

अल्बर्ट आइन्स्टाईनने १९१५ मध्ये गुरुत्वाकर्षणाचा नवा सिद्धांत मांडला. 'व्यापक सापेक्षता' या नावाने ओळखला जाणारा हा सिद्धांत अतिशय नवीन्यपूर्ण होता. दहा वर्षांआधी विवक्षित सापेक्षतेचा सिद्धांत आइन्स्टाईननेच मांडला होता, तेव्हा तो पुष्कळ शास्त्रज्ञांच्या डोक्यावरून गेला होता. कालमापनक्रिया ही निरीक्षकावर अवलंबून असते. एका निरीक्षकाला आपल्या घड्याळात दोन घटनांदरम्यानचा कालखंड मोजता येईल; पण तो दुसऱ्या निरीक्षकाने मोजलेल्या कालखंडाइतकाच होईल असे नाही. अशा अनेक विचित्र वाटणाऱ्या कल्पना ज्या विवक्षित सापेक्षतेच्या सिद्धांतात मांडल्या, त्यावरही मात करणाऱ्या कल्पना १९१५ च्या व्यापक सापेक्षता सिद्धांतात होत्या.

उदाहरणार्थ, 'गुरुत्वाकर्षणामुळे अन्नकाश-कालाची भूमिती बदलते', 'अवकाश-काल वक्रीभूत असतो' यांसारख्या विधानांवर सामान्य माणूसच काय, पण शास्त्रज्ञही विश्वास ठेवायला तयार नव्हते. 'आइन्स्टाईनची विधाने देव, तो स्वतः आणि कदाचित एक-दोन शास्त्रज्ञ अशा काही निवडक लोकांनाच समजतात', असा समज रूढ झाला होता.

अशा काही निवडक शास्त्रज्ञांत आर्थर स्टॅनले एडिंग्टन यांचा समावेश होता. गणितात सीनियर रँग्लर बनून पुढे खगोल विज्ञानाकडे वळलेल्या एडिंग्टनने आइन्स्टाईनच्या कल्पना नीट जाणून तर घेतल्याच; पण शिवाय त्या वैज्ञानिक प्रयोगांनी तपासण्याचा घाट घातला. कारण वैज्ञानिक सिद्धांताची दाद लागायला तो

प्रायोगिक चाचण्यांतून पार पडणे अत्यावश्यक असते.

१९१९ चे सूर्यग्रहण

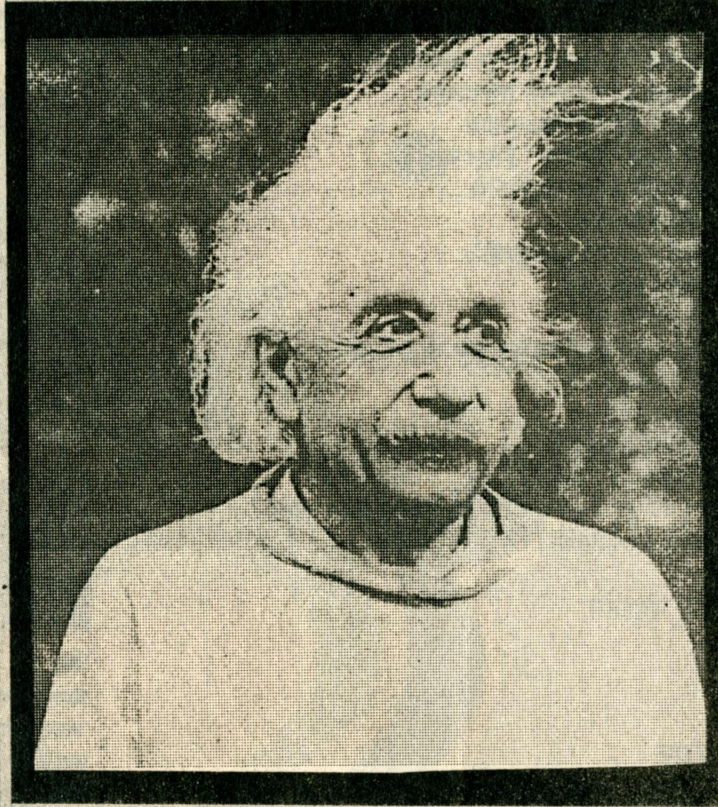
असा एक महत्त्वाचा प्रयोग करायला खग्रास सूर्यग्रहणाचा अवसर हवा होता. त्या मागची भूमिका अशी : आपण एखादा तारा अमूक दिशेला पाहतो म्हणजे नेमके काय होते? ताऱ्यापासूनचा प्रकाश दरम्यानच्या अवकाशातून आपल्याकडे येतो आणि तो ज्या दिशेने आपल्या डोक्यांत (वा दुर्बिणीत) शिरतो, ती ताऱ्याची दिशा.

