

ज्योतिर्विलास

अथवा

रात्रीची दोन घटका मौज

किंवा

अंतरिक्षांतून फेरफटका



लेखक

कै. ज्योतिर्विद शंकर बाळकृष्ण दीक्षित



अद्ययावत् शोधांचा अंतर्भाव करून वाढविलेल्या
नवीन आवृत्तीचे

संपादक

रामचंद्र शंकर दीक्षित



आवृत्ति सहायी

शकवर्ष १८७०-इ. स. १९४८

[ह्या पुस्तकासंबंधी सर्व हक्क संपादकानें स्वाधीन ठेविले आहेत.]

किंमत रुपये पांच

प्रकाशक
रा. रा. शं. दीक्षित
टिळकवाडी, २५३/५ सदाशिव
पुणे २

B9E
~~17009/२~~ पुणे

: पुस्तकें मिळण्याचें स्थल :
दीक्षितनिवास, टिळकवाडी २५३/५ सदाशिव, पुणे २

B Dix

४३३

पुणे इंडियन लायब्ररीज लि.
१९६६/४६ सदाशिव, पुणे.
पुणे

मुद्रक
गोपाळ बळवंत जोशी,
आनंद मुद्रणालय
१९६६/४६ सदाशिव, पुणे.

मूळ ग्रंथकर्त्यांनी लिहिलेली

पहिल्या आवृत्तीची प्रस्तावना

ईश्वराची प्रत्येक कृति अद्भुत आहेच. तथापि आकाशस्थ ज्योतींच्या गतिस्थित्यादिकांचे चमत्कार पाहून आणि त्यांचें ज्ञान करून घेऊन ईश्वरी कृतींचे आणि शक्तींचें महत्त्व आणि अपारत्व जसें दिसून येतें तसें इतर गोष्टींनें दिसून येत नाहीं. अति प्राचीन कालापासून अनंत आकाशातील चमत्कारांकडे मनुष्यजातीचें लक्ष लागलें आहे. जिज्ञासु लोकांच्या प्रयत्नानें आज जे आकाशांतले अद्भुत चमत्कार त्यांस समजले आहेत, ते प्रत्येक मनुष्याला स्वतःच्या तशा प्रयत्नानें समजण्याचा संभव नाही, म्हणून ते त्यांजपासूनच समजून घेतले पाहिजेत. ह्या ज्ञानाचें भांडार अन्य भाषांत आहे, त्याचा लाभ करून घेण्याचें साधन सर्वासच उपलब्ध असतें असें नाही, आणि ज्यांस आहे त्यांतल्या सर्वासच त्याची प्राप्ति अंशतः किंवा सर्वतः करून घेण्यास कालादिकांची अनुकूलता असते असें नाही. म्हणून त्या ज्ञानभांडारातील थोडावहुत अंश ज्यास मिळाला असेल त्या प्रत्येकास त्याचा लाभ इतरांसही करून द्यावा असें वाटत असेल. आपण कांहीं चमत्कार पाहिला कीं तो कोणाला तरी केव्हां सांगेन असें होतें, याचा अनुभव तर सर्वास आहे. परंतु असे अपरोक्ष व परोक्ष चमत्कार पहाण्याची तरी अभिरुचि लोकांत कितपत आहे हें समजण्याचें साधन माझ्यासारख्यापेक्षां नेहमींच्या पुस्तक-प्रकाशनानें याविषयी अनुभव आलेल्या रा० रा० बळवंत गणेश दामोदर-करांसारख्यांस जास्त आहे. त्यांच्याही मनांत असा एकादा ग्रंथ व्हावा असें आलें. यावरून केवळ कादंबरीपेक्षां गहन अशा ग्रंथाविषयी अभिरुचि लोकांत उत्पन्न झाली आहे असें वाटून, आणि अभिरुचि व ग्रंथप्रकाशन या गोष्टी कांहीं अंशीं अन्योन्याश्रित आहेत असेंही मनांत

येऊन, हा ग्रंथ यथामति लिहिला. हा लिहिण्याविषयी मनाची प्रवृत्ति होण्यास कारण मुख्यतः दाभोळकर हे झाले म्हणून त्याच्या प्रकाशनाचें श्रेय त्यांस आहे.

ज्योतिःशास्त्राची लहान मोठी बरीच पुस्तके मराठीत असतां या ग्रंथाचें प्रयोजन काय असें सहज कोणी म्हणेल. त्यास एक तर मराठीत जीं पुस्तके आहेत तीं सर्व केवळ विद्यार्थ्यांकरितां लिहिलेलीं आहेत. ज्योतिःशास्त्र हा विषयच स्वभावतः मनोहर आहे; तथापि तीं पुस्तके सामान्य वाचकांस उपयोगी आणि मनोरंजक व्हावीं एवढ्याच उद्देशानें लिहिलेलीं नसल्यामुळे तीं तशीं नसणें साहजिक आहे. दुसरें असें कीं ज्योतिःशास्त्र हें जागरूक शास्त्र आहे. व त्यासंबंधें नवे नवे शोध प्रत्यहीं लागत आहेत. मराठीतलीं पुस्तके कोणत्या ना कोणत्या तरी इंग्लिश पुस्तकांची बहुधा निव्वळ भाषान्तरें आहेत. त्यांचीं मूळ पुस्तके कांहींचीं तर इ. सन १८५० किंवा १८६० च्या पूर्वीचीं व दोन-तिहींचीं बहुधा दहावीस वर्षांच्या पूर्वीचीं असल्यामुळे व त्यांचा मूळ उद्देश कमी व्यापक असल्यामुळे कालानुगामित्व आणि विषयवैचित्र्य हे गुण साहजिकच कमी असणें संभवतें. म्हणून सामान्यवाचकोपयोगित्व, मनोरंजकत्व, कालानुगामित्व आणि विषयवैचित्र्य हे गुण पुस्तकांत आणण्याचा उद्देश मुख्यतः धरून तशा प्रकारच्या अनेक पुस्तकांच्या अवलोकनानें हें पुस्तक रचिलें आहे. प्रत्येक जाणत्या महाराष्ट्रीय्यास ज्योतिःशास्त्रासंबंधें जें जें ज्ञान थोडेंसें तरी असावें असें मला वाटतें, त्याचा संग्रह या पुस्तकांत करण्याचा प्रयत्न केला आहे, हे उद्देश कितपत सिद्धीस गेले आहेत हें पाहणें वाचकांकडे आहे.

पारिभाषिक शब्दावाचून तर गत्यंतर नाही. व क्वचित् शास्त्रीय विषयास शोभेल अशी भाषा योजावी लागली. तथापि विषय जितका सुबोध होईल तितका करण्याचा प्रयत्न केला आहे. तरी शास्त्रीय विषय कादंबरीसारखा सुबोध कसा होणार ? कोणत्याही गोष्टीचीं कारणें न सांगतां त्या नुसत्या दिल्या तर ज्योतिःशास्त्राच्या ग्रंथासही कादंबरीसारखें सुबोधत्व आणितां येईल. परंतु मनुष्य कितीही मनोरंजनप्रिय असला

तरी ज्यास जिज्ञासा नाही असा मनुष्य नाही. वास्तवचमत्कार कादंबरी-सारखे वाचून त्यास आनंद होईल. परंतु लागलेच त्यास वाटू लागेल की ' याचें कारण काय ? ' म्हणून या पुस्तकांतील बहुतेक गोष्टी सोपपत्तिक किंवा सकारण सांगितल्या आहेत. शिवाय काहीं गोष्टी समजण्यास त्यांचीं लक्षणें वगैरे रूक्ष प्रकारांशिवाय गत्यंतरच नाही. म्हणून तेही आले आहेत. परंतु यामुळें हें पुस्तक विद्यार्थी व इतर वाचक या दोघांसही उपयोगी होईल अशी माझी समजूत आहे.

ह्या पुस्तकांतलीं बहुतेक प्रकरणें इंग्लिश ग्रंथांच्या आधारेणें लिहिलीं आहेत. तरी हें एकाद्या पुस्तकाचें निव्वळ भाषांतर नाही. एक प्रकरण-मात्र बहुतेक भाषांतर म्हणतां येईल, तरी त्यांत भाषांतर अक्षरशः नाही. इंग्रजांतला मतलब तेवढा संक्षेपानें मराठींत आणिला आहे. शिवाय त्यांत माझें म्हणून काहींतरी आहे, म्हणून तें प्रकरण भाषांतर नव्हे, असें म्हणण्याचा मला अधिकार आहे. या लिहिण्यावरून भाषांतररूपी ग्रंथांची योग्यता मी कमी समजतों असा मात्र माझा उद्देश कोणी समजू नये.

ज्योतिःशास्त्रांतोळ पुष्कळ अनुमेय गोष्टींविषयीं आजपर्यंत अनेकांचे अनेक तर्क झाले आहेत. त्यांपैकी जे सांप्रत निराधार ठरले आहेत त्यांचा या ग्रंथांत बहुधा मुळींच उल्लेख केला नाही. ज्या गोष्टींविषयीं मतभेद आहे त्यांविषयीं सांप्रत जें मत बहुमान्य आहे तेंच बहुधा दिलें आहे. क्वचित् इतर मतेही सांगितलीं आहेत.

*

*

*

या पुस्तकांतली चौथें व नववें ह्या प्रकरणांचे मूलाधार संस्कृत व इंग्लिश ग्रंथांतले आहेत, तरी हीं प्रकरणें इंग्लिश ग्रंथांत नाहीतच, परंतु संस्कृतांतही अशा रूपानें कोणत्याच ग्रंथांत नाहीत. मराठींत तारांचे नकाशे आजपर्यंत दोनतीन झाले. परंतु त्या सर्वांपेक्षां आमची प्राचीन २७ नक्षत्रे व प्राचीन ग्रंथांतल्या इतर तारा यांची ओळख इतर कोणाच्या साह्यावांचूनही करून घेण्यास प्रस्तुत पुस्तकांतले नक्षत्रपट व त्यासंबंधी चौथ्या व तिसऱ्या प्रकरणांतली विवरण हीं जास्त उपयोगी पडतील. इच्छा व

प्रयत्न मात्र पाहिजे, ह्या नक्षत्रपटांतल्या तारांचें ज्ञान झाल्यास रा० रा० दा० ग० केळकर यांच्या नकाशांवरून इतर तारांची माहिती करून घेण्यास फार सोपें पडेल, आढवें प्रकरण मराठींत नवीनच आहे, शिवाय प्रत्येक प्रकरणांत कांहींतरी नवीन आहे, परिशिष्ट १ हें तर बहुतेक मराठींत कोणास डाऊकच नाही, आजपर्यंत कोणत्याही एका मराठी पुस्तकांत आलेली नाही अशी माहिती या पुस्तकांत निदान सव्वाशें पृष्ठे आहे व सुमारे ४० पृष्ठे माहिती अगदी नवीन नाही तरी या पुस्तकांत ती अशा रूपानें दिली आहे कीं वाचकांस ती नवीच वाटेल.

या पुस्तकांतील थोडीशीं चित्रें इतर मराठी पुस्तकांत आहेत, परंतु बहुतेक चित्रें मराठींत आजपर्यंत आलीं नाहींत अशी आहेत, या सर्वांचा व नक्षत्रपटांचा सुरेखपणा मराठींत एक खेरीज करून इतर पुस्तकांत दृष्टीस पडावयाचा नाही.

ग्रहांच्या प्रकरणांत त्यांची पुढील २ वर्षांची स्थिति दिली आहे, ती व इतर अनुभव घेण्यासारख्या गोष्टी पुस्तकांत पुष्कळ सांगितल्या आहेत, त्यांचा वाचकांनीं अनुभव घेऊन पहावा.

या पुस्तकांतील कांहीं प्रकरणें अशीं आहेत कीं त्यांवर एकेक स्वतंत्र ग्रंथ होईल, त्यांतील विषयांचें विवेचन या पुस्तकांत यथावकाश केलें आहे.

