

জ্যোতির্বিজ্ঞান

Astronomy

অধ্যায়
১১

এ অধ্যায়ে
অন্য
সংযোজন

শিখনফলের
ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

পাঠ্যবইয়ের সূচনা
প্রশ্ন ও উত্তর

সমষ্টিত অধ্যায়ের
প্রশ্ন ও উত্তর

সেরা কলেজের
প্রশ্ন বিশ্লেষণ

আপস-এ
MCQ Exam

ডু.মি.কা (Introduction)

শিক্ষার্থীদের প্রায় দশ হাজার কোটি দৃশ্যমান তারকার মধ্যে একটি হচ্ছে সূর্য। সূর্যকে ঘিরে থাকা গ্রহ-উপগ্রহসমূহ, উক্তপিণ্ড, ধূমকেতু ইত্যাদি নিয়ে সৌরজগৎ। সূর্যকে কেন্দ্র করে আবর্তনরত একটি অন্যতম গ্রহ পৃথিবী আমাদের বাসভূমি। মহাবিশ্বের একটি অতি ক্ষুদ্র ফুটকি হচ্ছে আমাদের পৃথিবী। মেঘমুক্ত চন্দ্রহীন অসীম আকাশে আমরা খালিচোখে তাকালে লক্ষ লক্ষ দীপ্তিমান তারকা এবং এদের আলোকে আলোকিত অসংখ্য দীপ্তিহীন জ্যোতির্ভূমীয় বস্তু দেখতে পাই। বিজ্ঞানীদের মতে মহাবিশ্বের যাবতীয় দৃশ্যমান ও অদৃশ্যমান বস্তু ও শক্তি যে আদি ও অন্তিম অসীম আকাশে বিন্যন্ত বা ভাসমান তাকে মহাকাশ বা নতোমঙ্গল বলে। এ সম্পর্কিত বিজ্ঞানকেই বলা হয় জ্যোতির্বিজ্ঞান।

► এক নজরে অধ্যায় বিন্যাস



শিক্ষার্থীদের সেরা প্রস্তুতির জন্য এ অধ্যায়টি পাঁচটি ধারাবাহিক পার্টে বিভক্ত করে উপস্থাপন করা হলো। সহজে খুঁজে বের করার জন্য প্রতিটি পার্টের সাথে পৃষ্ঠা নম্বর দেওয়া আছে। শিক্ষার্থীরা পার্টসমূহ অনুসরণে প্রস্তুতি গ্রহণ করলে পরীক্ষায় যেভাবেই প্রশ্ন আসুক না কেন, সহজেই ১০০% কমন নিশ্চিত করতে পারবে।



অনুশীলন [Practice]

১০০% সঠিক ফরম্যাট অনুসরণে শিখনফলের ধারায় প্রশ্ন ও উত্তর

সূজনশীল অংশ
কমন উপযোগী প্রশ্ন ও উত্তর
পৃষ্ঠা : ৬৯১-৭০৭

বহুনির্বাচনি অংশ
১০০% নির্ভুল প্রশ্ন ও উত্তর
পৃষ্ঠা : ৭০৮-৭১৮



যাচাই ও মূল্যায়ন [Assessment & Evaluation]

মডেল টেস্ট আকারে সূজনশীল ও বহুনির্বাচনি প্রশ্নব্যাংক পৃষ্ঠা ৭১৬



এক্সক্লুসিভ সাজেশন্স [Exclusive Suggestions]

কলেজ পরীক্ষা ও এইচএসসি পরীক্ষা উপযোগী সাজেশন্স পৃষ্ঠা ৭১৮



বিকল্প প্রস্তুতি [Alternative Preparation]

গতানুগতিক ধারার গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নের সমর্থনে বিশেষ পাঠ পৃষ্ঠা ৭১৮



এক্সক্লুসিভ টিপস [Exclusive Tips]

পূর্ণাঙ্গ প্রস্তুতি নিশ্চিতকরণে অভিনব কৌশলভিত্তিক নির্দেশনা পৃষ্ঠা ৭১৮

EXCLUSIVE ITEMS Admission Test After HSC

- মেডিকেল, ইঞ্জিনিয়ারিং ও বিশ্ববিদ্যালয় ভর্তি পরীক্ষায় আসা প্রশ্নোত্তর পৃষ্ঠা ৭১৯

চিতার্স ম্যানুয়াল অনুসরণে
ভিন্ন ধারায় উপস্থাপন



শিখনফল
শিখন যাচাই

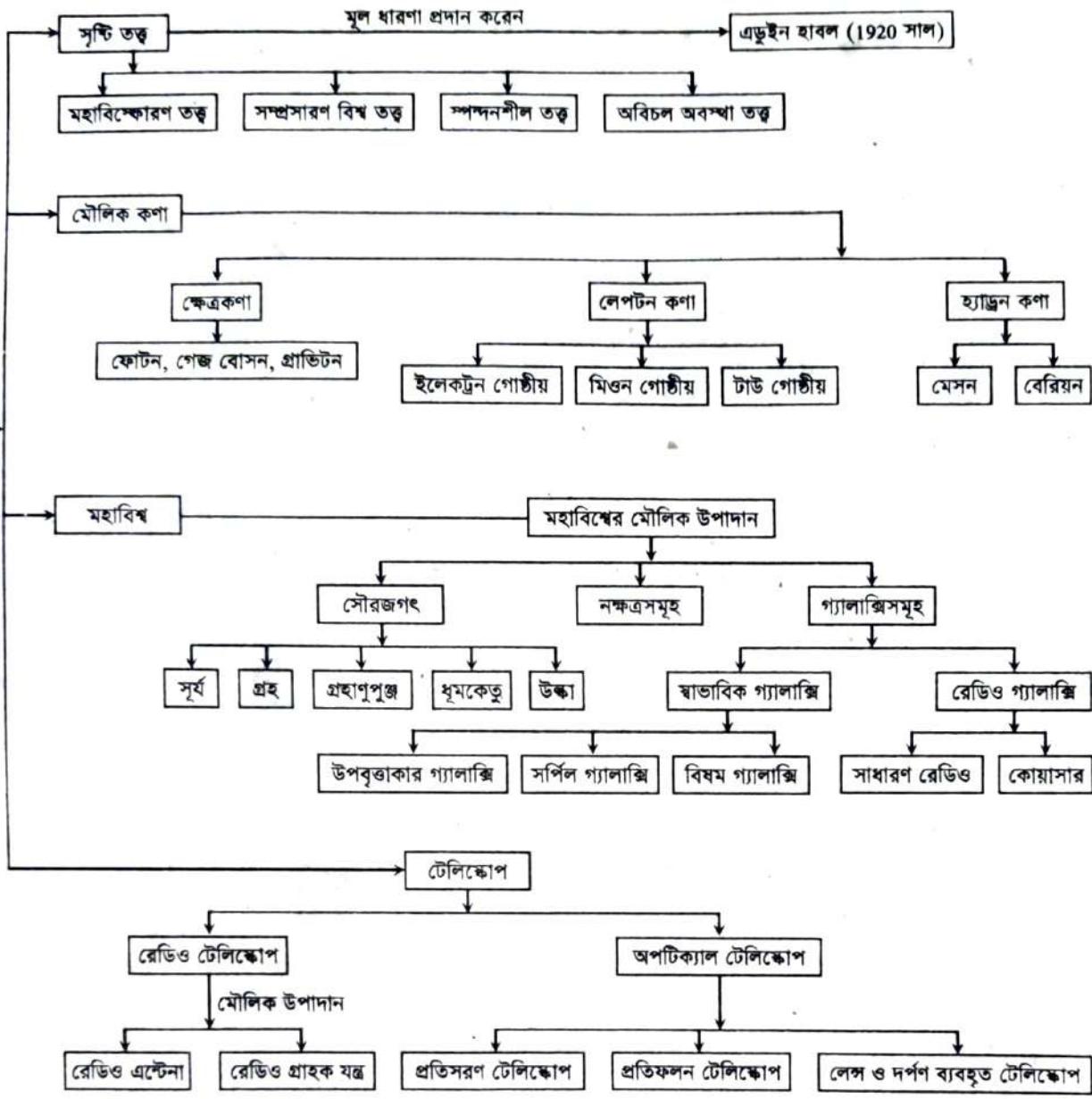
শিখন যাচাই
উপকরণ



এত
নভেম্বৰ

অধ্যায়ের
প্রবাহ চিত্ৰ

প্ৰিয় শিক্ষার্থী বন্ধুৱা, কোনো অধ্যায়েৰ বিষয়বস্তুৰ বিন্যাস ও ধাৰাবাহিকতা সম্পর্কে
পূৰ্ব হতে ধাৰণা থাকলে প্ৰশ্ন ও উত্তৰ আৰাম্ভ কৰা সহজ হয়। নিম্নে এ অধ্যায়েৰ
গুৰুত্বপূৰ্ণ বিষয়াবলি প্ৰবাহ চিত্ৰ (Flow Chart) আকাৰে উপস্থাপন কৰা হলো, যা
তোমাদেৱ সহজেই এক নজৰে অধ্যায়টি সম্পর্কে স্পষ্ট ধাৰণা পেতে সহায়তা কৰিব।



অধ্যায় বিশ্লেষণ (Chapter Analysis).....

- ২৪ টি সূজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ (বোৰ্ড প্ৰশ্ন ১টি + অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ১৬টি + মাস্টাৰ ট্ৰেইনাৰ প্ৰশ্ন ৩টি + কলেজ প্ৰশ্ন ৩টি + সমৰ্পিত প্ৰশ্ন ১টি)
- ১৯৮ টি বহুনির্বাচনি প্ৰশ্ন ও উত্তৰ (বোৰ্ড প্ৰশ্ন ১৯টি + মাস্টাৰ ট্ৰেইনাৰ প্ৰশ্ন ৮৯টি + কলেজ প্ৰশ্ন ৪৮টি + অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ২২টি)

অনলাইনে প্ৰস্তুতি যাচাই

**INTERNET
BASED**

www.lecturepoint.com
সূজনশীল মডেল টেস্ট ০৫টি
বহুনির্বাচনি মডেল টেস্ট ০৫টি



PART 01



অনুশীলন Practice

প্রিয় শিক্ষার্থী, Part 01 সম্পূর্ণরূপে অনুশীলন নির্ভর; যা মূলত দুটি অংশে বিভক্ত— সূজনশীল অংশ ও বহুনির্বাচন অংশ। তোমাদের অনুশীলনের সুবিধার্থে NCTB অনুমোদিত পাঠাবইসমূহের অনুশীলনীর প্রগতি ও উত্তরের পাশাপাশি ইচ্ছেসমি পরীক্ষা, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল, শৈর্ষস্থানীয় কলেজ ও সমর্পিত অধ্যায়ের প্রশ্নোত্তর সংযোজন করা হয়েছে। প্রগতি ও উত্তরে সর্বশেষ সংশোধিত ফরমাট অনুসৃত হয়েছে।

অধ্যায়ের শিখনকল

অধ্যায়টি অনুশীলন করে আমি যা জানতে পারব—

- মহাবিশ্ব সূচির রহস্য ব্যাখ্যা করতে পারব।
- মহাবিশ্বের পরিগতি পদার্থবিজ্ঞানের আলোকে ব্যাখ্যা করতে পারব।
- মহাবিশ্বের মূল বস্তু ও ঘটনা ব্যাখ্যা করতে পারব।
- মহাকাশ পর্যবেক্ষণের জন্য ব্যবহৃত যত্নের মূলনীতি ব্যাখ্যা করতে পারব।

শিখন অর্জন যাচাই

- ব্যান্ড তত্ত্ব সম্পর্কে জানতে পারব।
- ব্যান্ড তত্ত্বের আলোকে পরিবাহী, অপরিবাহী এবং অর্ধপরিবাহী পদার্থ কী তা জানতে পারব।
- ইলেক্ট্রন ও হোল-এর ধারণা অনুধাবন করতে পারব।
- বিশুদ্ধ ও অবিশুদ্ধ অর্ধপরিবাহীর তুলনা করতে পারব।
- জাংশন ডায়োডের কার্যক্রম বুঝতে পারব।



সকল বোর্ডের ইচ্ছেসমি পরীক্ষার সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, সাব দেশের ৮টি শিক্ষা বোর্ডের ইচ্ছেসমি পরীক্ষা ২০১৯, ২০১৮, ২০১৭, ২০১৬ ও ২০১৫-এ আসা এ অধ্যায়ের সূজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা ইচ্ছেসমি পরীক্ষার প্রশ্ন ও উত্তরের ধরন সম্পর্কে স্পষ্ট ধারণা পাবে।

১. আমাদের মিক্সিওয়ে গ্যালাক্সি থেকে অন্য একটি গ্যালাক্সি (X) 1000 km s^{-1} বেগে দূরে সরে যাচ্ছে। X গ্যালাক্সিতে একটি $5M_{\odot}$ ভরের কৃষ্ণবিবর আছে।

[হাবল ধ্রুবক, $H = 2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$; ১ সৌর ভর, $M_{\odot} = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$; ১ আলোকবর্ষ = $9.46 \times 10^{12} \text{ km}$]

- ক. অদৃশ্য বস্তু (Dark matter) কাকে বলে? ১
- খ. চন্দ্রশেখর সীমার মাধ্যমে শ্বেত বামন ও নিউট্রন তারকার মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ কর। ২
- গ. X গ্যালাক্সি আমাদের থেকে কত দূরে অবস্থিত আলোকবর্ষের মাধ্যমে নির্ণয় কর। ৩
- ঘ. কোনো আলোক রশ্মি ঐ কৃষ্ণবিবরের 12 km দূর দিয়ে চলে যেতে পারবে কি-না যাচাই কর। ৪

(সকল বোর্ড '১৮)

তর 1.4 সৌরভরের মধ্যে থাকলেই শ্বেত বামন এবং 1.5 থেকে 3 সৌরভরের মধ্যে থাকলেই নিউট্রন নক্ষত্রে পরিণত হতে পারে।

২. এখানে,

পৃথিবী থেকে গ্যালাক্সির দূরে সরে যাওয়ার দুর্তি, $v = 1000 \text{ km s}^{-1}$ হাবল ধ্রুবক, $H = 2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$

আলোক বর্ষ, $= 9.46 \times 10^{12} \text{ km}$

ধরি, X গ্যালাক্সি আমাদের থেকে তথা পৃথিবী থেকে d দূরে অবস্থিত,

আমরা জানি, $d = \frac{v}{H}$

$$= \frac{1000 \text{ km s}^{-1}}{2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}}$$

$$= 4.348 \times 10^{20} \text{ km} = \frac{4.348 \times 10^{20}}{9.46 \times 10^{12}} \text{ আলোকবর্ষ}$$

∴ $d = 45960106.63$ আলোকবর্ষ

অতএব, X গ্যালাক্সি আমাদের থেকে 45960106.63 আলোকবর্ষ দূরে অবস্থিত।

৩. এখানে, সৌর ভর, $M_{\odot} = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$

কৃষ্ণবিবরের ভর, $M = 5 M_{\odot}$

$$= 5 \times 1.99 \times 10^{30} \text{ kg} = 9.95 \times 10^{30} \text{ kg}$$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

ঘটনা দিগন্ত, $R_s = \text{নির্ণয়}$

আমরা জানি, $R_s = \frac{2GM}{c^2}$

$$= \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 9.95 \times 10^{30}}{(3 \times 10^8)^2}$$

$$= 14754.74 \text{ m}$$

∴ $R_s = 14.754 \text{ km}$

দেখা যাচ্ছে ঘটনা দিগন্ত $> 12 \text{ km}$, অতএব কোনো আলোক রশ্মি ঐ কৃষ্ণবিবরের 12 km দূর দিয়ে চলে যেতে পারবে না।

১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. অদৃশ্য বস্তু (Dark matter) হচ্ছে এক ধরনের কল্পিত বস্তু যা কোনো টেলিস্কোপ দ্বারা দৃষ্টিগোচর হয় না। তবে, দৃশ্যমান বস্তু, বিকিরণ এবং মহাবিশ্বের বৃহৎ ক্ষেত্রে গঠনের উপর এর মহাকর্ষীয় প্রভাব থেকে এর উপনিষত্তি উপলব্ধি করা যায়।

খ. নক্ষত্রের ভর 1.4 সৌর ভরের চেয়ে কম হলে, নক্ষত্রটি যখন সংকুচিত হতে থাকে তখন এর শক্তি মুক্তি হতে থাকে কিন্তু এটি এমন একটি ধাপে শৌচায় যে এটি এর বহিঃস্থ আস্তরণকে উভিয়ে দেয়। ফলে হঠাতে করেই প্রচুর পরিমাণ শক্তি নির্ণয় হয়। এ বিস্কেরোগে যা অবশিষ্ট থাকে তাকে বলা হয় শ্বেত বামন নক্ষত্র। নিউক্লীয় ফিউশন প্রক্রিয়ায় শক্তি উৎপন্নের জন্য কোনো হাইড্রোজেন ও হিলিয়াম এতে থাকে না।

অপরদিকে নক্ষত্রের ভর 1.5 থেকে 3 সৌর ভরের মধ্যে থাকলে, সংকোচনের সময়, এক পর্যায়ে, বহিঃস্থ আস্তরণ ছুড়ে দিয়ে সুপারনোভা হিসেবে বিস্ফেরিত হয়। তখন এর মূল বস্তুর চাপ এত বেশি হয় যে, প্রোটন ও ইলেক্ট্রন একত্রিত হয়ে নিউট্রন গঠন করে। একে বলে নিউট্রন নক্ষত্র।



NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, NCTB অনুমোদিত পাঠ্যবইসমূহের এ অধ্যায়ের অনুশীলনীর নমুনা সূজনশীল প্রশ্নসমূহের যথাযথ উত্তর নিচে সংযোজিত হলো। এসব প্রশ্নগুলির মাধ্যমে তোমার কলেজ ও ইচ্ছাপ্রাপ্তি পরীক্ষার প্রস্ত ও উত্তরের ধরন ও মান সম্পর্কে শপথ ধারণা পাবে।

৩ এ টি এম শামসুর রহমান সেলু ও জাকারিয়া তোহিদ স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১ | পদার্থবিজ্ঞানের অধ্যাপক হাসানুজ্জামান জ্যোতির্বিজ্ঞান নিয়ে নানা বিষয়ে বিশ্লেষণ কর্তৃত গবলে এক পর্যায়ে বললেন, যে সমস্ত তারকার ভর $1.4 M_0$ ও $3M_0$ এর মধ্যে থাকে তারা নিউটন তারকায় পরিণত হয়। $[M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}]$

- ক. জ্যোতির্বিজ্ঞানের কাকে বলে? ১
খ. কখন নিউটন নক্ষত্র পালসারে পরিণত হয়? ২
গ. $3M_0$ ভরের তারকার সোয়ার্জক্ষাইল্ড ব্যাসার্ধ নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্বিপক্ষে উল্লিখিত কোনো তারকার মুক্তিবেগ কী আলোর বেগের সমান হতে পারে? গাণিতিকভাবে দেখাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

২নং প্রশ্নের উত্তর

ক জ্যোতির্বিজ্ঞান হলো প্রাচীনতম বিজ্ঞান। মহাবিশ্বের সৃষ্টি রহস্য, এর গঠন, বিবর্তন, সংগঠন এবং বিভিন্ন অংশের মধ্যকার মিথ্যক্রিয়া ইত্যাদি জ্যোতির্বিজ্ঞানের মূল বিষয়।

খ সুপারনোভা যখন বিস্ফোরিত হয় তখন এর কোর বা মূল বস্তুর চাপ এত বেশি হয় যে প্রোটন ও নিউটন একত্রিত হয়ে নিউটন গঠন করে, একে বলা হয় নিউটন নক্ষত্র। এর সাথে জড়িত থাকে অতিউচ্চ চৌম্বকক্ষেত্র। তাই এটি নিদিষ্ট সময় অন্তর অন্তর রেডিও পালস নির্গমন করে, একে পালসার বলা হয়। ১৯৬৭ সালে প্রথম নিউটন নক্ষত্র বা পালসারকে উদ্ঘাটন করা সম্ভব হয়েছিল।

গ এখানে, ভর, $M = 3M_0 = 3 \times 2 \times 10^{30} \text{ kg}$
সোয়ার্জক্ষাইল্ড ব্যাসার্ধ, $R_s = ?$

$$\text{আমরা জানি, } c = \sqrt{\frac{2GM}{R_s}}$$

$$\text{বা, } R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\text{বা, } R_s = \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 3 \times 2 \times 10^{30}}{(3 \times 10^8)^2} \therefore R_s = 8897.3 \text{ m}$$

ঘ কোনো নক্ষত্রের ভর 2 সৌর ভরের কম হলে তা White dwarf এবং ভর 2 সৌর ভর থেকে 5 সৌর ভরের মাঝে থাকলে তা হলো নিউটন স্টার।

সুতরাং, উদ্বিপক্ষের প্রথম তারকাটি White dwarf এবং বিতীয় তারকাটি নিউটন স্টার।

কৃষ্ণগহর হওয়ার জন্য কোনো তারকার ভর পাঁচ সৌর ভরের বেশি হতে হবে। যেহেতু, উদ্বিপক্ষে বলেই দেওয়া আছে তারকাগহরের ভর কিন্তু, সুতরাং তাদের কৃষ্ণগহর হওয়ার সম্ভাবনা নেই। ফলে এদের মুক্তিবেগ আলোর বেগের সমান বা বেশি হতে পারে না।

যেহেতু, উদ্বিপক্ষে ব্যাসার্ধ সম্পর্কিত কোনো তথ্য নেই। তাই এরূপ প্রশ্নের গাণিতিক ব্যাখ্যা চাওয়া অবাকর।

প্রশ্ন ৩ | একটা galaxy পৃথিবী থেকে $1.2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$ ধূব বেগে সরে যাচ্ছে। আলোর বেগ $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$ এবং হাবলের ধূবক $H = 1.7 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ ।

- ক. আকাশ গঢ়া কী? ১
খ. সুপার নোভা কীভাবে গঠিত হয়? ২
গ. পৃথিবী থেকে galaxy-এর দূরত্ব কত হবে উদ্বিপক্ষ হতে নির্ণয় কর। ৩
ঘ. উদ্বিপক্ষের galaxy-তে নিঃস্ত রশ্মির তরঙ্গদৈর্ঘ্য $\lambda = 420 \text{ nm}$ । পৃথিবী থেকে উক্ত মৌলের তরঙ্গদৈর্ঘ্য কি একই দেখাবে— ব্যাখ্যা কর গাণিতিকভাবে। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক আমরা যে গ্যালাক্সিতে বা ছায়াপথে বাস করি তার নাম আকাশ গঢ়া।

