তাপ গতিবিদ্যা

MD Hasibul Hassan Shanto
Patuakhali Medical College

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–

- তাপমাত্রা, তাপীয় সমতা
- তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র ও ২য় সূত্র
- প্রত্যাবর্তী ও অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া
- সমোষ্ণ ও রূদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া
- কার্নোইঞ্জিন
- এনট্রপি

তাপমাত্রা পরিমাপের নীতি ঃ

- **থার্মোমিটারঃ** যে যন্ত্র দ্বারা তাপমাত্রা নির্ভুলভাবে পরিমাপ করা যায়
- **উষ্ণতামিতি ধর্ম ঃ** তাপমাত্রা পরিমাপ উপযোগী পদার্থের যে সব ধর্ম কাজে লাগানো হয়
- **উষ্ণতামিতি পদার্থ ঃ** যে সব পদার্থের উষ্ণতামিতি ধর্ম ব্যবহার করে থার্মোমিটার তৈরী করা হয়
- **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।
- **উর্ধ্ব 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।

তাপগতিবিদ্যার শূন্যতম সূত্র (Zero-th 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।

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 লক্ষ 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।

www.Educationblog24.com

- সেলসিয়াস স্কেলে, $\theta = \frac{X_\theta - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}} \times 100$
- ফারেনহাইট স্কেলে, $\theta = \frac{X_\theta - X_{ice}}{X_{steam} - X_{ice}} \times 180^\circ F + 32^\circ F$
- কেলভিন স্কেলে, $T = \theta + 273$
- ফারেনহাইট স্কেলে, $Q_F = 32 + \frac{9}{5} Q_C$
- **$-40^\circ C$ এবং $-40^\circ F$ এ সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যাবে।**
- **574.25K এবং $574.25^\circ F$ এ কেলভিন ও ফারেনহাইট স্কেলে একই পাঠ পাওয়া যাবে।**
- স্কেলসমূহের মধ্যে পারস্পরিক সম্পর্কঃ $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{K-273}{5}$
- পারদ থার্মোমিটারে, $\theta = \frac{l_\theta - l_0}{l_{100} - l_0} \times 100^\circ C$
- রোধ থার্মোমিটারে, $\theta = \frac{R_\theta - R_0}{R_{100} - R_0} \times 100^\circ C$
- তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের তালিকা ঃ

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

➤ **তাপ গতিবিদ্যা ঃ** তাপ ও যান্ত্রিক শক্তির পারস্পরিক রূপান্তর ও সম্পর্ক আলোচনা করে।

➤ ***তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র ঃ** তাপ গতিবিদ্যার প্রথম সূত্র প্রদান করেন বিজ্ঞানী জুল। তিনি সর্বপ্রথম তাপ ও কাজের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন করেন। তিনি ১৮৪৭ সালে তাপ ও কাজের/যান্ত্রিক শক্তির মধ্যে সম্পর্ক নির্ণয় করেন। এইচ. ভন. হেলমজ ১৮৪৭ সালে শক্তির অবিনাশিতাবাদ নীতি বা শক্তির নিত্যতা নীতি প্রদান করেন। তাপ গতিবিদ্যার ১ম সূত্র, শক্তির নিত্যতা সূত্রের-ই একটি বিশেষ রূপ।

- **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]
- তাপ গতিবিদ্যার প্রথম সূত্রকে সাধারণভাবে প্রকাশ করেন ক্লসিয়াস।
- **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 ঃ** $dQ = dU + dW$

www.Educationblog24.com

	ধনাত্মক (+)	ঋণাত্মক (-)
dQ	সিস্টেমে তাপ সরবরাহ বৃদ্ধি পেলে	সিস্টেম তাপ হারালে
dU	সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি বৃদ্ধি পেলে	সিস্টেমের অভ্যন্তরীণ শক্তি হ্রাস পেলে
dW	সিস্টেম কর্তৃক কাজ সম্পাদিত হলে	সিস্টেমের ওপর কাজ সম্পাদিত হলে

*** তাপ গতিবিদ্যার ১ম সূত্রের তাৎপর্য ঃ

১) তাপ ও কাজের মধ্যে সম্পর্ক স্থাপন

২) নির্দিষ্ট পরিমাণ কাজ পেতে নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপ প্রয়োজন এবং নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপ পেতে নির্দিষ্ট পরিমাণ কাজ প্রয়োজন।

৩) কোন কিছু ব্যয় না করে কাজ/শক্তি পাওয়া অসম্ভব। (শক্তির সরবরাহ ছাড়া কাজ পাওয়া অসম্ভব)

৪) কাজ ও তাপ একে অপরের সমতুল্য।

৫) এটি শক্তির সংরক্ষণশীলতা সূত্রের বিশেষরূপ

৬) জ্বালানি শক্তি ব্যতীত কোন যন্ত্রই কাজ করতে সক্ষম নয়। অর্থাৎ অনন্ত গতিযুক্ত যন্ত্র উদ্ভাবন সম্ভব নয়।

***তাপ গতিবিদ্যার ১ম সূত্রের ব্যবহার ঃ

- সমোষ্ণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে, সিস্টেম বা ব্যবস্থা কর্তৃক সম্পাদিত কাজ, সিস্টেমে সরবরাহকৃত বা গৃহীত তাপশক্তির সমান।
- রূদ্ধতাপীয় প্রসারণ প্রক্রিয়ার ক্ষেত্রে, অভ্যন্তরীণ শক্তি হ্রাস পায় + তাপমাত্রা হ্রাস পায় (dU= - dW)
- রূদ্ধতাপীয় 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)

***তাপ গতিবিদ্যার ১ম সূত্রের 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।
- **পরিপার্শ্ব ঃ** যে কোন ব্যবস্থার আশেপাশের সবকিছু।
- **সাম্যাবস্থা ঃ** বিচ্ছিন্ন ব্যবস্থার চূড়ান্ত অবিচল অবস্থা। সাম্যাবস্থায় সকল বিন্দুতে তাপগতীয় স্থানাঙ্ক সমান।
- **তাপগতীয় প্রক্রিয়া ঃ** তাপগতীয় স্থানাঙ্কের যে কোন পরিবর্তন।
- **তাপগতীয় চলরাশি/তাপগতীয় স্থানাঙ্ক ঃ** চাপ, পরম তাপমাত্রা ও আয়তন।
- **অভ্যন্তরীণ শক্তি ঃ** সিস্টেমের অন্তর্নিহিত বা সুপ্ত শক্তি। তাপ বাড়ালে, অন্তঃস্থ শক্তি বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা স্থির থাকলে অন্তস্থ শক্তি পরিবর্তিত হয় না।
- **সমোষ্ণ প্রক্রিয়া ঃ** যেখানে সিস্টেমের **তাপমাত্রা স্থির** কিন্তু চাপ ও আয়তন পরিবর্তিত হয়
- **রূদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া ঃ** যেখানে সিস্টেমের **তাপ ধ্রুব** কিন্তু চাপ ও আয়তন পরিবর্তিত হয়
- **ধ্রুব আয়তন প্রক্রিয়া ঃ** যেখানে সিস্টেমের **আয়তন ধ্রুব**।
- **পানির ত্রৈধবিন্দু ঃ 4.58 mm** পারদ স্তম্ভ চাপে যে তাপমাত্রায় পানি কঠিন, তরল ও বায়বীয় রূপে একই সাম্যাবস্থায় অবস্থান করে। ত্রৈধবিন্দুর তাপমাত্রা 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।

www.Educationblog24.com

- সকল প্রকার থার্মোমিটারের ক্ষেত্রে, $T = 273.16K \frac{X}{X_{tr}}$
- মানুষের শরীরের সাধারণ তাপমাত্রা **98.4°F** এবং সেলসিয়াস স্কেলে এই তাপমাত্রা **36.9°C/ 37°C**

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

➢ **আন্তর্জাতিক তাপমাত্রা স্কেলের নির্দিষ্ট স্থির বিন্দুঃ**

পদার্থ	অবস্থা	তাপমাত্রা (K)
নিয়ন	ত্রৈধবিন্দু	24.5561
অক্সিজেন	ত্রৈধবিন্দু	54.3584
আর্গন	ত্রৈধবিন্দু	83.8058
পারদ	ত্রৈধবিন্দু	234.3156
পানি	ত্রৈধবিন্দু	273.16
গ্যালিয়াম	গলনাঙ্ক	302.9146
ইন্ডিয়াম	হিমাঙ্ক	429.7485
টিন	হিমাঙ্ক	505.078
দস্তা	হিমাঙ্ক	692.677
অ্যালুমিনিয়াম	হিমাঙ্ক	933.473
রুপা	হিমাঙ্ক	1234.93
সোনা	হিমাঙ্ক	1337.33
তামা	হিমাঙ্ক	1357.77

➢ **তাপীয় সিস্টেমের প্রকারভেদ ঃ**

১. উন্মুক্ত সিস্টেম ঃ ভর ও শক্তি উভয়ই বিনিময় করে। উদাহরণ ঃ পরিবাহী
২. বদ্ধ সিস্টেম ঃ শুধু শক্তি বিনিময় করে।
৩. বিচ্ছিন্ন সিস্টেম বা কুপরিবাহী সিস্টেম ঃ ভর ও শক্তি কিছুই বিনিময় করে না। উদাহরণ ঃ কুপরিবাহী

***** তাপীয় সিস্টেমে তাপগতীয় পরিবর্তন ৪ প্রকার।**

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

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. একটি গাড়ি চলতে থাকলে এর টায়ারের ভিতর একটি তাপগতীয় প্রক্রিয়া চলে। এই প্রক্রিয়াটি হলো–**[M.16-17]**
A. সমআয়তন প্রক্রিয়া B. সমোষ্ণ প্রক্রিয়া C. রূদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া D. সমচাপ প্রক্রিয়া
Ans: A

Q. নিম্নের কোনটি তাপজাতীয় পরিবর্তন নয়– **[M.03-04]**
A. সমোষ্ণ পরিবর্তন B. সমআয়তন পরিবর্তন
C. সমচাপ পরিবর্তন D. সমধর্মী পরিবর্তন
Ans: D

www.Educationblog24.com

সমোষ্ণ পরিবর্তন ঃ যে পরিবর্তনে গ্যাসের চাপ ও আয়তন পরিবর্তিত হয় কিন্তু তাপমাত্রা স্থির থাকে।

***** সমোষ্ণ পরিবর্তনের শর্ত ঃ**

- গ্যাস, সুপরিবাহী পাত্রে থাকবে।
- চতুর্পাশ্বস্থ মাধ্যমের তাপগ্রাহীতা বা তাপ ধারণ ক্ষমতা উচ্চ
- প্রয়োজনীয় তাপগ্রহণ বা বর্জনের দ্বারা তাপমাত্রা স্থির থাকবে।
- চাপের পরিবর্তন ধীরে ধীরে সংঘটিত করতে হবে।
- **গ্যাসের সংনমন ও প্রসারণ খুব ধীরে ধীরে সংঘটিত হবে।**

*****সমোষ্ণ পরিবর্তনের বৈশিষ্ট্য ঃ**

- তাপমাত্রা স্থির কিন্তু চাপ ও আয়তন পরিবর্তন হবে।
- ধীর প্রক্রিয়া।
- চতুর্পাশ্বস্থ মাধ্যমের তাপধারণ ক্ষমতা উচ্চ
- পাত্রটি তাপ সুপরিবাহী
- সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বয়েলের সূত্র মেনে চলে, অর্থাৎ PV= 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

Q.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

রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন ঃ

- যে প্রক্রিয়ায় সিস্টেম তাপ গ্রহণ করে না কিংবা তাপ বর্জন করে না। তাপমাত্রা স্থির থাকে না, সুতরাং অন্তর্নিহিত শক্তি স্থির থাকে না।
- রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের ক্ষেত্রে P এবং V এর লেখকে রুদ্ধতাপীয় লেখ বলে।
- বায়ুর মধ্য দিয়ে শব্দ সঞ্চালন একটি রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন।
- রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে আদর্শ গ্যাসের চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক PV^{γ}= ধ্রুবক;
  তাপমাত্রা ও আয়তনের সম্পর্ক $TV^{\gamma-1}$ = ধ্রুবক,
  চাপ ও তাপমাত্রার সম্পর্ক, $TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ =ধ্রুবক

*****রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের শর্ত ঃ**

ক. গ্যাস কুপরিবাহী পাত্রে থাকবে
খ. চতুর্পাশ্বস্থ মাধ্যমের তাপগ্রাহীতা/তাপ ধারণ ক্ষমতা কম হবে।
গ. চাপ পরিবর্তন দ্রুত করতে হবে
ঘ. $\Delta Q=0$

www.Educationblog24.com

***রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের বৈশিষ্ট্য ঃ

ক. তাপ স্থির কিন্তু চাপ ও আয়তন পরিবর্তিত হবে

খ. তাপমাত্রার পরিবর্তন হবে

গ. দ্রুত প্রক্রিয়া

ঘ. পাত্র তাপ কুপরিবাহী

ঙ. মাধ্যমের তাপগ্রাহীতা নিম্ন

চ. রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনে বয়েলের সূত্র প্রযোজ্য নয়। আদর্শ গ্যাসের রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের সমীকরণ হলো PV^{γ} =ধ্রুবক

ছ. রুদ্ধতাপীয় লেখ (সমোষ্ণ লেখ অপেক্ষা) অধিক খাড়া

জ. রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় গ্যাসকে সংনমিত করলে তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়।

ঝ. রুদ্ধতাপীয় সঙ্কোচনে সিস্টেম উষ্ণ হয় আর রুদ্ধতাপীয় প্রসারণে সিস্টেম শীতল হয়।

বিগত বছরের প্রশ্ন

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

A. বয়েলের সূত্র অনুসরণ করে

B. রুদ্ধতাপীয় লেখ অপেক্ষাকৃত বেশি খাড়া

C. সিস্টেমটিকে পরিবেশ থেকে তাপীয়ভাবে অন্তরিত করতে হয়

D. এই প্রক্রিয়ায় সিস্টেমে তাপমাত্রা স্থির থাকে।

Ans: BC

Q. 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^{γ} = ধ্রুবক

Ans: B

Q. কোনটি সঠিক নয়? [M.00-01]

A. সমোষ্ণ পরিবর্তন অপেক্ষা রুদ্ধতাপ পরিবর্তনে P বনাম V লেখের ঢাল অপেক্ষাকৃত বেশী খাড়া

B. এই সমীকরণটি হতে সমবেগে গতিশীল বস্তুর দূরত্ব নির্ণয় করা যায় $s=ut+\frac{1}{2}at^2$

C. গতীয় ঘর্ষণ গুণাংকের কোন একক নাই

D. তড়িৎ চৌম্বক বল মৌলিক বলের একটি

Ans: A

www.Educationblog24.com

*** সমোষ্ণ ও রূদ্ধতাপীয় পরিবর্তনের পার্থক্য ঃ (Must)

সমোষ্ণ প্রক্রিয়া	রূদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া
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
তাপমাত্রা ধ্রুব (dT=0) কিন্তু তাপ নয়।	তাপমাত্রা ধ্রুব থাকে না, কিন্তু তাপের পরিবর্তন হয় না (dQ=0)
তাপবর্জন বা শোষণ করা হয়	তাপ বর্জন বা শোষণ করা হয় না
পাত্র সুপরিবাহী	পাত্র কুপরিবাহী
ধীর প্রক্রিয়া	দ্রুত প্রক্রিয়া
চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক ঃ PV= ধ্রুবক অর্থাৎ এ প্রক্রিয়া বয়েলের সূত্র মানে।	চাপ ও আয়তনের সম্পর্ক ঃ PV^{γ} = ধ্রুবক অর্থাৎ এ প্রক্রিয়া বয়েলের সূত্র মানে না
সমোষ্ণ লেখ কম খাড়া	রুদ্ধতাপীয় লেখ অধিক খাড়া
$\Delta T=0, \Delta Q \neq 0$	$\Delta T \neq 0, \Delta Q=0$
চাপের পরিবর্তন ধীরে হয়	চাপের পরিবর্তন দ্রুত হয়

আপেক্ষিক তাপ ঃ

* একক ভরের কোন বস্তুর তাপমাত্রা এক ডিগ্রী বৃদ্ধি করতে যে পরিমাণ তাপের প্রয়োজন হয়।

* এককঃ $J\,(kg)^{-1}\,k^{-1}$

* প্রকাশঃ $S=\dfrac{dQ}{mdT}$

* প্রকারভেদ ঃ (১) স্থির চাপে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ (S_p): স্থির চাপে একক ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা 1^0 বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপ।

(২) স্থির আয়তনে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ (S_v): স্থির আয়তনে একক ভরের গ্যাসের তাপমাত্রা 1^0 বাড়াতে প্রয়োজনীয় তাপ।

*পানির আপেক্ষিক তাপ CGS এককে $1\ cal\,(gm)^{-1}\,(^0C)^{-1}$ SI এককে $4200\ Jkg^{-1}\,K^{-1}$

* তাপ গ্রাহীতা/ তাপ ধারণ ক্ষমতা= বস্তুর ভর×আপেক্ষিক তাপ

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

* কোন পদার্থের এক মোলের উষ্ণতা এক কেলভিন বৃদ্ধি করতে প্রয়োজনীয় তাপ

* **প্রকাশ ঃ** $C=\dfrac{dQ}{ndT}=\dfrac{dQ}{\frac{m}{M}dT}=M\dfrac{dQ}{mdT}$ = M ×গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ

* এককঃ $J\,(mol)^{-1}\,K^{1}$)

* **প্রকারভেদ ঃ**

(১) স্থির চাপে মোলার আপেক্ষিক তাপ (C_p)

(২) স্থির আয়তনে মোলার আপেক্ষিক তাপ (C_v)

www.Educationblog24.com

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 ওজন কিলোগ্রামে প্রকাশ করলে তাকে ১ মোল বলে)

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

এখানে, $C_p > C_v$ এবং $\frac{C_p}{C_v} = \gamma$।

γ এর মান ঃ এখানে γ এর মান সর্বদা ১ থেকে বড়।

এক পারমাণবিক (He, Ar) গ্যাসের ক্ষেত্রে 1.66; এক পারমাণবিক গ্যাসের ক্ষেত্রে $C_v = \frac{3R}{2}$

দ্বিপারমাণবিক (H_2, O_2, N_2, Cl_2) গ্যাসের ক্ষেত্রে 1.40;

ত্রিপরমাণুক /বহুপারমাণবিক (CO_2, C_2H_6, NH_3) গ্যাসের ক্ষেত্রে 1.33

γ এর ব্যবহারগুলো হচ্ছে–

১. γ এর মান থেকে গ্যাসের আণবিক বিন্যাস সম্পর্কে জানা যায়, অর্থাৎ এটি একপারমাণবিক, দ্বিপারমাণবিক বা বহুপারমাণবিক।

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

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

অভ্যন্তরীণ শক্তি ঃ

- সংজ্ঞা ঃ প্রত্যেক সিস্টেমের মধ্যে নির্দিষ্ট শক্তি আছে, যা কাজ সম্পন্ন করতে পারে এবং অন্য শক্তিতে রূপান্তরিত হতে পারে। বস্তুর 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 ঃ "কোন নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি শুধুমাত্র এর তাপমাত্রার ওপর নির্ভর করে, চাপ বা আয়তনের ওপর নয়।"
- প্রত্যাবর্তী বা আবর্ত প্রক্রিয়ায় কার্যরত বস্তুর অভ্যন্তরীণ শক্তির পরিবর্তন শুন্য।
- **অভ্যন্তরীণ শক্তি নির্ভর করে আয়তন, চাপ ও তাপমাত্রার উপর। অন্তস্থ শক্তির পরিবর্তন=স্থির আয়তনে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ×পরম তাপমাত্রা।**

তাপ, অভ্যন্তরীণ শক্তি ও কাজ ঃ

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

তাপগতিবিদ্যার ২য় সূত্র ঃ (Efficiency cannot be one)

- 1854 সালে ক্লসিয়াস তাপ গতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের প্রস্তাবনা করেন।
- ২য় সূত্রের ভিত্তি (সাদি কার্নোর সিদ্ধান্ত) ঃ **তাপশক্তিকে কখনোই সম্পূর্ণরূপে কাজে পরিণত করা যায় না।**
- ক্লসিয়াসের মতে, **বাইরের কোন শক্তির সাহায্য ছাড়া, কোন স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রের পক্ষে নিম্ন তাপমাত্রায় 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)

www.Educationblog24.com

* 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।"

*****বিবৃতিগুলো সংক্ষেপে মনে রাখার কৌশল ঃ**

ক্লসিয়াসের বিবৃতি ঃ স্বয়ংক্রিয় যন্ত্র / তাপের প্রবাহ
কেলভিনের বিবৃতি ঃ শক্তির অবিরাম সরবরাহ
প্ল্যাংকের বিবৃতি ঃ তাপ ইঞ্জিন
কার্নোর বিবৃতি ঃ যান্ত্রিক শক্তি

➢ তাপ গতিবিদ্যার শূন্যতম ১ম ও ২য় সূত্রের মুল বক্তব্যঃ

* শূন্যতম সূত্র: প্রকৃতিতে **তাপমাত্রা** নামক একটি প্রয়োজনীয় তাপগতীয় চল রাশি রয়েছে।
* ১ম সূত্র: প্রকৃতিতে **অভ্যন্তরীণ শক্তি** নামক একটি প্রয়োজনীয় তাপগতীয় চল রাশি রয়েছে।
* ২য় সূত্র: প্রকৃতিতে **এনট্রপি** নামক একটি প্রয়োজনীয় তাপগতীয় চল রাশি রয়েছে।

➢ প্রত্যাগামী /প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া/উভমুখী প্রক্রিয়া ঃ

- যে প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে এবং সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতিস্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয়।
- **বৈশিষ্ট্য ঃ**

১. ধীর প্রক্রিয়া এবং একমুখী
২. তাপগতীয় সাম্যাবস্থা (Thermodynamical equlibrium) বজায় রাখে।
৩. অবক্ষয়ী ফলাফল/অপচয় মূলক ফল/Dissipative effects (অস্থিতিস্থাপকতা, সান্দ্রতা, ঘর্ষণ, বৈদ্যুতিক রোধ ও চুম্বকীয় হিসটেরিসিস) থাকে না।
৪. মূলত স্থৈতিক (quasi-static) এবং অনবক্ষয়ী (non-dissipative)।
৫. প্রক্রিয়ার শেষে সংস্থা (system) ও পরিপার্শ্বের কোনোরূপ পরিবর্তন ছাড়া উভয়ই প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে যেতে পারে।
৬. সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয়।
৭. স্বতঃস্ফূর্ত নয়

➢ প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার উদাহরণ ঃ

(বাস্তবে প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার কোন উদাহরণ হয় না, আপাতভাবে কিছু উদাহরণ দেওয়া হয় মাত্র)

- খুব ধীরে সংঘটিত করলে সমোষ্ণ ও রূদ্ধতাপীয় পরিবর্তন।
- প্রতি গ্রামে 80 Cal বা 336 J তাপ শোষণ করে, স্বাভাবিক চাপে $0^{\circ}C$ তাপমাত্রায় বরফ পানিতে পরিণত হয়। আবার, স্বাভাবিক চাপ ও 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।

www.Educationblog24.com

➢ শর্তসমূহঃ

- কার্যনির্বাহক বস্তুর চাপ ও তাপমাত্রার সাথে পারিপার্শ্বের 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 ঃ**

১. হঠাৎ এবং স্বতঃস্ফূর্ত।
২. প্রাকৃতিক প্রক্রিয়া মাত্রই অপ্রত্যাবর্তী।
৩. সংস্থা কখনোই প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে যাবার প্রবণতা দেখায় না।
৪. বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না অর্থাৎ প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসে না।
৫. দ্রুত প্রক্রিয়া।
৬. তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় রাখে না।
৭. সিস্টেমের অনু-পরমাণুগুলোর এলোমেলো গতি বৃদ্ধি পায়
৮. প্রকৃতিতে সকল স্বতঃস্ফূর্ত পরিবর্তনই একমুখী ও অপ্রত্যাবর্তী

➢ অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার উদাহরণ ঃ

ক) বৈদ্যুতিক রোধের মধ্যে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তাপ সৃষ্টি হয় (তড়িৎ প্রবাহের তাপীয় ক্রিয়া)
খ) হিটারের মধ্য দিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে তাপ উৎপন্ন হয়।
গ) দুটি বস্তুর ঘর্ষণের দরুন তাপ সৃষ্টি হয়।
ঘ) ভিন্ন তাপমাত্রার দুটি বস্তুকে পরস্পরের সংস্পর্শে রাখলে তাপ অধিক তাপমাত্রার বস্তু থেকে কম তাপমাত্রার বস্তুতে প্রবাহিত হবে।
ঙ) বন্দুক হতে গুলি ছুড়লে দ্রুত বারুদের বিস্ফোরণ ঘটে।
চ) একজন মানুষের মৃত্যু।
ছ) চায়ের কাপে চিনি মেশানো।

➢ প্রত্যাবর্তী ও অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়ার পার্থক্য ঃ

প্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া	অপ্রত্যাবর্তী প্রক্রিয়া
বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে	বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না
শোষিত তাপ/শক্তি = বর্জিত তাপ/ শক্তি	শোষিত তাপ/শক্তি ≠ বর্জিত তাপ/শক্তি
শক্তির অপচয় হয় না	শক্তির অপচয় হয়
ধীর প্রক্রিয়া	দ্রুত প্রক্রিয়া
তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় থাকে	তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় থাকে না
স্বতঃস্ফূর্ত নয়	স্বতঃস্ফূর্ত ও একমুখী
স্থৈতিক, অনবক্ষয়ী	অবক্ষয়ী
অস্থিতিস্থাপকতা, সান্দ্রতা, ঘর্ষণ, বৈদ্যুতিক রোধ, চুম্বকীয় হিসটেরিসিস প্রভৃতির ন্যায় অবক্ষয়ী ফলাফল থাকবে না	অবক্ষয়ী ফলাফল থাকবে

www.Educationblog24.com

➤ **বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ**

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

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

Ans: D

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

A. স্বতঃস্ফূর্ত ও একমুখী B. কার্যনির্বাহক বস্তু প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসে

C. অতি ধীর প্রক্রিয়া D. সিস্টেমের তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় থাকে

Ans: A

➤ কার্নোর চক্র ঃ

- 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। ফরাসী বিজ্ঞানী সাদী কার্নো এ পরিকল্পনা করেন ১৮৩২ সালে/১৮২৪ সালে।
- **মূলনীতিঃ** 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।
- কার্নো ইঞ্জিনে নিম্নলিখিত অংশগুলো থাকে

  ১) সিলিন্ডার ২) তাপ উৎস ৩) তাপগ্রাহক বা সিংক ৪) তাপ অন্তরক আসন
- চারটি ধাপে কার্নো ইঞ্জিন কাজ করে। এর মধ্যে **দুটি ধাপ সমোষ্ণ প্রক্রিয়ায়** এবং **দুটি ধাপ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায়** সংঘটিত হয়।

- **কার্নো চক্র প্রত্যাগামী চক্র, কারণঃ**

১. পিস্টন ও চোখ 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
- তাপ ইঞ্জিন সম্পর্কিত কিছু তথ্য–

১. তাপ শক্তি → যান্ত্রিক শক্তি।
২. তাপ উৎস ও তাপগ্রাহক থাকে।
৩. কার্যরত পদার্থ থাকে। যেমন বাষ্পীয় ইঞ্জিনে বাষ্প।
৪. মূলনীতি ঃ কার্যরত বস্তুর ক্রমাগত তাপ গ্রহণ ও বর্জনে প্রত্যেকবার কিছু তাপ কাজে পরিণত হয়।
৫. যে ইঞ্জিনে গৃহীত তাপের যত বেশী অংশ কাজে পরিণত করতে পারে সে ইঞ্জিনের দক্ষতা তত বেশী হয়।
৬. **বাষ্পীয় ইঞ্জিনের তুলনায় পেট্রোল ইঞ্জিনের দক্ষতা বেশি।**

www.Educationblog24.com

➢ **কর্মদক্ষতাঃ** তাপ ইঞ্জিন দ্বারা কাজে রূপান্তরিত তাপশক্তি ও ইঞ্জিন দ্বারা শোষিত তাপশক্তির পরিমানের অনুপাতকে ইঞ্জিনের দক্ষতা বা কর্মদক্ষতা বলে।

- প্রকাশ ঃ তাপীয় ইঞ্জিনের দক্ষতাকে η দ্বারা প্রকাশ করা হয়। $\eta=\frac{Q_1-Q_2}{Q_1}=1-\frac{Q_2}{Q_1}$
- Q_2 এর মান যত কম হবে, η তত বেশী হবে। সাধারণত একটি তাপ ইঞ্জিনের দক্ষতা 30% অথবা 20-25% বা সর্বোচ্চ 50%।
- সাধারণত ইঞ্জিনের দক্ষতা, শতকরা হিসাবে প্রকাশ করা হয় অর্থাৎ তাপীয় দক্ষতা, $\eta=(1-\frac{Q_2}{Q_1})\times100\%$
- ইঞ্জিনের দক্ষতা কখনোই 100% হতে পারে না। $\therefore T_1>(T_1-T_2)$
- কার্নোর ইঞ্জিনকে আদর্শ ইঞ্জিন বলা হয়।
- কার্নোর চক্রের দক্ষতাকে তাপমাত্রার সাপেক্ষে প্রকাশের জন্য $\frac{Q_2}{Q_1}$ কে $\frac{T_2}{T_1}$ এ রূপান্তর প্রয়োজন। সেক্ষেত্রে কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা, $\eta=(1-\frac{T_2}{T_1})\times100\%$
- যে কোন দুটি নির্দিষ্ট তাপমাত্রার মধ্যে কার্যরত সকল প্রত্যাগামী ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা সমান হয়।
- তাপ উৎস ও তাপগ্রাহকের মধ্যবর্তী তাপমাত্রার মধ্যে পার্থক্য যত বেশী →দক্ষতা তত বেশী
- কার্নো ইঞ্জিনের দক্ষতা তাপ উৎস ও তাপ গ্রাহকের তাপমাত্রা T_1 ও T_2 এর উপর নির্ভর করে- কার্যনির্বাহক বস্তুর প্রকৃতির ওপর নির্ভর করে না।

যদি কোন তাপ ইঞ্জিন থেকে তাপ বর্জিত না হয় তবে ইঞ্জিনের ক্ষমতা 100% হবে।

বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

Q. একটি ইঞ্জিন 3400 J তাপগ্রহণ করে এবং 2400 J তাপবর্জন করে। ইঞ্জিনের দক্ষতা কত? [M. 14-15]

A. 10% B. 29.41% C. 41.67% D. 40%

Ans: B

Q. যদি কোন তাপ ইঞ্জিন থেকে কোন তাপ বের না হয়, তবে ইঞ্জিনের দক্ষতা কত হবে? **[M. 16-17]**

A. 0% B. 30% C. 100% D. 10%

Ans: C

➢ **রেফ্রিজারেটর ঃ**

- সংজ্ঞা ঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে পরিবেশ অপেক্ষা কম তাপমাত্রা সৃষ্টি করা যায় এবং সেই তাপমাত্রা সর্বদা স্থির রাখা হয়।
- **কার্যকৃত সহগ/ কর্ম সম্পাদন সহগঃ**
- **প্রকাশ:** K
- $K=\frac{\text{রেফ্রিজারেটর হতে অপসারিত তাপ}}{\text{কম্প্রেসর দ্বারা সরবরাহকৃত কাজ}}=\frac{Q_1}{Q_2-Q_1}=\frac{Q_1}{W}$
- **K** এর মান সাধারণত **2-6** এর মধ্যে হয়।
- কার্নোর ইঞ্জিন বিপরীতভাবে চালিত হলে রেফ্রিজারেটর/ হিমায়ক হিসাবে কাজ করবে।
- রেফ্রিজারেটরের দ্বিতীয় নল কুন্ডলী →ঘনীভবন কুন্ডলী।
- একটি থার্মোস্ট্যাট, সুইচ অন/অফ করার মাধ্যমে রেফ্রিজারেটরের তাপমাত্রা নিয়ন্ত্রণ করে।
- রেফ্রিজারেটর চালু হলে, বিশুদ্ধ অ্যামোনিয়া গ্যাস -27°F (-32°C) তাপমাত্রায় বাষ্পীভূত হয় এবং সম্পূর্ণ প্রক্রিয়াটি রূদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় সম্পন্ন হয়।
- তরল থেকে বাষ্পে রূপান্তর →বাষ্পায়ন (Evaporation)
- বাষ্প থেকে তরলে রূপান্তর →তরলীকরণ (Condansation)
- 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।**

www.Educationblog24.com

রেফ্রিজারেটরের কার্যক্রমের মূলনীতিঃ

১. কমপ্রেশারের সাহায্যে কম চাপবিশিষ্ট রেফ্রিজারেন্টে প্রচন্ড চাপ প্রয়োগ।
২. কনডেন্সারে উচ্চ চাপের গ্যাস শীতল করে তরলে রূপান্তর (তরলীকরণ/ঘনীভবন)
৩. উচ্চ চাপবিশিষ্ট তরল রাসায়নিক পদার্থকে এক্সপানসন ভালব দিয়ে বের করে চাপ কমানো হয়।
৪. ইভাপোরেটরে কমচাপ ও কম তাপমাত্রা বিশিষ্ট তরল রেফ্রিজারেন্টে বাষ্পীভূত হয়।

এনট্রপি ঃ

- আবিষ্কারক ঃ ক্লসিয়াস, ১৮৫৪ সালে
- সংজ্ঞা ঃ
  → রূদ্ধতাপীয় 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)
- রূদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় এনট্রপির পরিবর্তন হয় না বলে, রূদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়াকে সমএনট্রপি প্রক্রিয়াও বলা হয়।
- S. I. একক ঃ জুল / কেলভিন (JK^{-1})
- এনট্রপি একটি পরিমেয় রাশি।
- এনট্রপি দ্বারা বিশৃঙ্খলা পরিমাপ করা যায়।

- ***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 (এনট্রপি শূন্য)
৮) প্রকৃতির সকল ভৌত বা রাসায়নিক ক্রিয়া এমনভাবে সংঘটিত হয় যার ফলে সার্বিক ব্যবস্থার এনট্রপি বৃদ্ধি পায়।
৯) এনট্রপির পরিবর্তন সর্বদা ধনাত্মক এবং সাম্যাবস্থায় এনট্রপি সর্বোচ্চ হয়। এনট্রপি বৃদ্ধি পেলে বস্তুর স্থিতিশীলতা হ্রাস পায়। এনট্রপি হচ্ছে সিস্টেমের বিশৃঙ্খলতার মাপকাঠি।
১০) 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।
১১) এনট্রপি বিশৃঙ্খলা নামক ভৌত ধর্মের পরিমাণ প্রদান করে।
১২) এনট্রপি সংরক্ষণশীলতার সূত্র মেনে চলে না।
১৩) প্লাজমা অবস্থায় এনট্রপি সবচেয়ে কম থাকে।
১৪) গ্যাসীয় অবস্থার এনট্রপি কঠিন ও তরলের চেয়ে বেশি।
১৫) একটি কার্নোচক্রে মোট এনট্রপির পরিবর্তন শূন্য।

www.Educationblog24.com

➢ বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

Q. 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 লাল ভেক্টর বলে

Ans: C

*** গুরুত্বপূর্ণ গাণিতিক সমীকরণসমূহ ঃ

- $W=JH$
- $dQ=dU+dW=dU+P.dV$
- $TV^{\gamma-1}$ = ধ্রুবক
- $TP^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ = ধ্রুবক
- $K=\frac{Q_1}{Q_2-Q_1} \simeq \frac{Q_1}{W}$
- $\eta=(1-\frac{Q_2}{Q_1})\times100\%$
- $\eta=(1-\frac{T_2}{T_1})\times100\%$
- $dS=\frac{dQ}{T}$

গাণিতিক সমস্যাবলী

১. কোন কার্যনির্বাহক বস্তু পরিবেশ থেকে 800J তাপশক্তি শোষণ করে অভ্যন্তরীণশক্তি 500J বৃদ্ধি পেলে, ঐ সংস্থা দ্বারা পরিবেশের ওপর কৃতকাজ কত?

সমাধান ঃ $dQ = dU + dW$ Ans : 300J

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

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

৩. 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%

৪. 27^0C 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 : -45.64^0C

৫. 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 : $2.809\times10^4\ Nm^{-2}$ (প্রায়)

৬. একটি কার্নো ইঞ্জিনের কর্মদক্ষতা 40% এর তাপগ্রাহকের তাপমাত্রা 7^0C এর উৎসের তাপমাত্রা কত?

সমাধানঃ $\eta = \frac{T_1-T_2}{T_1}$ Ans : 466.7K

www.Educationblog24.com

৭. $0^{\circ}C$ তাপমাত্রার 3Kg বরফকে $0^{\circ}C$ তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করলে এনট্রপির পরিবর্তন কত হবে? [বরফগলনের আপে তাপ: 3.36×10^{5} Jkg^{-1}]

সমাধানঃ $dS = \frac{dQ}{T}$ Ans : 3692.3K

Must to Know:

* নির্দিষ্ট পরিমাণ গ্যাসের অভ্যন্তরীণ শক্তি নির্ভর করে তাপমাত্রার উপর।
* উন্মুক্ত সিস্টেম–পরিবেশের সাথে ভর ও শক্তি উভয় বিনিময় করে।
* বিচ্ছিন্ন সিস্টেম–ভর ও শক্তি কিছুই বিনিময় করে না।
* বদ্ধ সিস্টেম–শুধু শক্তি বিনিময় করে।
* 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 শূন্যতম সূত্রকে ভিত্তি করে থার্মোমিটার তৈরি করা হয়।
* 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। তাপ গতিবিদ্যার 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 ১০০% হবে। ইঞ্জিনের দক্ষতা অর্ধেক করতে হলে উচ্চ তাপমাত্রা হ্রাস করতে হবে এবং নিম্ন তাপমাত্রা বৃদ্ধি করতে হবে।
* অন্তঃস্থ শক্তির পরিবর্তন=স্থির আয়তনে গ্যাসের আপেক্ষিক তাপ X পরম তাপমাত্রা।

www.Educationblog24.Com

স্থির তড়িৎ

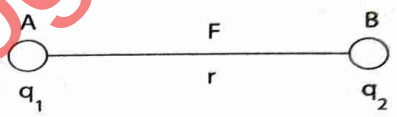
MD Hasibul Hasan Shanto
Patuakhali Medical College

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–

- কুলম্ব ও গাউসের সূত্র
- গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞা, একক ও ব্যবহার
- ধারক
- গাণিতিক সমীকরণ ও সমস্যাবলী

***কুলম্বের সূত্র ঃ ফরাসী বিজ্ঞানী "চার্লস অগাস্টিন ডি কুলম্ব" 1785 সালে "বিপরীত বর্গীয় সূত্র" নামে একটি সূত্র প্রকাশ করেন, যা ১৭৮৫ সালে কুলম্বের সূত্র হিসেবে আত্মপ্রকাশ করে।

"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।"



এই সূত্রানুসারে, $F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$

বা, $F = K\frac{q_1 q_2}{r^2}$ (এখানে K একটি সমানুপাতিক ধ্রুবক)

বা, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon}\cdot\frac{q_1 q_2}{r^2}$ $K = \frac{1}{4\pi\epsilon}$

শুণ্য মাধ্যমে, $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1 q_2}{r^2}$

এখানে, $\epsilon_0 = 8.854\times10^{-12}\ C^2N^{-1}m^{-2}$ এবং $\frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9\times10^9\ Nm^2/C^2$

কুলম্বের সূত্রের ভেক্টর রূপঃ $\vec{F} = \frac{1}{4\pi\epsilon}\frac{q_1 q_2}{r^3}\vec{r}$

কুলম্বের সূত্রের 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
- চার্জিত কণাসমূহের বেগ আলোর বেগের কাছাকাছি হলে তাদের মধ্যকার তড়িৎ চুম্বকীয় মিথস্ক্রিয়া ব্যাখ্যা
- সদৃশ চার্জ (গোলাকার চার্জ) বিন্যাসের ক্ষেত্রে
- আবদ্ধ চার্জের ক্ষেত্রে

www.Educationblog24.com

➤ প্রয়োজনীয় কিছু কথা ঃ

* সমধর্মী আধান পরস্পরকে বিকর্ষণ করে এবং বিপরীতধর্মী আধান পরস্পরকে আকর্ষণ করে।

** দুটি চার্জের মধ্যকার আকর্ষণ ও বিকর্ষণ বলের মান ৩টি শর্তের ওপর নির্ভর করে।

(i) চার্জ দুটির পরিমাণ

(ii) চার্জ দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব

(iii) চার্জ দুটির মধ্যবর্তী মাধ্যম

* বিন্দু চার্জ ঃ আহিত বা চার্জিত বস্তুর আকার যখন খুবই ক্ষুদ্র হয়, তখন ঐ চার্জিত বস্তুর চার্জকে বিন্দু চার্জ বলে।

** চার্জের অবস্থান সর্বদাই বস্তুর বাইরের পৃষ্ঠে

* চার্জের একক ঃ SI পদ্ধতিতে→কুলম্ব।

দুটি সমমানের চার্জ শুণ্য 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।

$1C=1A\times1s$

কুলম্বের সংজ্ঞাঃ 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।

** F এর মান ধনরাশি হলে → বল বিকর্ষণমূলক

F এর মান ঋণরাশি হলে → বল আকর্ষণমূলক

* প্রোটন, নিউট্রন ও ইলেকট্রনের মৌলিক ধর্ম হচ্ছে আধান বা চার্জ

* স্থির বা গতিশীল আধানের প্রকৃতি ও প্রভাবকে 'তড়িৎ' বলে। তড়িৎ ২ প্রকার। (i) স্থির তড়িৎ, স্থির আধানের প্রভাব/ক্রিয়া (ii) চল তড়িৎ, গতিশীল আধানের প্রভাব/ক্রিয়া।

বিগত বছরের প্রশ্ন

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

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

Ans: A

➤ ক্ষেত্রতত্ত্ব ঃ

* ফ্যারাডে, দুটি চার্জিত বস্তুর পারস্পরিক ক্রিয়া ব্যাখ্যার জন্য তড়িৎক্ষেত্রের ধারনা উপস্থাপন করেন।

* দুটি চার্জিত বস্তুর মধ্যবর্তী দূরত্ব অসীম হলেই, কেবল পারস্পরিক তড়িৎ বলের মান শুন্য হতে পারে।

* বস্তুর ওজন ও তড়িৎ বল সমান হলে বস্তু স্থির থাকবে।

➤ তড়িৎ বল ঃ

$F = qE$

একক ঃ নিউটন

ধনাত্মক আধান→প্রাবল্যের অভিমুখ বল লাভ করে+ঋণাত্মক আধান→প্রাবল্যের বিপরীত দিকে বল লাভ করে।

www.Educationblog24.com

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 দুর্বল
০২. আকর্ষণধর্মী বা বিকর্ষণধর্মী হতে পারে	০২. সবসময়ই আকর্ষণধর্মী
০৩. সংশ্লিষ্ট মাধ্যমের উপর নির্ভরশীল	০৩. সংশ্লিষ্ট মাধ্যমের উপর নির্ভর করে না

