विस्फोटित ब्रह्माण्ड

डॉ० जयंत विष्णु नारलीकर

टाटा इन्स्टीट्यूट ऑव फंडामेण्टल रिसर्च, होमी भाभा रोड, बाम्बे-400005

[सुप्रसिद्ध वैज्ञानिक डॉ० जयंत विष्णु नारलीकर का यह लेख 'द एक्सप्लोडिंग यूनिवर्स' 'द इलस्ट्रेटेड वीकली ऑव इण्डिया' नामक पत्रिका के 6-12 नवम्बर अंक में छपा था। इसका अनुवाद किया है 'विज्ञान' के सुपरिचित लेखक आर० के० प्रताप ने जो ए० पी० एन० डिग्री कालेज, बस्ती में शिक्षा विभाग में प्राध्यापक हैं। इसका पहला भाग 'विज्ञान' फरवरी 1984 अंक में छप चुका है। इसका अंतिम भाग (तीसरा भाग) मई अंक में छापा जायेगा। अनुवाद और प्रकाशन की अनुमति के लिए 'विज्ञान' लेखक और 'इलस्ट्रेटेड वीकली' पत्रिका का आभारी है। —सम्पादक]

स्थिर अवस्था का सिद्धान्त (स्टेडी स्टेट थियरी)

1948 में तीन अंग्रेज सिद्धान्तकारों ने एक नवीन ब्रह्माण्डीय निर्मित प्रस्तुत की और यह दावा किया कि इस नवीन सैद्धान्तिक निर्मित में फ्रीडमैन निर्मितियों के दोष उपस्थित नहीं है।

एक दोष, यदि उसे दोष कहा जाये तो, महाविस्फोट की अवधारणा में ही है। यह विचार कि सम्पूर्ण ब्रह्मांड एक बिंदु में संकुचित किया जा सकता है न केवल कल्पना में कठिन है वरन् इसे गणितीय अभिव्यक्ति देना भी असम्भव है। गणितज्ञ ऐसी स्थितियों को 'असाधारण' (सिन्गुलैरिटीज़) पुकारते हैं। फ्रीडमैन निर्मिति में एक दिक-काल-संबंधित असाधारणता निर्माण के प्रारम्भ काल ($t=o$) पर उपस्थित होता है।

ऐसे विलक्षण उदाहरण, भौतिक विज्ञानियों की दृष्टि में निहित विवरण के दोष या कमियाँ व्यक्त करते हैं और वे सिद्धान्त को इस प्रकार परिष्कृत करने का प्रयास करते हैं कि यह असाधारणताएँ नवीन विवरणों में न उपस्थित हो सकें। 1948 में हर्मन बोंदी, थामस गोल्ड और फ्रेड हायल ने एक परिष्कृत विवरण, जिसे उन्होंने ब्रह्मांड का स्थिर अवस्था सिद्धान्त कहा, प्रस्तुत किया।

स्थिर अवस्था निर्मिति में ब्रह्मांड सदैव विस्तारित होता रहता है परन्तु इसका प्रारम्भ या अंत नहीं होता। जैसे किसी व्यापार में लगाई गई पूंजी चक्रवृद्धि ब्याज से तेजी से बढ़ती है उसी प्रकार मंदाकिनियों से बँधा हुआ दिक-आयतन भी ब्रह्माण्डीय विस्तार के साथ विस्तारित होता जाता है। परन्तु इस प्रक्रिया में ब्रह्माण्डीय घनत्व के स्थिर रहने की कल्पना की गई है। भला वह कैसे संभव है?

स्थिर अवस्था सिद्धान्त के प्रणेताओं का तर्क था कि ऐसा पदार्थ सतत निर्माण द्वारा ही सम्भव हो सकता है। जब ब्रह्माण्ड विस्तारित होता है तो इसका घनत्व कम होना चाहिये परंतु नवीन पदार्थ का सृजन इसे स्थिर रखता है। स्वाभाविक है कि अपने प्रारम्भ से ही यह सिद्धान्त विरोधी आलोचनाओं का शिकार रहा है।

