জন্য গগলস এবং অন্ধকারে ছবি তোলার জন্য • মাংসপেশির ব্যথা ও টানের চিকিৎসায় • আবহাওয়ার পূর্বাভাস দিতে • সৌরচুল্লি ও সৌর হিটারে

www.bdniyog.com
রেটিনা ডাইজেস্ট

www.bdniyog.com

তরঙ্গ পট্টি	নিঃসরণকারী উৎস	উদঘাটন/শনাক্তকরণ	বৈজ্ঞানিক প্রয়োগ/ব্যবহার
দৃশ্যমান আলো	i. বিভিন্ন ধরনের বাতি, অগ্নিশিখা, লেসার, ভাস্কর যে কোনো বস্তু, সূর্যরশ্মি ইত্যাদি হতে পাওয়া যায়। ii. মানব চক্ষু, ফটোগ্রাফিক ফিল্ম ও ফটোইলেক্ট্রিক সেল দ্বারা উদঘাটিত হয়।	i. পরমাণুস্থ ইলেক্ট্রনের উত্তেজিত অবস্থান হতে স্থায়ী অবস্থানে ফিরে আসার সময় নির্গত বিকিরণ হতে দৃশ্যমান আলো যাওয়া যায়।	• উদ্ভিদে সালোক সংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় ফটোগ্রাফিক ফিল্ম প্রভাবিত করে।
অতিবেগুনি রশ্মি	খুবই উত্তপ্ত বস্তু যেমন তড়িৎ বিচ্ছুরণ (electric arc), কোয়ার্টজ টিউবের ভেতরে পারদ গ্যাসের মধ্য দিয়ে তড়িৎক্ষরণের ফলে ক্ষরণ নল এবং সূর্য রশ্মি হতে পাওয়া যায়।	i. পরমাণুস্থ ইলেকট্রনের বিভিন্ন স্তরের মধ্যে উচ্চ শক্তির পরিবর্তন। ii. ফটোগ্রাফিক প্লেট ও প্রতিপ্রভা দ্বারা।	• আয়নায়ন ঘটানোর কাজে • প্রতিপ্রভা সৃষ্টিতে • রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটাতে • ফটোইলেকট্রিক ক্রিয়া সংঘটনে • ফটোগ্রাফিক ফিল্মকে প্রভাবিত করতে • অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিশ্লেষণ ক্ষমতা বৃদ্ধিতে • ভিটামিন D তৈরির কাজে • আসল হীরা ও নকল ব্যাংক নোট উদঘাটন
এক্স-রে	i. এক্স-রে টিউব	i. এক্সরে টিউবে উচ্চ গতির ইলেকট্রনকে মন্দন সৃষ্টির মাধ্যমে। ii. ভারী মৌলের পরমাণুকে উচ্চ শক্তির ইলেকট্রন দ্বারা আঘাত করলে পরমাণুর গভীরে অবস্থিত ইলেকট্রনের উত্তেজনায়।	• চিকিৎসা ক্ষেত্রে • গবেষণার কাজে • শিল্প কারখানায় • নিরাপত্তার কাজে • চোরাচালান নিরোধে • ধাতব যন্ত্রের ফাটল শনাক্তকরণে • ভাঙ্গা হাড়ের ছবি তুলতে
গামা রশ্মি	i. তেজস্ক্রিয় বস্তু হতে ii. নিউক্লীয় ফিশন ও ফিউশন বিক্রিয়ায় iii. মৌলিক কণার মিথস্ক্রিয়ায়	i. পরমাণুর নিউক্লিয়াস উত্তেজিত হয়ে উচ্চ শক্তি স্তর হতে নিম্ন শক্তি স্তরে স্থানান্তরের ফলে। ii. তেজস্ক্রিয় পরমাণুর বিশ্লেষণের সময়। iii. সূর্যের মধ্যে ফিউশন বিক্রিয়ার কারণে	• চিকিৎসা ক্ষেত্রে বিভিন্ন রোগ নির্ণয়ে • বিজ্ঞানাগারে গবেষণায় • ধাতব পদার্থের খুঁত নির্ণয়ে • মানব দেহে ক্যান্সার আক্রান্ত সেলকে ধ্বংস করতে

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

Must To Know...

তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালী (Electromagnetic spectrum)

- তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের নিম্নসীমা ও উচ্চ সীমার মধ্যে বিস্তৃত বিভিন্ন প্রকার বিকিরণের সজ্জাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালী বলে।
- যে কোন পর্যাবৃত্ত তরঙ্গের কম্পাঙ্ক ν এবং তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ হলে পর্যাবৃত্ত তরঙ্গের কম্পাঙ্ক ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সঙ্গে তরঙ্গের গতিবেগের সম্পর্ক $v=\lambda\upsilon$
- তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের শূণ্য বা বায়ু মাধ্যমে সঞ্চালনের ক্ষেত্রে তরঙ্গের গতিবেগ আলোর গতিবেগের সমান। অর্থাৎ $v=c$ সুতরাং $c=\nu\lambda$
- তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের কম্পাঙ্কের প্রসার বা পাল্লা (range) অত্যন্ত বেশি। এর প্রসারতা 10^4 Hz বা সাইকেল/সেকেন্ড এর কম মান থেকে শুরু করে 10^{23} Hz বা সাইকেল/সেকেন্ড এর উর্ধ্বে পর্যন্ত বিস্তৃত। এ পরিসরকে তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালী বলে।
- আমাদের চোখ শুধু দৃশ্যমান আলোর প্রতি সংবেদনশীল।
- তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালীর কোন **সুনির্দিষ্ট উচ্চ বা নিম্ন সীমা নেই**।
- তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালীর মধ্যে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ক্রম অনুযায়ী
- **বেতার ও টিভি তরঙ্গ → অবলোহিত রশ্মি → দৃশ্যমান আলোক রশ্মি → অতিবেগুনী রশ্মি → এক্স রশ্মি → গামা রশ্মি।**
- সুতরাং সবচেয়ে বড় তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেতার তরঙ্গের, সবচেয়ে ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্য গামা রশ্মির।

দৃশ্যমান আলো

- মানবচক্ষু, ফটোগ্রাফিক ফিল্ম ও ফটোইলেকট্রিক সেল দ্বারা উদঘাটিত হয়। অতি উত্তপ্ত (কমপক্ষে 700°C), সূর্য, বাতি ইত্যাদি হতে দৃশ্যমান আলো নিঃসৃত হয়।
- দৃশ্যমান বর্ণালীর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য **4000Å** হতে **8000Å** পর্যন্ত বিস্তৃত।

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. নিচের কোন আলোক রশ্মিটির তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবেচেয়ে বেশি? **[M. 19-20]**
   A. x-Ray B. Gamma Ray C. Visible Ray D. Microwave
   Ans: D
2. দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সাথে নিচের কোনটি সামঞ্জস্যশীল নয়? **[M. 16-17]**
   A. UV রশ্মি B. X-ray C. অবলোহিত রশ্মি D. গামা রশ্মি
   Ans: C

অবলোহিত বিকিরণ

- এ বিকিরণকে থার্মোপাইন (thermopine), ফটোট্রানজিস্টর ইত্যাদি দ্বারা উদঘাটন করা যায়।
- বিকিরণ প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র মেনে চলে।
- **ব্যতিচার ও সমবর্তন** (polarization) ঘটে।
- কোন বস্তুতে পতিত হলে বস্তুর তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।
- বেগ আলোর বেগের সমান।
- বিকিরণ সৌর চুল্লি ও সৌর হিটারে ব্যবহৃত হয়।
- **আবহাওয়ার পূর্বাভাস দিতে, কুয়াশার মধ্যে ছবি তুলতে, ফলকে শুষ্ক করতে, মাংসপেশীর ব্যথা বা টান এর চিকিৎসায়** এ রশ্মি ব্যবহৃত হয়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বেতার তরঙ্গঃ

সংজ্ঞা	এন্টেনা দ্বারা বিকীর্ণ যে তড়িৎশক্তি শূণ্যস্থানে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ হিসেবে থাকে তাকে বলা হয় বেতার তরঙ্গ। এ তরঙ্গের শক্তি তড়িৎ ও চৌম্বক এ দুইক্ষেত্রের মধ্যে সমানভাবে বন্টিত থাকে।
প্রকার	বেতার তরঙ্গকে কয়েকটি উপভাগে ভাগ করা যায়। (i) মাইক্রোওয়েভ, (ii) রাডার তরঙ্গ বা শব্দ সম্প্রচার, (iii) টেলিভিশন তরঙ্গ
কিছু তথ্য	• মধ্যম ও দীর্ঘ তরঙ্গের পথে বাঁধা থাকলেও অপবর্তনের মাধ্যমে তাদের পথের বাধা (পাহাড়-পর্বত) পেরিয়ে যেতে পারে। ফলে ট্রানজিস্টর ও রেডিও সিগন্যাল প্রেরক অ্যান্টেনা থেকে গ্রাহক পর্যন্ত পৌছায়। • পৃথিবীর উর্ধ্ব বায়ুমন্ডলের আধানযুক্ত কণিকার স্তর দ্বারা মধ্যম ও দীর্ঘ বেতার তরঙ্গ প্রতিফলিত হয়। ভূ-পৃষ্ঠের বাঁক থাকা সত্ত্বেও দূরবর্তী স্থানে এ ধরনের তরঙ্গ সঞ্চালিত হতে পারে। • **টেলিভিশন (VHF ও UHF) তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ক্ষুদ্রতর**। এরা উর্ধ্ব বায়ুমন্ডলের স্তর থেকে প্রতিফলিত হয় না এবং কোন উঁচু বাঁধা (যেমন-পাহাড় পর্বত) দ্বারা খুব সামান্যই পরিবর্তিত হয়। • গ্রাহকযন্ত্রে উত্তম সিগন্যাল পেতে হলে এ ধরনের তরঙ্গের জন্য প্রেরক অ্যানটেনা থেকে গ্রাহক (টিভি) অ্যারিয়েল পর্যন্ত ভ্রমণপথ সরলরেখা হওয়া উচিত। এ জন্য দূরবর্তী স্থানে টেলিভিশন তরঙ্গ কৃত্রিম উপগ্রহ বা (স্যাটেলাইট)-এর মাধ্যমে রিলে (relay) করা হয়।

Must To Know...

অতিবেগুনী বিকিরণ

- এই বিকিরণ প্রতিফলন ও প্রতিসরনের সূত্র মেনে চলে।
- এর ব্যতিচার ও সমবর্তন ঘটে।
- কোন পদার্থে প্রতিপ্রভার সৃষ্টি করে।
- চুরি নিরোধক এলার্ম, স্বয়ংক্রিয়ভাবে দরজা খোলার যন্ত্র ও কাউন্টারে এ বিকিরণ ব্যবহৃত হয়।
- আসল টাকা ও নকল ব্যাংক নোট উদঘাটনে অতিবেগুনী বিকিরণ ব্যবহৃত হয়।
- শল্য চিকিৎসায় যন্ত্রপাতি জীবাণুমুক্ত করতে এ বিকিরণ ব্যবহৃত হয়।

Must To Know...

এক্স-রে (X-ray)

- ফটোগ্রাফিক প্লেট বা ফিল্ম দ্বারা একে উদঘাটন করা যায়।
- ধাতুতে তড়িৎ চুম্বকীয় প্রভাব তৈরী করে এবং গ্যাসে আয়নায়ন সৃষ্টি করে উদঘাটন করা যায়।
- ভাঙা হাড় ও দেহের অভ্যন্তরস্থ কোন অঙ্গপ্রত্যঙ্গের ছবি তুলতে এক্স-রে ব্যবহৃত হয়। কোন ধাতব যন্ত্রে কোথাও ফাটল আছে কিনা তা শনাক্ত করতে ব্যবহৃত হয়।

Must To Know...

গামা রে (Gamma-ray)

- ফটোগ্রাফিক প্লেট ও গাইগার মুলার কাউন্টার দিয়ে এ রশ্মি উদঘাটন করা যায়।
- মানবদেহে ক্যান্সার আক্রান্ত কোষকে ধ্বংস করতে ব্যবহৃত হয়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

খেয়াল করো...

- তরঙ্গ সঞ্চালনের সময় তরঙ্গমুখ তরঙ্গের গতির সমান গতিতে গতিশীল থাকে।
- তরঙ্গমুখ সর্বদা তরঙ্গের গতি বা রশ্মির অভিমুখে লম্ব বরাবর থাকে।

আলোক বর্ষ

- সংজ্ঞাঃ এক বছরে আলোক রশ্মি যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে আলোকবর্ষ বলে।

1 আলোক বর্ষ $= \text{আলোর বেগ} \times 1\text{বর্ষ (সেকেন্ড এককে)}$
$= 3\times10^{8}\text{ms}^{-1}\times(365\times24\times60\times60)\text{s}$
$= 9.40\times10^{15}\text{m} = 9.40\times10^{12}\text{km}$

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. নিম্নের কোনটি সত্য? [M. 10-11]

A. অবলোহিত বিকিরণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 10^{-11}m ও 10^{-15}m
B. তাড়িত চৌম্বক বিকিরণে শুধুই দৃশ্যমান আলো থাকে
C. বেতার তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $1\times10^{-4}-5\times10^{4}$ m
D. আবহাওয়ার পূর্বাভাস দিতে এক্সরে ব্যবহৃত হয়

Ans: C

২. কোবাল্ট- 60 হতে কোন রশ্মি নিঃসৃত হয়? [M.14-15]

A. এক্স রশ্মি
B. অতিবেগুনী রশ্মি
C. গামা রশ্মি
D. অবলোহিত রশ্মি

Ans: C

৩. বিদ্যুৎ চৌম্বকীয় বিকিরণের সর্বাধিক তরঙ্গ দৈর্ঘ্য পরিসর নিচের কোনটিতে? [M. 14-15]

A. টেলিভিশন তরঙ্গ
B. UV রশ্মি
C. X-ray
D. অবলোহিত রশ্মি

Ans: A

হাইগেনস এর নীতি

- কোন একটি তরঙ্গমুখের উপর অবস্থিত প্রতিটি বিন্দু কম্পন বা আন্দোলনের এক একটি উৎস হিসেবে বিবেচিত হয়। ঐ গৌণ উৎসগুলো থেকে সৃষ্ট তরঙ্গমালা মূল তরঙ্গের সমান বেগে সামনের দিকে অগ্রসর হয়। যে কোন সময়ে ঐসব গৌণ তরঙ্গমালাকে স্পর্শ করে একটি তল অঙ্কন করলে ঐ তলই ঐ সময়ের তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।
- হাইগেনসের নীতি ব্যবহার করে আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র বিশ্লেষণ করা যায়।
- হাইগেনসের নীতিকে কখনো কখনো তরঙ্গ তত্ত্ব বা রেখা তত্ত্ব নামেও ডাকা হয়।

Must To Know...

- গৌণ তরঙ্গকে অনেক সময় গৌণ উপতরঙ্গ বলা হয়।
- কোন নির্দিষ্ট দিকে গতিশীল গৌণ তরঙ্গের বিস্তার ঐ দিক এবং মূল তরঙ্গগতির অভিমুখের মধ্যবর্তী কোণের (θ) উপর নির্ভরশীল।
- মধ্যবর্তী কোণ (θ) = 0° হলে বিস্তার সর্বাধিক
- মধ্যবর্তী কোণ (θ) = 180° হলে, বিস্তার শূন্য
- তরঙ্গ গতির পিছন দিকে উপতরঙ্গ নিঃসৃত হয় না।

তরঙ্গের উপরিপাতন (Superposition of waves)

দুটি তরঙ্গ কোন মাধ্যমের কোন একটি কণাকে একই সঙ্গে অতিক্রম করলে প্রতিটি তরঙ্গই কণাটিকে স্থানান্তরিত করবে। ফলে কণাটির একটি লব্ধি সরণ ঘটবে। এই সরণ তরঙ্গ দুটি কর্তৃক পৃথক পৃথক সরণের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান হবে।

www.bdniyog.com

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT

www.bdniyog.com

◉ সুসংগত উৎস (Coherent source)

- সংজ্ঞাঃ একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক তরঙ্গ দুটি উৎস হতে সমদশায় বা কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যে নির্গত হলে এবং তা সর্বক্ষণের জন্য বজায় থাকলে তাদেরকে সুসঙ্গত উৎস বলে।
  - প্রকৃতিতে কোন আলোক উৎসই সুসংগত নয়। *[Ref: তপন স্যার]*
- চিড় (Slit)ঃ দৈর্ঘ্যের তুলনায় প্রস্থ অনেক ছোট এমন আয়তাকার সরু ছিদ্রপথকে চিড় বলে। *[Ref: তপন স্যার]*

◉ ব্যতিচার (Interherence)

সংজ্ঞা	দুটি সুসংগত উৎস হতে নিঃসৃত সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গ কোন মাধ্যমের কোন একটি বিন্দুর মধ্য দিয়ে একই সঙ্গে গমন করলে তরঙ্গ দুটির উপরিপাতনের ফলে বিন্দুটি কখনও কখনও খুব উজ্জ্বল ও কখনও কখনও অন্ধকার দেখায়। আলোকের এ ঘটনাকে ব্যতিচার বলে। • যে সকল বিন্দুতে তরঙ্গগুলো একই দশায় মিলিত হয় সে সকল বিন্দুর লব্ধি বিস্তার ও তীব্রতা (তীব্রতা বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক) সর্বোচ্চ হবে। • আলোকের ব্যতিচার আলোকের তরঙ্গ তত্ত্ব সমর্থন করে।
আবিষ্কার ও সাল	বিজ্ঞানী টমাস ইয়ং আলোকের ব্যতিচার আবিষ্কার করেন।
প্রকার	২ ধরনের ১) গঠনমূলক ব্যতিচার (Constructive interference) : দুটি উৎস হতে সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে উজ্জ্বল বিন্দু পাওয়া গেলে তাকে গঠনমূলক ব্যতিচার বলে। • তরঙ্গের উপরিপাতন সমদশায়। ২) ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার (Destructive interference) : দুটি উৎস হতে সমান কম্পাঙ্ক ও বিস্তারের দুটি আলোক তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে অন্ধকার বিন্দু পাওয়া গেলে তাকে ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার বলে। • তরঙ্গে উপরিপাতন বিপরীত দশায়।
গঠনমূলক ব্যতিচার/ উজ্জ্বল বিন্দুর শর্ত	উপরিপাতিত তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর যুগ্ম গুণিতক/জোড় গুণিতক।
ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার/ অন্ধকার বিন্দুর শর্ত	উপরিপাতিত তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতক/বিজোড় গুণিতক।
ব্যতিচার ঝালর	কোন তলে বা পর্দায় ব্যতিচার ঘটানো হলে সেখানে অনেকগুলো পরস্পর সমান্তরাল উজ্জ্বল ও অন্ধকার রেখা বা পট্টি পাওয়া যায়। এই উজ্জ্বল ও অন্ধকার রেখা বা ডোরাগুলোকে একসঙ্গে আলোকের ব্যতিচার ঝালর বলে।
ব্যতিচারের শর্তাবলী	১। আলোক উৎস দুটি সুসংগত হতে হবে। ২। উৎস দুটি ক্ষুদ্র ও সূক্ষ্ম হতে হবে। ৩। উৎস দুটি পরস্পরের খুব নিকটে হতে হবে। ৪। তরঙ্গ দুটি বিস্তার সমান বা প্রায় সমান হতে হবে। ৫। পর্যায়ক্রমিক উজ্জ্বল ও অন্ধকার বিন্দুর জন্য পথ পার্থক্য যথাক্রমে অর্ধ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের যুগ্ম ও অযুগ্ম গুণিতক হতে হবে। ৬। ব্যতিচারের জন্য ব্যবহৃত চিরের প্রস্থ ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের কাছাকাছি হতে হবে।
ব্যতিচারের বৈশিষ্ট্য	১। দুটি সুসঙ্গত উৎস হতে একই মাধ্যমের কোন বিন্দুতে আলোক তরঙ্গমালার উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার সৃষ্টি হয়। ২। ব্যতিচার ঝালরে সাধারণত পট্টিগুলোর বেধ সমান হয়। আবার কখনও অসমানও হয়। ৩। ব্যতিচারে উজ্জ্বল পট্টি ও অন্ধকার পট্টিগুলোর অন্তবর্তী দূরত্বগুলো সমান থাকে। ৪। ব্যতিচারে অন্ধকার পট্টিতে কোন আলো থাকে না। এরা সম্পূর্ণ অন্ধকার থাকে। ৫। ব্যতিচারে সব উজ্জ্বল পট্টিগুলোর আলোক প্রাবল্য সমান থাকে। ৬। ব্যতিচার ঝালরে সরণ ঘটলেও ঝালর প্রস্থের কোন পরিবর্তন হবে না।

[Ref: ইসহাক স্যার]

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ ইয়ংয়ের দ্বি-চিড় পরীক্ষা

আবিষ্কারক	• টমাস ইয়ং।
পরীক্ষার উদ্দেশ্য	• আলোর ব্যতিচার প্রদর্শন ও আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব ব্যাখ্যা করতে সাহায্য করা।
পরীক্ষায় ব্যবহৃত উপকরণ	• একটি সুসংগত আলোক উৎস। • চিড় বা স্লিট। • পর্দা।
পরীক্ষার ফলাফল	• পর্দায় পরস্পর উজ্জ্বল ও অন্ধকার ডোরা দেখা যায়, যাদের যথাক্রমে গঠনমূলক ব্যতিচার ও ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার বলে।
গৃহীত সিদ্ধান্ত	• দ্বি-চিড় পরীক্ষা থেকে দেখা যায় আলোর ব্যতিচার ঘটে। • ব্যতিচার যেহেতু তরঙ্গের ঘটে সুতরাং আলো এক প্রকার তরঙ্গ।

[Ref: ইস্হাক স্যার + তপন স্যার]

◉ ইয়ংয়ের দ্বি-চিড় পরীক্ষার ফলাফলের ব্যাখ্যা ঃ

দশা পার্থক্য ও পথ পার্থক্য	• দশা পার্থক্য $\delta = \frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ পার্থক্য • পথ পার্থক্য $= \frac{\lambda}{2\pi} \times$ দশা পার্থক্য (δ)	
গঠনমূলক ব্যতিচারের শর্ত	• দুটি তরঙ্গ একই দশায় উপরিপাতিত হলে লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার তথা তীব্রতা সর্বাধিক হবে ফলে উজ্জ্বল ডোরা বা গঠনমূলক ব্যতিচার পাওয়া যায়।	উজ্জ্বল বিন্দুর শর্ত • পথ পার্থক্য $= \frac{\lambda}{2}$ এর জোড় গুণিতক হতে হবে • দশা পার্থক্য π এর যুগ্ম গুণিতক হতে হবে
ধ্বংসাত্মক ব্যতিচারের শর্ত	• দুটি তরঙ্গ বিপরীত দশায় উপরিপাতিত হলে লব্ধি তরঙ্গের বিস্তার তথা তীব্রতা সর্বনিম্ন হবে ফলে অন্ধকার ডোরা বা ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার পাওয়া যায়।	অন্ধকার বিন্দুর শর্ত • পথ পার্থক্য $= \frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতক হতে হবে • দশা পার্থক্য π এর বিজোড় গুণিতক হতে হবে
পাশাপাশি ডোরার ব্যবধান ও ডোরার প্রস্থ	• পরপর দুটি অন্ধকার বা উজ্জ্বল ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব, $\Delta x = \frac{\lambda D}{a}$. • পরপর দুটি অন্ধকার বা উজ্জ্বল ডোরার মধ্যবর্তী দূরত্ব বা ডোরার প্রস্থ, $\delta_x = \frac{\lambda D}{2a}$.	

[Ref: ইস্হাক স্যার + তপন স্যার]

◉ আলোকের অপবর্তন (Diffraction of light)

সংজ্ঞা	বস্তুর কিনারা ঘেষে আলোকের খানিকটা বেঁকে যাওয়াকে অপবর্তন বলে। তরঙ্গদৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পেলে এই ক্ষমতা বৃদ্ধি পায়। • তীক্ষ্ণধার প্রতিবন্ধক কোন ছিদ্র বা চিড়ের আকার যদি আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সাথে তুলনীয় বা প্রায় সমান হয় তাহলে অপবর্তন লক্ষণীয় হয়। সকল প্রকার তরঙ্গ অপবর্তন প্রদর্শন করে।
অপবর্তনের শর্ত	অপবর্তন সৃষ্টির দুটি শর্ত রয়েছে, ১। খাড়া ধারের ক্ষেত্রে ঃ ধার খুব তীক্ষ্ণ হতে হবে এবং এর প্রস্থ আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ এর সমান বা কাছাকাছি হতে হবে। ২। সরু ছিদ্রের ক্ষেত্রে ঃ ছিদ্র খুবই সরু হতে হবে যাতে এর ব্যাস তরঙ্গদৈর্ঘ্যের λ এর সমান বা কাছাকাছি মানের হয়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

প্রকার

আলোকের অপবর্তন ২ প্রকার ঃ

১) ফ্রেনেল শ্রেণী অপবর্তন (Fresnel's class of diffraction) :

যখন উৎস এবং পর্দা তাদের মধ্যবর্তী বাধা হতে অল্প দূরত্বের মধ্যে অবস্থান করে তখন ঐ বাধার দরুন পর্দায় আলোকের যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে তাকে ফ্রেনেল শ্রেণী অপবর্তন বলে।

এই অপবর্তনের ক্ষেত্রে তরঙ্গমুখ সাধারণত গোলকীয় বা চোঙাকৃতি হয়ে থাকে। *[Ref: তপন স্যার]*

এই ধরনের অপবর্তন ঘটে–

i) খাড়া ধারে (straight edge)

ii) সরু তারে (narrow wire) এবং

iii) অল্প পরিসর ছিদ্রে (narrow slit) বা সরু চিড়/সুই

২) ফ্রনহফার শ্রেণী অপবর্তন (Fraunhofer's class of diffraction) :

যখন উৎস এবং পর্দা তাদের মধ্যবর্তী বাধা হতে অসীম দূরে অবস্থান করে তখন ঐ বাঁধার দরুন পর্দায় যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে তাকে ফ্রনহফার শ্রেণী অপবর্তন বলে।

• এই প্রকার অপবর্তন সৃষ্টি করতে উৎসের সম্মুখে একটি উত্তল লেন্স এমনভাবে স্থাপন করতে হয়, যাতে সমান্তরাল রশ্মিগুচ্ছ বের হয়ে আসে।

• এই অপবর্তন সৃষ্টি করা হয়–

i) একক রেখা ছিদ্র বা চিড়ের (single slit) দ্বারা;

ii) যুগ্ম রেখা ছিদ্র (Double wire) এবং

iii) গ্রেটিং বা ঝাঁঝরি (Grating) দ্বারা

অপবর্তনের বৈশিষ্ট্য

১। একটি তরঙ্গমুখের বিভিন্ন অংশ হতে নির্গত গৌণ তরঙ্গসমূহের ব্যতিচারের ফলে অপবর্তন সৃষ্টি হয়।

২। **অপবর্তন ঝালরে পট্টিগুলোর বেধ কখনও সমান হয় না।**

৩। অপবর্তনের ক্ষেত্রে উজ্জ্বল পট্টি ও অন্ধকার পট্টিগুলোর অন্তর্বর্তী দূরত্বগুলো ক্রমাগত কমতে থাকে।

৪। **অপবর্তনে অন্ধকার পট্টিগুলো সম্পূর্ণ অন্ধকার থাকে না। এতে সর্বদা কিছু আলো থেকে যায়।**

৫। অপবর্তনে উজ্জ্বল পট্টিগুলোর প্রত্যেকটিতে আলোক প্রাবল্য কখনই সমান থাকে না। এই প্রাবল্যের মান কেন্দ্রীয় পট্টিতে সর্বাধিক হয় এবং উভয় পার্শ্বস্থ পট্টিগুলোতে এই প্রাবল্য ক্রমশ হ্রাস পায়।

কিছু তথ্য

• একক রেখাচিত্রে ফ্রনহফার ব্যতিচার ঝালরে কেন্দ্রীয় পট্টি সর্বদা উজ্জ্বল। কিন্তু ফ্রেনেল ব্যতিচার ঝালরে কেন্দ্রীয় পট্টি উজ্জ্বল কিংবা অন্ধকার হতে পারে। যা নির্ভর করে একক রেখাচিত্রে অর্ধপর্যায়কালে অঞ্চলের সংখ্যার উপর।

একক রেখা ছিদ্র দ্বারা সৃষ্ট ফ্রনহফার অপবর্তন ঃ

• উজ্জ্বল বিন্দুর জন্য, $a \sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$ (পথ পার্থক্য)

• অন্ধকার বিন্দুর জন্য, $a \sin\theta = n\lambda$ (পথ পার্থক্য)

• কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টি $\theta=0$ এর উভয় দিকে গৌণ চরম বিন্দুগুলোর ক্ষেত্রে পথ পার্থক্য, $a \sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

অর্থাৎ, গৌণ চরম বিন্দুগুলোর মধ্যে দূরত্ব সমান নয়।

আবার, অবম বিন্দুগুলোর ক্ষেত্রে পথ পার্থক্য, $a \sin\theta = \pm n\lambda$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ অপবর্তন গ্রেটিং

সংজ্ঞা	অপবর্তন সৃষ্টি করার জন্য একটি বিশেষ ব্যবস্থার নাম গ্রেটিং বা ঝাঁঝরি। অনেকগুলো সমপ্রস্থের রেখাছিদ্র পাশাপাশি স্থাপন করে গ্রেটিং বা ঝাঁঝরি গঠন করা হয়।
প্রকারভেদ	গ্রেটিং প্রধানত ২ প্রকার। যথা– ১। নিঃসরণ বা নির্গমন গ্রেটিং (Transmission grating) ২। প্রতিফলন গ্রেটিং (Reflection grating)
প্রতি সেন্টিমিটারে প্রায় 10,000 পর্যন্ত দাগ কাটা থাকে। এক একটি চিড়ের প্রস্থ প্রায় 10^{-4} cm / 10^{-6} m	
গ্রেটিং এর ব্যবহার	১। আলোকের তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় করা যায়। ২। একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি বর্ণালী রেখা পৃথক করা যায়। ৩। তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সাপেক্ষে অপবর্তন কোণের পরিবর্তনের হার নির্ণয় করা যায়।

◉ গ্রেটিং ধ্রুবক

সংজ্ঞা	• যে কোনো একটি চিড়ের শুরু থেকে পরবর্তী চিড়ের শুরু পর্যন্ত দূরত্বকে গ্রেটিং ধ্রুবক বলা হয়। • যে কোনো একটি চিড়ের শেষ প্রান্ত থেকে পরবর্তী চিড়ের শেষ প্রান্তের দূরত্বকে গ্রেটিং ধ্রুবক বলে।
গাণিতিক সমীকরণ	• কোনো গ্রেটিং এর প্রতিটি চিড়ের বেধ বা প্রস্থ a এবং প্রতিটি রেখার বেধ বা প্রস্থ b হলে, গ্রেটিং ধ্রুবক, $d = a+b$ • একক দৈর্ঘ্যে রেখার সংখ্যা, $N = \frac{1}{d} = \frac{1}{a+b}$
বিশেষ তথ্য	• d-কে অনেক সময় গ্রেটিং উপাদান (Grating element) বলা হয়। • গ্রেটিং-এর (a+b) ব্যবধানে অবস্থিত দুটি বিন্দুকে বলা হয় অনুরূপ বিন্দু।

◉ আলোকের সমবর্তন (Polarisation of light)

সংজ্ঞা	যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বা পোলারায়ন বলে।
আবিষ্কারক	বিজ্ঞানী হাইগেনস
ব্রুস্টারের সূত্র	সমবর্তন কোণের ট্যানজেন্ট প্রতিফলক মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের সমান ($\mu = \tan\theta$)
জেনে রাখো	• টুর্ম্যালিন কেলাস পরীক্ষার দ্বারা আলোর সমবর্তন ব্যাখ্যা করা যায়। • পোলারয়েড হচ্ছে টুর্ম্যালিন কেলাস। এটি একটি ৬ বাহু বিশিষ্ট সবুজ রঙের কেলাস। কয়েকটি ধাতব অক্সাইড সমন্বয়ে গঠিত হয়।

◉ সমবর্তন বিষয়ক কতগুলো রাশি

অসমবর্তিত আলোক	সাধারণ আলোক যার কম্পন গতিপথের লম্ব অভিমুখে চারদিকে সমান বিস্তারে কম্পিত হয়।
সমবর্তিত আলোক	একটি তলে বা এর সমান্তরাল তলে কম্পমান আড় তরঙ্গবিশিষ্ট আলোক।
আংশিক সমবর্তিত আলোক	কোন আলোক তরঙ্গের কণাগুলোর কম্পন কেবলমাত্র একটি তলে সীমাবদ্ধ থাকলে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

সমবর্তিত কোণ	কোনো প্রতিফলক মাধ্যমে আপতন কোণ ধীরে ধীরে পরিবর্তন করলে এমন একটি কোণ পাওয়া যাবে যার জন্য সমবর্তন সর্বাধিক হবে। • কাঁচের ক্ষেত্রে সমবর্তন কোণ 56° • বিশুদ্ধ পানির ক্ষেত্রে সমবর্তন কোণ 53°
সমবর্তন তল	কম্পন তলের সাথে যে তলটি লম্বভাবে অবস্থান করে।
দ্বৈত প্রতিসরণ	যে সব কেলাসের মধ্য দিয়ে আলোকরশ্মি গমন করলে তা দুটি প্রতিসৃত রশ্মিতে বিভক্ত হয়।
দ্বৈত প্রতিসারক	যে সব কেলাসে দ্বৈত প্রতিসরণ ঘটে তাদেরকে দ্বৈত প্রতিসারক বলে। যেমন– কোয়ার্টজ, ক্যালসাইট বা আইসল্যান্ড স্পার

মনে রাখা সহজ...

