

हे अफाट अंतराळ कसे असेल ?
 सूर्याचे तेज किती ?
 ताऱ्यांचे आयुष्य किती ?
 ताऱ्यांचे शेवटी काय होते ?
 महास्फोट म्हणजे काय ?
 विश्व प्रसरण पावत आहे
 की आकुंचन ?
 अंतरात्र संस्कृती असेल काय ?
 आपली संस्कृती तरी
 कितीशी पुढारलेली आहे ?
 --अशा कुतूहलाच्या प्रश्नांची
 नव्या संशोधनावर
 आधारलेली उत्तरे या
 लेखात वाचा.

अंतराळ आहे तरी कसे ?

डॉ. जयंत नारळीकर

गेल्या वर्षी 'आर्यभट' हा उपग्रह आकाशात सोडून भारताने 'अंतराळ युगा'त प्रवेश केला. ह्या युगाची खरी सुरुवात १९५७ मध्ये पहिले स्पुटनिक पृथ्वीभोवती पाठवून रशियाने केली. १९५०-६० च्या दरम्यान रॉकेट-टेक्नॉलॉजीमध्ये रशिया आणि अमेरिका ह्या दोन्ही देशांत अग्रेसर संशोधन चालू होते. परंतु रशियाने पहिला कृत्रिम उपग्रह अंतराळात पाठवून जगाला आणि विशेषतः अमेरिकेला आश्चर्याचा धक्काच दिला. रशियाच्या कामगिरीमुळे अमेरिकेची अस्मिता जागी झाली आणि 'नासा' ह्या संस्थेकडे अंतराळ संशोधन सोपविण्यात आले. दोन्ही देशांत अेकप्रकारची स्पर्धा निर्माण झाली. १९६१ मध्ये रशियाने पुन्हा आघाडी मिळवली. यूरी गागारिन हा अंतराळ यात्रा करणारा पहिला मानव आणि पहिला रशियन ठरला. 'हे दशक पुरे होण्यापूर्वी पहिला अमेरिकन चंद्रावर पाठवू' हे अध्यक्ष केनेडींचे भाकित जुलै १९६९ मध्ये 'नासा'ने खरे करून दाखवले. नील आर्मस्ट्रॉंग आणि अेडविन आलड्रिन यांनी त्या दिवशी चंद्रावर पाय ठेवला !

हे झाले अंतराळ युगातले आजवरचे काही महत्त्वाचे टप्पे. १९५७ पासून वीस वर्षेसुद्धा पुरी होण्याच्या आत मानवाने तंत्रज्ञानात विलक्षण आघाडी मिळवली आहे. ह्या तंत्रज्ञानाचा उपयोग अर्थातच संबंधित देश युद्धशास्त्राच्या दृष्टिकोनातून करतात आणि त्या दृष्टीने अनेक कृत्रिम उपग्रह सोडण्यात येतात. त्यांनी मिळवलेली माहिती, आकाशातून केलेली 'हेरगिरी' यांचा त्या त्या देशांच्या 'आत्म-संरक्षणा'साठी उपयोग होतो ! त्याशिवाय अंतराळ तंत्रशास्त्राचा उपयोग दळणवळणासाठी होतो. संदेशांचे आदानप्रदान, टेलिव्हिजनचे

कार्यक्रम दूर देशात प्रक्षेपित करणे, वगैरे आधुनिक जीवनरहाटीस अत्यंत उपयोगी पडणारी कामे काही कृत्रिम उपग्रह बजावीत आहेत. गेल्या ऑगस्टपासून अशाच अेका उपग्रहाचा उपयोग करून 'साओट' चा उपग्रह भारतात सुरू झाला आहे. साओट म्हणजे कृत्रिम उपग्रहाचा प्रक्षेपणासाठी वापर करून टेलिव्हिजनच्या माध्यमाने भारतातल्या खेड्यापाड्यात ज्ञानाचा प्रसार करण्याचा उपग्रह.

परंतु ह्या तंत्रशास्त्राचा उपयोग मानवाने आपल्या विश्वा-संबंधीच्या जिज्ञासेची पूर्ती करण्यासाठीदेखील केलेला आहे. विश्वाचे वेध घेण्याचे काम अनेक उपग्रहांनी केलेले आहे आणि आजही करत आहेत. 'आर्य भट'मध्येसुद्धा काही शास्त्रीय प्रयोगांचा समावेश केलेला होता. पृथ्वीभोवती असलेल्या वातावरणाच्या आवरणामुळे जे वेध पृथ्वीतलावरून घेणे अशक्य आहे ते ह्या वातावरणाच्या वर जाऊन उपग्रहात ठेवलेल्या उपकरणातून घेण्याचा वैज्ञानिकांचा प्रयत्न चालू आहे.

पृथ्वीभोवती असलेल्या वातावरणापलीकडे पसरलेल्या अफाट अंतराळासंबंधी सामान्य माणसाची जिज्ञासा ह्या अंतराळयुगात प्रकर्षाने जागृत झाली तर त्यात नवल ते काय ? हे अंतराळ कोठवर पसरलेले आहे ? त्याच्यात कोणकोणत्या चित्रविचित्र वस्तूंचा समावेश आहे ? त्यांच्या व्यवहाराचे कितपत आकलन मानवाला झालेले आहे ? त्यांची कारणमीमांसा करताना मानवाने स्वतःच्या ज्ञानाची प्रौढी मिरवण्याजोगी परिस्थिती आहे की अुलट त्याला आपल्या अपुऱ्या ज्ञानांची जाणीव होत आहे ? सूर्य, तारे, आकाशगंगा अित्यादी 'निर्जीव'

वेध घेणारी उपकरणे

अंतराळ युग १९५७ मध्ये सुरू झाले असे म्हटले तरी अंतराळाचे वेध घेण्याचा मानवाचा प्रयत्न अनादिकालापासून चालू आहे. शेकडो वर्षांच्या अनुभवात आधुनिक तंत्रशास्त्राची भर घालून मानवाने पृथ्वी-तलावरून वेध घेणारी अनेक 'दूरदर्शी' यंत्रे निर्माण केली आहेत. 'अंतराळ कसे असेल' ह्या प्रश्नाचे उत्तर शोधताना ह्या यंत्रांनी बजावलेली कामगिरी फार महत्त्वाची आहे- किंबहुना, विश्वरूप-दर्शन घडवून आणण्यात कृत्रिम उपग्रहापेक्षाही ह्या पृथ्वीतलावरच्या उपकरणांचा कामाचा वाटा केव्हाही जास्तच म्हटला पाहिजे.

काही अपवाद सोडल्यास, पृथ्वीतलावरच्या किंवा उपग्रहां-वरच्या वेध यंत्रांचे मुख्य साधन अेकच आहे. ते म्हणजे प्रकाश. साधारण तीन लक्ष किलोमीटरचे अंतर अेका सेकंदात कापीत जाणारा हा प्रकाश अंतराळातून दूरवरची माहिती आणू शकतो. अेक शतकापूर्वी जेम्स क्लार्क मॅक्सवेल ह्या ब्रिटिश शास्त्रज्ञाच्या सिद्धान्ताप्रमाणे, प्रकाश म्हणजे विद्युत् आणि चुंबकिय क्षेत्रात होणाऱ्या स्पंदनाने निर्माण होणाऱ्या लहरी. ह्या लहरी विद्युत् भारांच्या वेगात होणाऱ्या परिवर्तनामुळे निर्माण होतात. अेखाद्या तळ्यात दगड टाकल्यास त्यामुळे जललहरी निर्माण होतात आणि त्या तो दगड टाकलेल्या बिंदूपासून दूरवर पसरत जातात. त्याचप्रमाणे स्थिर असलेला विद्युत्भार अेकदम हलवल्यास



आकृती क्र. १

किंवा ठराविक वेगाने सरळ रेषेत जाणाऱ्या विद्युत्भाराची दिशा बदलल्यास त्याच्या आसमंतात विद्युत् चुंबकीय लहरी निर्माण होऊन त्या दूरवर पसरत जातात.

जललहरींप्रमाणे ह्या लहरींमध्येसुद्धा अुच्च-नीचपणा असतो. जललहरीत, चित्रात दाखवल्याप्रमाणे १, २, ३... ह्या आकड्यांनी दाखवलेले बिंदू हे दगड टाकण्यापूर्वीच्या पाण्याच्या पृष्ठभागावर आहेत. लहरीमुळे हा पृष्ठभाग वरखाली होतो. अुदाहरणार्थ, 'अ' आणि 'क' हे पृष्ठभागाने गाठलेले परमोच्च बिंदू. 'ब' हा पृष्ठभागातला सर्वांत खालचा बिंदू. दोन शेजारशेजारच्या परमोच्च बिंदूंच्या (किंवा सर्वांत खालच्या बिंदूंच्या) मधले अंतर-चि. क्र. १ मध्ये 'ल' ह्याने दाखवलेले- ह्याला 'लहरीची लांबी' किंवा वेव्हलेंथ म्हणतात आणि सेकंदाला तो पृष्ठभाग किती वेळा वरखाली होतो याला त्या लहरीची फ्रीक्वेन्सी म्हणतात. विद्युत् चुंबकीय लहरींतसुद्धा हाच प्रकार असतो. फक्त तेथे पृष्ठभाग वरखाली न होता, विद्युत्-चुंबकीय क्षेत्रात कमी-अधिक वाढ होते आणि त्यावरून त्यांची लांबी मोजता येते.

वेगवेगळी रूपे

लांबीमध्ये बदल झाल्यास ह्या लहरींच्या गुणात बदल पडतो. साधारण ४००० ते ८००० अँगस्ट्रॉम (अेक कोटी अँगस्ट्रॉम म्हणजे

अेक मिलीमिटर!) च्या दरम्यान वेव्हलेंथ असलेल्या विद्युत् चुंबकीय लहरी प्रकाशाच्या रूपाने आपल्या डोळ्यांना दिसतात. त्यामध्ये अिद्रधनुष्याच्या सर्व रंगांचा समावेश आहे. स्थूलमानाने जांभळा (४०००), पिवळा (५०००), लाल (७०००) असे रंग वेगवेगळ्या वेव्हलेंथच्या प्रकाशाचे असतात. ८००० अँगस्ट्रॉमच्या पुढे 'अिन्फारेड' किरणांची सुरुवात होते. त्याहून लांब म्हणजे मिलिमिटर, सेंटीमिटरच्या दरम्यान वेव्हलेंथच्या लहरी मायक्रोवेव्ह आणि त्या पलीकडे असलेल्या रेडियो लहरी अशी ही वेगवेगळी रूपे आहेत. त्या अुलट जांभळा रंगाच्या प्रकाशाहून कमी वेव्हलेंथच्या प्रकाशाला अुल्ट्रा व्हायोलेट म्हणतात. त्याची मर्यादा १० अँगस्ट्रॉमच्या आसपास संपून तेथून 'क्ष किरणांची सुरुवात होते. त्याहूनही हजारपटीने कमी वेव्हलेंथ च्या लहरी 'गॅमारे' (गॅमा किरणे) म्हणून गणल्या जातात. ह्या लहरींच्या लांबीच्या मर्यादा अर्थातच ढोबळ स्वरूपात दिलेल्या आहेत. त्यावरून विद्युत् चुंबकीय लहरी किती वेगवेगळ्या स्वरूपात वावरतात, याची थोडी कल्पना येतील. त्या सर्वांची गती मात्र दृश्य प्रकाशा-अितकीच असते.