তড়িৎ বলের উপরিপাতন নীতি ঃ প্রত্যেকটি চার্জের জন্য বলের নির্ণীত ভেক্টর যোগফল = চার্জের উপর ক্রিয়াশীল নীট বল।

একটি চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে গতিশীল আহিত কণার ওপর, চৌম্বকক্ষেত্র বল প্রয়োগ করলে কণার শক্তির কোন পরিবর্তন হবে না, কারণ বল ব্যাসার্ধমুখী বলে অকার্যকর হয়।

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})
- তড়িৎ ক্ষেত্রের বিস্তৃতি বস্তুর চার্জের ওপর নির্ভর করে। তড়িৎ ক্ষেত্র একটি ভেক্টর ক্ষেত্র। তড়িৎ ক্ষেত্রের দিক হল পরখ ধনচার্জ যেদিকে বল অনুভব করে সেদিকে।
- অত্যন্ত ক্ষুদ্র মানের কাল্পনিক চার্জ, যা অন্য কোন চার্জের ওপর বল প্রয়োগ করে না, তাকে পরখ চার্জ বলে। প্রতীক→q
- 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।
- 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।

তড়িৎ ফ্লাক্স ঃ

- তল/পৃষ্ঠের মধ্যদিয়ে যতগুলো তড়িৎ বলরেখা অতিক্রম করে।
- প্রকাশ ঃ φ_E
- তড়িৎ ক্ষেত্র ও তলের অভিলম্ব সমান্তরালে→তড়িৎ ফ্লাক্স সর্বাধিক
- তড়িৎ ক্ষেত্র ও তলের অভিলম্ব সমকোণে→তড়িৎ ফ্লাক্স শুন্য

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

www.Educationblog24.com

গুরুত্বপূর্ণ তথ্য ঃ

** তড়িৎ প্রাবল্য বিপরীত বর্গীয় সূত্র মেনে চলে।

* বিন্দু চার্জের জন্য, $E_r = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{Q}{r^2}$ 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 $5.57\times10^{-11}NC^{-1}$ হলে, একটি ইলেকট্রন তার ওজনের সমান বল অনুভব করবে।

আধান ঘনত্ব/আধানের তলমাত্রিক ঘনত্ব/পৃষ্ঠমাত্রিক ঘনত্বঃ পরিবাহীর পৃষ্ঠের কোন বিন্দুর চারিদিকে প্রতি একক ক্ষেত্রফলের উপরস্থ আধানের পরিমান।

* প্রকাশ ঃ $\sigma = \frac{Q}{A}$

* একক ঃ Cm^{-2}

তড়িৎ বলরেখা/তড়িৎ ক্ষেত্ররেখাঃ মাইকেল ফ্যারাডে তড়িৎ বলরেখার ধারণা উপস্থাপন করেন।

- তড়িৎ ক্ষেত্রে একটি মুক্ত ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে এটি যে পথে পরিভ্রমণ করে।
- ধর্মঃ

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।

তড়িৎ বিভব ঃ

* অসীম থেকে একটি একক ধনাত্মক আধানকে তড়িৎ ক্ষেত্রে আনতে যে কাজ করতে হয়।
* প্রকাশ ঃ $V = \frac{W}{q} = \frac{\text{কাজ}}{\text{চার্জ}}$; 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।

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

- গোলকের ভেতরে সব জায়গার বিভব, পৃষ্ঠের বিভবের সমান। $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}K\frac{Q}{r}$; শূন্যস্থানে K=1 বলে, $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{Q}{r}$
- কোন ফাঁপা পরিবাহীর অভ্যন্তরে বিভব সুষম এবং পরিবাহীর বিভবের সমান।
- তড়িৎ দ্বিমেরু অক্ষের ওপর কোন বিন্দুতে বিভব $= \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{q\times2l}{r^2-l^2} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}.\frac{P}{r^2-l^2}$

www.Educationblog24.com

বিভব পার্থক্য/বিভব বৈষম্য/বিভবান্তর ঃ

* সংজ্ঞাঃ 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 সম্পর্কঃ বৈদ্যুতিক ক্ষেত্রের কোন বিন্দুর তড়িৎ প্রাবল্য ঐ বিন্দুতে দূরত্ব সাপেক্ষে বিভবের পরিবর্তনের সমান।

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

বিভবের নতিমাত্রা $= \frac{dV}{dr}$

- 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। $1eV = 1.6\times10^{-19} J$
- $1MeV = 1.6\times10^{-13} J$

সমবিভব তল ঃ

- যে তলের সকল বিন্দুতে বিভবের মান সমান, সেটাই সমবিভব তল।

সমবিভব তলের বৈশিষ্ট্য:

i. তড়িতাহিত পরিবাহীর তল সর্বদা সমবিভব তল। এই তলের উপর তড়িৎ আধানগুলি স্থির থাকে।
ii. তড়িৎ বলরেখা সমবিভব তলকে সমকোণে ছেদ করে বা সমবিভব তলের যেকোনো বিন্দুতে প্রাবল্য ঐ তলের উপর লম্ব।
iii. সমবিভব তলের উপর কোনো তড়িতাধানকে এক বিন্দু হতে অপর বিন্দুতে স্থানান্তরিত করতে কোনো কাজ হয় না।
iv. কোনো বস্তুর তল বা আয়তন সমবিভব সম্পন্ন হতে পারে; আবার শূন্য দেশস্থ (in space) কোনো তল বা আয়তনও সমবিভব সম্পন্ন হতে পারে
v. সমবিভব তল কখনই পরস্পরকে ছেদ করে না, শুধু সমকোণে ছেদ করে।

- বিন্দু চার্জের জন্য তড়িৎ ক্ষেত্রের কোন বিন্দুতে তড়িৎ বিভব ও তড়িৎ বলের সম্পর্কঃ $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{q}{r} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{qxr}{r^2} = F \times r$

তড়িৎ দ্বিমেরু ঃ

- দুটি সমপরিমাণ কিন্তু বিপরীতধর্মী বিন্দু চার্জ পরস্পরের খুব কাছাকাছি থাকলে তড়িৎ দ্বিমেরু গঠিত হয়।
- তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক, $P = q \times 2l$; এটি ভেক্টর রাশি।
- এককঃ Cm (কুলম্ব মিটার)
- তড়িৎ দ্বিমেরুর জন্য তড়িৎপ্রাবল্য, $\rightarrow E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{P}{r^3}\sqrt{(1+3\ Cos^2\theta)}$;→

যখন $\theta=0^0$ অর্থাৎ বিন্দুটি যদি দ্বিমেরুর অক্ষে অবস্থিত হয়, সেক্ষেত্রে $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{2P}{r^3}$
যখন $\theta=90^0$ অর্থাৎ বিন্দুটি অক্ষের উপর অভিলম্ব হয় সেক্ষেত্রে $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{P}{r^3}$

- তড়িৎ দ্বিমেরুর জন্য তড়িৎ বিভব $\rightarrow V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \times \frac{P\,Cos\,\theta}{r^2}$;→

যখন $\theta=0^0$ অর্থাৎ বিন্দুটি অক্ষে অবস্থান করে, সেক্ষেত্রে $V_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\cdot\frac{P}{r^2}$
যখন $\theta=90^0$ অর্থাৎ বিন্দুটি অক্ষের উপর অভিলম্ব হয়, সেক্ষেত্রে $V_p = 0$

www.Educationblog24.com

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

* তড়িৎ দ্বিমেরুর তড়িৎ ক্ষেত্রে লম্বদ্বিখণ্ডক রেখা বরাবর কোন ধনাত্মক চার্জকে সরালে কোন কাজ সম্পাদন করতে হয় না। তড়িৎ দ্বিমেরুর দৈর্ঘ্যের লম্ব সমদ্বিখণ্ডকের ওপর যেকোন বিন্দুতে তড়িৎ বিভব শূন্য।
* স্থায়ী তড়িৎ দ্বিমেরুর উদাহরণ ঃ পানি (H_2O), ক্লোরোফর্ম ($CHCl_3$) ও অ্যামোনিয়া (NH_3)

* তড়িৎ দ্বিমেরুর সমীকরণগুলো থেকে দেখা যায় $V \propto \frac{1}{r^2}$ এবং $E \propto \frac{1}{r^3}$ অর্থাৎ দ্বিমেরুর জন্য তড়িৎ বিভব দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং তড়িৎ প্রাবল্য দূরত্বের ঘনফলের ব্যস্তানুপাতিক।

➢ তড়িতাহিতকরণ সারণী

নং	নাম	নং	নাম
১	ফার (fur)	১০	মানুষের দেহ
২	পশম	১১	অ্যাম্বার
৩	গালা (Shellac)	১২	ইন্ডিয়া রাবার
৪	কাচ (glass)	১৩	রজন
৫	অভ্র (mica)	১৪	ধাতু (Ag, Cu, Ni)
৬	বিড়ালের চামড়া (cat skin)	১৫	গন্ধক
৭	রেশম (silk)	১৬	ইবোনাইট
৮	তুলা (cotton)	১৭	ধাতু (Pt, Au)
৯	কাঠ (wood)	১৮	সেলুলয়েড

এই তালিকার যে কোন 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।

➢ 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। বিচ্ছিন্ন মানের বস্তুর চার্জ থাকাকেই কোয়ান্টায়ন বলে।
* চার্জ সংরক্ষণ নীতি মেনে চলে। মহাবিশ্বের মোট ধনাত্মক ও ঋণাত্মক চার্জের সাংখ্যিক মানের পার্থক্য সর্বদাই ধ্রুব।

www.Educationblog24.com

➢ অপরিবাহী ও ডাই ইলেকট্রিক ঃ

* 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 ধ্রুবকঃ

পদার্থ	দ্বিতাড়িত ধ্রুবক	পদার্থ	দ্বিতাড়িত ধ্রুবক
শূণ্য	1	মাইকা বা মিকা	5.4
বায়ু (1 atm)	1.00059/1.00054	কাঁচ	5.10
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		

➢ ডাইইলেকট্রিক/পরা বৈদ্যুতিক পদার্থঃ

* 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/ আপে:ভেদ্যতা/আপে: ভেদন যোগ্যতা= $\epsilon_r = \frac{C}{C_o} = \frac{\epsilon}{\epsilon_0} = \frac{F_0}{F}$

** পরাবৈদ্যুতিক ধ্রুবকের মান সর্বদাই ১ এর চেয়ে বেশী হয়।
** সকল ডাই ইলেকট্রিক অপরিবাহী; কিন্তু সকল অপরিবাহী ডাই ইলেকট্রিক নয়।

ডাইইলেকট্রিক
- ১.পোলার (স্থায়ী দ্বিপোল ভ্রামক থাকে) — পানি
- ২.নন পোলার (স্থায়ী দ্বিপোল ভ্রামক থাকে না) — কাঁচ, রাবার, মোম

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

➢ ধারক ও ধারকত্ব ঃ

* সংজ্ঞা ঃ পরিবাহীতে চার্জ সঞ্চিত রাখার প্রক্রিয়াকে ধারক বলে।
* ধারকের মধ্যবর্তী মাধ্যম বায়ু হলে→বায়ু ধারক/বায়ু মাধ্যম ধারক
* ধারকের মধ্যবর্তী মাধ্যম কাচ হলে→কাচ ধারক/কাচ মাধ্যম ধারক
* 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 ঃ ফ্যারাড ($F=CV^{-1}$), এটি স্কেলার রাশি।
** গোলাকার পরিবাহীর ধারকত্ব, $C = 4\pi\epsilon_0 r$।
** ϵ_0 এর একক F/m (ফ্যারাড/মিটার), $C^2N^{-1}m^{-2}$
* 1 ফ্যারাড→বিভব 1 Volt বৃদ্ধি করতে, 1 কুলম্ব চার্জের প্রয়োজন হলে ধারকত্ব 1 ফ্যারাড।

ধারকত্ব, ব্যাসার্ধের সমানুপাতিক।

$1\mu F = 10^{-6} F$
$1nF = 10^{-9} F$
$1pF = 10^{-12} F$

www.Educationblog24.com

* ব্যবহারিক ক্ষেত্রে মাইক্রো ফ্যারাড এবং মাইক্রোমাইক্রো ফ্যারাড/পিকো ফ্যারাড ব্যবহৃত হয়।

*** পরিবাহীর ধারকত্ব যে যে বিষয়ের উপর নির্ভর করে–

দূ → পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী **দূরত্ব** → (বাড়লে, C কমে)

ক্ষে → পরিবাহীর **ক্ষেত্রফল** → (বাড়লে, C বাড়ে)

সো → ভূসংযুক্ত পরিবাহীর ***সান্নিধ্য***
1. চার্জগ্রস্থ পরিবাহীর কাছে চার্জশূন্য পরিবাহী, C বাড়ে
2. চার্জগ্রস্থ পরিবাহীর কাছে চার্জযুক্ত পরিবাহী, C কমে
3. চার্জগ্রস্থ পরিবাহীর কাছে বিপরীত চার্জযুক্ত পরিবাহী, C বাড়ে

মা → 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।

➢ ধারকের ধারকত্ব যেভাবে বৃদ্ধি করা যায়

০১. ধারকের পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল বাড়িয়ে
০২. এর পাতদ্বয়ের মধ্যকার দূরত্ব কমিয়ে,
০৩. পাতদ্বয়ের মধ্যে বেশি মানের ডাই-ইলেকট্রিক ধ্রুবকের পদার্থ স্থাপন করে এবং
০৪. 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।

➢ ধারকের সংযোগ ঃ

* ধারকের প্রতীক ঃ ⊣⊢
* ধারকের সমবায়ের দুটি পদ্ধতি আছে
(i) সিরিজ বা শ্রেণী সমবায় (ii) সমান্তরাল 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।

$$\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots\dots\dots + \frac{1}{C_n}$$

∴ 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।

$$C_p = C_1 + C_2 + C_3 + \dots\dots\dots + C_n = \sum_{i=1}^{n} C_i$$

সমান্তরাল সংযোজনের ধারকের ধারকত্বের সমষ্টি, তুল্য ধারকত্বের (Cp) সমান।

www.Educationblog24.com

➢ ভুলে যেও না ঃ

* সমান ধারকত্বের দুটি ধারকের সমান্তরাল সমবায়ে থাকার সময়ের ধারকত্ব (C_p) শ্রেণীবদ্ধ সমবায়ে (C_s) থাকার সময়ের ধারকত্বের 4 গুণ।
* সমান ধারকত্বের চারটি ধারকের সমান্তরাল সমবায়ে থাকার সময়ের ধারকত্ব (C_p) শ্রেণীবদ্ধ সমবায়ে (C_s) ধারকত্বের 16 গুণ।
* সমান ধারকত্বের চারটি ধারকের শ্রেণী সমবায়ে থাকাকালীন ধারকত্ব (C_s), সমান্তরাল সমবায়ে ধারকত্বের (C_p) $\frac{1}{16}$ গুণ।

** এই সব গাণিতিক সমস্যার সমাধানের ক্ষেত্রে $C_p = n^2 C_s$ সর্টকার্টটি ব্যবহার করতে পারো।

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 টাইটানেটে ডাই ইলেকট্রিক ধ্রুবক খুব বেশি থাকে।

➢ 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 ঃ $U = \frac{1}{2}\epsilon_0 E^2$

➢ ধারকের ব্যবহার ঃ

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

www.Educationblog24.com

ঘনকোণ ও তড়িৎ ফ্লাক্স ঃ

- সংজ্ঞা ঃ ত্রিমাত্রিক কোণকে ঘনকোণ বলে
- উদাহরণ ঃ মুড়ির ঠোঙায় উৎপন্ন কোণ
- প্রকাশ ঃ $1\Omega = 720^0$ বা 8π
- একক ঃ Stearadian
- সংজ্ঞা ঃ বলরেখা তলকে লম্বভাবে অতিক্রম করলে, প্রাবল্য ও তলের গুণফলকে ফ্লাক্স বলে।
- প্রকাশ ঃ $d\phi = Eds$

গাউসের সূত্র ও গাউসের সূত্রের ব্যবহার ঃ

সূত্রের আবিষ্কারক ও সাল ঃ কার্ল ফ্রেডরিখ গাউস, ১৮৩৫ সালে

গাউসের সূত্র পদার্থবিজ্ঞানের ৪টি মৌলিক সূত্রের একটি।

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 জন্য তড়িৎ ক্ষেত্র প্রাবল্য, $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{R^2} NC^{-1} = \frac{q}{4\pi\epsilon_0 r^2} NC^{-1}$

(ii) গোলকের অভ্যন্তরে কোন বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য, $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q^2}{R^3} NC^{-1}$

(iii) চার্জিত লম্বা চোঙের অসীম দৈর্ঘ্যের চার্জিত রেখার জন্য অথবা সরু দীর্ঘ তারের রৈখিক চার্জ বন্টনের জন্য তড়িৎ প্রাবল্য, $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} NC^{-1}$

(vi) সুষম চার্জিত সমতল পাতের নিকট বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য, $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} NC^{-1}$

(v) দুটি সমান্তরাল চার্জিত পাতের দরুন তড়িৎ প্রাবল্য, $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} NC^{-1}$

**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

- গাউসীয়ান তল ঃ একটি চার্জের চারিদিকে যে কাল্পনিক বদ্ধ তল বিবেচনা করা হয়।

গাউসীয়ান তলের 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।

www.Educationblog24.com

➢ *** প্রয়োজনীয় এককসমূহ ঃ

বিষয়	প্রকাশ	একক
চার্জ	Q = ধারকত্ব × বিভব পার্থক্য $= C \times V$	C (কুলম্ব)
তড়িৎবল	F = পরখ চার্জ × প্রাবল্য $= q \times E$	N (নিউটন)
তড়িৎক্ষেত্র+ তড়িৎপ্রাবল্য	$E = \frac{\text{তড়িৎ বল}}{\text{চার্জ}} = \frac{F}{q}$	NC^{-1} বা Vm^{-1}
তড়িৎবিভব	$V = \frac{\text{কাজ}}{\text{চার্জ}} = \frac{W}{q}$ অথবা = প্রাবল্য × দূরত্ব = E×d	JC^{-1} বা V
দ্বিমেরু ভ্রামক	P = চার্জ × দূরত্ব $= q \times 2l$	Cm
ধারকত্ব	$C = \frac{\text{চার্জ}}{\text{বিভব}} = \frac{q}{V}$	F (ফ্যারাড) / CV^{-1}
ধারকের স্থিতিশক্তি	$P.E = W = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}QV = \frac{1}{2}CV^2$	J (জুল)
ঘনকোণ	$\Omega = \frac{\text{গোলকপৃষ্ঠের ক্ষেত্রফল}}{(\text{ব্যাসার্ধ})^2} = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$	Steradian
প্রবেশ্যতা/ভেদ্যতা	ϵ_0	C^2/Nm^2 বা F/m
তড়িৎফ্লাক্স	φ	Nm^2C^{-1}

বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

Q. প্রবেশ্যতার একক কি? **(M. 04-05)**

A) $C^2/N\text{-}m^2$ B) $C/N\text{-}m^2$ C) $C^2/N^2\text{-}m$ D) $C/N^2\text{-}m$

Ans. A

➢ আবিষ্কার ও আবিষ্কারক ঃ

বিষয়	আবিষ্কারক	সাল
তড়িৎ আবিষ্কারক	থেলিস	খ্রিষ্টপূর্ব 600 অব্দ/খ্রিষ্টের জন্মের 600 বছর পূর্বে
তড়িৎ এর ধারণা/ঘর্ষণে বিদ্যুৎ সৃষ্টির ধারণা	ড. গিলবার্ট	1600
MKS এককের সংস্কারিত পদ্ধতি	Oliver Heavisidae & Lorentz	1895
কুলম্বের সূত্র	চার্লস অগাস্টিন ডি কুলম্ব	1787
গাউসের সূত্র	কার্ল এফ গাউস/ কাল ফ্রেডরিখ গাউস	1835

➢ বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

Q. গ্রীক দার্শনিক থেলস কত সালে বিদ্যুৎ প্রথম লক্ষ্য করেন? **(M-02-03)**

A) 600 খ্রীষ্টপূর্বাব্দ B) 650 খ্রীষ্টপূর্বাব্দ C) 700 খ্রীষ্টপূর্বাব্দ D) 750 খ্রীষ্টপূর্বাব্দ

Ans. A

www.Educationblog24.com

Retina Exclusive.

** কাগজ ধারক এক প্রকার স্থিরমান সমান্তরাল পাতধারক

** কাগজ ধারকে প্যারাফিন মোমে ভিজানো পাতলা কাগজ পরাবিদ্যুতের কাজ করে।

** কুলম্ব: Torsion Balance এর আবিষ্কারক।

প্রয়োজনীয় গাণিতিক সমীকরণ ঃ

1) $F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q_1q_2}{d^2}$, $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\frac{q}{r^2}$ 2) $F = qE$ 3) $V = \frac{w}{q}$ 4) $V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{q}{r}$ 5) $P = q\times 2l$

6) $V_p = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{P\cos\theta}{r^2}$ 7) $\epsilon_r = \frac{C}{C_o}$ 8) $C = \frac{Q}{V}$ 9) $E = \frac{dv}{dr}$ 10) $W = \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}\cdot\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}QV$

11) সমান্তরাল যুক্ত হলে তুল্য ধারকত্ব $C_p = C_1 + C_2 + \ldots\ldots\ldots\ldots C_n$

শ্রেণীতে যুক্ত হলে তুল্য ধারকত্ব $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_1} + \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \frac{1}{C_n}$

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 1.6×10^{-3} μC) 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 ঃ $C = \frac{q}{v}$ [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]

৬) 4μF 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]

www.Educationblog24.com

৭) 100 V একটি ব্যাটারীর দু'প্রান্তের সাথে 4μF ও 8μF এর দুটি ধারক সমান্তরালে যুক্ত আছে। এদের তুল্য ধারকত্ব কত?

সূত্র ঃ $C_p=C_1+C_2$ [Ans : 12μF]

৮) 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 : o]

Must to Know:

* কোন তড়িৎ ক্ষেত্রের প্রাবল্য 5.57×10^{-11} হলে সেখানে একটি ইলেক্ট্রন তার ওজনের সমান বল অনুভব করবে।
* দুটি চার্জিত বস্তুর একটি হতে অপরটিতে চার্জের আদান প্রদান বস্তুর 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 90^0 কোণে অবস্থান করে।
* সমবিভব তলে কোন চার্জ প্রবাহিত হয় না। কোন বস্তুতে মোট চার্জ q=nC। 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।
* কোনো পরিবাহীর ধারকত্ব এবং ব্যাসার্ধ অনুপাতকে 4π দ্বারা ভাগ করলে বৈদ্যুতিক ভেদনযোগ্যতা পাওয়া যায়।
* আপেক্ষিক ভেদনযোগ্যতা সবচেয়ে বেশি প্লাস্টিকের।
* সবচেয়ে বেশি চার্জ থাকে চার্জিত বস্তুর উত্তল তলে।
* বৈদ্যুতিক ক্ষমতার একক ইলেকট্রন ভোল্ট। 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।
* তড়িৎ ক্ষেত্রের মান নির্ণয় করা যায় অ্যাম্পিয়ার ও গাউসের সূত্র থেকে।
* দুটি চার্জের মধ্যবর্তী দূরত্ব 3 গুণ করা হলে বল 1/9 গুণ হবে।
* বিচ্ছিন্ন সমান্তরাল পাত ধারকের পাতদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে সঞ্চিত শক্তি পূর্বের অর্ধেক হবে।
* 3, 2 ও 1 মাইক্রোফ্যারাড বিশিষ্ট ধারকের দ্বিতীয় ও তৃতীয়টিকে শ্রেণী সমবায়ে সাজিয়ে প্রথমটির সাথে সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে তুল্যধারকত্ব 3.66 মাইক্রোফ্যারাড।
* বিভব পার্থক্য স্থির থাকলে একটি চার্জিত ধারকের শক্তি তার চার্জের সমানুপাতিক।
* বিন্দু আধানের জন্য তড়িৎ বিভব দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।
* ধারকত্ব দ্বিগুণ হবে যখন দুটি পাতের মধ্যবর্তী দূরত্ব অর্ধেক করা হয়।
* a বাহুবিশিষ্ট সমবাহু ত্রিভুজের তিন শীর্ষ বিন্দুতে আধান q, -2q ও q হলে তুল্য দ্বিমেরু ভ্রামক $\sqrt{3}qa$। দ্বিমেরু ভ্রামকের অভিমুখ ঋণচার্জ হতে ধনচার্জের দিকে।

www.Educationblog24.com

Home Practive

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

০৫. যে তলের সকল বিন্দুতে বিভব সমান, তাকে কি বলা হয়?

A. সম বিভব তল B. সমআয়তন তল

C. সমগোলক বিভব D. কোনটিই নয়

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. শুন্যস্থানের 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? [$F=\frac{1}{4\pi\epsilon_0}\times\frac{q_1q_2}{d^2}$]

A. 9×10^9N B. 9×10^3N

C. 9×10^6N D. 9×10^{12}N

www.Educationblog24.com

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

A. $5.57\times10^{-11}NC^{-1}$ B. $9\times10^{9}NC^{-1}$
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. $9\times10^{9}V$ B. $9\times10^{3}V$
C. $9\times10^{11}V$ D. $9\times10^{6}V$

১৪. সমান ধারকত্বের দুটি ধারকের সমান্তরাল সংযোগে থাকাকালীন ধারকত্ব শ্রেণী সংযোগে থাকাকালীন ধারকত্বের কতগুণ? $[C_p= n^2C_s]$

A. ২ গুণ B. ৪ গুণ C. ৮ গুণ D. ১৬ 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 Sheet:

1. A	2. B	3. D	4. B	5. A	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.Educationblog24.com

চল তড়িৎ

MD Hasibul Hassan Shanto

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–

- সংজ্ঞা, একক, প্রকাশ, সমীকরণ ঃ
  তড়িৎ প্রবাহ, রোধ, পরিবাহীতা, আপেক্ষিক রোধ, তড়িৎ পরিবাহিতাঙ্ক, তাপের যান্ত্রিক সমতা, বৈদ্যুতিক শক্তি, বৈদ্যুতিক ক্ষমতা, তড়িচ্চালক বল, অভ্যন্তরীণ রোধ।
- সূত্র ঃ কির্শফের সূত্র, জুলের তাপীয় সূত্র, শ্রেণী সমবায়, সমান্তরাল সমবায়, তুল্য রোধ।
- ব্যবহার/প্রয়োগ ঃ কির্শফের সূত্র, হুইটস্টোন ব্রীজ, শান্ট, পোটেনশিওমিটার, মিটারব্রীজ

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

➢ বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ঃ

- সংজ্ঞা ঃ কোনো 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

$$= \frac{\text{প্রবাহিত চার্জ}}{\text{ব্যয়িত সময়}}$$

$$= \frac{Q}{t}$$

$$\therefore I = \frac{Q}{t}$$

সুতরাং বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা, প্রবাহিত চার্জের সমানুপাতিক।

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. 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

- একক ঃ Ampere (A)
- অ্যাম্পিয়ার ঃ পরিবাহীর কোনো প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে অভিলম্বভাবে ১ সেকেন্ডে ১ কুলম্ব চার্জ প্রবাহিত হলে যে প্রবাহমাত্রা পাওয়া যায় তা হল ১ অ্যাম্পিয়ার।

$$\therefore 1\,A = 1\,Cs^{-1}\left(\frac{Coulomb}{Second}\right)$$

- 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।

* ১ মিলিঅ্যাম্পিয়ার = 10^{-3} অ্যাম্পিয়ার (A)
১ 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।

www.Educationblog24.com

- রোধ ঃ পরিবাহীর যে ধর্মের জন্য এর মধ্য দিয়ে তড়িৎপ্রবাহ বাধাপ্রাপ্ত হয় তা হলো পরিবাহীর রোধ।
- একক ঃ ও'ম (ohm, Ω)
- সমীকরণ ঃ $1\Omega = \frac{1V\ (Volt)}{1A\ (Amp)} = 1VA^{-1}$
- পরিবাহিতা ঃ রোধের বিপরীত রাশি হল পরিবাহিতা (conductance)
  - প্রকাশ ঃ G
  - একক ঃ mho বা siemens (S) বা $(ohm)^{-1}$
  - সমীকরণ ঃ $G = \frac{1}{R}$
- রোধত্ব বা আপেক্ষিক রোধ ঃ 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
- তড়িৎ পরিবাহকত্ব ঃ রোধাঙ্কের বিপরীত রাশি হল তড়িৎ পরিবাহিতাঙ্ক
  - প্রকাশ ঃ σ
  - একক ঃ $(ohm\text{-}m)^{-1}$ বা $(\Omega\text{-}m)^{-1}$ বা সিমেন্স/মিটার (Sm^{-1})
  - সমীকরণ ঃ $\sigma = \frac{1}{\rho}$
- ও'মের সূত্র ঃ জর্জ সাইমন ও'ম সূত্রটি প্রণয়ন করেন।
  - সূত্রঃ 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]

[পড়ার পরে, সময় 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, $\mu\Omega = 10^{-6}\ \Omega$

$R = \frac{\rho L}{A}$

$\rho = \frac{RA}{L}$

$= \frac{R \times \pi r^2}{L}$

এখানে,
L = তারের দৈর্ঘ্য
A = তারের প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল $= \pi r^2$
R = রোধ
ρ = রোধাঙ্ক

*** রোধ নির্ভর করে =
১. পরিবাহীর দৈর্ঘ্য (সমানুপাতিক)
২. প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল (ব্যস্তানুপাতিক)
৩. উপাদান (উপাদানের আপেক্ষিক রোধ, সমানুপাতিক)
৪. তাপমাত্রা

www.Educationblog24.com

অতিরিক্ত তথ্যসমূহ

*** 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।

* $\rho = \frac{RA}{l}$

বিগত বছরের প্রশ্ন

০১. 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

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

A. ৪ গুণ B. অর্ধেক C. ৩ গুণ D. দ্বিগুণ

০৩. কোন পরিবাহীর রোধ কিসের উপর নির্ভরশীল না– [M.13-14]

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

Ans: 1. A 2. B 3. D

বিভিন্ন পদার্থের আপেক্ষিক রোধঃ

পদার্থ, (0^0C তাপমাত্রায়)	আপেক্ষিক রোধ, ρ ($\Omega.m$)
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}
ম্যাঙ্গানিন	41.0×10^{-8}
কনস্ট্যানট্যান্ট	49.0×10^{-8}
20^0C তাপমাত্রায়,	
সিলিকন	2.50×10^{3}
সিলিকন n টাইপ	8.7×10^{-4}
সিলিকন p টাইপ	2.8×10^{-3}
কাচ	$10^{10} - 10^{14}$
ফিউজড কোয়ার্টজ	$\approx 10^{16}$

www.Educationblog24.com

রোধের পরিবর্তন= ΔR

*** ΔR তিনটি বিষয়ের উপর নির্ভর করে–

১. ΔR, আদিরোধ R_0 এর সমানুপাতিক: $\Delta R \propto R_0$

২. ΔR, তাপমাত্রা বৃদ্ধি t এর সমানুপাতিক: $\Delta R \propto t$

৩. ΔR, পরিবাহীর প্রকৃতির উপর নির্ভর করে।

সুতরাং, $\Delta R \propto R_0 t$

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. একটি ধাতব রোধের উষ্ণতা 10^0C হতে 110^0C পর্যন্ত বৃদ্ধি পেলে এর রোধ 10% বাড়ে। ধাতুটির রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক কত? [M: 16-17]

A. 0.02^0C^{-1} B. 0.002^0C^{-1} C. 0.01^0C^{-1} D. 0.001^0C^{-1}

Ans: D

$110-10=100^0$ উষ্ণতাবৃদ্ধিতে রোধ বাড়ে 10%।

1^0 সে. উষ্ণতাবৃদ্ধিতে রোধ বাড়ে $10/(100\times100)=0.001$

সুতরাং, ধাতুটির রোধের উষ্ণতা গুণাঙ্ক 0.001^0C^{-1}

➤ **রোধের তাপমাত্রা গুণাঙ্ক বা উষ্ণতা গুণাঙ্ক ঃ** 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 ঃ $(^0C)^{-1}$ বা K^{-1}

* 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, তড়িৎ বিশ্লেষ্য পদার্থের ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে রোধ হ্রাস পায়।
* অতি নিম্ন তাপমাত্রায় পরিবাহীর রোধ প্রায় শূণ্যমান লাভ করে। পরিবাহীর এ অবস্থাকে অতিপরিবাহীতা (Super Conductor) বলে।
* 4.2K তাপমাত্রার নিচে পারদ অতি পরিবাহিতা প্রদর্শন করে।

[পড়ার পরে, সময় করে ঃ

- নাইক্রোম (নিকেল, লৌহ এবং ক্রোমিয়ামের সংকর ধাতু) ও ম্যাঙ্গানিন এর তাপমাত্রার পরিবর্তনে রোধের খুব কম পরিবর্তন ঘটে।
- ম্যাঙ্গানিনের রোধের উষ্ণতা সহগ $3\times10^{-5}\ K^{-1}/(^0C)^{-1}$
- তামার রোধের উষ্ণতা সহগ $4.3\times10^{-3}\ (^0C)^{-1}$
- ভলকানাইজড রাবারের 24^0C বা 297 K এ যে রোধ হয়, 0^0C বা 273 K এ তার চারগুণ রোধ হয়।
- টাংস্টেনের রোধের উষ্ণতা সঙ্গে $4.5\times10^{-3}\ K^{-1}$ $(^0c^{-1})$

* থার্মিস্টর এর সাহায্যে খুব অল্প তাপমাত্রার পরিবর্তন (0.005^0C) নির্ণয় করা যায়।]
* অর্ধ পরিবাহীর রোধের উষ্ণতা সহগ $\alpha=-6\times10^{-2}\ (^0C)^{-1}$

➤ **জুলের তাপীয় ক্রিয়ার সূত্র ঃ**

জেমস্ প্রেসকট জুল ১৮৪১ খ্রিস্টাব্দে তিনটি সূত্র প্রদান করেন।

১। **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

$$\frac{H_1}{i_1^2}=\frac{H_2}{i_2^2}=\frac{H_3}{i_3^2}=\ldots\ldots\ldots\ldots=\text{ধ্রুবক}$$

২। **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

$$\frac{H_1}{R_1}=\frac{H_2}{R_2}=\frac{H_3}{R_3}=\ldots\ldots\ldots\ldots=\text{ধ্রুবক}$$

www.Educationblog24.com

৩। সময়ের সূত্রঃ বিদ্যুৎবাহী পরিবাহীর রোধ এবং বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা অপরিবর্তিত থাকলে পরিবাহীতে বিদ্যুৎ প্রবাহের দরুণ উদ্ভূত তাপ বিদ্যুৎ প্রবাহের কালের সমানুপাতিক।

অর্থাৎ $H \alpha t$, যদি i এবং R স্থির থাকে

$$\frac{H_1}{t_1} = \frac{H_2}{t_2} = \frac{H_3}{t_3} = \ldots\ldots\ldots\ldots = \text{ধ্রুবক}$$

➢ তাপের যান্ত্রিক সমতুল/তাপের যান্ত্রিক সমতা ঃ 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 = .24 ক্যালরি অথবা .238 ক্যালরি

1 ক্যালরি = 4.2 জুল

* তাপের যান্ত্রিক সমতা নির্ণয়ের পদ্ধতি

১) জুলের পদ্ধতি

২) ক্যালেন্ডার বা বার্ণস এর পদ্ধতি

[পড়ার পরে, সময় করে ঃ

* জুলের ৩টি সূত্র একত্র করে,

$H \alpha I^2Rt$

বা, $H = K I^2Rt$ [K সমানুপাতিক ধ্রুবক = .24]

বা, $H = .24 \times I^2Rt$ এখানে, $K = \frac{1}{J}$

* $W = JH$

$$H = \frac{W}{J} = \frac{I^2Rt}{J} = 0.24 \times I^2Rt = 0.24 \times VIt$$

* যে রোধক সরবরাহকৃত সম্পূর্ণ বৈদ্যুতিক শক্তি তাপ উৎপন্ন করে তাকে নিষ্ক্রিয় রোধক বলা হয়।]

➢ বৈদ্যুতিক শক্তি ঃ 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।

- বৈদ্যুতিক শক্তি, $U = W = Vq = VIt$
- একক ঃ জুল

(1 জুল = 1 ভোল্ট ×1 অ্যাম্পিয়ার ×1 সেকেন্ড)

➢ বৈদ্যুতিক ক্ষমতা ঃ কোন বৈদ্যুতিক যন্ত্র বা উৎসের কাজ করার হারকে অর্থাৎ একক সময়ে সম্পাদিত কাজকে উক্ত যন্ত্রের ক্ষমতা বলে।

- প্রকাশ ঃ P

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

www.Educationblog24.com

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

$= I^2R$

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

• একক ঃ ওয়াট (Watt)

ওয়াট = $\frac{\text{জুল}}{\text{সেকেন্ড}}$

$W = \frac{J}{S}$

প্রতি সেকেন্ডে 1 জুল কাজ করার ক্ষমতাকে এক ওয়াট বলে।

[পড়ার পরে, সময় করে ঃ

* অশ্ব ক্ষমতা, 1 অশ্ব শক্তি = 746 ওয়াট

* 1 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

* 1 কিলোওয়াট ঘন্টা, 1 KWh=3.6×10^6 J

$= 36\times10^5$ J

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

➢ তড়িৎ কোষ ঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে রাসায়নিক শক্তি থেকে নিরবিচ্ছিন্নভাবে তড়িৎ প্রবাহ পাওয়া যায় তাকে তড়িৎ কোষ বলে।

উদাহরণ ঃ লেকল্যান্স কোষ, শুষ্ক কোষ, সীসা এসিড সঞ্চয়ক কোষ।

০১. রাসায়নিক ক্রিয়ার সাহায্যে সরাসরি তড়িৎ প্রবাহ সৃষ্টি করে। যেমন–লেকল্যান্স কোষ, শুষ্ক কোষ।

০২. তড়িৎ প্রবাহকে সরাসরি শক্তিতে রূপান্তরিত করে রাখে এবং পরে তাকে পুনরায় তড়িৎ প্রবাহে রূপান্তরিত করে। যেমন– সীসা এসিড সঞ্চয়ক কোষ।

➢ তড়িচ্চালক বল ঃ $E = \frac{W}{q}$

• 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।

* কোষ, ব্যাটারী, জেনারেটর তড়িচ্চালক বলের উৎস।

• প্রকাশ ঃ $\in$ বা E

• একক ঃ ভোল্ট (Volt) = জুল/কুলম্ব ($\frac{J}{C}$)

www.Educationblog24.com

• সমীকরণ ঃ $E = IR + Ir$

$$I = \frac{E}{R+r}$$

➢ অভ্যন্তরীণ রোধ ঃ কোষের অভ্যন্তরে বিদ্যুৎ প্রবাহ যে পরিমাণ বাধা পায় তাকে কোষের অভ্যন্তরীণ রোধ বলে।

• প্রকাশ ঃ r

অপচয় বা নষ্ট ভোল্ট ঃ বিদ্যুৎ কোষের বিদ্যুচ্চালক বলের একটি অংশ খরচ হয় অভ্যন্তরীণ রোধের বাধাকে অতিক্রম করতে, এই অংশকে বলা হয় অপচয় বা নষ্ট ভোল্ট।

• সমীকরণ ঃ $V' = Ir$

$= E - IR$

* ইলেক্ট্রন যে গড় বেগে প্রবাহিত হয় তাকে সঞ্চরণ বেগ বা তাড়ন বেগ বলে।

$I = nAve$ [এখানে, তাড়নবেগ=v]

➢ প্রবাহ ঘনত্ব ঃ কোন পরিবাহীর প্রতি একক প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহকে প্রবাহ ঘনত্ব বলে।

প্রবাহ ঘনত্ব $j = \frac{I}{A}$ [I= তড়িৎ প্রবাহ, A= প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল]

$= \frac{nAve}{A}$ [∵ I=nAve]

$= nve$

[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)

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. যেটি তড়িচ্চালক শক্তির বৈশিষ্ট্য নয়– [M.2000-01]

A. বর্তনীর যে অংশে অন্য কোন শক্তি তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তরিত হয় সে অংশে তড়িচ্চালক শক্তি থাকে

B. এক একক আধানকে কোন পরিবাহকের এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে যে কাজ সম্পন্ন হয় তাকে ঐ বিন্দুদ্বয়ের তড়িচ্চালক শক্তি বলে

C. তড়িচ্চালক শক্তি কোষের রাসায়নিক ক্রিয়ার উপর নির্ভর করে

D. কোনটি নয়।

Ans: B

➢ বিদ্যুৎ কোষের সমবায় ঃ কোনো কোনো 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।

www.Educationblog24.com

** বিদ্যুৎ কোষের সমবায় ৩ প্রকার

তিন প্রকার–ইসহাক, গিয়াস, ভুঁইয়া

দুই প্রকার–তপন– ১. শ্রেণী সমবায়, ২. সমান্তরাল সমবায়

ক) শ্রেণী 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

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

শ্রেণী সমবায়ের উপযোগিতা ঃ যদি nr < < Rহয় 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।

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

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

সমান্তরাল সমবায়ের উপযোগিতা ঃ 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।

[পড়ার পরে, সময় করে,
** 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।]

গ) 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।

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

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

www.Educationblog24.com

* $R = \frac{m'}{m}$

= মিশ্র সমবায়ের সমতুল্য অন্তঃস্থীণ রোধ।

বিগত বছরের প্রশ্নঃ

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

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

Ans: D

➢ কির্শফের সূত্র ঃ

** প্রথম সূত্র ঃ বিদ্যুৎ বর্তনীর কোনো সংযোগ বিন্দুতে মিলিত প্রবাহমাত্রাগুলোর বীজগাণিতিক যোগফল শূন্য হয়।

** দ্বিতীয় সূত্র ঃ 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।

$\sum iR = \sum E$

[পড়ার পরে, সময় করে,

* ১ম সূত্রকে কারেন্ট সূত্র বা জাংশন উপপাদ্য বলা হয়।
* ২য় সূত্রকে বর্তনী সূত্র (circuital law) বা ভোল্টেজ সূত্র (Voltage law) বা লুপ উপপাদ্য বলা হয়।
* 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।

** তড়িৎ বর্তনীতে কির্শফের সূত্রের ব্যবহার ঃ

i. বিদ্যুৎ প্রবাহ ও বিভব পার্থক্য নির্ণয়
ii. হুইটস্টোন ব্রীজে কির্শফের সূত্রের ব্যবহার
iii. বিদ্যুৎ কোষের শ্রেণী সমবায়ের ক্ষেত্রে কির্শফের সূত্রের ব্যবহার (বিদ্যুৎ প্রবাহ ও বিভব পার্থক্য নির্ণয়)।
iv. বিদ্যুৎ কোষের সমান্তরাল সমবায়ে কির্শফের সূত্রের প্রয়োগ (বিদ্যুৎ প্রবাহ ও বিভব পার্থক্য নির্ণয়)।

