

कं. रा. स. दुभाषी स्मारक व्याख्यानमाला, १९८६

विज्ञान आणि खगोलशास्त्र

जयंत विष्णु नारळीकर



बहिःशाल शिक्षण मंडळ

पुणे विद्यापीठ, पुणे ७

१९८६

विज्ञान आणि खगोलशास्त्र

(दुभाषी व्याख्यानमालेतील व्याख्यानावर आधारलेला लेख)

जयंत विष्णु नारळीकर

(टाटा इन्स्टिट्यूट ऑफ फंडामेंटल रिसर्च, मुंबई-४००००५)

प्रास्ताविक

विज्ञान हा विषय मानवी जिज्ञासेतून जन्माला आला. आपल्या सभोवताली घडणाऱ्या नैसर्गिक घटना का घडतात ? त्यांच्या मुळाशी निसर्गचे काही मूलभूत नियम आहेत का ? प्रथमदर्शनी अगदी वेगळ्या वाटणाऱ्या घटना एकाच मूलभूत नियमामुळे घडतात का ? अशा तऱ्हेच्या प्रश्नांच्या उत्तरांतून विज्ञान हा विषय प्रगती करत गेला. त्याला आणखी फाटे फुटले आणि जिज्ञासापूर्तीतून मिळालेल्या माहितीचा उपयोग स्वतःचे राहणीमान उंचावण्यासाठी करायला मानवाने सुरवात केली. अर्थात फायद्याबरोबर तोटेही असतातच ! विज्ञानाचा उपयोग संहाराच्या कार्याकरता पण होऊ लागला.

पण आजच्या भाषणाचा विषय विज्ञानाचे फायदे तोटे हा नसून विज्ञानाची एकूण चौकट कशी आहे आणि त्यात खगोलशास्त्र हा विषय कुठे बसतो हा आहे.

वास्तविक खगोलशास्त्राला विज्ञानाची आद्य शाखा म्हटले तर वावगे होणार नाही. कारण मानवाच्या काही प्राथमिक प्रश्नांची उत्तरे खगोलशास्त्रात सापडतात. रात्र आणि दिवस हे नियमितपणे का येतात ? ऋतूंचे चक्र कसे ठरवले जाते ? ग्रहांची आकाशातली जागा बदलत का जाते ? ग्रहणे का लागतात ? सूर्य का चकाकतो ? प्रश्न पुरातन आहेत. त्यांची उत्तरे हळूहळू मिळत गेली. ज्याप्रमाणे पृथ्वीवरील वस्तूंना सृष्टीचे काही ठराविक नियम लागू पडतात त्याचप्रमाणे आकाशातील वस्तूंनादेखील ते लागू पडतात. ही जाणीव हळूहळू होत गेली. त्यामुळे जरी प्रश्नमालिका जुनी असली तरी विज्ञानाच्या चौकटीत प्रस्थापित व्हायला खगोलशास्त्राला थांबावे लागले.

विज्ञानाची चौकट

खगोलशास्त्राकडे वळण्यापूर्वी प्रथम आपण वैज्ञानिक कार्यप्रणालीचा थोडक्यात आढावा घेऊ.

प्रयोग, निरीक्षण आणि कारणमीमांसा हे विज्ञानाचे तीन टप्पे आहेत. वास्तविक हे टप्पे एका न संपणाऱ्या शृंखलेतली कडी आहेत असे म्हणायला हरकत नाही. एखादी घटना केवळ एकदाच अनुभवून भागत नाही ती पुनःपुन्हा घडलेली पाहावी लागते तेव्हा तिच्यामागले एखादे सूत्र गवसते. शक्य असल्यास ती घडवून आणावी लागते. इथे प्रयोगाचा भाग आला. घडलेली घटना पाहणे

हेही महत्त्वाचे आहे. निरीक्षणात त्या घटनेला बारकाईने पाहणे अभिप्रेत आहे. निरीक्षणात मिळणारी माहिती वस्तुनिष्ठ पाहिजे. निरीक्षकावर अवलंबून असून उपयोगी नाही. प्रयोगातून दिसलेली माहिती तो प्रयोग पुन्हा दुसऱ्या कोणीतरी तसाच करून त्याला तशाच स्वरूपात मिळवता आली पाहिजे.