আইস → আইসল্যান্ড স্পার
কোল্ড → কোয়ার্টজ
ক্যারে → ক্যালসাইট

◉ ম্যালাসের সূত্র

'সমবর্তিত আলোক বিশ্লেষকের মধ্য দিয়ে গমনের ফলে এর তীব্রতা সমবর্তক ও বিশ্লেষকের সমবর্তন অক্ষদ্বয়ের মধ্যবর্তী কোণের Cosine এর বর্গের সমানুপাতিক। $I \propto \cos^2\theta$ *[Ref: তপন স্যার]*

➥ **প্রধানত তিনটি উপায়ে সমতল সমবর্তিত আলো উৎপন্ন করা যায়।**

i) **প্রতিফলন দ্বারা ঃ** বিজ্ঞানী ম্যালাস
ii) **প্রতিসরণ দ্বারা** এবং
iii) **দ্বিপ্রতিসরণ দ্বারা ঃ** ডাচ দার্শনিক ইরাসমাস বার্থোলিনাস ১৬৬৯ সালে ক্যালসাইট কেলাসে সাধারণ আলো প্রতিসরণের সময় প্রথম দ্বি-প্রতিসরণ ঘটনাটি আবিষ্কার করেন।

◉ ব্যতিচার ও অপবর্তনের তুলনা

(ক) সাদৃশ্য: উভয় ধরনের পট্টিই তরঙ্গ/উপতরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে সৃষ্টি হয়।

(খ) বৈসাদৃশ্য:

ব্যতিচার	অপবর্তন
১। দুটি সুসংগত উৎস হতে নিঃসৃত আলোক তরঙ্গ/উপতরঙ্গ মালার উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার পট্টি সৃষ্টি হয়।	১। একটি তরঙ্গমুখের ক্ষুদ্র অংশকে ক্ষুদ্রাতিক্ষুদ্র অংশে ভাগ করলে, প্রতিটি ভাগ গৌণ উৎস রূপে ক্রিয়া করে। এসব সুসংগত উৎস হতে নিঃসৃত আলোক তরঙ্গ/উপরতরঙ্গ মালার উপরিপাতনের ফলে অপবর্তন পট্টি সৃষ্টি হয়।
২। ব্যতিচার সজ্জায় সাধারণত পট্টিগুলোর বেধ সমান থাকে। (ব্যতিক্রমও আছে)	২। অপবর্তন সজ্জায় পট্টিগুলোর বেধ কখনো সমান হয় না।
৩। ব্যতিচারের ক্ষেত্রে অন্ধকার পট্টিতে কোন আলো থাকে না।	৩। অপবর্তনের ক্ষেত্রে অন্ধকার পট্টিতেও কিছু আলো থাকে।
৪। ব্যতিচারের ক্ষেত্রে সকল উজ্জ্বল পট্টিগুলোর আলোক প্রাবল্য সমান থাকে।	৪। অপবর্তনের ক্ষেত্রে কেন্দ্রীয় উজ্জ্বল পট্টির উজ্জ্বলতা সর্বাধিক। পরবর্তী চরম পট্টিগুলোর উজ্জ্বলতা ক্রমশ কমতে থাকে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণ সমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
১	যে কোনো মাধ্যমে আলোর বেগ, $c = \frac{1}{\sqrt{\mu \epsilon}}$	μ = মাধ্যমের প্রবেশ্যতা	$H.m^{-1}$ (হেনরি.মিটার$^{-1}$)
		ϵ = মাধ্যমের ভেদনযোগ্যতা	$F.m^{-1}$ (ফ্যারাডে.মিটার$^{-1}$)
২	শূন্য বা বায়ু মাধ্যমে আলোকের বেগ, $c = \frac{1}{\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}}$	c = আলোর বেগ	ms^{-1}
৩	ম্যাক্সওয়েলের তড়িৎ চৌম্বকীয় তত্ত্ব, $\frac{E}{B} = c$	E = তড়িৎ ক্ষেত্রের বিস্তার	NC^{-1} (নিউটন.কুলম্ব$^{-1}$)
		B = চৌম্বক ক্ষেত্রের বিস্তার	T (টেসলা)
৪	উপরিপাতন নীতি, $E = E_1 + E_2$	$\vec{E}$ = লব্ধি তড়িৎ ক্ষেত্র	
		$\vec{E}_1$ = একটি তরঙ্গের জন্য সাম্যাবস্থান থেকে তড়িৎ ক্ষেত্র	
		$\vec{E}_2$ = অপর তরঙ্গের জন্যে সাম্যাবস্থান থেকে তড়িৎ ক্ষেত্র	
৫	ব্যতিচারের উজ্জ্বল ডোরার জন্য, $n\lambda = \frac{dx}{D}$	D = পর্দার দূরত্ব	m (মিটার)
		λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য	m (মিটার)
		d = চিড় দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব	m (মিটার)
		x = ডোরার দূরত্ব	m (মিটার)
৬	গ্রেটিং এর ক্ষেত্রে অবম বিন্দুর জন্য, $(a+b)\sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$	$N = \frac{1}{a+b}$ = প্রতি সেন্টিমিটারে রেখার সংখ্যা	
		θ = অপবর্তন কোণ	
৭	একক চিড়ে অপবর্তন, $a\sin\theta = n\lambda$	a = বেধ/প্রস্থ	m (মিটার)
		n = ক্রম সংখ্যা	
		λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য	m (মিটার)

গাণিতিক সমস্যাসমূহ

১। একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর পথ পার্থক্য $\frac{5\lambda}{4}$; বিন্দুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দশা পার্থক্য কত?

সমাধান: দশা পার্থক্য $= \frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ পার্থক্য Ans : $\frac{5\pi}{2}$ বা $\frac{\pi}{2}$

$= \frac{2\pi}{\lambda} \times \frac{5\lambda}{4} = \frac{5\pi}{2} = 2\pi + \frac{\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$

২। কোন বেতার তরঙ্গের $E_o = 10^{-4}\ Vm^{-1}$, B_o এর মান বের কর।

সমাধান: $C = \frac{E_o}{B_o}$, Ans : 3.3×10^{-13} T .

৩। বায়ুতে সোডিয়াম আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য 5.89×10^{-7} m । যে কাঁচের প্রতিসরাংক 1.52 তাতে ঐ আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর।

সমাধান: ${}_a\mu_g = \frac{C_a}{C_g} = \frac{\lambda_a}{\lambda_g}$, Ans : 3.875×10^{-7} m .

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৪। ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় আলোর কম্পাঙ্ক 6×10^{14} Hz. পার্শ্ববর্তী দুটি ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.75 mm। পর্দাটি যদি 1.55 m দূরে থাকে তাহলে চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব কত?

সমাধান: $2d = \frac{D\lambda}{\beta} = 1.03mm\ (Ans.)$

৫। একটি ফ্রনহফার শ্রেণির একক চিড়ের দরুণ অপবর্তন পরীক্ষায় 5600Å তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হলো। প্রথম ক্রমের অন্ধকার পট্টির জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। [চিড়ের বিস্তার 0.22mm]

সমাধান: $a \sin\theta = n\lambda \therefore \sin\theta = \frac{n\lambda}{a}$, Ans : 0.1450° প্রায়

Home Practice...

১. তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব কে আবিষ্কার করেন?
A. ওয়ার্ট B. প্ল্যাংক C. ম্যাক্সওয়েল D. মাইকেল ফ্যারাডে

২. তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য হল–
A. শূণ্যস্থানে আলোর বেগে চলে B. সঞ্চালনের জন্য মাধ্যমের প্রয়োজন
C. এটি দীঘল তরঙ্গ D. তড়িৎক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুতি ঘটে

৩. আলোর ব্যতিচারের শর্ত–
A. উৎস দুটি দূরে থাকবে B. বিভিন্ন বর্ণের উৎস থাকবে C. সুসংগত উৎস হতে হবে D. বিস্তৃত উৎস হতে হবে

৪. ইয়াং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষার গঠনমূলক ব্যতিচারের শর্ত–
A. $d \sin\theta = n\lambda$ B. $d \sin\theta = (2n-1)\frac{\lambda}{2}$ C. $d \sin\theta = (x+1)\lambda$ D. $d \sin\theta = (x+1)\frac{\lambda}{2}$

৫. অপবর্তন সৃষ্টিকারী ছিদ্র থেকে আলোর উৎস ও পর্দা একটি নির্দিষ্ট দূরত্ব হলে যে অপবর্তন হয় তা–
A. ফ্রনহফার অপবর্তন B. ফ্রেনেলের অপবর্তন C. ইয়াং এর অপবর্তন D. পয়সনের অপবর্তন

৬. আলোক কম্পনকে আলোর গতির সাথে সমকোণে একটি নির্দিষ্ট সমতলে সীমাবদ্ধ করার প্রক্রিয়াকে বলে–
A. ব্যতিচার B. অপবর্তন C. সমবর্তন D. প্রতিসরণ

৭. তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ সৃষ্টি হয়–
A. স্থির চার্জ হতে B. গতিশীল চার্জ হতে C. ত্বরিত চার্জ হতে D. চুম্বক হতে

৮. কোনটি তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ নয়?
A. দৃশ্যমান আলো B. এক্স-রশ্মি C. গামা রশ্মি D. আলাদা রশ্মি

৯. একটি ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য 3000Å এর কম্পাঙ্ক কত?
A. 10^{15} Hz B. 10^{10} Hz C. 10^{8} Hz D. 10^{6} Hz

১০. নিচের কোন তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি?
A. অবলোহিত রশ্মি B. বেতার তরঙ্গ C. গামা রশ্মি D. এক্স- রশ্মি

Answer:	01. C	02. A	03. C	04. A	05. B	06. C	07. C	08. D	09. A	10. B

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

৮ম অধ্যায়

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

◉ এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

প্রসঙ্গ	যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে
☞ আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব	[M: 16-17, 15-16, 08-09, 01-02; D: 08-09, 02-03]
☞ প্ল্যাঙ্ক এর কোয়ান্টাম তত্ত্ব	[M: 07-08, 02-03]
☞ X-Ray বা রঞ্জন রশ্মি	[M: 17-18, 07-08, 03-04; D: 19-20, 18-19, 03-04, 01-02, 00-01]
☞ ফটো তড়িৎ ক্রিয়া	[M: 18-19, 09-10; D: 17-18, 09-10, 02-03, 00-01]

প্রসঙ্গ কাঠামো

জড় / নিউটনীয়
[উদাহরণ– স্থির কাঠামো সমবেগে গতিশীল কাঠামো]

অজড়
(মন্দন জনিত কাঠামো, ঘূর্ণায়মান ও অসমবেগে গতিশীল কাঠামো)

◉ **মাইকেলসন-মর্লির পরীক্ষা**

➥ আলো তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ– ('হার্জ' এর পরীক্ষা)।

➥ ইথার মাধ্যমের সাপেক্ষে পৃথিবীর বেগ ৩০ কি. মি./সে. (ব্রাডলির পরীক্ষা)

➥ মাইকেলসন মর্লির পরীক্ষা, না ধর্মী পরীক্ষা

➥ মাইকেলসন মর্লির পরীক্ষার জন্য আবিষ্কৃত যন্ত্র– **মাইকেলসন ব্যতিচার মাপক যন্ত্র বা ইন্টারফেরোমিটার**

➥ মাইকেলসন ও মর্লির পরীক্ষায় দূরত্ব, $d = 11\ m / 10\ m$

পৃথিবীর কক্ষপথের/স্পিন গতির বেগ $= 30\ kms^{-1} = 3\times10^{4}\ ms^{-1}$

ব্যবহৃত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য $= 6\times10^{-5}\ cms^{-1}$ বা $5\times10^{-5} cms^{-1}$

$= 6\times10^{-7}\ ms^{-1}$ বা $5\times10^{-7}\ ms^{-1}$

➥ ইথার সম্পূর্ণ রূপে স্থির থাকে এবং কোন ক্রমেই স্থানান্তরিত হয় না– লরেঞ্জ

➥ মাইকেলসন ও মর্লির পরীক্ষা– ১৮৮৭ সালে

[Ref: ইসহাক স্যার]

www.bdniyog.com

chase your dream: to be a doctor

www.bdniyog.com

মাইকেলসন ও মর্লির পরীক্ষা হতে উপনীত সিদ্ধান্ত

১। ইথার বলতে মহাবিশ্বে কিছু নেই
২। গ্যালিলিও রূপান্তর সঠিক নয়
৩। আলোকের বেগ একটি ধ্রুব রাশি, এটি উৎস অথবা পর্যবেক্ষক বা মাধ্যমের গতির উপর নির্ভর করে না।

আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব

[Ref: তোফাজ্জল + তপন + ইসহাক স্যার]

➡ ২ ভাগে বিভক্ত: ১। আপেক্ষিকতার **সার্বিক/সাধারণ** তত্ত্ব– 1916 সালে/**1915 সালে**
- এতে সূর্য, নক্ষত্র, উল্কা, চন্দ্র ইত্যাদির গতি বর্ণনা করেছেন।

➡ ২। আপেক্ষিকতার **বিশেষ** তত্ত্ব– 1905 সালে
- এতে সমগতিতে চলমান বস্তুর গতি বর্ণনা করেছেন।

আপেক্ষিকতার স্বীকার্য

১ম স্বীকার্য	জড় কাঠামোতে বা গ্যালিলিও কাঠামোতে পদার্থবিজ্ঞানের সূত্রসমূহ অভিন্ন থাকে।
২য় স্বীকার্য	শূণ্যস্থানে সকল পর্যবেক্ষকের নিকট আলোকের বেগ সর্বদা সমান থাকে। এর বেগ আলোক প্রবাহের দিক, উৎস ও পর্যবেক্ষকের আপেক্ষিক গতির উপর নির্ভর করে না। এই স্বীকার্য অনুযায়ী আলোর দ্রুতি সার্বজনীন ধ্রুবক। ২য় স্বীকার্যকে আলোর ধ্রুবতার নীতি বলা হয়।

কিছু গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

➡ সাধারণ তত্ত্বে, ত্বরিত ও মন্দিত বস্তুর কাঠামো নিয়ে আলোচনা করা হয়।
➡ বিশেষ তত্ত্বে, সমবেগে গতিশীল বস্তু ও কাঠামো নিয়ে আলোচনা করা হয়।
➡ **আইনস্টাইনের মতে ভর ও শক্তির মধ্যে কোন পার্থক্য নেই। এরা একই সত্ত্বার দ্বৈত প্রকাশ।**
➡ **স্থান কাল ও ভর ধ্রুবক বা পরম কিছুই না; এগুলো আপেক্ষিক।**

গ্যালিলিওর রূপান্তর/নিউটনের রূপান্তর

১. চিরায়ত পদার্থবিজ্ঞানের যে সকল সমীকরণ পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুববেগে গতিশীল দুটি প্রসঙ্গ কাঠামোর সময় ও স্থানাঙ্কের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করে তাদের গ্যালিলীয় রূপান্তর বলা হয়।
২. **গ্যালিলিওর স্বীকার্য আইনস্টাইনের উভয় স্বীকার্য লঙ্ঘন করে।**

লরেঞ্জের রূপান্তর সূত্র

সূত্র পরিচিতি	যে রূপান্তর সূত্র প্রয়োগে বিদ্যুৎ চুম্বকীয় সমীকরণ এক জড় কাঠামো থেকে অন্য জড় কাঠামোতে অভিন্নরূপে প্রকাশিত হয় তা **লরেঞ্জের রূপান্তর** সূত্র নামে পরিচিত।
আবিষ্কারক	১৯৩০ সালে এইচ.এ. লরেন্টজ *[Ref: তপন স্যার]*
স্বীকার্য	• **দুটি স্বীকার্যের** উপর লরেঞ্জের রূপান্তর সূত্র প্রতিষ্ঠিত। **স্বীকার্য-১** পদার্থ বিজ্ঞানের সূত্রগুলো সকল অভ্যন্তরীণ কাঠামোয় অভিন্ন থাকে। তবে কাঠামোগুলোকে পরস্পরের সাপেক্ষে সমবেগে গতিশীল থাকতে হবে। **স্বীকার্য-২** আলোকের বেগ সর্বদা ধ্রুব থাকে, এ বেগ 3×10^8 ms^{-1} এর মান দর্শকের স্থিতি বা গতির উপর নির্ভর করে না।

মহাকাশ ভ্রমণে আপেক্ষিক তত্ত্বের ব্যবহার

১। মহাকাশ যানের **বেগ নির্ণয়**
২। মহাকাশচারীর **বয়স নির্ণয়**
৩। **ঘনত্ব নির্ণয়**

"There is no situation that you are experiencing alone. Allah is always with you."

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. কোন নীতি ব্যবহার করে বস্তুর ভরকে শক্তিতে রূপান্তর করা যায়? [M: 16-17]

A. কাজ-শক্তি উপপাদ্য (Work-Energy Theorem)
B. আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব (Einstein's Theory of Relativity)
C. যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি (Principle of Conservation of Mechanical Energy)
D. নিউটনের গতিসূত্র (Newton's Law of Motion)

Ans: B

2. আলোর গতি কত? [M. 15-16]

A. $3\times10^{6}ms^{-1}$ B. $3\times10^{7}ms^{-1}$ C. $3\times10^{9}ms^{-1}$ D. $3\times10^{8}ms^{-1}$

Ans: D

3. আইনস্টাইনের ভর-শক্তি (Mass-energy) সংক্রান্ত সমীকরণের সঠিক বর্ণনা কোনটি? [M. 08-09]

A. $e = mc^2$ B. $E = Mc^2$ C. $E = mc^2$ D. $e = Mc^2$

Ans: C

4. যদি উৎপাদিত তড়িৎ শক্তির পরিমাণ 5.5×10^{12} KWh হয়, তবে রূপান্তরিত ভরের পরিমাণ নিম্নলিখিত কত kg? [D. 08-09]

A. 2200 B. 20 C. 22 D. 220

Ans: D

Solve: $E = mc^2 \Rightarrow m = \frac{E}{c^2} = \frac{5.5 \times 10^{12}\ KWh}{(3 \times 10^8\ ms^{-1})^2} = \frac{5.5 \times 10^{12} \times 3.6 \times 10^6\ J}{9 \times 10^{16}\ m^2s^{-2}} = \frac{3.6 \times 5.5 \times 10^2}{9}\ kg = 220\ kg$

5. ভর শক্তির সম্পর্কটি হলো- [D. 02-03]

A. $E = mc^2$ B. $E = m/c$ C. $E = c/m$ D. $E = mvc^2$

Ans: A

6. কোনটি সত্য নয়? [M. 01-02]

A. এক মিটার স্কেলকে তার দৈর্ঘ্য বরাবর মহাশূন্যে $2.6 \times 10^8 ms^{-1}$ বেগে নিক্ষেপ করা হলে এর দৈর্ঘ্য হবে 0.499m
B. ইউরেনিয়াম যৌগের নিকটে রাখা ফটোগ্রাফিক প্লেট কুয়াশাচ্ছন্ন বা ঝাপসা হয়ে যায়
C. ধাতব পদার্থে যোজন ইলেক্ট্রনগুলি নিউক্লিয়াসের সাথে শিথিলভাবে যুক্ত থাকে।
D. আধানযুক্ত কোন কণিকার যখন ত্বরণ ঘটে তখন কণিকা থেকে কোন তড়িৎচৌম্বক বিকিরণ নির্গত হয় না

Ans: D

◉ আপেক্ষিক তত্ত্ব অনুসারে স্থান, কাল ও ভরের আপেক্ষিকতা

বিষয়	বর্ণনা	গাণিতিক সমীকরণ
(i) কাল দীর্ঘায়ন	• গতিশীল অবস্থায় থাকা ঘড়ি নিশ্চল অবস্থায় থাকা ঘড়ির চেয়ে ধীরে চলে। • গতিশীল অবস্থায় থাকা ঘড়ির সময় স্থির অবস্থায় থাকা ঘড়ির চেয়ে $\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$ পরিমাণ বৃদ্ধি পাবে।	$t_0 = t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
(ii) দৈর্ঘ্য সংকোচন	• কোনো দণ্ডের গতিশীল দৈর্ঘ্য দণ্ডটির নিশ্চল অবস্থার দৈর্ঘ্যের চেয়ে ছোট হবে। • এই ঘটনাকে বলা হয় লরেঞ্জ ফিটজেরাল্ড সংকোচন।	$L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
(iii) ভর বৃদ্ধি	• কোনো বস্তুর গতিশীল অবস্থার ভর বস্তুটির নিশ্চল অবস্থার ভরের চেয়ে বেশি হবে। • কোনো বস্তু আলোর বেগের সমান বা বেশি বেগে গতিশীল হতে পারে না।	$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

➡ কোন বস্তুর বেগ/ পার্থিব বস্তুর বেগ আলোর বেগের সমান হতে পারে না।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

ভর ও শক্তির সম্পর্ক

➡ আপেক্ষিকতার গতিশক্তির সমীকরণ– $E_k = mc^2 - m_0c^2$

➡ আইনস্টাইনের ভরশক্তির সমীকরণ– $E = mc^2$

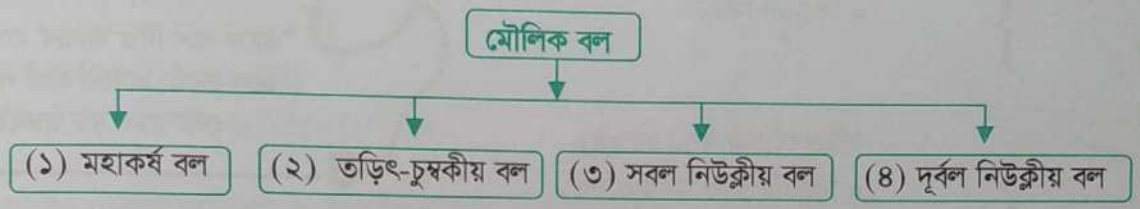
"OH ALLAH, DON'T MAKE THIS WORLD OUR BIGGEST CONCERN"

মৌলিক বল

➡ সংজ্ঞাঃ যে সকল বল অন্য বল থেকে উৎপন্ন হয় না, তাদেরকে মৌলিক বল বলে।

- অন্য সকল বলের প্রকাশক।

➡ মৌলিক বলের প্রকারভেদ



চার প্রকার মৌলিক বলের তুলনা

বিষয়	মহাকর্ষ বল	তড়িৎ চুম্বকীয় বল	সবল নিউক্লিয় বল	দূর্বল নিউক্লিয় বল
ধর্ম	আকর্ষণধর্মী (সার্বজনীন বল)	আকর্ষণ ও বিকর্ষণ উভধর্মী	আকর্ষণধর্মী	বিকর্ষণধর্মী
বিনিময় কণা/ কারণ	গ্রাভিটন কণার পারস্পরিক বিনিময় (এ বলের উৎস বস্তুর ভর)	ফোটন কণার বিনিময়	মেসন/গ্লুওন কণার পারস্পরিক বিনিময়	বোসন কণা (W ও Z বোসন)
পাল্লা	অসীম; এ বলের মান কখনো শূন্য হয় না	অসীম	নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে সীমাবদ্ধ (10^{-15}m)	নিউক্লিয়াসের অভ্যন্তরে সীমাবদ্ধ (10^{-16}m)
আপেক্ষিক সবলতা (তীব্রতার তুলনা)	(মহাকর্ষ বল 1 ধরে)	10^{39}	10^{41}	10^{30}
	(সবল নিউক্লিয় বল 1 ধরে) 10^{-41}	10^{-2}	1	10^{-11}
প্রভাবিত কণা	সমস্ত পদার্থ	আধানযুক্ত কণা	প্রোটন ও নিউট্রন	লেপটন
মাধ্যমের প্রভাব	মাধ্যম দ্বারা প্রবাহিত হয় না	মাধ্যম দ্বারা প্রবাহিত হয়		
ভূমিকা	পদার্থ সমূহকে যুক্ত করে গ্রহ, নক্ষত্র ও গ্যালাক্সি গঠন করে	• পরমাণু ও অণু গঠন করে • অণু ও পরমাণুকে একত্রে রাখতে সাহায্য করে • পদার্থের কঠিন ও তরল অবস্থার জন্য দায়ী	• প্রোটন ও নিউট্রনকে একত্রে আবদ্ধ করে নিউক্লিয়াস গঠন করে • পরমাণুর নিউক্লিয়াসের স্থায়িত্বের জন্য দায়ী	নিউক্লিয় বিটা ক্ষয়ের জন্য দায়ী
উদাহরণ	• গ্রহসমূহের নক্ষত্রের চারদিকে ঘোরা • বস্তুর ওজন	• স্থিতিস্থাপক বল • আণবিক গঠন • রাসায়নিক গঠন • ঘর্ষণ বল • স্পর্শ বল • লরেঞ্জের বল	নিউক্লিয়াস গঠনকারী বল	অধিকাংশ তেজস্ক্রিয় ভাঙ্গন

➡ [H_2 পরমাণুতে প্রোটন ও ইলেকট্রনের মধ্যকার মহাকর্ষ বল = 3.6×10^{-47} N]

[Ref: ইসহাক + তপন + তোফাজ্জল স্যার]

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

পড়ার পরে, সময় করে...

- সবল নিউক্লিয় বলের পাল্লা খুবই কম; 10^{-15} m এর বেশী দূরত্বে এ বল অনুভূত হয় না।
- দূর্বল নিউক্লিয় বলের পাল্লা আরো কম; 10^{-16} m এর কম।
- সব থেকে শক্তিশালী সবল নিউক্লিয় বল।
- সব থেকে দূর্বল মহাকর্ষ বল।

বলের একীভূতকরণ

গোলীয় মহাকর্ষ + ভূ-মহাকর্ষ } বিশ্বজনীন মহাকর্ষ (১৬৮৭)
- বিজ্ঞানী নিউটন

তড়িৎ বল + চৌম্বক বল } তড়িৎ চৌম্বক বল (১৮৮৪)
- বিজ্ঞানী ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল

তড়িৎ চৌম্বক বল + দূর্বল বল } তড়িৎ দূর্বল বল (১৯৬৮)
- বিজ্ঞানী গ্লাসো (১৯৬১) (অসম্পূর্ণ তত্ত্ব প্রদান করেন)
- বিজ্ঞানী সালাম (১৯৬৭) ও স্টিফেন ওয়াইনবার্গ (১৯৬৭) (তত্ত্ব সম্পূর্ণ করেন)
- সি ওয়াই প্রেসকট (১৯৭৮) প্রমাণ করেন।

"তাকে বলে দিও 'আযান' হলেই মসজিদে চলে যেতে, এমনো হতে পারে মাওলা শেষবারের মত ডাকছেন।"

প্ল্যাঙ্ক এর কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ

- আদর্শ কৃষ্ণ বস্তু সকল তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের তাপশক্তি শোষণ বা বিকিরণ করতে পারে।
- তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে কৃষ্ণ বস্তু হতে মোট বিকীর্ণ শক্তি বৃদ্ধি পায়।
- যে তরঙ্গ দৈর্ঘ্যে সর্বোচ্চ পরিমাণ শক্তি নিঃসৃত হয় তা তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে সাথে হ্রাস পায়।
- কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ মতবাদ-প্ল্যাঙ্ক (1900 সাল)
- প্ল্যাঙ্ক ধ্রুবক, $h = 6.63\times10^{-34}$ Js বা 6.63×10^{-27} Ergs.
- প্লাটিনাম আপতিত বিকিরণের ৯৮% শোষণ করে।
- স্থির তাপমাত্রায় উত্তপ্ত ফাঁকা বেষ্টনী বা গহ্বর কৃষ্ণ বস্তুর ন্যায় আচরণ করে।
- বিকীর্ণ বর্ণালীর শক্তি বন্টন সম্পর্কে সূত্র দেন-ভীন (Wien)
- আদর্শ কৃষ্ণ বস্তু উত্তম শোষক ও উত্তম বিকিরক।
- আদর্শ কৃষ্ণ বস্তু সর্বদিকে শক্তি বিকিরণ করে; এটি একটি ব্যাপ্ত নিঃসারক।
- কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ ব্যাখ্যায় চিরায়ত পদার্থ বিজ্ঞান ব্যর্থ।

কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ সম্পর্কিত বিভিন্ন তত্ত্ব

[Ref: ইসহাক স্যার]

বিজ্ঞানীর নাম	প্রদত্ত সূত্র	প্রযোজ্যতা
(i) ভীন	কৃষ্ণ বস্তুর শক্তি বন্টন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পঞ্চম ঘাতের ব্যস্তানুপাতিক	ক্ষুদ্র তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণের ক্ষেত্রে
(ii) রেলি-জিনস	কৃষ্ণ বস্তুর শক্তি বন্টন তার তরঙ্গদৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের ব্যস্তানুপাতিক	দীর্ঘ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণের ক্ষেত্রে
(iii) ম্যাক্স প্ল্যাঙ্ক	বিকিরণ নিঃসরণকারী স্পন্দনশীল অণু শক্তির যে একক E নিঃসরণ করে তা ছিন্নায়িত এবং $E = hf$.	যে কোনো তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিকিরণের ক্ষেত্রে

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

Must To Know...

◉ ফোটনের ধর্মঃ

- ফোটন আলোর বেগে চলে
- নিশ্চল বেগ শূন্য
- ফোটনের ভরবেগ আছে
- ফোটনের নির্দিষ্ট শক্তি আছে, $E = hf$ বা hv

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

01. নিম্নের কোনটি প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক? [D. 07-08]

A. 6.626×10^{-30}Js B. 6.626×10^{-32}Js C. 6.626×10^{-33}Js D. 6.626×10^{-34}Js

Ans: D

02. প্ল্যাঙ্কের আলোক সম্পর্কিত কোয়ান্টাম থিওরী সংক্রান্ত বিষয়ে নিম্নের কোনটি সঠিক নয়? [D. 07-08]

A. $E = hv$ B. $h = 6.626\times10^{34}$Js C. $E \propto hv$ D. $h = 6.626\times10^{-34}$Js

Ans: B

03. নিম্নের কোনটি মিথ্যা? [D. 02-03]

A. ফোটন ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট
B. ফোটনের স্থিতি ভর শূন্য
C. ফোটনের ভরবেগ আছে
D. ফোটন আলোর বেগে প্রবাহিত হয়

Ans: A

www.bdniyog.com

◉ **X-Ray বা রঞ্জন রশ্মি**

সংজ্ঞা	X-Ray কে অজানা রশ্মি বলা হয়।
আবিষ্কারক	উইলহেলম কে. রনজেন, সাল- 1895
প্রকারভেদ	২ প্রকার। ১) কোমল এক্স-রে ২) কঠিন এক্স-রে
একক	রনজেন- সাধারণ চাপ ও তাপমাত্রায় 1×10^{-3} m বায়ুতে 3.33×10^{-10}C চার্জ সৃষ্টি করতে পারে। [ইসহাক স্যার] যে পরিমাণ এক্সরে বায়ুতে 2.58×10^{-4}C আধান উৎপন্ন করে, তাকে এক রনজেন বলে। [তপন স্যার]

◉ **কোমল ও কঠিন এক্সরের তুলনা**

বিষয়	কোমল এক্স রে	কঠিন এক্স রে
(i) তরঙ্গদৈর্ঘ্যের সীমা	10 Å	0.01 Å
(ii) উৎপন্ন ফোটনের শক্তির সীমা	KeV	MeV
(iii) উৎপন্ন করার জন্য প্রয়োজনীয় বিভব	কম।	বেশি।
(iv) ভেদন ক্ষমতা	কম।	বেশি।
(v) ব্যবহার	চিকিৎসা বিজ্ঞান।	পদার্থের গঠন প্রকৃতি নির্ণয় ও গবেষণা কার্যে।
(vi) অভ্যন্তরীণ চাপ	বেশি।	কম।

Must To Know...