पृथ्वीभोवती असलेल्या वातावरणात गॅमारे, क्ष किरणे, बऱ्याच प्रमाणात अुल्ट्रा व्हायोलेट आणि अिन्फारेड आणि काही प्रमाणात मायक्रोवेव्ह ह्या स्वरूपातले लहरीचे प्रारण शोषून घ्यायची पात्रता आहे. त्यामुळे विश्वातील अनेक वस्तूतून येणाऱ्या ह्या प्रकाशलहरींच्या जीवनाला धोकादायक असणाऱ्या 'दोषांपासून पृथ्वीवरील जीव-सृष्टीचे रक्षण होते. पण ह्या फायद्याबरोबर थोडासा तोटादेखील मानवाला सहन करावा लागतो. तो म्हणजे अंतराळातल्या ह्या दूरस्थ वस्तूंमधून होणाऱ्या ह्या प्रकारच्या प्रारणाचे निरीक्षण त्याला पृथ्वी-वरून करता येत नाही. त्यासाठी त्याला वातावरणापलीकडे झेप टाकावी लागते. म्हणून अंतराळयुगाचा प्रारंभ झाल्यावरच ह्या तऱ्हेच्या वेधांची शक्यता निर्माण झाली.

पण दृश्य प्रकाश, रेडियो लहरी आणि थोड्या प्रमाणात मायक्रोवेव्ह आणि अिन्फारेड ह्यांच्याद्वारे विश्वाचे वेध घेणारी अनेक उपकरणे पृथ्वीतलावर काम करीत आहेत. अुदाहरणार्थ, २०० अिंच व्यासाची नळी असलेला कॅलिफोर्नियामधला हेल टेलिस्कोप, २५० फूट व्यासाचा जॉर्जेल बँक, अिग्लंडमधला रेडियो टेलिस्कोपच्या प्रारण ग्रहण करणाऱ्या पृष्ठभागाचा व्यास प्रारणाच्या वेव्ह-लेंथच्यापेक्षा जितका जास्त मोठा असेल तितके त्या टेलिस्कोपमधून येणारे प्रतिबिंब अुत्तम अुमटते. त्यामुळे रेडियो टेलिस्कोप हे दृश्य प्रकाशाच्या टेलिस्कोपपेक्षा अवाढव्य बांधावे लागतात. त्याअुलट क्ष आणि गॅमा किरणांचे 'टेलिस्कोप' छोटे असू शकतात आणि कृत्रिम उपग्रहातून किंवा मोठ्या फुग्यातून अंतराळात काम देतात.

विद्युत् चुंबकीय लहरीव्यतिरिक्त अेक अपवादात्मक वेधांचे साधन म्हणजे 'कॉस्मिक रे' किंवा 'विश्व किरण.' ह्यांत मूल कण आणि अणूंचे गर्भभाग असतात आणि त्यांचा मारा पृथ्वीवर सतत होत असतो. येथेदेखील पृथ्वी भोवतालचे वातावरण ह्या माऱ्यापासून आपले रक्षण करायचा प्रयत्न करते. वातावरणाशी तोंड देण्यापूर्वीच्या परिस्थितीतल्या विश्व किरणांना प्राथमिक (प्रायमरी) विश्व किरण म्हणतात. ह्यांचा अभ्यास करण्यासाठी शास्त्रज्ञांना वातावरणाच्या

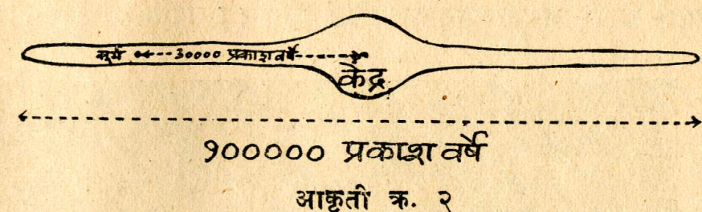
वरच्या पातळीपर्यंत आपली अपुकरणे पाठवावी लागतात आणि ह्या-करिता फुगे, अग्निबाण (रॉकेट्स), अपुग्रह ह्या साधनांचा अपुयोग करण्यात येतो. त्याअुलट वातावरणाशी संघर्ष झाल्यामुळे बदललेल्या स्वरूपात जे विश्वकिरण पृथ्वीतलापर्यंत पोचतात त्यांना दुय्यम ('सेकंडरी') विश्वकिरण म्हणतात. हे विश्वकिरण पकडण्याकरिता शास्त्रज्ञ शेकडो चौरस मीटर जागेवर अपुकरणे बसवतात. हे विश्व-किरण कुठून येतात? त्यापासून आपल्याला अंतराळासंबंधी काय माहिती मिळते, ह्याची ओघाने चर्चा येथीलच.

नवे साधन

अशा वेधांचे दुसरे एक संभाव्य साधन म्हणजे गुरुत्वाकर्ष-णाच्या लहरींचे प्रारण (रेडिअेशन). न्यूटनने गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांताद्वारे सैद्धांतिक भौतिकशास्त्राचा पाया घातला. त्यानंतर तीन शतके जाअूनसुद्धा- आणि त्यात आअिन्स्टाअिनसारख्या अलौ-किक शास्त्रज्ञांने महत्त्वाचे संशोधन होअूनही गुरुत्वाकर्षणाचा वस्तूंच्या मूल गुणांशी संबंध जोडता आलेला नाही. विद्युत् चुंबकीय लहरी असतात आणि त्या प्रकाशाच्या वेगाने जातात आणि त्यांचा 'विद्युत् भार' ह्या मूलगुणाशी संबंध असतो. त्याप्रमाणेच गुरुत्वाकर्षणाच्या लहरी असतात का? त्यांचा अुगम, त्यांचे प्रारण, त्यांचा वेग वगैरे-संबंधी सैद्धांतिक शास्त्रज्ञांनी काही महत्त्वाचे संशोधन केले आहे; परंतु त्यावरून ह्या लहरींसंबंधी प्रयोगाद्वारे पडताळा पाहणे अद्याप शक्य झालेले नाही. ह्या लहरींचे अस्तित्त्व ओळखण्याअितकी क्षमता असलेली- त्यांचे योग्य मोजमाप करू शकणारी यंत्रे अद्याप निर्माण झालेली नाहीत. पण पुढल्या अेकदोन दशकांत ही गोष्ट घडणे असंभवनीय नाही. तसे झाल्यास अंतराळातल्या वेधांचे एक नवे साधन मानवाला अपुलब्ध होअील.

अंतराळाचा अफाट विस्तार

वर नमूद केलेल्या साधनांच्या द्वारे व त्यात सैद्धांतिक भौतिक-शास्त्राची भर घालून मानवाने विश्वासबंधी जी माहिती मिळवली आहे त्यावरून पृथ्वीभोवती अंतराळाचा विस्तार किती व्यापक आहे याची थोडीशी जाणीव होते.



आपण आसपासच्या वस्तूंची लांबी-रुंदी मोजायला अिच, फूट, मीटर वगैरे अेकक वापरतो. पृथ्वीवरील अंतरे मैल किंवा किलोमीटर-मध्ये मोजण्यात येतात. खुद्द पृथ्वीचा परीघ, विषुववृत्ताजवळ सुमारे ४०,००० किलोमीटर आहे. मानवाने आजवर मारलेली भरारी-चंद्रापर्यंत- त्याला पृथ्वीपासून सुमारे चार लक्ष किलोमीटर लांब घेअून गेली. तो जर प्रकाशाच्या वेगाने जाता तर अवघ्या सव्वा ते दोड सेकंदात चंद्रावर जाअून पोचता! पण प्रत्यक्षात त्याला २-३ दिवस लागले.

पृथ्वीपासून सूर्य किती लांब आहे? हे अंतर किलोमीटरमध्ये सांगणे म्हणजे हत्तीचे वजन तोळ्यात सांगण्याप्रमाणे आहे. त्यापेक्षा आपण हे अंतर तोडायला प्रकाशाला किती वेळ लागेल असा प्रश्न विचारू. आणि ह्या प्रश्नाचे अुत्तर आहे- जवळजवळ आठ मिनिटे. सूर्यमालेतल्या अगदी लांबच्या ग्रहांचे सूर्यापासूनचे अंतर याच्या सुमारे ४० पट आहे.

ही अफाट पसरलेली सूर्यमाला आपल्या आकाशगंगेत अेका सूक्ष्म ठिपक्याप्रमाणे आहे. ही आकाशगंगा मध्ये किंचित फुगलेल्या पुरीप्रमाणे आहे (पाहा चित्र क्र. २). ह्या पुरीचा व्यास किती असेल? सुमारे अेक लक्ष प्रकाश वर्षे! म्हणजे प्रकाशाला आकाशगंगेच्या अेका टोकापासून दुस-या टोकापर्यंत जायला अेक लक्ष वर्षे लागतील. ह्या आकाशगंगेच्या केंद्र बिंदूपासून सूर्य ३० हजार प्रकाश वर्षे अितक्या अंतरावर आहे असा खगोल शास्त्रज्ञांचा हिशोब आहे.

प्रकाश वर्षे- म्हणजे प्रकाशाने अेका वर्षात तोडलेले अंतर. हे सुमारे दहा हजार अब्ज किलोमीटर अितके असूनसुद्धा- अंतराळाचे मोजमाप करायला ते पुरेसे पडत नाही. कारण, मी नुकतीच नमूद केलेली वेधयंत्रे अनेक अब्ज प्रकाशवर्षांपर्यंतच्या अंतरांचा वेध घेअू शकतात आणि त्यांच्या वेधमर्यादेपर्यंत तरी विश्वाची सीमा आढळलेली नाही. आपल्या आकाशगंगेप्रमाणे कोट्यावधी आकाशगंगा ह्या वेध-मर्यादित असाव्यात असाही हिशोब आहे! अर्थात् अंतराळाची मर्यादा आपल्या वेधमर्यादेपलीकडे असणार. हा पसारा 'अमर्यादित' आहे असे विधान करणेसुद्धा सद्यःस्थितीत चुकीचे ठरणार नाही.

कोट्यावधी सूर्याअितके वस्तुमान !

ह्या अफाट पसरलेल्या अंतराळात केवढे वस्तुमान भरले आहे ह्याचा अंदाज करतानासुद्धा ह्या मोठ्या आकड्यांशी सामना द्यावा लागतो. आपल्या दैनंदिन व्यवहारातल्या किलोग्रॅममध्ये मोजल्यास पृथ्वीचे वस्तुमान सुमारे ६,०००,०००,०००,०००,०००,०००,०००,०००,०००,०००, (६ वर २४ पूज्ये) अितके किलो भरते! आणि सूर्याचे वस्तुमान पृथ्वीपेक्षा तीन लाखपटीने अधिक आहे. त्याहून मोठ्या वस्तूंचे वस्तुमान मोजायला सूर्याचे वस्तुमान हे अेक यूनित (अेकक) म्हणून खगोलशास्त्रज्ञ वापरतात. त्या यूनितमध्ये मोजल्यास आपल्या आकाशगंगेचे वस्तुमान अेक खर्व (-शंभर अब्ज) अितके भरेल. कारण आपल्या आकाशगंगेत सूर्याप्रमाणे शंभर अब्ज तारे असतील असा खगोलशास्त्रज्ञांचा तर्क आहे. आणि त्याच विचारसरणीप्रमाणे आपल्या वेधमर्यादित समाविष्ट असलेल्या अंतराळात कोट्यावधी खर्व सूर्याअितके वस्तुमान भरलेले आहे!

आणि कालमर्यादा? ती पण तितकीच अवाढव्य आहे. मान-वाच्या आयुष्याची मोजमापे करणारे वर्ष हे यूनित अंतराळातल्या अनेक घटनांची कालक्रमणा मोजायला फारच लहान पडते. पृथ्वीचे वय ४५० कोटी वर्षे अितके आहे. सूर्याचे वय तर त्याहून जास्त असावे. १५०० कोटी वर्षे वयाचे तारेसुद्धा अंतराळात आहेत असे खगोल-शास्त्रातले गणित सांगते. पृथ्वीला सूर्याची अेक प्रदक्षिणा करायला अेक वर्ष लागते. सूर्याला आकाशगंगेतल्या केंद्राभोवती प्रदक्षिणा घालायला दहा ते बीस कोटी वर्षे लागतात!

