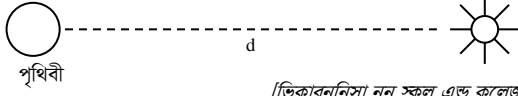


প্রশ্ন ▶ ১



[ভিকারুননিসা নূন স্কুল এন্ড কলেজ, ঢাকা]

- ক. হাবলের সূত্র বিবৃত কর। ১
খ. ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। ২
গ. উদ্দীপকের 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. গাণিতিক ভাবে মহাবিশ্বের পরিণতি আলোচনা কর। ৪

১ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. r দূরত্বে অবস্থিত কোনো মহাজাগতিক বস্তুর দূরে সরে যাবার বেগ V হলে গাণিতিকভাবে হাবলের সূত্র হচ্ছে, $V = Hr$; এখানে H হচ্ছে সমানুপাতিক ধ্রুবক।

খ. ইলেকট্রনের কম্পটন তরঙ্গদৈর্ঘ্য, $\lambda_c = \frac{h}{m_0 c}$

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

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

$$\therefore \lambda_c = \frac{6.63 \times 10^{-34} \text{J.s}}{9.1 \times 10^{-31} \text{kg} \times 3 \times 10^8 \text{ms}^{-1}} \\ = 0.02426 \times 10^{-10} \text{m} \\ = 0.02426 \text{\AA}$$

গ. ডপলার ক্রিয়া অনুসারে, $\frac{f'}{f} = \frac{c+v}{c+v}$ [v = নক্ষত্রের গতিবেগ]

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

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

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

হাবলের ধ্রুবক, $H_0 = 2 \times 10^{-18} \text{s}^{-1}$

$$\therefore \text{পৃথিবী থেকে নক্ষত্রের দূরত্ব, } d = \frac{v}{H} \\ = \frac{2 \times 10^7 \text{ms}^{-1}}{2 \times 10^{-18} \text{s}^{-1}} \\ = 1 \times 10^{25} \text{m (Ans.)}$$

ঘ. মহাবিশ্বের পরিণতি সম্পর্কিত বিশ্বতত্ত্বের একটি গুরুত্বপূর্ণ প্যারামিটার (Parameter) হলো ঘনত্ব প্যারামিটার। একে Ω (ওমেগা) দ্বারা প্রকাশ করা হয়। Ω কে সংজ্ঞায়িত করা হয় মহাবিশ্বের পদার্থের গড় ঘনত্ব এবং ঐ ঘনত্বের সংকট মানের অনুপাত দ্বারা।

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

যদি আদিতে মহাবিশ্বে শুধু নিষ্ক্রিয় পদার্থের অস্তিত্ব থাকতো তাহলে প্রত্যেক জ্যামিতিক আকারের জন্য একটি নির্দিষ্ট পরিণতি থাকতো। কাজেই সৃষ্টিতত্ত্ববিদগণ (Cosmologists) Ω নির্ণয় করে মহাবিশ্বের পরিণতি নির্ধারণে সচেষ্ট হন। বদ্ধ মহাবিশ্বের জ্যামিতিক আকৃতি হলো গোলকের ন্যায়।

এই মহাবিশ্বে ডার্ক শক্তির কারণে বিকর্ষণ বলের অভাব পড়বে, ফলশ্রুতিতে মহাকর্ষ বল প্রসারণকে থামিয়ে দিবে। পরবর্তীতে এটি সংকোচিত হতে থাকবে যতক্ষণ না পর্যন্ত মহাবিশ্বের সকল বস্তু একটি

বিন্দুতে পরিণত হয়েছে। সর্বশেষ এই অনন্যতাকে বৃহৎ সংকোচন (Big Crunch) নামে অভিহিত করা হয়েছে।

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

যদি গড় ঘনত্ব সঙ্কট 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 ধীরগতির হলেও পরবর্তীতে এটি বৃদ্ধি পায়। ফলে সমতল মহাবিশ্বের চূড়ান্ত পরিণতি উন্মুক্ত মহাবিশ্বের পরিণতির অনুরূপ হবে।