- এক্সরের তরঙ্গসীমা- 0.01 nm থেকে 10 nm পর্যন্ত।
- এক্সরে উৎপাদনের মূলনীতি- ফটোইলেকট্রিক ক্রিয়ার বিপরীত নীতি।
- ইলেকট্রনের গতিশক্তির 99% তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়, 1% এক্সরে উৎপাদনে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ এক্সরে উৎপাদনের পদ্ধতি: ৩টি

১. গ্যাস নল পদ্ধতি	• ক্যাথোড অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি। • অ্যান্টি-ক্যাথোড Mo বা টাংস্টেন বা প্লাটিনামের তৈরি। • নলের মধ্যে বায়ুচাপ 10^{-7} atm. • বিভব পার্থক্য 30,000 V থেকে 50,000 V.
২. কুলীজ নল পদ্ধতি	• 1913 সালে বিজ্ঞানী কুলিজ আবিষ্কার করেন • বিভব পার্থক্য 50,000 V থেকে 1,00,000 V. • বিভব পার্থক্য প্রয়োগে আরোহী ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয়।
৩. বিটাট্রন পদ্ধতি	-

মনে রাখা সহজ...

B → বিটাট্রন পদ্ধতি

C → কুলীজ

G → গ্যাসনল

◉ এক্স-রের ধর্ম

- এক্সরে **সরল রেখায়** গমন করে।
- এক্সরে **অদৃশ্য**। সাধারণ আলোক রেটিনায় পড়লে দৃষ্টির অনুভূতি জন্মায় কিন্তু এদের ক্ষেত্রে এমন হয় না।
- এটি বিদ্যুৎ-চুম্বকীয় **আড় তরঙ্গ**।
- এর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সাধারণ আলোকের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য থেকে ছোট। সাধারণ আলোকের **তরঙ্গ দৈর্ঘ্য** 10^{-7} m বা 1000Å
- এর বেগ 3×10^{-8} ms^{-1}
- এর **ভেদন ক্ষমতা অত্যধিক**।
- ফটোগ্রাফিক প্লেটের উপর **প্রতিক্রিয়া** আছে।
- **প্রতিপ্রভা সৃষ্টি করে**।
- চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয় না। অতএব **এটি চার্জহীন**।
- গ্যাসের মধ্যদিয়ে যাবার সময় **গ্যাসকে আয়নিত করে**।
- **আলোক বিদ্যুৎ ক্রিয়া প্রদর্শন করে** অর্থাৎ কোন ধাতব পদার্থে আপতিত হলে তা থেকে ইলেকট্রন নির্গত হয়।
- সাধারণ আলোকের ন্যায় এর **প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, অপবর্তন ঘটে**।
- এটি জীবন্ত কোষকে ধ্বংস করতে পারে।
- এর প্রভাবে জীবন্ত কোষের জিনের চারিত্রিক গুণাবলির পরিবর্তন ঘটে।
- চামড়ার উপর এটি অনেকক্ষণ ধরে আপতিত হলে শরীরের ক্ষতি সাধন করে।
- রশ্মি তীব্রতার ব্যস্তানুপাতিক সূত্র মেনে চলে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

এক্স-রের ব্যবহার

চিকিৎসা বিজ্ঞানে	১। স্থানচ্যুত হাড়, হাড় ভেঙ্গে গেলে বা শরীরের কোন অংশে অবাঞ্ছিত কোন বস্তু প্রবেশ করলে এক্স-রে দ্বারা তা ধরা যায়। ২। দাঁতের ক্ষয় ও দাঁতের গোড়ায় ক্ষত নির্ণয়ে ৩। আলসার, ক্যান্সার, টিউমার, যক্ষা নির্ণয়ে ৪। জীব কোষ ধ্বংসের কাজে ৫। ক্যান্সার চিকিৎসায় ও সংক্রমণ বৃদ্ধির চিকিৎসায় ব্যবহৃত হয় ৬। পরিপাক নালী দিয়ে খাদ্য বস্তুর গমন অনুসরণ
গোয়েন্দা বিভাগে	১। কাঠের বাক্স বা চামড়ার থলির মধ্যে লুকানো বিস্ফোরক, আগ্নেয়াস্ত্র বা নিষিদ্ধ দ্রব্য নির্ণয়ে ২। দুষ্কৃতিকারীর পেটে সোনা, রূপা, মুক্তা প্রভৃতি মূল্যবান ধাতু থাকলে তা চিহ্নিত করা
শিল্প ক্ষেত্রে	১। ধাতব পাতের অভ্যন্তরে ফাটল বা গর্ত নির্ণয়ে ২। প্রকৃত ও নকল হীরার পার্থক্য নির্ণয়ে ৩। ঝিনুকের মধ্যে মুক্তার অবস্থান নির্ণয়ে ৪। ঢালাইয়ের খুত নির্ধারণের জন্য ৫। ঝালাইয়ের ত্রুটি নির্ণয়ের জন্য ৬। চামড়া শিল্পে ৭। আসল ও নকল গহনা সনাক্তকরণে
ব্যবসায়ে	১। লজেন্স, টফি, কেক প্রভৃতি খাদ্য তৈরির পর এক্সরে দিয়ে তা পরীক্ষা হয়
পরীক্ষাগারে	১। পরমাণুর গঠন, কেলাসের গঠন নির্ণয়ে ২। বৈজ্ঞানিক গবেষণায় ৩। গ্যাসকে আয়নিত করতে ৪। আলোক তড়িৎ নির্গমণে

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

০১. X-ray এর জন্য সঠিক কোনটি? [D. 18-19]

A. আলোর চেয়ে কম বেগে চলে
B. জীবিত কোষকে ধ্বংস করতে পারে না
C. বিদ্যুৎ চৌম্বকীয় উলম্ব তরঙ্গ
D. জিনের চারিত্রিক গুণাবলীর পরিবর্তন ঘটায়

Ans : D

০২. দ্রুত গতি সম্পন্ন ইলেকট্রন কোন ধাতুকে আঘাত করলে, তা থেকে উচ্চ ভেদন ক্ষমতা সম্পন্ন যে এক প্রকার বিকিরণ উৎপন্ন হয়, সেটি নিচের কোনটি? [M. 17-18]

A. বিটা রশ্মি
B. এক্স রশ্মি
C. গামা রশ্মি
D. আলফা রশ্মি

Ans : B

০৩. নিম্নের কোন রশ্মি দ্বারা রঞ্জনরশ্মি উৎপন্ন করা হয়? [M. 07-08]

A. আলফা
B. ধনাত্মক
C. ক্যাথোড
D. গামা

Ans : C

০৪. কোনটি এক্সরের ধর্ম নয়? [M. 03-04; D. 03-04]

A. ভেদন ক্ষমতা অত্যাধিক
B. অদৃশ্য
C. সরলরেখায় গমন করে
D. জীবন্ত কোষকে নষ্ট করে না

Ans : D

০৫. কোনটি ক্যাথোড রশ্মির বৈশিষ্ট্য নয়? [D. 01-02]

A. এটি তড়িৎক্ষেত্র বা চৌম্বকক্ষেত্র দ্বারা বিচ্যুত হতে পারে
B. এর সাহায্যে এক্সরে উৎপাদন সম্ভব
C. এটি ঋণাত্মক আধান বা চার্জবাহী
D. এক্সরের তুলনায় এটি অধিক ভেদন ক্ষমতা সম্পন্ন

Ans : D

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

০৬. ক্যাথোড রশ্মি হচ্ছে– [D. 00-01]

A. গতিময় আলফা রশ্মি
B. গতিময় প্রোটন
C. ধনাত্মক অথবা ঋণাত্মক গতিময় রশ্মি
D. গতিময় ইলেকট্রন

Ans : D

মনে রাখা সহজ...

লি → Li
না → Na
কে → K
সাজাবে → Cs
রুবি → Rb

ফটো তড়িৎ ক্রিয়া

- ক্ষারধর্মী পদার্থের (লিথিয়াম, সোডিয়াম, পটাশিয়াম, সিজিয়াম, রুবিডিয়াম) আলোক তড়িৎ সংবেদনশীলতা বেশি।
- পরীক্ষামূলক প্রমাণ দেন বিজ্ঞানী হার্জ।
- **1873 সালে W. Smith নামক একজন ব্যক্তি এটি আবিষ্কার করেন।**
- আলোকের প্রভাবে ধাতব পাত হতে নির্গত কণাগুলো ইলেকট্রন ছাড়া আর কিছুই না।
- 1899 সালে থমসন এবং 1900 সালে লিনার্ড প্রমাণ করেন; **আলোকের প্রভাবে ধাতব পাত্র হতে নির্গত কণাগুলো ইলেকট্রন ছাড়া আর কিছুই নয়।**
- ১৯০৫ সালে আলবার্ট আইনস্টাইন প্লাঙ্কের কোয়ান্টাম তত্ত্বের সাহায্যে ফটো ইলেকট্রিক ক্রিয়ার ফলাফল ব্যাখ্যা করেন।

ফটো তড়িৎ ক্রিয়ার সংজ্ঞার মূল বক্তব্য	• উপযুক্ত তরঙ্গ বা কম্পাঙ্কের আলোক আপতিত হতে হবে। • নির্গত ইলেকট্রন আলোক ইলেকট্রন।
আলোক তড়িৎ ক্রিয়া প্রদর্শন	• তড়িৎ প্রবাহের মাত্রা আপতিত আলোকের তীব্রতার উপর নির্ভর করে।
নিবৃতি বিভব	• এটি ক্যাথোড প্লেটের সাপেক্ষে অ্যানোড প্লেটের ন্যূনতম ঋণ বিভব। • এই বিভবে তড়িৎ প্রবাহ বন্ধ হয়ে যায়। • এই বিভব আপতিত আলোকের প্রাবল্যের উপর নির্ভর করে না। • আপতিত আলোকের কম্পাঙ্কের উপর নির্ভর করে। • নিঃসারক পদার্থের প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

০১. অডিটরিয়ামে কতজন দর্শক ঢুকছেন বা বের হচ্ছেন তা গণনার জন্য স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রে নিচের কোনটি ব্যবহৃত হয়? [M. 18-19]

A. শুষ্ক কোষ
B. আলোকতড়িৎ কোষ
C. এক্স-রে
D. গামা-রে

Ans: B

০২. নিচের কোন ধাতু থেকে ফটোইলেকট্রন নির্গত হবে না– [D. 17-18]

A. সিজিয়াম
B. পটাসিয়াম
C. অ্যালুমিনিয়াম
D. সোডিয়াম

Ans: C

০৩. একটি ধাতব পৃষ্ঠে অতিবেগুনি রশ্মি আপতিত হলে কোন কণা বিচ্ছুরিত হবে? [M. 09-10]

A. নিউট্রন
B. আলফা পার্টিকেল
C. প্রোটিন
D. ইলেকট্রন

Ans: D

০৪. আলোক তড়িৎ ক্রিয়া নিম্নের কোন তত্ত্বকে সমর্থন করে? [D. 09-10]

A. ওয়েভ
B. করপাস্কুলার
C. কোয়ান্টাম
D. ইলেক্ট্রো ম্যাগনেটিক

Ans: C

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

০৫. কোন তত্ত্বের সাহায্যে আলোক তড়িৎ নিঃসরণ ব্যাখ্যা করা যায়? [D. 02-03]
A. কণা তত্ত্ব B. তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব C. তরঙ্গ তত্ত্ব D. কোয়ান্টাম তত্ত্ব
Ans: D

০৬. কোনটি ক্যাথোড রশ্মির বৈশিষ্ট্য নয়? [D. 01-02]
A. ফোটন B. প্রাইমারি ইলেকট্রন C. ফটো ইলেকট্রন D. কোয়ান্টা
Ans: C

◉ প্রারম্ভ বা সূচন কম্পাঙ্ক

- সর্বনিম্ন কম্পাঙ্ক যার থেকে কম কম্পাঙ্ক বিশিষ্ট আলো কোন ধাতুর উপরে আপতিত হলে ইলেকট্রন নির্গত হয় না।
- **প্রত্যেক ধাতুর ক্ষেত্রেই একটি সূচন কম্পাঙ্ক থাকে এবং নির্দিষ্ট ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক নির্দিষ্ট।**

◉ আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য

- আলোক রশ্মি আপতিত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই আলোক তড়িৎ ক্রিয়া আরম্ভ হয়। আলোক রশ্মির আপতন বন্ধ হওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই এই ক্রিয়া বন্ধ হয়। **এটি তাৎক্ষণিক ঘটনা।**
- প্রত্যেক ধাতুর ক্ষেত্রেই একটি সূচন কম্পাঙ্ক থাকে এবং নির্দিষ্ট ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক নির্দিষ্ট।
- **বিভিন্ন ধাতুর ক্ষেত্রে প্রারম্ভ কম্পাঙ্ক বিভিন্ন।**
- আলোক ইলেকট্রনের বেগ কোন নির্দিষ্ট শীর্ষ মানের মধ্যে হতে পারে।
- আলোক ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ বেগ আপতিত রশ্মির **কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক।**
- আলোক ইলেকট্রন নির্গমনের হার আপতিত আলোকের **প্রাবল্যের সমানুপাতিক।**

◉ আলোক তড়িৎ নির্গমনের সূত্রাবলি

1912 সালে লিনার্ড থমসন, রিচার্ডসন এবং কম্পটন এর পরীক্ষালব্ধ ফলাফল হতে নির্ণীত হয়েছে যে আলোক তড়িৎ নির্গমন কিছু সূত্র মেনে চলে–

১ম সূত্র	**আলোক তড়িৎ নির্গমন এটি তাৎক্ষণিক ঘটনা।** আলোক রশ্মির পতনকাল ও আলোক ইলেকট্রন নির্গমনকালের মধ্যে সময়ের ব্যবধান 3×10^{-9} সেকেন্ডের কম।
২য় সূত্র	প্রতিটি আলোক ইলেকট্রন নির্গমনের ক্ষেত্রে আপতিত আলোক রশ্মির একটি নির্দিষ্ট ন্যূনতম কম্পাঙ্ক রয়েছে যার নাম প্রারম্ভ কম্পাঙ্ক।
৩য় সূত্র	আপতিত আলোকের কম্পাঙ্ক প্রারম্ভ কম্পাঙ্ক অপেক্ষা অধিক হলে তড়িৎ প্রবাহমাত্রা আপতিত আলোকের প্রাবল্যের সমানুপাতিক।
৪র্থ সূত্র	আলোক ইলেকট্রনের গতিবেগ তথা গতিশক্তি **আপতিত আলোকের প্রাবল্যের ওপর নির্ভর করে না,** বরং আপতিত আলোকের **কম্পাঙ্ক এবং নিঃসারক বা নির্গমক এর প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।**

◉ কার্য অপেক্ষক সারণি

➥ **কার্য অপেক্ষক:** কোন ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে যতটুকু শক্তির প্রয়োজন তাকে ঐ ধাতুর কার্য অপেক্ষক বলে।

ধাতু	কার্য অপেক্ষক (W_o) eV
সিজিয়াম	2.14
পটাসিয়াম	2.30
সোডিয়াম	2.75
রূপা	4.74
তামা	4.94
সোনা	5.31
প্লাটিনাম	5.65

পড়ার পরে, সময় ফরে...

- আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে নিঃসৃত আলোক ইলেক্ট্রনের বেগ বৃদ্ধি পাবে।
- আইনস্টাইনের আলোক তড়িৎ সমীকরণের সাহায্যে আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করা যায়।
- পদার্থবিজ্ঞানের চিরায়ত তত্ত্বের সাহায্যে ফটো তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করা যায় না।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

◉ ডি-ব্রগলীর বস্তু তরঙ্গ: ১৯২৪ সাল

- বিকিরণ বা শক্তির দ্বৈত ধর্ম রয়েছে– ১। কণা ধর্ম ২। তরঙ্গ ধর্ম।
- প্রত্যেক চলমান পদার্থ কণার সাথে একটি তরঙ্গ যুক্ত থাকে। $\lambda = \frac{c}{v} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$
- বস্তু কণার তরঙ্গ ধর্ম থাকায় একে প্রতিফলিত প্রতিসরিত ও অপবর্তিত করা যায়।
- বস্তু তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যকে প্রকাশ করার জন্য চলরাশি ব্যবহার করা হয় যাকে তরঙ্গ অপেক্ষক বলে।
- ব্রগলীর কণিকা তরঙ্গ শুধুমাত্র পারমাণবিক পর্যায়ের কণিকার ক্ষেত্রেই প্রযোজ্য।

◉ বিশেষ তথ্য

তরঙ্গ-কণা দ্বৈততা

কণাধর্ম	তরঙ্গধর্ম
• আলোক তড়িৎ ক্রিয়া	• ব্যতিচার
• কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ	• অপবর্তন
• পারমাণবিক বর্ণালি	• সমবর্তন

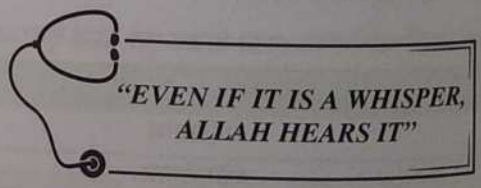
◉ কম্পটন ক্রিয়াঃ

একবর্ণী এক্স রশ্মির বিক্ষেপণের ফলে বিক্ষিপ্ত বিকিরণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অথবা কম্পাংকের পরিবর্তন ঘটে। এই ঘটনা বা ক্রিয়াকে কম্পটন প্রভাব বা ক্রিয়া বলে।

- 1925 সালে বিজ্ঞানী কম্পটন দ্বারা প্রস্তাবিত।
- কোন একটি শক্তিশালী ফোটনের সাথে পদার্থের কণিকা ইলেকট্রনের সংঘর্ষ ঘটলে ফোটনটি ইলেকট্রনকে কিছু শক্তি প্রদান করে।
- **বিক্ষিপ্ত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য আপতিত ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য থেকে বেশি।**
- একবর্ণী এক্সরশ্মির বিক্ষেপণের ফলে বিক্ষিপ্ত বিকিরণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য অথবা কম্পাঙ্কের পরিবর্তন ঘটে।
- **র‍্যালে জিনসের বিকিরণ সূত্র:** এই সূত্র বর্ণালীর দীর্ঘ তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে সামঞ্জস্যপূর্ণ হলেও হ্রস্ব তরঙ্গদৈর্ঘ্যের ক্ষেত্রে খাটে না।
- **ফোটন ঃ** আলোক কণা দ্বারা গঠিত এবং এই কণার নাম ফোটন।

◉ হাইসেনবার্গের/হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি

- **কোন কণার অবস্থান ও ভরবেগ একই সাথে সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভব নয়।**
- ১৯২৭ সালে হাইসেনবার্গ /হাইজেনবার্গ এই নীতি উপস্থাপন করে।



গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণ সমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
১	লরেঞ্জ রূপান্তর, $x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$	v = বেগ	ms^{-1} (মিটার. সেকেন্ড$^{-1}$)
		c = আলোর বেগ	ms^{-1} (মিটার সেকেন্ড$^{-1}$)
		t = সময়	s (সেকেন্ড)
২	দৈর্ঘ্য সংকোচন, $L = L_0\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$	L = চূড়ান্ত দৈর্ঘ্য	m (মিটার)
		L_0 = আদি দৈর্ঘ্য	m (মিটার)

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
৩	সময় প্রসারণ, $t = \frac{t_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	t_0 = নিশ্চল সময়	s (সেকেন্ড)
		t = গতিশীল সময়	s (সেকেন্ড)
৪	ভর, $m = \frac{m_o}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$	m = গতিশীল ভর	kg (কেজি)
		m_0 = নিশ্চল ভর	kg (কেজি)
৫	মোট গতি শক্তি, $E = mc^2$	E = শক্তি	J (জুল)
৬	i. ফোটনের শক্তি, $E = hf$	h = প্লাঙ্কের ধ্রুবক	Js (জুল, সেকেন্ড)
	ii. $W_0 = hf_0$	f = কম্পাঙ্ক	s^{-1} বা Hz
৭	গতিশক্তি, $\frac{1}{2}mv^2_{max} = hf - W_o$	W_0 = কার্যাপেক্ষক	eV (ইলেকট্রন ভোল্ট)
		m = ভর	kg (কেজি)
৮	ফোটনের শক্তি, $E = h\frac{c}{\lambda}$	λ = তরঙ্গদৈর্ঘ্য	m (মিটার)
৯	ইলেকট্রনের বেগ, $v = \sqrt{\frac{2eV}{m}}$	v = বেগ	ms^{-1} (মিটার. সেকেন্ড$^{-1}$)
		e = ইলেকট্রনের চার্জ	C (কুলম্ব)
		V = বিভব পার্থক্য	volt (ভোল্ট)
		m = ইলেকট্রনের ভর	kg (কেজি)
১০	নিবৃত্তি বিভব V_0 এর ক্ষেত্রে, $\frac{1}{2}mv^2_{max} = eV_o$	V_0 = নিবৃত্তি বিভব	volt (ভোল্ট)
		$e = 1.6\times10^{-19}$C	
১১	কম্পটন ক্রিয়ার সূত্র, $\Delta\lambda = \frac{h}{m_0c}(1-\cos\varphi)$	$\Delta\lambda = \lambda - \lambda'$	m (মিটার)
		λ = পরের তরঙ্গদৈর্ঘ্য	m (মিটার)
		λ' = আদি তরঙ্গদৈর্ঘ্য	m (মিটার)
		φ = বিক্ষেপণ কোণ	ডিগ্রি
১২	হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি, i) $\Delta x.\Delta p \geq \frac{\hbar}{2}$	$\hbar = \frac{h}{2\pi}$ = হ্রাসকৃত প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক	Js (জুল, সেকেন্ড)
		Δx = পরমাণুর অবস্থানের অনিশ্চয়তা	m (মিটার)
		Δp = কণার ভরবেগের অনিশ্চয়তা	$kg.ms^{-1}$ (কেজি. মিটার. সেকেন্ড$^{-1}$)

গাণিতিক সমস্যাবলী

১। সোডিয়ামের সূচন কম্পাঙ্ক **6800Å**। এর কার্যাপেক্ষক নির্ণয় কর।

সমাধান: $w = hf_0 = h\frac{c}{\lambda_0}$; Ans : 2.93×10^{-19}J

২। **5 amu** ভরের সমতুল্য শক্তি কত? সমাধান ঃ 4.6×10^9eV

৩। একটি গতিশীল কণার মোট শক্তি এর স্থিরবস্থায় শক্তির **2.5** গুণ হলে বস্তুটির দ্রুতি কত?

সমাধান ঃ Short Technique: $V = \sqrt{n^2-1}\frac{C}{n}$; Ans : $2.75\times10^8 ms^{-1}$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

Home Practice...

১. 1 eV সমান কত জুল?
A. 6.7×10^{-34} J B. 1.9×10^{-31} J C. 1.6×10^{-31} J D. 1.6×10^{-19} J

২. এক্স-রের একক হলো–
A. বেকেরেল B. নিউটন C. রন্টজেন D. ভোল্ট

৩. ফটোইলেকট্রিক ক্রিয়ার প্রতি সেকেন্ডে নিঃসৃত ইলেকট্রন সংখ্যা–
A. ধাতুটির কার্য অপেক্ষকের সমানুপাতিক
B. আপতিত আলোর কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক
C. আপতিত আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক
D. আপতিত আলোর তীব্রতার সমানুপাতিক

৪. ইথার বলে কোন মাধ্যমের অস্তিত্ব নেই– কোন বিজ্ঞানী পরীক্ষার সাহায্যে প্রমাণ করেছেন?
A. হাইগেন ও নিউটন B. মাইকেলসন ও মর্লি C. প্ল্যাঙ্ক ও ম্যাক্সওয়েল D. নিউটন ও গ্যালিলিও

৫. ফোটনের ধর্ম নয় কোনটি?
A. স্থির ভর শূন্য B. চার্জবিহীন C. নির্দিষ্ট ভরবেগ আছে D. নিশ্চল ভর অসীম

৬. আইনস্টাইনের আপেক্ষিকতার তত্ত্ব অনুসারে বস্তুর বেগ বাড়লে এর ভরের কী হবে?
A. একই থাকবে B. কমে যাবে C. বেড়ে যাবে D. বেগের সমানুপাতে বেড়ে যাবে

৭. সর্বাপেক্ষা দূর্বল বল কোনটি?
A. মহাকর্ষ বল B. নিউক্লিয় বল C. নিউক্লিয় সবল বল D. তড়িৎ-চৌম্বক বল

৮. এক্সরের চার্জ?
A. ধনাত্মক B. ঋণাত্মক C. চার্জহীন D. কোনটিই নয়

৯. কম্পটন প্রভাবে আপতিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, বিক্ষিপ্ত হবার পর–
A. কমে যায় B. বৃদ্ধি পায় C. অপরিবর্তিত থাকে D. দ্বিগুণ হয়

১০. কে বিশেষ আপেক্ষিকতার স্বীকার্য প্রস্তাব করেন?
A. নিউটন B. কেপলার C. আইনস্টাইন D. গ্যালিলিও

১১. এক্স-রের বিকিরণ তরঙ্গ প্রকৃতির– কে আবিষ্কার করেন?
A. রন্টজেন B. কেপলার C. বার্কলা D. আইনস্টাইন

১২. এক্স-রে উৎপাদনের পদ্ধতি নয় কোনটি?
A. গ্যাস নল পদ্ধতি B. বিটাট্রন পদ্ধতি C. কুলিজ নল পদ্ধতি D. গামাট্রন পদ্ধতি

১৩. কোমল এক্স রে সম্বন্ধে কোনটি মিথ্যা?
A. বিভব পার্থক্য কম B. ভেদন ক্ষমতা বেশি C. চাপ বেশি D. মেডিকেল বিজ্ঞানে ব্যবহৃত হয়

১৪. মৌলিক বল কত প্রকার?
A. ২ প্রকার B. ৩ প্রকার C. ৪ প্রকার D. ৫ প্রকার

১৫. কোনটি মিথ্যা? (কার্যাপেক্ষকের ক্ষেত্রে)
A. সিজিয়াম 2.14 eV B. পটাশিয়াম 2.30 eV C. সোডিয়াম 2.75 eV D. তামা 4.74 eV

Answer:	01. D	02. C	03. B	04. B	05. D	06. C	07. A	08.C
	09. B	10. C	11. C	12. D	13. B	14. C	15. D	

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

১ম অধ্যায়

পরমাণুর মডেল এবং নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

◉ এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

প্রসঙ্গ	যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে
☞ পরমাণু গঠনের ধারণার ক্রমবিকাশ	[M: 09-10, 01-02; D: 07-08]
☞ নিউক্লিয়াসের গঠন	[M: 12-13, 07-08, 03-04, 02-03; D: 07-08, 03-04, 02-03]
☞ তেজস্ক্রিয়তা	[M: 18-19, 00-01; D: 03-04]
☞ তেজস্ক্রিয় রশ্মি	[M: 14-15, 10-11, 09-10, 08-09, 07-08, 02-03; D: 17-18, 08-09]
☞ তেজস্ক্রিয় ক্ষয়	[M: 19-20, 00-01; D: 17-18, 09-10, 08-09]
☞ নিউক্লিয় বিক্রিয়া	[M: 09-10]

◉ পরমাণু ও পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত কথামালা

➥ Atom কথাটি গ্রিক শব্দ 'Atomas' থেকে এসেছে।

➥ সকল পরমাণুতেই ইলেকট্রন রয়েছে এই প্রমান মেলে ক্যাথোড রশ্মি ও ফটোইলেকট্রিক পরীক্ষা করার সময়।

➥ তেজস্ক্রিয় পদার্থের পরমাণু হতে α কণার নিঃসরণ পরমাণুতে ধনাত্মক আধানের উপস্থিতি নিশ্চিত করে।

সাল	আবিষ্কার	বিজ্ঞানী
১৮৯৭	ইলেকট্রন	বিজ্ঞানী থমসন
১৯১১	নিউক্লিয়াস	রাদারফোর্ড, গাইগার ও মার্সডেন
১৯১৯	প্রোটন	আর্নেষ্ট রাদারফোর্ড
১৯৩২	নিউট্রন	জেমস চ্যাডউইক

[Ref: তপন স্যার]

পরমাণু গঠনের ধারণার ক্রম বিকাশ

বিজ্ঞানী	মতবাদ
ডাল্টন	পরমাণুর অবিভাজ্যতা ধারণার প্রবর্তক।
রবার্ট বয়েল	সর্বপ্রথম মৌলিক পদার্থ বিষয়ে ধারণা দেন।
ডেমোক্রিটাস	সকল পদার্থই অতিক্ষুদ্র, অবিভাজ্য অসংখ্য কণার সমষ্টি। এই কণাগুলোর নাম দেন অ্যাটম বা পরমাণু।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

ডাল্টন	• পদার্থের গঠন সম্পর্কে ৩টি মতবাদ প্রকাশ করেন। ১. জড় পদার্থ অ্যাটম নামক অবিভাজ্য ক্ষুদ্রকণিকা দিয়ে গঠিত ২. একটি পদার্থের পরমাণুগুলো সদৃশ; কিন্তু বিভিন্ন পদার্থের পরমাণু বিভিন্ন। ৩. রাসায়নিক বিক্রিয়ায় দুই বা ততোধিক পরমাণুর সংযোজনে যৌগিক পদার্থ সৃষ্টি হয়।

◉ এক নজরে বিভিন্ন মডেল

বিজ্ঞানী	তত্ত্ব	আবিষ্কারের সাল
জে. জে. থমসন	থমসন মডেল বা কিসমিস পুডিং মডেল বা পাম পুডিং মডেল বা তরমুজ মডেল	1897/1898
রাদারফোর্ড	পরমাণুর সৌর মডেল	1911
নীলস্ বোর	বোরের পরমাণু মডেল	1913
ম্যাক্স প্লাঙ্ক	কোয়ান্টাম তত্ত্ব	1900

◉ থমসনের পরমাণু মডেল

অন্যনাম	কিসমিস পুডিং মডেল, পাম পুডিং মডেল, তরমুজ মডেল
মূল বক্তব্য	পরমাণু 10^{-10}m ব্যাসার্ধের একটি গোলক, যার মধ্যে ধনাত্মক চার্জ সুষমভাবে বন্টিত। ইলেকট্রনগুলো গোলকের মধ্যে কিসমিসের মত ছড়িয়ে থাকে।
সীমাবদ্ধতা	থমসন মডেল রাদারফোর্ডের α কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষার ফলাফল ব্যাখ্যা করতে ব্যর্থ হয়।

[Ref: তপন স্যার]

রাদারফোর্ডের পরমাণু মডেল

আলফা কণা পরীক্ষা	• রাদারফোর্ডের নির্দেশে 1909 সালে গাইগার ও মার্সডেন 6×10^{-7}m একটি পুরু স্বর্ণপাতের ওপর তেজস্ক্রিয় পলোনিয়াম হতে নির্গত 7.68 MeV গতিশক্তি বিশিষ্ট α কণার বিক্ষেপণ পরীক্ষা পরিচালনা করেন। • দেখা যায় **99% কণা** স্বর্ণপাত ভেদ করে, মাত্র কয়েকটি বেকে যায় এবং 20000 এর মধ্যে 1টি সোজা বিপরীত দিকে চলে আসে। • কিছু কণা **90°** এর অধিক কোণে বেকে যায়; কিছু কণা 180° কোণে ফিরে আসে। • পরবর্তীতে রাদারফোর্ড বলেন, পরমাণুর সমস্ত ধন আধান এবং ভর এর কেন্দ্রে অতি অল্প পরিসর স্থানে কেন্দ্রীভূত রয়েছে। একে নিউক্লিয়াস বলে। • নিউক্লিয়াসের আয়তন সমগ্র পরমাণুর আয়তনের তুলনায় খুব নগণ্য। • α কণা ইলেকট্রন অপেক্ষা প্রায় 7000 গুণ **ভারী**। • α কণা হচ্ছে He পরমাণুর (^4_2He) নিউক্লিয়াস বা আয়নিত হিলিয়াম পরমাণু সদৃশ।
পরমাণু মডেল	• 1911 সালে রাদারফোর্ড এই পরমাণু মডেল প্রস্তাব করেন। • পরমাণুর সমস্ত ধনচার্জ, এর কেন্দ্রে অতি অল্প পরিসরে পুঞ্জীভূত হয় এবং একে কেন্দ্রক বা নিউক্লিয়াস বলে। • নিউক্লিয়াসের ব্যাস 10^{-15} m থেকে 10^{-14} m এবং পরমাণুর ব্যাস 10^{-10} m (পরমাণু নিউক্লিয়াসের তুলনায় দশ হাজার থেকে এক লাখ গুণ বড়) • নিউক্লিয়াসে অবস্থিত ধনচার্জ, ঋণচার্জের ওপর কেন্দ্রমুখী আকর্ষণ বল প্রয়োগ করে।
অন্যনাম	• **সোলার** সিস্টেম অ্যাটম মডেল/ সৌর মডেল/ রাদারফোর্ডের নিউক্লিয় পরমানু মডেল
প্রস্তাবনাসমূহ	১. পরমাণু ক্ষুদ্র গোলাকৃতি কণা এবং এর কেন্দ্রে **ধনচার্জগ্রস্থ** নিউক্লিয়াস থাকে। ২. পরমাণুর সবটুকু ভর (99.97%) এর নিউক্লিয়াসে কেন্দ্রীভূত থাকে। ৩. সূর্যের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান গ্রহগুলোর ন্যায়, নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেকট্রন আবর্তিত হচ্ছে। ৪. পরমাণুতে ধনাত্মক চার্জ এবং ঋণাত্মক চার্জের সংখ্যা **সমান**। এজন্যই পরমাণু তড়িৎ **নিরপেক্ষ**। ৫. ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনের ওপর দু'ধরনের বল কাজ করে। যথা: কেন্দ্রমুখী ও কেন্দ্রবিমুখী বল। এ দু'প্রকার বলের মান সমান ও বিপরীতমুখী।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

সীমাবদ্ধতা

১. ম্যাক্সওয়েলের বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব অনুযায়ী, চার্জিত কণা ত্বরণ নিয়ে গতিশীল থাকলে ক্রমাগত বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ আকারে শক্তি বিকিরণ করে।

২. ঘূর্ণনরত ইলেকট্রন সব তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ বিকিরণ করবে এবং নিরবিচ্ছিন্ন বর্ণালী প্রদর্শন করবে কিন্তু, হাইড্রোজেনের ক্ষেত্রে নির্দিষ্ট তরঙ্গদৈর্ঘ্যের রেখা বর্ণালী পাওয়া যায়।

৩. সৌরজগতের গ্রহগুলো তড়িৎ নিরপেক্ষ এবং এদের পরস্পরের মধ্যে মহাকর্ষ বল বিদ্যমান। কিন্তু ইলেকট্রনগুলো ঋণাত্মক চার্জযুক্ত এবং পরস্পরকে বিকর্ষণ করে।

৪. ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনের কক্ষপথের আকার ও আকৃতি সম্বন্ধে সঠিক ধারণা রাদারফোর্ড মডেলে উল্লেখ করা হয়নি

[Ref: ইসহাক+তপন স্যার]

বোরের পরমাণু মডেল

➥ অন্য নাম ঃ কোয়ান্টাম মডেল

মনে রাখা সহজ...

