

महाराष्ट्र टाइम्स

सिफारस

रविवार १२ मार्च १९९५

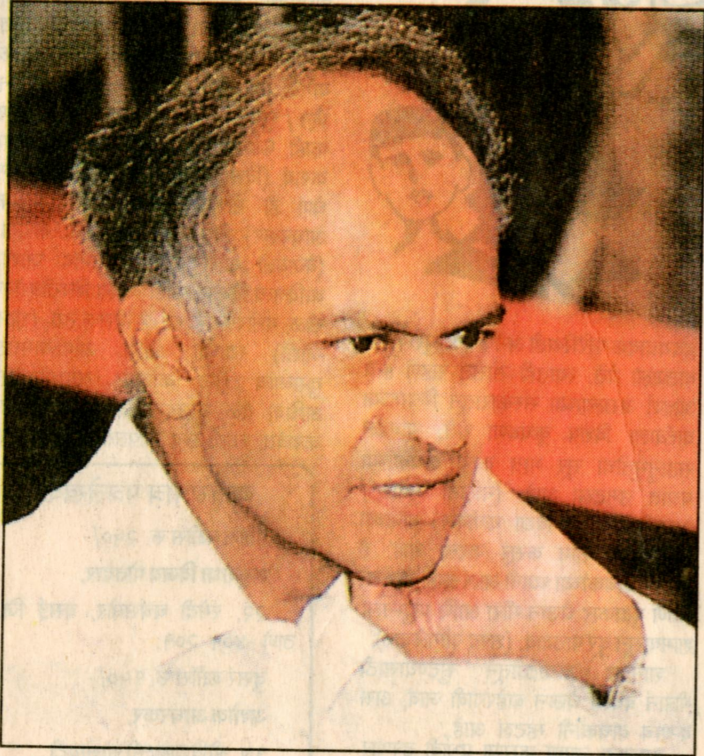
कवी अनंत फंदी व्याख्यानमालेच्या निमित्ताने मी आज विज्ञानातील काही अनुत्तरित प्रश्नांची चर्चा करणार आहे. त्यामागची भूमिका अशी— विज्ञानाची वाटचाल आणि प्रगती कूटप्रश्न सोडवून होत असते. कधी कधी विज्ञान चुकीच्या मार्गाने जाते; पण पुन्हा अशा काही प्रश्नांमुळे त्याला योग्य दिशा सापडते. विज्ञान शिकताना पाठ्यपुस्तकांतून अशा हकिगती सांगितल्या, तर विद्यार्थ्यांना विज्ञानातली खरी गंमत कळेल.

असा एक कूटप्रश्न दीडशे वर्षांपूर्वी उपस्थित झाला होता. यूरॅनस ग्रहाच्या गतीत खगोल वैज्ञानिकांना काही विसंगती दिसली. ग्रहांची गती न्यूटनच्या नियमांनुसार असते, या कल्पनेला या निरीक्षणामुळे तडा बसला होता; परंतु जॉन अँडम्स आणि अब्रॅम लेव्हेरिये यांनी स्वतंत्र गणिते मांडून दाखवले की, यूरॅनसच्या जवळ एक नवा ग्रह असावा; ज्याच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे यूरॅनसची कक्षा बदलते. दोघांच्या भाकिताकडे ब्रिटन आणि फ्रान्सच्या प्रस्थापित खगोल निरीक्षकांनी दुर्लक्ष केले, पण शेवटी बर्लिन वेधशाळेतील गाल नावाच्या खगोल निरीक्षकाने तो ग्रह शोधून काढला. हा नवा ग्रह नेपच्यून या नावाने ओळखला जातो.

विज्ञानात भरच पडली

अशा तऱ्हेने खगोलशास्त्रातला हा कूटप्रश्न सुटला. न्यूटनचा नियम शाबूत राहिला व एका नव्या ग्रहाचा शोधही लागला. खगोल विज्ञानाने वेळोवेळी असे कूटप्रश्न उपस्थित करून विज्ञानात भर

टाकली आहे. आता सांगितलेल्या कूटप्रश्नापाठोपाठ आणखी दोन कूटप्रश्न, आधुनिक काळातले, यापुढे सांगत आहे. त्यात प्रश्ननंबर दोन जवळ जवळ सुटला आहे; तर प्रश्न नंबर तीन



अजून अनुत्तरित आहे.