इंग्रजी ग्रंथकारांपैकी न्युकोव, प्रॉक्टर आणि लॉकियर, यांच्या ग्रंथांचा त्यांतही मुख्यतः पाहिल्याच्या पुस्तकाचा आधार प्रस्तुत पुस्तकांत विशेषतः आहे, या पुस्तकांतले नक्षत्रपट तयार करितांना रा० रा० बाबजी विठ्ठल कुळकर्णी यांचा 'तारकादर्शक,' व रा० रा० दामोदर गणेश केळकर यांचे 'आकाशाचे देखावे' मला पाहाण्यास सांपडले, मराठींतली ज्योतिःशास्त्राची बहुतेक पुस्तकें मी केव्हां तरी पाहिलीं आहेत, अर्थात् तदधिगत ज्ञानाचा उपयोग हें पुस्तक लिहितांना झालाच आहे, शिवाय अनेक संस्कृत व इंग्लिश पुस्तकांचा उपयोग हें पुस्तक लिहितांना झाला आहे, त्यांचीं नांवे कोठवर लिहावीं ? या सर्व ग्रंथांच्या गत अथवा विद्यमान कर्त्यांचा अथवा त्यांच्या प्रकाशकांचा मी फार आभारी आहे.

(५)

या पुस्तकांतले नक्षत्रपट तयार करण्याच्या कार्मी रा. रा. गणेश सखाराम खरे, सुपरवायझर इरिगेशन डिपार्टमेंट, खानदेश, यांचे फारच साह्य झाले. तसेच रा. रा. परशुराम लक्ष्मण दातार, निसवत कुलाबा वेधशाळा, यांनी वेळोवेळीं तारादिकांसंबंधानें पुष्कळ माहिती दिली. या उभय गृहस्थांचा मी फार आभारी आहे.

ज्योतिःशास्त्राचे थोडेबहुत ज्ञान प्रत्येकास असतेच, तथापि या पुस्तकापासून कांहीं वाचकांच्या तरी ज्ञानांत थोडीबहुत भर पडली किंवा त्यास पुष्टि आली तर आपण आपले कर्तव्य अंशतः तरी केले असे वाटून मला समाधान होईल.

धुळे,
तारीख २३ सप्टेंबर १८९२

}

शंकर बाळकृष्ण दीक्षित

लो० बाळ गंगाधर टिळक ह्यांचा

या ग्रंथाविषयीं अभिप्राय.

ज्योतिःशास्त्रावर अशा तऱ्हेचा मराठींत हा पहिलाच ग्रंथ आहे, असें म्हणण्यास कांहीं हरकत नाही. विश्वाची रचना, त्याचें अनंतत्व व तत्संबंधीं कधींही न दळणारे नियम यांबद्दलचे प्राचीन व अर्वाचीन ज्योतिष्यांचे विचार एकवटून सोप्या व मनोरंजक भाषेनें महाराष्ट्राचाचकांस समजून देण्याचें काम याप्रमाणें आजपर्यंत कोणीच केलें नव्हतें, व रा.रा. शंकर बाळकृष्ण दीक्षित यांचेपेक्षां हें काम करण्यास अधिक योग्य गृहस्थ सांपडणें कठीण आहे. इंग्रजींत “ पॉप्युलर अस्ट्रॉनमी ” नामक ज्योतिःशास्त्रावर ज्या नमुन्याचीं पुस्तकें होतात त्याच नमुन्यावर मराठींत हा ग्रंथ रचला आहे. व भारतीय आणि पाश्चात्य अशा दोन्ही ज्योतिषांची ग्रंथकारास चांगली माहिती असल्यामुळें हा ग्रंथ केवळ भाषांतरासारखा न होतां मनोरंजक स्वतंत्र ग्रंथाप्रमाणें झाला आहे. आकाशांतलें चंद्र-सूर्याच्या वगैरे देखाव्यांचीं ग्रंथांतून जीं चित्रें दिलीं आहेत तींही सुबक झालीं असून कांहीं कांहीं तर थेट विलायती नमुन्याप्रमाणें उतरलीं आहेत. ग्रंथाचे शेवटीं खगोलाचे ३ नकाशे जोडले आहेत. त्यावरून अगदीं नवख्या मनुष्यासही मुख्य मुख्य तारांची ओळख सहज करून घेतां येईल. एकंदरींत ज्योतिःशास्त्रावर किंबहुना दुसऱ्या कोणत्याही शास्त्रावर अशा रीतीनें लिहिलेला मनोरंजक स्वतंत्र ग्रंथ मराठींत झालेला आमचे पाहण्यांत नाही.

बाळ गंगाधर टिळक, बी. ए. एल्. एल्. बी.

(केसरीकर्ते)

नवीन आवृत्तीची प्रस्तावना

ज्योतिर्विद कै. तीर्थरूप शंकर बाळकृष्ण दीक्षित यांनी ' ज्योति-
र्विकास ' अथवा ' रात्रीची दोन घटका मौज, ' हें पुस्तक केवळ
सामान्य शिक्षण घेतलेल्या महाराष्ट्रीय वाचकांना सुद्धा आकाशस्थ
ज्योतींचें ज्ञान सुलभतेनें व्हावें या हेतूनें इंग्लिश भाषेंत पॉप्युलर अँस्ट्रॉ-
नमीच्या नमुन्याची पुस्तकें असतात त्या धर्तीवर प्रथम इ. स १८९२
मध्ये लिहिलें. हें पुस्तक इतकें लोकप्रिय झालें कीं, लागलीच दोन
वर्षांनीं कै० दीक्षितांच्या हयातींतच त्याची पुनरावृत्ति काढावी लागली.
त्यानंतर इ. स. १९१८ पर्यंत या पुस्तकाच्या आणखी, तीन आवृत्ति
निघाल्या, म्हणजे शास्त्रीय-विषयासारखा गहन विषय असून सुद्धा या
ग्रंथाच्या पहिल्या पंचवीस वर्षांत पांच आवृत्ति निघाल्या. त्यानंतर मात्र
गेले तीस वर्षांत त्याची नवीन आवृत्ति काढण्याचा सुयोग आला नाहीं.
हल्लीं हें पुस्तक दुर्मिळ झालें आहे, म्हणून त्याची पुनरावृत्ति काढावी
असें माझ्या मनांत गेलीं चार वर्षे घोळत होती. पण मध्यंतरीच्या महा-
युद्धजन्य परिस्थितीत कागदाच्या टंचाईमुळें व इतर अडचणींमुळें हें
काम तसेंच स्थगित करावें लागलें.

कै. दीक्षितांनीं या पुस्तकाच्या पहिल्या आवृत्तीच्या प्रस्तावनेंतच म्हटलें
आहे कीं, ज्योतिःशास्त्र हें जागरूक शास्त्र आहे व त्यांत नवे नवे शोध प्रत्यहीं
लागत आहेत. त्यांनीं हें पुस्तक ५५ वर्षांपूर्वी लिहिलें. या ५५ वर्षांच्या मोठ्या
कालावधींत व विशेषतः गेल्या २०।२५ वर्षांत आधुनिक भौतिक
शास्त्रांच्या मदतीनें मोठ्या प्रमाणावर संशोधन होऊन व नवे नवे शोध
लागून आकाशस्थ तेजांविषयींच्या ज्ञानांत पुष्कळच भर पडलेली आहे.
म्हणून या नवीन माहितीचा अंतर्भाव न करतां जुन्या पुस्तकाचें केवळ
पुनर्मुद्रण करणें इष्ट व उचित वाटलें नाहीं. म्हणून अद्ययावत् माहिती
मिळविण्याचे दृष्टीनें माझे चिरंजीव डॉ. कमलाकर रामचंद्र दीक्षित
(मुंबई येथील रॉयल इन्स्टिट्यूट ऑफ सायन्स मधील फिजिक्स या
विषयाचे प्राध्यापक) यांनीं बंगलोर येथें सतत दोन वर्षे उन्हाळ्याचे

सुटीत मुद्दाम राहून इंग्लंड, अमेरिका, फ्रान्स व जर्मनी या देशांत प्रसिद्ध झालेलीं ज्योतिःशास्त्रविषयक सर्व पुस्तकें वाचून प्रस्तुत आवृत्तीत अंतर्भाव करण्यास योग्य असा मजकूर लिहून काढला. अशा रीतीनें हें पुस्तक अगदीं अद्ययावत् माहिती देऊन उचित असा जास्ती मजकूर घालून वाढवून प्रसिद्ध करण्यांत येत आहे. भर महायुद्ध चालू असतांना सुद्धां इ. स. १९४४ मध्यें जर्मनीत वाईझेकर यांनें ज्योतिषविषयक जे शोध केले त्यांचाही अंतर्भाव प्रस्तुत आवृत्तीत केला आहे. इतकी अद्यतन माहिती या पुस्तकांत समाविष्ट केलेली आहे. माझे चिरंजीव डॉ. दीक्षित यांची मदत नसती तर इतकी नवीन शास्त्रीय माहिती मला उपलब्ध होणें अशक्य होतें. तेव्हां प्रस्तुत आवृत्ति ही चिरंजीवांनीं घेतलेल्या मेहनतीचेंच फळ होय.

मागील आवृत्तीत नाहींत अशीं सहा प्रकरणें प्रस्तुतच्या वाढविलेल्या आवृत्तीत अगदीं नवीनच आहेत. तीं पुढीलप्रमाणें होत. आकाशस्थ ज्योतींविषयीं माहिती कशी मिळवितात हें 'सुतानें स्वर्गाला जाणें' प्रकरण ५ व 'तारका' प्रकरण २१ या दोन प्रकरणांत अत्यंत सुलभ रीतीनें दाखविलें आहे. प्रकरण ५ मध्यें प्रकाशकिरणांचे योगानें वर्ण-लेखाच्या साहाय्यानें आकाशस्थ ज्योतींबद्दल निरनिराळ्या स्वरूपाची माहिती कशी मिळते हें दिग्दर्शित केलें आहे, आणि प्रकरण एकवीस मध्यें स्पंदमान ताऱ्यांचे मदतीनें ताऱ्यांचीं अंतरें वगैरेंबद्दलची माहिती कशी मिळते हें विशद केलें आहे. 'ग्रह' या नात्यानें आपल्या पृथ्वीबद्दल माहिती पाश्चात्य ज्योतिषविषयक ग्रंथांत दिलेली असते. मूळ पुस्तकांत ती नव्हती, म्हणून प्रकरण तेरामध्यें ती दिली आहे. प्रकरण १९ व २० मध्यें 'अन्य गोलांवर जीव' असण्याची शक्यता कितपत आहे हें व 'आपल्या ग्रहमालेचा जन्म कसा झाला' हें सोप्या भाषेंत व मनोरंजक रीतीनें अगदीं सामान्य शिक्षणाच्या माणसास समजेल अशा रीतीनें स्पष्ट केलें आहे. प्रकरण तेंवीस मध्यें तेजोमेघांतून आपल्या आकाशगंगेसारख्या अनेक आकाशगंगांच्या अस्तित्वाबद्दल अगदीं नवीन माहिती दिलेली आहे. मूळ आवृत्तीत पंचांग व ग्रहांचीं दर्शनादर्शनें यांविषयीं दोन प्रक-

रणें होती, तीं एकाच प्रकरणांत समाविष्ट केलीं आहेत आणि तसेंच काहीं अंशीं साम्यतेच्या दृष्टीनें 'लघुग्रह, उल्का व धूमकेतु' ह्यांबद्दल वेगवेगळीं प्रकरणां न देतां त्यांचा समावेश एकाच मोठ्या प्रकरणांत केला आहे. याशिवाय सविता, रजनीवल्लभ आणि ग्रहांबद्दलच्या प्रत्येक प्रकरणांत आज तागायतची माहिती जास्त दिलेली आहे. अशा रीतीनें पाहिल्या आवृत्तींतल्या पेशां सुमारे शंभर पानांइतका नवीन मजकूर प्रस्तुतच्या आवृत्तींत आला आहे.

आज कै. दीक्षित ह्यात असते तर स्वतः त्यांनींच सांप्रतच्या शोधांच्या अन्वये आपल्या पुस्तकांत ज्या दुस्त्या केल्या असत्या अशा दुस्त्या दोन तीन ठिकाणीं केल्या आहेत. उदाहरणार्थ, मंगळावर प्राण्यांच्या अस्तित्वाबद्दल किंवा गुरुशनि यांच्या आंगाच्या स्वतःच्या उष्णतेबद्दल. वस्तुस्थितीमुळे करावे लागणारे असले फरक कालाच्या ओघास अनुसरूनच असतात.

आधुनिक वाचकांना उपयोगी पडार्बित म्हणूव मूळच्यापेशां तीन परिशिष्टे (३, ४ व ५) जास्ती घातली आहेत.