বি → বিকিরণ সংক্রান্ত

কা → কৌণিক ভরবেগ সংক্রান্ত

শ → শক্তি স্তর সংক্রান্ত

স্বীকার্য সমূহ

• **প্রথম স্বীকার্য (কৌণিক ভরবেগ সংক্রান্ত স্বীকার্য) ঃ** কোন স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে ইলেকট্রনের মোট কৌণিক ভরবেগ $\frac{h}{2\pi}$ এর পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হবে।

অর্থাৎ, $L = \frac{nh}{2\pi}$, এখানে n=1,2,3 ..... ইত্যাদি এবং n কে মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা বলে।

h= প্লাঙ্কের ধ্রুবক = 6.6×10^{-34} Js

• **দ্বিতীয় স্বীকার্য (শক্তিস্তর সংক্রান্ত স্বীকার্য):** ইলেকট্রনসমূহ নির্দিষ্ট শক্তির কতগুলো বৃত্তাকার স্থায়ী কক্ষপথে নিউক্লিয়াসকে কেন্দ্র করে আবর্তন করে। কক্ষপথে আবর্তনের সময় ইলেকট্রন কোন শক্তি শোষণ বা বিকিরণ করে না। এই কক্ষপথগুলোকে স্থায়ী ও অবিকিরণযোগ্য কক্ষপথ বলে।

• **তৃতীয় স্বীকার্য (কম্পাঙ্ক সংক্রান্ত স্বীকার্য/বিকিরণ সংক্রান্ত স্বীকার্য):** কোন ইলেকট্রন যখন এক স্থায়ী কক্ষপথ থেকে অন্য কোন স্থায়ী কক্ষপথে যায়, তখন এটি শক্তি নিঃসরণ বা শোষণ করে। নিঃসৃত বা শোষিত ফোটনের শক্তি হয়, শক্তিস্তর দুটোর শক্তির পার্থক্যের সমান।

অর্থাৎ $hf = E_u - E_l$ (যদি ইলেকট্রন উচ্চ শক্তিস্তর থেকে, নিম্নশক্তিস্তরে আসে) (h = প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক, f = ফোটনের কম্পাঙ্ক)

কিছু গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

➥ হাইড্রোজেন বর্ণালীরেখার সূক্ষ্ম গঠন, বোর পরমাণু মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে না।

➥ বোর পরমাণু মডেল অনুযায়ী হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসার্ধ

$r_n = \frac{n^2h^2\epsilon_\circ}{\pi me^2}$ (সুতরাং স্থায়ী কক্ষপথের ব্যাসার্ধ (r) মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যার (n) বর্গের সমানুপাতিক)

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

১ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_1 = 0.532\times10^{-10}$ m
এবং ২য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ, $r_2 = 2.12\times10^{-10}$ m

এবং n তম কক্ষপথের শক্তি, $E_2 = \frac{-me^4}{8\epsilon_0^2 n^2 h^2}$

১ম কক্ষপথ/ ভূমি অবস্থার শক্তি $E_1 = -2.17\times10^{-18}$ J/-13.6eV
এবং ২য় কক্ষপথের শক্তি, $E_2 = -5.41\times10^{-19}$ J

$r_n = r_1 \times n^2$ (n তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ ; r_1 = ১ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ)

$E_n = \frac{E_1}{n^2}$ (E_n = n তম কক্ষপথের শক্তি; E_1 = ১ম কক্ষপথের শক্তি)

➥ E_1 = ভূমিস্তর E_2, E_3 ইত্যাদি স্তরকে উত্তেজিত বা উদ্দীপিত স্তর বলে।
➥ বোর পরমাণু মডেলে ইলেকট্রনের কক্ষপথগুলোকে স্থায়ী কক্ষপথ বলা হয়।
➥ বোর পরমাণু মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে
i) পরমাণুর স্থায়িত্ব; ii) হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসার্ধ নির্ণয়; iii) হাইড্রোজেন পরমাণুর শোষণ ও নিঃসরণ বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়

◉ পারমাণবিক ভর একক

- 1960 সাল থেকে $^{12}_{6}C$ মৌলকে প্রমাণ মৌল ধরে অন্যান্য মৌলের ভর নির্ণয় করা হয়।
- এক পারমাণবিক ভর (1amu) বলতে $^{12}_{6}C$ পরমাণুর ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ বুঝায়। এই এককে ডালটন (Dalton) ও বলা হয়ে থাকে।
- 1u/1 amu = 1.66057×10^{-27} kg = 934 MeV ***[Ref: ইসহাক স্যার]***, 931 MeV ***[Ref: তোফাজ্জল স্যার)]***
- প্রোটনের ভর = 1.007277 amu
- নিউট্রনের ভর = 1.008665 amu

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. বোরের প্রথম স্বীকার্য থেকে স্থায়ী কক্ষের শর্ত কোনটি? [M 01-02]

A. $r_n = \frac{hn^2\epsilon_0}{\pi me^2}$ B. $L = n\frac{h}{2\pi}$ C. $r_1 = \frac{h\epsilon_0}{\pi me^2}$ D. কোনটিই নয়

Ans: B

2. নিম্নের কোনটি সঠিক নয়? [M. 07-08]

A. ১টি সোডিয়াম পরমাণুর ভর = 3.82×10^{-23} g
B. 1gm হাইড্রোজেনে 6.022×10^{-23} টি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে
C. 16g অক্সিজেনে অণুর সংখ্যা 3.011×10^{-23} টি
D. CO_2 এর একটি অণুর ভর হল 7.3065462×10^{-23}g

Ans: BC

3. ইলেকট্রনের ভর নিম্নের কত গ্রাম? [D.12-13]

A. 1.6×10^{-19} B. 9.1×10^{-31} C. 9.1×10^{-19} D. 9.1×10^{-28}

Ans: D

4. নিম্নের কোনটি একটি পরমাণুর ব্যাস? [D.07-08]

A. 10^{-8}cm B. 10^{8}cm C. 10^{13}cm D. 10^{-13}cm

Ans: A

নিউক্লিয়াসের গঠন

➥ পরমাণুর ব্যাস 10^{-8}cm এবং নিউক্লিয়াসের ব্যাস 10^{-12}cm।
➥ প্রোটন ও নিউট্রনকে একত্রে **নিউক্লিওন** বলে।
➥ নিউক্লিয়াস থেকে α রশ্মি ও γ-রশ্মি নির্গত হয়।

www.bdniyog.com

chase your dream to be a doctor

www.bdniyog.com

- β রশ্মি বর্ণালী থেকে জানা যায়, নিউক্লিয়াসে 'নিউট্রিনো' রয়েছে যার ভর নাই।
- মহাজাগতিক রশ্মির (Cosmic ray) গবেষণায় 'মেসন' নামক কণা পাওয়া যায়।
- প্রোটন ও নিউট্রনের অভ্যন্তরে আরো ক্ষুদ্রতর কণা রয়েছে। বিজ্ঞানীরা এদেরকে 'কোয়ার্ক' নামে অভিহিত করেন। ইলেকট্রনের অভ্যন্তরে 'ইলেকট্রন' ব্যতীত আর কিছু নেই।
- নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ $R = r_o A^{\frac{1}{3}}$

  $r_o = 1.414\times10^{-15}$m (ধ্রুবক) (বা, 1.2×10^{-15}m থেকে 1.5×10^{-15}m এর মধ্যে)

  A = নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা + নিউক্লিয়াসের নিউট্রন সংখ্যা

নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ প্রায় 10^{-15}m। একে ফেমটোমিটার / ফার্মিও বলে

◉ প্রোটন-নিউট্রন তত্ত্ব: (হাইজেনবার্গ প্রস্তাবিত)

[Ref: ইসহাক+তপন স্যার]

- হাইড্রোজেন ব্যতীত সকল পরমাণুর নিউক্লিয়াস প্রোটন-নিউট্রন নিয়ে গঠিত।
- $n \rightarrow P^+ + e^-$
- $P^+ \rightarrow n - e^-$
- প্রোটন-ইলেকট্রন তত্ত্ব ঃ চ্যাডউইকের নিউট্রন আবিষ্কারের পূর্বে এই মতবাদ প্রচলিত ছিল। ধারণা করা হতো যে, প্রোটন ও ইলেকট্রন দিয়ে নিউক্লিয়াস গঠিত।
- নিউক্লিয়াসের প্রতীক = ${}^{A}_{Z}X$

[Ref: তপন স্যার]

◉ কিছু গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা

পারমাণবিক সংখ্যা	নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা। একে Z দ্বারা সূচিত করা হয়।
ভরসংখ্যা	নিউক্লিয়াসের নিউট্রন ও প্রোটন সংখ্যা। একে A দ্বারা সূচিত করা হয়।
একীভূত পারমাণবিক ভর একক	এর সংকেত u। এই এককে ডালটনও বলা হয়ে থাকে (Da)। একটি কার্বন পরমাণুর ভর ঠিক 12 u এর সমান। $1u = 1.66054\times10^{-27}$kg।
নিউক্লিয়ন	নিউক্লিয়াসে যে সকল কণা থাকে তাদেরকে নিউক্লিয়ন বলে।
প্রোটন	ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট প্রাথমিক কণা। আধান 1.6×10^{-19} C, ভর 1.00727663 a.m.u (1 a.m.u=931.5 MeV)
নিউট্রন	আধান নিরপেক্ষ। ভর 1.0086654 a.m.u বা 1.6747×10^{-27}kg।
ইলেকট্রন	ঋণাত্মক আধান বিশিষ্ট। ভর 9.1×10^{-31}kg এবং আধানের মান 1.6×10^{-19}C।
আইসোটোপ	যেসব পদার্থের পারমাণবিক সংখ্যা অভিন্ন কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন। উদা: হাইড্রোজেনের ৩টি আইসোটোপ আছে। ক. সাধারণ হাইড্রোজেন (${}^{1}_{1}H$) খ. ভারী হাইড্রোজেন/ডিওটেরিয়াম (${}^{2}_{1}H$) গ. ট্রিটিয়াম (${}^{3}_{1}H$)
আইসোটোন	যে সব পদার্থে সমান সংখ্যক নিউট্রন থাকে। (ট্রন = টোন) উদাহরণ ঃ ${}^{40}_{20}Ca$ এবং ${}^{39}_{19}K$
আইসোবার	যে সব পরমাণুর ভরসংখ্যা এক কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন। (ভর = বার) উদাহরণ ঃ ${}^{40}_{18}Ar$ এবং ${}^{40}_{20}Ca$, ${}^{13}_{7}N$ ও ${}^{13}_{6}C$ ইত্যাদি।
আইসোমার	যাদের পারমাণবিক সংখ্যা, ভর সংখ্যা সমান কিন্তু অভ্যন্তরীণ গঠন ভিন্ন।
নিউক্লাইড	দুটি নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা Z এবং নিউট্রন সংখ্যা N অভিন্ন হলে, তাদেরকে একই নিউক্লাইডের অন্তর্ভূক্ত ধরা হয়।

[Ref: তপন স্যার]

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

১. যে সমস্ত পরমাণুর ভরসংখ্যা বা পারমাণবিক ওজন একই কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন,তাদেরকে বলে- [M. 17-18]
A. আইসোমার B. আইসোবার C. আইসোটোন D. আইসোটোপ
Ans: B

২. নিম্নের কোনটির আইসোটোপ একটি? [M 15-16]
A. C B. Na C. H D. Cl
Ans: B

৩. ইলেকট্রনের ভর নিম্নের কত গ্রাম? [M 12-13]
A. 1.6×10^{-19}gm B. 9.1×10^{-31}gm C. 9.1×10^{-19}gm D. 9.1×10^{-28}gm
Ans: D

৪. যে পরমাণুর নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা সমান কিন্তু ভর সংখ্যা ভিন্ন, তাহা নিম্নের কোনটি? [M 07-08]
A. আইসোবার B. আইসোমার C. আইসোটোপ D. আইসোটোন
Ans: C

৫. যে পরমাণুর ভর সংখ্যা এক কিন্তু, পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন তাদের বলে- [M 03-04, D 03-04]
A. আইসোটোপ B. আইসোমার C. আইসোবার D. কোনটিই নয়
Ans: C

৬. নিম্নের কোনটি ইলেকট্রনের ভর? [M 02-03]
A. 11.9×10^{-31}kg B. 9.11×10^{-31}kg C. 11.9×10^{-32}kg D. 6.9×10^{-51}kg
Ans: B

৭. শূন্যস্থান পূরণ কর- দুইটি আইসোটোপের —— সমান নয়। [D 07-08]
A. ভর সংখ্যা B. পারমাণবিক সংখ্যা C. ইলেকট্রন সংখ্যা D. রাসায়নিক ধর্ম
Ans: A

৮. নিম্নের কোনটি ইলেকট্রনের ভর? [D 07-08]
A. 4.8×10^{-10}kg B. 1.57×10^{-20}lb C. 9.1×10^{-20}gm D. 9.1×10^{-40}gm
Ans: Blank

৯. নিউক্লিয়াসের ব্যাস প্রায়- [D 02-03]
A. 10^{-10}m B. 10^{-15}m C. 10^{-16}m D. 10^{-12}cm
Ans: B

১০. নিউট্রন আবিষ্কার করেন- [D 02-03]
A. জে. জে. টমসন B. চ্যাডউইক C. রাদারফোর্ড D. সমারফিল্ড
Ans: B

◉ পারমাণবিক চুল্লী

সংজ্ঞা	একটি আয়ত্তাধীন ক্রমিক বা পারস্পরিক ফিশন বিক্রিয়া ঘটাবার জন্য বিভিন্ন যন্ত্রপাতির মিশ্রণই পারমাণবিক চুল্লী।	
প্রকার	এটি ৩ প্রকার ঃ যথা-	১) গবেষণা চুল্লী ঃ বৈজ্ঞানিক গবেষণার কাজে ২) ব্রিডার চুল্লী ঃ প্লুটোনিয়াম তৈরীতে ৩) শক্তি চুল্লী ঃ শক্তি উৎপাদনে

◉ নিউক্লিয় বল

➥ নিউক্লিয়াসের ভেতর পরস্পর থেকে খুব কম দূরত্বের মধ্যে ($r < 2\times10^{-15}$m) ক্রিয়াশীল। 10^{-14} অপেক্ষা বেশি দূরত্বে এই বলের মান শূন্য হয়।

➥ π মেসন বা পায়নগুলো এই নিউক্লিয় আকর্ষন বলের জন্য দায়ী।

www.bdniyog.com chase your dream to be a doctor

www.bdniyog.com

নিউক্লিয় বলের বৈশিষ্ট্য

১। এই বল অত্যন্ত তীব্র। অন্য সকল ধরনের বলের চেয়ে এর তীব্রতা অনেক বেশি।
২। এই বল শুধুই আকর্ষণ বল।
৩। এই বল আধান নিরপেক্ষ। অর্থাৎ একই দূরত্বে প্রোটন- প্রোটন, প্রোটন-নিউট্রন বা নিউট্রন-নিউট্রন বলগুলির মধ্যে কোনো তফাৎ নেই।
৪। এটি খুবই স্বল্প পাল্লার বল। এই পাল্লা মাত্র 10^{-14}m (প্রায়)। এই বল দ্বারা নিউক্লিয়নগুলি কেবলমাত্র নিকটবর্তী নিউক্লিয়নগুলির সঙ্গেই আবদ্ধ থাকে।
৫। প্রোটন, নিউট্রন এবং অন্য কিছু বিশেষ কণাই কেবল নিউক্লীয় মিথস্ক্রিয়ায় (nuclear interaction) অংশগ্রহণ করে। ইলেকট্রন এবং বেশ কিছু মৌলিক কণা আছে, যাদের মধ্যে এই নিউক্লিয় মিথস্ক্রিয়া নেই।

তেজস্ক্রিয়তা

সংজ্ঞা	তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয় ঘটনা এবং স্বতঃস্ফূর্ত স্বীয় বিচ্ছিন্নকারী প্রক্রিয়া। কোন পদার্থ হতে স্বতঃস্ফূর্তভাবে কণা ও রশ্মি নির্গত হওয়ার প্রক্রিয়াকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।
তেজস্ক্রিয় পদার্থ ও তেজস্ক্রিয় রশ্মি	যে সব পদার্থ হতে এই কণা ও রশ্মি নির্গত হয় এদেরকে যথাক্রমে তেজস্ক্রিয় পদার্থ ও তেজস্ক্রিয় রশ্মি বলে।
আবিষ্কার ও সাল	১৮৯৬ সালে হেনরী বেকেরেল সর্বপ্রথম তেজস্ক্রিয়তা আবিষ্কার করেন। এরপর পিয়েরে কুরী ও মাদাম কুরী থোরিয়াম থেকে একই গুণ আবিষ্কার করেন। এজন্য তারা তিনজন ১৯০৩ সালে নোবেল পুরস্কার পান।
তেজস্ক্রিয় পদার্থের প্রকার	দুই প্রকার: ১. কৃত্রিম ২. প্রাকৃতিক। যেমন– থোরিয়াম, রেডিয়াম, পলোনিয়াম এবং অ্যাকটিনিয়াম, ইউরেনিয়াম ইত্যাদি প্রাকৃতিক তেজস্ক্রিয়তার উদাহরণ। রেডিয়ামের তেজস্ক্রিয়তা ইউরেনিয়ামের চেয়ে দশ লক্ষ গুণ বেশী।
একক	• তেজস্ক্রিয়তা পরিমাপের এককের নাম কুরী। (১) কুরী (প্রতি সেকেন্ডে 3.7×10^{10} পরমাণু বিযোজিত হলে 1 কুরী বলে।) $1C = 3.7\times10^{10}$ decays^{-1} = 3.7×10^{10}Bq • মিলি কুরী = 3.7×10^{7} ভাঙ্গন /সেকেন্ড। • মাইক্রো কুরী = 3.7×10^{4} ভাঙ্গন /সেকেন্ড (২) বেকেরেল (প্রতি সেকেন্ডে একটি তেজস্ক্রিয় ভাঙনকে এক বেকেরেল বলে) অথাৎ, 1 Bq = 1 decays^{-1}. বেকেরেল তেজস্ক্রিয়তার S.I একক। • হালকা মৌলে তুলনামূলকভাবে কম সংখ্যক প্রোটন থাকে, ফলে তারা তেজস্ক্রিয় হয় না। প্রকৃতিতে সবচেয়ে বেশি ভরের স্থায়ী মৌল হল বিসমাথ।
তেজস্ক্রিয়তার কারণ	• মৌলের পরমাণুর নিউক্লিয়াসে নিউট্রন ও প্রোটন সংখ্যার অনুপাত $\left(\frac{n}{p}\right)$ এর মান 1.5 অপেক্ষা বেশি হলে প্রোটন - প্রোটন (p - p) বিকর্ষণধর্মী বল অতি দ্রুত বৃদ্ধি পায়। • সাধারণত কোনো মৌলের ভর সংখ্যা 210 বা তার বেশি হলে n/p- এর মান 1.5 অপেক্ষা বেশি হয়, ফলে এদের মধ্যে তেজস্ক্রিয় ধর্ম প্রকাশ পায়।
কৃত্রিম তেজস্ক্রিয়তা	কৃত্রিম উপায়ে কোন মৌলিক পদার্থকে তেজস্ক্রিয় করলে, যে তেজস্ক্রিয়তা পরিলক্ষিত হয়, তাকে কৃত্রিম তেজিস্ক্রয়তা বলে। এভাবে সৃষ্ট তেজস্ক্রিয় মৌলকে রেডিও আইসোটোপ বলে। যেমন– $^{14}_{6}C$, $^{17}_{8}O$ যেমন, α কণা দ্বারা Al কে আঘাত করলে তেজস্ক্রিয় P তৈরী হয়।
স্থায়ী নিউক্লিয়াস	যেসব নিউক্লিয়াস না ভেঙে অক্ষুণ্ন থাকে, তাদের স্থায়ী নিউক্লিয়াস বলে। প্রকৃতিতে সর্বোচ্চ সংখ্যক প্রোটন সমৃদ্ধ স্থায়ী নিউক্লিয়াস হল বিসমাথ। পারমাণবিক সংখ্যা 83, ভর সংখ্যা 209।
জনক পরমাণু ও দুহিতা পরমাণু	তেজস্ক্রিয় মৌলের যে পরমাণুর বিঘটন ঘটে তাকে জনক পরমাণু বলে। নিউক্লিয়াস থেকে তেজস্ক্রিয় রশ্মি নির্গত হওয়ার পর যা থাকে তাকে দুহিতা পরমাণু বলে।
অস্থায়ী নিউক্লিয়াস	যেসব নিউক্লিয়াস ভেঙে অন্য নিউক্লিয়াসে পরিবর্তিত হয়, তাদের অস্থায়ী নিউক্লিয়াস বলে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

তেজস্ক্রিয়তার ব্যবহার	• তেজস্ক্রিয় প্রদর্শক হিসাবে। • কৃষি বিদ্যায়, খাদ্য সামগ্রী সংরক্ষণে ও চিকিৎসা বিদ্যায় (ক্যান্সার রোগ দমন ও নিরাময়ের কাজে)। • রসায়ন বিদ্যায় ও শিল্পক্ষেত্রে। • ঘড়ি ও অন্যান্য যন্ত্রপাতিতে। • Cobalt-60 এর ন্যায় বহু তেজস্ক্রিয় পদার্থ ধাতব পাইপের গায়ে বা সংযোগস্থলে কোন ত্রুটি আছে কিনা, তা পরীক্ষা করার জন্য ব্যবহৃত হয়।
তেজস্ক্রিয়তার বৈশিষ্ট্য	• যে সব মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা ৮৩ এর বেশী, সেসব পদার্থই তেজস্ক্রিয় ধর্ম দেখায়। • তেজস্ক্রিয়তা স্বতঃস্ফূর্ত ও স্বাভাবিক সম্পূর্ণ নিউক্লিয় ঘটনা। • তাপমাত্রা বা চাপের পরিবর্তন, পারিপার্শ্বিক যে কোন বিকিরণ, বিদ্যুৎ বা চৌম্বক ক্ষেত্র, বাহ্যিক কোন বল ইত্যাদি তেজস্ক্রিয়তাকে প্রভাবিত করতে পারে না। • তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে আলফা, বিটা ও গামা রশ্মি নিঃসরিত হয়। • জীবন্ত কোষের জন্য ক্ষতিকারক। • নিউক্লিয়াসের ভাঙনের ফলে তেজস্ক্রিয়তার সৃষ্টি হয়

তেজস্ক্রিয় রশ্মি

➥ ১৮৯৯ সালে রাদারফোর্ড এবং ১৯০০ সালে উইলার্ড/ ভিলার্ড পরীক্ষার মাধ্যমে দেখান যে, তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে ৩ ধরনের রশ্মি নির্গত হয়।
১. আলফা রশ্মি (α-rays) ২. বিটা রশ্মি (β-rays) ৩. গামা রশ্মি (γ-rays)

➥ কোন তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ একই সঙ্গে α, β রশ্মি বিকিরন করতে পারে না।

◉ α রশ্মির ধর্ম, β রশ্মির ধর্ম, γ রশ্মির ধর্ম ও X রশ্মির ধর্মের তুলনা

ধর্ম	α রশ্মি	β রশ্মি	γ রশ্মি	X রশ্মি
০১. বৈশিষ্ট্য	ধনাত্মক আধানযুক্ত হিলিয়াম নিউক্লিয়াস	উচ্চ দ্রুতিতে চলমান ইলেকট্রন	তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ	তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ
০২. ভর	6.694×10^{-27}kg	9.1×10^{-31}kg	ভরহীন	ভরহীন
০৩. আধানের প্রকৃতি	ধনাত্মক (3.2×10^{-19}C)	ঋনাত্মক (-1.6×10^{-19}C)	নিরপেক্ষ	নিরপেক্ষ
০৪. আধানের পরিমাণ	3.2×10^{-19}C	1.6×10^{-19}C	আধান নেই	আধান নেই
০৫. বেগ	1.4×10^{7} ms^{-1} থেকে 1.9×10^{7} ms^{-1} পর্যন্ত	0.9×10^{8} ms^{-1} থেকে 2.9×10^{8} ms^{-1} পর্যন্ত	3×10^{8} ms^{-1}	3×10^{8} ms^{-1}
০৬. পাল্লা	0.027m হতে 0.09m বায়ু	1mm সীসা, 5mm অ্যালুমিনিয়াম	30cm লোহা	কয়েক cm মাংস
০৭. তরঙ্গদৈর্ঘ্য	নেই	নেই	1.37×10^{-10}m থেকে 7.1×10^{-14} m	10^{-8}m থেকে 10^{-10} m
০৮. তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাব	বিচ্যুত হয়	বিচ্যুত হয়	বিচ্যুত হয় না	বিচ্যুত হয় না
০৯. ভেদন ক্ষমতা	কম	α রশ্মি থেকে বেশী	α ও β রশ্মি থেকে বেশী	γ রশ্মি থেকে কম

[Ref: ইসহাক+তপন স্যার]

➥ আয়নায়ন ক্ষমতার ক্রম : $\alpha > \beta > \gamma$

➥ ভেদন ক্ষমতার ক্রম : $\gamma > \beta > \alpha$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. তেজস্ক্রিয়তার SI unit কোনটি? [M 18-19]
A. কুরী B. বেকেরেল C. হেনরি D. অ্যাম্পিয়ার
Ans: B

2. লেজার রশ্মির বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি? [M 12-13]
A. এ রশ্মি নিখুঁত ভাবে সমান্তরাল হয়
B. এ রশ্মির সাহায্যে পৃথিবী থেকে চাঁদের দূরত্ব সঠিকভাবে মাপা যায়
C. এ রশ্মি পানি দ্বারা সহজেই শোষিত হয়
D. এ রশ্মি তীব্রতা খুব বেশী
Ans: C

3. নিম্নের কোনটি লেজারের জন্য সঠিক? [M 10-11]
A. লেজার এক বর্ণের আলো
B. রুবি থেকে তৈরি লেজার নীলচে সবুজ হয়
C. ক্রিপটন লেজারের রং লাল
D. আলোক সজ্জায় লেজার ব্যবহার করা যায় না
Ans: A

4. নিম্নের কোন তথ্যটি সঠিক নয়? [M 09-10]
A. ফটোগ্রাফিক প্লেটে বিটা রশ্মির প্রতিক্রিয়া হয়
B. গামা কণার স্থির ভর 9.1×10^{-31}kg
C. আলফা রশ্মি জিঙ্ক সালফাইড অথবা বেরিয়াম প্লাটিনো সায়ানাইড পর্দায় প্রতিপ্রভা সৃষ্টি করে
D. আলফা কণার ভর হাইড্রোজেন পরমাণুর চাইতে চারগুণ বেশি
Ans: B

5. নিম্নে প্রদত্ত কোন রশ্মির আধানের পরিমাণ সঠিক নয়? [M 08-09]
A. α – ray $\rightarrow 3.2\times10^{-19}$C
B. β – ray $\rightarrow 1.6\times10^{-19}$C
C. γ– ray $\rightarrow$ আধান নেই
D. x– ray $\rightarrow 1.6\times10^{-20}$C
Ans: D

6. নিম্নের কোনটি গামা রশ্মির ধর্ম নয়? [M 07-08]
A. আধান নিরপেক্ষ
B. গতিবেগ আলোর গতিবেগের সমান
C. ভর 9.1×10^{-31}kg
D. তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নাই
Ans: CD

7. মানবদেহের ক্যান্সার আক্রান্ত কোষকে ধ্বংস করার জন্য নিম্নের কোন রশ্মি ব্যবহার করা হয়? [M 07-08]
A. আলফা B. বিটা C. গামা D. অতিবেগুনী
Ans: C

8. নিম্নের কোন রশ্মি দ্বারা রঞ্জনরশ্মি উৎপন্ন করা হয়? [M 07-08]
A. ধনাত্মক B. ক্যাথোড C. গামা D. আলফা
Ans: B

তেজস্ক্রিয় ক্ষয়

আবিষ্কার	ক্ষয় আবিষ্কার করেন, এলস্টার ও গাইটেল
সংজ্ঞা	তেজস্ক্রিয় বস্তুর তেজস্ক্রিয়তা, সময় অতিবাহিত হওয়ার সাথে সাথে কমতে থাকে, এটাই তেজস্ক্রিয়তার ক্ষয়।
ক্ষয় ধ্রুবক	তেজস্ক্রিয় পরমাণুর একক সময়ে ভাঙনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের অবক্ষয় ধ্রুবক বা ক্ষয় ধ্রুবক বলে।
ক্ষয় ধ্রুবকের এককে	ক্ষয়/অবক্ষয় ধ্রুবকের একক s^{-1} বা day^{-1} বা yr^{-1}