आता मी दुसऱ्या प्रश्नाकडे वळतो, जो प्रश्न माणसाने अगदी सुरुवातीच्या काळापासून विचारलेला आहे आणि त्याचे उत्तर शोधायला त्याला ह्या

शतकापर्यंत थांबावं लागलं. तो प्रश्न म्हणजे सूर्यातून प्रकाश का बाहेर पडतो? आपल्या पूर्वजांनी पुरातनकाळी ह्या प्रश्नावर तर्क केले आणि जेव्हा त्यांना उत्तर सापडले नाही, तेव्हा त्यांनी असा

एक विश्वास करून घेतला की, सूर्यामध्ये दिव्यशक्ती आहे. आपल्याच संस्कृतीत नाही, तर वेगवेगळ्या संस्कृतींमध्ये सूर्याला देव मानलं गेलेलं आहे. हळुहळू विज्ञानाचा प्रसार वाढत गेला, तेव्हा लोक

सूर्याच्या तेजाचे रहस्य विज्ञानातून शोधायला पाहू लागले. विज्ञानाच्या कक्षेतून सूर्याबद्दल विचार करता एक मूळ प्रश्न येतो; तो म्हणजे सूर्यातून नेमकी किती ऊर्जा बाहेर पडत असते? सूर्यातून निघणारी ऊर्जा जशी आपल्या पृथ्वीच्या दिशेला येते, तशी ती सगळीकडे सारखीच पसरलेली आहे, कारण सूर्य आपल्याला गोलाकार दिसतो. त्यामुळे आपण गणित मांडून सांगू शकतो की, सूर्यापासून एकंदर किती ऊर्जा बाहेर येते. एखाद्या इलेक्ट्रिक बल्बच्या तुलनेत असे विचारले की, सूर्य किती वॉटचा दिवा आहे, तर त्याचे उत्तर २ हा आकडा

“कधी कधी लोक असं विचारतात की, विज्ञानाच्या क्षेत्रामध्ये माझ्यासारख्या वैज्ञानिकांना नेमके कसले आकर्षण वाटते? मला आकर्षण वाटते, ते त्यामध्ये न सुटलेल्या प्रश्नांचे. ते प्रश्न आपल्याला आव्हान म्हणून पुढे खेचत असतात...” अनंत फंदी प्रतिष्ठानतर्फे संगमनेर येथे अलीकडेच ‘खगोलशास्त्रातील अनुत्तरित प्रश्न’ या विषयावर डॉ. नारळीकरांचे व्याख्यान झाले. अध्यक्षस्थानी प्रा. म. वा. कौंडिण्य होते. त्या व्याख्यानाचा सारांश....

मांडून त्याच्याचवरती २६ शून्ये मांडून मिळते!

ऊर्जा येते कुठून ?

इतकी प्रचंड ऊर्जा या सूर्यातून बाहेर पडते, तेव्हा त्या ऊर्जेचा स्रोतही प्रचंड असला पाहिजे. जेव्हापासून त्याची निर्मिती झाली, तेव्हापासून अशी ऊर्जा सूर्यातून निघते असे गृहीत धरले, म्हणजे हा ऊर्जेचा साठा किती प्रचंड असला पाहिजे, याची जाणीव होते. हा ऊर्जेचा साठा कोठून आला, हा प्रश्न

वैज्ञानिकांनी विचारायला सुरुवात केली. जो प्रश्न सामान्य माणून विचारत होता, तो गणिती रूपात वैज्ञानिकांनी विचारायला सुरुवात केली आणि सूर्याच्या अंतरंगात हा ऊर्जेचा साठा कोठे आहे, कोठल्या स्वरूपात आहे हे याबाबत त्याचे तर्क सुरू झाले.