आणि अशा तऱ्हेने मिळालेल्या माहितीच्या मुळाशी कुठले नैसर्गिक नियम आहेत या प्रश्नाची उकल कारणमीमांसेत येते. कमीतकमी गृहीतके वापरून ही कारणमीमांसा करण्याकडे वैज्ञानिकाची प्रवृत्ती असते. जसजसे विज्ञान विकसित होत गेले तसतशी गृहीतकांची संख्या कमी होत गेली. उदाहरणार्थ, भौतिकशास्त्राकडे पाहिले तर असे आढळते की, केवळ चार मूलभूत नियमांद्वारे त्या शास्त्रातल्या सर्व निरीक्षणांची कारणमीमांसा करता येते. परंतु आजचे भौतिकशास्त्रज्ञ 'चार' ही संख्या कमी करू पाहात आहेत व भविष्यकाळात केव्हातरी हे चार नियम एकाच नियमाचे विभिन्न घटक आहेत असे सिद्ध करण्याची आशा बाळगून आहेत.

परंतु मी आधी सांगितल्याप्रमाणे तीन टप्पे पुरे झाले की साखळी पुरी होत नाही. कारणमीमांसा केली की वैज्ञानिकाचे काम संपत नाही. कारण त्यापुढे त्याची अपेक्षा असते नवीन भाकीत करायची—जे भाकीत पुढे केव्हातरी प्रयोग आणि निरीक्षणानी पडताळून पाहता येईल. त्यामुळे केवळ प्रयोगातून पुढे कारणमीमांसा उद्भवते असे नाही, उलट कारणमीमांसेतून नवे प्रयोगपण उद्भवतात आणि ही साखळी पुढे चालू राहते.

वैज्ञानिक विकासाच्या दृष्टीने नवी भाकिते महत्त्वाची आहेत. जर ती खरी ठरली तर आपण पूर्वी केलेल्या कारणमीमांसेबद्दल वैज्ञानिकाचा आत्म-विश्वास वाढतो. जर ती चुकली तर आपली गृहीतके पुन्हा तपासून पाहणे त्याला आवश्यक असते. कधी कधी असे आढळते की, भाकीत बरोबर होते पण ते चूक ठरवणारे प्रयोगच बरोबर केले गेले नाहीत. तर कधी कधी फेरतपासणीतून मूलभूत नियमांचा एखादा नवा पैलू दृष्टोत्पत्तीस येतो.

त्यामुळे विज्ञानात 'अंतिम सत्य' हा प्रकार नसतो. आजपर्यंत केलेले प्रयोग, आजवरची निरीक्षणे आजवरच्या भूलभूत माहितीद्वारे समजावून सांगता येतात. पण नवे प्रयोग, सृष्टीची नवी रहस्ये पुढेमागे उपस्थित होतील ही शक्यता नाकारता येत नाही. आत्मविश्वास बाळगून शिवाय आत्मसंतुष्टवृत्ती दूर ठेवणे ही एक तारेवरची कसरत आहे.

खगोलशास्त्राच्या अडचणी

विज्ञानाच्या ह्या चौकटीत बसताना खगोलशास्त्रज्ञापुढे काही अडचणी येतात ज्यावर इलाज नाही.