➢ তুল্য রোধ ঃ

রোধের শ্রেণী সমবায় অর্থাৎ একক লুপের ক্ষেত্রে তুল্য রোধ ঃ

যখন কতকগুলো রোধকে এমনভাবে পর পর সাজানো হয় যাতে রোধগুলোর মধ্যে দিয়ে একই মাত্রার তড়িৎ প্রবাহ চলে তখন উক্ত সমবায়কে রোধের শ্রেণী সমবায় বলে।

www.Educationblog24.com

$R_s = \frac{E}{I}$; $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$

রোধের সমান্তরাল সমবায় অর্থাৎ বহু লুপ বর্তনীর ক্ষেত্রে তুল্য রোধ

যদি কতকগুলো রোধের প্রত্যেকের এক প্রান্ত এক বিন্দুতে অপর প্রান্তগুলো অন্য এক বিন্দুতে সংযুক্ত করা হয় এবং প্রত্যেকটি রোধের দু'প্রান্তে একই বিভব পার্থক্য বজায় থাকে তখন তাকে রোধের সমান্তরাল সমবায় বলা হয়।

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

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. রোধের সমবায় কত প্রকার? [M.11-12]

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

Ans: B

➢ হুইটস্টোন ব্রীজ ঃ

চারটি রোধ শ্রেণীবদ্ধভাবে সজ্জিত করে একটি আবদ্ধ লুপ তৈরী করলে যে চারটি সংযোগস্থল তৈরী হয়, তবে যে কোনো দুটি বিপরীত সংযোগস্থলের মাঝে একটি বিদ্যুৎ কোষ এবং অপর দুটি সংযোগস্থলের মাঝে গ্যালভানোমিটার সংযোগ দিলে যে বর্তনী তৈরি হয় তাকে হুইটস্টোন ব্রীজ বলে।

*** হুইটস্টোন ব্রীজ নীতি ব্যবহার করা হয়–

i. মিটার ব্রীজ (Metre bridge)

ii. পোস্ট অফিস বক্স (Post office box)

* সাম্যাবস্থায় হুইটস্টোন ব্রীজ এর ভিতর দিয়ে কোনো বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয় না। তাই গ্যালভানোমিটারে বিক্ষেপও থাকে না। একে নিস্পন্দ অবস্থা বলা হয়।

** স্যামুয়েল হান্টার ক্রিস্টি ১৮৩৩ সালে হুইটস্টোন ব্রীজ আবিষ্কার করেন।

** স্যার চার্লস হুইটস্টোন ১৮৪৩ সালে এর উন্নতি করে একে ব্যবহার উপযোগী করেন।

** $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$.

অর্থাৎ, সাম্যাবস্থায় গ্যালভানোমিটারের উভয় প্রান্তের দুই পার্শ্বে যুক্ত রোধ দুটির অনুপাত সমান হবে।

➢ শান্ট ঃ

গ্যালভানোমিটার বা সূক্ষ্ম ও সুবেদী বৈদ্যুতিক যন্ত্রের মধ্য দিয়ে যাতে উচ্চমাত্রার বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে না পারে তার জন্য যন্ত্রের সাথে সমান্তরালে কম মানের যে রোধ যুক্ত করা হয় তাকে শান্ট বলে।

* শান্ট কথাটির অর্থ হলো ভিন্ন পথ চালিত করা, ভিন্ন পথ অনুসরণ করা।

** শান্ট সমান্তরাল শ্রেণীতে 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 × $\frac{\text{শান্টের রোধ}}{\text{শান্টের রোধ + যন্ত্রের রোধ}}$

$$I_g = I \times \frac{S}{G+S}$$

www.Educationblog24.com

* 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।
** $S = \frac{G}{(n-1)}$ (শাহজাহান তপন) বা $S = \frac{G}{(n-1)}$ (ইসহাক)
* গ্যালভানোমিটারের মধ্য দিয়ে মূল প্রবাহের অংশ পাঠাতে হলে ব্যবহৃত শান্টের রোধ গ্যালভানোমিটারের রোধের $\frac{1}{n-1}$ অংশ হতে হবে।
$J_S = \frac{(n-1)}{n} \cdot I$

*** শান্টের ব্যবহারঃ

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

➢ বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. ০.১ ওহম রোধের একটি অ্যামিটারে একক অ্যাম্পিয়ার পর্যন্ত বিদ্যুৎ প্রবাহ পরিমাপ করা যায়। কত শান্ট ব্যবহার করলে ইহা দ্বারা ১০ অ্যাম্পিয়ার পর্যন্ত বিদ্যুৎ প্রবাহ পরিমাপ করা যাবে? [D.99-2000]

[ইঙ্গিত ঃ $i_a = i \times \frac{s}{a+s}$ যেখানে s = সান্ট, i_a = ১ অ্যাম্পিয়ার, i =১০ অ্যাম্পিয়ার, i = ০.১ ওহম]

A. 0.05 ওহম B. 0.004 ওহম C. 0.011 ওহম D. 0.045 ওহম

Ans: C

➢ পটেনশিওমিটার ঃ

বিভব পতন পদ্ধতি ও যে যন্ত্রের সাহায্যে ছোট মানের বিভব বৈষম্য ও বিদ্যুচ্চালক শক্তি সূক্ষ্ম ভাবে নির্ণয় করা যায় তাকে পটেনশিওমিটার বলে।

* এর সাহায্যে বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রা ও রোধ নির্ণয় করা যায়।
* এর সাহায্যে দুটি কোষের তড়িচ্চালক বলের তুলনা করা যায়।

➢ মিটার ব্রিজ ঃ

যে যন্ত্রে এক মিটার লম্বা সুষম প্রস্থচ্ছেদের একটি তারকে কাজে লাগিয়ে হুইটস্টোন ব্রিজের নীতি ব্যবহার করে কোনো অজানা রোধ নির্ণয় করা হয় তাকে মিটার ব্রিজ বলে।

* মিটার ব্রিজ হুইটস্টোন ব্রিজের একটি ব্যবহারিক রূপ।
** মিটার ব্রিজের সাহায্যে–
i. কোন পরিবাহীর রোধ
ii. কোনো পরিবাহীর উপাদানের আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করা যায়।

www.Educationblog24.com

[পড়ার শেষে, সময় করে :

** পোস্ট অফিস বক্স, হুইটস্টোন ব্রিজনীতির ঘনসংবদ্ধ রূপ, টেলিগ্রাফ ও কেবল এর রোধ নির্ণয়ে ব্যবহৃত হয়।

** পোস্ট অফিস বক্স, মিটার ব্রিজ ও পটেনশিওমিটার সর্বদাই গ্যালভানোমিটার ব্যবহার করা হয়।

* পটেনশিওমিটার দ্বারা পরিমাপ করার জন্য সাধারণত গ্যালভানোমিটারের সাথে একটি উচ্চ মানের রোধ শ্রেণীতে যুক্ত থাকে। নিস্পন্দ বিন্দুর কাছাকাছি আসলে ঐ রোধের মান শূন্য হয়।]

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. কোন যন্ত্রের সাহায্যে আপেক্ষিক রোধ নির্ণয় করা হয়? [M: 15-16]

A. মিটার ব্রিজ B. ক্যালরিমিটার C. পটেনসিওমিটার D. গ্যালভানোমিটার

Ans: A

এক নজরে সমীকরণসমূহ

* $R_t = R_o(1+\alpha t)$

* $H = K.\, i^2 Rt$ এখানে, $K = \frac{1}{J}$

* $W = JH$

$= VIT$

* $J = \frac{VIt}{H}$

* $W = VQ$

* $\alpha = \frac{R_t - R_o}{R_o t}$

* $H = mS\Delta\theta$

* $H = \frac{I^2Rt}{4.2}$

* $W = VIt$

$= I^2Rt$

$= \frac{V^2t}{R}$

* $P = \frac{W}{t} = VI$

$= I^2R$

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

* $\frac{P}{Q} = \frac{R}{S}$

* $S = \frac{r}{n-1}$

* $I = \frac{G+S}{S} \times Ig$

* $\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}$

* $\rho = \frac{RA}{l}$

* $Q = \frac{P \times l}{100 - l}$

* $E = IR + Ir$

* $I = \frac{E}{R+r}$

* $i_s = \frac{nE}{nr+R}$

* $i_p = \frac{nE}{nR+r}$

* $R_s = R_1 + R_2 + R_3 + \ldots\ldots\ldots\ldots$

* $\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \ldots\ldots\ldots\ldots]$

* $i_g = \frac{S \times i}{G+S}$

* $i_s = \frac{G \times i}{G+S}$

www.Educationblog24.com

গাণিতিক সমস্যাঃ

১. $0^{\circ}C$ তাপমাত্রায় একটি ম্যাঙ্গানিন তারের রোধ 100 হলে $30^{\circ}C$ তাপমাত্রায় এর রোধ কত হবে? ম্যাঙ্গানিনের উষ্ণতা সহগ $3\times10^{-4}\,^{\circ}C^{-1}$

সমাধান ঃ সূত্র ঃ $R_0 = R_0(1+\alpha\theta)$

Ans : 100.09Ω

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

সমাধান ঃ সূত্র ঃ $V_1 = V_2$ $\quad IR = \frac{I}{2}(R+120)$

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. .2Ω অভ্যন্তরীণ রোধবিশিষ্ট এবং 1.5 V তড়িচ্চালক শক্তির ৫ 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

৬. প্রতিটি 2 V তড়িচ্চালক শক্তি ও 1.5Ω অভ্যন্তরীণ রোধের তিনটি তড়িৎ কোষ নেয়া হলো। শ্রেণী সমন্বয়ে সাজিয়ে এদের প্রান্তগুলোকে 150W 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 : 0.1W

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

www.Educationblog24.com

১০. 100Ω রোধের একটি নিমজ্জক উত্তাপককে 2.5 কম 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:

* তাপমাত্রা, উপাদান ও দৈর্ঘ্য স্থির থাকলে পরিবাহী তারের রোধ, প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফলের ব্যস্তানুপাতিক।
* একটি তারের দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করলে এবং প্রস্থচ্ছেদের ক্ষেত্রফল অর্ধেক করলে রোধ 4 গুণ বৃদ্ধি পাবে।
* পরিবাহীর রোধ ও প্রবাহ কাল অপরিবর্তিত থাকা অবস্থায় প্রবাহমাত্রা এক-তৃতীয়াংশ করলে উৎপন্ন তাপের পরিমান 1/9 গুণ।
* বৃত্তাকার প্রস্থচ্ছেদের কোন পরিবাহীর ব্যাসার্ধ অর্ধেক করা হলে রোধ হবে 4 গুণ।
* 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–১. যখন পরিবর্তিত রোধের গ্যালভানোমিটার ব্যবহার করা হয়,
  ২. তড়িচ্চালক বলের মান পরিবর্তিত হয়,
  ৩. গ্যালভানোমিটার ও তড়িৎ কোষের অবস্থানের বিনিময় হয়।
* $\frac{SxG}{S}$ = শান্টের ক্ষমতা গুণক।
* একটি তারের রোধ r। তারটিকে টেনে দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলে তার রোধ 4r।
* টিন ও সীসার মিশ্রণে ফিউজ তৈরি করা হয়।
* ও'মের সূত্রের স্বাধীন চলক হচ্ছে বিভব পার্থক্য। ও'মের সূত্র অনুসারে I-V লেখচিত্রটি জার্মেনিয়ামের ক্ষেত্রে মূল বিন্দুগামী সরল রেখা হয়।
* 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।
* চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রাবল্য বাড়ানো যায়–১. তড়িৎ প্রবাহ বাড়িয়ে
  ২. সলিনয়েডের প্যাচ সংখ্যা বাড়িয়ে।
* শক্তির একক কিলোওয়াট ঘন্টা এবং চার্জ প্রবাহের হার পরিমাপের একক অ্যাম্পিয়ার।
* ১০০০ ও'ম রোধের একটি গ্যালভানোমিটার সর্বোচ্চ 10 mA তড়িৎ নিরাপদে গ্রহণ করতে পারে। এর দ্বারা 10 A প্রবাহ মাপতে হলে 0.1 ও'ম রোধের সান্টকে গ্যালভানোমিটারের সাথে সমান্তরালে যুক্ত করতে হবে।
* বৈদ্যুতিক বাল্বের গায়ে 220V–100W লেখা থাকলে বাল্বটির রোধ 484 ও'ম।
* বাড়ির মেইন মিটারে 6 A–200V লেখা থাকলে 60W এর 20টি বাতি নিরাপত্তার সাথে ব্যবহার করা যাবে।
* একটি হুইটস্টোন ব্রীজের চারটি বাহুতে যথাক্রমে 2ও'ম, 4ও'ম, 3ও'ম এবং 9ও'ম রোধ আছে। চতুর্থ বাহুতে 18ও'ম রোধ সমান্তরাল সমবায়ে যুক্ত করলে ব্রীজটি ভারসাম্য লাভ করবে।

www.Educationblog24.com

Home Practice :

সমস্যা প্রশ্ন ঃ

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 কোন ও'ম?
A. 1 B. 1.2 C. 1.5 D. 2

৩. 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. $0^{\circ}C$ 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. সবগুলো

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

৮. এক অ্যাম্পিয়ার হচ্ছে–
A. $1\ C/1s^{-1}$ 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 পরিবাহীর 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

উত্তরমালা ঃ

১। D	২। B	৩। C	৪। C	৫। C
৬। B	৭। D	৮। B	৯। D	১০। D
১১। C	১২। B	১৩। B	১৪। C	১৫। B

www.Educationblog24.com

তড়িৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ও চুম্বকত্ব

MD Hasibul Hassan Shanto
Patuakhali Medical College

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–
- বায়োর্ট স্যাভার্টের সূত্র ও প্রয়োগ
- গ্যালভানোমিটার, সান্ট
- পৃথিবীর চুম্বকত্ব, ভূ-চুম্বকত্বের উপাদান ও কুরি বিন্দু।
- একক ও সমীকরণসমূহ।

➢ বিদ্যুৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া ঃ
কোন পরিবাহীর মধ্যদিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্রের সৃষ্টি হয়। একে বিদ্যুৎ প্রবাহের চৌম্বকীয় ক্রিয়া বলে।
আবিষ্কার করেন– 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।

➢ বিদ্যুৎ প্রবাহের ক্রিয়া সংক্রান্ত দুটি সূত্র ঃ
১। সমান্তরাল প্রবাহের সূত্র ঃ
- সমান্তরাল বিদ্যুৎ প্রবাহের অভিমুখ একই দিকে হলে তারা পরস্পরকে আকর্ষণ করবে।
- দুটি সমান্তরাল বিদ্যুৎ প্রবাহের অভিমুখ পরস্পর বিপরীত দিকে হলে তারা পরস্পরকে বিকর্ষণ করবে।

২। কৌণিক প্রবাহের সূত্র ঃ
- দুটি বিদ্যুৎ প্রবাহের 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

বিদ্যুৎ প্রবাহে সৃষ্ট চৌম্বক ক্ষেত্রের দিক নির্ণয় পদ্ধতি ঃ	চৌম্বক বল নির্ণয়ের পদ্ধতি ঃ
i) ম্যাক্সওয়েলের কর্ক স্ক্রু নিয়ম	i) ডান হস্ত নিয়ম-১
ii) ফ্লেমিং এর দক্ষিণ হস্ত নিয়ম বা ডানহস্ত নিয়ম-২	ii) ফ্লেমিং এর বামহস্ত নিয়ম

➢ ***বায়োট-স্যাভার্ট সূত্র বা বিয়োঁ-স্যাভোঁর সূত্র বা ল্যাপ্লাস এর সূত্র ঃ
আবিষ্কার ঃ ১৮২০ সালে ল্যাপ্লাস
প্রমাণ করেন– বায়োর্ট ও স্যাভার্ট

সূত্র ঃ ক্ষুদ্র দৈর্ঘ্যের কোন পরিবাহীর মধ্যদিয়ে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে এর চারপাশে যে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয় তার কোন বিন্দুতে চৌম্বকীয় আবেশের মান
i) বিদ্যুৎ প্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক **($dB \propto di$)**
ii) পরিবাহীর দৈর্ঘ্যের সমানুপাতিক **($dB \propto dl$)**
iii) পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর সংযোগ রেখা এবং পরিবাহীর অন্তর্ভূক্ত কোণের সাইনের সমানুপাতিক। **($dB \propto \sin\alpha$)**
iv) পরিবাহীর মধ্যবিন্দু হতে ঐ বিন্দুর দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক। **($dB \propto \frac{1}{r^2}$)**

$$dB \propto \frac{idl\sin\alpha}{r^2}$$

$$dB = K\frac{idl\sin\alpha}{r^2}\left[K = \frac{\mu_0}{4\pi}\right.$$, শূন্যস্থানে $K = 10^{-7}TmA^{-1}$]

$$dB = \frac{\mu_0}{4\pi} \times \frac{idl\sin\alpha}{r^2}$$ $[\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} Wbm^{-1}A^{-1}$ বা $Tm\,A^{-1}]$

www.Educationblog24.com

➢ বায়োর্ট স্যাভার্টের সূত্রের প্রয়োগ ঃ
- বিদ্যুৎবাহী বৃত্তাকার কুন্ডলীর কেন্দ্রে চৌম্বক আবেশ বা চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয়।
- বিদ্যুৎবাহী লম্বা তারের জন্য কোন বিন্দুতে চৌম্বক আবেশ বা চৌম্বক ক্ষেত্র নির্ণয়।
- দুটি তড়িৎবাহী সমান্তরাল পরিবাহীর মধ্যে ক্রিয়াশীল বল নির্ণয়।

➢ *** গতিশীল চার্জের উপর বল ঃ
চৌম্বকক্ষেত্রে গতিশীল আধানের উপর বল ঃ
ক) চার্জের পরিমাণ (q) এর সমানুপাতিক।
খ) চার্জের বেগ (v) এর সমানুপাতিক।
গ) চৌম্বকক্ষেত্রের মানের (B) সমানুপাতিক
ঘ) মধ্যবর্তী কোণের সাইনের (sin) এর সমানুপাতিক।

বিগত বছরের প্রশ্ন:
Q. চৌম্বক ক্ষেত্রের গতিশীল আধানের উপর বলের মান কোনটি নয়– [M 2000-2001]
A. চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের সমানুপাতিক
B. চৌম্বক ক্ষেত্রের মানের ব্যস্তানুপাতিক
C. আধানের বেগের সমানুপাতিক
D. আধানের মানের সমানুপাতিক
Ans: B

➢ **চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্যে গতিশীল চার্জের উপর চৌম্বক বল অনুভব করার শর্ত ঃ
১। চার্জ অবশ্যই গতিশীল হতে হবে।
২। চৌম্বক ক্ষেত্রের অভিলম্বে গতিশীল চার্জের বেগের উপাংশ থাকতে হবে।

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

* বিনতি কোণের মান বিষুবরেখায় শূন্য এবং পৃথিবীর দুই চৌম্বক মেরুতে 90^0
- ঢাকার বিচ্যুতি, $\theta = \frac{1}{2}^0 E$
- ঢাকার বিনতি, $\delta = 31^0 N$
- ঢাকার অনুভূমিক প্রাবল্য, $B_H = 34 \times 10^{-6} T$
- রাজশাহীতে অনুভূমিক প্রাবল্য, $B_H = 29 Am^{-1}$
- ঢাকার ভূচুম্বকত্ব, $B = 0.40 \times 10^{-4} T$

➢ চৌম্বক সংক্রান্ত কিছু কথাঃ
- চৌম্বক মেরু শক্তির SI একক অ্যাম্পিয়ার মিটার (Am)
- জ্যামিতিক দৈর্ঘ্যঃ কোন চুম্বকের দুইপ্রান্তের মধ্যবর্তী দূরত্বকে এর জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য বলে।
- চৌম্বক দৈর্ঘ্য বা কার্যকরী দৈর্ঘ্যঃ কোন চুম্বকের দুই মেরুর মধ্যবর্তী দূরত্বকে চৌম্বক দৈর্ঘ্য বলে।
- চুম্বকের ক্ষেত্রেঃ $\frac{\text{চৌম্বক দৈর্ঘ্য}}{\text{জ্যামিতিক দৈর্ঘ্য}} = 0.85$
- ভৌগোলিক মধ্যতল ও চৌম্বক মধ্যতলের মধ্যে কিছু কৌণিক ব্যবধান থাকে। ঢাকায় এই ব্যবধান 0.5^0।

www.Educationblog24.com

- **চৌম্বক তীব্রতা/প্রাবল্যঃ** কোন বিন্দুর চৌম্বক ক্ষেত্র এবং চৌম্বক প্রবেশ্যতার অনুপাতকে চৌম্বক তীব্রতা বলে।
- **একক ঃ** (Am^{-1}) : চৌম্বক তীব্রতার পুরাতন একক ওয়েরস্টেড 1 ওয়েরস্টেড = 80 Am^{-1}
- চৌম্বক দ্বিমেরু ভ্রামক/চৌম্বক ভ্রামক/চৌম্বক মোমেন্টঃ কোন চুম্বকের একটি মেরুর মেরুশক্তি ও চৌম্বক দৈর্ঘ্যের গুণফলকে চৌম্বক ভ্রামক বলে।
- **এককঃ** অ্যাম্পিয়ার-মিটার^2 (Am^2)
- **চৌম্বক প্রবেশ্যতাঃ** কোন চৌম্বক পদার্থের চৌম্বক আবেশ এবং চৌম্বক তীব্রতার অনুপাতকে চৌম্বক প্রবেশ্যতা বলে। কাচা লোহার চৌম্বক প্রবেশ্যতা 250।
- **এককঃ** TmA^{-1}
- **চৌম্বক গ্রাহীতাঃ** কোন চৌম্বক পদার্থের চুম্বকায়ন তীব্রতা ও চৌম্বক তীব্রতার অনুপাতকে চৌম্বক গ্রাহীতা বলে। একটি স্কেলার রাশি। এর কোন একক নেই।

****পৃথিবীর চৌম্বকত্ব ঃ**

- ১৬০০ খ্রিস্টাব্দে রাণী এলিজাবেথের গৃহ চিকিৎসক ড. গীলবার্ট বিভিন্ন পরীক্ষা দ্বারা প্রমাণ করেন যে, পৃথিবী একটি চুম্বক। সাধারণ চুম্বকের মতো এর দুটি মেরু আছে। দক্ষিণ মেরু কানাডার উত্তর দিকে (হাডসন উপসাগরের নিকটে) বুথিয়া উপদ্বীপে এবং উত্তর মেরু অ্যান্টার্কটিকা মহাদেশের দক্ষিণে ভিকটোরিয়া অঞ্চলে অবস্থিত। পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় পৃথিবীর চুম্বকত্ব এবং এতদসংক্রান্ত বিভিন্ন বিষয় জানা যায় তাকে ভূ-চুম্বকত্ব বা পৃথিবীর চৌম্বকত্ব বলে।
- ভূ-চুম্বকের দক্ষিণ মেরু ভৌগোলিক উত্তর মেরু হতে প্রায় 2500 km/ 1750 km পশ্চিমে এবং ভূ-চুম্বকের উত্তর মেরু ভৌগোলিক দক্ষিণ মেরু হতে 2200 km পূর্বে অবস্থিত।
- ভৌগোলিক অক্ষের সাথে এই ভূ-চৌম্বক অক্ষ প্রায় 18° / 11.5° কোণ করে আছে।

উত্তর মেরু বা উত্তর সন্ধানী মেরু বা নীল মেরু
দক্ষিণ মেরু বা দক্ষিণ সন্ধানী মেরু বা লাল মেরু

বিগত বছরের প্রশ্ন:

Q. 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 30^0 কোণ করে আছে।
Ans: B

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

লরেঞ্জ বল ঃ
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, $F = q\,[E + (\vec{V} \times \vec{B})]$

***** 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

সলিনয়েড ঃ তড়িৎবাহী চোঙ্গাকৃতি তার কুন্ডলীকে সলিনয়েড বলে।

www.Educationblog24.com

➢ **হল ক্রিয়া ঃ

- আবিষ্কার করেন আমেরিকান বিজ্ঞানী ই,এইচ,হল- 1879 সালে
- বিদ্যুৎ প্রবাহ সর্বক্ষেত্রেই ঋণাত্মক (−) চার্জের প্রবাহের জন্য হয় না।
- হলের পরীক্ষার সাহায্যে চার্জের প্রকৃতি ও সংখ্যা পাওয়া যায়।
- হল ক্রিয়ায় সৃষ্ট বিভব পার্থক্যকে হল বিভব পার্থক্য বলে।
- হল বিভব একক আয়তনে চার্জের সংখ্যার ব্যস্তানুপাতিক।
- ধনচার্জের প্রবাহের জন্য বিদ্যুৎচালক বলের অভিমুখ ঋণাত্মক চার্জের প্রবাহের জন্য সৃষ্ট বিদ্যুৎচালক বলের অভিমুখের বিপরীত।

বিগত বছরের প্রশ্ন:

Q. নিম্নের কোন উক্তিটি সত্য নয়? [M.01-02]
A. মুক্তি বেগ সূর্যের গড় ঘনত্ব ও ব্যাসার্ধের উপর নির্ভর করে
B. স্থির তড়িৎ বিদ্যায় একটি অন্তরীত আহিত পরিবাহকের পৃষ্ঠ সমবিভব পৃষ্ঠ
C. ওয়েরস্টেডের পরীক্ষা থেকে প্রমাণিত হয় যে, তড়িৎ প্রবাহের ফলে এর চারপাশে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়।
D. হল ভোল্টেজ প্রতি একক আয়তনে আধান বাহকের সমানুপাতিক।
Ans: D

➢ *** হল ক্রিয়ার ব্যবহার ঃ

ক) চার্জের প্রকৃতি নির্ণয়
খ) একক আয়তনে চার্জের সংখ্যা নির্ণয়
গ) হল ভোল্টেজের রাশিমালা নির্ণয়

➢ ইলেকট্রন স্পিন ও চৌম্বক ক্ষেত্র ঃ

- ১৯২৫ সালে উলেনবেক ও গাউড স্মিথের পরীক্ষা থেকে প্রমাণিত হয় যে, 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। Otto Stern ও Walter Gerlach একটি বিশেষভাবে নির্মিত চৌম্বক ক্ষেত্রের মধ্য দিয়ে সিলভার ধাতুর এক ঝাঁক পরমাণু প্রবাহিত করেন।

➢ *** কুরীবিন্দু ঃ যে তাপমাত্রায় কোনো একটি চুম্বকের চুম্বকত্ব সম্পূর্ণরূপে বিলুপ্ত হয়, তাকে উক্ত চুম্বকের উপাদানের কুরীবিন্দু বলে।

Co এর কুরীবিন্দু ঃ 400^0C
Fe এর কুরীবিন্দু ঃ 770^0C বা 1043K
Ni এর কুরীবিন্দু ঃ 1100^0C

বিগত বছরের প্রশ্ন
Q. কোবাল্টের কুরী বিন্দু কত? [M: 16-17]
A. 320^0C B. 400^0C C. 500^0C D. 600^0C
Ans: B

➢ যে ক্রান্তি তাপমাত্রায় চুম্বকত্ব সর্বাধিক হয় তাকে নীল তাপমাত্রা (Neel Temperature) বলে।

➢ ** চুম্বকত্ব ঃ

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

১। 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।

২। 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, মার্কেল, হিলিয়াম, পানি, আর্গন, সোডিয়াম ক্লোরাইড ইত্যাদি।

৩। 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।

এছাড়াও দুই ধরণের চুম্বকত্ব রয়েছে–

৪। ফেরিচৌম্বকত্ব ঃ ফেরাইট (Fe_3O_4) এ ধরনের একটি পদার্থ।

৫। প্রতি ফেরোচৌম্বকত্ব/এন্টি ফেরোচৌম্বকত্ব। ম্যাঙ্গানিজ অক্সাইড (MnO) কেলাস এ ধরনের পদার্থ।

- 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।

www.Educationblog24.Com

*** ফেরোচৌম্বক, প্যারাচৌম্বক ও ডায়াচৌম্বক পদার্থের বৈশিষ্ট্য

ফেরোচৌম্বক পদার্থ

১) এরা চুম্বক দ্বারা খুব বেশি আকর্ষিত হয়।
২) এরা কঠিন এবং স্ফটিকাকারের হয়।
৩) এদের চৌম্বক ধারকত্ব ধর্ম রয়েছে।
৪) এদের একটি ক্যুরী বিন্দু রয়েছে।
৫) এদের চৌম্বকগ্রাহীতা বা প্রবণতা খুব বেশি এবং ধনাত্মক।
৬) এদের হিসটেরেসিস ধর্ম রয়েছে।
৭) এদের চৌম্বক প্রবেশ্যতা $\mu \gg 1$।
৮) এদের চৌম্বকগ্রাহীতা তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ $K \propto \frac{1}{T}$।
৯) চৌম্বক ক্ষেত্র অপসারণ করলে এদের চুম্বকত্ব খানিকটা থেকে যায়।
১০) চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে এরা দুর্বলতর অংশ হতে প্রবলতর অংশের দিকে গমন করে।

বিগত বছরের প্রশ্ন
Q. ফেরোচৌম্বক পদার্থ নয় নিম্নের কোনটি? [16, 18, 17]
A. অ্যালুমিনিয়াম B. কোবাল্ট C. [illegible] D. [illegible]
Ans: C

প্যারাচৌম্বক পদার্থ

১) এরা চুম্বক দ্বারা কম আকর্ষিত হয়।
২) এরা কঠিন, তরল ও বায়বীয় হয়।
৩) এদের চৌম্বক ধারকত্ব ধর্ম নেই।
৪) এদের ক্যুরী বিন্দু নেই।
৫) এদের চৌম্বকগ্রাহীতা বা প্রবণতা কম এবং ধনাত্মক।
৬) এদের হিসটেরেসিস ধর্ম নেই।
৭) এদের চৌম্বক প্রবেশ্যতা $\mu > 1$।
৮) এদের চৌম্বকগ্রাহীতা তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে। অর্থাৎ $K \propto \frac{1}{T}$।
৯) চৌম্বক ক্ষেত্র অপসারণ করলে এদের চুম্বকত্ব লোপ পায়।
১০) চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে এরা দুর্বলতর অংশ হতে প্রবলতর অংশের দিকে গমন করে।

ডায়াচৌম্বক পদার্থ

১) এরা চুম্বক দ্বারা বিকর্ষিত হয়।
২) এরা কঠিন, তরল ও বায়বীয় হয়।
৩) এদের চৌম্বক ধারকত্ব ধর্ম নেই।
৪) এদের ক্যুরী বিন্দু নেই।
৫) এদের চৌম্বকগ্রাহীতা বা প্রবণতা ঋণাত্মক।
৬) এদের হিসটেরেসিস ধর্ম নেই।
৭) এদের চৌম্বক প্রবেশ্যতা $\mu < 1$।
৮) এদের চৌম্বকগ্রাহীতা তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে না।
৯) চৌম্বক ক্ষেত্র অপসারণ করলে এদের চুম্বকত্ব লোপ পায়।
১০) চৌম্বক ক্ষেত্রে স্থাপন করলে এরা প্রবলতর অংশ হতে দুর্বলতর অংশের দিকে গমন করে।

www.Educationblog24.com

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। চৌম্বকগ্রাহীতা	বেশী ও ধনাত্মক	কম ও ধনাত্মক	ঋণাত্মক
৬। হিসটেরেসিস	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, $K \quad \frac{1}{T}$	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

বিগত বছরের প্রশ্ন:

Q. 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, ফ্লেমিঙ এর বামহস্ত সূত্র অনুসারে বৃদ্ধাঙ্গুলী বলের দিক নির্দেশ করে।
উত্তর: A

Q. নিম্নের 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

Q. ফেরোচৌম্বক পদার্থের বেলায় কোন উক্তিটি সঠিক নয়? [M.06-07]
A. নির্দিষ্ট কুরী বিন্দু নেই
B. এসব পদার্থ কঠিন ও স্ফটিকাকার
C. তাদের 'চৌম্বক ধারকত্ব' ধর্ম আছে
D. চৌম্বক প্রবণতার মান ধনাত্মক
Ans:A

Q. 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

➢ 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 $10^{-18}m^3$ আয়তনের মধ্যে 10^{15} থেকে 10^{19} সংখ্যক পরমাণু সম্বলিত অসংখ্য চৌম্বক অঞ্চল থাকে যার মধ্যে চৌম্বক দ্বিপোলগুলি একই দিকে সজ্জিত থাকে।

www.Educationblog24.com

➢ **তড়িৎ চুম্বক ঃ

- 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 চুম্বকন চক্রের জন্য এ সকল চুম্বকের শক্তির অপচয় কম হয়।
- কতগুলি সংকর ধাতু যেমন পারমেলয় (লোহা ও নিকেলের সংকর ধাতু) এবং স্ট্যালয় (Fe+ 4% Silicon) এদের চৌম্বক প্রবেশ্যতা বেশি হওয়ায় তড়িৎচুম্বক তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয়।

➢ ***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।

➢ ***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।

➢ *অস্থায়ী চুম্বক ও স্থায়ী চুম্বকের ব্যবহার ঃ

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

➢ 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। তাছাড়া বিভিন্ন আকৃতির তড়িৎচুম্বক বৈদ্যুতিক ঘন্টা তৈরি, ইস্পাতের ভারী জিনিস উঠানামা বা ময়লা সরানোর জন্য ক্রেন তৈরিতে ব্যবহৃত হয়। তাছাড়া 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 ভিক্যালর, লাউড স্পিকারের চুম্বকের জন্য দিকোনাল 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।
- কতগুলি সংকর ধাতু যেমন পারমেলয় (লোহা ও নিকেলের সংকর ধাতু) এদের চৌম্বক প্রবেশ্যতা বেশি হওয়ায় তড়িৎ চুম্বক তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয়।

➢ একক ঃ

- চৌম্বক ফ্লাক্স (ϕ) ঃ ওয়েবার (Wb) বা NmA^{-1}
- চৌম্বক ক্ষেত্র ($\vec{B}$) / চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব / চৌম্বক আবেশ ঃ Wbm^{-2} বা Tesla (T) বা $NA^{-1}m^{-1}$ বা gauss.
- ভূ-পৃষ্ঠের চৌম্বক ক্ষেত্রের মান ঃ 10^{-4} T বা 1 gauss (1 gauss = 10^{-4} T)
- চৌম্বক দ্বিপোল ভ্রামকের একক হলো Am^2 ।

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. চৌম্বকীয় ফ্লাক্সের একক নিম্নের কোনটি? [M.09-10]

A. গস
B. টেসলা
C. অ্যাম্পিয়ার
D. ওয়েবার

Ans: D.

www.Educationblog24.com

বিগত বছরের প্রশ্ন:

Q. চৌম্বক বলরেখার ধর্ম উল্লেখ করেন– [M.03-04]

A. নিউটন B. আইনস্টাইন C. ফ্যারাডে D. ম্যাক্সওয়েল

Ans:C

প্রয়োজনীয় সমীকরণ ঃ

$F = qvB\sin\theta$	$B = \frac{\mu_0 ni}{2r}$
$S = \frac{r}{n-1}$	$V_H = Bvd$
$B = \frac{\mu_o I}{2\pi a}$	$\frac{Ig}{i} = \frac{S}{S+G}$
$I = K\theta$	$\frac{I_s}{i} = \frac{G}{S+G}$
$H = B\cos\delta$	$V = H\tan\delta$
$B = \sqrt{H^2 + V^2}$	$\tau = NIAB = NILb\,B$

গাণিতিক সমস্যাবলি ঃ

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

সূত্র ঃ $B = \frac{\mu_o i}{2\pi a}$ $[Ans: 2\times10^{-5}\ wbm^{-2}]$

২। 0.02m প্রস্থের একটি ধাতব পাত $6\,wbm^{-2}$ চৌম্বক আবেশ ক্ষেত্রে পরস্পরের সাথে লম্বভাবে অবস্থিত। পাতের মধ্যে ইলেক্ট্রনের তাড়ন বেগ $4\times10^{-3}\ ms^{-1}$ হলে সৃষ্ট বিভবের মান কত?

সূত্র ঃ $V_H = Bvd$ $[Ans: 4.8\times10^{-4}\ volts]$

৩। 1m দীর্ঘ একটি সোজা তারের মধ্য দিয়ে 5A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হচ্ছে। তারটি $1Wbm^{-2}$ ফ্লাক্স ঘনত্বের একটি সুষম চৌম্বক ক্ষেত্রের সাথে 30^0 কোণে একই তলে থাকলে বল কত হবে?

সূত্র ঃ $F = BiL\sin\theta$ $[Ans: 2.5N]$

৪। কোন স্থানে ভূচৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশের মান 89 Nwb^{-1} এবং বিনতি 60^0। ঐ স্থানের ভূচৌম্বক 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?

$F = qvB\sin\theta$ $[Ans: 8\times10^{-12}\ N]$

৬। কোন স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক ও উল্লম্ব উপাংশ যথাক্রমে $31.85\mu T$ এবং $47.77\mu T$। ঐ স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের মোট মান–

সূত্র ঃ $B = \sqrt{H^2 + V^2}$ $[Ans: 57.41\mu T]$

৭। কোন স্থানে ভূ-চৌম্বকক্ষেত্রের অনুভূমিক ও উল্লম্ব উপাংশের মান সমান হলে, ঐ স্থানের বিনতি কোণের মান কত?

সূত্র ঃ $\delta = \frac{V}{H}$ $[Ans: 45^0]$

৮। একটি তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুন্ডলীর ব্যাসার্ধ $31.41\times10^{-2}\ m$ ও পাকসংখ্যা 400। তারটিতে $5\times10^{-7}\ A$ তড়িৎ প্রবাহিত হলে এর কেন্দ্রে চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব কত?

সূত্র ঃ $B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$ $[Ans: 4\times10^{-10}T]$

www.Educationblog24.Com

Must to Know:

* চৌম্বক প্রাবল্যের একক Am^{-1} বা NWb^{-1}। মেরু শক্তির একক Am।
* চৌম্বক ফ্লাক্সের একক Wb বা NmA^{-1}। চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্বের একক Tesla বা Wbm^{-2} বা $Nm^{-1}A^{-1}$।
* যে তাপমাত্রায় চুম্বকের চৌম্বকত্ব নষ্ট হয় তাকে কুরী বিন্দু বলে। কুরী বিন্দু পাওয়া যায় ফেরোচৌম্বক পদার্থের ক্ষেত্রে। ফেরোচৌম্বক পদার্থের ক্ষেত্রে $\mu >> 1$, $K >> 1$
* ভূ-পৃষ্ঠের যে স্থানে ভূ-চৌম্বক প্রাবল্যের অনুভূমিক ও উল্লম্ব উপাংশ সমান সেখানে বিনতি কোণ 45^0। ঢাকার বিনতি কোণ 31^0।
* নিম্নুনীয় অঞ্চলে বিনতি কোণের মান 0^0। পৃথিবীর উভয় মেরুতে বিনতির মান 90^0।
* কোনো স্থানে বিনতি কোণ 60^0 হলে H ও V এর মধ্যে সম্পর্ক $V = \frac{\sqrt{3}}{2}$।
* চুম্বক পদার্থের প্রতি একক আয়তনে চৌম্বক ভ্রামককে চুম্বকায়ন তীব্রতা বলে।
* ডায়া চৌম্বক পদার্থ কঠিন তরল ও বায়বীয় হতে পারে।
* টর্ক ব্যবহৃত হয় গ্যালভানোমিটার, জেনারেটর এবং বৈদ্যুতিক মোটরে।
* কোন স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের আনুভূমিক প্রাবল্য মোট প্রাবল্যের অর্ধেক হলে এ স্থানের বিনতি কোণ 60^0।
* কোনো স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের অনুভূমিক উপাংশের মান $30\mu T$ এবং বিনতি 60^0। ঐ স্থানের ভূ-চৌম্বক ক্ষেত্রের উল্লম্ব উপাংশের মান $51.96\mu T$।
* চৌম্বক বলরেখার ধর্ম প্রদান করেন ফ্যারাডে।
* ওয়েরস্টেড এর পরীক্ষা হতে বিদ্যুৎ প্রবাহের চৌম্বক ক্রিয়া সম্পর্কে ধারণা পাওয়া যায়।
* ফ্লেমিং এর ডান হস্ত নিয়মকে ডান হস্ত নিয়মও বলা হয়।
* চৌম্বকক্ষেত্র কেবলমাত্র গতিশীল চার্জ দ্বারাই তৈরী হয়।
* লরেঞ্জ বল হল বৈদ্যুতিক ও চুম্বক ক্ষেত্র হতে শক্তিশালী বল।
* চৌম্বক আবেশ নির্ণয় করতে Biot-Savart এর সূত্র প্রকাশ করা হয়।

মাধ্যম	→ শূণ্য
তারের দৈর্ঘ্য	→ অসীম
তারের প্রস্থ	→ উপেক্ষণীয়
দুটি তারের দূরত্ব	→ 1m এবং সমান্তরাল।
উৎপন্ন বল	→ 2×10^{-7} N

www.Educationblog24.com

Home Practice:

নমুনা প্রশ্ন ঃ

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 m 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 ...

