खगोल भौतिकी – एक नजरिया

सन् १९८३ यह वर्ष खगोल भौतिकी के इतिहास मे एक महत्वपूर्ण वर्ष माना जायेगा। क्यों कि इस वर्ष का भौतिकी का नोबेल पुरस्कार दो खगोल-भौतिकी के वैज्ञानिकों ने हासिल किया। इन के नाम हैं सुब्रह्मण्यम् चंद्रशेखर और विलियम फाउलर। इसके पहले कि हम इन प्रसिद्ध वैज्ञानिकों की जानकारी प्राप्त करें और उनके महत्तम शोधों से अपना परिचय करा लें आइये यह मालूम करें कि खगोलभौतिकी है क्या चीज।

अनादिकाल से मानव आकाशस्थ वस्तुओं को नीहारता आया है। दिन में नजर चकाचौंध करने वाला सूर्य और रात में नीरभ्र आकाश को अपनी मुलायम चाँदनी से सुशोभित करने वाला चंद्रमा... और उसके साथ साथ टिमटिमाते असंख्य सुनहले तारे ... कभी कभी लंबी पूँछ लेकर आनेवाले धूमकेतू – इन्होंने जिस प्रकार मनुष्य की काव्यशक्ती को प्रेरित किया उसी प्रकार उसकी जिज्ञासा को भी जागृत किया।

उपनिषत्कालीन विचारकों ने पूछा 'किमिदं यक्षमिति?' यह अजीब वस्तु क्या है? यही प्रश्न आधुनिक वैज्ञानिक भी पूछते हैं। सूर्य तेज का रहस्य क्या है? तारों के कितने विभिन्न प्रकार हैं? कालानुसार तारे के अंतरंग एवं बहिरंग में परिवर्तन क्यों होते रहते हैं? ऐसे प्रश्नों के उत्तर विज्ञान के द्वारा देने के प्रयत्नों से विज्ञान की जो नई शाखा उत्पन्न हुई उसे खगोल भौतिकी कहते हैं।

इस खगोल भौतिकी का उद्देश है भौतिकी के नियमों के द्वारा खगोलस्थ वस्तुओं के गुणों की जानकारी प्राप्त करना। भौतिकी के नियम वैज्ञानिकों ने अपनी प्रयोगशालाओं में किये गये प्रयोगों द्वारा एवं तर्क तथा सिद्धांतों का उपयोग करके बनाये हैं। न्यूटन के गति के नियम, न्यूटन एवं आइन्स्टाइन के गुरुत्वाकर्षण के नियम कूलंब, ॲम्पियर, फॅरडे, मॅक्सवेल आदि द्वारा आविष्कृत विद्युत्चुंबकीय नियम, क्वांटम सिद्धांत एवं परमाणु की न्यूक्लीय प्रक्रियाएँ ... ऐसे अनेक नियम खगोलस्थ वस्तुओं की रचनाओं का अध्ययन करने के लिये कामयाब सिद्ध हुए हैं।

इसलिये खगोल भौतिकी को भौतिकी का अंग माना जाना स्वाभाविक ही है। केवल एक बात ऐसी है जिसका जिक्र करना आवश्यक है। जहाँ सर्वसाधारण वैज्ञानिक अपने सिद्धांतों की जाँच पड़ताल अपनी प्रयोगशालाओं में कर पाते हैं वहाँ खगोल वैज्ञानिक अपने सिद्धांतों का प्रयोगों द्वारा परीक्षण नहीं कर सकते। उन्हे केवल वेधशालाओं के निरीक्षणों पर निर्भर रहना पड़ता है। कभी कभी ये निरीक्षण विवादास्पद होते हैं और इसलिये उनपर आधारित सिद्धांत भी वादग्रस्त बन जाते हैं।

शायद इसीलिये अनेक वर्षों तक भौतिकीविदों की यह धारणा थी कि खगोल भौतिकी के निष्कर्ष सुदृढ़ नींव पर आधारित नहीं हैं — उनमें अधिकांश अटकलबाजी हुआ करती है। और इसी कारण इस विषय के महत्वपूर्ण निष्कर्ष भी नोबेल पुरस्कार के सम्मान से वंचित रहे।