गेल्या शतकामध्ये जर्मनीतला

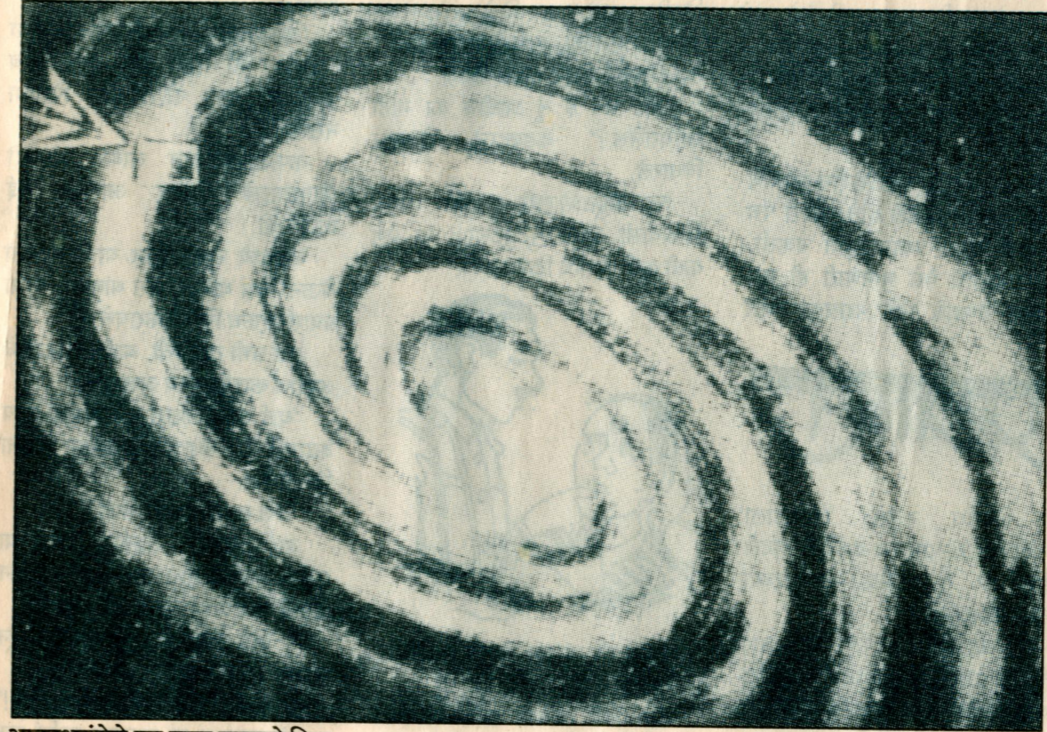
आपल्याकडे खेचून घेते. त्यामुळे जस जस ते वरून पडतं, तस तसा त्याचा वेग वाढत जातो. आता आपण अशी कल्पना करू की, सूर्य एक प्रचंड गोळा आहे, जो स्वतःच्या गुरुत्वाकर्षणाने बाहेरचे भाग आत खेचू पाहतो. त्यामुळे सूर्याचे आकुंचन होते. या गुरुत्वाकर्षणाच्या ऊर्जेचे रूपांतर प्रकाशात होते आणि ती

आपणपण काढू शकतो. त्यातून असं उत्तर आलं की सूर्याला हा गुरुत्वाकर्षणाचा साठा सुमारे दोन कोटी वर्षे पुरू शकेल.

गेल्या शतकामध्ये लोकांना कल्पना नव्हती की, सूर्याचे आजवरचे एकंदर आयुष्य किती वर्षांचे आहे. त्यामुळे २ कोटी वर्षे हा कालखंड त्यावेळी लोकांना

आव्हान अनुत्तरित प्रश्नांचे

— जयंत नारळीकर



आकाशगंगेचे रूप स्पष्ट करणारे चित्र

हेल्महोल्ट्झ (Helmholtz) आणि इंग्लंडमधला केल्विन (Kelvin) या दोन थोर शास्त्रज्ञांनी एक तर्क केला की, इतक्या प्रचंड प्रमाणात ऊर्जेचा साठा सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे आहे. गुरुत्वाकर्षणामुळे कशी ऊर्जा मिळू शकते याचे एक उदाहरण म्हणजे धरण. धरणामध्ये पाणी वरून वेगाने खाली येतं आणि त्यावर आपण टरबाईन्स चालवतो आणि विद्युतनिर्मिती करतो. मुळात पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण त्या पाण्याला

ऊर्जा आपल्याकडे येते, असे गणित केल्विन आणि हेल्महोल्ट्झ या दोघांनी मांडलं. ते अर्थात, १९ व्या शतकात त्यावेळच्या विज्ञानावरहुकूम बरोबर वाटत होतं आणि मग या सिद्धांतानुसार आपण एक वेगळं गणित मांडून सांगू शकतो की, सूर्याचा गुरुत्वाकर्षणाच्या ऊर्जेचा साठा किती आहे आणि त्या उत्तराला आपण दर सेकंदाला सूर्यातून किती ऊर्जा बाहेर येते याने विभागलं, तर तो साठा किती वेळ पुरेल हे उत्तर

पुष्कळ मोठा वाटला; परंतु २० व्या शतकामध्ये भूशास्त्र आणि उल्कांच्या अध्ययनातून असं दिसून आलं की, आपल्या सूर्यामालेचे वय सुमारे पाच अब्ज वर्षे एवढं आहे! म्हणजे सूर्य हा गेली पाच अब्ज वर्षे प्रकाशतो आहे. एवढी वर्षे त्याला हा गुरुत्वाकर्षणाचा साठा पुरला नसता— तो केव्हाच संपून गेला असता. म्हणून केल्विन-हेल्महोल्ट्झनी सुचवलेले उत्तर बरोबर नव्हं, असे दिसून आले.

