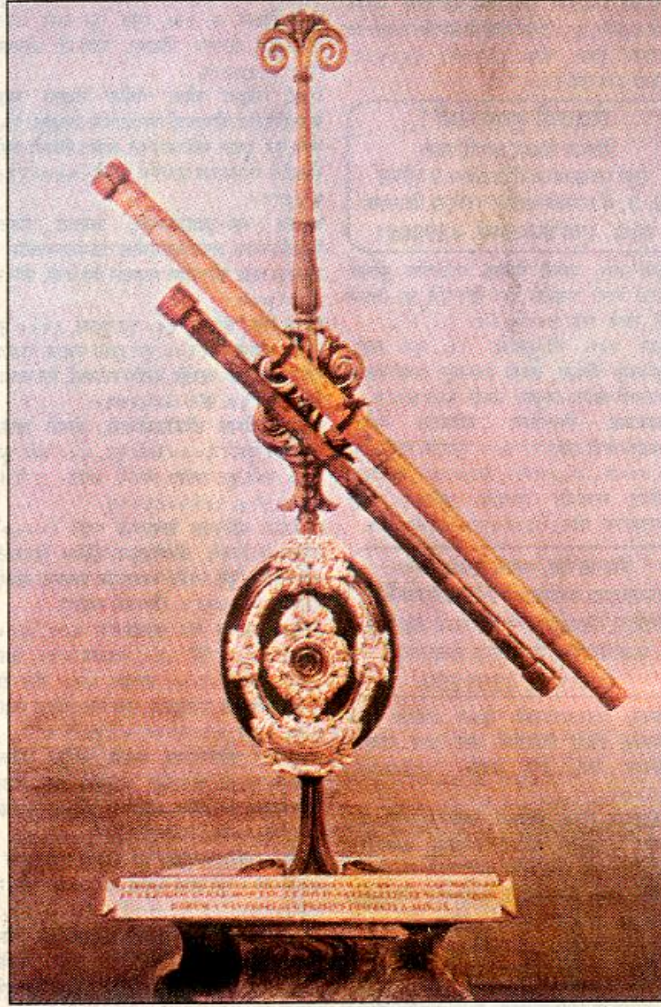


**भ** गवदगीतेतल्या अकराव्या अध्यायात अर्जुनाला विश्वरूपदर्शन घडवण्यापूर्वी श्रीकृष्णाने त्याला दिव्यचक्षू प्रदान केले. कारण मानवी चक्षूंनी त्याला ते विश्व पाहता आले नसते. आज खगोल वैज्ञानिकाला जे विश्वरूपदर्शन घडत आहे, तेदेखील मानवी चक्षूंच्या आवाक्यापलीकडले आहे. विविध दुर्बिणी आणि उपकरणे वापरूनच त्याला हे शक्य झाले आहे. आजच्या जमिनीवरच्या आणि अंतराळातल्या प्रचंड दुर्बिणींची मालिका पाहता, या सर्व उपकरणांची सुरवात एका इवल्याशा दुर्बिणीने करून दिली, यावर विश्वास बसणार नाही. ही सुरवात झाली इसवी सन १६०८-१६०९ मध्ये.

(चित्र क्र १) इसवीसन १६०८ मध्ये दुर्बिणीचा शोध योगायोगानेच म्हणा, पण हान्स लिपशें या चष्मे बनवणाऱ्याकडून लागला. दोन भिंगे एकामेकांसमोर एक धरून त्यांतून पाहिले, की दूरच्या वस्तू जवळ आल्यासारख्या दिसतात. याचा प्रत्यय लिपशेंचा सहकारी अनुभवीत होता. असे म्हणतात, की तो याचा वापर 'सामनेवाली खिडकी में इक चाँद सा मुखडा' न्याहाळण्यासाठी करत होता. (खरेखोटे लिपशें जाणे!)

गॅलिलिओ गॅलिलेई (१५६४-१६४२) या वैज्ञानिकाकडे दुर्बिणीची ख्याती पोचली. वैज्ञानिक तथ्ये प्रत्यक्ष प्रयोगाने तपासून पाहण्यात गॅलिलिओचा हातखंडा असल्याने त्याने मूळ दुर्बिणीत काही किरकोळ फरक करून ती आकाशदर्शनासाठी वापरायला सुरवात

## खगोल विज्ञानाच्या पाउलखुणा



(चित्र क्र १) गॅलिलिओची आद्य दुर्बिणी.