महा-विस्फोट के पक्षधरों ने इसकी आलोचना एक कारण से की है जबकि भौतिक विज्ञानियों की आलोचना का आधार दूसरा है। 1950 और परवर्ती दशक के प्रारंभ में अनेक खगोलीय निरीक्षण इस सिद्धान्त को असत्य सिद्ध करने के लिए प्रस्तुत किये गये थे। यह निरीक्षण ब्रह्माण्ड के दूरस्थ भागों के थे। जब हम किसी दूरस्थ पिंड को देखते हैं तो वास्तव में हम यह देखते हैं कि जब प्रकाश उस पिण्ड से हमारी ओर निश्चित वेग

से चला तो पिण्ड कैसा था। जब किसी मंदाकिनी जो हमसे 1 अरब प्रकाश वर्ष दूर है, बिम्ब फोटोग्राफिक कागज पर उतारा जाता है तो यह 1 अरब प्रकाश वर्ष पहले की मंदाकिनी का चित्र होता है। यदि ब्रह्माण्ड स्थिर अवस्था में हो (अर्थात अपरिवर्तनीय) तो दूरस्थ पिण्डों के चित्र निकटस्थ पिण्डों के समान ही होने चाहिये।

खगोलीय निरीक्षणों के अनुसार दूरस्थ पिण्डों के चित्र निकटस्थ पिण्डों के समान नहीं थे। परन्तु सूक्ष्म परीक्षणों से पता चला कि यह दावे या तो त्रुटिपूर्ण थे या अनिश्चित।

1760 में मुझे फ्रेड हायल का शिष्यत्व प्राप्त हुआ। मुझे स्मरण है कि जब एक स्नातक छात्र के रूप में मैंने स्थिर अवस्था सिद्धान्त पर कार्य करने की इच्छा व्यक्त की तो हायल ने यह कहते हुए कि यह सिद्धान्त विवाद पूर्ण है अतः शोध विषय के रूप में उचित नहीं है, मुझे निरुत्साहित किया। तब भी मैं इस ब्रह्माण्डीय विवाद में हायल के साथ मार्टिन राइल और सहकर्मियों के रेडियो-स्रोतों के निरीक्षणों के विरुद्ध स्थिर अवस्था सिद्धान्त के पक्षपोषण में पहुँच गया।

अन्य पूर्व आपत्तियों की भाँति राइल की आलोचनाओं के समक्ष भी स्थिर अवस्था सिद्धान्त टिका रह गया और अब भी जीवित है।

भौतिकशास्त्रियों की आपत्ति दूसरे प्रकार की थी। पदार्थ के सतत सर्जन की संकल्पना, उनके अनुसार कुछ आधारभूत संरक्षण नियमों—जैसे पदार्थ और ऊर्जा के संरक्षण का नियम—की अवज्ञा करती थी। इस आपत्ति का उत्तर यह था कि पदार्थ की सर्जना एक ऋणात्मक ऊर्जा विकिरण भण्डार (रिजर्वायर ऑव निगेटिव एनर्जी रेडियेशन) जिसे सी-फील्ड कहा गया, से हो रही थी। फिर भी सी-क्षेत्र पर कार्य करते हुए हायल और मुझको यह प्रतीत हुआ कि यद्यपि स्थिर ब्रह्माण्ड में पदार्थ और ऊर्जा के संरक्षण का नियम अभी भी सत्य था परन्तु बेरयान-संख्या के संरक्षण का नियम भंग हो रहा था।

आखिर यह बेरयान-संख्या क्या है ? पदार्थ के सभी परमाणु भारी कणों-प्रोटॉन और न्यूट्रॉन से मिल कर बने नाभिक के चारों ओर इलेक्ट्रॉन कक्षों से आवृत्त होते हैं इलेक्ट्रॉन इन भारी कणों जिन्हें बेरयान कहते हैं से अपेक्षाकृत बहुत हल्के होते हैं। बेरयान अनेक प्रकार के होते हैं परन्तु प्रोटॉन और न्यूट्रॉन सबसे सामान्य कोटियाँ हैं। कण-अंतक्रियाओं (पार्टिकिल इंटरऐक्शन) द्वारा यह बेरयान एक प्रकार से दूसरे प्रकार में परिवर्तित हो जाते हैं परन्तु बेरयान संख्या के संरक्षण नियम के अनुसार न तो उन्हें नष्ट किया जा सकता है और न ही नवीन बेरयान निर्मित किया जाना सम्भव है। संक्षेप में ब्रह्माण्ड में बेरयानों की संख्या निश्चित होनी चाहिये।