বিগ ক্রাঞ্চ (Crunch) বা বৃহৎ সংকোচন তত্ত্ব অনুসারে মহাবিশ্বের চূড়ান্ত পরিণতির একটি সিমেন্টিক দৃশ্য পরিলক্ষিত হয়। বৃহৎ বিস্ফোরণের 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। কাজেই বৃহৎ বিস্ফোরণের পূর্বে মহাবিশ্বের বিগ ক্রাঞ্চ সৃষ্টি হয়েছিল। যদি এটি পর্যাবৃত্তভাবে ঘটতে থাকে তাহলে একটি দোলন গতিসম্পন্ন মহাবিশ্ব পাওয়া যাবে।

প্রশ্ন ▶ ২ ডঃ আবির হাসান তাঁর এলাকার কলেজের বিজ্ঞান বিষয়ক সেমিনার বক্তব্য রাখতে যেয়ে বলছিলেন যে, তিনি একবার কণা বিক্ষেপণ পরীক্ষণের উপর কাজ করতে যেয়ে দেখেন Li^{2+} আয়নের প্রথম কক্ষপথে অবস্থানরত একটিমাত্র ইলেকট্রন একটি ফোটন কণার আঘাতে শেষ কক্ষপথে চলে যায়। তারপর তিনি জ্যোতির্বিজ্ঞান নিয়ে নানা জ্ঞানগর্ভ বিন্ময়কর কথা বলতে যেয়ে এক পর্যায়ে বলেন— যে সমস্ত তারকার ভর $1.4 M_\odot$ ও $3 M_\odot$ (সূর্যের ভর, $M_\odot = 2 \times 10^{30} \text{kg}$) এর মধ্যে থাকে তারা নিউট্রন তারকায় পরিণত হয়।

[অধ্যাপক আব্দুল মজিদ কলেজ, কুমিল্লা]

- ক. জ্যোতির্বিজ্ঞান কাকে বলে? ১
খ. কখন নিউট্রন নক্ষত্র পালসারে পরিণত হয়? ২
গ. ফোটনের কম্পাঙ্ক নির্ণয় কর। ৩
ঘ. $1.4 M_\odot$ ও $3 M_\odot$ এর ক্ষেত্রে সংকট ব্যাসার্ধের তুলনা কর। ৪

২ নং প্রশ্নের উত্তর

ক. পদার্থবিজ্ঞানের যে শাখায় মহাবিশ্ব সৃষ্টির বিভিন্ন তত্ত্ব এবং মহাকাশের নক্ষত্র, গ্রহ-উপগ্রহ, গ্রহাণুপুঞ্জ-এ সকল জ্যোতিষ্কপুঞ্জ সম্পর্কে আলোচনা করা হয়, তাকে জ্যোতির্বিজ্ঞান বলে।

খ. পলিমার হলো স্পন্দনমান রেডিও নক্ষত্র। এরা এমন একটি বস্তু যা থেকে নিয়মিত বেতার স্পন্দন নির্গত হয়। পালসার হলো ‘ঘূর্ণায়মান নিউট্রন নক্ষত্র’ এবং তা বেতার তরঙ্গের অন্যতম উৎস। একটি ঘূর্ণায়মান নক্ষত্র নিউট্রন নক্ষত্রে বিবর্তিত হলে, নিউট্রন নক্ষত্রটি ঘূর্ণায়মান প্রকৃতির হয়। কিন্তু মূল নক্ষত্রটি অপেক্ষা নিউট্রন নক্ষত্রটির আকার বহু বহু ভাগ ছোট হওয়ায় কৌণিক ভরবেগ সংরক্ষণের স্বার্থে নিউট্রন নক্ষত্রটির ঘূর্ণন বেগ মূল নক্ষত্রটির ঘূর্ণন বেগের চেয়ে বহু বহু গুণ বেশি হয়ে ($L = I\omega$ সূত্রানুসারে) এই ঘূর্ণনই বেতার তরঙ্গ সৃষ্টির কারণ।

