প্রধান সূচিপত্র

অধ্যায়	অধ্যায়ের নাম	পৃষ্ঠা নং
অধ্যায় - ০১	থার্মোমিতি	০২
অধ্যায় - ০২	পদার্থের উপর তাপের প্রভাব	০৯
অধ্যায় - ০৩	তাপের প্রকৃতি এবং যান্ত্রিক সমতা	১৪
অধ্যায় - ০৪	তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র	১৮
অধ্যায় - ০৫	স্থির তড়িৎ	২৩
অধ্যায় - ০৬	চুম্বকত্ব	-
অধ্যায় - ০৭	আলোর প্রতিফলন	২৬
অধ্যায় - ০৮	আলোর প্রতিসরন	৩২
অধ্যায় - ০৯	ভৌত আলোকবিজ্ঞান	-
অধ্যায় - ১০	ফটোইলেকট্রিক প্রভাব	৩৭
অধ্যায় - ১১	পরমাণুর গঠন	৪০
অধ্যায় -১২	নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান	৪৩
অধ্যায় - ১৩	আধুনিক পদার্থবিজ্ঞান	-
অধ্যায় -১৪	আপেক্ষিক তত্ত্ব এবং জ্যোতিঃপদার্থবিদ্যা	৪৭

অধ্যায় ০১ থার্মোমিতি

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	০৩
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	০৪
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	০৬

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	২	১	১
২০২৩	-	-	-
২০২২	১	১	-

সমস্ত সত্য একবার আবিষ্কৃত হলে তা বোঝা সহজ;
মূল কথা হল সেগুলো আবিষ্কার করা।

গ্যালিলিও গ্যালিলি

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১) **বরফ গলনের সুপ্ততাপ 80cal/gm বলতে কী বুঝায়?**

[বাকাশিবো : ০৩R, ০৫R ,০৬R ,০৯ ,১২R, ১৩R, ১৩, ১৪R ,১৫ ,১৬, ১৮, ১৯, ২০, ২১, ২২]

উত্তরঃ 0°C তাপমাত্রার 1gm বরফকে 0°C তাপমাত্রার পানিতে পরিণত করতে 80 Cal তাপের প্রয়োজন হবে।

২) **আপেক্ষিক তাপের সংজ্ঞা দাও।**

[বাকাশিবো : ৯৪, ৯৬, ৯৮, ৯৯, ০৩R, ০৭, ১০, ১২T, ১৩, ১৪, ১৫, ১৫R, ২১R]

উত্তরঃ একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রা একক ডিগ্রি পরিমান বৃদ্ধি বা হ্রাস ঘটাতে যে পরিমান তাপের প্রয়োজন হয, তাকে ঐ বস্তুর আপেক্ষিক তাপ বলে। আপেক্ষিক তাপকে 'S' দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

৩) **পরম শুন্য তাপমাত্রা বলতে কী বুঝায়?** [বাকাশিবো : ১১, ১৪R, ১৫, ১৬, ১৮R ১৯R, ২১]

উত্তরঃ যে উষ্ণতায় যেকোনো গ্যাসের আয়তন তাত্ত্বিকভাবে শূন্য যায় তাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলা হয়। এ মান -273°C বা 273K.

৪) **এক ক্যালরি তাপ = কত জুল?** [বাকাশিবো : ০৪, ১০R, ২১]

উত্তরঃ এক ক্যালরি সমান 4.2 জুল।

৫) **তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের মাঝের সম্পর্কটি লেখ।** [বাকাশিবো : ০৮, ১২, ১৩, ১৩R, ১৮, ১৫R, ২৪]

উওরঃ তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের মাঝের সম্পর্কটি হলো : $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K-273}{5} = \frac{Rn-492}{9}$ ।

৬) **পরমশূন্য তাপমাত্রা কাকে বলে?** [বাকাশিবো : ১৭, ১৮, ১৮, ১৯, ২০]

উত্তরঃ যে তাপমাত্রায় কোনো গ্যাসের আয়তন তাত্ত্বিকভাবে শূন্য হয়, তাকে পরম শূন্য তাপমাত্রা বলে।

৭) **তাপ ও তাপমাত্রা কী?** [বাকাশিবো : ৯৫, ৯৭]

উত্তরঃ যে বাহ্যিক ভৌত কারনে কোনো বস্তু উষ্ণ ও শীতলতার সৃষ্টি করে, তাকে তাপ বলে।

তাপমাত্রা হলো কোনো বস্তুর তাপীয় অবস্থা, যা নির্ধারণ করে ঐ বস্তুটি অন্য বস্তুরে সংস্পর্শে এলে তাপ গ্রহণ করবে না বর্জন করবে ।

৮) **সুপ্ততাপ কাকে বলে?** [বাকাশিবো : ২৪]

উত্তরঃ একক ভরের কোনো বস্তুর তাপমাত্রার পরিবর্তন না ঘটিয়ে এক অবস্থা হতে অন্য অবস্থানে পরিণত হতে যে পরিমান তাপ গ্রহন বা বর্জন করে তাকে ঐ বস্তুর ঐ অবস্থা পরিবর্তনের সুপ্ততাপ বলা হয়।

৯) **পানিসম কাকে বলে?** [বাকাশিবো : ০৬, ১২, ১৫, ১৬ ১৮]

উত্তরঃ কোনো বস্তুর তাপমাত্রা 1 ডিগ্রি বৃদ্ধি করতে যে পরিমান তাপের প্রয়োজন হয় সেই পরিমান তাপ দিয়ে যতটুকু পানির তাপমাত্রা 1 ডিগ্রি বৃদ্ধি করা যায় সেই পরিমান পানিকে ঐ বস্তুর পানিসম বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১. **প্রমাণ কর যে, মোট তাপ = বস্তুর ভর × আপেক্ষিক তাপ × তাপমাত্রার পার্থক্য।**

[বাকাশিবো : ১১. ১২, ১৬, ১৮, ২২]

উত্তরঃ কোনো বস্তুকে তাপ দিলে তার তাপমাত্রা বৃদ্ধি পায়। তাপমাত্রা মেপে আমরা কোনো বস্তুর তাপের পরিমান জানতে পারি।

মনেকরি, কোনো বস্তুর আপেক্ষিক তাপ S

উক্ত বস্তুর 1 kg ভরের তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করতে S জুল তাপ লাগবে

∴ " m kg ভরের তাপমাত্রা 1°C বৃদ্ধি করতে mS জুল তাপ লাগবে

∴ " m kg ভরের তাপমাত্রা $\Delta\theta$ বৃদ্ধি করতে $mS\Delta\theta$ জুল তাপ লাগবে

অতএব, মোট তাপের পরিমান H হলে, $H = mS\Delta\theta$

∴ মোট তাপ = বস্তুর ভর × আপেক্ষিক তাপ × তাপমাত্রার পার্থক্য **(প্রমানিত)**

২. **থার্মোমিটার পারদ ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো লেখ।**

[বাকাশিবো: ৯৪, ৯৫, ০৫, ০৯, ১১,১২, ১৩, ১৪, ১৪R, ১৫, ১৯, ২০, ২১R]

উত্তরঃ নিচে থার্মোমিটার পারদ ব্যবহারের সুবিধা ও অসুবিধাগুলো দেওয়া হলো-

থার্মোমিটার পারদ ব্যবহারের সুবিধা :

১) পারদ একটি সুপরিবাহী (তাপের ক্ষেত্রে) পদার্থ। ফলে পারদ সহজে তাপ গ্রহণ করে তা সঞ্চালিত করে দেয়।

২) পারদ বিশুদ্ধ অবস্থায় পাওয়া যায় এবং অস্বচ্ছ ও উজ্জ্বল বলে থার্মোমিটার কাচের নলের মধ্যে এর উঠানামা বাইরে থেকে দেখা যায়।

৩) পারদ কাচের নলের গায়ে লেগে থাকে না তাই তাপমাত্রার পরিবর্তনের সাথে সাথে খুব সহজেই নলের মধ্যে উঠানামা করতে পারে।

৪) পারদের তাপধারণ ক্ষমতা খুব কম। এজন্য পারদ থার্মোমিটার দ্বারা যে বস্তুর তাপমাত্রা নির্ণয় করা হয় তার খুব কম তাপই এটি শোষণ করে। ফলে বস্তুর তাপমাত্রায় কোনো উল্লেখযোগ্য পরিবর্তন হয় না। এতে করে বস্তুর সঠিক তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায়।

৫) পারদের প্রসারণ সুষম। তাই পারদের আয়তন বৃদ্ধি সমান হয়।

থার্মোমিটারে পারদ ব্যবহারের অসুবিধা:

১) এই থার্মোমিটার দিয়ে - 39°C এর নিচের তাপমাত্রা নির্ণয় করা যায় না।

২) আবার একইভাবে এর সাহায্যে 357°C এর অধিক তাপমাত্রা নির্ণয় করা সম্ভবপর নয়।

৩. তাপমাত্রার বিভিন্ন স্কেলের মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর।

[বাকাশিবো: ৯৬, ৯৭, ৯৮, ০৩R, ০৫, ০৬, ০৬R, ০৮R, ০৯, ১০, ১১, ১২R, ১৩R, ১৪, ১৪R, ১৫R, ১৫, ১৬, ২১]

উত্তরঃ আমরা জানি, থার্মোমিটারের তাপমাত্রা নির্ণয়ের সুত্র হলো : $\frac{\text{থার্মোমিটার পাঠ - নিম্নস্থিরাংক}}{\text{ঊর্ধব স্থিরাংক - নিম্নস্থিরাংক}}$

বিভিন্ন থার্মোমিটারের জন্য আমরা জানি,

$$\frac{C-0}{100-0} = \frac{F-32}{212-32} = \frac{R-0}{80-0} = \frac{K-273}{373-273} = \frac{Rn-492}{672-492}$$

বা, $\frac{C}{100} = \frac{F-32}{180} = \frac{R}{80} = \frac{K-273}{100} = \frac{Rn-492}{180}$

উপরোক্ত সমীকরণের প্রত্যেকপক্ষকে ২০ গুন করে পাই,

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{R}{4} = \frac{K-273}{5} = \frac{Rn-492}{9}$$

৪. তাপ ও তাপমাত্রার মাঝে পার্থক্য লেখ।[বাকাশিবো: ০২R, ০৩, ০৭R, ১২, ১২R, ১৪, ১৪R, ১৫, ১৯R, ২৪]

উত্তরঃ তাপ ও তাপমাত্রার মাঝে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো-

ক্রামিক নং	তাপ (Heat)	তাপমাত্রা (Temperature)
১)	তাপ এক প্রকার শক্তি যা ঠাণ্ডা বা গরমের অনুভূতি জাগায়	তাপমাত্রা বস্তুর তাপীয় অবস্থা যা ঐ বস্তু থেকে অন্য বস্তুতে তাপ প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করে।
২)	তাপ এক প্রকার শক্তি।	তাপমাত্রা শক্তির প্রকাশ।
৩)	তাপ হচ্ছে তাপমাত্রার কারন।	তাপমাত্রা তাপের ফল।
৪)	তাপের আন্তর্জাতিক একক জুল।	তাপমাত্রার আন্তর্জাতিক একক কেলভিন।
৫)	তাপের মাত্রা সমীকরন $[ML^2T^{-2}]$	তাপমাত্রার মাত্রা সমীকরন নেই।

৫. কোন তাপমাত্রার সেলসিয়াস ও ফারেনহাইট স্কেল একি পাঠ দেয়?

উত্তরঃ আমরা জানি , $\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9}$

বা, $\frac{X}{5} = \frac{X-32}{9}$

বা, $9x = 5x - 160$

বা, $9x - 5x = -160$

বা, $4x = -160$

বা, $x = \frac{-160}{4}$

বা, $x = -40$

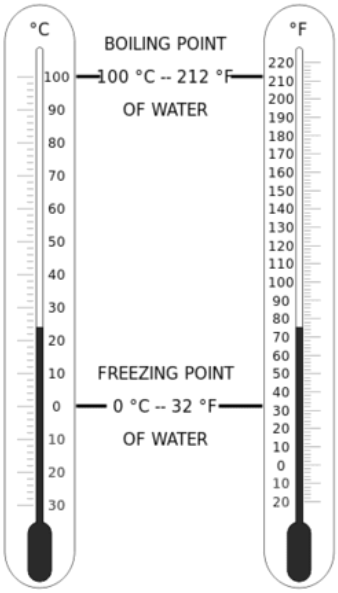
$\therefore$ 40°C বা 40°F

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

১। চিত্রের সাহায্যে ক্লিনিক্যাল বা ডাক্তারি থার্মোমিটারের গঠন ও কার্যপ্রণালি বর্ণনা কর।

[বাকাশিবো: ৯৫, ৯৯, ০২R, ০৩, ০৪R, ০৬, ০৮, ১০, ১১, ১৩, ১৪, ১৫, ১৫R, ১৬, ২০, ২১R, ২৪]

উত্তরঃ ক্লিনিক্যাল বা ডাক্তারি থার্মোমিটার (Clinical Thermometer): মানুষের শরীরের তাপমাত্রা (জ্বর) মাপার জন্য যে থার্মোমিটার ব্যবহার করা হয় তাকে ডাক্তারি থার্মোমিটার বলে। এটা একটি সুবেদি চরম থার্মোমিটার। সাধারণত এই থার্মোমিটার ফারেনহাইট স্কেলে দাগাঙ্কন করা থাকে। এই থার্মোমিটারের গঠন এরূপ থাকে যে শরীর থেকে বের করে নেওয়ার পরও এতে শরীরের তাপমাত্রা সঠিকভাবে নির্ণয় করা সম্ভবপর হয়।



