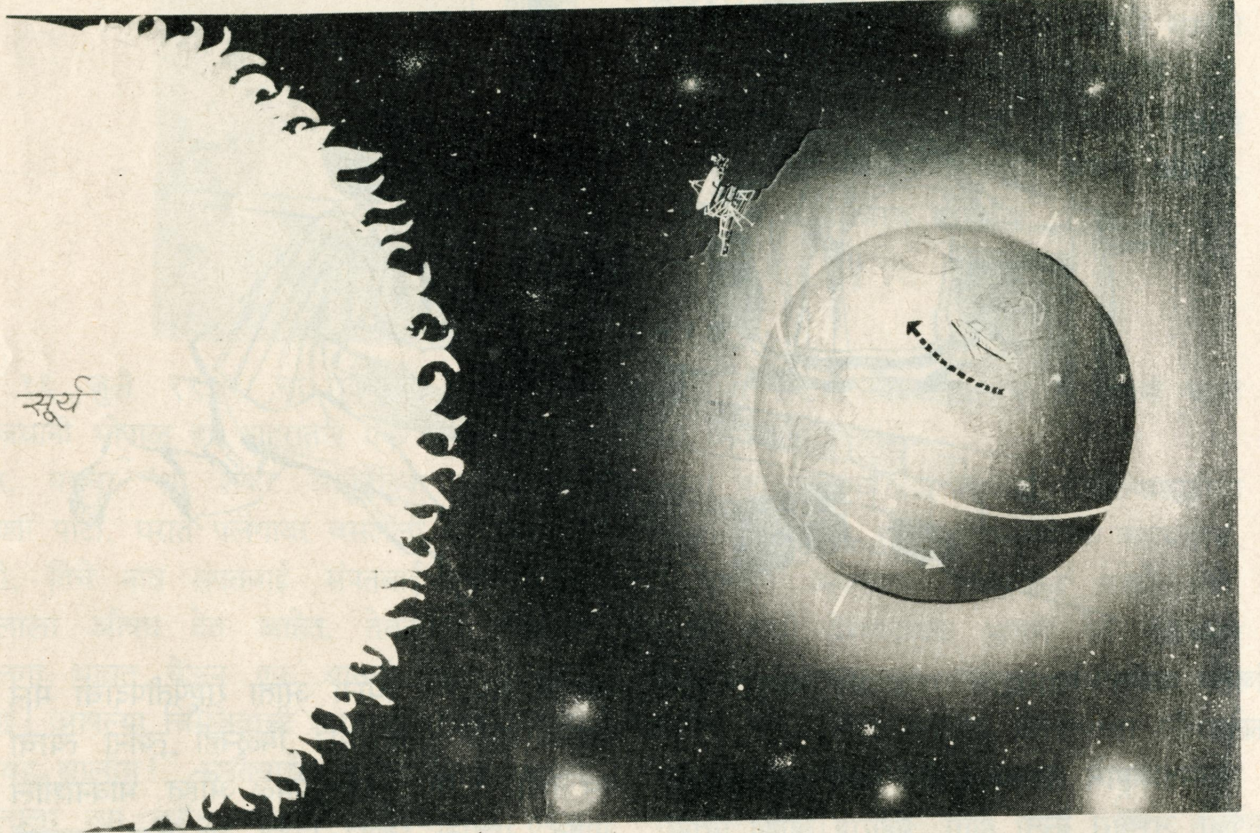


खगोल विज्ञानातील सुरस आणि चमत्कारिक गोष्टी - लेख क्रमांक १

आकाशाशी जडले नाते धरणीमातेचे

- डॉ. जयंत नारळीकर



●● मानवाच्या सभोवताली विश्वाचा अफाट पसारा आहे. त्यातील अनेक नैसर्गिक घटना मती गुंग करून टाकतात. पण त्यांची शास्त्रीय कारणे समजली की त्यातील गूढ नाहीसे होते. हे विश्व घडले कसे, ते खरोखर काय आहे, त्यात फेरबदल कसे होत असतात, कसे होत राहातील हे शोधण्यासाठी वैज्ञानिक सतत, पद्धतशीरपणे प्रयत्न करत असतात. ज्या सामान्य घटनांना माणूस चमत्कार मानतो त्यांचा रहस्यभेद अशा शोधातून होत असतो. जगप्रसिद्ध खगोलशास्त्रज्ञ डॉ. जयंत नारळीकर ह्यांनी "पसाय" मासिकासाठी सुरू केलेल्या ह्या लेखमालेतून कितीतरी चमत्कारांची खरी कारणे वाचकांना समजतील. त्याबद्दल काही शंका वाचकांच्या मनात आल्या तर त्या स्पष्टपणे लिहून आम्हाला जरूर कळवाव्या. ●●

अनादिकालापासून मानव पृथ्वीवरून आकाशाकडे पाहात आला आहे. भर दिवसा, रणरणत्या उन्हात सूर्याकडे पाहता येत नाही. सूर्याचे प्रखर तेज डोळे दिपवून टाकते. त्या उलट, रात्री चंद्रप्रकाश सुखद वाटतो आणि त्या तुलनेत टिमटिमणारे तारे तर अगदीच मंद दिसतात.

सूर्याच्या तेजाने मानव दिपून गेला म्हणून पूर्वीच्या काळी, पृथ्वीच्या पाठीवर ठिकठिकाणी नांदणाऱ्या संस्कृतींमध्ये सूर्याला देवाचे स्थान मिळाले. भारतात, वैदिक काळात, सूर्याची उपासना करणारे मंत्र रचले गेले. ग्रीक लोकांनी त्यांच्या देवादिकात सूर्याची गणना केली 'अपोलो' ह्या नावाने! मिसर देशातल्या पुरातन संस्कृतीत सूर्याला 'रा' म्हणून ओळखले जाई. पश्चिमेकडे अस्ताला गेलेला 'रा' नावेत बसून पूर्वेकडे पुन्हा उदयासाठी हजर होतो असा तिथे समज होता.

हळूहळू आकाशनिरीक्षणात विज्ञानाचा वाटा वाढू लागला. 'वर' दिसणाऱ्या लांबच्या वस्तूंबद्दल कुतूहल वाढत गेले. भीती वा आदराची जागा जिज्ञासेने घेतली. सूर्य प्रकाशतो, पण का? चंद्रप्रकाश हा खरोखर चंद्राचा स्वतःचा प्रकाश आहे का? मंद दिसणारे तारे खरोखर शक्तिहीन आहेत का? असे प्रश्न तोच मानव पुढे विचारू लागला. सूर्यग्रहण आणि चंद्रग्रहण ह्यांसारख्या घटना पाहून घाबरून न जाता त्यांचे कारण मानवाने शोधून काढले. धूमकेतूंचे आगमन अशुभ नसून त्यांच्यापासून आपल्याला सूर्यमालेची पुष्कळ माहिती मिळू शकते, ही जाणीव त्याला होऊ लागली.

आपली पृथ्वी एकीकडे आणि दुसरीकडे लांबवर पसरलेले ग्रहताऱ्यांनी भरलेले अंतराळ, ही पृथ्वीच्या वेगळेपणाची भावना पण हळूहळू दूर झाली. काही काळाने ती जवळजवळ

नाहीशी झाली. उलट, पृथ्वी सूर्यमालेतला एक ग्रह असून ह्या विशाल विश्वाचा एक घटक आहे असे चित्र आज स्पष्ट होत आले आहे. धरणीमातेचे आकाशाशी नाते जोडायला व ते पक्के करायला कारणीभूत झाल्या विज्ञान आणि तंत्रज्ञानाने मारलेल्या भराऱ्या!

ग्रहांच्या गतीचे रहस्य सोडवणारे आणि सूर्याचे अंतरंग कसे आहे, ते सांगणारे वैज्ञानिक सिद्धांत आज तयार आहेत. त्यांचा वापर करून, अंतराळात जाऊन माहिती मिळवणाऱ्या दुर्बिणी व अंतराळयाने देखील आज मानवाकडे आहेत.

अशा प्रकारे, अशा साधनांनी, विश्वाबद्दल जी माहिती मिळते ती खरोखरच 'अद्भूत' सदरात मोडते. पृथ्वीवर राहून आपले नेहमीचे जीवन जगताना ह्या नवीन माहिती होणाऱ्या गोष्टी खऱ्या वाटत नाहीत. पण सत्य हे कधी कधी कल्पनेपेक्षा अद्भूत वाटते. ह्या लेखमालेत आपण अशी काही उदाहरणे पाहणार आहोत.