◉ কার্বন তারিখায়ন পদ্ধতি

➥ কার্বন-14 ($^{14}_{6}C$) এর অবক্ষয় ব্যবহার করে জৈবপদার্থের বয়স নির্ণয় করা হয়।

➥ উইলিয়াম লিবি 1949 সালে কার্বন তারিখায়ন পদ্ধতি প্রথম প্রণয়ন করেন।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের সূত্র

আবিষ্কার	১৯০২ খ্রিস্টাব্দে রাদারফোর্ড ও সডি।
সূত্র	"কোন মুহূর্তে তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙন বা অবক্ষয় হার ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সমানুপাতিক।"
প্রকাশ	$N = N_0 e^{-\lambda t}$ (এটি **"তেজস্ক্রিয় রূপান্তর"** সমীকরণ নামে পরিচিত)

- পরমাণু ভাঙার জন্য যে কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের অসীম সময় লাগে।
- তেজস্ক্রিয়তার সরণসূত্র প্রদান করেন **সডি** ও **ফাজান**।

অর্ধজীবন বা অর্ধায়ু

- **সংজ্ঞা** ঃকোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের প্রারম্ভিক বা উপস্থিত অক্ষত পরমাণুগুলোর অর্ধেক পরিমাণ ক্ষয় হতে যে সময় লাগে তাকে অর্ধায়ু বলে।
- তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু এর ক্ষয় ধ্রুবকের ব্যস্তানুপাতিক অর্থাৎ, $T_{\frac{1}{2}} \propto \frac{1}{\lambda}$। **ইউরেনিয়াম এর অর্ধজীবন ৪৫০ কোটি বছর।** ***[Ref: তপন স্যার]***
- $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$ এবং $T_{\frac{1}{2}} = 0.693\tau$ এবং $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$

গড় আয়ু

- **সংজ্ঞাঃ** তেজস্ক্রিয় পরমাণুর আয়ুর মোট যোগফলকে, পরমাণুর প্রারম্ভিক সংখ্যা দিয়ে ভাগ করলে যে আয়ু পাওয়া যায়।
- **প্রকাশ ঃ** $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{T_{\frac{1}{2}}}{0.693}$
- গড় আয়ু, অর্ধায়ুর সমানুপাতিক

ভরত্রুটি/ভর ঘাটতি

- **সংজ্ঞা ঃ** কোন নিউক্লিয়াসের ভর, এর গঠনকারী উপাদানসমূহের মুক্তাবস্থায় ভরের যোগফল অপেক্ষা কিছুটা কম হতে দেখা যায়। ভরের এই পার্থক্যকে ভরত্রুটি বা ভরঘাটতি বলে।
- **গাণিতিক প্রকাশ ঃ** $\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - M$ বা, $\Delta m = [Zm_p + Nm_n] - M$
- ভরত্রুটির হারানো ভর নিউক্লিয়াস গঠিত হওয়ার মুহূর্তে শক্তি হিসেবে বিকিরিত হয় এবং এই শক্তি নিউক্লিয়াস গঠনকালে বন্ধন শক্তির পরিমাপের সমান।
- ডিউটেরন নিউক্লিয়াসের ভরত্রুটি 0.002388amu.
- ভর-ত্রুটি সর্বদাই ধনাত্মক হয়।

বন্ধন শক্তি

সংজ্ঞা	কোন প্রয়োজনীয় সংখ্যক নিউক্লিওন একত্রিত হয়ে একটি স্থায়ী নিউক্লিয়াস গঠন করতে যে পরিমাণ শক্তি নির্গত বা শোষিত হয়, তাকে নিউক্লিয় বন্ধন শক্তি বলে। অথবা, কোন নিউক্লিয়াসকে ভেঙে এর নিউক্লিয়নগুলোকে পরস্পর প্রভাব হতে মুক্ত করতে নিউক্লিয়াসকে বাহির হতে যে পরিমাণ শক্তি সরবরাহ করতে হয়, তাকে বন্ধন শক্তি বলে।
গাণিতিক প্রকাশ	B.E. (Binding Energy) $= \Delta mc^2$ $= [Zm_p + (A-Z)m_n - M]c^2$
উদাহরণ	ডিউটেরন নিউক্লিয়াসের ভরত্রুটি 0.002388 a.m.u. গড় বন্ধন শক্তি $= \frac{\text{বন্ধনশক্তি}}{\text{নিউক্লিওন সংখ্যা}} = \frac{B.E}{A} = \frac{\Delta mc^2}{A}$ MeV / nucleon

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

নিউক্লিয় বিক্রিয়া

- প্রথম নিউক্লিয় বিক্রিয়া: α কণিকা দিয়ে নাইট্রোজেন নিউক্লিয়াসের ভাঙন (বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড)
- নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় নিম্নোক্ত ভৌত রাশি সংরক্ষিত হয়

মনে রাখা সহজ...

টেকনিক্স নিসাত আসে ক্যারে

নি	সা	ত	আ	সে	ক্যা	রে
↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
নিউক্লিওন সংখ্যা	সামগ্রিক ভরশক্তি	তড়িৎ আধান	আইসোটোপিক স্পিন	সমতা	কৌণিক ভরবেগ	রৈখিক ভরবেগ

- প্রকৃতিতে প্রাপ্ত মৌলসমূহের মধ্যে সর্বোচ্চ পারমাণবিক ভর বিশিষ্ট মৌল ইউরেনিয়াম।
- নিউক্লিয় বিক্রিয়ার মাধ্যমে অনেক নতুন মৌল, তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ, প্রচুরশক্তি ও পারমাণবিক বোমা তৈরী করা যায়।
- **রাসায়নিক বিক্রিয়ায় নতুন মৌল তৈরি হয় না, কিন্তু নিউক্লিয়ার বিক্রিয়ায় নতুন মৌল তৈরি হয়।**

নিউক্লিয় ফিউশন/ নিউক্লিয় সংযোজন/ তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়া

সংজ্ঞা	• যে প্রক্রিয়ায় একাধিক হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে একটি অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লিয় ফিউশন বিক্রিয়া বলে। ফিউশন অত্যাধিক উচ্চ তাপমাত্রায় $(10^8)^\circ C$ সংঘটিত হয় বলে এ বিক্রিয়াকে তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলে। **সূর্যের ভিতরে ফিউশন বিক্রিয়া ঘটে।**
উদাহরণ	${}_1^3H + {}_1^2D \rightarrow {}_2^4He + {}_0^1n +$ শক্তি
বিক্রিয়ার শর্ত	অধিক উচ্চ তাপমাত্রা, $10^8\,^\circ C$ এ পরমাণুগুলো সম্পূর্ণ আয়নিত অবস্থায় থাকে। একে প্লাজমা অবস্থা বলে।
প্রতি ফিউশনে বিমুক্ত শক্তি	17.6 MeV
তাপমাত্রার মান	$(10^8)^\circ C$
দৃষ্টান্ত	• **সূর্যের শক্তির উৎস নিউক্লীয় ফিউশন বিক্রিয়া।** • **হাইড্রোজেন বোমা এ বিক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে তৈরি করা হয়।**
বিশেষ তথ্য	• ফিউশনে হাইড্রোজেন আইসোটোপ-ডিউটেরন, ট্রাইটিয়াম বা ট্রাইটন ব্যবহার করা হয়। • **ফিউশন বিক্রিয়া ফিশন বিক্রিয়ার বিপরীত বিক্রিয়া।** • **ফিউশন অত্যাধিক উচ্চ তাপমাত্রায় সংঘটিত হয় বলে এ বিক্রিয়াকে তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলে।**
সূর্য ও নক্ষত্রসমূহের শক্তি	• সূর্যের অভ্যন্তরে প্রতিটি চক্রে চারটি প্রোটনের নিউক্লীয় ফিউশনের ফলে একটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াস ও দুটি পজিট্রন উৎপন্ন হয়। • প্রতিটি চক্রে উৎপন্ন শক্তি $= 0.0279 \times 931\ MeV \simeq 26\ MeV$

চেইন বিক্রিয়া বা শৃঙ্খল বিক্রিয়া

সংজ্ঞা	• চেইন বা শৃঙ্খল বিক্রিয়া এমন একটি প্রক্রিয়া যা একবার শুরু হলেই তাকে চালাবার জন্য অন্য কোনো অতিরিক্ত উৎস বা শক্তির প্রয়োজন হয় না।
বিক্রিয়া সূচনার নিয়ামক	• উচ্চ গতি সম্পন্ন নিউট্রন বা অতি উচ্চ তাপমাত্রা

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বৈশিষ্ট্য	• অনিয়ন্ত্রিত বিক্রিয়া • বিক্রিয়ার উপর তাপ, চাপ, ঘনমাত্রা ইত্যাদি নিয়ামকের কোনো প্রভাব নেই। • বিক্রিয়া একবার শুরু হলে বিক্রিয়ক পদার্থ শেষ না হওয়া পর্যন্ত বিক্রিয়া চলতে থাকে। • বিক্রিয়ার ত্বরণ অনেক বেশি অর্থাৎ অল্প সময়ে বিক্রিয়ার বেগ কয়েক লক্ষ গুণ বৃদ্ধি পায়। • অল্প সময়ে অধিক পরিমাণ শক্তির উদ্ভব হয়। • পারমাণবিক চুল্লিতে নিয়ন্ত্রিত চেইন বিক্রিয়া ঘটানো হয়।

◉ নিউক্লিয় ফিশন/নিউক্লিয় বিভাজন

সংজ্ঞা	যে প্রক্রিয়ায় ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াস বিশ্লিষ্ট হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নিউক্লিয়াস তৈরী এবং বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে নিউক্লীয় ফিশন বা নিউক্লিয়ার বিভাজন বলে।
উদাহরণ	শক্তি $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{141}_{56}Ba + ^{92}_{36}Kr + 3^{1}_{0}n$
ফিশনে বিমুক্ত শক্তি	200MeV (1kg ইউরেনিয়াম থেকে নির্গত শক্তি = 5.128×10^{26} MeV = 2.29×10^{7} kwh
আবিষ্কারক	শুরু করেন ফার্মি (১৯৩৪)। পরবর্তীতে আবিষ্কার করেন অটোহান, স্ট্রাসম্যান ও মাইটনার
প্রয়োগ	• পারমাণবিক বোমা এ বিক্রিয়ার উপর ভিত্তি করে তৈরি করা হয়। • পারমাণবিক চুল্লিতে নিউক্লিয়ার বিদ্যুৎ উৎপাদন
বিক্রিয়ার শর্ত	• ভারী নিউক্লিয়াসকে উচ্চ গতিসম্পন্ন নিউট্রন দ্বারা আঘাত। • ভারী নিউক্লিয়াসকে প্রোটন, ডিউটেরন, আলফা কণা এবং গামা রশ্মি দ্বারা আঘাত।
গুরুত্বপূর্ণ তথ্য	• নিউক্লিয়ার বিভাজনে প্রাপ্ত খন্ড দুটিকে 'ফিশন ভগ্নাংশ' বলে। • নিউক্লিয় ফিশনের পর কিছু শক্তির ঘাটতি দেখা যায়। এটি $E = mc^2$ দ্বারা প্রমাণ করা যায়। • পারমানবিক চুল্লি/ নিউক্লিয় চুল্লিতে নিউক্লিয়ার ফিশান বিক্রিয়া সংঘটিত হয়। • ক্যাডমিয়াম বা গ্রাফাইট দ্বারা পারমানবিক চুল্লি/নিউক্লিয় চুল্লির বিক্রিয়া মন্থর করা হয়। • ইউরেনিয়ামের ফিশনে প্রায় ৯০ রকমের ভিন্ন ভিন্ন নিউক্লিয়াসের উৎপত্তি ঘটে। • প্রতি ফিশনে গড়ে 2.47 নিউট্রন মুক্ত হয়

[Ref: ইসহাক+তপন স্যার]

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. নিম্নের কোন্‌টি নিউক্লিয় ফিউশন বিক্রিয়ার জন্য সঠিক? [M. 09-10]

A. বিক্রিয়া নিয়ন্ত্রণ করা সম্ভব হয় না
B. কাচ পাত্রে টেস্ট টিউবে ঘটানো যায়
C. অনবরত চলতে থাকে
D. শুধু পরমাণুর স্থানান্তর ঘটে

Ans: A

RETINA Exclusive

নিউক্লিয় বল সম্পর্কিত মেসন তত্ত্ব

➥ আবিষ্কারঃ ১৯৩৫ সালে, ইউকাওয়া

➥ তত্ত্ব ঃ স্বল্প দূরত্বের মধ্যে অবস্থানকালে নিউক্লিওনগুলো পরস্পরের মধ্যে 'মেসন' নামক এক প্রকার কণিকা আদান-প্রদান করে।

➥ ইলেকট্রনের ভরের চেয়ে মেসন কণিকার ভর প্রায় 140 গুণ বেশী।

➥ বোরের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ বা হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসার্ধ = 0.53Å
$= 0.53\times10^{-10}$m

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

খেয়াল করো...

- ভেদন ক্ষমতা: $\gamma > \beta > \alpha$
- ইউরেনিয়ামের অর্ধায়ু 450 কোটি বছর।
- উদযান/হাইড্রোজেন বোমা, নিউক্লিয়ার ফিউশন নীতির ওপর ভিত্তি করে তৈরী করা হয়েছে।
- পারমাণবিক বোমা (Atom bomb), নিউক্লিয়ার ফিশন নীতির ওপর ভিত্তি করে তৈরী করা হয়েছে।

গাণিতিক সমস্যাবলী

১। একখন্ড রেডনের **60%** ক্ষয় হতে কতদিন লাগে? রেডনের অর্ধায়ু **3.82** দিন।

সমাধান ঃ $T = \frac{.693}{\lambda}$ এবং $N = N_o e^{-\lambda t}$ Ans : 5.05 দিন।

একই রকম ঃ 40% ক্ষয় হতে লাগবে→ 2.82 দিন; 75% ক্ষয় হতে লাগবে→7.66 দিন

২। ইউরেনিয়ামের অর্ধায়ু 45×10^8 বছর। এর গড় আয়ু কত?

সমাধান ঃ $\tau = \frac{1}{\lambda} = \frac{T}{0.693}$ Ans : 64.9×10^8 বছর

৩। কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবকের মান $3.75\times10^{-3}\ y^{-1}$ এর অর্ধজীবন কত?

সমাধান ঃ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$ Ans : 184.8 বছর

৪। অ্যালুমিনিয়াম নিউক্লিয়াসের সংকেত $^{27}_{13}Al$. এই নিউক্লিয়াসে প্রোটন সংখ্যা, নিউট্রন সংখ্যা, ভর সংখ্যা ও পারমাণবিক সংখ্যা কত?

সমাধান ঃ $^{A}_{Z}X$ Ans : 13, 14, 27 এবং 13

৫। তেজস্ক্রিয় পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক $0.00385\ s^{-1}$। এর অর্ধায়ু নির্ণয় কর।

সমাধান ঃ $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$ Ans : 180 s

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণসমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
০১	বিকিরিত শক্তি, $E = hf$	E = বিকিরিত শক্তি	J (জুল)
		h = প্লাঙ্কের ধ্রুবক	J.s (জুল. সেকেন্ড)
		f = বিকিরণের কম্পাঙ্ক	Hz (হার্জ)
০২	ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ, $L = mvr$	L = ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ	kgm^2s^{-1}
		m = ইলেকট্রনের ভর	kg (কিলোগ্রাম)
		v = ইলেকট্রনের বেগ	ms^{-1} (মিটার. সেকেন্ড$^{-1}$)
		r = শক্তিস্তরের ব্যাসার্ধ	m (মিটার)
০৩	ইলেকট্রনের কৌণিক ভরবেগ, $L = \frac{nh}{2\pi}$	n = প্রধান কোয়ান্টাম সংখ্যা	
০৪	ইলেকট্রনের কেন্দ্রমুখী বল, $F_e = \frac{mv^2}{r}$	F_e = কেন্দ্রমুখী বল	N (নিউটন)
		m = ইলেকট্রনের ভর	kg (কিলোগ্রাম)
		v = ইলেকট্রনের বেগ	ms^{-1} (মিটার. সেকেন্ড$^{-1}$)
		r = কক্ষপথের ব্যাসার্ধ	m (মিটার)
০৫	n তম কক্ষপথের ইলেকট্রনের বেগ, $V_n = \frac{e}{\sqrt{4\pi\epsilon_0 m r_n}}$	V_n = ইলেকট্রনের বেগ	
		e = ইলেকট্রনের চার্জ	
		m = ইলেকট্রনের ভর	
		r_n = n তম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ	

www.bdniyog.com

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
০৬	হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসার্ধ, $r_n = \frac{n^2h^2\epsilon_0}{\pi me^2}$		
০৭	ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনের মোট শক্তি, $E_n = \frac{-me^4}{8n^2h^2\epsilon_0^2}$	E_n = n তম কক্ষপথে ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনের মোট শক্তি	J (জুল)
০৮	পরমাণুর বিকীর্ণ শক্তি, $E = \frac{me^4}{8h^2\epsilon_0^2}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$	n_1 = প্রথম কক্ষপথ	
		n_2 = দ্বিতীয় কক্ষপথ	
০৯	বিকিরণের কম্পাঙ্ক, $f = \frac{E}{h} = \frac{me^4}{8h^3\epsilon_0^2}\left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2}\right)$	f = কম্পাঙ্ক	Hz (হার্জ)
১০	নিউক্লিয়াসের ঘনত্ব, $\rho = \frac{3m}{4\pi R_0^3}$	m = নিউক্লিয়াসের ভর	kg
		R_0 = ব্যাসার্ধ	m (মিটার)
১১	অর্ধায়ু, $T\frac{1}{2} = \frac{0.693}{\lambda}$	$T\frac{1}{2}$ = অর্ধায়ু	s (সেকেন্ড)
		λ = ক্ষয়ধ্রুবক	s^{-1} (সেকেন্ড$^{-1}$)
১২	$N = N_0e^{-\lambda t}$	t = সময়	s (সেকেন্ড)
		N_0 হল t = 0 সময়ে পরমাণুর সংখ্যার	
		N = t সময়ে পরমাণুর সংখ্যার	
১৩	ভর ত্রুটি, $\Delta m = \{Zm_p+(A-Z)m_n\}-m$	m = নিউক্লিয়াসের ভর	kg
		m_p = প্রোটনের ভর	kg
		m_n = নিউট্রনের ভর	kg
		A = ভর সংখ্যা	
		Z = প্রোটন সংখ্যা	

Home Practice...

০১. নিচের নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় x কণাটি কি?

$^{227}_{89}Ac \rightarrow {}^{227}_{90}Th + x$

A. একটি ইলেকট্রন B. নিউট্রন C. প্রোটন D. হিলিয়াম নিউক্লিয়াস

০২. রাদারফোর্ড স্বর্ণপাতের যে কণা বিক্ষেপণ করেন তার গতিশক্তি কত ছিল?

A. 7.68 MeV B. 7.069 MeV C. 7.08 MeV D. 8.1 MeV

০৩. তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 3 min. এর ক্ষয়ধ্রুবক কত?

A. 0.231 s^{-1} B. 0.312 s^{-1} C. 0.231 min^{-1} D. 0.321 min^{-1}

০৪. 1 amu ভরের সমতূল্য শক্তি কত?

A. 934 MeV B. 943 MeV C. 800 MeV D. 93 V

০৫. রাদার ফোর্ডের আলফা কণা পরীক্ষা থেকে কোনটির অস্তিত্ব পাওয়া যায়?

A. ইলেক্ট্রন B. নিউট্রিনো C. নিউক্লিয়াস D. নিউট্রন

০৬. বোরের স্বীকার্য মতে অনুমোদিত কক্ষপথে ইলেক্ট্রনের কৌণিক ভরবেগ কত?

A. $L = \frac{nh}{2\pi}$ B. $L = \frac{2\pi n}{h}$ C. $L = \frac{2\pi}{nh}$ D. $L = \frac{2h}{\pi}$

০৭. তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু হচ্ছে

A. $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$ B. $T_{\frac{1}{2}} = 0.693s$ C. $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\tau}{0.693}$ D. $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.639}{\lambda}$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

০৮. নিম্নের কোনটি সত্য নয়?
A. প্রোটন-নিউট্রন মতবাদ 1920 খ্রিস্টাব্দে লর্ড রাদারফোর্ড প্রদান করেন
B. প্রোটন-নিউট্রন মতবাদ বিজ্ঞানী হাইজেনবার্গ প্রদান করেন।
C. নিউক্লিয় বল আকর্ষণধর্মী, স্বল্প পাল্লার ও চার্জ নিরপেক্ষ
D. ডিওটেরিয়াম হাইড্রোজেনের আইসোটোপ

০৯. তেজস্ক্রিয়তার বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি?
A. স্বাভাবিক স্বতঃস্ফূর্ত ঘটনা
B. নিউক্লিয় ঘটনা
C. জীবন্ত কোষের জন্য ক্ষতিকারক
D. যাদের পারমাণবিক সংখ্যা ৮৫ এর বেশী, তারা তেজস্ক্রিয়তা প্রদান করে

১০. নিচের কোনটি সত্য?
A. ইউকাওয়া মেসন তত্ত্ব উপস্থাপন করেন নি
B. ১৯৩৮ সালে ফিশন বিক্রিয়া আবিস্কৃত হয়
C. ভর সংখ্যা Z দিয়ে প্রকাশ করা হয়
D. অবক্ষয় ধ্রুবক একটি পরমাণুর একক সময়ে গঠনের সম্ভাব্যতা নির্দেশ করে

১১. অর্ধায়ু সম্পর্কে কোনটি প্রযোজ্য নয়?
A. রেডনের অর্ধায়ু 3.82 দিন
B. $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$
C. $T_{\frac{1}{2}} = \frac{ln2}{\lambda}$
D. অর্ধায়ু, তেজস্ক্রিয়ার সমানুপাতিক

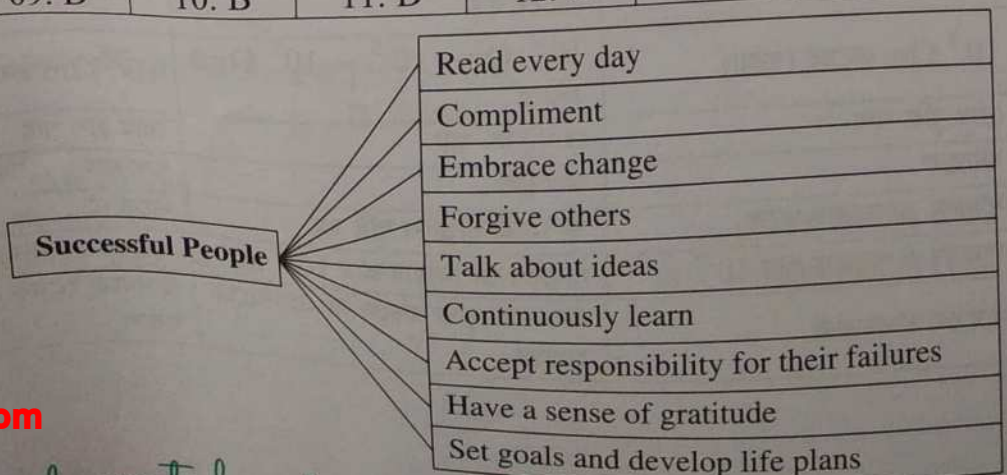
১২. কোনটি বোর পরমাণু মডেলের স্বীকার্য নয়?
A. কৌণিক ভরবেগ সংক্রান্ত স্বীকার্য
B. কম্পাঙ্ক সংক্রান্ত স্বীকার্য
C. তীব্রতা সংক্রান্ত স্বীকার্য
D. শক্তিস্তর সংক্রান্ত স্বীকার্য

১৩. α, β ও γ রশ্মির ক্ষেত্রে কোনটি সত্য?
A. α রশ্মি ঋণাত্মক আধানযুক্ত
B. γ রশ্মি তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ
C. γ রশ্মির ভর 9.1×10^{-31}kg
D. α রশ্মি একটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াস নয়

১৪. নিউক্লিয় বিক্রিয়ার ক্ষেত্রে সত্য নয় কোনটি?
A. ফিশন বিক্রিয়াকে নিয়ন্ত্রিত শৃঙ্খল বিক্রিয়া বলে
B. ফিশন বিক্রিয়া পারমাণবিক বোমার মূলতত্ত্ব
C. নিউক্লিয় বিক্রিয়ার মাধ্যমে প্রচুর শক্তি উৎপাদন করা যায়
D. ফিশনে 300 MeV শক্তি বিমুক্ত হয়।

১৫. ক্ষয়ধ্রুবক সম্পর্কে সঠিক নয় কোনটি?
A. যে সময়ে পরমাণু সংখ্যা, আদি সংখ্যার ৫০% হয়, তার বিপরীত রাশি
B. ক্ষয়ধ্রুবক λ দিয়ে প্রকাশ করা হয়
C. ক্ষয়ধ্রুবক বড় হলে→নির্দিষ্ট সময়ে পরমাণু ভাঙনের সম্ভাবনা বেশী হবে।
D. $N = N_0e^{-\lambda t}$ এটি "সক্রিয় রূপান্তর" নামে পরিচিত।

Answer:	01. A	02. A	03. C	04. A	05. C	06. A	07. A	08.A
	09. D	10. B	11. D	12. C	13. B	14. D	15. D	



www.bdniyog.com

১০ম অধ্যায়

সেমিকন্ডাক্টর ও ইলেক্ট্রনিক্স

এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

প্রসঙ্গ	যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে
☞ পরিবাহী, অপরিবাহী ও অর্ধপরিবাহীর ধারণা	[M: 19-20, 15-16, 10-11, 01-02; D: 19-20, 18-19, 17-18, 16-17, 10-11, 09-10]
☞ জাংশন ডায়োড	[M: 18-19, 08-09]
☞ ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট: IC	[D: 18-19; D: 10-11]

অর্ধপরিবাহী, পরিবাহী, অপরিবাহী

পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী ও অন্তরকের মধ্যে তুলনা

	পরিবাহী	অর্ধ-পরিবাহী	অন্তরক
সংজ্ঞা	যে সমস্ত পদার্থের ভেতর দিয়ে তড়িৎ সহজে চলাচল করতে পারে	যে সকল পদার্থের পরিবাহিতাঙ্ক অপরিবাহী ও পরিবাহীর মাঝামাঝি	যে সব পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চলাচল করতে পারে না
উদাহরণ	সোনা, তামা, রূপা, অ্যালুমিনিয়াম, লোহা, সোডিয়াম	জার্মেনিয়াম, সিলিকন, কার্বন, ক্যাডমিয়াম সালফাইড, গ্যালিয়াম আর্সেনাইড	কাচ, রাবার, চিনামাটি, ডায়মন্ড, সিরামিক, কাঠ, প্লাস্টিক
আপেক্ষিক রোধ	10^{-8} Ωm ক্রমের (তামা)	10^{-4} Ωm (10^{-5} – 10^{8} Ωm) ক্রমের	10^{12} Ωm ক্রমের
তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেলে	রোধ বৃদ্ধি পায়	রোধ হ্রাস পায়	রোধ হ্রাস পায়
রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক	ধনাত্মক	ঋণাত্মক	ঋণাত্মক
মুক্ত ইলেক্ট্রন	সাধারণ তাপমাত্রায় থাকে	তাপমাত্রা বাড়ালে সৃষ্টি হয়	থাকে না
মুক্ত ইলেক্ট্রন ঘনত্ব	সাধারণ তাপমাত্রায় প্রায় 10^{28} m^{-3}	সাধারণ তাপমাত্রায় প্রায় 10^{16} m^{-3}	সাধারণ তাপমাত্রায় প্রায় 10^{7} m^{-3}
তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি	সাধারণ তাপমাত্রায়	তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে বা ডোপিংয়ের মাধ্যমে	তাপমাত্রা অনেক বেশি পরিমাণ বৃদ্ধি করলে

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

অর্ধপরিবাহী

সংজ্ঞা	যে সকল পদার্থের বৈদ্যুতিক ধর্ম অন্তরক ও সুপরিবাহীর মাঝামাঝি তাকে অর্ধ পরিবাহী বলে।
উদাহরণ	জার্মেনিয়াম, সিলিকন, ক্যাডমিয়াম সালফাইড, গ্যালিয়াম আর্সেনাইড, কার্বন ইত্যাদি।
কিছু গুরুত্বপূর্ণ তথ্য	• অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ 10^{-5} থেকে 10^{8} Ωm (ইসহাক), 10^{-4} Ωm (তপন) • তামার আপেক্ষিক রোধ 10^{-8} Ωm • কাচের আপেক্ষিক রোধ 10^{16} Ωm • অর্ধ পরিবাহী পদার্থকে উত্তপ্ত করলে খুব দ্রুত সে তার রোধ হারায় অর্থাৎ পরিবাহীতা বৃদ্ধি পায়। • জার্মেনিয়াম বা সিলিকন সমযোজী গ্রন্থির সাহায্যে বিশুদ্ধ কেলাস গঠন করে। • **পরম শূন্য তাপমাত্রায় এরা অপরিবাহী**

[Ref: ইসহাক + তপন স্যার]

পরিবাহী

সংজ্ঞা	যে সমস্ত পদার্থের ভেতর দিয়ে তড়িৎ সহজে চলাচল করতে পারে তাকে পরিবাহী বলে।
উদাহরণ	সোনা, তামা, রূপা, অ্যালুমিনিয়াম, নিকেল, সোডিয়াম ইত্যাদি।
কিছু গুরুত্বপূর্ণ তথ্য	• ভাল পরিবাহীর ক্ষেত্রে প্রতি ঘনমিটারে মুক্ত ইলেক্ট্রন সংখ্যা 10^{28} (প্রায়)। • অপরিবাহীর ক্ষেত্রে প্রতি ঘনমিটারে মুক্ত ইলেক্ট্রনের সংখ্যা 10^{7} (প্রায়)।

[Ref: ইসহাক + তপন স্যার]

অন্তরক/অপরিবাহী

সংজ্ঞা	যে সব পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চলাচল করতে পারে না তাকে অপরিবাহী বলে।
উদাহরণ	কাচ, রাবার, চিনামাটি, ডায়মন্ড, সিরামিক, কাঠ, প্লাস্টিক ইত্যাদি।
• অপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ অনেক বেশি, প্রায় 10^{12} Ωm ক্রমের।	

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. নিচের কোনটি অর্ধপরিবাহী নয়? [M: 19-20]
A. গ্যালিয়াম আর্সেনাইড B. আরজেনটাম C. জার্মেনিয়াম D. সিলিকন
Ans: B

2. নিচের কোনটি অর্ধপরিবাহী? [M: 19-20]
A. সিলিকন B. কাঁচ C. তামা D. অ্যালুমিনিয়াম
Ans: A

3. অর্ধপরিবাহী নয় কোনটি? [M: 18-19]
A. সিলিকন B. অভ্র C. জার্মেনিয়াম D. কার্বন
Ans: B

4. নিচের কোনটি বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর উদাহরণ? [M: 17-18]
A. রূপা B. সিলিকন C. তামা D. সিরামিক
Ans: B

5. ডোপান্ট কী? [M: 17-18]
A. অপরিবাহীর সাথে মিশ্রিত অপদ্রব্য
B. অর্ধপরিবাহীর সাথে মিশ্রিত অপদ্রব্য
C. পরিবাহীর সাথে মিশ্রিত অপদ্রব্য
D. পরিবাহীর সাথে অপরিবাহীর মিশ্রণ
Ans: B

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

6. নিচের কোন পদার্থটি সেমিকন্ডাক্টর বা অর্ধপরিবাহী? [M: 16-17]
A. কাঁচ B. কাঠ C. লোহা D. সিলিকন
Ans: D

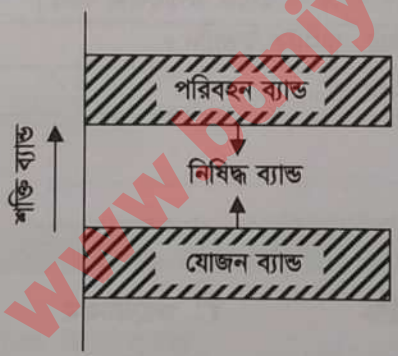
7. কোনটি সুপরিবাহী নয়? [M: 15-16]
A. কপার B. কার্বন C. সিলভার D. অ্যালুমিনিয়াম
Ans: B