গঠন: এই থার্মোমিটারে একটি কৈশিক নল থাকে যার এক প্রান্তে একটি বাল্ব D এবং অপর প্রান্ত বন্ধ থাকে। বাল্বের ঠিক উপরে একটি সংকোচন F (Contriction) থাকে এবং এটি পারদ পূর্ণ থাকে।কৈশিক নলটি অপর একটি কাচনল দিয়ে ঢাকা থাকে এবং সেই নলটি ফারেনহাইট স্কেলে 95°-110°F পর্যন্ত দাগাঙ্কন করা থাকে। প্রত্যেক °F আবার পাঁচ ভাগে ভাগ করা থাকে। সুস্থ শরীরের তাপমাত্রা সাধারণত 98.4°F হয়। সেখানে একটি বিশেষ দাগ থাকে। সেলসিয়াস স্কেলে এই থার্মোমিটার 35°C থেকে 43°C পর্যন্ত দাগ কাটা হয়। 37°°C স্থানে দাগ কাটা থাকে যেটা সুস্থ তাপমাত্রা নির্দেশ করে।

কার্যপ্রণালি: প্রথমে থার্মোমিটারটিকে জোরে ঝাঁকিয়ে নিতে হয়। এতে উপরের পারদ বাল্বে ফিরে আসে। এখন থার্মোমিটারটিকে শরীরের সংস্পর্শে যেমন

জিহ্বার নিচে রাখলে শরীরের তাপে বাল্বের পারদ প্রসারিত হয়। ফলে বাল্বের কিছু পারদ নল দিয়ে উপরে উঠে একটি অবস্থানে গিয়ে স্থির হয়। এখন থার্মোমিটারটিকে শরীর থেকে সরিয়ে নিলে F এর নিচের পারদ সংকুচিত হয়ে বাল্বে ফিরে আসে। কিন্তু F এর উপরের পারদ সংকোচনের কারণে বাল্বে আসতে পারে না। নলের পারদ স্তম্ভের শীর্ষ অবস্থানের পাঠ শরীরের তাপমাত্রা নির্দেশ করে। এটা পুনরায় ব্যবহার করার পূর্বে বাল্বকে নিচের দিকে রেখে কয়েকবার ঝাঁকিয়ে নিতে হয় যাতে পারদ বাল্বে প্রবেশ করতে পারে। যেহেতু এই থার্মোমিটার দ্বারা শরীরের সর্বোচ্চ তাপমাত্রা মাপা যায় তাই একে এক ধরনের চরম থার্মোমিটার বলা যায়।বর্তমানে ডিজিটাল থার্মোমিটার পাওয়া যায়। এটা কপালে লাগানোর সাথে সাথে পাঠ পাওয়া যায়।

২। **- 10°C তাপমাত্রার 100 গ্রাম বরফের 100°C তাপমাত্রার বাস্পে পরিনত করতে কত তাপের দরকার হবে? [বরফের আপেক্ষিক তাপ 0.5, বরফ গলনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 80 cal/gm এবং পানির বাস্পীভবনের আপেক্ষিক সুপ্ততাপ 540 cal/gm]** [বাকাশিবো: ০৪R, ২০ ২১]

উত্তরঃ মনে করি, বরফকে বাষ্পে পরিনত করতে প্রয়োজনীয় তাপের পরিমান = H ক্যালরি।

এক্ষেত্রে চার পর্যায়ে তাপ গ্রহন করবে।

1) -10°C হতে 0°C বরফে পরিণত হতে

প্রয়োজনীয় তাপ = mSt

= 100 × 0.5 {0-(-10)} ক্যালরি।

= 100 × 0.5 × 10

= 500 ক্যালরি ।

m = 100gm.

S = 0.5 cal/gm

L = 80 cal/gm

2) 0°C তাপমাত্রার বরফ 0°C পানিতে পরিণত হতে

প্রয়োজনিয় তাপ = mL

= (100 × 80) ক্যালরি।

= 8000 ক্যালরি।

3) 0°C তাপমাত্রায় পানি 100°C উপনিত হতে

প্রয়োজন তাপ = mSt

= 100 × 1 × (100 – 0)

= 10000 ক্যালরি।

4) 100°C তাপমাত্রার পানিতে বাষ্পে পরিণত হতে

প্রয়োজনীয় তাপ = mL

= (100 × 537) ক্যালরি

= 53700 ক্যালরি।

∴ মোট প্রয়োজনিয় তাপ

H = (500 + 8000 + 10000 + 53700) ক্যালরি।

= 72200 ক্যালরি =72.2 কিলোক্যালরি ।

উত্তরঃ 72.2 কিলোক্যালরি ।

অধ্যায় ০২ পদার্থের উপর তাপের প্রভাব

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

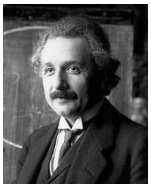
বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	১০
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	১১
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	১১

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	১টি	-	১টি
২০২৩	১টি	-	১টি
২০২২	২টি	-	-

" তুমি যদি সহজভাবে ব্যাখ্যা করতে না পারো ,
তবে তুমি সেটা যথেষ্ট বুঝোনি "



আলবার্ট আইনস্টাইন

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১) **নিউটনের শীতলীকরণ সূত্রটি লেখ।** [বাকাশিবো: '১১, '১২, '১৩, '১৪, '২০, '২২]

উত্তর: অল্প তাপমাত্রার পার্থক্যে বিকিরণের ফলে কোনো উত্তপ্ত বস্তু যে হারে তাপ হারায় তা ঐ বস্তুর তাপমাত্রা ও পরিপার্শ্বের তাপমাত্রার পার্থক্যের সমানুপাতিক

২) **লোহার দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক 0.000012/K বলতে কী বুঝায়?**

[বাকাশিবো: ০৩, ০৩, ০৪, ০৭, ০৭, ০৮, ১০, ১২, ১৩, ১৪, ১৫, ১৫, ১৬,১৭,১৯, ৯২, ২১, ২২]

উত্তর: একক দৈর্ঘ্যের একটি লোহার রড 1K তাপমাত্রা বৃদ্ধিতে 0.000012 একক বৃদ্ধি পায়।

৩) **তাপ বিকিরণ কাকে বলে?** [বাকাশিবো: '১৬, '১৯, '২১]

উত্তর: যে পদ্ধতিতে তাপ কোন জড় মাধ্যমের সাহায্য ছাড়া অপেক্ষাকৃত উষ্ণতর স্থান হতে শীতলতর স্থানে সঞ্চালিত হয় তাকে তাপের বিকিরণ বলা

৪) **তরলের প্রকৃত প্রসারণ ও আপাত প্রসারণের মাঝে সম্পর্কটি লেখ।**[বাকাশিবো: ০৩, ১০, ১১, ১৭, ২১]

উত্তরঃ তরলের প্রকৃত প্রসারণ = প্রাত্রের প্রসারন + তরলের আপাত প্রসারন।

৫) **তাপ পরিবাহিতা কী?** [বাকাশিবো : ২৩, ২৪]

উত্তরঃ পদার্থের যে বিশেষ ধর্মের জন্য তাপ কোনো পদার্থে দ্রুত আবার কোনো পদার্থে আস্তে আস্তে উষ্ণ স্থান হতে শীতল স্থানে সঞ্চালিত হয়, তাকে তাপ পরিবাহিতা বলে।

৬) **তাপ পরিবহন গুণাঙ্কের একক লেখ।** [বাকাশিবো: ০৪, ০৮R, ১১, ১২R, ১৪R, ১৫R, **উত্তরঃ** SI বা MKS পদ্ধতিতে তাপ পরিবহন গুণাঙ্কের একক $\frac{W}{m.K}$ বা $\frac{W}{m°C}$ ।

৭) **দৈর্ঘ্য প্রসারন গুনাঙ্ক কাকে বলে।** [বাকাশিবো: '৯৭২, '০৫, '১০, '১৩, ১৪, ১৫R]

উত্তর একক দৈর্ঘ্যের কোনো কঠিন পদার্থের তাপমাত্রা একক পরিমাণ বৃদ্ধিতে দৈর্ঘ্যের যে প্রসারণ ঘটে তাকে ঐ পদার্থের দৈর্ঘ্য প্রসারণ গুণাঙ্ক বা দৈর্ঘ্য প্রসারাঙ্ক বলে।

৮) **তাপ পরিবহন গুনাঙ্ক কাকে বলে।** [বাকাশিবো: ০৫, ০৬, ০৮, ০৮R, ০৯, ১০, ১০R, ১৩R, ১৪, ১৫R, ১৯R]

উত্তরঃ একক ক্ষেত্রফল এবং একক পুরুত্বের কোনো পদার্থের দুই বিপরীত তলের তাপমাত্রার পার্থক্য এক ডিগ্রি হলে প্রতি সেকেন্ডে উষ্ণতল থেকে শীতলতলে যে পরিমাণ তাপ লম্বভাবে পরিবাহিত হয় তাকে ঐ পদার্থের তাপ পরিবহন গুণাঙ্ক বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১. পরিবহন, পরিচলন ও বিকিরন পদ্ধতির মাঝে পার্থক্য লেখ।

[বাকাশিবো: ৯৬, ০০R, ০২, ০৩, ০৩R, ১৩, ১৭R ,১৯R, ২০R]

উত্তরঃ বিভিন্ন পদ্ধতিতে তাপের সঞ্চালনের মধ্যে যে-সকল পার্থক্য পরিলক্ষিত হয় তা নিম্নে দেয়া হলো-

পরিবহন	পরিচলন	বিকিরন
১। পরিবহন পদ্ধতিতে উত্তপ্ত অণুর স্পন্দনের মাধ্যমে এক অনু থেকে অন্য অণু তাপ প্রধান করে।	পরিচলন পদ্ধতিতে উত্তপ্ত অণূ স্থানান্তরিত হযে উষ্ণ স্তান হতে শীতল সাথানে তাপ সঞ্চালিত হয়।	বিডকরণ পদ্ধতিতে তাপ বিদ্যুৎ চুম্বকীয় তরঙ্গ আকার উষ্ণ স্থান হতে শীতল স্থানে সঞ্চালিত হয়।
২। মাধ্যমের প্রয়োজন হয় এবং মাধ্যম উত্তপ্ত হয়।	শাধ্যমের প্রয়োজন হয় এবং মাধ্যম উত্তপ্ত হয।	মাধ্যমের প্রয়োজন হয় না।
৩। পরিবহন একটি ধীর প্রক্রিয়া।	পরিচলন একটি ধীর প্রক্রিয়া।	আলোর বেগে তাপ সঞ্চালিত হয়।
৪। মাধ্যমের কণাগুলোর স্থানচ্যুত না করে তাপ সঞ্চালিত হয়।	মাধ্যমের কণাগুলোর স্থানচ্যুত ঘটিয়ে তাপ সঞ্চালিত হয়।	তাপ তরঙ্গের আকারে সঞ্চালিত হয়।
৫। যে-কোনো পথে তাপ সঞ্চারিত হতে পারে।	যে-কোনো পথে তাপ সঞ্চারিত হতে পারে।	তাপ সরল পথে সঞ্চালিত হয়।
৬। তাপের উৎস স্থান হতে ক্রমাগত দূরে তাপমাত্রা কম হয়।	তাপের উৎস স্থান হতে ক্রমাগত দূরে তাপমাত্রা কম হয়।	তাপের উৎস যতই দূরে থাকুক তাপমাত্রার কোনো পর পরির্তন ঘটে না।

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

(১) কঠিন বস্তুর দৈর্ঘ্য প্রসারাঙ্ক, ক্ষেত্রে প্রসারাঙ্ক এবং আয়তন প্রসারাঙ্ককে সংজ্ঞা দাও ও এদের মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর। [বাকাশিবো: ৯৩, ৯৪, ৯৫, ০২ ০৩R, ০৪R, ০৫, ০৮R, ০৯, ১১, ১২, ১৩R, ১৪, ১৫, ১৬, ১৪R, ১৫R, ১৭, ১৮R, ১৯R, ২১, ২১R, ২৩, ২৪]

উত্তরঃ তাপ প্রয়োগ করলে কঠিন পদার্থেরসব দিকে প্রসরে ঘটে। কঠিন পদার্থে দৈর্ঘ্য, প্রস্থ ও উচ্চতা আছে। সেহেতু এদের প্রসার তিনভাবে হতে পারে। যেমন-

(১) দৈর্ঘ্য প্রসারণ

(২) ক্ষেত্র প্রসারণ

(৩) আয়তন প্রসারণ।

১। **দৈর্ঘ্য প্রসারণঃ** তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাতে সাথে কটিন পদার্থের দৈর্ঘ্যর যে বৃদ্ধি ঘটে, তাকে দৈর্ঘ্য প্রসারণ বলা হয়।

২। **ক্ষেত্র প্রসারণঃ** তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাতে সাথে কটিন পদার্থের ক্ষেত্রফলের যে বৃদ্ধি বা প্রসারণ ঘটে, তাকে ক্ষেত্র প্রসারণ বলে।

৩। **আয়তন প্রসারণঃ** তাপমাত্রা বৃদ্ধির সাতে সাথে কটিন পদার্থের আয়তনের যে বৃদ্ধি যে বৃদ্ধি বা প্রসারণ ঘটে, তাকে আয়তন প্রসারণ বলে।

মনে করি , একটি বর্গাকার বস্তুর দৈর্ঘ্য 1 একক। এতে তাপ প্রয়োগ করলে α একক বৃদ্ধি পায়।

বস্তুর আদি দৈর্ঘ্য = 1 একক

বস্তুর দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় নতুন দৈর্ঘ্য = $(1 + \alpha)$একক

বস্তুর প্রাথমিক ক্ষেত্রফল = 1 বর্গ একক

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ার পর ক্ষেত্রফল = $(1 + \alpha)^2 = 1 + 2\alpha + \alpha^2$

$= 1 + 2\alpha$ [α^2 উচ্চঘাত বর্জন করে পাই]

$\therefore$ বস্তুর ক্ষেত্র প্রসারাঙ্ক, $\beta = 1 + 2\alpha - 1$

বা, $\beta = 2\alpha$

বা, $\alpha = \beta/2$.....(i)