सूर्य पश्चिमेला उगवला ?

आपण कधीकधी म्हणतो की, "एकवेळ सूर्य पश्चिमेला उगवेल पण अमुक अमुक घडणार नाही." ह्या वाक्प्रचारातून असे गृहीत धरले जाते की सूर्य सदा पूर्वेलाच उगवताना दिसणार. तो पश्चिमेला उगवणे सुतराम संभव नाही!

पण मी स्वतः सूर्य पश्चिमेला उगवताना पाहिला !

हे शक्य आहे! ते कसे, केव्हा आणि कुठे ते आपण आता पाहू. मी लंडनहून अमेरिकेतील एक मोठे शहर शिकागो येथे विमानाने जात होतो. संध्याकाळची वेळ होती आणि डिसेंबर महिना होता. विमानाच्या खिडकीतून सूर्यास्ताच्या सुमाराला दिसणारी लाली आकाशात होती पण सूर्य क्षितिजाखाली होता.

आता अंधार पडणार असे गृहीत धरायला हरकत नव्हती. पण एकाएकी सूर्य पश्चिम क्षितिजातून डोके वर काढून वर येऊ लागला. काही काळ तो वर येत गेला आणि मग अस्ताला गेला.

ही किमया कशी घडली ?

किमयेचे कारण शोधायला प्रथम ह्या प्रश्नाचा विचार करू :

सूर्य पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जाताना का दिसतो ? प्रश्नाचे उत्तर : कारण, पृथ्वी आपल्या उत्तर-दक्षिण अक्षाभोवती भोवत्यासारखी फिरत असते, पश्चिमेकडून पूर्वेकडे ! आता कल्पना करा की जर तुम्ही विमानात बसून पूर्वेकडून पश्चिमेकडे गेलात तर तुमची आकाशातली यात्रा पृथ्वीच्या फिरण्याच्या दिशेच्या उलट्या दिशेने होणार नाही का ? विषुववृत्तावर पृथ्वीचा परीघ सुमारे ४०,००० किलोमीटर आहे. जसे जसे तुम्ही उत्तरेला जाल तसतसा हा परीघ घटत जातो. अक्षांश ६० वर हा परीघ निम्मा म्हणजे जवळजवळ २०,००० किलोमीटर असेल. पृथ्वीच्या फिरण्यामुळे २४ तासात हा परीघ पूर्ण चक्कर मारून पूर्ण होईल. म्हणजे ह्या अक्षांशावर पृथ्वीचा फिरण्याचा वेग ताशी ८३३ किलोमीटर आहे. पण जर जेट विमान उलट्या दिशेने ताशी ९०० किलोमीटर वेगाने गेले तर ते पृथ्वीच्या फिरण्यावर मात करेल, नाही का ?

तेव्हा अशा विमानातून जाताना सूर्य उलटा जाताना दिसल्यास नवल काय ? ध्वनीची वेगमर्यादा ओलांडून जाणाऱ्या विमानातून हे दृश्य नेहमी दिसते. अशा प्रकारचे कॉकॅर्ड विमान लंडनहून दुपारी १२ वाजता निघाले की न्यूयॉर्कला त्याच दिवशी सकाळी दहाला पोहोचू शकते ते ह्याच कारणाने.

काळ्या आकाशात तळपणारा सूर्य

हे शक्य आहे का, की निरभ्र आकाशात सूर्य एका दिशेला तळपताना दिसतो पण सूर्यापासून लांब दुसऱ्या दिशेला पाहिले तर तिथे काळ्याकुट्ट आकाशात तारे चकाकताना दिसतात ?

तुम्ही म्हणाल-हे अशक्य आहे !

पण हे शक्य आहे. जर तुम्ही पृथ्वी सोडून, तिच्या भोवतालचे वायुमंडल ओलांडून वर गेलात तर हे दृश्य पाहू शकाल ! अंतराळवीरांना हे दृश्य दिसते.

कारण ?

कारण शोधताना प्रथम पृथ्वीवरचा अनुभव पाहू. सूर्याकडून येणारी किरणे बरीचशी सरळ आपल्याकडे येतात. पण काही किरणे वायुमंडलात धूळ आणि वायुकणांवर आपटून इकडेतिकडे पसरतात. त्यामुळे आकाश प्रकाशाने न्हाऊन निघते आणि सूर्यप्रकाशाच्या सात रंगांपैकी निळा रंग ह्या पसरण्याच्या प्रक्रियेत प्रामुख्याने दिसतो. म्हणून आकाश निळे असते.

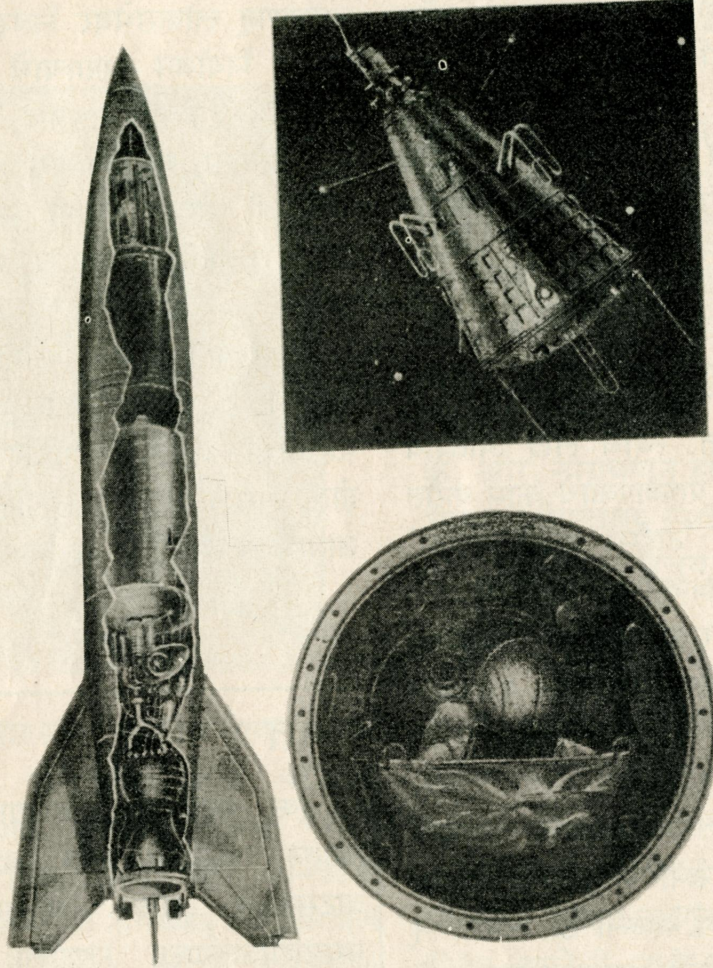
पण वायुमंडल ओलांडून वर गेले की तिथे सूर्यप्रकाश असा पसरत नाही. त्यामुळे सूर्याची किरणे सरळ पाहणाऱ्यांकडे येतात आणि केवळ त्या दिशेने सूर्य तळपताना दिसतो. बाकीच्या दिशा काळ्याकुट्टच राहतात.

म्हणजे पृथ्वीच्या कुशीतून बाहेर पडून मानवाने अंतराळात झेप घेतली की त्याला अशी अनेक विचित्र दृश्ये दिसतील. परंतु ती पाहून बावचळण्याचे, घाबरण्याचे कारण नाही. कारण विज्ञानाचा वापर केला की त्यांच्या विचित्रपणाचे कारण समजते. पुढल्या लेखात सूर्यमालेत अंतराळयानातून जाणाऱ्यांना आणखी काय अनुभव येतील ते पाहू !

□ □ □

अंतराळात झेप

डॉ. जयंत नारळीकर



●● मानवाच्या सभोवताली विश्वाचा अफाट पसारा आहे. त्यातील अनेक नैसर्गिक घटना मती गुंग करून टाकतात. पण त्यांची शास्त्रीय कारणे समजली की त्यातील गूढ नाहीसे होते. हे विश्व घडले कसे, ते खरोखर काय आहे, त्यात फेरबदल कसे होत असतात, कसे होत राहातील हे शोधण्यासाठी वैज्ञानिक सतत, पद्धतशीरपणे प्रयत्न करत असतात. ज्या सामान्य घटनांना माणूस चमत्कार मानतो त्यांचा रहस्यभेद अशा शोधातून होत असतो. जगप्रसिद्ध खगोलशास्त्र डॉ. जयंत नारळीकर ह्यांनी “पसाय” मासिकासाठी सुरू केलेल्या ह्या लेखमालेतून कितीतरी चमत्कारांची खरी कारणे वाचकांना समजतील. त्याबद्दल काही शंका वाचकांच्या मनात आल्या तर त्या स्पष्टपणे लिहून आम्हाला जरूर कळवाव्या. ●●

१९५७ सालचा ऑक्टोबर महिना. तारीख ४.