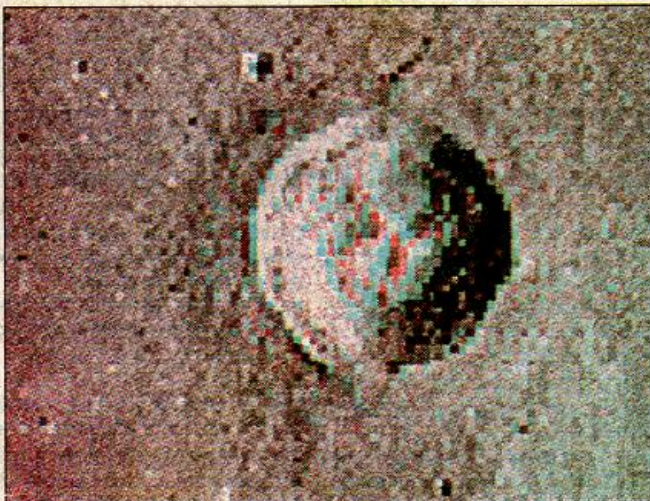
आज खगोल वैज्ञानिकाला घडणारे 'विश्व'रूपदर्शन मानवी चक्षूंच्या आवाक्यापलीकडचे आहे. त्यासाठी त्याला साहाय्य भूत उरल्या विविध दुर्बिणी. मानवी नजरेच्या टप्प्यापलीकडचे विश्व त्याला जाणण्यासाठी खुले करून देणाऱ्या या आधुनिक दिव्यचक्षूंची निर्मिती हा खगोलविज्ञानातील एक अत्यंत मोलाचा टप्पा.

## डॉ. जयंत नारळीकर

त्याला पाहता आल्या आणि त्यावरून शुक्र पृथ्वीभोवती नव्हे, तर सूर्याभोवती फिरतो, हे त्याला दाखवता आले. आणि त्याचा दुर्बिणीच्या माध्यमाने लावलेला सर्वांत महत्त्वाचा शोध म्हणजे गुरूभोवती फिरणारे ग्रहाचे स्वतःचे चार चंद्र!

नवी माहिती जर प्रस्थापित सामाजिक विचारसरणीला धक्के देत असेल तर तिला लोच मान्यता मिळत नाही. देवनिर्मित सृष्टीत विवरा-

# दुर्बिणी : खगोल वैज्ञानिकाचे दिव्यचक्षू



(चित्र क्र २) चंद्राच्या पृष्ठभागावरील विवरे. ही प्रथम गॅलिलिओने आपल्या दुर्बिणीतून पाहिली. चित्रात ऑयलर विवर प्रामुख्याने दिसत आहे.

केली. दूरच्या तारका आणि इतर आकाशस्थ वस्तू दुर्बिणीचा फायदा घेऊन जवळून न्याहाळल्यास कशा दिसतील, याचे त्याला कुतूहल होते. त्याच्या मूळ दुर्बिणीचे मुख्य भिंग जेमतेम अडीच सेंटीमीटर व्यासाचे असेल, पण त्यानेदेखील पुष्कळच आश्चर्यकारक कामगिरी करून दाखवली... आणि काही बाबतीत भ्रमनिरासही केला!

उदाहरणार्थ, 'चाँद सा मुखड्या'ऐवजी गॅलिलिओने आपली दुर्बिणी चंद्रावरच रोखली. चंद्राचे हे जवळचे दर्शन सुंदर मुखड्याला उमपा देण्याजोगे खचित नव्हते. चंद्रावरील पृष्ठभाग लहानमोठ्या विवरांनी व्यापलेला आहे असे त्याला आढळले. (चित्र क्र २) तसेच सूर्यावर त्याला चक्क काळे डाग दिसले. चंद्राप्रमाणे शुक्राच्या कला

डागांसारखे वैगुण्य असणे शक्य नाही; सर्व विश्व स्थिर पृथ्वीभोवती फिरते, मग गुरू ग्रहाला त्याचे स्वतःचे चंद्र कसे असतील? आदी शंकांमुळे त्या काळचे सामान्य मत दुर्बिणीवर विश्वास न ठेवण्याचे होते. 'या यंत्रातून वास्तवदर्शन होत नाही... दिसते ते मायाजाल आहे' अशी धारणा विचारवंतांमध्येदेखील होती.