আবার বস্তুর প্রাথমিক আয়তন = 1 একক

দৈর্ঘ্য বৃদ্ধি পাওয়ায় আয়তন = $(1 + \alpha)$ ঘন একক

$= 1 + 3\alpha^2 + 3\alpha + \alpha^3$

$= 1 + 3\alpha$ [$3\alpha^2$ ও α^3 উচ্চঘাত বলে বর্জন করে পাই]

$\therefore$ আয়তন প্রসারাঙ্ক, $\gamma = 1 + 3\alpha - 1$

বা, $\gamma = 3\alpha$

বা, $\alpha = \gamma/3$.....(ii)

(i) ও (ii) নং সমীকরণকে তুলনা করে পাই,

$\alpha = \gamma/3 = \beta/2$ বা, $6\alpha = 2\gamma = 3\beta$ $\therefore 6\alpha = 3\beta = 2\gamma$

(২) **তাপ পরিবাহিতা কাকে বলে? এর গাণিতিক রুপ দেখাও।**

[বাকাশিবো: ০২, ০৩R, ০৪R, ০৫R, ০৬, ০৬R, ০৭. ০৮, ০৯, ১০R, ১০, ১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৫]

উত্তরঃ কোন আয়তাকার পাতের উত্তপ্ত এবং শীতল পৃষ্ঠের তাপমাত্রা যথাক্রমে θ_H ও θ_c এদের মধ্যবর্তী দূরত্ব d এবং প্রতি পৃষ্টের ক্ষেত্রফল A উষ্ণ পৃষ্ঠ হতে শীতল পঠ t সময়ে যে পরিমাণ তাপ Q লম্বভাবে প্রবাহিত হয় তা নিম্নে কতকগুলো বিষয়ের উপর নির্ভরশীল। যথা:

i. পরিবাহিত তাপের পরিমাণ বিপরীত দুই পৃষ্ঠের তাপমাত্রার পার্থক্যের সমানুপাতিক।

ii. পরিবাহিত তাপের পরিমাণ পৃষ্ঠের ক্ষেত্রফলের সমানুপাতিক।

iii. পরিবাহিত তাপের পরিমাণ তাপ প্রবাহকালের সমানুপাতিক।

iv. পরিবাহিত তাপের পরিমাণ দুই বিপরীত পৃষ্ঠের মধ্যবর্তী দূরত্বের ব্যস্তানুপাতিক।

উপরোক্ত সংজ্ঞা অনুসারে লেখা যায়-

I. $Q \propto (\theta_H - \theta_c)$ [যখন A, t, d স্থির]

II. $Q \propto A$ [θ_H, θ_c t, d স্থির]

III. $Q \propto t$ [যখন θ_H, θ_c, A, d স্থির]

IV. $Q \propto \frac{1}{d}$ [যখন θ_H, θ_c, A, t স্থির]

যখন সকল পরিবর্তনশীল, তখন

$Q \propto \frac{A(\theta_H - \theta_c)}{d} t$

বা, $Q = K \frac{A(\theta_H - \theta_c)}{d} t$ (প্রমানিত)

অধ্যায় ০৩ তাপের প্রকৃতি এবং যান্ত্রিক সমতা

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	১৫
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	-
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	১৫

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	-	-	১টি
২০২৩	-	-	-
২০২২	-	-	১টি

" যা আমরা জানি , তা এক ফোঁটা;
যা জানি না, তা এক মহাসাগর।"

আইজ্যাক নিউটন

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১। **তাপের যান্ত্রিক সমতার মান লেখ।** [বাকাশিবো: ২০২১]

উত্তরঃ তাপের যান্ত্রিক সমতার মান হলো : J = 4.2 জুল/ক্যালরি।

২। **তাপের যান্ত্রিক সমতা কাকে বলে?**

[বাকাশিবো: ০২R, ০৩, ০৪R, ০৯R, ১০R, ১২R, ১৩, ১৩R, ১৪, ১৫R, ১৭, ১৮, ১৯R]

উত্তরঃ যে পরিমাণ কাজ সম্পূর্ণরূপে তাপে পরিণত হলে এক একক তাপ উৎপন্ন হয় তাকে তাপের যান্ত্রিক সমতা বলে।

৩। **সমোষ্ণ ও রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া কাকে বলে?**

উত্তরঃ যে প্রক্রিয়ায় গ্যাসের চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয় কিন্তু তাপমাত্রার পরিবর্তন হয় না তাকে সমোষ্ণ প্রক্রিয়া বলে এবং এই ধরনের পরিবর্তনকে সমোষ্ণ পরিবর্তন বলে।

যে প্রক্রিয়ায় বস্তুর চাপ ও আয়তনের পরিবর্তন হয় কিন্তু প্রক্রিয়াধীন বস্তু তাপ গ্রহণ বা বর্জন করতে পারে না সেই প্রক্রিয়াকে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়া বলে এবং এই পরিবর্তনকে রুদ্ধতাপীয় পরিবর্তন বলে।

৪। **জুলের সূত্রটি লেখ।** [বাকাশিবো: ০২, ০২R, ০৩, ০৭R, ০৮R, ১২R, ১৩, ১৪, ১৮, ১৮R]

উত্তরঃ যখন কোনো কাজ সম্পূর্ণরূপে তাপে এবং তাপ সম্পূর্ণরূপে কাজে রূপান্তরিত হয় তখন তাপ সর্বদা কাজের সমানুপাতিক।

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

১) **প্রমাণ কর যে, PV^{γ} = ধ্রুবক, যেখানে চিহ্নগুলো প্রচলিত অর্থ বহন করে।** [বাকাশিবো: ১৮, ২০, ২১, ২২]

উত্তরঃ মনে করি, এক মোল আদর্শ গ্যাস আছে। এতে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি করলে গ্যাসের তাপমাত্রা বৃদ্ধি পাবে এবং সেই সঙ্গে গ্যাস কিছু কাজ করবে অর্থাৎ দুভাবে ব্যয়িত হবে। ধরি, আয়তনের পরিবর্তন dV এবং তাপমাত্রার পরিবর্তন dT.

∴তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র হতে পাই,

dQ = du + dw .....(i)

dQ = $C_v dT + PdV$.....(ii)

রুদ্ধতাপ প্রক্রিয়ায় অনুযায়ী,

$C_v dT + PdV = 0$.....(iii)

আদর্শ গ্যাসের সমীকরণ হতে,

Pv = nRT

বা, Pv = RT

বা, PdV + Vdp = RdT

বা, $dT = \frac{PdV+VdP}{R}$ .....(iv)

∴ সমীকরণ (iv) এর মান (iii) এ বসাই,

$C_v\left(\frac{PdV+VdP}{R}\right) + PdV = 0$

বা, $C_v PdV + C_v Vdp + RPdV = 0$

বা, $C_v PdV + C_v Vdp + (C_p - C_v)PdV = 0$ [∵ $R = C_p - C_v$]

বা, $C_v PdV + C_v Vdp + C_p PdV - C_v PdV = 0$

বা, $C_v Vdp + C_p PdV = 0$

বা, $\frac{C_v Vdp}{PV} + \frac{C_p PdV}{PV} = 0$

বা, $\frac{C_v}{P}dp + \frac{C_p}{V}dV = 0$

বা, $\frac{C_v Vdp}{C_v} + \frac{C_p}{C_v}pdv = 0$

বা, $Vdp + \gamma pdv = 0$ $\left[\frac{C_p}{C_v} = \gamma\right]$

বা, $\frac{Vdp}{pv} + \frac{\gamma pdv}{pv} = 0$

বা, $\frac{dp}{p} + \frac{\gamma dv}{v} = 0$

বা, $\int\frac{dp}{p} + \int\frac{\gamma dv}{v} = 0$

বা, $lnP + \gamma lnV = lnK$

বা, $PV^\gamma = K$

∴ PV^γ = ধ্রুবক **(প্রমানিত)**

২) **প্রমাণ কর যে, $C_p - C_v = R$.** [বাকাশিবো: ১২, ১R২, ১৩, ১৩R, ১৪, ১৮R, ২১R, ২৪]

উত্তরঃ

স্থির আয়তনে 1 mol গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ

$C = \frac{dQ}{dT}$ বা, $dQ = C_v dt$

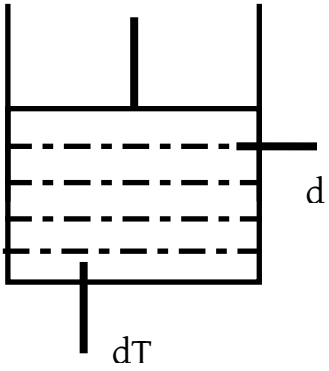
তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র হতে,

$dQ = dU + dW$ বা, $C_v$dt = du + PdV

যেহেতু স্থির আয়তনে তাই , dV = 0

$\therefore C_v$dt = du + 0

বা, du = $C_v$dt .....(i)



স্থির চাপে 1 mol গ্যাসের মোলার আপেক্ষিক তাপ

$C_p = \frac{dQ}{dT}$ বা, dQ = C_pdT

তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্র হতে,

$dQ = du + dW$

বা, $C_p dT = C_v dT$ + PdV

বা, $C_p dT$ - $C_p dT$ = RdT

বা, dT (C_p - C_v) = RdT

বা, C_p - C_v = R

$\therefore C_p$ - C_v = R (প্রমানিত)

৩) তাপগতিবিদ্যার ১ম সূত্রটি বিবৃত ও ব্যাখ্যা কর।

[বাকাশিবো: ০২, ০৪R, ০৬, ০৭R, ০৮ ,০৯, ১০R, ১০R, ১০, ১২, ১৮, ২০R]

উত্তরঃ তাপ গতিবিদ্যার প্রথম সূত্র: "যখন কোনো কাজ সম্পূর্ণরূপে তাপে বা তাপ সম্পূর্ণরূপে কাজে রূপান্তরিত হয় তখন তাপ সর্বদা কাজের সমানুপাতিক।" একে জুল এর সূত্র বা তাপগতিবিদ্যার প্রথম সূত্র বলে।

ব্যাখ্যা: যদি W পরিমাণ কাজ সম্পূর্ণরূপে তাপে পরিণত হওয়ায় H পরিমাণ তাপ উৎপন্ন হয় তবে, জুলের সূত্রমতে, W ∝ H

বা, W = JH

$\therefore$ J = $\frac{W}{H}$

এখানে J একটি ধ্রুবক যাকে তাপের যান্ত্রিক সমতা বলে। এটা উৎপন্ন তাপ এবং রূপান্তরিত কাজের মধ্যে সমতা রক্ষা করে।

যখন, Q = 1 হয় তখন, W=J

অতএব, এক একক তাপ উৎপন্ন করতে যে পরিমাণ কাজ প্রয়োজন হয় তাকে তাপের যান্ত্রিক সমতা বলে।

অধ্যায় ০৪ তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	১৯
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	১৯
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	২১

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	১টি	-	-
২০২৩	১টি	২টি	-
২০২২	২টি	২টি	১টি

"সবচেয়ে শক্তিশালী বা বুদ্ধিমান নয়, পরিবর্তনের সঙ্গে যে সবচেয়ে বেশি মানিয়ে নিতে পারে, সেই টিকে থাকে"

চার্লস ডারউইন

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১) **এনট্রপি কী?** [বাকাশিবো : ১২, ১৪, ১৬, ২১, ২১R, ২২, ২৪]

উত্তরঃ রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় তাপ স্থির থাকে অর্থাৎ তাপের আদান-প্রদান বন্ধ বাকে, যে কারণে রুদ্ধতাপীয় প্রক্রিয়ায় তাপের আদান-প্রদান বন্ধ থাকে এনট্রপি বলে।

২) **তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো: ২০, ২২]

উত্তরঃ বাইরের কোনো শক্তির সাহায্য ব্যতিরেকে কোনো স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রের পক্ষে নিম্ন তাপমাত্রার কোনো বস্তু হতে উক্ত তাপমাত্রায় বস্তুকে তাপের স্থানান্তর সম্ভব নয়।

৩) **প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া কী?** [বাকাশিবো: ২০২২]

উত্তরঃ তাপগতিবিদ্যার দৃষ্টিকোণ হতে আমরা সেই প্রক্রিয়াকে প্রজাগামী বলবো যা সম্মুখ পরিবর্তনের পর বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে এবং সম্মুখ ও বিপরীতমুখী পরিবর্তনের প্রতি স্তরে তাপ ও কার্যের ফলাফল সমান ও বিপরীতমুখী হয়।

৪) **ইঞ্জিনের মূলতত্ত্ব কী?** [বাকাশিবো: ১১, ১৩, ১৪, ২৩]

উত্তরঃ ইঞ্জিন একটি স্বয়ংক্রিয় যান- যা তাপ গতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র মেনে চলে। এক কথায় বলা যায়- রাসায়নিক শক্তি থেকে তাপশক্তি এবং তাপশক্তি থেকে যান্ত্রিক শক্তিতে পরিবর্তন হয়ে যে যান পরিচালিত হয় তাই ইঞ্জিন।

৫) **এনথালপি কাকে বলে?** [বাকাশিবো: ১৭r, ১৮, ১৯]

উত্তরঃ এনথালপি হলো তাপগতিবিদ্যার সিষ্টেমে অভ্যন্তরীন শক্তির চাপ ও আয়তনের গুনফলের যোগফল।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১। **প্রত্যাগামী ও অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ার মাঝে পার্থক্য লেখ।** [বাকাশিবো: ২০, ২১, ২২]

উত্তরঃ প্রত্যাগামী ও অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ার মাঝে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো-

প্রত্যাগামী প্রক্রিয়ার	অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়ার
১। যে প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করে এবং সম্মুখবর্তী ও বিপরীতমুখী প্রক্রিয়ার প্রতি স্তরে তাপ ও কাজের ফলাফল সমান ও বিপরীত হয় সেই প্রক্রিয়াকে প্রত্যাগামী প্রক্রিয়া বলে।	১। যে প্রক্রিয়া বিপরীতমুখী হয়ে প্রত্যাবর্তন করতে পারে না তাকে অপ্রত্যাগামী প্রক্রিয়া বলে।