हा दिवस मानवाच्या इतिहासात एक महत्त्वाचा टप्पा. त्या दिवशी रशियाने “स्पुटनिक” हा कृत्रिम उपग्रह अंतराळात धाडला. ज्याप्रमाणे चालायला शिकणारे लहान मूल किंचित बिचकत पहिले पाऊल टाकते तशातलाच हा प्रयत्न होता. अंतराळ प्रवासासाठी मानवाचे पृथ्वीबाहेरचे पहिले पाऊल टाकण्याआधीच ती चाचपणी होती.

ह्या स्पुटनिक उपग्रहामधून मानव अंतराळात गेला नव्हता. फार काय स्पुटनिक मधून एखादा प्राणीही पाठवला नव्हता. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणावर मात करून वायुमंडलात मानवनिर्मित उपग्रह पाठवता येतो इतपत तंत्रज्ञान प्रगत झाले आहे हे स्पुटनिकने दाखवले. नंतरच्या प्रयत्नात टप्प्याटप्प्याने, प्रथम एक कुत्री (लायका) व नंतर मानव (यूरी गागारिन) कृत्रिम उपग्रहातून अंतराळात गेले. त्यानंतर चंद्रापर्यंतची सफर करण्यात मानव (आर्मस्ट्रॉंग, आल्ड्रिन व कॉलिन्स) यशस्वी झाला. आज अंतराळात पुष्कळ महिने राहण्याची, यानाबाहेर जाऊन फेरफटका मारण्याची, एवढेच नव्हे तर दुसऱ्या उपग्रहाची दुरुस्ती अंतराळात करण्याचे कौशल्यही मानवाने मिळवले आहे.

अंतराळातल्या अशा भराऱ्यांतून मानवाला नवनवे अनुभव पण मिळत गेले. गेल्या लेखात (लेख क्र.१ मध्ये) काळ्या आकाशात एकीकडे सूर्य तर दुसरीकडे तारे त्याला दिसले हे का व कसे घडले ते आपण पाहिले. ह्या लेखात आपण एका वेगळ्याच प्रकारच्या अनुभवाची चर्चा करणार आहोत. अंतराळात वसाहती बांधू पाहणाऱ्या मानवाला अशा अनुभवाला सतत तोंड द्यावे लागणार.

सूक्ष्म गुरुत्वाकर्षण

आपण वजनाच्या काट्यावर उभे राहिलो

की काटा आपले वजन सांगतो. पृथ्वीवर जर एखाद्याचे वजन ६० किलो असेल तर चंद्रावर गेल्यानंतर त्याच काट्यावर त्याचे वजन जेमतेम १० किलो इतकेच भरेल! कारण काय?

काटा आपले वजन सांगतो म्हणजे नेमके काय सांगतो? आपण काट्याच्या आधारतळावर उभे राहिलो की आपल्या वजनाच्या बळामुळे त्या तळावर दाब येतो. तो दाब मोजून काटा आपले वजन सांगतो. वजनाचे बळ म्हणजे पृथ्वी आपल्याला स्वतःकडे खेचून घेते त्या आकर्षणाचे बळ. सतराव्या शतकात न्यूटन ह्याने “गुरुत्वाकर्षण” हे नाव त्या बळाला दिले. त्याने असा सिद्धांत मांडला की हे बळ कोणत्याही दोन वस्तूंमध्ये सतत कार्यरत असते. हे बळ कसे मोजायचे ते न्यूटनचा नियम गणितरूपाने सांगतो.

त्या नियमाप्रमाणे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पृथ्वीमुळे होणारे गुरुत्वाकर्षण चंद्राच्या पृष्ठभागावर होणाऱ्या चंद्राच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सहापट असते. म्हणून चंद्रावर आपले वजन त्या प्रमाणात घटलेले आपल्याला दिसून येईल. तेव्हा “वजन” हा गुण आपण कुठे आहोत त्यावर अवलंबून असतो.

पृथ्वीभोवताली घिरट्या घालणाऱ्या कृत्रिम उपग्रहात किंवा स्पेस शटलसारख्या अंतराळ यानात हे गुरुत्वाकर्षण नगण्य असते. म्हणजे अशा ठिकाणी माणसाला इतके हलके वाटते की वजन जवळजवळ नाहीच असे त्याने समजावे. अशा परिस्थितीला सूक्ष्म गुरुत्वाकर्षण (मायक्रोग्रॅव्हिटी) हे नाव दिले आहे. आपण आता तिचे काही परिणाम पाहू.

स्पेस शटलमधील अनुभव

अंतराळवीरांना अनेक दिवस अंतराळात राहण्याचा अनुभव स्पेस शटल सारख्या अवकाश यानात मिळतो. हे यान रॉकेटच्या साहाय्याने

अंतराळात झेप घेते. मग पूर्वनियोजित कक्षेत पृथ्वीची परिक्रमा करते. काम संपले की हे यान एखाद्या जेट विमानाप्रमाणे धावपट्टीवर उतरते. अंतराळात अनेक प्रयोग करून पाहणे स्पेस शटल मुळे (ये-जा करणाऱ्या अवकाशयानामुळे) शक्य झाले आहे. त्यापैकी काही प्रयोग तर असे आहेत की ते पृथ्वीवर करणे शक्य नाही. कारण पृथ्वीवर पृथ्वीचेच गुरुत्वाकर्षण सतत असते!

ह्या सतत असणाऱ्या गुरुत्वाकर्षणाची आपल्याला इतकी सवय झाली आहे की ते नसेल तर काय होईल याची कल्पनाच विचित्र वाटते. पण स्पेस शटलमधल्या प्रवाशांना काय काय अनुभव येतात ते पाहू. कल्पना करा की तुम्हीच शटलमधून प्रवास करत आहात आणि ते शटल आपल्या नियोजित कक्षेत पृथ्वीभोवती घिरट्या घालीत आहे.

आपण एखाद्या खोलीत (पृथ्वीवर) असतो, तेव्हा खोलीची फरशी कोणती, भिंती कुठल्या आणि छत कुठले याबद्दल वाद नसतो. आपण चालतो ती फरशी, डोक्याकडे छत तर आजुबाजूला भिंती हा सरळ मामला असतो. कारण? पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण!

पण शटलवर असे नाही, कारण गुरुत्वाकर्षणच नसल्याने “खाली”, “वर” चा भेदभाव नाही. अंतराळवीर शटलच्या कुठल्याही आतल्या पृष्ठभागावर पाय ठेवून हीच फरशी असे म्हणू शकतात. फक्त कुठेही पाय ठेवून उभे राहणे सोपे नसते. कारण पृथ्वीवर फरशीला खिळवून ठेवणारे आपले वजन शटलवर शून्य समान असते. पृथ्वीवरच्या खोलीत भिंतीवर, छतावर कुठेही अलगद चालणे शक्य नसते. ते शटलमधल्या खोलीत जमते.

एखादी पाण्याची बाटली उघडून उलटी केली की पाणी खाली पडते हा आपला पृथ्वीवरचा

अनुभव. शटलमध्ये अशा बाटलीतून पाणी खाली पडणार नाही. कारण “खाली”ला आता अर्थच नाही. खूप झटकले तर पाणी गोळ्याच्या रूपात (म्हणजे भला मोठा थेंबच!) बाहेर पडेल व हवेत तरंगत राहील.

ह्या गुरुत्वाकर्षणाच्या अभावामुळे आपल्या शरीराला पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणात राहून झालेल्या सवयी आता नडायला लागतात. तुम्हीच विचार करून पहा की शरीरधर्माला अनुसरून केल्या जाणाऱ्या नैसर्गिक दैनंदिन क्रिया शटलमध्ये करणे किती अवघड असेल ते!