গ. Li -এ তিনটি ইলেকট্রন দুটি শক্তিস্তরে (১ম ও ২য়) বিদ্যমান।

প্রথম কক্ষপথের শক্তি, $E_1 = -13.6 \text{eV}$

দ্বিতীয় শেষ কক্ষপথের শক্তি, $E_2 = -\frac{13.6 \text{eV}}{2^2} = -3.4 \text{eV}$

ইলেকট্রন স্থানান্তরে নির্গত ফোটনের শক্তি, $\Delta E = E_2 - E_1$

$$\begin{aligned} &= (-3.4 + 13.6) \text{ eV} \\ &= 10.2 \text{ eV} \\ &= 10.2 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \\ &= 1.632 \times 10^{-18} \text{ J} \end{aligned}$$

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

ফোটনের কম্পাঙ্ক ν হলে,

$$\begin{aligned} \Delta E &= h\nu \\ \therefore \nu &= \frac{\Delta E}{h} = \frac{1.632 \times 10^{-18} \text{ J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}} \\ &= 2.46 \times 10^{15} \text{ Hz (Ans.)} \end{aligned}$$

অধ্যায়টির গুরুত্বপূর্ণ জ্ঞান ও অনুধাবনমূলক প্রশ্নোত্তর.....

(নির্বাকনি পরীক্ষার প্রশ্ন বিশেষ-ষণে প্রাপ্ত)

► ক নং প্রশ্ন (জ্ঞানমূলক)

প্রশ্ন-১. কালের সংক্ষিপ্ত ইতিহাস বইটির রচয়িতা কে?

উত্তর: স্টিফেন হকিং।

প্রশ্ন-২. শ্বেত বামন কী?

উত্তর: মৃত্যু পর্ব গুরুত্বপূর্ণ মুহূর্তে যে সমস্ত তারকার ভর সূর্যের ভরের অপেক্ষা 1.4 গুণ কম, সেগুলো শ্বেত বামন। রক্তিম দৈত্য স্ফীতির ফলে ক্রমশ একটি ধাপে পৌঁছায় যে এর বাইরের আবরণ বিচ্ছিন্ন বা ভেঙ্গে যায়, অবশিষ্ট যা থাকে তাকে শ্বেত বামন বলে।

প্রশ্ন-৩. রক্তিম দৈত্য কাকে বলে?

উত্তর: তারকার হাইড্রোজেন জ্বালানি ফুরিয়ে গেলে সংকোচনের ফলে তারকার মূল অংশের ঘনত্ব বাড়ে এবং তাপমাত্রাও বৃদ্ধি পায় এবং বহির্ভাগে প্রসারণ ঘটে। বাইরের আবরণের স্ফীতির ফলে তারকার আকার অনেক বড় হয় এবং তাপমাত্রা কমে যাওয়ায় তারকার পৃষ্ঠ থেকে নির্গত আলো লালভা দেখায়। এই তারকাকে রক্তিম দৈত্য বলে।

প্রশ্ন-৪. সুপারনোভা বিস্ফোরণ কাকে বলে?

উত্তর: সূর্যের ভরের তুলনায় অনেক ভারী নক্ষত্রগুলো জ্বালানি শেষ হলে সংকোচন অত্যন্ত তীব্র হয় এবং মূল অংশের ঘনত্ব এত বেড়ে যায় যে প্রচণ্ড বিস্ফোরণের মধ্য দিয়ে মৃত্যুবরণ করে। এই প্রচণ্ড বিস্ফোরণকে সুপারনোভা (supernova) বিস্ফোরণ বলা হয়।

প্রশ্ন-৫. ঘটনা দিগন্ত কী?

উত্তর: কৃষ্ণ বিবর অঞ্চলের সীমাকে ঘটনা দিগন্ত বলে।

প্রশ্ন-৬. শোয়ার্জফিল্ড ব্যাসার্ধ কাকে বলে?