इस पार्श्वभूमि पर गतवर्ष के नोबेल पुरस्कारों ने एक नयी परंपरा चालू कर दी है। चंद्रशेखर और फाउलर दोनों ने तारों की अंतर्गत रचना की अनेक पहेलियों पर प्रकाश डाला है। दोनों के अन्वेषणात्मक कार्य भौतिकी की सुदृढ़ नींव पर खड़े हैं इस मान्यता के प्रतीक ही ये नोबेल पुरस्कार हैं।

तारों की अंतर्गत रचना और उसमें कालानुसार होनेवाले परिवर्तन ये खगोल भौतिकी द्वारा हल किये गये महत्वपूर्ण प्रश्न हैं। यद्यपि सूर्य जैसा तारा पृथ्वी के इतना निकट (याने करीब १५ करोड़ किलोमीटर पर) स्थित है तो भी उसके तेज की पहेली बीसवीं सदी में ही सुलझ सकी। इस विषय की नींव डाली केंब्रिज के प्रसिद्ध खगोल वैज्ञानिक सर आर्थर स्टॅन्ले एडिंगटन ने। तारे के आंतरिक संतुलन, उसमें अंदर से बाहर जाने वाली प्रकाश ऊर्जा का प्रक्षेपण, इत्यादि का गणित के समीकरणों द्वारा वर्णन सर्व प्रथम एडिंगटन ने ही किया। इस गणित का उपयोग तारे के अंदर की गॅस के गुणों की भौतिकी के नियमों द्वारा चर्चा करने के लिये ही किया गया था।

लेकिन आज से लगभग ६० वर्ष पहले जब ये समीकरण एडिंगटन ने लिखे तब उसका एक समीकरण अधूरा रह गया। तारे के केंद्र भाग का तापक्रम दस से चालीस करोड़ होगा ऐसा एडिंगटन का निष्कर्ष था। क्या उतने अधिक तापक्रम पर तारे के गर्भ में न्यूक्लीय प्रतिक्रियाएँ चल सकती हैं? तत्कालीन न्यूक्लीय भौतिकी अत्यंत प्राथमिक अवस्था में थी। अतः इस

प्रश्न का उत्तर उपलब्ध नहीं था। एडिंग्टन ने केवल अंकों के आधार पर ऐसा दावा किया कि हाइड्रोजन के न्यूक्लियस जोड़कर हीलियम का न्यूक्लियस बन सकता है और इस प्रतिक्रिया में आइन्स्टाइन के सापेक्षतावाद सिद्धांत के अनुसार मात्रा के बदले ऊर्जा मिल सकती है। इस अभिनव कल्पना को न्यूक्लीय भौतिकी के तत्कालीन दिग्गजोंने असंभव समझ के ठुकरा दिया।

लेकिन एडिंग्टन अपने स्थानपर डटे रहे और उन्होंने यह विश्वास व्यक्त किया कि न्यूक्लीय भौतिकी के नियम आगे चलकर उनका समर्थन करेंगे। हुआ ऐसा ही। १९४० के आसपास एडिंग्टनकी उपरोक्त कल्पना को न्यूक्लीय भौतिकी का आधार मिला और हान्स बेथा नामक न्यूक्लीय वैज्ञानिक ने एडिंगटन का अधूरा समीकरण पूरा करके सूर्य रचना की पहेली सुलझाई।

जैसे जैसे इलेक्ट्रानिक गणक यंत्रों का उपयोग होने लगा वैसे वैसे तारों की रचना के समीकरण अधिकाधिक क्षमता से सुलझाये जाने लगे। साथ ही साथ इस बात का भी अध्ययन होने लगा कि जब सूर्य जैसे तारे के अंतर्भाग का हाइड्रोजन रूपी न्यूक्लीय इंधन समाप्त हो जाता है तब आगे चल कर क्या होगा? क्या तारे की न्यूक्लीय भट्टी बुझ जायेगी?

इस प्रश्न का हल निकाला केंब्रिज के फ्रेड हॉयल नामक वैज्ञानिक ने। हॉयल का कहना था कि न्यूक्लीय भट्टी अधिक तापक्रम पर चालू रहेगी तथा उसमें हीलियम के तीन न्यूक्लियस जोडकर कार्बन का एक न्यूक्लियस बनेगा और ऊर्जा बाहर निकलेगी। हॉयल

थे गणितज्ञ एवं खगोलवैज्ञानिक। जब उन्होंने यह कल्पना अपने परिचित वैज्ञानिक फाउलर को बताई तो फाउलर ने प्रथम उसपर अविश्वास दिखलाया लेकिन बादमें अपनी प्रयोगशाला मे उन्हें इस बात का सबूत मिला। तबसे वे खगोलभौतिकी इस विषय की ओर आकर्षित हुए।