या शतकामध्ये वैद्यनिकांनी सूर्याच्या

तेजाचे रहस्य काय असेल यावर नव्याने विचार करायला सुरुवात केली. १९२०-२२ च्या सुमारास केंब्रिजमध्ये एडिंग्टन (Eddington) नावाच्या शास्त्रज्ञांनी सूर्याच्या अंतरंगाबद्दल काही समीकरणे मांडली. आणि त्यावरून त्यांना असं दिसून आलं की, सूर्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान सुमारे साडेपाचहजार सेल्सीअस इतकं आहे, आणि ते आतील भागात वाढत जाते. केंद्रामध्ये जाईपर्यंत ते तापमान एक कोटीच्यावर पोहोचते.

एडिंग्टनची कल्पना

जेव्हा त्यांना हे उत्तर मिळालं, तेव्हा एडिंग्टनची विचारचक्रे वेगळ्या दिशेने फिरायला लागली. त्या वेळच्या अणुशास्त्राचा आधार घेऊन एडिंग्टननी अशी कल्पना मांडली की, हायड्रोजनचे चार अणू एकत्र आणले, म्हणजे त्यांचे जे गर्भभाग आहेत, ते एकमेकांना जोडून त्यातून वेगळा अणू-हेलियमचा — तयार होऊ शकेल आणि त्या निर्मितीमध्ये ऊर्जा बाहेर पडेल. ती ऊर्जा आज आपण हायड्रोजन बॉम्बच्या स्वरूपात पाहतो. हायड्रोजन बॉम्बमध्ये जी ऊर्जा बाहेर येते, ती हायड्रोजनचे चार अणू एकत्र आणून हेलियम तयार झाल्यामुळे निर्माण होते. बॉम्बमध्ये स्फोटक स्वरूपात प्रचंड ऊर्जा बाहेर पडू शकते.

एडिंग्टननी जेव्हा याची वाच्यता केली, तेव्हा अणुशास्त्राच्या तज्ज्ञांनी ह्यावरती अविश्वास दर्शवला. ते म्हणाले की, तुम्ही म्हणता त्याप्रमाणे हे अणू एकत्र येऊन त्यापासून चार अणू एकत्र येऊन त्यापासून एक वेगळा अणू तयार होईल, हे आम्हाला पटत नाही. त्यावेळी त्यांची अशी एक धारणा होती की, अणू हा अविभाज्य आहे, तसंच एकाधिक अणू एकत्र आणून वेगळा अणू तयार होणे हे अशक्य आहे. त्यावेळी एडिंग्टननी आपल्या पुस्तकात असे म्हटले की, “आम्ही अशा लोकांशी वाद घालत बसत नाही. ते म्हणतात की, सूर्याच्या केंद्रस्थानी जे तापमान आहे ते (अणू जोडण्यास) पुरेसे गरम नाही. आम्ही आमच्या टीकाकारांना असे म्हणतो की, त्यांनी याहूनही गरम ठिकाणी जावे.” अशा तऱ्हेने त्यांनी त्यांना वाटेला लावले.

(पान पाचवर)

(पान एकवरून)

पंधरा वर्षांनी, १९३५-४० च्या दरम्यान, अणुशास्त्रामध्ये मोठी प्रगती झाली. रुदरफोर्डने अणुगर्भाचे विच्छेदन केले होते आणि तीन-चार अणुगर्भ एकत्र येऊन नवीन अणुगर्भ निर्माण होणे ही एडिंग्टनची कल्पना त्यावेळी अणुतज्ज्ञांना ग्राह्य वाटली. अणुशास्त्रज्ञ हांस बेथ यांनी गणित मांडून सूर्यात केंद्रभागात ऊर्जा कशी निर्माण होते, हा प्रश्न पूर्णपणे सोडवला आणि आज एडिंग्टनच्या तर्काप्रमाणे आपण असे म्हणू शकतो की, सूर्य प्रकाश देतो त्याच कारण त्याच्या केंद्रस्थानात सतत हायड्रोजन बॉम्ब-विस्फोट होतात. परंतु ते विस्फोट आपल्याला स्फोटक स्वरूपात दिसत नाहीत. कारण सूर्याचे गुरुत्वाकर्षण प्रचंड आहे. ते स्फोटावर नियंत्रण ठेवते. त्यामुळे संथस्वरूपात बाहेर येते.

आता प्रश्न असा येतो की, जर सूर्याच्या अंतरंगात हा प्रकार चालू आहे, तर किती काळ सूर्य अशा तऱ्हेने प्रकाशत राहील? कारण कुठलाही ऊर्जेचा साठा असला तरी केव्हाना केव्हा तरी संपणारच. पाच अब्ज वर्षे सूर्याचे आजवरचे आयुर्मान सांगण्यात येते. इतका वेळ हा साठा सहज पुरतो. भविष्यकाळात नजर टाकली तर सूर्य आणखी सहा अब्ज वर्षे प्रकाशत राहणार इतका पुरेसा साठा त्याच्याकडे आहे.