## दुर्बिणीचा वाढता वापर

पण ही आरंभिक संशयी प्रवृत्ती हळूहळू बदलली. दुर्बिणीतून दिसते ते वास्तवदर्शनच, अशी खात्री पटत गेली आणि सतराव्या शतकाअखेरपर्यंत दुर्बिणींना खगोल निरीक्षणात प्राधान्य मिळू लागले. तसेच, दुर्बिणीच्या रचनेत,

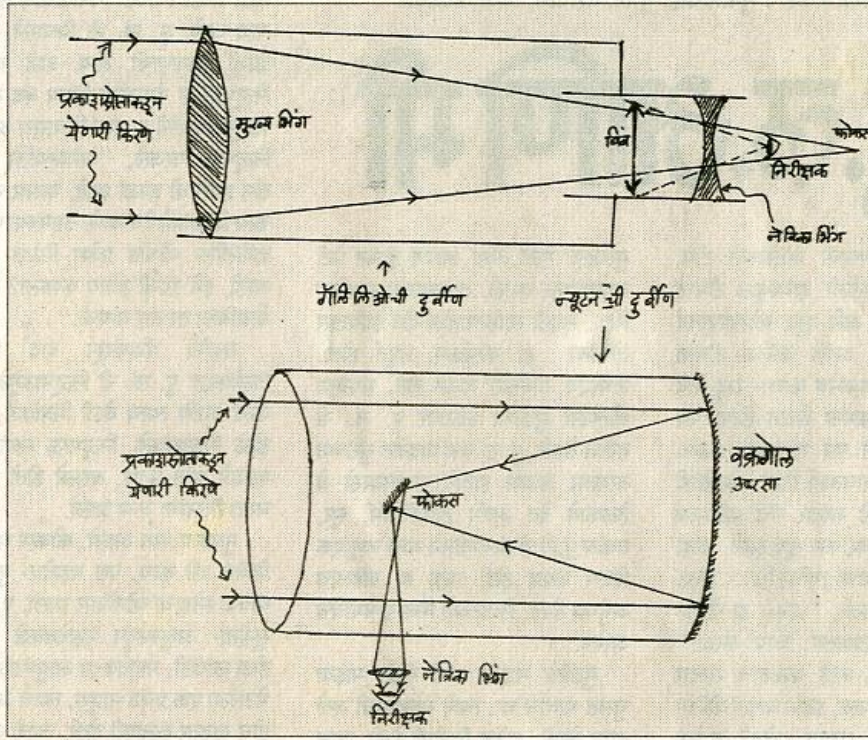
(पान ११ पाहा)

(पान ७ वरून)

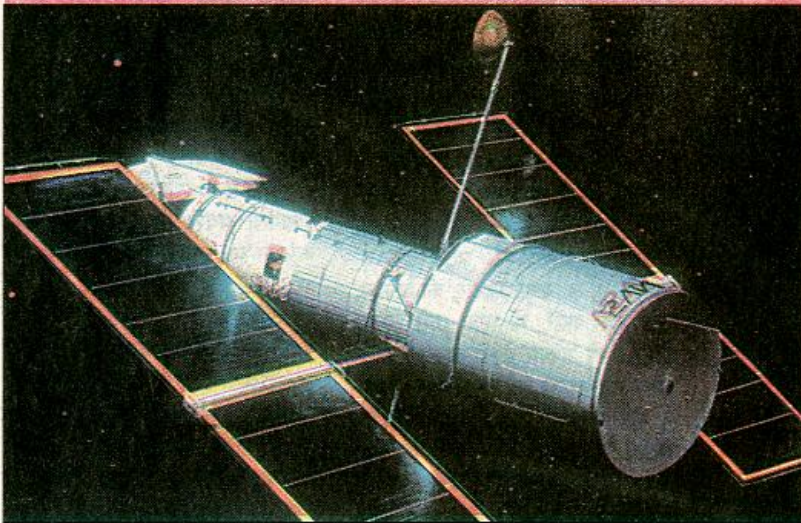
आकारात पुष्कळ सुधारणा करून तिला अधिकाधिक कार्यक्षम बनवण्याचे प्रयत्न खगोल निरीक्षकांनी सतत चालू ठेवले. खुद्द आयझॅक न्यूटनने एका आगळ्यावेगळ्या दुर्बिणीचा नमुना सादर केला. त्याने गॅलिलिओप्रणीत दुर्बिणीतल्या मुख्य भिंगाऐवजी वक्रगोल आरसा वापरला.

