आकाशमंडप

भाग २

बाबुराव प. सावे

Canopy of the Heavens - Part II या मूळ इंग्रजी पुस्तकाचा अनुवाद

खुलासा

या पुस्तकात वर्णन केलेले बनपूर हे खेडेगाव भारताच्या मध्यभागी नागपूर आणि हैद्राबाद यांच्यामध्ये कोठेतरी १८° उत्तर अक्षांशावर वसलेले आहे अशी कल्पना केली आहे. या अक्षांशावर राहणाऱ्या मुलांना रोहिणी, पुनर्वसु, मघा अगदी बरोबर त्यांच्या डोक्यावर दिसतील. ध्रुवतारा उत्तर क्षितिजाच्या वर उत्तरेस १८ अंशावर असेल. पुस्तकातील नकाशावरून हे स्पष्ट होईल.

या अक्षांशाच्या उत्तरेकडील मुलांना पुस्तकातील नकाशांमध्ये दाखविलेला सबंध आकाशमंडप त्या प्रमाणात दक्षिणेकडे सरकलेला दिसेल. तर १८° उत्तर अक्षांशाच्या दक्षिणेकडील मुलांना तो त्या प्रमाणात उत्तरेकडे सरकलेला आढळेल.

उदाहरणार्थ, काश्मीरमध्ये श्रीनगरजवळील मुलांना ध्रुवतारा उत्तर क्षितिजाच्या वर सुमारे ३४ अंशांवर दिसेल आणि देवयानी, मघाचा उत्तर भाग, असे तारकासमूह त्यांच्या डोक्यावर दिसतील. व्याध, अगस्त्य, हस्त इत्यादी दक्षिणेकडे झुकलेले दिसतील.

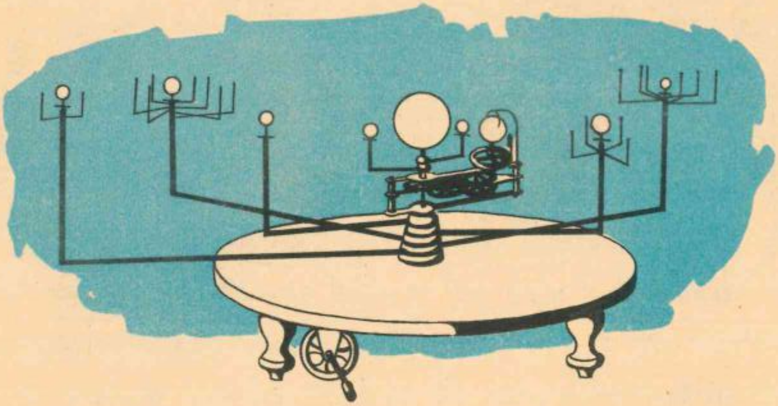
त्याचप्रमाणे दक्षिणेकडील कन्याकुमारीच्या मुलांना क्षितिजावर ८ अंशांवर ध्रुवतारा दिसेल आणि त्यांच्या डोक्यावर मृग, काक्षी आणि पुनर्वसूचा दक्षिण भाग दिसेल. अगदी दक्षिणेकडील तारकापुंजही थोडे वर दिसतील.

अर्थात या पुस्तकात वर्णन केलेले सर्व तारकापुंज भारताच्या कोणत्याही भागातून दिसू शकतील.

या पुस्तकाच्या पहिल्या भागातील दोन नकाशे आणि या दुसऱ्या भागातील नकाशा — हे तिन्ही नकाशे विशिष्ट दिवस आणि वेळ यांच्या संदर्भातच तयार केलेले आहेत, हे लक्षात ठेवावे. नकाशात दर्शविलेल्या वेगळ्या महिन्यात, वेगळ्या दिवशी आणि वेगळ्या वेळी आकाशाचे निरीक्षण केल्यास त्या दिवसानुसार व वेळेनुसार तारकापुंजांच्या जागा पूर्वेकडे किंवा पश्चिमेकडे सरकलेल्या आढळतील. तारकापुंज दररोज आदल्या दिवसापेक्षा ४ मिनिटे आधी उगवतात आणि प्रत्येक सौर वर्षाच्या पहिल्या रात्री ते ठराविक वेळी उगवतात.

बाबुराव प. सावे

© १९७० सोमैया पब्लिकेशन्स प्रा. लि., मुंबई



ग्रहगतिदर्शक यंत्र

सभा ३ री* : ग्रह

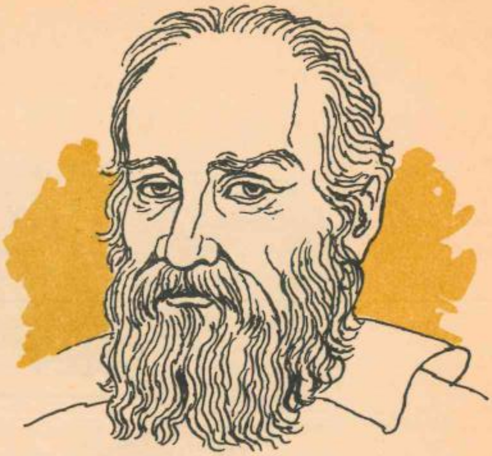
बनपूरच्या ग्रामीण विद्यालयातील विद्यार्थी नोव्हेंबरमधील एका शनिवारी दुपारी विज्ञान-सभेसाठी भूगोलाच्या वर्गात जमले होते.

दुपारी बरोबर ३ वाजता सभेला सुरवात झाली. शिक्षकांनी एकंदर विश्वाची विद्यार्थ्यांना थोडक्यात ओळख करून दिली.

शिक्षक : ताऱ्यांचा अभ्यास खरोखरच अत्यंत मनोवेधक आहे. खगोलशास्त्रज्ञांनी वर्षानुवर्षे अंतराळाचा अभ्यास करून आकाश आणि पृथ्वीचे महत्त्व याबद्दलच्या आपल्या कल्पना बदलल्या आहेत. पूर्वी लोकांची अशी समजूत होती की, पृथ्वी विश्वाचा मध्यबिंदू असून सर्व ग्रह तिच्याभोवती फिरतात.

* सभा १ ली व २ री 'आकाशमंडप भाग २' मध्ये वाचा.

कोपर्निकस



गॅलिलिओ

भारती : अगदी चूक ! आम्ही तर पाचवीतच शिकलो की, पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते.

शिक्षक : मुलांनो ! आपल्याला आज त्या कल्पना चुकीच्या वाटतात परंतु पूर्वी लोकांना त्या अगदी बरोबर वाटत असत. या विचारसरणीला टॉलेमीची पद्धत म्हणत. कोपर्निकस आणि गॅलिलिओसारख्या इतर अनेक महान शास्त्रज्ञांनादेखील, लोकांनी या कल्पनेवर विश्वास ठेवण्यापासून परावृत्त व्हावे यासाठी बरेच प्रयत्न करावे लागले. सरतेशेवटी त्यांनी सिद्ध करून दाखवलं की, पृथ्वी अगर सूर्य यापैकी कोणीही विश्वाचा मध्यबिंदू नाही.

सतीश : पण सर, पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते ना ?

शिक्षक : खरं आहे. पण सूर्यसुद्धा आपल्या आकाशगंगेच्या किंवा ग्रहमंडळाच्या केन्द्राभोवती फिरत असतो. तुम्हाला आश्चर्य वाटेल पण या विश्वात अशा प्रकारची १०,००,०००,००० हून अधिक ग्रहमंडळे आहेत. त्यापैकी प्रत्येकाचे आपल्या सूर्यासारखे अगणित तारे आहेत. सूर्य पृथ्वीपासून खूप जवळ असल्यामुळेच आपल्याला एवढा मोठा दिसतो.

रमेश : आश्चर्य आहे ! मला वाटलं सूर्य पृथ्वीपासून खूप खूप दूर असेल.

शिक्षक : हो, सूर्य पृथ्वीपासून ९३,०००,००० मैल दूर आहे. पण तिच्या जवळच्या

ताऱ्याच्या अंतराशी तुलना करताना हे अंतर काहीच नाही. सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीवर पोचायला ८ मिनिटे लागतात. एका वर्षात अशी ५२५,००० मिनिटांपेक्षा अधिक मिनिटे असतात. आता हे साधे गणित करा. जर ८ मिनिटात प्रकाश ९३,०००,००० मैल पोचतो, तर ५२५,००० मिनिटात, म्हणजे एक वर्षात तो किती मैल जाईल?

सुधा : अरे बापरे! ही संख्या मला म्हणता देखील येणार नाही.

शिक्षक : ठीक, तर त्या अंतराला प्रकाशवर्ष असे म्हणतात. खगोलशास्त्रज्ञ पृथ्वी आणि इतर ग्रहांमधील अंतर मोजण्यासाठी मैल किंवा किलोमिटर यांचा अवलंब करत नाहीत. असं करणं म्हणजे मुंबई आणि न्यूयॉर्कमधील अंतर सेंटिमिटर किंवा इंचांमध्ये मोजण्यासारखं वेडेपणाचं आहे. खगोलशास्त्रीय मापासाठी प्रकाशवर्ष हे प्रमाण धरलं जातं. हे काळ मोजण्याचं प्रमाण वाटलं तरी खरं म्हणजे, ते अंतर मोजण्याचे प्रमाण आहे. प्रकाशवर्ष म्हणजे, एका वर्षात प्रकाश जाईल तेवढं अंतर!

अभिजित : आपण पाहतो ते तारे इतक्या दूर असतील असं मला कधीच वाटलं नव्हतं.

शिक्षक : काही तारे तर आपल्या पृथ्वीपासून इतके दूर आहेत की त्यांचा प्रकाश पृथ्वीवर पोचण्यास सहस्रावधी वर्षे लागतात. हे तारे अत्यंत दूर असल्यामुळे सर्वसाधारणपणे ते स्थिरच समजले जातात. परंतु पृथ्वी आपल्या आसाभोवती फिरत असल्यामुळे हे तारे सूर्याप्रमाणेच उगवताना आणि मावळताना भासतात. अशा रीतीने सूर्य आणि इतर तारे स्थिर असूनसुद्धा फिरत असलेले वाटतात आणि पृथ्वी फिरत असूनसुद्धा स्थिर असलेली वाटते. गाडीतून जाताना नाही का रस्त्यावरची घरे, झाडे आपल्याला पळताना दिसत?

गिरिश : हो खरंच! झाडे आणि विजेचे खांब स्थिर असूनसुद्धा आपल्याला पळताना दिसतात आणि चाललेली गाडी मात्र स्थिर वाटते.

शिक्षक : बरोबर आहे. तरीसुद्धा पृथ्वीचं भ्रमण आणि प्रदक्षिणा यांचे काही परिणाम तुम्हाला नीट समजावेत म्हणून मी एक तक्ता दाखवणार आहे. तक्त्यात सूर्य मध्यभागी दाखवला आहे. आता १२ या ठिकाणचे पृथ्वीचे स्थान लक्षात घ्या. पृथ्वीची उजवी बाजू सूर्याकडे

पृथ्वीचे स्वतःच्या आसाभोवती परिभ्रमण व सूर्याभोवती प्रदक्षिणा. क, ख, ग, घ — आकाशमंडप

आहे आणि म्हणून पृथ्वीच्या त्या भागावर दिवस आहे. त्याचप्रमाणे डाव्या बाजूला सूर्य-प्रकाश मिळत नसल्याने त्या भागावर रात्र आहे. सभोवती सर्व दिशांना तारे असले तरी रात्रीच्या भागाकडून आपल्याला फक्त 'क' या ठिकाणचेच तारे पाहता येतील. तीन महिन्यां-नंतर पृथ्वी क्रमांक २ या स्थानावर येते. तिथून आपल्याला फक्त 'ख' ठिकाणचेच तारे पाहता येतात. पुन्हा तीन महिन्यांनी आपण ३ या स्थानावर येतो आणि आपल्याला फक्त 'ग' ठिकाणचेच तारे दिसतात. त्याचप्रमाणे ४ या स्थानावर आपण 'घ' ठिकाणचेच तारे पाहू शकतो.