২। কর্মশীল সংস্থা প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসে।	২। কর্মশীল সংস্থা প্রাথমিক অবস্থায় ফিরে আসতে পারে না।
৩। এটি অতি ধীর প্রক্রিয়া।	৩। এটি একটি দ্রুত প্রক্রিয়া।
৪। সংস্থা তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় রাখে।	৪। তাপগতীয় সাম্যাবস্থা বজায় রাখে না।
৫। এই প্রক্রিয়ায় অবক্ষয়ী ফলাফল দৃষ্ট হয় না।	৫। অবক্ষয়ী ফলাফল দৃষ্ট হয়।

২. **এনট্রপির তাৎপর্য লেখ।** [বাকাশিবো: ১৭, ২২, ২৩]

উত্তরঃ তাপগতিবিদ্যায় এনট্রপিন গুরুত্ব অপরিসিম। নিম্নলিখিত তাৎপর্য রয়েছে-

(১) এন্ট্রপি একটি প্রাকৃতিক রাশি যার মান তাপ ও পরম তাপমাত্রার অনুপাতের সমান।

(২) এটি বস্তুর একটি তাপীয় ধর্ম যা তাপ সঞ্চালনের দিক নির্দেশ করে।

(৩) এটি বস্তুর তাপগতীয় অবস্থা নির্ধারণে সহায়তা করে।

(৪) এটি তাপমাত্রা, চাপ, আয়তন, অন্তর্নিহিত শক্তি, চুম্বকীয় অবস্থার ন্যায় কোনো বস্তুর অবস্থা প্রকাশ করে।

(৫) এনট্রপি বৃদ্ধি পেলে বস্তু শৃঙ্খল অবস্থা (ordered state) হতে বিশৃঙ্খল অবস্থায় (disordered state) পরিণত হয়।

(৬) তাপমাত্রা ও চাপের ন্যায় একে অনুভব করা যায় না।

২। **বাষ্পীয় ইঞ্জিন ও পেট্রোল ইঞ্জিনের মাঝে পার্থক্য লেখ।** [বাকাশিবো: ০৩, ০৫, ১১r, ১২r, ১৪, ২০]

উত্তরঃ বাষ্পীয় ইঞ্জিন ও পেট্রোল ইঞ্জিনের মাঝে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো-

বাষ্পীয় ইঞ্জিন	পেট্রোল ইঞ্জিন
১. এটা একটি বহির্দহ ইঞ্জিন।	১. এটা একটি অন্তর্দহ ইঞ্জিন।
২. এখানে কার্যরত বাষ্প জলীয় বাষ্প।	২. এখানে কার্যরত বস্তু পেট্রোল বাষ্প ও বায়ুর মিশ্রণ।
৩. এখানে জ্বালানি হিসেবে কয়লা ব্যবহৃত হয়।	৩. এখানে পেট্রোল জ্বালানি হিসেবে ব্যবহৃত হয়।
৪. জলীয় বাষ্পের প্রসারণজনিত বল ইঞ্জিনের ক্রিয়া শুরু করে।	৪. পেট্রোল বাষ্পের বিস্ফোরক হতে উত্তপ্ত বায়ুর প্রসারণজনিত বল ইঞ্জিনের ক্রিয়া শুরু করে।
৫. উৎকেন্দ্রিক চাকা ও পাইড ভালভ আছে।	৫. এখানে পাইড ভাল্ভ ও উৎকেন্দ্রিক চাকা থাকে না।
৬. এটা ধীরে ধীরে শুরু করে।	৬. এটা দ্রুত প্রক্রিয়া শুরু করে।
৭. এখানে দু'টি ঘাতে একটি চক্র সম্পন্ন করে।	৭. এখানে চারটি ঘাতে একটি চক্র সম্পন্ন করে।
৮. একে চালিয়ে দিতে হয় না।	৮. একে চালিয়ে দিতে হয়।

৯. আকার বড় এবং ভারী	৯. আকার ছোট ও হালকা।
১০. এখানে জ্বালানি খরচ বেশি।	১০. এখানে জ্বালানির অপচয় কম।

৩। **অন্তর্দহ ও বহির্দহ ইঞ্জিনের মাঝে ৪ টি পার্থক্য লেখ।**[বাকাশিবো: ০২, ০৫, ০৮, ১১, ১২, ১২, ১৩, ২৪]

উত্তরঃ অন্তদার্হ ও বহির্দাহ ইঞ্জিনের মাঝে ৪ টি পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো-

অন্তর্দহ	**বহির্দাহ**
i. এই ইঞ্জিনে জ্বালানির দহন ক্রিয়া ইঞ্জিনের ভেতরে সম্পূর্ণ হয়।	i. এই ইঞ্জিনে জ্বালানির দহন ক্রিয়া ইঞ্জিনের বাইরে সম্পূর্ণ হয়।
ii. এই ইঞ্জিন চারটি ঘাতে একটি চক্র সম্পূর্ণ হয়।	ii. এই ইঞ্জিনে দুইটি ঘাতে একটি চক্র সম্পূর্ণ হয়।
iii. এর আকারে ছোট এবং হালকা।	iii. এটা আকারে বড় ও ভারি।
iv. জ্বালানির অপচয় কম ও তাপীয় দক্ষতা বেশি।	iv. জ্বালানির অপচয় বেশি ও তাপীয় দক্ষতা কম।

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

১। **তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি বর্ণনা কর।** [বাকাশিবো: ২০২২]

উত্তরঃ আমরা জানি যে, যান্ত্রিকশক্তি, শব্দশক্তি, আলোক শক্তি প্রভৃতি বিভিন্ন প্রকার শক্তি অতি সহজে তাপ শক্তিতে রূপান্তরিত হয়। কিন্তু তাপ শক্তিকে অতি সহজে অন্য শক্তিতে রূপান্তর করা যায় না। তবে তাপ শক্তিকে অন্য শক্তিতে রূপান্তর করতে হলে যন্ত্রের প্রয়োজন। এই যন্ত্রই তাপ ইঞ্জিন নামে পরিচিত। বিজ্ঞানী কার্নোট (Carnot) এই তাপ ইঞ্জিন নিয়ে বিস্তর গবেষণা করেন এবং এই সিদ্ধান্তে আসেন যে-

তাপকে কখনই সম্পূর্ণরূপে কাজে রূপান্তর করা সম্ভবপর নয়।

বিজ্ঞানী ক্লসিয়াস এবং কেলভিন পৃথক পৃথকভাবে কার্নোর উপরোক্ত তথ্যের যে সাধারণ রূপ দেন তাই তাপ-গতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র নামে পরিচিত। তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রটি বিভিন্নরূপে প্রকাশ করা যায়, তবে প্রত্যেকটি প্রস্তাবনার মূলভাব একই এবং তা হচ্ছে তাপ কখনো স্বতঃস্ফূর্তভাবে নিম্ন তাপমাত্রার বস্তু হতে উচ্চ তাপমাত্রার বস্তুতে যেতে পারে না। নিচে সূত্রটির বিশেষ কয়েকটি রূপ বর্ণনা করা হলো।

(ক) ক্লসিয়াসের বিবৃতি (Clausius's Statement): "বাইরের কোনো শক্তির সাহায্য ব্যতিরেকে কোনো স্বয়ংক্রিয় যন্ত্রের পক্ষে নিম্ন তাপমাত্রার কোনো বস্তু হতে উচ্চ তাপমাত্রার কোনো বস্তুতে তাপের স্থানান্তর সম্ভব নয়।"

উপরের বিবৃতি হতে এটি পরিষ্কার বুঝা যায় যে, তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্র পদার্থবিদ্যার অন্যান্য শাখার অন্তর্ভুক্ত বিভিন্ন ঘটনার সাথে সংগতিপূর্ণ। যেমন- বাইরে থেকে কোনো বস্তুর উপর কাজ সম্পন্ন না করলে বস্তু কখনই নিম্ন তল হতে উচ্চ তলে যেতে পারে না। পুনরায় কাজ না করলে নিম্ন বিভব তল হতে উচ্চ বিভব তলে বিদ্যুৎ প্রবাহিত হতে পারে না ইত্যাদি। উক্ত সূত্র হতে বুঝা যায় যে, উষ্ণতর বস্তু হতে শীতলতর বস্তুতে তাপ আপনা হতেই প্রবাহিত হতে পারে।

পাহাড়ের উপর থেকে কোনো বস্তু গড়িয়ে দিলে স্বাভাবিকভাবে বস্তুটি নিচে চলে আসে। কিন্তু নিচে থেকে উপরে নিতে হলে বাইরের শক্তি ব্যবহার করেই করতে হয়; অর্থাৎ বস্তুর ওপর কাজ করতে হয়। এই ঘটনা ক্লসিয়াস প্রদত্ত তাপগতিবিদ্যার দ্বিতীয় সূত্রের সত্যতা প্রমাণ করে।

(খ) কেলভিনের বিবৃতি (Kelvin's Statement):" কোনো বস্তুকে তার পরিপার্শ্বের শীতলতম অংশ হতে অধিকতর শীতল করে শক্তির অবিরাম সরবরাহ পাওয়া সম্ভব নয়।"

এই সূত্র হতে বুঝা যায় যে, তাপকে কাজে পরিণত করা যায় ততক্ষণ পর্যন্ত যে বস্তু হতে তাপ গ্রহণ করা যাবে তা তার পরিপার্শ্বের শীতলতম অংশ হতে অধিকতর শীতল হবে না। দুটি বস্তুর তাপমাত্রা সমান হলে ঐ বস্তুদ্বয়ের মধ্যে তাপের পরিমাণ যত কম বেশিই হোক না কেন এক বস্তু হতে অন্য বস্তুতে তাপ প্রবাহিত হবে না।

(গ) প্ল্যাংক-এর বিবৃতি (Planck's Statement): "কোনো তাপ উৎস হতে অনবরত তাপ শোষণ করবে এবং তা সম্পূর্ণরূপে কাজে রূপান্তরিত হবে এরূপ একটি তাপ ইঞ্জিন তৈরি করা সম্ভব নয়।"

(ঘ) কার্নোট'স বিবৃতি (Carnot's Statement): "কোনো নির্দিষ্ট পরিমাণ তাপ শক্তি সম্পূর্ণ বা পুরোপুরিভাবে যান্ত্রিক শক্তিতে রূপান্তর করার মতো যন্ত্র তৈরি সম্ভব নয়।

অধ্যায় ০৫ স্থির তড়িৎ

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	২৪
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	-
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	২৪

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	১টি	-	-
২০২৩	-	-	-
২০২২	২টি	-	-

"জীবনে ভয় পাওয়ার কিছু নেই,
শুধু বোঝার আছে"

মেরি কুরি

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১) **কুলম্বের সূত্রটি লেখ।** [বাকাশিবো:২০২২, ২৪]

উত্তরঃ নির্দিষ্ট মাধ্যমে দুটি বিন্দু আধানের মধ্যে ক্রিয়াশীল আকর্ষণ বা বিকর্ষণ বলের মান আধানদ্বয়ের গুণফলের সমানুপাতিক। এদের মধ্যবর্তী দূরত্বের বর্গের ব্যস্তানুপাতিক এবং এ বল আধানদ্বয়ের সংযোজন সরলরেখা বরাবর ক্রিয়া করে

২) **ধারক কী?** [বাকাশিবো: ২০২২]

উত্তরঃ কাছাকাছি স্থাপিত দুটি পরিবাহীর মধ্যবর্তী স্থানে অন্তরক পদার্থ রেখে তড়িৎ আধানরূপে শক্তি সঞ্চয় করে রাখার যান্ত্রিক কৌশলকে ধারক বলে।

৩) **এক কুলম্ব কাকে বলে?**

উত্তরঃ কোনো পরিবাহীর মধ্যদিয়ে এক অ্যাম্পিয়ার (1A) প্রবাহ এক সেকেন্ড (1s) চললে এর যেকোনো প্রস্থচ্ছেদ দিয়ে যে পরিমাণ আধান প্রবাহিত হয় তাকে এক কুলম্ব (1C) বলে।

$\therefore 1C = 1A \times 1s$

৪) **তড়িৎ প্রাবল্য কাকে বলে?**

উত্তরঃ ভড়িৎক্ষেত্রের কোনো বিন্দুতে একটি একক ধনাত্মক আধান স্থাপন করলে সেটি যে বল অনুভব করে তাকে ঐ বিন্দুর তড়িৎপ্রাবল্য বলে।

৫) **বিভব পার্থক্য কাকে বলে?**

উত্তরঃ প্রতি একক ধনাত্বক আধানকে তড়িৎক্ষেত্রের এক বিন্দু থেকে অন্য বিন্দুতে স্থানান্তর করতে সম্পন্ন কাজের পরিমানকে ঐ দুই বিন্দুর বিভব পার্থক্য বলে।

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

১) **বিন্দু আধানের দরুন তড়িৎ তীব্রতার রাশিমালা প্রতিপাদন কর।** [বাকাশিবো২০২১]

উত্তরঃ ধরা যাক, K তড়িৎ মাধ্যমাঙ্কবিশিষ্ট কোনো মাধ্যমে A বিন্দুতে একটি ধনাত্বক আধান +q অবস্থিত। এই আধান থেকে r দুরত্বে অবস্তিত P বিন্দুতে তড়িৎ প্রাবল্য নির্নয় করতে হবে।

ধরি P বিন্দুতে একটি ক্ষুদ্র আধান + q_0 স্থাপন করা হলো। এখন q আধানের উপর ক্রিয়াশীল বল,

$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K}\frac{qq_0}{r^2}$ .....(i)

কিন্তু তড়িৎ প্রাবল্য হচ্ছে একটি একক উপর বল।

সুতরাং, P বিনাদুর তড়িৎ প্রাবল্য,

$E = \frac{F}{q_0}$ .....(ii)

(i) সমীকরণ থেকে F এর মান (ii) নং সমীকরনে বসিয়ে পাই,

$E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0 K} \frac{qq_0}{r^2 q_0}$