খ বৃহৎ বৃহৎ তারকাগুলোর নিজেদের বৃহত্তর মহাকৰ্ষীয় আকর্ষণের সাথে ভারসাম্য রক্ষার জন্য উত্তপ্ত হতে হয়, ফলে নিউক্লীয় ফিউশন ক্রিয়া এত দ্রুত হতে থাকে যে মাত্র দশ কোটি বছরেই তাদের হাইড্রোজেন শেষ হয়ে যায়। তখন তাদের সামান্য সংকোচন হয় এবং তাদের উত্তাপ বাড়ার সাথে সাথে হিলিয়াম, অঞ্জিজেন এবং অজ্ঞার এর মতো আরও ডারী মৌলিক পদার্থে পরিণত হতে শুরু করে ফলে তারকাটির কেন্দ্রীয় অঞ্চল চুপসে নিউটন তারকা অথবা কৃষ্ণগহরের মতো ঘনীভূত অবস্থায় পৌছায়। তারকাটির বাইরের অঞ্চল অনেক সময় বিরাট এক বিস্ফোরণের ফলে বিছিন্ন হয়ে বেরিয়ে যায়, এর নামই সুপার নোভা।

গ ধরি, পৃথিবী থেকে galaxy-এর দূরত্ব, d.

$$\text{আমরা জানি, } d = \frac{v}{H}$$

$$= \frac{1.2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}}{1.7 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}}$$

$$= 7.06 \times 10^{24} \text{ m}$$

উদ্বিপক্ষ হতে,

$$\text{galaxy পৃথিবী থেকে সরে যাওয়ার দুর্তি, } v = 1.2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{হাবল ধূবক, } H = 1.7 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$

নির্ণয় দূরত্ব $7.06 \times 10^{24} \text{ m}$ ।

ঘ আমরা জানি, ডপলার সমীকরণ

$$\frac{v}{c} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda}$$

$$\text{বা, } \Delta\lambda = \frac{v\lambda}{c}$$

$$= \frac{1.2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1} \times 420 \times 10^{-9} \text{ m}}{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}$$

$$= 1.68 \times 10^{-8} \text{ m} = 16.8 \text{ nm}$$

উদ্বিপক্ষ হতে,

রশ্মির তরঙ্গ দৈর্ঘ্য

$$\lambda = 420 \text{ nm} = 420 \times 10^{-9} \text{ m}$$

$$\text{আলোর বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{বেগ, } v = 1.2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

উভয় তরঙ্গ দৈর্ঘ্য একই হবে না। কারণ দুই তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের মধ্যে 16.8 nm পার্থক্য পরিলক্ষিত হবে।

সুতরাং যেকোনো একটি তরঙ্গদৈর্ঘ্য কম বা বেশি হবে।

প্রশ্ন ৪ | দুই বন্ধুর মধ্যে মহাবিশ্বের পরিণতি সম্পর্কে আলোচনার সময় প্রথম বন্ধুর অভিমত হচ্ছে মহাবিশ্বের প্রসারণ এক সময় বন্ধু হয়ে যাবে এবং সংকোচন শুরু হবে। দ্বিতীয় বন্ধুর অভিমত মহাবিশ্বের প্রসারণ অনন্তকাল চলবে। এরপর প্রথম বন্ধু কৃষ্ণগহরের প্রসঙ্গে দ্বিতীয় বন্ধুকে কোনো কৃষ্ণগহরের এর ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ 5.9 km হলে তার ভর কত হবে জিজ্ঞাসা করল।

ক. রেডিও টেলিস্কোপ কী? ১

খ. কোনো কৃষ্ণবিবরের শোয়ার্জক্ষাইল্ড ব্যাসার্ধ 17 km বলতে

কী বোঝ? ২

গ. উদ্বিপক্ষে বর্ণিত দ্বিতীয় বন্ধু গাণিতিকভাবে কৃষ্ণগহরের ভর কত পেয়েছিল দেখাও। ৩

ঘ. উদ্বিপক্ষে বর্ণিত মহাবিশ্বের পরিণতি সম্পর্কে যে কোনো বন্ধুর সমর্থনে পদার্থবিজ্ঞানের আলোকে তোমার যুক্তি দেখাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক রেডিও টেলিস্কোপ এক ধরনের দিক নির্দেশী বেতার এন্টেনা যা বেতার জ্যোতিরিদ্যায় ব্যবহৃত হয়।

খ কোনো কৃষ্ণবিবরের শোয়ার্জশিল্ড ব্যাসার্থ 17 km বলতে বুঝায়, এর (17 km) মধ্যে কোনো বস্তু থাকলে কৃষ্ণবিবরের মহাকর্ষ আকর্ষণ দ্বারা আটকা পড়বে এবং বস্তুটি তা থেকে মুক্ত হতে পারবে না। আবার এটো বুঝায় যে, ঐ কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্ত 17 km পর্যন্ত বিস্তৃত।

গ ধরি, কৃষ্ণগহরের ভর, M

$$\text{আমরা জানি, } R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\therefore M = \frac{R_s c^2}{2G}$$

$$= \frac{5900 \text{ m} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{kg}^{-2}}$$

$$= 3.98 \times 10^{30} \text{ kg}$$

কৃষ্ণগহরের ভর পেয়েছিল $3.98 \times 10^{30} \text{ kg}$ ।

ঘ উদ্দীপকের ছিতীয় বন্ধুর সমর্থনে পদার্থবিজ্ঞানের আলোকে আমার মতামত নিচে যুক্তিসহ প্রদর্শন করা হলো—

উপর প্রভাবের ভিত্তিতে ছায়াপথগুলো কত দুর্ত আমাদের কাছ থেকে দূরাপারণ করছে সেই দূরত্ব আমরা পরোক্ষভাবে মাপতে পারি। আমরা জানি প্রতি হাজার মিলিয়ন বছরে মহাবিশ্ব শতকরা ৫ ভাগ থেকে ১০ ভাগ হারে প্রসারিত হচ্ছে। আমাদের ছায়াপথ এবং অন্যান্য ছায়াপথের দৃশ্যমান তারকাগুলোর ভর যোগ করে যে যোগফল পাওয়া যায় সেটি মহাবিশ্বের প্রসারণ বন্ধ করার জন্য যে ভর প্রয়োজন তার এক শতাংশের চাইতেও কম। এমনকি এ যদি প্রসারণের হারের সর্বনিম্ন মান হয় তবুও তা এক শতাংশের চাইতে কম হবে।

আমাদের ছায়াপথ এবং অন্যান্য ছায়াপথগুলোর গতির উপর বিভিন্ন তারকার মহাকর্ষীয় প্রভাব থেকে অন্ধকারময় পদার্থের অস্তিত্ব অনুমান করা যায়। এ সমস্ত অন্ধকারময় পদার্থ যোগ করে যে ভর পাওয়া যায় তাও প্রসারণ বন্ধ করার জন্য যা প্রয়োজন তার এক-দশমাংশেরও কম। তবে মহাবিশ্বের সর্বত্র প্রায় সমভাবে বিট্টি অন্যকোনো পদার্থের অস্তিত্বের সন্দেহ আগ্রহ করা যায় না। এজন্য ধারণা করা যায় সে পদার্থ হয়ত গড় ঘনত্বকে বাড়িয়ে এমন জায়গায় নিয়ে আসবে যা প্রসারণ বন্ধ করার পক্ষে প্রয়োজনীয় ক্রান্তিক পরিমাণে পৌছাতে পারে।

কিন্তু আপাতত যা সাক্ষ্যপ্রমাণ পাওয়া যায় তা হতে নিশ্চিতভাবে বলা যায় মহাবিশ্ব চিরকালই প্রসারণমান থাকবে।

ঘ প্রশ্ন ৫ রেডিও টেলিস্কোপ ও অপটিক্যাল টেলিস্কোপ কিসু প্রত্যেকটির কাজ ভিন্ন। একটির জন্য এন্টেনা ও গ্রাহকযন্ত্র এবং অপরটির জন্য অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রে ব্যবহৃত হয়।

ক. গামা-রে কী ধরনের তরঙ্গ?

ঐ তারকা হতে নির্গত আলো তারকাতেই ফিরে যাবে অর্থাৎ তারকা হতে বের হতে পারে না। এ ধরনের বস্তুকে কৃষ্ণ বিবর বলে। এজন্য কৃষ্ণবিবরকে দেখা যায় না।

তবে মহাকর্ষ বলের কারণে এর অবস্থান বোঝা যায়। শোয়ার্জশিল্ড ব্যাসার্থের কোনো বস্তু থাকলে কৃষ্ণবিবরের মহাকর্ষ আকর্ষণ দ্বারা আটকা পড়বে এবং কৃষ্ণবিবর হিসেবে কাজ করবে।

খ উদ্দীপকে বর্ণিত টেলিস্কোপ দুটি হলো রেডিও টেলিস্কোপ এবং অপটিক্যাল টেলিস্কোপ। এদের মধ্যে পার্থক্য নিচে দেওয়া হলো—

রেডিও টেলিস্কোপ	অপটিক্যাল টেলিস্কোপ
১. রেডিও টেলিস্কোপের পর্যবেক্ষণের কাজটি 1 mm থেকে 30 m তরঙ্গাবৈদ্যুরের মধ্যে করতে হয়।	১. অপটিক্যাল টেলিস্কোপের পর্যবেক্ষণের কাজ 4 $\times 10^{-7}$ m থেকে 7 $\times 10^{-7}$ m তরঙ্গাবৈদ্যুরের মধ্যে করতে হয়।
২. রেডিও টেলিস্কোপের প্রধান অংশ হলো একটি বৃহৎ রেডিও এন্টেনা এবং একটি সুবেদী রেডিও গ্রাহক যন্ত্র।	২. অপটিক্যাল টেলিস্কোপের প্রধান অংশ অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রের দর্পণ বা লেন্স।
৩. বেতার, টেলিভিশন এবং রাডার হতে নির্গত তাড়িত চৌম্বকীয় তরঙ্গের সাথে যাতে ব্যতিচার না ঘটে সেজন্য রেডিও টেলিস্কোপকে লোকালয় হতে দূরে স্থাপন করা হয়।	৩. দৃশ্যমান আলো পৌছায় এমন যেকোনো স্থানে অপটিক্যাল টেলিস্কোপ স্থাপন করা যায়।
৪. তারা, নক্ষত্র, কোয়াসার ও অন্যান্য জ্যোতি পদার্থ থেকে প্রাকৃতিকভাবে নির্গত বেতার নির্গমন অধ্যায়ন ও পর্যালোচনা করার জন্য রেডিও টেলিস্কোপ ব্যবহৃত হয়।	৪. দৃশ্যমান তাড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গ হতে আলো ফোকাস ও তথ্য সংগ্রহ করে ফটোগ্রাফ তৈরির জন্য সরাসরি বিবর্ধিত প্রতিবিম্ব দর্পণ অথবা ইলেকট্রনিক ইমেজ সেন্সরস এর মাধ্যমে ডাটা সংগ্রহের জন্য অপটিক্যাল টেলিস্কোপ ব্যবহৃত হয়।
৫. রেডিও টেলিস্কোপের সুবেদীতা নির্ভর করে এন্টেনার ক্ষেত্রফল ও দক্ষতা এবং সংকেত উদঘাটন ও বিবর্ধিত করার জন্য ব্যবহৃত রেডিও গ্রাহক যন্ত্রের সুবেদীতার উপর।	৫. অপটিক্যাল টেলিস্কোপের সুবেদীতা নির্ভর করে এর অভিলক্ষ্য ও অভিনেত্রে প্রকৃত লেন্স বা দর্পণের ফোকাস দূরত্বের উপর।

ঘ রেডিও টেলিস্কোপ দ্বারা বেতার তরঙ্গ শনাক্ত করার উপায় নিচে আলোচনা করা হলো—

তারকারজি, ছায়াপথসমূহ, কোয়াসার এবং অন্যান্য নভোমঙ্গলীয় বস্তু হতে স্বাভাবিকভাবে ঘটা নির্গত বেতার তরঙ্গ সম্পর্কে জানার জন্য রেডিও টেলিস্কোপ ব্যবহার করা হয়। বেতার তরঙ্গের তরঙ্গাবৈদ্যুরের সীমা প্রায় 1 mm হতে 10 m এবং কম্পাঙ্কের সীমা 30 MHz হতে 300 GHz পর্যন্ত পাই। প্রায় 20 cm তরঙ্গাবৈদ্যুরের চেয়ে বেশি বা 1.5 GHz কম্পাঙ্কের তরঙ্গের ক্ষেত্রে আয়নমঙ্গল এর অনিয়মতার কারণে আগত সংকেতগুলোকে বিকৃত করে।

আবার, প্রায় 10 m তরঙ্গাবৈদ্যুরের বেশি হলে আগত সংকেতের জন্য আয়নমঙ্গল অবচ্ছ রূপ ধারণ করে। ভূ-পৃষ্ঠে অবস্থিত রেডিও টেলিস্কোপ দ্বারা মহাজাগতিক উৎস হতে আগত এই তরঙ্গাবৈদ্যুরের বেতার তরঙ্গ পর্যবেক্ষণ দুর্ভু। কয়েক সেন্টিমিটারের নিচে

৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক গামা-রে এক ধরনের তড়িতচৌম্বকীয় তরঙ্গ।

খ কোনো তারকার যদি যথেষ্ট ভর ও ঘনত্ব থাকে তাহলে তার মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র এতে শক্তিশালী হবে যে আলো ঐ তারকা হতে নির্গত হতে পারবে না। আলোকে সে তার নিজের দিকে টেনে রাখবে। ফলে

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৮]

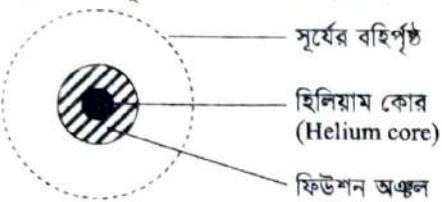
তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের তরঙ্গ বায়ুমণ্ডলের শোষণ কৰাৰ সংকট বৃদ্ধি পায়। তৃপ্ত হতে এক সেটিমিটাৰেৰ চেয়ে ছোট তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের তরঙ্গ পৰ্যবেক্ষণ কৰা সম্ভব হয়। তাও শুধুমাত্ৰ সীমিত সংখ্যক তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের সীমাৰ মধ্যে যেগুলো বায়ুমণ্ডলের শোষণ হতে আপাতমুক্ত। তা সত্ৰেও 1 cm হতে 30 cm তরঙ্গাদৈর্ঘ্যের আগত সংকেত বায়ুমণ্ডল ও আয়নমণ্ডল শুধুমাত্ৰ সামান্য বিকৃতি ঘটায়। যজ্ঞেৰ আকারেৰ পৰিবৰ্তন কৰে এৱে কাৰ্যকৰ কৌণিক বিশ্লেষণ ও ইমেজ কোয়ালিটি বাড়িয়ে অভিজ্ঞত সংকেত প্ৰক্ৰিয়াকৰণ ব্যবহাৰ কৰা যায়।

কৰে উক্ত প্ৰভাৱ সংশোধন কৰা যায়। রেডিও তরঙ্গ নিউটনেৰ দুৰ্বল উৎস পৰিমাপ কৰাৰ সক্ষমতা যা নিৰ্ভৰ কৰে এটেনাৰ ক্ষেত্ৰফল ও দক্ষতা এবং সংকেত উদঘাটন ও বিবৰ্ধিত কৰাৰ জন্য ব্যবহৃত রেডিও গ্ৰাহক যজ্ঞেৰ সুবেদীতাৰ উপৰ। কোনো কোনো রেডিও টেলিস্কোপেৰ উপবৃত্তাকাৰ তল নিৰীক্ষিয় তল বৰাবৰ স্থাপন কৰে এৱে অক্ষ পথবীৰ ঘৰ্ণন অক্ষেৰ সমান্তৰালে রেখে ঘৰানো হয় যাতে আকাশে রেডিও তরঙ্গ উৎসেৰ অনুসৰণ কৰা যায়।

এভাৱেই রেডিও টেলিস্কোপ দ্বাৰা বেতাৰ তরঙ্গ শনাক্ত কৰা যায়।

৩) ড. আমিৰ হোসেন খান, মোহাম্মদ ইসহাক ও ড. মো. নজুল ইসলাম স্যারেৰ বইয়েৰ অনুশীলনীৰ সূজনশীল প্ৰশ্ন ও উত্তৰ

১ প্ৰশ্ন ৬ | নিচেৰ চিত্ৰে সূৰ্যেৰ গঠন দেখানো হয়েছে :



[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ১]

- ১. ক. কৃষ্ণবিবৰ কী?
- ২. খ. সূপারনোভা কীভাৱে গঠিত হয়?
- ৩. গ. সূৰ্যেৰ গঠন ও তাপ আলোক বিকিৰণ প্ৰক্ৰিয়া বৰ্ণনা কৰ।
- ৪. ঘ. কৃষ্ণবিবৰ কীভাৱে সৃষ্টি হয় ব্যাখ্যা কৰ।

১ প্ৰশ্ন ৭ | যখন বৃহৎ পৰিমাণ মহাকৰ্ষ গ্যাস নিজৰ মহাকৰ্ষ আকৰ্ষণেৰ চাপে নিজেৰ উপৰেই চুপসে যেতে থাকে তখনই একটি তাৰকাকাৰ সৃষ্টি হয়। তাৰকাকাৰ সঞ্চৰিত হওয়াৰ সাথে সাথে গ্যাসেৰ পৰমাণুগুলো ক্ৰমশ ঘন ঘন ও ক্ৰমবৰ্ধমান দ্রুতিতে পাৰম্পৰাক সংঘৰ্ষ হতে থাকে। এৱে ফলে গ্যাস এমন উত্তপ্ত হয় যে পৰমাণুগুলো পৰম্পৰাপ থেকে ছিটকে না গিয়ে সংযুক্ত হয়ে হিলিয়ামে পৰিণত হয়। ফলে যে তাপ নিৰ্গত হয় তাৰই জন্য তাৰকাকাৰ আলো বিকিৰণ কৰে। এ বাঢ়তি উত্তাপ চাৰিদিকে একই চাপেৰ সৃষ্টি কৰে। যখন গ্যাসেৰ এ চাপ ও মহাকৰ্ষীয় আকৰ্ষণ সমান হয় তখন গ্যাসেৰ সঞ্চৰচন ও প্ৰসাৱণ বৰ্ধণ হয়। পাৰম্পৰাবিক প্ৰক্ৰিয়া হতে উত্তুল তাপ ও মহাকৰ্ষীয় আকৰ্ষণেৰ ভাৰসাম্যেৰ ফলে তাৰকাগুলো বহুকাল পৰ্যন্ত সুস্থিত থাকে। শেষ পৰ্যন্ত জ্বালানি ফুৱিয়ে যায়। এৱে কাৰণ তাৰকাকাৰ ভৱ যত বেশি হয় মহাকৰ্ষীয় আকৰ্ষণেৰ সাথে ভাৰসাম্য রক্ষাৰ জন্য তাৰকাকাৰ ভৱ যত বেশি উত্তপ্ত হতে হয়। আৱ তাৰকাকাৰ যত উত্তপ্ত হবে তাৰ জ্বালানি তত তাৰকাতাঢ়ি ফুৱিয়ে যাবে। একটি তাৰকাকাৰ জ্বালানি শেষ হয়ে গেলে সেটি শীতল হয় এবং সঞ্চৰিত হতে থাকে। আৱ ভৱ অনুযায়ী নিউটন তাৰকাৰ বা ব্ল্যাকহোলে পৰিণত হয়। মহাকৰ্ষীয় আকৰ্ষণেৰ ফলে তাৰকাকাৰ হতে নিৰ্গত আলো আমাদেৰ কাছে পৌছতে পাৰে না তাই আমোৱা এদেৱ দেখতে পাই না। তবে এদেৱ মহাকৰ্ষ আকৰ্ষণ আমাদেৱ বোধগম্য হবে। এ সমস্ত বস্তুপিণ্ডকে আমোৱা কৃষ্ণবিবৰ বা কৃষ্ণগহৰ কৰি।

২) সূৰ্য একটি নক্ষত্ৰ। বিজ্ঞানীৰ ধাৰণা কৰেন যে, চাৱটি হাইড্ৰোজেন নিউক্লিয়াস এক জটিল নিউক্লীয় ফিউশন বিক্ৰিয়াৰ মাধ্যমে একটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াসে রূপান্তৰিত হয়। ফিউশন বিক্ৰিয়াৰ যে হিলিয়াম নিউক্লিয়াস উৎপন্ন হয় তাৰ ভৱ চাৱটি হাইড্ৰোজেন নিউক্লিয়াসেৰ সম্পৰ্কত ভৱেৰ সামান্য কম। ফিউশন বিক্ৰিয়াৰ যে শক্তি নিৰ্গত হয় তাৰ প্ৰায় 95% γ-ৱশ্য। এ রশ্য তাৰকাকাৰ বহিপৃষ্ঠ পৌছানোৰ পূৰ্বে বহুবাৰ বিক্ষেপণ হয় এবং এ বিক্ষেপণে শক্তি ক্ষয়প্ৰাপ্ত হয়ে আলোক হিসেবে বহিপৃষ্ঠ থেকে বেৱিয়ে আসে। এ প্ৰক্ৰিয়াৰ অনেক সময় ব্যয় হয়। আমোৱা সূৰ্য থেকে যে আলো পাই, এৱে জন্য সূৰ্যেৰ কেন্দ্ৰে নিউক্লীয় ফিউশন বিক্ৰিয়া সংঘটিত হয়েছে সম্ভবত 10 লক্ষ বছৰ আগে। বিক্ৰিয়াজাত হিলিয়াম এবং ধূলিমেঘেৰ হিলিয়াম মিলে তাৰকাকাৰ কেন্দ্ৰেৰ মূল অংশ তৈৰি কৰে। এ হিলিয়াম মূল অংশেৰ বাইৱেৰ স্তৰে হাইড্ৰোজেন ফিউশন বিক্ৰিয়া সংঘটিত হয়। হিলিয়াম কোৱা এবং ফিউশন অঞ্চলে মিলে যে খোলক তৈৰি হয় তাৰ ব্যাসাৰ্থ একটি তাৰকাকাৰ ব্যাসাৰ্থৰ 10% এৱে কম। একটি নক্ষত্ৰ কত সময় ধৰে হাইড্ৰোজেন জ্বালানি হিসেবে ব্যৱহাৰ কৰবে তা নিৰ্ভৰ কৰে নক্ষত্ৰেৰ ভৱেৰ উপৰ। ভৱ বেশি হলে কম সময় ধৰে ব্যৱহাৰ কৰতে পাৰে।

৩) সূৰ্য কৃষ্ণগহৰে পৰিণত হলেও পথবীৰ সূৰ্যেৰ চাৱদিকে ঘৰবে। কাৰণ একটি নক্ষত্ৰেৰ মৃত্যুপূৰ্ব ভৱ $3M_{\odot}$ এৱে বেশি হলে নক্ষত্ৰটিৰ ভেতৱে মহাকৰ্ষ বলেৰ কাৰণে সঞ্চৰচন ক্ৰিয়া অবাহত থাকবে এবং এমন কোনো শক্তি নেই যে এৱে সঞ্চৰচন প্ৰতিহত কৰবে। এভাৱে

৪) সূৰ্য কৃষ্ণগহৰে পৰিণত হলেও পথবীৰ সূৰ্যেৰ চাৱদিকে ঘৰবে। কাৰণ একটি নক্ষত্ৰেৰ মৃত্যুপূৰ্ব ভৱ $3M_{\odot}$ এৱে বেশি হলে নক্ষত্ৰটিৰ ভেতৱে মহাকৰ্ষ বলেৰ কাৰণে সঞ্চৰচন ক্ৰিয়া অবাহত থাকবে এবং এমন কোনো শক্তি নেই যে এৱে সঞ্চৰচন প্ৰতিহত কৰবে। এভাৱে

৪) ৬নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

১ ক. কৃষ্ণবিবৰ কী?