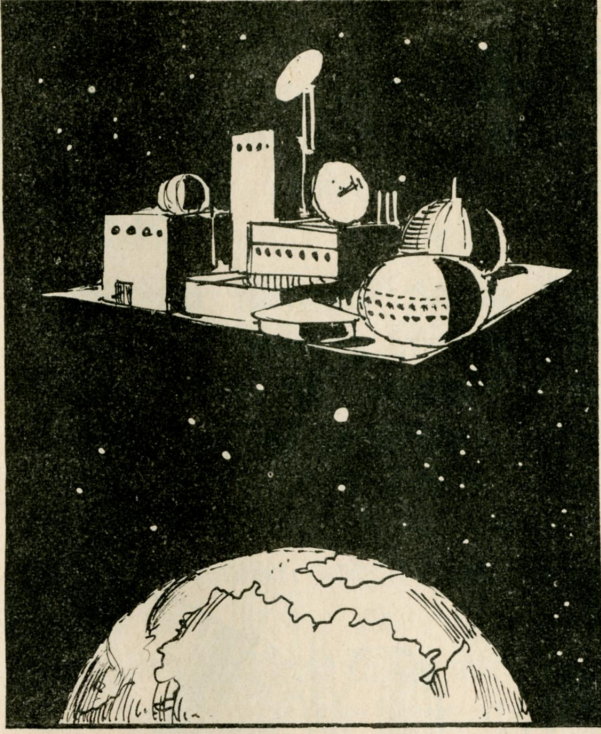
म्हणूनच अंतराळवीरांना अशा स्थितीत राहण्याचा पुष्कळ सराव करावा लागतो. आणि पुष्कळ दिवस अंतराळात काढल्यावर शरीराला पण बराच ताण सहन करावा लागतो. अंतराळात खूप काळ राहिल्यावर शरीरावर आणि मनावर परिणाम काय होतात, हा संशोधनाचा विषय आहे.

अंतराळात उद्योगधंदे

गुरुत्वाकर्षण नसणे हे आपल्या शरीराला विचित्र आणि अडचणीत टाकणारे असले तरी त्याचे फायदे पण आहेत.

आता पाण्याच्या गोळ्याचेच उदाहरण घेऊ. पृथ्वीवर पाणी किती जरी शुद्ध केले तरी ते ठेवायला भांडे लागते आणि त्या भांड्याच्या संसर्गामुळे अशुद्धता येऊ शकते. पण गुरुत्वाकर्षण नसेल तर पाण्याचा गोळा भांड्याशिवाय तरंगत असतो व त्यामुळे त्याच्या शुद्धतेला धोका नसतो!

ह्याचा फायदा शुद्ध औषधे तयार करण्यासाठी घेता येईल. वेगवेगळ्या द्रवांच्या मिश्रणाने केली जाणारी औषधे अतिशुद्ध स्थितीत बनवता येतील. इतकी शुद्धता पृथ्वीवर शक्य नाही. शिवाय वेगवेगळ्या धातूंची मिश्रणे अंतराळात जितक्या सहजतेने करता येतील तितक्या सहजतेने ती



पृथ्वीवर बनवता येणार नाहीत. म्हणून संमिश्र धातूंचे नवे प्रकार अंतराळात करावयाच्या औद्योगिक प्रकल्पात आपल्याला पाहायला मिळतील.

आणखी एक फरक इमारतींचा! अंतराळात वसाहती उभारायच्या म्हणजे टोलेजंग इमारती आल्याच. परंतु पृथ्वीवर मजबूत सिमेंट-काँक्रीट व स्टील वापरून भक्कम पण जड इमारती बनवतात. तसे अंतराळात आवश्यक नाही. मूळ वजनच नसले तर भरपूर वजन पेलणाऱ्या इमारती कशाला पाहिजेत? नवीन “हलक्या” वस्तूंच्या लांबच लांब (म्हणजेच उंचच्या उंच) इमारती आणि वसाहती सहज बांधता येतील.

सौरऊर्जा प्रकल्प

पण अंतराळ तंत्रज्ञानाचा सर्वात मोठा संभाव्य फायदा म्हणजे उर्जेचा प्रश्न सुटण्याची शक्यता!

प्रगतीपथावर असलेल्या मानवजातीच्या उर्जेची भूक दिवसेंदिवस वाढत चालली आहे. ती भागवायला पेट्रोल, कोळसा, अणुइंधन आदी

साधने किती काळ पुरतील? हा यक्षप्रश्न आहे. पण त्याचे उत्तर सापडू शकेल. एक वेगळा अमर्याद उर्जेचा साठा अंतराळात उपलब्ध आहे- तो म्हणजे आपल्याला प्रकाश देणारा सूर्य!

सूर्यप्रकाशाद्वारे येणारी ऊर्जा आपल्या गरजेच्या तुलनेत दहा हजारपटीहून जास्त आहे. म्हणजे पृथ्वीच्या दिशेने दर सेकंदाला सूर्याकडून येणारी ऊर्जा जर आपण सहस्रांशाने देखील वापरली तरी आपल्या गरजेपेक्षा दसपटीने जास्त ऊर्जा मिळेल. पण ती वापरायची कशी? हे करता येईल: अंतराळात विशाल (म्हणजे किलोमीटर गुणिले किलोमीटर) क्षेत्रफळाचे आरसे उभारून त्याद्वारे सूर्यप्रकाश एका नाभिस्थळी केंद्रित करून!

खरे तर भिंगातून प्रकाश केंद्रित करून कागद जाळण्याचा हा प्रकार आहे. भिंगाऐवजी वक्रगोल आरसे वापरायचे, एवढाच फरक. केंद्रात गोळा झालेली ऊर्जा सूक्ष्म लहरीत परिवर्तित करून पृथ्वीकडे पाठवता येईल आणि विद्युत केंद्रात त्या सूक्ष्मलहरींचे रूपांतर विजेत करता येईल. असा हा प्रकल्प पुढल्या शतकात खचित साकार होईल.

अंतराळाची अशी भेट स्विकारताना आपण असा प्रश्न विचारून पाहू : “पण सूर्यात ऊर्जा आली कुठून?”

ह्याचे उत्तर पुढल्या अंकात!

□ □ □

गंमत

एका प्रसिद्ध वकीलसाहेबांना वाटेत एक माणूस भेटला. तो म्हणाला, “मी आपल्याबद्दल खूप ऐकलं आहे!”

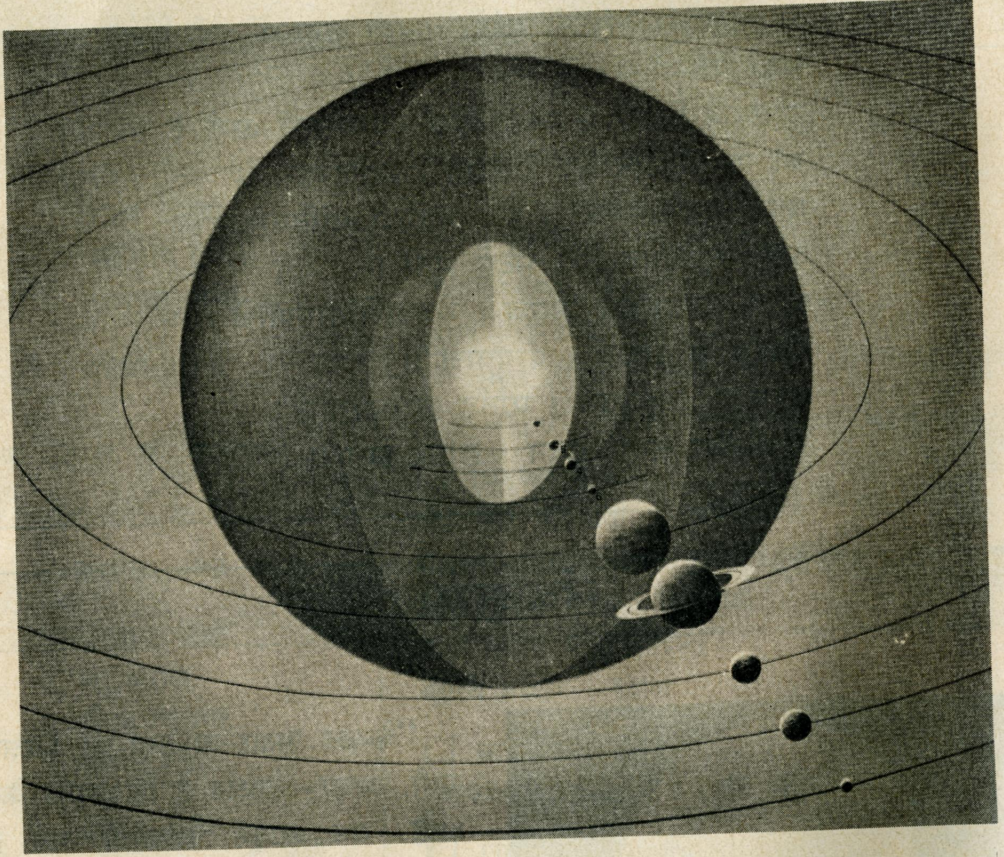
वकीलसाहेब चपापून म्हणाले, “पण ते सिद्ध करायला पुरावा आहे का तुमच्याकडे?”