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

+p চার্জটি শূন্যস্থানে বা বয়ু মাধ্যমে স্থাপিত হলে তড়িৎ মাধ্যমকে k এর মান 1 ধরা হয়।সেক্ষেত্রে তড়িৎ প্রাবল্য হবে,

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

এটাই তড়িৎ প্রাবল্য বা তীব্রতার রাশিমারা।

অধ্যায় ০৭ আলোর প্রতিফলন

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

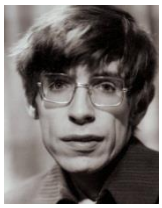
বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	২৭
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	২৭
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	২৯

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	-	-	-
২০২৩	-	-	-
২০২২	১টি	১টি	১টি

" সবসময় আকাশের তারার দিকে তাকাও,
পায়ের নিচে নয়"



স্টিফেন হকিং

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১) **গোলীয় দর্পণের প্রধান ফোকাস কাকে বলে?**[বাকাশিবো: ২,৫,৯৯R১০,১২,১২R, ১৫R, ১৬, ১৮R,১৯, ২২]

উত্তরঃ প্রধান অক্ষের সমান্তরাল কতিপয় আলোকরশ্মি যদি দর্পণে আপতিত হয় তাহলে প্রতিফলিত রশ্মিসমূহ প্রধান অক্ষের উপরস্থ একটি বিন্দুতে মিলিত হয় বা কোনো বিন্দু থেকে অপসারিত হচ্ছে বলে মনে হয় তাকে প্রধান ফোকাস বলে।

২) **কোন দর্পনের সাধারণ সূত্র কী?** [বাকাশিবো: ২০২১]

উত্তরঃ মেরু বিন্দু ও প্রতিবেদের দূরত্ব = u, প্রতিবিম্বের দূরত্ব = v এবং ফোকাস দূরত্ব = f হয় তবে- $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

৩) **বিবর্ধনের সংজ্ঞা লেখ।**[বাকাশিবো: ৯২, ০২R, ০৩, ০৩R, ০৬, ১০, ১১, ১২R, ১৩, ১৩R, ১৪, ১৪R, ১৫R]

উত্তরঃ প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য ও বস্তুর দৈর্ঘ্যের অনুপাতকে রৈখিক বিবর্ধন বলে।

এর গাণিতিক রূপ হলো- $m = \frac{l}{l_1}$

এখানে, l = প্রতিবিম্বের দৈর্ঘ্য

l_1 = বস্তুর দৈর্ঘ্য

m = রৈখিক বিবর্ধন

৪) **প্রতিবিম্ব কী?** [বাকাশিবো: ০২, ০৩, ০৫, ০৬R, ১০R, ১২, ১২T, ১৪, ১৫, ১৫R,]

উত্তরঃ কোনো বিন্দু থেকে আগত আলোকরশ্মি কোনো তলে প্রতিফলিত বা প্রতিসরিত হওয়ার পর যদি রশ্মিগুলো কোনো বিন্দুতে মিলিত হয় বা দ্বিতীয় কোনো বিন্দু থেকে অপসারিত হচ্ছে বলে মনে হয় তাহলে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর প্রতিবিম্ব বলে। প্রতিবিম্ব দুই প্রকার। যথা: (১) বাস্তব প্রতিবিম্ব ও (২) অবাস্তব প্রতিবিম্ব

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১। **বাস্তব ও অবাস্তব প্রতিবিম্বের মধ্যে পার্থক্য দেখাও।**

[বাকাশিবো: ০২R, ০৫R, ০৬, ১০, ১১, ১৪, ১৩, ১৫R, ১৭, ২০, ২১, ২২]

উত্তরঃ বাস্তব ও অবাস্তব প্রতিবিম্বের মধ্যে পার্থক্য দেওয়া হলো-

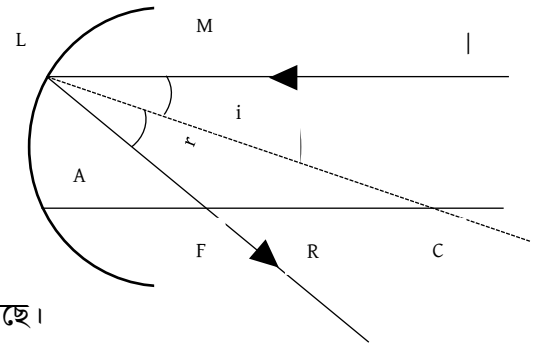
বাস্তব প্রতিবিম্ব	অবাস্তব প্রতিবিম্ব
(ক) কোন একটি বিন্দু হতে কতগুলোআলোক রশ্মি	(ক) কোন একটি বিন্দু হতে কতগুলো আলোক রশ্মি

গমন করে কোন একটি তলে পতিত হবার পর যদি প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত রশ্মিগুলো অপর কোন বিন্দুতে মিলিত হয় তবে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর বাস্তব বা প্রকৃত প্রতিবিম্ব বলে।	গমন করে একটি তলের উপর পতিত হবার পর যদি প্রতিফলিত রশ্মি অপর কোন একটি বিন্দু হতে অপসারিত হচ্ছে বলে প্রতীয়মান হয় তবে ঐ দ্বিতীয় বিন্দুকে প্রথম বিন্দুর অবাস্তব বা অলীক প্রতিবিম্ব বলে।
(খ) এটি প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত আলোক রশ্মির অভিসারী বিন্দুতে গঠিত হয়।	(খ) এটি প্রতিফলিত বা প্রতিসৃত আলোক রশ্মির অপসারী বিন্দুতে গঠিত হয়।
(গ) লক্ষ্যবস্তুর বাস্তব প্রতিবিম্ব অবতল দর্পণ ও উত্তল লেন্সে পাওয়া যায়।	(গ) দর্পণ ও লেন্স দ্বারা সৃষ্টি করা যায়। লক্ষ্যবস্তুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।
(ঘ) প্রকৃত অস্তিত্ব আছে।	(ঘ) প্রকৃত অস্তিত্ব নেই।
(ঙ) প্রতিবিম্ব উল্টা অবশীর্ষ হয়।	(ঙ) প্রতিবিম্ব সিধা বা সমশীর্ষ হয়।
(চ) পর্দায় ফেলা যায়।	(চ) পর্দায় ফেলা যায় না।

২। **অবতল দর্পনের ক্ষেত্রে দেখাও যে $F = \frac{r}{2}$** [বাকাশিবো: ১৮, ১৮R, ১৯, ২০]

উত্তরঃ মনেকরি, MAM' ক্ষুদ্র উন্মেষনবিশিষ্ট একটি অবতল দর্পনের প্রধান ছেদ। এর A মেরু বিন্দু, C বক্রতার কেন্দ্র এবং AC বক্রতার ব্যার্সাধ এবং AFC প্রধান অক্ষ।

মনেকরি, IL রশ্মি প্রধান অক্ষের সমান্তরালে দর্পনের L বিন্দুতে আপতিত হয়। আপতনের পর LR পথে প্রতিফলিত রশ্মিরূপে ফোকাস বিন্দু F এর মধ্য দিয়ে LR রশ্মিরূপে চলে যায় । C,L যোগ করি। CL দর্পনের বক্রতার ব্যার্সাধ বলে এটি L বিন্দুতে লম্ব।



সুতরাং ∠ILC = আপাতন কোণ = i

∠CLF = প্রতিফল কোণ = r

এখন প্রতিফলন সূত্রানুসারে

∠ILC = ∠CLF .....(i)

আবার CL, IL ও AC সমান্তরাল রেখাদ্বয়কে ছেদ করেছে।

∴ ∠ILC = ∠LCF .....(ii)

∴ সমীকরণ (i) ও (ii) হতে পাই,

∠LCF = ∠CLF .....(iii)

আবার, ΔLCF সমদ্বিবাহু ত্রিভুজের LF = FC .....(iv)

যেহেতু দর্পনটি ক্ষুদ্র উন্মেষবিশিষ্ট, L বিন্দু A বিন্দুর খুবই কাছাকাছি অবস্থিত হবে।

$\therefore$ LF =AF .....(v)

এখন সমীকরন (iv) ও (v) হতে পাই, AF = FC

সুতারাং F, AC এর মধ্যবিন্দু।

$\therefore$ AF = $\frac{1}{2}$ AC .....(vi)

চিহ্নের বাস্তব ধনাত্বক প্রথা অনুসারে AF = +f এবং AC = +r

সমীকরণ (vi) হতে লেখা যায় – F = $\frac{r}{2}$ ..... (vii)

অর্থাৎ ক্ষুদ্র উন্মেষনবিশিষ্ট কোনো গোলকের দর্পণের ফোকাস দূরত্ব বত্রতার ব্যাসার্ধের অর্ধেক।

৩। 30cm ফোকাস দূরত্ব বিশিষ্ট একটি অবতল দর্পন হতে কত দূরে একটি বস্তু স্থাপন করলে বাস্তব প্রতিবিম্বের আকার বস্তুর আকারের ৩ গুণ হবে? [বাকাশিবো: ০২, ১০R, ১২, ১৮, ১৯R]

উত্তরঃ আমরা জানি, $\frac{1}{u} + \frac{1}{v} = \frac{1}{f}$

বা, $\frac{1}{u} + \frac{1}{3u} = \frac{1}{30}$

বা, $\frac{3+1}{3u} = \frac{1}{30}$

বা, $\frac{4}{3u} = \frac{1}{30}$

বা, u = $\frac{30 \times 4}{3}$

বা, u = 40 cm

এখানে , ফোকাস দূরত্ব, f = 30 cm

বিবর্ধন, m = 3

আমরা জানি, m = $\frac{v}{u}$

বা, 3 = $\frac{v}{u}$

বা, v = 3u

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

১। উত্তল দর্পণের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$. [বাকাশিবো: ০০, ১৩, ১৫, ১৭, ১৮R, ১৯R, ২১, ২১R, ২২]

উত্তরঃ ধরা যাক, MOM' কম উন্মেষের একটি উত্তল দর্পণ।O দর্পণটির মেরু, F প্রধান ফোকাস, C বক্রতার কেন্দ্র, OFC প্রধান অক্ষ। A প্রধান অক্ষের উপরস্থ একটি বিন্দু বস্তু।

A হতে আগত একটি রশ্মি AP। এটি দর্পণের P বিন্দুতে আপতিত হয়ে PQ পথে প্রতিফলিত হয়। A হতে আগত অপর একটি রশ্মি AO। এটি প্রধান অক্ষ বরাবর গমন করে এবং মেরুতে আপতিত হয়। এ রশ্মি OA পথে প্রতিফলিত হয়। প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয়কে (PQ, OA) পশ্চাৎ দিকে বাড়ালে এরা B বিন্দুতে মিলিত হয়। B বিন্দুই A বিন্দুর প্রতিবিম্ব।

[প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় প্রকৃতপক্ষে B বিন্দুতে মিলিত হয় না। রশ্মিদ্বয় B বিন্দু হতে আসছে বলে মনে হয়। তাই B বিন্দু A বিন্দুর অবাস্তব প্রতিবিম্ব।]

CP যোগ করা হলো এবং N পর্যন্ত বাড়ানো হলো।

CP ⊥ MOM'

আপতন কোণ = ∠APN , প্রতিফলন কোণ = ∠NPQ .

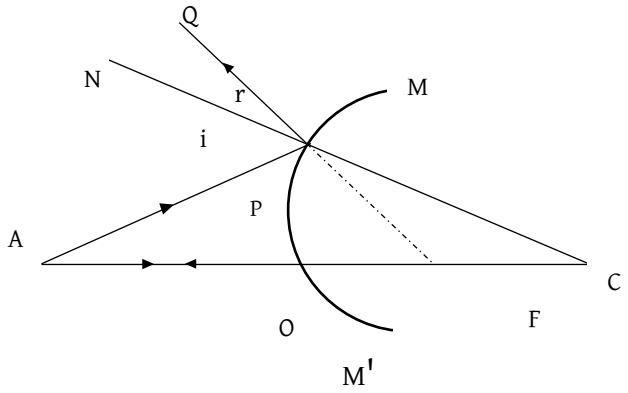
∠APN = ∠NPQ .....(i)

সুতরাং, ΔAPB-এর বহিঃসমদ্বিখণ্ডক হচ্ছে NPC

$\therefore \frac{PA}{PB} = \frac{AC}{BC}$ .....(ii)

ত্রিভুজের কোনো একটি কোণের বহিঃসমদ্বিখন্ডক বিপরীত বাহুকে উক্ত কোণ সংলগ্ন বাহুদ্বয়ের অনুপাতে বহিঃস্তভাবে বিভক্ত করে । দর্পণটি কম উন্মেষের তথা আকারে ছোট। তাই O এবং P বিন্দু খুবই নিকটে থাকবে।

∴ PA = OA ; PB = OB.....(iii)



সমীকরণ (ii) ও (iii) হতে পাই,

$\frac{OA}{OB} = \frac{AC}{BC} = \frac{OA+oc}{OC-OB}$ .....(iv)

চিহ্নের নতুন প্রথা অনুযায়ী,

এখানে, বস্তু দূরত্ব, u = OA

প্রতিবিম্ব দূরত্ব, - v = OB

বক্রতার ব্যাসার্ধ, - r = OC

এখন সমীকরণ (iv) হতে পাই,

$\frac{u}{-v} = \frac{u-r}{-r+v}$

বা, - uv + vr = -ur +uv

বা, ur + vr = 2uv

বা, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$ [উভয়পক্ষকে uvr দ্বারা ভাগ করে।

বা, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{f}$ **(প্রমানিত)** [∴ $f = \frac{2}{r}$] .....(v

২। অবতল দর্পণের ক্ষেত্রে প্রমাণ কর যে, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$.