अर्थात, प्रकाश सरळ रेषेत जातो हे मान्य केल्यावर ही दिशा स्वाभाविकपणे निश्चित होते... तारा आणि निरीक्षक यांना जोडणारी सरळ रेषा. कागदावर दोन बिंदू असले, तर त्यांना जोडणारी सरळ रेषा आपण फूटपट्टी ठेवून काढतो... तसेच अंतराळात तारा व आपण (निरीक्षक) यांना जोडणारी फूटपट्टी म्हणजे प्रकाशकिरण.

पण इथेच गोम आहे. सरळ रेषा म्हणजे काय? दोन बिंदूतले अंतर ज्या मार्गाने सर्वांत कमी असेल ती सरळ रेषा. तेव्हा ती शोधून काढायला दोन बिंदूतले कुठल्याही मार्गाने जाता अंतर किती ते मोजता आले पाहिजे. त्यासाठी भूमितीची माहिती आवश्यक आहे.

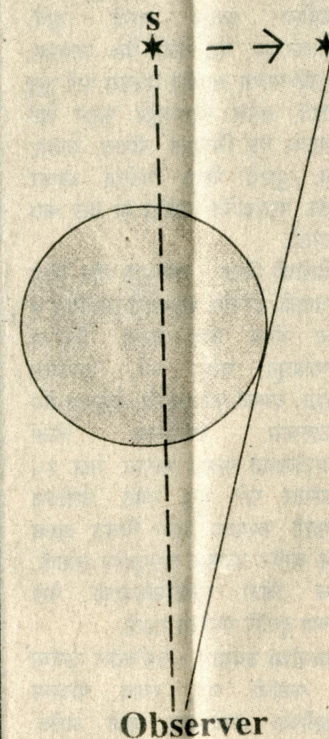
आइन्स्टाईनचे म्हणणे असे, की भूमितीचे नियम पूर्वापार चालत आलेले युक्लिडचेच असायला पाहिजेत असे नाही. जर एखादी मोठी वस्तू दोन बिंदूंच्या दरम्यान आली, तर तिच्या गुरुत्वाकर्षणामुळे भूमितीचे नियम

ग्रहण आणि गुरुत्वाकर्षण



आइन्स्टाईन

बदलतील. उदाहरणार्थ, तारा आणि आपण. गुरुत्वाकर्षणाने त्याच्या आसपासची दोघांच्या दरम्यान सूर्य आला, तर त्याच्या भूमिती बदलेल - मग तारा आणि आपण



चित्र : सूर्याजवळून जाताना ताऱ्याची किरणे वळतात. त्यामुळे तो तारा किंचित वेगळ्या दिशेला - बाणाच्या दिशेने सरकलेला - दिसतो. (चित्रात वास्तवापेक्षा पुष्कळ जास्त परिणाम दाखविला आहे.)

यादरम्यानची सरळ रेषाही बदलेल. त्यामुळे ताऱ्याची दिशा बदलेल... कारण ताऱ्याचा प्रकाश आता वेगळ्या मार्गाने आपल्याकडे येईल.

म्हणजे एरवीच्या दिशेला तारा दिसतो तिच्यात, सूर्य वाटेत आल्यास, किंचित फरक व्हावा. गुरुत्वाकर्षणाचा प्रकाशावर

ग्रहणगाथा २

डॉ. जयंत नारळीकर

होणारा हा परिणाम. खुद्द न्युटनने स्वतःच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाच्या संदर्भात 'प्रकाशाच्या दिशेवर फरक पडतो का,' असा प्रश्न उपस्थित केला होता. त्याला उत्तर सापडले नव्हते. आइन्स्टाईनने आपल्या सिद्धांताद्वारे भाकित केले, की असा फरक पडतो - पृथ्वीवरील निरीक्षकाला (सूर्य वाटेत आल्यास) ताऱ्याच्या दिशेत स्वल्पसा फरक दिसेल. स्वल्प म्हणजे किती? आपण कोन मोजायला जो 'अंश' (डिग्री) हे एकक वापरतो. त्याचा सुमारे २००० वा भाग.

इतका सूक्ष्म फरक मोजण्याची खगोल दुर्बिणीत पात्रता होती; पण सूर्य जवळ असताना तारा दिसणार कसा? त्यासाठी एकच पर्याय होता - खग्रास सूर्यग्रहणाचा! १९१९ मध्ये असे खग्रास सूर्यग्रहण दिसणार होते. त्याचा फायदा घेऊन ही निरीक्षणे करायची, असे एडिंग्टन यांनी

ठरविले.