एका स्थानाहून आपण हळूहळू दुसऱ्या स्थानाकडे जाऊ लागलो की मनोरंजक गोष्ट घडते. उदाहरणार्थ, आपण १ या स्थानावरून दिवसेदिवस २ या स्थानाकडे येऊ लागलो की पूर्वी १ या स्थानावरून 'ख' ठिकाणचे जे तारे आपल्याला दिसत नव्हते ते एका पाठोपाठ दिसू लागतात. याचा अर्थ प्रत्येक दिवशी आपण नवे नवे तारे पाहू लागतो या हालचालीचा परि-णाम दररोज तोच तारा चार चार मिनिटे अगोदर दिसण्यात होतो. म्हणजे ३० दिवसांनंतर तोच तारा ३०×४ बरोबर १२० मिनिटे किंवा २ तास अगोदर उगवताना दिसतो. या

साध्या हिशेबाने आपल्याला रात्रीची वेळ ओळखण्याची मनोरंजक रीत दाखवली आहे. खरे म्हणजे पुरातन काळी रात्रीची वेळ सांगण्याची ही एक ओबडधोबड का होईना, पण रीत होती. शेतकरी, खलाशी आणि सैनिक वेळ सांगण्यासाठी याच रीतीचा अवलंब करीत असत.

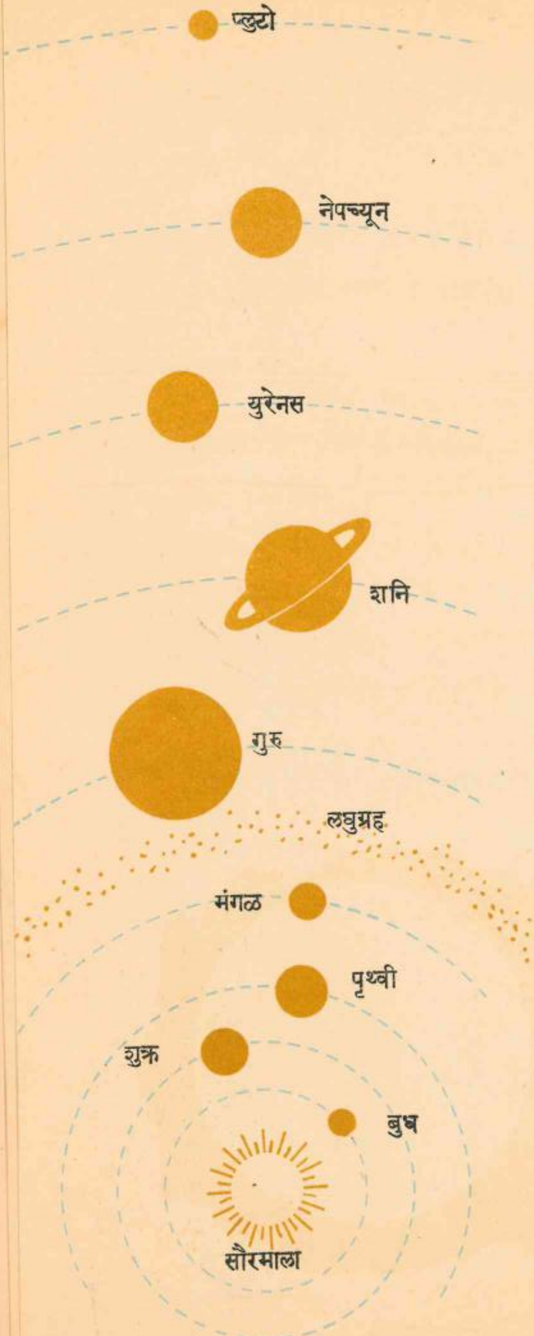
या पद्धतीबद्दल बोलताना, आणखी काही मनोरंजक आणि उपयुक्त माहिती विचारात घेणे योग्य ठरेल.

भारतीय पंचागातील महिन्यांची नावे नक्षत्रपुंजांच्या नावांशी मोठ्या हुषारीने जोडलेली आहेत. ह्या कोष्टकात तुम्हाला ते दिसेल :

महिना	नक्षत्रपुंज	महिना	नक्षत्रपुंज
१. चैत्र	चित्रा	७. आश्विन	अश्विनी
२. वैशाख	विशाखा	८. कार्तिक	कृत्तिका
३. ज्येष्ठ	ज्येष्ठा	९. मार्गशीर्ष	मृग
४. आषाढ	आषाढा	१०. पौष	पुष्य
५. श्रावण	श्रवण	११. माघ	मघा
६. भाद्रपद	भाद्रपदा	१२. फाल्गुन	फाल्गुनी

महिना आणि नक्षत्रपुंज यांचा संबंध आपण आकाशाचं निरीक्षण केलं तरीदेखील दिसतो. उदाहरणार्थ, भारतीय पंचांगाप्रमाणे हा कार्तिक महिना आहे. या महिन्याचं नक्षत्र कृत्तिका. या काळात कृत्तिका साधारणपणे पूर्वकडे तिन्हीसांजेला उगवेल आणि पहाटेला मावळेल. म्हणजे अदमासे मध्यरात्रीला ती माथ्यावर असेल. याप्रमाणं सबंध कार्तिक महिन्यात कृत्तिका आपल्याला वेळेचा सर्वसाधारण अंदाज देते.

भारतातील पंचांगाचे महिने चंद्राच्या गतीवर आधारलेले आहेत हे तुम्ही लक्षात ठेवलं पाहिजे. म्हणून त्यांना चांद्रमास असे संबोधले जाते. हे महिने सौरमासाहून थोडेसे लहान असतात. सौरमास म्हणजे जानेवारी, फेब्रुवारी, मार्च, इत्यादी. ते सूर्याभोवतीच्या पृथ्वीच्या गतीवर आधारलेले असतात. त्यामुळे या दोन पद्धतींनी केलेल्या वर्षाच्या कालगणनेमध्ये काही दिवसांची



घट (फरक) पडते. दर दोनतीन वर्षांनी चांद्रपंचांगातील ही घट एक 'अधिक' महिना घेऊन भरून काढली जाते. या अधिक महिन्याला तांत्रिक नियमानुसार 'अधिक श्रावण', 'अधिक भाद्रपद' असे म्हटले जाते.

आता आपण ग्रहांबद्दल बोलू. ग्रह म्हणजे तारा नव्हे. ग्रह म्हणजे भटक्या. कारण ताऱ्यांच्या संबंधात त्याचं स्थान स्थिर नसतं. आणि तो ताऱ्यांमध्ये या ठिकाणाहून त्या ठिकाणी फिरत असतो. आता तारा आणि ग्रह यांच्यातला फरक कोण सांगेल मला?

सुधीर : सर, ग्रहांना ताऱ्यांप्रमाणं स्वतःचा असा प्रकाश नसतो.

शिक्षक : अगदी बरोबर. आपली पृथ्वीच पहा. तिला स्वतःचा असा प्रकाश नाही. ती फक्त सूर्यप्रकाश परावर्तित करते. आपल्या पृथ्वीसकट एकंदर नऊ ग्रह आहेत.

अभिजित : पण सर, सूर्याभोवती फिरताना ते एकमेकांवर आपटले तर काय होईल?

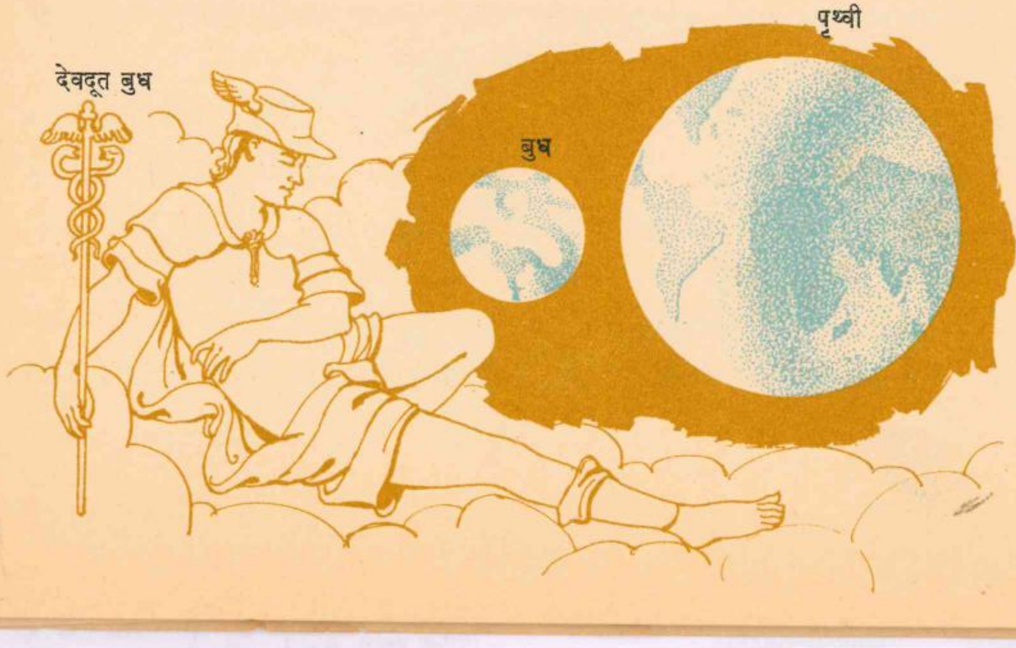
शिक्षक : अंह! तसं कधीच घडणार नाही. कारण प्रत्येक ग्रहाचा मार्ग स्वतंत्र असतो. कुणाचा मार्ग आपल्या पृथ्वीच्या मार्गाहून लांब असतो; कुणाचा लहान असतो. अर्थात प्रत्येक

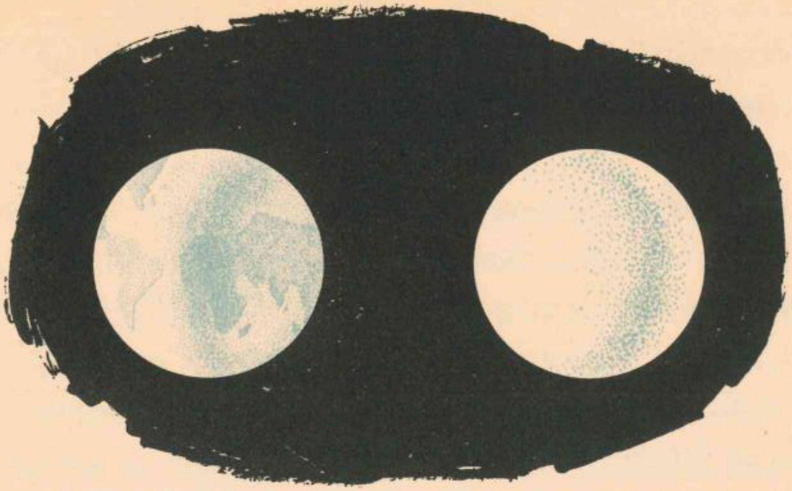
ग्रह आपल्या आसाभोवती फिरत असतो. कुणी वेगानं, कुणी हळू. गुरूचीच गोष्ट घ्या. तो आपल्या आसाभोवती इतक्या वेगानं फिरतो की तिथं दिवसाचा कालावधी केवळ १० तासांचा असतो.

आपल्याला गुरुवर राहायचं असतं तर हा फरक जाणवला असता. त्यावरून एक प्रश्न उद्भवतो. आपण पृथ्वीवर रहातो त्याप्रमाणं ह्या ग्रहावर मानवाचं वास्तव्य आहे का?

अभिजित : सर, मानव चंद्रावर उतरला, होय ना?