[বাকাশিবো: ৯৮, ৯৯R, ০২R, ০৩R, ০৪, ০৪R, ০৫, ০৭, ০৭R, ১০, ১০R, ১১, ১২, ১২R, ১৩R, ১৪, ১৫, ১৫R, ১৬, ১৭, ১৮R, ২১, ২১R, ২২]

উত্তরঃ ধরা যাক, MOM'-একটি কম উন্মেষের অবতল দর্পণ। O দর্পণটির মেরু, F প্রধান ফোকাস, C বক্রতার কেন্দ্র, OFC' প্রধান অক্ষ। A প্রধান অক্ষের উপরস্থ একটি বিন্দু-বস্তু। ধরি, AO > F

A হতে আগত একটি রশ্মি AP। এটি দর্পণের P বিন্দুতে আপতিত হয়ে PQ পথে প্রতিফলিত হয়। A হতে আগত অন্য একটি রশ্মি AO। এটি প্রধান অক্ষ বরাবর গমন করে এবং মেরুতে আপতিত হয়। এ রশ্মি OA পথে প্রতিফলিত হয়।প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় (PQ এবং OA) B বিন্দুতে মিলিত হয়। B বিন্দুই A বিন্দুর প্রতিবিম্ব।

[প্রতিফলিত রশ্মিদ্বয় প্রকৃতপক্ষে B বিন্দুতে মিলিত হয়। তাই, B বিন্দু A বিন্দুর বাস্তব প্রতিবিম্ব।]

CP যোগ করা হলো। CP ⊥ MOM';

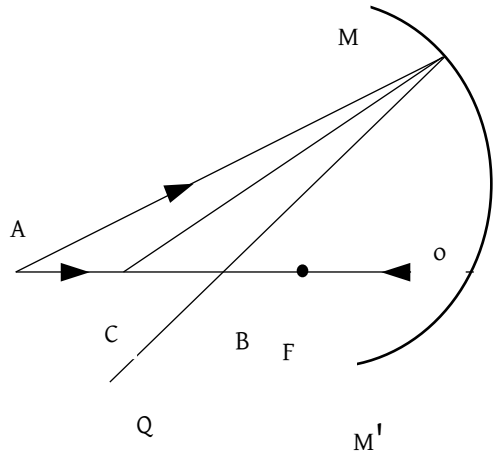
আপতন কোণ $\angle APN$

প্রতিফলন কোণ ∠BPC

∠APN = ∠BPC .....(i)

সুতরাং, ∠APB এর ∠P-এর অন্তঃসমদ্বিখণ্ডক হচ্ছে PC;

$\therefore \frac{PB}{PA} = \frac{BC}{AC}$.....(ii)



দর্পণটি কম উন্মেষের তথা আকারে ছোট। তাই, P বিন্দু O বিন্দুর খুবই নিকটে থাকবে।

∴PB = OB; PA = OA ..... (iii)

সমীকরণ (ii) ও (iii) হতে পাই,

$\frac{OB}{OA} = \frac{BC}{AC} = \frac{OC-OB}{OA-OC}$.....(iV)

এখানে, বস্তুর দূরত্ব, u = OA

প্রতিবিম্বের দূরত্ব, v = OA

বক্রতার ব্যাসার্ধ, r = OC

চিহ্নের নতুন প্রথা অনুসারে, (iv) নং সমীকরণের সবগুলো রাশিই ধনাত্মক।

এখন সমীকরণ (iv) হতে পাই, $\frac{v}{u} = \frac{r-v}{u-r}$

বা, ur − uv = uv − vr বা, ur + vr = 2uv

বা, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{r}$ (উভয়পক্ষকে uvr দ্বারা ভাগ করে)

বা, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{2}{2f}$ [∵r = 2f]

বা, $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ (প্রমানিত)

অধ্যায় ০৮ আলোর প্রতিসরন

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

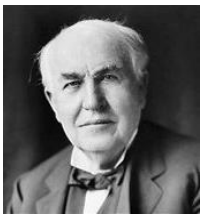
বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	৩৩
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	৩৪
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	৩৫

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	১টি	-	-
২০২৩	১টি	-	-
২০২২	১টি	১টি	-

" প্রতিভা এক শতাংশ অনুপ্রেরণা আর
নিরানব্বই শতাংশ পরিশ্রম "



থমাস আলভা এডিসন

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১। আলোকের প্রতিসরণের সূত্র দুটি লেখ।

[বাকাশিবো: ৯৭R, ৯৮, ৯৯, ০২R, ০৭R, ০৮, ০৮R, ১২, ১২R, ১৩, ১৮, ২২]

উত্তরঃ আলোকের প্রতিসরণের সূত্রদ্বয় নিম্নরূপ-

(১) আপতিত রশ্মি, প্রতিসৃত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে অংকিত অভিলম্ব একই সমতলে থাকে।

(২) এক জোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর তির্যক আপতনের ক্ষেত্রে, আপতন কোণের সাইন (sine) এর প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা ধ্রুব।

২। সংকট কোণ কাকে বলে?

[বাকাশিবো:৯৬, ৯৮, ০০R, ০৪, ০৪R, ০৭, ০৭R, ০৯, ১০, ১০R, ১১, ১২R, ১৩, ১৪, ১৫, ১৬, ১৮, ১৯, ২১]

উত্তরঃ আলোকরশ্মি ঘন থেকে হালকা মাধ্যমে গমনের সময় একটি নির্দিষ্ট আপতন কোণের জন্য। প্রতিসরণ কোণ 90° হয়, অর্থাৎ প্রতিসৃত রশ্মি বিভেদতল ঘেঁষে যায়। ঐ আপতন কোণকে সংকট কোণ বলে।

৩। লেন্সের আলোক কেন্দ্র কাকে বলে? [বাকাশিবো: ০৭, ১৫R, ১৬, ২১]

উত্তরঃ লেন্সের প্রধান অক্ষের উপর এমন একটি বিন্দু আছে যার মধ্যদিয়ে কোন আলোক রশ্মি গমন করলে এর দিকের কোন পরিবর্তন হয় না ঐ বিন্দুকে লেন্সের আলোক কেন্দ্র বলে।

৪। প্রতিসরণের দ্বিতীয় সূত্রটি লেখ।

উত্তরঃ এক জোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও নির্দিষ্ট রঙের আলোর জন্য আপতন কোণের সাইন ও প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত একটি ধ্রুব।

৫। পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন কাকে বলে? [বাকাশিবো: ১০, ১২R, ১৪, ১৫R, ১৬, ১৮, ১৯, ২১R]

উত্তরঃ আলোকরশ্মি ঘন থেকে লঘুতর মাধ্যমে গমনের সময় যদি আপতন কোণ সংকট কোণের চেয়ে বড় হয়, তাহলে বিভেদতলে প্রতিফলিত হয়ে আলো সম্পূর্ণরূপে প্রথম মাধ্যমে ফিরে আসে। এ ধরনের প্রতিফলনকে পূর্ণ অভ্যন্তরীণ প্রতিফলন বলে।

৬। প্রতিসরন কাকে বলে?

উত্তরঃ আলোকরশ্মি এক স্বচ্ছ মাধ্যম হতে অন্য স্বচ্ছ মাধ্যমে যাবার ফলে বিভেদতলে এর গতিপথের পরিবর্তন ঘটে , আলোকরশ্মির এই গতিপথের পরিবর্তন িকরাকে প্রতিসরণ বলা হয়।

৭। লেন্সের ক্ষমতা কাকে বলে? [বাকাশিবো: ৯৬, ৯৭R, ০২, ০৪, ০৫, ০৭, ১০R, ১১, ১৩, ১৫R, ১৬, ২৩, ২৪]

উত্তরঃ কোন লেন্স দ্বারা আলোক রশ্মিগুচ্ছের অভিসারিতা বা অপসারিতা উৎপাদনের সামর্থ্যকে তার ক্ষমতা বলে।ক্ষমতার একক ডায়অপ্টার (Dioptre)

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

(১) প্রতিসরণ এবং সংকট কোণের মাঝে সম্পর্ক স্থাপন কর।

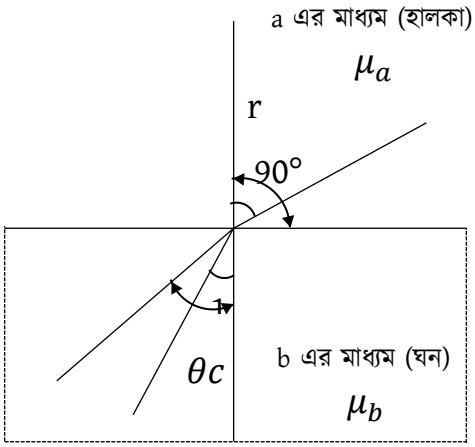
[বাকাশিবো:,০৩, ০৩R, ০৪, ০৬R, ০৭, ০৮R, ১১, ১৩, ১৪, ১৪R, ১৫, ১৫R, ১৬, ১৭, ১৯R, ২১, ২২]

উত্তরঃ ধরি, আলোকরশ্মি ঘন মাধ্যম b হতে হালকা মাধ্যম a তে প্রতিসৃত হয়।

যদি ঘন মাধ্যমে আপতন কোণ ও প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে i এবং μ_b হয় এবং হালকা মাধ্যমে প্রতিসরণ কোণ ও প্রতিসরাঙ্ক যথাক্রমে r এবং μ_a হয়, তবে স্নেলের সূত্রের সাধারণ রূপ থেকে পাই,

$\mu_b \sin i = \mu_a \sin r$

বা $\frac{\mu_b}{\mu_a} = \frac{\sin r}{\sin i}$



এখন ঘন মাধ্যম সংকট কোণ θc হলে হালকা মাধ্যমে 90° হবে। অর্থাৎ $i = \theta_c$ এবং $r = 90°$ হলে

$\frac{\mu_b}{\mu_a} = \frac{\sin 90°}{\sin \theta_c}$ [$\because \sin 90° = 1$]

এখন হালকা মাধ্যম বায়ু হলে $\mu_a = 1$ এবং ঘন মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক μ হলে

$\mu = \frac{1}{\sin \theta_c}$

বা $\sin \theta_c = \frac{1}{\mu}$

এটাই প্রতিসরাঙ্ক এবং সংকট কোণের মাঝে সম্পর্ক। এটি হতে বলা যায় কোনো মাধ্যমের সংকট কোণের সাইন ঐ মাধ্যমের প্রতিসরান্তের বিশ্বরীত সংখ্যার।

(২) প্রতিসরনের সূত্রটি বর্ণনা কর।

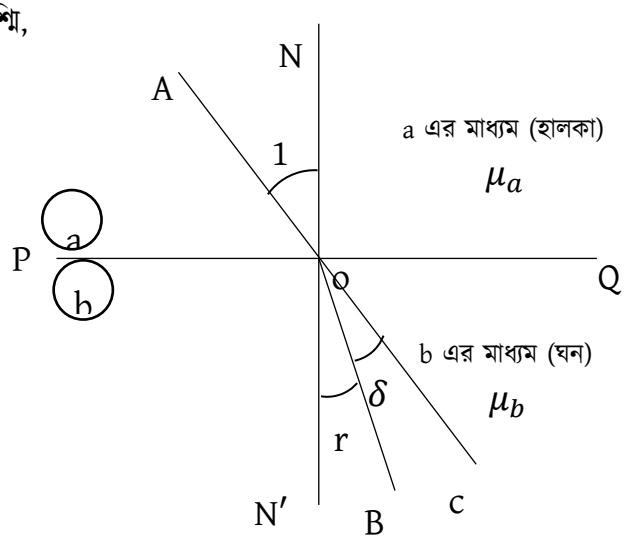
[বাকাশিবো: ৯৬, ৯৭R, ৯৮, ৯৯, ০২R, ০৭R, ০৮R, ১২, ১৩R, ১৪R, ১৫]

উত্তরঃ আলোর প্রতিসরণ দুটি সূত্র মেনে চলে। সূত্রদ্বয় নিম্নরূপ:

i. আপতিত রশ্মি, প্রতিসৃত রশ্মি এবং আপতন বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব একই সমতলে থাকে।

ii. এক জোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যম ও একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোর তির্যক আপতনের ক্ষেত্রে, আপতন কোণের সাইন (sine) এবং প্রতিসরণ কোণের সাইনের অনুপাত সর্বদা ধ্রুব।

iii. **১ম সূত্রের ব্যাখ্যা:** পাশের চিত্রে, AO আপতিত রশ্মি, OB প্রতিসৃত রশ্মি এবং NON' আপতন বিন্দুতে অঙ্কিত অভিলম্ব। সূত্র অনুযায়ী, AO, OB এবং NON' একই সমতলে অবস্থান করবে। চিত্রে, কাগজ পৃষ্ঠই উক্ত সমতল।



২য় সূত্রের ব্যাখ্যা: চিত্রে এক জোড়া নির্দিষ্ট মাধ্যমের ক্ষেত্রে প্রতিসরণ দেখানো হয়েছে। ধরা যাক, একটি নির্দিষ্ট বর্ণের আলোকরশ্মি আপতিত হচ্ছে। ২য় সূত্র অনুযায়ী,

$\frac{\sin i}{\sin r}$ = ধ্রুবক

এ ধ্রুবককে প্রতিসরাঙ্ক (Refractive Index) বলে। একে μ (মিউ) দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

$\mu = \frac{\sin i}{\sin r}$ .....(I)

প্রতিসরণের সাথে জড়িত মাধ্যমদ্বয়ের প্রকৃতির উপর μ এর মান নির্ভর করে। সেজন্য μ কে প্রথম মাধ্যম সাপেক্ষে দ্বিতীয় মাধ্যমের প্রতিসরাঙ্ক বলা হয়। প্রতিসরণের এ সূত্রটি বিজ্ঞানী স্নেল আবিষ্কার করেন। তাই এটি স্নেলের সূত্র (Snell's law) নামে পরিচিত। স্নেল-এর সূত্রের একটি সাধারণ রূপও আছে। আপতন কোণ পরিবর্তিত হলে প্রতিসরণ কোণও পরিবর্তিত হবে। তবে তাদের সাইন অনুপাত ধ্রুব থাকবে i_1 , i_2, i_3 এ তিনটি আপাতন কোণের জন্য প্রতিসরণ কোণ যথাক্রমে r_1, r, r_3 হলে, $\frac{\sin i_1}{\sin r_1} = \frac{\sin i_2}{\sin r_2} = \frac{\sin i_3}{\sin r_3} = \mu$