□ □ □

खगोल विज्ञानातील सुरस आणि चमत्कारिक गोष्टी - लेख क्रमांक ३

सूर्य तैजाचे रहस्य

- डॉ. जयंत नारळीकर



●● मानवाच्या सभोवताली विश्वाचा अफाट पसारा आहे. त्यातील अनेक नैसर्गिक घटना मती गुंग करून टाकतात. पण त्यांची शास्त्रीय कारणे समजली की त्यातील गूढ नाहीसे होते. हे विश्व घडले कसे, ते खरोखर काय आहे, त्यात फेरबदल कसे होत असतात, कसे होत राहातील हे शोधण्यासाठी वैज्ञानिक सतत, पद्धतशीरपणे प्रयत्न करत असतात. ज्या सामान्य घटनांना माणूस चमत्कार मानतो त्यांचा रहस्यभेद अशा शोधातून होत असतो. जगप्रसिद्ध खगोलशास्त्रज्ञ डॉ. जयंत नारळीकर ह्यांनी "पसाय" मासिकासाठी सुरू केलेल्या ह्या लेखमालेतून कितीतरी चमत्कारांची खरी कारणे वाचकांना समजतील. त्याबद्दल काही शंका वाचकांच्या मनात आल्या तर त्या स्पष्टपणे लिहून आम्हाला जरूर कळवाव्या. ●●

आकाशातल्या ग्रहतारकांमध्ये आपल्याला सर्वात तेजस्वी वाटतो सूर्य. सूर्याच्या तेजामुळे, त्यापासून मिळणाऱ्या प्रकाशामुळे आणि ऊर्जेच्या सतत वाहणाऱ्या स्रोतामुळे सूर्यात मानवाने दिव्यत्व पाहिले---- सूर्याला अर्घ्य वाहिले, मंत्रांनी त्याची अर्चना केली---- पण त्याच्या मनात एक प्रश्न सतत डोकावत होता.

सूर्यात - सतत तळपत राहण्याइतपत - शक्ती आली कुठून ?

ह्या प्रश्नाचे उत्तर त्याला विज्ञानाने दिले. पण ते लगेच त्याला सहजासहजी मिळाले नाही. त्यासाठी पुष्कळ प्रयत्न करावे लागले. बरेच प्रयत्न फसलेही. पण आता मिळालेले उत्तर बरोबर वाटते आणि ते अद्भुतही आहे. ते उत्तर आपण आता पाहू.

पण त्यापूर्वी सूर्याची प्रकाशण्याची शक्ती नेमकी किती आहे ते सांगणे आवश्यक आहे.

हे अजमावून पाहायला सूर्य शक्ती नेमकी किती आहे ते सांगणे आवश्यक आहे.

हे अजमावून पाहायला आपण सूर्याची तुलना ४० वॉट च्या दिव्याशी किंवा ट्यूबलाइटशी करू. इतक्या शक्तीचा दिवा रात्री आपल्या खोलीत प्रकाश पुरवायला पुरेसा असतो. त्या तुलनेत सूर्य किती वॉटचा प्रकाश पुरवतो ? उत्तर आहे : ४०,००,००,०००,०००,०००, ०००,०००,०००,००० वॉट. म्हणजे ४ वर २६ शून्ये. मोजायचीच म्हटले तर ही संख्या चाळीस कोटी अब्ज वॉट इतकी प्रचंड आहे. म्हणजे सूर्याची बरोबरी करायला आपल्याला ४० वॉटचे कोटी अब्ज बल्ब आणावे लागतील ! इतकी शक्ती सूर्याकडे आली कशी ?

सूर्याचे तापमान

ह्या प्रश्नाचे उत्तर टप्प्याटप्प्याने मिळवू. प्रथम आपण हा अंदाज लावू की सूर्य कशाचा

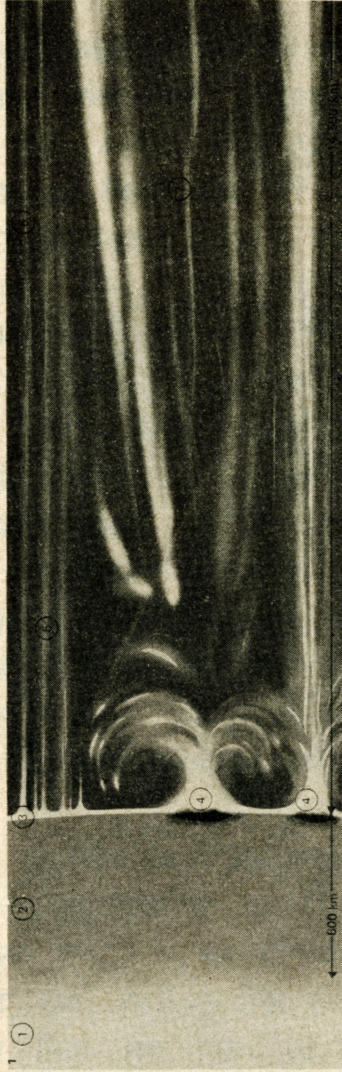
बनलाय ?

सूर्यापासून येणाऱ्या प्रकाशाचा अभ्यास करून वैज्ञानिक सूर्याच्या पृष्ठभागाचे तापमान ठरवू शकतात. हे सुमारे ५५०० अंश सेल्सियस इतके आहे. हे ठरवण्यामागे देखील विज्ञानाचे नियम आहेत जे गेल्या शतकापासून प्रयोगशाळेत तपासून निश्चित केले आहेत. ह्या नियमांचे गणिती तपशील बाजूला ठेवून आपण त्यांचे सार समजावून घेऊ.

एखादी लोखंडी सळी तापवत गेली की ती प्रथम लाल होते. अधिक तापवली तर लालीची जागा पिवळट पांढरट प्रकाशाने घेतली जाते. जर आणखी तापवले तर (धातू न वितळल्यास!) निळसर रंग प्रामुख्याने दिसतो. म्हणजे तापमानाचा संबंध रंगांशी - इंद्रधनुष्यातल्या सात रंगांशी जोडता येतो. लाल पासून जांभळ्या पर्यंत वाढत्या तापमानाची मापनपट्टी आपल्याला मिळते.

आपल्याला सूर्य पिवळट दिसतो. त्याचप्रमाणे काही तारे निळसर तर काही लालसर दिसतात. वरील मापनपट्टी लावून पाहता आपण असे म्हणू शकतो की सूर्यपेक्षा निळे तारे अधिक तापमानाचे तर लाल तारे कमी तापमानाचे. निळ्या ताऱ्यांच्या पृष्ठभागाचे तापमान ३०,००० अंश इतके जास्त तर लाल ताऱ्यांचे ३५०० अंशा इतके कमी असू शकते.

पण ३५०० अंश आपल्या पृथ्वीवरील पदार्थांच्या तापमानाच्या तुलनेत खूपच जास्त. इतक्या उष्ण अवस्थेत सूर्य घन किंवा द्रव पदार्थांच्या स्वरूपात असणार नाही. तो वायूरूप असणार. वायूचा तप्त गोळा. मुख्यत्वे हायड्रोजन वायूचा पण काही थोड्या प्रमाणात इतर मूलतत्वांचा-हीलियम, कार्बन इत्यादींचा देखील, सूर्यप्रकाशाच्या वर्णपटावरून अशा वायूंबद्दल पुष्कळ माहिती मिळते.



सूर्य आपले संतुलन कसे टिकवतो ?

वायूचा गोळा आपण एका भांड्यात तयार केला आणि बाहेर सोडला तर सगळा वायू इकडे तिकडे पसरून जाईल. कारण वायूचे आंतरिक दाब त्याला इकडे तिकडे पसरवण्यास प्रवृत्त करतात. मग सूर्याचा गोळा कसा काय आपला आकार टिकवून आहे ?