अशा प्रचंड अंतराळासंबंधी आपल्या अतिशय संकुचित आयुष्यात मानवाने कुठलेही विधान करणे हे किती धाडसाचे काम आहे, याची वरील आकड्यांवरून थोडीशी कल्पना येअील. फार काय, मानवाची आयुर्मर्यादा भरमसाठ वाढवल्याशिवाय अंतराळात दूरवरचा प्रवास करून येणे हीसुद्धा वास्तवतेच्या सदरात बसणारी गोष्ट नव्हे. पुढील अेकदोन शतकात सूर्यमालेचे सीमोल्लंघन आणि फार तर जवळ-पासच्या ताऱ्यांच्या आसपास चक्कर ह्या गोष्टी मानवीतंत्रशास्त्राने साध्य करून दिल्या तरी त्याने प्रत्यक्ष अंतराळाचे ज्ञान फारसे वाढणार नाही. त्याकरिता आपल्याला प्रकाशगतीने घेतल्या जाणाऱ्या वेधावरच अवलंबून राहिले पाहिजे.

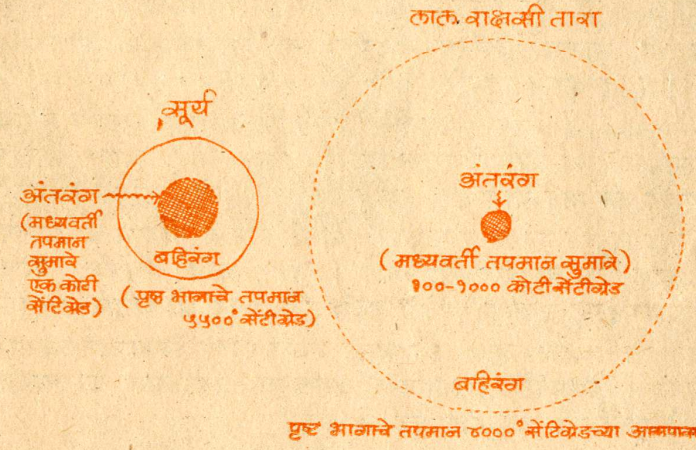
ह्या मानवी मर्यादेचे अुत्कृष्ट अुदाहरण सर आर्थर अेडिंगटन ह्या प्रख्यात खगोलशास्त्रज्ञांनी अनेक दशकांपूर्वीच दिले होते. समजा, समुद्रावर अक बोट आहे. त्या बोटीच्या तळमजल्यात सामानाचा साठा

आहे. त्यात तळाशी अेक बटाट्याचे पोते आहे. त्यातल्या अेका बटाट्यात अेक लहान कीटक आहे. केवळ त्या बोट्याचा हालचालीने त्या कीटकाला बाहेरच्या समुद्राचे कितपत आकलन होईल ?

ह्या मर्यादेची सर्वात जास्त जाणीव खगोलशास्त्रज्ञांना आहे. तरीसुद्धा मानवी स्वभावातली कुतूहलप्रवृत्ती त्यांना स्वस्थ बसू देत नाही. ते आपल्या विविध वेधयंत्रांतून अंतराळाचे वेध घेणार आणि त्यांचे (वेडेवाकडे का होईना ?) अर्थ लावत बसणार. ह्या प्रवृत्तीतून आपल्याला 'अंतराळ कसे असेल ?' ह्या प्रश्नाकडे पाहायचे आहे आणि खगोलशास्त्रज्ञाने सोडवलेल्या आणि न सोडवलेल्या अंतराळातल्या काही कूटप्रश्नांचा आढावा घ्यायचा आहे.

तान्यांची जीवन गाथा

रात्री निरभ्र आकाशात आपल्याला तान्यांचे दर्शन होते. संथपणे चकाकणारे आणि डोळ्यांना आल्हाद देणारे हे तारे सूर्यासारखेच तेजस्वी आहेत, यावर सामान्य माणसाचा विश्वास बसणार नाही. केवळ सूर्यपेक्षा अनेकपटींनी दूर असल्यामुळे ते त्यामानाने लहान आणि मंद तेजाचे वाटतात. परंतु खगोलशास्त्रीय वेधानी त्यांची अंतरे मोजता येतात आणि त्यांचे खरोखरचे तेज केवढे असेल याची



आकृती क्र. ३

अचूक गणना करता येते. खुद्द सूर्यातून ४०० अब्ज अब्ज मेगावॉट अितकी शक्ती सतत बाहेर पडत असते. त्याहून अधिक किंवा कमी शक्तीचे विसर्जन करणारे तारे आहेत. सूर्य दिसायला पिवळट दिसतो. प्रत्यक्ष दुर्बिणीतून तान्यांच्या प्रकाशाचे विश्लेषण करता, लाल ते निळ्या वेगवेगळ्या रंगाच्या प्रकाशापैकी अेका विशेष रंगाच्या प्रकाशाचे प्रामुख्याने विसर्जन करणारे तारे दिसून येतात. हा रंग तान्याच्या पृष्ठभागावरच्या तपमानाची कल्पना करून देतो. त्यामागे ह्या शतकाच्या सुरुवातीला मॅक्स प्लॅंक, अल्बर्ट आइन्स्टाइन, सत्येंद्रनाथ बोस, मेघनाद सहा वगैरे शास्त्रज्ञांनी मांडलेले भौतिक शास्त्रीय सिद्धान्त आहेत. त्यावरून सूर्याचे पृष्ठभागावरचे तपमान ५५००° सेंटिग्रेडच्या आसपास भरते. लाल तारे त्याहून थंड, तर निळे तारे जास्त गरम !

हे तारे चकाकतात त्याअर्थी त्यामध्ये अूर्जेचा साठा असणे आवश्यक आहे. हा साठा कोणत्या प्रकारचा आहे, हे कोडे गेल्या तीस वर्षांत शास्त्रज्ञांनी सोडवत आणले आहे. हा अूर्जेचा साठा अणुगर्भीय प्रक्रियेमुळे होतो. ज्या प्रक्रिया घडवून अूर्जा निर्माण करायच्या प्रयत्नात सध्याचे अणुशास्त्रज्ञ आहेत त्या प्रक्रिया सूर्यात आणि वेगवेगळ्या तान्यात सतत घडत असतात. अुदाहरणार्थ, सूर्याच्या अंतरंगात ह्या प्रक्रियेमुळे दर चार हायड्रोजनच्या अणूंचा संयोग घडून

हेलियम अणू निर्माण होतो आणि त्याचबरोबर अूर्जा निर्माण होते ह्याच सिद्धांतावर हायड्रोजन बॉम्ब तयार केला जातो.

तान्यांची निर्मिती कशी होते हा प्रश्न मात्र अजून पुरता सुटलेला नाही. आकाशगंगेत असलेल्या अनेक मेघांपैकी अेखाद्याचे आकुंचन होऊन शेवटी त्या गोळ्याचे विभाजन होऊन अनेक छोटे गोळे तयार होतात. हेच तुकडे म्हणजे नवजात तारे ! त्यांचे परत आकुंचन होऊन त्यांचे अंतरगत तपमान वाढत जाते आणि शेवटी अणुगर्भीय प्रक्रिया सुरुवात होते आणि तारा 'वयात' येतो. ह्या तारकासृष्टीच्या सिद्धान्तामागे मूळ भौतिकशास्त्रीय सिद्धान्त म्हणजे गुर्त्वाकर्षणाचा. गुर्त्वाकर्षणच मेघाचे आणि तान्यांचे आकुंचन घडवून आणते. असा ह्या तारका निर्मितीचा तर्क आहे.

मेघ हे हायड्रोजनप्रधान असल्याने नवजात तारे पण हायड्रोजनप्रधान असतात. परंतु वयोमानाप्रमाणे त्यांचे अंतरंग हेलियमप्रधान होऊ लागते आणि अणुगर्भीय प्रक्रिया तात्पुरत्या थंडावतात. त्यामुळे अंतरंगातले ह्या प्रक्रियेमुळे निर्माण होणारे दाब कमी होतात आणि गुर्त्वाकर्षणामुळे अंतरंगाचे आकुंचन होऊ लागते.

पण ह्या आकुंचनामुळे अंतरंग तापते आणि पुन्हा अणुगर्भीय प्रक्रिया चालू होतात. ह्या प्रक्रियांच्यामुळे क्रमाक्रमाने हेलियमपासून कार्बन नंतर ऑक्सिजन वगैरे मोठमोठे अणू तयार होऊ लागतात अंतरंगाचे हळूहळू संकुचन होते आणि तपमान वाढत जाते. ते शेवटी शंभर ते हजार कोटी सेंटिग्रेडपर्यंत पोचते ! त्याच वेळी बहिरंग मात वेगळाच प्रकार दाखवते. आंतरिक दाबामुळे ते फुगत जाते आणि तारा मोठा मोठा होतो. तसेच फुगण्यामुळे तो बाहेरून थंडावतो.

हा फुगलेला तारा थंडावल्यामुळे बाहेरून लाल दिसतो. त्याला 'लाल राक्षस' (रेड जायंट) म्हणतात. सूर्य पुढे राक्षसी तारा झाल्यास बुध, शुक्र आणि पृथ्वीसुद्धा गिळंकृत करील— अितका तो फुगेल. मात हे घडायला अवकाश आहे— शेकडो कोटी वर्षे !

राक्षसी तान्याचे पुढे काय होते ?

राक्षसी तान्याचे पुढे काय होते, हा प्रश्नही पुरता सुटलेला नाही. सर्व अणुगर्भीय प्रक्रिया लोखंडाचा अणू तयार झाल्यावर थंडावतात— कारण अणुशास्त्राप्रमाणे लोखंडाचा अणू सर्वात टणक असतो



आकृती क्र. ४

कॅब नेब्युला (चित्र हेल ऑक्सवॅटरीजच्या सौजन्याने)

त बदल घडवून आणणे अवघड असते. सर्व प्रक्रिया थंडावल्यावर रा परत आकुंचन पावत अेका स्थिर स्थितीला येऊ शकतो. त्याला 'श्वेत बुटका' (white dwarf) म्हणतात— मात्र ही स्थिरता येण्या- ठी त्याचे वस्तुमान सूर्याच्या वस्तुमानाच्या १.४४ पटीपेक्षा जास्त असून चालणार नाही. नाहीतर त्याच्या आंतरिक दाबांना त्याचे तःचेच गुरुत्वाकर्षण पेलत नाही. हा महत्त्वाचा नियम सध्या अमेरिकेत मायिक झालेले भारतीय शास्त्रज्ञ चंद्रशेखर यांनी १९३५ मध्ये दाखवून दिलेला. ह्या वस्तुमानाला (१.४४ x सूर्याचे वस्तुमान) 'चंद्र-शेखरची मर्यादा' म्हणतात.

ह्या मर्यादपलीकडच्या ताऱ्यांचे काय होते? लोखंडाचे अणू तयार होीपर्यंत आतली परिस्थिती— आतले तपमान— अितके— ठळकठळक होते की ताऱ्याचा स्फोट होतो आणि त्याचे बहिरंग गळीकडे भिरकावले जाते. आत तयार झालेले वेगवेगळे अणू आसमंतात मिसळतात. आपल्या पृथ्वीवर मिळणारे लोखंड मुळात तःशाच स्फोटातून फेकले गेले असावे.