(I) নং সমীকরণ হতে দেখা যায় যে, প্রতিসরাঙ্কের কোনো একক নেই।

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

১) **নূন্যতম বিচ্যুতির রাশিমালা নির্ণয় কর।**

[বাকাশিবো: ০৪, ০৮, ০৯R, ১০R, ১২R, ১৩, ১৪, ১৪R, ১৫, ১৫R, ১৮R, ১৯]

উত্তরঃ মনেকরি, ABC একটি প্রিজম। এতে PQ আলোকে রশ্মি আপতিত হয়ে QR পথে প্রতিসারিত হয়। এবং RS পথে নির্গত হয়।

চিত্র হতে পাই, ∠RUT = বিচ্যুতি কোন = δ

AB রেখায়, $\angle PQN = i_1$

$\angle RQN = r_1$

AC রেখায়, $\angle SPN' = i_2$

$\angle QRO = r_2$

ΔGUR এ , $\angle RUT = \angle RQU + \angle QRU$

বা, $\delta = i_1 - r_1 + i_2 - r_2$

বা, $\delta = i_1 + i_2 - (r_1 + r_2)$ .....(i)

Δ QOR এ, $\angle O + r_1 + r_2 = \angle A + \angle O$

বা, $r_1 + r_2 = \angle A$ .....(ii)

(i) ও (ii) নং হতে পাই,

$\delta = i_1 + i_2 - (r_1 + r_2)$

$= i_1 + i_2 - \angle A$ .....(iii)

ন্যূনতম বিচ্যুতি কোনো ক্ষেত্রে,

$i_1 = i_2$, $r_1 = r_2$ এবং $\delta = \delta_m$

(ii) নং হতে,

$r_1 + r_2 = A$

বা, $r_1 + r_1 = A$

বা, $2r_1 = A$

বা, $r_1 = \frac{A}{2}$ .....(iv)

(iii) নং হতে পাই,

$i_1 + i_2 - A = \delta$

বা, $i_1 + i_2 - A = \delta_m$

বা, $2i_1 = A + \delta_m$

বা, $i_1 = \frac{A + \delta_m}{2}$

আলোর প্রতিসারাঙ্ক, $\mu = \frac{\sin i_1}{\sin r_1}$

$\mu = \frac{\sin \frac{A + \delta_m}{2}}{\sin \frac{A}{2}}$

অধ্যায় ১০ ফটোইলেকট্রিক প্রভাব

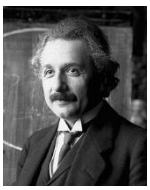
এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	৩৮
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	৩৮
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	৩৯

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	-	-	-
২০২৩	-	-	-
২০২২	১টি	১টি	১টি



" যে কখনও ভুল করেনি ,
সে নতুন কিছু করার চেষ্টা করে নাই "

আলবার্ট আইনস্টাইন

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১) **X রাশ্মি কী?** [বাকাশিবো: ১২, ১২R, ১২T, ১৩R, ১৫R, ১৯R, ২১R, ২২]

উত্তরঃ দ্রুত গতি সম্পূর্ণ কোন ইলেকট্রন কোন ধাতুকে আঘাত করলে তা থেকে উচ্চ ভেদন ক্ষমতা সম্পন্ন অজানা এক প্রকার রশ্মি উৎপন্ন হয়। এ রশিকে X-রশ্মি বলে।

২) **ফটো তড়িৎ প্রক্রিয়া কী?** [বাকাশিবো: ১২R, ১২T, ১৩, ১৪, ১৪,R ১৫, ১৫R, ১৬, ২১, ২১R]

উত্তরঃ কোন ধাতব পদার্থের উপর উপযুক্ত তরঙ্গদৈর্ঘ্যের আলো ফেললে উক্ত পদার্থ থেকে ইলেকট্রন নিঃসৃত হয়। আলোর প্রভাবে ইলেকট্রনের নিঃসরণের এ প্রক্রিয়াকে আলোক তড়িৎ ক্রিয়া বলে।

৩) **ক্যাথোড রাশ্মি কী?** [বাকাশিবো: ১১R, ১৩R, ১৫R, ১৮]

উত্তরঃ ক্ষরণ নলে বায়ুচাপ যখন 0.01 mm পারদ চাপের কাছাকাছি থাকে তখন এক ধরনের রশ্মি ক্যাথোড থেকে নিঃসৃত হয়ে অ্যানোডের দিকে প্রবাহিত হয়। এ রশ্মিকে ক্যাথোড রশ্মি বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১। **আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যগুলো লেখ।** [বাকাশিবো: ১১, ১১R, ১২, ১৩, ১৬, ১৭, ১৮, ১৯, ২১, ২২]

উত্তরঃ আলোক তড়িৎ ক্রিয়ার বৈশিষ্ট্যসমূহ নিচে আলোচিত হলো:

i. আলোকরশ্মি আপতিত হওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই আলোক তড়িৎ ক্রিয়া আরম্ভ হয় এবং আলোকরশ্মির আপতন বন্ধ হওয়ার সঙ্গে সঙ্গেই এই ক্রিয়া বন্ধ হয় অর্থাৎ এটি একটি তাৎক্ষণিক ঘটনা।

ii. প্রত্যেক ধাতু হতে আলোক ইলেকট্রন র্নিগমনের জন্য আপতিত রশ্মির একটি নূন্যতম কম্পাঙ্ক থাকে যার নাম প্রারম্ব কম্পাঙ্ক।

iii. বিভিন্ন ধাতুর ক্ষেত্রে প্রারম্ভ কম্পাঙ্ক বিভিন্ন।

iv. আলোক ইলেকট্রনের বেগ কোনো নির্দিষ্ট শীর্ষ মানের মধ্যে হতে পারে।

v. আলোক ইলেকট্রনের সর্বোচ্চ গতিবেগ আপতিত রশ্মির কম্পাঙ্কের সমানুপাতিক।

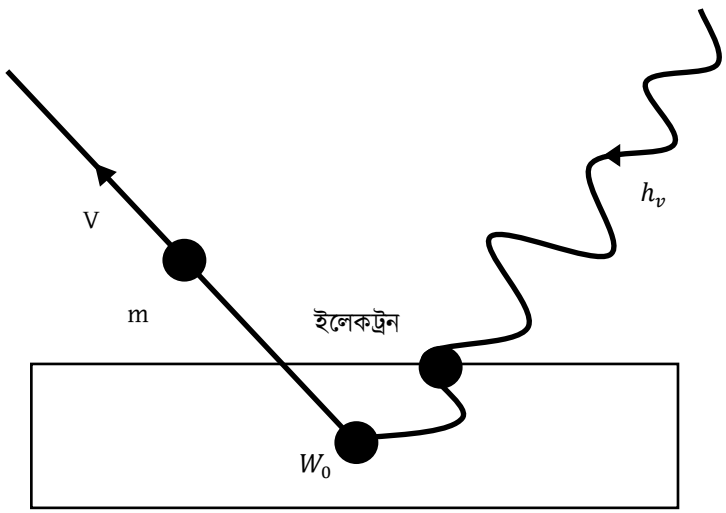
vi. আলোক ইলেকট্রন নির্গমনের হার আপতিত আলোকের প্রাবল্যের সমানুপাতিক

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

(১) আইনস্টাইনের আলোক তড়িৎ সমীকরণটি প্রতিবাদন কর।

[বাকাশিবো: ১১, ১১R, ১২, ১৪R, ১৫, ১৫R, ১৬, ২০, ২১, ২২]

উত্তরঃ মনে করি, hv শক্তিবিশিষ্ট একটি ফোটন আপতিত হলে ধাতব পাত্রের সাথে সংঘাত হয়। ঐ পরমানু ফোটনের সমান শক্তি গ্রহন করে।



ধাতব পাত

এখানে E = hv এ v ফোটনের কম্পাঙ্ক h = প্ল্যাকের ধ্রুবক, E = মোট ফোটন শক্তি।

অতএব শক্তির নিত্যতা সূত্রানুযায়ী,

∴ মোট ফোটনের শক্তি = ইলেকট্রন মুক্ত করার প্রয়োজনীয় শক্তি + ইলেকট্রনের গতিশক্তি

$hv = \frac{1}{2} mv^2 + W$

বা, $\frac{1}{2} mv^2 = hv - W$ .....(i)

যদি W এর পরিমান সর্বোনিম্ন হয় (W_0) তাহলে গতিশক্তি হবে সবোর্চ্চ $\frac{1}{2} mv^2{}_{max}$

(i) নং হতে পাই

$\frac{1}{2} mv^2{}_{max} = hv - W$

এটাই হলো আইনস্টাইনের আলোক তড়িৎ সমীকরণ।

অধ্যায় ১১ পরমাণুর গঠন

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

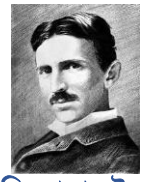
বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	৪১
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	৪১
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	-

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	-	-	-
২০২৩	-	-	-
২০২২	-	২টি	-

" যদি তুমি মহাবিশ্বের রহস্য জানতে চাও,
তবে শক্তি, কম্পন ও ফ্রিকোয়েন্সির ভাষায় ভাবো "



নিকোলা টেসলা

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১. ইলেকট্রন কী ? এটার চার্জের পরিমান লিখ। এর ভর কত ?

[বাকাশিবো: ১১, ১৩, ১৫]

উত্তরঃ পরমাণুর অভ্যন্তরস্থ ঋনাত্বক চার্জধর্মী কণিকা হচ্ছে ইলেকট্রন। এটার চার্জের পরিমান 1.6×10^{-19} কুলম্ব। এর ভর 9.1×10^{-31}KG

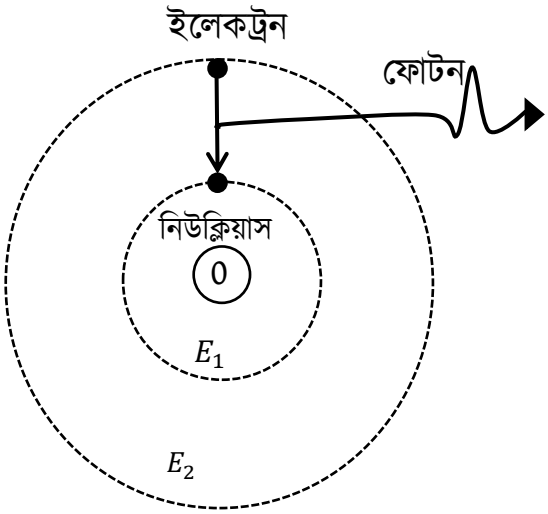
সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১। বোর পরমাণুর মডেলের স্বীকার্যগুলো লেখ । [বাকাশিবো: ১১, ১১R, ১২, ২২]

উত্তরঃ বোর এর স্বীকার্য :

প্রথম স্বীকার্য : কোনো স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে ইলেকট্রনের মোট কৌণিক ভরবেগ $\frac{h}{2\pi}$ এর পূর্ণ সংখ্যার গুণিতক হার, এখানে h হলো প্ল্যাঙ্কের ধ্রুবক।

এর অর্থ এই যে r ব্যাসার্ধের স্থায়ী কক্ষে m ভরবিশিষ্ট ইলেকট্রন v দ্রুতিতে আবর্তিত হলে এর কৌণিক ভরবেগ $mvr = L = \frac{nh}{2\pi}$ এখানে n একটি পূর্ণ সংখ্যা। বিভিন্ন কক্ষপথের জন্য n-এর মান বিভিন্ন হয়। নিউক্লিয়াসের অবস্থানের সাপেক্ষে ১ম, ২য়, ৩য় ইত্যাদি স্থায়ী কক্ষপথের জন্য n = 1, 2, 3 ইত্যাদি হয়; কিন্তু শূন্য নয়। n -কে কক্ষপথের মুখ্য কোয়ান্টাম সংখ্যা (Principal quantum number) বলে।



দ্বিতীয় স্বীকার্য: পরমাণুস্থ ইলেকট্রনসমূহ ইচ্ছাকৃত যেকোনো ব্যাসার্ধের কক্ষপথে অর্থাৎ সব সম্ভাব্য কক্ষপথে নিউক্লিয়াসের চারদিকে পরিভ্রমণ করতে পারে না। বরং কয়েকটি পৃথক পৃথক নির্দিষ্ট ও সুবিধাযুক্ত বৃত্তাকার কক্ষপথে পরিভ্রমণ করে। এই কক্ষপথগুলোরে স্থায়ী ও অবিকিরণযোগ্য কক্ষপথ বলে। এই স্থায়ী কক্ষপথে আবর্তনকালে ইলেকট্রনসমূহ কখনো শক্তি বিকিরণ করে না।

তৃতীয় স্বীকার্য: যখনই কোনো ইলেকট্রন একটি সুবিধাযুক্ত কক্ষপথ হতে অপর একটি সুবিধাযুক্ত কক্ষপথে লাফ দেয়, তখন শক্তির বিকিরণ বা শোষণ ঘটে। যদি ইলেকট্রন উচ্চতর সুবিধাযুক্ত কক্ষপথ হতে নিম্নতর সুবিধাযুক্ত কক্ষপথে লাফ দেয়, তবে শক্তির বিকিরণ ঘটে [পাশের চিত্রে)। আর যদি ইলেকট্রন নিম্নতর সুবিধাযুক্ত কক্ষপথ হতে উচ্চতর সুবিধাযুক্ত কক্ষপথে লাফ দেয় তবে শক্তির শোষণ ঘটে। এই বিকিরিত বা শোষিত শক্তির পরিমাণ ঐ দুটি কক্ষপথের শক্তির বিয়োগফলের সমান এবং এর মান এক কোয়ান্টাম অর্থাৎ hv