(चित्र क्र. ३) अर्थात भिंगातून पलीकडे जाणारी किरणे आरशावर आपटून उलटी वळतात, परावर्तित होतात. भिंगाच्या दुर्बिणीच्या एका बाजूला प्रकाशस्रोत, तर दुसऱ्या बाजूला निरीक्षक असा सुटसुटीत प्रकार असतो. त्याऐवजी आरशाच्या दुर्बिणीत (न्यूटनच्या मॉडेलप्रमाणे) प्रकाशस्रोत आणि निरीक्षक एकाच बाजूला असावे लागतात. हे जमवून आणणे व्यावहारिकदृष्ट्या अवघड आहे.

म्हणून आरंभीच्या काळात दुर्बिणीत भिंगांचा वापर करीत. परंतु, मोठ्या दुर्बिणींची रचना करताना मात्र भिंगांचे दोष घ्यानात येऊ लागले आणि आरशांच्या दुर्बिणी अधिक सुकर करता आल्या. न्यूटनच्या दुर्बिणीत कॅसेग्रेनने



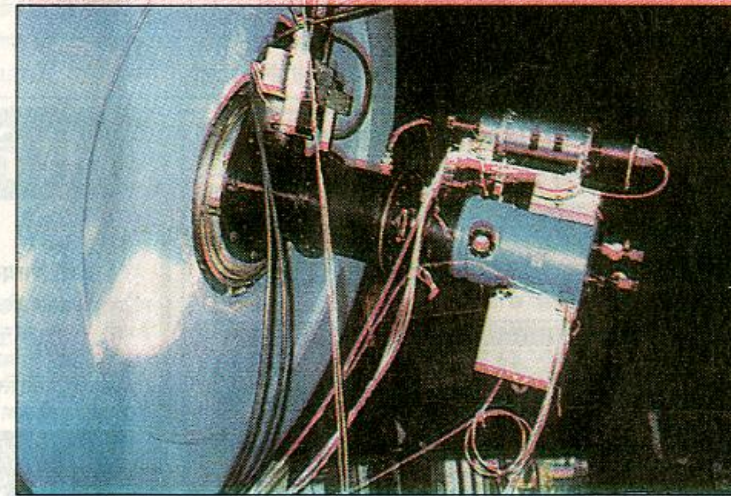
चित्र क्र. ३ : भिंगाच्या दुर्बिणीत वरच्या चित्रात दाखवल्याप्रमाणे स्रोताकडील किरणे भिंगातून पलीकडे जाऊन दुसऱ्या बाजूला केंद्रित होतात. खालच्या चित्रात आरशाच्या दुर्बिणीत केंद्रित झालेली किरणे पाहा. प्रकाशस्रोत आणि त्याचे केंद्रित बिंब एकाच बाजूला आहेत. ही पद्धत अडचणीची आहे. पण आता त्या अडचणीवर तोडगा मिळाला आहे.



चित्र क्र. ५ : हबल अंतराळ दुर्बिणी... हिचे नियंत्रण पृथ्वीवरून होते.

केलेली सुधारणा हल्लीच्या बऱ्याच मोठ्या दुर्बिणीत अमलात आणली जाते. चार हजार पौंड किमतीत विलियम हर्शेलने बनवलेल्या दुर्बिणीतल्या आरशाचा व्यास एकशे वीस सेंटिमीटर इतका होता.

इंग्लंडचा राजा तिसरा जॉर्ज याने हर्शेलला शाही खगोलशास्त्रज्ञाचे पद देऊन गौरवले; पण त्याचबरोबर त्याला दुर्बिणी बांधायला मदतही केली. हर्शेलच्या एका दुर्बिणीतून आकाशाकडे पाहण्याला त्याने प्रमुख धर्मगुरू (आर्चबिशप ऑफ कॅण्टर्बरी) यांना पाचारण केले. 'तुम्ही धर्ममार्तंड लोक आम्हाला स्वर्गाबद्दल पुष्कळ काही सांगता. पण या दुर्बिणीतून तुम्ही स्वर्ग पाहाल!' त्याने आर्चबिशपना आवाहन केले. गॅलिलिओच्या काळापासून दोन शतकांतच जमाना किती बदलला, याची या आख्यायिकेवरून जाणीव होते.