पहिली अडचण आहे प्रयोगांची. भौतिकशास्त्र, रसायनशास्त्र, जीवशास्त्र इत्यादी वैज्ञानिक शाखांतील अभ्यासकांना प्रयोगशाळेत प्रयोग करून पाहण्याची मुभा असते. खगोलशास्त्रज्ञ आकाशातल्या वस्तूंना पृथ्वीवरील प्रयोगशाळेत आणून तपासू शकत नाही. त्यांच्यात हवे तसे बदल करून त्यांच्या व्यवहारात होणाऱ्या बदलांचे निरीक्षण करू शकत नाही. त्याला केवळ लांबून पाहण्यावरच समाधान मानावे लागते.

निरीक्षणांची अडचणही वेगळीच. आपल्याला तपासून पाहायच्या घटना हव्या तेव्हा पाहायला मिळतील असे नाही. ग्रहणे, ताऱ्यांचे स्फोट, धूमकेतूचे जवळ आगमन... असे अनेक निरीक्षणांचे विषय ठराविक प्रसंगीच आणि कधी कधी अगदी अनपेक्षित स्वरूपातच पाहावे लागतात.

कारणमीमांसा आणि त्यातून करता येण्याजोगी भाकिते याबद्दलही खगोलशास्त्रज्ञांच्या अडचणी आहेत. पृथ्वीवरील प्रयोगशाळेत जितकी बिनचूक मोजमापे घेता येतात तितकी हजारो प्रकाशवर्षे अंतरावरच्या तारकांची करता येणे अर्थातच शक्य नाही. त्यामुळे खगोलशास्त्रीय कारणमीमांसा अनेकदा इतर वैज्ञानिक शाखांमध्ये केल्या जाणाऱ्या कारणमीमांसेइतकी बिनचूक नसते. तसेच अशा कारणमीमांसेतून निघणारी नवी भाकिते जरा बोथट स्वरूपाची असतात.

ह्या अडचणींमुळे जेव्हा एकोणीसाव्या शतकामध्ये विज्ञानाची झपाट्याने प्रगती होऊ लागली तेव्हा त्यांत खगोलशास्त्र मागे पडले. विज्ञानाच्या एकंदर डोलाऱ्यात त्याला मानाचे स्थान मिळनासे झाले. ह्या विषयात विज्ञानापेक्षा अटकळीच जास्त असा आरोप त्यावर होऊ लागला.

परंतु गेल्या दोन-तीन दशकांत ह्या परिस्थितीत झपाट्याने सुधारणा होऊ लागली आहे. याचे एक कारण, खगोलशास्त्राने अत्याधुनिक तंत्रज्ञानाचा फायदा घेऊन आपली निरीक्षणक्षमता अधिक बिनचूक केली आहे. पण दुसरे कारण अधिक महत्त्वाचे आहे ते असे.

खगोलशास्त्राचे फायदे

अडचणीबरोबरच खगोलशास्त्रात कही विशेष गुणही आहेत जे विज्ञानाच्या इतर शाखांत नाहीत. मुख्य म्हणजे, इतर वैज्ञानिक शाखा पृथ्वीपर्यंत मर्यादित आहेत तर खगोलशास्त्राची झेप पृथ्वीबाहेर पसरलेल्या अमाप विश्वापर्यंत आहे. वास्तविक हाच गुण पुष्कळ पूर्वी खगोलशास्त्राला विज्ञानाच्या चौकटीत महत्त्वाचे स्थान मिळवून देण्यास कारणीभूत ठरला होता.

हा काळ होता तीन शतकांपूर्वीचा. न्यूटनच्या वेळचा. योहान केप्लर याने ग्रहांच्या सूर्याभोवतालच्या कक्षा ठरवून दिल्या होत्या. आपल्या ठराविक

कक्षेत फिरताना ग्रहाच्या वेगात बदल कसे होतात, सूर्याजवळच्या आणि लांबच्या कक्षा पूर्ण करताना ग्रहाला किती वेळ लागतो इत्यादींचे नियम केप्लरने व्यवस्थित मांडले होते. त्यामागची कारणमीमांसा करताना न्यूटनला आपल्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धान्ताचा साक्षात्कार झाला. व्यस्तवर्गाचा हा सिद्धान्त केप्लरच्या नियमांचे पूर्ण स्पष्टीकरण करू शकतो हे न्यूटनने दाखवून दिले.