8. নিম্নের কোনটি ইলেকট্রনিক পদার্থের জন্য সঠিক? [M: 10-11]
A. জার্মেনিয়াম একটি উন্নত পরিবাহক
B. হীরক একটি দুর্বল অন্তরক
C. সৌর কোষ হলো সিলিকন দিয়ে তৈরি আলোক সংবেদী p-n জাংশন
D. কার্বন একটি বহির্জাত অর্ধপরিবাহক
Ans: C

9. ডোপায়নের মাধ্যমে বহির্জাত অর্ধপরিবাহক তৈরিতে নিম্নের কোন মৌল ব্যবহৃত হয়?? [M: 10-11]
A. প্লাটিনাম B. আর্সেনিক C. নিকেল D. টাংস্টেন
Ans: B

10. অর্ধ পরিবাহকের ক্ষেত্রে নিম্নে কোন উক্তিটি সত্য? [M: 01-02]
A. পরিবহন ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে এবং যোজন শক্তির ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে
B. অনেক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে
C. যোজন শক্তির ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে এবং পরিবহন ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে
D. যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যবধান প্রায় 6 eV থেকে 15 eV এর মতো থাকে
Ans: B

◉ ব্যান্ড তত্ত্বের ধারণা:



"সারা জীবনের জন্য নফল সেজদায় পড়ে থাকার যে মূল্য, তার চেয়ে বেশি গুরুত্বপূর্ণ একটি হারাম কাজ থেকে বেঁচে থাকা।"
- শাইখ আহমাদুল্লাহ

শক্তি ব্যান্ড	পরমাণুর একেকটি শক্তিস্তর একেকটি ব্যান্ড বা পাল্লার রূপ নেয়। একে শক্তি ব্যান্ড বলে।
যোজন ব্যান্ড	পরমাণুর যোজন ইলেকট্রনগুলো দ্বারা যে ব্যান্ড তৈরী হয় তাকে যোজন ব্যান্ড বলে। সাধারণ পরমাণুতে দূরতম কক্ষপথে অবস্থিত ইলেক্ট্রনের শক্তি সর্বোচ্চ। **নিষ্ক্রিয় গ্যাসের যোজন ব্যান্ড সম্পূর্ণভাবে পূর্ণ থাকে।**
পরিবহন ব্যান্ড	পরমাণুর মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর জন্য যে ব্যান্ড বা পাল্লা তৈরী হয় তাকে পরিবহন ব্যান্ড বলে। পরিবহন ব্যান্ডের সকল ইলেক্ট্রনই মুক্ত ইলেক্ট্রন। যদি কোনো বস্তুতে পরিবহন ব্যান্ড ফাঁকা থাকে তাহলে সেই বস্তুতে তড়িৎ পরিবহন করা সম্ভব নয়।
নিষিদ্ধ শক্তি ব্যবধান বা ফাক	পরিবহন ব্যান্ড এবং যোজন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী অঞ্চলে যেখানে ইলেকট্রন থাকতে পারে না তাকে নিষিদ্ধ শক্তি ব্যবধান বলে।

◉ ব্যান্ড তত্ত্বের আলোকে পরিবাহী, অপরিবাহী, সেমিকন্ডাক্টর

পরিবাহী	পরিবাহীর পরিবহন ব্যান্ড ও যোজন ব্যান্ডের মধ্যে কোন পার্থক্য থাকে না। এই পদার্থের রোধকত্ব 10^{-8} Ωm ক্রমের।
অন্তরক	১। পরিবহন ব্যান্ড সম্পূর্ণ খালি থাকে, যোজন ব্যান্ড আংশিকপূর্ণ থাকে। ২। যোজন ও পরিবহন ব্যান্ডের শক্তি ব্যবধান বেশি থাকে। (6 eV থেকে 15 eV)
অর্ধপরিবাহী	অর্ধপরিবাহীতে **যোজন ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে** ও **পরিবহন ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে** কিন্তু যোজন ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তি ব্যবধান খুব কম।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

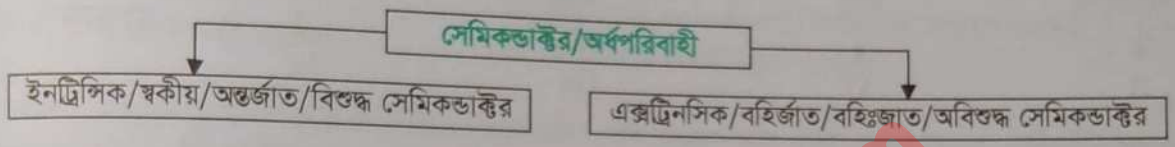
ব্যান্ডতত্ত্বের আলোকে অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য

১। পরিবাহীতে ইলেকট্রন বিদ্যুতের বাহক কিন্তু অর্ধ পরিবাহীতে ইলেকট্রন ও হোল উভয়ই বিদ্যুতের বাহক। এরা সাধারণত চতুর্যোজী।
২। অর্ধ পরিবাহীর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে রোধ হ্রাস পায়।
৩। পরম শূণ্য তাপমাত্রায় (0K) অর্ধ পরিবাহী অন্তরক হিসাবে কাজ করে।
৪। অর্ধ পরিবাহীর রোধকত্ব 10^{-4} Ωm ক্রমের
৫। অর্ধ পরিবাহীর পরিবহন ব্যান্ড প্রায় খালি থাকে।
৬। অর্ধ পরিবাহীর পরিবহন ও যোজন ব্যান্ডের মধ্যে পার্থক্য 1 eV বা এর কম। [1.1 eV বা কম (Ref: তপন স্যার)]
- জার্মেনিয়ামের ক্ষেত্রে 0.7 eV/0.72 বা সিলিকনের ক্ষেত্রে 1.1 eV

৭। অর্ধ পরিবাহী কৌশলে শুধু একদিকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত করে।

[Ref: ইসহাক + তপন স্যার]

সেমিকন্ডাক্টর/অর্ধপরিবাহীর প্রকারভেদ:



অন্তর্জাত/ইনট্রিনসিক/খাঁটি/বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টর:

➥ সংজ্ঞা ঃ যে সকল অর্ধপরিবাহীতে কোন অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে না।
➥ নিম্ন তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে মুক্ত ইলেকট্রন না থাকায় অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে।
➥ উদাহরণ ঃ পর্যায় সারণির গ্রুপ 14 এর পরমাণু কেলাস।

মনে রাখা সহজ...

কণা সিলেটে গিয়ে সোনা পাবে

কণা	সিলেটে	গিয়ে	সোনা	পাবে
↓	↓	↓	↓	↓
কার্বন (C)	সিলিকন (Si)	জার্মেনিয়াম (Ge)	টিন (Sn)	সীসা (Pb)

➥ সবচেয়ে পরিচিত বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী হলো জার্মেনিয়াম (Ge) ও সিলিকন (Si)। এদের যোজন ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যবধান যথাক্রমে 0.72 eV এবং 1.1 eV।

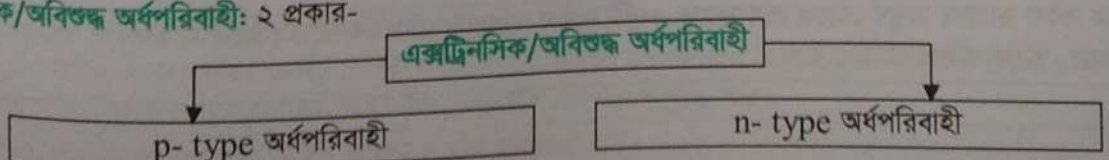
বহির্জাত/এক্সট্রিনসিক/অবিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টর:

➥ সংজ্ঞা ঃযে সকল অর্ধ পরিবাহিতে অপদ্রব্য বা ডোপ্যান্ট মিশ্রিত থাকে।
➥ বিশুদ্ধ অর্ধ পরিবাহির সাথে অপদ্রব্য মেশানো হলে বা ডোপিং করলে তড়িৎ পরিবাহীতা বৃদ্ধি পায়।
➥ উদাহরণ ঃ(ক) পর্যায় সারণির তৃতীয় সারির মৌল ঃ বোরন (B) অ্যালুমিনিয়াম (Al), গ্যালিয়াম (Ga), ইন্ডিয়াম (In)
(খ) পর্যায় সারণির পঞ্চম সারির মৌল ঃ ফসফরাস (P), আর্সেনিক (As), এন্টিমনি (Sb), বিসমাথ (Bi)

ডোপিং

➥ সংজ্ঞা ঃ যদি কোন বিশুদ্ধ অর্ধ পরিবাহির সঙ্গে কোন নির্দিষ্ট অপদ্রব্যের খুব সামান্য অংশ মাত্র (১০ লক্ষ ভাগের এক ভাগ) মেশানো হয় তাহলে এর রোধ অনেকগুণ কমে যায়। এ ধরনের মিশ্রণ পদ্ধতিকে বলা হয় ডোপিং।
➥ মিশ্রিত অপদ্রব্যকে বলা হয় ডোপ্যান্ট।

এক্সট্রিনসিক/অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী: ২ প্রকার-



www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

p-type অর্ধপরিবাহী

- বিশুদ্ধ Ge বা Si (4 যোজী) এর সাথে গ্যালিয়াম বা অ্যালুমিনিয়াম (3 যোজী) অপদ্রব্য মেশানো হয়
- ত্রিযোজী পরমাণুকে গ্রহিতা পরমাণু বলা হয়
- p-type এ ধনাত্মক তড়িৎ আধানই মুখ্য ভূমিকা পালন করে
- হোলই "সংখ্যাগুরু বাহক" (majority carrier) এবং ইলেকট্রন সংখ্যালঘু বাহক

মনে রাখা সহজ...

বাংলাদেশের আলু গেল ইন্ডিয়ায়

বাংলাদেশের	আলু	গেল	ইন্ডিয়ায়	
↓	↓	↓	↓	(চতুর্যোজী + ত্রিযোজী)
B	Al	Ga	In	

n-type অর্ধপরিবাহী

- Ge/Si (যোজনী 4) এর সাথে পঞ্চযোজী আর্সেনিক (As) এর মত অপদ্রব্য মেশানো হয়
- Ge/Si এখানে গ্রহীতা পরমাণু, অপদ্রব্য দাতা (Donor) পরমাণু
- n-type এ ঋনাত্মক ইলেক্ট্রনই মুখ্য ভূমিকা পালন করে
- ইলেক্ট্রনই "সংখ্যাগুরু বাহক" (majority carrier) এবং হোল সংখ্যালঘু বাহক

মনে রাখা সহজ...

পলাশ আসে সোমবার বিকেলে

পলাশ	আসে	সোমবার	বিকেলে
↓	↓	↓	↓
P	As	Sb	Bi

www.bdniyog.com

- n-type কেলাসে প্রতি ঘন সেন্টিমিটার এ প্রায় 10^{17} সংখ্যক স্বাধীন ইলেক্ট্রন থাকে।
- বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর যোজন ইলেক্ট্রনের চেয়ে অপদ্রব্যের যোজন ইলেক্ট্রন বেশি হলে n-type এবং কম হলে p-type কেলাস তৈরি হয়।

১. n টাইপ এবং p টাইপ বস্তুত পক্ষে তড়িৎ নিরপেক্ষ *[Ref: তপন স্যার]*

২. বাস্তবে হোল স্থানান্তরিত হয় না এমনকি তড়িৎ প্রবাহের সময়েও নয় *[Ref: তপন স্যার]*

ডায়োড/সেমিকন্ডাক্টর ডায়োড/রেকটিফায়ার ডায়োড

প্রকার	২টি তড়িৎদ্বার থাকে। যথা- (১) ক্যাথোড (২) অ্যানোড ডায়োডের বর্তনী প্রতীক $\xrightarrow{p}\!\!\!\!\blacktriangleright\!\!\!\!\mid\ \xrightarrow{n}$ এবং ব্লক চিত্র [P|n]
ব্যবহার	১. AC তড়িৎ প্রবাহকে DC তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তর করে। ২. ডিটেকশন- যেমন, বেতার ও টিভির সিগন্যাল ডিটেক্টর হিসেবে কাজ করে। ৩. তড়িৎ প্রবাহকে রেকটিফিকেশন বা একমুখীকরণ করে।
আদর্শ ডায়োড	যে সকল ডায়োড সম্মুখ ঝোঁকে থাকাকালে একটি নিখুঁত পরিবাহী এবং বিপরীত ঝোঁকে থাকাকালে অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে, তাকে আদর্শ ডায়োড বলে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

p-n জাংশন ডায়োড

➥ ১। p-type ও n-type অর্ধপরিবাহী বিশেষ ব্যবস্থাধীনে সংযুক্ত

➥ ২। p-n জাংশন p-type অঞ্চলে সংখ্যাগুরু হোল এবং যে পাশে n-type অঞ্চল সেখানে ইলেকট্রনের আধিক্য বেশি

➥ সিলিকন ডায়োডের ক্ষেত্রে ন্যূনতম 0.7 V না হলে এবং জার্মেনিয়াম ডায়োডের ক্ষেত্রে ন্যূনতম 0.3V না হলে বিদ্যুৎ সঞ্চালন শুরু হয় না। ডায়োডের এই নির্দিষ্ট ভোল্টেজকে সূচন ভোল্টেজ (Threshold voltage) বা কাট-ইন ভোল্টেজ বা নী ভোল্টেজ (Knee Voltage) বলে। *[Ref: তপন স্যার]*

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. নিম্নের কোনটি ইলেক্ট্রনিক পদার্থ বিজ্ঞানের জন্য সঠিক? [M: 10-11]
A. হীরক একটি দুর্বল অন্তরক
B. সৌর কোষ হল আসলে Si দিয়ে তৈরি আলোক সংবেদী P- n জংশন
C. কার্বন একটি বহির্জাত অর্ধপরিবাহক
D. জার্মেনিয়াম একটি উন্নত পরিবাহক
Ans: B

2. ডোপায়নের মাধ্যমে বহির্জাত অর্ধ পরিবাহক তৈরিতে নিম্নের কোন মৌল ব্যবহৃত হয়? [M: 10-11]
A. নিকেল
B. প্লাটিনাম
C. ট্যাংস্টেন
D. আর্সেনিক
Ans: D

নিঃশেষিত স্তর/জাংশন প্রাচীর/বিভব পার্থক্য অঞ্চল/ Depletion region

সংজ্ঞা	p- n সংযোগের দুই পাশে যে সরু স্তর ধনাত্মক ও ঋণাত্মক আধানকে পৃথক করে রাখে যেখানে গতিশীল আধান নিঃশেষ হয়ে যায় এবং কোন গতিশীল আধান বাহকের অস্তিত্ব থাকে না, ঐ স্তর বা অঞ্চলকে নিঃশেষিত স্তর/অঞ্চল বলে।
কিছু তথ্য	• এটি চার্জ নিরপেক্ষ অঞ্চল। • এ অঞ্চলের বেধ সাধারণত 10^{-6} m • এ অঞ্চলের বিভব পার্থক্য 0.1 V থেকে 0.3 V। বিভিন্ন কেলাসের জন্য এ মান ভিন্ন। সিলিকনের জন্য এ মান 0.6 V-0.7V; জার্মেনিয়ামের জন্য 0.2 v-0.3 V।
কার্যক্রম	p- n জাংশনে দুভাবে ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হয়।

সম্মুখবর্তী ঝোঁক বা সম্মুখী ঝোঁক বা ফরোয়ার্ড বায়াস

সংজ্ঞা	p- n জাংশনের p অঞ্চলের সাথে ব্যাটারির পজিটিভ প্রান্ত এবং n অঞ্চলের সাথে ব্যাটারির নেগেটিভ প্রান্ত যোগ করে যে বায়াস তৈরী হয় তাকে ফরোয়ার্ড বায়াস বলে।
সম্মুখবর্তী বায়াসের বৈশিষ্ট্য	১। জাংশন ডায়োডের অভ্যন্তরে উভয় প্রকার সংখ্যাগুরু বাহকের দ্বারা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয় কিন্তু বহিঃবর্তনীতে কেবলমাত্র ইলেক্ট্রন দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয়। ২। সম্মুখবর্তী বায়াসে সাধারণত কয়েক মিলি অ্যাম্পিয়ার তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়। ৩। প্রযুক্ত বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি করলে প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধি পায়। ৪। সম্মুখবর্তী বায়াসে ডায়োডের নিঃশেষিত অঞ্চলের বেধ ক্রমশ হ্রাস পায়। ৫। প্রবাহমাত্রা এবং প্রযুক্ত বিভব পার্থক্যের লেখচিত্র অঙ্কন করলে সরলরেখা পাওয়া যায় না।

বিমুখী/বিপরীত ঝোঁক বা রিভার্স বায়াস

সংজ্ঞা	যদি p অঞ্চলকে ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে এবং n অঞ্চলকে ধনাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয় তাকে বিপরীত ঝোঁক বা বায়াস বলে।
বিপরীত বায়াসের বৈশিষ্ট্য	১। ডায়োডের অভ্যন্তরে উভয় সংখ্যাগুরু বাহকের দ্বারা তড়িৎ প্রবাহ উৎপন্ন হয় কিন্তু বহিঃবর্তনীতে কেবলমাত্র ইলেকট্রন দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয়। ২। বিপরীত বায়াসে কয়েক মাইক্রো অ্যাম্পিয়ারের তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়। ৩। প্রযুক্ত বিভব পার্থক্য একটি নির্দিষ্ট পরিমাণ বৃদ্ধি করলে প্রবাহমাত্রায় উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন হয় না। ৪। বিপরীত বায়াসে ডায়োডের নিঃশেষিত অঞ্চলের বেধ ক্রমশ বৃদ্ধি পায়।

• p টাইপ অঞ্চলকে বলা হয় অ্যানোড, n টাইপ অঞ্চলকে বলা হয় ক্যাথোড।

www.bdniyog.com

◉ সূচন ভোল্টেজ/কাট ইন ভোল্টেজ/নী ভোল্টেজ

➥ **সংজ্ঞা ঃ** সম্মুখী ঝোঁকের ক্ষেত্রে প্রযুক্ত বিভবের মান একটি নির্দিষ্ট মান অতিক্রম করার পর তড়িৎ প্রবাহ দ্রুত সূচকীয় ভাবে বৃদ্ধি পেতে থাকে একে সূচন ভোল্টেজ বা কাট ইন ভোল্টেজ/ নী ভোল্টেজ বলে।

➥ **উদাহরণ ঃ**

- সিলিকনের সূচন ভোল্টেজ 0.7 V
- জার্মেনিয়ামের সূচন ভোল্টেজ 0.3V

◉ জেনার বিভব/জেনার ভোল্টেজ/বিনাশী ভোল্টেজ

➥ **সংজ্ঞা ঃ** বিমুখী ঝোকে ভোল্টেজ পার্থক্য বাড়ানো হলেও তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন খুবই কম বা স্থির থাকে। এ অবস্থায় ভোল্টেজ আরও বাড়ানো হলে হঠাৎ করে বিপুল তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায়। যে ভোল্টেজের জন্য এরূপ ঘটে তাকে জেনার বিভব বা ভোল্টেজ বলে।

➥ **এ ব্রেকডাউন ভোল্টেজে পৌছালে ডায়োডের কার্যক্ষমতা বিনষ্ট হয় এবং পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে।**

◉ গতীয় রোধ

➥ **সংজ্ঞা ঃ** p – n জাংশনে বহিস্থ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে তড়িৎ প্রবাহে যে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি হয় তাকে গতীয় রোধ বলে।

➥ **সমীকরণ ঃ** $R = \frac{\Delta V}{\Delta I}\ \Omega$.

➥ **বিশেষ তথ্য ঃ**

- ডায়োডের সম্মুখী ঝোঁক ও বিমুখী ঝোঁক তড়িৎ প্রবাহে যে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি হয় তাকে যথাক্রমে সম্মুখী রোধ ও বিমুখী রোধ বলে।
- জার্মেনিয়ামের জন্য বিমুখী ও সম্মুখী রোধের অনুপাত 40000:1 এবং সিলিকনের জন্য এ অনুপাত 1000000:1

[Ref: ইসহাক + তপন স্যার]

◉ একমুখীকরণ/ Rectification

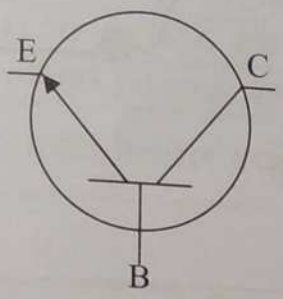
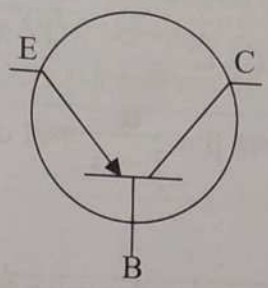
সংজ্ঞা	যে পদ্ধতিতে পরিবর্তী (A.C.) প্রবাহকে একমুখী (D.C.) প্রবাহে পরিবর্তন করা হয় তাকে একমুখীকরণ বা রেকটিফিকেশন বলে এবং যে বর্তনী এ কাজে ব্যবহৃত হয় তাকে রেকটিফায়ার বলে।
গঠন	পরিবর্তী প্রবাহকে পূর্ণ তরঙ্গ একমুখীকরণ **দু'ভাবে** করা যায়। যথা– ০১. একটি ট্রান্সফরমার ও দু'টি জাংশন ডায়োডের সাহায্যে। ০২. একটি ট্রান্সফরমার ও চারটি জাংশন ডায়োডের সাহায্যে। একে ব্রীজ রেকটিফিকেশন পদ্ধতি বলে। D.C সাপ্লাই এর জন্য এটি বহুল ব্যবহৃত ও কার্যকর পদ্ধতি।
প্রকার	• রেকটিফায়ার/একমুখীকারক দু প্রকার ঃ (ক) অর্ধতরঙ্গ একমুখীকারক (খ) পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকারক

◉ জাংশন ট্রানজিস্টর/অর্ধপরিবাহী ট্রায়োড

আবিষ্কারক	১৯৪৮ সালে আমেরিকায় জে. বার্ডিন ও ডব্লিউ এইচ ব্রাটেইন সর্বপ্রথম ট্রানজিস্টর আবিষ্কার করেন।
সংজ্ঞা	"ট্রানজিস্টর হচ্ছে তিন প্রান্তবিশিষ্ট একটি অর্ধপরিবাহী ডিভাইস যার অন্তর্মুখী প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে **বহির্মুখী প্রবাহ, বিভব পার্থক্য এবং ক্ষমতা** নিয়ন্ত্রণ করা হয়।"
প্রকার	**ট্রানজিস্টর ২ প্রকার;** যথা- (১) n-p-n ট্রানজিস্টর (২) p-n-p ট্রানজিস্টর

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

গঠন	• ট্রানজিস্টরের ৩টি অংশ বা এলিমেন্ট (element) থাকে- ১। এমিটার বা নিঃসারক E ⇒ (সংখ্যাগুরু চার্জবাহক সরবরাহ করে) ২। বেস বা পীঠ B ⇒ (তড়িৎ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে) ৩। কালেক্টর বা সংগ্রাহক C ⇒ (তড়িৎ সংগ্রহ করে)  চিত্র: n – p – n  চিত্র: p – n – p • ট্রানজিস্টরে বেস বা পীঠ খুবই পাতলা • এমিটার বেশ পুরু এবং কালেক্টর সবচেয়ে বেশি পুরু • ট্রানজিস্টর একটি সিগন্যালকে স্বল্প রোধ থেকে উচ্চ রোধে ট্রান্সফার করে
উপযোগিতা	১। আকারে খুব ছোট ২। এটি খুব সামান্য বিভবে কাজ করে ৩। এটি দীর্ঘস্থায়ী ৪। এটি যান্ত্রিক কম্পন সহ্য করতে পারে ৫। এটি খুব সস্তা ৬। এর ক্রিয়া তাৎক্ষনিক
অসুবিধা	১। এটি উষ্ণতার খুব সুগ্রাহী ২। এটি খুব কম উৎপাদন শক্তি দেয়

➥ ট্রানজিস্টর সিগন্যালকে দু'ভাবে বৃদ্ধি করতে পারে
১। বেস কারেন্টের সাহায্যে কালেকটর কারেন্টকে নিয়ন্ত্রণ করে।
২। আউটপুট রোধকে ইনপুটের রোধের তুলনায় অনেক বেশি মানের ব্যবহার করে।

➥ ট্রানজিস্টরকে তিনটি বর্তনীর মাধ্যমে অ্যাম্প্লিফায়ার হিসাবে ব্যবহার করা হয়।
১। কমন বেস বা সাধারণ পীঠ
২। কমন এমিটার বা সাধারণ নিঃসারক
৩। কমন কালেক্টর বা সাধারণ সংগ্রাহক।
• এ তিনটি বর্তনীর মধ্যে কমন এমিটার সবচেয়ে কার্যকরী বিধায় এর ব্যবহার বেশি।
• ট্রানজিস্টর অ্যামপ্লিফায়ারের কার্যক্ষমতা মূলত নির্ভর করে অন্তর্গামী রোধ (R_I) বা গতীয় রোধ, বর্হিগামী রোধ (R_0), ভার রোধ (R_2), প্রবাহ বিবর্ধন গুনক (α), প্রবাহ লাভ (β), ভোল্টেজ লাভ (V_A) এবং ক্ষমতা লাভ (P_A) এর উপর।

[Ref: ইসহাক + তপন স্যার]

➥ **ট্রানজিস্টরের ব্যবহার**
১। **তড়িৎ শক্তি বিবর্ধক/অ্যাম্প্লিফায়ার হিসাবে যেমন**
i) ইন্টারকমে ii) অ্যালার্ম সার্কিটে iii) রেডিওতে iv) মাইকে
২। **উচ্চ গতি সুইচ হিসাবে-**
i) আলোক চালিত সুইচ ii) তাপ চালিত সুইচ iii) শব্দ চালিত সুইচ

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

খেয়াল করো...

প্রবাহ লাভ $\beta = \left(\frac{\Delta I_c}{\Delta I_B}\right)_{V_{CE}}$

প্রবাহ বিবর্ধন গুনকলাভ, $\alpha = \left(\frac{\Delta I_c}{\Delta I_E}\right)_{V_{CB}}$

প্রবাহ লাভ ও প্রবাহ বিবর্ধন গুণকের সম্পর্ক $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$ অথবা $\alpha = \frac{\beta}{1+\beta}$

"আজ যাদের পেট পূর্ণ থাকবে, কিয়ামতের দিন তারাই সবচেয়ে বেশি ক্ষুধার্ত থাকবে।"
- তিরমিজি

নম্বর পদ্ধতি

প্রকার	চার প্রকার: ১। দশমিক বা 10 ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি ২। বাইনারি বা 2 ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি–সরলতম গণনা পদ্ধতি। ৩। অক্টাল বা 8 ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি ৪। হেক্সাডেসিমাল বা 16 ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি
নম্বর পদ্ধতির বেস বা ভিত্তি	নম্বর পদ্ধতির মৌলিক সংখ্যা নির্দেশকারী মোট চিহ্ন বা অংক সংখ্যাকে পদ্ধতির বেস বা ভিত্তি বলা হয়। যেমন: দশমিক পদ্ধতির বেস 10 বাইনারী পদ্ধতির বেস 2 অক্ট্যাল পদ্ধতির বেস 8 হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতির বেস 16

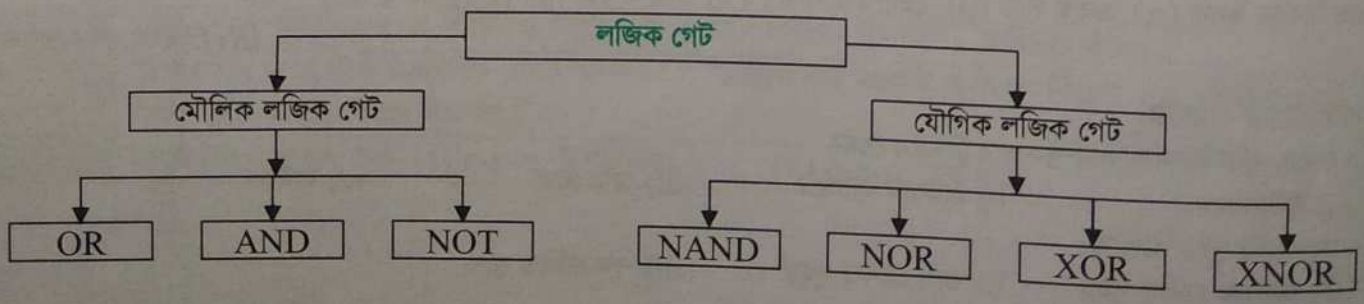
বিট/Bit

Bit: বাইনারী পদ্ধতির 0, 1 এই দুটি মৌলিক ডিজিটকে বিট (Bit) বলে।

8 bit = 1 byte
1024 byte = 1 Kilobyte
1024 Kilobyte = 1 Megabyte (MB)
1024 Megabyte = 1 Gigabyte (GB)

- বাইনারি পদ্ধতি হলো সররলতম গণনা পদ্ধতি।
- দৈনন্দিন জীবনে আমরা ডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার করি। কম্পিউটারে বাইনারী, অক্টাল কিংবা হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।
- কম্পিউটার ও ক্যালকুলেটরের অভ্যন্তরীণ হিসাব করা হয় বাইনারি পদ্ধতিতে।

লজিক গেট



www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

OR গেট	OR গেটে দুই বা ততোধিক ইনপুট থাকে এবং **একটি মাত্র** আউটপুট থাকে: যৌক্তিক যোগের জন্য
AND গেট	যে লজিক গেটের সবগুলো ইনপুট 1 হলে আউটপুট 1 হয় অন্যথায় শূন্য হয় তাকে AND গেট বলে: যৌক্তিক গুণের জন্য
Inverter/ NOT গেট	NOT গেটে একটি ইনপুট এবং একটি আউটপুট থাকে। আউটপুট সব সময় ইনপুটের বিপরীত হয় ঃ একে ইনভার্টার বলে।
NOR গেট	OR গেটের পর NOT গেট যুক্ত করে NOR গেট তৈরী হয়। **এটি সার্বজনীন গেইট।**
XOR গেট	OR গেট, AND গেট এবং NOT গেট সংযুক্ত করে XOR গেট পাওয়া যায়।
NAND গেট	AND গেটের আউটপুটে Inverter যুক্ত করে NAND গেট তৈরী করা হয়। **এটি সার্বজনীন গেইট।**
NAND গেট এর ব্যবহার	**Car Interior লাইটিং ডিজাইনে ব্যবহৃত হয়।**

বলোতো দেখি...

সর্বজনীন গেট কি?

➥ যে লজিক গেট দ্বারা প্রতিটি মৌলিক লজিক গেট বাস্তবায়ন করা সম্ভব, তাকে সার্বজনীন গেট বলে। উদাহরণ: NAND গেট ও NOR গেট।

➥ বিজ্ঞানী জর্জ বুলি বুলিয়ান অ্যালজেবরার প্রবর্তন করেন।

মনে রাখা সহজ...

বুলিয়ান বীজগণিতের সূত্রসমূহ: বিবিসি

বি → বিনিময় সূত্র
বি → বণ্টন সূত্র
সি → সংযোগ সূত্র

◎ ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট I.C.