शिक्षक : हो. १९ जुलै १९६९ या दिवशी 'अपोलो ११' या यानामधून जाऊन अमेरिकन अंतराळवीरांनी चंद्रावर प्रथम पाऊल ठेवले. इतर ग्रहांवर उतरण्याच्या बाबतीत मात्र आपल्याला कितीतरी वर्षं थांबावे लागेल. तरीदेखील या ग्रहांवर न उतरताही शास्त्रज्ञांनी प्रभावी दूरदर्शकांच्या आणि इतर साधनांच्या सहाय्यानं आणि अवकाशात उपग्रह सोडून या ग्रहांच्याबद्दल बरीच माहिती मिळविली आहे. मला वाटतं आपण आता ह्या आठ ग्रहांविषयी अधिक माहिती करून घेतली पाहिजे. आपण बुधापासून सुरवात करू. बुध हा सूर्याच्या अगदी जवळ आहे. पूर्वेला सूर्योदयापूर्वी आणि पश्चिमेला सूर्यास्तानंतर तो दिसू शकतो. पुरातनकालीन ग्रीक आणि रोमन लोक त्याला देवदूत म्हणत. आकाशातून तो वेगानं भ्रमण करीत असल्यामुळे त्याला कदाचित हे नाव मिळालं असेल.





रमेश : सर, तो सूर्याच्या अगदी जवळ असल्यामुळे तिथे खूपच उष्णता असेल अशी माझी कल्पना आहे.

शिक्षक : अर्थात. बुधाचा जो भाग सदैव सूर्याच्या बाजूला आहे तिथलं तपमान उच्च म्हणजे ३५०° सेंटिग्रेडपर्यंत आहे. उष्णतेच्या अभिसरणासाठी तिथं हवा नसल्यामुळं बुधाची दुसरी बाजू मात्र कमालीची थंड असते.

अशोक : अरे बापरे ! ३५०° सेंटिग्रेड म्हणजे उकळत्या पाण्याचे तपमान असते त्याच्या कितीतरी पट !

शिक्षक : हो ना ! आता हा तक्ता पाहा. बुध हा सर्वात लहान ग्रह दिसतो. हा इतका लहान असल्यामुळे वातावरणाखाली लागणारे गुरुत्वाकर्षण त्याच्या पृष्ठभागावर अतिशय कमी आहे. वातावरणाच्या अभावी सूर्याच्या बाजूला असलेल्या भागावरील उष्णता दुसऱ्या भागावर नेली जात नाही. त्यामुळे ती बाजू अत्यंत थंड आहे.

भारती : ते निर्जीव जगच असणार !

शिक्षक : हो बुधावर वातावरण नाही. आणि तपमान अतिउष्ण किंवा अतिथंड त्यामुळं

तिथं सजीवसृष्टी नाही. आता शुक्राविषयी बोलू.

शुक्र या ग्रहाला कधीकधी 'पडदानशीन स्त्री' असं म्हणतात. कारण त्याच्या भोवती नेहमी ढग असतात. या ढगावरून सूर्यप्रकाशाचे परावर्तन अत्यंत तीव्रतेने होते. म्हणून शुक्र हा सर्वांत तेजस्वी ग्रह समजला जातो. यामुळेच ग्रीक लोक त्याला 'सौंदर्य देवता' असं म्हणत. एका वेळी महिने न् महिने शुक्र आपल्याला पश्चिमेला दिसतो, तर दुसऱ्यावेळी अनेक महिने तो पूर्वेला दिसतो. सूर्यास्ताच्या वेळी दिसणाऱ्या शुक्राला आपण 'सायंतारा' म्हणतो.

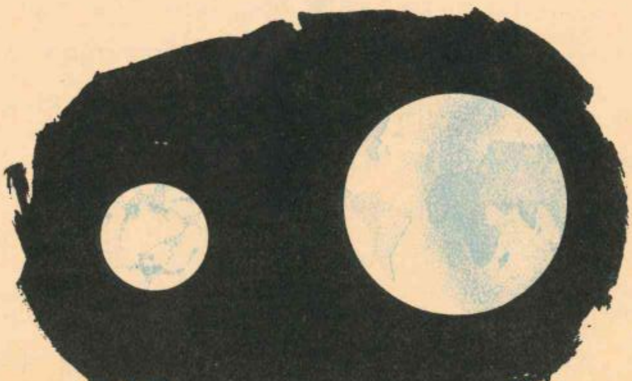
राजू : सर, या तक्त्यात तो जवळ जवळ आपल्या पृथ्वीइतका मोठा दिसतो.

शिक्षक : बरोबर त्यामुळेच त्याची गुरुत्वाकर्षण शक्ति पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षण शक्ति इतकीच प्रबळ असते.

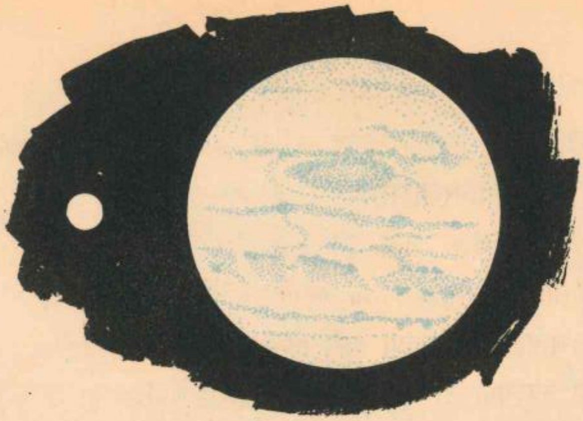
दीपक : पण शुक्रावर माणसं आहेत का ?

शिक्षक : शास्त्रज्ञांनी असे शोधून काढले आहे की शुक्रावरचे वातावरण तसं आल्हाद-दायक नाही. त्यांच्या म्हणण्याप्रमाणे तिथे ऑक्सिजन आणि पाणी फार कमी आहे. काहींच्या मते तिथं कार्बन डायॉक्साइड जास्त आहे. आणि म्हणून शुक्रावरचं वातावरण श्वसनाच्या दृष्टीने निरुपयोगी आहे.

मंगळ



पृथ्वी

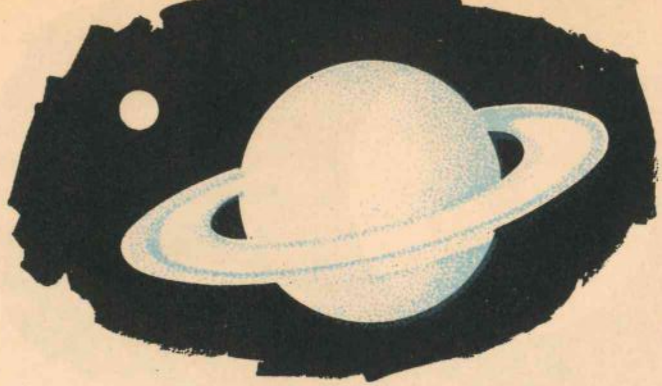


१९६१ मध्ये रशियनांनी शुक्राच्या दिशेनं अवकाशाची तपासणी करण्याचा अयशस्वी उपक्रम केला. पण १९६७ मध्ये त्यांनी तिथं मानवविरहित अवकाशयान पाठवण्यात यश मिळवलं. पुन्हा १९६९ मध्ये त्यांनी हा उपक्रम केला. या अवकाशयानातून ग्रहावर पाठवलेल्या उपकरणांच्या सहाय्यानं असा शोध लागला आहे की शुक्रावरील वातावरणाचा दाब पृथ्वीवरील वातावरणाच्या दाबाच्या १५ पट आहे. तेथील पृष्ठभागावरचे तपमान २८०° ते ४२५° सें. असल्याचं आणि तिथं द्रवरूपात पाणी नसल्याचंही या निरीक्षणातून आढळलं आहे. १९६२ मध्ये अमेरिकनांनीसुद्धा 'मरिनर–२' हे अवकाशयान शुक्राच्या दिशेनं सोडलं. भविष्यकाळातलि अंतराळयाने या सुंदर ग्रहाचं रहस्य निःसंशयपणे उलगडतील.

आता आपण दुसऱ्या ग्रहाकडे–मंगळाकडे वळू. त्याच्या लाल रंगामुळे त्याला 'युद्धदेवता' असं संबोधलं जातं. पृथ्वीच्या वस्तुमानाच्या दहाव्या हिश्श्याइतका असून देखील मंगळाला आपल्या आसाभोवती फिरायला जवळ जवळ पृथ्वीइतकाच वेळ लागतो. दुर्बिणीतून त्याच्या पृष्ठभागावर लालसर, पिवळा भाग व त्यावर स्पष्ट काळे पट्टे आढळतात.

अरुण : हे काळे पट्टे म्हणजे तिथं पर्वत असल्याचा पुरावा का?

शिक्षक : नाही, पर्वत नाहीत पण एकेकाळी ती पाण्याची सरोवरे असावीत असा लोकांचा समज होता. पण आता ह्या ग्रहावर अत्यंत थोडं पाणी असावं असं बऱ्याच अंशी सिद्ध



झालं आहे. हे काळे पट्टे म्हणजे कदाचित कोणत्यातरी प्रकारच्या वनस्पतीमुळे दिसत असावेत. अर्थात तिथल्या वनस्पती पृथ्वीवर दिसणाऱ्या वनस्पतीपेक्षा निश्चितच निराळ्या असणार. शिवाय तिथलं वातावरण अगदी विरळ आहे. मंगळाला दोन चंद्र आहेत. ते दोन्ही लहान असून नुसत्या डोळ्यांनी ते दिसत नाहीत.

आता 'गुरु' ह्या चवथ्या ग्रहाविषयी चर्चा करू. या तक्त्यात पहा. तुम्हाला असे आढळून येईल की बुध किंवा आपली पृथ्वी यांच्याशी तुलना करता, गुरु हा आकारानं मोठा असून तो मंगळाच्यासुद्धा पलीकडे आहे. वास्तविक गुरुजवळ जाईपर्यंत मध्ये अनेक लघुग्रह आहेत.

गुरु आपल्या आसाभोवती फार वेगानं फिरतो आणि त्याचा दिवस १० तासांपेक्षा सुद्धा कमी असतो. मात्र त्याला आपलं वर्ष पुरं करायला पृथ्वीला लागणाऱ्या काळाच्या जवळजवळ बारापट काळ लागतो.

राम : तिथलं वातावरण कसं आहे ?

शिक्षक : ते हायड्रोजन, मार्शगॅस आणि अमोनियासारख्या विषारी वायूंनी भरलेले आहे. या ग्रहाभोवती बारा चंद्र भ्रमण करीत असतात. गॅलिलिओने यापैकी चार चंद्र शोधून काढले. लहानशा दुर्बिणीनं ते दिसू शकतात. उरलेले आठ अतिशय लहान आणि अंधूक आहेत.

आनंद : सर, भोवती वलय असलेला हा तक्त्यामध्ये दिसणारा ग्रह कोणता ? तो शनि

युरेनस पृथ्वी

तर नाही ?

शिक्षक : तो शनीच आहे ! दुर्बिणीतून बघितलं तर आकाशात त्याच्यासारखी सुंदर वस्तू नाही. त्याची कक्षा इतकी मोठी आहे की, सूर्याभोवती प्रदक्षिणा पूर्ण करायला त्याला आपली २९ वर्षे लागतात. त्याचा स्वतःभोवती फिरायचा काल मात्र १० $\frac{१}{४}$ तास आहे. आकाराच्या दृष्टीने तो खूप प्रचंड आहे. त्याच्यात ७०० पृथ्व्या सामावल्या जातील. पण तो अतिशय हलका आहे. त्याची घनता पाण्याच्या घनतेपेक्षा सुद्धा कमी आहे.

बिपिन : सर, पाण्याची घनना दर घनसेंटिमीटरला १ ग्रॅम असते. शनीची घनता त्यापेक्षाही कमी आहे म्हणता ?

शिक्षक : हो ना ? म्हणूनच म्हणतात की तो मावेल इतक्या महासागरात त्याला सोडलं तर तो तरंगू शकेल. त्याच्या वलयांबद्दल सांगायचं तर ती बरीच आहेत. ही वलयं म्हणजे चंद्राप्रमाणे त्या ग्रहाभोवती फिरणाऱ्या असंख्य लहान लहान कणांच्या पुंजक्यांचे पट्टे आहेत.