याचे कारण सूर्याचे प्रचंड गुरुत्वाकर्षण !

पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणाचा आपण नेहमीच अनुभव घेतो. कुठलीही वस्तू वर फेकली की खाली येतेच. कारण पृथ्वी तिला परत

आपल्याकडे ओढून घेते. सूर्याच्या घटकांचे असेच आकर्षण परस्परांना ओढून घेते. त्यामुळे सूर्यातला वायू सगळीकडे पसरू शकत नाही. तो आत खेचला जातो.

तेव्हा सूर्याचे संतुलन टिकवून धरायला दोन परस्परविरोधी शक्तींचा मुकाबला चालू असतो. वायूचे दाब सूर्याचे प्रसरण करू पाहतात तर गुरुत्वाकर्षण त्याला आकुंचित करायला बघते.

गुरुत्वाकर्षणाने होणारे आकुंचन जर बिनविरोध होऊ दिले तर ते जबरदस्त असते. जर सूर्यात स्वतःचे दाब नसते तर ह्या अकुंचन प्रवृत्तीमुळे सूर्य एकोणतीस मिनिटात बिंदुवत् झाला असता ! तेव्हा सूर्याचे संतुलन किती महत्त्वाचे आहे हे कळते.

सूर्याचे अंतरंग

सूर्याच्या संतुलनाचा अभ्यास करताना केंब्रिज येथील प्रख्यात शास्त्रज्ञ सर आर्थर एडिंग्टन यांनी काही समीकरणे मांडली आणि ती सोडवताना एडिंग्टन यांना असे आढळून आले की जसे जसे आपण सूर्याच्या पोटाकडे आत आत जाऊ तसे तसे आतले दाब वाढत जातात.

वास्तविक पृथ्वीवर समुद्रात खोल बुडी मारणाऱ्यांना सभोवतालचे दाब वाढत जाताना दिसतात. सुमारे दहा मीटर खोल पाण्यात गेले की दाब वरच्या वायुमंडलाच्या दाबाच्या दुप्पट होतो. कारण खोल गेलेल्या व्यक्तीला आपल्या डोक्यावरच्या पाण्याच्या थराचे वजन पेलावे लागते.

तर सूर्याच्या पोटाकडे पण दाब वाढतात आणि वायूचे तपमानही वाढते. सूर्याच्या आतल्या भागाचे तापमान सव्वाकोटी अंशापर्यंत सहज वाढेल हा एडिंग्टनचा निष्कर्ष होता. आणि त्यापुढे जाऊन त्याने एक अद्भुत तर्क मांडला.

त्याचा तर्क असा की सूर्याच्या केंद्रस्थानी इतक्या मोठ्या तपमानात अणुगर्भ परस्परांना

अल्पकाळात (म्हणजे काही तासात) ताऱ्याचे अंतरंग ढवळून निघते व प्रथम त्यातून न्यूट्रिनो हे मूलकण बाहेर पडतात. जर आपल्याकडे न्यूट्रिनोमापक यंत्र असेल तर अशा यंत्राद्वारे स्फोटाची पूर्वसूचना मिळू शकेल. न्यूट्रिनो प्रकाशवेगाने जात असावेत.

पण मुख्य स्फोटात ताऱ्यातून प्रचंड प्रकाश आणि त्यापाठोपाठ ताऱ्यात तयार झालेली मूलतत्त्वे बाहेर पडतात. प्रकाश अर्थात सर्वात वेगवान असल्याने तो न्यूट्रिनोपाठोपाठ येतो. मूलतत्त्वे हळूहळू मंदावणाऱ्या वेगामुळे तेवढा लांबचा प्रवास करू शकत नाहीत.

आपल्या आकाशगंगेत अतिनवतारे दर शतकाला तीनचार तरी असतात पण सर्व स्पष्ट दिसत नाहीत. १९८७ साली अशा एका अतिनवताऱ्याचा स्फोट आकाशगंगेभोवती फिरणाऱ्या 'मॅजेलनच्या ढगात' पाहायला मिळाला होता. त्यावेळी न्यूट्रिनो मापक यंत्रांनी स्फोटापूर्वीचा इशारा दिला होता. स्फोटानंतर शिल्लक राहिलेल्या ताऱ्याचा अभ्यास आजही चालू आहे. ज्या ताऱ्याचा स्फोट झाला तो 'सॅण्ड्यूलेक' तारा अर्थात आता ह्यात नाही. परंतु आधुनिक काळातला हा एक प्रेक्षणीय तारकास्फोट समजला जातो.

आणखी काही वर्षांनी तारकास्फोटाचे आगळेच

दर्शन घडवणारी मापनयंत्रे तयार होतील. स्फोटातून गुरुत्वाकर्षणाच्या लहरी निघतात. त्या प्रकाशवेगाने इथपर्यंत येऊ शकतील. १९८७ च्या स्फोटाच्यावेळी पण अशा लहरी सापडल्याचा दावा काही वैज्ञानिकांनी त्यांच्या मापन यंत्रांच्या आधारे केला होता. परंतु तो निश्चित नाही. त्या यंत्रांपेक्षा अधिक कार्यक्षम यंत्रे तयार झाल्यावर स्फोटातून येणाऱ्या लहरी निश्चितपणे पकडता येतील.

आपला स्फोटावशेषांशी संबंध

स्फोटावशेष म्हणजे स्फोटानंतर शिल्लक राहणारे द्रव्य! आपण दैनंदिन जीवनात वापरतो ते धातू, कार्बन, ऑक्सिजन सारखी मूलतत्त्वे ही मुळात ताऱ्यांच्या अंतरंगात तयार झाली व स्फोटात बाहेर फेकली गेली. पूर्वी तारकास्फोट घडून गेला. अशा ठिकाणी पृथ्वीचा आणि अखल्या सूर्यमालेचा उगम झाला असणार. आता पुन्हा तुम्ही चहा पिताना कप, बशी आणि चमचा वापराल तेव्हा विचार करा की ह्या गोष्टींची निर्मिती ताऱ्यांच्या पोटात अब्जावधी तापमानात झाली होती आणि पुढे त्या प्रचंड स्फोटात बाहेर फेकल्या गेल्या.

फार काय, आपण पृथ्वीवरचे जीव पण ह्याच उगमस्थानाकडे बोट दाखवू शकतो.



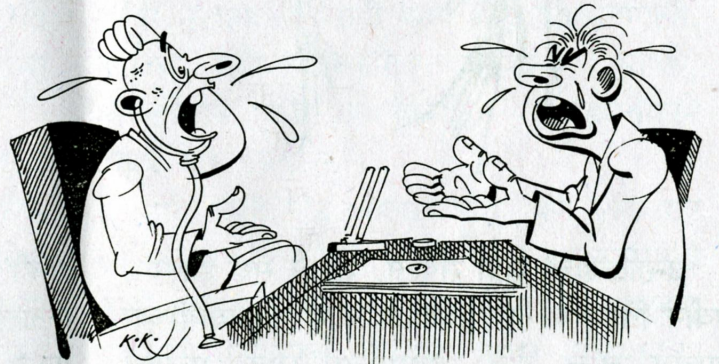
गंमत

डॉक्टर : तुमची सर्दी बरी व्हावी म्हणून मी तुम्हाला खिडक्या उघड्या ठेवून झोपायला सांगितलं होतं. तसं केलंत का ?

रोगी : होय, डॉक्टर.