ह्या स्फोट पावणाऱ्या ताऱ्यांना 'सुपर नोव्हा' म्हणतात. अत्यक्ष असा स्फोट जवळपास घडलेला पाहण्याचा योग क्वचितच येतो. सर्वांत दर्शनीय स्फोटाची अेक नोंद चिनी खगोल शास्त्रज्ञांनी केलेली आहे. ४ जुलै १०५४ साली हा स्फोट घडलेला त्यांना दिसला. त्या वेळी प्रथमप्रथम तो तारा अितका तेजस्वी होता की तो दिवसा दिसू शके! सध्या दुर्बिणीतल्या छायाचित्रावरच त्याचे प्रतिबिंब दिसते. ते पण पूर्वी घडलेल्या स्फोटाचे आता दिसणारे परिणाम ठळकपणे दाखवते (चित्र क्रमांक ४ पाहा) ह्याला आता 'क्रॅब नेब्युला' म्हणतात.

ताऱ्याची जीवनचर्या येथे संपुष्टात आली असे म्हणता येतील. त्याचा स्फोटात अंत तरी होतो किंवा त्याचे 'श्वेत' बुटक्यात रूपांतर तरी होते. निदान असा खगोलशास्त्रज्ञांचा ग्रह काही वर्षांपूर्वीपर्यंत होता. त्याला आता तडा गेलेला दिसतो.

न्यूट्रॉन तारे आणि पल्सार

श्वेत बुटके हे तारे अतिशय घनतेचे असतात. अेका लिटरमध्ये हजारों टन वस्तुमान कोंबले तर किती घनता येतील? त्यावरून ह्या बुटक्या ताऱ्यांच्या घनतेची कल्पना येतील. भौतिक शास्त्रातील नियमाप्रमाणे याहूनही लाखो पटींनी जास्त घनता शक्य आहे. जर अेखादा तारा (साधारण सूर्याअितक्या वस्तुमानाचा— पण त्याचा परीघ फक्त शंभर मैलांअितकाच—) अस्तित्वात असेल तर त्याच्या अंतरंगात ठसठसून भरलेली वस्तू न्यूट्रॉन ह्या मूलकणांच्या स्वरूपात असेल. अशा ताऱ्यांना 'न्यूट्रॉन' तारे म्हणतात. असे तारे खरोखर अस्तित्वात असतील काय? भौतिकशास्त्रज्ञ असा अेक विश्वास बाळगतात की, "जर भौतिक शास्त्राप्रमाणे अेखाद्या वस्तूचे अस्तित्व शक्य असेल तर ती वस्तू ह्या विश्वात कुठे ना कुठे अस्तित्वात असेलच." ह्या विश्वासाप्रमाणे न्यूट्रॉन तारेसुद्धा अस्तित्वात असायला पाहिजेत असा तर्क अनेक खगोलशास्त्रज्ञांनी केला होता.

१९६४ साली प्राध्यापक फ्रेड हॉयल, प्राध्यापक जॉन व्हीलर आणि मी अशा तिघांनी मिळून लंडनच्या 'नेचर' साप्ताहिकात अेक तर्क मांडला. त्यात आम्ही अशा न्यूट्रॉन ताऱ्यांच्या स्पंदनांतून आणि त्याच्या आसमंतात असलेल्या चुंबकीय क्षेत्रामधून विद्युत्-चुंबकीय लहरीची निर्मिती होऊ शकेल असे निदर्शनात आणले. अशा तःहेच्या लहरींचे वेध घेतल्यास न्यूट्रॉन ताऱ्याचे अस्तित्व दिसून येतील हा त्या भाकितामागे हेतू होता. त्यानंतर अितर काही शास्त्रज्ञांनीसुद्धा न्यूट्रॉन तारे कसे सापडतील याबद्दल तर्क मांडले.

१९६७-६८ च्या काळात अेका अनपेक्षित रीतीने ह्या ताऱ्यांच्या अस्तित्वाचे पुरावे सापडू लागले. कॅंब्रिजमधल्या रेडियो अॅस्ट्रॉनॉमी

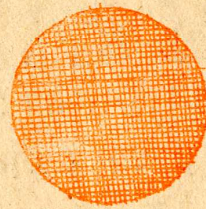
अॅब्जर्वेटरीमध्ये काम करणाऱ्या अेका पी. अेच्. डी. च्या विद्यार्थिनीला (जॉसलिन ब्रेल) रेडियो टेलिस्कोपमधून अतिशय सूक्ष्म पण साधारण १.३३७ सेकंदाच्या अंतराने येणारे वेगळेच सिग्नल मिळू लागले. हे सिग्नल पृथ्वीच्या आसपासच्या वातावरणातून किंवा सूर्यमालेच्या परिसरातून येत नव्हते याची प्रथम खात्री करून घेण्यात आली. अतिशय ठराविक वेळाने येणारे हे सिग्नल दूरवरची अेखादी जीवसंस्कृती प्रक्षेपित करत असेल का— हादेखील विचार अनेक शास्त्रज्ञांच्या मनात आला. पण तशी संस्कृती अेखाद्या ताऱ्यावर नसून (कारण तारे हे अतिशय अुष्ण असतात हे आपण नुकतेच पाहिले!) त्याभोवती फिरणाऱ्या अेखाद्या ग्रहावर असणार. पण तसे असल्यास त्या सिग्नलसच्या फ्रीक्वेंसीमध्ये कमीजास्त फरक आढळायला पाहिजे. कारण फिरणारा ग्रह आलटूनपालटून आपल्याकडे आणि आपल्यापासून लांब जात असतो. (ह्या विधानामागे 'डॉप्लर अिफेक्ट' चा सिद्धान्त आहे. त्यानुसार आपल्याकडे येणाऱ्या क्षेपकाकडून येणाऱ्या लहरींची फ्रीक्वेंसी वाढते आणि आपल्यापासून दूर जाणाऱ्या क्षेपकाकडून येणाऱ्या लहरींची फ्रीक्वेंसी कमी होते.) अशा प्रकारचा फ्रीक्वेंसीमधला बदल आढळून न आल्याने ह्या लहरींचे प्रक्षेपण अेखाद्या ताऱ्यातूनच होत असावे असा निष्कर्ष निघतो.

ह्या विशिष्ट ताऱ्यांना 'पल्सार' हे नाव देण्यात आले. त्यांचा शोध लावण्याबद्दल आणि त्यांचे महत्त्व अजमावण्याबद्दल जॉसलिन ब्रेलचे गुरु प्राध्यापक अेन्थनी ह्यूअिश यांना १९७४ चे नोबेल पारितोषिक (भौतिकशास्त्राचे) बहाल करण्यात आले.

हे पल्सार तारे ज्याअर्थी अितक्या भरभर लहरींचे प्रक्षेपण करत आहेत त्याअर्थी ते अतिशय घनतेचे असावेत हा तर्क भौतिक शास्त्राद्वारे करण्यात येतो आणि ही घनता न्यूट्रॉन ताऱ्यांच्या घनतेशी जुळते! त्यामुळे पल्सारच्या मुळाशी न्यूट्रॉन तारा असावा असे खगोलशास्त्रज्ञ म्हणतात.

या लहरी कशा निघतात ?

पल्सारमधून विद्युत्-चुंबकीय लहरी कशा निघतात? त्याबद्दल अनेकांचे कयास आहेत. त्यात सर्वांत सफल कयास थॉमस गोल्ड यांचा आहे. न्यूट्रॉन तारा भराभर अेका अक्षाभोवती (पृथ्वीप्रमाणे) फिरत आहे; त्याचे स्वतःचे चुंबकीय क्षेत्र आहे आणि त्याच्या आसमंतात विद्युत् भार असलेले मूल कण—प्लास्मा— आहे. अशा सांगाड्यावर गोल्ड यांचा सिद्धान्त आधारलेला आहे. त्यावरून 'सर्चलाइट' प्रमाणे



आकृती क्र. ५

गोलगोल फिरणारा विद्युत् चुंबकीय लहरींचा स्रोत निर्माण होतो आणि तो ठराविक वेळाच्या अंतराने आपल्याकडे येतो.

गोल्ड यांचा सिद्धान्त बव्हंशी पल्सारची कारणमीमांसा करू शकतो; पण तरीसुद्धा अजून बऱ्याच गोष्टी अुकललेल्या नाहीत. पल्सारमधून येणाऱ्या 'पल्सेस' ठराविक साऱ्याच्या असतात का हे अजून सांगता येत नाही. पल्सार आपल्या आकाशगंगेत किती प्रमाणात असतील याचा पण अजून अंदाज देता येत नाही. पल्सारचा क्ष किरणोत्सर्गाशी किती संबंध आहे? विश्वकिरणांचा अुगमसुद्धा पल्सारशी संबंधित असेल काय? पल्सारसंबंधी अशा तःहेच्या अनेक प्रश्नांचे

संशोधन सध्या चालू आहे. आणि त्याचबरोबर न्यूट्रॉन ताऱ्यांविषयी सुद्धा न अकललेल्या अनेक प्रश्नांची अुत्तरे खगोलशास्त्रज्ञ आणि भौतिकशास्त्रज्ञ शोधत आहेत.

कृष्णविवरे : गुरुत्वीय अवपात

न्यूट्रॉन ताऱ्याची घनता लिटरला अेक हजार अब्ज टन अितकी असू शकते. त्याहून जास्त घनतेची वस्तु विश्वात असेल काय ? याचे अुत्तर देण्यास आजचे मूलकणांचे भौतिकशास्त्र समर्थ नाही. परंतु गुरुत्वाकर्षणाचा अभ्यास करणारे तज्ज्ञ असे सांगतात की अेका विशिष्ट मर्यादिलीकडे वस्तुमान असलेल्या वस्तूचे सतत आकुंचन अटळ आहे.

अ - - - - - ब

आकृती क्र. ६

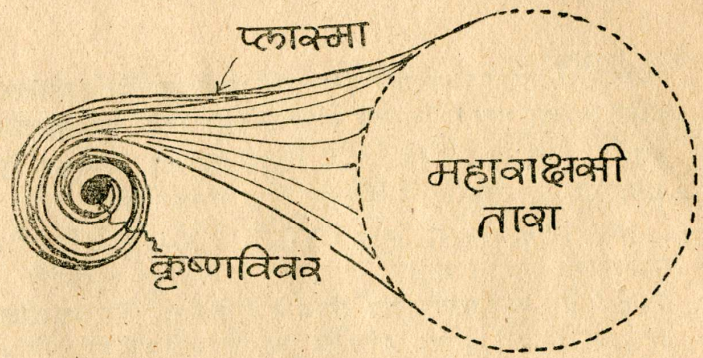
आणि हे लक्षात घेता अशा वस्तूची घनता अमाप वाढत जाणार यात शंका नाही. ही वस्तुमानाची मर्यादा सूर्याच्या दुप्पट किंवा फार तर तिप्पट असावी. (निश्चित आकड्याबद्दल मतभेद आहेत.)

समजा अेखादा तारा सूर्याच्या दसपट वस्तुमानाचा आहे. जोपर्यंत त्याच्यात अणुगंभीय प्रक्रिया दाबनिर्मिती करीत आहेत तोपर्यंत तो तारा गुरुत्वाकर्षणाने होणाऱ्या आकुंचनाला तोंड देऊ शकेल. पण त्याची अणु-शक्ती संपली आणि त्यातून दाबनिर्मिती बंद झाली की ताऱ्याचे आकुंचन चालू होणार. अर्थात् ही परिस्थिती निर्माण होण्याअगोदर ताऱ्याची सुपरनोव्हान परिणती होअून तो छिन्नविछिन्न झाला नाही तरची ही गोष्ट ! ह्या आकुंचनाला 'गुरुत्वीय अवपात' (ग्रॅव्हिटेशनल कोलॅप्स) म्हणतात.