बिपिन : शनीच्या चंद्राविषयी काही माहिती आहे का ?

शिक्षक : शनीला एकंदर ९ चंद्र आहेत.

आता युरेनस, नेपच्यून आणि प्लुटो हे ग्रह राहिले. युरेनस इतक्या दूर अंतरावर आहे

माउंट पालोमार वेधशाळा

की १७८१ पर्यंत लोकांना त्याचे अस्तित्वही माहिती नव्हते. सूर्याभोवतीची त्याची कक्षा इतकी मोठी आहे की, त्याची सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण व्हायला ८४ वर्षे लागतात. त्याचा पृष्ठभाग वायुरूप आहे.

राम : सूर्यापासून तो इतका दूर आहे. तेव्हा तो अतिशय थंड असणार.

शिक्षक : अर्थातच, तिथं कमालीची थंडी आहे. त्याला ५ चंद्र आहेत.

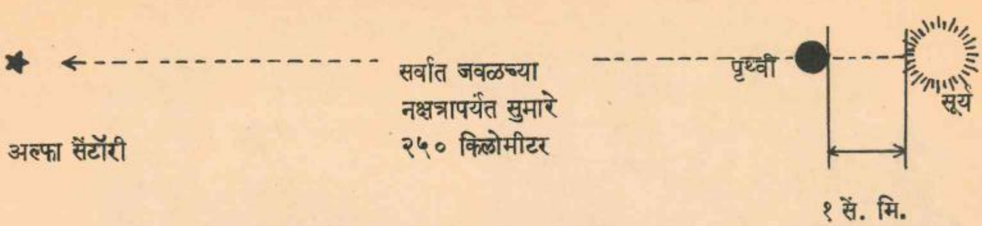
आता आपण मोठ्या ग्रहांच्या अगदी बाहेर असलेल्या ग्रहाकडे–नेपच्यूनकडे–वळू. नेपच्यून काहीसा लहान आणि अधिक भाराचा व निश्चितपणे थंड असला तरी त्याला कधी कधी युरेनसचा जुळा ग्रह मानतात.

अभिजित : त्याच्या प्रदक्षिणेची कक्षा फार लांब असल्यानं सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा पूर्ण करायला त्याला वर्षानुवर्षे लागत असतील असं मला वाटतं.

शिक्षक : हो, त्याला जवळजवळ १६३ पृथ्वीवर्षे लागतात. या ग्रहाला दोन चंद्र आहेत. याहून अधिक काही ठाऊक नाही. आता आपण शेवटच्या ग्रहाविषयी बोलू.

आनंद : प्लुटो ?

शिक्षक : हो, प्लुटोच ! अगदी नुकताच शोध लागलेला ! या चित्रात पहा. तो पृथ्वीपेक्षा लहान आहे. जगातल्या सर्वांत मोठ्या दुर्बिणीतून,–पॅलोमर दुर्बिणीतूनच–एखाद्या



तबकडीसारखा तो दिसतो. त्याच्याविषयी इतकीच माहिती आहे की त्याची कक्षा विचित्र आहे. त्याच्या पृष्ठभागाविषयी जवळजवळ काहीच माहिती नाही.

सध्या ग्रहांविषयी एवढंच ! विविध ग्रहांचे किलोमीटरमध्ये दिलेले व्यास, सूर्यापासूनचं त्यांचं अंतर आणि स्वतःभोवतीच्या आणि सूर्याभोवतीच्या त्यांच्या भ्रमणाचा काळ दर्शविणारं हे कोष्टक चाळणं आपल्याला उपयुक्त ठरेल. सूर्यमंडळ सोडलं तर आपल्याला जवळ असे खगोल आढळत नाहीत. सर्वात जवळचा तारा इतक्या दूर आहे की त्याचा प्रकाश पृथ्वीवर पोचायला साधारणतः ४ वर्षं लागतात.

अरुण : (तक्त्यातील एका ताऱ्याकडे बोट दाखवून) त्या ताऱ्याचे नाव काय ?

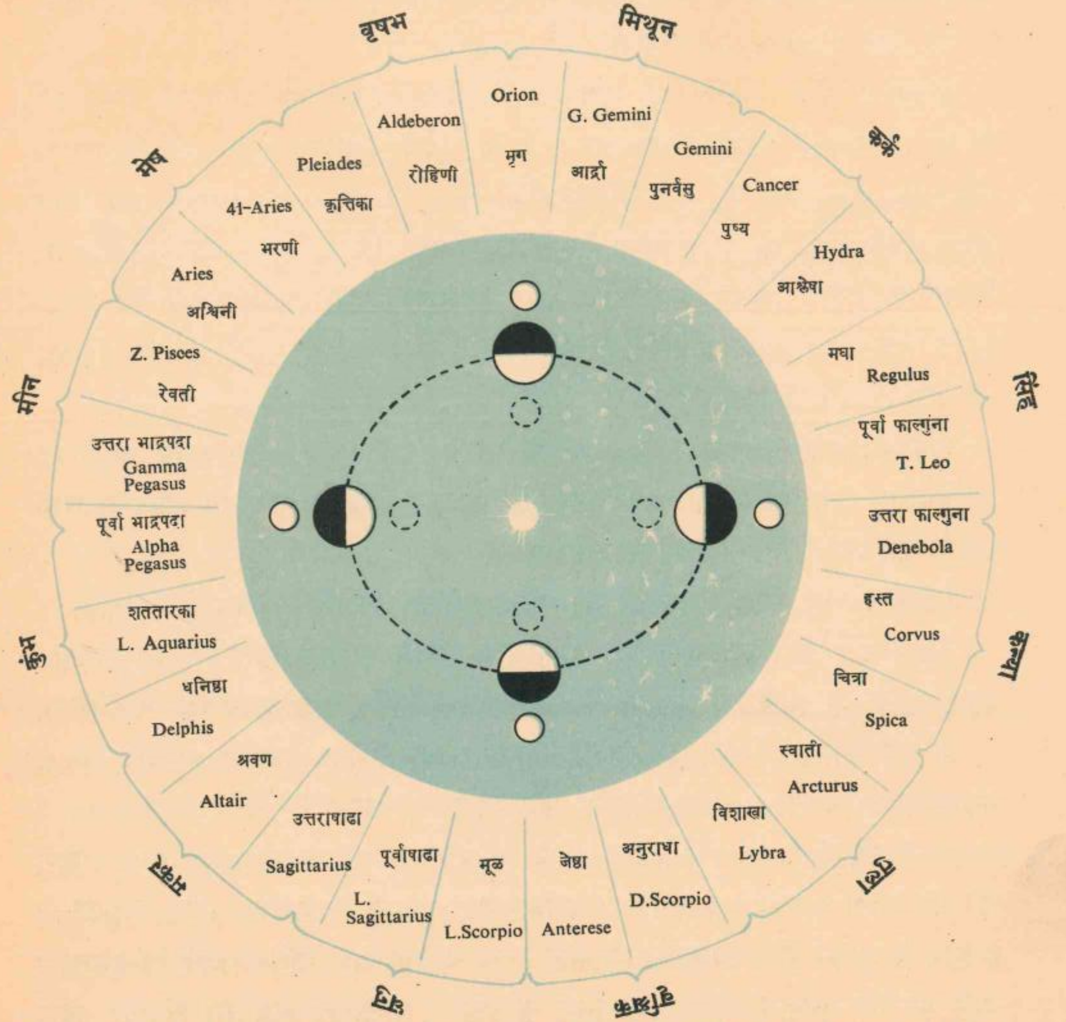
शिक्षक : तो ' अल्फा सेंटाउरी ' किंवा ' मित्र '. आपण पृथ्वी व सूर्य यामधलं अंतर एक सेंटिमीटर धरलं तर सर्वात जवळचा तारा पृथ्वीपासून २५० हून अधिक किलोमीटर अंतरावर असेल. मी पूर्वी सांगितल्याप्रमाणे बाकीचे तारे याच्यापेक्षाही दूर आहेत. तरीसुद्धा मानवाने यातील अनेकांशी ओळख करून घेतली आहे. त्यानं कल्पना करून या दूरस्थ ताऱ्यांविषयी अनेक कथा रचल्या आहेत. पुष्कळदा त्याला वाटतं की आपल्या जीवनावर या ताऱ्यांचा प्रभाव पडत असतो. खरं तर याच कल्पनेतून ज्योतिष शास्त्र विकास पावलं आहे.

रोहिणी : सर, ज्योतिषी जन्मपत्रिका कशी बनवतात ?

शिक्षक : मी स्वतः ज्योतिषी नसल्यानं मला ते सांगता येणार नाही. पण मला असं वाटतं की सूर्य–चंद्र आणि इतर ग्रह यांच्या स्थानांवरून जन्मपत्रिका मांडली जाते.

भरत : पण ग्रहमालेत सूर्य, चंद्र यांचं स्थान कसं ठरवता येतं ?

शिक्षक : तुम्हाला आठवत असेल की ताऱ्यांचे एकूण २७ नक्षत्रपुंज आहेत. आणि



पृथ्वीवरून सूर्य किंवा चंद्र एखाद्या नक्षत्रासमोर दिसला की त्याने (सूर्याने किंवा चंद्राने) त्या नक्षत्रात 'प्रवेश' केला असे म्हणतात. उदाहरणार्थ, सूर्य दर वर्षी ७ जूनला मृग नक्षत्रात व २६ सप्टेंबरला हस्त नक्षत्रात 'प्रवेश' करतो. या दिवसांत अत्यंत हळूहळू बदल होत असतो आणि पुढील अनेक वर्षे याच दिवशी सूर्याचा या नक्षत्रांमध्ये 'प्रवेश' होत राहणार. चंद्राचे या नक्षत्रांमधील 'प्रवेशा'चे दिवस मात्र बदलत राहतात.

आपल्या सूर्यमालेभोवती त्यांचा एक पट्टाच तयार झाला आहे. पृथ्वीला सूर्याभोवती एक प्रदक्षिणा करायला बारा महिने लागतात. ह्या २७ नक्षत्रपुंजांची १२ भागांत विभागणी केली आहे.

अभिजित : म्हणजे प्रत्येक भागात २$\frac{१}{४}$ नक्षत्रपुंज झाले.

शिक्षक : बरोबर. ह्या भागांना राशिचक्राची चिन्हे म्हणतात. भारतात आपण त्यांना राशी म्हणतो. सूर्याभोवती प्रदक्षिणा घालताना पृथ्वी ह्या एकेका राशीतून जात असते. किंवा उलट आपल्याला असं दिसतं की, सूर्य राशिचक्राच्या एकेका चिन्हातून जात असतो. सूर्य अमूक अमुक राशीत आहे, असं जेव्हा आपण म्हणतो तेव्हा त्याचा अर्थ असा असतो की, आपल्याला जर दिवसा ह्या राशीचं नक्षत्रपुंज पाहता येत असते तर आपल्याला सूर्य आणि हे नक्षत्रपुंज आकाशाच्या एकाच भागात दिसले असते. म्हणजे सूर्य १३ अगर १४ दिवसांनी नक्षत्रपुंज बदलतो.

भरत : चंद्राविषयी काय ?

शिक्षक : सूर्याच्या उलट, चंद्र मात्र खरोखरच पृथ्वीभोवती भ्रमण करतो आणि ह्या प्रदक्षिणेला त्याला एक महिना लागतो. त्यामुळं नक्षत्रपुंज तो दररोज बदलतो आणि साधारणपण तो दर दोन दिवसांनी राशी बदलतो.

रोहिणी : मला वाटतं, त्या सगळ्यात गणितशास्त्रातली आकडेमोड असावी.

शिक्षक : त्याबद्दल शंकाच नाही ! खगोलशास्त्र म्हणजे काही आकाशाचं नुसतं निरीक्षण नाही. त्यात गणितशास्त्राचा अंतर्भाव आहे. आकाशाचं निरीक्षण हा केवळ एक भाग झाला.