सहा अब्ज वर्षांनंतर हा साठा संपेल, तेव्हा सूर्याचं काय होणार आणि पृथ्वीचं काय होणार? त्याचं उत्तरही गणित मांडून आपण काढू शकतो आणि पुढे सूर्याचे काय होईल हे सांगू शकतो. दुसरं म्हणजे काही असे तारे जे उत्क्रांतीत सूर्याच्या पुढे गेलेले आहेत, त्यांचं पुढे काय झालं हे खगोल निरीक्षणांतून आपल्याला पाहायला मिळते. हे तारे हायड्रोजन इंधनाचा साठा संपल्यानंतर फुगत जातात आणि यांना राक्षस तारे म्हणतात. तो तारा राक्षसतारा झाल्यावर त्याचा रंग लालसर झालेला दिसतो. सूर्य असा राक्षसतारा झाल्यावर फुगत फुगत बुध, शुक्र, पृथ्वी आणि कदाचित मंगळसुद्धा आपल्या पोटात घेईल! म्हणजे सूर्याचा सध्याचा जो व्यास आहे, तो वाढत जाऊन अडीचशे पटीने मोठा होईल.

आपण ज्या पृथ्वी ग्रहावर राहत आहोत, ती पृथ्वी त्यानंतर टिकून राहणार नाही. तुम्हाला काळजीच असेल की, पृथ्वीवरच्या लोकांचे काय होईल. तर आपण अशी एक कल्पना करू शकतो की, तोपर्यंत त्यांचे अंतराळ विज्ञान इतके सुधारले असेल की, पृथ्वीला धोका आहे हे त्यांना आधीच कळलेले असेल आणि ते इथली वसाहत गुंडाळून आणखी लांबच्या ग्रहावरती कुठे तरी राहायला जातील. तेव्हा त्याबद्दल आपण फारशी काळजी करायची गरज नाही. याबाबतीत मी एक चुटका वाचलेला आठवतो. एका दारूच्या गुन्यामध्ये एक प्रोफेसर आपल्या विद्यार्थ्याला हे सगळं समजावून सांगत होता की, हायड्रोजन इंधन संपल्यावर सूर्याचं पुढे काय होणार. शेजारी एक पाणसू नसलेला होता त्याने प्रश्न

की सूर्य पृथ्वीस सहा लाख वर्षांमध्ये गिळणार, हे खरे का?" तर प्रोफेसर म्हणाला, "सहा लाख नाही, सहा अब्ज वर्ष." ते ऐकून सुटकेचा निश्वास टाकून दारूडा म्हणाला, "मग काळजी करायची जरूर नाही."

तर सौर ऊर्जेचा प्रश्न पुरता सुटला असे लोकांना वाटत होते आणि १९६०-६५ च्या दरम्यानच्या शास्त्रज्ञांनी सांगितले की, हे शास्त्र आता इतकं बरोबर सगळं झालेले आहे की, सूर्याच्या अंतरंगात काय घडतंय ते आम्हाला नक्की सांगता येते. अंतरंगाचे तापमान किती आहे ते मोजायचा एक प्रयोग त्यांनी सुचवला. अंतरंगाचं तापमान तुम्ही कसं मोजणार? तर त्याच्यावर उपाय असा की, सूर्यात ज्या अणुप्रक्रिया चालू आहेत, त्यातून न्यूट्रिनो नावाचे कण निघतात आणि बाहेर पडतात. प्रकाश ज्याप्रमाणे बाहेर पडतो त्याप्रमाणे प्रकाशाच्या वेगाने येणारे वेगळे न्यूट्रिनो हे मूल कणदेखील बाहेर पडतात. न्यूट्रिनो या कणांची खासियत अशी की, ते कुठल्याही वस्तूतून सरळ आरपार जाऊ शकतात. त्यांना कोणी रोखू शकत नाही. तेव्हा पृथ्वीच्या बाजूने येणारे न्यूट्रिनो सरळ पृथ्वीच्या कडेला येत राहतात आणि किती प्रमाणात असे न्यूट्रिनो येतात, त्यांची ऊर्जा किती आहे हे आपण मोजू शकलो तर सूर्याच्या अंतरंगातले तापमान आपल्याला कळू शकते.