ह्या अवपाताला मुखात झाली की आइन्स्टाइनच्या रिलेटिव्हिटी थिअरीचे काही चमत्कारिक वाटणारे परिणाम निदर्शनाला येतात. चित्र क्रमांक ५ मध्ये दोन निरीक्षक अ आणि ब दाखवले आहेत. अ हा आकुंचन पावणाऱ्या ताऱ्याच्या पृष्ठभागावर असून ब हा ताऱ्यापासून दूर अंतरावर आहे. अ आणि ब मध्ये संदेशांची देवाणघेवाण चालू आहे अशी कल्पना केल्या.

प्रथम प्रथम 'अ' ने पाठवलेले सर्व संदेश 'ब' ला वेळेवर मिळतील. जर अ सेकंदाच्या अंतराने संदेश पाठवत असेल तर ते सेकंदाच्या अंतराने बला मिळतील. पण हळूहळू ब ला अ च्या संदेशासाठी जास्त थांबावे लागेल. संदेशामधले अंतर वाढत वाढत दोन सेकंद, दहा सेकंद, मिनिट, तास, दिवस, वर्ष असे होत जातील. बला वाटेला की अ संदेश पाठवण्यात दिरंगाजी करतोय- पण वास्तविक अ हा स्वतःच्या घड्याळाप्रमाणे दर सेकंदाला संदेश पाठवत असतो आणि त्याला ब चे संदेश मिळायलाही फार थांबावे लागत नाही ! (अेखाद्या अकार्यक्षम कचेरीशी पत्रव्यवहार करताना आपल्याला हा अनुभव येतो. आपण पाठवलेल्या पत्रांची अुत्तरे वेळेवर येत नाहीत. कचेरीतले कामकाजच अितके धीमेपणाने चालते की तिथल्या कारकुनांनाही आपण दिरंगाजी करतो असेही वाटत नाही.)

शेवटी चित्र क्रमांक ६ मध्ये दाखवलेली परिस्थिती येते. अेका विशिष्ट मर्यादिलीकडे आकुंचन पावल्यावर अकडून संदेशच येत नाही. बची आयुर्मर्यादा अमाप वाढवली तरी त्याला अचा पुढचा संदेश मिळणार नाही. अला मात्र ब चे संदेश मिळत राहतील- काही काळ आकुंचन पावणारा तारा बिदुवत् झाला की 'अ' च्या आयुष्याचा अंत होतो. ही मर्यादा म्हणजे सुप्रसिद्ध 'स्वार्ट-



आकृती क्र. ७

इचिलडची मर्यादा म्हणून ओळखली जाते. ह्या मर्यादेपर्यंत पोचलेल्या ताऱ्याचा परीघ.

$$4 \times \pi \times g \times m$$

$$s^2$$

अितका असतो. ह्यात g = गुरुत्वाकर्षणाचा स्थिरांक = 6.6×10^{-8} (c.g.s. units), m = ताऱ्याचे वस्तुमान आणि s = प्रकाशाचा वेग ($= 3 \times 10^{10}$ सेंटीमीटर प्रति सेकंद) π = वृत्ताच्या परीघाचे त्याच्या व्यासाशी असलेले प्रमाण - $3.14159...$ असे आहे. सूर्याच्या वस्तुमानाच्या ताऱ्याचा परीघ ह्या स्थितीला फक्त २० किलोमीटरपर्यंत असेल ! ज्याप्रमाणे संदेश ताऱ्याचा पृष्ठभाग सोडून बाहेर जाऊ शकत नाही, त्याचप्रमाणे प्रकाश किंवा कुठलीही अूर्जा ताऱ्यातून प्रक्षेपित करता येत नाही. म्हणून बला अपासून संदेश तर मिळतच नाही, पण संपूर्ण ताराच बला दिसेनासा होतो. ह्या परिस्थितीला पोचलेल्या ताऱ्याला 'कृष्णविवर' म्हणतात.

रिलेटिव्हिटीच्या सिद्धान्ताप्रमाणे कृष्णविवर अस्तित्वात असायला पाहिजेत. खरोखर तसे अजून सापडले आहेत की नाही हा मुद्दा वाद-



आकृती क्र. ८

सेंटॉरस (चित्र हेल ऑवझर्वेटरीजच्या सौजन्याने)

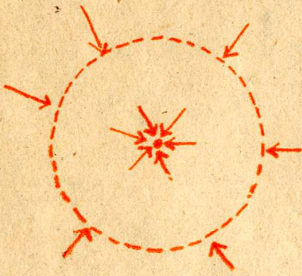
ग्रस्त आहे. अनिश्चितता असण्याचे मुख्य कारण म्हणजे कृष्णविवर प्रकाशहीन असल्याने दिसत नाही. मी पूर्वी नमूद केलेल्या सर्वप्रकारच्या लहरी कृष्णविवराचे प्रखर गुरुत्वाकर्षण ओलांडून आपल्या वेधयंत्रापर्यंत येऊ शकत नाहीत. अमुक ठिकाणी कृष्णविवर आहे हे विधान त्याच्या गुरुत्वाकर्षणामुळेच करता येतील. अुदाहरणार्थ, जर सूर्य कृष्णविवर झाला तर तो आपल्याला दिसणार नाही. परंतु त्याचे

पृथ्वीवरील आकर्षण कायम राहिल आणि पृथ्वी आपल्या लंबगोलाकार कक्षेत त्याच्या भोवती फिरतच राहिल. तेव्हा दूरवर कुठे कृष्णविवर असले तर त्याभोवती फिरणाऱ्या अंतर ग्रहांच्या गतीवरून किंवा ताऱ्यांच्या गतीवरून त्याचे अस्तित्व सिद्ध करता येतील.

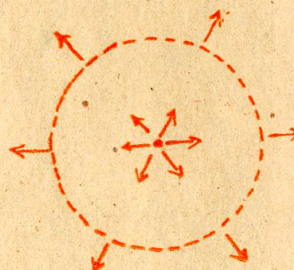
अशा तऱ्हेची एक परिस्थिती CYGNUS X-1 ह्या क्षकिरणांच्या साठ्यांबद्दल निर्माण झालेली आहे. ह्या ठिकाणातून क्ष-किरणे कायतात? तेथे दृश्य प्रकाशाच्या दुर्बिणीने पाहिले तर अनेक महाराक्षसी तारा त्या ठिकाणी दिसतो. आणि तो गोलाकार कक्षेत फिरत आहे असा त्या वेधातून निष्कर्ष काढता येतो. त्या अर्थी त्याच्या आसमंतात आणखी अनेक 'अदृश्य' तारा असावा असा अंदाज आहे. ह्या ताऱ्यांचे वस्तुमान सूर्याच्या पाच-सहापट तरी आहे असे खगोलगणित सांगते. अतक्या वस्तुमानाचा अदृश्य तारा म्हणजे कृष्णविवरच असणार असा निष्कर्ष अनेक खगोल शास्त्रज्ञ काढतात. चित्रक्रमांक ७ मध्ये ह्या युगल ताऱ्यांतून क्ष-किरणे कशी बाहेर पडतात ते थोडक्यात दाखवले आहे.

त्या चित्रात दाखवल्याप्रमाणे राक्षसी ताऱ्यातून प्लास्मा कृष्णविवराकडे आकर्षित जातो आणि अनेक वेळा त्याच्याभोवती चक्कर मारून शेवटी त्याच्यात पडतो. त्याचा वेग वाढत जातो आणि त्याचे तपमान वाढून त्यातून क्ष-किरणोत्सर्ग होतो. हे सर्व होत असताना तारा आणि कृष्णविवर यांचे युगल एकमेकांभोवती गोल फिरत असते आणि त्यामुळे क्ष-किरणांच्या आपल्याकडे येणाऱ्या झोतांमध्ये कमी-जास्तपणा आढळून येतो. Cygnus x-1 प्रमाणे अंतर क्ष-किरणोत्सर्गाच्या क्षेत्रातही कृष्णविवरे असू शकतील असा अनेक खगोलशास्त्रज्ञांचा अंदाज आहे. त्याअुलट नुकतीच नमूद केलेली कारणमीमांसाच - cygnus x-1 च्या बाबतीत खरीच आहे असेही विधान करता येत नाही. कृष्णविवराचे अस्तित्व न मानता cygnus x-1 मधून निघणाऱ्या क्ष-किरणांची वेगळीच कारणमीमांसा काही शास्त्रज्ञांनी केलेली आहे.

अवपात
(कृष्णविवर)



स्फोट
(श्वेतविवर)



आकृती क्र. ९

म्हणून 'विश्वात कृष्णविवर नक्की आहे' हे विधान अद्याप करता येत नाही.

तारका विश्वातील स्फोट

आता आपण आकाशगंगेबाहेर दृष्टी टाकूया. आधी सांगितल्याप्रमाणे ह्या बाहेरच्या अंतराळात अनेक तारकाविश्वे, रेडियो लहरींचे जनक, क्वेसार वर्गरे चित्रविचित्र वस्तूंचा भरणा आहे. त्या सर्वांची दखल घेतली तर हा लेख फारच लांबेल. म्हणून फक्त एका विशिष्ट गुणाच्या वस्तूंची थोडक्यात माहिती सांगण्याचा हा प्रयत्न आहे. ती गुण म्हणजे, 'स्फोट.'

आकाशगंगेत स्फोट पावणारे तारे— सुपरनोव्हा ज्यांना म्हणतात— त्यातून स्फोटामध्ये पुष्कळ ऊर्जा बाहेर टाकली जाते. ही ऊर्जा अनेक

मेगाटन हायड्रोजन बॉम्बमधून यणाप्या अर्जेपेक्षा अब्ज-अब्ज-अब्ज पटींनी जास्त असते! पण आकाशगंगेबाहेर घडणारे स्फोट ह्यापेक्षाही अब्ज ते कोटी अब्ज पटींनी जास्त प्रचंड असतात. ह्या स्फोटासंबंधी माहिती खगोलशास्त्रज्ञांना गेल्या सात-आठ वर्षांत मिळू लागली आहे. त्यानुसार काही तारकाविश्वांच्या मध्यभागात (न्यूक्लिअस) हे स्फोट होताना दिसतात. तेवढ्या प्रचंड प्रमाणात आपल्या आकाशगंगेत स्फोट झाल्यास तिच्या ठिकच्या अुडतील आणि आपली सूर्यमाला अंतराळात दूरवर फेकली जातील! तेव्हा हे स्फोट आपल्यापासून दूर ठिकाणी घडत आहेत हे नशीबच. अशा प्रकारचा स्फोट चित्रक्रमांक ८ मध्ये दाखवला आहे. 'सेंटॉर्स-अे' ह्या नावाने ओळखला जाणारा हा रेडिओलहरींचा अनेक प्रचंड प्रक्षेपक आहे.

अनेक ठिकाणी ह्या स्फोटांचा संबंध रेडियो लहरींच्या प्रक्षेपणाशी जोडला गेलेला आहे. चुंबकीय क्षेत्रात विद्युत् भार असलेले मूलकण अिलेक्ट्रॉन आणि प्रोटॉन— जेव्हा तीव्रगतीने प्रवास करतात तेव्हा रेडियोलहरी निर्माण होतात. हे मूलकण, विशेषेकरून अिलेक्ट्रॉन प्रकाशाच्या गतीच्या सीमेच्या (ही सीमा रिलेटिव्हिटीने निश्चित केलेली आहे.) अगदी जवळ येऊन ठेपलेले असतात. ही तीव्रगती त्यांना स्फोटातून अुद्रेक होताना प्राप्त झालेली असते. मात्र हा स्फोट कोणत्या कारणाने होतो ते सांगणे कठीण आहे.

श्वेतविवरे असतील काय ?