সংজ্ঞা	I.C হল সে বর্তনী যাতে বর্তনীর উপাংশ বা যন্ত্রাংশগুলো একটি ক্ষুদ্র অর্ধপরিবাহক চিপে বিশেষ প্রক্রিয়ায় গঠন করা হয় যারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে ঐ চিপের অংশ
বৈশিষ্ট্য	১) এই সার্কিটের বিভিন্ন যন্ত্রাংশ স্বয়ংক্রিয়ভাবেই ক্ষুদ্র অর্ধপরিবাহক চিপের অংশ এবং কখনোই স্বতন্ত্র যন্ত্রাংশকে পৃথক বা পুনঃস্থাপন করা যায় না ২) IC এর আকার খুবই ছোট ৩) IC এর কোন অংশকেই অর্ধপরিবাহক চিপের পৃষ্ঠের উপর দেখা যায় না
তৈরির পদ্ধতি	**I.C মূলত চারটি পদ্ধতিতে তৈরি করা যায়:** ক) মনোলিথিক (Monolithic) পদ্ধতি (বহুল প্রচলিত।) খ) পাতলা ফিল্ম (Thin flim) পদ্ধতি গ) স্থূল ফিল্ম (Thick flim) পদ্ধতি ঘ) সংকর (Hybrid) পদ্ধতি
I.C এর সুবিধা	১) সংযোগ সংখ্যা কম হওয়ায় নির্ভরযোগ্যতা বেশি ২) অত্যন্ত ক্ষুদ্রাকৃতি ৩) ওজন কম ৪) কম বিদ্যুতের প্রয়োজন হয় ৫) অতি উচ্চ তাপমাত্রায় ও অধিক যোগ্যতার সাথে কাজ করতে পারে ৬) কম খরচে পরিবর্তন করা যায় ৭) মেরামতের ঝামেলা মুক্ত ৮) বহু সংখ্যক IC একসঙ্গে তৈরি করা হয় বলে এদের মধ্যে গুণাবলীর পার্থক্য থাকে না বললেই চলে

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

I.C এর অসুবিধা	১) যে কোন এক বা একাধিক উপাদান নষ্ট হলে পুরো চিপ পরিবর্তন করতে হয় ২) এতে আবেশক ও ট্রান্সফরমার তৈরি করা যায় না ৩) 10W এর অধিক ক্ষমতা সম্পন্ন I.C তৈরি করা যায় না ৪) অংশবিশেষ মেরামত করা যায় না

◉ জেনার ডায়োড

➥ এক নাগাড়ে একই পরিমাণ ডি.সি. ভোল্টেজ পাওয়ার জন্য পাওয়ার সাপ্লাইয়ে এটা ব্যবহৃত হয়।

➥ সাধারণ ডায়োডে বিপরীত ভোল্টেজ জেনার ভোল্টেজের চেয়ে বেশি হলে এটি পুড়ে যায় বা নষ্ট হয়ে যায়।

➥ জেনার ডায়োডের গঠন এমন যে এটি নষ্ট হয় না।

➥ এটি ভোল্টেজ স্থির রাখার কাজে ব্যবহৃত হয়।

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট সম্পর্কে সত্য নয় কোনটি? [M: 18-19]

A. ওজনে হালকা B. অত্যন্ত ক্ষুদ্রাকৃতি C. দামে কম D. কম বিদ্যুৎ খরচ করে

Ans: Blank

2. নিম্নের কোনটি ইলেক্ট্রনিকসের জন্য সঠিক? [M: 10-11]

A. ইনটিগ্রেটেড সার্কিট (IC) অতি উচ্চ তাপমাত্রায় কাজ করতে পারে না B. IC-র স্বল্প দাম

C. ফিল্ড এফেক্ট ট্রানজিস্টর (FET) হল দুইটি প্রান্ত বিশিষ্ট D. FET এর ক্ষমতালাভ নিম্ন

Ans: B

◉ সৌর কোষ

➥ কিছু গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

১। সৌরকোষ সূর্য বিকিরণের মধ্যকার আলোক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর করে।

২। p-n জাংশন যান্ত্রিক ব্যবস্থা

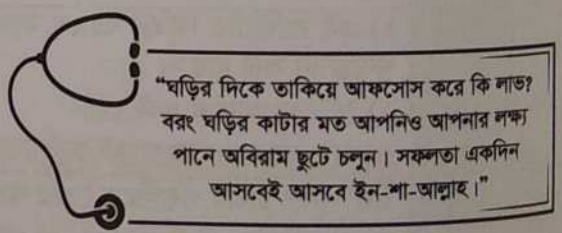
➥ ব্যবহার

১। আলোক গ্রাহক যন্ত্র হিসেবে

২। রিলে প্রক্রিয়ায়

৩। দ্রুত গতি সম্পন্ন গণক হিসেবে

৪। কৃত্রিম উপগ্রহে বিদ্যুৎ শক্তি সরবরাহ করার কাজে



◉ LED: আলোক নিঃসারক ডায়োড: (Light emmiting diode)

➥ কিছু গুরুত্বপূর্ণ তথ্য

১. LED মূলত "সম্মুখ ঝোঁক বিশিষ্ট p-n জাংশন ডায়োড।

২. দেখতে অনেকটা ক্ষুদ্র টর্চের বাল্বের মত।

৩. তড়িৎ শক্তিকে→ আলোক শক্তিতে রূপান্তর।

➥ ব্যবহার

১. ডিজিটাল ইলেকট্রনিক্স

২. ইন্ডিকেটর বাতি

৩. আলোক গ্রাহক যন্ত্র

৪. রেডিও, টেপরেকর্ডার, অ্যামপ্লিফায়ার, বিভিন্ন ইলেকট্রনিক মিটার, ক্যালকুলেটরে LED ব্যবহার করা হয়।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

গাণিতিক সমস্যাবলী

১। ট্রানজিস্টর এর সাধারণ পীঠ সংযোগে রয়েছে। এর নিঃসারক প্রবাহ 0.85 mA এবং পীঠ প্রবাহ 0.05 mA। প্রবাহ বিবর্ধক গুণক α বের কর?

Ans : 0.94 সূত্র: $I_E = I_C + I_B$ $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$

২। কোন ট্রানজিস্টরের কমন বেস সার্কিটে এমিটার কারেন্ট 100 μA থেকে 150 μA এ উন্নীত করায় কালেক্টর কারেন্ট 98 μA থেকে 147 μA এ উন্নীত হল। কারেন্ট অ্যামপ্লিফিকেশন ফ্যাক্টর নির্ণয় কর।

Ans : 0.98 সূত্র ঃ $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$

৩। একটি কমন এমিটার বিবর্ধক ট্রানজিস্টরের জন্য $\beta = 100$ এবং $I_B = 50\ \mu A$ হলে α, I_C, I_E এর মান বের কর।

Ans : $\alpha = 0.99$; $I_C = 5$ mA, $I_E = 5.05$ mA সূত্র: $\beta = \frac{I_C}{I_B}$ $I_E = I_B + I_C$

৪। একটি কমন বেস ট্রানজিস্টরে এমিটার কারেন্ট 1.2 mA এবং কালেক্টর কারেন্ট 9×10^{-4} A হলে বেস কারেন্ট কত হবে?

Ans: 0.3×10^{-3} A সূত্র: $I_E = I_B + I_C$

৫। একটি p-n জাংশনের বিভব পার্থক্য 2.0V থেকে বাড়িয়ে 2.2 V করা হল। এতে তড়িৎ প্রবাহ 400 mA থেকে বেড়ে 800 mA হল। গতীয় রোধ কত?

Ans: $R = 0.50\ \Omega$ সূত্র: $R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$

৬। বাইনারি নম্বরকে ডেসিমেল নম্বরে প্রকাশ $(1111)_2$ Ans : $(15)_{10}$

৭। অক্টাল নম্বর $(307)_8$ কে ডেসিমেল এ প্রকাশ। Ans : $(199)_{10}$

৮। হেক্সাডেসিমেলকে $(20D)_{16}$ কে ডেসিমেল এ প্রকাশ। Ans : $(525)_{10}$

৯। বাইনারী সংখ্যা $101101_{(2)}$ এবং $110011_{(2)}$ এর যোগফল Ans : 1100000

১০। একটি ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha = 0.95$ এবং $I_B = 1$mA হলে β এর মান কত হবে? Ans : 19 সূত্র: $\beta = \frac{\alpha}{I - \alpha}$

Must To Know...

- পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারে আউটপুট পাওয়া যায় ইনপুটের পূর্ণচক্রের জন্য।
- জেনার ভোল্টেজ পাওয়া যায় রিভার্স বায়াসে।
- অর্ধপরিবাহীতে শক্তির ব্যবধান 1eV।
- NOT গেইটের ক্ষেত্রে ইনপুট হাই হলে আউটপুট লো হয়।
- বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে ভেজাল মিশ্রণ করে পরিবাহিতা বৃদ্ধি করা যায়।
- দশমিক পদ্ধতিতে চিহ্ন আছে 10টি। বাইনারি পদ্ধতিতে ব্যবহৃত মৌলিক চিহ্ন 0 এবং 1।
- অকটাল সংখ্যা পদ্ধতির বেস 8, হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতির বেস 16।
- আমরা সাধারণত যে সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার করে গাণিতিক কাজ করি তার নাম ডেসিমেল বা দশমিক পদ্ধতি।
- সরলতম সংখ্যা পদ্ধতি হচ্ছে বাইনারি। কম্পিউটার ও ক্যালকুলেটরের অভ্যন্তরীণ হিসাব করা হয় বাইনারি পদ্ধতিতে।
- Exclusive OR গেইটকে সংক্ষেপে XOR বলে। NOT গেইটের আউটপুটে সর্বদা ইনপুটের বিপরীত হয়। একটি ইনপুট একটি আউটপুট থাকে NOT গেইটের।
- OR গেইট এবং NOT গেট যুক্ত করলে NOR গেইট হয়। দুটি মৌলিক গেইট AND এবং NOT যুক্ত করে NAND গেইট তৈরি করা হয়।
- NOR গেইটের দুইটি ইনপুট X ও Y এবং আউটপুট F হলে $F = \overline{X + Y}$ হবে। X ও Y ইনপুটবিশিষ্ট একটি XOR গেটের আউটপুট $F = X \oplus Y$, NAND গেটের দুটি ইনপুট X ও Y হলে আউটপুট $F = \overline{X.Y}$।

www.bdniyog.com

➥ OR গেইটে–

১. দুই বা ততোধিক ইনপুট দিলে একটি আউটপুট পাওয়া যায়।
২. বর্তনীর সমতুল্য হলো একটি সমান্তরাল সুইচ বর্তনী।
৩. এর আউটপুট ইনপুটগুলোর যৌক্তিক যোগের সমান।

➥ একটি IC মাইক্রো প্রসেসরে 450,000 ক্ষুদ্র ট্রানজিস্টর থাকে

➥ একটি ডিজিটাল ঘড়িতে 5000, পকেট ক্যালকুলেটারে 20,000 এবং কম্পিউটারে প্রায় 1,00,000 ট্রানজিস্টরের চিপ থাকে

➥ বিচ্ছিন্ন অবস্থায় দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রত্যেকটির ভূমি শক্তি – 13.6eV

➥ সেমিকন্ডাক্টরকে ডায়োড রেকটিফায়ার বলে।

গাণিতিক সমীকরণ সমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
০১	ইমিটার কারেন্ট, বেস কারেন্ট ও কালেক্টর কারেন্টের সম্পর্ক, $I_E = I_B + I_C$	I_E = ইমিটার কারেন্ট	A = (অ্যাম্পিয়ার)
		I_B = বেস কারেন্ট	A = (অ্যাম্পিয়ার)
		I_C = কালেক্টর কারেন্ট	A = (অ্যাম্পিয়ার)
০২	বিভিন্ন কারেন্টের পরিবর্তনের সম্পর্ক, $\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$	ΔI_E = ইমিটার কারেন্টের পরিবর্তন	A = (অ্যাম্পিয়ার)
		ΔI_B = বেস কারেন্টের পরিবর্তন	A = (অ্যাম্পিয়ার)
		ΔI_C = কালেক্টর কারেন্টের পরিবর্তন	A = (অ্যাম্পিয়ার)
০৩	গতীয় রোধ, $R = \frac{\Delta V}{\Delta I}\ \Omega$	ΔV = জাংশনের প্রযুক্ত বিভব পার্থক্যের পরিবর্তন	V = (ভোল্ট)
		ΔI = প্রবাহমাত্রার পরিবর্তন	A = (অ্যাম্পিয়ার)
০৪	প্রবাহ বিবর্ধন গুণক, $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$	ΔI_C = কালেক্টর কারেন্টের পরিবর্তন	A = (অ্যাম্পিয়ার)
		ΔI_E = ইমিটার কারেন্টের পরিবর্তন	A = (অ্যাম্পিয়ার)
		α = প্রবাহ বিবর্ধন গুণক	
০৫	প্রবাহ লাভ, $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$	β = প্রবাহ লাভ	
		ΔI_C = কালেক্টর কারেন্টের পরিবর্তন	A = (অ্যাম্পিয়ার)
		ΔI_B = বেস কারেন্টের পরিবর্তন	A = (অ্যাম্পিয়ার)
০৬	প্রবাহ লাভ ও প্রবাহ বিবর্ধন গুণক এর মাঝে সম্পর্ক, $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$		
০৭	ইলেক্ট্রনিক সুইচের ক্ষেত্রে বিভব পার্থক্য, $V_{out} = V_{cc} - I_C R_C$	R_C = সংগ্রাহক রোধ	Ω = (ওহম)
		I_C = সংগ্রাহক কারেন্ট	A = (অ্যাম্পিয়ার)
		V_{cc} = আউটপুট বায়াস ভোল্টেজ	V = (ভোল্ট)
		V_{out} = ভোল্টেজের পরিবর্তন	V = (ভোল্ট)
০৮	পূর্ণ তরঙ্গ একমুখী কারেন্ট, $I_{dc} = \frac{2I_m}{\pi}$	I_{dc} = dc প্রবাহ	A = (অ্যাম্পিয়ার)
		I_m = প্রবাহের সর্বোচ্চ মান	A = (অ্যাম্পিয়ার)

Home Practice...

০১. অন্তরক পদার্থের আপেক্ষিক রোধের ক্রম কত?

A. $10^{-4}\Omega m$ B. $10^{12}\Omega m$ C. $10^{-8}\Omega m$ D. $10^{-12}\Omega m$

০২. নিচের কোনটি অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য নয়?

A. 0K তাপমাত্রায় এরা অন্তরক
B. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এদের তড়িৎ পরিবাহীতা বৃদ্ধি পায়
C. উপযুক্ত অপদ্রব্য মিশালে তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়
D. এদের আপেক্ষিক রোধ $10^4\Omega m$ ক্রমের।

০৩. জাংশন ডায়োডের বিমুখী ঝোক কি করে?

A. বিভব বাধা হ্রাস করে B. বিভব বাধা বৃদ্ধি করে C. লঘিষ্ট আধান বাহক বৃদ্ধি করে D. গরিষ্ঠ আধান বাহক বৃদ্ধি করে

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

০৪. কোনটি সত্য নয়?
A. সম্মুখবর্তী বায়াসে সাধারণত কয়েক মিলি অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ উৎপাদিত হয়
B. সম্মুখ বায়াসে ডায়োডের নিঃশেষিত অঞ্চলের বেধ ক্রমশ বৃদ্ধি পায়
C. বহিঃবর্তনীতে কেবলমাত্র ইলেকট্রন দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয়
D. বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি করলে প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধি পায়

০৫. নিচের কোনটি সত্য নয়?
A. দশমিক পদ্ধতির বেস 10
B. বাইনারী পদ্ধতির বেস 1
C. অক্টাল পদ্ধতির বেস 8
D. হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতির বেস 16

০৬. একটি অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে ইলেকট্রন ও হোলের সংখ্যা n_e এবং n_p হলে কোনটি সঠিক?
A. $n_e = n_p$ B. $n_e > n_p$ C. $n_e < n_p$ D. $n_e^1 n_p$

০৭. ট্রানজিস্টরের নিঃসারক প্রবাহ–
A. সংগ্রাহক প্রবাহের চেয়ে সামান্য বেশি
B. সংগ্রাহক প্রবাহের চেয়ে সামান্য কম
C. সংগ্রাহক প্রবাহের সমান
D. ভূমি প্রবাহের সমান

০৮. কোন ট্রানজিস্টর সাধারণ পীঠ সংযোগে রয়েছে। এর সংগ্রাহক প্রবাহ 0.95 mA এবং পীঠ প্রবাহ 0.05 mA হলে নিঃসারক প্রবাহ কত?
A. 1.0 mA B. 0.90 mA C. 1.5 mA D. 0.85 mA

০৯. P-n জাংশনের সংযোগ স্থলে ডিপ্লেশন স্তরের ক্ষেত্রে কোনটি সত্য?
A. এ অঞ্চলের বেধ 10^{-6} m থেকে 10^{-8} m
B. এ অঞ্চলের বিভব পার্থক্য 0.1 থেকে 0.2V
C. আধান বাহকের ব্যাপন দ্বারা সৃষ্টি করা যায় না
D. বেধ সাধারণত 2 – 4 micron

১০. P-n জাংশন সম্মুখী ঝোকে থাকলে এর রোধ কেমন হয়?
A. শূন্য B. নিম্ন C. উচ্চ D. অসীম

১১. n টাইপ অর্ধপরিবাহীতে কি মেশানো হয়?
A. দ্বিযোজী মৌল B. ত্রিযোজী মৌল C. চতুর্যোজী মৌল D. পঞ্চযোজী মৌল

১২. কোন গেইটের সকল ইনপুট 1 হলেই আউটপুট কেবলমাত্র 1 হয়–
A. অ্যান্ড (AND) B. নট (NOT) C. এক্স-নর (X-NOR) D. অর (OR)

১৩. নিচের কোনটি উদ্ভূত গেইট?
A. অ্যান্ড (AND) B. নট (NOT) C. এক্স-নর (X-NOR) D. অর (OR)

১৪. অর্ধপরিবাহীতে গরিষ্ঠ আধান বাহক কোনটি?
A. n টাইপে হোল, P টাইপে ইলেকট্রন
B. n টাইপ ও P টাইপ উভয়েই ইলেকট্রন
C. n টাইপে ইলেকট্রন ও P টাইপে হোল
D. n টাইপ ও P টাইপ উভয়েই হোল

১৫. একটি কমন বেস ট্রানজিস্টরে এমিটার কারেন্ট 3.5 mA পরিবর্তনের জন্য 2.5 mA কালেক্টর কারেন্টের পরিবর্তন ঘটলে কারেন্ট গেইন ফ্যাক্টর (α) বের কর?
A. 1.4 B. 0.714 C. 0.94 D. 0.80

১৬. $(356)_{16}$ কে ডেসিমেলে রূপান্তর করলে হয়–
A. $(768)_{10}$ B. $(803)_{10}$ C. $(854)_{10}$ D. $(356)_{10}$

১৭. একটি ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha = 0.95$ এবং $I_E = 1mA$ হলে β এর মান কত?
A. 19 B. 16 C. 17 D. 18

১৮. ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক নয়?
A. আকারে খুব ছোট
B. এটি খুব সামান্য বিভবে কাজ করে
C. এটি ক্ষণস্থায়ী
D. এটি খুব সস্তা

১৯. নিঃসারক প্রবাহের 10.0 mA পরিবর্তনের জন্য সংগ্রাহক প্রবাহের 7.2 mA পরিবর্তন হয়। এজন্য পীঠ প্রবাহের কতটুকু পরিবর্তন হবে?
A. 2.8 mA B. 0.85 mA C. 5.05 mA D. 0.05 mA

২০. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধের কি ঘটে?
A. বৃদ্ধি পায় B. একই থাকে C. হ্রাস পায় D. প্রথমে হ্রাস পায়, পরে বৃদ্ধি পায়

Answer:	01. B	02. D	03. B	04. B	05. B	06. A	07. A	08. A	09. A
	10. B	11. D	12. A	13. C	14. C	15. B	16. C	17. A	18. C
	19. A	20. C							

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

১১তম অধ্যায়

জ্যোতির্বিজ্ঞান

এই অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে-

প্রসঙ্গ	যে যে সালে প্রশ্ন এসেছে
☞ মহাবিশ্বের সৃষ্টির রহস্য	[M: 17-18, 12-13, 09-10, 00-01; D: 19-20, 02-03]
☞ মহাবিশ্বের উপাদান	[M: 17-18]
☞ কণা ও প্রতিকণা	[D: 18-19]
☞ নক্ষত্রের জন্ম ও মৃত্যু	[M: 17-18, 12-13, 00-01; D: 18-19]
☞ মহাকাশ পর্যবেক্ষণে ব্যবহৃত যন্ত্রের মূলনীতি	[M: 16-17]

মহাবিশ্বের সৃষ্টির রহস্য

মহাবিশ্ব সৃষ্টি সম্পর্কে বিভিন্ন তথ্য

তত্ত্ব	প্রদানের সাল
আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব	1905 সালে
(আইনস্টাইনের) আপেক্ষিকতার সাধারণ তত্ত্ব	1916 সালে
মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ তত্ত্ব বা (হাবলের) বিগ ব্যাঙ তত্ত্ব	1929 সালে
(আর্নোপেনজিয়াস ও রবার্ট উইলসনের) বিগ ক্রাঞ্চ তত্ত্ব	1965 সালে

জানা আছে কি?

- বিশপ উসার বলেন, মহাবিশ্ব 4000 খ্রিষ্ট পূর্বাব্দে সৃষ্টি হয়েছিল।
- বিগ ব্যাঙ ও বিগ ক্রাঞ্চ পর্যায়ক্রমে সংঘটিত হওয়াকে 'পালসার থিওরি' বলে।
- নিউট্রন তারকা থেকে নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর বেতার স্পন্দন নির্গত হয়, যাকে পালসার বলে।
  দুটি ধর্মের কারণে নিউট্রন নক্ষত্র পালসারে পরিণত হয়– ১) এর অত্যন্ত দ্রুত আবর্তন ২) অতি শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্র
- মহাবিশ্বের ভবিষ্যত নির্ভর করে – বর্তমান প্রসারণের হার, বিশ্বের বক্রতা, মহাবিশ্বের গড় ঘনত্ব, সংকট ঘনত্ব ও বিশ্বে মোট বস্তুর পরিমাণের উপর।
- বিশ্বের প্রসারণ এবং বিশ্বে পর্যবেক্ষিত হাইড্রোজেন ও হিলিয়ামের শতাংশের অনুপাত 3 : 1

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

- মহাবিস্ফোরনের 10^{-43} সেকেন্ড পর মহাবিশ্বের তাপমাত্রা ছিল 10^{32} ডিগ্রি সেলসিয়াস এবং ঘনত্ব পানির ঘনত্বের চেয়ে 10^{10} গুণ।
- **জর্জ লেমাইটার মহাবিস্ফোরণ তত্ত্বের প্রবক্তা এবং Big Bang নামটি জর্জ গ্যামোর দেওয়া।**
- Big Bang সংগঠিত হয়েছিল 1500-2000 কোটি বছর আগে।
- Big Bang মডেলের জনক বলা হয় **জর্জ লেমাইটারকে।**
- মহাবিশ্ব সৃষ্টি নিয়ে স্টিফেন হকিং **'A Brief History of Time'** (কালের সংক্ষিপ্ত ইতিহাস) গ্রন্থ লিখেন।
- প্রোটনের জীবনকাল অর্থাৎ ক্ষয় হতে সময় লাগবে 10^{32} বছর
- আমাদের ছায়াপথ (Milky way) গ্যালাক্সিতে নক্ষত্রের সংখ্যা 10^{11}
- পৃথিবীর সাপেক্ষে নক্ষত্রগুলোর গড় বেগ $30 kms^{-1}$
- বিশ্বের মৌলিক উপাদান হলো গ্যালাক্সি। একটি গ্যালাক্সির মধ্যে গড়ে পায় 10^{11} বা দশ হাজার কোটি নক্ষত্র থাকে। ***(Ref: ইসহাক+তপন স্যার)***

◉ হাবল বিধি

আবিষ্কার	1929 সালে
আবিষ্কারক	বিজ্ঞানী হাবল
সূত্র	অপসারণ বেগ = হাবল ধ্রুবক বা হাবল পরামিতি × পৃথিবী থেকে গ্যালাক্সির দূরত্ব বা, $V = Hd \quad \because V \propto d$ অর্থাৎ, ছায়াপথগুলোর/গ্যালাক্সির অপসারণ বেগের মান, দূরত্বের সমানুপাতিক। এখানে, H এর যুক্তিসঙ্গত মান $= 72\ kms^{-1}/MP_C$ (Megapersec)

Must To Know...

- $1 A.U = 1.5\times10^{8} km$ বা $1.496\times10^{8} km$ *[তপন স্যার]*
- $1 \text{ light year} = 9.46\times10^{12} km$
- $1pc = 3.2 \text{ light year}$
- $1MP_C = 3.084\times10^{19} km$

[Ref: তোফাজ্জল স্যার]

পদার্থবিজ্ঞানের আলোকে মহাবিশ্বের চূড়ান্ত পরিণতি

➥ **মহা বিশ্বের পরিণতি নিয়ে ৩টি মত রয়েছে।**
১. আবদ্ধ মহাবিশ্ব,
২. উন্মুক্ত মহাবিশ্ব ও
৩. সমতল মহাবিশ্ব

➥ **মহাবিশ্বের মৌলিক উপাদান:**
১. সৌরজগত
২. নক্ষত্র সমূহ
৩. গ্যালাক্সি সমূহ
টেকনিক: সৌরভ নক্ষত্রে গেল

- অদৃশ্য শক্তি ও অদৃশ্য বস্তু পরস্পরের বিপরীত কাজ করে।
- মহাবিশ্বের জ্যামিতিক গঠন
  - আবদ্ধ (গড় ঘনত্ব > ক্রান্তি ঘনত্ব)
  - উন্মুক্ত (গড় ঘনত্ব < ক্রান্তি ঘনত্ব)
  - সমতল (গড় ঘনত্ব = ক্রান্তি ঘনত্ব)

এখানে, ঘনত্ব প্যারামিটার, $\Omega = \frac{\rho}{\rho_c} = \frac{\text{গড় ঘনত্ব}}{\text{ক্রান্তি ঘনত্ব}}$

এবং ক্রান্তি ঘনত্ব, $\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

মহাবিশ্বের মূল বস্তু কণা

মৌলিক কণা তিন ধরনের

ক্ষেত্রকণা	ফোটন, গেজ বোসন এবং গ্রাভিটন এর সমন্বয়ে ক্ষেত্রকণা গঠিত। এরা যথাক্রমে বিদ্যুৎ চুম্বকীয়, দুর্বল নিউক্লিয় বল এবং মহাকর্ষ বলের বাহক কণা
লেপটন কণা	লেপটন তিন ধরনের ১) ইলেকট্রন গোষ্ঠীয় লেপটন ২) মিওন গোষ্ঠীয় লেপটন ৩) টাউ গোষ্ঠীয় লেপটন • এরা বিদ্যুৎ চুম্বকীয় এবং দুর্বল নিউক্লিয় প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে কিন্তু শক্তিশালী নিউক্লিয় প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে না। এদের স্পিন $\frac{1}{2}$ এবং জীবন কাল অসীম
হ্যাড্রন কণা	যে সকল কণা শক্তিশালী নিউক্লিয়, বিদ্যুৎ চুম্বকীয় এবং দুর্বল নিউক্লিয় এই তিন প্রক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করতে পারে তাদেরকে হ্যাড্রন কণা বলে। হ্যাড্রন কণা দুই ধরনের ১। মেসন ২। বেরিয়ন • মেসনের স্পিন শূন্য (0) কিন্তু বেরিয়নের স্পিন শূন্য নয়

কোয়ার্ক

- বিজ্ঞানী 'গেলম্যান' কোয়ার্ক নামকরণ করেন
- কোয়ার্ক হল অতি পারমাণবিক কণা যা দ্বারা প্রোটন ও নিউট্রনসমূহ গঠিত। সকল কোয়ার্কই ফার্মিয়ন, যাদের স্পিন $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}$.....
- ছয় ধরনের কোয়ার্ক আছে।
- হিগস বোসনই ঈশ্বর কণা বা **God's Particle** নামে পরিচিত।

নক্ষত্রের জীবন কাহিনী

নক্ষত্রের জন্ম

- ধুলিমেঘে 75% হাইড্রোজেন, 24% হিলিয়াম এবং কার্বন, নাইট্রোজেন, অক্সিজেনসহ অন্যান্য গ্যাস 1% থাকে ।
- তাপমাত্রা 10^7 K এ পৌছালে নিউক্লিয় ফিউশন বিক্রিয়া শুরু হয়।

নক্ষত্রের মৃত্যু

- রশ্মি দৈত্য→শ্বেত বামন→কালো বামন→নক্ষত্রের মৃত্যু
- **নক্ষত্রের তিনটি চূড়ান্ত অবস্থা**

১. শ্বেত বামন
২. নিউট্রন তারকা
৩. কালো বিবর

- সূর্য প্রতি সেকেন্ডে 4×10^{26} জুল শক্তি বিকিরণ করে।
- নীহারিকা 10^{100} বছর পর্যন্ত বেঁচে থাকে।

গ্যালাক্সি ঃ

- গঠন অনুসারে দুই ভাগে ভাগ করা হয়েছে–

ক. স্বাভাবিক	খ. রেডিও গ্যালাক্সি
১. উপবৃত্তাকার	১. সাধারণ রেডিও গ্যালাক্সি
২. সর্পিল/পেচানো/কুন্ডলিত	২. কোয়াসার
৩. অনিয়মিত/বিষম	

- আমাদের ছায়াপথ (milky way) ও অ্যানড্রোমিডা হল সর্পিলাকার বা পেঁচানো গ্যালাক্সি

[Ref: তপন স্যার]

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

কোয়াসার:

➥ নক্ষত্র নয় অথচ নক্ষত্রের মত (আধানাক্ষত্রিক) দেদীপ্যমান বিস্ময়কর মহাজাগতিক বস্তুকে কোয়াসার বলে।

➥ 150টি কোয়াসার শনাক্ত হয়েছে।

সুপারনোভা

➥ সূর্যের ভরের তুলনায় অনেক ভারী নক্ষত্রগুলো জ্বালানী শেষ হলে সংকোচন অত্যন্ত তীব্র হয় এবং মূল অংশের ঘনত্ব এত বেড়ে যায় যে প্রচন্ড বিস্ফোরণের মধ্য দিয়ে মৃত্যু বরণ করে।

➥ **1054** সালে চীনা জ্যোতির্বিদরা সুপারনোভা বিস্ফোরণ প্রত্যক্ষ করেন। এ সুপার নোভার ঔজ্জ্বল্য এত বেশি ছিল যে, কয়েকদিন পর্যন্ত তা দিনের বেলাতেও দৃষ্টিগোচর হয়েছিল। তাঁরা তখন একে "অতিথি তারা" হিসেবে অভিহিত করেছিলেন। ***[Ref: তপন স্যার]***

Must To Know...

➥ $3M_O > M_O \rightarrow$ কালো বিবর

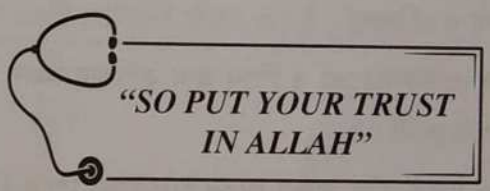
➥ তারকার ভর, সূর্যের ভরের চেয়ে 1.4 গুণ কম$\rightarrow$ শ্বেত বামন

➥ তারকার ভর 1.4 M_O ও 3 M_O এর মধ্যে $\rightarrow$ নিউট্রন তারকা

➥ তারকার ভর 3 M_O এর বেশী$\rightarrow$ কালো বিবর

➥ তারার ভর 1 M_O হলে–

- ব্লাকহোলের ব্যাস 2.5 কি.মি.
- সাদা বামনের ব্যাস 13 হাজার কি.মি.
- লাল দানবের ব্যাস 14 কোটি কি.মি.
- সূর্যের ব্যাস 14 লক্ষ কি.মি.
- নিউট্রন তারার ব্যাস 16 কি.মি.



➥ 1.4 M_O ভরের বেশি হলে সেটি কোনভাবেই শ্বেতবামন হবে না।

➥ **1.4 M_O ভরের সীমাকে চন্দ্রশেখর সীমা বলে। [$M_O = 1.9 \times 10^{30}$kg]**

➥ পৃথিবীর মুক্তি বেগ

$$V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 11.2 \text{ kms}^{-1}$$

কৃষ্ণবিবর

➥ **সংজ্ঞা ঃ** যে অঞ্চল থেকে কোন তথ্য পাওয়া সম্ভব নয়, যেখান থেকে আলো বা কোন বস্তু বেরিয়ে আসতে পারে না ঐ অঞ্চলকে কৃষ্ণ বিবর বা গহ্বর বলে (black hole)। এই অঞ্চলের সীমাকেই বলা হয় ঘটনা দিগন্ত।

➥ **কার্ল সোয়ার্জশিল্ড সমীকরণ**

• ১৯১৬ সালে কৃষ্ণ বিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ/সংকট ব্যাসার্ধ/সোয়ার্জশিল্ড ব্যাসার্ধ Rs এর রাশিমালা নির্ণয় করেন–$R_s = \frac{2GM}{c^2}$

➥ সূর্যভরের সমান ভর বিশিষ্ট একটি কৃষ্ণ বিবর বাঁচে প্রায় 10^{65} বছর।

➥ **'কৃষ্ণ বিবর' আবিষ্কার করেন জন হুইলার।**

➥ **কৃষ্ণ বিবরের আয়তন সসীম কিন্তু ভর প্রায় অসীম।**

➥ সার্বিক আপেক্ষিকতা সমতুল নীতির ওপর প্রতিষ্ঠিত হয়।

➥ 1974 সালে স্টিফেন হকিং দেখান যে কৃষ্ণ বিবর কণা নির্গমনের উৎস হতে পারে।

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

বিগত বছরের প্রশ্নসমূহ...