ही सभा संपण्यापूर्वी खगोलशास्त्राच्या इतिहासाबद्दल तुम्ही एक गोष्ट लक्षात ठेवली पाहिजे. नक्षत्रपुंजांचा अभ्यास करण्याचा पहिला मान आपला– भारतीयांचा आहे. भारतानं जगाला खगोलशास्त्राच्या अभ्यासाचे प्राथमिक पाठ दिले. त्यानंतर खगोलशास्त्राचा अभ्यास ग्रीस, इजिप्त, बॅबिलॉन आणि अरेबियात केला गेला. आपआपसात ज्ञानाची देवाणघेवाण झाली. कालांतराने हे शास्त्र प्रगत होत गेलं. त्यामुळं काही गोष्टी उदा० वारांची नावं, राशिचक्रातली चिन्हं इत्यादी गोष्टी भारतात मागाहून आल्या. आधुनिक युरोपिअन शास्त्रज्ञांनी मात्र या विषयांत महान प्रगती केली आहे आणि आपल्या अमेरिकन बांधवांसह ते अजून इतरांपेक्षां आघाडीवर आहेत.

सभा ४ थी

फेब्रुवारीमधील सकाळ

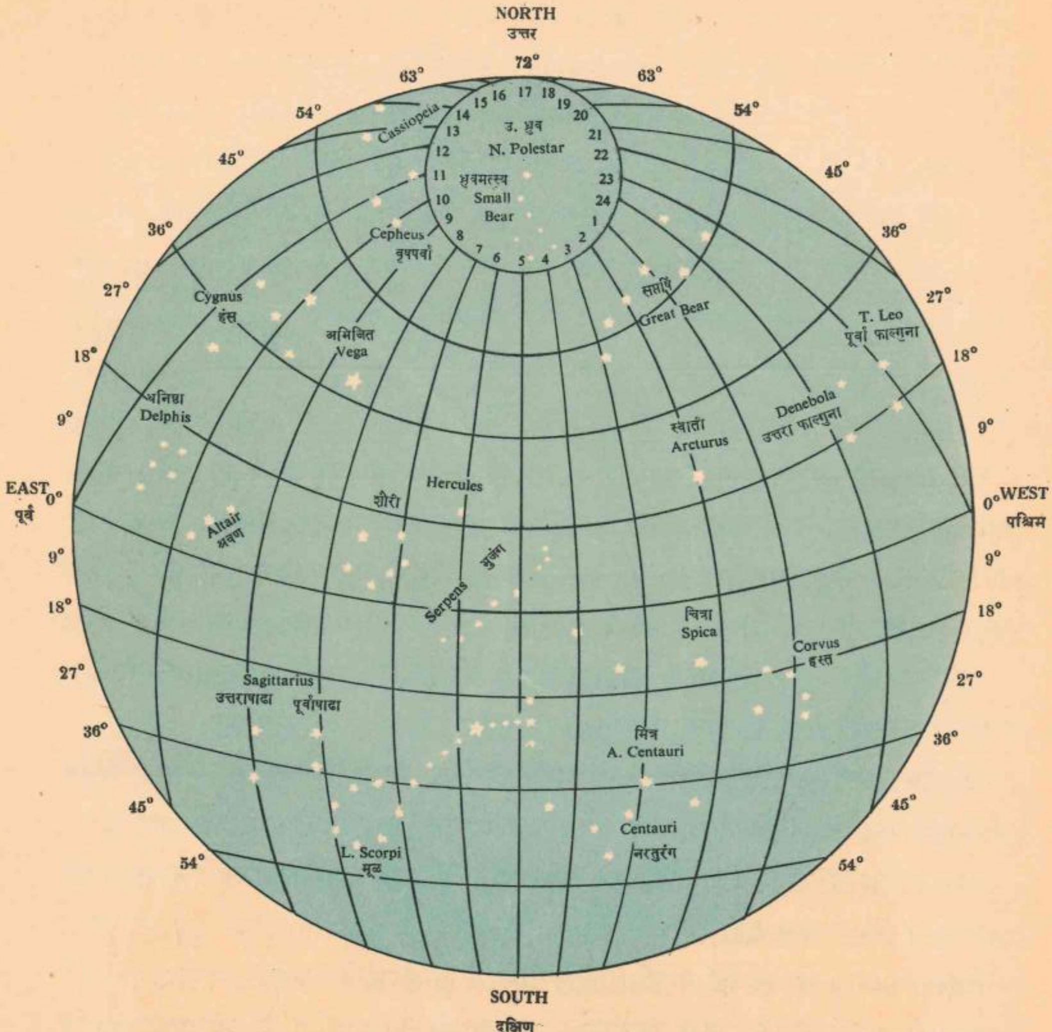
१६ फेब्रुवारीला पहाटे वनपूर विद्यालयाचे विद्यार्थी शाळेच्या गच्चीवर जमले होते. विद्यार्थ्यांना आता खगोलशास्त्रात गोडी वाटू लागली होती, त्यामुळे कडाक्याची थंडी असूनही ती उत्साही मुले 'वृश्चिक' नक्षत्राचा अभ्यास करण्यासाठी जमली होती. गुरुजी अजून यायचे होते. तोपर्यंत ते विद्यार्थी पूर्वी शिकलेली नक्षत्रे आकाशात शोधून काढण्याचा प्रयत्न करीत होते.

अभिजित : ते पहा, पश्चिमेकडे क्षितिजाच्या अगदी जवळ हाताच्या पंजासारख्या दिसणाऱ्या पाच ताऱ्यांचं हस्त नक्षत्र!

रोहिणी : आणि हस्तनक्षत्राच्या थोडंसं उत्तरेकडे चित्रा नक्षत्र दिसतंय. पण स्वाती नक्षत्र कुठं आहे? मला ते दिसत नाही.

भरत : आश्चर्य आहे! चित्राच्या उत्तरेकडे पहा. पिवळसर छटा असलेलं तेजस्वी स्वाती नक्षत्र तुला दिसलं कसं नाही?

शिक्षक केव्हाच गुपचूप येऊन उभे राहिले होते. ते हा संवाद ऐकत होते. "वाऽछान!" ते उद्गारले आणि त्यांनी टाळ्या वाजवल्या. तेव्हा कुठे विद्यार्थ्यांना ते आल्याची जाणीव झाली. शिक्षकांनी सुरवात केली, "तुम्हाला ही नक्षत्रं सहजपणे ओळखता आली हे पाहून मला फार बरं वाटलं. तुम्ही थोडंसं पूर्वेच्या दिशेनं पाहिलंत तर चित्रा नक्षत्राच्या पुढे तुम्हाला



१६ फेब्रुवारी : पहाटे ५ वाजता

काही तारकापुंज (नक्षत्र) दाखविताना केवळ मुख्य ताराच दाखविला जातो. कधी कधी मुख्य ताऱ्याच्या नावानेच तो तारकापुंज (नक्षत्र) ओळखला जातो.

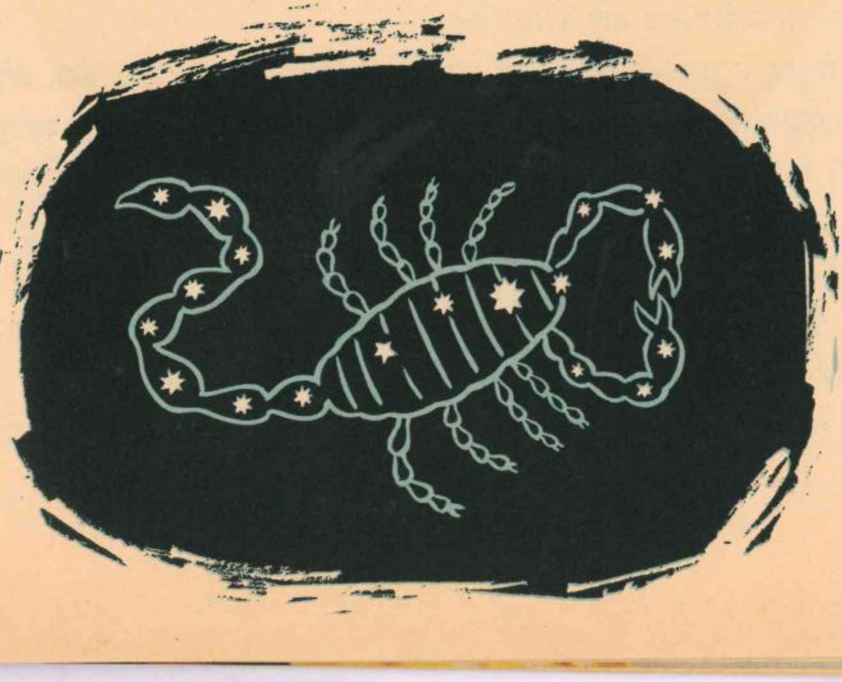
चार तारे दिसतील. त्यांच्यापैकी एक अतिशय तेजस्वी आहे. ह्या ताऱ्यांना 'लिब्रा' किंवा भारतीय शास्त्रात 'विशाखा' म्हणतात. तुम्ही हळूहळू वृश्चिकाच्या मुखाकडे नजर फिरवलीत तर तुमच्या लक्षात येईल की, विशाखा नक्षत्र हे चित्रा नक्षत्र आणि वृश्चिकाचं मुख यांच्यामध्ये आहे.

दिलीप : तो लालसर तारा कोणता? विशाखेच्याजवळ आहे तो?

भरत : मला नाही वाटत तो तारा आहे. तो चमकत नाही. तो मंगळ असला पाहिजे.

शिक्षक : होय, तो मंगळ आहे. मंगळाची व इतर ग्रहांची जागा दरवर्षी बदलत असते. ती ह्या ताऱ्यांप्रमाणे कायम नसते. ह्या वृश्चिकाविषयी सांगायचं म्हणजे ह्याच्या मुखात काही फिकट ताऱ्यांबरोबरच तीन तेजस्वी तारे दिसतात. त्यांना भारतीय खगोल शास्त्रात अनुराधा नक्षत्र म्हणतात. पाश्चात्य देशात त्यांना वृश्चिकाची नांगी म्हणतात. अनुराधा नक्षत्रानंतर आपल्याला वृश्चिकाच्या शरीरात आणखी एक लालसर तेजस्वी तारा दिसतो. तो मुख आणि चमकणारी वक्र शेपटी यांच्यामध्ये आहे. हा लाल तारा म्हणजे त्या वृश्चिकाचा जणू डोळाच! त्याला अँटारिज म्हणतात. अँटारिजचा अर्थ मार्सचा शत्रू.

वृश्चिक



अभिजित : म्हणजे त्याला अँटी–मार्स म्हणावं लागेल. त्याला अँटारिज का म्हणतात ?

शिक्षक : ग्रीक लोक मार्सला अरिज म्हणत, म्हणून मार्सचा शत्रू तो अँटारिज. ग्रीक लोक त्याला अँटारिज म्हणत असले तरी त्याच्याशी मंगळाची कोणत्याही दृष्टीनं तुलना होणार नाही. अँटारिजचा व्यास मंगळाच्या व्यासाच्या १००,००० पट आहे. दुसऱ्या शब्दात सांगायचं म्हणजे, तुम्ही जर एक सेंटिमीटर त्रिज्येचं वर्तुळ काढून मंगळ दाखवलात तर 'अँटारिज' दाखविण्यासाठी तुम्हाला एक किलोमिटर त्रिज्येचं अवाढव्य वर्तुळ काढावं लागेल.

दिलीप : म्हणजे या शत्रुपुढं युद्धदेवतेचा काही निभाव लागणार नाही !

शिक्षक : अँटारिजच्या जवळ दोन जुळे तारे आहेत. हे तीन तारे मिळून भारतीय खगोल-शास्त्रातलं 'ज्येष्ठा' नक्षत्र तयार होतं. आता 'अँटारिज' नंतर आपण वृश्चिकाच्या शेपटी-कडे वळू. ती उत्तरेकडे वळलेली आहे हे तुम्हाला दिसतंच आहे. ह्या वृश्चिकाच्या शरीरात आणि शेपटीमध्ये असंख्य तारे आहेत. ह्या वृश्चिकाच्या शरीरात आणि शेपटीमध्ये असंख्य तारे आहेत. त्यातील काही अगदी फिके आहेत, काही तेजस्वी आहेत, तर काहींचं तेज साधारण आहे. ओरायन राजाला कसं मारलं ते आठवतं ना तुम्हाला ?