मुळामध्यें एकोणीस चित्रे व तीन नकाशे होते. विषय मुलभ करण्याचे दृष्टीनें प्रस्तुत आवृत्तींत चाळीस आकृति व चित्रे घातलीं आहेत आणि मूळचे तीन नकाशे देऊन आणखी एक अगदीं नवीन तऱ्हेचा चवथा नकाशा घातला आहे. या नकाशाचे मदतीनें तारकांचे विषुवांश व उत्तर दक्षिण क्रांत्यंश समजून तारका ओळखण्यास सोपें जाईल. अशाच तऱ्हेचा एक नक्षत्रपट पं. रघुनाथशास्त्री पटवर्धन यानींही वेगळा छापला आहे.

सारांश ' पॉप्युलर अस्ट्रॉनमी ' या दृष्टीनें आकाशस्थ तेजांची अद्यावत् माहिती देतांना ती सामान्य वाचकांस समजेल अशा रीतीनें सोप्या भाषेंत देण्याचा प्रयत्न केला आहे. तसेंच जास्त माहिती देतांना मूळ ग्रंथकर्त्यांनीं जशी मनोरंजक भाषाशैली योजिली होती त्याच शैलीवर भाषा ठेवण्याचा प्रयत्न केला आहे. तो कितपत सिद्धीस गेला आहे हें स्वतः सांगण्यापेशां वाचकच याची ग्वाही देतील.

इंग्लिश, जर्मन व फ्रेंच भाषेंतील ज्योतिःशास्त्रविषयक अनेक ग्रंथांचा उपयोग हें पुस्तक लिहितांना झाला आहे. त्यांचीं नांवां कोठवर लिहार्वीं. या सर्व ग्रंथांच्या गत अथवा विद्यमान कर्त्यांचा व त्या ग्रंथांच्या प्रकाशकांचा मी फार आभारी आहे.

प्रस्तुतचे आवृत्तींत पुढील दोन वर्षांत बुधादिग्रहांचे उदयास्त, युति वगैरे केव्हां होतील यासंबंधी दिनांक दिलेले आहेत. हे सर्व दिनांक बरोबर गणित करून ज्योतिषाचार्य पंडित रघुनाथशास्त्री पटवर्धन यांनी काढले आहेत. त्यांनीं दाखविलेल्या या आपुलकीबद्दल मी त्यांचा फार ऋणी आहे. या तारखांचे योगानें कोणाही वाचकास ते ते ग्रह ओळखण्याचे कामीं चांगली मदत होईल.

परिशिष्ट १ मध्ये आपली २७ नक्षत्रें व कांहीं प्रमुख तारे यांचे विषुवांश, क्रान्ति आणि वर्षगति यांबद्दलचे आंकडे दिलेले आहेत. ही सर्व माहिती इ. स. १९४८ चे मध्याची दिलेली आहे. हें सर्व परिशिष्ट श्री. चं. गो. ढवळे बी. एस्सी., हवामानखातें वेधशाळा, पुणे, यांनीं मुद्दाम प्रस्तुत आवृत्तीकरतां गणित करून तयार केलें आहे. एवढें मोठें परिशिष्ट तयार करण्याचे कामीं श्री. ढवळे यांना किती मेहनत पडली असेल याची मला पूर्ण जाणीव आहे. त्यांच्या ह्या महत्त्वाच्या कामगिरीबद्दल मी त्यांचा फार आभारी आहे.

माझे स्नेही व ग्रामस्थ श्री. दत्तात्रय जनार्दन गोखले बी. ए. [सेवानिवृत्त शिक्षक शाळाखातें, मुंबई प्रांत] ह्यांनीं मुद्रितें तपासण्याचे कामीं आपुलकीचे भावानें फार मदत केली. त्याबद्दल मी त्यांचा फार ऋणी आहे.

प्रस्तुतचें पुस्तक छापण्याचें कामीं 'आनंद' छापखाना, पुणे, याचे तरुण मालक रा. यशवंत गोपाळ जोशी बी. ए. यांनीं अत्यंत आपुलकी दाखविली. चित्रें, आकृति आणि नकाशे यांचे ब्लॉक चांगल्या तऱ्हा माणसांकडून करवून घेऊन ते उठावदारपणें कसे छापतां येतांल, हें बारकाईनें पाहिलें आणि एकंदरीत मुद्रणाचें काम सुबक कसें होईल

याविपर्यी फार अगत्य दाखविलें, याबद्दल त्यांचे जितके आभार मानावे तितके थोडेच होतील.

कै. लोकमान्य टिळक ह्यांनीं मूळ पुस्तकावर अभिप्राय देतांना असें म्हटलें आहे कीं इंग्रजीत 'पॉप्युलर अस्ट्रॉनमी' च्या धर्तीवर मराठी भाषेत लिहिलेलें पन्नास वर्षांपूर्वी दुसरें पुस्तक नव्हतें. त्यानंतर कै. मल्हार खंडेराव चिटणीस ह्यांनीं 'अंतरिक्षांतील चमत्कार' हें पुस्तक लिहिलें, परंतु तें हल्लीं उपलब्ध नाही. सांप्रत सुद्धां 'पॉप्युलर अस्ट्रॉनमी' च्या नमुन्यावर लिहिलेलें अन्य पुस्तक नाही. कांहीं मासिकांतून कोठें कोठें आकाशस्थ ज्योतीसंबंधीं तुरळक स्वरूपाचे लेख येतात. तेव्हां अशा तऱ्हेच्या मराठीत लिहिलेल्या पुस्तकाची महाराष्ट्रांत विश्वविद्यालयाची स्थापना होतेसमयीं आणि मातृभाषा ही सर्व प्रकारच्या शिक्षणाचे माध्यम होण्याचे संधीस फार जरूरी होती.

कै. तीर्थरूप शंकर वाळकृष्ण दीक्षित यांना गत होऊन २७ एप्रिल १९४८ या दिवशीं पन्नास वर्षे झालीं. तेव्हां त्यांची मृत्युतिथि 'वैशाख शुद्ध षष्ठी' या दिवशींच्या त्यांच्या अर्धशतक सांवत्सरिक श्राद्धदिनापर्यंत त्यांच्या ह्या बहुमूल्य ग्रंथाची वाढविलेली आवृत्ति त्यांचें स्मारक म्हणून प्रसिद्ध व्हावी ही माझी व माझ्या कुटुंबीयांची फार दिवसांची मनीषा होती. माझी प्रकृति तोंपर्यंत बरी राहून हें पवित्र कर्तव्य माझे हातून तडीस जाऊं शकलें हें त्या दयाघन प्रभुकृपेचेंच फल होय.

टिळकवाडी	}	रामचंद्र शंकर दीक्षित
२५३।५ सदाशिव पेठ, पुणे २		
दिनांक २८ एप्रिल १९४८		
अधिक वैशाख वद्य पंचमी शके १८७०		

अनुक्रमणिका

प्रकरण	विषय	पृष्ठ
१	हा काय चमत्कार आहे ?	१
२	स्वप्न-खरेंच	११
३	दिव्य भ्रमण	१९
४	देवांचीं मंदिरे	३१
५	सुतानें स्वर्गाला जाणें (प्रकाश किरणांची महत्ता)	५१
६	रजनीवल्लभ	७०
७	सविता	८६
८	पृथ्वीवरील सर्व घड्याळांचें घड्याळ	१०९
९	पंचांग	१२०
१०	ग्रहणें	१३५
११	बुध	१४५
१२	शुक्र	१५३
१३	आपली पृथ्वी	१६०
१४	मंगळ	१६६
१५	लघुग्रह, उल्का आणि धूमकेतु	१७८
१६	गुरु	२२२
१७	शनि	२३३
१८	युरेनस, नेपचून (प्रजापति, वरुण) व प्लूटो	२४७
१९	अन्य गोलांवरील जीव	२५९
२०	आपल्या ग्रहमालेचा जन्म	२६६
२१	तारका	२७८
२२	आपली आकाशगंगा	२९९
२३	स्वर्गातील शेजारी	३०९
२४	विश्व	३२१

परिशिष्टे

१	नक्षत्रांचे व कांहीं तान्यांचे विषुवांश क्रान्ति वगैरे	३२६
२	ग्रहांचीं कांहीं मानें	३३४
३	उपग्रहांचीं कांहीं मानें	३३८
४	अत्यंत ठळक दिसणारे तारे	३४१
५	तारकापुंज-यादी	३४७
६	पारिभाषिक शब्द	३५१



अनुक्रमणिका

चित्रांक, आकृति आणि नक्षत्रपट यांची

चित्रांक

	पुस्तकाचे आरंभी
१ तारकाद्रव्य वर्णलेख	
२ सूर्यावरील डाग	”
३ सूर्याचे तेजःशृंग	”
४ चंद्र-मध्यवर्ती भाग	”
५ अशनिपातानें झालेले ज्वालामुख	”
६ चंद्राचा पृष्ठभाग	”
७ खग्रास सूर्यग्रहणाचे वेळीं होणारे सूर्यबिंबाचे पालट	”
८ शुक्र—कला.	”
९ मंगळ-ऋतुमानानें होणारे फेरफार	”
१० मंगळ-पृष्ठभागावरील तपशील	”
११ धूमकेतु	”
१२ गुरु-तांबडा डाग	”
१३ शनि	”
१४ आपली आकाशगंगा	”
१५ मृगांतील तेजोमेघ	”
१६ देबयार्नीतील चक्राकृति तेजोमेघ	”
१७ द्यामशबलांतील आवर्ताकार तेजोमेघ	”
१८ उच्चैःश्रव्यांतील तेजोमेघ	”
१९ आवर्ताकार तेजोमेघ-बाजूकडून दिसणारे दृश्य	”
२० भरतीची क्रिया दाखविणारा तेजोमेघ	”
२१ निरनिराळे तेजोमेघ विस्तारित, तंतुमय; आंगठीसारखे	”
नक्षत्रपट १ ते ४	पुस्तकाचे शेवटीं

आकृति	पृष्ठ
१ निरनिराळ्या ग्रहांवरून दिसणारी सापेक्ष सूर्यविंबे	१४
२ सूर्य व ग्रह—सापेक्ष आकार आणि सापेक्ष अंतर	१६
३ तारकापुंज—उत्तर गोलार्ध	४४
४ तारका पुंज—दक्षिण गोलार्ध	४५
५ ताऱ्यांचें केवल तेजोमान व त्यांचे द्रव्यसंघ यांचा संबंध दाखविणारा आराखडा	६८
६ पृथ्वी आणि चंद्र यांचे सापेक्ष आकार	७४
७ सूर्याच्या उत्क्रांतीचा आराखडा	१०८
८ चंद्राची नक्षत्रांतून हालचाल	१२३
९ मंगळ—वक्री असतांचा मार्ग	१३३
१० शुक्रकलावृद्धिक्षय	१५५
११ धूमकेतूचें पुच्छ सूर्याचे सन्निध कसे वाढते ?	२०४
१२ हॅलेच्या धूमकेतूची कक्षा	२०७
१३ शनि-वलये	२४०
१४ स्पंदमान ताऱ्यांचें तेजाचें आवर्तन दाखविणारा आराखडा	२८१
१५ स्पंदमान तारे—तेज प्रदक्षिणेचा काल व केवल तेजोमान यांचा संबंध दाखविणारा आराखडा	२८२
१६ ताऱ्यांचा वर्णलेखवर्ग व केवलतेजोमान दाखविणारा रसेलचा आराखडा	२८५
१७ आपल्या आकाशगंगेचे शेजारी	३१३
१८ तेजोमेघांचें हबलचें वर्गीकरण	३१४
१९ व्यक्त होत जाणारे विश्व	३२४



कैलासवासी ज्योतिर्विद शंकर बालकृष्ण दीक्षित



जन्मदिन.

आषाढ शु. १४ युक्त १५ शके १७७५.

ता. २०:२१ जुलै १८५३.

मृत्युदिन.

वैशाख शु. ६ शके १८२०.

ता. २७ एप्रिल १८९८.