ह्याच नियमाचा वापर करून न्यूटनचा समकालीन व मित्र शास्त्रज्ञ एडमंड हॅले याने धूमकेतूदेखील सूर्याच्याच गुरुत्वाकर्षणाखाली फिरतात हे दाखवले आणि १६८२ साली आलेला धूमकेतू आणि तत्पूर्वी १६०७ व १५३१ साली आलेले धूमकेतू हे एकाच धूमकेतूच्या सूर्याजवळच्या स्वारीचे प्रकार आहेत असा दावा केला. सुमारे ७५—७६ वर्षांनी सूर्यानजीक येणारा हा धूमकेतू पुन्हा १७५८ साली दिसेल हे महत्त्वाचे भाकीत त्याने केले आणि त्याने सांगितल्या-बरहुकूम तो धूमकेतू १७५८ मध्ये आला. एका वैज्ञानिक सिद्धान्तातून केलेले खगोलशास्त्रीय भाकीत कसे खरे ठरले याचे एक उदाहरण म्हणजे हॅलेचा धूमकेतू—जो यंदा परत सूर्याजवळ आला आहे.

तीन शतके ओलांडून आपण आजच्या जमान्यातील अंतराळ प्रकल्पांकडे पाहू. स्फुटनिक, चंद्रावरील स्वाच्या, दळणवळणाचा वाहिलेले उपग्रह ह्या सर्वांमागे काम करणारे बळ आहे गुरुत्वाकर्षणाचे. न्यूटनचा सिद्धान्त माहीत आहे म्हणूनच हे प्रकल्प शक्य झाले आहेत. आणि हा सिद्धान्त माहीत होण्यास हातभार लावला खगोलशास्त्रीय निरीक्षणांनी. न्यूटनचा नियम पृथ्वीबाहेर कोट्यवधी किलोमीटरपर्यंत लागू होतो हे विधान फक्त खगोलशास्त्रज्ञच करू शकतो.

ही जाणीव, की वैज्ञानिक नियमांची कार्यवाही किती अंतरापर्यंत लागू होते हे केवळ खगोलशास्त्रीय निरीक्षणेच सांगू शकतात, आजच्या खगोलशास्त्राच्या लोकप्रियतेच्या मुळाशी आहे. 'हे विश्वचि माझे घर' हे विधान बदलून 'हे विश्वचि माझी प्रयोगशाळा' असे ब्रीदवाक्य खगोलशास्त्रज्ञांच्या तोंडी शोभेल.

सूर्यतेजाचे रहस्य

सूर्य का चकाकतो ह्या पुरातन प्रश्नाचे उत्तर सुमारे पाच दशकांपूर्वी मिळाले. एडिंग्टन नावाच्या खगोलशास्त्रज्ञाने सूर्य एक अती तप्त वायूचा गोळा आहे असे गृहीत धरून त्या गोळ्याच्या अंतरंगाची भौतिकशास्त्रीय समीकरणे मांडली. वास्तविक दोन अब्ज अब्ज अब्ज टनांच्या वायूच्या गोळ्याचे गुणधर्म काय असतील हे पृथ्वीवरील कुठलाही प्रयोग सांगू शकला नसता. पण पृथ्वीवरील प्रयोगांद्वारे ते अतिशय मर्यादित असले तरी गवसलेल्या वैज्ञानिक नियमांचाच वापर एडिंग्टनने केला. सूर्याला ते नियम लागू पडतात हे गृहीतक अर्थातच त्या नियमांची व्यापकता वाढवते.