आपण नुकतेच पाहिले की मोठ्या प्रमाणात वस्तूंचा साठा झाला की गुरुत्वाकर्षणप्रणीत आकुंचनाला—गुरुत्वीय अवपाताला— सुरवात होते आणि त्यातून कृष्णविवर तयार होते. हा अवपाताचा प्रकार स्फोटाच्या विलकुल विरुद्ध आहे. (चित्र क्रमांक ९ पाहा). अवपातात वस्तूंचे सर्व भाग जवळजवळ येतात तर स्फोटात ते दूर फेकले जातात. अवपातातून कृष्णविवर निर्माण होते तर स्फोटाच्या मुळाशी श्वेतविवर असू शकते.

श्वेतविवर म्हणजे एका लहानशा भागातून एकाएकी मोठ्या प्रमाणात पदार्थ आणि ऊर्जा यांचा अुद्रेक होणे. श्वेतविवरांचे अनेक प्रकार असू शकतात. आइन्स्टाइनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धान्ताप्रमाणे श्वेतविवरांचा आरंभ कसा होतो हे सांगता येत नाही— परंतु त्यांची सुरवात झाल्यावर त्यातून मोठ्या प्रमाणात अुर्जेचा अुत्सर्ग कसा होतो याचे विवेचन करता येते. १९७४ मध्ये प्रोफेसर अप्पाराव आणि मी अशा दोघांनी मिळून अशा तऱ्हेचे विवेचन केले होते. श्वेतविवरातून रेडियो लहरींसाठी लागणारे तीव्रगतीचे अिलेक्ट्रॉन बाहेर पडतातच, पण शिवाय क्ष-किरणे आणि 'गामा' किरणे पण त्यातून निघू शकतात. गेली तीनचार वर्षे अनेक कृत्रिम अुपग्रहातून गामा किरणांचे अल्पायुषी अुत्सर्ग नोंद करण्यात आले. आम्ही त्यांचा संबंध श्वेतविवरांशी जोडला. प्रचंड अुर्जेच्या विश्वकिरणांचा अुगमसुद्धा श्वेतविवरात होऊ शकेल.

आपली
आकाशगंगा

५००० अँगस्ट्रॉम

दुसऱ्या
आकाशगंगा

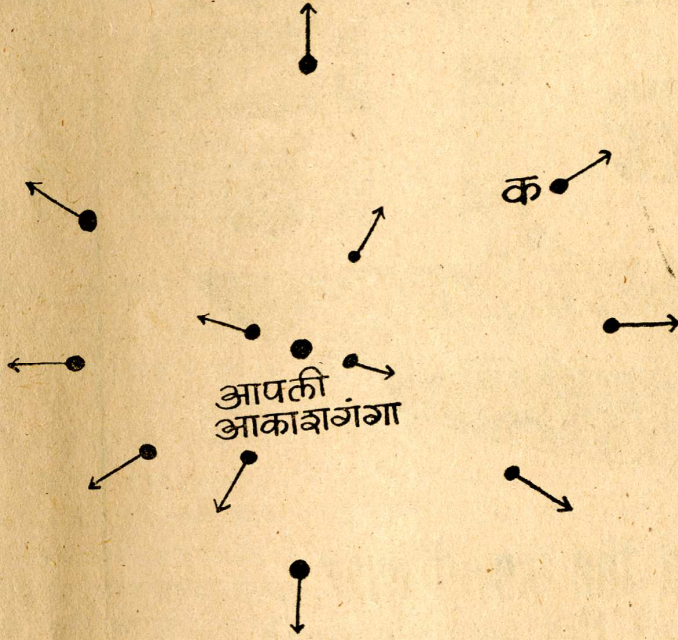
४००० अँगस्ट्रॉम

आकृती क्र. १०

कृष्णविवर दिसत नाही म्हणून त्याच्या अस्तित्वाबद्दल शंका घेणारे अनेक शास्त्रज्ञ आहेत. श्वेतविवर तेजस्वी असते आणि त्याचे दर्शन अवघड नाही. तरीपण त्याविषयीसुद्धा काही शास्त्रज्ञांनी शंका प्रदर्शित केली आहे. रशियाचे झल्डोविच, नोव्हिकॉव्ह आणि

स्टोरोबिन्स्की; त्याचप्रमाणे अमेरिकेचे अडॅले यांनी श्वेतविवर हे अति अल्पायुषी असून त्याचे जन्म झाल्यावर लवकरच कृष्णविवरात रूपांतर होते अशा तऱ्हेचे सिद्धान्त मांडले आहेत. मात्र त्या सिद्धान्तांच्या मुळाशी असलेली गृहीतके सर्वच श्वेतविवरांना लागू पडतील असे नाही.

एका तपापूर्वी सर फ्रेड हॉयल आणि मी यांनी अेक नवीन गुहृत्वाकर्षणाचा सिद्धान्त प्रतिपादन केला होता. हा अनेक बाबतीत आइन्स्टाइनच्या 'रिलेटिव्हिटी'च्या सारखेच भाकीत करीत असला तरी; काही बाबतीत त्याची भाकिते वेगळी आहेत. प्रारंभिक चाचणी-वरून दिसून येते की मूलकणातील गुहृत्वाकर्षणाचे, ते फार जवळ आल्यास प्रतिकर्षणात (रिपल्शन) रूपांतर होण्याची शक्यता आहे.



आकृती क्र. ११

म्हणजे गुहृत्वीय अवपाताने आकुंचन पावणाऱ्या वस्तूचे स्फोटात परिवर्तन होण्याची शक्यता ह्या नवीन सिद्धान्तातून निर्माण होते. म्हणून ह्या सिद्धान्ताचा खरेखोटेपणा पडताळून पाहायला ह्या स्फोटांचे वेध अधिक अुपयोगी पडतील. जर असे स्फोट अनेक ठिकाणी आढळले आणि जर आइन्स्टाइनची रिलेटिव्हिटी स्फोटांना बाधक ठरली तर ह्या नवीन सिद्धान्ताकडे जास्त काळजीपूर्वक पाहणे आवश्यक होईल.

विश्व प्रसरण पावत आहे !

आपल्या शताब्जतारका आकाशगंगेप्रमाणे अनेक आकाशगंगा अंतराळात दूरवर पसरलेल्या दिसून येतात. सध्या खगोलशास्त्रज्ञांला दिसणारे विश्व म्हणजे ह्या आकाशगंगांनी व्याप्त असलेला प्रदेश. पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे आपली सध्याची वेधमर्यादा अनेक अब्ज प्रकाश-वर्षांअतकी आहे. म्हणजे ह्या सीमेवरच्या आकाशगंगांमधून निघालेला प्रकाश आपल्यापर्यंत पोचायला अब्जावधी वर्षे लागतात ! ३ C-२९५ हा कॅटलॉग नंबर असलेली रेडिओलहरींचे प्रक्षेपण करणारी आकाशगंगा आज आपल्याला दिसते- परंतु ते तिचे स्वरूप कमीत कमी सात-आठ अब्ज वर्षांपूर्वीचे आहे !

अशा ह्या विश्वाच्या विराट स्वरूपाचा अभ्यास 'कॉस्मॉलॉजी' ह्या विषयात होतो. खगोलशास्त्राच्या ह्या पोटशाखेला आधुनिक स्वरूप लाभले ते अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञ अेडविन हबल ह्याच्या शोघामुळे. हबलने सुमारे पन्नास वर्षांपूर्वी आपल्या आकाशगंगेबाहेरच्या विश्वासंबंधी महत्त्वाचे वेध घेण्यास सुरवात केली आणि लवकरच

त्यांची परिणती 'विश्व हे प्रसरण पावत आहे' ह्या निर्णयात झाली. हा हबलचा शोध प्रथम थोडक्यात सांगतो.

चित्र क्रमांक १० मध्ये दूरवरच्या एका आकाशगंगेतून येणारा प्रकाश आपल्या आकाशगंगेपर्यंत येताना त्याची वेव्हलेंथ कशी वाढते ते दाखवले आहे. ह्या यात्रेला निघताना प्रकाशाची वेव्हलेंथ (वरील अुदाहरणात) ४००० अॅंगस्ट्रॉम अतकी असेल तर तो प्रकाश आपल्यापर्यंत पोचेपर्यंत ती ५००० अॅंगस्ट्रॉम अतकी वाढलेली असेल. म्हणजे वेव्हलेंथमध्ये २५ टक्के वाढ झाली. अशा तऱ्हेची वाढ वेगवेगळ्या प्रमाणात अनेक आकाशगंगांच्या प्रकाशात हबलला आढळून आली.

ही वाढ होण्याचे अेक कारण शास्त्रज्ञांना माहीत होते. जर प्रकाशप्रक्षेपक आपल्यापासून दूर जात असेल तर अशा तऱ्हेची वाढ त्याच्या वेव्हलेंथमध्ये होते. (ह्यालाच डॉप्लर अिफेक्ट म्हणतात) ह्या कारणमीमांसेप्रमाणे असा निष्कर्ष निघतो की, हबलने वेध घेतलेल्या आकाशगंगा आपल्या आकाशगंगेपासून दूर पळत आहेत. चित्र क्रमांक ११ मध्ये ही परिस्थिती दाखवली आहे. सर्व आकाशगंगा वेगवेगळ्या दिशांत असलेल्या, आपल्यापासून दूर जात आहेत आणि अेखादी आकाशगंगा आपल्यापासून जितकी दूर असेल तितकी जास्त वेगाने ती आपल्यापासून लांब जात आहे हा निष्कर्ष हबलच्या वेधांतून निघतो, आणि त्याला 'हबलचा नियम' म्हणतात.

ह्यावरून असे वाटण्याची शक्यता आहे की आपली आकाशगंगा ही अेका स्फोटाची केंद्रबिंदू असावी. परंतु वस्तुस्थिती तशी नाही. चित्र क्रमांक ११ मध्ये दाखवलेल्या कुठल्याही आकाशगंगेवरून विश्वाचे वेध घेतले तरी तिथून आपल्याला हाच प्रकार दिसून येईल. अुदाहरणार्थ 'क' ही आकाशगंगा आपल्या आकाशगंगेपासून दूर जाताना दिसते. पण 'क' वरून पाहिले तर आपली आकाशगंगा आणि चित्र क्रमांक ११ मधल्या अितर आकाशगंगा 'क' पासून दूर जाताना दिसतील. म्हणजे विश्वात कुठल्याही आकाशगंगेला खास महत्त्वाचे स्थान नाही- सर्वच आकाशगंगा समान महत्त्वाच्या आहेत. सर्वच आकाशगंगा अेकमेकांपासून दूर जात आहेत आणि ह्याचाच अर्थ विश्व हे प्रसरण पावत आहे असा होतो. अेखाद्या फुग्यावर टिंबे टाकून तो फुगवला की त्यावरील ती टिंबे अेकमेकांपासून दूर जातील तसाच हा प्रकार !

हे प्रसरण पावणारे विश्व पूर्वी कसे होते- पुढे कसे होईल हे प्रश्न कॉस्मॉलॉजीमध्ये हाताळले जातात. अनेक खगोलशास्त्रज्ञांचा तर्क आहे की विश्व हे अेका महास्फोटातून निर्माण झाले आणि सध्या पाहात असलेला प्रसरणाचा प्रकार हा त्याच महास्फोटाचा परिणाम आहे. हा महास्फोट सुमारे दहा ते पंधरा अब्ज वर्षांपूर्वी झाला असून त्यातून मूल कण आणि प्रारण (रेडिएशन) यांचा प्रादुर्भाव झाला. मूल कणातून अणू, मूल, तत्त्वे, परमाणू- पुढे त्यातून तारे आकाशगंगा अित्यादींचा जन्म झाला असे आधुनिक विश्वनिर्मितीचे खगोलशास्त्रीय चित्रण आहे.