माननीय ज्योतिर्विद

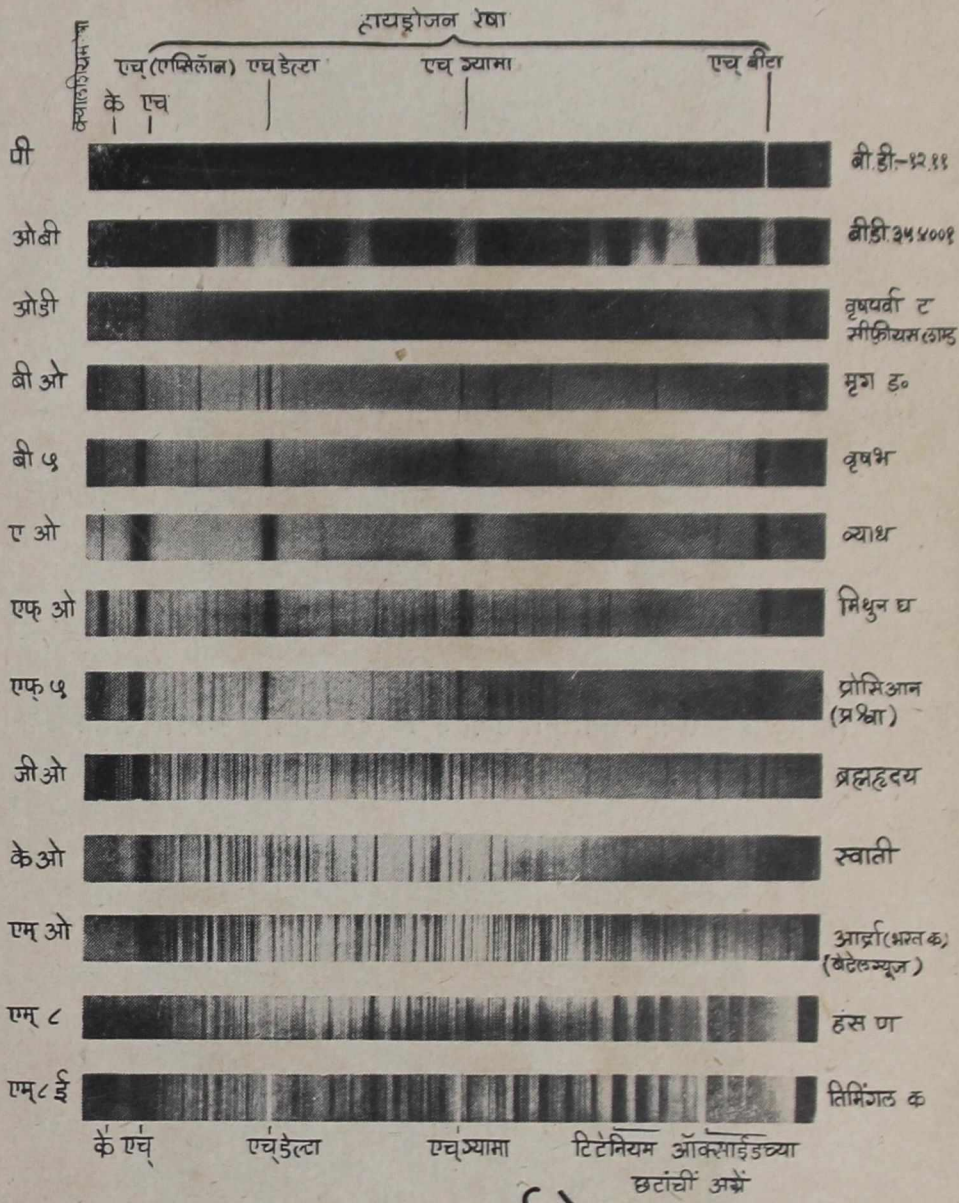
आणि

परमपूज्य तीर्थरूप पितृचरणांचे
पावन स्मृतीस अर्पण.

इत्येषा वाङ्मयी पूजा गंगाशंकरपादयोः
अर्पिता तेन देवेशः प्रीयतां मे सदाशिवः ॥

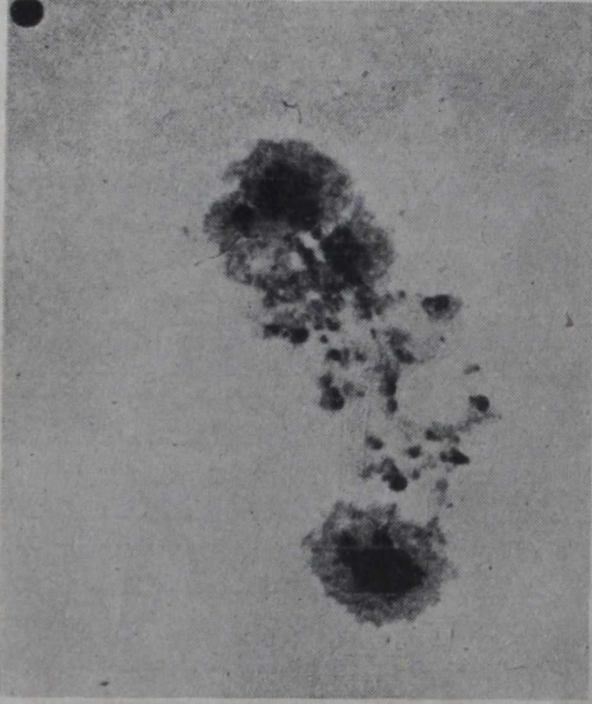
संपादक

चित्रांक १.

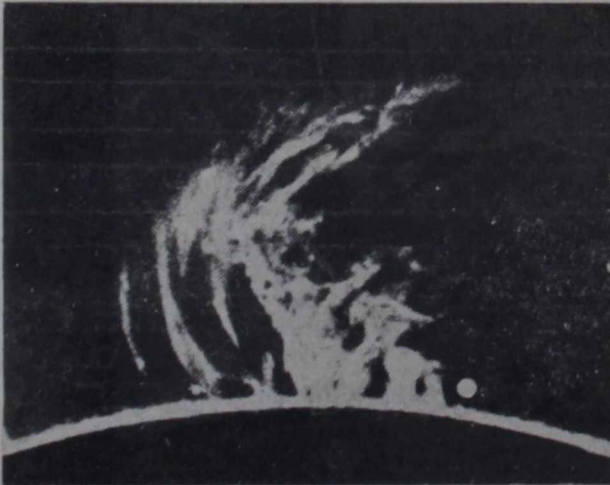


तारकाद्रव्य वर्णलेख

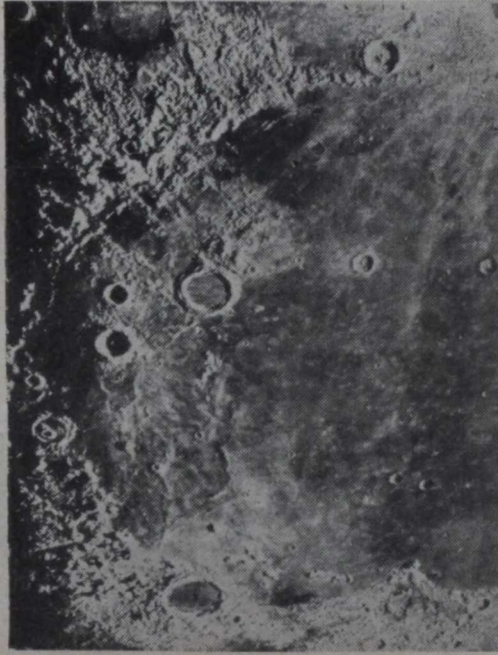
चित्रांक २—सूर्यावरील डागांचा मोठा संघ. डावे कोपऱ्यांतील वरील बाजूचा छोटा काळा गोल पृथ्वीचा सापेक्ष आकार दर्शवितो.



चित्रांक ३—सूर्याचे तेजःशृंग. उंची १,४०,६२५ मैल. सूर्यबिंबपरिघाजवळील छोटा पांढरा गाले पृथ्वीचा सापेक्ष आकार दाखवितो.



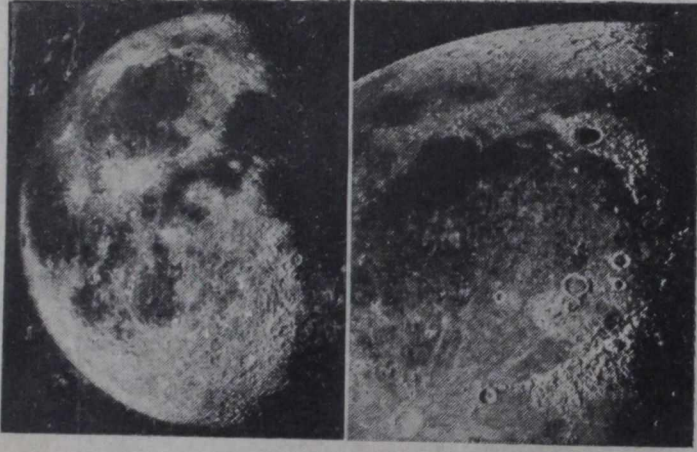
चित्रांक ४--चंद्राच्या उत्तर बाजूचा मध्यवर्ती भाग, मध्यभागाजवळ जें मोठें ज्वालामुख दिसतें त्याचा व्यास सुमारे ५० मैल आहे.



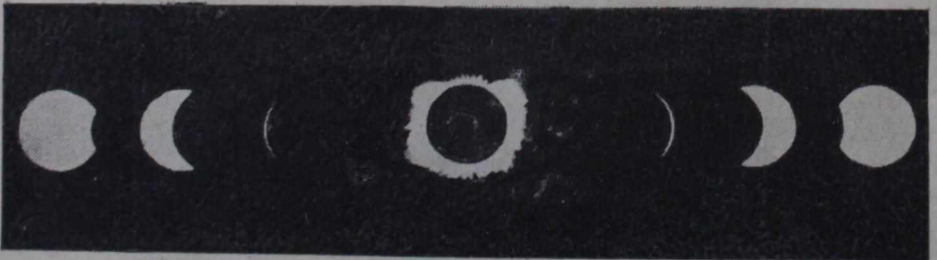
चित्रांक ५-- अमेरिकेंतील एरिझोना संस्थानांतील विन्सलो गांवाजवळचें अशनिपातानें झालेलें ज्वालामुख. (कांठाजवळील रस्ते बारकाईनें पहा.)



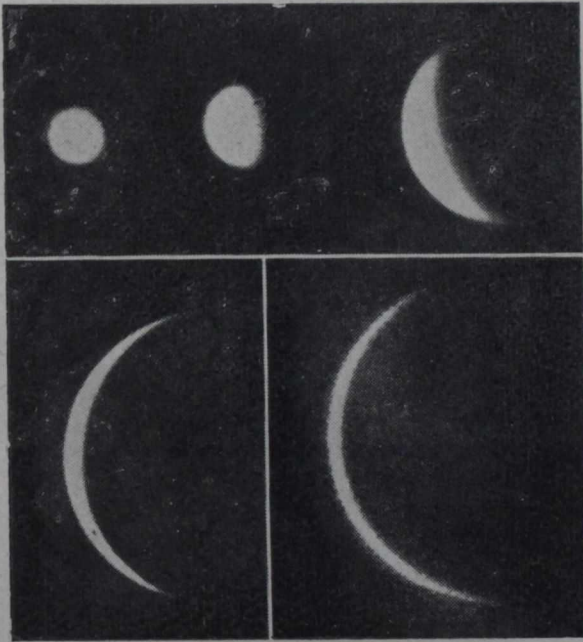
चित्रांक ६--चंद्राचा पृष्ठभाग-(१) डावीकडील आकृति - ६० इंची दुर्बिणीतून पाहिलेलें अष्टमीच्या चंद्राचें दृश्य. (२) उजवेकडील आकृति- १०० इंची दुर्बिणीतून पाहिलेलें डावीकडील आकृतीतील चंद्रबिंबाच्या वरच्या भागाचें सविस्तर दृश्य.



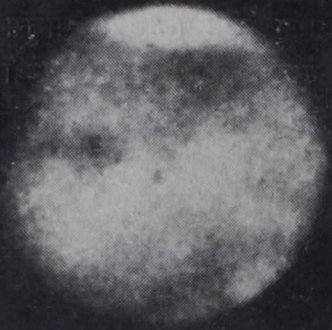
चित्रांक ७--खग्रास सूर्यग्रहणाचे वेळीं एकामागून एक होणारे सूर्यबिंबाचे पालट. (मधल्या आकृतीमध्ये प्रभामंडल स्वच्छ दिसत आहे.)



चित्रांक ८—शुक्र - निरनिराळ्या वेळेच्या कला व त्यावेळेचे सापेक्ष आकार दाखविणारी प्रकाशचित्रे. ज्यावेळीं शुक्राचें बिंब अगदीं लहान वाटोळें दिसतें त्यावेळीं त्याचा बहिर्योग असतो म्हणजे पृथ्वीपासून सूर्याच्या पलीकडील बाजूस तो असतो. कोर बारीक दिसते त्यावेळीं सूर्याच्या एकाच बाजूला शुक्र व पृथ्वी असतात. अंतर जास्तकमी झाल्यामुळें आकारांत बाह्यतः फरक पडलेला दिसतो.