1. নিউট্রন তারকা সংকুচিত হয়ে কি অবস্থা লাভ করে? [M. 17-18]

A. রক্তিম দৈত্য B. সুপার নোভা C. সাদা বামন D. কৃষ্ণ গহ্বর

Ans: D

2. "A Brief History of Time" গ্রন্থটির রচয়িতা কে? [M. 17-18]

A. রবার্ট উইলসন B. এডউইন হাবল C. স্টিফেন হকিন্স D. বিশপ উশার

Ans: C

3. কোন টেলিস্কোপটি মহাকাশ পর্যবেক্ষণে ব্যবহৃত হয় না? [M: 16-17]

A. রেডিও টেলিস্কোপ B. ম্যাগনেটিক টেলিস্কোপ C. গামা-রে টেলিস্কোপ D. অপটিক্যাল টেলিস্কোপ

Ans: B

4. কৃষ্ণ গহ্বরের আবিষ্কারক কে? [M: 12-13]

A. নিউটন B. স্টিফেন হকিং C. জন হুইলার D. আইনস্টাইন

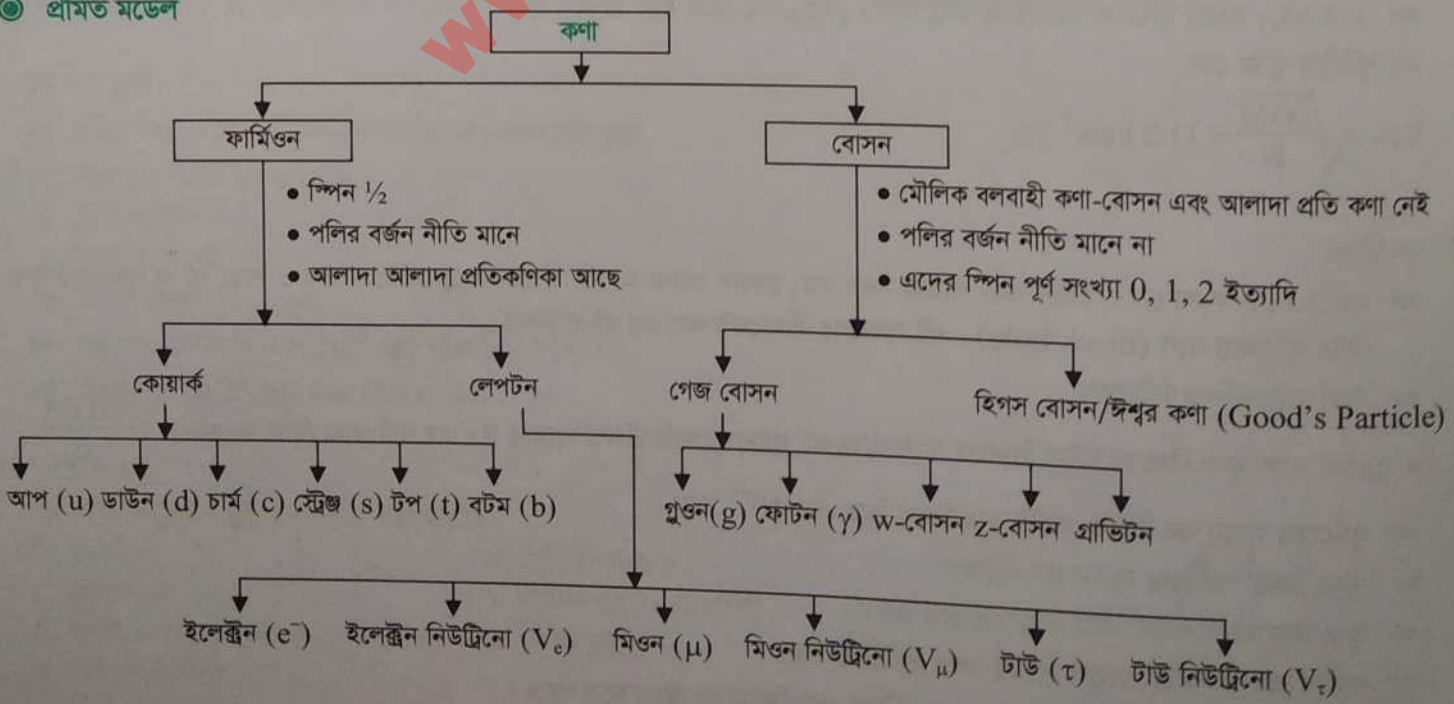
Ans: C

◉ কণা ও প্রতিকণা

➥ প্রতিকণার ভর ও স্পিন অন্য কণিকার সমান কিন্তু তড়িৎ আধান, বেরিয়ন সংখ্যা, লেপ্টন সংখ্যা প্রভৃতি অন্য কণিকার সমমানের অথচ বিপরীতধর্মী।

➥ পল ডিরাক, প্রমাণ করেন ইলেক্ট্রনের স্পিন 1/2 এবং এ্যান্টিইলেক্ট্রন e^+ (পজিট্রন) আবিষ্কার করেন।

◉ প্রমিত মডেল



www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

পড়ায় পরে, সময় ফুরে...

"তুমি মানুষের মাঝে কম পরিচিত হও, তাহলে তোমার দ্বারা গীবত কম হবে।"
- সুফিয়ান সাওরি রহ.

- কোয়ার্ক দলবদ্ধ থাকে এবং কোয়ার্কের দলকে হ্যাড্রন বলে।
  তিনটি কোয়ার্কের হ্যাড্রন→ব্যারিয়ন; যেমন: প্রোটন ও নিউট্রন ইত্যাদি
  একটি কোয়ার্ক ও অ্যান্টিকোয়ার্কের হ্যাড্রন→ মেসন; যেমন: π মেসন, k মেসন
- নিউট্রিনো বৈদ্যুতিক চার্জবিহীন, দুর্বল সক্রিয় ও ক্ষুদ্রভরের মৌলিক কণা।
- গ্লুওন সবল নিউক্লিয় বলবাহী কণা ও ভরশূণ্য।
- ফোটন তড়িৎ চৌম্বকীয় বলকে বহন করে এবং নিশ্চল ভর শূণ্য।
- W ও Z বোসন এর ভর আছে।
- **হিগস বোসনের আধান ও স্পিন 0 তবে ভর আছে।**

বিজ্ঞানীদের কথামালা

সাল	বিজ্ঞানী	মতবাদ
১৯২৭	কে.ই. লেমাইটার	বিশ্বের কেন্দ্রীভূত ভরকে "মহাজাগতিক ডিম" বলেন। তিনি **মহাবিস্ফোরণ** তত্ত্বের প্রবর্তক।
১৯২৯	এডউইন হাবল	**"লাল অপসারণ"** (red shift) লক্ষ করেন।
১৯৬৪	পিটার হিগস	সৃষ্টিজগতে আরেক ধরনের কণা থাকতে হবে, যারা মহাবিশ্বে ভর সৃষ্টি করেছে। এবং মহাবিশ্বে সৃষ্টির মূল আছে 12 টি মৌলিক কণা (6টি লেপটন ও 6টি কোয়ার্ক) এবং 12 তম কণার নাম "হিগস বোসন" কনা এবং এ কণার ভর 125-126 গিগাইলেক্ট্রন ভোল্ট, যা একটি প্রোটনের ভরের প্রায় 130 গুণ।

মহাবিশ্বের অন্তিম পরিণতি

➥ অদৃশ্য বস্তু (Dark matter)

মহাবিশ্বে বিপুল পরিমাণ অদৃশ্য ভর রয়েছে, যা শক্তিশালী মহাকর্ষ ক্ষেত্র তৈরী করে। এই অদৃশ্য ভরই "অদৃশ্য বস্তু"।

অদৃশ্য শক্তি

➥ ডব্লিউ এমপি'র (Wilkinson Microwave Anistropy probe) তথ্যমতে মহাবিশ্বে অদৃশ্য শক্তি 74%, অদৃশ্য বস্তু 22% এবং সাধারণ বস্তু মাত্র 4% আছে। একদিকে অদৃশ্য বস্তু শক্তিশালী মহাকর্ষ ক্ষেত্র সৃষ্টিতে ভূমিকা রাখে অন্যদিকে অদৃশ্য শক্তি মহাকর্ষের বিপরীতে কাজ করে মহাবিশ্বের সম্প্রসারণের জন্য দায়ী। ***[Ref: তোফাজ্জল স্যার]***

বিভিন্ন প্রকার তত্ত্বঃ

বিগ ব্যাঙ তত্ত্ব	• মহাবিশ্ব আজ থেকে প্রায় 15-20 বিলিয়ন বছর পূর্বে সৃষ্টি হয়েছে। • স্থান ও সময়ের ধারণা সৃষ্টি হয় বিগ ব্যাঙ তত্ত্বের মাধ্যমে। অর্থাৎ বিগ ব্যাঙের আগে কিছুই ছিল না।
মহা হিমায়ন অথবা তাপীয় মৃত্যু	মহাবিশ্বের গড় তাপমাত্রা অসমভাবে পরম শুণ্যের দিকে অগ্রসর হবে এবং মহা হিমায়ন অবস্থা তৈরী হয় এবং কৃষ্ণ গহ্বর স্বতঃবাষ্পীভূত হয়। এনট্রপি বাড়তে বাড়তে তাপীয় মৃত্যু'র অবস্থায় পৌছাবে।
মহা সংকোচন	মহাবিশ্বের গড়ঘনত্ব, তার সম্প্রসারণকে বন্ধ করার জন্য যথেষ্ট। • যদি গড় ঘনত্ব > সংকট ঘনত্ব হয়, তাহলে মহাসংকোচন হবে। • মহাবিশ্বের প্রসারনের হার অসীমে পৌছানোর পর কোনো বল পদার্থের উপর প্রভাব সৃষ্টি করতে পারবে না। এমতাস্থায় মহাবিশ্বের সববিছুই পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যাবে। একে বিগ (Big Rip) বা মহা বিচ্ছেদ বলে।

www.bdniyog.com

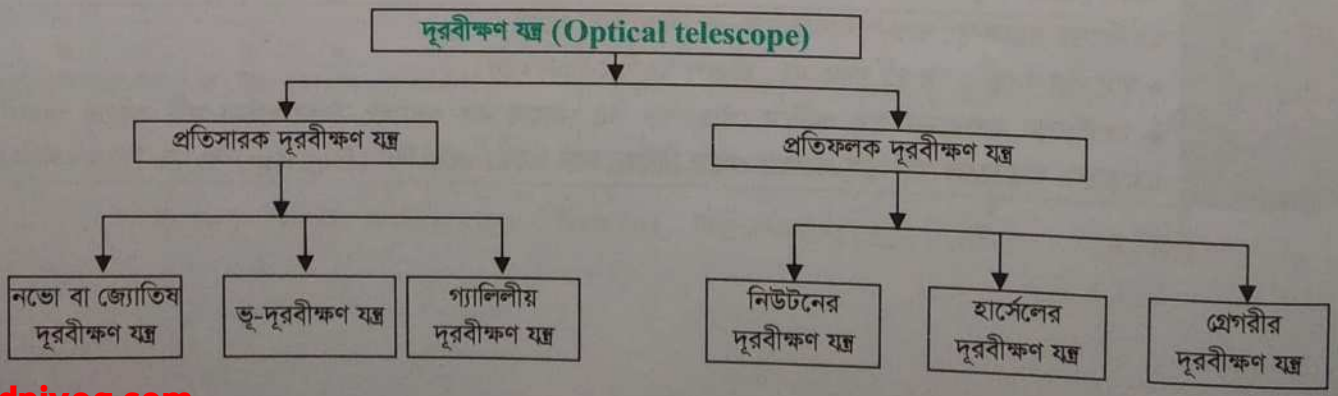
www.bdniyog.com

মহাকাশ পর্যবেক্ষণে ব্যবহৃত যন্ত্রের মূলনীতি

বিভিন্ন ধরনের টেলিস্কোপ

রেডিও টেলিস্কোপ	• সাধারণত অপটিক্যাল বা অবলোহিত টেলিস্কোপ হতে অনেক বড় আকারের হয় • ৩টি অংশ — রেডিও প্রতিফলক ডিশ; রেডিও বা বেতার এন্টেনা; রেকর্ডার • 1900 সালে স্থাপিত হাবল টেলিস্কোপ পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 600 km বা 569 km উচ্চতায় কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান। • গামা রে টেলিস্কোপ ঃ প্রতিফলক হিসাবে দর্পন ব্যবহার করা যায় না (কারণ গামা রশ্মি সাধারণ আলোর চেয়ে দশ মিলিয়ন গুণ শক্তিশালী) • দু'প্রকার — স্পেকট্রোমিটার (বাকেট আকৃতির হয়); কোপটন স্কেটার (55 গ্যালন তেল ব্যবহৃত হয়)
অপটিক্যাল টেলিস্কোপ	অপটিক্যাল টেলিস্কোপ প্রধানত তিন ধরনের ঃ ১। প্রতিসারক – লেন্স ব্যবহৃত হয়। ২। প্রতিফলক – আয়না ব্যবহৃত হয়। ৩। ক্যাটাডায়প্ট্রিক– লেন্স এবং আয়না উভয়ই ব্যবহৃত হয়।
গামা রে টেলিস্কোপ	• গামা রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিসর 10^{-11} m থেকে 10^{-15} m পর্যন্ত বিস্তৃত। • উৎস: i) পরমাণুর নিউক্লিয়াস উত্তেজিত হয়ে উচ্চ শক্তিস্তর থেকে নিম্ন শক্তিস্তরে স্থানান্তরের ফলে এ রশ্মি নির্গত হয়। ii) তেজস্ক্রিয় পরমাণুর বিশ্লেষণের (Disintegration) সময় এ রশ্মি নির্গত হয়। iii) মহাবিশ্বে সবচেয়ে উত্তপ্ত এবং শক্তিশালী বস্তুসমূহে বিভিন্ন বিক্রিয়ার কারণে গামা রশ্মি উৎপন্ন হয়। যেমন নিউট্রন নক্ষত্র, পালসার (Pulsar), সুপারনোভা বিস্ফোরণ, কৃষ্ণ বিবরের পরিপার্শ্ব ইত্যাদি। • গামা রশ্মি শনাক্তকরণের জন্য এক বিশেষ ধরনের ডিটেকটর (Detector) ব্যবহার করা হয় যাকে **সিন্টিলেশন ডিটেকটর (Scintillation detector)** বলা হয়। • কম্পটন বিক্ষেপ টেলিস্কোপ (Compton Scatter Telescope) এ ধরনের একটি গামা-রে টেলিস্কোপ।
এক্সরে টেলিস্কোপ	• যে বিশেষ প্রযুক্তির মাধ্যমে এক্সরে ধরার বিশেষ দর্পণ তৈরী হয়, তাকে গ্রেজিং আপতন বা 'আলতো করে ছুড়ে যাওয়া' কৌশল বলে। • এ কারণে এক্সরে টেলিস্কোপের অপর নাম **"গ্রেজিং আপতন টেলিস্কোপ।"** • চার্জ কাপলড ডিভাইস ব্যবহার করে উপাত্ত বিশ্লেষণ করা হয়।

➥ আলফা রশ্মির বিকিরণ আবিষ্কার হয় 1899 সালে
➥ গামা রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10^{-9} cm হতে 10^{-13} cm
➥ এক্সরে রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10^{-8} m হতে 10^{-13} m



www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

কৃত্রিম উপগ্রহ

➥ সোভিয়েত বিজ্ঞানীরা ১৯৫৭ সালের অক্টোবর মাসে স্পুটনিক-১ নামে প্রথম কৃত্রিম উপগ্রহ প্রেরণ করে। কৃত্রিম উপগ্রহ হলো মহাকাশে উৎক্ষেপিত বৈজ্ঞানিক প্রক্রিয়ায় উদ্ভাবিত উপগ্রহ।

➥ **উদাহরণ:** আবহাওয়া উপগ্রহ, মহাকাশ গবেষণা উপগ্রহ, নৌপথ বা আকাশ পথ পর্যবেক্ষণ উপগ্রহ, যোগাযোগ উপগ্রহ, সামরিক উপগ্রহ।

➥ **কৃত্রিম উপগ্রহের সমীকরণ**

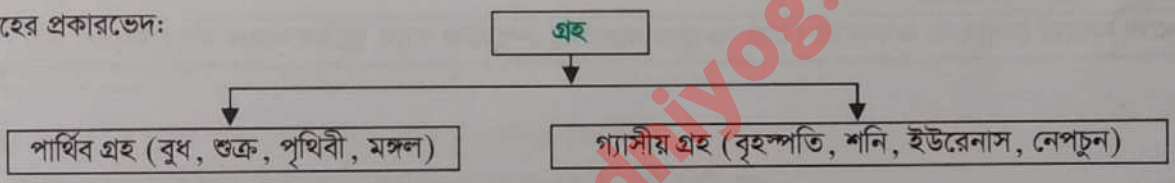
- $V = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \sqrt{\frac{GM}{R+h}}$
- $T = 2\pi (R + h)\sqrt{\frac{R + h}{GM}}$

এখানে,
R = পৃথিবীর ব্যাসার্ধ,
M = পৃথিবীর ভর,
h = পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে উপগ্রহের উচ্চতা,
G = মহাকর্ষ ধ্রুবক।

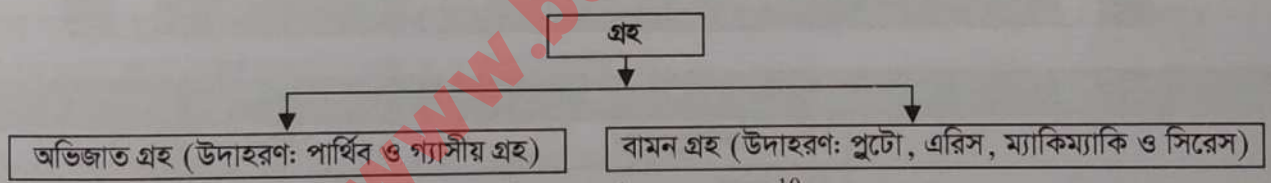
গ্রহ-উপগ্রহ সম্পর্কিত কিছু তথ্য

➥ সৌরজগতে
গ্রহ- ৮টি
উপগ্রহ-৩২টি

➥ গ্রহের প্রকারভেদ:



আবার,



➥ **সূর্য:** মিল্কিওয়ে হতে 30 হাজার আলোকবর্ষ দূরে অবস্থিত। সূর্যের আয়ুষ্কাল 10^{10} বছরের মত।

➥ সূর্যে হাইড্রোজেন 74%, হিলিয়াম 25% , অন্যান্য পদার্থ 1%

➥ **বুধ:** মোট ভরের 80 ভাগই কেন্দ্রে অবস্থিত। বুধ গ্রহের কেন্দ্রে রয়েছে **লোহা ও নিকেল**।

➥ **শুক্র:**

- এটি পৃথিবীর যমজগ্রহ
- পৃথিবীর নিকটতম গ্রহ
- নিজ অক্ষের ওপর আবর্তনে সময় লাগে→ 343 দিন
- সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে→ 224 দিনে

➥ আবহাওয়া মন্ডলের 96% CO_2, 3.5% N_2 এবং বাকী অংশ CO, Ar, SO_2 ইত্যাদি দ্বারা গঠিত।

➥ **পৃথিবী**

➥ একমাত্র এখানেই প্রাণিজগতের অস্তিত্ব আছে।

➥ গড় ব্যাস 12,753 কি.মি.

➥ গড় ঘনত্ব 5.52 গ্রাম/সে.মি

➥ ভূপ্রকৃতির দিক দিয়ে ৩টি স্তর — কোর/কেন্দ্র, ম্যান্টল /আবরণ, ক্রাস্ট /ভূত্বক

রাসূলুল্লাহ সা. বলেন,
"তিন শ্রেণীর মানুষ জান্নাতে প্রবেশ করবে না।
- পিতা-মাতার অবাধ্য সন্তান
- স্ত্রীকে বেপর্দা ও পরপুরুষের সঙ্গে মিশতে দেয়া স্বামী এবং
- পুরুষের সাদৃশ্য অবলম্বনকারী নারী।"
- নাসাঈ

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

মঙ্গল	• সৌরজগতের সবচেয়ে উঁচু আগ্নেয়গিরি শৃঙ্গটির নাম অলিম্পাস সন্স, উচ্চতা ২৪ কি. মি. • মঙ্গলে বিষুবরেখা বরাবর পূর্ব হতে পশ্চিমে বিরাট খালের মত চিহ্ন দেখা যায়। একে বলে পশ্চিম 'ভ্যালেস মেরিনারিস'
বৃহস্পতি	আবহাওয়া মন্ডলে H_2, NH_3 অ্যামোনিয়াম হাইড্রোসালফাইড রয়েছে। এটি সৌরগজতের সবচেয়ে বৃহত্তম গ্রহ।
শনি	আবহাওয়া মন্ডলে 97% H_2, 3% NH_3, He, NH_3, পানির বরফ পাওয়া যায়।
ইউরেনাস	তৃতীয় বৃহত্তম গ্রহ আবহাওয়া মন্ডলে 83% H_2, 15% He, 2% CH_4 রয়েছে।
নেপচুন	ইউরেনাসের জমজ গ্রহ। অভ্যন্তরীণ অংশ → কোর/কেন্দ্র, ম্যান্টল/আবরণ, ক্রাস্ট/ভূত্বক
বামন গ্রহ	বামন গ্রহ → প্লুটো, এরিস, ম্যাকিম্যাকি, সিরেস
এরিস	সবচেয়ে বৃহৎ বামনগ্রহ প্রাথমিক সংকেত ঃ 2003 ইউ. বি. 313
প্লুটো	কখনো কখনো নেপচুনের কক্ষপথের ভেতরেও ঢুকে যায় কিন্তু নেপচুনের সাথে প্লুটোর সংঘর্ষ হবার সম্ভাবনা নেই।

গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণসমূহ

নং	সূত্র	পরিচিতি	একক
০১	হাবলের সূত্র– $V(t) = H_oD(t)$	V = গ্যালাক্সির বেগ	ms^{-1} (মিটার. সেকেন্ড$^{-1}$)
		D = দূরত্ব	m (মিটার)
		H_o = সমানুপাতিক ধ্রুবক/হাবল ধ্রুবক	$kms^{-1}\ Mpc^{-1}$
০২	মুক্তিবেগ, $Ve = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$	H_e = মুক্তি বেগ	ms^{-1} (মিটার. সেকেন্ড$^{-1}$)
		G = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক	Nm^2kg^{-2}
		R = ব্যাসার্ধ	m(মিটার)
		M = (ভর)	kg (কিলোগ্রাম)
০৩	সোয়ার্জশিল্ড ব্যাসার্ধ, $R_s = \frac{2GM}{c^2}$	R_s =সোয়ার্জশিল্ড ব্যাসার্ধ	m(মিটার)
		G = মহাকর্ষীয় ধ্রুবক	Nm^2kg^{-2} (নিউটন×মি.^{2}× কেজি$^{-2}$)
		c = আলোর বেগ	ms^{-1} (মিটার. সেকেন্ড$^{-1}$)

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

গাণিতিক সমস্যাবলী

১। একটি নক্ষত্রের ভর 4Mo। নক্ষত্রটি যদি কৃষ্ণ বিবরে রূপান্তরিত হয় তবে শোয়ার্জশিল্ড বা সংকট ব্যাসার্ধ কত হবে?

সূত্র: $R_s = \frac{2GM}{c^2}$ Ans: 11.80 km

- নক্ষত্রের ভর 2Mo হলে সংকট ব্যাসার্ধ = 5.93km
- নক্ষত্রের ভর 4Mo হলে সংকট ব্যাসার্ধ = 11.80km
- নক্ষত্রের ভর 6Mo হলে সংকট ব্যাসার্ধ = 17.70km

২। যদি NGC 4472 গ্যালাক্সি পৃথিবী হতে 770km/s দ্রুতিতে পশ্চাদপসারণ করে তবে পৃথিবী হতে গ্যালাক্সিটির দূরত্ব নির্ণয় কর। [এখানে H=71 (kms-1)/MPc]

সূত্র: $d = \frac{V}{H}$ Ans:10.89 MPc

৩। সূর্যের ভর হল 1.99×10^{30}kg। একই ভরের কৃষ্ণবিবরের ব্যাসার্ধ কত হবে?

সূত্র: $R_s = \frac{2GM}{c^2}$ Ans:Ans: 2.95 km/3 km

Must To Know...

- মহাবিশ্বের শুরু হচ্ছে প্ল্যাঙ্ক কাল থেকে যার ব্যাপ্তি 0s থেকে 10^{-43}s।
- আলো ১ বছরে শূন্য মাধ্যমে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে এক আলোক বর্ষ বলে।
- বিজ্ঞানী হাবল সর্বপ্রথম প্রমাণ করেন "মহাবিশ্ব সম্প্রসারণশীল", হাবল টেলিস্কোপ হলো বিশ্বের সবচেয়ে আধুনিক টেলিস্কোপ।
- গামারশ্মি ধাতব স্তরের মধ্যে প্রবেশ করলে ইলেকট্রন ও পজিট্রন তৈরি হয়।
- পালসার হলো ঘূর্ণায়মান নিউট্রন নক্ষত্র। মহাবিশ্বের বয়স প্রায় ১৫ বিলিয়ন বছর বা 14×10^9 বছর।
- মহাবিশ্বের অন্তিম পরিণতি বিষয়ক তত্ত্ব–মহা সংকোচন, বিকিরণ, মহাহিমায়ন।
- সাধারণ নক্ষত্রের জ্বালানি হল হিলিয়াম। সূর্য একটি বামন নক্ষত্র।
- আকাশগঙ্গা সর্পিলাকার গ্যালাক্সি। কোয়েসার থেকে বেতার তরঙ্গ নির্গত হয়। বুধ গ্রহের কেন্দ্রে রয়েছে লোহা ও নিকেল।
- নিউট্রন নক্ষত্র, পালসার, সুপারনোভা বিস্ফোরণ, কৃষ্ণ বিবরের পরিপার্শ্বে গামা রশ্মি উৎপন্ন হয়।
- পৃথিবী থেকে সূর্যের দূরত্ব ১৫ কোটি কিলোমিটার।
- সূর্য থেকে পৃথিবীতে আলো আসতে সময় লাগে ৮ মিনিট ১৯ সেকেন্ড

Home Practice...

০১. নক্ষত্রের মৃত্যুর জন্য কোনটি সঠিক?

A. কালো বামন→ শ্বেত বামন→ রক্তিম দৈত্য
B. রক্তিম দৈত্য→ কালো বামন→ শ্বেত বামন
C. শ্বেত বামন→ কালো বামন →রক্তিম দৈত্য
D. রক্তিম দৈত্য→ শ্বেত বামন→ কালো বামন

০২. সূর্য ও পৃথিবীর গড় দূরত্বকে কি বলে?

A. Astronomical unit
B. Light year
C. Parsec
D. Megaparsec

০৩. মহাগর্জনের প্রথম সেকেন্ড পর তাপমাত্রা কত ছিল?

A. ৫০ কোটি কেলভিন
B. ১০০ কোটি কেলভিন
C. ১২৫ কোটি কেলভিন
D. ১৫০ কোটি কেলভিন

www.bdniyog.com

www.bdniyog.com

০৪. সূর্যের ফিউশন বিক্রিয়ায় কোন গ্যাস উৎপন্ন হয়?
A. হিলিয়াম B. হাইড্রোজেন C. অক্সিজেন D. নাইট্রোজেন

০৫. প্রোটনের জীবনকাল কে নির্ণয় করেছেন?
A. এডউইন হাবল B. এস. ডব্লিউ হকিং C. ল্যামেইটার D. উইলসন

০৬. কোনটি লেপটন কণার অন্তর্ভূক্ত নয়?
A. ফোটন B. ইলেকট্রন C. মিওন D. টাউ

০৭. তারকার ভর কত হলে কালো বিবর বলা যাবে?
A. 1.4 গড় এর কম B. 1.4 Mo ও 3Mo এর মধ্যে C. 3 Mo এর বেশী D. 4 Mo এর বেশী

০৮. গামা রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত?
A. 10^{-9} হতে 10^{-13} cm B. 10^{-9} হতে 10^{-11} nm
C. 10^{-7} হতে 10^{-9} cm D. 10^{-7} হতে 10^{-9} nm

০৯. কোনটি অপটিক্যাল টেলিস্কোপের প্রকার নয় ?
A. প্রতিফলক B. প্রতিসারক C. শোষক D. ক্যাটাডায়পট্রিক

১০. কোনটি সঠিক?
A. 1905 সাল– আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব B. 1916 সাল– আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব
C. 1929 সাল– বিগ ক্রাঞ্চ তত্ত্ব D. 1965 সাল– বিগ ব্যাঙ তত্ত্ব

১১. নিউট্রিনোর ক্ষেত্রে কোনটি ভুল ঃ
A. চার্জবিহীন B. দুর্বল সক্রিয় C. ক্ষুদ্র ভরের D. দলবদ্ধভাবে থাকে

১২. এক্সরে রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য কোনটি?
A. 10^{-9} হতে 10^{-11} cm B. 10^{-8} হতে 10^{-13} cm
C. 10^{-9} হতে 10^{-11} m D. 10^{-8} হতে 10^{-13} m

১৩. বামন গ্রহ নয় কোনটি?
A. এরিস B. নেপচুন C. প্লুটো D. সিরেস

১৪. কোন কণার প্রতিকণা নেই?
A. হ্যাড্রন B. ফোটন C. লেপটন D. ইলেকট্রন

১৫. মহাবিশ্ব সৃষ্টির মূলে ১২টি কণা আছে। ১২তম কণাটির নাম কি?
A. হিগস বোসন B.লেপটন C. কোয়ার্ক D. মিওন

১৬. কোনটি পার্থিব গ্রহ নয়?
A. পৃথিবী B. মঙ্গল C. বুধ D. বৃহস্পতি

১৭. কার্ল শোয়ার্জশিল্ড-এর সমীকরণ কোনটি?
A. $R_s = \frac{2Gm}{c^2}$ B. $R_s = \frac{GM}{c^2}$ C. $R_s = \frac{2GM}{c^2}$ D. $R_s = \frac{2GM}{c}$

১৮. মহাবিশ্বের মৌলিক উপাদান নয় কোনটি?
A. সৌরজগৎ B. গ্রহ সমূহ C. নক্ষত্র সমূহ D. গ্যালাক্সি সমূহ

Answer:	01. D	02. A	03. D	04. A	05. B	06. A	07. C	08.A	9. C
	10. A	11. D	12. D	13. B	14. B	15. A	16. D	17. C	18. B

www.bdniyog.com

আরো দেখুন

প্রতিদিনের চাকুরীর সার্কুলার পেতে এখানে ক্লিক করুন

প্রতি মাসের কারেন্ট অ্যাফেয়ার্স পিডিএফ এখানে ক্লিক করুন

চাকুরীর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিসিএস এর প্রয়োজনীয় পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

প্রতি সপ্তাহের চাকুরী পত্রিকা ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

সকল নিয়োগ পরীক্ষার প্রশ্ন সমাধান এখানে ক্লিক করুন

বিডিনিয়োগ.কম দেশের সেরা পিডিএফ কালেকশন

SSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

HSC এর প্রয়োজনীয় সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তির সকল পিডিএফ বই এখানে ক্লিক করুন

সকল ধরনের সাজেশন ডাউনলোড এখানে ক্লিক করুন

ORIGINAL
BDNIYOG.COM
COPYRIGHT