शुभदा : होऽ. एका मोठ्या विंचवानं त्याला दंश केला ! सर, मला वाटतं त्याच विंचवा-वरून ह्या नक्षत्राला ते नाव पडलं असेल.

शिक्षक : तुझा तर्क बरोबर आहे. ह्या वृश्चिकाविषयी दुसरीही एक कथा आहे. ग्रीक दंतकथेनुसार ह्या वृश्चिकानं सूर्याचा रथ ओढणाऱ्या घोड्यांना दंश केला. सूर्य रथातून कोल-मडून खाली पडला आणि पृथ्वीचा तेवढा भाग जळून गेला. तेथे नंतर वाळवंट झालं.

रोहिणी : तेच सहारा वाळवंट असेल !

शिक्षक : बरोबर.

अभिजित : हा वृश्चिक फारच उपद्रवी होता. मग कोणी त्याची नांगी का नाही मोडली ?

शिक्षक : त्यांनी तेच केलं. वृश्चिकाची नांगी किंवा भारतीय शास्त्रातील मूळ नक्षत्र हे राशीमंडळातील वृश्चिक नक्षत्राबरोबर किंवा वृश्चिक राशीबरोबर नसतं तर ते पुढच्या म्हणजे

धनराशीत किंवा 'सॅगिटॅरिअस'मध्ये जातं. वृश्चिकाची नांगी अशी वेगळी करण्याचं खरं कारण म्हणजे हे नक्षत्र इतकं मोठं आहे की, त्यामुळं राशिमंळातील एका राशीपेक्षा अधिक जागा व्यापली जाते. म्हणून ते असं विभागणं भाग आहे.

शुभदा : काहीही कारण असो. पण नांगी मोडली हे फार बरं झालं. कारण नांगी मोडल्यामुळं हा क्रूर वृश्चिक निरुपद्रवी झाला आहे आणि सूर्याला त्याच्यापासून आता भीती राहिली नाही.

अभिजित : आता आपल्यालाही पृथ्वीवर भीती नाही. ती नांगी जर वृश्चिकाजवळ राहिली असती तर कुणी सांगावं, त्यानं पुन्हा सूर्याच्या घोड्यांना दंश केला असता, सूर्य पृथ्वीवर पडला असता आणि सर्वच पृथ्वी जळून खाक झाली असती !

सर्व मुले मोठ्याने हसली. शिक्षकही त्यांच्यात सामील झाले. नंतर ते म्हणाले, "ह्या मूळ नक्षत्रामध्ये किंवा वृश्चिकाच्या नांगीमध्ये भारतीय शास्त्रानुसार चार तारे असतात. त्यांना आषाढा नक्षत्र म्हणतात. हे चार तारे आयताच्या चार कोपऱ्यांना असतात. त्यांपैकी पश्चिमेकडील दोन तारे प्रथम उगवतात. आणि पूर्वेकडील दोन तारे नंतर उगवतात. हे मूळ नक्षत्र आणि आषाढाचा काही भाग मिळून धनराशी बनते. पाश्चात्य देशांत ह्याला कधीकधी 'धनुर्धारी' (Archer) असंही म्हणतात. त्याच्या धनुष्याचा रोख नेहमी वृश्चिकाकडे असतो.

दक्षिणेकडे तोंड करून पहिल्यास

अभिजित : म्हणजे देवसुद्धा त्या वृश्चिकाला घाबरतात. नांगी नसलेल्या वृश्चिकाला ते घाबरतात म्हणजे नक्कीच ते भित्रे असले पाहिजेत.

सर्वजण पुन्हा हसले. पूर्वेकडील मंद तेज असलेले तारे एकामागून एक अदृश्य झाले.

अभिजित : ह्यानंतर आपल्याला आता श्रावण किंवा 'अल्टेर' पाहता आला पाहिजे.

आरुंधती : सर, आता लवकरच सूर्योदय होईल, नाही ?

शिक्षक : हो, म्हणून आता लवकर संपवलं पाहिजे. त्या हस्तनक्षत्राकडे पहा. हस्ताच्या दक्षिणेला चमकणाऱ्या ताऱ्यांचा एक मोठा पुंजका दिसतो. त्याला 'सेन्टाउरिस' म्हणतात. भारतीय शास्त्रात त्याला 'नरतुरंग' म्हणतात. ह्या तारकापुंजात दोन तेजस्वी तारे आहेत. पश्चिमेकडून दुसरा, सर्वात तेजस्वी असलेला तारा 'अल्फा सेन्टाउरी' किंवा 'मित्र' आहे.

दिलीप : सर, 'अल्फा' चा अर्थ काय ?

शिक्षक : हा शब्द आपण बऱ्याच वेळा ऐकतो. ते ग्रीक बाराखडीतील पहिल्या अक्षराचं नाव आहे. बीटा गामा इत्यादी अक्षरंही ग्रिक बाराखडीत आहेत 'अल्फा सेन्टाउरी' किंवा मित्र

हा आपल्या सूर्यमंडळापासून सर्वांत जवळचा तारा आहे. दुसरा जवळचा तारा 'बीटा सेन्टाउरी' किंवा 'ब्रह्म' हा आहे. आता ईशान्येकडे पहा. 'अँटारिज' किंवा ज्येष्ठा आणि आणि मूळ नक्षत्राच्या उत्तरेला आपल्याला 'व्हर्क्युलस' किंवा भारतीय शास्त्रात ज्याला 'शौरी' म्हणतात, ते नक्षत्र दिसतं. तुम्हाला माहीत असेल की कृष्णाचं दुसरं नाव 'शौरी' होतं. हिंदू पुराणात कृष्णासंबंधीच्या अनेक कथा आहेत. त्याच्या बालपणीच्या कथाही साहस-पूर्ण आहेत.

दिलीप : गेल्या वर्षीच आम्ही एक कविता शिकलो. त्यात श्रीकृष्णानं कालियावर कशी मात केली त्याचं वर्णन होतं.

शिक्षक : आणि गंमत म्हणजे बऱ्याचशा ग्रीक दंतकथांचा नायक 'हर्क्युलस' यानंही जन्मताच दोन नागांना पराभूत करून ठार मारलं. त्याचं जीवनही साहसी कृत्यांनी भरलं आहे. पाश्चात्य खगोल शास्त्रानुसार तो 'हर्क्युलस' ह्या नक्षत्राच्या रूपानं अमर झाला आहे. हे नक्षत्र साध्या डोळ्यांनी आपण पाहू शकत नाही. परंतु त्यामध्ये ३५,००० हून अधिक सूर्यांइतके तेजस्वी तारे आहेत.

अभिनित : ते आपल्यापासून खूप दूर असतील.

शिक्षक : हो, हे नक्षत्र आपल्यापासून इतकं दूर आहे की, ह्या ताऱ्यांचा प्रकाश आपल्या-पर्यंत पोहोचण्यास ३६,००० वर्षे लागतात.

भरत : बापरे!

शिक्षक : अरे, असे असंख्य तारे आहेत, ते ह्याहूनही दूर आहेत—खरं म्हणजे काही शास्त्रज्ञांचं असं मत आहे की, आपलं विश्व अधिकाधिक विस्तृत होत आहे आणि दूरच्या आकाशगंगा अतिशय वेगाने आणखी दूर जात आहेत. असो, आता आपण थांबू या. कारण आकाश उजळत चाललं आहे. आपण आता भूगोलाच्या वर्गात जाऊ आणि हा विषय तिथं पुरा करू.

शिक्षक मुलांना घेऊन गच्चीवरून खाली आले आणि भूगोलाच्या वर्गात गेले. थोड्या

वेळाने सर्व मुले शांतपणे आपापल्या जागेवर बसली.

शिक्षक : सुमारे दीड-एक महिन्यांनी तुमची वार्षिक परीक्षा सुरू होईल. म्हणून आजचा हा तास या वर्षीचा शेवटचा तास आहे. परंतु मला वाटतं, घरी जाण्यापूर्वी तुमच्यापैकी काहीजणांना शंका विचारायच्या असतील. तुमच्या शंका दूर करायला मी तयार आहे.

रोहिणी : सर, आमच्या भूगोलाच्या शिक्षकांनी आम्हाला सांगितलं की, सूर्यग्रहण नेहमी अमावास्येला असतं आणि चंद्रग्रहण पौर्णिमेला असतं. ह्याचं कारण काय असावं हे मला नीट कळलं नाही.

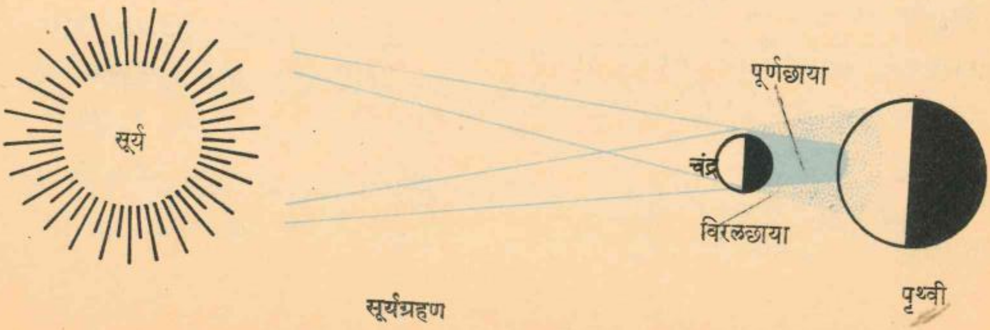
शिक्षक : हे अगदी सोपं आहे. पण मला आधी सांगा सूर्यग्रहण कसं लागतं ?

रोहिणी : मी सांगते त्याचं उत्तर. ज्यावेळी पृथ्वी आणि सूर्य ह्यांच्यामध्ये चंद्र येतो तेव्हा त्याची सावली पृथ्वीवर पडते. पृथ्वीच्या जेवढ्या पृष्ठभागावर ही सावली पडते, तेवढ्या भागातील लोकांना सूर्य दिसत नाही आणि ह्यालाच आपण सूर्यग्रहण म्हणतो.

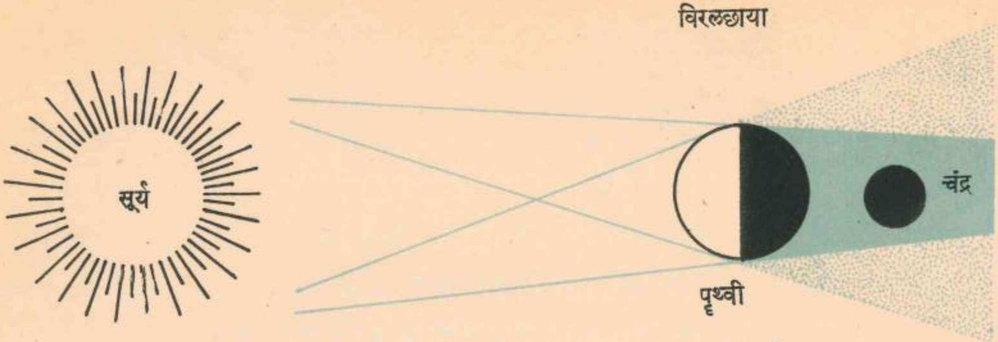
शिक्षक : छान ! आपल्याला सूर्यग्रहणाची कल्पना यावी म्हणून मी आता ग्रहगतिदर्शक यंत्रावर सूर्य, चंद्र आणि पथ्वी यांची योग्य जागी रचना करतो. आता अभिजित, सूर्यग्रहणा-साठी आवश्यक असणाऱ्या गोष्टी पुन्हा एकदा सांग बघू.