एडिग्टनच्या गणितातून असा निष्कर्ष निघत होता की, सूर्याच्या केंद्रस्थानचे तपमान एक कोटी अंशाहूनही जास्त असेल. सूर्याच्या बहिरंगाचे तपमान सुमारे ५५०० सेल्सियस आहे. इतक्या तप्त पदार्थाला वायू म्हणणेसुद्धा चुकीचे आहे कारण वायूतले अणू पूर्ण स्थितीत असतात. सूर्यातल्या तपमानापुढे अणूला आपले सलग अस्तित्व टिकवता येत नाही. अणूचे गर्भभाग आणि बाहेर फिरणारे इलेक्ट्रॉन वेगळे होतात. अशा विघटित अणूंना प्लाज्मा म्हणतात.

सूर्यात प्रामुख्याने हायड्रोजन असतो आणि त्याचा गर्भभाग म्हणजे घनात्मक विद्युत्भाराचा कण प्रोटॉन. एडिग्टनच्या तर्काप्रमाणे सूर्याच्या केंद्रस्थानी अशा चार गर्भांचे संघटन होऊन त्यातून हीलियमचा गर्भ तयार होतो. आणि ह्या संघटनाच्या प्रक्रियेत ऊर्जा निर्मिती होते.

हा तर्क १९२०-३० च्या काळात अणुशास्त्रज्ञांना फारच अवास्तविक वाटला. त्यांनी त्याची टरच उडवली. परंतु हळूहळू अणुगर्भाची जास्त माहिती मिळत गेली आणि एडिग्टनचा तर्क ग्राह्य मानला गेला.

हायड्रोजनच्या संघटनातून हीलियम बनवून ऊर्जा निर्मिती होऊ शकते हे प्रथम खगोलशास्त्रात सूर्याने प्रात्यक्षिक करून दाखवले. आज हायड्रोजन बाँम्बच्या विस्फोटक स्वरूपात मानवाने ते साध्य करून दाखवले. जर सूर्याप्रमाणे संयमित स्वरूपात ही प्रक्रिया त्याला घडवून आणता आली तर जगापुढचा ऊर्जेचा प्रश्न कायमचा सुटेल.

एकीकरणाचा सिद्धान्त

जे सूर्याला साध्य झाले ते मानवाला जमवून आणायला अवघड जाते यात आश्चर्य नाही. सूर्याच्या केंद्रस्थानी त्याच्या प्रचंड गुरुत्वाकर्षणाला तोंड देऊ शकणारे दाब असतात. त्यामुळे प्लाज्मा प्रचंड तपमान असूनही काबूत ठेवला जातो. पृथ्वीच्या प्रयोगशाळेच्या मर्यादा ओलांडून जाऊन विज्ञानाच्या नियमांची प्रात्यक्षिके केवळ आकाशातच पाहायला मिळतात.

ह्याचे प्रत्यंतर सर्वांत प्रभावी स्वरूपात विश्वरचनेच्या सिद्धान्तात पाहायला मिळते. संपूर्ण विश्वाला वैज्ञानिक नियम, विशेषकरून आइन्स्टाईच्या व्यापक सापेक्षतावादाचे नियम लावले तर असा निष्कर्ष निघतो की, विश्वाची उत्पत्ती एका महास्फोटात झाली. तो महास्फोटाचा क्षण आजपासून सुमारे १५ अब्ज वर्षांपूर्वी होता असे तज्ज्ञ सांगतात. स्फोटातून उगम पावलेले विश्व आजही प्रसरण पावताना दिसते.

स्फोटानंतरच्या क्षणात विश्वाचे तपमान कल्पनातीत होते. प्रसरणामुळे ते कमी होत गेले व आज ते जवळ जवळनगण्य झाले आहे. अर्थात त्या आरंभीच्या क्षणात स्फोटामुळे विश्वाचे घटक फारच प्रचंड वेगाने, ऊर्जेने फिरत होते. हे आद्य घटक कुठल्या स्वरूपाचे होते?