এখানে, $E = E_2 \sim E_1 = hv$

E = বিকিরিত বা শোষিত শক্তি,

E_1 = নিম্নতর কক্ষপথের শক্তি ও

E_2 = উচ্চতর কক্ষপথের শক্তি।

একে বোর-এর কম্পাঙ্ক শর্ত বলে।

অধ্যায় ১২ নিউক্লিয়ার পদার্থবিজ্ঞান

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	৪৪
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	৪৪
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	৪৫

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	-	-	-
২০২৩	১টি	১টি	১টি
২০২২	১টি	-	-

" বিজ্ঞান শুধু জ্ঞানের ভাণ্ডার নয়,
এটা চিন্তা করার এক বিশেষ ধারা "

কার্ল সেগান

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১. **অর্ধায় কী?** [বাকাশিবো: ১২, ১৩R, ১৫, ২২]

উত্তরঃ কোনো তেজস্ক্রিয় পদার্থের উপস্থিত অক্ষত পরমাণুগুলোর অর্ধেক পরিমাণ ক্ষয় হতে যে সময় লাগে তাকে অর্ধায়ু বলে।

২. **তেজস্ক্রিয় রশ্মিগুলোর নাম লেখ।** [বাকাশিবো: ১৭, ২১]

উত্তরঃ পরীক্ষা-নিরীক্ষার সাহায্যে দেখা যায় যে, তেজস্ক্রিয় পদার্থ হতে তিন প্রকার রশ্মি নির্গত হয়। যথা-

i. আলফা রশ্মি (α - rays)

ii. বিটা রশ্মি (β - rays)

iii. গামা রশ্মি (γ - rays)।

৩. **তেজস্ক্রিয়তা কী?** [বাকাশিবো: ১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৪R, ১৫, ১৫R, ১৬, ২১]

উত্তরঃ কোন পদার্থ হতে স্বতঃস্ফুর্তভাবে কণা ও রশ্মি নির্গত হওয়ায় প্রক্রিয়াকে তেজস্ক্রিয়তা বলে।

৪. **নিউক্লিয়ার ফিউশন কী?** [বাকাশিবো: ১২R, ১৩, ১৩R, ১৪R, ১৫, ১৬, ১৮R, ২৩]

উত্তরঃ যে প্রক্রিয়ায় একাধিক হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে একটি অপেক্ষাকৃত ভারি নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে ফিউশন বা নিউক্লীয় সংযোজন বলে।

৫. **নিউক্লিয়ার ফিশন কী?** [বাকাশিবো: ১১, ১২, ১৩, ১৪, ১৪R, ১৫R, ১৬, ১৮R]

উত্তরঃ যে প্রক্রিয়ায় ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াস বিশ্লিষ্ট হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নিউক্লিয়াস তৈরি হয় এবং বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয় তাকে নিউক্লিয়ার ফিশন বলে।

সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

১। **ফিশন এবং ফিউশন ব্যাখ্যা কর।** [বাকাশিবো: ১৪, ১৬, ২১]

উত্তরঃ ফিশন বা নিউক্লিয়ার বিভাজন (Fission): যে প্রক্রিয়ায় ভারী পরমাণুর নিউক্লিয়াস বিশ্লিষ্ট হয়ে প্রায় সমান ভরের দুটি নিউক্লিয়াস তৈরি হয় এবং বিপুল পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়, তাকে ফিশন বা নিউক্লিয়ার বিভাজন বলে।

উদাহরণ: ইউরেনিয়াম নিউক্লিয়াসকে উচ্চ শক্তিসম্পন্ন নিউট্রন, প্রোটন বা ডিউটেরন দ্বারা আঘাত করলে নিউক্লিয়াসের ফিশন ঘটে।

$^{235}_{92}U + n^1 \rightarrow [\,^{235}_{92}U\,] \rightarrow \,^{141}_{56}Ba + \,^{92}_{36}K_r + 3 + n^1 +$ শক্তি

ফিউশন বা নিউক্লীয় সংযোজন (Fusion): যে প্রক্রিয়ায় একাধিক হালকা নিউক্লিয়াস একত্রিত হয়ে একটি অপেক্ষাকৃত ভারী নিউক্লিয়াস গঠন করে এবং অত্যধিক শক্তি নির্গত হয়, তাকে ফিউশন বা নিউক্লীয় সংযোজন বলে। এজন্য ফিউশনকে ফিশনের বিপরীত প্রক্রিয়া বলা হয়। ফিউশন অত্যধিক উচ্চ তাপমাত্রায় সংঘটিত হয় বলে এ বিক্রিয়াকে তাপ-নিউক্লীয় বিক্রিয়া (Thermo-Nuclear Reaction) বলে। এই তাপমাত্রার মান প্রায় 108°C।

২। **অর্ধায়ু ও অবক্ষয় ধ্রুবকের মাঝে পার্থক্য স্থাপন কর।**[বাকাশিবো:১২, ১২, ১৩, ১৪, ১৪R, ১৫, ১৮, ১৮R, ২৩]

উত্তরঃ তেজস্ক্রিয় ভাঙনের সূত্র হতে আমরা জানি, $N = N_0e^{-\lambda t}$

যদি $N = \frac{N_0}{2}$ এবং $t = t_{1/2}$ বা T হয় তাহলে,

$N = N_0e^{-\lambda t}$

বা, $\frac{N_0}{2} = N_0e^{-\lambda t}$

বা, $\frac{1}{2} = e^{-\lambda t}$

বা, $ln\,(\frac{1}{2}) = -\lambda t_{1/2}$

বা, $ln\ 1 - ln\ 2 = -\lambda t_{1/2}$

বা, $0 - 0.693 = -\lambda t_{1/2}$

বা, $t_{1/2} = \frac{0.693}{\lambda}$

$\therefore T = \frac{0.693}{\lambda}$

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

(১) **তেজস্ক্রিয় ক্ষয়সূত্রটি লেখ এবং প্রতিপাদন লেখ।** [বাকাশিবো: ১১, ১২, ১৫, ১৫R, ২০, ২১, ২১R, ২৩]

উত্তরঃ কোনো পদার্থ হতে স্ব স্বতঃস্ফূর্তভাবে কণা এবং রশ্মি নির্গত হওয়রে প্রক্রিয়াকে তেজস্ক্রিয়া বলে। যে সমস্ত পদার্থ হতে এই সমস্ত কণা বা রশ্মি নির্গত হয় তাকে তেজস্ক্রিয় পদার্থ বলে। তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের সূত্র হতে পাই,

কোনো মুহূর্তে তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙন বা অবক্ষয়ের হার ঐ সময়ে উপস্থিত অক্ষত পরমাণুর সমানুপাতিক।

যদি তেজস্ক্রিয় পরমাণুর ভাঙনের হার $\frac{dN}{dt}$ এবং t সময়ে অক্ষত পরমাণুর সংখ্যা N হয়, তবে

$-\frac{dN}{dt} \propto N$

বা, $\frac{dN}{dt} \propto -N$

বা, $\frac{dN}{dt} = -\lambda N$

বা, $\frac{dN}{N} = -\lambda dt$

বা, $\int \frac{dN}{N} = \int -\lambda dt$

বা, $\int \frac{dN}{N} = -\lambda \int dt$

বা, $lnN = -\lambda t + C$

এখানে , $N = N_0$ এবং $t = 0$ হলে C এর মান হবে lnN_0

বা, $lnN = -\lambda t + lnN_0$

বা, $lnN - lnN_0 = -\lambda t$

বা, $ln\frac{N}{N_0} = -\lambda t$

বা, $\frac{N}{N_0} = e - \lambda t$

$\therefore N = N_0 e^{-\lambda t}$

এটাই তেজস্ক্রিয় ক্ষয়ের সুত্র।

অধ্যায় ১৪ আপেক্ষিক তত্ত্ব এবং জ্যোতিঃপদার্থবিদ্যা

এই অধ্যায়ের প্রধান সূচিপত্র (contants)

বিষয়	পৃষ্ঠা নং
❖ সূত্রাবলী ও শর্টকার্ট টেকনিক	-
❖ অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	৪৮
❖ সংক্ষিপ্ত প্রশ্নাবলি	-
❖ রচনামূলক প্রশ্নাবলি	৪৮

বোর্ড প্রশ্নাবলির বিশ্লেষন (Board Questions Analysis)

এই অধ্যায় থেকে বিগত তিন বছরের ডিপ্লোমা ইন ইঞ্জিনিয়ারিং, ডিপ্লোমা ইন টেক্সটাইল, ডিপ্লোমা ইন এগ্রিকালচার, ডিপ্লোমা ইন মেরিন পরীক্ষায় মোট প্রশ্ন....নিচে 'Board Questions Analysis' অংশে এই অধ্যায় থেকে কোন সালে কোন বোর্ডে কতটি প্রশ্ন হয়েছে তা দেখানো হলো।

সাল / বোর্ড	অতিসংক্ষিপ্ত	সংক্ষিপ্ত	রচনামূলক
২০২৪	-	-	১টি
২০২৩	-	-	১টি
২০২২	২টি	-	-

" জ্ঞান নয়,
শেখার প্রক্রিয়াই সবচেয়ে বেশি আনন্দ দেয় "

কার্ল ফ্রিডরিখ গাউস

অতি সংক্ষিপ্ত প্রশ্নোত্তর

(১) আপেক্ষিক তত্ত্ব কী? [বাকাশিবো: ১৯R, ২২]

উত্তরঃ আইনস্টাইন স্পষ্ট ভাষায় ব্যক্ত করেন যে স্থান, কাল এবং ভর এদের কোনোটিই নিরপেক্ষ নয়। এই তিনটি বিষয়ের প্রত্যেকটি অন্য কোনো কিছুর সাপেক্ষে বিবেচিত হবার নামই আপেক্ষিকতা।

(২) আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য দুটি লেখ। [বাকাশিবো: ১২R, ১৪, ১৬, ১৮R, ২১]

উত্তরঃ আপেক্ষিকতার বিশেষ তত্ত্বের মৌলিক স্বীকার্য দুটি হলো-

i. সকল জড় প্রসঙ্গ কাঠামোতে পদার্থ বিজ্ঞানের সূত্রগুলো একইরূপে থাকবে। এবং

ii. শূন্যস্থানে সকল জড় প্রসঙ্গ কাঠামোতে আলোর বেগ c ও এর মান একই।

(৩) আইনস্টাইনের ভর শক্তি সমীকরণটি লেখ। [বাকাশিবো: ১১, ১২T, ১২R, ১৩, ১৩R, ১৫R]

উত্তরঃ আইনস্টানের ভর-শক্তি সমীকরণটি হলো

$E = mc^2$; এখানে E→শক্তি, m→ভর, c→আলোর বেগ।

রচনামূলক প্রশ্নোত্তর

১. দেখাও যে, $E = mc^2$ [বাকাশিবো: ১২, ১৩, ১৩R, ১৪, ১৫, ১৬, ১৮R, ১৯, ২০, ২১R, ২৩, ২৪]

উত্তরঃ ধরি, কোন বস্তুর উপর F বল প্রয়োগ করা হলে তার dx পরিমান সরণ হলো-

$dw = = F.dx$ [ক্ষুদ্রকাজ কারন সরণ ক্ষুদ্র]

কাজ শক্তি উপপাদ্য অনুযায়ী যতটুকু কাজ করা হবে বস্তুর উপর তার গতি শক্তি ততটুকু হবে।

$\therefore dE_k = dw = F.dx$ [E_k গতিশক্তি]

$\therefore dE_k = F.dx$ .....(i)

নিউটনের ২য় সুত্রঅনুযায়ী, ভরবেগের পরিবর্তনের হরেকে বল (F) বলে। m ভরের একটি বস্তুর বেগ v হলে

$F = \frac{d(mv)}{dt}$ .....(ii)

(i) ও (ii) নং এর মান বসিয়ে পাই,

$\therefore dE_k = \frac{d(mv)}{dt} . dx$

$= (m . \frac{dv}{dt} + v . \frac{dm}{dt}).dx$

$= m \cdot \frac{dv}{dt} \cdot dx + v \cdot \frac{dm}{dt} \cdot dx$

$= m \cdot \frac{dx}{dt} \cdot dv + v \cdot \frac{dx}{dt} \cdot dm$

$= m . v . dv + v^2 dm$ .....(iii) $[\therefore \frac{dx}{dt} = v]$

এখন ভর বেহের সর্ম্পক হতে,

$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}$

বা, $m^2 = \frac{{m_0}^2}{1-\frac{v^2}{c^2}}$

বা, $m^2(1-\frac{v^2}{c^2}) = {m_0}^2$

বা, $m^2c^2(1-\frac{v^2}{c^2}) = {m_0}^2c^2$ [c^2 দ্বারা গুন করে]

বা, $m^2c^2 - m^2v^2 = {m_0}^2c^2$

বা, $m^2c^2 = {m_0}^2c^2 + m^2v^2$

উভয় পক্ষে অন্তরকলন করে পাই,

$m^2.2c.dc + c^2.2m.dm = {m_0}^2 2c.dc + c^2.2m_0.dm_0 + m^2.2v.dv + v^2.d2m.dm$

dc ও $dm_0 = 0$ হলে,

$c^2 2m.dm = m^2.2v.dv + v^2.2m.dm$

বা, $c^2 2m.dm - m^2.2v.dv - v^2.2m.dm = 0$

বা, $c^2.dm - mv.dv - v^2.dm = 0$

বা, $c^2.dm = mv.dv + v^2.dm$ [2m দ্বারা ভাগ করে] .....(iv)

(iv) নং, (iii) নং কে তুলনা করে পাই,

$dE_k = c^2.dm$

বা, $\int_0^{E_k} dE_k = \int_{m_0}^{m} c^2 dm$

বা, $[E_k]_0^{E_k} = c^2[m]_{m_0}^{m}$

বা, $E_k = c^2(m - m_0)$

বা, $E_k = mc^2 - m_0c^2$

আমরা জানি , বস্তুর মোট শক্তি, E = গতিশক্তি + স্থিতি ভর শক্তি

বা, $E = E_k + E_p$

বা, $E = mc^2 - m_0c^2 + m_0c^2$ $\therefore E = mc^2$ **(প্রমানিত)**