महास्फोटाचे अवशेष

१९६५ मध्ये आर्नो पेंझियास आणि रॉबर्ट विल्सन ह्या बेल-टेलफोन प्रयोग शाळेत काम करणाऱ्या अमेरिकन खगोलशास्त्रज्ञांनी अेक महत्त्वाचा शोध लावला. त्यांना विश्वात सर्व बाजूंनी सूक्ष्म तरंगांचे प्रारण दिसून आले. अनेक खगोलशास्त्रीय शोधांप्रमाणे हा शोधदेखील अनपेक्षित होता. पण हे प्रारण कसे निर्माण झाले असावे ह्याची कारण-मीमांसा करता येते. महास्फोटात विश्वनिर्मिती झाल्यावर जे प्रारण तयार झाले तेच विरल स्वरूपात आपण आता पाहात आहोत !

हा महास्फोटाचा सिद्धान्त आइन्स्टाइनच्या 'रिलेटिव्हिटी थिअरी'वर आधारलेला आहे. खरोखर विश्वनिर्मिती महास्फोटात

झाली ह्याला प्रत्यक्ष पुरावा आहे काय ? अनेक खगोलशास्त्रीय पुरावे पडताळून पाहता त्यात शास्त्रीय दृष्ट्या बऱ्याच अुणवा दिसून येतात. प्रत्यक्ष वेधांची आकडेवारी कमी आणि तर्कचि प्रमाण जास्त असा प्रकार आहे. त्यातल्या त्यात वर नमूद केलेले सूक्ष्म तरंगांचे प्रारण हेच महास्फोटाचा सर्वात सबळ पुरावा म्हणता येतील. त्याची निर्मिती महास्फोटातून न होता, अंतर कारणाने झाली असे जर दाखवता आले तर हा पुरावासुद्धा तितकासा सबळ म्हणता येणार नाही.

१९४८ साली तीन ब्रिटिश शास्त्रज्ञ हरमान वॉण्डी, थॉमस गोल्ड आणि फ्रेड हॉयल ह्यांनी विश्वरचनेचा एक नवा सिद्धांत मांडला. त्याला 'स्टेडी स्टेट थियरी'— स्थिर स्थितीचा सिद्धांत म्हणतात. ह्या सिद्धांताप्रमाणे विश्व अनादी आणि अनंत असून ते सतत प्रसरण पावत असते. त्यात सदैव वस्तुनिर्मिती होत असते. त्या अुलट महास्फोटात निर्माण झालेले विश्व प्रसरण पावत विरल तरी होत जातील किंवा प्रसरणाचे आकुंचनात आणि पुन्हा त्याचे अुलट्या महास्फोटात पर्यवसान तरी होतील. ह्या परस्परविरोधी कल्पनांमुळे कॉस्मॉलजी मध्ये बरेच वर्षे वाद माजलेला होता. सध्या ह्या वादात स्थिर स्थितीचा सिद्धान्त मागे पडलेला आहे— पण अजून विश्वनिर्मितीचे कोडे मात्र सुटलेले नाही.

स्वरूप, कपाही यांचा शोध

गेल्या वर्षी मुंबईच्या टाटा अिन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च या संस्थेतील प्राध्यापक गोविंद स्वरूप आणि त्यांचे सहकारी विजय कपाही यांनी अुटकमंड येथील रेडिओ टेलिस्कोप वापरून आकाशगंगेबाहेरील रेडिओलहरींच्या जनकांचे वेध घेतले. ह्या वेधांतून त्या जनकांच्या आकारमानाबद्दल माहिती मिळते. स्वरूप आणि कपाही यांनी काढलेला निष्कर्ष असा— अतिशय मंद लहरींचा स्रोत टाकणारे जनक आकाराने लहान आहेत. हे जनक खरोखर क्षीण असून जवळचेच आहेत का मुळात प्रचंड असून फार लांब असल्यामुळे मंद वाटतात ? स्वरूप आणि कपाही यांची खात्री आहे की हे 'रेडिओ सोर्सस' फार लांब आहेत आणि त्यामुळे त्यातून मिळणाऱ्या लहरी पुष्कळ पूर्वी आपल्याकडे प्रवासाला यायला निघाल्या. याचा अर्थ असा की आपल्याला 'लहान' दिसणारे हे रेडिओलहरींचे जनक खूप पूर्वी विश्व कसे होते याची माहिती देतात. त्यावरून स्वरूप आणि कपाही यांचा असा निष्कर्ष निघतो की, विश्वात वयोमानाप्रमाणे बदल होत असून त्यातील रेडिओलहरींचे जनक आकाराने हळूहळू मोठे होत आहेत. अर्थात हे स्थिर स्थितीच्या सिद्धान्ताच्या अुलट आहे.

परंतु ह्या जनकांचे आपल्यापासूनचे अंतर प्रत्यक्ष न मोजत— आल्याने हा निष्कर्ष अजून वादग्रस्त समजला पाहिजे. काही वर्षांनी दृश्य प्रकाशाच्या साहाय्याने ही अंतरे मोजणे शक्य होतील आणि तेव्हाच ह्या वादाचा निकाल लागेल. 'वादे वादे जायते तत्वबोधः' याची अशी अनेक अुदाहरणे कॉस्मॉलजीमध्ये आहेत. सध्या चालू असलेल्या वादातून पुढे विश्वरचनेसंबंधी महत्त्वाची माहिती मिळेल अशी आशा आहे.

अंतराळात जीवसृष्टी असेल का ?

अंतराळ युगला सुरुवात झाल्यापासून हा प्रश्न सामान्य माणूस अधिक अुत्सुकतेने विचारू लागला आहे. अर्थात ह्या अुत्सुकतेला विज्ञानकथा-लेखकांनी चालना आणि मूर्त स्वरूप दिलेले आहेच. शिवाय 'अुडत्या तबकड्या आहेत— त्या आम्ही पाहिल्या' असे सांगणारे स्त्री-पुरुष ही आहेत. पण शास्त्रज्ञांचे ह्या बाबतीत काय मत आहे ?

पृथ्वीपलीकडे जीवसृष्टी— अेक्सो बायॉलॉजी— हा विषय शास्त्रज्ञांत प्रतिष्ठित व्हायला बराच वेळ लागला. पण आता त्याचा प्रचार झपाट्याने होत आहे. आणि त्यामागे कारणेही शास्त्रशुद्धच आहेत— अुडत्या तबकड्यांच्या वृत्तांतवर आधारलेली नव्हेत. त्यांचे

थोडक्यात विवेचन करतो.

जीवसृष्टीची व्यापक व्याख्या कशी देता येतील ? निर्जीव सृष्टी आणि जीवसृष्टी यांच्या व्यवहारात अेक फरक दिसतो, तो असा— निर्जीव वस्तूंच्या व्यवहारात सुव्यवस्थेपासून अव्यवस्था— गोंधळ अिकडे प्रवृत्ती असते. अेक कप खाली पडून फुटतो— ह्यामागे सुरुवात सुव्यवस्थेत आणि शेवट अव्यवस्थेत होतो. त्या अुलट जीवसृष्टीत गोंधळापासून सुव्यवस्थेकडे जाण्याची प्रवृत्ती असते. आपल्याला परिचित असलेली पृथ्वीवरील जीवसृष्टी— त्यात वनस्पतीचाही समावेश आहे— निर्मितीच्या वेळी ही प्रवृत्ती दाखवते. तिच्या मुळाशी प्रचंड माहितीचे साठे असलेले DNA चे रेणू आहेत. ही माहिती, हा प्राणी कुठल्या प्रकारचा, त्याचे आनुवंशिक गुण काय आहेत, त्यातून पुननिर्मिती कशी होतील वगैरे प्रकारची असते. हा DNA रेणू रासायनिक-दृष्ट्या बराच मोठा असून त्यात फॉस्फेट आणि साखर ह्या दोन-रेणूंच्या शृंखला असतात. (म्हणून त्याला 'डबल हीलिक्स' हे नाव देण्यात आले.) त्या शृंखलांना चार रासायनिक बेसेस— त्यांना— थोडक्यात A, T, C, G, ही नावे देण्यात आलीत— जोडलेली असतात. मुळात सृष्टीत अितस्ततः विखुरलेल्या अणूतून— त्यात कार्बन, हायड्रोजन, नायट्रोजन, फॉस्फोरस अित्यादींचा समावेश आहे— हा पॅटर्न कसा निर्माण होतो ? हे जीवनिर्मिती मागचे न सुटलेले कोडे आहे.

पण ह्या लांबलचक रासायनिक रेणूंचे घटक असू शकणारे काही भाग, अुदाहरणार्थ, अमोनिया, फॉर्मलिडहायड्रिड, अल्कोहॉलचे प्रकार अित्यादी, ताऱ्यांच्या दरम्यान पसरलेल्या अंतराळात दिसून येऊ लागले आहेत. हे शोधण्याचे प्रमुख श्रेय रेडिओ अॅस्ट्रॉनॉमीला दिले जाते. जीवसृष्टीच्या मुळाशी असलेल्या DNA ला लागणाऱ्या रासायनिक रेणूंचे घटक जर असे अंतराळात असले तर ते योग्य प्रमाणात अेकत्र येऊन त्यातून जीवसृष्टी अितरत्र निर्माण होणे अशक्य नाही ! ते घटक अेकत्र आणून त्यातून जीवसृष्टीला आवश्यक असणारे मोठे रेणू, अंतराळातल्यासारखी परिस्थिती प्रयोगशाळेत निर्माण करून, तयार करण्याचे काम काही शास्त्रज्ञ करत आहेत. ह्या विषयाला प्रीबायॉटिक केमिस्ट्री हे नाव देण्यात आले आहे. अशा तऱ्हेच्या प्रयोगांवरून अंतराळात आणि पृथ्वीवर जीवसृष्टी कशी निर्माण झाली किंवा होऊ शकेल याबद्दल माहिती मिळेल.

१९७१ साली अमेरिका आणि रशिया यांच्या प्रमुख राष्ट्रीय वैज्ञानिक संस्थांनी प्रेरणा देऊन रशियात दोन्ही देशांतील काही शास्त्रज्ञांचा मेळावा घडवून आणला. त्याचा अुद्देश होता, पृथ्वी पलीकडील जीव सृष्टी च्या शक्यतेबद्दल आणि त्या दृष्टीने संशोधन घडवून आणण्याबद्दल चर्चा करणे. अशा तऱ्हेची जीवसृष्टी आपल्या तारका-विश्वात किती प्रमाणात असेल ? तंत्रशास्त्रात आपल्या पुष्कळ पुढे गेलेल्या संस्कृती किती असू शकतील, ह्यासंबंधी शास्त्रज्ञांनी काही तर्क केले.

दहा लाख ठिकाणी जीवसृष्टी ?

आपल्या आकाशगंगेत शंभर अब्ज तारे आहेत. त्यातील काही प्रमाणात ताऱ्यांचो ग्रहमंडळे असतील. अशा अेखाद्या ग्रहमालेत जीव-सृष्टी निर्मितीस योग्य असे ग्रह थोड्या प्रमाणातच असतील. (आपल्या ग्रहमालेत पृथ्वी हा अेकच ग्रह मानवास योग्य दिसतो.) अशा 'योग्य' ग्रहात अनुकूल परिस्थितीत जीवसृष्टी निर्माण होण्याची किती शक्यता आहे. आणि तशी झाली की तिचा मानवापर्यंत प्रगती किंवा मानवा-पलीकडे जाण्याची शक्यता किती असेल आणि ही अतिप्रगत संस्कृती किती काळ जगू शकेल ? ह्या सर्व प्रश्नांची अुत्तरे शास्त्रज्ञांना ठाअूक नाहीत. वेगवेगळे आडाखे धरून तर्कच करता येतील. पण शंभर अब्ज हा आकडा अितका मोठा आहे की अशा अतिप्रगत जीवसृष्टीची संख्या दहा लाखांपर्यंत असेल असा अेक तर्क आहे. अर्थात हा आकडा फार ढोबळ समजला पाहिजे.