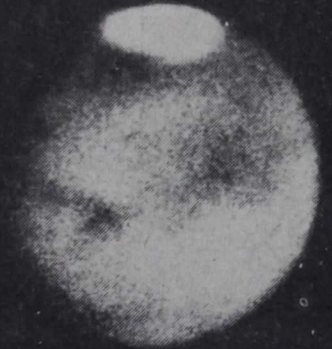
चित्रांक ९—मंगळ-उन्हाळ्यांत बर्फाची टोपी क्रमानें वितुळत जाते व वनस्पतींचें काळसर क्षेत्र वाढत जातें.



मार्च ९



जून २३



से ११



जुलै ३१

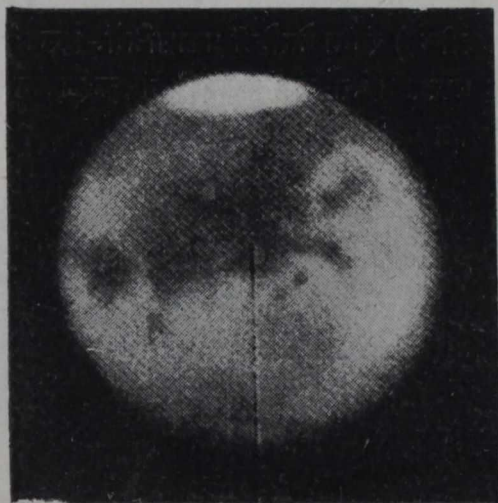


से २९

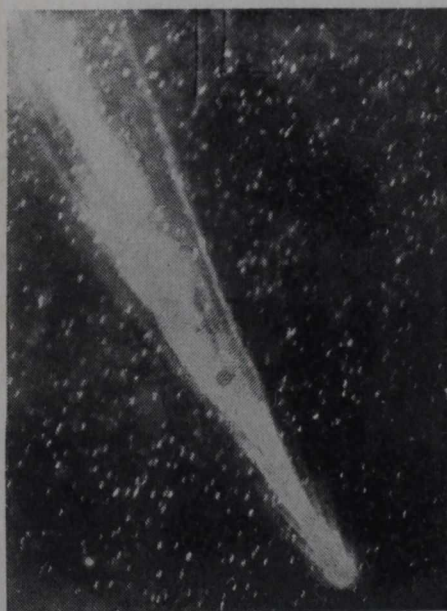


ऑगस्ट २९

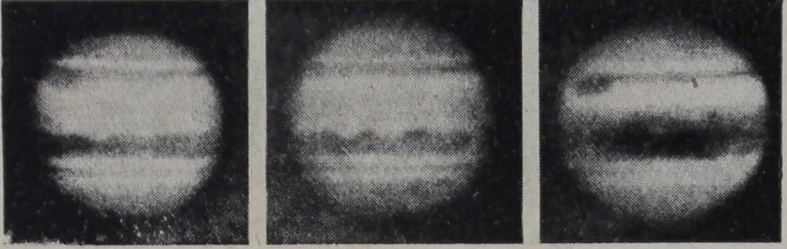
चित्रांक १०—मंगळ - पृष्ठभागवरील बारीकसारीक तपशाल.



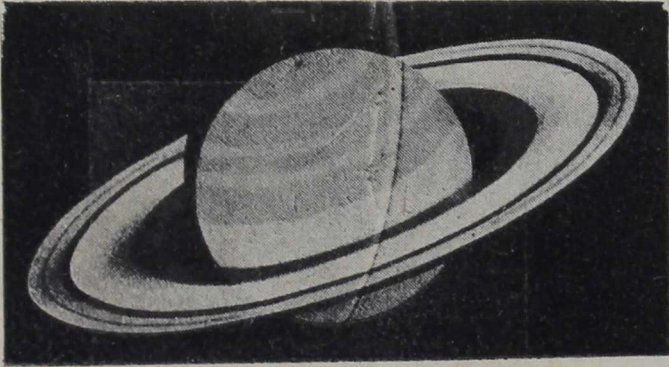
चित्रांक ११—धूमकेतु.



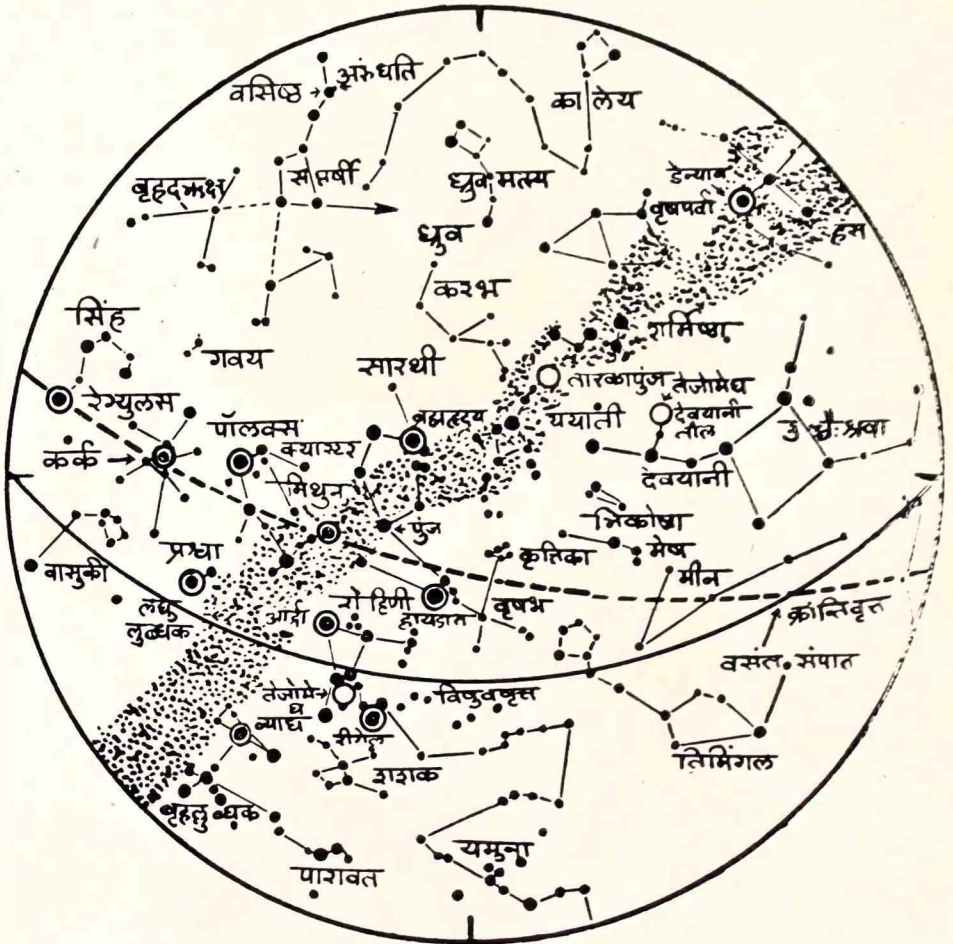
चित्रांक १२--गुरूची हिरव्या (डावेकडील), तांबड्या (मधलें) व निळ्या (उजवेकडील) रंगांत घेतलेलीं प्रकाशचित्रें. गुरूवरील “ मोठा तांबडा डाग ” निळ्या प्रकाशांत घेतलेल्या प्रकाशचित्रांत काळा उठला आहे व तांबड्या प्रकाशांत घेतलेल्यांत बहुतेक मुळींच दिसत नाहीं.



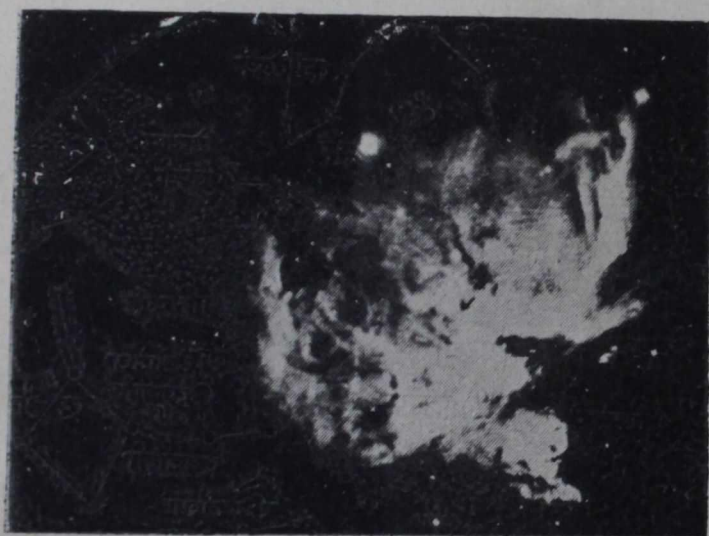
चित्रांक १३—शनि.



चित्रांक १४--आपली आकाशगंगा-हिचा पट्टा वायव्येकडून आग्नेयीकडे पसरला आहे. वायव्येचे भागांत हंस पोहत आहे. शेवटी ती व्याध आणि प्रधा यांचे मधून जाते.



चित्रांक १५--मृगांतील मोठा तेजोमेघ.



चित्रांक १६--देवयानीतील चक्राकृति मोठा तेजोमेघ.



चित्रांक १७--स्वाती व सप्तर्षीतील अत्री यांचे मधील श्यामशबल पुंजां-
तील चक्राकृति आवर्तकार तेजोमेघ.



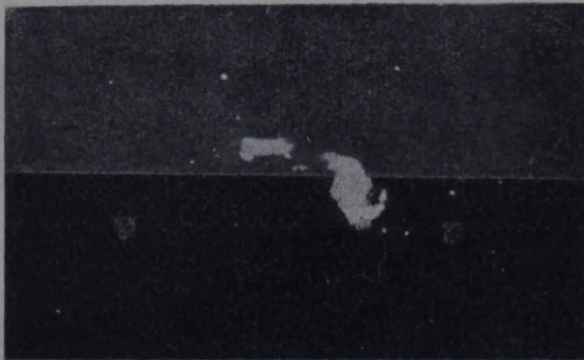
चित्रांक १८--उच्चैःश्रवा पुंजांतील चक्राकृति तेजोमेघांचा समूह.



चित्रांक १९—आवर्तकृति तेजोमेघाचें बाजूकडून दिसणारें दृश्य. आपली आकाशगंगा बहुतेक असल्याच आकाराची आहे.



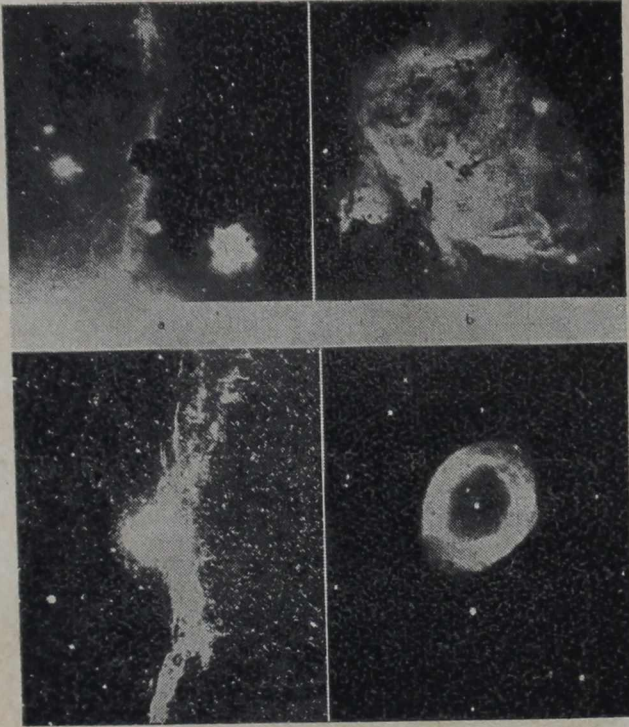
चित्रांक २०—एन्. जी. सी. १३९५ चा तेजोमेघ. यांत भरतीची क्रिया चालू आहे असें दृश्य दिमतें.



चित्रांक २१--विस्तारित तेजोमेघ. (अ) मृगांतील तेजोमेघामधील कृष्ण-
वर्ण भाग, (ब) मृगांतील तेजोमेघ-समग्र दृश्य, (क) हंसांतील तंतुमय तेजो-
मेघ, (ड) स्वरमंडळांतील आंगठीच्या आकाराचा तेजोमेघ.

अ

ब



क

ड

ज्योतिर्विलास

अथवा

अंतरिक्षांतून फेरफटका

प्रकरण १ लें

हा काय चमत्कार आहे ?