২ খ. সূপারনোভা কীভাৱে গঠিত হয়?

৩ গ. সূৰ্যেৰ গঠন ও তাপ আলোক বিকিৰণ প্ৰক্ৰিয়া বৰ্ণনা কৰ।

৪ ঘ. কৃষ্ণবিবৰ কীভাৱে সৃষ্টি হয় ব্যাখ্যা কৰ।

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ১]

৫) ৭নং প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

১ ক. নিউটন নক্ষত্ৰ থেকে একটি নিৰ্দিষ্ট সময় অন্তৰ অন্তৰ যখন বেতাৰ সংকলন পাওয়া যায় তখন নিউটন নক্ষত্ৰ পালসারে পৰিণত হয়।

২ খ. সূৰ্য কৃষ্ণগহৰে পৰিণত হলে পথবীৰ সূৰ্যেৰ চাৱদিকে ঘৰবে।

৩ গ. সূৰ্য কৃষ্ণগহৰে পৰিণত হলে পথবীৰ সূৰ্যেৰ ব্যাসাৰ্থ $= 6.96 \times 10^8 \text{ m}$

৪ ঘ. সূৰ্য যদি সংকোচনেৰ মাধ্যমে 3 km ব্যাসাৰ্থেৰ গোলকে পৰিণত হয় তাহলে গাণিতিক বিশ্লেষণেৰ মাধ্যমে উদ্বীপকেৰ উত্তিৰ যথাৰ্থতা যাচাই কৰ।

[অনুশীলনীৰ প্ৰশ্ন ২]

সম্ভুচিত হয়ে এটি শূন্য ব্যাসার্ধ এবং অসীম ঘনত্বের বিন্দু বস্তুতে পরিণত হতে পারে। বস্তুটি বিন্দু হোক বা না হোক এর আকর্ষণ বল এতো বৃদ্ধি পাবে যে এর আশেপাশে থেকে কোনো কিছুই এমনকি আলোও বেরিয়ে আসতে পারবে না। তাই সূর্য কৃষ্ণগহরে পরিণত হলেও এর অভিকর্ষীয় প্রভাব বিদ্যমান থাকবে এবং পৃথিবী এর চারপাশে ঘূরবে।

গ মনে করি, সূর্যের সমান ব্যাসার্ধের একটি নক্ষত্রের ভর M হলে তা কৃষ্ণগহরে পরিণত হবে।

$$\text{দেওয়া আছে, } \text{সূর্যের ব্যাসার্ধ}, R = 6.96 \times 10^8 \text{ m}$$

$$\text{জানা আছে, } \text{মহাকর্ষ ধ্রুবক}, G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

$$\text{আলোর বেগ, } c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\text{আমরা জানি, } R = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\text{বা, } M = \frac{R_c c^2}{2G}$$

$$= \frac{6.96 \times 10^8 \text{ m} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}}$$

$$= 4.69 \times 10^{35} \text{ kg}$$

∴ নক্ষত্রের ভর $4.69 \times 10^{35} \text{ kg}$ হলে নক্ষত্রটি কৃষ্ণগহরে পরিণত হবে।

ঘ নক্ষত্রের ভর যদি তিন সৌর ভরের সমান বা বেশি হয় তাহলে নিউটনের অপজাত চাপ ও নিউটন নক্ষত্রের মহাকর্ষকে ঠিকিয়ে রাখতে পারে না। তখনই শুরু হয় নক্ষত্রের প্রকৃত মহাকর্ষীয় পতন। তখন কোনো বলই থাকে না প্রবল মহাকর্ষকে বাধা দেওয়ার জন্য। ফলে নক্ষত্রটি একেবারে চুপসে যায়। এর আয়তন প্রায় শূন্য এবং ঘনত্ব প্রায় অসীম হওয়ায় মহাকর্ষক্ষেত্র এমন প্রবল হয় যে, এ জাতীয় বস্তু থেকে এর মহাকর্ষ কাটিয়ে কোনো প্রকার আলো বা সংকেত বেরিয়ে আসতে পারে না। তাই বস্তুটিকে আর দেখা যায় না। এ অবস্থার নক্ষত্রকেই কৃষ্ণগহরের বলে। প্রত্যেক কৃষ্ণগহরের একটা ঘটনা দিগন্ত থাকে। ঘটনা দিগন্ত হলো কৃষ্ণগহরের চারপাশের যে অঞ্চল থেকে কোনো প্রকার বিকিরণ বা কোনো সংকেত বেরিয়ে আসতে পারে না তার সীমানা। কৃষ্ণগহরের কেন্দ্র থেকে ঘটনা দিগন্ত পর্যন্ত দূরত্বকে বলা হয় কৃষ্ণগহরের সোয়ার্জশিল্প ব্যাসার্ধ। কার্ল সোয়ার্জশিল্প আসম মানে আইনস্টাইনের ক্ষেত্র সমীকরণের একটি সমাধান বের করে এ ব্যাসার্ধ নির্ণয় করেছেন, $r_s = \frac{2GM}{c^2}$ । নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র হতে প্রাপ্ত মুক্তিবেগের ধারণা থেকেও এটি নির্ণয় করা যায়। আমরা জানি, M ভরের কোনো গোলাকার বস্তুর ব্যাসার্ধ r হলে তার পৃষ্ঠে মুক্তিবেগ, $v = \sqrt{\frac{2GM}{r}}$ ।

এখন বস্তুটির ভর অভিন্ন থেকে ব্যাসার্ধ r কমলে মুক্তিবেগের মান বেড়ে যায়। এভাবে অতিমালে কোনো নক্ষত্রের সঙ্কেচনের ফলে r ক্রমাগত কমতে থাকলে এক পর্যায়ে তাতে মুক্তিবেগ আলোর বেগের সমান হয়। r_s ব্যাসার্ধের জন্য এমনটি হলে,

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{r_s}}$$

$$\text{বা, } r_s = \frac{2GM}{c^2}$$

এখানে, M বস্তুর ভর, c আলোর বেগ এবং G মহাকর্ষীয় ধ্রুবক। $5M_0$ ভরের একটি কৃষ্ণবিবরের ব্যাসার্ধ হয় 15 km । অর্থাৎ 15 km ব্যাসার্ধের ভেতরে কোনো কিছুই দেখা যাবে না এবং আলোসহ কোনো কিছুই বেরিয়ে আসতে পারবে না। তবে কৃষ্ণবিবরের উপর্যুক্তি অনুভব করা যাবে। সূর্য যদি বর্তমান আকার থেকে সঙ্কেচনের মাধ্যমে 3 km ব্যাসার্ধে পৌছায় তবে এটি আমাদের কাছে অদৃশ্য মনে হবে। কিন্তু এর অভিকর্ষীয় প্রভাব থেকে যাবে। যেমন পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘূরছে, তখনও ঘূরবে।

১ বৃবেল আট্রোফিজিঙ্ক বিষয়ে হাবল ল্যাবরেটরীতে গবেষণা করে। সে সূর্যের অতি সঞ্চিকটে একটি নক্ষত্রের উপর গবেষণা করছিল। উক্ত নক্ষত্রের ভর সূর্যের ভরের 4 গুণ এবং ব্যাসার্ধ $22 \times 10^3 \text{ m}$ অন্যদিকে সূর্যের ভর $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ এবং ব্যাসার্ধ $6.96 \times 10^8 \text{ m}$ ।

- | | |
|---|---|
| ১. কোন তারকান নিউটন তারকায় পরিণত হবে? | ১ |
| ২. কখন নিউটন নক্ষত্র পালসারে পরিণত হবে? | ২ |
| ৩. সূর্যের মুক্তিবেগ নির্ণয় কর। | ৩ |
| ৪. উদ্বীপকে নক্ষত্রটি কৃষ্ণবিবরে পরিণত হবে কী? গাণিতিক বিশ্লেষণের মাধ্যমে তোমার মতামত দাও। | ৪ |
- [অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

৮নং পথের উত্তর

১ যেসব তারকার ভর $1.4 M_0$ থেকে $3 M_0$ এর মধ্যে সেসব তারকাগুলো নিউটন তারকায় পরিণত হবে। এখানে M_0 সূর্যের ভর।

২ সুপারনোভা যখন বিস্ফোরিত হয় তখন এর কোর বা মূল বস্তুর চাপ এত বেশি হয় যে প্রোটন ও নিউটন একত্রিত হয়ে নিউটন গঠন করে, একে বলা হয় নিউটন নক্ষত্র। এর সাথে জড়িত থাকে অতিউচ্চ চৌম্বকক্ষেত্র। তাই এটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর রেডিও পালস নির্গমন করে, একে পালসার বলা হয়। ১৯৬৭ সালে প্রথম নিউটন নক্ষত্র বা পালসারকে উদ্ঘাটন করা সম্ভব হয়েছিল।

৩ কোনো বস্তুর ভর M এবং এর ব্যাসার্ধ R হলে নিম্নোক্ত সূত্রের সাহায্যে আমরা বস্তুটির মুক্তিবেগ v নির্ণয় করতে পারি,

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}} ; \text{ যেখানে } G = \text{মহাকর্ষীয় ধ্রুবক}$$

আমরা জানি,

$$\text{সূর্যের ভর, } M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{সূর্যের ব্যাসার্ধ, } R = 6.96 \times 10^8 \text{ m}$$

$$\text{মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, } G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$$

$$\text{সূতরাং সূর্যের মুক্তিবেগ, } v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 2 \times 10^{30}}{6.96 \times 10^8}} \text{ m s}^{-1}$$

$$= 6.19 \times 10^5 \text{ m s}^{-1}$$

$$= 6.19 \times 10^2 \text{ km s}^{-1}$$

$$\therefore \text{সূর্যের মুক্তিবেগ } 6.19 \times 10^2 \text{ km s}^{-1}।$$

৪ উদ্বীপক অনুসারে,

$$\text{নক্ষত্রের ভর, } M = 4 \times 2 \times 10^{30} \text{ kg} = 8 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{নক্ষত্রটির ব্যাসার্ধ, } R = 22 \text{ km}$$

$$= 22 \times 10^3 \text{ m}$$

নক্ষত্রটির পৃষ্ঠে অভিকর্ষজ ত্বরণ g হলে,

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

$$= \frac{6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 8 \times 10^{30} \text{ kg}}{(22 \times 10^3 \text{ m})^2}$$

$$= 1.103 \times 10^{12} \text{ m s}^{-2}$$

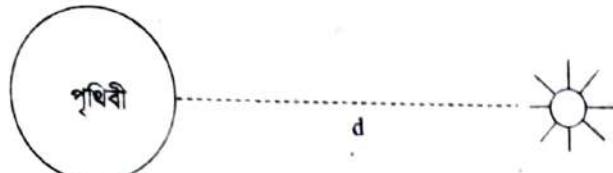
সূতরাং দেখা যাচ্ছে, নক্ষত্রটির পৃষ্ঠে g -এর মান অতাধিক বেশি হওয়ায়, কোনো বস্তু এমনকি ফোটন কণাও বেরিয়ে আসতে পারে না, এমনকি এর কাছাকাছি থাকলেও ফোটন বা অন্য কণা এর মধ্যে হারিয়ে যায়।

আবার যেহেতু, ভর \propto ঘনত্ব [যখন আয়তন ধ্রুবক]। সূতরাং নক্ষত্রটির ভর বেশি হওয়ার দরুন এর ঘনত্বও বেশি হবে, যা সন্দেহাত্তিতভাবে কৃষ্ণবিবরের বৈশিষ্ট্যকে অনুসরণ করে।

সূতরাং নক্ষত্রটিকে কৃষ্ণবিবরে পরিণত হবে।

৩ গোলাম হোসেন আমানিক, দেওয়ান নাসির উদ্দিন ও রবিউল ইসলাম স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১। নিচের উকীপকটি লক্ষ কর :



- ক. হাবলের সূত্র বিবৃত কর। ১
- খ. ইলেক্ট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ২
- গ. উকীপকের নক্ষত্র থেকে আগত তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের পরিবর্তন দেয় তরঙ্গ দৈর্ঘ্যের $\frac{1}{15}$ অংশ। পৃথিবী থেকে নক্ষত্রের দূরত্ব নির্ণয় কর। $[H_0 = 2 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}]$ ৩
- ঘ. গাণিতিকভাবে মহাবিশ্বের পরিণতি আলোচনা কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

১৩^ত প্রশ্নের উত্তর

১। দূরত্বে অবস্থিত কোনো মহাজাগতিক বস্তুর দূরে সরে যাবার বেগ v হলে গাণিতিকভাবে হাবলের সূত্র হচ্ছে, $v = Hr$; এখানে H হচ্ছে হাবলের ধ্রুবক।

২। আমরা জানি,

$$\text{ইলেক্ট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য}, \lambda_c = \frac{h}{m_0 c}$$

$$\text{এখানে}, h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$$

$$m_0 = 9.1 \times 10^{-31} \text{ kg}, c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$\therefore \lambda_c = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}}{9.1 \times 10^{-31} \text{ kg} \times 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}$$

$$= 0.02428 \times 10^{-10} \text{ m} = 0.02428 \text{ Å}$$

৩। ডপলার ক্রিয়া অনুসারে, $\frac{f'}{f} = \frac{c+v}{c-v}$ [এখানে, v = নক্ষত্রের গতিবেগ]

$$\text{শর্তমতে}, \lambda' = \lambda + \lambda \times \frac{1}{15}$$

$$\text{বা}, \frac{c/\lambda'}{c/\lambda} = \frac{c}{c+v}$$

$$\text{বা}, \frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{c}{c+v}$$

$$\text{বা}, \frac{\lambda'}{\lambda} = \frac{c+v}{c} = 1 + \frac{v}{c}$$

$$\text{বা}, \frac{\lambda + \lambda \times \frac{1}{15}}{\lambda} = 1 + \frac{v}{c}$$

$$\text{বা}, \frac{16}{15} = 1 + \frac{v}{c}$$

$$\text{বা}, \frac{v}{c} = \frac{16}{15} - 1 = \frac{1}{15}$$

$$\text{বা}, \frac{16}{15} = 1 + \frac{v}{c}$$

$$\therefore v = \frac{c}{15} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}}{15} = 2 \times 10^7 \text{ m s}^{-1}$$

হাবলের ধ্রুবক, $H_0 = 72 \text{ km s}^{-1}/\text{mp}_c$

$$1 \text{ mp}_c = 3.084 \times 10^9 \text{ km}$$

পৃথিবী থেকে নক্ষত্রের দূরত্ব,

$$d = \frac{v}{H} = \frac{2 \times 10^7 \text{ ms}^{-1}}{72 \text{ km s}^{-1}/\text{mp}_c} = \frac{2 \times 10^7 \text{ ms}^{-1} \times 3.084 \times 10^9 \text{ km}}{72 \text{ km s}^{-1}}$$

$$= 8.56 \times 10^{21} \text{ km}$$

১। মহাবিশ্বের পরিণতি সম্পর্কিত বিষয়ত্বের একটি গুরুত্বপূর্ণ প্যারামিটার (Parameter) হলো ঘনত্ব প্যারামিটার। একে Ω (ওমেগা) হারা প্রকাশ করা হয়। Ω কে সংজ্ঞায়িত করা হয় মহাবিশ্বের পদার্থের গড় ঘনত্ব এবং ঐ ঘনত্বের সংক্ষেপ মানের অনুপাত হারা।

$\Omega = 1$, $\Omega < 1$ এবং $\Omega > 1$ হলে মহাবিশ্বের আকৃতি হবে যথাক্রমে সমতল, উন্মুক্ত এবং বক্ষ।

যদি আদিতে মহাবিশ্বে শুধু নিউক্লিয় পদার্থের অস্তিত্ব থাকতো তাহলে প্রত্যেক জ্যামিতিক আকারের জন্য একটি নির্দিষ্ট পরিণতি থাকতো। কাজেই সৃষ্টিতত্ত্ববিদগণ Ω নির্ণয় করে মহাবিশ্বের পরিণতি নির্ধারণে সচেষ্ট হন। বল্দ মহাবিশ্বের জ্যামিতিক আকৃতি হলো গোলকের ন্যায়। এই মহাবিশ্বে ডার্ক শক্তির কারণে বিকর্ষণ বলের অভাব পড়বে, ফলশুভিতে মহাকর্ষ বল প্রসারণকে থামিয়ে দিবে। পরবর্তীতে এটি সংকুচিত হতে থাকবে যতক্ষণ না পর্যব্রহ্ম মহাবিশ্বের সকল বস্তু একটি বিদ্যুতে পরিণত হয়েছে। সর্বশেষ এই অনন্যতাকে বৃহৎ সংকোচন (Big Crunch) নামে অভিহিত করা হয়েছে।

উন্মুক্ত মহাবিশ্বের জ্যামিতিক গঠন হলো প্রাবৃত্তাকার (hyperbolic)। ডার্ক শক্তি ছাড়াও ঝণাঝক বক্তৃতা বিশিষ্ট মহাবিশ্ব চিরকাল প্রসারিত হতে পারে। আর ডার্ক শক্তিসহ এটি কেবল প্রসারিত হয় না, তুরিতও হয়। কাজেই মহাবিশ্বের চূড়ান্ত পরিণতি হবে তাপীয় মৃত্যু (Heat Death) বা বিগ ফ্রিজ (Big Freeze) বা বিগ রিপ (Big Rip)।

যদি গড় ঘনত্ব সংক্ষেপ ঘনত্বের সমান হয় তাহলে মহাবিশ্বের জ্যামিতিক গঠন সমতল প্রকৃতির হয়। ডার্ক শক্তির অনুপস্থিতিতে একটি সমতল মহাবিশ্ব চিরকাল প্রসারিত হবে এবং এতে মন্দন কাজ করবে। ডার্ক শক্তির উপস্থিতিতে সমতল মহাবিশ্বের প্রসারণের হার প্রথম দিকে মহাকর্ষের কারণে হীরগতির হলেও পরবর্তীতে এটি বৃদ্ধি পায়। ফলে সমতল মহাবিশ্বে চূড়ান্ত পরিণতি উন্মুক্ত মহাবিশ্বের পরিণতির অনুরূপ হবে।

বিগ ক্রাঙ্ক (Crunch) বা বৃহৎ সংকোচন তত্ত্ব অনুসারে মহাবিশ্বের চূড়ান্ত পরিণতির একটি সিমেট্রিক দৃশ্য পরিসংক্ষিত হয়। বৃহৎ বিশ্বকারণের পর মহাবিশ্ব প্রসারিত হচ্ছে। এই তত্ত্ব থেকে অনুমান করা যায় যে, মহাবিশ্বের যে গড় ঘনত্ব রয়েছে তাতে পুনরায় সংকোচন শুরু হওয়া সম্ভব। তবে সর্বশেষ পরিণতি অজানা। বৃহৎ বিশ্বকারণের পূর্বে মহাবিশ্বের বিগ ক্রাঙ্ক সৃষ্টি হয়েছিল। যদি এটি পর্যাবৃত্তভাবে ঘটতে থাকে তাহলে একটি দোলন গতিসম্পন্ন মহাবিশ্ব পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন ১০। অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ২-এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১-এর প্রশ্ন ও উত্তর দ্রষ্টব্য।

প্রশ্ন ১১। মাহমুদ জ্যোতি পদার্থবিদ্যার সাম্প্রতিক তত্ত্ব থেকে জানতে পারল যে ভৌমীত নক্ষত্র এর নিজের মহাকর্ষের প্রভাবে খ্রস্ব হয়ে ক্রমবিবরে রূপ নিতে পারে। তবে এর জন্য নক্ষত্রটির ভর হতে হবে দুই সৌর ভরের সমান। [সূর্যের ভর = $2 \times 10^{30} \text{ kg}$]

ক. আপেক্ষিকতার প্রকৃত দৈর্ঘ্য কী? ১

খ. লরেজ বৃপ্তাত্ত্বের বিশেষত্ব কী? ২

গ. নক্ষত্রটিকে ভাঙলে কী পরিমাণ শক্তি পাওয়া যাবে? ৩

ঘ. "প্রদত্ত নক্ষত্রটির ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ 5.93 km "- উন্নিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ করো। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৩]

১১নং প্রশ্নের উত্তর

১ দুটি কাঠামোর মধ্যে একটি কাঠামো পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে কোনো দণ্ড স্থির এবং অন্য কাঠামো পর্যবেক্ষকের সাপেক্ষে দণ্ডটি গতিশীল হলে স্থির হওয়া দণ্ডটির দৈর্ঘ্যকে আপেক্ষিকভাবে প্রকৃত দৈর্ঘ্য বলে।

২ লরেঞ্জ বৃপ্তির বিশেষজ্ঞ দুটি—

প্রথমত : সময় ও অবস্থান নির্ণয় পর্যবেক্ষকের আপেক্ষিক গতির উপর নির্ভরশীল এবং একটি প্রসঙ্গে কাঠামোতে পৃথক স্থানে দুটি ঘটনা যুগ্মৎ ঘটলেও অন্য কাঠামোতে যুগ্মৎ নাও ঘটতে পারে।

দ্বিতীয়ত : প্রসঙ্গে কাঠামোছয়ের আপেক্ষিক দুটি v আলোর দুটি c এর তুলনায় অত্যন্ত কম হলে অর্থাৎ যখন $v << c$, তখন $\frac{v^2}{c^2} = 0$ এবং $k = 1$ । সুতরাং কাঠামোছয়ের আপেক্ষিক দুটি v আলোর দুটি c এর তুলনায় অত্যন্ত কম হলে লরেঞ্জ বৃপ্তির গ্যালিলীয় বৃপ্তির অনুরূপ হয়। কাঠামোছয়ের আপেক্ষিক দুটি v আলোর দুটি c এর সাথে তুলনীয় হলেই লরেঞ্জ বৃপ্তির অনুসারে তিনি ফল পাওয়া যায়।

৩ ধরি, প্রাপ্তি শক্তি, E

আমরা জানি, $E = mc^2$

নক্ষত্রিকে ভাঙলে মোট শক্তির পরিমাণ হবে

$$\begin{aligned} E &= 4 \times 10^{30} \times (3 \times 10^8)^2 \text{ J} \\ &= 4 \times 10^{30} \times 9 \times 10^{16} \text{ J} \\ &= 36 \times 10^{46} \text{ J} \end{aligned}$$

∴ নক্ষত্রিকে ভাঙলে $36 \times 10^{46} \text{ J}$ শক্তি পাওয়া যাবে।

৪ উচীপকে প্রদত্ত নক্ষত্রের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ 5.93 km নিচে উক্তিটির যথার্থতা বিশ্লেষণ করা হলো—

ধরি, নক্ষত্রিকে ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ R_s

উচীপক হতে,

সূর্যের ভর, $M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$

নক্ষত্রের ভর, $M = 2M_0 = 2 \times 2 \times 10^{30} \text{ kg} = 4 \times 10^{30} \text{ kg}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

মহাকাশের ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

আমরা জানি, ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ

$$R_s = \frac{2 GM}{c^2}$$

$$\text{বা, } R_s = \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 4 \times 10^{30} \text{ kg}}{(3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2}$$

$$\text{বা, } R_s = \frac{5.3384 \times 10^{20} \text{ m}^3 \text{ s}^{-2}}{9 \times 10^{16} \text{ m}^2 \text{ s}^{-2}}$$

$$\text{বা, } R_s = 5931.55 \text{ m} = 5.93 \text{ km}$$

সুতরাং নক্ষত্রিকে ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ 5.93 km ।

অতএব উক্তিটি যথার্থ।

৫ ড. শাহজাহান তপন, মুহুমদ আজিজ হাসান ও ড. রানা চৌধুরী স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১৫ বাংলাদেশে মহাকাশ গবেষণা সংস্থা মহাকাশ পর্যবেক্ষণ ও অনুসন্ধানের জন্য একটি মহাশূন্য প্রোবে যন্ত্রপাতি স্থাপন করল।

ক. মহাশূন্য প্রোব কী?