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

৭. স্থায়ী চৌম্বকের 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. বায়োট স্যাভার্ট সূত্রানুসারে তড়িৎবাহী বৃত্তাকার কুন্ডলীর চৌম্বক ক্ষেত্রের জন্য নিচের কোনটি সঠিক?
A. $B = \frac{NI}{\mu_0^2}$ B. $B = \frac{2\mu_0 N}{2r}$ C. $B = \frac{\mu_0 NI}{2r}$ D. $B = \frac{2r}{\mu_0 N}$

১০. 6 পাকবিশিষ্ট একটি কুন্ডলীর ব্যাস 4 cm, কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে 2A বিদ্যুৎ প্রবাহিত হলে কুন্ডলীর চৌম্বক ভ্রামকের মান কত?
A. 1.5×10^{-2} Am² B. 1.5×10^{-3} Am² C. 1.5×10^{2} Am² D. 1.5×10^{-4} A²m²

১১. ফেরোচৌম্বক পদার্থের বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি?
A. কঠিন ও স্ফটিকাকার হয়
B. হিসটেরেসিস ধর্ম নেই
C. নির্দিষ্ট কুরী বিন্দু
D. চৌম্বক প্রবেশ্যতা $\mu >> 1$

১২. লোহা ও নিকেলের সংমিশ্রন কোনটি?
A. পারমালয় B. ট্রান্সফর্মার ইস্পাত C. অ্যালনিফো 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

উত্তরমালা ঃ

১। C	২। D	৩। B	৪। B	৫। A	৬। B
৭। A	৮। D	৯। C	১০। A	১১। B	১২। A
১৩। B	১৪। A	১৫। C			

www.Educationblog24.com

তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ও পরিবর্তী প্রবাহ

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–
- ফ্যারাডের তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশের সূত্র ও লেনজের সূত্র
- গড় মান, আপাত মান এবং শীর্ষমানের মধ্যে সম্পর্ক
- প্রয়োজনীয় সমীকরণ ও সংশ্লিষ্ট গাণিতিক সমস্যাবলি।

➢ * পদার্থবিজ্ঞানে তিনটি আবেশ আছে:
(ক) চুম্বকবিদ্যায় চৌম্বকীয় আবেশ, (খ) স্থির তড়িতে স্থির তড়িৎ আবেশ এবং (গ) চল তড়িতে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ।

➢ তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ ঃ

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

- আবিষ্কারক ঃ মাইকেল ফ্যারাডে ১৮৩১ সালে
- এই নীতিতে আবিষ্কৃত যন্ত্র ঃ (ক) জেনারেটর (খ) ট্রান্সফর্মার

বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

Q. 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

➢ প্রয়োজনীয় কিছু তথ্য ঃ

* 1819 সালে ওয়েরস্টেড আবিষ্কার করেন→তড়িৎ প্রবাহ চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি করে।
* 1831 সালে স্যার মাইকেল ফ্যারাডে আবিষ্কার করেন→তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ ।
** আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের মাত্রা→চুম্বক ও কুন্ডলীর আপেক্ষিক বেগের উপর নির্ভর করে।
* যতক্ষণ চুম্বক এবং কুন্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতি থাকে→ততক্ষণই আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ চলে তড়িৎ শক্তি উৎপাদন করে।

➢ আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ ঃ

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

- আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহ বাড়ে–
  ১) কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল এবং পাক সংখ্যা বৃদ্ধি পেলে
  ২) ব্যবহৃত চুম্বকের মেরুশক্তি বাড়ালে
  ৩) চুম্বক ও কুন্ডলীর আপেক্ষিক গতি বৃদ্ধি করলে
  ৪) কুন্ডলীর অভ্যন্তরে কাঁচা লোহার মজ্জা থাকলে

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

www.Educationblog24.com

➢ আবিষ্ট তড়িৎচালক বল/শক্তি (Induced EMF) ঃ

- তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের ফলে সৃষ্ট ক্ষণস্থায়ী তড়িৎচালক বলকে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল বলে।
- কোনো চুম্বক বা তড়িৎবাহী বর্তনী এবং বদ্ধ বর্তনী বা কুন্ডলীর মধ্যে আপেক্ষিক গতির ফলে বদ্ধ বর্তনী বা কুন্ডলীতে যে তড়িৎচালক শক্তির উদ্ভব হয় তাকে আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তি বলে।

➢ *** কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল সৃষ্টি ঃ ৪ প্রক্রিয়ায়–

১) চৌম্বক ক্ষেত্র (B) পরিবর্তন করে
২) বদ্ধ কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল (A) পরিবর্তন করে
৩) চৌম্বক ক্ষেত্র ও বদ্ধ কুন্ডলীর তলের মধ্যবর্তী কোণ (θ) পরিবর্তন করে।
৪) কুন্ডলীর অভ্যন্তরে কাঁচা লোহার মজ্জা থাকলে

➢ * আবিষ্ট তড়িৎচালক বলের অভিমুখ–

- তড়িৎ প্রবাহমাত্রা স্থির থাকলে তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয় না
- চৌম্বকক্ষেত্রের সমকোণে গতিশীল ঋজু পরিবাহীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক বল, $E = \frac{d\varphi}{dt} = BlV$

➢ ফ্যারাডের সূত্রাবলী ঃ ১৮৩১ সালে ফ্যারাডে তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের ২টি সূত্র প্রদান করেন।

(১) প্রথম সূত্র ঃ কোন বদ্ধ কুন্ডলীতে চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তন হলে কুন্ডলীতে একটি ক্ষণস্থায়ী তড়িৎচালক বল আবিষ্ট হয়। ১ম সূত্র হতে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের কারণ জানা যায়।

(২) দ্বিতীয় সূত্র ঃ তার কুন্ডলীতে আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তির মান সময়ের সাথে কুন্ডলী দিয়ে অতিক্রান্ত চৌম্বক ক্ষেত্র রেখার সংখ্যা বা চৌম্বক ফ্লাক্স এর পরিবর্তনের হারের সমানুপাতিক। দ্বিতীয় সূত্র থেকে আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের মান পাওয়া যায়।

- গাণিতিক রূপ ঃ $E = N\frac{d\varphi}{dt}$, গাণিতিক রূপ দেন নিউম্যান, তাই এটি নিউম্যানের সূত্র নামেও পরিচিত।

➢ * লেনজ এর সূত্র ঃ ১৮৩৪ সালে পদার্থবিজ্ঞানী হেনরি ফ্রেডারিক লেনজ সূত্রটি প্রদান করেন। এ সূত্র থেকে, আবিষ্ট তড়িৎ প্রবাহের দিক জানা যায়।

- সূত্র ঃ আবিষ্ট তড়িৎচালক শক্তি বা তড়িৎ প্রবাহের দিক এমন হয় যে এটি উৎপন্ন হওয়ার পর মূল কারণের বিরুদ্ধে ক্রিয়া করে।

গাণিতিক রূপ ঃ $E = -\frac{d\varphi}{dt}$

- তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশের জন্য লেনজের সূত্র নিজের অন্যান্য সূত্র মেনে চলে।

➢ 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,

$\varphi = NAB\cos\theta$

একক ঃ টেসলা-মিটার অথবা ওয়েবার (Wb) বা NmA^{-1}

$1Wb = 1Tesla\text{-}metre^2\ (Tm^2)$

$1Tesla = 1Wb/metre^2$

$\therefore 1T = 1Wbm^{-2}$

চৌম্বক ফ্লাক্স একটি স্কেলার রাশি।

10Wb বলতে বোঝায় ঐ কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল $1\ m^2$ হলে কুন্ডলীর তলের লম্ব বরাবর চৌম্বকক্ষেত্রের উপাংশ 10 T.

www.Educationblog24.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 পৌঁছায় না অথবা বিচ্ছিন্ন করার সাথে সাথে বিদ্যুৎ প্রবাহের মান শূন্যে পৌঁছায় না।
- স্বকীয় আবেশ তারের কুন্ডলীর প্রস্থচ্ছেদ, আকার, পাকসংখ্যা, মাধ্যমের প্রবেশ্যতা ইত্যাদির উপর নির্ভর করে।
- বর্তনীর যে ধর্ম বর্তনীর প্রবাহমাত্রার পরিবর্তনে বাধা সৃষ্টি করে তাকে স্বকীয় আবেশ ধর্ম বলে (Self-inductance)।
- কুন্ডলীকে বলা হয় আবেশক (inductor).

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 সেকেন্ড এক একক পরিবর্তিত হলে ঐ কুন্ডলীতে যে আবিষ্ট তড়িৎ চালক শক্তি উৎপন্ন হয় তাকে ঐ কুন্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

- কুন্ডলী দিয়ে অতিক্রমকারী চৌম্বক ফ্লাক্স ঐ কুন্ডলীর মধ্য দিয়ে প্রবাহিত তড়িৎ প্রবাহের সমানুপাতিক।
- একক : হেনরি (Henry) /H (সংক্ষেপে) বা V-s/A
- 1 হেনরি $= \dfrac{1 \text{ ভোল্ট}}{1 \text{ অ্যাম্পিয়ার/সে.}} = \dfrac{\text{ভোল্ট} \times \text{সেকেন্ড}}{1 \text{ অ্যাম্পিয়ার}}$ $(V\text{-}s/A) = 1\Omega s$

$$= \frac{\text{ওয়েবার}}{\text{অ্যাম্পিয়ার}} \quad (Wb/A) = WbA^{-1}$$

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

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

- স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক তড়িৎ প্রবাহের উপর নির্ভর করে না।

ব্যাক তড়িৎচালক 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।

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 তড়িচালক বল উৎপন্ন হয় তাকে পারস্পরিক আবেশ গুণাঙ্ক বলে।

www.Educationblog24.com

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 পারস্পারিক 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.

****তড়িৎ প্রবাহ ঃ** একক সময়ে চার্জের প্রবাহকে কারেন্ট বলে।

- দুই ধরনের– ১) সরাসরি/একমুখী/সমপ্রবাহ (Direct current)/ D. C.
  ২) দিক পরিবর্তী / প্রত্যাবর্তী প্রবাহ (Alternating current)/ A. C.
- কোন কুন্ডলীতে বা বর্তনীতে ফ্লাক্স সংযুক্তির পরিবর্তন হলেই আবিষ্ট তড়িৎচালক বল তথা তড়িৎ প্রবাহের সৃষ্টি হয়।

- **সরাসরি প্রবাহ (D. C.) ঃ**

যে তড়িৎ প্রবাহের অভিমুখ সর্বদা একই থাকে।

প্রবাহের মান বা মাত্রা স্থির থাকতে পারে।

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 তড়িৎচালক বল, $E=E_m \sin\omega t$

এখানে, E = তড়িৎচালক বল

E_m = তড়িৎচালক বলের সর্বোচ্চ মান

ω = কৌণিক কম্পাঙ্ক

t = সময়

** এক্ষেত্রে তড়িৎচালক বলের বা তড়িৎ প্রবাহের মান কুন্ডলীর ক্ষেত্রফলের ও পাক সংখ্যার উপর নির্ভর করে কিন্তু কুন্ডলীর আকৃতির উপর নির্ভর করে না।

ব্যবহার ঃ অফিস, আদালত, কলকারখানা ও গৃহস্থলীতে A. C Current সরবরাহ করা হয়।

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

সমপ্রবাহ (D.C)	পরিবর্তী প্রবাহ (A.C)
1) সমপ্রবাহের অভিমুখ সর্বদা স্থির থাকে	1) প্রবাহের অভিমুখ নির্দিষ্ট সময় পর পর পরিবর্তিত হয়
2) প্রবাহের মান স্থির থাকতে পারে, নাও পারে	2) নির্দিষ্ট সময় অন্তর সর্বোচ্চ ও সর্বনিম্ন হয়
3) ওহম ও কার্শফের সূত্র মেনে চলে	3) ওহম ও কার্শফের সূত্র মেনে চলে না।

www.Educationblog24.Com

➢ দিক পরিবর্তী প্রবাহ সম্পর্কিত কয়েকটি সংজ্ঞা ঃ

(ক) বিস্তার ঃ যে কোন অভিমুখে দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক বলের বা তড়িৎ প্রবাহের সর্বোচ্চ মানকে শীর্ষমান বা বিস্তার বলে। ϵ_0 বা I_0 হচ্ছে শীর্ষমান।

(খ) পূর্ণ 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।

(গ) পর্যায়কাল ঃ যে সময়ে দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক বলের (বা প্রবাহের) একটি পরিবর্তন পূর্ণচক্র সম্পন্ন হয়, তাকে পর্যায়কাল বলে। একে T দ্বারা প্রকাশ করা হয়। পর্যায়কাল, $T = \frac{2\pi}{\omega}$।

(ঘ) 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 তড়িচ্চালক 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 যোগফল শূণ্য হয়, কারণ প্রথমার্ধে প্রবাহমাত্রা ধনাত্মক ও দ্বিতীয়ার্ধে প্রবাহমাত্রা ঋণাত্মক।
- দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক বল বা প্রবাহের অর্ধ চক্র ঃ
  সংজ্ঞা ঃ প্রবাহের মান শূণ্য থেকে শুরু করে যে কোনো এক দিকে একবার সর্বোচ্চ মানে পৌছে পুণরায় শূণ্য হয়।
- আকৃতি গুণাঙ্কঃ দিক পরিবর্তী তড়িচ্চালক শক্তি বা প্রবাহমাত্রার গড় বর্গের বর্গমূল মান এবং গড় মানের অনুপাতকে আকৃতি গুণাঙ্ক বলে। এর মান 1.11।
- আকৃতি গুণাঙ্ক পরিবর্তী প্রবাহ বা তড়িচ্চালক শক্তি তরঙ্গ আকার নির্দেশ করে।

$$I_{r.m.s} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times I_o$$

$$E_{r.m.s} = \frac{1}{\sqrt{2}} \times E_o$$

$\therefore$ গড়বর্গের বর্গমূল মান /আপাত মান= $0.707 \times$ শীর্ষমান

$$I = \frac{2}{\pi} \times I_o$$

$$E = \frac{2}{\pi} \times E_o$$

$\therefore$ গড় মান = $0.637 \times$ শীর্ষমান

আপাতমান > গড় মান

➢ * ট্রান্সফরমার ঃ

দুই প্রকার (১) স্টেপ আপ ঃ অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহকে, অধিক বিভবের অল্প তড়িৎ প্রবাহে পরিণত করে।

$N_s > N_p$; $E_s > E_p$

(২) স্টেপ ডাউন ঃ অধিক বিভবের অল্প তড়িৎ প্রবাহকে; অল্প বিভবের অধিক তড়িৎ প্রবাহে পরিণত করে।

$N_s < N_p$; $E_s < E_p$

সূত্র ঃ $\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s} = \frac{I_s}{I_p}$

www.Educationblog24.com

যেখানে, E_p = মুখ্যকুন্ডলীতে তড়িচ্চালক বল
N_p = মুখ্যকুন্ডলীতে পাক সংখ্যা
I_p = মুখ্যকুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ
E_s = গৌণকুন্ডলীতে তড়িচ্চালক বল
N_s = গৌণকুন্ডলীতে পাক সংখ্যা
I_s = গৌণকুন্ডলীতে তড়িৎ প্রবাহ

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. নিম্নের কোনটি তড়িৎ চৌম্বক আবেশ ও দিক পরবর্তী প্রবাহ এর জন্য সঠিক নয়? [D. 06-07]

A. যে জেনারেটরে অস্থায়ী চুম্বকের সাহায্যে চৌম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন করা হয় তাকে ম্যাগনেটো যন্ত্র বলা হয়

B. $\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$

C. ট্রান্সফর্মার দুই প্রকার ঃ আরোহী, অবরোহী

D. ট্রান্সফর্মার কখনো ডি.সি. লাইনে ব্যবহার করা যায় না

উত্তর: A

Must to Know

* ট্রান্সফরমার এর কার্যনীতি পারস্পরিক আবেশ ক্রিয়ার ওপর প্রতিষ্ঠিত।
* দিক পরিবর্তী প্রবাহের কার্যকর মান মূল গড় বর্গ মানের সমান।
* কুন্ডলী তল ক্ষেত্রের সমান্তরাল হলে চৌম্বক ফ্লাক্স সর্বনিম্ন হবে। লম্ব হলে চৌম্বক ফ্লাক্স সর্বোচ্চ হবে।
* চৌম্বক ফ্লাক্সের পরিবর্তনের হার একই রেখে কুন্ডলীর পাকসংখ্যা দ্বিগুণ করলে মোট তড়িচ্চালক শক্তি আবিষ্ট হয় দ্বিগুণ।
* 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।
* ট্রান্সফরমারের গৌণ কুন্ডলীতে সৃষ্ট ফ্লাক্স মুখ্য কুন্ডলীর তড়িৎপ্রবাহমাত্রার সমানুপাতিক।
* তড়িচ্চুম্বক আবেশের বেলায় চুম্বক শক্তি তড়িচ্চালক শক্তিতে রূপান্তরিত হয়।
* ধারকে যেমন স্থির তড়িৎ শক্তি সঞ্চিত হয় কুন্ডলীতে তেমনি সঞ্চিত হয় চৌম্বক শক্তি।
* I_0 স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্কবিশিষ্ট একটি সলিনয়েডকে টেনে এর দৈর্ঘ্য দ্বিগুণ করা হলো। এতে এর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক হলো $\frac{I_0}{2}$।
* সমপ্রবাহের ক্ষেত্রে আকৃতি গুণাঙ্কের মান 1। ট্রান্সফরমারের ক্ষেত্রে $\frac{E_p}{E_s} = \sqrt{\frac{R_p}{R_s}}$।
* আবিষ্ট তড়িচ্চালক বল সৃষ্টি করা যায়–
  ১. চৌম্বক ক্ষেত্র পরিবর্তন করে
  ২. বদ্ধ কুন্ডলীর ক্ষেত্রফল পরিবর্তন করে
  ৩. চৌম্বক ক্ষেত্র ও বদ্ধ কুন্ডলীর তলের মধ্যবর্তী কোণ পরিবর্তন করে।
* চৌম্বক আবেশ হলো চৌম্বক ফ্লাক্স ঘনত্ব।
* দিক পরিবর্তী প্রবাহের অর্ধচক্রের গড়মান উহার শীর্ষমানের শতকরা 63.7 ভাগ।
* রুদ্ধ 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।
* কুন্ডলীদ্বয়ের যেটিতে পরিবর্তী বিভব প্রয়োগ করা হয় তাকে মুখ্য কুন্ডলী (Primary coil) P বলে।
* যে কুন্ডলীতে পরিবর্তী বিভব আবিষ্ট হয় তাকে গৌণ কুন্ডলী (Secondary coil) S বলে।

www.Educationblog24.Com

* বিদ্যুৎবাহী কুণ্ডলীকে মুখ্য কুণ্ডলী এবং দ্বিতীয় কুণ্ডলী যার মধ্যে বিদ্যুৎচালক বল আবিষ্ট হয় তাকে গৌণ কুণ্ডলী বলে।
* 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।

* তড়িৎ যন্ত্রপাতি মূলত ৩ প্রকার।
* বিদ্যুৎবাহী লুপ বা কুণ্ডলী 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 কুণ্ডলীর 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–

(a) কুণ্ডলীর পাক সংখ্যা (b) চুম্বকের শক্তি (c) আবর্তনের বেগ।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী :

(1) $E = -N\dfrac{d\varphi}{dt}$ (2) $\varphi = LI$ (3) $\dfrac{E_p}{E_s} = \dfrac{N_p}{N_s} = \dfrac{I_s}{I_p}$

(4) $E_{rms} = 0.707E_0$ (5) $I_{rms} = 0.707I_0 = \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$ (6) $E = E_0 \sin\omega t$

(7) $I = I_0 \sin\omega t$ (8) $E = \dfrac{2E_0}{\pi}$ (9) $I = \dfrac{Q}{t}$

(10) $\omega = 2\pi f$ (11) $\varphi = BA$

গাণিতিক সমস্যাবলী :

1. 100 পাক বিশিষ্ট একটি কুণ্ডলীতে 4A তড়িৎ প্রবাহ চালালে 0.02Wb চৌম্বক ফ্লাক্স উৎপন্ন হয়। কুণ্ডলীর স্বকীয় আবেশ গুণাঙ্ক নির্ণয় কর। $[\varphi = LI]$ *Ans.0.5 Henry.*

2. 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। $[(i)\ I = i_0 \sin\omega t \quad (ii)\ \omega = 2\pi f \quad (iii)\ i_{rms} = \dfrac{i_0}{\sqrt{2}}]$

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

www.Educationblog24.Com

৩. 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.* $0.2A$

৪. 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.* $0.3mWb$

৫. কোন দিক পরিবর্তী তড়িৎচালক বলের গড় বর্গের বর্গমূলের মান 10 V । তড়িৎচালক 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. $0.637\times$ 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 তড়িৎচালক বলের শীর্ষমান 100 V, কার্যকর তড়িৎচালক 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. লেঞ্জের সূত্র দ্বারা C. ফ্লেমিংয়ের ডান হস্ত নিয়ম থেকে D. ফ্লেমিংয়ের বাম হস্ত নিয়ম থেকে

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 তড়িৎচালক 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. $\frac{E_p}{E_s} = \frac{N_p}{N_s}$ 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. $1\ m^{-2}$

www.Educationblog24.com

১৪. 1 Henry সমান কোনটি নয়?

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

১৫. পূর্ণচক্রের বেলায় তড়িৎচালক বল কত?

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

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 হেনরি?

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

উত্তরমালাঃ

১। B	২। C	৩। A	৪। A	৫। B	৬। A	৭। D	৮। C	৯। B	১০। B
১১। C	১২। C	১৩। A	১৪। D	১৫। A	১৬। A	১৭। D	১৮। A	১৯। D	২০। C

www.Educationblog24.com

জ্যামিতিক আলোকবিজ্ঞান

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–

- ফার্মাটের নীতি
- সরল ও জটিল অনুবীক্ষণ যন্ত্রের প্রকারভেদ, ব্যবহার
- লেন্সে প্রতিবিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতি
- লেন্সের ক্ষমতা ও চশমায় লেন্সের ব্যবহার।

তড়িৎ চৌম্বকীয় আবেশ ঃ

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– ১৬৫০ সালে

ফার্মাটের নীতির প্রয়োগ ঃ

১. আলোর প্রতিফলনের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন ৩. আলোর সমান্তরিক গতি

২. আলোর প্রতিসরণের সূত্রদ্বয় প্রতিপাদন

আলোর প্রতিফলনের সূত্র ঃ

আলো যখন কোনো স্বচ্ছ মাধ্যমের ভেতর দিয়ে যাওয়ার সময় অন্য কোনো মাধ্যমে বাধা পায় তখন দুই মাধ্যমের বিভেদ তল হতে কিছু পরিমাণ আলো প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। এই ঘটনাকে আলোর প্রতিফলন বলে।

আলোর প্রতিফলন দুটি সূত্র মেনে চলে ঃ

সূত্রদ্বয় নিম্নরূপ ঃ

১। আপতিত রশ্মি, প্রতিফলিত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে বিভেদ তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে অবস্থান করে।

২। আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ সর্বদা সমান হয়। অর্থাৎ $i = r$.

দর্পণ ঃ যে মসৃণ তলে আলোর নিয়মিত প্রতিফলন ঘটে তাকে দর্পণ বলে।

প্রকারভেদঃ দর্পণ দুই প্রকার

১। সমতল দর্পণ–চেহারা দেখার আয়না

২। গোলীয় দর্পণ

গোলীয় দর্পণ– দুই প্রকার–

১। অবতল দর্পণ

২। উত্তল দর্পণ।

www.Educationblog24.com

আলোর প্রতিসরণের সূত্র ঃ

আলোক রশ্মি যখন এক স্বচ্ছ মাধ্যম হতে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে আপতিত হয় তখন দ্বিতীয় মাধ্যমে প্রবেশের সময় বিভেদ তলে এর দিক পরিবর্তিত হয়, আলোক রশ্মির এই ঘটনাকে আলোর প্রতিসরণ বলে। আলোর প্রতিসরণ দুটি সূত্র মেনে চলে।

সূত্রদ্বয় নিম্নরূপ ঃ

১। আপতিত রশ্মি, প্রতিসরিত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে বিভেদ তলের উপর অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে অবস্থান করে।

২। আলো এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অপর স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে গমনের ক্ষেত্রে একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম এবং নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য আপতন কোনের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা ধ্রুব হয়।

* দ্বিতীয় সূত্রটি স্নেলের সূত্র নামে পরিচিত। একে সাইনের সূত্রও বলে। স্নেলের সূত্রের রূপ, $\frac{Sin\,i}{Sin\,r} = \frac{C_a}{C_b} = \frac{\mu_b}{\mu_a} = {}_a\mu_b$

* স্নেলের সূত্রের সাধারণ রূপ : $\mu_1 Sin\,i = \mu_2 Sin\,r$

বিম্ব ঃ যদি কোন বিন্দু হতে নি:সৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হয়ে দ্বিতীয় কোন বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোন বিন্দু হতে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হয়, তাহলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর বিম্ব বলে।

প্রকারভেদঃ দুই প্রকার

১। বাস্তব বিম্ব/ সদ বিম্ব/ Real image

২। অবাস্তব বিম্ব/ অসদ বিম্ব/ Virtual image

বাস্তব অবাস্তব বিম্বের পার্থক্যঃ

বাস্তব	অবাস্তব বিম্ব
১। কোন বিন্দু থেকে নি:সৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোন বিন্দুতে মিলিত হলে বাস্তব বিম্ব গঠিত হয়	১। কোন বিন্দু থেকে নি:সৃত আলোক রশ্মিগুচ্ছ প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসৃত হচ্ছে বলে মনে হলে দ্বিতীয় বিন্দুতে অবাস্তব বিম্ব গঠিত হয়।
২। আলোক রশ্মির প্রকৃত মিলন হয়	২। আলোক রশ্মির প্রকৃত মিলন হয় না
৩। চোখে দেখা যায় এবং পর্দায় ও ফেলা যায়।	৩। চোখে দেখা যায় কিন্তু পর্দায় ফেলা যায় না।
৪। অবতল দর্পণ ও উত্তল লেন্সে উৎপন্ন হয়।	৪। সব রকম দর্পণ ও লেন্সে উৎপন্ন হয়।

প্রতিসরণাঙ্কঃ আলো এক স্বচ্ছ মাধ্যম থেকে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট একজোড়া মাধ্যম ও নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা। এই ধ্রুব সংখ্যাকে প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

পরম প্রতিসরণাঙ্কঃ আলোর রশ্মি যখন শূন্য মাধ্যম থেকে কোন মাধ্যমে তির্যকভাবে প্রবেশ করে তখন নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাতকে ঐ রঙের জন্য ঐ মাধ্যমের পরম প্রতিসরণাঙ্ক বলে।

যা মনে রাখতেই হবে:

১। আলোক রশ্মি যে মাধ্যমে প্রবেশ করে প্রতিসরণাঙ্ক হয় সেই মাধ্যমের। যে মাধ্যম থেকে আসে প্রতিসরণাঙ্ক হয়, সেই মাধ্যমের সাপেক্ষে।

২। প্রতিসরণাঙ্ক আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না; শুধুমাত্র মাধ্যমদ্বয়ের প্রকৃতি ও আলোর রঙের উপর নির্ভর করে। যেমন–লাল রঙের জন্য নির্দিষ্ট মাধ্যমে প্রতিসরণাঙ্ক সবচেয়ে কম এবং বেগুনি আলোর জন্য সবচেয়ে বেশি।

www.Educationblog24.com

৩। যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক বেশি সেই মাধ্যমের আলোকীয় ঘনত্ব (Optical density) বেশি। যে মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্ক কম, সে মাধ্যমের আলোকীয় ঘনত্বও কম। এই ঘনত্ব বা লঘুত্বের সাথে মাধ্যমের প্রাকৃতিক ঘনত্ব বা আপেক্ষিক গুরুত্বের কোন সম্পর্ক নেই।

যেমন: কেরোসিনের ঘনত্ব ($800kgm^{-3}$); পানির ঘনত্ব ($1000kgm^{-3}$) কিন্তু কেরোসিনের প্রতিসরণাঙ্ক 1.44; এবং পানির প্রতিসরণাঙ্ক 1.33

লেন্স (Lens) ঃ "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।"

লেন্স

(১) স্থূলমধ্য বা উত্তল বা অভিসারী লেন্স (Convex Lens)
- মধ্যভাগ মোটা
- প্রান্তভাগ সরু

ক. উভোত্তল বা দ্বিউত্তল লেন্স
খ. সমতলোত্তল লেন্স
গ. অবতলোত্তল লেন্স

(২) ক্ষীণমধ্য/অবতল/অপসারী (Concave Lens)
- মধ্যভাগ সরু
- প্রান্তভাগ মোটা

ক. উভোবতল বা দ্বি-অবতল লেন্স
খ. সমতলবতল লেন্স
গ. উত্তলাবতল লেন্স

লেন্স সম্পর্কিত প্রয়োজনীয় রাশি ঃ

১. **লেন্সের প্রথম ও দ্বিতীয় পৃষ্ঠ ঃ** 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।

২. **বক্রতার কেন্দ্র ঃ** লেন্সের কোন পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের কেন্দ্রকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্র বলে।

৩. **বক্রতার ব্যাসার্ধ ঃ** লেন্সের কোন পৃষ্ঠ যে গোলকের অংশ সেই গোলকের ব্যাসার্ধকে লেন্সের ঐ পৃষ্ঠের বক্রতার ব্যাসার্ধ বলে। সমতলোত্তল ও সমতলাবতল লেন্সের বক্রতার ব্যাসার্ধ অসীম।

৪. **প্রধান অক্ষ ঃ** লেন্সের উভয় পৃষ্ঠের বক্রতার কেন্দ্রের মধ্য দিয়ে গমনকারী সরলরেখাকে প্রধান অক্ষ বলে।

৫. **প্রধান ফোকাস ঃ** লেন্সের ২টি প্রধান ফোকাস থাকে, যথা ঃ-
(ক) প্রথম প্রধান ফোকাস
(খ) দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস

**** লেন্স সম্পর্কিত তথ্য ঃ-**
পৃষ্ঠ – ২টি
বক্রতার কেন্দ্র– ২টি
বক্রতার ব্যাসার্ধ– ২টি
প্রধান ফোকাস– ২টি
ফোকাস দূরত্ব – ২টি

(ক) প্রথম প্রধান ফোকাস ঃ

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।

(খ) দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস ঃ

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।**

৬. **আলোক কেন্দ্র ঃ**

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।

www.Educationblog24.com

৭. ফোকাস দূরত্ব ঃ আলোক কেন্দ্র থেকে প্রধান ফোকাস বা দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস দূরত্বকে লেন্সের ফোকাস দূরত্ব বলে।
৮ উন্মেষ ঃ লেন্সের ব্যাসকেই লেন্সের উন্মেষ বলে।

➢ লেন্সে প্রতিবিম্বের অবস্থান ও প্রকৃতিঃ

লেন্স	লেন্সের সাপেক্ষে বস্তুর অবস্থান	প্রতিবিম্বের অবস্থান	প্রতিবিম্বের আকৃতি ও বস্তুর সাপেক্ষে আকার
উত্তল লেন্স	∞ (অসীম দূরত্বে)	দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস তলে	বাস্তব, উল্টো ও অত্যন্ত ছোট। (m=0)
	>2f দূরত্বে	লেন্সের পশ্চাতে f ও 2f দূরত্বের মাঝে	বাস্তব, উল্টো ও ছোট (m<1)
	2f দূরত্বে	লেন্সের পশ্চাতে 2f দূরত্বে	বাস্তব, উল্টো এবং বস্তুর সমান (m=1)
	f ও 2f দূরত্বের মাঝে	লেন্সের পশ্চাতে 2f অপেক্ষা বেশি দূরত্বে	বাস্তব, উল্টো ও আকারে বড় (m>1)
	f দূরত্বে	∞ (অসীম দূরত্ব)	বাস্তব, উল্টো ও আকারে অত্যন্ত বড় (m=∞)
	আলোক কেন্দ্র ও f দূরত্বের মাঝে	বস্তুর একই পার্শ্বে এবং সামনে	অবাস্তব, সোজা ও আকারে বড় (m>1)
অবতল লেন্স	আলোক কেন্দ্র ও ∞ (অসীম দূরত্বের) মাঝে	বস্তুর একই পার্শ্বে আলোক কেন্দ্র ও দ্বিতীয় প্রধান ফোকাসের মাঝে	অবাস্তব, সোজা ও ছোট (m<1)
	∞ (অসীম দূরত্বে)	দ্বিতীয় প্রধান ফোকাস তলে বস্তুর একই পার্শ্বে	অবাস্তব, সোজা ও ছোট (m<1)

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. 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

➢ চিহ্নের প্রথা

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

➢ ** লেন্সের ক্ষমতা ঃ কোন লেন্স দ্বারা আলোক রশ্মিগুচ্ছের অভিসারিতা/অপসারিতা উৎপাদনের সামর্থ্যকে তার ক্ষমতা বলে। লেন্সের ফোকাস দূরত্ব f হলে, লেন্সের ক্ষমতা $P = \frac{1}{f(m)}$ ডায়প্টার (D).

- ব্যবহারিক একক: ডায়াপ্টার এবং S.I একক: রেডিয়ান/মিটার (rad m^{-1})

বিগত বছরের প্রশ্ন

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

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

Ans: D

www.Educationblog24.com

লেন্সের ক্ষমতার একক ঃ ডায়প্টার (D).

- ক্ষমতার মান (+) হলে, লেন্স উত্তল। ক্ষমতার মান (−) হলে, লেন্স অবতল।
- 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 ঃ- $\frac{1}{f}=(\mu-1)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$

*** নির্ভরশীলতা ঃ এটি লেন্সের মাধ্যম, বেষ্টনকারীর মাধ্যম এবং লেন্সের দুটি তলের বক্রতার ব্যাসার্ধের উপর নির্ভরশীল।

- লেন্স প্রস্তুতকারকের সূত্রঃ $\frac{1}{f}=\left(\frac{\mu_2}{\mu_1}-1\right)\left(\frac{1}{r_1}-\frac{1}{r_2}\right)$

- চশমায় লেন্সের ব্যবহারঃ

মায়োপিয়া: অবতল লেন্স

হাইপারমেট্রোপিয়া: উত্তল লেন্স

প্রেসবায়োপিয়া: দ্বি অবতল লেন্স/বাই কনকেভ লেন্স

অ্যাসটিগমেটিজম: সিলিন্ড্রিক্যাল লেন্স

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. 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

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

প্রকারভেদ ঃ 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)

সরল অনুবীক্ষণ যন্ত্র বা বিবর্ধক কাচ ঃ ক্ষুদ্র ফোকাস দূরত্বের উত্তল লেন্স দিয়ে তৈরী।

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।

$$\text{কৌণিক বিবর্ধন, } M=\frac{\text{বিম্ব কর্তৃক সৃষ্ট কোণ}}{\text{লক্ষ্যবস্তু কর্তৃক সৃষ্ট কোণ}}$$

একটি সাধারণ বিবর্ধক লেন্সের বিবর্ধন 3.5 হতে 6 পর্যন্ত হতে পারে।

এ যন্ত্র magnifying glass নামে পরিচিত।

www.Educationblog24.com

* 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।

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. 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
- প্রায় দুই হাজার গুণ বিবর্ধন পাওয়া যায়।
- গঠন ঃ দুটি লেন্স নিয়ে গঠিত–

  i) অভিলক্ষ্য (O) ঃ ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ ছোট

  ii) অভিনেত্র (E) ঃ ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ বড়

* লক্ষ্যবস্তুকে একটি পাটাতনের উপর রাখা হয় এবং একে একটি অবতল দর্পণের সাহায্যে প্রয়োজন অনুসারে আলোকিত করা হয়।

** জটিল অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিবর্ধনের সমীকরণ ঃ-

$$m = -\frac{v}{u}\left(1 + \frac{D}{f_e}\right)$$

- 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 দুরত্ব D যত বেশি হবে, সে চোখে প্রতিবিম্ব তত বড় দেখাবে।

www.Educationblog24.com

বিগত বছরের প্রশ্ন

1. একটি জটিল বা যৌগিক অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বেলায় কোন উক্তিটি সঠিক নয়? [D. 06-07]
A. অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব অভিলক্ষের 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

2. 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 : 1) A 2) A

➢ **দূরবীক্ষণ যন্ত্র (Telescope)** ঃ যে যন্ত্রের সাহায্যে দূরের কোন বস্তুকে স্পষ্ট বা পরিষ্কার করে নিকটে দেখা যায় তাকে টেলিস্কোপ বা দূরবীক্ষণ যন্ত্র বলে।

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) গ্যালিলিয় 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

➢ **নভো দূরবীক্ষণ যন্ত্র/অ্যাস্ট্রোনমিক্যাল টেলিস্কোপ ঃ**

* আবিষ্কার ঃ ডেনমার্কের বিখ্যাত জ্যোতির্বিদ কেপলার–১৬১১ খ্রিস্টাব্দ

গঠন ঃ দুটি উত্তল লেন্স দ্বারা গঠিত–
i) অভিলক্ষ্য (O) ঃ ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ বড়;
ii) অভিনেত্র (E) ঃ ফোকাস দূরত্ব ও উন্মেষ ছোট

বিবর্ধন ঃ বিবর্ধন দুই ধরনের–
i) অসীম দূরত্বে/স্বাভাবিক দৃষ্টির ফোকাসিং এর বিবর্ধন ঃ-

$$m = \left(\frac{f_0}{f_e}\right)$$

* এ ক্ষেত্রে বিবর্ধন m দুটি উপায়ে বৃদ্ধি করা যায়–
ক) অভিলক্ষ্যের ফোকাস দূরত্ব (f_0) বৃদ্ধি করে।
খ) অভিনেত্রের ফোকাস দূরত্ব (f_e) কমিয়ে।

www.Educationblog24.Com

ii) স্পষ্ট দৃষ্টির ন্যূনতম দূরত্বে ফোকাসিং এর বিবর্ধন ঃ-

$$m = \frac{f_0}{f_e}\left(1 + \frac{f_e}{D}\right)$$

** সুবিধা ঃ

(ক) অধিক পরিমাণে বিবর্ধন সৃষ্টি করে।

(খ) দৃষ্টিক্ষেত্র প্রশস্ত।

(গ) প্রতিবিম্ব প্রায় ত্রুটিমুক্ত।

(ঘ) ক্রসওয়ার এবং মাইক্রোমিটার স্ক্রু ব্যবহার করা যায়।

* অসুবিধা ঃ

ক) নল দীর্ঘ হওয়ায় যন্ত্রটি বেশ বড়।

খ) বস্তুর উল্টা প্রতিবিম্ব গঠন করায়, ভূ-পৃষ্ঠের দূরের বস্তু পর্যবেক্ষণে ব্যবহারযোগ্য হয় না।

➢ প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র/রিফ্লেক্টিং টেলিস্কোপ ঃ

আবিষ্কার ঃ ১৬৬৩ খ্রিস্টাব্দে গ্রেগরী এই যন্ত্র উদ্ভাবন করেন। ১৬৬৮ খ্রিস্টাব্দে নিউটন সর্বাপেক্ষা প্রচলিত দূরবীক্ষণ যন্ত্র প্রথম নির্মাণ করেন।

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

** প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্রের 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।

➢ অনুবীক্ষণ ও দূরবীক্ষণ যন্ত্রের মধ্যে পার্থক্য ঃ

অনুবীক্ষণ	দূরবীক্ষণ
১) নিকটবর্তী অতি ক্ষুদ্র বস্তু পর্যবেক্ষণের কাজে ব্যবহৃত হয়।	১) দূরের বস্তু দেখার কাজে ব্যবহৃত হয়।
২) অভিলক্ষ্যের লেন্সের উন্মেষ ও ফোকাস দূরত্ব ছোট।	২) অভিনেত্রের সাপেক্ষে অভিলক্ষ্যের লেন্সের উন্মেষ ও ফোকাস দূরত্ব বড়।
৩) অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্র উভয় দ্বারা প্রতিবিম্ব বিবর্ধিত হয়।	৩) অভিলক্ষ্যে ছোট আকারের প্রতিবিম্ব গঠিত হয়, ঐ প্রতিবিম্ব অভিনেত্র দ্বারা গঠিত হয়।
৪) অভিলক্ষ্যে লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব তার ফোকাস দূরত্ব অপেক্ষা অধিক দূরে গঠিত হয়।	৪) অভিলক্ষ্যে লক্ষ্যবস্তুর প্রতিবিম্ব তার ফোকাস তলে গঠিত হয়।
৫) চূড়ান্ত প্রতিবিম্ব লক্ষ্যবস্তুর সাপেক্ষে উল্টা হয়।	৫) চূড়ান্ত প্রতিবিম্ব কোন দূরবীক্ষণ যন্ত্রে সিধা ও কোন দূরবীক্ষণ যন্ত্রে উল্টা হয়।

➢ প্রিজম ঃ দুটি হেলানো সমতল পৃষ্ঠ দ্বারা সীমাবদ্ধ স্বচ্ছ সমসত্ব প্রতিসারক মাধ্যমকে প্রিজম বলে।

- *প্রিজমে মোট পাঁচটি তল থাকে–*
  - তিনটি আয়তাকার তল
  - দুইটি ত্রিভুজাকার তল

www.Educationblog24.com

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।

$$\text{বিচ্যুতি, } \delta = \angle i_1 + \angle i_2 - \angle A$$

সরু প্রিজম ঃ কোন প্রিজমের প্রিজম কোণ বা প্রতিসারক কোণ 6^0 বা তা অপেক্ষা কম হলে তাকে সরু প্রিজম বলে।

* সরু প্রিজমে বিচ্যুতিঃ-

$$\delta = (\mu - 1)\, A$$

- এক্ষেত্রে বিচ্যুতি কোণ–

  প্রিজমের উপাদানের প্রতিসরাঙ্ক (μ) ও প্রিজম কোণের উপর নির্ভরশীল কিন্তু আপতন কোণের উপর নির্ভর করে না।

ন্যূনতম বিচ্যুতি ঃ

প্রিজমে আপতিত রশ্মির আপতন কোণের একটি নির্দিষ্ট মানের জন্য বিচ্যুতি কোনের মান সর্বনিম্ন হয়। বিচ্যুতি কোণের এই সর্বনিম্ন মানকে ন্যূনতম বিচ্যুতি (δ_m) কোণ বলে।

** ন্যূনতম বিচ্যুতির 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।

* ন্যূনতম বিচ্যুতির 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 ঃ

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

আবিষ্কার – নিউটন – ১৬৬৬ খ্রিস্টাব্দে

বিচ্ছুরক মাধ্যম ঃ যে মাধ্যম আলোর বিচ্ছুরণ ঘটায় তাকে বিচ্ছুরক মাধ্যম বলে।

বর্ণালী ঃ বিচ্ছুরণের ফলে মূল বর্ণসমূহের যে সজ্জা পাওয়া যায় তাকে বর্ণালী বলে।

www.Educationblog24.com

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, আসমানী ইত্যাদি হলো মূল বর্ণ।

** 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।

বর্ণালী উৎপত্তির কারণ ঃ আলোকের বিচ্ছুরণ বা বর্ণালী উৎপত্তির কারণঃ-

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।

* 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।

* 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 বেঁকে যায়।

* লাল বর্ণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 8000Å, তাই বিচ্যুতি কম।

* বেগুনি বর্ণের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 4000Å, তাই বিচ্যুতি বেশি।

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।

সৌর বর্ণালী ঃ সূর্যের আলো থেকে প্রাপ্ত বর্ণালীই সৌর বর্ণালী। সাধারণ পর্যবেক্ষণ করলে সৌর বর্ণালীকে সাতটি বর্ণের অবিচ্ছিন্ন বর্ণালী মনে হয়। বর্ণালিবীক্ষণ যন্ত্র দ্বারা দেখা যায়; এ বর্ণালীতে অসংখ্য কালো রেখা রয়েছে।

* ১৮০২ সালে বিজ্ঞানী ওল্যাস্টন সর্বপ্রথম এই রেখা লক্ষ্য করেন।

* ১৮০৪ সালে জার্মান বিজ্ঞানী ফ্রনহফার এই রেখা সম্পর্কে বিস্তারিত তথ্য প্রদান করেন। এ জন্য এ রেখাকে ফ্রনহফার রেখা বলে।

ফ্রনহফার রেখার উৎপত্তির কারণঃ জার্মান বিজ্ঞানী কির্শফ সৌর বর্ণালীতে কালো রেখা উৎপত্তির কারণ ব্যাখ্যা করেন। তার সিদ্ধান্ত, "অধিক উষ্ণতায় কোন বস্তু থেকে যে সকল রশ্মি নিঃসৃত হয়, অল্প উষ্ণতায় ঐ পদার্থ সেই রশ্মিগুলো শোষণ করে।"

* 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। এদেরক টেলুরিক রেখা বলে।

www.Educationblog24.com

র‍্যালের বিক্ষেপণ সূত্র:

"বিক্ষেপিত আলোর তীব্রতা তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের চতুর্থ ঘাতের ব্যস্তানুপাতিক।"

প্রয়োজনীয় সূত্র ঃ

১. $_a\mu_b = \frac{C_a}{C_b} = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\mu_a}{\mu_b}$

২. $\frac{1}{f} = \left(\frac{\mu_2}{\mu_1} - 1\right)\left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$

৩. $m = \frac{f_0}{f_e}$

৪. $m = f_0\left(\frac{1}{D} + \frac{1}{f_e}\right)$

৫. $\delta = \angle i_1 + \angle i_2 - \angle A$

৬. $\mu = \frac{1}{Sin\theta_C}$

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

৮. $P = \frac{1}{f}$

৯. $m = 1 + \frac{D}{f}$

১০. $m = 1 + \frac{D-a}{f}$

১১. $L = f_e + f_0$

১২. $L = f_0 + u$

১৩. $\mu = \frac{Sin\left(\frac{A+\delta_m}{2}\right)}{Sin\left(\frac{A}{2}\right)}$

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. একটি দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সর্বনিম্ন বিবর্ধন ক্ষমতা m যদি নলের ফোকাসদূরত্ব 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

গাণিতিক উদাহরণ ঃ

১) একটি প্রিজমকে ন্যূনতম অবস্থানে স্থাপন করে আপতন কোণের মান 40^0 পাওয়া যায় প্রিজমটির উপাদানের প্রতিসারঙ্ক 1.5 হলে প্রতিসরণ কোণ কত?