तेजोनिधि सविता पश्चिम-दिक्प्रांतीं विश्रांति घेण्यास जात आहे आणि तेणेंकरून सकल व्यवसायी जनांस तसेंच करण्याविषयीं सुचवीत आहे, हें पाहून प्रातःकालापासून त्या सवित्यानें आपल्या नांवाप्रमाणें नानाप्रकारच्या उद्योगाविषयीं प्रेरित केलेला जन आपापला कामधंदा आटपण्यास लागतो. कोणी आपल्या वसतिस्थानाच्या इतस्ततः प्रदेशीं असलेल्या देवांच्या दर्शनास जात असतात. कोणी नदीतीरीं संध्यावंदनादिकांनीं ईशचरणीं मन लावून भक्तिरसानें परमानंदसमुद्रांत मग्न होत असतात. कोणी समुद्रकांठीं, नदीतीरीं किंवा मैदानांत हवा खाण्यास जाऊन दिवसभर थकलेल्या मनास निमर्गदर्शनोपभोगादिकांनीं विश्रांति देत असतात. कांहीं वेळानें कोणी भोजनादिक आटपून घरावाहेर आंगणांत किंवा दुसऱ्या एकाद्या उघड्या जाग्यांत वसून किंवा शतपावली करीत करीत ईश्वरगुणानुवाद करीत असतात. कोणी काव्यशास्त्रकलाविनोदांत निमग्न असतात. कोणी मित्रांसह इकडल्या तिकडल्या गप्पा छायीत असतात. सर्वांचेंच असें भाग्य कोठलें ? कोणी एका व्यवसायांतून सुटून

उदरभरणार्थं दुसऱ्या व्यवसायास लागतो. कोणी पाकनिष्पत्ति करीत असतो. कोणी चिंतामग्न असतो. तथापि असाही मनुष्य मुद्दाम म्हणा किंवा साहजिक म्हणा रात्रीच्या पूर्वभागी क्षणभर विश्रांति घेतोच घेतो. व अशा अनेक प्रकारांनी विश्रामसुखास्वाद घेणाऱ्या मनुष्याचें आकाशाकडे एकादे वैळी तरी सहज लक्ष जातें. तशांत भगवान् रजनीवल्लभ उदय पावलेला असला तर तो आपल्या आनंददायक चन्द्रिकेनें मनुष्याचें मन आपल्याकडे सहज आकर्षितो. प्रतिपदाद्वितीयेची चंद्रकोर पाहून ज्याचें मन आनंदभरित होत नाही असा कोण आहे ? रमणीय पूर्णचंद्र पाहून क्षणभरही ज्यास दुःखाचा विसर पडत नाही इतका हतभागी कोण आहे ? लहान मुलेंही मातेच्या कटिप्रदेशीं आरोहण करून चांदोवाकडे पाहून आनंदभरित होतात. कोणी “चांदोवा !” “चांदोवा चांदोवा भागलास का ” इत्यादि चुटके म्हणत नाचत बागडत असतात. चंद्रविंबावरून ढग धावत असलेले पाहून ‘चंद्र धावत आहे’ असें कोणी मुलें म्हणत असतात, व कोणी ‘चंद्र धावत नाही, ढगच धावत आहेत,’ अशी त्यांची समजूत करीत असतात. कोणी आकाशकटाहांत सर्वत्र पसरलेलीं हजारां नक्षत्रें पाहून ‘परडीभर फुलें, तुझ्यानें वेंचवत ना माझ्यानें वेंचवत ना.’ अशा उखाण्यांनीं त्यांचें अनंतत्व, अपारत्व व चिरस्थायित्व दर्शवीत असतात. सारांश, केव्हां ना केव्हां थोडाफार वेळ तरी आकाशातील तेजांचे विलास पाहून आनंदाश्चर्यसमुद्रांत पोहत नाही असा कोणी नाही.

सहस्ररश्मीस राग येऊन त्यानें आपल्या तीव्र करांचा मारा सुरू केल्यामुळे गर्भगलित होऊन त्यापुढें तोंड वर काढण्यासही भिऊन गेलेली व गार वाऱ्याची एकादी झुळूक येऊन ती क्षणभर तरी या तापापासून मुक्त करील कीं काय अशाविषयीं उत्कंठित झालेली आमची कांहीं मित्रमंडळी, तो उष्णरश्मितपन गेला कीं आहे, गेला कीं आहे, हें हळूच पहात तो कोठें दिसेनासा झाल्यावर कांहीं वेळानें बाहेर पडून एका नदीच्या तीरीं गेली. नदीच्या रमणीय उदकानें त्यांच्या तापविमोचनाशेला पाझर फुटूं लागला. इतक्यांत पश्चिमेच्या वाजूस सुंदर तेज चमकूं लागलें,

तिकडे त्यांचे लक्ष गेलें. कितीतरी आनंददायक तेज तें ! त्याला पाहून सर्व दिवसाचा ताप नाहीसा होत चालला, जसजसें त्याकडे पाहावें तसें- तसें अधिकाधिकच कौतुक वाटूं लागलें. त्याजकडे पाहातच राहावें असें वाटलें. काळोख पडत चालला तसतसें तें अधिकच चमकूं लागलें. त्याच्याभोंवतीं लहानमोठ्या अनेक तारा चमकत होत्या. गेल्या दहावारा दिवसांत या वाजूस कधीं दृष्टीस न पडून आजच नवीन दृष्टीस पडल्यामुळें तें विशेषच चित्ताकर्षक झालें होतें. अनेक मनुष्ये त्याजकडे पाहून आनंदभरित होत होतीं. कोणी त्यास वंदन करित होतीं, कोणी त्याजकडे आपल्या वस्त्राची एक दशी फेकून ' जुनें घे आणि नवें दे ' म्हणत होतीं, ती द्वितीयेची नूतन चंद्रकला ईश्वरी तेजाची साक्षात् प्रतिमाच आहे काय अशी वाटण्याजोगी आनंददायक खरीच. उन्हाळ्याचे दिवस असल्यामुळें नदीतीरीं दोन घटका वसून करमणूक करण्याचा मंडळीचा क्रम चालला होता. त्याप्रमाणें दुसऱ्या दिवशींही ही मंडळी गेली. कालच्यापेक्षां आज चंद्र पश्चिम दिशेस वराच वर दिसूं लागला, आणि त्याची तेजस्वी कोरही सुमारे कालच्या दुप्पट आज दिसत होती. चंद्राच्या वरच्या वाजूस सुमारे अर्ध्या आकाशांत एक अति मनोहर तारा दिसत होती. सगळ्या आकाशांत तितकी तेजस्वी आणि रमणीय दुसरी ताराच नव्हती. अहाहा काय तिचें तेज ! संस्कृत भाषेंत तेजाला ' शुक्र ' असें नांव आहे. आपण त्या तारेस शुक्र असें म्हणूं. चंद्र पहिल्या दिवशीं दिसला तेव्हां त्यापासून ती लांब होती. दुसऱ्या दिवशीं तिच्या वराच जवळ चंद्र आला. जणूं काय शुक्राच्या तेजस्वितेमुळें चंद्राच्या मनांत स्पर्धा उत्पन्न झाली आहे आणि आपल्या तेजाची एकेक कला वाढवून आपण शुक्राचें अतिक्रमण करावें असें चंद्रानें मनांत आणिलें आहे, असें दिसूं लागलें. तिसऱ्या रात्रीं पाहातां तसेंच झालें. चंद्राचें तेज आणखी एक कला वाढलें असून तो शुक्रास मागे टाकून पुढें पूर्वेस गेला. याप्रमाणें चंद्र प्रतिदिवशीं वाढत झपाट्यानें पुढें पुढें पूर्वेकडे जात चालला. सुमारे पंधरा दिवसांनीं सायंकाळीं तो पूर्वेस उगवला. त्या वेळीं त्याचा आरक्तपणा काय सांगावा ! तो केवढा तरी मोठा दिसत होता ! पहिल्या

दिवशींची लहानशी चंद्रकोर कोणीकडे आणि त्या दिवशींचा तो पूर्ण चंद्र कोणीकडे. जसजसा वर येत चालला तसतशी त्याची आरक्तता कमी होत चालली. आणि त्याचें विंब किंचित् लहान परंतु आल्हादकारक दिसूं लागलें अहाहा, किती तरी त्याचें तेज रमणीय आणि शीतल ! सगळा दिवसभर कितीही श्रम मनुष्यास झाले असले तरी क्षणभर चांदण्यांत बसतांन त्या श्रमांचा परिहार होतो. फार तर काय, पण त्या आनंदांत तहानभूकही नाहीशी होऊन सर्व रात्र चांदण्यांतून उठू नये असें वाटतें. आमची त्या रात्रीं अशीच स्थिति झाली. किती काळ आम्ही था कौमुदीमध्ये मोद पावत होतो ह्याचें आम्हांस भानही राहिलें नाहीं. परंतु काय सांगावें, हा आनंद त्या मत्सरी दैवास सहन झाला नाहीं असें दिसतें. एकाएकीं चंद्रविंब पूर्वेच्या बाजूस काळें दिसूं लागलें. पहातां पहातां अर्धे विंब काळें पडलें. आणि उत्तरोत्तर तो क्रम चाललाच होता. चंद्रास कोणीं घेरलें ? त्याचा कोणी ग्रास करीत आहे कीं काय ? असे विचार आमचे चालले आहेत, इतक्यांत विंबाच्या बहुतेक भागाचें ग्रहण झालें. आतां सगळ्या चंद्राचा ग्रास होतो कीं काय अशी आम्हांस भीति पडली. बहुतेक भाग ग्रस्त झाला. आमच्या सुदैवानें सुमारे द्वितीयेच्या चंद्राहूनही फार कमी इतकी कोर मात्र नैऋत्येकडची शिल्लक राहिली, व बाकीचें सर्व विंब आरक्त दिसूं लागलें. तो आरक्तपणा^१ चंद्रोदयीच्या आरक्तपणाहून निराळा होता. शेष राहिलेला तेजस्वी भागही जातो कीं काय अशा चिंतेंत बराच वेळ आम्ही होतो; इतक्यांत तेजस्वी भाग वाढत चालला; तेव्हां आमच्या जीवांत जीव आला. कांहीं वेळानें वरेंच ग्रहण सुटलें. इतक्यांत, चंद्राचा ग्रास झाला आहे त्यास सोडवावें म्हणून कीं काय पूर्वेस त्याचा मित्र वर येत आहे अशीं चिन्हें दिसूं लागलीं. त्याच्या प्रभावानें कीं काय न कळे, तो येण्यापूर्वीच बहुतेक ग्रहण सुटलें. इतक्यांत सूर्यानें मस्तक वर केलें व तो त्या चंद्राकडे निरखून

१ ग्रहणकाळाचा आरक्तपणा काळसर रंगावर असतो. २. मित्र शब्द सूर्याचाही वाचक आहे हें सुप्रसिद्ध आहे.

पहात आहे असें आम्हांस दिसलें. तरी त्यावेळीं ग्रहण पूर्ण सुटलें नव्हतेंच. तेव्हां मित्र प्रत्यक्ष आला असतांही आपलें संकट दूर होत नाहीं, असा मित्र काय कामाचा ? असें वाटून व हा आपला अपमान झाला अशी समजूत होऊनच कीं काय चंद्र लागलाच क्षितिजाच्या आड खाली गेला. ग्रहणांतून चंद्र मुक्त होईल अशी आशा आम्हांस लागली असून ती पूर्ण होण्याचा संभव दिसत आहे, तोंच ग्रहणमोक्ष न होतां चंद्र दिसेनासा झाला. यामुळें दुःखित होऊन क्रित्येकांनीं त्या दिवशीं अन्नपाणीही घेतलें नाहीं. सायंकाळीं सूर्यास्त झाला तरी रोजच्याप्रमाणें चंद्र दिसेना; तेव्हां त्यास पाहाण्याविषयीं सर्व लोकांचे नेत्र अधिकच उत्सुक झाले. इतक्यांत ग्रहणापासून मुक्त झालेला चंद्र दिसूं लागला. तेव्हां सर्वांचा आनंद गगनीं मावेना. पण दुसऱ्या दिवशीं सूर्यास्तावरो-वर चंद्र दिसेना. तिसरे दिवशींही तसेंच झालें. एक दिवस झाला, दोन झाले, तीन झाले, तरी चंद्र पूर्वीप्रमाणें सायंकाळीं सूर्यास्तावरोवर दिसेना; तेव्हां चंद्रावर असें संकट तरी काय आलें आहे, आज चंद्रदर्शन झाल्यावांचून अन्न ध्यावयाचें नाहीं, असा पुन्हा चतुर्थ दिवशीं पुष्कळांनीं निश्चय केला. तेव्हां त्या संकटनाशनव्रतानेंच कीं काय त्या दिवशीं (चतुर्थीस) चंद्र सुमारे आठ घटका रात्रीस प्रसन्नवदन उगवलेला दिसला. तरी पण त्याजवर कांहींतरी संकट आलें होतें खरेंच, असें दिसून आलें. तो पूर्णिमेच्या रात्रीप्रमाणें पूर्ण नव्हता. त्याचा बराच भाग नाहींसा झाला होता.