परंतु हा प्रयोग वाटतो तितका सोपा नाही. कारण न्यूट्रिनो कशातूनही आरपार जाऊ शकतात. तेव्हा त्यांना पकडून मोजणार कसं? परंतु त्यावरती मात करून काही न्यूट्रिनो गोळा करणारी यंत्रे अलीकडच्या काळात उभारण्यात आलेली आहेत. १९६५ पासून गेली ३० वर्षे हे प्रयोग चालू आहेत आणि यातून असं दिसून येते की, सूर्याकडून न्यूट्रिनो येतात ही गोष्ट जरी खरी असली, तरी त्या न्यूट्रिनोची संख्या अपेक्षेच्या जवळजवळ निम्मी किंवा १/३ च आहे. त्यामुळे एक पेचप्रसंग निर्माण झाला आहे. जर गणित बरोबर असलं आणि तज्ज्ञांची अशी अपेक्षा असेल की ऐंशी न्यूट्रिनो आपल्याकडे आले पाहिजेत आणि ऐंशीऐवजी जर चाळीसच आले किंवा पस्तीसच आले तर ते गणित कुठं तरी काहीतरी चुकतं. तर हे गणित नेमकं कुठे चुकतं असा हा प्रश्न आहे. खगोल विज्ञान, सूर्याच्या अंतरंगाचे मॉडेल, न्यूट्रिनो पकडण्याच्या अणु-प्रक्रिया आणि खुद्द न्यूट्रिनो ह्या मूलकणाचे गुणधर्म ह्यापैकी कुठे तरी आपली माहिती कमी पडते. त्या त्या विषयाचे तज्ज्ञ आपला विषय बरोबर; पण दोष इतर विषयात असेल म्हणून हात वर करतात! तेव्हा नेमका याच्यात दोष कुठं आहे हे सांगणं अजून लोकांना जमलेलं नाही.

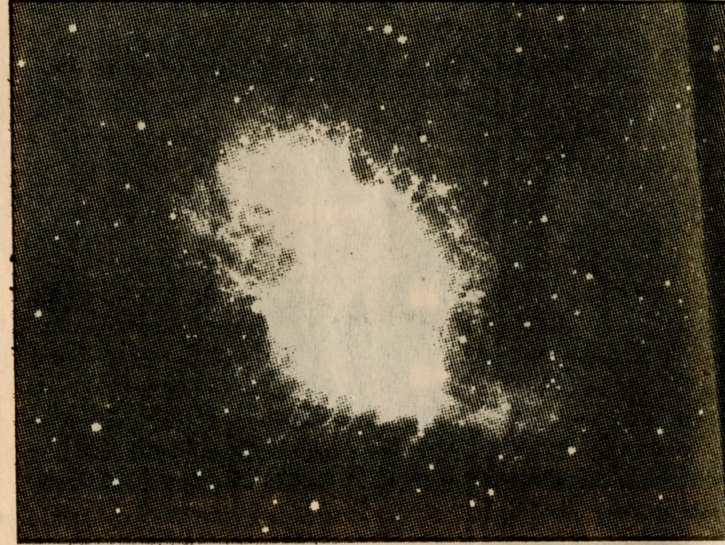
प्रत्येक वर्षी किती न्यूट्रिनो गोळा झाले याची चाचणी करण्यात येते. यातून आपल्याला काही नवीन माहिती मिळते का? तेव्हा हाच न्यूट्रिनोचा प्रश्न अजून सुटलेला नाही. 'सोलर न्यूट्रिनो प्रॉब्लेम' असं त्याला म्हणतात. यावर दरवर्षी परिमंवाद घडतात नवीन कल्पना

नवीन माहिती एकदम मिळू शकेल, त्यामुळे हा अनुत्तरित प्रश्न सुटेल!

आता तिसरा प्रश्न जो पूर्णपणे अनुत्तरित आहे, त्याबद्दल मी थोडक्यात सांगतो. हा तिसरा पूर्णपणे अनुत्तरित असा प्रश्न हा अदृश्य वस्तूच्या बद्दल आहे. अदृश्य वस्तू म्हणजे इन्व्हिजिबल मॅटर किंवा डार्क मॅटर. आकाशगंगांमध्ये ती मोठ्या प्रमाणात आहे. त्याची

होत नाही. म्हणजे लांबचा ढग तितक्याच वेगाने फिरतो, जितका जवळचा ढग फिरतो. तेव्हा पुन्हा तोच प्रश्न येतो की, न्यूटनचा सिद्धांत चुकीचा आहे का? का आपली निरीक्षणं चुकीची आहेत? निरीक्षणं चुकीची नाहीत असं सिद्ध झालं, तेव्हा मग उरतो तिसरा पर्याय, जो अजून आपण विचारात घेतला नाही. त्या पर्यायानुसार

आव्हान अनुत्तरित प्रश्नांचे



क्रॅबनेब्युला : ताऱ्याच्या महास्फोटाचे अवशेष.