हॉयेल, फाउलर तथा बार्बिज दम्पति जेफरी और मार्गरेट ने तारों के अंतर्गत विभिन्न तापक्रमों पर कामकरने वाली न्यूक्लीय भट्टियों का सविस्तर विवेचन किया और यह साबित किया कि ब्रह्माण्ड में पाये जानेवाले अधिकांश मूलतत्व इन तारों के अंदर ही पके। आप जिस रेडियोपर यह वार्ता सुन रहे होंगे वह ऐसे ही पदार्थों से बना है जो किसी समय किसी तारे के गर्भ से बाहर आये।

जबकि फाउलर का नोबेल पुरस्कार उसके इस खोजकार्य के लिये मिला, चंद्रशेखर द्वारा सुलझाई गई पहेली तारों के जीवन के अंतिम कालसे संबद्ध है। १९३० में एडिंगटन तथा अन्य खगोलज्ञों का अंदाज था कि किसी भी तारे के जीवन में ऐसा भी क्षण आयेगा जब उसका न्यूक्लीय इंधन पूर्णतया समाप्त हो चुकेगा। ऐसी दशामें तारे का संतुलन बिगड़ जायेगा। तारे की गैस के दबाव इंधन के अभाव में गिर जायेंगे और तारे के गुरुत्वाकर्षण का मुकाबला नहीं कर पायेंगे। फलतः तारा सिकुडने लगेगा। क्वांटम थियरी के कुछ नियमों के अनुसार अति घनत्व वाले पदार्थ में एक नये प्रकार का दबाव पैदा होता है। एडिंगटन का तर्क था कि इस प्रकार का दबाव तारे के संतुलनको अति घन अवस्था में बनाये रखेगा। आकाश में श्वेतबटु नाम से जाने गये तारे उनके जीवनकी अंतिमावस्था के द्योतक हैं।

जब १९३० में बीस वर्ष के नवयुवक चंद्रशेखर केंब्रिज में उच्च शिक्षा के लिये गये तब उन्होंने इस प्रश्न का गहरा अध्ययन किया। क्वांटम सिद्धांत एवं सापेक्षतावाद के सिद्धांत दोनों का समन्वय कर के उन्होंने एक महत्वपूर्ण निष्कर्ष निकाला। उनका कहना था कि यदि तारे की मात्रा सूर्य की मात्रा से ४४ प्रतिशत से अधिक न हो तो श्वेत बटु के रूप में उसका संतुलन बना रहेगा। यदि उसकी मात्रा इस सीमा से अधिक हो तो तारे का सिकुड़ना जारी रहेगा। यह सीमा 'चंद्रशेखर की सीमा' के नाम से प्रसिद्ध है।

एडिंगटन को यह निष्कर्ष नहीं जँचा और उसने इसकी हँसी उड़ाई। यदि सृष्टि में ऐसे तारे मौजूद हों जिनकी मात्रा चंद्रशेखर की सीमा से अधिक है तो क्या वे सिकुड़ते सिकुड़ते बिंदुवत् हो जायेंगे? ऐसे तारों का प्रकाश भी गुरुत्वाकर्षण द्वारा पीछे खींचा जायेगा और ये तारे हमें दिखाई भी नहीं देंगे। ऐसे विचित्र तारे सृष्टि में हो ही नहीं सकते — अतः चंद्रशेखर का सिद्धांत गलत है। यद्यपि एडिंगटन जैसे अग्रणी ने उनकी इस प्रकार हँसी उड़ाई तो भी चंद्रशेखर को अपने गणित पर विश्वास था।

और वह विश्वास सही निकला। 'चंद्रशेखर की सीमा' को धीरे धीरे मान्यता प्राप्त हुई। और नोबेल पुरस्कार में उनके इस कार्य का गौरव हुआ।

एक आखिरी बात — जिन अदृश्य तारों का अस्तित्व एडिंगटन ने असंभव ठहराया वे भी आज कृष्णविवर (ब्लॅक होल) के नाम से प्रतिष्ठित हैं। हाल ही में चंद्रशेखर ने उनपर एक बड़ा ग्रंथ भी लिखा है। मानवी जिज्ञासा से उत्पन्न खगोल भौतिकी का विषय मानवी कल्पना शक्ती से परे ब्रह्माण्ड की जानकारी आज हमें दे रहा है।

1040