১

খ. এক্স-রে জ্যোতির্বিদ্যা ও গামা-রে জ্যোতির্বিদ্যার ব্যাখ্যা কর।

২

গ. মহাকাশ প্রোব দিয়ে যে অনুসন্ধান চালানো হয় তা বর্ণনা কর।

৩

ঘ. রেডিও টেলিস্কোপ ও অপটিক্যাল টেলিস্কোপের কার্য প্রণালী তুলনা কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

১ পৃথিবীর ভর $6 \times 10^{24} \text{ kg}$ এবং মহাকাশের ধ্রুবক $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm kg}^{-2}$

২ ক. জ্যোতির্বিজ্ঞান কাকে বলে?

১

৩ খ. কখন নিউটন নক্ষত্র পালসারে পরিণত হয়?

২

৪ গ. পৃথিবীর কৃষ্ণগহণের বৃপ্তির করা হলে এর সোয়ার্জার্সিল্ড ব্যাসার্ধ কত হবে?

৩

৫ ঘ. “মহাকাশ পর্যবেক্ষণে তুমি কোন টেলিস্কোপটি ব্যবহার করতে চাচ্ছন্দবোধ করবে” – ব্যাখ্যা কর।

৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ৪]

১২নং প্রশ্নের উত্তর

১ যে শাস্ত্র আকাশ ও মহাকাশের চন্দ্র, সূর্য, গ্রহ, নক্ষত্র, নীহারিকা ইত্যাদি বিষয়ে তথ্যাদির বিবরণসহ আলোচনা ও অনুসন্ধান করে তাকে জ্যোতির্বিজ্ঞান বলে।

২ সুপারনোভা যখন বিস্কেবিল হয় তখন এর কোর বা মূল বস্তুর চাপ এত বেশি হয় যে প্রোটন ও নিউট্রন একত্রিত হয়ে নিউট্রন পঠন করে, একে বলা হয় নিউট্রন নক্ষত্র। এর সাথে জড়িত থাকে অতিউচ্চ চৌম্বকক্ষেত্র। তাই এটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর রেডিও পালস নির্গমন করে, একে পালসার বলা হয়। ১৯৬৭ সালে প্রথম নিউট্রন নক্ষত্র বা পালসারকে উদ্ঘাটন করা সম্ভব হয়েছিল।

৩ দেওয়া আছে,

পৃথিবীর ভর, $M = 6 \times 10^{24} \text{ kg}$

মহাকাশের ধ্রুবক, $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

শূন্যস্থানে আলোর দুটি, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

বের করতে হবে, সোয়ার্জার্সাইল্ড ব্যাসার্ধ, $R_s = ?$

আমরা জানি, $R_s = \frac{2GM}{c^2}$

$$= \frac{2 \times 6.67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2} \times 6 \times 10^{24} \text{ kg}}{(3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2} = 0.0089 \text{ m.}$$

৪ টেলিস্কোপ বা দূরবীক্ষণ সাধারণত দুধরনের হয়। যথা— প্রতিসারক দূরবীক্ষণ যন্ত্র বা রিফ্লেক্টিং টেলিস্কোপ ও প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র বা রিফ্লেক্টিং টেলিস্কোপ। যে দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যে বড় উন্মেষ ও ফোকাস দূরত্বের লেস ব্যবহার করা হয় তাকে প্রতিসারক দূরবীক্ষণ যন্ত্র বলে। লক্ষ্যবস্তু থেকে বেশি আলো পাওয়ার জন্য দূরবীক্ষণ যন্ত্রের অভিলক্ষ্যের উন্মেষ বড় হওয়া প্রয়োজন। প্রতিসারক দূরবীক্ষণের অভিলক্ষ্যে ব্যবহৃত বড় উন্মেষের লেস অপেক্ষাকৃত বেশি আলো শোষণ করে বলে প্রতিবেদের উজ্জ্বলতা কম হয়। কিন্তু প্রতিফলক দূরবীক্ষণের অভিলক্ষ্যে ব্যবহৃত বড় উন্মেষের অভিলক্ষ্যের দর্শণ তৈরি আলো শোষণ করে বলে প্রতিবেদের উজ্জ্বলতা কম হয়। প্রতিফলক দূরবীক্ষণ যন্ত্র বর্ণ ত্রুটি ও গোলীয় ত্রুটি মুক্ত বলে এর প্রতিবেদ প্রতিসারক দূরবীক্ষণের প্রতিবেদ অপেক্ষা অনেক বেশি স্পষ্ট। এছাড়া বড় উন্মেষের লেস অপেক্ষা বড় উন্মেষের দর্শণ তৈরি আলো শোষণ করে বলে প্রতিবেদের উজ্জ্বলতা কম হয়।

অতএব, উপরোক্ত আলোচনা হতে আমি এই মর্মে সিদ্ধান্ত নিলাম যে, “মহাকাশ পর্যবেক্ষণে আমি প্রতিফলক বা রিফ্লেক্টিং টেলিস্কোপ ব্যবহার করতে চাচ্ছন্দবোধ করবো।”

১৩নং প্রশ্নের উত্তর

১ মহাশূন্য প্রোব হলো মহাশূন্যে অনুসন্ধানী যান যা অপটিক্যাল ও রেডিও টেলিস্কোপ ছাড়াও মহাবিশ্ব অনুসন্ধানের জন্য ব্যবহৃত সকল রকম কোশল অবলম্বন করে।

২ গামা-রে ফোটন ব্যবহার করে জ্যোতির্বিদ্যায় অনুসন্ধান হলো গামা-রে জ্যোতির্বিদ্যা। গামা-রে জ্যোতির্বিদ্যার মূলনীতি হলো জ্যোতিক থেকে নিঃসৃত অতিমাত্রায় শক্তিসম্পন্ন তাড়িত চৌম্বক বিকিরণ গামা-রে বিশ্লেষণ এবং এসব জ্যোতিক সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ।



অন্যদিকে আমাদের গ্যালাক্সির ভিতৰে ও বাইরের জ্যোতির্বিদীয় উৎস থেকে নির্গত এক্স-ৱে নিয়ে যা আলোচনা কৰে তাই এক্স-ৱে জ্যোতির্বিদ্যা। এক্স-ৱে জ্যোতির্বিদ্যার মূলনীতি হলো বিভিন্ন জ্যোতিষ থেকে এক্স-ৱে তরঙ্গদৈর্ঘ্যে নির্গত বিকিৰণের উপর ভিত্তি কৰে এটা কাজ কৰে। এক্স-ৱে পৃথিবীৰ বায়ুমণ্ডল দ্বাৰা শোষিত হয় বলে ১৫০ km এৰ বেশি উচ্চতায় কৃত্রিম উপগ্রহ রকেট বা বেলুনে যন্ত্ৰপাতি স্থাপন কৰে পৰ্যবেক্ষণ চালাতে হয়।

(১) মহাশূন্য প্রোৰ বা মহাশূন্য অনুসম্ভানী অপটিক্যাল ও ৱেডিও টেলিস্কোপ ছাড়াও মহাবিশ্ব অনুসম্ভানীৰ জন্য ব্যবহৃত সকল রকম কৌশল অবলম্বন কৰে। মহাশূন্য অনুসম্ভানীৰ অন্যতম পৰ্যবেক্ষণ হলো কৃত্রিম উপগ্রহেৰ ব্যবহাৰ। মহাকাশেৰ কোনো বস্তু দ্বাৰা নিঃসৃত কৃত্রিম উপগ্রহেৰ ব্যবহাৰ। মহাকাশেৰ কোনো বস্তু দ্বাৰা শোষিত পালা জুড়ে থাকে। এ বিকিৰণেৰ প্ৰধান অংশ বায়ুমণ্ডল দ্বাৰা শোষিত বা প্ৰতিফলিত হয়। ফলে পৃথিবী শুধু দৃশ্যমান বিকিৰণ ও ৱেডিও তরঙ্গেৰ সামান্য পৰিমাণ প্ৰহণ কৰে। কৃত্রিম উপগ্রহেৰ সাহায্যে পৃথিবীৰ বায়ুমণ্ডলেৰ উপরে গিয়ে কোনো বস্তু পৰ্যবেক্ষণ ও অনুসম্ভান কৰা যায়। কৃত্রিম উপগ্রহ আসাৰ ফলে বিশেষভাৱে ডিজাইন কৰা যায়। কৃত্রিম উপগ্রহ কৰে তাৰিতোষ্টক বৰ্ণালিৰ এক্স-ৱে ও টেলিস্কোপ কক্ষপথে স্থাপন কৰে তাৰিতোষ্টক বৰ্ণালিৰ এক্স-ৱে ও অভিবেগুনি অঞ্চলেৰ পৰ্যবেক্ষণ চালানো যায়। সূতৰাং মহাশূন্য প্ৰোৰেৰ সাহায্যে মহাকাশেৰ কোনো বস্তু সম্পর্কে অনেক বেশি তথ্য সংগ্ৰহ ও বিশ্লেষণ কৰা যায়। এছাড়াও এক্স-ৱে এবং গামা-ৱে ব্যবহাৰ কৰে মহাকাশে অনুসম্ভান কাৰ্য চালানো হয়।

(২) নিচে ৱেডিও টেলিস্কোপ ও অপটিক্যাল টেলিস্কোপেৰ কাৰ্যপ্ৰণালিৰ তুলনা কৰা হলো—

১. ৱেডিও টেলিস্কোপ মহাকাশেৰ বিভিন্ন জ্যোতিষ থেকে তাৰীয় নিঃসৃত হিসেবে উৎপন্ন ৱেডিও তরঙ্গ প্ৰহণ ও বিবৰ্তন কৰে তা অন্যদিকে অপটিক্যাল টেলিস্কোপ সৱাসৱি বস্তুৰ বিবৰ্ধিত প্ৰতিবিষ্ট দেখা, আলোকচিত্ৰ নেওয়া ও উপাত্ত সংগ্ৰহেৰ জন্য তড়িৎচুম্বকীয় বৰ্ণালিৰ প্ৰধানত দৃশ্যমান অংশ সংগ্ৰহ ও নিৰ্বন্ধ কৰে।
২. ৱেডিও টেলিস্কোপেৰ পৰ্যবেক্ষণেৰ কাজ 1 mm থেকে 30 m তরঙ্গদৈৰ্ঘ্যেৰ মধ্যে কৰতে হয় কিন্তু অপটিক্যাল টেলিস্কোপেৰ পৰ্যবেক্ষণেৰ কাজ $4 \times 10^{-7} \text{ m}$ থেকে $7 \times 10^{-7} \text{ m}$ এৰ মধ্যে কৰতে হয়।
৩. ৱেডিও টেলিস্কোপ মেঘাছম আবহাওয়ায়ও কাজ কৰতে পাৰে। কিন্তু অপটিক্যাল টেলিস্কোপ দ্বাৰা মেঘাছম আবহাওয়ায় বাৰ্তা প্ৰেৰণ কৰা যায় না।
৪. ৱেডিও টেলিস্কোপ দ্বাৰা উচ্চ বিশ্লেষণী ক্ষমতা পাওয়া যায় না অন্যদিকে অপটিক্যাল টেলিস্কোপ দ্বাৰা উচ্চ বিশ্লেষণী ক্ষমতা পাওয়া যায়।
৫. ৱেডিও টেলিস্কোপেৰ প্ৰধান অংশ একটি বৃহৎ ৱেডিও এক্টেনা ও একটি সুবৈদী ৱেডিও মিটাৰ অন্যদিকে অপটিক্যাল টেলিস্কোপেৰ প্ৰধান অংশ লেন্স বা দৰ্পণ।

১৪৮। আমৰা যে গ্যালাক্সিৰে বাস কৰি তাৰ নাম আকাশ গঞ্জা।
সৌৱজগৎ এ গ্যালাক্সিৰ একটি অংশ।

- ক. সৌৱজগৎ কাকে বলে?
- খ. কৃষ্ণবিবৰ কী ব্যাখ্যা কৰ।
- গ. গ্যালাক্সি কত প্ৰকাৰ ও কী কী?
- ঘ. যা কিছু আছে তাৰেৰ সবকিছু নিয়ে মহাকাশ—বিশ্লেষণ কৰ।

(অনুলিপনীৰ প্ৰশ্ন ২)

১৪৯. প্ৰশ্নেৰ উত্তৰ

ক. সূৰ্য ও এৰ প্ৰহণ ধূমকেতু, উষ্ণা, প্ৰহাণ, গ্যাস, ধূলিকণা ইত্যাদি নিয়ে সৌৱজগৎ গঠিত। সূৰ্য সৌৱজগতেৰ কেন্দ্ৰ। সূৰ্যকে কেন্দ্ৰ কৰে এৰ আটটি প্ৰহণ ঘূৰছে। কিছু সকল প্ৰহই সূৰ্যেৰ চাৰদিকে উপবৃত্তাকাৰ পথে ঘূৰছে। কিছু সকল প্ৰহই সূৰ্যেৰ চাৰদিকে উপবৃত্তাকাৰ পথে ঘূৰছে। সৌৱজগতে একমাত্ৰ সূৰ্যেৰই আলো প্ৰহেৰ রয়েছে উপগ্রহ। সৌৱজগতে একমাত্ৰ সূৰ্যেৰই আলো আছে। সূৰ্যেৰ আলো পড়ে সৌৱজগতেৰ প্ৰহণ ও উপগ্রহ আলোকিত হয়। এছাড়া সৌৱজগতেৰ রয়েছে অনিয়মিত আলোকিত হাজাৰ বস্তু। এৱা হলো উষ্ণা, ধূমকেতু, প্ৰহাণ, গ্যাস, ধূলিকণা, কুন্দু কুন্দু কঠিন বস্তু ইত্যাদি।

(খ) একটি তাৰকাকাশ যদি যথেষ্ট ভৱ ও ঘনত্ব থাকে তাহলে তাৰকাকাশীয় ক্ষেত্ৰ এতো শক্তিশালী হবে যে, আলো সেখান থেকে নিৰ্গত মহাকাৰ্য ক্ষেত্ৰ এতো শক্তিশালী হবে যে, আলো বেশি দূৰে হতে পাৰবে না। সেই তাৰকাকাশীয় পৃষ্ঠাৰ পৰিসূল আকৰ্ষণ তাকে পেছনে টেনে নিয়ে আসবে। এই সব তাৰকাকাশীয় পৃষ্ঠাৰ আকৰ্ষণ আমৰা এদেৰ দেখতে পাই না। তবে এদেৰ মহাকাৰ্য আকৰ্ষণ আমাদেৰ বোঝগম্য হবে, এ সমস্ত বস্তুপিণ্ডকে কৃষ্ণবিবৰ বা কৃষ্ণগহনৰ বলে।

(গ) অনেকগুলো নক্ষত্ৰেৰ সমাৰেশকে বলা হয় গ্যালাক্সি।

আমৰা যে গ্যালাক্সিতে বাস কৰি তাৰ নাম আকাশ গঞ্জা। সূৰ্য ও আমৰা যে গ্যালাক্সিতে বাস কৰি তাৰ নাম আকাশ গঞ্জা। সূৰ্য ও খলি চোখে দৃশ্যমান সকল নক্ষত্ৰ এ আকাশ গঞ্জা ছায়াপথে রয়েছে। গ্যালাক্সি প্ৰধানত দুই প্ৰকাৰ।

(ক) স্বাভাৱিক গ্যালাক্সি, (খ) ৱেডিও গ্যালাক্সি।

ক. **স্বাভাৱিক গ্যালাক্সি :** গ্যালাক্সি হলো মহাবিশ্বেৰ মৌলিক উপাদান। আমাদেৰ ছায়াপথ ছাড়াও মহাবিশ্বে লক লক গ্যালাক্সি রয়েছে। এদেৰ বলা হয় স্বাভাৱিক গ্যালাক্সি। স্বাভাৱিক গ্যালাক্সি তিন প্ৰকাৰ হয়। যথা : (১) উপবৃত্তাকাৰ গ্যালাক্সি, (২) সৰ্পিল বা প্যাচানো গ্যালাক্সি, (৩) বিষম গ্যালাক্সি।

১. **উপবৃত্তাকাৰ গ্যালাক্সি :** যেসব গ্যালাক্সি দেখতে উপবৃত্তাকাৰ চাকতিৰ মতো তাৰেৰকে বলা হয় উপবৃত্তাকাৰ গ্যালাক্সি। এগুলো সাধাৰণত লোহিত দানব ও শ্ৰেত বামন নক্ষত্ৰ নিয়ে গঠিত।

২. **সৰ্পিল বা প্যাচানো গ্যালাক্সি :** অধিকাংশ স্বাভাৱিক গ্যালাক্সি হলো পেচানো গ্যালাক্সি। আমাদেৰ ছায়াপথ ও অ্যানড্ৰোমেডা এ ধৰনেৰ গ্যালাক্সি।

৩. **বিষম গ্যালাক্সি :** এ ধৰনেৰ গ্যালাক্সিৰ কোনো নিৰ্দিষ্ট আকাৰ নেই। কিন্তু স্বাভাৱিক গ্যালাক্সি হলো বিষম গ্যালাক্সি। এৱা মধ্যবয়সী। গ্যালাক্সিৰ শতকৰা ২ ভাগ বিষম গ্যালাক্সি।

খ. **ৱেডিও গ্যালাক্সি :** যেসব গ্যালাক্সি ৱেডিও কম্পাঙ্কেৰ তাৰিতোষ্টক বিকিৰণ নিঃসৃত কৰে তাৰেৰ ৱেডিও গ্যালাক্সিৰ কেন্দ্ৰ প্ৰাচীনতাৰে পৰিষ্কাৰ কৰে। এটা দেখতে অনেকটা কোনো ব্যক্তিৰ মুখমণ্ডলেৰ দুই পাশে দুটি কানেৰ মতো।

(১) **সাধাৰণ ৱেডিও গ্যালাক্সি (২) কোয়াসার :**

১. **সাধাৰণ ৱেডিও গ্যালাক্সি :** যে স্বাভাৱিক আলোকীয় গ্যালাক্সিৰ দুই পাশে দুটি প্ৰবল ৱেডিও উৎস রয়েছে এদেৰ সাধাৰণ ৱেডিও গ্যালাক্সি বলে। এটা দেখতে অনেকটা কোনো ব্যক্তিৰ মুখমণ্ডলেৰ দুই পাশে দুটি কানেৰ মতো।
২. **কোয়াসার :** কোয়াসার হলো আধা নাক্ষত্ৰিক ৱেডিও উৎস। এদেৰ ৱেডিও উৎপন্ন 10^{37} থেকে 10^{38} ওয়াট পালাৰ মধ্যে। কোয়াসার হলো দূৰবৰ্তী জ্ঞাত বস্তু। এৱা পৃথিবী থেকে লক লক আলোকবৰ্ষ দূৰে।

ঘ. **সব পদাৰ্থ, শক্তি ও স্থান অৰ্থাৎ যা কিছু আছে তাৰেৰ সবকিছু নিয়েই মহাবিশ্ব। অন্য কথায়, অগণিত নক্ষত্ৰাজ্য, ছায়াপথ বা গ্যালাক্সি অন্ত মহাকাশে ছড়ানো পদাৰ্থ, শক্তি এসব মিলিয়ে যে গ্যালাক্সি তাৰই নাম মহাবিশ্ব। মহাবিশ্বেৰ মৌলিক উপাদান তিনটি হলো : বস্তুজগৎ তাৰই নাম মহাবিশ্ব।**

(১) **সৌৱজগৎ,** (২) **নক্ষত্ৰসমূহ,** (৩) **গ্যালাক্সিমযূহ।**

১. **সৌৱজগৎ :** সূৰ্য ও এৰ প্ৰহণ ধূমকেতু, উষ্ণা, প্ৰহাণ, গ্যাস, ধূলিকণা ইত্যাদি নিয়ে সৌৱজগত গঠিত। সূৰ্যকে কেন্দ্ৰ কৰে এৰ আটটি প্ৰহণ ঘূৰছে। সৌৱজগতেৰ কেন্দ্ৰ। সূৰ্যকে কেন্দ্ৰ কৰে এৰ আটটি প্ৰহণ ঘূৰছে। কিছু সকল প্ৰহই সূৰ্যেৰ চাৰদিকে উপবৃত্তাকাৰ পথে ঘূৰছে। কিছু সকল প্ৰহই সূৰ্যেৰ চাৰদিকে উপবৃত্তাকাৰ পথে ঘূৰছে। সৌৱজগতে একমাত্ৰ সূৰ্যেৰই আলো আছে। সূৰ্যেৰ আলো পড়ে সৌৱজগতেৰ প্ৰহণ ও উপগ্রহ আলোকিত হয়। এছাড়া সৌৱজগতেৰ রয়েছে অনিয়মিত আলোকিত হাজাৰ বস্তু। এৱা হলো উষ্ণা, ধূমকেতু, প্ৰহাণ, গ্যাস, ধূলিকণা, কুন্দু কুন্দু কঠিন বস্তু ইত্যাদি।