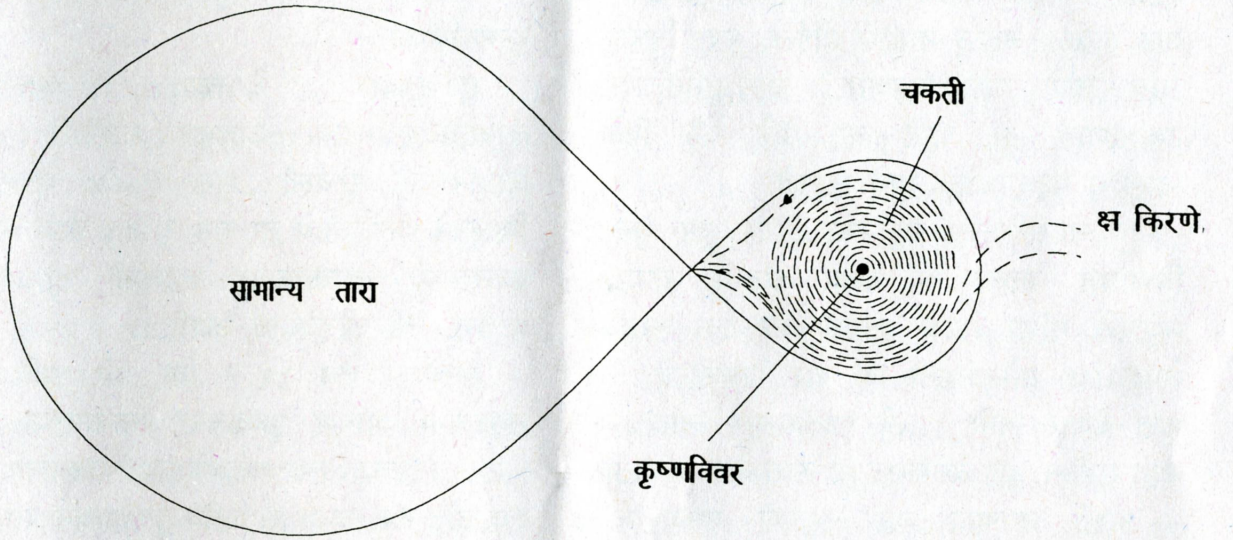
डॉक्टर : मग गेली का सर्दी ?

रोगी : नाही डॉक्टर. फक्त घड्याळ आणि पैशाचं पाकीट गेलं !



पृथ्वीपासून सुटका

डॉ. जयंत नारळीकर



●● मानवाच्या सभोवताली विश्वाचा अफाट पसारा आहे. त्यातील अनेक नैसर्गिक घटना मती गुंग करून टाकतात. पण त्यांची शास्त्रीय कारणे समजली की त्यातील गूढ नाहीसे होते. हे विश्व घडले कसे, ते खरोखर काय आहे, त्यात फेरबदल कसे होत असतात, कसे होत राहातील हे शोधण्यासाठी वैज्ञानिक सतत, पद्धतशीरपणे प्रयत्न करत असतात. ज्या सामान्य घटनांना माणूस चमत्कार मानतो त्यांचा रहस्यभेद अशा शोधातून होत असतो. जगप्रसिद्ध खगोलशास्त्रज्ञ डॉ. जयंत नारळीकर ह्यांनी “पसाय” मासिकासाठी सुरू केलेल्या ह्या लेखमालेतून कितीतरी चमत्कारांची खरी कारणे वाचकांना समजतील. त्याबद्दल काही शंका वाचकांच्या मनात आल्या तर त्या स्पष्टपणे लिहून आम्हाला जरूर काळवाव्या. ●●

आपण एखादा चेंडू वर फेकला तर तो अखेर खालीच पडतो. जास्त ताकदवान माणूस चेंडू अधिक उंच फेकेल यात शंका नाही. त्यावर ताण करून एखादी तोफ आणखी वर गोळा डागू शकेल. पण तोफेचा गोळा देखील शेवटी खालीच पडेल.

या सर्वांचे कारण पृथ्वीचे गुरुत्वाकर्षण! ह्याबद्दल ह्या लेखमालेत पूर्वी पण लिहून झाले आहे. हे आकर्षण आपण जसे जसे पृथ्वीपासून दूर जाऊ तसे तसे कमी होत जाणार. जर आपण पुष्कळ लांब गेलो तर हे आकर्षणाचे बळ जवळ जवळ नाहीसे होईल. पण 'पुष्कळ' लांब जाणे कसे जमणार? वर सांगितलेल्या उदाहरणांत तर थोडे वर गेले की फिरून खालीच पृथ्वीकडेच यावे लागते.

गुरुत्वाकर्षणाचा न्यूटनचा नियम जर पूर्णपणे विचारात घेतला तर यावर तोडगा सापडतो. न्यूटनचे गणित असे सांगते की एक ठराविक वेगमर्यादा ओलांडली तर वर फेकलेली वस्तू परत येणार नाही.....ती पृथ्वीपासून लांब लांब जात राहिल. ह्या वेगाला 'सुटकेचा वेग' म्हणतात.

अशी कल्पना करा, तुम्ही एका खोल खड्ड्यात (किंवा विहिरीत) पडलात आणि वर उडी मारून बाहेर पडू इच्छिता! जर तुमचा वर उडी मारण्याचा सुरुवातीचा वेग पुरेसा जास्त असेल तर हे शक्य आहे. तुमची उडी खड्ड्याच्या काठापर्यंत येऊन ठेपेल. नाहीतर तुम्ही पुन्हा तळाशी जाल. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे आपण तिला बांधून ठेवलो गेलेलो आहोत. जर सुटका हवी असेल तर सुटकेचा वेग गाठून वर उडी मारता आली पाहिजे. नाहीतर दर वेळी आपण परत पृथ्वीवरच येणार.

हा सुटकेचा वेग आहे सेकंदाला ११.२ किलोमीटर म्हणजे ताशी सुमारे ४०,३२०

किलोमीटर! चेंडू फेकू पाहणाऱ्या पैलवानाला हा वेग गाठता येणार नाही. प्रचंड तोफाही ह्या परीक्षेत नापास होतील. पण हा वेग गाठून अंतराळात वस्तू पाठवणारी रॉकेट्स आपल्याकडे आहेत. त्यामुळेच मानव पृथ्वी सोडून चंद्राकडे जाऊ शकला आणि 'पायोनीयर-१०', 'व्हॉयेजर' सारखी याने सूर्यमाला ओलांडून आणखी लांब जात आहेत.

तेव्हा पृथ्वीमातेच्या मिठीतून सुटणे अशक्य नाही.

कृष्णविवर

सुटकेच्या वेगाच्या कल्पनेवरून कृष्णविवरासारख्या अद्भुत गोष्टीची कल्पना वैज्ञानिकांना सुचली. सन १७८४ मध्ये जॉन मिचेलने इंग्लंडमध्ये तर सन १७९९ मध्ये लप्लासने फ्रान्समध्ये वेगवेगळ्या पद्धतींनी ही कल्पना मांडली. ती थोडक्यात अशी :

सुटकेचा वेग ११.२ कि. मी. प्रति सेकंद ठरवताना आपण पृथ्वीच्या आकाराचा आणि पृष्ठभागावरच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या बळाचा हिशेब लावतो. जर पृथ्वी सगळीकडून दाबून सध्याच्या व्यासाच्या चौथ्या भागाइतका व्यासाची केली तर पृथ्वीवरच्या गुरुत्वाकर्षणाचे बळ सध्याच्या सोळापट वाढेल. (आपली सर्वांची वजने, आहेत त्याच्या सोळापट होतील.) त्याच बरोबर सुटकेचा वेग दुप्पट होईल! म्हणजे सेकंदाला २२.४ कि. मी. होईल. अर्थात जर पृथ्वीचे आकुंचन होत राहिले तर हा वेग वाढत जाणार आणि पृथ्वीपासून सुटून लांब जाणे अधिकाधिक कठिण होणार.

दाबत दाबत पृथ्वीचा व्यास जर केवळ १.७ सेंटीमीटर केला तर तिच्या पृष्ठभागावरचे गुरुत्वाकर्षण इतके प्रचंड झाले असेल की त्यापासून सुटका करून घ्यायला प्रकाशाला

देखील शक्य होणार नाही... कारण सुटकेचा वेग प्रकाशाच्या वेगापेक्षाही वाढलेला असेल! आणि प्रकाशाचा वेग सेकंदाला तीन लाख किलोमीटर इतका आहे.

अशा स्थितीत पृथ्वीचे 'कृष्णविवर' झाले असेल! 'कृष्ण' म्हणजे काळे! कारण खुद्द प्रकाश देखील तिच्यापासून निसटू शकत नाही. म्हणून ती बाहेरून काळी दिसेल. 'विवर' म्हणायचे कारण त्याकडे आकृष्ट होणारी वस्तू एकदा जवळ आली की लांब जाऊ शकत नाही....एका खोल खड्यात पडल्याप्रमाणे.

कृष्णविवराची किमया

आपण कल्पना करू या की एक मोठाले कृष्णविवर अंतराळात आहे ज्याच्या प्रबल आकर्षणामुळे एक अंतराळयान त्याच्याकडे खेचले जात आहे. ह्या यानात एक व्यक्ती बसली आहे. तिला आपण 'ब' म्हणू. आपण स्वतःला 'अ' म्हणवून घेऊ.