अति प्रगत संस्कृती कशी असेल? 'प्रगत' ह्या शब्दामागे दोन अर्थ लावता येतील. अेक म्हणजे 'माहितीचा प्रचंड साठा' आणि दुसरा म्हणजे 'माहिती प्रसारणासाठी करण्यात आलेल्या अर्जेचा वापर.' कार्ल सेगन ह्या शास्त्रज्ञाने आपल्या 'कॉस्मिक कनेक्शन' ह्या पुस्तकात ह्या दोन अर्थांच्या आधाराने अती प्रगत संस्कृतीचा दर्जा ठरवला आहे. त्यामागची कल्पना अशी आहे—

अेखाद्या संस्कृतीत ज्ञानाचा, माहितीचा, कलेचा साठा किती आहे याची मोजमापे कशी करायची? अिग्रजी भाषेत २६ अक्षरे आहेत आणि त्यात पूर्णविराम, कॉमा वगैरे खुणांचा समावेश केला की हा आकडा ३२ पर्यंत जाओल असे समजू. जर आपल्याकडे ० आणि १ हे दोनच आकडे उपलब्ध असते तर ३२ ही संख्या कशी लिहिली असती? 'दोन अंकांच्या अंकगणितात' आपण खालीलप्रमाणे आकडे लिहितो.

०-०, १-१, २-१०, ३-११, ४-१००, अित्यादी त्या नियमाने ३२-१०००००. म्हणजे शून्यापासून ३१ पर्यंतच्या संख्या आपण ००००० पासून १११११ ह्या दरम्यान लिहू शकतो— म्हणजे ० किंवा १ असे पाच वेळा लिहायचे. आधुनिक गणकयंत्राच्या भाषेत याचा अर्थ ह्या संख्या नमूद करायला माहितीचे ५ तुकडे लागतात. (पाच आकडी संख्या लिहिताना प्रत्येक जागेवर ० किंवा १ ह्यापैकी काय लिहायचे हे प्रत्येक तुकड्याने ठरवायचे.) तर अिग्रजी भाषेतल्या प्रत्येक अक्षराला (त्यात पूर्णविराम अित्यादी खुणा धरून) नमूद करायला हे पाच तुकडे लागतात. ह्याच नियमाने ४-६ अक्षरांचा शब्द तयार करायला २०-३० तुकडे पाहिजेत. अेक लाख शब्दांचे पुस्तक साधारण तीस लाख माहितीच्या तुकड्यांनी 'लिहिले' असे म्हणता येओल. सध्या जगात सर्व भाषांत मिळून किती पुस्तके असतील. आपण ही संख्या अेक कोटीच्या घरात धरली तर त्या सर्वांत भरलेली माहिती तीस हजार अब्ज तुकड्यांनी सांगता येओल. चित्रांत समाविष्ट असलेली माहिती अशीच यांत्रिकदृष्ट्या पृथःकरण करून सांगता येते. (ह्याच पद्धतीने टेलिव्हिजनचे चित्र दाखवण्यात येते.) तर अशा तःहेने सर्व तःहेची माहिती जमेस धरल्यास ह्या तुकड्यांची संख्या अेक लक्ष अब्जपर्यंत धरायला हरकत नाही.

कार्ल सेगन यांनी ठरवलेल्या दर्जाप्रमाणे सर्वांत निकृष्ट संस्कृती - A तःहेची— माहितीकरता फक्त दहा लक्ष तुकडे वापरते असे समजू. B प्रकारची त्याहून प्रगत संस्कृती त्याच्या दसपट म्हणजे अेक कोटी तुकडे वापरते. असे दहाने गूणतगूणत वरचे दर्जे गाठत आपली संस्कृती - I दर्ज्याची आहे असा निष्कर्ष निघतो. पुराणकालीन ग्रीक संस्कृती -F दर्ज्याची होती असे त्या वेळाच्या वाङ्मयावरून ठरवण्यात येते. आपल्याहून अधिक माहितगार संस्कृती -J दर्ज्याची, त्याहून प्रगत संस्कृत्या - K.L ह्या क्रमाने असतील.

आपली मागासलेली संस्कृती

दुसरा निकष म्हणजे माहितीसाठी अर्जेचा वापर. पृथ्वीवर सध्या सर्वप्रकाराने हजार कोटी मेगावॉट अितका अर्जा निर्मितीचा वेग आहे. त्यातला फार थोडा भाग माहिती प्रसारणासाठी वापरण्यात येतो. सेगन ह्यांच्या आराखड्याप्रमाणे हजार कोटी मेगावॉट अितकी शक्ती फक्त माहिती प्रसारणासाठी वापरणारी संस्कृती ही प्रथम-स्तराची अतिप्रगत संस्कृती. ही संस्कृती सूर्यमालेपर्यंत किंवा त्याच्या थोड्यापलीकडे आपला प्रभाव दाखवू शकेल. अजून मानवसंस्कृती त्या स्तरावर पोचलेली नाही. त्याहून वरच्या स्तरावरची— दुसऱ्या स्तरावरची संस्कृती ह्यापेक्षा हजार कोटी पटीने शक्तीचा वापर माहिती प्रसारणासाठी करू शकेल. (अितकी शक्ती सूर्यासारख्या ताऱ्यातून येत असते.) ह्या संस्कृतीचा व्याप आकाशगंगेतील दूरवरच्या तारका समूहापर्यंत असेल. त्याहून श्रेष्ठ तिसऱ्या स्तरावरची संस्कृती ह्यापेक्षाही हजार कोटीने शक्तिवान असून ती दूरच्या तारकाविश्वांशी संपर्क स्थापन करू शकेल! हा निकष रशियन शास्त्रज्ञ कार्डेशेव्हनी ठरविलेला आहे.

ह्या दोन्ही पद्धतींनी पाहता आपली मानवी संस्कृती अजून बरीच मागासलेली म्हटली पाहिजे. पण अितरत्र आपल्यासारख्या किंवा

मार्च १९७६

त्याहून श्रेष्ठ संस्कृती असल्या तर त्यांची माहिती आपल्याला कशी मिळणार? त्या दृष्टीने अेक प्रयत्न, रेडिओलहरी काही विशिष्ट वेव्हलेंग्थच्या अंतराळात सोडून पाहणे, शक्य आहे. पण आपण आज पाठवलेला संदेश अगदी जवळपासच्या अेखाद्या ताऱ्याच्या ग्रहमालेतल्या प्रगत संस्कृतीपर्यंत पोचून त्यांचे अिततर यायला अनेक दशके लागतील! प्रत्यक्ष अवकाश यानातून माणसे पाठवून त्यांनी हा संपर्क साधायला शेकडो किंवा हजारों वर्षे लागतील. गोंठवलेल्या अवस्थेत आयुर्मर्यादा वाढवून असे प्रवासी जिवंत परत येणे जरी शक्य झाले तरी पृथ्वीवरील मानवाला हे प्रवासी जाताना आणि परत आलेले पाहायचे भाग्य लाभणार नाही.

अेक आगळा प्रयत्न

अेक आगळाच प्रयत्न ३ मार्च १९७२ मध्ये करण्यात आला. पायोनीयर- १० हे अवकाश यान (मानवविरहित) अशा तःहेने सोडण्यात आले की ते ग्रहमाला ओलांडून आकाशगंगेत दूरवर जाओू शकेल. ह्या यानात अेक पृथ्वीसंबंधी माहिती सांगणारा फलक ठेवण्यात आलेला आहे. (हा चित्र क्रमांक १२ मध्ये दाखवण्यात आलेला आहे.) ह्यात पृथ्वी सूर्यमालेत कुठे आहे, सूर्य आकाशगंगेत कुठल्या दिशेला आहे, पृथ्वीवरचे मानव नर-नारी कसे दिसतात वगैरे माहिती भाषा न वापरता खुणांनी आणि चित्रांनी दाखवली आहे. मध्यवर्ती भागात वेगवेगळ्या दिशेतले पल्सार दाखवण्यात आलेत. त्यांची दिशा पाहून हा फलक ज्यांच्या 'हाती' लागेल ते सूर्याची दिशा ठरवू शकतील. नर-नारीची अुंची मोजायला यूनित कुठले? तर २१ सेंटीमीटर, कारण ही वेव्हलेंग्थ आकाशगंगेत असणाऱ्या रेडिओलहरीत प्रामुख्याने दिसते.

बोटीवरून समुद्रात माहितीचा कागद घालून बाटली फेकण्याचाच हा प्रकार! कदाचित पायोनियर-१० हे यान अेका प्रगत संस्कृतीच्या लोकांना सापडेल आणि ते आपला शोध करत येतील ही आशा! पण ह्या आशेबरोबर अनेकांनी भीती पण व्यक्त केली आहे. कारण शोध करत येणारे मित्रत्वाची भावना बाळगूनच कशावरून येतील?

पण शास्त्रज्ञ तरी सध्या ही काळजी करत नाहीत.

अंतराळातले कूट प्रश्न

खगोलशास्त्र, अंतराळ संशोधन आणि अेकंदर विज्ञान आणि तंत्रशास्त्र यातील प्रगतीचे अेक लक्षण म्हणजे मानवाला त्याच्या अज्ञानाची होणारी जाणीव. तीनचार दशकांपूर्वी कठीण वाटणारे प्रश्न आता चुटकीसारखे सोडवले जातात. पण त्याबरोबर नवीन अपुस्थित झालेले कूट प्रश्न जास्तच कठीण वाटत आहेत. सूर्य का चमकतो हे कोडे सुटले असे वाटून शास्त्रज्ञांनी सुटकेचा निःश्वास सोडावा तोपर्यंत अेक वेगळीच समस्या निर्माण झाली. सूर्यात घडणाऱ्या अणुगर्भीय प्रक्रियेतून 'न्यूट्रिनो' नावाचे मूल कण बाहेर पडतात असे सैद्धान्तिक खगोलशास्त्र सांगते. पण हे न्यूट्रिनो प्रयोगशाळेतील अपुकरणात सापडत नाहीत. हा प्रयत्न अमेरिकेत डेव्हिस ह्या शास्त्रज्ञाने गेले ७-८ वर्षे करूनसुद्धा अजून सूर्यातले न्यूट्रिनो त्याला सापडले नाहीत. असे कां व्हावे? ह्यात डेव्हिसच्या अपुकरणांची गफलत आहे— की अणु-शास्त्राचा सिद्धान्त कुठे चुकला— की सूर्यात न्यूट्रिनो तयारच होत नाहीत? हा कूट प्रश्न सध्या शास्त्रज्ञांना भेडसावत आहे आणि असे अनेक कूट प्रश्न सध्या 'क्यू' करून अुभे आहेत.

अंतराळात प्रचंड स्फोट कां होत आहेत? कृष्णविवरे खरोखर आहेत का? प्रचंड अर्जेचे साठे असलेले रेडिओलहरीचे जनक कसे तयार होतात? विश्व खरोखरीच महास्फोटात अुगम पावले कां? अितरत्र आपल्यासारखी किंवा वेगळी जीवसृष्टी आहे का? मी वर केलेल्या चर्चेतून हे अनेक कूट प्रश्न निर्माण होतात— आणि शास्त्रीय दृष्टिकोनातून ते सोडवण्याचे प्रयत्न चालू आहेत आणि सतत राहतील हे योग्यच आहे. कारण...

सर्वच महत्त्वाचे प्रश्न सुटले तर मानवी जिज्ञासेला गुंतवण्याजोगे विज्ञानाकडे काय अरणार? □ □