২. **নক্ষত্রসমূহ:** যেসব নক্ষত্রসমূহের সূর্যের মতো আলো আছে এবং তা আলো দেয় তাদের বলা হয় নক্ষত্র। পৃথিবীর নিকটতম নক্ষত্র হলো সূর্য। সৌরজগতের বাইরে অনেক দূরে দূরে হাজার হাজার লক্ষ লক্ষ নক্ষত্র রয়েছে। এদেরকে ক্ষুদ্র ও মিটমিট করে ঝুলতে দেখা যায়। এর কারণ এরা পৃথিবীর অনেক অনেক দূরে। সূর্যের পর নিকটতম নক্ষত্র আলফা সেটুরাই।
৩. **গ্যালাক্সি:** অনেকগুলো নক্ষত্রের সমাবেশকে বলা হয় গ্যালাক্সি। আমরা যে গ্যালাক্সিতে বাস করি তার নাম আকাশ গঙ্গা। সূর্যে

ও খালি চোখে দৃশ্যমান সকল নক্ষত্র এ আকাশ গঙ্গা ছায়াপথে রয়েছে। এ জ্যাপথ ছাড়াও মহাবিশ্বে রয়েছে লক্ষ লক্ষ গ্যালাক্সি। এসব গ্যালাক্সির আকার ও আয়তন ভিন্ন। এদের খালি চোখে দেখা যায় না। এদের কোনোটা উপর্যুক্তাকার ও কোনোটা সর্পিল। গ্যালাক্সি প্রধানত দুই প্রকার। যথা : স্বাভাবিক গ্যালাক্সি ও রেডিও গ্যালাক্সি।

উপরের আলোচনা হতে বোধ যায়, সৌরজগৎ, নক্ষত্রসমূহ এবং গ্যালাক্সিসমূহ নিয়ে যাদের অস্তিত্ব আছে তাদের নিয়ে মহাবিশ্ব।

৩. তফাজ্জল, মহিউদ্দিন, নীলুফার, হুমায়ুন ও অতিকুর স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১৫। ১৯২৯ সালে মার্কিন বিজ্ঞানী এডুইন পি. হাবল প্রমাণ করেন যে, যে গ্যালাক্সি সমূহ পরস্পর হতে দূরে সরে যাচ্ছে এবং এই দূরে সরে যাবার দুটি এদের মধ্যকার দূরত্বের সমানুপাতিক। এই সমানুপাতিক ধ্রুবককে হাবল ধ্রুবক বলা হয় এবং এর মান $H = 2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ । একজন সৌখিন জ্যোতির্বিজ্ঞানী একটি কোয়াসারের দূরে সরে যাবার দুটি ($2.8 \times 10^8 \text{ m/s}$) এবং হাবলের সূত্র হতে মহাজগৎ এর বয়স নির্ণয় করলেন।

- ক. বিগ-ব্যাং কাকে বলে? ১
 খ. বিগ-ব্যাং-এর পূর্বে মহাবিশ্বের অবস্থা সম্পর্কে তোমার ধারণা কী? ২
 গ. কোয়াসারটির আনুমানিক দূরত্ব কত ছিল? ৩
 ঘ. জ্যোতির্বিজ্ঞানীর নির্ণয়কৃত বয়স কত হতে পারে এবং তা কতটুকু নিখুঁত হবে বলে তোমার ধারণ ব্যক্ত কর। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

১৫নং প্রশ্নের উত্তর

ক) বিগ ব্যাং হলো এমন একটি ঘটনা যার মাধ্যমে এ মহাবিশ্ব সৃষ্টি হয় এবং স্থান ও সময়ের যাত্রা শুরু হয়।

খ) বিজ্ঞানিগণ বলেন, যেহেতু নক্ষত্রপঞ্জগুলো পরস্পর দূর থেকে দূরে সরে যাচ্ছে, তাই অতীতে একটি সময় ছিল যখন মহাবিশ্বের সমস্ত পদার্থ ঘনীভূত ছিল। মহাবিশ্বের ঐ অনন্ত ঘন অবস্থাকে কল্পনা করা যায় একটি 'মহাজাগতিক ডিম' রূপে। তবে সেটা যে বাস্তব ডিমের মতো ছিল, তা নয়। সেটা ছিল পদার্থের এক মহাঘনীভূত রূপ। পদার্থের এ ঘনীভূত থাকা অবস্থায় মহাজাগতিক ডিমের বিস্ফোরণ ঘটে অর্থাৎ মহাবিশ্বের ঘটে। এ মহাজাগতিক ডিমটি আসলে ছিল একটি গাণিতিক বিন্দুমাত্র যাকে বলা হয় অনন্যতা।

গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন

$$\begin{aligned} d &= \frac{v}{H} \\ &= \frac{2.8 \times 10^8 \text{ m/s}}{2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}} \\ \therefore d &= 1.217 \times 10^{26} \text{ m} \end{aligned}$$

উদ্দীপকে,
 কোয়াসারটি দূরে সরে যাওয়ার দুটি,
 $v = 2.8 \times 10^8 \text{ m/s}$
 হাবল ধ্রুবক, $H = 2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$
 কোয়াসারটির আনুমানিক দূরত্ব, $d = ?$

$$\begin{aligned} \text{বয়স} &= H^{-1} \\ &= \frac{1}{H} = \frac{1}{2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}} \\ &= 4.348 \times 10^{17} \text{ s} = \frac{4.348 \times 10^{17}}{60 \times 60 \times 24 \times 365} \text{ y} = 14 \times 10^9 \text{ y} \end{aligned}$$

জ্যোতির্বিজ্ঞানীর নির্ণয়কৃত মহাজগৎ এর
 বয়স = H^{-1}

গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন

ক) জ্যোতির্বিজ্ঞানী জানি, মহাজাগতিক দূরত্ব নির্ণয়ের ক্ষেত্রে কিছু অনিশ্চয়তার কারণে হাবল ধ্রুবক নির্ণয়ের ক্ষেত্রেও কিছুটা অনিশ্চয়তা দেখা যায়। যদি ধরে নেওয়া হয় সৃষ্টির প্রারম্ভিককাল হতে মহাজগৎ একই হারে সম্প্রসারিত হচ্ছে তবে মহাজগৎ এর বয়স হবে H^{-1} । উদ্দীপকের জ্যোতির্বিজ্ঞানী হাবল ধ্রুবকের মান, $H = 2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$ ব্যবহার করে মহাজগৎ এর বয়স $14 \times 10^9 \text{ y}$ নির্ণয় করেছেন। যেহেতু সম্প্রসারণ একটি নির্দিষ্ট বা ধূব হারে ঘটে না, সেহেতু মহাজগৎ এর প্রকৃত বয়স উপরিউক্ত মান হতে কিছুটা কম।
 সুতরাং, আমর মতে, জ্যোতির্বিজ্ঞানীর নির্ণয়কৃত মহাজগৎ এর বয়স পুরোপুরি নিখুঁত হবে না এবং জ্যোতির্বিজ্ঞানীর নির্ণয়কৃত মহাজগৎ এর বয়স মহাজগৎ এর প্রকৃত বয়স হতে কিছুটা বেশি হবে।

৪. এম. আলী আসগর ও মোহাম্মদ জাকির হোসেন স্যারের বইয়ের অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রশ্ন ১৬। মহাকাশে সংঘটিত ঘটনা পর্যবেক্ষণের আগ্রহ মানুষের চিরতন। অবৈধ বিজ্ঞান ক্লাব মহাকাশ পর্যবেক্ষণের জন্য সাধারণের মধ্যে একটি মেলার আয়োজন করে। মেলায় রাহেলা আলোক দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে মহাকাশের বিভিন্ন গ্রহ-উপগ্রহ পর্যবেক্ষণ করে। মহাকাশ পর্যবেক্ষণের পর রাহেলা বিস্ময়ে অভিভূত হয় এবং ভাবতে থাক, এ মহাবিশ্ব কি একসময় ধ্বংস হয়ে যাবে?

- ক. মহাবিশ্ব কী? ১
 খ. সূর্যে সংঘটিত মূল ঘটনা বর্ণনা কর। ২
 গ. আলোক দূরবীক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে রাহেলা মহাকাশ পর্যবেক্ষণ বর্ণনা কর। ৩
 ঘ. পদার্থবিজ্ঞানের আলোকে মহাবিশ্বের স্থায়িত্ব নিয়ে রাহেলা ভাবনা সম্পর্কে তোমার মতামত দাও। ৪

[অনুশীলনীর প্রশ্ন ১]

১৬নং প্রশ্নের উত্তর

গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্ন

ক) সূর্য, নক্ষত্র, গ্রহ, উপগ্রহ, উর্কা, নীহারিকা ইত্যাদি নিয়ে মহাবিশ্ব গঠিত। মহাবিশ্ব হলো সকল বস্তু যা আমরা কোনো না কোনোভাবে পর্যবেক্ষণ করতে পারি।

খ) সূর্য একটি নক্ষত্র, এটি মিক্সিওয়ে গ্যালাক্সি বা ছায়াপথ তারাপুঁজের কেন্দ্র হতে 30 হাজার আলোকবর্ষ দূরে অবস্থিত। বিজ্ঞানীদের ধারণা সূর্যে সংঘটিত এটি হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াস এক জটিল নিউক্লীয় ফিউশন বিক্রিয়ার মাধ্যমে একটি হিলিয়াম নিউক্লিয়াসে বৃপ্তান্তরিত হয়। ফিউশন বিক্রিয়ায় যে হিলিয়াম নিউক্লিয়াস উৎপন্ন হয় তার ভর চারটি হাইড্রোজেন নিউক্লিয়াসের সম্মিলিত ভরের সামান্য কম। অর্থাৎ হিলিয়াম নিউক্লিয়াস তৈরি করতে কিছুটা ভর হারায়। এ ভর শক্তিতে বৃপ্তান্তরিত হয়। ফিউশন বিক্রিয়ায় যে শক্তি নির্গত হয় তার প্রায় 95% γ-রশ্মি। এ রশ্মি তারকার বহির্প্রস্তুত পৌছানোর পূর্বে বহুবার বিক্ষেপণ হয় এবং এ বিক্ষেপণে শক্তি ক্ষয়প্রাপ্ত হয়ে আলো হিসেবে

বহিপ্রস্ত থেকে বেরিয়ে আসে। সূর্যের কেন্দ্রে নিউট্রীয় ফিউশন বিক্রিয়া সংঘটিত হওয়ার ১০ লক্ষ বছর পর আমরা আলো পাই।

১ আলোক দূরবৈক্ষণ যন্ত্রের সাহায্যে মহাবিশ্বে মৌলিক কণিকার গঠন ও ভাঙ্গন পর্যবেক্ষণ এবং মহাবিশ্ব সংক্রান্ত তত্ত্ব যাচাই করা যায়। যেমন— হাওয়াই ও ক্যালিফোর্নিয়ার ডুমিতে স্থাপিত আলোক দূরবৈক্ষণ যন্ত্র মঙ্গল গ্রহের ছবি গ্রহণ করে। কারণ এখানকার বাতাস কৃষ্ণাশূন্য ও অন্যান্য বিষ্য সৃষ্টি করে না বিধায় নৈশ পর্যবেক্ষণ স্বত্ত্বকর। এটিতে ৫ metre বাসের অতিরিক্ত ৭টি দর্পণ যুক্ত আছে। এদের কতকগুলো সমতল আবার কতকগুলো উভ্য। এগুলো অতিরিক্ত আলো সুবিধাজনক ফোকাসের মাধ্যমে প্রতিবিষ্টের ছবি গ্রহণসহ কয়েকগুলি বিবরণ করতঃ অভিনেত্র E ছারা পর্যবেক্ষণ সহজ করেছে। ডু-কেন্দ্রিক অপটিক্যাল টেলিস্কোপগুলো বিভিন্ন সমস্যার মুখ্যমুখ্য হয়। পৃথিবীর যেকোনো জ্যোগায় বায়ুর ঘনত্ব প্রতিনিয়ত পরিবর্তিত হয়; ফলে দূরবৰ্তী কোনো নক্ষত্র হতে আগত আলোক রশ্মিগুলো বিভিন্ন পরিমাণে বেঁকে যায় যা টেলিস্কোপের নিখুঁত বিষ্য গঠনে মারাত্মক বিষ্য ঘটায়। এমনকি পাহাড় গ্রেলাকায় কোনো সুউচ্চ পাহাড়ে অপটিক্যাল টেলিস্কোপ স্থাপন করেও বায়ুমণ্ডলের আয়নমণ্ডল বন্ধুর পেছনের রাত্রে নীলাভ আকাশের উজ্জ্বলতা বৃদ্ধি করে। ফলে প্রকৃত বিষ্য উজ্জ্বল হয় না। এছাড়া ডু-কেন্দ্রিক টেলিস্কোপগুলো শুধুমাত্র রাত্রিবেলায় কাজ করে এবং মেঘলা বা বাজে আবহাওয়ায় তাদের কার্যক্ষমতা হ্রাস পায়।

২ মহাকাশ পর্যবেক্ষণের পর রাহেলা বিষয়ে অভিভূত হয় এবং মহাবিশ্বের স্থায়িত্ব নিয়ে ভাবতে থাকে। প্রাচীনকাল থেকেই মানুষ অনুসন্ধিস্থ নিয়ে আকাশের নানা বন্ধু পর্যবেক্ষণ করেছে। মহাবিশ্ব সম্পর্কে বিজ্ঞানসম্মত জ্ঞান যেভাবে বিকাশ লাভ করেছে তার একটি সহজ চিত্র তথ্য সংগ্রহ ও বিশ্লেষণের মাধ্যমে আমরা তুলে ধরতে পারি। পর্যবেক্ষণ অনুযায়ী মহাবিশ্ব প্রসারণশীল। বিগ ফ্রিজ তত্ত্ব

পৃষ্ঠা ১৪ সূজনশীল পদার্থবিজ্ঞান বিত্তীয় পত্র একাদশ-বাদশ প্রেমি

অনুসারে, মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ চিরকাল চলতে থাকবে। কাজেই অনুসারে, মহাবিশ্বের সম্প্রসারণ চিরকাল চলতে থাকবে, এক সময় এটি এতো প্রসারণের সাথে সাথে এটি শীতল হতে থাকবে, এক সময় এটি এতো শীতল হবে যে, এতে কোনো জীবনের অস্তিত্ব টিকিয়ে রাখা যাবে না। ভবিষ্যতের এ চিত্রকে বিগ ফ্রিজ নামে অভিহিত করা হয়েছে। আলবার্ট আইনস্টাইনের সাধারণ আপেক্ষিক তত্ত্ব প্রণয়ন করার পর গবেষণায় দেখা যায় যে, মহাবিশ্বের চূড়ান্ত পরিণতি সম্ভব।

বিজ্ঞানী এডুইন হাবল দেখান যে, গ্যালাক্সিগুলো একে অপর থেকে দূরে সরে যাচ্ছে অর্থাৎ মহাবিশ্ব প্রতিনিয়ত প্রসারিত হচ্ছে।

মহাবিশ্বের স্থায়িত্ব এর গড় ঘনত্বের উপর নির্ভর করে। যদি ভরের পরিমাণ যথেষ্ট হয় অর্থাৎ গড় ঘনত্বের চেয়ে বেশি হয় তবে মহাবিশ্বের প্রসারণ মহাকর্ষ বলের কারণে একদিন থেমে যাবে। মহাবিশ্বের বিস্তৃতি সমীম হবে। এক সময় বস্তুর গতি উল্টো দিকে হবে; ফলে মহাবিশ্ব সঞ্চৃতিত হতে থাকবে। দূর ভবিষ্যতের পর্যবেক্ষকগণ একসময় দেখবে সকল গ্যালাক্সি তাদের দিকে ধাবমান হচ্ছে। তখন সম্ভবত আরেকটি সুপার পরমাণু গঠিত হবে ও আরেকটি Big Bang ঘটবে। প্রসারণ ও সঞ্চৰাচন প্রকৃতির মহাবিশ্বের এ ধারণাকে ছদ্মিত মহাবিশ্ব মডেল বলে।

বিগ ফ্রাঙ্গ তত্ত্বানুসারে বৃহৎ বিস্কেরণের পর মহাবিশ্ব প্রসারিত হচ্ছে। এ তত্ত্ব থেকে অনুমান করা যায় যে, মহাবিশ্বের যে গড় ঘনত্ব রয়েছে তাতে পুনরায় সঞ্চৰাচন শুরু হওয়া সম্ভব। তবে সর্বশেষ পরিণতি অজানা। কাজেই বৃহৎ বিস্কেরণের পূর্বে মহাবিশ্বের বিগ ফ্রাঙ্গ সৃষ্টি হয়েছিল। মহাবিশ্বের ভবিষ্যৎ নির্ভর করছে বিশ্ব সম্পর্কে মহাবিস্কেরণ তত্ত্ব অর্থাৎ Big Bang তত্ত্বের নির্ভুলতার উপর।

পৃষ্ঠা ১৭ | অনুশীলনীর সূজনশীল প্রশ্ন ৪ এর উত্তরের জন্য সূজনশীল প্রশ্ন ১ এর উত্তর দ্রষ্টব্য।

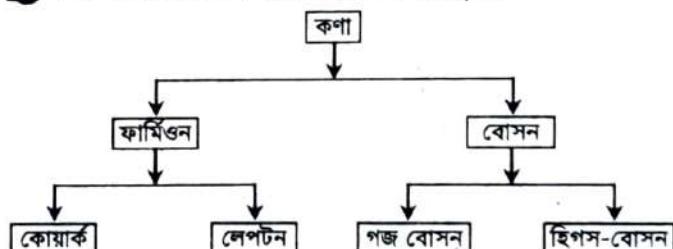


মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল কর্তৃক প্রণীত সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার ট্রেইনার প্যানেল এ অধ্যায়ের জন্য শিখনফলের ধারায় নিম্নোক্ত সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তরসমূহের যথাযথ অনুশীলন কলেজ ও এইচএসসি পরীক্ষার জন্য তোমাদের সেরা প্রস্তুতি গ্রহণ এবং আভ্যন্তরিক বৃদ্ধিতে সহায়তা করবে।

11.1

১ কণা পদার্থবিজ্ঞানে কণার শ্রেণিবিভাগ নিম্নরূপ :



১ প্রমিত মডেল আধুনিক কণা পদার্থবিজ্ঞানের এমন একটি তত্ত্ব যার মাধ্যমে সকল ভৌত কণার গঠন, তড়িচূম্বীয়, দুর্বল এবং সবল বলগুলোর যথিক্রিয়া ব্যাখ্যা করা যায়। এ মডেল অনুসারে মহাবিশ্বের সকল কণা দুভাগে বিস্তৃত। যথা :

ক. ফার্মিওন ও

খ. বোসন।

এদের নিয়ে আলোচনা করা হলো :

ক. ফার্মিওন : মহাবিশ্বের সকল পদার্থ এ কণিকা দ্বারা গঠিত। এদের স্পিনের মান 1/2। এরা পলির বর্জন নীতি মেনে চলে অর্থাৎ কখনোই দুটি ডিম কণার সকল বৈশিষ্ট্য এক হতে পারে না। অন্তত স্পিনের দিক বিপরীত হবে। এদের প্রত্যেকের আলাদা আলাদা প্রতিকণিকা আছে। ফার্মিওন কণা আবার দু'রকমের (i) কোয়ার্ক ও (ii) লেপটন।

শিখনফল : মহাবিশ্বের পরিপন্থি পদার্থবিজ্ঞানের আলোকে ব্যাখ্যা করতে পারব।

পৃষ্ঠা ১৮ | নিচের উল্লেখিত টেবিলে আমাদের মহাবিশ্বের সাতটি গ্যালাক্সির পশ্চাত্সরণ বেগ ও দূরত্বের উপাত্ত দেওয়া হলো। এখানে (1 Mpc = 10⁶ pc) এবং (1 pc = 3.2 ly)

গ্যালাক্সি নং	বেগ (kms ⁻¹)	দূরত্ব (Mpc)	গ্যালাক্সি নং	বেগ (kms ⁻¹)	দূরত্ব (Mpc)
1	6800	89	5	3600	53
2	3000	45	6	1100	20
3	4600	68	7	6500	85
4	4000	58			

১ ক. হাবলের সূত্রটি লেখ।

১

২ খ. কণা পদার্থবিজ্ঞানে কণার শ্রেণিবিভাগ দেখাও।

২

৩ গ. আমাদের মহাবিশ্বের গঠন সম্পর্কে প্রমিত মডেল ব্যাখ্যা কর।

৩

৪ ঘ. উদ্বীপকের উপাত্ত থেকে হাবল ধ্বনিকের গড়মান এবং আমাদের মহাবিশ্বের বয়স নির্ণয় কর।

৪

১৮নং প্রশ্নের উত্তর

৫ ছায়াপথসমূহ পরম্পর দূরে সরে যাচ্ছে। এই ঘটনাকে হাবল বিধি বলে।

i. **কোয়ার্ক** : কোয়ার্ক পদার্থ গঠনের অন্যতম কণা। আমরা আমাদের আরপাশে যা কিছু দেখি সবই প্রোটন ও নিউট্রন দিয়ে গঠিত। আর এ প্রোটন আর নিউট্রন গঠিত হলো কোয়ার্ক দিয়ে। দুটি আপ কোয়ার্ক ও একটি ডাউন কোয়ার্ক নিয়ে প্রোটন এবং দুটো ডাউন ও একটি আপ কোয়ার্ক নিয়ে নিউট্রন গঠিত।

কোয়ার্ক মূলত ৬টি। তাদের নাম আপ (u) ও ডাউন (d), চার্ম (c) ও স্ট্রেঞ্জ (s) এবং টপ (t) ও বটম (b)। এদের প্রতোকের আবার তিনটি করে ভিন্ন ভিন্ন বর্ণ রয়েছে। এ বর্ণ বাস্তবের রংকে বোঝায় না, বরং এটা কণাগুলোর ভিন্ন কোয়ান্টাম অবস্থা নির্দেশ করে।

ii. **লেপটন** : পদার্থ গঠনের আরেক প্রকার মৌলিক কণিকা হলো লেপটন। মোট ছয় প্রকার লেপটন আছে। তার মধ্যে সবচেয়ে উল্লেখযোগ্য হচ্ছে ইলেক্ট্রন (e)। আর বাকি দুটো মিউটন (μ) এবং টাউ (t)। আর এদের তিনটির সাথে জোড়ায় রয়েছে ইলেক্ট্রন নিউট্রিনো (v_e), মিউন নিউট্রিনো (v_{μ}) এবং টাউ নিউট্রিনো (v_t)। নিউট্রিনো (v) হচ্ছে বৈদ্যুতিক চার্জবিহীন, দুর্বল সক্রিয় এবং ক্ষুদ্র ভরের মৌলিক কণা।