উত্তর: কৃষ্ণ বিবরের ঘটনা দিগন্তের ব্যাসার্ধকে শোয়ার্জফিল্ড ব্যাসার্ধ বলে।

প্রশ্ন-৭. চন্দ্রশেখর সীমা কাকে বলে?

উত্তর: চন্দ্রশেখর সীমা: মৃত্যুপর্ব গুরুত্বপূর্ণ মুহূর্তে যদি কোনো তারকার ভর $1.4 M_0$ এর বেশি থাকে; তবে কোনোভাবেই এটি শ্বেত বামন হতে পারবে না। এই $1.4 M_0$ ভরের সীমাকে চন্দ্রশেখর সীমা বলে।

প্রশ্ন-৮. রেডিওটেলিস্কোপ কাকে বলে?

উত্তর: রেডিও টেলিস্কোপ এক ধরনের দিক নির্দেশী (Directional) বেতার অ্যান্টেনা যা বেতার জ্যোতির্বিদ্যায় ব্যবহৃত হয়।

প্রশ্ন-৯. কৃত্রিম উপগ্রহ কী?

উত্তর: মানুষ সৃষ্ট উপগ্রহকে কৃত্রিম উপগ্রহ বলে।

প্রশ্ন-১০. স্বাভাবিক উপগ্রহ কাকে বলে?

উত্তর: যে সব উপগ্রহ প্রাকৃতিক কারণে সৃষ্ট তাদেরকে স্বাভাবিক উপগ্রহ বলে।

► খ নং প্রশ্ন (অনুধাবনমূলক)

প্রশ্ন-১. মহাবিশ্বের ভবিষ্যৎ কী কী বিষয়ের উপর নির্ভরশীল?

উত্তর: মহাবিশ্বের ভবিষ্যৎ বর্তমান প্রসারণের হার, বিশ্বের বক্রতা, বিশ্বে মোট বস্তুত্ব পরিমাণ, মহাবিশ্বের গড় ঘনত্ব, সংকট ঘনত্ব ইত্যাদি বিষয়ের উপর নির্ভরশীল।

প্রশ্ন-২. হ্যাড্রন কণা কী ব্যাখ্যা করো।

ঘা সংকট ব্যাসার্ধ বলতে এখানে শোয়ার্জফিল্ড ব্যাসার্ধ বুঝানো হয়েছে। এক্ষেত্রে $R_s = \frac{2GM}{c^2}$ সূত্র প্রযোজ্য।

$$M_1 = 1.4 M_0, M_2 = 3 M_0$$

G এবং c উভয় ক্ষেত্রে সমমানের হওয়ায়

$$R_{s1} = \frac{2GM_1}{c^2} \text{ এবং } R_{s2} = \frac{2GM_2}{c^2}$$

$$\therefore \frac{R_{s1}}{R_{s2}} = \frac{2GM_1/c^2}{2GM_2/c^2} = \frac{M_2}{M_1} = \frac{3M_0}{1.4M_0} = 2.14$$

$$\therefore R_{s1} : R_{s2} = 2.14 : 1$$

ইহাই সংকট ব্যাসার্ধের নির্ণয় অনুপাত।

EXERCISE
12

উত্তর: যে সকল মৌলিক কণা শক্তিশালী নিউক্লীয়, বিদ্যুৎ চুম্বকীয় এবং দুর্বল নিউক্লীয় এই তিন প্রক্রিয়াতে অংশ গ্রহণ করতে পারে তাদেরকে হ্যাড্রন কণা বলে। হ্যাড্রন কণা আবার দুই ধরনের। যথা— (১) মেসন ও (২) বেরিয়ন। মেসনের স্পিন 0 (শূন্য), কিন্তু বেরিয়নের স্পিন শূন্য নয়।