सुरुवातीला 'अ' आणि 'ब' एकत्र होते. पुढे 'ब' कृष्णविवराकडे जाताना असे ठरवतो की तो दर तासाला 'अ' कडे संदेश पाठवेल. ह्या संदेशाद्वारे 'अ' ला 'ब' ची खुशाली कळेल. पण खरोखर काय घडेल?

सुरुवातीस 'ब' ला कृष्णविवराचे आकर्षण फारसे भासणार नाही. परंतु त्याचा एक सूक्ष्म परिणाम त्याच्या कालमापनावर होतो. हा परिणाम प्रथम अल्बर्ट आइन्स्टाइन ह्या शास्त्रज्ञाने मांडला. गुरुत्वाकर्षणामुळे अंतराळात अंतरे मोजायची नेहमीची भूमितीची पद्धत बदलते. आपण शाळेत शिकतो ती भूमिती ख्रिस्तापूर्वी तीन शतके आधीच्या काळात युक्लिडने मांडली होती. परंतु त्या भूमितीचे नियम प्रत्यक्ष मोजमापातून खरे ठरतात का? घरे बांधताना, अंतरे मोजताना वगैरे आपल्याला ह्या नियमांचे प्रत्यंतर पहायला

मिळते. पण आइन्स्टाइनच्या मते जर आसमंतात प्रचंड गुरुत्वाकर्षण असेल तर भूमितीचे युक्लिडने घालून दिलेले नियम बदलायला हवेत. अंतरेच काय पण कालमापनात सुद्धा नवे नियम पाहिजेत.

आइन्स्टाइनच्या नियमाप्रमाणे जसे जसे गुरुत्वाकर्षण जास्त तसे तसे घड्याळ हळू चालणार! म्हणजे 'ब' चे घड्याळ 'अ' च्या तुलनेत मागे पडणार. त्यामुळे 'ब' चे संदेश 'अ' कडे सारख्या, उदाहरणार्थ, तासाच्या अंतराने न येता अधिकाधिक कालावधी घेत येतील.

'अ' ला साहजिकच असे वाटेल की 'ब' दिरंगाई करतोय.....ठरल्या वेळेवर संदेश धाडत नाही. वास्तविक इथे 'ब' ची काहीच चूक नाही. तो ठरल्याप्रमाणे दर तासाला संदेश धाडतोय, मात्र तास मोजणारे त्याचे घड्याळ आता हळू चालतेय याची त्याला जाणीव नाही.

आणि 'ब' ची दिरंगाई वाढतेय हे 'अ' ला जाणवेल. दर तासाला येणारे संदेश दिवसा दिवसांच्या अंतराने येताहेत.....पुढे पुढे तर महिन्यांनी, वर्षांनी देखील! शेवटी जसा 'ब' कृष्णविवराच्या पुष्कळ जवळ जाईल तसा एक ठराविक सीमा ओलांडल्यावर त्याने पाठवलेला संदेश 'अ' ला, तो अमर असला तरी, कधीच मिळणार नाही. ही सीमा म्हणजेच कृष्णविवराची त्रिज्या, जिला श्वार्ट्झशिल्ड सीमा म्हणतात. कारण तिचे अस्तित्व कार्ल श्वार्ट्झशिल्ड नावाच्या शास्त्रज्ञाच्या कार्यातून प्रथम स्पष्ट झाले.

ही सीमा पार करून गेल्यावर 'ब' चे पुढे काय झाले हे 'अ' ला काही केल्या कळणे शक्य नाही. जणू 'ब' एका दुसऱ्याच विश्वात गडप झाला! पण 'ब' ला मात्र 'अ' न पाठवलेले संदेश मिळतील कारण अशा संदेशांना श्वार्ट्झशिल्डची सीमा बाहेरून आत पार करण्यात त्रास होणार नाही.

ही सर्व किमया घडून येते कृष्णविवराच्या आसमंतातल्या भूमितीमुळे. विश्वात अर्थात इतकी विचित्र भूमिती सहजासहजी आढळत नाही. पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे पृथ्वीचे कृष्णविवर होण्यासाठी तिची त्रिज्या सुमारे साडे आठ मि.मी. असायला पाहिजे. हीच त्रिज्या श्वार्ट्झशिल्ड सीमेची असेल. सूर्याचे कृष्णविवर झाले तर ही त्रिज्या सुमारे ३ किलोमीटर असेल. (सूर्याची वास्तविक त्रिज्या ६ लाख किलोमीटर आहे.)

मग अशा अद्भुत परिस्थितीचे दर्शन कुठे शक्य आहे ?

तारायुगुलात कृष्णविवर

कृष्णविवर तयार होण्यासाठी योग्य परिस्थिती एका मोठ्या वस्तुमानाच्या ताऱ्याच्या स्फोटात तयार होते. स्फोटात ताऱ्याचा बहिर्भाग अंतराळात फेकला जातो आणि राहतो केवळ अतिघन अवस्थेतील गाभा, (पाहा लेखक्रमांक ४). हा गाभा गुरुत्वाकर्षणामुळे आकुंचन पावत शेवटी कृष्णविवरात रूपांतरित होतो. मात्र त्यासाठी ताऱ्याच्या गाभ्याचे वस्तुमान कमीत कमी सूर्याच्या तिप्पट पाहिजे. (म्हणजे सूर्याचे कृष्णविवरात रूपांतर ह्या मार्गाने तरी शक्य नाही.)

असे एकटे दुकटे कृष्णविवर शोधणे अवघड आहे कारण ते दिसत नाही. मात्र जर दोन तारे एकमेकांभोवती फेरं मारत असतील तर त्या दोघांपैकी एक कृष्णविवर झालेले समजू शकेल. अशा तऱ्यांच्या जोडीला तारायुगुल म्हणतात.

तारायुगुलाः दोन्ही तारे परस्परांभोवती फिरताना दिसतात. पण जर त्यापैकी एकाचे (स्फोटाच्या मार्गाने) कृष्णविवर झाले तर आपण केवळ त्याचा एकच शेजारी तारा गोल फिरताना पाहू शकू. प्रत्यक्षात आणखी एक घटना तो

अदृश्य तारा शोधायला मदत करते.

जर तारायुगुलातील तारे बरेच जवळ जवळ असतील तर त्यापैकी कृष्णविवर शेजारच्या ताऱ्याच्या पृष्ठभागावरचा वायू ओढून घेईल. असा ओढलेला वायू कृष्णविवराला घिरट्या घालून शेवटी त्यात पडेल. पण पडण्यापूर्वी घर्षणाने त्याचे तपमान वाढून त्यातून क्ष-किरणे बाहेर पडतील.

१९७० च्या दशकात अंतराळात उपग्रहावर क्ष-किरणांच्या दुर्बिणी पाठवून अशा तऱ्हेच्या तारायुगुलांतील क्ष-किरण तयार होण्याची पुष्कळ माहिती मिळू शकली. त्यापैकी सिग्नस एक्स-१ ह्या नावाने ओळखला जाणारा क्ष किरणांचा झोत तेथील तारायुगुलात कृष्णविवर असल्याची ग्वाही देतो. ह्या कृष्णविवराचे वस्तुमान कमीत कमी सहा सूर्यांइतके आहे.

याहून मोठे, अब्जावधी सूर्यांइतक्या वस्तुमानाची कृष्णविवरे सुद्धा अंतराळात असावीत असा तर्क केला जातो. आपल्या तीव्र आकर्षणाने आसमंत ढवळून काढून पुष्कळ ऊर्जा प्रक्षेपण करण्याची क्षमता कृष्णविवरांत आहे. पण अर्थात ज्यांचा विश्वास प्रत्यक्ष दिसणाऱ्या पुराव्यावरच असतो ते याबाबतीत साशंकच असतात.....

....कारण कितीही शक्तिमान असले तरी कृष्णविवर दिसू शकत नाही !

गंमत

बाळूचे बाबा कामावरून घरी आले तेव्हा बाळू घराच्या पायरीवर बसला होता. त्याचा चेहरा गंभीर होता. बाबांनी विचारले, “बाळू, काय झालं रे ? अगदी गंभीर चेहरा करून बसला आहेस ?”

बाळू गाल फुगवून म्हणाला, “मी आज तुम्हाला सांगणारच होतो, बाबा. अलीकडे तुमच्या बायकोचं आणि माझं अजिबात पटत नाही !”