৪. **বোসন** : কোয়ান্টাম বলবিদ্যা অনুসারে, মৌলিক বলগুলো কাজ করে কণার আদান-প্রদানের মাধ্যমে। আর এ বলবাহী কণাগুলোই হচ্ছে বোসন। এদের স্পিন পূর্ণসংখ্যা ০, ১ ইত্যাদি। বোসন কণাগুলো পলির বর্জন নীতি মানে না অর্থাৎ দুটি কণা একই অবস্থায় থাকতে পারে। এদের আলাদা প্রতিকণা নেই। এরা নিজেরাই নিজেদের প্রতিকণা। প্রমিত মডেলে বোসন কণাগুলো আবার দুর রকমের (i) গজ বোসন ও (ii) হিগস বোসন।

i. **গজ বোসন** : এদের স্পিন হলো ১। এ কণাগুলো হলো— ফুওন (g), ফেটন (y) এবং w ও z বোসন।

ফুওন : ফুওন কণা হলো সবল নিউক্লিয় বলবাহী কণা। এর ভর শূন্য।

ফেটন : এ কণা তড়িচূম্বকীয় বলকে বহন করে। এর নিচল ভর শূন্য।

ii. **হিগবোসন** : এর স্পিন ০ তবে এর ভর আছে। হিগস বোসন বোঝার জন্য আগে হিগস ফিল্ড বা হিগস ক্ষেত্র সম্পর্কে জানা দরকার। হিগস ক্ষেত্র হচ্ছে একটা তাত্ত্বিক বলক্ষেত্র যা পুরো বিশ্বের সর্বত্র ছড়িয়ে আছে। হিগস বোসনই 'ঈশ্বর কণা' বা 'God's Particle' নামে পরিচিত।

গ্রাভিটন : কোয়ান্টাম তত্ত্ব মতে, গ্রাভিটন নামে এক ধরনের বোসনের আদান-প্রদানের মাধ্যমে মহাকর্ষ বল কাজ করে। গ্রাভিটনের প্রতিকণা সে নিজেই এবং এর স্পিন হচ্ছে ২। কিন্তু ভরশূন্য, চার্জ নিরপেক্ষ এ কণা প্রমিত মডেলে স্থান পায়নি।

ঘ. আমরা জানি,

$$v = H_0 d$$

$$\text{বা, } H_0 = \frac{v}{d}$$

এখানে, $v =$ বেগ

$d =$ দূরত্ব

$H_0 =$ হাবল ধূবক

প্যালেক্সী নং	বেগ (km s^{-1})	দূরত্ব (Mpc)	হাবল ধূবক, H_0
1	6800	89	$76.40 \frac{\text{km s}^{-1}}{\text{Mpc}}$
2	3000	45	$66.67 "$
3	4600	68	$67.65 "$
4	4000	58	$68.97 "$
5	3600	53	$67.92 "$
6	1100	20	$55.00 "$
7	6500	85	$76.47 "$
$\sum H_0 = 479.08 \frac{\text{km s}^{-1}}{\text{Mpc}}$			

$$\therefore \text{হাবল ধূবকের গড় মান, } \bar{H}_0 = \frac{\sum H_0}{7}$$

$$= \frac{479.08}{7} \frac{\text{km s}^{-1}}{\text{Mpc}}$$

$$= 68.44 \frac{\text{km s}^{-1}}{\text{Mpc}}$$

আমরা জানি, মহাবিশ্বের বয়স,

$$T = \frac{1}{H}$$

$$\text{বা, } T = \frac{1}{68.44 \frac{\text{km s}^{-1}}{\text{Mpc}}}$$

$$\text{বা, } T = \frac{1}{68.44 \times 3.2408 \times 10^{-20}} \text{ s}$$

$$\text{বা, } T = \frac{4.50 \times 10^{17}}{86400 \times 365} \text{ year}$$

$$= 1.43 \times 10^{10} \text{ year}$$

অতএব, হাবল ধূবকের গড়মান $68.44 \frac{\text{km s}^{-1}}{\text{Mpc}}$ এবং

আমাদের মহাবিশ্বের বয়স 1.43×10^{10} year (প্রায়)।

11.2

শিখনকল : মহাবিশ্বের মূলভূত ঘটনা ব্যাখ্যা করতে পারব।

১. **বৃহ ১৪** | সূর্যের ভর $M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$ । একটি কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ $R_s = 6.53 \text{ km}$ ।

১. ক. বস্থ মহাবিশ্ব কী?

২. খ. সুপার নোভা কীভাবে গঠিত হয়?

৩. গ. কৃষ্ণবিবরের ভর এবং ঘনত্ব নির্ণয় কর।

৪. ঘ. একটি নক্ষত্রের ভর $4 M_0$ হলে তবে তার ঘনত্ব ও কৃষ্ণবিবরের ঘনত্বের তুলনা কর।

১৯নং প্রশ্নের উত্তর

ক. মহাবিশ্ব পদার্থের গড় ঘনত্ব যদি সংকট ঘনত্ব অপেক্ষা বেশি হয় তবে মহাবিশ্ব সংকৃতি হয়ে গোলকের মতো আবস্থ হয়। এই আবস্থ মহাবিশ্বই বস্থ মহাবিশ্ব।

খ. বৃহৎ বৃহৎ তারকাগুলোর নিজেদের বৃহত্তর মহাকর্ষীয় আকর্ষণের সাথে তারসাম্য রক্ষার জন্য উত্পন্ন হতে হয়, ফলে নিউক্লীয় ফিউশন ক্রিয়া এত দুর্ত হতে থাকে যে মাত্র দশ কোটি বছরেই তাদের হাইড্রোজেন শেষ হয়ে যায়। তখন তাদের সামান্য সংকোচন হয় এবং তাদের উত্তাপ বাড়ার সাথে সাথে হিলিয়াম, অক্সিজেন এবং অক্ষার এর মতো আরও ভারী মৌলিক পদার্থে পরিণত হতে শুরু করে ফলে তারকাটির কেন্দ্রীয় অঞ্চল চৃপুসে নিউট্রন তারকা অথবা কৃষ্ণগ্রহের মতো ঘনীভূত অবস্থায় পৌছায়। তারকাটির বাইরের অঞ্চল অনেক সময় বিরাট এক বিস্কোরণের ফলে বিছিন হয়ে বেরিয়ে যায়, এর নামই সুপার নোভা।

গ. কৃষ্ণবিবরের ভর M হলে

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{R_s}}$$

$$\text{বা, } c^2 = \frac{2GM}{R_s} \text{ বা, } M = \frac{c^2 \times R_s}{2 \times G}$$

এখানে,

কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ, $R_s = 6.53 \text{ km}$

$$= 6.53 \times 10^3 \text{ m}$$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$

$$= \frac{(3 \times 10^8)^2 \times 6.53 \times 10^3}{2 \times 6.67 \times 10^{-11}} = 4.4 \times 10^{30} \text{ kg}$$

এখন কৃষ্ণবিবরের আয়তন V হলে,

$$\text{ঘনত্ব}, \rho = \frac{M}{V}$$

$$= \frac{4.4 \times 10^{30}}{\frac{4}{3}\pi (6.53 \times 10^3)^3}$$

$$= 3.77 \times 10^{18} \text{ kg m}^{-3}$$

নক্ষত্রটি কৃষ্ণবিবরে পরিণত হলে

তার ব্যাসার্ধ $= R_s$ হলে,

$$c = \sqrt{\frac{2GM}{R_s}}$$

$$\therefore R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$= \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 8 \times 10^{30}}{(3 \times 10^8)^2}$$

$$= 11.863 \text{ km}$$

$$\therefore \text{ঘনত্ব}, \rho = \frac{M}{V} = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R_s^3}$$

$$= \frac{8 \times 10^{30}}{\frac{4}{3} \times \pi \times (11.863 \times 10^3)^3}$$

$$= 1.14 \times 10^{18} \text{ kg/m}^3 < \rho_B$$

অতএব, $4M_0$ ভরের নক্ষত্রটি কৃষ্ণবিবরে পরিণত হলে তার ঘনত্ব উদ্ধীপকে উচ্চিষ্ঠত কৃষ্ণবিবরের ঘনত্ব অপেক্ষা কম হবে।

প্রয়োগ ২০। একটি কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ 6.53 km ।
সূর্যের ভর $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ ।

- ক. কোন তারকান নিউটন তারায় পরিণত হবে?
- ১
- খ. সূর্য কৃষ্ণবিবর হবে না কেন?
- ২
- গ. নক্ষত্রটির ভর এবং ঘনত্ব নির্ণয় কর।
- ৩
- ঘ. চার সৌর ভরবিশিষ্ট একটি নক্ষত্রের সাথে উদ্ধীপকের নক্ষত্রটির ঘনত্বের তুলনা কর।
- ৪

২০নং প্রশ্নের উত্তর

- ক.** যেসব তারকার ভর $1.4 M_0$ থেকে $3M_0$ এর মধ্যে সেসব তারকাগুলো নিউটন তারকায় পরিণত হবে। এখানে M_0 সূর্যের ভর।
- খ.** জ্যোতিপদার্থবিজ্ঞানের মহাকর্ষের ভবিষ্যৎ থেকে জানা যায় কোনো ভস্মীভূত নক্ষত্র এর নিজের মহাকর্ষের প্রভাবেই ঝুঁস হয়ে কৃষ্ণবিবরে রূপ নিতে পারে। সেজন্য এর ভর হতে হবে দুই সৌর ভর অর্থাৎ দুটি সূর্যের ভরের সমান। কিছু সূর্য যদি বর্তমান আকারে থেকে 3 km ব্যাসার্ধে পৌছায় তবে এটি আমাদের কাছে অদৃশ্য মনে হবে। তবুও এ সময় তার অভিকর্ষের প্রভাব থেকে যাবে এবং পৃথিবী বর্তমানে সূর্যের চারদিকে যেমন ঘূরছে তেমনই ঘূরবে। অর্থাৎ উপরের আলোচনা হতে বলা যায় সূর্যের ভর দুই সৌর ভরের চেয়ে কম হওয়ায় এটি কৃষ্ণবিবর হবে না।

- গ.** ধরি, কৃষ্ণবিবরের ভর M এবং কৃষ্ণবিবরের ঘনত্ব ρ

উদ্ধীপক হতে পাই,

কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ, $R_s = 6.53 \text{ km} = 6.53 \times 10^3 \text{ m}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

সূর্যের ভর, $M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$

আমরা জানি, ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ,

$$R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\text{বা, } M = \frac{R_s c^2}{2G}$$

$$= \frac{6.53 \times 10^3 \text{ m} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}}$$

$$= 4.4 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$= 2.2M_0$$

সুতরাং নক্ষত্রের ভর $2.2M_0$ ।

আবার, ঘনত্ব, $\rho = \frac{M}{V}$

$$\text{বা, } \rho = \frac{M}{\frac{4}{3}\pi R_s^3}$$

$$= \frac{4.4 \times 10^{30} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \times 3.1416 \times (6.53 \times 10^3 \text{ m})^3}$$

$$= 3.77 \times 10^{18} \text{ kg m}^{-3}$$

সুতরাং নক্ষত্রের ঘনত্ব $3.77 \times 10^{18} \text{ kg m}^{-3}$ ।

ঘ. ধরি, চার সৌর ভরবিশিষ্ট নক্ষত্রের ঘনত্ব ρ'

উদ্ধীপক অনুসারে,

$$\text{সূর্যের ভর, } M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$\text{নক্ষত্রের ভর, } M' = 4M_0$$

$$= 4 \times 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$= 8 \times 10^{30} \text{ kg}$$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

'গ' নং হতে $\rho = 3.77 \times 10^{18} \text{ kg m}^{-3}$

ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ, $R'_s = ?$

আমরা জানি, $R'_s = \frac{2GM}{c^2}$

$$\text{বা, } R'_s = \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 8 \times 10^{30} \text{ kg}}{(3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2}$$

$$\text{বা, } R'_s = 11863.11 \text{ m}$$

$$= 11.86 \text{ km}$$

আবার, ঘনত্ব, $\rho' = \frac{M'}{V'}$

$$\text{বা, } \rho' = \frac{M'}{\frac{4}{3}\pi R'^3_s}$$

$$\text{বা, } \rho' = \frac{8 \times 10^{30} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \times 3.1416 \times (11863.11 \text{ m})^3}$$

বা, $\rho' = 1.144 \times 10^{18} \text{ kg m}^{-3}$

$$\text{এখন, } \frac{\rho}{\rho'} = \frac{3.77 \times 10^{18} \text{ kg m}^{-3}}{1.144 \times 10^{18} \text{ kg m}^{-3}}$$

$$= 3.3$$

অতএব, উদ্ধীপকের নক্ষত্রের ঘনত্ব চার সৌর ভর বিশিষ্ট নক্ষত্রের ঘনত্বের 3.3 গুণ।



১৮. সূর্যের ক্ষেত্রসমূহের টেস্ট পরীক্ষার সূচনালীল এবং উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, মাস্টার টেইনার প্যানেল সাবা দেশের শীর্ষস্থানীয় কলেজসমূহের টেস্ট পরীক্ষার প্রশ্নপত্র বিশ্লেষণ করে তা থেকে গুরুত্বপূর্ণ প্রশ্নাবলী উভর সহকারে নিচে সংযোজন করেছেন। কলেজের নাম সংবলিত এসব প্রশ্ন ও উত্তর অনুশীলনের মাধ্যমে তোমরা পরীক্ষায় কমনের নিচয়তা পাবে।

বিষয় ১। একজন জ্যোতির্বিজ্ঞানী 2টি নক্ষত্রের ক্ষেত্রে ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ পরিমাণ করে পেলেন 5.94 km এবং 3.12 km । সূর্যের ডর ও ব্যাসার্ধ যথাক্রমে $2 \times 10^{30} \text{ kg}$ এবং $6.96 \times 10^8 \text{ m}$ ।

ক. ডার্ক এনার্জি কী?

খ. কোনো ধাতুর সূচন কম্পাঙ্ক কি শূন্য হতে পারে? ব্যাখ্যা দাও।

গ. প্রদত্ত তথ্য দ্বারা সূর্যের গড় ঘনত্ব নির্ণয় কর।

ঘ. বিজ্ঞানী পর্যবেক্ষণকৃত নক্ষত্রসমূহ কি কৃষ্ণবিবর হবে? গাণিতিক বিশ্লেষণসহ মতামত দাও।

[জ্যোতির্বিজ্ঞান ক্ষেত্রে প্রাথমিক ছুল এন্ড কলেজ, সিলেট]

২১নং প্রশ্নের উত্তর

ক. জ্যোতির্বিজ্ঞানীরা লক্ষ করে দেখেন যে মহাবিশ্ব ক্রমশই অধিক দৃত হারে প্রসারিত হচ্ছে। এটি এমন একটি বল যেটির প্রকৃত কারণ আজও আমরা জানি না। বিজ্ঞানীদের ধারণা কিছু ফাঁকা জায়গার কিছু বৈশিষ্ট্য এর জন্য দায়ী, যাকে বলা হয় ডার্ক এনার্জি।

খ. প্রতিটি আলোক ইলেক্ট্রন নির্গমনের ক্ষেত্রে আপত্তি আলোকরশ্মির একটি নির্দিষ্ট ন্যূনতম কম্পাঙ্ক রয়েছে যার নাম সূচন কম্পাঙ্ক বা প্রারম্ভ কম্পাঙ্ক। ধাতব পদার্থ থেকে ইলেক্ট্রন নিঃসৃত করার জন্য এর চেয়ে কম কম্পাঙ্ক হলে ইলেক্ট্রন নিঃসৃত হবে না। আপত্তি আলোক রশ্মি বিভিন্ন ধরনের হতে পারে এবং তাদের নির্দিষ্ট কম্পাঙ্ক থাকে। তাই কোনো আপত্তি আলোক রশ্মির সূচন কম্পাঙ্ক শূন্য হতে পারে না।

গ. আমরা জানি, সূর্যের গড় ঘনত্ব,

$$\rho = \frac{M}{V}$$

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

$$= \frac{2 \times 10^{30} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \pi (6.96 \times 10^8)^3} = 1416.16 \text{ kg m}^{-3}$$

এখানে,
সূর্যের ডর, $M = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$
সূর্যের ব্যাসার্ধ, $R = 6.96 \times 10^8 \text{ m}$
ঘনত্ব, $\rho = ?$

∴ সূর্যের গড় ঘনত্ব $1416.16 \text{ kg m}^{-3}$ ।

ঘ. ধরি, প্রথম নক্ষত্রের ডর = m_1 ,

ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ, $R_{s_1} = 5.94 \text{ km} = 5.94 \times 10^3 \text{ m}$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2 \text{ kg}^{-2}$

সূর্যের ডর, $M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$

আমরা জানি,

$$R_{s_1} = \frac{2GM_1}{c^2}$$

$$\text{বা, } M_1 = \frac{R_{s_1}c^2}{2G}$$

$$= \frac{5.94 \times 10^3 \text{ m} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}}$$

$$= 4 \times 10^{30} \text{ kg} = \frac{4 \times 10^{30}}{2 \times 10^{30}} M_0 = 2.M_0$$

আবার, ধরি, দ্বিতীয় নক্ষত্রের ডর = M_2

ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ, $R_{s_2} = 3.12 \times 10^3 \text{ m}$

$$R_{s_2} = \frac{2GM_2}{c^2}$$

$$\text{বা, } M_2 = \frac{R_{s_2}c^2}{2G}$$

$$= \frac{3.12 \times 10^3 \text{ m} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2}{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}}$$

$$= 2.1 \times 10^{30} \text{ kg} = 1.05 M_0$$

নক্ষত্রের ডরের থেকে কম।

সূতরাং নক্ষত্রসমূহ কৃষ্ণবিবর এ পরিণত হবে না।

বিষয় ২। একটি গ্যালাক্সি থেকে $3.5 \times 10^7 \text{ Ly}$ দূরে একটি নক্ষত্র রয়েছে যা সংকোচনের মাধ্যমে 4 km ব্যাসার্ধের একটি নক্ষত্রে পরিণত হলো।

$$\left. \begin{array}{l} H = 2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1} \\ \text{সৌর ডর } M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg} \end{array} \right\}$$

ক. হাইগেনের নীতিটি লিখ।

খ. কোনো মাধ্যমের পরম প্রতিসরাঙ্ক 1 এর চেয়ে কম হতে পারে না— ব্যাখ্যা কর।

গ. নক্ষত্রটি কত ঘেণে দূরে প্রসারিত হয় নির্ণয় কর।

ঘ. উদ্বিপক্ষের নক্ষত্রটির পরিণতি গাণিতিকভাবে ব্যাখ্যা কর।

[অন্যত লাল দে মহাবিদ্যালয়, বরিশাল]

২২নং প্রশ্নের উত্তর

ক. হাইগেনের নীতিটি হলো— কোনো মুহূর্তে কোনো তরঙ্গামুখের উপর অবস্থিত সববিন্দুই গৌণ তরঙ্গের বা অণু তরঙ্গের নতুন উৎস হিসেবে কাজ করে এবং একটি নির্দিষ্ট সময় পরে এ গৌণ তরঙ্গগুলোর স্পর্শতল তরঙ্গামুখের নতুন অবস্থান নির্দেশ করে।

খ. আমরা জানি, কোনো মাধ্যমের পরম প্রতিসরাঙ্ক হলো শূন্য মাধ্যমে আলোর বেগ (c_0) এবং ঐ মাধ্যমে আলোর বেগ (c_m) এর অনুপাতকে বুঝায়। অর্থাৎ, $0.4 = \frac{c_0}{c_m}$ ।

যেহেতু $c_0 > c_m$ তাই কোনো মাধ্যমের পরম প্রতিসরাঙ্ক 1 এর চেয়ে কম হতে পারে না।

গ. উদ্বিপক্ষ হতে, গ্যালাক্সি হতে নক্ষত্রে দূরত্ব,

$$d = 3.5 \times 10^7 \text{ Ly}$$

$$= (3.5 \times 10^7) \times (9.46 \times 10^{15})$$

হাবল ধ্রুবক, $= 33.11 \times 10^{22} \text{ m}$

$$H = 2.3 \times 10^{-18} \text{ s}^{-1}$$

আমরা জানি, $v = dH$

$$= (2.3 \times 10^{-18}) \times (33.11 \times 10^{22})$$

$$= 761530 \text{ m s}^{-1}$$

ঘ. উদ্বিপক্ষ হতে, সৌর ডর,

$$M_0 = 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$R_s = 4 \text{ km} = 4 \times 10^3 \text{ m}$$

আমরা জানি,

$$R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\text{বা, } 2GM_s = R_s c^2 = \frac{(4 \times 10^3) \times (3 \times 10^8)^2}{2 \times 6.67 \times 10^{-11}} = 2.67 \times 10^{30}$$

$$\text{এখন, } \frac{M_s}{M_0} = \frac{2.67 \times 10^{30}}{2 \times 10^{30}} = 1.3$$

$$\therefore M_s = 1.3 M_0$$

যেহেতু সংকোচনের পর নক্ষত্রের ডর, সূর্যের ডরের 1.4 গুণের কম তাই এটি খেত বামনে পরিণত হবে।

প্রশ্ন ২৩ পৃথিবীর ভর 6×10^{24} kg এবং মহাকর্ষ ধ্রুবক $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$ ।

- ক.** জ্যোতির্বিজ্ঞান কাকে বলে? ১
- খ.** কখন নিউটন নক্ষত্র পালসারে পরিণত হয়? ২
- গ.** পৃথিবীকে কৃষ্ণগহৰে বৃপ্তির করা হলে এর সোয়ার্জস্কাইন্ড ব্যাসার্ধ কত হবে? ৩
- ঘ.** 'মহাকাশ পর্যবেক্ষণে তুমি কোন টেলিস্কোপটি ব্যবহার করতে স্বাক্ষরণোধ করবে' — ব্যাখ্যা কর। ৪
[বীলফায়ারি সরকারি কলেজ, নীলফায়ারি]

২৩নং প্রশ্নের উত্তর

ক. যে শান্ত আকাশ ও মহাকাশের চন্দ, সূর্য, গ্রহ, নক্ষত্র, নীচারিকা ইত্যাদি বিষয়ে তথ্যাদির বিবরণসহ আলোচনা ও অনুসন্ধান করে তাকে জ্যোতির্বিজ্ঞান বলে।