अभिजित : सूर्य, चंद्र आणि पृथ्वी एका सरळ रेषेत असली पाहिजेत आणि चंद्र हा पृथ्वी आणि सूर्य ह्यांच्यामध्ये असायला हवा.

शिक्षक : अभिजितनं बरोबर सांगितलं. आता दुसरा प्रश्न. मी तुम्हाला असं सांगितलं की,



सूर्यग्रहण



चंद्रग्रहण

सूर्य धूमकेतूच्या ' वृश्चिक ' राशीत आहे, किंवा चंद्र, सिंह राशीत आहे. तर त्याचा अर्थ काय होईल ?

शुभदा : सोपं आहे. सूर्य धूमकेतूच्या वृश्चिक राशीत असतो तेव्हा तो वृश्चिकाबरोबर भ्रमण करीत आहे, असं वाटतं.

शिक्षक : बरोबर, आता आणखी एक प्रश्न ! रोहिणी, तू सांगशील का ? अमावास्येला सूर्य, आणि चंद्र केव्हा उगवतात ?

रोहिणी : ते एकाच वेळी उगवतात आणि एकाच वेळी मावळतात.

शिक्षक : याचाच अर्थ ते दोघे एकदम भ्रमण करतात, किंवा एकाच राशीमध्ये असतात. होय की नाही ?

रोहिणी : हो.

शिक्षक : आता असं पहा, ज्याअर्थी सूर्य आणि चंद्र अमावास्येला एकाच राशीतून भ्रमण करतात त्याअर्थी ते आणि पृथ्वीचा काही भाग एकाच सरळ रेषेत येणं शक्य आहे की नाही ? तुला काय वाटतं रोहिणी ?

रोहिणी : हं, आता मला कळलं. सूर्यग्रहण अमवास्येलाच का असतं ते ! कारण सूर्य

पृथ्वी आणि चंद्र यांच्या प्रदक्षिणेच्या पातळ्या निरनिराळ्या असतात.

आणि चंद्र एकदम भ्रमण करीत असल्यामुळे ते एका सरळ रेषेत येतात आणि चंद्राची सावली पृथ्वीवर पडते.

शिक्षक : बरोबर, पृथ्वीचा जेवढा भाग सूर्य आणि चंद्र यांच्या रेषेत पृथ्वीचा जेवढा भाग असेल तेवढ्या भागावर चंद्राची सावली पडते. म्हणून तेवढ्या भागातील लोकांना काही काळ सूर्याचं दर्शन होत नाही. हे खग्रास सूर्यग्रहण असतं की खंडग्रास सूर्यग्रहण ?

कोणीच उत्तर देऊ शकले नाही.

शिक्षक : अगदी सोपं आहे. समजा, आपण सूर्याकडे पाहत आहोत आणि चंद्र मध्ये आला. तो जर संपूर्ण सूर्य झाकून टाकण्याइतका मध्ये आला तर ते खग्रास ग्रहण होईल. परंतु जर चंद्रामुळं सूर्याचा काही भागच झाकला गेला तर ते खंडग्रास ग्रहण होईल. आता रात्रीच्या वेळी आपल्यासमोर चंद्र आहे आणि सूर्य पृथ्वीच्या मागं आहे, अशा वेळी पृथ्वीची सावली चंद्रावर पडण्याची शक्यता असते. तसं झाल्यास ते चंद्रग्रहण होईल ! पण असं कधी होई शकेल अरुणा ?

अरूणा : सूर्य, चंद्र आणि पृथ्वी एकाच सरळ रेषेत येतात तेव्हा !

शिक्षक : बरोबर, पण फक्त पौर्णिमेलाच चंद्र, सूर्य आणि पृथ्वी एकाच सरळ रेषेत येऊ

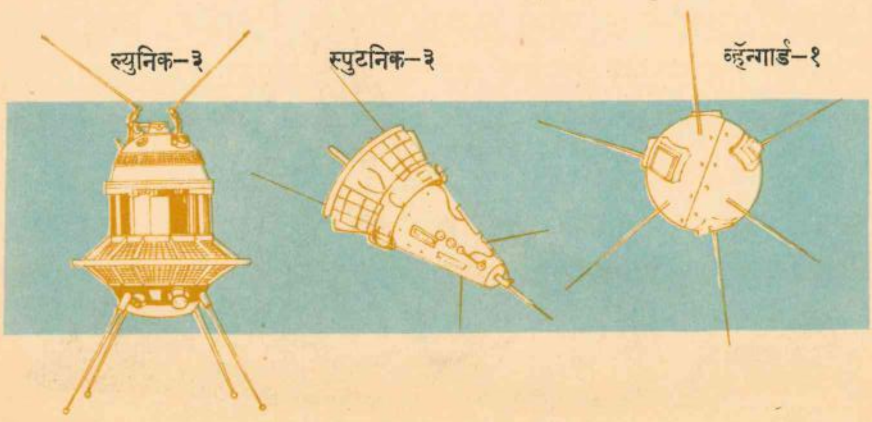
शकतात. म्हणून चंद्रग्रहण फक्त पौर्णिमेलाच होतं.

अभिजित : पण सर, प्रत्येक अमावस्येला सूर्यग्रहण किंवा प्रत्येक पौर्णिमेला काही चंद्र-ग्रहण नसतं.

शिक्षक : त्याचं कारण, पृथ्वी जशी सूर्याभोवती एकाच पातळीवरून भ्रमण करते. तसा चंद्र पृथ्वीभोवती एकाच पातळीवरून भ्रमण करीत नाही. तो आपली भ्रमणकक्षा बदलतो. त्यामुळे प्रत्येक वेळी सूर्य, चंद्र आणि पृथ्वी एकाच सरळ रेषेत येत नाहीत. जेव्हा तिघेही एकाच कक्षेत आणि एका सरळ रेषेत असतात तेव्हाच फक्त ग्रहण लागू शकतं.

निरुपा : सर, सध्याच्या अंतराळ संशोधनाबद्दल आम्हाला आणखी माहिती सांगा ना.

शिक्षक : सध्याच्या अंतराळ संशोधनामुळं खगोल शास्त्रज्ञांना फार मोठी मदत होत आहे. अंतराळ संशोधनामुळे आपले शास्त्रज्ञांना हल्ली ग्रहांविषयीची खूपच माहिती मिळत आहे. ते अंतराळात स्पुटनिक, पृथ्वीचे उपग्रह, चंद्राचे उपग्रह इत्यादी पाठवीत आहेत. चंद्र, शुक्र, मंगळ इत्यादींची छायाचित्रं घेऊन त्याचा अभ्यास चालू आहे. तसंच उपग्रहात ठेवलेल्या गोष्टींवर 'अल्ट्रा-व्हायोलेट' सारख्या अदृश्य (अतिनील) किरणांचा काय परिणाम होतो याचाही अभ्यास केला जातोय. शास्त्रज्ञांनी आतापर्यंत केवळ चद्राच्याच पृष्ठभागावर नाही तर पृथ्वीला सर्वात जवळ असलेल्या शुक्रावर सुद्धा अनेक उपकरणे पाठवली आहेत. माणूस चंद्रावर जाऊ



शकला की मग थोड्याच वर्षांत अंतराळात किंवा चंद्रावर वेधशाळा स्थापन होतील.

भरत : सर, अंतराळातील वेधशाळेचा शास्त्रज्ञांना कसा काय फायदा होईल ?

शिक्षक : पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर वातावरण आहे. तुला माहीतच आहे, अभिजित !

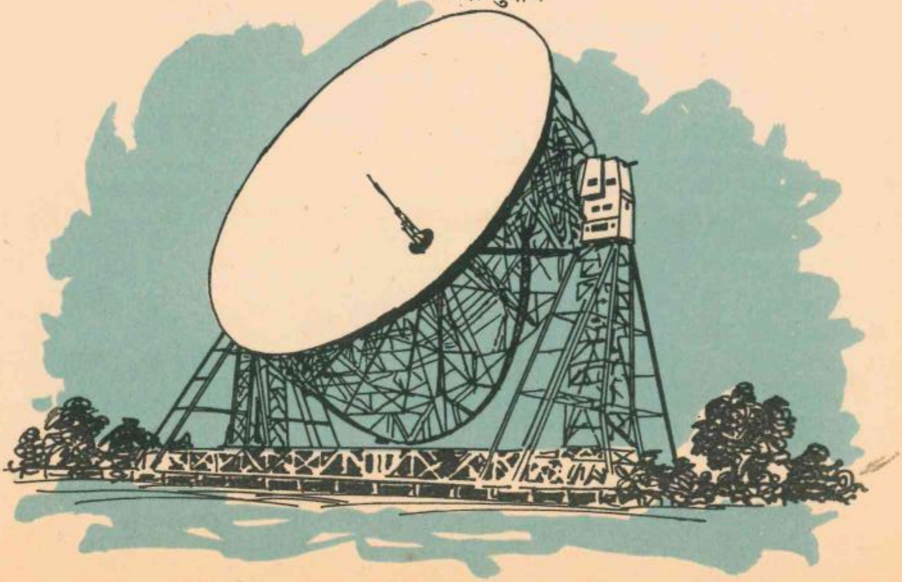
अभिजित : अर्थातच, वातावरण नसतं, तर पृथ्वीवर काहीच सजीव राहीलं नसतं.

शिक्षक : बरोबर आहे. पण हेच वातावरण शास्त्रज्ञांना एक त्रास वाटतो. कारण हवा एकसारखी हलत असते. शिवाय ढग वगैरे असतात. निरीक्षणात यामुळं अडथळा निर्माण होतो. अंतराळामध्ये वातावरण नसल्यामुळे दृष्टिपथात अडथळा येत नाही. शास्त्रज्ञांचं असं म्हणणं आहे की, अंतराळातील किंवा चंद्रावरील वेधशाळा ही निरीक्षणासाठी एक आदर्श अशी वेधशाळा होईल.कारण वर तिकडे काळोखाचं वातावरण नसून संशोधनासाठी आदर्श अशी परिस्थिती असेल.

दिलीप : पण सर, पृथ्वीवरील दूरदर्शकांमध्येही आता खूप सुधारणा झाली आहे. परवाच मी अमेरिकेतील २०० इंचाच्या दूरदर्शकाबद्दल * वाचलं.

* या मालेतील ' दुर्बीण ' या २६ व्या पुस्तिकेत तुम्हाला दूरदर्शकांबद्दल माहिती वाचावयास मिळेल. त्यात २०० इंचाच्या दूरदर्शकाची माहिती समाविष्ट केली आहे.

रेडियो दुर्बीण



शिक्षक : तुझं बरोबर आहे. जुन्या साध्या दूरदर्शकांच्या जागी आता प्रभावी व लांब पल्ल्याचे नवीन दूरदर्शक आले आहेत. या शतकात संपूर्णतः नवीन पद्धतीचे दूरदर्शक वापरले जातात. त्यांना रेडिओ–दूरदर्शक म्हणतात. हे दूरदर्शक प्रकाश किरणांऐवजी ताऱ्यांकडून आणि अंतराळातील विविध ठिकाणांहून प्रक्षेपित केलेल्या रेडिओ–लहरी पकडतात. या नवीन प्रगतीच्या सहाय्यानं खगोल शास्त्रज्ञांना अवकाशातील ज्या गोष्टी आपल्यापासून कोट्यावधी प्रकाशवर्षं दूर आहेत त्यांच्याविषयी माहिती मिळू शकते.

अभिजित : सर, ह्या वैज्ञानिक प्रगतीमुळे, विश्वामध्ये इतर कुठं सजीव सृष्टी आहे की नाही हे शोधणं शक्य होईल, नाही ? शास्त्रज्ञांना इतर कुठं अशी सजीव सृष्टी आढळली आहे ?

रोहिणी : मला नाही वाटत इतर कुठं सजीव सृष्टी असेल म्हणून !