याप्रमाणें मंडळींचा क्रम बरेच दिवस चालला. तितक्या अवकाशांत आकाशांत पुष्कळ उलाढाली झालेल्या दिसल्या. त्यांत चंद्र हा रोज दोन दोन घटका मागाहून उगवतो असें अनुभवास आलें. पुढें दहा-वारा दिवशीं पहाटेस सहज आकाशाकडे दृष्टि गेली, तों पूर्वेकडे चंद्रकला दिसली. तेव्हां पहिल्या दिवशीं सायंकाळीं पश्चिमेस चंद्रकोर दिसली होती, तिचें स्मरण झालें. दुसरें दिवशीं तर चंद्र आवशीस^१ दिसला नाहीं

१ हा शब्द कोंकणांत प्रचारांत आहे. त्याचा अर्थ रात्रीच्या पूर्वभागीं आठनऊ वाजेपर्यंत असा आहे.

व पहाटेसही दिसला नाही. अर्थात् सर्व रात्रीत तो मुळींच उगवला नाही. हा चंद्र गेला तरी कोठें ? तो आकाशांतून अगदीं नाहीसा झाला कीं काय ? अशा विवंचनेंत आम्ही आहों, तों काय आश्चर्य सांगावें, दुसरे दिवशीं तो पश्चिमेस भागल्याप्रमाणें दिसूं लागला. त्या चंद्रदर्शनानें झालेला आनंद काय सांगावा ! शुक्र प्रथम जेथें दिसत होता तेथेंच पुढेंही पुष्कळ दिवस दिसत होता. त्याच्यासारख्या तेजस्वी दोन तारा दक्षिणेस प्रथम दिसत होत्या. त्या शुक्राहून कांहीं लहान दिसत होत्या, तरी त्यांची चकाकी कांहीं विलक्षण दिसत होती. त्यामुळें त्यांजकडे सहज लक्ष जाई. त्यांतली एक प्रथम बरीच म्हणजे सुमारें शुक्राइतकी उंच दिसत होती. दुसरी तिच्या दक्षिणेची बरीच खालीं दिसत असे. उत्तरोत्तर त्या दोहोंचीही उंची कमी दिसूं लागली. त्या सूर्याच्या जवळ जवळ जात आहेत असें दिसलें. त्यांत दक्षिणेस जी होती ती तर प्रथम आम्हांस पश्चिमेस चंद्रदर्शन झालें त्यानंतर सात आठ दिवसांनीं मुळींच दिसेनाशी झाली व दुसरीही तिच्या भेटीस जात आहे असें वाटलें; आणि त्याप्रमाणें सुमारें एक महिन्यानें तीही दिसेनाशी झाली. हें काय आहे, पश्चिमेकडेच्या सर्व तारांची अशी अवस्था होणार कीं काय, असें आमच्या मनांत येऊन अंमळ लक्षपूर्वक पाहूं लागलों तों तो संशय खरा झाला. तारा एकमेकीं पासून जितक्या अंतरावर दिसत होत्या तें अंतर तर मुळींच कम-जास्त झालें नाही, पण उत्तरोत्तर त्या सर्वांचें पश्चिम क्षितिजरेषेशीं मात्र अंतर कमी होऊं लागलें. उत्तरेस ७ तारा चांगल्या तेजस्वी दिसत होत्या, त्याही प्रथम जेथें दिसल्या त्याच्या कांहींशा डाव्या बाजूस महिन्याभरानें दिसूं लागल्या. पूर्वेकडे काय हवाल आहे म्हणून लक्षपूर्वक पहावयास लागलों तों तिकडे उलट स्थिति झाली. म्हणजे प्रथम सूर्यास्तानंतर लवकरच ज्या तारा उगवत होत्या त्या एक महिन्यानंतर सूर्यास्त झाल्यावर पुष्कळ वर दिसूं लागल्या; व त्यांच्याखालीं नव्याच तारा आल्या. पश्चिमच्या तारा गेल्या तर त्याच्या ऐवजीं पूर्वेस नवीन आल्या, ही ईश्वरी योजना पाहून आश्चर्य व समाधान वाटलें.

शुक्र एका जागींच दिसत होता, तरी त्याच्या जवळच्या तारा पश्चि-

मेस जात चालल्या होत्या. अर्थात् त्यांच्यासंबंधाने पाहिले असतां तो पूर्वेस चालला होता. सर्व आकाशांत यावेळीं दुसरी एकही तारा अशी दिसली नाही.

एके दिवशीं सायंकाळीं याप्रमाणेंच आमची करमणूक चालली असतां, अकस्मात् एक तारा आकाशांतून तुटून खालीं येत आहे असें दिसलें. तिचें तेज फार असल्यामुळें तिजकडे लागलेंच सर्वांचें लक्ष लागलें. तिची चपलता काय सांगावी ? पहातो न पहातो इतक्यांत डावेकडून आमच्या डोक्यावरून उजवीकडे खालीं येऊन दिसेनाशी झालो. त्यावेळीं मोठी गर्जना झाली. त्या तारेचें तेज माणकासारखें होतें व तें क्षणभर इतकें जाज्वल्य दिसलें कीं माणकाच्या रंगाचा चंद्र उगवून त्याचें हें चांदणें पडलें आहे कीं काय असें वाटलें. कोळीत फिरवले असतां जशी तेजाची रेपा दिसते तशी त्या तारेच्या जाण्याच्या मार्गांत तेजोरेपा दिसत होती. जणूकाय आकाशरूप कसोटीवर तारारूपी सुवर्ण घासलें त्याची ती रेपाच उमटली आहे. त्या तारेची अतर्क्य त्वरा, पृथ्वीवर पडून कांहीं प्रदेशास दग्ध करितें काय असें दिसणारें तिचें बिलक्षण तेज, भीति वाढविणारी तिची ती गर्जना, ह्या गोष्टींनीं मनावर एककालींच आश्चर्य, विस्मय, भीति इत्यादि मनोविकार उद्भवून मन चकित झालें. सगळ्या तारा तुटून आकाश शून्य होतें कीं काय, व तें पृथ्वीवर कोसळून प्रलय करितें कीं काय. अशीही शंका येऊ लागली. त्यामुळें पुढें या गोष्टीकडे विशेष लक्ष लागून रोज एकादी लहान मोठी तारा तुटलेली दिसू लागली.

कांहीं दिवसांनीं आमच्या मंडळीपैकीं एकास कोणा गृहस्थाचें लिहून आलें, कीं पहाटेस एक वारीक तारा दिसते, तिला शेंडी आहे. म्हणून आम्ही पाहू लागलों, तों ती त्याप्रमाणें दिसली. तिचें धूम्रपुच्छ लहानच होतें, परंतु तें पाहून नऊदहा वर्षांपूर्वीं पाहिलेल्या अशाच एका चमत्काराची आठवण झाली व तेव्हांच्या तारेची आकाशांत लांबवर पसरलेली ती शिखारूप पताका आणि तिचें तें विस्मयावह तेज हीं डोळ्यांपुढें उभीं राहिलीं. अशा प्रकारचे धूमकेतु पतन पावणाऱ्या तारांपेक्षांही मनाची स्थिति चमत्कारिक करितात.

एकदां पूर्णिमेच्या रात्रीं चांदण्यांत आम्हीं कांहीं मंडळी बोलत बसलों असतां सहज चंद्राकडे दृष्टि गेली, व त्याच्या त्या नेत्रांस आनंद देणाऱ्या अतिमनोहर कांतीकडे सर्वांचें चित्त वेधून गेलें. आम्ही बराच वेळ तिकडे पाहात असतां त्याजवर एक डाग दृष्टीस पडला. तेव्हां असें मनांत आलें, कीं पूर्णासही कलंक असावा काय ? परंतु त्याविषयीं आमचा कोणी मित्र म्हणाला, चंद्रावर एक मोठा डाग आहे, इतकेंच नाही, तर सूर्यावरही लहान लहान डाग दिसतात. अग्रीसारखा तेजोगोल, ज्याकडे डोळ्यांनीं पाहवत नाही, त्यावर डाग असावे, हें किती आश्चर्य ! आम्हांस तर प्रथम हें खोटेंच वाटलें. परंतु दुर्विणींतून आमच्या मित्रानें ते डाग दुसरे दिवशीं आम्हांस प्रत्यक्ष दाखविले. ते पाहून फार विस्मय वाटला. मग आणखी कांहीं असेच चमत्कार दिसतात कीं काय म्हणून त्या दुर्विणींतून रात्रीं पाहूं लागलों. तों शुक्राच्या ठिकाणीं चंद्र दिसूं लागला. नुसत्या डोळ्यांनीं पाहावें तों शुक्र, दुर्विणींत पाहावें तों चंद्र ! बरें, दुर्विणींतून शुक्र न पाहतां खरोखर चंद्र आम्हीं पाहिला असें म्हणावें, तर चंद्र त्या वेळीं मुळींच नव्हता. तारांकडे दुर्बीण लाविली तों त्या पूर्वीपेक्षां विलक्षण तेजस्वी दिसूं लागल्या. दुर्विणींतून पाहण्यापूर्वीं तारांची चकाकी आम्हांस आश्चर्यकारक वाटे. परंतु दुर्विणींतून दिसणाऱ्या तेजापुढें ती कांहींच नाही अशी आमची खात्री झाली. आम्ही तारा न पाहतां हिरे, माणकें, पांच, इंद्रनील इत्यादि रत्नांचे मोठाले समुदायच पाहात आहों कीं काय असें वाटे. कोठें एका तारेच्या दोन तारा दिसत, कोठें तीन, कोठें चारही दिसत, आण कोठें कोठें तर नुसत्या डोळ्यांनीं जेथें पूर्वीं एकादीच तारा दिसावयाची तेथे दुर्विणींतून हजारों तारा दिसत. हे दुर्विणींतून दिसणारे विलक्षण चमत्कार पाहून आम्हांला भूल तर पडली नाही ना असें वाटूं लागलें.

याप्रमाणें कांहीं दिवस गेले असतां वातावरणांत एकाएकीं विलक्षण फेरवदल झाला, बाऱ्याची दिशा बदलली, समुद्र खवळला, झंझावात (पर्जन्ययुक्त मोठा वारा) वाहूं लागला, आकाशांत रात्रीं जेथें हजारों तारा चमकत होत्या तेथें अग्नें फिरूं लागलीं, व विजा चमकूं लागल्या.

नक्षत्रराजादिकांनी आपला अधिकार मेघराजाकडे दिला. तेव्हां कोठचें नदीतीर, कोठचें हवा खाणें, आणि कसचे आकाशातील चमत्कार ! सर्वच गेलें. कांहीं दिवस अशी धामधूम चालल्यावर पुढें हळू हळू आकाशांत शांतता दिसूं लागली. उन्हाळ्यांत पश्चिम क्षितिजाजवळ दक्षिणच्या वाजूस दोन तारा दिसतनाशा झाल्या म्हणून सांगितलें, त्यापैकी अगदीं दक्षिणची अगस्त्याची तारा सुमारे तीन महिने तर मुळींच दिसत नव्हती. ती पुढें मग पहाटे पूर्वेकडे दिसूं लागली.