খ. সুপারনোভা যখন বিস্ফোরিত হয় তখন এর কোর বা মূল বস্তুর চাপ এত বেশি হয় যে প্রোটন ও নিউটন একত্রিত হয়ে নিউটন গঠন করে, একে বলা হয় নিউটন নক্ষত্র। এর সাথে জড়িত থাকে অতিউচ্চ চৌম্বকচক্ষত্র। তাই এটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর রেডিও পালস নির্গমন করে, একে পালসার বলা হয়। ১৯৬৭ সালে প্রথম নিউটন নক্ষত্র বা পালসারকে উদ্ঘাটন করা সম্ভব হয়েছিল।

গ. আমরা জানি, সোয়ার্জস্কাইন্ড ব্যাসার্ধ, $R_s = \frac{2GM}{c^2}$

যেখানে, কৃষ্ণগহৰের ভর, $M = 6 \times 10^{24}$ kg (এখানে পৃথিবী)

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

$$\therefore R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$= \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \times 6 \times 10^{24}}{(3 \times 10^8)^2} \text{ m} = 8.897 \times 10^{-3} \text{ m}$$

বি. ম. M ভরবিশিষ্ট কোনো বস্তুকে তখনই কৃষ্ণবিবরে বৃপ্তিরিত করা সম্ভব হবে যখন এর ব্যাসার্ধ, সংকট বা সোয়ার্জস্কাইন্ড ব্যাসার্ধের সমান বা কম হবে। কিন্তু পৃথিবীর ব্যাসার্ধ এত কম হওয়া সম্ভব না। তাই প্রকৃতপক্ষে একে কৃষ্ণবিবরে বৃপ্তির করাও সম্ভব নয়।

ঘ. মহাকর্ষ পর্যবেক্ষণের জন্য নামাবকম যন্ত্র ব্যবহার করা হয় তাদের মধ্যে কয়েকটি উল্লেখযোগ্য টেলিস্কোপ হলো:

- (ক) রেডিও টেলিস্কোপ;
- (খ) অপটিক্যাল টেলিস্কোপ;
- (গ) কৃতিম উপগ্রহ;
- (ঘ) গামা-রে ও এল্কা-রে।

এর মধ্যে মহাকাশ পর্যবেক্ষণের জন্য আমি রেডিও টেলিস্কোপ যন্ত্রটি বেছে নিব। এর বর্ণনা নিম্নে দেওয়া হলো:

যে যন্ত্রের সাহায্যে খ-বস্তু থেকে নির্ণয় তড়িৎ চৌম্বক তরঙ্গ উদ্ঘাটন ও পরিমাপ করে এসব বস্তু সম্পর্কে অনুসন্ধান চালানো হয় তাকে রেডিও টেলিস্কোপ বলে। রেডিও টেলিস্কোপ যে মূলনীতিতে কাজ করে তাহলো মহাকাশে বিভিন্ন জ্যোতিক থেকে তাপীয় মিটসরণ হিসাবে উৎপন্ন রেডিও তরঙ্গ গ্রহণ ও বিবর্ধন করে তা পর্যালোচনা করা। এখানে পর্যবেক্ষিত রেডিও তরঙ্গকে বিজ্ঞম ফোটন হিসাবে বিবেচনা না করে তরঙ্গ হিসাবে বিবেচনা করা হয়। এ যন্ত্রে পরাবৃত্ত আকারের তারের জালি দিয়ে তৈরি আ্যানটেনা থাকে। এ আ্যানটেনার উপর রেডিও তরঙ্গ আপত্তি হলে তা প্রতিফলিত হয়ে পরাবৃত্তের ফোকাসে কেন্দ্রীভূত হয়। এ রেডিও সংকেতকে প্রায় 1000 গুণ বিবর্ধিত করে গ্রাহকযন্ত্রে পাঠিয়ে দেয়। আ্যানটেনা ও তার আনুষাঙ্গিক যন্ত্রকে ঘুরিয়ে যেকোনো দিকে স্থাপন করা যায়। এভাবে গোটা আকাশে রেডিও তরঙ্গ বিকিরণ করছে এমন জ্যোতিকের সম্মান পাওয়া যায়। রেডিও তরঙ্গ দৃশ্যমান আলোক তরঙ্গের চেয়ে দীর্ঘ। সুতরাং রেডিও টেলিস্কোপের রম্প্স অপটিক্যাল টেলিস্কোপের চেয়ে বড় হতে হয়। এ যন্ত্রের সুবিধা হলো:

১. মেঘাছম আবহাওয়ায়ও কাজ করতে পারে।
২. দিনের বেলায়ও কাজ করতে পারে। কারণ এ যন্ত্রের জন্য খ-বস্তুর দৃশ্যমান হওয়ার দরকার নেই।
৩. এর রম্প্স অত্যন্ত বড় হওয়ায় খুব দুর্বল রেডিও সংকেতেও এটা সংগ্রহ করতে পারে।
৪. এর জন্য খৰচ কম পড়ে।

আর এই যন্ত্র ব্যবহারের কিছু অসুবিধা ও রয়েছে। আর তাহলো:

১. এর থেকে উচ্চ বিশ্লেষণী ক্ষমতা পাওয়া যায় না।
২. রেডিও সম্প্রচারের জন্য কাজ বিস্থিত হতে পারে।



একাধিক অধ্যায়ের সময়ে প্রশ্নীত সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর

প্রিয় শিক্ষার্থী, এইচএসসি পরীক্ষায় সূজনশীল প্রশ্ন সাধারণত একাধিক অধ্যায়ের সময়ে এসে থাকে। তোমরা যাতে পরীক্ষার জন্য এ ধরনের প্রশ্ন সম্পর্কে পূর্ব প্রস্তুতি গ্রহণ করতে পার, সে লক্ষ্যে এ অধ্যায়ের সাথে সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের সময়ে প্রশ্নীত সূজনশীল প্রশ্ন ও উত্তর নিচে দেওয়া হলো।

প্রশ্ন ২৪ জ্যোতিপদার্থবিদদের ধারণা থেকে জানা গেছে SM_0 ভরের নক্ষত্রগুলো কৃষ্ণবিবরে পরিণত হবে। সূর্যের ভর, $M_0 = 2 \times 10^{30}$ kg।

- ক.** গামা-রে জ্যোতির্বিদ্যা কী? ১
- খ.** গ্রুপ বেগ ও দশা বেগ বলতে কী বুঝ? ২
- গ.** নক্ষত্রিকে শক্তিতে পরিণত করলে কী পরিমাণ শক্তি উৎপন্ন হবে? ৩
- ঘ.** 'নক্ষত্রিটির ঘনত্ব $7.32 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$ হবে' উক্তিটির সত্যতা যাচাই কর। ৪
[অধ্যায় ১১ ও ৮-এর সময়ে প্রশ্নীত]

২৪নং প্রশ্নের উত্তর

ক. গামা-রে ফোটন ব্যবহার করে জ্যোতির্বিদীয় অনুসন্ধান হলো গামা-রে জ্যোতির্বিদ্যা।

খ. গ্রুপ বেগ হলো তরঙ্গের সেই বেগ যে বেগে তরঙ্গের এনডেলাপ স্পেসের মধ্যে দিয়ে সঞ্চালিত হয়। এর মধ্যে বিভিন্ন তরঙ্গদৈর্ঘ্যের বিভিন্ন গতিবেগের আলাদা তরঙ্গ অবস্থান করে। আবার দশা বেগ হলো স্পেসের মধ্যে তরঙ্গের দশার সঞ্চালনের হার। এটি এমন একটি বেগ যে বেগে তরঙ্গের যেকোনো একটি

কম্পাঙ্ক উপাদানের দশা ভ্রমণ করে। এ কম্পাঙ্ক উপাদানের উদাহরণ হলো তরঙ্গ শীর্ষ।

গ. ধরি, শক্তির পরিমাণ E

আমরা জানি, $E = mc^2$

উদ্বীপক হতে পাই, সূর্যের ভর, $M_0 = 2 \times 10^{30}$ kg

$$\therefore \text{নক্ষত্রের ভর} = 5M_0 = 5 \times 2 \times 10^{30} \text{ kg} = 10 \times 10^{30} \text{ kg}$$

আলোর বেগ = $3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

নক্ষত্রিকে শক্তিতে বৃপ্তির করলে মোট শক্তি হবে

$$E = 10 \times 10^{30} \text{ kg} \times (3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2 \\ = 90 \times 10^{46} \text{ J} = 9 \times 10^{47} \text{ J}$$

সুতরাং নক্ষত্রি ভাঙলে 9×10^{47} J শক্তি পাওয়া যাবে।

ঘ. ধরি, নক্ষত্রিটির ঘনত্ব ρ

উদ্বীপক হতে পাই, সূর্যের ভর, $M_0 = 2 \times 10^{30}$ kg

$$\therefore \text{নক্ষত্রের ভর} = 5M_0 = 5 \times 2 \times 10^{30} \text{ kg}$$

$$= 10 \times 10^{30} \text{ kg}$$

আলোর বেগ, $c = 3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$

মহাকর্ষীয় ধ্রুবক, $G = 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2}$

[ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধ, $R_s = ?$]

$$\text{আমরা জানি, } R_s = \frac{2GM}{c^2}$$

$$\text{বা, } R_s = \frac{2 \times 6.673 \times 10^{-11} \text{ N m}^2 \text{ kg}^{-2} \times 10 \times 10^{30} \text{ kg}}{(3 \times 10^8 \text{ m s}^{-1})^2}$$

$$R_s = 14828.89 \text{ m}$$

$$= 14.83 \text{ km}$$

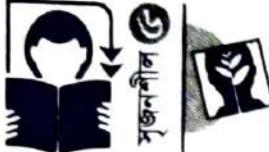
$$\text{আবার, ঘনত্ব, } \rho = \frac{M}{V}$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{M}{\frac{4}{3} \pi R_s^3}$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{10 \times 10^{30} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \times 3.1416 \times (14828.89 \text{ m})^3} = 7.32 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$$

সূতরাং নক্ষত্রের ঘনত্ব, $7.32 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$

অতএব নক্ষত্রের ঘনত্ব, $7.32 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$ উন্নিটি সঠিক।



১০০% কমন উপযোগী জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর

শ্রেণি শিক্ষার্থী, জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন উদ্দীপক সংশ্লিষ্ট অধ্যায়ের যেকোনো লাইন ও অনুচ্ছেদ থেকে এসে থাকে। তাই নতুন পাঠ্যবইয়ের পরিবর্তিত বিষয়বস্তুর আলোকে লাইন ধরে ধরে সর্বাধিক জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্ন ও উত্তর নিচে প্রদত্ত হলো, যা পরীক্ষায় ১০০% কমন পাওয়ার ক্ষেত্রে তোমাদের সহায়তা করবে।

কমন উপযোগী জ্ঞানমূলক প্রশ্নোত্তর

প্রশ্ন ১। অদৃশ্য বস্তু (Dark matter) কাকে বলে?

[স্কল বোর্ড '১৮] [আমির-২০, প্রামাণিক-১, তপন-১৬, তফাজ্জল-২]

উত্তর : অদৃশ্য বস্তু (Dark matter) হচ্ছে এক ধরনের কল্পিত বস্তু যা কোন টেলিস্কোপ দ্বারা দৃষ্টিগোচর হয় না। তবে, দৃশ্যমান বস্তু, বিকিরণ এবং মহাবিশ্বের বৃহৎ ক্ষেত্রের উপর এর মহাকর্ষীয় প্রভাব থেকে এর উপস্থিতি উপলব্ধি করা যায়।

প্রশ্ন ২। সুপারনোভা কী?

[জ. বো. '১৭; রা. বো. '১৭; য. বো. '১৯]

[স্কল বোর্ড '১৯; আমির-১০, প্রামাণিক-৩, তপন-৩৩, তফাজ্জল-৬]

উত্তর : নক্ষত্রের ভর যখন দুই থেকে পাঁচ সৌর ভরের মধ্যে থাকে, তখন সংকোচনের সময় এটি এর বহিঃস্থ আস্তরণ ছুঁড়ে দিয়ে অত্যন্ত উজ্জ্বল হয়ে যায়। একে বলা হয় “সুপারনোভা”।

প্রশ্ন ৩। কৃষ্ণবিবর কাকে বলে?

[য. বো. '১৭] [স্কল-৩, আমির-২, প্রামাণিক-১৬, তপন-২৪, তফাজ্জল-৭]

উত্তর : সুপারনোভা বিস্ফোরণের পর নক্ষত্রের ভর যদি খুব বেশি হয় তখন এর অন্তর্বস্তু অনিদিষ্টভাবে সংকুচিত হতে থাকে। এভাবে যে বস্তু তৈরি হয় তাকে কৃষ্ণ বিবর বলে।

প্রশ্ন ৪। বিগ ব্যাং কী? [সি. বো. '১৭, '১৫] [স্কল-১০, প্রামাণিক-১০, তপন-৩, তফাজ্জল-১৭]

উত্তর : বিগ ব্যাং হচ্ছে মহাবিশ্বের পরিলক্ষিত ক্রমবর্ধমান সম্প্রসারণ। আদিতে ঘনবিন্যস্ত থাকায় পৃথিবী প্রচণ্ড উৎপন্ন পদার্থের অগ্রিগোলক ছিল যা বিকিরণ বিগ ব্যাং-এর ফলে চতুর্দিকে প্রসারিত হয়, ঠাণ্ডা হয় এবং নির্দিষ্ট তাপমাত্রায় অনুকূলিত অবস্থানান্তরিত হয়।

প্রশ্ন ৫। রেডিও টেলিস্কোপ কী?

[ব. বো. '১৭] [স্কল-২৪, প্রামাণিক-২৮, তপন-১৯, তফাজ্জল-১৮]

উত্তর : রেডিও টেলিস্কোপ এক ধরনের দিক নির্দেশী বেতার এন্টেনা যা বেতার জ্যোতির্বিদ্যায় ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন ৬। কৃষ্ণগহবর কী?

[জ. বো. '১৫; কু. বো. '১৫; ব. বো. '১৬] [স্কল-২৫, প্রামাণিক-২, আমির-৩]

উত্তর : মহাকাশে কোনো বস্তু বা এর আশেপাশে যে অঞ্চল থেকে কোনো তথ্য পাওয়া সম্ভব নয় এবং যেখান থেকে আলো বা কোনো বস্তু বেরিয়ে আসতে পারে না সেই অঞ্চলই হলো কৃষ্ণগহবর।

প্রশ্ন ৭। মৌলিক বল কী?

[কু. বো. '১৫] [স্কল-২২]

উত্তর : যে সকল বল অন্য কোনো বল থেকে উৎপন্ন হয়নি এবং অন্যকোনো বলের রূপও নয় বা রূপান্তরও নয়, সেসব বলকে মৌলিক বল বলা হয়।

প্রশ্ন ৮। ডার্ক এনার্জি কাকে বলে?

[দি. বো. '১৯]

উত্তর : মহাবিশ্বের ত্বরান্বিত সম্প্রসারণ কোণ এক অদৃশ্য শক্তির কারণেই হচ্ছে। এই অদৃশ্য শক্তিকেই ডার্ক এনার্জী বলে।

প্রশ্ন ৯। জ্যোতির্বিজ্ঞান কাকে বলে? [নীলফামারী সরকারি কলেজ, নীলফামারী]

উত্তর : যে শাস্ত্র আকাশ ও মহাকাশের চন্দ, সূর্য, গ্রহ, নক্ষত্র, নীহারিকা ইত্যাদি বিষয়ে তথ্যাদির বিবরণসহ আলোচনা ও অনুসন্ধান করে তাকে জ্যোতির্বিজ্ঞান বলে।

$$\text{বা, } \rho = \frac{M}{\frac{4}{3} \pi R_s^3}$$

$$\text{বা, } \rho = \frac{10 \times 10^{30} \text{ kg}}{\frac{4}{3} \times 3.1416 \times (14828.89 \text{ m})^3} = 7.32 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$$

সূতরাং নক্ষত্রের ঘনত্ব, $7.32 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$

অতএব নক্ষত্রের ঘনত্ব, $7.32 \times 10^{17} \text{ kg m}^{-3}$ উন্নিটি সঠিক।

প্রশ্ন ১০। মিথত্তিয়া কী?

[স্কল-২৬]

উত্তর : মিথত্তিয়া বলতে পারস্পরিক ক্রিয়া-প্রতিক্রিয়া অর্থাৎ আকর্ষণ বিকর্ষণকে বুঝায়। অন্যভাবে বলা যায়, বিপৰ্যক্তি কিছু বিনিময় বা কোনো কিছু ক্ষরণ বা গ্রহণ বিনিময়ে বৃপ্তিরকে বুঝায়।

প্রশ্ন ১১। পৃথিবীর মুক্তি বেগের মান কত?

উত্তর : পৃথিবীর মুক্তি বেগের মান প্রায় 11.2 km s^{-1} বা, 7 mile/s ।

প্রশ্ন ১২। আকাশ গঙ্গা কী?

[স্কল-২৭]

উত্তর : আমরা যে গ্যালাক্সি থেকে বাস করি তার নাম আকাশ গঙ্গা।

প্রশ্ন ১৩। পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের মান কত?

উত্তর : পৃথিবীর অভিকর্ষজ ত্বরণের মান 9.80 m s^{-2} ।

প্রশ্ন ১৪। সৃষ্টিতত্ত্ব কী?

[স্কল-২৮]

উত্তর : মহাবিশ্বের প্রকৃতি, উৎস ও বিবরণ নিয়ে যে পর্যালোচনা তাকে সৃষ্টিতত্ত্ব বলে।

প্রশ্ন ১৫। অ্যানড্রোমেডা কী?

[স্কল-২৯, প্রামাণিক-২০]

উত্তর : অ্যানড্রোমেডা একটি গ্যালাক্সি যাকে খালি চোখে দেখা যায় না।

প্রশ্ন ১৬। অভিকর্ষীয় ত্বরণ কী?

উত্তর : অভিকর্ষ বলের প্রভাবে মুক্তভাবে পড়ত বস্তুর বেগ বৃদ্ধির হারকে অভিকর্ষজ ত্বরণ বলা হয়।

প্রশ্ন ১৭। সৌরজগৎ কী নিয়ে গঠিত?

[স্কল-৩০]

উত্তর : সূর্য ও এর গ্রহ ও উপগ্রহ, ধূমকেতু, উষ্ণা, গ্রহণ, গ্যাস, ধূলিকণা ইত্যাদি নিয়ে সৌরজগৎ গঠিত।

প্রশ্ন ১৮। অপটিক্যাল টেলিস্কোপ কাকে বলে? [স্কল-৩১, প্রামাণিক-২৫]

উত্তর : যে টেলিস্কোপের সাহায্যে দৃশ্যমান আলোর সহায়তায় দৃশ্যমান আলো নিঃসরণকারী বা প্রতিফলনকারী বস্তু পর্যবেক্ষণ করা হয় তাকে অপটিক্যাল টেলিস্কোপ বলে।

প্রশ্ন ১৯। কৃত্রিম উপগ্রহ কাকে বলে? [সি. বো. '১৯] [স্কল-২১, আমির-১৬, তফাজ্জল-১৪]

উত্তর : ভূপৃষ্ঠ হতে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় নির্দিষ্ট বেগে মনুষ্য নির্মিত কোনো মহাকাশযান উপগ্রহ চাঁদের মতো পৃথিবীকে কেন্দ্র করে বৃত্তাকার পথে ঘূরতে থাকলে তাকে কৃত্রিম উপগ্রহ বলে।

প্রশ্ন ২০। মহাশূন্য প্রোব কী?