Ans : $\mu = \frac{Sin\, i_1}{Sin\, r_1}$ বা $r_1 = Sin^{-1}\left(\frac{Sin 40^0}{1.5}\right) = 25.37^0.$

২) একটি সরল মাইক্রোস্কোপের লেন্সের ফোকাস দূরত্ব স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব হলে যন্ত্রের বির্বতন কত?

Ans : $M = 1 + \frac{D}{f} = 2.7857$

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

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

www.Educationblog24.com

Must to Know:

- প্রতিসরণের দ্বিতীয় সূত্রকে স্নেলের সূত্র বলে।
- লেন্সে আলোক রশ্মি মধ্যভাগ থেকে প্রান্তের দিকে বেশী বিচ্যুত হয়।
- $\frac{1}{u}$ এবং $\frac{1}{v}$ লেখচিত্রের সাহায্যে একটি উত্তল লেন্সের ফোকাস দূরত্ব ও ক্ষমতা নির্ণয় করা হয়।
- 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।
- নভোদূরবীক্ষণ যন্ত্রের ক্ষেত্রে,
  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।
- মৌলিক সাদা আলো বিচ্ছুরনের ফলে সাতটি বর্ণ বেগুনী, নীল, আসমানী, সবুজ, হলুদ, কমলা ও লাল রঙে বিশ্লিষ্ট হয়। সংক্ষেপে এদের বেনীআসহকলা (VIBGYOR) বলে।
- ফার্মাট-এর নীতিকে ব্যাপক অর্থে নিম্নলিখিতভাবে বিবৃত করা যায়– "এক বিন্দু হতে অপর এক বিন্দুতে যাওয়ার সময় আলোক রশ্মির যত বার প্রতিফলন বা প্রতিসরণ হোক না কেন, অনুসৃত পথ সর্বদাই স্থির হবে।
- বস্তু ও প্রতিবিম্বের মধ্যবর্তী আলোক পথ সকল রশ্মির ক্ষেত্রে সমান হয়।
- আলোক পথ = মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক × মাধ্যমে আলো কর্তৃক অতিক্রান্ত পথের দৈর্ঘ্য।
- যন্ত্রের দৈর্ঘ্য = অভিলক্ষে প্রতিবিম্বের দূরত্ব + অভিনেত্রে বস্তুর দূরত্ব
- প্রিজম (অতিরিক্ত সংজ্ঞা) ঃ একটি স্বচ্ছ বস্তুতে যদি ছয়টি আয়তক্ষেত্রিক তল দ্বারা এমনভাবে সীমাবদ্ধ করা হয় যে, যে কোনো দুই জোড়া বিপরীত তল সমান্তরাল, কিন্তু অপর দুটি তল সমান্তরাল না হয়ে পরস্পর আনত অবস্থায় থাকে, তাকে প্রিজম বলে।
- লাল, নীল, আসমানী ইত্যাদিকে মূল বর্ণ বলা হয়।
- বিভিন্ন বর্ণের আলোক রশ্মির বিচ্যুতি এর দৈর্ঘ্যের পার্থক্যভেদে বিভিন্ন হয় বলে বর্ণালী উৎপন্ন হয়।
- সাদা আলোকের মধ্যে যে সাতটি মূল বর্ণের আলোক আছে তাদের জন্য মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্কের বিভিন্নতা হেতু বর্ণালী উৎপন্ন হয়।
- সূর্যালোকের বিক্ষেপণের জন্য আকাশ নীল দেখায়।
- সূক্ষ্ম রশ্মির সাহায্যে সৃষ্ট বর্ণালীকে বিশুদ্ধ বর্ণালী বলে।
- কোন বর্ণালীতে বর্ণগুলোর আংশিক মিশ্রণ হলে তাকে অশুদ্ধ বর্ণালী বলে।
- যে মাধ্যম আলোর বিচ্ছুরণ বা বিশ্লেষণ ঘটায় তাকে বিচ্ছুরক মাধ্যম বলে।
- মানবচক্ষুর লেন্স ও কর্ণিয়া উভয়ই লেন্স রূপে ক্রিয়া করে।
- সূর্যের অবলোহিত রশ্মির জন্য আমরা তাপ পাই।
- কাচে বেগুনী বর্ণের আলোর বেগ লাল বর্ণের আলোর বেগের ১.৮ গুণ কম।
- স্বাভাবিক চোখের জন্য স্পষ্ট দর্শনের নিকটতম দূরত্ব ২৫ সে.মি.। একে চোখের নিকট বিন্দুও বলে।

www.Educationblog24.com

Home Practice

১. আলো ঘন মাধ্যম হতে লঘুতর মাধ্যমে প্রবেশকালে প্রতিসৃত রশ্মি–
A. অভিলম্ব হতে দূরে সরে যায়
B. অভিলম্বের নিকটবর্তী হয়
C. দিক পরিবর্তন করে না
D. বিভেদতল ঘেঁষে যায়

২. প্রিজমের ক্ষেত্রে, আপতিত রশ্মি ও নির্গত রশ্মির অন্তর্ভূক্ত কোণকে কি বলে?
A. প্রতিসরণ কোণ
B. বিচ্যুতি কোণ
C. নির্গমন কোণ
D. ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ

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

৪. কোন আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি–
A. বেগুনি
B. সবুজ
C. হলুদ
D. লাল

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

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

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

৮. 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

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

১০. একটি সমবাহু প্রিজমের প্রতিসরণাঙ্ক $\sqrt{2}$ হলে ন্যূনতম বিচ্যুতি কোণ কত?
A. 120^0
B. 30^0
C. 60^0
D. 150^0

১১. 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

www.Educationblog24.com

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

১৩. 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

১৪. বিম্ব কত প্রকার?
A. ১ B. ২ C. ৩ D. ৪

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

১৬. ফার্মাটের নীতি কত খ্রিষ্টাব্দে আবিষ্কৃত হয়?
A. 1680 B. 1660 C. 1650 D. 1630

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

১৮. সৌর বর্ণালীতে কালো রেখা উৎপত্তির কারণ কে ব্যাখ্যা করেন?
A. আইজ্যাক নিউটন B. ফ্রনহফার
C. বির্শফ D. ওল্যাস্টন

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

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

উত্তরপত্রঃ

১। A	২। B	৩। D	৪। D	৫। A	৬। C	৭। B	৮। D
৯। A	১০। B	১১। A	১২। B	১৩। C	১৪। B	১৫। A	১৬। C
১৭। A	১৮। C	১৯। A	২০। A				

www.Educationblog24.com

ভৌত আলোকবিজ্ঞান

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–
- আলোকের প্রকৃতি সম্পর্কিত তত্ত্ব
- তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালীর বৈশিষ্ট্য ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিসর
- হাইগেনসের নীতি
- ব্যতিচার
- অপবর্তন

আলোকের প্রকৃতি সম্বন্ধে যেসব তত্ত্ব উদ্ভাবিত হয়েছে সেগুলো হল–
i) নিউটনের কনিকা তত্ত্ব
ii) হাইগেনের তরঙ্গ তত্ত্ব
iii) ম্যাক্সওয়েলের তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব এবং
iv) আইনস্টাইনের কোয়ান্টাম তত্ত্ব

বিগত বছরের প্রশ্ন
Q. তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব কে আবিষ্কার করেন? [M.04-05]
A. নিউটন B. ডব্লিউ পাওলি C. জেমস্ ওয়াট D. জেমস্ সি ম্যাক্সওয়েল
Ans : D

➢ আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব (Wave theory of light) :

স্যার আইজ্যাক নিউটনের সমসাময়িক ডাচ বিজ্ঞানী হাইগেনস (Huygens) প্রথম 1678 খ্রিস্টাব্দে আলোর তরঙ্গ তত্ত্ব উপস্থাপন করেন। ইয়ং, ফ্রেনেল এবং আরও অনেক বিজ্ঞানী এ তত্ত্বকে সুপ্রতিষ্ঠিত করেন। এই তত্ত্ব অনুসারে আলো ইথার নামক এক অলীক মাধ্যমের মধ্য দিয়ে তরঙ্গ আকারে সঞ্চারিত হয়ে এক জায়গা থেকে অন্য জায়গায় যায় এবং চোখে পৌছালে দর্শানুভূতি সৃষ্টি করে।

*** এই তত্ত্বের সাহায্যে আলোর প্রতিফলন, প্রতিসরণ, ব্যতিচার, অপবর্তন ব্যাখ্যা করা যায় কিন্তু সমবর্তন, ফটো তড়িৎ ক্রিয়া, আলোর সরলরৈখিক গতি ব্যাখ্যা করা যায় না। পরবর্তীকালে মাইকেলসন মর্লির পরীক্ষায় প্রতিষ্ঠিত হয় যে, প্রকৃতিতে ইথার নামে কোন বস্তুর অস্তিত্ব নেই।

Notes for you :

* ম্যাক্সওয়েল তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গ তত্ত্বের অবতারণা করেন– ১৮৬০ সালে (তপন)
১৮৬৪ সালে (ইসহাক)
* তিনি আলোর দ্রুতিতে সঞ্চালনকারী তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গের অস্তিত্বের ভবিষ্যৎবাণী করেন। তার মৃত্যুর ৮ বৎসর পর ১৮৮৭ সালে বিজ্ঞানী হেনরিখ হার্জ পরীক্ষামূলকভাবে নিশ্চিত করেন।
** হার্জ সর্বপ্রথম তড়িৎ উৎস থেকে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ উৎপাদন ও তা উদঘাটনে সক্ষম হন (স্ফুলিঙ্গ-ফাঁক (Spark-gap) প্রেরক যন্ত্রের সাহায্যে)
* ম্যাক্সওয়েল পরীক্ষা করে প্রমাণ করেন যে, তরঙ্গের গতি $3\times10^{8}\ ms^{-1}$.
* পরবর্তীতে মার্কনী (Marconi) রেডিও সম্প্রচারের ক্ষেত্রে ব্যবহৃত তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ নিয়ে কাজ করেন এবং সম্প্রচারকে বর্তমানের পর্যায়ে উন্নীত করেন।

www.Educationblog24.com

তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্ব (Electromagnetic theory) ঃ

- 'ফ্যারাডে ক্রিয়া' ঃ 'একটি প্রবল চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাবে সমবর্তন তল ঘুরে যায়।'– ফ্যারাডে, ১৮৪৫ সালে
- 'পরিবর্তনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র দ্বারা তড়িৎক্ষেত্র উৎপন্ন হয়।'– ফ্যারাডের সূত্রানুসারে
- সূর্য থেকে আমরা যে আলোক শক্তি পাই, তা তড়িৎ চুম্বকের চৌম্বকীয় তরঙ্গের মাধ্যমে পৃথিবীতে আসে।

- এই বিকিরনের সাথে ২টি ক্ষেত্র জড়িত–
  ১) পরিবর্তনশীল তড়িৎ চুম্বকীয় তড়িৎ ক্ষেত্র
  ২) পরিবর্তনশীল চৌম্বক ক্ষেত্র
- 'পরিবর্তনশীল তড়িৎক্ষেত্র দ্বারাও চৌম্বক ক্ষেত্র উৎপন্ন হয়।'
  জেমস ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল, পরাবিদ্যুৎ মাধ্যম সরণপ্রবাহ পরীক্ষা, ১৮৬৪
- তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ অনুপ্রস্থ তরঙ্গ
- শূণ্যস্থানের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ, $C = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$

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

অথবা, $\mu_0 = 1.26 \times 10^{-6}\ H.m^{-1}$

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

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

তাহলে, তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ হচ্ছে–
শূণ্যস্থান দিয়ে আলোর দ্রুতিতে গতিশীল তড়িৎ ও চৌম্বক আলোড়ন, যাতে তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্র পরস্পর লম্ব এবং এরা উভয়ে তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখের সাথে লম্বভাবে থাকে, তাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গ বলে।

* ম্যাক্সওয়েলের তড়িৎ চৌম্বকীয় তত্ত্ব অনুসারে বস্তুর গুণবিশিষ্ট কাল্পনিক ইথারের পরিবর্তে বৈদ্যুতিক গুণবিশিষ্ট তড়িৎ চৌম্বক ক্ষেত্রের মাধ্যমে আলোর তরঙ্গ সঞ্চালিত হয়ে থাকে।

*** তড়িৎ চুম্বকীয় তত্ত্বের সাহায্যে, ব্যাখ্যা করা যায়– সমবর্তন;
ব্যাখ্যা করা যায় না–আলোক তড়িৎ ক্রিয়া

* আলোক তড়িৎ ক্রিয়া, কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ ইত্যাদি ব্যাখ্যা করার জন্য 1900 খ্রিষ্টাব্দে বিজ্ঞানী ম্যাক্স প্লাঙ্ক কোয়ান্টাম তত্ত্ব উপস্থাপন করেন।

বিগত বছরের প্রশ্ন

১. আলোক কোয়ান্টাম তত্ত্ব সম্পর্কে চমকপ্রদ ধারণা প্রবর্তন করেন কে? [M. 02-03]
A. নিউটন B. ম্যাক্সওয়েল C. আইনস্টাইন D. প্ল্যাঙ্ক

২. 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:
১। C ২। D

www.Educationblog24.com

তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের বৈশিষ্ট্য ঃ

১। তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ তড়িৎ ক্ষেত্র $\vec{E}$ ও চৌম্বক ক্ষেত্র $\vec{B}$ এর পর্যায়বৃত্ত পরিবর্তনের ফলে উৎপন্ন হয়।

২। তরঙ্গ সঞ্চালনের অভিমুখ $\vec{E}$ ও $\vec{B}$ ক্ষেত্র উভয়ে পরস্পরের উপর লম্ব। তাই তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ আড় তরঙ্গ।

৩। বিকিরণের তীব্রতা বিপরীত বর্গীয় সূত্র মেনে চলে। অর্থাৎ বিকিরণের তীব্রতা দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতে হ্রাস পায়। অর্থাৎ, $E \propto \frac{1}{r^2}$, এখানে E হল তড়িৎচুম্বকীয় বিকিরণের তীব্রতা এবং r হল উৎস হতে দূরত্ব। সুতরাং দূরত্ব দ্বিগুণ বৃদ্ধি পেলে তীব্রতা চারগুণ হ্রাস পাবে।

৪। তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গের সঞ্চালনের জন্য কোন মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না।

৫। তড়িৎ চুম্বকীয় সকল বিকিরনের জন্য তরঙ্গের বেগ c, তরঙ্গদৈর্ঘ্য λ ও কম্পাঙ্ক υ এর মধ্যে সম্পর্ক: $c = \upsilon\lambda$.

৬। শূণ্য মাধ্যমে এ তরঙ্গের বেগ $3\times10^8\ ms^{-1}$। তরঙ্গ এক স্থান থেকে অন্য স্থানে শক্তি বহন করতে পারে।

৭। তড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গ মূলত ফোটন কণার সমষ্টি; যার স্থির ভর শূণ্য। তবে এর ভরবেগ আছে।

৮। তড়িৎক্ষেত্র বা চৌম্বকক্ষেত্র দ্বারা এর কোন বিচ্যুতি ঘটে না।

৯। তড়িৎ চৌম্বকীয় তরঙ্গের সমবর্তন ঘটে। এটি আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্রসমূহ মেনে চলে এবং এর ব্যতিচার ও অপবর্তন ঘটে।

১০। 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

১১। তড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গে কণা ও তরঙ্গ দুই ধর্মই বিদ্যমান।

১২। তড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গ চাপ প্রদান করে, যাকে বিকিরণ চাপ বলা হয়।

বিগত বছরের প্রশ্ন

১. শূণ্যস্থানে আলোর বেগ কত? [M. 02-03]

A. $(3.9986 \pm 0.003)\times10^8\ m/\sec$ B. $(2.9986 \pm 0.003)\times10^8\ m/\sec$

C. $(3.9986 \pm 0.003)\times10^6\ m/\sec$ D. $(2.9986 \pm 0.003)\times10^{10}\ m/\sec$

২. নিম্নের কোনটি শূণ্যস্থানে প্রতি সেকেন্ডে আলোর গতিবেগ– [D. 07-08]

A. $3\times10^8\ m$ B. $500\ Js^{-1}$ C. $500\ w$ D. $50\ k$

৩. 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}

৪. আলোর গতি কত? [M. 14-15]

A. $3\times10^6\ ms^{-1}$ B. $3\times10^2\ ms^{-1}$ C. $3\times10^7\ ms^{-1}$ D. $3\times10^8\ ms^{-1}$

Ans: 1. B 2. A 3. C 4. D

তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালী ঃ

বেতার তরঙ্গ ঃ 10^{-4}m থেকে 5×10^4m *(ইসহাক)* / $0.3 - 10^4$m *(তফাজ্জল)*

মাইক্রোওয়েভ ঃ 10^{-1}m থেকে 10^3m *(ইসহাক)* / 0.3 m – 10^{-3}m *(তফাজ্জল)*

** অবলোহিত রশ্মি (Infrared Ray) ঃ 1×10^{-3}m থেকে 4×10^{-7}m *(ইসহাক+তফাজ্জল)* / 10^{-6}m থেকে 10^{-8}m *(তপন)*

দৃশ্যমান আলো ঃ 4×10^{-7}m থেকে 7×10^{-7}m *(ইসহাক)* / 3.8×10^{-7}m থেকে 7.8×10^{-7}m *(তপন+তফাজ্জল)*

অতিবেগুনি রশ্মি (Ultraviolate Ray) ঃ 5×10^{-7}m থেকে 5×10^{-9}m *(ইসহাক+তপন)* / 3.8×10^{-7}m থেকে 6×10^{-10}m *(তফাজ্জল)*

এক্স-রে ঃ 5×10^{-8}m থেকে 5×10^{-15}m *(ইসহাক)* / 10^{-9}m থেকে 6×10^{-12}m *(তফাজ্জল)*/ 10^{-2}m থেকে 5×10^4m *(তপন)*

গামা রশ্মি ঃ 5×10^{-11}m থেকে 5×10^{-15}m বা এর চেয়ে কম।

www.Educationblog24.Com

সারণি ১ ঃ তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালীর বৈশিষ্ট্যমূলক ছক

তরঙ্গ পট্টি	***তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিসর	নিঃসরণকারী উৎস	নিঃসরণের কারণ	*** বৈজ্ঞানিক প্রয়োগ/ ব্যবহার
বেতার তরঙ্গ/ রেডিও তরঙ্গ	10^{-4} m থেকে 5×10^{4} m অথবা 10^{-2} m থেকে 5×10^{4} m	(i) এ্যান্টেনার মধ্যে দোলায়িত তড়িৎ আধান (ii) স্পন্দিত তড়িৎ বর্তনী (oscillating electric circuit)	(i) উচ্চ কম্পাঙ্কের স্পন্দিত তড়িৎ প্রবাহ (ii) পরমাণুস্থ ইলেকট্রনের খুবই ক্ষুদ্র পরিমাণ শক্তির পরিবর্তনের জন্য	বিভিন্ন ধরনের বেতার যোগাযোগ ব্যবস্থা অর্থাৎ দূরবর্তী স্থানে স্পন্দিত ছবি প্রেরণের জন্য বেতার তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়।
মাইক্রোওয়েভ তরঙ্গ	10^{-1} m থেকে 10^{-3} m	(i) ক্লাইস্ট্রন (Klystron) ও ম্যাগনেট্রন (Magnetron) নামে বিশেষ ধরনের বালব (ii) মেসার (Microwave Amplifications by Stimulated Emision of Radiation) এর সংক্ষিপ্ত নাম। মেসার অর্থ হলো বিকিরণের উদ্দীপিত নিঃসরণ দ্বারা মাইক্রো-ওয়েভ বিবর্ধন।	স্থায়ী তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক সম্পন্ন দ্বিপরমাণুর ঘূর্ণনের ফলে মাইক্রোওয়েভ বর্ণালীর উৎপত্তি হয়।	রাডার যন্ত্রে, নৌ ও বিমান চালনায়, রেডিও যোগাযোগ ব্যবস্থায়, শিল্প কারখানায় এ তরঙ্গ ব্যবহৃত হয়। এছাড়া খাবার গরম করা ও রান্নার কাজে মাইক্রোওভেন ব্যবহৃত হয়।
অবলোহিত রশ্মি	10^{-3} m থেকে 4×10^{-7} m অথবা 10^{-6} m থেকে 10^{-8} m (তপন)	(i) পরমশূন্য তাপমাত্রার চেয়ে উত্তপ্ত সকল বস্তু হতে কমবেশি অবলোহিত রশ্মি নির্গত। (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 শক্তির পরিবর্তনের জন্য। (ii) স্থায়ী তড়িৎ দ্বিমেরু ভ্রামক সম্পন্ন ত্রিপরমাণুর কম্পনের ফলে	বিভিন্ন রোগের চিকিৎসায়, জ্যোতির্বিদ্যায়, শিল্প কারখানায় এই রশ্মি ব্যবহৃত হয়। অন্ধকারে দেখার জন্য গগলস এবং অন্ধকারে ছবি তোলার জন্য এই রশ্মির ক্যামেরা ব্যবহার করা হয়।
দৃশ্যমান আলো	7×10^{-7} m থেকে 4×10^{-7} m	বিভিন্ন ধরনের বাতি, অগ্নিশিখা, লেসার, ভাস্কর যে কোনো বস্তু, সূর্যরশ্মি ইত্যাদি হতে পাওয়া যায়। মানব চক্ষু ফটোগ্রাফিক ফিল্ম ও ফটোইলেক্ট্রিক সেল দ্বারা উদঘাটিত হয়।	(i) পরমাণুস্থ ইলেকট্রনের উত্তেজিত অবস্থান হতে স্থায়ী অবস্থানে ফিরে আসার সময় নির্গত বিকিরণ হতে দৃশ্যমান আলো যাওয়া যায়।	যে কোনো কিছু দেখার কাজে আমাদের চোখ এই আলো ব্যবহার করে। উদ্ভিদে সালোক সংশ্লেষণ প্রক্রিয়ায় গুরুত্বপূর্ণ ভূমিকা রাখে। ফটোগ্রাফিক ফিল্ম প্রভাবিত করে।
অতিবেগুনি রশ্মি	5×10^{-7} m থেকে 5×10^{-9} m	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।	পরমাণুস্থ ইলেকট্রনের বিভিন্ন স্তরের মধ্যে উচ্চ শক্তির পরিবর্তনের জন্য।	আয়নায়ন ঘটানোর কাজে, প্রতিপ্রভ সৃষ্টিতে ব্যবহৃত হয়। রাসায়নিক বিক্রিয়া ঘটানোর কাজে, ফটো-ইলেকট্রিক ক্রিয়া সংঘটনে, ফটোগ্রাফিক ফিল্ম প্রভাবিত করার কাজে, অণুবীক্ষণ যন্ত্রের বিশ্লেষণ ক্ষমতা বৃদ্ধির কাজে এবং শরীরে ভিটামিন D তৈরির কাজে ব্যবহৃত হয়।

www.Educationblog24.com

এক্স-রে (X-ray)	5×10^{-8} m থেকে 5×10^{-15} m	এক্স-রে টিউব	(i) এক্সরে টিউবে উচ্চ গতির ইলেকট্রনকে মন্দন সৃষ্টির মাধ্যমে এই রশ্মি তৈরি করা হয়। (ii) ভারী মৌলের পরমাণুকে উচ্চ শক্তির ইলেকট্রন দ্বারা আঘাত করলে পরমাণুর গভীরে অবস্থিত ইলেকট্রনের উত্তেজনার দ্বারা এই রশ্মি সৃষ্টি হয়।	চিকিৎসা ক্ষেত্রে, গবেষণা কাজে, শিল্প কারখানায়, নিরাপত্তার কাজে, চোরাচালান নিরোধে এক্সরে ব্যবহৃত হয়।
গামা রশ্মি	5×10^{-11} m থেকে 5×10^{-15} m বা এর চেয়ে কম।	(i) তেজস্ক্রিয় বস্তু হতে (ii) নিউক্লীয় ফিশন ও ফিউশন বিক্রিয়ায় (iii) মৌলিক কণার মিথস্ক্রিয়ায় এই রশ্মি নির্গত হয়।	(i) পরমাণুর নিউক্লিয়াস উত্তেজিত হয়ে উচ্চ শক্তি স্তর হতে নিম্ন শক্তি স্তরে স্থানান্তরের ফলে এ রশ্মি নির্গত হয়। (ii) তেজস্ক্রিয় পরমাণুর বিশ্লেষণের সময় এই রশ্মি নির্গত হয়। (iii) সূর্যের মধ্যে ফিউশন বিক্রিয়ার কারণে গামা রশ্মি উৎপন্ন হয়।	চিকিৎসা ক্ষেত্রে বিভিন্ন রোগ নির্ণয়ে, বিজ্ঞানাগারে গবেষণার কাজে, ধাতব পদার্থের খুঁত নির্ণয়ে এই রশ্মি ব্যবহৃত হয়। মানব দেহে ক্যান্সার আক্রান্ত সেলকে ধ্বংস করতে এই রশ্মি ব্যবহৃত হয়।

**** তড়িৎ চুম্বকীয় বর্ণালী (Electromagnetic spectrum)ঃ** তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের নিম্নসীমা ও উচ্চ সীমার মধ্যে বিস্তৃত বিভিন্ন প্রকার বিকিরণের সজ্জাকে তড়িৎ চৌম্বকীয় বর্ণালী বলে।

- Spectrum একটি ল্যাটিন শব্দ, যার ইংরেজী প্রতিশব্দ 'Form' or 'Appearence'
- যে কোন পর্যাবৃত্ত তরঙ্গের কম্পাঙ্ক υ 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
- 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 তড়িৎচুম্বকীয় বর্ণালী বলে।
- আমাদের চোখ শুধু দৃশ্যমান আলোর প্রতি সংবেদনশীল।
- উৎস ঃ পদার্থের অণুপরমাণু সব ধরনের বর্ণালীর মূল উৎস।
- 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 বস্তু (কমপক্ষে 700^0C), সূর্য, বাতি ইত্যাদি হতে দৃশ্যমান আলো নিঃসৃত হয়।
- দৃশ্যমান বর্ণালীর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য **4000Å** হতে **8000Å** পর্যন্ত বিস্তৃত।

www.Educationblog24.com

* দৃশ্যমান আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য

বর্ণ	তরঙ্গদৈর্ঘ্য (nm)	তরঙ্গদৈর্ঘ্য (A°)
বেগুনী (Violet)	400-450	4000-4500
নীল (Blue)	450-480	4500-4800
আসমানী (Indigo)	480-500	4800-5000
সবুজ (Green)	500-550	5000-5500
হলুদ (Yellow)	550-600	5500-6000
কমলা (Orange)	600-650	6000-6500
লাল (Red)	650-700	6500-7000

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. 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

নমুনা প্রশ্ন

১. দৃশ্যমান বর্ণালীর তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের নিচের কোনটি– [M. 02 - 03]

A. 4000 $\mathring{A}$–10000 $\mathring{A}$ B. 3000 $\mathring{A}$–8000 $\mathring{A}$ C. 6000 $\mathring{A}$–10000 $\mathring{A}$ D. 4000 $\mathring{A}$–8000 $\mathring{A}$

২. কোন্ আলোর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য সবচেয়ে বেশি? [M. 02-03]

A. হলুদ B. নীল C. বেগুনি D. লাল

৩. ইনফ্রারেড আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য কত? [M. 14-15]

A. 1000μm - 100 cm B. 0.78μm - 1000 m C. 380 nm - 780 nm D. 0.0005 nm-0.10 nm

উত্তর ঃ

১। D ২। D ৩। Blank

➢ অবলোহিত বিকিরণ ঃ

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

➢ বেতার তরঙ্গ ঃ

নিউক্লিয়াসের স্পিন উল্টানো দ্বারা নিউক্লীয় চৌম্বক অনুনাদ (nuclear magnetic resonance-n.m.r) এবং ইলেক্ট্রনের স্পিন উল্টানো দ্বারা ইলেক্ট্রন স্পিন অনুনাদ (electron spin resonance- e.s.r) বর্ণালীর উৎপত্তি ঘটে।

- বেতার তরঙ্গকে কয়েকটি উপভাগে ভাগ করা যায়। এরা হল–

(i) মাইক্রোওয়েভ; (ii) রাডার তরঙ্গ বা শব্দ সম্প্রচার; (iii) টেলিভিশন তরঙ্গ

- অ্যান্টেনা 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।
- মধ্যম ও দীর্ঘ তরঙ্গের পথে বাঁধা থাকলেও অপবর্তনের মাধ্যমে তাদের পথের বাধা (পাহাড়-পর্বত) পেরিয়ে যেতে পারে। ফলে ট্রানজিস্টর ও রেডিও সিগন্যাল প্রেরক অ্যানটেনা থেকে গ্রাহক পর্যন্ত পৌঁছায়।
- 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।

www.Educationblog24.com

- টেলিভিশন (VHF। UHF) তরঙ্গের তরঙ্গদৈর্ঘ্য ক্ষুদ্রতর। এরা উর্ধ্ব বায়ুমন্ডলের স্তর থেকে প্রতিফলিত হয় না এবং কোন উঁচু বাধা (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।

***** অতি বেগুনী 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 অতিবেগুণী বিকিরণ ব্যবহৃত হয়।
- শল্য চিকিৎসায় যন্ত্রপাতি জীবাণুমুক্ত করতে এ বিকিরণ ব্যবহৃত হয়।

***** 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।

গামা রে (Gamma-ray) ঃ

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

***** তরঙ্গমুখ (Wave front) ঃ**

- তরঙ্গাস্থিত সমদশাসম্পন্ন কণাগুলো যে তলে অবস্থান করে, তাকে সৃষ্ট তরঙ্গের তরঙ্গমুখ বলে।
- যে কোন সময়ে সমসত্ত্ব মাধ্যমের তরঙ্গাস্থিত সমদশাসম্পন্ন কণাগুলোর সঞ্চারপথকে তরঙ্গমুখ বলে।
- আলো বিন্দু উৎস থেকে উৎপন্ন হলে আলোক তরঙ্গমুখ উৎসের কাছাকাছি অঞ্চলে গোলকীয় ও দূরবর্তী অঞ্চলে সমতল হবে।
- আলোর উৎস বিন্দু না হয়ে রেখাকৃতির হলে উৎপন্ন তরঙ্গমুখ উৎসের কাছাকাছি অঞ্চলে চোঙাকৃতির ও দূরবর্তী অঞ্চলে সমতল হবে।
- তরঙ্গস্থিত সমদশাসম্পন্ন কণাগুলোর সঞ্চারপথ গোলকীয় হলে তাকে গোলকীয় তরঙ্গমুখ বলে। গোলকীয় তরঙ্গমুখসম্পন্ন তরঙ্গকে গোলকীয় তরঙ্গ বলে।

***** তরঙ্গমুখের বৈশিষ্ট্যঃ**

১। তরঙ্গমুখের প্রতিটি কণা একই দশায় থাকে।
২। পাশাপাশি দুটি তরঙ্গমুখের দশা ভিন্ন থাকে।
৩। নির্দিষ্ট তরঙ্গ দৈর্ঘ্য ব্যবধানে তরঙ্গমুখ একই দশায় থাকে।
৪। তরঙ্গ মুখের সাথে অঙ্কিত অভিলম্ব আলোক রশ্মির দিক নির্দেশ করে।

খেয়াল রেখো ঃ

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

www.Educationblog24.com

**আলোক বর্ষঃ এক বছরে আলোক রশ্মি যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে আলোকবর্ষ বলে।

আলোক বর্ষ দূরত্বের একক 1 আলোক বর্ষ = আলোর বেগ× 1 বর্ষ (সেকেন্ড এককে)

$= 3\times10^{8}ms^{-1} \times(365\times24\times60\times60)s$

$= 9.40\times10^{15}m = 9.40\times10^{12}km$

নমুনা প্রশ্ন ঃ

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

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

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

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:

১. C ২. C ৩. 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 তলই ঐ সময়ের তরঙ্গমুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

জেনে রাখ ঃ

- গৌণ তরঙ্গকে অনেক সময় গৌণ উপতরঙ্গ বা উপতরঙ্গ বলা হয়।
- কোন নির্দিষ্ট দিকে গতিশীল গৌণ তরঙ্গের বিস্তার ঐ দিক এবং মূল তরঙ্গগতির অভিমুখের মধ্যবর্তী কোণের (θ) উপর নির্ভরশীল।

$\theta=0$ হলে বিস্তার সর্বাধিক

$\theta=180^{\circ}$ হলে, বিস্তার শূণ্য

তরঙ্গ গতির পিছন দিকে উপতরঙ্গ নিঃসৃত হয় না।

*** হাইগেনসের নীতি ব্যবহার করে আলোর প্রতিফলন ও প্রতিসরণের সূত্র বিশ্লেষণ করা যায়।

- প্রতিফলনের ২টি সূত্র আছে–

(১) আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব ও প্রতিফলিত রশ্মি একই সমতলে অবস্থান করে।

(২) আপতন কোণ ও প্রতিফলন কোণ পরস্পর সমান।

- প্রতিসরণের ২টি সূত্র আছে–

(১) আপতিত রশ্মি, আপতন বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব ও প্রতিসরিত রশ্মি একই সমতলে অবস্থান করে।

(২) একজোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত একটি ধ্রুব সংখ্যা এই ধ্রুব সংখ্যাকে ঐ নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর জন্য প্রথম মাধ্যমের সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসারঙ্ক বলে।

*** হাইগেনসের নীতিকে কখনো কখনো তরঙ্গ তত্ত্ব নামেও ডাকা হয়।

www.Educationblog24.com

** আলোকের ব্যতিচার (Interherence of light) ঃ

- যখন দুটি সমান বিস্তার ও তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো চলতে চলতে একে অপরের উপর আপতিত হয় তখন আলোর প্রাবল্যের পর্যায়ক্রমিক হ্রাস বা বৃদ্ধি ঘটে।
- যে সকল বিন্দুতে তরঙ্গগুলো একই দশায় মিলিত হয় সে সকল বিন্দুর লব্ধি বিস্তার (amplitude) ও তীব্রতা (Intensity) (তীব্রতা বিস্তারের বর্গের সমানুপাতিক) সর্বোচ্চ হবে।
- অগ্রগামী তরঙ্গের গাণিতিক প্রকাশ ঃ $y = a \sin \frac{2\pi}{\lambda}(vt - x)$

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 লব্ধি সরণ তরঙ্গ দুটি কর্তৃক পৃথক পৃথক সরণের বীজগাণিতিক যোগফলের সমান হবে।

সুসংগত উৎস (Coherent source) ঃ

একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলোক তরঙ্গ দুটি উৎস হতে কোনো নির্দিষ্ট দশা পার্থক্যে নির্গত হলে এবং তা সর্বক্ষনের জন্য বজায় থাকলে তাদেরকে সুসঙ্গত উৎস বলে।

প্রকৃতিতে কোন আলোক উৎসই সুসংগত নয়।

চিড় (Slit) ঃ

দৈর্ঘ্যের তুলনায় প্রস্থ অনেক ছোট এমন আয়তাকার সরু ছিদ্রপথকে চিড় বলে।

ব্যতিচার (Interherence) ঃ

- 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।
- দুটি বাতিকে পাশাপাশি রাখলে কখনো ব্যতিচার হয় না।
- আলোকের ব্যতিচার আলোকের তরঙ্গ তত্ত্ব সমর্থন করে।
- ১৮০১ খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী টমাস ইয়ং; আলোকের ব্যতিচার আবিষ্কার করেন।
- ব্যতিচার 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।

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।

- গঠনমূলক ব্যতিচার বা উজ্জ্বল বিন্দুর শর্ত ঃ

উপরিপাতিত তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর যুগ্ম গুণিতক

- ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার বা অন্ধকার বিন্দুর শর্ত ঃ

উপরিপাতিত তরঙ্গদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এর অযুগ্ম গুণিতক

- ব্যতিচার ঝালর (Interference fringe) ঃ

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।

www.Educationblog24.com

*** 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 দুটির 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।

*** আলোকের 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।

জেনে রাখ ঃ

→ টমাস ইয়ং দৃষ্টিবিদ্যা, আলোকবিদ্যা, কঠিন পদার্থের বলবিদ্যা, শক্তি, শারীরবিদ্যা, ভাষা, সাংগীতিক ঐক্যতান এবং মিশরীয় বিদ্যায় উল্লেখযোগ্য অবদান রাখেন।

→ হাইগেন্সের তরঙ্গতত্ত্বের সাহায্যে ইয়ংয়ের পরীক্ষার ব্যাখ্যা দেওয়া যায়।

→ ব্যতিচার ঝালরে সরণ ঘটলেও ঝালর প্রস্থের কোন পরিবর্তন হবে না।

➢ আলোকের অপবর্তন (Deffraction of light) ঃ

- 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 লক্ষনীয় হয়। সকল প্রকার তরঙ্গ অপবর্তন প্রদর্শন করে।

*** অপবর্তনের শর্ত ঃ অপবর্তন সৃষ্টির দুটি শর্ত রয়েছে, যথা–

১। খাড়া ধারের ক্ষেত্রে (straight edge) ঃ

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 হতে হয়।

** আলোকের অপবর্তন ২ প্রকার। যথাঃ

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।

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 বাধার দরুন পর্দায় যে অপবর্তন পরিলক্ষিত হবে তাকে ফ্রনহফার শ্রেণী অপবর্তন বলে।

www.Educationblog24.com

- 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

- একক রেখাচিত্রে ফ্রণহফার 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।
- উজ্জ্বল বিন্দুর জন্য, $a\ Sin\theta = (2n+1)\frac{\lambda}{2}$

  অন্ধকার বিন্দুর জন্য, $a\ Sin\theta = n\lambda$
- 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 $a\ Sin\ \theta = \pm n\lambda$

** আলোকের 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 অন্তবর্তী 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।

** অপবর্তন গ্রেটিং ঃ

অপবর্তন সৃষ্টি করার জন্য একটি বিশেষ ব্যবস্থার নাম গ্রেটিং বা ঝাঁঝরি। অনেকগুলো সমপ্রস্থের রেখাছিদ্র পাশাপাশি স্থাপন করে গ্রেটিং বা ঝাঁঝরি গঠন করা হয়।

গ্রেটিং প্রধানত ২ প্রকার। যথা–

১। নিঃসরণ বা নির্গমন গ্রেটিং (Transmission grating)

২। প্রতিফলন গ্রেটিং (Reflection grating)

* সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং (Plane transmission grating)

একটি সমতল নিঃসরণ গ্রেটিং হল স্বচ্ছ সমতল একটি কাচ বা অনুরূপ কোনো পদার্থের একটি পাত যার উপর সূচালো হীরক বিন্দু (diamond point) দ্বারা সমব্যবধানে সমান্তরালভাবে খুবই কাছাকাছি বহুসংখ্যক দাগ কাটা থাকে।

- এই গ্রেটিং এর প্রতি cm এ প্রায় 5000 থেকে 6000 পর্যন্ত রেখা বা দাগ থাকে।
- 10,000 দাগ থাকে। অর্থাৎ এক্ষেত্রে নিচের প্রস্থ হয় প্রায় 10^{-6} m.