बीस वर्षों पूर्व भौतिकविज्ञानी इस नियम की सत्यता में इतनी अधिक आस्था रखते थे कि कोई सिद्धान्त जो इस नियम के विरुद्ध होता था, सहज ही अस्वीकार कर दिया जाता था। और इसीलिये स्थिर अवस्था सिद्धान्त संदिग्ध माना जा रहा था। शायद यह सिद्धान्त उपयुक्त समय से दो दशकों पूर्व प्रस्तुत किया गया था। इस पर मैं पुनः टिप्पणी करूँगा।

स्थिर अवस्था सिद्धान्त के विरोधी भी यह मानते हैं कि इस सिद्धान्त ने ब्रह्माण्ड विज्ञान पर दो लाभकारी प्रभाव डाले हैं। प्रथमतः तो महाविस्फोट का प्रतिद्वन्दी सिद्धान्त उपस्थित कर तथा निश्चित निरीक्षणात्मक भविष्यवाणियों के द्वारा इसने अनेक निरीक्षकों को कठिन ब्रह्माण्डीय निरीक्षण के लिये प्रेरित किया है। इससे 1960 के दशक में मंदाकिनी-खगोल विद्या और ब्रह्माण्डीय खगोल में पर्याप्त परिपक्वता प्राप्त कर ली थी और अब यह केवल अटकलबाजी नहीं रह गये थे।

इसका दूसरा योगदान तारों के भीतर परमाणु-नाभिकों के प्रारम्भ सम्बन्धी अध्ययनों में है। चूंकि स्थिर अवस्था सिद्धान्त में अतीत में अति तप्तकाल की स्थिति नहीं है, गैमो द्वारा प्रस्तुत प्रक्रिया प्रोटॉनो और न्यूट्रॉनों से तत्वों के परमाणु निर्मित नहीं कर सकेगी। अतः ब्रह्माण्ड में ऐसे दूसरे स्थान होने चाहिये जहाँ यह प्रक्रिया चलनी चाहिये। परन्तु वह स्थान कहाँ हैं ? ज्याफ़े और मारगरेट बरब्रिज, विलियम फाउलर और फ्रेड हायल ने 1957 में यह प्रदर्शित किया कि तारों का आन्तरिक भाग नाभिकों के संगलन के लिये आदर्श स्थान हैं। न

केवल हलके वरन भारी नाभिक भी तारों में निर्मित हो सकते हैं और अंतरिक्षीय विस्फोटों द्वारा बाहर वितरित हो सकते हैं। 1965 में स्थिर अवस्था सिद्धान्त को एक ऐसाअनपेक्षित आघात लगा जिससे वह अभी भी मुक्त नहीं हो पाया है। बेल टेलीफोन लेबोरेटरीज (होल्मडेल, न्यू जर्सी, यू० एस० ए०) के दो भौतिकशास्त्री हमारी आकाशगंगा के किसी भाग से आने वाले लघु तरंगी-विकिरण के मापन के लिये अपने उपकरणों का परीक्षण कर रहे थे। यह उपकरण एक बड़ी तुरही के आकार का ऐन्टेन्ना था जो 7.3 सेमी के तरंग दैर्ध्य पर समस्वरित था।

जब दोनों भौतिक विज्ञानियों—आरनो पेंज़ियाज तथा राबर्ट विल्सन—ने अपने निरीक्षणों का विश्लेषण किया तो उन्हें एक आश्चर्यजनक परिणाम प्राप्त हुआ—विकिरण के सभी स्रोतों का लेखा-जोखा करने के पश्चात् उन्हें ज्ञात हुआ कि उनका ऐंटेन्ना सभी दिशाओं से एक-सा तीव्र विकिरण प्राप्त कर रहा है। इस विकिरण का सम्बन्ध किसी विशिष्ट स्रोत से स्थापित नहीं किया जा सका—जैसे ब्रह्माण्डीय स्तर पर कोई 'शोर' उत्पन्न हो रहा हो। तब इसका क्या कारण हो सकता था?