पार्श्वभूमी अशी आहे :

आपली आकाशगंगा कशी आहे हे मला विचारलं तर मी सांगेन की, ती एखाद्या गोल चकतीप्रमाणे आहे आणि आपण त्या चकतीच्या केंद्रापासून सुमारे २/३ भाग बाहेर आहोत. या चकतीचा व्यास, प्रकाशाला एका टोकापासून दुसऱ्या टोकापर्यंत जायला एक लाख वर्षे लागतील, एवढा मोठा आहे. आपण आकाशगंगेच्या केंद्रापासून जवळजवळ ३० हजार प्रकाशवर्षे इतक्या लांबीवर आहोत. म्हणजे आकाशगंगेच्या केंद्रापासून आपल्यापर्यंत प्रकाश यायला ३० हजार वर्षे लागतील आणि तोच प्रकाश आणखी पुढे जात जात टोकापर्यंत पोहोचला, तर त्याला ५० हजार वर्षे लागतील. आकाशगंगेत सुमारे १००-२०० अब्ज तारे असावेत. आणि खगोलशास्त्रज्ञ आपल्या आकाशगंगे-सारख्या आणखी अनेक आकाशगंगांचा अभ्यास करतात. त्यासुद्धा अशा चकतीसारख्या असतात आणि त्यांच्यात असेच तारे आहेत. आकाशगंगेचा व्याप चकतीपर्यंतच मर्यादित आहे, असे समजले जाई. परंतु १९७० नंतर काही नवे शोध लागू लागले. त्यासाठी रेडिओ, खगोलविज्ञान वापरण्यात आले. आकाशगंगेच्या भोवताली फिरणाऱ्या हायड्रोजनच्या ढगांची मोजमापे ह्या रेडिओतंत्राने घेण्यास सुरुवात झाली. न्यूटन (किंवा आइन्स्टाईन)च्या नियमानुसार असा ढग आकाशगंगेच्या पासून जितका लांब असेल तितका त्याचा वेग कमी दिसला पाहिजे. परंतु जेव्हा ही निरीक्षणं घेण्यात आली. तेव्हा

आकाशगंगा तिच्या दिसणाऱ्या चकतीपुरती मर्यादित नसून आणखी दूरवर पसरली आहे आणि हे बाहेरचे भाग डार्क मॅटरचे बनलेले आहेत. ही मॅटर दिसत नाही पण तिचे गुरुत्वाकर्षण या ढगांच्या वरती काम करत आहे. हा पर्याय जर आपण विचारात घेतला, तर आपल्या आकाशगंगेचे वस्तुमान ताऱ्यांच्या स्वरूपात आहे त्याच्या चौपट-पाचपट पटीने डार्क मॅटरच्या स्वरूपात असावे. म्हणजे आपली एकंदर कल्पना असते की, आकाशात जे दिसते तेवढेच तारे वगैरे तिथे आहेत, तशी स्थिती नसून पुष्कळ नवीन अदृश्यप्राय वस्तू अंतराळात आहेत पण कुठल्याही दुर्बिणीला त्या दिसत नाहीत.

त्याच्याही पलीकडे गेलो तर आपण आकाशगंगेचे मोठाले समूह पाहतो. त्याच्यात आकाशगंगा खूप वेगाने फिरताना दिसतात आणि त्या मागे न्यूटनचा किंवा आइन्स्टाईनचा सिद्धांत लावला तर असं दिसून येतं की, इतक्या वेगाने या आकाशगंगा फिरायला हव्या असतील तर त्या समूहामध्येसुद्धा आकाशगंगेच्या दरम्यानच्या प्रदेशात अदृश्य वस्तूंचा प्रचंड साठा असला पाहिजे. आपल्याला दिसतं त्याच्या दसपट किंवा पंधरापटीने जास्त अदृश्य वस्तू या समूहामध्ये असाव्यात. तेव्हा जसजसा आपला निरीक्षणाचा आवाका वाढत जातो, तसे डार्क मॅटरचं प्रमाण वाढत जाताना आपल्याला दिसते.