গ্রেটিং ধ্রুবক (Grating constant) ঃ

যে কোন একটি চিড়ের শুরু থেকে পরবর্তী চিড়ের শুরু পর্যন্ত দূরত্বকে গ্রেটিং ধ্রুবক বলা হয়।

অথবা,

যে কোন চিড়ের শেষ প্রান্ত থেকে পরবর্তী চিড়ের শেষ প্রান্তের দূরত্বকে গ্রেটিং ধ্রুবক বলে।

www.Educationblog24.com

***** 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।

টুর্ম্যালিন কেলাস পরীক্ষার দ্বারা আলোর সমবর্তন ব্যাখ্যা করা যায়।

পোলারয়েড হচ্ছে টুর্মালিন কেলাস। এটি একটি ৬ বাহু বিশিষ্ট সবুজ রঙের কেলাস। কয়েকটি ধাতব অক্সাইড সমন্বয়ে গঠিত হয়।

আলোকের সমবর্তন (Polarisation of light) ঃ

যে প্রক্রিয়ায় বিভিন্ন তলে কম্পমান আলোক তরঙ্গকে একটি নির্দিষ্ট তল বরাবর কম্পনক্ষম করা যায় তাকে আলোকের সমবর্তন বা পোলারাইজেশন বলে। ১৬৯০ খ্রিস্টাব্দে বিজ্ঞানী **হাইগেনস** আলোকের সমবর্তন আবিষ্কার করেন।

ব্রুস্টারের সূত্র ঃ সমবর্তন কোণের ট্যানজেন্ট প্রতিফলন মাধ্যমের প্রতিসরণাঙ্কের সমান

সমবর্তক বিষয়ক কতগুলো রাশি ঃ

(ক) অসমবর্তিত আলোক (Unpolarised light) ঃ

সাধারণ আলোক যার কম্পন গতিপথের লম্ব অভিমুখে চারদিকে সমান বিস্তারে কম্পিত হয় তাকে অসমবর্তিত আলোক বলে।

(খ) সমবর্তিত আলোক (polarised light) ঃ

একটি তলে বা এর সমান্তরাল তলে কম্পমান আড় তরঙ্গবিশিষ্ট আলোককে সমবর্তিত আলোক বলে।

(গ) রেখা সমবর্তিত আলোক (plane polarised light) ঃ

কোন আলোক তরঙ্গের কণাগুলোর কম্পন কেবলমাত্র একটি তলে সীমাবদ্ধ থাকলে একে রেখা সমবর্তিত আলোক বলে।

(ঘ) কম্পন তল (plane of vibration) ঃ

আলোক তরঙ্গের কণাসমূহ যে সমতলে কম্পিত হয় তাকে কম্পন তল বলে।

(ঙ) সমবর্তিত কোণ (polarising angle) ঃ

কোনো প্রতিফলক মাধ্যমে আপতন কোণ ধীরে ধীরে পরিবর্তন করলে এমন একটি কোণ পাওয়া যাবে যার জন্য সমবর্তন সর্বাধিক হবে, সেই কোণটিকে সমবর্তন কোণ বলে।

(চ) সমবর্তন তল (plane of polarisation) ঃ

কম্পন তলের সাথে যে তলটি লম্বভাবে অবস্থান করে তাকে সমবর্তন তল বলে।

(ছ) দ্বৈত প্রতিসরণ (Double refraction) ঃ

এমন কতকগুলো কেলাস আছে যাদের মধ্য দিয়ে আলোকরশ্মি গমন করলে তা দুটি প্রতিসৃত রশ্মিতে বিভক্ত হয়। এই পদ্ধতিতে দ্বৈত প্রতিসরণ বলে এবং এসব কেলাসকে দ্বৈত প্রতিসারক কেলাস বলে।

www.Educationblog24.Com

➢ *** 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।

➢ ম্যালাসের সূত্র ঃ

'সমবর্তিত আলো বিশ্লেষণের মধ্য দিয়ে গমনের ফলে এর তীব্রতা সমবর্তক ও বিশ্লেষকের নিঃসরণ তলের মধ্যবর্তী কোণের Cosine এর বর্গের সমানুপাতিক।

$I \propto Cos^2\theta$

*** প্রধানত তিনটি উপায়ে সমতল সমবর্তিত আলো উৎপন্ন করা যায়।

i) প্রতিফলন দ্বারা ঃ বিজ্ঞানী ম্যালাস, ১৮০৮ সালে

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।

অথবা দুটি পদ্ধতিতে সমতল সমবর্তিত আলো উৎপন্ন করা যায়ঃ

i) পোলারয়েড দ্বারা ii) প্রতিফলন দ্বারা

পোলারয়েড হচ্ছে টুর্মালিন কেলাস। এটি একটি ৬ বাহু বিশিষ্ট সবুজ রঙের কেলাস। কয়েকটি ধাতব অক্সাইড সমন্বয়ে গঠিত হয়।

- কেলাসের ভিতর দিয়ে প্রতিসৃত হওয়ার সময় একটি রশ্মি এরকম দুটি রশ্মিতে বিভাজিত হওয়ার ঘটনাকে দ্বিপ্রতিসরণ বলে। এদের একটিকে বলা হয় সাধারণ রশ্মি এবং অপরটিকে বলা হয় অসাধারণ রশ্মি।

Must to Know :

* তড়িৎ চৌম্বক বর্ণালীতে অবলোহিত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য বেশি।
* আলোক হলো বিকিরণ কোয়ান্টা, ফোটন কণা। ফোটনের তরঙ্গ দৈর্ঘ্য $300\overset{0}{A}$ এবং কম্পাঙ্ক 10^{15}Hz।
* দৃশ্যমান বর্ণালীর তরঙ্গদৈর্ঘ্যের পরিমাণ 4×10^{-7}m-7×10^{-7}m এবং শক্তি পাল্লা (2-3)eV হয়।
* আলোর কম্পন বলতে বোঝায়–(i) E এর কম্পন (ii) B এর কম্পন (iii) E ও B এর মধ্যবর্তী কোণ 90^0।
* ব্যতিচার এক ধরনের উপরিপাতন। শব্দ তরঙ্গের পোলারণ সম্ভব না।
* সূর্যের আলোর তরঙ্গগুলোর আকৃতি সমতল, সমবর্তন ঘটে আড় তরঙ্গে।

www.Educationblog24.com

* তরঙ্গের উপরিপাতনের ফলে ব্যতিচার ঘটে।
* তরঙ্গমুখে কণাগুলোর দশা পার্থক্য 0^0। α-কণা তড়িচ্চুম্বকীয় তরঙ্গ নয়।
* $\overset{0}{A}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের একবর্ণী X-ray শক্তি $=2\times10^{15}J$।
* ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড়দ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্ব ক্রমান্বয়ে বাড়ালে ডোরা প্রস্থ ক্রমান্বয়ে কমবে।
* যে স্থানে আলোর তীব্রতা কম সেস্থানে সংঘটিত হয়–ধ্বংসাত্মক ব্যতিচার।
* একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$, দশা পার্থক্য হবে $\frac{\pi}{2}$। আবার একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে দশা পার্থক্য π হলে বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ এবং একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর দশা পার্থক্য $\frac{\pi}{2}$ হলে বিন্দুদ্বয়ের পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$। আবার পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{2}$ হলে দশা পার্থক্য π।
* আলোর ব্যতিচারের ক্ষেত্রে প্রযোজ্য–(i) একাধিক তরঙ্গমুখ (ii) পথ পার্থক্য (iii) সুসঙ্গত আলোক উৎস।
* দ্বি-চিড় পরীক্ষায় চিড়গুলোর দূরত্ব অধিক এবং চিড় ও পর্দার দূরত্ব দ্বিগুণ করা হলে ডোরা প্রস্থ চারগুণ হবে।
* আলোর তরঙ্গ তত্ত্বের প্রবক্তা হাইগেন, কণা তত্ত্বের প্রবর্তক নিউটন। আলোর কোয়ান্টা তত্ত্ব আবিষ্কার করেন প্ল্যাঙ্ক।
* ফ্রনহোফার শ্রেণির অপবর্তন সৃষ্টির করা যায়– (i) গ্রেটিং দ্বারা (ii) একক চিড় দ্বারা (iii) যুগ্ম চিড় দ্বারা।
* নীচে অসমবর্তিত আলো 57.5^0 কোণে আপতিত হলে প্রতিফলিত রশ্মি সমবর্তিত হয়।
* ফ্রনহফার শ্রেণির অপবর্তনে আলোক রশ্মিসমূহ ও তরঙ্গমুখ যথাক্রমে সমান্তরাল ও সমতল হয়।
* গ্রেটিং ব্যবহৃত হয়–(i) আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয়ে (ii) একই তরঙ্গদৈর্ঘ্যের দুটি বর্ণালী রেখা পৃথক করতে (iii) তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের সাপেক্ষে অপবর্তন কোণের পরিবর্তনের হার নির্ণয়ে।
* ব্যতিচারের ক্ষেত্রে অন্ধকার ডোরা সৃষ্টি হবে যখন–১. দশা পার্থক্য π এর অযুগ্ম গুণিতক হয় (২) প্রাবল্য সর্বনিম্ন হয়।
* ব্যতিচারের ক্ষেত্রে উজ্জ্বল ডোরা সৃষ্টি হবে যখন–(১) দশা পার্থক্য π এর যুগ্ম গুণিতক হয় (২) তরঙ্গদ্বয়ের প্রাবল্য সর্বোচ্চ হয়।
* একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{5\lambda}{4}$। বিন্দুদ্বয়ের মধ্যে দশা পার্থক্য $\frac{5\pi}{2}/\frac{\lambda}{2}$। একটি আলপিনের প্রতিবিম্ব ফেললে তীক্ষ্ণ শীর্ষের প্রতিবিম্ব পাওয়া না যাবার কারণ অপবর্তন।
* তাড়িৎ চৌম্বকীয় তত্ত্বের নীতি ব্যবহার করে বৈদ্যুতিক চুম্বক (Electromagnater) এবং ম্যাগলেভ (Magnetic levitation) ট্রেন তৈরী হয়েছে
* তাড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গ অবশ্য মানবদেহের জন্য ক্ষতিকর। যেমন, কিছু প্রকার ক্যান্সার, চর্মরোগ ইত্যাদির জন্য তড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গ দায়ী।
** শুধু আলোই নয়, বেতার তরঙ্গ, মাইক্রোতরঙ্গ, অবলোহিত রশ্মি, অতিবেগুণী রশ্মি, এক্স রশ্মি, গামা রশ্মি ইত্যাদি সবই তড়িত চৌম্বক তরঙ্গ।
* পয়েন্টিং ভেক্টর (Poynting vector) ঃ

কোন তড়িতচৌম্বক তরঙ্গের গতিপথে লম্বভাবে স্থাপিত কোন একক ক্ষেত্রফলের মধ্য দিয়ে যে পরিমাণ শক্তি অতিক্রম করে তাকে পয়েন্টিং ভেক্টর বলে

পয়েন্টিং ভেক্টর, $\vec{S}=\frac{1}{\mu_0}\vec{E}\times\vec{B}$

অর্থাৎ $\vec{S}=\vec{E}\times\vec{H}$

এখানে, $\vec{E}$ = তাড়িৎ ক্ষেত্র, $\vec{B}$ = চৌম্বক ক্ষেত্র,

একক হল ওয়াট/মিটার^2 (Wm^{-2})

www.Educationblog24.com

এক নজরে সমীকরণসমূহ

i) $C = \frac{E_0}{B_0}$

ii) ${}_a\mu_b = \frac{Sin\, i}{Sin\, r} = \frac{C_a}{C_b}$

iii) দশা পার্থক্য $(\delta) = \frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ পার্থক্য (x)

iv) $\Delta Y = \frac{\lambda D}{d}$

v) $\beta = \frac{D\lambda}{2d}$

vi) $a\, Sin\theta_1 = n\lambda$

vii) $Sin\theta_n = Nn\lambda$

গাণিতিক সমস্যা

১। 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 .

২। 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 .

৩। একটি তরঙ্গের দুটি বিন্দুর মধ্যে পথ পার্থক্য $\frac{\lambda}{4}$। 5.89×10^{-7} m । বিন্দু দুটির মধ্য দশা পার্থক্য বের কর।

সমাধান ঃ দশা পার্থক্য $= \frac{2\pi}{\lambda} \times$ পথ পার্থক্য (x) Ans : $\delta = \frac{\pi}{2}$

৪। ইয়ং এর দ্বি-চিড় পরীক্ষায় আলোর কম্পাঙ্ক 6×10^{14} Hz . পার্শ্ববর্তী দুটি ডোরার কেন্দ্রের মধ্যবর্তী দূরত্ব 0.75 nm। পর্দাটি যদি 1.55 m দূরে থাকে তাহলে চিড় দুটির মধ্যবর্তী দূরত্ব কত?

সমাধান ঃ $2d = \frac{D\lambda}{\beta} = 1.03\times10^{12}\, nm\ (Ans)$

৫। একটি ফ্রনহফার শ্রেণির একক চিড়ের দরুণ অপবর্তন পরীক্ষায় $5600\, \mathring{A}$ তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ব্যবহার করা হলো। প্রথম ক্রমের অন্ধকার পট্টির জন্য অপবর্তন কোণ নির্ণয় কর। [চিড়ের বিস্তার 0.22nm]

সমাধান ঃ $a\, Sin\, \theta = n\lambda \;\therefore\; Sin\, \theta = \frac{n\lambda}{a}$, Ans : 0.145^0 প্রায়

Home Practice

১. তড়িৎ চুম্বকীয় আবেশ 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. $d\, Sin\theta = (2x+1)\frac{\lambda}{2}$

C. $d\, Sin\theta = (x+1)\lambda$ D. $d\, Sin\theta = (x+1)\frac{\lambda}{2}$

www.Educationblog24.com

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. গ্রেমালের 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. আলফা রশ্মি

৯. একটি ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য $3000\,\mathring{A}$ 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

উত্তরমালা ঃ

১। C ২। A ৩। C ৪। A ৫। B ৬। C ৭। C ৮। D ৯। A ১০। B

www.Educationblog24.Com

আধুনিক পদার্থবিজ্ঞানের সূচনা

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–

- জড়, অজড় প্রসঙ্গ কাঠামো। মাইকেলসন মর্লির পরীক্ষা, আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব, তড়িৎ চৌম্বকীয় বল, সবল নিউক্লিয় বল, দুর্বল নিউক্লিয় বল।
- লরেঞ্জের সূত্র, আলোক তড়িৎ ক্রিয়া
- এক্স-রে, এক্স-রের ব্যবহার।

➤ জড় প্রসঙ্গ কাঠামো ও অজড় প্রসঙ্গ কাঠামো ঃ

- জড় প্রসঙ্গ কাঠামো/ গ্যালিলিও প্রসঙ্গ কাঠামো/নিউটনীয় প্রসঙ্গ কাঠামোঃ
  যে প্রসঙ্গ কাঠামোতে জড়তার সূত্র এবং নিউটনের গতির প্রথম সূত্র প্রযোজ্য হয় তাকে জড় প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।
  উদাহরণঃ স্থির কাঠামো, সমবেগে গতিশীল কাঠামো
- অজড় প্রসঙ্গ কাঠামো ঃ
  যে প্রসঙ্গ কাঠামোতে জড়তার সূত্র এবং নিউটনের গতির প্রথম সূত্র প্রযোজ্য হয় না তাকে অজড় প্রসঙ্গ কাঠামো বলে।
  উদাহরণঃ মন্দন জনিত কাঠামো, ঘূর্ণায়মান ও অসমবেগে গতিশীল কাঠামো
- জড় কাঠামোতে নিউটনের গতি বিষয়ক ২য় ও ৩য় এবং পদার্থ বিজ্ঞানের অন্যান্য সূত্রও ব্যাখ্যা করা যায়।
- ঘূর্ণনশীল বা ত্বরণজনিত বা মন্দনজনিত কাঠামো জড় কাঠামো হতে পারে না। কিন্তু পৃথিবীকে জড় কাঠামো হিসাবে বিবেচনা করা হয়।
- পরস্পরের সাপেক্ষে ধ্রুবকগতিতে গতিশীল প্রত্যেকটি কাঠামোই একেকটি জড় কাঠামো।

➤ মাইকেলসন-মর্লির পরীক্ষা ঃ

- আলো তড়িৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ– 'হার্জ'।
- ইথার মাধ্যমে 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 $= 6\times10^{-5}\ cm$
  $= 6\times10^{-7}\ m$

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. আলোর গতি কত(ms^{-1})? [M. 15-16]

A. 3×10^{6} B. 3×10^{8} C. 3×10^{7} D. 3×10^{9}

Ans: B

** মাইকেলসন ও মর্লির পরীক্ষা হতে উপনীত সিদ্ধান্ত ঃ

১। ইথার বলতে মহাবিশ্বে কিছু নেই

২। গ্যালিলিও রূপান্তর সঠিক নয়

৩। আলোকের বেগ একটি ধ্রুবক রাশি, এটি উৎস অথবা পর্যবেক্ষক বা মাধ্যমের গতির উপর নির্ভর করে না।

* ইথার সম্পূর্ণ রূপে স্থির থাকে এবং কোন ক্রমেই স্থানান্তরিত হয় না– লরেঞ্জ

* মাইকেলসন ও মর্লির পরীক্ষা– ১৮৮৭ সালে

➤ আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব ঃ

* ২ ভাগে বিভক্ত ঃ ১। আপেক্ষিকতার সার্বিক/সাধারণ তত্ত্ব– ১৯১৬ সালে/১৯১৫ সালে ঃ এতে সূর্য, নক্ষত্র, উল্কা, চন্দ্র ইত্যাদির গতি বর্ণনা করেছেন।
২। আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব– ১৯০৫ সালে ঃ এতে সমগতিতে চলমান বস্তুর গতি বর্ণনা করেছেন।

www.Educationblog24.com

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 ধ্রুবকতার নীতি বলা হয়।

- 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 সত্তার দ্বৈত প্রকাশ।
- স্থান ও কাল, জড় ধ্রুবক বা পরম কিছুই না; এগুলো আপেক্ষিক।

➢ গ্যালিলিওর রূপান্তর/নিউটনের রূপান্তর ঃ

* গ্যালিলিওর স্বীকার্য আইনস্টাইনের উভয় স্বীকার্য লঙ্ঘন করে।

➢ লরেঞ্জের রূপান্তর সূত্র ঃ 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

** 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 $3\times10^8\ ms^{-1}$। এর মান দর্শকের স্থিতি বা গতির উপর নির্ভর করে না।

লরেঞ্জের রূপান্তর সমীকরণ, $t' = \dfrac{t - vx/c^2}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

বিপরীত লরেঞ্জের রূপান্তর সমীকরণ, $t = \dfrac{t' + \dfrac{vx'}{c^2}}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$

➢ *** আপেক্ষিকতার ফলাফল ঃ

সমীকরণ ঃ ১। কাল দীর্ঘায়ন ঃ $t_0 = t\sqrt{1 - v^2/c^2}$

২। দৈর্ঘ্য সংকোচন ঃ $L = L_0\sqrt{1 - v^2/c^2}$

৩। ভর বৃদ্ধি ঃ $m = \dfrac{m_0}{\sqrt{1 - \dfrac{v^2}{c^2}}}$

- কোন বস্তুর বেগ/ পার্থিব বস্তুর বেগ আলোর বেগের সমান হতে পারে না।

➢ *** ভর ও শক্তির সম্পর্ক ঃ

- আপেক্ষিকতার গতিশক্তির সমীকরণ– $E_k = mc^2 - m_oc^2$
- আইনস্টাইনের ভরশক্তির সমীকরণ– $E = mc^2$

বিগত বছরের প্রশ্ন

Q. কোন নীতি ব্যবহার করে বস্তুর ভরকে শক্তিতে রূপান্তর করা যায়? [M: 16-17]

A. কাজ-শক্তি উপপাদ্য
B. আইনস্টাইনের আপেক্ষিক তত্ত্ব
C. যান্ত্রিক শক্তির সংরক্ষণ নীতি
D. নিউটনের গতিসূত্র

Ans: B

www.Educationblog24.com

- মহাকাশ ভ্রমণে আপেক্ষিক তত্ত্বের ব্যবহার
  - ১। মহাকাশ যানের বেগ নির্ণয়
  - ২। মহাকাশচারীর বয়স নির্ণয়
  - ৩। ঘনত্ব নির্ণয়

মৌলিক বল ঃ

- অন্য কোন বল থেকে উৎপন্ন হয় না।
- অন্য সকল বলের প্রকাশক।
- প্রকারভেদ - ১। মহাকর্ষ বল
  ২। তড়িৎ-চৌম্বকীয় বল
  ৩। সবল-নিউক্লিয় বল
  ৪। দূর্বল নিউক্লিয় বল

***** মহাকর্ষ বল ঃ**

- সর্বদা আকর্ষণধর্মী
- বলের পরিমাণ ক্রিয়াশীল বস্তু দুটির ভরের গুণফলের সমানুপাতিক।
- বস্তুদ্বয়ের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক।
- গ্রাভিটন কণার বিনিময়ে সৃষ্ট
- H_2 পরমাণুতে প্রোটন ও ইলেকট্রনের মধ্যকার মহাকর্ষ বল = 3.6×10^{-47} N
  প্রোটন ও ইলেকট্রনের মধ্যকার স্থির তড়িৎ বল = 8.2×10^{-8} N
- অতএব, স্থির বলের তুলনায় মহাকর্ষ বল তাৎপর্যপূর্ণ নয়।

- এই বলের প্রাবল্য 10^{-39}
- এই বলের উৎস ভর
- চারটি বলের মধ্যে এটি সবচেয়ে দুর্বল বল কিন্তু পাল্লা অসীম।

উদাহরণ ঃ স্বর্গীয় বস্তুর গতি, জোয়ারভাটা, পৃথিবীর যাবতীয় প্রাণী ও বস্তুর ভূ-পৃষ্ঠ সংলগ্ন থাকা, বস্তুর ওজন অনুভব ইত্যাদি।

বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

১. ভর-শক্তির সম্বন্ধটি হল– [M. 02-03]

A. $E = mc^2$ B. $E = m/c^2$ C. $E = c^2/m$ D. $E = mvc^2$

২. 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. $e = Mc^2$

উত্তরমালা ঃ

১। A ২। C

www.Educationblog24.com

তড়িৎ-চুম্বকীয় বল ঃ

- আকর্ষণ ও বিকর্ষণ ধর্মী।
- তড়িৎ আধান বা চার্জগুলো গতিশীল হলে চৌম্বক ক্ষেত্র সৃষ্টি হয়।
- পরিবর্তী চৌম্বক ক্ষেত্র তড়িৎ ক্ষেত্রের উৎস হিসাবে কাজ করে।
- এই বল উদ্ভবের কারণ ফোটন।
- ফোটন (১) ভরহীন (২) চার্জহীন।
- উদাহরণ ঃ স্থিতিস্থাপক বল, আণবিক গঠন, রাসায়নিক গঠন, কুলম্বের বল, লরেঞ্জের বল, ঘর্ষণ, স্পর্শ বল, ঘর্ষণ বল, স্প্রিং বা বিকৃত বস্তুর মধ্যকার বল।
- এই বলের পাল্লা-অসীম,
- এই বলকে ম্যাক্রোজগতে অনুভব করা যায়।
- সকল বস্তুকে মহাকর্ষ বলের ধ্বংস থেকে রক্ষা করে।
- এই বলের প্রাবল্য $\frac{1}{137}$
- অণু ও পরমাণুকে একত্রে রাখতে সাহায্য করে।
- দুটি প্রোটনের মধ্যকার তাড়িত চৌম্বক বল এদের মধ্যকার মহাকর্ষ বলের 10^{36} গুণ

সবল নিউক্লিয় বল ঃ

- নিউট্রন + প্রোটন $\rightarrow$ নিউক্লিয়ন।
- মেসন নামক কণার পারস্পরিক বিনিময়ে এই বল ক্রিয়াশীল।
- আকর্ষণধর্মী ও চার্জ নিরপেক্ষ।
- বলের পাল্লা স্বল্প, নিউক্লিয়াসের বাইরে ক্রিয়াশীল না। পাল্লা 10^{-15} m বা 1 femi
- সর্বাপেক্ষা শক্তিশালী বল (মৌলিক বলের মধ্যে)।
- বলের প্রাবল্য 1
- 10^{-14} m এ এই বল উপেক্ষণীয়।
- দূরত্ব বৃদ্ধির সাথে সাথে সবল নিউক্লিয় বল হ্রাস পায়।
- প্রোটন-প্রোটন, প্রোটন-নিউট্রন, নিউট্রন-প্রোটনের মধ্যে একই সাথে ক্রিয়া করে।
- উদাহরণ ঃ নিউক্লিয় বন্ধন শক্তি ও তাপ নিউক্লিয় ফিউশন শক্তি।
- মৌলিক কণা সমূহ ২ প্রকার। যথাঃ (১) ভারি কণা বা Quark (২) হালকা কণা বা লেপটন ও ফোটন
- কোয়ার্কের সমন্বয়ের মাধ্যমে ভারি কণা বা Hadron গঠিত হয়।
- প্রোটন, নিউট্রন Quark এর সমন্বয়ে গঠিত।
- লেপটন বর্ণহীন।
- তাড়িৎচৌম্বক বল থেকে এটি প্রায় ১০০ গুণ শক্তিশালী
- ইলেকট্রনের এই ধরনের কোন বল নেই

www.Educationblog24.com

*** দুর্বল নিউক্লিয় বল

- বোসন কণার বিনিময়ই এই বলের কারণ। Intermediate vector bosons কণার পারস্পরিক বিনিময়ের মাধ্যমে এ বল কার্যকর হয়।
- এই বলের কারণে তেজস্ক্রিয় ক্ষয় বা β ক্ষয় বা radioactive decay সংগঠিত হয় এবং α, β, γ রশ্মি ক্ষরিত হয়।
- বলের সীমা খুবই ক্ষুদ্র। সীমা 10^{-16} বা 10^{-17}m পাল্লা
- Quark ও লেপটনের মাঝে এই বল ক্রিয়াশীল।
- মহাকর্ষ বলের সাপেক্ষে আপেক্ষিক সবলতা 10^{30}

Extra :

- সবল নিউক্লিয় বলের পাল্লা খুবই কম; 10^{-15} m এর বেশী দূরত্বে এ বল অনুভূত হয় না।
- দুর্বল নিউক্লিয় বলের পাল্লা আরো কম; 10^{-16} m এর কম।
- সবল নিউক্লিয় বল, তড়িৎ চৌম্বকীয় বল, দুর্বল নিউক্লিয় বল ও মহাকর্ষ বলের মিথস্ক্রিয়ার তীব্রতার অনুপাত যথাক্রমে 1ঃ 10^{-2}ঃ 10^{-6} ঃ 10^{-38}

*** মৌলিক বল সমূহের তুলনা ঃ

বলের নাম	মহাকর্ষ বল	দুর্বল নিউক্লিয় বল	তড়িৎ চৌম্বক বল	সবল নিউক্লিয় বল
পাল্লা	অসীম	10^{-16}m বা 10^{-17}m	অসীম	10^{-15} m
আপেক্ষিক সবলতা	1	10^{30}	10^{39}m বা 10^{40}	10^{41}m বা 10^{42}m
প্রভাবিত কণা	সমস্ত পদার্থ	লেপটন কণা	চার্জিত কণা	প্রোটন ও নিউট্রন
বাহক কণা	গ্রাভিটন	W এবং Z বোসন	ফোটন	গ্লুঅন/ মেসন

বলের একীভূতকরণ ঃ

গোলীয় মহাকর্ষ + ভূ মহাকর্ষ } বিশ্বজনীন মহাকর্ষ (১৬৮৭)
* বিজ্ঞানী নিউটন

তড়িৎ বল + চৌম্বক বল } তড়িৎ চৌম্বক বল (১৯৮৪)
* বিজ্ঞানী ক্লার্ক ম্যাক্সওয়েল

তড়িৎ চৌম্বক বল + দুর্বল বল } তড়িৎ দুর্বল বল (১৯৬৮)
* বিজ্ঞানী গ্যাসো (১৯৬১) (অসম্পূর্ণ তত্ত্ব প্রদান করেন)
* বিজ্ঞানী সালাম (১৯৬৭) ও স্টিফেন ওয়াইনবার্গ (১৯৬৭) (তত্ত্ব সম্পূর্ণ করেন)
* সি ওয়াই প্রেসকট (১৯৭৮) প্রমাণ করেন।

মহাকাশ ভ্রমণে আপেক্ষিক তত্ত্ব ঃ

** আমাদের গ্যালাক্সির নিকটতম তারা (আলফা সেন্টোরাই) Alpha Centauri যা 4.3 আলোকবর্ষ দূরে অবস্থিত

* কাল দীর্ঘায়নের ফলাফল বা পরিণতি হল যমজ কুটাভাস।

*** জাপানী বিজ্ঞানী তাকাকি কাজিতা এবং কানাডীয় ম্যাকডোনাল্ড নিউট্রনের ভর আবিষ্কার করেন। এজন্য ২০১৫ সালে নোবেল পেয়েছেন।

www.Educationblog24.com

প্ল্যাঙ্ক এর কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ ঃ

- তাপ বিকিরনের বৈশিষ্ট্য বস্তুর ধর্ম ও তাপমাত্রার উপর নির্ভর করে।
- 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, $h=6.63\times10^{-27}$ Ergs = 6.63×10^{-34}Js.
- প্লাটিনাম আপতিত বিকিরনের 98% শোষণ করে।
- ভূষা কালি আপতিত বিকিরনের 96% 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 কৃষ্ণবস্তু সবদিকে শক্তি বিকিরণ করে; এটি একটি ব্যাপ্ত নিঃসারক।
- কৃষ্ণ বস্তুর বিকিরণ ব্যাখ্যায় চিরায়ত পদার্থ বিজ্ঞান ব্যর্থ।
- স্টেফানের ধ্রুবক, $\sigma = 5.67\times10^{-8} Wm^{-2}K^{-4}$

X-Ray বা রঞ্জন রশ্মি ঃ X-Ray কে অজানা রশ্মি বলা হয়। এক্সরে এর একক রনজেন। যে পরিমাণ এক্সরে বায়ুতে 2.58×10^{-4}C আধান উৎপন্ন করে, তাকে এক রনজেন বলে।

* আবিষ্কারক – উইলহেলম কে. রনজেন, সাল- ১৮৯৫

** প্রকারভেদ ঃ ২ প্রকার। যথা ঃ ১) কোমল এক্স-রে, ২) কঠিন এক্স-রে

** একক ঃ রনজেন– সাধারণ চাপ ও তাপমাত্রায় $1\times10^{-3}\ m$ বায়ুতে 3.33×10^{-10}C চার্জ সৃষ্টি করতে পারে।

*** কোমল এক্স রে–	১। চাপ বেশি ২। বিভব পার্থক্য কম ৩। ভেদন ক্ষমতা অত্যন্ত কম ৪। মেডিকেল বিজ্ঞানে প্রচুর ব্যবহার হয়। ৫। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 1.0Å এর কাছাকাছি
*** কঠিন এক্স রে–	১। অভ্যন্তরীণ চাপ কম ২। বিভব পার্থক্য অধিক ৩। ভেদন ক্ষমতা খুবই বেশি ৪। ব্যবহার (i) পদার্থের গঠন নির্ণয়ে (ii) গবেষণা কার্যে। ৫। তরঙ্গ দৈর্ঘ্য 0.01Å এর কাছাকাছি

- এক্সরে বিকিরণ তরঙ্গ প্রকৃতির– বিজ্ঞানী বার্কলা– পোলারায়ন পরীক্ষা।
- এক্সরের তরঙ্গসীমা– .01 nm থেকে 10 nm পর্যন্ত।
- এক্সরে উৎপাদনের মূলনীতি– ফটোইলেকট্রিক ক্রিয়ার বিপরীত নীতি।
- ইলেকট্রনের গতিশক্তির 99% তাপশক্তিতে রূপান্তরিত হয়, 1% এক্সরে উৎপাদনে।

www.Educationblog24.Com

** এক্সরে উৎপাদনের পদ্ধতি ঃ ৩টি

ক) গ্যাস নল পদ্ধতি ঃ ১। ক্যাথোড অ্যালুমিনিয়ামের তৈরি।
২। অ্যান্টি-ক্যাথোড Mo বা টাংস্টেন বা প্লাটিনামের তৈরি।
৩। নলের মধ্যে বায়ুচাপ 10^{-3} mm থেকে 10^{-4} mm
৪। বিভব পার্থক্য 30,000 V থেকে 50,000 V.

খ) কুলীজ নল পদ্ধতি ঃ ১। 1913 সালে বিজ্ঞানী কুলিজ আবিষ্কার করেন
২। বিভব পার্থক্য 50,000-100000 V
৩। বিভব পার্থক্য প্রয়োগে আরোহী ট্রান্সফর্মার ব্যবহার করা হয়।
Step up transformer

গ) বিটট্রন পদ্ধতি

*** এক্সরের 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 $1000 \mathring{A}$ এক্স রশ্মির দৈর্ঘ্য $10^{-10} m$
- এর বেগ $3\times10^{8} ms^{-1}$
- এর ভেদন ক্ষমতা অত্যাধিক।
- 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, ব্যবর্তন ঘটে। সমবর্তন ঘটে না।
- 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।
- জীবকোষের উপর এক্স-রে রশ্মির প্রভাবে জিনের চারিত্রিক গুণাবলির পরিবর্তন ঘটে।

*** এক্স-রের ব্যবহার ঃ

১) চিকিৎসা বিজ্ঞানে ঃ
১। স্থানচ্যুত হাড়, হাড় ভেঙে গেলে বা শরীরের কোন অংশে অবাঞ্ছিত কোন বস্তু প্রবেশ করলে এক্স-রে দ্বারা তা ধরা যায়।
২। দাতের ক্ষয় ও দাতের 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।

www.Educationblog24.com

২) 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।

৩) 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।

৪) ব্যবসায়ে ঃ
১। লজেন্স, টফি, কেক প্রভৃতি খাদ্য তৈরির পর এক্সরে দিয়ে তা পরীক্ষা হয়।

৫) পরীক্ষাগারে ঃ
১। পরমাণুর গঠন, কেলাসের গঠন নির্ণয়ে।
২। বৈজ্ঞানিক গবেষণায়।
৩। গ্যাসকে আয়নিত করতে।
৪। আলোক তড়িৎ নির্গমণে।

* ফটো তড়িৎ ক্রিয়া ঃ
১। ক্ষারধর্মী পদার্থের (সোডিয়াম, পটাশিয়াম, সিজিয়াম, লিথিয়াম, রুবিডিয়াম) আলোক তড়িৎ সংবেদনশীলতা বেশি।
২। পরীক্ষামূলক প্রমাণ দেন বিজ্ঞানী হার্জ।

* ফটো তড়িৎ ক্রিয়ার সংজ্ঞার মূল বক্তব্য ঃ
১। উপযুক্ত তরঙ্গ বা কম্পাঙ্কের আলোক আপতিত হতে হবে।
২। নির্গত ইলেকট্রন আলোক ইলেকট্রন।

- 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 প্রমান করেন; আলোকের প্রভাবে ধাতব পাত্র হতে নির্গত কণাগুলো ইলেকট্রন ছাড়া আর কিছুই নয়।

আলোক তড়িৎ ক্রিয়া প্রদর্শন ঃ

- তড়িৎ প্রবাহের মাত্রা আপতিত আলোকের তীব্রতার উপর নির্ভর করে। $i \propto I$
- নির্দিষ্ট বিভব পার্থক্য পর্যন্ত আলোক প্রাবল্য স্থির রেখে বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি করলে তড়িৎ প্রবাহ বৃদ্ধি পাবে। একে সম্পৃক্ত বিভব বলে।

** নিবৃত্তি 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।

www.Educationblog24.com

➢ 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 ধাতু হতে আলোক ইলেকট্রন নির্গমনের জন্য আপতিত রশ্মির একটি ন্যূনতম কম্পাঙ্ক থাকে। যার নাম প্রারম্ভ কম্পাঙ্ক।
- 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 নির্গমণের 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 ঃ কোন ধাতব পৃষ্ঠ হতে শূন্য বেগসম্পন্ন ইলেকট্রন নির্গত করতে যতটুকু শক্তির প্রয়োজন তাকে ঐ ধাতুর কার্য অপেক্ষক বলে।
- কার্য অপেক্ষক সারণি ঃ

ধাতু	কার্য অপেক্ষক (W_o) eV
সিজিয়াম	2.14
পটাশিয়াম	2.30
সোডিয়াম	2.75
রূপা Silver	4.74
তামা Copper	4.94
সোনা Gold	5.31
প্লাটিনাম	5.65

- আপতিত আলোর তরঙ্গদৈর্ঘ্য হ্রাস পেলে নিঃসৃত আলোক ইলেক্ট্রনের বেগ বৃদ্ধি পাবে।
- আইনস্টাইনের আলোক তড়িৎ সমীকরণের সাহায্যে তড়িৎ ক্রিয়ার বিভিন্ন বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করা যায়।
- পদার্থবিজ্ঞানের চিরায়ত তত্ত্বের সাহায্যে তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্য ব্যাখ্যা করা যায় না।

www.Educationblog24.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। $\lambda = \frac{c}{v} = \frac{h}{p} = \frac{h}{mv}$
- গ্রুপ বেগ হলো তরঙ্গের সেই বেগ যে বেগে তরঙ্গের এনভেলাপ স্পেসের মধ্য দিয়ে সঞ্চালিত হয়।
- ১৯২৭ সালে ডেভিসন, গারগাম এবং জি পি টমসন পৃথকভাবে দ্য ব্রগলির তত্ত্ব ইলেকট্রন অপবর্তন পরীক্ষার সাহায্যে নিশ্চিত করেন।
- বস্তু কণার তরঙ্গ ধর্ম থাকায় একে প্রতিফলিত প্রতিসরিত ও অপবর্তিত করা যায়।
- বস্তু তরঙ্গ আলোক অপেক্ষা দ্রুতগামী।
- বস্তু তরঙ্গের বৈশিষ্ট্যকে প্রকাশ করার জন্য চলরাশি ব্যবহার করা হয় যাকে তরঙ্গ অপেক্ষক বলে।

কম্পটন ক্রিয়া ঃ একবর্ণী এক্স রশ্মির বিক্ষেপনের 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 ধর্ম আপতিত ফোটনের তরঙ্গ ধর্ম 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।
- ১৯০৫ সালে আলবার্ট আইনস্টাইন প্লাংকের কোয়ান্টাম তত্ত্বের সাহায্যে ফটোইলেকট্রিক ক্রিয়ার ফলাফল ব্যাখ্যা করেন।

হাইসেনবার্গের /হাইজেনবার্গের অনিশ্চয়তা নীতি ঃ

- কোন কণার অবস্থান ও ভরবেগ একই সাথে সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভব নয়।
- ১৯২৭ সালে হাইসেনবার্গ /হাইজেনবার্গ এই নীতি উপস্থাপন করে।

অধ্যায়ের গুরুত্বপূর্ণ সূত্রাবলি ঃ

- $t_o = t\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
- $L = L_0\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
- $m_0 = m\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}$
- $E_k = mc^2 - m_0c^2$
- $E = mc^2$
- $E=hf$ & $c=f\lambda$
- $\frac{1}{2}mv_m^2 = h\nu - W_o$
  $= h\nu - h\nu_0$
- $\frac{1}{2}mv_m^2 = eV$

www.Educationblog24.com

গাণিতিক সমস্যাবলি

১। সোডিয়ামের সূচন কম্পাঙ্ক 6800Å। এর কার্যাপেক্ষক নির্ণয় কর?

সমাধান ঃ $w = hf_0 = h\frac{c}{\lambda_0}$; $Ans: 2.93\times10^{-19} J$

২। ক. 5amu ভরের সমতুল্য শক্তি কত? সমাধান ঃ ক. 4.6×10^{9}eV

খ. 12amu ভরের সমতুল্য শক্তি কত? সমাধান ঃ খ. 1.12×10^{10}eV

Must to Know

* X-রে তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ দ্বারা বিক্ষিপ্ত হয় না এবং এটি সরলরেখায় গমন করে।
* ফোটনের ক্ষেত্রে (১) স্থির ভর শূন্য (২) এর শক্তি E=hυ, (৩) এর বেগ $3\times10^{8}ms^{-1}$, (৪) এর নির্দিষ্ট ভরবেগ আছে।
* ফটো ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিশক্তি নির্ভর করে–আলোর কম্পনের ওপর এবং ধাতুর কার্যাপেক্ষকের ওপর।
* প্ল্যাঙ্কের তত্ত্ব অনুসারে কালো বস্তু হতে–(১) শক্তির বিকিরণ বিচ্ছিন্নভাবে ঘটে। (২) শক্তি নির্গমনের কোনো ধারাবাহিকতা নেই।
* $\frac{c}{\sqrt{2}}$ বেগে চলমান কোনো কণার ভরবেগ m_0c। ফোটনের ক্ষেত্রে $E=E_0c^2$ প্রযোজ্য নয়।
* আপেক্ষিকতা জনিত বস্তুর গতিশক্তি নিশ্চল শক্তির তিনগুণ হতে হলে বস্তুর বেগ 0.97c হবে।
* কোনো বস্তু আলোর বেগ প্রাপ্ত হলে এর ভর হবে সসীম।
* একটি মহাকাশ যান $\frac{\sqrt{3}c}{2}$ বেগে চললে এর দৈর্ঘ্য প্রকৃত দৈর্ঘ্যের অর্ধেক মনে হবে।
* ইলেকট্রনের গতিশক্তির 0.1% হতে 0.2% এক্স রশ্মিতে পরিণত হবে।
* কম্পটন ক্রিয়ার সাহায্যে কোয়ান্টাম তত্ত্বের ব্যাখ্যা প্রদান করা যায়।
* কম্পটন প্রভাবে অপরিবর্তিত ফোটনের তরঙ্গদৈর্ঘ্য, বিক্ষিপ্ত হবার পর তরঙ্গ দৈর্ঘ্য– বৃদ্ধি পায়।
* আলোক তড়িৎ ক্রিয়া প্রদর্শন করে– (১) ইলেকট্রন তরঙ্গ প্রকৃতি (২) আলোর তরঙ্গ প্রকৃতি (৩) আলোর কণা প্রকৃতি।
* ঋণাত্মক পাত হতে ধনাত্মক পাতের দিকে একটি ইলেকট্রন ত্বরিত করলে ইলেকট্রনের গতিশক্তি হবে 4eV।

Home Practice

নমুনা প্রশ্ন ঃ

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?

www.Educationblog24.com

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 দুর্বল 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 কণাসমূহ 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

উত্তরমালা ঃ

1. D	2. C	3. D	4. B	5. D	6. C	7. A	8. C
9. B	10. C	11. C	12. D	13. B	14. B	15. D	

www.Educationblog24.com

পরমাণুর মডেল ও নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–

- α, β ও γ রশ্মির ধর্ম ও পার্থক্য
- থমসন, রাদারফোর্ড ও বোরের পরমাণু মডেল
- পরমাণুর গঠন
- তেজস্ক্রিয়তা, অর্ধায়ু, গড় আয়ু
- নিউক্লিয় ফিশন, ফিউশন, পারমাণবিক ভর একক
- গুরুত্বপূর্ণ সংজ্ঞাসমূহ

➢ পরমাণু ও পরমাণুর গঠন সম্পর্কিত কথামালা ঃ

* Atom কথাটি গ্রিক শব্দ 'Atomas' থেকে এসেছে।

** 1803 সালে ডাল্টন পরমাণুর অবিভাজ্যতা ধারণার প্রবর্তক।

*** 1897 সালে বিজ্ঞানী **থমসন ইলেকট্রন** আবিষ্কার করেন।

** রবার্ট বয়েল সর্বপ্রথম মৌলিক পদার্থ বিষয়ে ধারণা দেন।

* সকল পদার্থই অতিক্ষুদ্র, অবিভাজ্য অসংখ্য কণার সমষ্টি। ডেমোক্রিটাস এই কণাগুলোর নাম দেন অ্যাটম বা পরমাণু।

* বিজ্ঞানী ডাল্টন বলেন,

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।

* 1911 সালে রাদারফোর্ড, গাইগার ও মার্সডেন এই দু'জনের সহায়তায় নিউক্লিয়াস আবিষ্কার করেন।

*** 1919 সালে **প্রোটন** আবিষ্কার করেন আর্নেষ্ট রাদারফোর্ড।

*** 1932 সালে **নিউট্রন** আবিষ্কার করেন জেমস চ্যাডউইক।

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/কিসমিস পুডিং মডেল/পাম পুডিং মডেল/ তরমুজ মডেল ঃ

- জে. জে. **থমসন** 1897 সালে **ইলেকট্রন** আবিষ্কারের পর থমসন মডেল উপস্থাপন করেন।
- থমসন মডেল রাদারফোর্ডের α কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষার ফলাফল ব্যাখ্যা করতে ব্যর্থ হয়।
- মূল বক্তব্য ঃ পরমাণু 10^{-10} ব্যাসার্ধের একটি গোলক, যার মধ্যে ধনাত্মক চার্জ সুষমভাবে বন্টিত। ইলেকট্রনগুলো গোলকের মধ্যে কিসমিসের মত ছড়িয়ে থাকে।

www.Educationblog24.com

** রাদার ফোর্ডের 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 গতিবিশিষ্ট 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 90^0 এর অধিক কোণে বেকে যায়; কিছু কণা 180^0 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।

*** রাদার ফোর্ডের পরমাণু মডেল/সোলার সিস্টেম অ্যাটম মডেল/ সৌর মডেল/ রাদারফোর্ডের/নিউক্লিয় 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 ব্যাসার্ধ 10^{-14} m এবং পরমাণুর ব্যাসার্ধ 10^{-10} m
- নিউক্লিয়াসে অবস্থিত ধনচার্জ, ঋণচার্জের ওপর কেন্দ্রমুখী আকর্ষণ বল প্রয়োগ করে।

*** রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলের প্রস্তাবগুলো–

ক) পরমাণু ক্ষুদ্র গোলাকৃতি কণা এবং এর কেন্দ্রে ধনচার্জগ্রস্থ নিউক্লিয়াস থাকে।
খ) পরমাণুর সবটুকু ভর (99.97%) এর নিউক্লিয়াসে কেন্দ্রীভূত থাকে।
গ) সূর্যের চারিদিকে ঘূর্ণায়মান গ্রহগুলোর ন্যায়, নিউক্লিয়াসের চারদিকে ইলেকট্রন আবর্তিত হচ্ছে।
ঘ) পরমাণু ধনাত্মক চার্জ এবং ঋণাত্মক চার্জের সংখ্যা সমান। এজন্যই পরমাণু তড়িৎ নিরপেক্ষ।
ঙ) ঘূর্ণনরত ইলেকট্রনের ওপর দু'ধরনের বল কাজ করে। যথাঃ কেন্দ্রমুখী ও কেন্দ্রবিমুখী বল। এ দু'প্রকার বলের মান সমান ও বিপরীতমুখী।