शिक्षक : वा हल्लीच तर रेडिओ खगोल शास्त्रज्ञांना २,००० प्रकाशवर्षं अंतराहून आलेले विशिष्ट असे रेडिओ–संदेश मिळाले आहेत. काही खगोल शास्त्रज्ञांचं असं मत आहे की, हे संदेश सजीव प्राण्यांनीच पाठवले असावेत. मात्र ह्याला निश्चित पुरावा नाही. दूरच्या ताऱ्यांची गोष्ट सोडा, पण आपल्या सूर्यमंडळात चंद्राखेरीज इतर ग्रहांवर तरी सजीव सृष्टी आहे की नाही याबद्दलही शास्त्रज्ञांना खात्री नाही.

शुभदा : सर, इतर ग्रहांवर सजीव प्राणी असलेच तर ते कसे असतील ? ते पृथ्वीवरील सजीव प्राण्यांसारखेच असतील ?

शिक्षक : एखाद्या ग्रहावर सजीव प्राणी असलेच तर ते त्या ग्रहावरील विशिष्ट तपमान, दाब आणि इतर गोष्टी यांना अनुरूप असेच असतील.

ज्युली : सर, तुम्ही मागं सांगितलं होतं की, असे कोट्यवधी तारे आहेत आणि त्यातले कितीतरी स्वतः सूर्यासारखेच आहेत. मग त्यांनाही त्यांचे ग्रह आहेत का ? त्या ग्रहांवर सजीव सृष्टी असण्याची शक्यता आहे ?

शिक्षक : हो, तशी शक्यता आहे. असे कोट्यावधी सूर्य आहेत आणि त्यांना पृथ्वीसारखे त्यांचे ग्रहही आहेत. त्यांपैकी काही थोड्या ग्रहांवर तिथल्या परिस्थितीनुसार सजीव-

सृष्टी असण्याची शक्यता आहे.

भरत : आपल्या सभांच्या वेळी आपल्याला एकही धूमकेतू कधी कसा दिसला नाही ?

शिक्षक : कारण तेव्हा एकही 'धूमकेतू' पृथ्वीच्या जवळ आला नाही.

रोहिणी : हा धूमकेतू कसा असतो ?

शिक्षक : धूमकेतूचे डोके तेजस्वी ताऱ्यासारखे असते आणि त्याची शेपटी आकाशात कोट्यावधी मैल लांब पसरलेली असते. अर्थातच ह्या धूमकेतूबद्दल आश्चर्य आणि कुतूहल वाटतं. विशेषतः तो जेव्हा अचानक उगवतो तेव्हा ! शास्त्रज्ञांना अजून तरी ह्या धूमकेतूबद्दल फारशी माहिती मिळालेली नाही. तथापि, ते असं म्हणतात की, धूमकेतूच्या ताऱ्यासारख्या डोक्यामध्ये अतिशय सूक्ष्म असे तेजोकण एकत्र आलेले आहेत आणि त्याच्या शेपटीमध्ये बरेचसे धूमकेतू माहीत झालेले आहेत. लहान लहान धूलिकण असून ते डोक्यापासून सूर्याच्या विरुद्ध दिशेला पसरलेले आहेत. आणि त्यांना नावंही देण्यात आली आहेत. काही धूमकेतू पुन्हा केव्हा उगवणार आहेत ते आपल्याला ठाऊक झालं आहे. उदाहरणार्थ, हॅलेचा धूमकेतू १९१० मध्ये आला होता. आता तो बहुतेक १९८६ मध्ये पुन्हा येईल.

दिलीप : आपण त्यावेळी जिवंत असू की नाही कोण जाणे ?

अभिजित : निराशावादी होऊ नकोस ! मी तर शंभर वर्षे जगणार आहे. मला खात्री आहे.

रोहिणी : शंभर वर्षं म्हणजे फार झाली. मला इतकं आयुष्य आवडणार नाही. आपण त्या वयात फार दुबळे आणि परावलंबी होतो.

आभिजित : शंभर वर्षं म्हणजे काय फार झाली ? मग ह्या ताऱ्यांबद्दल तर बोलायलाच नको. ते वर्षानुवर्षं जगताहेत, तुझ्या म्हणण्याप्रमाणं ते केव्हाच मरून जायला हवे होते.

भरत : सर, मी केव्हापासून विचारीन विचारीन म्हणतोय तो प्रश्न मला आत्ता आठवला. हे खगोलशास्त्रज्ञ ह्या असंख्य ताऱ्यांचं आयुष्य आणि त्यांचं अंतर कसं काय ठरवतात ?

शिक्षक : ह्या प्रश्नाचं उत्तर देणं जरा कठीणच आहे. पण साधारणतः ते ताऱ्यांची सध्याची स्थिती पाहतात. म्हणजे, तो नुकताच उगवलेला तारा आहे की काही काळापूर्वी उगवला आहे,

की पिढ्यान् पिढ्या अस्तित्वात असलेला तारा आहे ! ही गोष्ट ते वर्णालिमापी (स्पेक्ट्रॉमिटर), तेजमापी (बोलोमिटर) अशासारख्या विविध उपकरणांच्या आधारानं ठरवतात. उदा. खगोल वैज्ञानिक म्हणून ओळखले जाणारे शास्त्रज्ञ या ताऱ्यांपासून निघणाऱ्या प्रकाशाच्या स्वरूपाचे विश्लेषण करतात आणि त्या आधारे त्यांना ताऱ्यांविषयी पुष्कळ माहिती मिळू शकते. उदा. त्याचं तपमान घटना आणि भ्रमणगती. ह्या सामग्रीचा आणि इतर प्रकारच्या मदतीनं खगोल वैज्ञानिक विविध ताऱ्यांचं आयुष्य आणि अंतर ठरवू शकतात. खगोल विज्ञानाची ही शाखा मोठी मनोरंजक आहे. कारण ह्यामुळे माणसाला विश्वाच्या गूढ रहस्यांचा पत्ता लागतो.

अभिजित : ह्या ताऱ्यांसंबंधी मला आणखी एक प्रश्न विचारायचा आहे. आपण जेव्हा आकाशाकडे पाहतो तेव्हा आपण चटकन सांगू शकतो की 'व्याधा'चा तारा सर्वात तेजस्वी तारा आहे; 'कक्षी' तारा किंवा 'आर्द्रा' तेवढा तेजस्वी नाही. पण ताऱ्यांचं वर्गीकरण करण्याची एखादी शास्त्रीय पद्धती आहे का ?

शिक्षक : आहे तर ! ख्रिस्तपूर्व दुसऱ्या शतकात 'हिप्पार्कस' नावाचा एक प्रसिद्ध ग्रीक खगोल खास्त्रज्ञ होऊन गेला. त्यानं ताऱ्यांचा सखोल अभ्यास केला. त्यानंच प्रथम ताऱ्यांच्या तेजानुसार त्याला योग्य वाटले तसे वर्ग पाडले. सर्वात तेजस्वी ताऱ्यांना त्यानं पहिला वर्ग दिला. त्यापेक्षा कमी तेजस्वी ताऱ्यांना दुसरा वर्ग अशा रीतीने त्यानं ताऱ्यांचं वर्गीकरण केलं. अगदी अस्पष्ट दिसणाऱ्या ताऱ्यांचा त्यानं सहावा वर्ग ठरवला. आधुनिक खगोल शास्त्रज्ञांनी तीच विचारसरणी उचलली परंतु त्यांनी पूर्वीचं ढोबळ वर्गीकरण अधिक पद्धतशीर केलं. त्यांनी एक तक्ता तयार केला. त्यात सर्वात तेजस्वी ताऱ्याचा म्हणजे 'व्याध' किवा 'सिरिअस' ताऱ्याचा दीप्तिक्रम—१·६ आहे आणि 'अल्फा सेन्टाउरी' किवा 'मित्र' ह्या सर्वात जवळच्या व कमी तेजस्वी ताऱ्याचा दीप्तिक्रम – ०·०६ आहे.

भरत : म्हणजे तारा जेवढा अधिक तेजस्वी तेवढा त्याचा दीप्तिक्रम कमी !

शिक्षक : बरोबर. आपण पूर्णचंद्राच्या तेजाचा विचार केला तर त्याचा दीप्तिक्रम–४·४

होईल आणि सूर्याचा दीप्तिक्रम–२६·८ आहे. ह्यावरून तुमच्या लक्षात येईल की, प्रखर तेज असणाऱ्या व्याध, अगस्ति, मित्र, स्वाती इत्यादी सारख्या ताऱ्यांचा दीप्तिक्रम 'ऋण चिन्हांकित' आहे. आता तुम्हाला समजलं असेल की ज्यावेळी चंद्र आकाशात असतो. त्यावेळी फक्त तेजस्वी तारे स्पष्टपणं दिसू शकतात. अर्थात हे चंद्राच्या कलेवर अवलंबून असतं. रोहिणी तारा, स्वाती, व्याध, आर्द्रा व अगस्ति हे तारे पौर्णिमेला ठळकपणे दिसू शकतात. तसेच शुक्र, गुरु आणि मंगळ हे ग्रह सुद्धा दिसू शकतात. परंतु त्या दिवशी ध्रुवतारा आणि कृत्तिका मात्र अतिशय अस्पष्ट असतात किंवा क्वचित् दिसतही नाहीत. आता मला वाटतं इथंच थांबू या. ही सभा आपल्या अपेक्षेपेक्षा खूपच लांबली.

रोहिणी : नाही सर, हा विषय इतका मनोरंजक होता की आम्हाला वेळेचं भानही राहिलं नाही.

दिलीप : सर, तुम्ही आम्हाला ताऱ्यांच्या अद्‌भुत जगाची ओळख करून दिल्याबद्दल आम्ही खरोखर तुमचे आभारी आहोत.

शिक्षक : छे, छे, ! आभार कसले मानता ? त्यात मला देखील आनंदच वाटला !

‘ उद्याचे नागरिक ’ पुस्तकमाला — २२

चित्रकार : सुरेंद्र सिरसाट

Rs. 5.00

सोमैया पब्लिकेशन्स प्रा. लि.

१७२, नायगाव क्रॉस रस्ता, मुंबई १४

मुद्रक : स. ना. तवकर, सोमैया पब्लिकेशन्स प्रा. लि. (मुद्रणालय), वडाळा उद्योग भवन, मुंबई ३१.
प्रकाशक : ग. बा. नेवाळकर, सोमैया पब्लिकेशन्स प्रा. लि., १७२, नायगाव क्रॉस रस्ता, मुंबई १४.

' उद्याचे नागरिक ' माला

१ चराचरांना पृथ्वी ओढी
२ आपले पूर्वज कोण ?
३ आपले सूक्ष्म शत्रू आणि मित्र
४ सामर्थ्यवान परमाणू
५ विज्ञानाचे मार्गदर्शक–१ : लुई पाश्चर
६ लाल रंग हा रक्ताचा
७ आपले आशियाई बंधु–१ : इराण
८ देशाचे रखवालदार
९ चला सूर्याकडे
१० आपली नैसर्गिक घोंगडी
११ विज्ञानाचे मार्गदर्शक– २ : हाफकिन
१२ घरकुलात वीज
१३ अन्नाचा प्रवास
१४ आपले आशियाई बंधु – २ : ब्रह्मदेश
१५ देशाचे शिल्पकार
१६ चल चंद्रावर स्वारी करू या
१७ श्वासोच्छ्वास
१८ विज्ञानाचे मार्गदर्शक – ३ : जेन्नर
१९ हृदयाची कथा
२० शरीराचा सरसेनापति
२१ आकाशमंडप – भाग १
२२ आकाशमंडप – भाग २
२३ विज्ञानाचे मार्गदर्शक – ४ : आइन्स्टिन
२४ रोगांशी सामना – भाग १
२५ रोगांशी सामना – भाग २
२६ दुर्बीण
२७ पृथ्वीवर जेव्हा माणूस नव्हता – भाग १
२८ पृथ्वीवर जेव्हा माणूस नव्हता – भाग २
२९ आपले आशियाई बंधु – ३ : सिलोन
३० इतिहासपूर्व भारत
३१ प्लॅस्टिक

टीप : क्र. १ ते १२ प्रत्येकी रु. १–८० व इतर प्रत्येकी रु. २–००