याची एक उपमा आपल्याला दैनंदि जीवनातल्या इकोनॉमिक्समध्ये क्षेत्रातून मिळते. ती म्हणजे ज

दिसत नाही, परंतु त्याचे परिणाम मात्र आपल्याला दिसतात. पुष्कळ गोष्टी घडताना दिसतात; परंतु त्यामागे जो पैसा आहे, तो सगळा पैसा इन्कम टॅक्सच्या खात्यात नोंदवलेला नसतो. तो अदृश्य असला तरी किती काळा पैसा अस्तित्वात आहे त्याचा अंदाज तज्ज्ञ लोक लावू शकतात. त्याचप्रमाणे खगोलशास्त्रज्ञ किती डार्क मॅटर असेल,

याबद्दल ती प्रत्यक्ष दिसत नसली तरी त्याबद्दल अंदाज लावतात. आकाशगंगा इतक्या भरभर फिरतात त्याअर्थी त्यांना फिरविणारं इतकं इतकं डार्क मॅटर असलं पाहिजे, हायड्रोजनचे ढग इतक्या वेगाने फिरतात, त्या अर्थी तेथे अमूक प्रमाणात डार्क मॅटर असले पाहिजे.

मग अर्थात प्रश्न येतो की, यां अदृश्य वस्तू कशाच्या बनलेल्या आहेत. याचं उत्तर आपल्याला अद्याप मिळालेले नाही. समजा, आपण असं म्हटलं की, या अदृश्य वस्तू कृष्णविवरांच्या बनलेल्या आहेत. (कृष्णविवर म्हणजे ब्लॅक होल. त्याची घनता इतकी असते की, प्रकाशाला ते बाहेर जाऊ देत नाहीत.) तर असे ब्लॅक होल्स सगळीकडे असलेले चालले का? उत्तर : चालत नाही. तज्ज्ञांच्या मते ही अदृश्य वस्तू काहीतरी वेगळ्याच घटकांची बनलेली आहे. न्यूट्रॉन, प्रोटॉन वगैरे आपल्याला परिचित असलेल्या मूलकणांची बनलेली नाही, कारण तशी बनलेली आहे, असं गृहीत धरलं तर तुमची आणखी काही गणिते चुकतात.

मूलकणांचा अभ्यास करणारे लोक सांगतात की, त्यांच्या गणिताप्रमाणे केवळ न्यूट्रॉन, प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन, एवढेच मूलकण नसून आणखी पुष्कळ प्रकारचे मूलकण असू शकतात. परंतु ते अजून

कोणाला दिसलेले नाहीत. कदाचित ते मूलकण या अदृश्य वस्तूंच्या साठ्यामध्ये असू शकतील अशी एक कल्पना तज्ज्ञांमध्ये सध्या प्रचलित आहे. कदाचित आपल्याला आणखी दहा-वीस वर्षांमध्ये या प्रश्नाचा थोडातरी उलगडा झालेला दिसेल; परंतु कदाचित असंही दिसून येईल की, या अदृश्यप्राय वस्तू खरोखर विचित्र घटकांच्या बनलेल्या नसून न्यूट्रॉन, प्रोटॉनच्याच बनलेल्या आहेत. आणि आज ज्या गणिताच्या आधारे लोक सांगतात की, डार्क मॅटर न्यूट्रॉन प्रोटॉनच्या रूपात नसावी, ते गणित चुकलेलं असावं. म्हणजे वेगवेगळे पर्याय आपल्याला डोळ्यासमोर ठेवायला हवेत.

तर अशी ही प्रश्नमालिका खरोखर न संपणारी आहे. म्हणून मी उदाहरण म्हणून तुम्हाला तीन प्रश्न सांगितले आणि यातला पहिला प्रश्न संपूर्ण सुटलेला आहे. दुसरा किस्सा ऐंशी टक्के सुटलेला आहे, असे म्हणूया आणि तिसरा शून्य टक्के ! कधी कधी लोक असं विचारातात की, विज्ञानाच्या क्षेत्रामध्ये माझ्यासारख्या वैज्ञानिकांना नेमके कसले आकर्षण वाटते? मला आकर्षण वाटतं ते त्यामध्ये न सुटलेल्या प्रश्नांचे. ते प्रश्न आपल्याला आव्हान म्हणून पुढे खेचत असतात. अशी आव्हानं संपली, तर विज्ञान हा एक अत्यंत नीरस विषय होईल. आपण इतिहासात वाचतो की, अलेक्झांडर (सिकंदर) याने लहानपणी तक्रार केली की, माझे वडील सर्व पृथ्वी जिंकायला निघाले, मग मी राजा झाल्यावर काय जिंकणार? तशी स्थिती विज्ञानात आली (आणि सध्या ती आलेली नाही), जर सर्व प्रश्न सुटले, तर विज्ञानाच्या क्षेत्रात शिरायला कोणालाही आकर्षण वाटणार नाही. जेव्हा असे आव्हानात्मक प्रश्न असतात, तेव्हाच लोकांना विज्ञान हे संशोधनाला आकर्षक क्षेत्र वाटतं आणि सध्या ते तसे आहे. ■