প্রশ্ন-৩. ঈশ্বর কণা কী ব্যাখ্যা কর।

উত্তর: বোসন ক্ষেত্রনামক তাত্ত্বিক বল ক্ষেত্র সমস্ত বিশ্বে ছড়িয়ে আছে। ভরহীন কোনো কণা এই ক্ষেত্রে প্রবেশ করলে তা ধীরে ধীরে ভর লাভ করে। ফলে চলার গতি হ্রাস পায়। সেই ক্ষেত্রের মাধ্যমেই ভর কণাতে স্থানান্তরিত হয়। অর্থাৎ হিগস ক্ষেত্র ভর সৃষ্টি করতে পারে না, তা কেবল কণাতে স্থানান্তর করে হিগস বোসনের মাধ্যমে। এই হিগস বোসনই ঈশ্বর কণা বা God's particle নামে পরিচিত।

প্রশ্ন-৪. একটি মুক্ত মৌলের এক্স-রশ্মি বর্ণালী এর রাসায়নিক যৌগের বর্ণালীর প্রায় একই রকম কেন?

উত্তর: অভ্যন্তরীণ কক্ষের দৃঢ়ভাবে আবদ্ধ ইলেকট্রনগুলি এক্স রশ্মি বর্ণালী নিঃসরণের জন্য দায়ী। কিন্তু একটি মৌলের রাসায়নিক ধর্ম তার সর্ববহিঃস্থ কক্ষের ইলেকট্রনের উপর নির্ভর করে। তাই খুব সূক্ষ্ম পার্থক্য ছাড়া একটি মুক্ত মৌলে ও তার রাসায়নিক যৌগের এক্স রশ্মি বর্ণালী প্রায় একই রকম।

প্রশ্ন-৫. নক্ষত্র থেকে যে বিপুল পরিমাণ শক্তি নিঃসৃত হয় তার উৎস কী?

উত্তর: নক্ষত্র থেকে যে বিপুল পরিমাণ শক্তি নিঃসৃত হয় তা হাইড্রোজেন ফিউশন প্রক্রিয়া যে ঘটনার মাধ্যমে হাইড্রোজেন ফিউশন প্রক্রিয়ার ফলে হিলিয়াম পরমাণু সৃষ্টি হয় তার বিপুল পরিমাণ শক্তি নিঃসৃত হয়। এভাবে তাদের জন্ম হয়।

প্রশ্ন-৬. সুপার নোভা বলতে কী বোঝ?

উত্তর: সূর্যের চেয়ে অনেকগুণ বেশি ভরের তারকাকে বেশি ভরসম্পন্ন তারকা বলে। এরূপ তারকার জ্বালানি ফুরিয়ে গেলে, মহাকর্ষজনিত সংকোচন খুব বেশি বৃদ্ধি পেতে থাকে। ফলে, প্রচণ্ড উত্তাপের সৃষ্টি হয় ও তারকাটি বিস্ফোরিত হয়। একে বলে সুপার নোভা (Super Nova)। এরূপ বিশেষ-ষণের ফলে তারকাটি তার বাড়তি ওজন হারায়।

প্রশ্ন-৭. “চন্দ্রশেখর সীমা বলতে কী বোঝায়?

উত্তর: কোনো তারকার ভর $1.4 M_0$ [যেখানে M_0 হল সূর্যের ভর] এর বেশি হলে তারকাটি কখনই শ্বেত বামনে পরিণত হবে না। তারকার ভর $1.4 M_0$ এর কম হলে পরিণামে এটি শ্বেত বামনে পরিণত হবে। $1.4 M_0$ ভরের সীমাকে ‘চন্দ্রশেখর সীমা’ বলে।

প্রশ্ন-৮. নক্ষত্র কখন কৃষ্ণ গহ্বর হয়?

উত্তর: কোনো নক্ষত্রের ভর যখন পাঁচ সৌর ভরের চেয়ে বেশি হয় তখন সুপার নোভা বিস্ফোরণের পর নক্ষত্রের ভর যদি খুব বেশি হয় তখন এর অস্ফুটত্ব অনির্দিষ্টভাবে সংকুচিত হতে থাকে। এভাবে যে বস্তু তৈরি হয় তাকে কৃষ্ণবিবর বলে।