चित्र क्र. ६ : स्रोताच्या प्रकाशातील पोलरायझेशन मोजणारा आयुकातील इमेजिंग पोलॅरीमीटर. याचा उपयोग चुंबकीय क्षेत्राची दिशा उरवण्यासाठी होतो.

## आधुनिक दुर्बिणी

नव्या तंत्रज्ञानाचा आणि वाढत्या संगणकीकरणाचा फायदा घेऊन खगोलशास्त्रज्ञांनी आधुनिक दुर्बिणी प्रचंड आरशांच्या; पण वापरात सुगम-सुकर अशा बनवल्या आहेत.

(चित्र क्र. ४) आजची सर्वाधिक मोठी दुर्बिणी म्हणजे 'केक दुर्बिणी'. जिच्या आरशाच्या व्यास आहे दहा मीटर! शेजारी शेजारी असलेल्या दोन केक दुर्बिणी एकत्र केल्या, वापरल्या तर त्यांची प्रकाश ग्रहणक्षमता १४ मीटर व्यासाच्या आरशाइतकी होईल. नव्या तंत्रज्ञानाप्रमाणे हे आरसे संपूर्ण एकजिनसी नसून, छोटे अनेक आरसे जोडून बनवले जातात. तसेच 'टेलिस्कोप मॉन्टिंग'चे तंत्रज्ञान बदलले असून, त्यांना 'वळवण्याचे' काम संगणक करतात. (आपण एखादी तारका अनेक मिनिटे/ तास पाहणार असलो तर तिच्या कालानुसार बदलत्या

# दुर्बिणी : खगोल वैज्ञानिकांचे दिव्यचक्षू

दिशेप्रमाणे दुर्बिणी सतत वळवावी लागते.) वाढत्या यांत्रिकीकरणाचा एक परिणाम म्हणजे पुष्कळ मोठ्या दुर्बिणींचा वापर तंत्रज्ञांवर सोपवलेला असतो. खगोल निरीक्षकांचे तेथे प्रयोजन नसते. निरीक्षकाने सांगितल्याबद्दलकूम तंत्रज्ञ निरीक्षणे घेतात आणि त्यांचे विवरण निरीक्षकाकडे पाठवतात.

हबल अंतराळ-दुर्बिणीचा वापर पृथ्वीवरून केला जातो. अंतराळात त्यासाठी निरीक्षक वा तंत्रज्ञ कोणालाच सतत पाठवत राहणे परवडणारे नाही; आणि शक्यही नाही. पण 'रिमोट कंट्रोल' शक्य आहे. दूरनियंत्रणाचा फायदा घेऊन आता खगोल निरीक्षक पृथ्वीवरच्या दुर्बिणींना देखील बसल्या जागेतून आदेश देऊ शकतो.

### निरीक्षणाची साधने

'दिव्यचक्षू'मध्ये केवळ दुर्बिणीच नव्हे; तर त्यांना जोडलेली उपकरणेही येतात. मोठ्या आरशांचे मुख्य फायदे म्हणजे १) पुष्कळ

प्रकाश ग्रहण करायची क्षमता, जिच्यामुळे मंद प्रकाशस्रोत दिसू शकतात.

(चित्र क्र. ६) आणि २) अधिक स्पष्ट बिंब उमटवण्याची क्षमता. दोन्ही फायदे उपयोगात आणण्यासाठी उपकरणे हवीत. उपलब्ध प्रकाशाची छाननी व्हायला पाहिजे. त्यासाठी स्पेक्टोग्राफ, फोटोमीटर, पोलॅरीमीटर आदी पाहिजेत. बिंबाचा अभ्यास करायला सीसीडी कॅमेरा आणि संगणक हवा. 'चार्ल कपलंड डिव्हाइस' हे तंत्र वापरून अतिमंद बिंबे उमटवता येतात, तर 'इमेज प्रोसेसिंग'चे तंत्र वापरून बिंबांचे विविध भाग तपासता येतात.

अशा तऱ्हेने १६०८-१६०९ मध्ये अस्तित्वात आलेली खगोल दुर्बिणी आज चार शतकांपश्चात गॅलिलिओनेही अचंबा करावा अशा स्थितीत येऊन पोचली आहे.

चित्र क्र. ४ : केक दुर्बिणीचा प्रचंड आरसा अनेक छोटे आरसे जोडून बनवला आहे.