রাদারফোর্ড পরমাণু মডেলের 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।

বোরের পরমাণু মডেল ঃ

** ১৯১৩ সালে নীলস বোর এই পরমাণু মডেল প্রস্তাব করেন এবং ১৯২২ সালে নোবেল পুরস্কার লাভ করেন।

* একে কোয়ান্টাম মডেলও বলা হয়।

* **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

www.Educationblog24.com

* **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।
* **তৃতীয় স্বীকার্য (কম্পাঙ্ক 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)
* হাইড্রোজেন বর্ণালীরেখার সূক্ষ্ম গঠন, বোর পরমাণু মডেল ব্যাখ্যা করতে পারে না।

** বোর পরমাণু মডেল অনুযায়ী হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসার্ধ

$$r_n = \frac{n^2 h^2 \in_0}{\pi m e^2}$$ (সুতরাং স্থায়ী কক্ষপথের ব্যাসার্ধ (r) মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যার (n) বর্গের সমানুপাতিক)

১ম কক্ষপথের ব্যাসার্ধ = 0.532×10^{-10} m

এবং ২য় কক্ষপথের ব্যাসার্ধ = 2.12×10^{-10} m

এবং n তম কক্ষপথের শক্তি, $E_2 = -\frac{me^4}{8\in_0^2 n^2 h^2}$

এবং ২য় কক্ষপথের শক্তি, $E_2 = -5.41\times10^{-19}\ J$

* 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 $_6C^{12}$ মৌলকে প্রমাণ মৌল ধরে অন্যান্য মৌলের ভর নির্ণয় করা হয়।
- এক পারমাণবিক ভর (1amu) বলতে $_6C^{12}$ পরমাণুর ভরের $\frac{1}{12}$ অংশ বুঝায়। এই একককে ডালটন (Dalton) ও বলা হয়ে থাকে।
- 1u/1 amu = 1.66057×10^{-27} kg = 934 MeV (ইসহাক), 931 MeV (তফাজ্জল)
- প্রোটনের ভর = 1.007277 amu
- নিউট্রনের ভর = 1.008665 amu

বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

১. 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}

২. নিম্নের কোনটি ইলেকট্রনের ভর? [M.02-03]
A. 11.9×10^{-31} kg B. 9.11×10^{-31} kg
C. 11.9×10^{31} kg D. 6.9×10^{-51} kg

৩. নিম্নের কোনটি সঠিক নয়? [M. 07-08]
A. 1টি সোডিয়াম পরমাণুর ভর = 3.82×10^{-23} g B. 1g হাইড্রোজেনে 6.022×10^{-23} টি হাইড্রোজেন পরমাণু আছে
C. 16g অক্সিজেনে অণুর সংখ্যা 3.011×10^{-23} g D. CO_2 এর একটি অণুর ভর হল 7.3065462×10^{-23} g

উত্তর ঃ 1. D 2. B 3. BC

www.Educationblog24.com

নিউক্লিয়াস ঃ

- 1911 সালে রাদারফোর্ড তার সহযোগী গাইগার ও মার্সডেনের সহায়তায় নিউক্লিয়াস আবিষ্কার করেন।
- প্রোটন ও নিউট্রনকে একত্রে নিউক্লিওন বলে।
- নিউক্লিয়াস থেকে α রশ্মি ও γ-রশ্মি নির্গত হয়।
- 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 $R = r_0 A^{\frac{1}{3}}$

  $r_0 = 1.414\times10^{-15}$m (ধ্রুবক)

  A = নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা + নিউক্লিয়াসের নিউট্রন সংখ্যা

  নিউক্লিয়াসের ব্যাসার্ধ প্রায় 10^{-15}m । একে ফেমটোমিটার/ফার্মিও বলে

প্রোটন-নিউট্রন তত্ত্ব ঃ

- 1932 সালে নিউট্রন আবিষ্কার করেন "চ্যাডউইক"। বিজ্ঞানী হাইসেনবার্গ বলেন, প্রোটন ও নিউট্রন দিয়ে নিউক্লিয়াস 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 = $_ZX^A$

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 একককে ডাল্টনও বলা হয়ে থাকে (Da)। একটি কার্বন পরমাণুর ভর ঠিক 12 U এর সমান। $1U=1.66054\times10^{-27}$kg।

* **প্রোটন ঃ** ধনাত্মক আধান বিশিষ্ট প্রাথমিক কণা। আধান 1.6×10^{-19} C ভর 1.00727663 a.m.u

* **নিউট্রন ঃ** আধান রিপেক্ষ। 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।

উদাঃ হাইড্রোজেনের ৩টি আইসোটোপ আছে।
ক. সাধারণ হাইড্রোজেন ($_1H^1$)
খ. ভারী হাইড্রোজেন/ডিওটেরিয়াম ($_1H^2$)
গ. ট্রিটিয়াম ($_1H^3$)

*** **আইসোটোন ঃ** যে সব পদার্থে সমান সংখ্যক নিউট্রন থাকে। (ট্রন=টোন)

উদাহরণ ঃ $_{20}Ca^{40}$ এবং $_{19}K^{39}$

*** **আইসোবার ঃ** যে সব পরমাণুর ভরসংখ্যা এক কিন্তু পারমাণবিক সংখ্যা ভিন্ন। (ভর=বার)

উদাহরণ ঃ $_{18}Ar^{40}$ এবং $_{20}Ca^{40}$

*** **আইসোমার ঃ** যাদের পারমাণবিক সংখ্যা, ভর সংখ্যা সমান কিন্তু অভ্যন্তরীণ গঠন ভিন্ন।

** **নিউক্লাইডঃ** দুটি নিউক্লিয়াসের প্রোটন সংখ্যা Z এবং নিউট্রন সংখ্যা N হলে, তাদেরকে একই নিউক্লাইডের অন্তর্ভূক্ত ধরা হয়।

www.Educationblog24.com

বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

Q. নিম্নের কোনটির আইসোটোপ একটি? [M.15-16]

A. C B. Na C. H D. Cl Ans: B

- পারমাণবিক চুল্লী ঃ একটি আয়ত্তাধীন ক্রমিক বা পারস্পরিক ফিশন বিক্রিয়া ঘটাবার জন্য বিভিন্ন যন্ত্রপাতির মিশ্রণই পারমাণবিক চুল্লী। এটি ৩ প্রকার ঃ যথা–

১) গবেষণা চুল্লী ঃ বৈজ্ঞানিক গবেষণার কাজে ২) ব্রিডার চুল্লী ঃ প্লুটোনিয়াম তৈরীতে ৩) শক্তি চুল্লী ঃ শক্তি উৎপাদনে

➢ *** নিউক্লিয় বল ঃ

i) পাল্লা অতিক্ষুদ্র ii) সর্বক্ষণ আকর্ষণধর্মী iii) আদান-প্রদানধর্মী iv) চার্জ নিরপেক্ষ v) সম্পৃক্ততা ধর্ম বিদ্যমান

vi) প্রোটন, নিউট্রন নিউক্লিয় মিথস্ক্রিয়ায় অংশগ্রহণ করে, ইলেক্ট্রনের নিউক্লিয় মিথস্ক্রিয়া নেই।

vii) এই বল অত্যন্ত শক্তিশালী, অন্য সকল ধরণের বলের চেয়ে এর তীব্রতা বেশী।

➢ তেজস্ক্রিয়তা ঃ

- তেজস্ক্রিয়তা একটি নিউক্লিয় ঘটনা এবং স্বতঃস্ফূর্ত স্বীয় বিচ্ছিন্নকারী প্রক্রিয়া। কোন পদার্থ হতে স্বতঃস্ফূর্তভাবে কণা ও রশ্মি নির্গত হওয়ার প্রক্রিয়াকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।
- যে সব পদার্থ হতে এই কণা ও রশ্মি নির্গত হয় এদেরকে যথাক্রমে তেজস্ক্রিয় পদার্থ ও তেজস্ক্রিয় রশ্মি বলে।
- 1896 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 পদার্থ ঃ 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 ঃ (১) কুরী (প্রতি সেকেন্ডে 3.77×10^{10} পরমাণু বিযোজিত হলে ১ কুরী বলে। $1C = 3.7\times10^{10}$ decays^{-1} $= 3.7\times10^{10}$Bq
  (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।

- 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।
- অস্থায়ী নিউক্লিয়াস ঃ যেসব নিউক্লিয়াস ভেঙে অন্য নিউক্লিয়াসে পরিবর্তিত হয়, তাদের অস্থায়ী নিউক্লিয়াস বলে।

➢ *** 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।

www.Educationblog24.com

➤ তেজস্ক্রিয়তার বৈশিষ্ট্য ঃ

- যে সব মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 83 এর বেশী, সেসব পদার্থই তেজস্ক্রিয় ধর্ম দেখায়।
- তেজস্ক্রিয়া স্বতঃস্ফূর্ত ও স্বাভাবিক সম্পূর্ণ নিউক্লিয় ঘটনা।
- তাপমাত্রা বা চাপের পরিবর্তন, পারিপার্শ্বিক যে কোন বিকিরণ, বিদ্যুৎ বা চৌম্বক ক্ষেত্র, বাহ্যিক কোন বল ইত্যাদি তেজস্ক্রিয়াকে প্রভাবিত করতে পারে না।
- তেজস্ক্রিয় পদার্থ থেকে আলফা, বিটা ও গামা রশ্মি নিঃসরিত হয়।
- জীবন্ত কোষের জন্য ক্ষতিকারক।
- নিউক্লিয়াসের ভাঙনের ফলে তেজস্ক্রিয়তার সৃষ্টি হয়

বিগত বছরের প্রশ্নঃ

Q. কোনটি তেজস্ক্রিয়তার বৈশিষ্ট্য নয়? [M.00-01]

A. তেজস্ক্রিয়তার মাধ্যমে নিঃসৃত বিটারশ্মি ধনাত্মক

B. তেজস্ক্রিয়তার মাধ্যমে নিউক্লিয়াসের ভাঙ্গনের ফলে একটি মৌল আর একটি মৌলে রূপান্তরিত হয়

C. তেজস্ক্রিয় পদার্থ সাধারণত আলফা, বিটা ও গামা রশ্মি নিঃসরণ করে

D. যে সকল মৌলের পারমাণবিক সংখ্যা 82 এর বেশি কেবল সে পদার্থ তেজস্ক্রিয় হতে পারে।

Ans: A

➤ তেজস্ক্রিয় রশ্মি ঃ

** 1899 সালে রাদারফোর্ড এবং 1900 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)

তেজস্ক্রিয়তা পরিমাপের এককের নাম কুরী।

প্রতি সেকেন্ডে 3.7×10^{10} সংখ্যক পরমাণুর ভাঙ্গনকে 1 কুরী বলে।

কুরী = 3.7×10^{10} ভাঙ্গন/সে.= 3.7×10^{10} Bq

মিলিকুরী = 3.7×10^{7} ভাঙ্গন/সে.

মাইক্রোকুরী = 3.7×10^{4} ভাঙ্গন/সে.

তেজস্ক্রিয়তার SI একক বেকেরেল (Bq)

www.Educationblog24.com

➤*** α রশ্মির ধর্ম, β রশ্মির ধর্ম, γ রশ্মির ধর্ম ও X রশ্মির ধর্মের তুলনা ঃ

ধর্ম	α রশ্মি	β রশ্মি	γ রশ্মি	X রশ্মি
১. বৈশিষ্ট্য	ধনাত্মক আধানযুক্ত হিলিয়াম নিউক্লিয়াস	উচ্চ দ্রুতিতে চলমান ইলেকট্রন	তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ	তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ
২. ভর	6.694×10^{-27} kg	9.1×10^{-31} kg	ভরহীন	ভরহীন
৩. আধানের প্রকৃতি	ধনাত্মক (3.2×10^{-19} C)	ঋণাত্মক (-1.6×10^{-19} C)	নিরপেক্ষ	নিরপেক্ষ
৪. আধানের পরিমাণ	3.2×10^{-19} C	1.6×10^{-19} C	আধান নেই	আধান নেই
৫. 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}
৬. পাল্লা	0.027m হতে 0.09 m বায়ু	1 mm সীসা, 5 mm অ্যালুমিনিয়াম	30cm লোহা	কয়েক cm
৭. তরঙ্গদৈর্ঘ্য	নেই	নেই	1.37×10^{-10} m থেকে 7.1×10^{-18} m	10^{-8} m থেকে 10^{-10} m
৮. তড়িৎ ও চৌম্বক ক্ষেত্রের প্রভাব	বিচ্যুত হয়	বিচ্যুত হয়	বিচ্যুত হয় না	বিচ্যুত হয় না
৯. ভেদন ক্ষমতা	কম	α রশ্মি থেকে বেশী	α ও β রশ্মি থেকে বেশী	γ রশ্মি থেকে কম

বিগত বছরের প্রশ্নঃ

1. কোন্‌টি গামা রশ্মির ধর্ম নয়? [M. 99 - 2000]
   A. গামারশ্মির আয়নায়ন ক্ষমতা আছে
   B. গামারশ্মি ঋণচার্জ বহন করে
   C. গামারশ্মির কোন চার্জ নেই
   D. গামারশ্মির কোন ভর নেই
2. নিম্নের কোনটি এক্সরের ধর্ম নয়? [M.03-04]
   A. সরল রেখায় গমন করে
   B. অদৃশ্য
   C. ভেদন ক্ষমতা অত্যধিক
   D. জীবন্ত কোষকে নষ্ট করে না
3. 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
4. মানবদেহের ক্যান্সার আক্রান্ত কোষকে ধ্বংস করার জন্য নিম্নের কোন রশ্মি ব্যবহার করা হয়? [M. 07-08]
   A. আলফা
   B. বিটা
   C. গামা
   D. অতিবেগুনী
5. 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
6. লেজার রশ্মির বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি? [M.12-13]
   A. এ রশ্মি নিখুঁত ভাবে সমান্তরাল হয়
   B. এ রশ্মির তীব্রতা খুব বেশী
   C. এ রশ্মি পানি দ্বারা সহজেই শোষিত হয়
   D. এ রশ্মির সাহায্যে পৃথিবী থেকে চাঁদের দূরত্ব সঠিকভাবে মাপা যায়
7. গামা রশ্মির ভেদন ক্ষমতা X-রশ্মির চেয়ে– [M.02-03]
   A. বেশি
   B. কম
   C. সমান
   D. কোনটিই নয়

www.Educationblog24.com

8. নিম্নের কোন রশ্মি দ্বারা রঞ্জনরশ্মি উৎপন্ন করা হয়? [M. 07-08]
A. ধনাত্মক
B. ক্যাথোড
C. গামা
D. আলফা

9. নিম্নে প্রদত্ত কোন রশ্মির আধানের পরিমাণ সঠিক নয়? [M. 08-09]
A. $\alpha - ray \rightarrow 3.2\times10^{-19}C$
B. $\beta - ray \rightarrow 1.6\times10^{-19}C$
C. $\gamma - ray \rightarrow$ আধান নেই
D. $x - ray \rightarrow 1.6\times10^{-20}C$

10. 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।

উত্তর ঃ
১। B ২। D ৩। CD ৪। C ৫। A,D ৬। C ৭। A ৮। B ৯। D ১০। B

ক্ষয় ঃ
- ক্ষয় আবিষ্কার করেন, এলস্টার ও গাইটেল
- তেজস্ক্রিয় বস্তুর তেজস্ক্রিয়তা, সময় অতিবাহিত হওয়ার সাথে সাথে কমতে থাকে, এটাই তেজস্ক্রিয়তার ক্ষয়।
- তেজস্ক্রিয় পরমাণুর একক সময়ে ভাঙনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের অবক্ষয় ধ্রুবক বা ক্ষয় ধ্রুবক বলে।
- 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।

ক্রয়/অবক্ষয়/ভাঙন ধ্রুবকঃ কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের একটি পরমাণুর একক সময়ে ভাঙনের সম্ভাব্যতাকে ঐ পদার্থের ক্ষয় ধ্রুবক বলে। –এর একক S^{-1} বা day^{-1} বা yr^{-1}

তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের সূত্র ঃ
* আবিষ্কার ঃ 1902 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)
* লেখচিত্র হতে প্রমাণিত হয়, পরমাণু ভাঙার জন্য যে কোন তেজস্ক্রিয় পদার্থের অসীম সময় লাগে।
** তেজস্ক্রিয়তার সরণসূত্র প্রদান করে, 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, $T_{\frac{1}{2}} \propto \frac{1}{\lambda}$
*** $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$ এবং $T_{\frac{1}{2}} = 0.693\tau$ এবং $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ell n2}{\lambda}$

www.Educationblog24.Com

➤ **গড় আয়ু ঃ**

* সংজ্ঞা ঃ 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

বিগত বছরের প্রশ্নঃ

১. নিম্নের কোন্ উক্তিটি সত্য? **[M. 01-02]**

A. পরিবহন ব্যান্ডের সকল ইলেক্ট্রন মুক্ত ইলেক্ট্রন নয়

B. পটাশিয়ামের কার্যাপেক্ষক 2.00 eV হলে এর সূচন কম্পনাঙ্ক হবে 4.83 Hz

C. রেডিয়ামের গড় আয়ু 2341 y। এর অবক্ষয় ধ্রুবকের মান দাঁড়াবে $24.27\times10^{-4}y^{-1}$।

D. উপরের সবকয়টিই সত্য।

২. কোন একটি বস্তু তেজস্ক্রিয় বিকিরণ নিঃসরণ করে ১৬৮ সেকেন্ডে এক অষ্টমাংশে পরিণত হয় বস্তুটির অর্ধায়ু কত?

A. 56 সে. B. 42 সে. C. 21 সে. D. 84 সে.

৩. নিম্নের কোন্ উক্তিটি সত্য? **[M. 01-02]**

A. পরিবহন ব্যান্ডের সকল ইলেক্ট্রন মুক্ত ইলেক্ট্রন নয়।

B. পটাশিয়ামের কার্যাপেক্ষক 2.00 eV হলে এর সূচন কম্পনাঙ্ক হবে 4.82 Hz ।

C. রেডিয়ামের গড় আয়ু 2341 y। এর অবক্ষয় ধ্রুবকের মান দাঁড়াবে $4.27\times10^{-4}y^{-1}$।

D. উপরের সবকয়টিই সত্য।

উত্তর ঃ

১। C ২। B ৩। C

➤ **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 ঃ $\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - M$ $= \Delta m = [Zm_p + Nm_n] - M$

➤ **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 $= \frac{\text{বন্ধন শক্তি}}{\text{নিউক্লিওন সংখ্যা}} = \frac{B.E}{A} = \frac{\Delta mc^2}{A}$ $MeV / nucleon$

www.Educationblog24.com

➢ নিউক্লিয় বিক্রিয়া ঃ

- **প্রথম নিউক্লিয় বিক্রিয়া ঃ α কণিকা দিয়ে নাইট্রোজেন নিউক্লিয়াসের ভাঙন (বিজ্ঞানী রাদারফোর্ড)**
- নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় নিম্নোক্ত ভৌত রাশি সংরক্ষিত হয়–
  ক. নিউক্লিওন সংখ্যা
  খ. তড়িৎ আধান
  গ. সামগ্রিক ভরশক্তি
  ঘ. রৈখিক ভরবেগ
  ঙ. কৌণিক ভরবেগ
  চ. আইসোটোপিক স্পিন
  ছ. সমতা

*** প্রকৃতিতে প্রাপ্ত মৌলসমূহের মধ্যে সর্বোচ্চ পারমাণবিক ভর বিশিষ্ট মৌল ইউরেনিয়াম।

* নিউক্লিয় বিক্রিয়ার মাধ্যমে অনেক নতুন মৌল, তেজস্ক্রিয় আইসোটোপ ও প্রচুরশক্তি ও পারমাণবিক বোমা তৈরী করা যায়।

➢ চেইন বিক্রিয়া/শৃঙ্খল বিক্রিয়া ঃ

- সংজ্ঞা ঃ এমন একটি প্রক্রিয়া, যা একবার শুরু হলেই তাকে চালাবার জন্য অন্য কোন অতিরিক্ত উৎস বা শক্তির প্রয়োজন হয় না।

➢ 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 সংঘটিত হয় বলে এ বিক্রিয়াকে তাপ নিউক্লিয় বিক্রিয়া বলে।

* উদাহরণ ঃ $^{3}_{1}H + ^{2}_{1}D \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n +$ শক্তি

** তাপমাত্রার মান ঃ 10^{8} ^{0}C,

*** ফিউশনে হাইড্রোজেন আইসোটোপ- ডিউটেরন, ট্রাইটিয়াম বা ট্রাইটন ব্যবহার করা হয়।

*** ফিউশনে বিমুক্ত শক্তি ঃ 17.6 MeV

➢ 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 ঃ 200 MeV

* আবিষ্কারক ঃ শুরু করেন ফার্মি (1934)। পরবর্তীতে আবিষ্কার করেন অটোহান, স্ট্রাসম্যান ও মাইটনার
* নিউক্লিয়ার বিভাজন প্রাপ্ত খন্ড দুটিকে 'ফিশন ভগ্নাংশ' বলে।
* নিউক্লিয় ফিশনের পর কিছু শক্তির ঘাটতি দেখা যায়। এটি $E=mc^2$ দ্বারা প্রমাণ করা যায়।

বিগত বছরের প্রশ্নঃ

Q. 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

www.Educationblog24.com

Exclusive তথ্য ঃ

*** নিউক্লিয় বল সম্পর্কিত মেসন তত্ত্ব ঃ

→ আবিষ্কার ঃ 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 ১৪০ গুণ বেশী।

* তাকাকি কাজিতা ও ম্যাকডোনাল্ড কর্তৃক পরিমাপকৃত নিউট্রিনোর ভর 1.78×10^{-37}kg

* বোরের কক্ষপথের ব্যাসার্ধ বা হাইড্রোজেন পরমাণুর ব্যাসার্ধ $= 0.53\,\mathring{A}$

$= 0.53\times10^{-10}\ m$

*** 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 সমীকরণ ঃ

$\Delta E = hf$

$N = N_0 e^{-\lambda t}$

$T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$

$\tau = \frac{1}{\lambda}$

গাণিতিক সমস্যাবলী ঃ

১। একখন্ড রেডনের 60% ক্ষয় হতে কতদিন লাগে? রেডনের অর্ধায়ু 3.82 দিন।

সমাধান ঃ $T = \frac{.693}{\lambda}$ এবং $N = N_0 e^{-\lambda t}$ 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 ও 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

www.Educationblog24.com

Must to know

* রাদারফোর্ড তার আলফা কণিকা বিক্ষেপণ পরীক্ষা সম্পাদন করেন ১৯১১ সালে।
* আলফা কণার ভর 6.694×10^{-27}kg। ইহা ইলেকট্রন অপেক্ষা প্রায় ৭০০০ গুণ ভারী। আলফা কণার ভর হিলিয়ামের ভরের সমান।
* বোরের প্রথম পক্ষপথে আবর্তনশীল ইলেকট্রনের মোট শক্তির মান–13.6eV।
* ইউরেনিয়ামের অর্ধায়ু ৪৫০ কোটি বছর। তেজস্ক্রিয়তার একক বেকেরেল।
* হাইড্রোজেনের পরমাণুর ব্যাসার্ধ 0.53×10^{-10}m।
* গড় আয়ু এবং ক্ষয় ধ্রুবকের মধ্যে সম্পর্ক হলো $T=1/\lambda$
* ১ কুরী=3.6×10^{10} বেকেরেল।
* 1amu ভরের সমতুল্য শক্তি = 934MeV।
* দুটি up এবং একটি down কোয়ার্ক মিলে তৈরি হয় প্রোটন।
* ফিশান বিক্রিয়ায় ভর শক্তির নিত্যতার সূত্র মেনে চলে না।
* Au^{198} এর অর্ধায়ু 2.70 দিন। Au^{198} এর অবক্ষয় ধ্রুবক $0.257d^{-1}$।
* একখন্ড রেডনের 40% ক্ষয় হতে 2.82 দিন সময় লাগবে? রেডনের অর্ধায়ু 3.82 দিন।
* α কণার বন্ধন শক্তি 27.218MeV
* রেডনের অর্ধায়ু 3.82 দিন হলে একখন্ড রেডনের 75% ক্ষয় হতে 7.66 দিন সময় লাগে?
* রেডনের অর্ধায়ু 3.8 দিন। 12.63d পর মূল অংশের $\frac{1}{10}$ ভাগ অবশিষ্ট থাকবে?

Home Practice

নমুনা প্রশ্ন ঃ

১. আলফা কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষা কে করেন?

A. থমসন B. রাদারফোর্ড C. বোর D. বেকেরেল

২. নিচের নিউক্লিয় বিক্রিয়ায় x কণাটি কি?

$^{227}_{89}Ac \longrightarrow ^{227}_{90}Th + x$

A. একটি ইলেকট্রন B. নিউট্রন C. প্রোটন D. হিলিয়াম নিউক্লিয়াস

৩. 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

৪. তেজস্ক্রিয় পদার্থের অর্ধায়ু 3 min. এর ক্ষয়ধ্রুবক কত?

A. $0.231\ s^{-1}$ B. $0.312\ s^{-1}$ C. $0.231\ min^{-1}$ D. $0.321\ min^{-1}$

৫. 1 amu ভরের সমতুল্য শক্তি কত?

A. 934 MeV B. 943 MeV C. 800 MeV D. 93 V

৬. রাদার ফোর্ডের আলফা কণা পরীক্ষা থেকে কোনটির অস্তিত্ব পাওয়া যায়?

A. ইলেক্ট্রন B. নিউট্রিনো C. নিউক্লিয়াস D. নিউট্রন

৭. 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. $L=\frac{2h}{\pi}$

৮. তেজস্ক্রিয় মৌলের অর্ধায়ু হচ্ছে–

A. $T_{\frac{1}{2}}=\frac{0.693}{\lambda}$ B. $T_{\frac{1}{2}}=0.693\ s$ C. $T_{\frac{1}{2}}=0.693\tau$ D. $T_{\frac{1}{2}}=\frac{0.639}{\lambda}$

www.Educationblog24.com

৮. নিম্নের কোনটি সত্য নয়?
A. প্রোটন-নিউট্রন মতবাদ 1920 খ্রিস্টাব্দে লর্ড রাদারফোর্ড প্রদান করেন।
B. প্রোটন-নিউট্রন মতবাদ বিজ্ঞানী হাইসেনবার্গ প্রদান করেন।
C. নিউক্লিয় বল আকর্ষণধর্মী, স্বল্প পাল্লার ও চার্জ নিরপেক্ষ।
D. ডিওটেরিয়াম হাইড্রোজেনের আইসোটোপ।

৯. তেজস্ক্রিয়তার বৈশিষ্ট্য নয় কোনটি?
A. স্বাভাবিক স্বতঃস্ফূর্ত ঘটনা।
B. নিউক্লিয় ঘটনা।
C. জীবন্ত কোষের জন্য ক্ষতিকারক।
D. যাদের পারমাণবিক সংখ্যা 85 এর বেশী, তারা তেজস্ক্রিয়তা প্রদান করে।

১১. নিচের কোনটি সত্য?
A. ইউকাওয়া মেসন তত্ত্ব উপস্থাপন করেন নি।
B. 1938 সালে ফিশন বিক্রিয়া আবিস্কৃত হয়
C. ভর সংখ্যা Z দিয়ে প্রকাশ করা হয়
D. অবক্ষয় ধ্রুবক একটি পরমাণুর একক সময়ে গঠনের সম্ভাব্যতা নির্দেশ করে।

১২. অর্ধায়ু সম্পর্কে কোনটি প্রযোজ্য নয়?
A. রেডনের অর্ধায়ু 3.82 দিন
B. $T_{\frac{1}{2}} = \frac{0.693}{\lambda}$
C. $T_{\frac{1}{2}} = \frac{\ell n2}{\lambda}$
D. অর্ধায়ু, তেজস্ক্রিয়ার সমানুপাতিক

১৩. কোনটি বোর পরমাণু মডেলের স্বীকার্য নয়?
A. কৌণিক ভরবেগ সংক্রান্ত স্বীকার্য
B. কম্পাঙ্ক সংক্রান্ত স্বীকার্য
C. তীব্রতা সংক্রান্ত স্বীকার্য
D. শক্তিস্তর সংক্রান্ত স্বীকার্য

১৪. α, β ও γ রশ্মির ক্ষেত্রে কোনটি সত্য?
A. α রশ্মি ঋণাত্মক আধানযুক্ত
B. γ রশ্মি তড়িৎচুম্বকীয় তরঙ্গ
C. γ রশ্মির ভর $9.1\times10^{-31}\,kg$
D. α রশ্মি একটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াস নয়

১৫. 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।

১৬. ক্ষয়ধ্রুবক সম্পর্কে সঠিক নয় কোনটি?
A. যে সময়ে পরমাণু সংখ্যা, আদি সংখ্যার 50% হয়, তার বিপরীত রাশি
B. ক্ষয়ধ্রুবক λ দিয়ে প্রকাশ করা হয়
C. ক্ষয়ধ্রুবক বড় হলে→নির্দিষ্ট সময়ে পরমাণু ভাঙনের সম্ভাবনা বেশী হবে।
D. $N = N_0 e^{-\lambda t}$ এটি "সক্রিয় রূপান্তর" নামে পরিচিত।

উত্তরমালা ঃ

1| B	2| A	3| A	4| C	5| A	6| C	7| A	8| A+C	9| A
10| D	11| B	12| D	13| C	14| B	15| D	16| D		

www.Educationblog24.com

"সেমি কন্ডাক্টর ও ইলেকট্রনিক্স"

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–

- অর্ধপরিবাহী, ব্যান্ড তত্ত্ব
- ট্রানজিস্টর, ব্যবহার
- ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট (IC)
- প্রয়োজনীয় সমীকরণ ও গাণিতিক সমস্যাবলী
- নমুনা প্রশ্নসমূহ

অর্ধপরিবাহী, পরিবাহী, অপরিবাহী ঃ

*** **অর্ধপরিবাহী ঃ** যে সকল পদার্থের বৈদ্যুতিক ধর্ম অন্তরক ও সুপরিবাহীর মাঝামাঝি তাকে অর্ধ পরিবাহী বলে।
যেমন ঃ জার্মেনিয়াম, সিলিকন, ক্যাডমিয়াম সালফাইড, গ্যালিয়াম আর্সেনাইড, ইন্ডিয়াম।
* অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ 10^{-5} থেকে $10^{8}\ \Omega m$
* তামার আপেক্ষিক রোধ $10^{-8}\Omega m$
* কাচের আপেক্ষিক রোধ $10^{16}\ \Omega m$
* 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।

** **পরিবাহী ঃ** যে সমস্ত পদার্থের ভেতর দিয়ে তড়িৎ সহজে চলাচল করতে পারে তাকে পরিবাহী বলে।
যেমনঃ সোনা, তামা, রূপা, অ্যালুমিনিয়াম, নিকেল, সোডিয়াম।
ভাল পরিবাহীর ক্ষেত্রে প্রতি ঘনমিটারে মুক্ত ইলেক্ট্রন সংখ্যা 10^{28} (প্রায়)
অপরিবাহীর ক্ষেত্রে প্রতি ঘনমিটারে মুক্ত ইলেক্ট্রনের সংখ্যা 10^{7} (প্রায়)

** **অন্তরক/অপরিবাহী ঃ** যে সব পদার্থের মধ্য দিয়ে তড়িৎ চলাচল করতে পারে না তাকে অপরিবাহী বলে।
যেমন ঃ কাচ, রবার, চিনামাটি, ডায়মন্ড, সিরামিক, কাঠ, প্লাস্টিক, কার্বন।
অপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ অনেক বেশি প্রায় $10^{12}\Omega m$ ক্রমের।

বিগত বছরের প্রশ্নঃ

Q. নিম্নের কোনটি ইলেক্ট্রনিক পদার্থ বিজ্ঞানের জন্য সঠিক? [M.10-11]
A. হীরক একটি দুর্বল অন্তরক
B. সৌর কোষ হল আসলে সিলিকন দিয়ে তৈরি আলোক সংবেদী p-n জংশন।
C. কার্বন একটি বহির্জাত অর্ধপরিবাহক
D. জার্মেনিয়াম একটি উন্নত পরিবাহক
Ans: B

Q. কোনটি সুপরিবাহী নয়? [M.15-16]
A. কপার B. কার্বন
C. সিলভার D. অ্যালুমিনিয়াম
Ans: B

www.Educationblog24.com

ব্যান্ড তত্ত্বের ধারণা ঃ

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। নিষ্ক্রিয় গ্যাসের যোজন ব্যান্ড সম্পূর্ণভাবে পূর্ণ থাকে।

পরিবহন ব্যান্ড (Conduction band) ঃ পরমাণুর মুক্ত ইলেকট্রনগুলোর জন্য যে ব্যান্ড বা পাল্লা তৈরী হয় তাকে পরিবহন ব্যান্ড বলে।

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 $10^{-8}\ \Omega m$ ক্রমের।

** **অন্তরক ঃ**

১। পরিবহন ব্যান্ড সম্পূর্ণ খালি থাকে, যোজন ব্যান্ড আংশিকপূর্ণ থাকে।

২। যোজন ও পরিবহন ব্যান্ডের শক্তি ব্যবধান বেশি থাকে। (6eV থেকে 15 eV)

** **অর্ধপরিবাহী ঃ** অর্ধপরিবাহীতে যোজন ব্যান্ড পূর্ণ থাকে ও পরিবহন ব্যান্ডে কোন ইলেক্ট্রন থাকে না কিন্তু যোজন ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যে শক্তি ব্যবধান খুব কম।

*** **ব্যান্ডতত্ত্বের আলোক অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য ঃ**

১। পরিবাহীতে ইলেকট্রন বিদ্যুতের বাহক কিন্তু অর্ধপরিবাহীতে ইলেকট্রন ও হোল উভয়ই বিদ্যুতের বাহক। এরা সাধারণত চর্তুযোজী।

২। অর্ধপরিবাহীর ক্ষেত্রে তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে রোধ হ্রাস পায়।

* ৩। পরম শূণ্য তাপমাত্রায় (0K) অর্ধপরিবাহী অন্তরক হিসাবে কাজ করে।

* ৪। অর্ধপরিবাহীর রোধকত্ব 10^{-1}~$10^{-2}\ \Omega m$ ক্রমের

* $10^{-4}\ \Omega m$ ক্রমের (তপন)

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 (তপন)]

* জার্মেনিয়ামের ক্ষেত্রে 0.7 eV/0.72 বা সিলিকনের ক্ষেত্রে, 1.1 eV

৭। অর্ধপরিবাহী কৌশলে শুধু একদিকে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হয়।

বিগত বছরের প্রশ্নঃ

Q. অর্ধ পরিবাহকের ক্ষেত্রে নিম্নের কোন্ উক্তিটি সত্য? [M. 01 - 02]

A. অনেক মুক্ত ইলেক্ট্রন থাকে

B. যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যবধান প্রায় 6 eV থেকে 15 eV এর মতো থাকে

C. পরিবহন ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে এবং যোজন শক্তি ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে

D. যোজন শক্তি ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে এবং পরিবহন ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে

Ans: C

** **সেমিকন্ডাক্টর/অর্ধপরিবাহীর প্রকারভেদ ঃ**

১। ইনট্রিন্সিক/স্বকীয়/বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টর

২। এক্সট্রিনসিক/বহিঃজাত/অবিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টর

www.Educationblog24.com

➤ **অন্তর্জাত/ইনট্রিনসিক/খাঁটি/বিশুদ্ধ সেমিকন্ডাক্টর ঃ** যে সকল অর্ধপরিবাহীতে কোন অপদ্রব্য মিশ্রিত থাকে না।

** নিম্ন তাপমাত্রায় বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে মুক্ত ইলেকট্রন না থাকায় অন্তরকের ন্যায় আচরণ করে।

উদাহরণ ঃ পর্যায় সারণির চতুর্থ সারির পরমাণু কেলাস।

যেমন, কার্বন (C), সিলিকন (Si), জার্মেনিয়াম (Ge), টিন (Sn)।

➤ **বহির্জাত/এক্সট্রিনসিক/অবিশুদ্ধ ঃ** বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহির সাথে অপদ্রব্য মেশানো হলে তড়িৎ পরিবাহীতা বৃদ্ধি পায়। একে ডোপিং বলে। অপদ্রব্যকে ডোপ্যান্ট বলে। যেমন,

(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)

বিগত বছরের প্রশ্নঃ

Q. ডোপায়নের মাধ্যমে বহির্জাত অর্ধপরিবাহক তৈরিতে নিম্নের কোন মৌল ব্যবহৃত হয়? [M. 10-11]

A. নিকেল B. প্লাটিনাম C. ট্যাংস্টেন D. আর্সেনিক

Ans: D

এক্সট্রিনসিক/অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহী ঃ ২ প্রকার-

** **(ক) P টাইপ অর্ধপরিবাহী ঃ** (B, Al, Ga, In)

১. বিশুদ্ধ Ge বা Si (4 যোজী) এর সাথে গ্যালিয়াম বা (3 যোজী) অপদ্রব্য মেশানো হয়।

২. **Al** কে গ্রহিতা পরমাণু বলা হয়।

৩. P-type এ ধনাত্মক তড়িৎ আধানই মুখ্য ভূমিকা পালন করে।

৪. হোলই **"সংখ্যাগুরু বাহক"** (majority carrier) ইলেকট্রন সংখ্যালঘু বাহক।

** **(খ) n-type অর্ধপরিবাহী ঃ** (P, As, Sb, Bi)

১. Ge/Si (যোজনী ৪) এর সাথে পঞ্চযোজী (As) এর মত অপদ্রব্য মেশানো হয়।

২. Ge/Si এখানে গ্রহীতা পরমাণু, অপদ্রব্য দাতা (Donor) পরমাণু

৩. n-type এ ঋনাত্মক ইলেক্ট্রনই মুখ্য ভূমিকা পালন করে।

৪. ইলেক্ট্রনই **"সংখ্যাগুরু বাহক"** (majority carrier) এবং হোলই সংখ্যালঘু বাহক।

* 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।

*** 1. n টাইপ এবং p টাইপ বস্তুত পক্ষে তড়িৎ নিরপেক্ষ

2. বাস্তবে হোল স্থানান্তরিত হয় না এমনকি তড়িৎ প্রবাহের সময়েও নয়

➤ **ডায়োড ঃ** ২টি তড়িৎদ্বার থাকে। যথা- (১) ক্যাথোড (২) অ্যানোড

ডায়োডের বর্তনী প্রতীক p ▶| n এবং ব্লক চিত্র [p|n]

* **ব্যবহার ঃ** (১) রেকটিফায়ার বা একমুখীকরণ যেমন, AC কে DC করে

(২) ডিটেকশন- যেমন, বেতার ও টিভির সিগন্যাল ডিটেক্টর।

www.Educationblog24.com

➢ **p- n জাংশন ডায়োড ঃ** মার্কিন বিজ্ঞানী জাংশন **R. S. Ohl p-n** আবিষ্কার করেন।

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 নন্যূতম 0.7 V না হলে এবং জার্মেনিয়াম ডায়োডের ক্ষেত্রে নূন্যতম 0.3V না হলে বিদ্যুৎ সঞ্চালন শুরু হয় না। ডায়োডের এই নির্দিষ্ট ভোল্টেজকে সূচন ভোল্টেজ (Threshold voltage) বা কাট-ইন ভোল্টেজ বা নীভোল্টেজ (Knee Voltage) বলে

বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

১। 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

২। অর্ধ পরিবাহকের ক্ষেত্রে নিম্নের কোন উক্তিটি সত্য? **(M. 01-02)**

(A) অনেক মুক্ত ইলেকট্রন থাকে

(B) যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যাবধান প্রায় 6eV থেকে 15eV এর মতো থাকে

(C) পরিবহন ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে এবং যোজন ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে

(D) যোজন শক্তি ব্যান্ড প্রায় ফাঁকা থাকে এবং পরিবহন ব্যান্ড প্রায় পূর্ণ থাকে

Ans: 1) B, 2) C

➢ **নিঃশেষিত স্তর/জাংশন প্রাচীর/বিভব পার্থক্য অঞ্চল/ Depletion region ঃ** 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।

** এ অঞ্চলের বেধ সাধারণত 10^{-6} m থেকে 10^{-8} m/ 10^{-4} cm বা 1 micron

** এ অঞ্চলের বিভব পার্থক্য 0.1 v থেকে 0.3 v। বিভিন্ন কেলাসের জন্য এ মান ভিন্ন। সিলিকনের জন্য এ মান 0.6 v-0.7 v ; 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 ঃ** 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 ঃ** যদি P অঞ্চলকে ব্যাটারির ঋণাত্মক প্রান্তের সাথে এবং n অঞ্চলকে ধনাত্মক প্রান্তের সাথে যুক্ত করা হয় তাকে বিপরীত ঝোঁক বা বায়াস বলে।

www.Educationblog24.com

➢ 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

➢ * জেনার বিভব/ভোল্টেজ/বিনাসী ভোল্টেজ ঃ** 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।

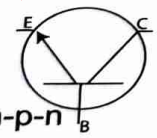
** এ ব্রেকডাউন ভোল্টেজে পৌছালে ডায়োডের কার্যক্ষমতা বিনষ্ট হয় এবং পরিবাহীর ন্যায় আচরণ করে।
১৯৩৪ সালে জেনার কর্তৃক আবিস্কৃত এ ক্রিয়াকে জেনার ক্রিয়া বলে।
গতীয় রোধঃ p-n জাংশনে বহিস্থ ভোল্টেজ প্রয়োগ করা হলে তড়িৎ প্রবাহে যে প্রতিবন্ধকতা সৃষ্টি হয় তাকে গতীয় রোধ বলে।
* ডায়োডের সম্মুখী ঝোঁক ও বিমুখী 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

➢ একমুখীকরণ/ Rectification ঃ 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।
পরিবর্তী প্রবাহকে পূর্ণ তরঙ্গ একমুখীকরণ দু'ভাবে করা যায়। যথা–
ক) একটি ট্রান্সফরমার ও দু'টি জাংশন ডায়োডের সাহায্যে।
খ) একটি ট্রান্সফরমার ও চারটি জাংশন ডায়োডের সাহায্যে। একে ব্রীজ রেকটিফিকেশন পদ্ধতি বলে। D.C সাপ্লাই এর জন্য এটি বহুল ব্যবহৃত ও কার্যকর পদ্ধতি।

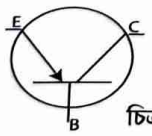
** রেকটিফায়ার/একমুখীকারক দু প্রকার ঃ (ক) অর্ধতরঙ্গ একমুখীকারক ; (খ) পূর্ণতরঙ্গ একমুখীকারক

➢ জাংশন ট্রানজিস্টর/অর্ধপরিবাহী ট্রায়োড ঃ আবিষ্কারকঃ জে বার্ডিন ও ডব্লিউ.এইচ. ব্রাটেইন
[১৯৪৮ সালের জুন মাসে **জে বারডিন, ডব্লিউ ব্রাটেইন, ডব্লিউ সকলে** সর্বপ্রথম ট্রানজিস্টর আবিস্কার করে। এ আবিষ্কারের জন্য ১৯৫৬ সালে এ তিনজনকে পদার্থবিজ্ঞানে নোবেল দেয়া হয়।]
"ট্রানজিস্টর হচ্ছে তিন প্রান্তবিশিষ্ট একটি অর্ধপরিবাহী ডিভাইস যার অর্ন্তমুখী প্রবাহকে নিয়ন্ত্রণ করে **বহির্মুখী প্রবাহ, বিভব পার্থক্য এবং ক্ষমতা** নিয়ন্ত্রণ করা হয়।"

**** ট্রানজিস্টর ২ প্রকার**
(১) n-p-n ট্রানজিস্টর (২) p-n-p ট্রানজিস্টর
**** ট্রানজিস্টরের ৩টি অংশ বা এলিমেন্ট (elementঃ 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।



চিত্রঃ n-p-n



চিত্রঃ p-n-p

www.Educationblog24.com

ট্রানজিস্টরে বেস বা পীঠ খুবই পাতলা,
এমিটার বেশ পুরু এবং কালেক্টর সবচেয়ে বেশি পুরু।

** ট্রানজিস্টর একটি সিগন্যালকে স্বল্প রোধ থেকে উচ্চ রোধে ট্রান্সফার করে।

** ট্রানজিস্টরের 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

** ট্রানজিস্টরের 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।

*** 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

** নম্বর পদ্ধতি –

চার প্রকার ঃ

১। দশমিক বা 10 ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি
২। বাইনারি বা 2 ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি–সরলতম গণনা পদ্ধতি।
৩। অক্ট্যাল বা 8 ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি
৪। হেক্সাডেসিমাল বা 16 ভিত্তিক সংখ্যা পদ্ধতি

www.Educationblog24.com

** নম্বর পদ্ধতির বেস বা ভিত্তি ঃ নম্বর পদ্ধতির মৌলিক সংখ্যা নির্দেশকারী মোট চিহ্ন বা অংক সংখ্যাকে পদ্ধতির বেস বা ভিত করা হয়।

যেমন ঃ দশমিক পদ্ধতির বেস 10

বাইনারী পদ্ধতির বেস 2

অক্ট্যাল পদ্ধতির বেস 8

হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতির বেস 16

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)

নম্বর পদ্ধতি	মৌলিক অংক
বাইনারী	0, 1
অক্ট্যাল	0, 1, 2,3, 4, 5,6, 7
দশমিক	0, 1, 2,3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
হেক্সাডেসিমাল	0, 1, 2,3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 A, B, C, D, E, F

*** দৈনন্দিন জীবনে আমরা ডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহার করি। কম্পিউটারে বাইনারী, অক্টাল কিংবা হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতি ব্যবহৃত হয়।

➢ **লজিক গেট ঃ** বুলিয়ান অ্যালজেবরা সর্বপ্রথম বীজগণিতের ধারণা দেন।

লজিক গেটের প্রকারভেদ ঃ তিনটি মৌলিক লজিক গেট

১। OR গেট

২। AND গেট

৩। NOT গেট

এ তিনটি মৌলিক গেটের সংযুক্তির মাধ্যমে তৈরি করা হয় NAND, NOR, XOR, XNOR গেট

OR গেট ঃ OR গেটে দুই বা ততোধিক ইনপুট থাকে এবং একটি মাত্র আউটপুট থাকেঃ যৌক্তিক যোগের জন্য

AND গেট ঃ যে লজিক গেটের সবগুলো ইনপুট 1 হলে আউটপুট 1 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 এর গেটের পর NOT গেট যুক্ত করে NOR গেট তৈরী হয়। এটি সর্বজনীন 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 সর্বজনীন গেইট।

* **NAND গেট এর ব্যবহার ঃ** Car interior লাইটিং ডিজাইনে ব্যবহৃত হয়।

www.Educationblog24.com

➢ ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট I.C :

ইন্টিগ্রেটেড সার্কিট ঃ I.C হল সে বর্তনী যাতে বর্তনীর উপাংশ বা যন্ত্রাংশগুলো একটি ক্ষুদ্র অর্ধপরিবাহক চিপে বিশেষ প্রক্রিয়ায় গঠন করা হয় যারা স্বয়ংক্রিয়ভাবে ঐ চিপের অংশ।

***** I.C এর 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।

***** I.C মূলত চারটি পদ্ধতিতে তৈরি করা যায় ঃ**

ক) মনোলিথিক (Monolithic) পদ্ধতি
খ) পাতলা ফিল্ম (Thin flim) পদ্ধতি
গ) স্থূল ফিল্ম (Thick flim) পদ্ধতি
ঘ) সংকর (Hybrid) পদ্ধতি
প্রথমটি বহুল প্রচলিত।

***** 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 কাজ করতে পারে।
৬) কম খরচে পরিবর্তন করা যায়।
৭) মেরামতের ঝামেলা মুক্ত এবং কম খরচে পরিবর্তন করা যায়।
৮) বহু সংখ্যক IC একসঙ্গে তৈরি করা হয় বলে এদের মধ্যে গুণাবলীর পার্থক্য থাকে না বললেই চলে।

*** 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।

➢ 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।

www.Educationblog24.com

➢ FET : Field Effect Transistor :

* FET তিন টার্মিনাল বা প্রান্তবিশিষ্ট এক ধরনের সলিডস্টেট ডিভাইস।
* এটি Unipolar transistor

*** FET এর ব্যবহার ঃ

ক) সুইচ হিসেবে
খ) বিবর্ধক হিসেবে
গ) দোলনবীক্ষণ এ
ঘ) লজিক বর্তনীতে
ঙ) কম্পিউটার
চ) FM এবং TV গ্রাহকযন্ত্রে

* FET এর সুবিধাসমূহ ঃ

১) ইনপুট রোধ (Power gain) বেশি
২) ক্ষমতা লাভ
৩) দীর্ঘায়ু সম্পন্ন
৪) অপস্বর মাত্রা (Noise level) কম

** FET এবং বাইপোলার ট্রানজিস্টরের পার্থক্য ঃ

১) FET এক ধরনের বাহক কাজ করে বলে Unipolar transistor, Biopolar transistor এ উভয় ধরনের বাহক কাজ করে।
২) FET এর গেটে বিপরীত বায়াস প্রয়োগ করা হয় বলে ইনপুট রোধ উচ্চ মানের হয়, Biopolar transistor এ Input circuit সম্মুখ বায়াস হওয়ায় কম মানের হয়।
৩) FET হচ্ছে ভোল্টেজ নিয়ন্ত্রিত device আর Biopolar transistor হচ্ছে কারেন্ট নিয়ন্ত্রিত device.

বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ

Q. নিম্নের কোনটি ইলেক্ট্রনিকসের জন্য সঠিক? [M. 10-11]
A. ইনটিগ্রেটেড সার্কিটের (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 ঃ ১। সৌরকোষ সূর্য বিকিরণে মধ্যকার আলোক শক্তিকে তড়িৎ শক্তিতে রূপান্তর করে।
* তড়িৎ প্রবাহের পরিমাণ নির্ভর করে আলোক শক্তির পরিমাণ ও আলোকিত অঞ্চলের বিস্তৃতির উপর।
২। p-n জাংশন যান্ত্রিক ব্যবস্থা
৩। সিলিকনের তৈরী p-n জাংশন ডায়োডের উপর গ্লাসের একটি জানালা থাকে।

www.Educationblog24.com

** ব্যবহার ঃ ১। আলোক গ্রাহক যন্ত্র
২। রিলে প্রক্রিয়া
৩। দ্রুত গতি সম্পন্ন গণক
৪। কৃত্রিম উপগ্রহে বিদ্যুৎ শক্তি সরবরাহ করার কাজে

বিগত বছরের প্রশ্ন ঃ
১। নিচের কোনটিতে সৌর কোষ ব্যবহৃত হয় না? (M: 02-03)
A. রিলে B. কৃত্রিম উপগ্রহে C. দ্রুতগতি সম্পন্নগণকে D. রেকটিফায়ারে
Ans : D

** LED : আলোক নিঃসারক ডায়োড ঃ
- LED মূলত "সম্মুখ ঝোঁক বিশিষ্ট p-n জাংশন ডায়োড।
- দেখতে অনেকটা ক্ষুদ্র টর্চের বাল্বের মত।
- তড়িৎ শক্তি→আলোক শক্তি।
- গ্যালিয়াম আর্সেনাইড ফসফাইড, গ্যালিয়াম ফসফাইড বা গ্যালিয়াম আর্সেনাইড থেকে LED তৈরি হয়।
- রেডিও, টেপরেকর্ডার, অ্যামপ্লিফায়ার, বিভিন্ন ইলেকট্রনিক মিটার, ক্যালকুলেটর LED ব্যবহার করা হয়।

*** LED এর ব্যবহার ঃ
- ডিজটাল ইলেকট্রনিক্স
- ইন্ডিকেটর বাতি
- আলোক গ্রাহক যন্ত্র

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলী ঃ

(i) $I_E = I_B + I_C$

(ii) $\alpha = \frac{I_C}{I_E}$

(iii) $\beta = \frac{I_C}{I_B}$

(iv) $\beta = \frac{\alpha}{1-\alpha}$

(v) জাংশন বা গতিয় রোধ, $R = \frac{\Delta V}{\Delta I}$

বিগত বছরের প্রশ্ন
Q. কোন p-n জাংশনে 0.1B বিভব পার্থক্য পরিবর্তনের জন্য আনুষঙ্গিক তড়িৎ প্রবাহের পরিবর্তন পাওয়া গেল 400mA। এর গতীয় রোধ কত ওহম (Ω)? [M. 02-03]
A. 0.25 B. 2.5 C. 25 D. 250
Ans: A

www.Educationblog24.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 উন্নিত করায় কালেক্টর কারেন্ট 98 μA থেকে 147 μA এ উন্নিত 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 μA হলে α , I_C, I_E এর মান বের কর।

Ans : α = 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} হলে বেস কারেন্ট কত হবে?

Ans : $0.3\times10^{-3} A$ 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 নম্বরএ 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 : $(525)_{10}$

Must to Know:

* পূর্ণতরঙ্গ রেকটিফায়ারে আউটপুট পাওয়া যায় ইনপুটের পূর্ণচক্রের জন্য।
* জেনার ভোল্টেজ পাওয়া যায় রিভার্স বায়োসে।
* অর্ধপরিবাহীতে শক্তির ব্যবধান 1eV।
* NOT গেইটের ক্ষেত্রে ইনপুট হাই হলে আউটপুট লো হয়।
* কার্বন হলো অন্তরক পদার্থ।
* বাইনারি পদ্ধতিতে লজিক অবস্থা ২টি।
* বিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীতে ভেজাল মিশ্রণ করে পরিবাহিতা বৃদ্ধি করা যায়।
* বাইনারি পদ্ধতিতে চার ডিজিটের সর্বোচ্চ ১৫টি নম্বর দেওয়া যাবে।
* অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ 10^{-4} Ω-m ক্রমের।
* পরিবাহী, অর্ধপরিবাহী, অন্তরক এর মধ্যে অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধ মাঝামাঝি।
* দশমিক পদ্ধতিতে চিহ্ন আছে। ১০টি। বাইনারি পদ্ধতিতে ব্যবহৃত মৌলিক চিহ্ন 0 এবং 1।
* আটটি বিট নিয়ে গঠিত হয় একটি বাইট। বাইনারি সংখ্যা পদ্ধতির বেস 2।
* অকটাল সংখ্যা পদ্ধতির বেস 8, হেক্সাডেসিমেল সংখ্যা পদ্ধতির বেস 16।

www.Educationblog24.com

* 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 আউটপুরে সর্বদা ইনপুটের বিপরীত হয়। একটি ইনপুট একটি আউটপুট থেকে NOT গেইটের।
* OR গেইট এবং NOT গেট যুক্ত করলে NOR গেইট হয়। দুটি মৌলিক গেইট AND এবং NOT যুক্ত করে NOT গেইট তৈরি করা হয়।
* NOR গেইটের দুইটি ইনপুট X ও Y এবং আউটপুট F হলে F=X+Y হবে। X ও Y ইনপুটবিশিষ্ট একটি XOR গেটের আউটপুট F=X+Y, NAND গেটের দুটি ইনপুট X ও Y হলে আউটপুট F=X.Y।
* 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।
* সেমিকন্ডাক্টরের রোধকত্ব 10^{-5} - $10^{7}\Omega m$ ক্রমের
* একটি IC মাইক্রোপ্রসেসরে 450,000 ক্ষুদ্র ট্রানজিস্টর থাকে
* একটি ডিজিটাল ঘড়িতে 5000, পকেট ক্যালকুলেটার 20,000 এবং কম্পিউটারে প্রায় 1,00,000 ট্রানজিস্টরের চিপ থাকে
* বিচ্ছিন্ন অবস্থায় দুইটি হাইড্রোজেন পরমাণুর প্রত্যেকটির ভূমি শক্তি –13.6eV
* সেমিকন্ডারকে ডায়োড রেকটিফায়ার বলে।

Home Practice :

১. অন্তরক পদার্থের আপেক্ষিক রোধের ক্রম কত?
A. $10^{-4}\Omega m$ B. $10^{12}\Omega m$ C. $10^{-8}\Omega m$ D. $10^{-12}\Omega m$

২. নিচের কোনটি অর্ধপরিবাহীর বৈশিষ্ট্য নয়?
A. 0 তাপমাত্রায় এরা অন্তরক
B. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে এদের তড়িৎ পরিবাহীতা বৃদ্ধি পায়
C. উপযুক্ত অপদ্রব মিশালে তড়িৎ পরিবাহিতা বৃদ্ধি পায়
D. এদের আপেকি রোধ $10^{4}\Omega m$ ক্রমের।

৩. P- টাইপ অর্ধপরিবাহী তৈরীর জন্য বিশুদ্ধ সিলিকনের সাথে নিচের কোন অপদ্রব্য মেশানো হয়?
A. ফসফরাস B. বোরন C. এন্টিমনি D. অক্সিজেন

৪. যোজন ব্যান্ড ও পরিবহন ব্যান্ডের মধ্যবর্তী শক্তি ব্যবধান 0.7 eV হলে সেটি নিচের কোনটি?
A. ধাতু B. অন্তরক C. অর্ধপরিবাহী D. সংকর ধাতু

৫. 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

৬. কোনটি সত্য নয়?
A. সম্মুখবর্তী বায়াসে সাধারণত কয়েক মিলি অ্যাম্পিয়ার বিদ্যুৎ উৎপাদিত হয়
B. সম্মুখ বায়াসে ডায়োডের নিঃশেষিত অঞ্চলের বেধ ক্রমশ বৃদ্ধি পায়
C. বহিঃ বর্তনীতে কেবলমাত্র ইলেকট্রন দ্বারা প্রবাহ উৎপন্ন হয়
D. বিভব পার্থক্য বৃদ্ধি করলে প্রবাহমাত্রা বৃদ্ধি পায়

৭. P-n জাংশন ডায়োড কে আবিষ্কার করেন?
A. ডব্লিউ ব্রাটেইন B. জে বার্ডিন C. R.S. Ohl D. Dalton

www.Educationblog24.Com

৮. নিচের কোনটি সত্য নয়?
A. দশমিক পদ্ধতির বেস 10
B. বাইনারী পদ্ধতির বেস 1
C. অক্টাল পদ্ধতির বেস 8
D. হেক্সাডেসিমাল পদ্ধতির বেস 16

৯. 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. $n_e \neq n_p$

১০. ট্রানজিস্টরের নিঃসারক প্রবাহ–
A. সংগ্রাহক প্রবাহের চেয়ে সামান্য বেশি
B. সংগ্রাহক প্রবাহের চেয়ে সামান্য কম
C. সংগ্রাহক প্রবাহের সমান
D. ভূমি প্রবাহের সমান

১১. 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

১২. 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

১৩. নিচের কোনটি শক্তি ব্যান্ড?
A. যোজন ব্যান্ড
B. পরিবহন ব্যান্ড
C. নিষিদ্ধ ব্যান্ড
D. সবকটি

১৪. P-n জাংশন সম্মুখী ঝোকে থাকলে এর রোধ কেমন হয়?
A. শূন্য
B. নিম্ন
C. উচ্চ
D. অসীম

১৫. n টাইপ অর্ধপরিবাহীতে কি মেশানো হয়?
A. দ্বিযোজী মৌল
B. ত্রিযোজী মৌল
C. চতুর্যোজী মৌল
D. পঞ্চযোজী মৌল

১৬. এসি প্রবাহকে একমুখী প্রবাহে রূপান্তর করে কোন যন্ত্র?
A. ডায়োড
B. রেকটিফায়ার
C. ট্রানজিস্টর
D. এ্যামপ্লিফায়ার

১৭. কোন গেইটের সকল ইনপুট 1 হলেই আউটপুট কেবলমাত্র 1 হয়–
A. অ্যান্ড (AND)
B. নট (NOT)
C. এক্স-নর (X-NOR)
D. অর (OR)

১৮. নিচের কোনটি উদ্ভূত গেইট?
A. অ্যান্ড (AND)
B. নট (NOT)
C. এক্স-নর (X-NOR)
D. অর (OR)

১৯. 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

২০. একটি কমন বেস ট্রানজিস্টরে এমিটার কারেন্ট 3.5 mA পরিবর্তনের জন্য 2.5 mA কালেক্টর কারেন্টের পরিবর্তন ঘটলে কারেন্ট গেইন ফ্যাক্টর (a) বের কর?
A. 1.4
B. 0.714
C. 0.94
D. 0.80

২১. 356_{16} কে ডেসিমালে রূপান্তর করলে হয়–
A. $(768)_{10}$
B. $(803)_{10}$
C. $(854)_{10}$
D. $(356)_{10}$

২২. একটি ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে $\alpha=0.95$ এবং IE=1mA হলে ন কত?
A. 19
B. 16
C. 17
D. 17

www.Educationblog24.com

২৩. ট্রানজিস্টরের ক্ষেত্রে কোনটি সঠিক নয়?

A. আকারে খুব ছোট
B. এটি খুব সামান্য বিভবে কাজ করে
C. এটি ক্ষণস্থায়ী
D. এটি খুব সস্তা

২৪. নিঃসরক প্রবাহের 10.0 mA পরিবর্তনের জন্য সংগ্রাহক প্রবাহের 7.2 mA পরিবর্তন হয়। এজন্য পীঠ প্রবাহের কতটুকু পরিবর্তন হবে?

A. 2.0 mA
B. 0.85 mA
C. 5.05 mA
D. 0.05 mA

২৫. তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাথে অর্ধপরিবাহীর আপেক্ষিক রোধের কি ঘটে?

A. বৃদ্ধি পায়
B. একই থাকে
C. হ্রাস পায়
D. প্রথমে হ্রাস পায়, পরে বৃদ্ধি পায়

উত্তরমালা ঃ

1| B	2| D	3| B	4| C	5| B	6| B	7| C	8| B	9| A	10| A
11| A	12| A	13| D	14| B	15| D	16| B	17| A	18| C	19| C	20| B
21| C	22| A	23| C	24| A	25| C					

www.Educationblog24.com

জ্যোতির্বিজ্ঞান

এ অধ্যায় থেকে অবশ্যই যা জানতে হবে–

- মহাবিশ্ব সৃষ্টির রহস্য
- মহাবিশ্বের বস্তুকণা ও মহাবিশ্বের জীবনী
- অপটিক্যাল টেলিস্কোপ, গামা ও এক্সরে রশ্মি
- কৃত্রিম উপগ্রহ

➢ মহাবিশ্ব সৃষ্টির রহস্য ঃ

তত্ত্ব	প্রদানের সাল
আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্ব	১৯০৫ সালে
(আইনস্টাইনের) আপেক্ষিকতার সাধারণ তত্ত্ব	১৯১৬ সালে
মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ তত্ত্ব বা (হাবলের) বিগ ব্যাঙ তত্ত্ব	১৯২৯ সালে
(আর্নোপেনজিয়াস ও রবার্ট উইলসনের) বিগ ক্রাঞ্চ তত্ত্ব	১৯৬৫ সালে
স্থিতি অবস্থা মডেল	১৯৪০ সালে

* বিশপ উসার বলেন, মহাবিশ্ব ৪০০০ খ্রিষ্ট পূর্বাব্দে সৃষ্টি হয়েছিল।
* বিগ ব্যাঙ ও বিগ ক্রাঞ্চ পরস্পর সংঘটিত হওয়াকে 'পালসার থিওরি' বলে।
* 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**
* জর্জ লেমিটার মহাবিস্ফোরণ তত্ত্বের প্রবক্তা এবং **Big Bang** নামটি জর্জ গ্যামোর দেওয়া।
* মহাবিশ্ব সৃষ্টি নিয়ে স্টিফেন হকিং **'A biref History of time"** (কালের সংক্ষিপ্ত ইতিহাস) গ্রন্থ লিখেন।
* হাবল বিধি ঃ অপসারণ বেগ = হাবল ধ্রুবক বা হাবল পরামিতি×দূরত্ব **(V=Hd)**

অর্থাৎ, ছায়াপথগুলোর/গ্যালাক্সির অপসারণ বেগের মান, দূরত্বের সমানুপাতিক।

এখানে, H এর যুক্তিসঙ্গত মান $= 72\ km\,s^{-1}/MPc$ *(Megapersec)*

হাবল পরামিতির গ্রহণযোগ্য মান $65-80\frac{km/s}{MPc}$, এখানে $1MPc = 10^6 P_C = 10^6 \times 3.26$ আলোক বর্ষ $= 3.084\times10^{19} km$

* বিজ্ঞানী হাবল 1929 সালে এ সূত্র প্রদান করেন।
* প্রোটনের জীবনকাল অর্থাৎ ক্ষয় হতে সময় লাগবে 10^{32} বা 10^{45}-10^{50} বছর
* মহা বিশ্বের পরিণতি নিয়ে ৩টি মত রয়েছে। যথা–১. আবদ্ধ মহাবিশ্ব, ২. উন্মুক্ত মহাবিশ্ব ও ৩. সমতল মহাবিশ্ব

➢ মহাবিশ্বের মৌলিক উপাদানঃ

১. সৌরজগত ২. নক্ষত্র সমূহ ৩. গ্যালাক্সি সমূহ

➢ মহাবিশ্বের মূল বস্তু কণা ঃ

মৌলিক কণা তিন ধরনের–

ক) ক্ষেত্রকণা ঃ ফোটন, গেজ বোসন এবং গ্রাভিটন এর সমন্বয়ে ক্ষেত্রকণা গঠিত। এরা যথাক্রমে বিদ্যুৎ চুম্বকীয়, দুর্বল নিউক্লিয় বল এবং মহাকর্ষ প্রক্রিয়া বাহন কণা।

www.Educationblog24.com

খ) **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।

গ) **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 শূণ্য (০) কিন্তু বেরিয়নের স্পিন শূণ্য নয়।

*** কোয়ার্ক ঃ

- বিজ্ঞানী 'গেলম্যান' কোয়ার্ক নামকরণ করেন
- কোয়ার্ক হল অতি পারমাণবিক কণা যা প্রোটন ও নিউট্রনসমূহে 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 পরিচিতি।

নক্ষত্রের জন্ম ঃ

ধুলিমেঘে 75% হাইড্রোজেন, 24% হিলিয়াম এবং কার্বন, নাইট্রোজেন, অক্সিজেনসহ অন্যান্য গ্যাস 1% থাকে।

তাপমাত্রা 10^7 K এ পৌছলে 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

পালসার ঃ ঘূর্ণায়মান নিউট্রন নক্ষত্রই পালসার অথবা নিউট্রন তারকা থেকে নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর বেতার স্পন্দন পাওয়া যায়। একে পালসার বলে।

দুটি ধর্মের কারণে নিউট্রন নক্ষত্র পালসারে পরিণত হয়–

১) এর অত্যন্ত দ্রুত আবর্তন ২) অতি শক্তিশালী চৌম্বক ক্ষেত্র

কোয়াসার ঃ নক্ষত্র নয় অথচ নক্ষত্রের মত (আধানাক্ষত্রিক) দেদীপ্যমান বিস্ময়কর মহাজাগতিক বস্তুটিকে কোয়াসার বলে। (১৫০টি)

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	

*** **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।

www.Educationblog24.Com

*** কিছু গুরুত্বপূর্ণ তথ্য ঃ

তারকার ভর, সূর্যের ভরের চেয়ে 1.4 গুণ কম→শ্বেত বামন

তারকার ভর 1.4 M_o ও 3 Mo এর মধ্যে → নিউট্রন তারকা

তারকার ভর 3 M_o এর বেশী→কালো বিবর / black whole

তারার ভর 1 M_o হলে–

- ব্লাকহোলের ব্যাস 2.5 কিমিঃ
- সাদা বামনের ব্যাস 13 হাজার কিমিঃ
- লাল দানবের ব্যাস 14 কোটি কিমিঃ
- সূর্যের ব্যাস 14 লক্ষ কিমিঃ
- নিউট্রন তারার ব্যাস 16 কিমিঃ

* 1.4 M_o ভরের বেশি হলে সেটি কোনভাবেই শ্বেতবামন হবে না।

* 1.4 M_o ভরের সীমাকে **চন্দ্রশেখর** সীমা বলে। [$M_0 = 1.9 \times 10^{30}$kg]

কৃষ্ণবিবর ঃ

বস্তু এবং আশেপাশের 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 সোয়ার্জ স্কাইল্ড সমীকরণ ঃ

* 1916 সালে কৃষ্ণ বিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ/সংকট ব্যাসার্ধ/সোয়ার্জ স্কাইল্ড ব্যাসার্ধ R_s এর রাশিমালা নির্ণয় করেন–

$$R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

* 1974 সালে স্টিফেন হকিং দেখান যে কৃষ্ণ বিবর কণা নির্গমনের উৎস হতে পারে।

কৃষ্ণবিবর **Related Exclusive info :**

* 'কৃষ্ণ বিবর' নামটি সর্বপ্রথম 1869 সালে ব্যবহার করেন জন হুইলার।
* কৃষ্ণ বিবরের আয়তন সসীম কিন্তু ভর প্রায় অসীম।
* সার্বিক আপেক্ষিকতা সমতুল নীতির ওপর প্রতিষ্ঠিত হয়।

*** পৃথিবীর মুক্তি বেগ $V_e = \sqrt{\frac{2GM}{R}} = 11.2\ kms^{-1}$

বিগত বছরের প্রশ্ন সমূহ

Q. কৃষ্ণ গহ্বরের আবিষ্কারক কে? **[M: 12-13]**

A. নিউটন B. স্টিফেন হকিংস C. জন হুইলার D. আইনস্টাইন

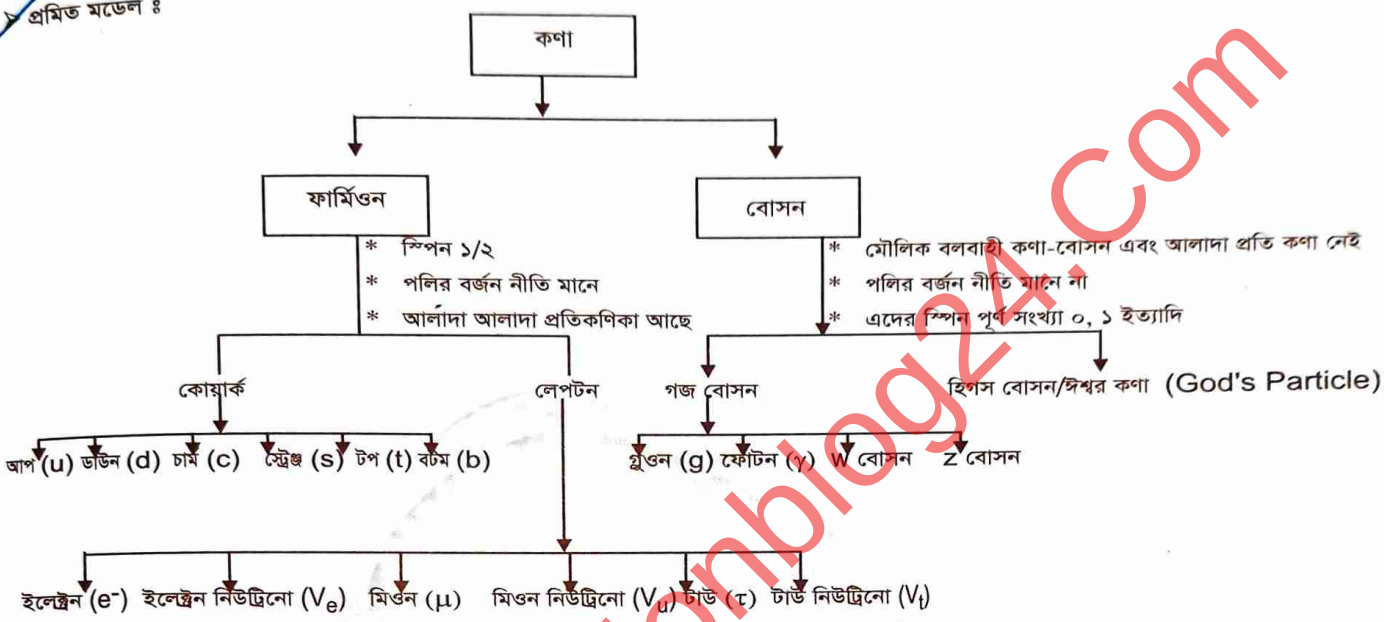
Ans: C

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 ১/২ এবং এ্যান্টিইলেক্ট্রন e^+ (পজিট্রন) আবিষ্কার করেন এবং এজন্য 1932 সালে নোবেল পুরস্কার পান।
- 1955 সালে অ্যান্টিপ্রোটন ও 1956 সালে অ্যান্টিনিউট্রন পাওয়া যায়।

www.Educationblog24.com

প্রমিত মডেল ঃ



- 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 স্পিন 0 তবে ভর আছে।
- বটম কোয়ার্ক→1977 সালে আবিস্কৃত হয়
- টপ কোয়ার্ক→1995 সালে আবিস্কৃত হয়
- টাউ নিউট্রিনো→2000 সালে আবিস্কৃত হয়

বিজ্ঞানীদের কথামালা ঃ

- 1927 সালে বিজ্ঞানী কে.ই. লেমাইটার বিশ্বের কেন্দ্রীভূত ভরকে "মহাজাগতিক ডিম" বলেন। তিনি মহাবিস্ফোরণ তত্ত্বের প্রবর্তক।
- 1929 সালে এডউইন হাবল "লাল অপসারণ" (red shift) লক্ষ করেন।
- 1948 সালে আলফার ও গ্যামো "মাইক্রোওয়েভ পশ্চাৎপট বিকিরণ" লক্ষ করেন।
- 1964 সালে পিটার হিগস দেখালেন, সৃষ্টিজগতে আরেক ধরনের কণা থাকতে হবে, যারা মহাবিশ্বে ভর সৃষ্টি করেছে। এবং মহাবিশ্বে সৃষ্টির মূল আছে 12 টি মৌলিক কণা (6টি লেপটন ও ৬টি কোয়ার্ক) এবং ১২তম কণার নাম "হিগস বোসন" কনা (সার্নের বিজ্ঞানীরা এর সন্ধান পান- 2012) এবং এ কণার ভর 125-126 গিগাইলেক্ট্রন ভোল্ট, যা একটি প্রোটনের ভরের প্রায় 130 গুণ।
- অবিচল অবস্থা তত্ত্বের প্রবর্তক জ্যোতির্বিজ্ঞানী গোল্ড, বন্ড ও ফ্রেড হোয়েল।

www.Educationblog24.com

➢ মহাবিশ্বের অন্তিম পরিণতি ঃ

* অদৃশ্য বস্তু (Dark matter) ঃ

মহাবিশ্বে বিপুল পরিমাণ অদৃশ্য ভর রয়েছে, যা শক্তিশালী মহাকর্ষ ক্ষেত্র তৈরী করে। এই অদৃশ্য ভরই "অদৃশ্য বস্তু"। 2006 সালে অদৃশ্য বস্তু সম্পর্কে বিজ্ঞানীরা নিশ্চিত হন।

* অদৃশ্য শক্তি ঃ

- 2006 সালে ডব্লিউ এমপি'র (Wilkinson Microwave Anistropy probe) তথ্যমতে মহাবিশ্বে অদৃশ্য শক্তি 74% , অদৃশ্য বস্তু 22% এবং সাধারণ বস্তু মাত্র 4% আছে।
- 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, গড় ঘনত্ব, $\Omega = \frac{\rho}{\rho_c} = \frac{\text{গড় ঘনত্ব}}{\text{ক্রান্তি ঘনত্ব}} = \frac{8\pi\ Gp}{3H^2}$

এবং ক্রান্তি ঘনত্ব, $\rho_c = \frac{3H^2}{8\pi G}$

➢ 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।

- বিগরিপ ঃ অদৃশ্য শক্তির পরিমাণ বেশী হলে মহাবিশ্বের সম্প্রসারণের ত্বরণ বেড়ে যাবে এবং অদৃশ্য শক্তি ও সম্প্রসারণ হার অসীম হবে। মহাবিশ্ব সিঙ্গুলারিটিতে পৌছবে।

মহা সংকোচন ঃ মহাবিশ্বের গড়ঘনত্ব, তার সম্প্রসারণকে বন্ধ করার জন্য যথেষ্ট। যদি গড় ঘনত্ব> সংকট ঘনত্ব হয়, তাহলে মহাসংকোচন হবে।

➢ বিভিন্ন ধরনের টেলিস্কোপ ঃ

১) রেডিও টেলিস্কোপ ঃ

- সাধারণত অপটিক্যাল বা অবলোহিত টেলিস্কোপ হতে অনেক বড় আকারের হয়
- ৩টি অংশ
  - রেডিও প্রতিফলক ডিশ
  - রেডিও বা বেতার এন্টেনা
  - রেকর্ডার
- অতি দীর্ঘ ভূমি রৈখিক ব্যতিচার পদ্ধতির মাধ্যমে চূড়ান্ত কৌণিক পৃথকীকরণ পাওয়া যায়।
- 1900 সালে স্থাপিত হাবল টেলিস্কোপ পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে 600 km বা 569 km উচ্চতায় কক্ষপথে ঘূর্ণায়মান।

www.Educationblog24.com

- কোয়েসারের ছবি, প্লুটো এর সমতলের প্রথম ছবি, ব্লাক হোলের নিখুত প্রমাণমূলক ছবি হাবল টেলিস্কোপের মাধ্যমে পাওয়া গেছে।
- 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)

২) 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।"

৩) 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।

- আলফা রশ্মির বিকিরণ আবিষ্কার হয় 1899 সালে
- বিটা রশ্মির বিকিরণ আবিষ্কার হয় 1903 সালে

* গামা রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10^{-9} cm হতে 10^{-13} cm
* এক্সরে রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য 10^{-8} m হতে 10^{-13} m

বিগত বছরের প্রশ্ন সমূহ
Q. 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

দূরবীক্ষণ যন্ত্র / **Optical telescope**
- প্রতিসারক দূরবীক্ষণ যন্ত্র
  - নভো বা জ্যোতিষ দূরবীক্ষণ যন্ত্র
  - ভূ-দূরবীক্ষণ যন্ত্র
  - গ্যালিলীয় দূরবীক্ষণ যন্ত্র
- প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র
  - নিউটনের দূরবীক্ষণ যন্ত্র
  - হার্সেলের দূরবীক্ষণ যন্ত্র
  - গ্রেগরীর দূরবীক্ষণ যন্ত্র

৮) কৃত্তিম উপগ্রহ ঃ সোভিয়েত বিজ্ঞানীরা 1957 সালের অক্টোবর 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।

www.Educationblog24.com

* পৃথিবী পৃষ্ঠ হতে উপগ্রহের দূরত্ব যত বৃদ্ধি পাবে, বেগের মানও তত বৃদ্ধি পাবে।
* পৃথিবীতে–
গ্রহ- ৮টি
উপগ্রহ-৩২টি

প্রকারভেদ ঃ
- পার্থিব গ্রহ (বুধ, শুক্র, পৃথিবী, মঙ্গল)
- গ্যাসীয় গ্রহ (বৃহস্পতি, শনি, ইউরেনাস, নেপচুন)

আবার, গ্রহ
- অভিজাত গ্রহ (উদাহরণ ঃ পার্থিব ও গ্যাসীয় গ্রহ)
- বামন গ্রহ (উদাহরণ ঃ প্লুটো, এরিস, ম্যাকিম্যাকি ও সিরেস)

** সূর্য ঃ মিল্কিওয়ে হতে 30 হাজার আলোকবর্ষ দূরে অবস্থিত।
সূর্যে হাইড্রোজেন 74%, হিলিয়াম 25% , অন্যান্য পদার্থ 1%
* বুধ ঃ মোট ভরের ৮০ ভাগই কেন্দ্রে অবস্থিত।
* শুক্র ঃ
- এটি পৃথিবীর যমজগ্রহ
- পৃথিবীর নিকটতম গ্রহ
- নিজ অক্ষের ওপর আবর্তনে সময় লাগে→৩৪৩ দিন
- সূর্যকে প্রদক্ষিণ করে→২২৪ দিন
- 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 ১২,৭৫৩ কি.মি.
- গড় ঘনত্ব ৫.৫২ গ্রাম/সে.মি
- ভূপ্রকৃতির দিক দিয়ে ৩টি স্তর
  - কোর/কেন্দ্র
  - ম্যান্টল /আবরণ
  - ক্রাস্ট /ভূত্বক
- আবহাওয়া মন্ডলের 78% N_2, 21% O_2, 1% অন্যান্য গ্যাস

** 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

www.Educationblog24.com

- বামন গ্রহ ঃ তৃতীয় বৃহত্তম গ্রহ
  - প্লুটো
  - এরিস
  - ম্যাকিম্যাকি
  - সিরেস

* এরিস ঃ সবচেয়ে বৃহৎ বামনগ্রহ
  প্রাথমিক সংকেত ঃ ২০০৩ ইউ. বি. ৩১৩
* প্লুটো ঃ কখনো কখনো নেপচুনের কক্ষপথের ভেতরেও ঢুকে যায় কিন্তু নেপচুনের সাথে প্লুটোর সংঘর্ষ হবার সম্ভাবনা নেই।

* ম্যাকম্যাকি ঃ 'কুইপার বেল্ট' এলাকার অবস্থিত।
  প্রাথমিক সংকেত ঃ ২০০৫ এফ. ওয়াই ৯
- সিরেস ঃ এর কক্ষপথ প্রায় ৩ ডিগ্রি কাত হয়ে আবর্তিত।

গাণিতিক সমস্যাবলী ঃ

১। একটি নক্ষত্রের ভর $4M_O$। নক্ষত্রটি যদি কৃষ্ণ বিবরে রূপান্তরিত হয় তবে শোয়ার্জশিল্ড বা সংকট ব্যাসার্ধ কত হবে?

সূত্র ঃ $R_s = \frac{2GM}{C^2}$ উত্তর ঃ 11.80 km

২। যদি NGC4472 গ্যালাক্সি 14 MPc দূরত্বে অবস্থান করে তবে এর পশ্চাৎপসারণ দ্রুতি গণনা কর।

সূত্র ঃ $d = \frac{V}{H}$ উত্তর ঃ 770 km/s

৩। সূর্যের ভর হল 1.99×10^{30}kg। একই ভরের কৃষ্ণবিবরের ব্যাসার্ধ কত হবে?

সূত্র ঃ $R_s = \frac{2GM}{c^2}$ উত্তর ঃ 3 km

Must to Know

* মহাবিস্ফোরণের মাধ্যমে মহাবিশ্ব সৃষ্টির উৎপত্তিকে বিগ ব্যাং বলে।
* আলো ১ বছরে শূন্য মাধ্যমে যে দূরত্ব অতিক্রম করে তাকে এক আলোক বর্ষ বলে।
* গামারশ্মি এক ধরনের তাড়িতচুম্বকীয় তরঙ্গ, ১৯৭২ সালে উপগ্রহে স্থাপিত যন্ত্রে সর্বপ্রথম গামা বিকিরণ ধরা পড়ে।
* r দূরত্বে অবস্থিত কোনো মহাজাগতিক বস্তুর দূরে সরে যাবার বেগ v হলে গাণিতিকভাবে হাবলের সূত্র হলো v=Hr, H=হাবল ধ্রুবক, এর মান $H=80kms^{-1}(MPc)^{-1}$ বা $2x10^{-18}s^{-1}$।
* লেপটন কণা ৩ ধরনের– ইলেক্ট্রন, মিওন, টাউ
* হ্যাড্রন কণা ২ ধরনের–মেসন, বেরিয়ন।
* 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 $14x10^9$ 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।
* মহাবিশ্বের গড় ঘনত্ব সংকট ঘনত্বের বেশি হলে মহাসংকোচন শুরু হবে।
* একটি নক্ষত্রের ভর $4M_0$। নক্ষত্রটি কৃষ্ণ বিবরে রূপান্তরিত হলে সংকট ব্যাসার্ধ 11.80Km।
* নিউট্রন নক্ষত্র, পালসার, সুপারনোভা বিস্ফোরণ, কৃষ্ণ বিবরের পরিপার্শ্বে গামা রশ্মি উৎপন্ন হয়।

www.Educationblog24.com

Home Practice :

১. প্রোটনের জীবনকাল কে নির্ণয় করেছেন?
A. এডউইন হাবল B. এস. ডব্লিউ হকিং C. স্টিফেন হকিং D. উইলসন

২. কোনটি লেপটন কণার অন্তর্ভুক্ত নয়?
A. ফোটন B. ইলেকট্রন C. মিওন D. টাউ

৩. তারকার ভর কত হলে কালো বিবর বলা যাবে?
A. 1.4 M_o এর কম B. 1.4 M_o ও 3M_o এর মধ্যে
C. 3 M_o এর বেশী D. 4 M_o এর বেশী

৪. স্টিফেন হকিং কত সালে দেখান যে কৃষ্ণবিবর কণা নির্গমনের উৎস?
A. 1970 B. 1976 C. 1978 D. 1968

৫. 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

৬. কোনটি অপটিক্যাল টেলিস্কোপের প্রকার নয় ?
A. প্রতিফলক B. প্রতিসারক C. শোষক D. ক্যাটাডায়প্ট্রিক

৭. 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

৮. নিউট্রিনোর ক্ষেত্রে কোনটি ভুল ঃ
A. চার্জবিহীন B. দুর্বল সক্রিয় C. ক্ষুদ্র ভরের D. দলবদ্ধভাবে থাকে

৯. 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

১০. বামন গ্রহ নয় কোনটি?
A. এরিস B. নেপচুন C. প্লুটো D. সিরেস

১১. ডব্লিউ এমপি-র মতে মহাবিশ্বে কত (%) অদৃশ্য বস্তু–
A. 74% B. 47% C. 22% D. 4%

১২. "কৃষ্ণ বিবর" শব্দটি সর্বপ্রথম কত সালে ব্যবহৃত হয়–
A. 1967 B. 1968 C. 1869 D. 1970

১৩. মহাবিশ্ব সৃষ্টির মূলে ১২টি কণা আছে। ১২তম কণাটির নাম কি?
A. হিগস বোসন B. লেপটন C. কোয়ার্ক D. মিওন

১৪. কোনটি পার্থিব গ্রহ নয়?
A. পৃথিবী B. মঙ্গল C. বুধ D. বৃহস্পতি

১৫. 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. $R_s = \frac{2GM}{c}$

উত্তরমালা ঃ

1. B	2. A	3. C	4. B	5. A	6. C	7. A	8. D
9. D	10. B	11. C	12. C	13. A	14. D	15. C	

www.Educationblog24.com