[স্কল-৩২]

উত্তর : মহাশূন্য প্রোব হলো মহাশূন্যে অনুসন্ধানী যান যা অপটিক্যাল ও রেডিও টেলিস্কোপ ছাড়াও মহাবিশ্ব অনুসন্ধানের জন্য ব্যবহৃত সকল রকম কৌশল অবলম্বন করে।

প্রশ্ন ২১। মহাবিশ্ব কী? [স্কল-৩৩, আমির-৪, প্রামাণিক-৬, তপন-১, তফাজ্জল-১]

উত্তর : সূর্য, নক্ষত্র, গ্রহ, উষ্ণা, নীহারিকা ইত্যাদি নিয়ে মহাবিশ্ব গঠিত। মহাবিশ্ব হলো সকল বস্তু যা আমরা কোনো না কোনোভাবে পর্যবেক্ষণ করতে পারি।

নথি ৪ সূজনশীল পদাৰ্থবিজ্ঞান দ্বিতীয় পত্ৰ  একাদশ-শব্দশ্রেণি

প্রশ্ন ২২। জ্যোতির্বিজ্ঞানের সংজ্ঞা দাও। [সেলু-৩৪]

উত্তর : জ্যোতির্বিজ্ঞান হলো প্রাচীনতম বিজ্ঞান। মহাবিশ্বের সৃষ্টি রহস্য, এর গঠন, বিবরণ, সংগঠন এবং বিভিন্ন অংশের মধ্যকার মিথ্যাক্ষেত্র ইত্যাদি জ্যোতির্বিজ্ঞানের মূল বিষয়।

প্রশ্ন ২৩। সোয়ার্জস্কাইন্ড ব্যাসার্থ কাকে বলে? [সেলু-৪, প্রামাণিক-১, তফাজ্জল-১০]

উত্তর : কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্থকে সোয়ার্জস্কাইন্ড ব্যাসার্থ বলে।

প্রশ্ন ২৪। ষেত বামন কী? [সেলু-৩৫, প্রামাণিক-২৪, তফাজ্জল-৮]

উত্তর : মৃত্যু শুরুর মুহূর্তে যে সমস্ত তারকার ভৱ সূর্যের ভৱের ১.৪ গুণ কম সেগুলো ষেত বামন।

প্রশ্ন ২৫। চন্দ্ৰ শেখৰ সীমা কী? [সেলু-৩৬, আমিৰ-১১, প্রামাণিক-১৮, তফাজ্জল-৯]

উত্তর : মৃত্যু পূর্ব শুরুর মুহূর্তে কোনো তারকার ভৱ ১.৪ সৌর ভৱের বেশি হলো তারকাটি কৃষ্ণবিবর বা নিউটন তারকায় পরিণত হতে পারে। ভৱের এই সীমা চন্দ্ৰশেখৰ সীমা নামে পরিচিত।

প্রশ্ন ২৬। নেবুলা কী? [সেলু-৫, আমিৰ-৯, প্রামাণিক-২২]

উত্তর : মহাকাশে ছড়িয়ে থাকা গ্যাস ও ধূলোর সুবিশাল মেঘের সমাবোহই নীহারিকা বা নেবুলা।

প্রশ্ন ২৭। গ্যালাক্সি কী? [সেলু-১, প্রামাণিক-২২]

উত্তর : অনেকগুলো নক্ষত্রের সমাবেশকে বলা হয় গ্যালাক্সি।

প্রশ্ন ২৮। পালসার কী? [চ. বো. '১৯] [সেলু-১২, প্রামাণিক-১৩]

উত্তর : কোনো নক্ষত্র যখন সুপারনোভা হিসেবে বিস্ফোরিত হয় তখন এর কোর বা মূল বস্তুর চাপ এত বেশি হয় যে প্রোটন ও নিউটন একত্রিত হয়ে নিউটন গঠন করে। এদেরকে নিউটন নক্ষত্র বা পালসার বলে।

প্রশ্ন ২৯। কোয়াসার কী? [সেলু-২, প্রামাণিক-২২]

উত্তর : কোয়াসার হলো আধানাক্ষত্রিক রেডিও উৎস যাদের গঠন নক্ষত্রের ন্যায় এবং ক্ষমতাশালী বেতার তরঙ্গ নিঃস্রণ করে।

প্রশ্ন ৩০। ঈষ্ঠৰ কণা কী? [সেলু-১৪, আমিৰ-১৩]

উত্তর : হিগস-বোসন ঈষ্ঠৰ কণা নামে পরিচিত।

প্রশ্ন ৩১। লেপটন কণা কী? [চ. বো. '১৯] [সেলু-১৬, আমিৰ-১৪ প্রামাণিক-৮, তফাজ্জল-১৫]

উত্তর : যে সকল কণা বিদ্যুৎ চুম্বকীয় এবং দুর্বল নিউক্লীয় পরিকল্পনা অংশগ্রহণ করতে পারে না এবং যাদের শিপন $\frac{1}{2}$ এবং জীবনকাল অসীম তাদেরকে লেপটন কণা বলে।

প্রশ্ন ৩২। হ্যান্ডন কলা কী? [সেলু-৩৭, আমিৰ-১৫, তপন-১০]

উত্তর : সে সকল মৌলিক কণা শক্তিশালী নিউক্লীয় বিদ্যুৎ চুম্বকীয় এবং দুর্বল নিউক্লীয় এই তিনি প্রক্রিয়াতে অংশগ্রহণ করতে পারে তাদেরকে হ্যান্ডন কণা বলে।

প্রশ্ন ৩৩। লেপটন কণার শিপন কত? [সেলু-৩৮, আমিৰ-১৯]

উত্তর : লেপটন কণার শিপন $\frac{1}{2}$ ।

প্রশ্ন ৩৪। হ্যান্ডন কণা কয় ধৰনের ও কী কী? [সেলু-৩৯, আমিৰ-২০]

উত্তর : হ্যান্ডন কণা দুই ধৰনের যথা— ১. মেসন ও ২. বেরিয়ন।

প্রশ্ন ৩৫। মৌলিক কণা কী? [সেলু-৪০, আমিৰ-১২, তফাজ্জল-১৬]

উত্তর : যে সকল কণা পরম আদি বা প্রাথমিক এবং অবিভাজ্য তাদেরকে মৌলিক কণা বলে।

প্রশ্ন ৩৬। সূর্যের পৃষ্ঠের তাপমাত্রা কত? [সেলু-১৫, প্রামাণিক-৭]

উত্তর : সূর্যের পৃষ্ঠের তাপমাত্রা প্রায় 6000 K।

প্রশ্ন ৩৭। ধূমকেতু কী? [আমিৰ-১৮]

উত্তর : পানি, আ্যামোনিয়া ও মিথেন গ্যাস কোনো নিরেট শুল্ক শিলাখণ্ডের উপর জমে তৈরি হয় ধূমকেতু।

প্রশ্ন ৩৮। ঘটনা দিগন্ত কী?

[বাস্তুক উত্তর ঘটন কলেজ, ঢাকা] [সেলু-১৩, আমিৰ-২২, প্রামাণিক-১২, তফাজ্জল-৮]

উত্তর : ঘটনা দিগন্ত হলো কৃষ্ণবিবর অঞ্চলের সীমা।

প্রশ্ন ৩৯। কোয়ার্ক কী? [চ. বো. '১৬]

উত্তর : কোয়ার্ক হলো অতি পারমাণবিক কণা যা স্বারা প্রোটন ও নিউটনসমূহ গঠিত।

ক কমন উপযোগী অনুধাবনমূলক প্রযোজন

প্রশ্ন ১। কোন শর্তে মহাবিশ্বে মহাসংকোচন শুরু হবে? ব্যাখ্যা কর।

[চ. বো. '১১]

উত্তর : p_c এর চেয়ে p বড় হলে মহাবিশ্ব আবন্ধ হবে এবং সাথে সাথে বা কিছুকাল পরে মহাকর্ষ প্রসারণ থামিয়ে দেবে। এর ফলে মহাবিশ্বে সংকুচিত হতে শুরু করবে। ঘটনার পরম্পরায় হবে মহাবিশ্বের পর যা যা ঘটেছিল তার বিপরীত ফলে কড়কড়, মড়মড় মহাশৈলে ভেঙে এক চরম সম্বিক্ষণ উপস্থিত হবে এবং মহাবিশ্বের অঘিগৰ্ভ মৃত্যু হবে। এরপর অন্য একটি মহাবিশ্বেরণ যদি ঘটে তাহলে মহাবিশ্বের শুরু ও শেষ হবে চূকাকার যার কোনো শুরু বা শেষ নেই।

প্রশ্ন ২। সূর্য কৃষ্ণবিবর হবে না—ব্যাখ্যা কর।

[য. বো. '১৯, '১৭] [সেলু-১৫, প্রামাণিক-১০, তপন-২৭]

উত্তর : জ্যোতির্পদাৰ্থবিজ্ঞানের মহাবিশ্বের ভবিষ্যৎ থেকে জানা যায় কোনো ভগ্নীভূত নক্ষত্র এর নিজের মহাকর্ষের প্রভাবেই ঝংস হয়ে কৃষ্ণবিবরে বৃপ্ত নিতে পারে। সেজন্য এর ভৱ হতে হবে দুই সৌর ভৱ অর্থাৎ দুটি সূর্যের ভৱের সমান। কিছু সূর্য যদি বর্তমান আকার থেকে 3 km ব্যাসার্থে পৌছায় তবে এটি আমাদের কাছে অদৃশ্য মনে হবে। তবুও এ সময় তার অভিকৰ্ষীয় প্রভাব থেকে যাবে এবং পৃথিবী বর্তমানে সূর্যের চারদিকে যেমন ঘূরছে তেমনই ঘূরবে। অর্থাৎ উপরের আলোচনা হতে বলা যায় সূর্যের ভৱ দুই সৌর ভৱের চেয়ে কম হওয়ায় এটি কৃষ্ণবিবর হবে না।

প্রশ্ন ৩। কৃষ্ণগহৰ থেকে আলো নির্গত হতে পারে না কেন তা ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. '১৯; চ. বো. '১৭] [সেলু-১০, তপন-৩০]

উত্তর : কৃষ্ণগহৰের ভৱ এবং ঘনত্ব অসীম হয়। এ কারণে এর মাধ্যাকর্ষণ শক্তি এত প্রবল যে কোনো বস্তু এর মধ্যে প্রবেশ করলে তা আর বাইরে আসতে পারে না। এমনকি আলোর কণিকা ফোটন নির্গত হলেও এর মধ্যাকর্ষণ শক্তির কারণে এটি মুক্ত হতে পারে না। এজন্য কৃষ্ণগহৰ থেকে আলো নির্গত হতে পারে না।

প্রশ্ন ৪। চন্দ্ৰশেখৰ সীমার মাধ্যমে ষেত বামন ও নিউটন তারকার মধ্যে পার্থক্য নিরূপণ কর। [সকল বোর্ড '১৮] [আমিৰ-২৩, প্রামাণিক-২৬, তপন-৩০]

উত্তর : নক্ষত্রের ভৱ 1.৪ সৌর ভৱের চেয়ে কম হলে, নক্ষত্রটি যখন সংকুচিত হতে থাকে। তখন এর মন্তি মুক্ত হতে থাকে কিন্তু এটি এমন একটি ধাপে পৌছায় যে এটি এর বহুগুণ আন্তরণকে উত্তীর্ণে দেয়। ফলে হঠাৎ করেই প্রচুর পরিমাণ শক্তি নির্গত হয়। এ বিস্ফোরণে যা অবশিষ্ট থাকে তাকে বলা হয় ষেত বামন নক্ষত্র। নিউক্লীয় ফিউশন প্রক্রিয়ার শক্তি উৎপাদনের জন্য কোনো হাইড্রোজেন ও হিলিয়াম এতে থাকে না।

প্রশ্ন ৫। সূর্য কৃষ্ণগহৰে পরিণত হলে পৃথিবী কি সূর্যের চারদিকে ঘূরবে? ব্যাখ্যা কর। [চ. বো. '১৬] [সেলু-১৩, আমিৰ-১০, প্রামাণিক-১৩, তপন-২৮]

উত্তর : সূর্য কৃষ্ণগহৰে পরিণত হলেও পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘূরবে। ব্যাখ্যা : পৃথিবী সূর্যের চারদিকে তার অভিকর্ষ বল বা অভিকর্ষের প্রভাবের কারণে ঘটে। সূর্য কৃষ্ণগহৰে পরিণত হলে সূর্য আমাদের কাছে অদৃশ্য মনে হবে কিন্তু তার অভিকৰ্ষীয় প্রভাব ঠিকই বিদ্যমান থাকবে। এজন্য সূর্য কৃষ্ণগহৰে পরিণত হলেও পৃথিবী সূর্যের চারদিকে ঘূরবে।

প্রশ্ন ৬। কৃষ্ণবিবরকে দেখা যায় না কেন?

[সি. বো. '১৭] [সেলু-৩, প্রামাণিক-৮, তপন-২৫, তফাজ্জল-৩]

উত্তর : কোনো তারকার যদি যথেষ্ট ভৱ ও ঘনত্ব থাকে তাহলে তার মহাকৰ্ষীয় ক্ষেত্র এতো শক্তিশালী হবে যে আলো ঐ তারকা হতে নির্গত

হতে পারবে না। আলোকে সে তার নিজের দিকে টেনে রাখবে। ফলে এই তারকা হতে নির্গত আলো তারকাতেই ফিরে যাবে অর্থাৎ তারকা হতে বের হতে পারে না। এ ধরনের বস্তুকে কৃষ্ণ বিবর বলে। এজন্য কৃষ্ণবিবরকে দেখা যায় না।

প্রশ্ন ৭। ঘটনা দিগন্তের ভৌত তাংপর্য লিখ। [সি. বো. '১৯]

উত্তর : কোনো কৃষ্ণ বিবরকে ধিরে শোয়াজ্ঞিষ্ঠ ব্যাসার্ধের গোলকের পৃষ্ঠকে ঘটনা দিগন্ত বলে।

ভৌত তাংপর্য :

১. এটি কৃষ্ণ বিবরে রূপান্তরের শর্ত।
২. ঘটনা দিগন্ত থাকা কোনো বস্তু কৃষ্ণ বিবরের সুপার গ্র্যাভিটি ছাড়িয়ে বাইরে (এমনকি আলোও) আসতে পারে না। সুতরাং এর ভিতরের কোনো ঘটনা দেখা যায় না।

প্রশ্ন ৮। বঙ্গবন্ধু স্যাটেলাইট-১ এর মাধ্যমে কি কি সেবা পাওয়া যাবে? [সি. বো. '১৯]

উত্তর : বঙ্গবন্ধু স্যাটেলাইট-১ এর মাধ্যমে নিম্নোক্ত সেবাসমূহ পাওয়া যাবে—
প্রথমত— এ স্যাটেলাইটের সক্ষমতা বিক্রি করে বাংলাদেশ বৈদেশিক মুদ্রা ও সামগ্র্য দুটাই করতে পারবে।

হিতীয়ত— দেশের প্রত্যন্ত অঞ্চলে স্যাটেলাইটের মাধ্যমে ইন্টারনেট ও টেলিযোগাযোগ সেবার সম্প্রসারণ সম্ভব হবে।

তৃতীয়ত— দূর্যোগ ব্যবস্থাপনায় ও জাতীয় নিরাপত্তা নিশ্চিত করার কাজও এ স্যাটেলাইটের ব্যবহার সম্ভব হবে।

প্রশ্ন ৯। রেডিও টেলিস্কোপের পর্যবেক্ষণের কাজ 1 mm থেকে 30 m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মধ্যে করতে হয় কেন? [সেলু-২৫]

উত্তর : রেডিও টেলিস্কোপের দর্শন তথা পর্যবেক্ষণের কাজ 1 mm থেকে 30 m তরঙ্গদৈর্ঘ্যের মধ্যে করতে হয় কারণ তরঙ্গদৈর্ঘ্য 30 m এর বেশি হলে আয়ন মণ্ডলে শোষণ ঘটে। আবার 1 mm এর চেয়ে কম হলে বায়ুমণ্ডলের পানি, কার্বন ডাই অক্সাইড ও ওজোন কর্তৃক শোষিত হয়।

প্রশ্ন ১০। আবর্তনকালে নভোচারীরা ওজনহীনতা অনুভব করে কেন? [সেলু-২৫]

উত্তর : মহাশূন্যচারীরা মহাশূন্যানে পৃথিবী থেকে একটি নির্দিষ্ট উচ্চতায় বৃত্তাকার পথে প্রদক্ষিণ করে। এ বৃত্তাকার গতির জন্য পৃথিবীর কেন্দ্রের দিকে ঐ উচ্চতায় অভিকর্ষজ ত্বরণের মানের সমান মানের একটি ত্বরণ সৃষ্টি হয়। ফলে এ মহাশূন্যানের দেয়ালের সাপেক্ষে মহাশূন্যচারীর ত্বরণ ($g - g$) = 0 হয়। তাই আবর্তনকালে নভোচারীরা ওজনহীনতা অনুভব করে।

প্রশ্ন ১১। $p > p_c$ হলে কী ঘটবে? [সেলু-১৭]

উত্তর : p_c এর চেয়ে p বড় হলে মহাবিশ্ব আবদ্ধ হবে এবং সাথে সাথে বা কিন্তুকাল পরে মহাকর্ষ প্রসারণ থামিয়ে দেবে। এর ফলে মহাবিশ্ব সংকুচিত হতে শুরু করবে। ঘটনার পরম্পরায় হবে মহাবিস্কোরণের পর যা যা ঘটেছিল তার বিপরীত ফলে কড়কড়, মড়মড় মহাশূন্যে ডেঙে এক চৰম সম্বিপ্লক উপস্থিত হবে এবং মহাবিশ্বের অগ্রিগত মৃত্যু হবে। এরপর অন্য একটি মহাবিস্কোরণ যদি ঘটে তাহলে মহাবিশ্বের শুরু ও শেষ হবে চৰকার যার কোনো শুরু বা শেষ নেই।

প্রশ্ন ১২। অপটিক্যাল টেলিস্কোপের মূলনীতি লিখ। [সেলু-১৯]

উত্তর : অপটিক্যাল টেলিস্কোপের মূলনীতি হলো— প্রতিফলন বা প্রতিসরণের পর দূরবর্তী বস্তুর বিবর্ধিত মাধ্যমে প্রতিবিষ্ট গঠন এবং এদের বিবরণের পর মাধ্যমে মহাকাশের কোনো জ্যোতিষ্ঠ পর্যবেক্ষণ ও তাদের সম্পর্কে তথ্য সংগ্রহ।

প্রশ্ন ১৩। প্রাণাণুগুঁজ বলতে কী বুঝ? [সেলু-২০, প্রামাণিক-৩]

উত্তর : মজগল ও বৃহস্পতি গ্রহের কক্ষপথের মাঝ দিয়ে অতিক্রম গ্রহের মতো কিন্তু বস্তু সৃষ্টিকে প্রদক্ষিণ করে তাদের প্রাণাণুগুঁজ বলে। প্রথম প্রাণাণু আবিষ্কার পর থেকে এ পর্যন্ত প্রায় 2000 প্রাণাণুগুঁজ

আবিষ্কৃত হয়েছে। এদের সর্ববৃহৎটির নাম সেরেস। এর ব্যাসার্ধ 350 km এবং সূর্যকে প্রদক্ষিণ করতে সময় নেয় 4.6 বছর।

প্রশ্ন ১৪। ভূমিক্ষেত্রে উপগ্রহ বলতে কী বুঝ? [সেলু-২১]

উত্তর : কোনো কৃতিম উপগ্রহ পৃথিবীকে আবর্তন করার সময় যদি তার আবর্তন কাল পৃথিবীর আহিক গতির আবর্তন কালের (পৃথিবীর নিজ অক্ষে ঘৰ্মনকাল অর্থাৎ ২৪ ঘণ্টা) সমান হয় তবে পৃথিবীর একজন পর্যবেক্ষকের নিকট উপগ্রহটি সবসময় স্থির মনে হবে। এ ধরনের উপগ্রহকে ভূমিক্ষেত্রে উপগ্রহ বলে।

প্রশ্ন ১৫। কৃষ্ণবিবর কিভাবে সৃষ্টি হয়? ব্যাখ্যা কর। [সেলু-৯, প্রামাণিক-১২, তপন-২৬]

উত্তর : একটি তারকায় যদি যথেষ্ট ভর ও ঘনত্ব থাকে তাহলে তার মহাকর্ষীয় ক্ষেত্র এতো শক্তিশালী হবে যে, আলোক সেখান থেকে নির্গত হতে পারবে না। সেই তারকার পৃষ্ঠ থেকে নির্গত আলোক বেশি দূর যাওয়ার আগেই তারকাটির মহাকর্ষীয় আকর্ষণ তাকে পেছনে টেনে নিয়ে আসবে। এসব তারকা থেকে আলো আসতে পারে না বলে আমরা এদের দেখতে পাই না। তাই এদের মহাকর্ষ আকর্ষণ আমাদের বোধগম্য হবে না, এ সমস্ত বস্তুপিণ্ডকে কৃষ্ণবিবর বলে।

প্রশ্ন ১৬। সুপারনোভা কীভাবে কৃষ্ণগ্রহের পরিণত হয়? [সেলু-৭, প্রামাণিক-৯]

উত্তর : সুপারনোভা সংকুচিত হয়ে ক্ষুদ্র ও ঘন হয়। তখন এর কোর বা মূলবস্তুর চাপ এতো বেশি হয় যে, প্রোটন ও ইলেক্ট্রন একত্রিত হয়ে নিউট্রন গঠন করে। তখন একে নিউট্রন তারকা বলে। নিউট্রন তারকার সাথে জড়িত অতিউচ্চ চৌম্বকক্ষেত্র। তাই এটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর রেডিও পালস নির্গমন করে, একে পালসার বলা হয়। ১৯৬৭ সালে প্রথম নিউট্রন নক্ষত্র বা পালসারকে উদ্ঘাটন করা সম্ভব হয়েছিল।

প্রশ্ন ১৮। কখন নিউট্রন নক্ষত্র পালসারে পরিণত হয়? [সেলু-৫, প্রামাণিক-১]

উত্তর : মহাকর্ষ বলের প্রভাবে গ্যাসীয় পদার্থের সংকোচন হয় যার ফলশুতিতে সৃষ্টি হয় গ্যালাক্সি। গ্যালাক্সির মধ্যেও গ্যাসের মহাকর্ষীয় ঘনীভবনের ফলে হাইড্রোজেন ও হিলিয়াম মিলে তৈরি ঘনীভূত গ্যাসের অণু-প্ররমাণুর মধ্যে ঘর্ষণ বেড়ে যাওয়ায় তাপমাত্রা বৃদ্ধি পেয়ে নিউক্লীয় ফিউশন বিক্রিয়া শুরু হয় এবং বিপুল পরিমাণে শক্তি নির্গত হয়। সূর্য এভাবেই জুলে ওঠে।

প্রশ্ন ১৯। কখন নিউট্রন নক্ষত্র পালসারে পরিণত হয়? [সেলু-১৮, প্রামাণিক-১৫]

উত্তর : সুপারনোভা যখন বিফোরিত হয় তখন এর কোর বা মূল বস্তুর চাপ এত বেশি হয় যে প্রোটন ও নিউট্রন একত্রিত হয়ে নিউট্রন গঠন করে, একে বলা হয় নিউট্রন নক্ষত্র। এর সাথে জড়িত থাকে অতিউচ্চ চৌম্বকক্ষেত্র। তাই এটি নির্দিষ্ট সময় অন্তর অন্তর রেডিও পালস নির্গমন করে, একে পালসার বলা হয়। ১৯৬৭ সালে প্রথম নিউট্রন নক্ষত্র বা পালসারকে উদ্ঘাটন করা সম্ভব হয়েছিল।

প্রশ্ন ২১। জ্যোতিপদার্থবিজ্ঞান সম্পর্কিত ধারণা ব্যাখ্যা কর। [জালালাবাদ ক্যাস্টেনমেট পাবলিক মুল এন্ড কলেজ, নীলফামারী] [সেলু-১৮, প্রামাণিক-১৫]

উত্তর : বিজ্ঞানের যে শাখায় মহাকাশ ও মহাজগতিক বস্তু সম্পর্কে পর্যালোচনা করা হয় তাকে জ্যোতির্বিজ্ঞান বলে। জ্যোতির্বিজ্ঞানে মহাবিশ্বের গঠন ও গ্রহ নক্ষত্রের গতি নিয়ে আলোচনা করা হয়। নিউটনের মহাকর্ষ সূত্র, আইনস্টাইনের আপেক্ষিকবাদ তত্ত্ব জ্যোতির্বিজ্ঞান গবেষণায় আধুনিকতা এনে দিয়েছে। পদার্থবিজ্ঞানের কোয়ান্টাম বলবিদ্যা এবং সাধারণ আপেক্ষিক তত্ত্বের আবির্ভাব জ্যোতির্বিদ্যার বহুসংখ্যক গবেষণায় প্রাপ্ত তথ্য ব্যাখ্যায় উন্নত সাধন করেছে।

প্রশ্ন ২০। কোনো কৃষ্ণবিবরের শোয়াজ্ঞিষ্ঠ ব্যাসার্ধ 27 km বলতে কী বোঝা? [সেলু-২৩]

উত্তর : কোনো কৃষ্ণবিবরের শোয়াজ্ঞিষ্ঠ ব্যাসার্ধ 27 km বলতে বুঝায়, এর (27 km) মধ্যে কোনো বস্তু থাকলে কৃষ্ণবিবরের মহাকর্ষ আকর্ষণ দ্বারা আটকা পড়বে এবং বস্তুটি তা থেকে মুক্ত হতে পারবে না। আবার এটাও বুঝায় যে, এই কৃষ্ণবিবরের ঘটনা দিগন্ত 27 km পর্যন্ত বিস্তৃত।