हमें याद है कि 1950 के दशक के प्रारम्भिक वर्षों में गैमो और उनके सहकर्मियों ने अति तप्त महा विस्फोट के अवशेष के रूप में लघु तरंग दैर्ध्य वाले विकिरण की भविष्यवाणी की थी। क्या यह विकिरण-शोर जो पेंजियाज और विल्सन द्वारा खोजा गया था वही अवशेष विकिरण था?

आज के तीव्रगामी सूचना प्रसारण के युग में यह बड़ा आश्चर्यपूर्ण लगता है कि पेंजियाज और विल्सन गैमों की भविष्यवाणी से अपरिचित रहे हों। परन्तु उन्होंने तत्काल दोनों घटनाओं का सम्बन्ध नहीं जोड़ा। यद्यपि उनकी यह खोज 1964 में हुई थी परन्तु इसे यांत्रिक त्रुटि मान कर उन्होंने इसे प्रकाशित भी नहीं किया। जब यह सूचना प्रिंस्टन विश्वविद्यालय पहुँची तो वहाँ राबर्ट डिक और जिम पेबिल्स ने तत्काल महा-विस्फोट के अवशेष विकिरण के रूप में इसका महत्व पहचान लिया। वास्तव में गैमों के प्रयोगों के पन्द्रह वर्ष बाद यह दोनों भी उसी समस्या पर कार्य कर रहे थे और अवशेष विकिरण के मापन के लिये एक एंटेन्ना बनाना चाहते थे। इस प्रकार 1965 में पेंजियाज-विल्सन शोध पत्र ऐस्ट्रोफिजिकल जर्नल में एक विनम्र शीर्षक के अन्तर्गत प्रकाशित हुआ—'4080 मेगासाइकिल प्रति सेकेण्ड पर ऐंटेन्ना के अतिरिक्त तापक्रम का मापन'। परन्तु ब्रह्माण्ड विज्ञानियों को इसमें महाविस्फोट का बहुप्रतीक्षित साक्ष्य प्राप्त हुआ। यह खोज 1978 में नोबुल-पुरस्कार-योग्य समझी गयी। निश्चित रूप से यदि अवशेष-व्याख्या सत्य हो तोयह खोज ब्रह्माण्ड विज्ञान के लिये इबिल की खोज की भाँति ही महत्वपूर्ण है। यदि 1930 में ब्रह्माण्ड-विज्ञान की सामाजिक प्रतिष्ठा रही होती तो इबिल को अवश्य ही नोबुल पुरस्कार प्राप्त हुआ होता।

अवशेष व्याख्या इस विकिरण के वर्णक्रम से श्याम-पिण्ड (ब्लैक बाडी) नियम के पालन की अपेक्षा रखती है। आदर्श रूप में एक श्याम-पिण्ड एक ऐसा बन्द स्थान है जिसमें से प्रकाश का विकिरण नहीं हो सकता। ऐसे बन्द स्थान (इन्क्लोजर) में प्रकाश फोटोन दीवारों और एक-दूसरे से टकराते हैं और बिखर कर इस प्रकार वितरित हो जाते हैं कि विभिन्न ऊर्जा वालों फोटानो का वितरण स्थिर मान प्राप्त कर लेता है। इन फोटानों के वितरण में एक विशेष आवृत्ति वाले फोटानों की संख्या महत्तम होती है। यदि किसी भट्ठी की दीवालों से होने वाले ऊष्मा-विकिरण पर ध्यान न दिया जाये तो भट्ठी का भीतरी भाग एक श्याम-पिण्ड से लगभग समानता रखता है। जब हम कहते हैं कि भट्ठी का तापक्रम 250° से० है तो हमारा मंतव्य यह होता है कि भट्ठी के भीतरी भाग के फौटान-वितरण में एक विशेष आवृत्ति (जिसका सम्बन्ध इस तापक्रम से होता है) के फोटोनों की महत्तम संख्या है। यह आवृत्तिमान तापक्रम (परम मापनीय) के बढ़ने के साथ बढ़ता जाता है। इस प्रकार 250° से० का परम मान 523° के० (250+273) है और इसके संगत उच्चतम आवृत्ति 30,000 गीगासाइकिल प्रति से० है। पेंजियाज और विल्सन के अनुसार पृष्ठभूमि तापक्रम 3° के० और संगत लघुतरंग आवृत्ति लगभग 180 गीगासाइकिल प्रति से० है।□