त्यासाठी अॅस्ट्रॉनॉमर रॉयल सर फ्रँकडायसन यांनी आर्थिक पाठबळ पुरविले. तसेच रॉयल सोसायटी आणि रॉयल अॅस्ट्रॉनॉमिकल सोसायटी यांनीही ग्रहणाच्या मोहिमेला पाठिंबा दिला. वास्तविक पहिले महायुद्ध संपून युरोप स्वतःला सांवरत होता. शत्रुघातल्या (जर्मनी) वैज्ञानिकांचा (आइन्स्टाईन) सिद्धांत मजबूत करायला इंग्लंडमधील शास्त्रज्ञ व संस्था पुढे आल्या, यात विज्ञानाचे राष्ट्रीयत्वापलीकडे पोहोचलेले रूप दिसून येते.

एडिंग्टन यांनी दोन ठिकाणी निरीक्षणाचा घाट घातला. ब्राझिल देशात सोब्राल येथे डेव्हिडसन आणि क्रॉमेलिन; तर प्रिंसिपे या बेटावर (गिनीच्या खाडीत) स्वतः एडिंग्टन आणि कॉर्टिघम अशा दोन तुकड्या निरीक्षणासाठी गेल्या. दोन्हीकडली निरीक्षणे यशस्वी झाली.

एक ऐतिहासिक क्षण एडिंग्टन यांनी आपले निष्कर्ष रॉयल सोसायटी आणि रॉयल अॅस्ट्रॉनॉमिकल यांच्या संयुक्त सभेत सहा नोव्हेंबर १९१९ ला मांडले. त्या प्रसंगाचे ए. एन. व्हाईटहेड यांनी केलेले पुढील वर्णन पाहा :

...सभेचे वातावरण एखाद्या ग्रीक नाटकाप्रमाणे समसनाटी होते. आम्ही प्रेक्षक नाटकातल्या कोरसप्रमाणे एका महत्त्वाच्या घटनेचा निकाल कसा लागेल, त्यावर टिप्पणी करण्यासाठीच जमलो होतो आणि पांथभूमौवर भिंतीवर टांगलेले न्युटनचे भव्य चित्र जणू आम्हाला जाणीव करून देत होते, की विज्ञानाच्या सर्वांत महत्त्वाच्या

शोधात (म्हणजे न्युटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सिद्धांतात) आता दोन शतकांनंतर पहिला बदल घडणार आहे...

आणि बदल घडला! आइन्स्टाईनच्या सिद्धांतानुसार गुरुत्वाकर्षणामुळे प्रकाशकिरणांची दिशा बदलू शकते, हे १९१९ च्या ग्रहणाच्या वेळी घेतलेल्या निरीक्षणांनी सिद्ध केले.

त्यावेळी केलेल्या निरीक्षणांमुळे आइन्स्टाईनचे भाकित खरे ठरले आणि त्याचा सिद्धांत दृढमूल झाला. कितीही जरी विचित्र वाटला, तरी त्याचा अभ्यास केला पाहिजे, अशा भावनेने अनेक शास्त्रज्ञ व्यापक सापेक्षतेच्या सिद्धांताकडे वळले. जनसामान्यात तर आइन्स्टाईनला 'हीरो'ची प्रतिमा मिळाली.

आज त्या प्रसंगाचे नव्याने मूल्यांकन करताना असे दिसून येते, की जरी एडिंग्टनला आइन्स्टाईनच्या भाकितावरहुकूम निरीक्षणे मिळाली, तरी त्या वेळच्या अनेक प्रायोगिक जुटी आणि सूर्याच्या जवळून जाणाऱ्या ताराकिरणांच्या मार्गावरील इतर परिणाम पाहता तो निष्कर्ष १९१९ मध्ये जितका संयुक्तिक व स्पष्ट वाटला, तितका आज वाटत नाही. मात्र आज दृश्य प्रकाशाऐवजी मायक्रोवेव्ह किरणांचे वक्रीभवन मोजून आपण आइन्स्टाईनच्या वरील निष्कर्षाला सबळ पुरावा देऊ शकतो. अशा प्रयोगांसाठी ताऱ्यांऐवजी मायक्रोवेव्ह सोडणारे क्वेसर वापरले जातात आणि खुद्द सूर्यातून असे प्रारण फार येत नसल्याने या निरीक्षणांसाठी खग्रास सूर्यग्रहणाची वाट पाहावी लागत नाही!