प्रससादोदयादंभः कुंभयोनेर्महौजसः ।

—“महा तेजस्वी अशा कुंभसंभवाच्या (अगस्त्याच्या) उदयानंतर उदक स्वच्छ झालें.”—या कालिदासोक्तीला फार काळ लोटल्यामुळें, तितक्या काळांतील तारांच्या गतिविशेषाच्या योगानें, अगस्त्योदयानंतर लागलीच नाहींत तरी सुमारे दोन महिन्यांनीं उदकें स्वच्छ झालीं. जिकडे तिकडे वनश्री प्रफुल्लित होऊन गगनश्रीशीं स्पर्धा करूं लागली. आम्हासारख्या चमत्कारप्रियांस, वनश्रीनें गगनश्रीस शोभा आली, कीं हिनें तिला आली, अशी भ्रांति पडून ही पहावी कीं ती अवलोकन करावी असें होऊन गेलें. शारदचंद्र कुमुदांसही आनंद देऊन प्रफुल्लित करूं लागला, मग तो आम्हांसारख्यांस आनंददायक होईल यांत काय नवल. सहा महिन्यांपूर्वीं सायंकाळीं पश्चिमक्षितिजाजवळ ज्या तारा दिसत असत त्या हल्लीं सायंकाळीं पूर्वेस दिसूं लागल्या; इतकें त्यांचें दूरगमन झालें तरी त्यांचें परस्परांचें अंतर बदललें नाहीं. तेव्हां तारांस गति आहे कीं नाहीं, असा आम्हांस संशय आला; व तारांबरोबर पश्चिमेस सायंकाळीं शुक्र दिसत होता तोही पूर्वेस आला कीं काय म्हणून पाहूं लागलों, तों तो मात्र कोठें दिसना; तो काय झाला ? नाहींसा झाला कीं काय ? असें गूढ पडलें.*

* ज्योतिःशास्त्राच्या विषयाचें दिग्दर्शन करणाऱ्या ह्या उपाध्यातरूप प्रकरणांत एथवर वर्णिलेली आकाशातील तारकादिकांची स्थिति सामान्यतः कोणत्याही काळीं घडण्यासारखी आहे; व विशेषतः ती सन १८९२ च्या एप्रिल महिन्यापासून सातआठ महिन्यांमधली (प्रथम ग्रंथ तयार होतेवेळची) आहे.

असो तर, याप्रमाणें कांहीं तारा पश्चिमेस नाहींशा होत जातात, व पूर्वेस नव्या तारा उगवूं लागतात; सहा महिन्यांनीं पश्चिमेच्या तारा पूर्वेस दिसूं लागतात तरी त्यांचें अंतर बदलत नाहीं; शुक्रासारख्या कांहीं तारा इतरांसारख्या स्थिर न राहतां त्यांतून चालतातशा दिसतात; चंद्र तर विलक्षण झपाट्यानें चालत असतो इतकेंच नाहीं, तर पंधरा दिवस लहानाचा मोठा होत जाऊन पुनः लहान होऊं लागतो, व शेवटीं दोन दिवस तर मुळींच दिसत नाहीं; कांहीं तारा पतन पावतातशा दिसतात; कांहींना तेजाचें भव्य पुच्छ असतें; कांहीं दिवस तारांच्या ठिकाणीं अग्नें आणि विजा हींच संचार करितात; सूर्यचंद्रासारख्या तेजोगोलांवर डाग दिसतात; दुर्विणींतून शुक्र चंद्रासारखा दिसतो, व एका तारेच्या ठिकाणीं हजारों तारा दिसतात. अशा विलक्षण उलाढाली व गूढें पाहून सहज कोणीही मनुष्य आपले मनास विचारूं लागतो, कीं हा काय चमत्कार आहे ?



प्रकरण २ रें

स्वप्न-खरेंच

एका रात्री मला स्वप्न पडलें. मला दिव्यदृष्टि आणि अलौकिक शक्ति प्राप्त झाली. एक धगधगीत गोळा दिसला. त्याचा व्यास सुमारे १२ यार्ड होता. तो गोल मजपासून सुमारे पाऊण मैल होता. त्याचा प्रकाश पडला होता. आणि तो स्वच्छ पांढरा असून एकाद्या लोहाराच्या जाज्वल्य भट्टीतील आगीपेक्षांही प्रखर होता.

माझ्याजवळच छोटासा गोल मला दिसला. त्याचा व्यास सुमारे ४ इंच होता. तो गोळा हळू हळू पुढें चालला होता. परंतु त्याचा फिरण्याचा कल त्या तेजस्वी गोळाच्या अनुरोधानें होता असें दिसलें, आणि याप्रमाणें फिरतां फिरतां तो आपल्या भोंवताही फिरत होता. त्या तेजस्वी गोळाचा प्रकाश या लहान गोळाच्या अर्ध्या भागावर पडला होता, म्हणून हा दिसे तरी. नाही तर अफाट अंधकारमय अवकाशांत गडप होऊन तो दिसलाही नसता. अंमळ वारीक नजरेनें पाहिलें तों त्याच्याजवळ त्याहून लहान असा एक गोल असून तो मोठ्या गोळाभोंवती फिरत होता. धाकट्याचा व्यास सुमारे एक इंच होता, आणि तो मोठ्यापासून सुमारे दहा फुटांवर फिरत होता. त्यावरही त्या मध्यवर्ति तेजोगोळाचा प्रकाश पडत असे. मला सूक्ष्मदृष्टि प्राप्त झाली असल्यामुळें त्या दोहों गोळांपैकीं मोठ्याचा थोडा भाग कोरडा आहे, वाक्रीच्यावर पाण्याचें अति पातळ कवच आहे, असें दिसलें. त्या पाण्यांत लक्षावधि जीव इकडे तिकडे संचार करीत होते. आणि काय सांगावें, ते अति सूक्ष्म होते. तरी त्यांतील कोणी पुढें पळत आहेत, दुसरे त्यांच्या मागे लागले आहेत, असें दिसलें. आणि एवढी खटपट मुख्यतः कशाकरितां तर पुढचा जीव आपल्यास गड कराय्यास सांपडावा. कोरड्या भागावरही कांहीं जंतु दिसले. ते कोठें पुष्कळ होते व कोठें थोडे होते. माझ्या बचकेंत राहिल एवढ्या ह्या गोटीवरही असंख्यात जंतु होते हें

पाहून मला आश्चर्य वाटलें. वास्तविक त्यांस जंतु म्हणणें देखील शोभत नाही, इतके ते लहान होते.

कोरड्या प्रदेशावरील जंतूमध्ये कांहीं प्राणी इतरापेक्षां कांहीं विलक्षण दिसले. हे इतरापेक्षां मोठे होते, किंवा ह्यांचें स्वरूप कांहीं विलक्षण होतें, असें नाही. इतर कांहींपेक्षां हे लहानच होते. परंतु ह्यांस बुद्धि आहे असें दिसून आलें. त्यांनीं आपल्याकरितां छोटेखानी वसतिस्थानें बांधिलीं होती, व आपल्या जातीच्या प्राण्यांच्या सोईसाठीं लहानमोठे रस्ते केले होते. त्या रस्त्यांवरून ते गाड्यांतून बसून जात. तसेंच पाण्याच्या कवचांतूनही कसल्याशा पदार्थांत बसून ते तरून जातांना दिसले. कवचाला ती खोली कोठची? परंतु त्यांच्या त्या तरणपात्रांस ती भारी होती. केव्हां केव्हां माझ्यासारखा कोणी त्याजवर फुंकर घालीत आहेत कीं काय असें वाटे. परंतु तेवढ्यानें त्या पाण्याचा कल्लोळ होऊन जाई, आणि त्यांत त्या प्राण्यांचीं तरणपात्रें पालथीं होऊन प्रलय उडें. तेव्हां शेकडों प्राणी पाण्यांत गडप होत; तथापि पुन्हा हजारों प्राणी त्या जलकवचांतून जात येत. त्या उदकांतून कोळ्याच्या धाग्याहूनही अति सूक्ष्म अशा कांहीं तारा त्यांनीं टाकल्या होत्या, व कोरड्या प्रदेशावरही त्या नेल्या होत्या. त्यांच्या द्वारें ते एक-मेकांस निरोप पाठवितात, असें मला माझ्या दिव्य चक्षूंनीं समजलें.

त्या धाकट्या गोलावर घडणाऱ्या किंवा मला समजलेल्या सर्व गोष्टी सांगूं लागलों तर जागा पुरणार नाही. त्यांत मला ज्या फारच आश्चर्य-कारक वाटल्या त्यांतल्या कांहीं सांगतो. आजपर्यंत मनुष्यानें केलेल्या अतिप्रभावाच्या सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतूनही दिसणार नाहींत इतके सूक्ष्म ते जीव होते, तरी खरोखर त्यांस त्यांच्या त्या छोट्या गोलाबाहेरच्याही अनेक गोष्टी माहित होत्या. माझ्या बोटानें सहज त्यांतल्या शेंकडों जीवांचा चुराडा व्हावा, इतके ते दुर्बल असतां, ते तो मध्यवर्ति तेजोगोल पाहात, इतकेच नाही, तर तो किती दूर आहे, किती मोठा आहे, किती तेजस्वी आहे, किती उष्ण आहे, फार काय सांगावें, किती जड आहे, हेही त्यांनीं काढिलें होतें. आपला लोक सोडून त्यांस दुसरीकडे जातां येत नव्हतें, इतकेच नाही तर त्यांस उभें राहण्यास जागाही स्थिर

नव्हती. त्यांचा गोल फिरत असल्यामुळे त्यांस अर्धा काळ काळोखांत रावें लागे. त्यांस हात होते कीं नाहीं कोण जाणे. असतील तर त्यांज-पासून तो तेजोगोल त्यांच्या किती हातांवर होता, त्याची तर गणनाच करितां येणार नाहीं म्हटलें तरी चालेल. परंतु इतक्या लांबच्या तेजोगो-लाचे प्रकृतिधर्मही त्यांनीं शोधून काढिले होते. त्यांस दिसून आलें होतें कीं, तो गोल अतिजाज्वल्य तेजाचें केवळ घर आहे. त्यांतून तेजाचे फवारे कधीं कधीं चार फुटापर्यंत बाहेर येतात, आणि कधीं कधीं त्यांचीं उच्च शिखरें वनून राहतात. त्या गोलावर अत्युष्ण वाफांचें करवताच्या धारेसारखें वेष्टन सुमारें दोन इंच आहे. तें सर्वकाळ खवळलेलें असतें. तो अभीचा लहानसा समुद्रच आहे कीं काय असें भासतें व त्यावर प्रकाश-मय मंडल असतें. त्याचा विस्तार कधीं ३ फूट असतो, कधीं कधीं ३० फूटपर्यंत वाढतो. ह्या ज्वलद्रोलामध्ये कोणते पदार्थ जळत आहेत हेंही त्यांनीं शोधून काढिलें आहे, आणि त्यांतून जे फवारे बाहेर पडतात त्यांचा वेगही ते सांगूं शकतात.

ह्या गोष्टीचें मला फार आश्चर्य वाटलें. आणि क्षणभर तो लहान गोल सोडून मी त्या तेजोगोलाकडे चाललों. तो सुमारें पाऊण मैलावर होता, म्हणून मीं प्रथम सांगितलें परंतु त्या बुद्धिमान प्राण्यांनीं ठरविलें होतें कीं तो सुमारें १२८२ यार्ड दूर आहे व तें बरोबर आहे असें मला दिसून आलें. मी त्या गोलाच्या जवळजवळ पोहोचत चाललों, तसतशी उष्णता असद्य होऊं लागली. तेव्हां पुढें प्रत्यक्ष गोलावर जाण्याचा मीं नाद सोडला. तरी त्या विमुक्त्या प्राण्यांनीं केलेलीं अनुमानें सर्व खरी आहेत असें मला दिसून आलें. व त्या गोलावर जे जे व्यापार चालतात असें त्यांनीं कल्प-नेनें काढिलें होतें ते सर्व मला प्रत्यक्ष दिसले. तो गोल स्थिर नव्हता; आपल्या सभोंवतीं भ्रमण करित होता. व ही गोष्ट देखील स्थूल दृष्टीस दिसणारही नाहींत अशा त्या जीवांस समजली होती.

आपल्या स्थानापासून मी पुन्हा मागें पाहूं लागलों, तों त्या अंधकारमय प्रदेशांत तेजाचे दोन लहान लहान ठिपके मला दिसत होते. एक मीं पाहिलेला चिमुक्त्या बुद्धिमान प्राण्यांचा लहान गोल व दुसरा त्या सभोंवतीं

फिरणारा त्याचा परिचारक, बारीक नजरेने पाहतां मध्यें माझ्याजवळच



आकृती १— निरनिराळ्या ग्रहांवरून दिसणारीं सापेक्ष सूर्यविंबे.

दुसरा एक गोल दिसू लागला. त्यावर प्रखर प्रकाश होता. तो लहानच होता तरी त्या पहिल्या गोलाच्या परिचारकापेक्षां मोठा होता. त्याचा व्यास सुमारे १॥ इंच होता. तेजो-गोलापासून तो सुमारे ५०० यार्डावर होता, व त्या तेजोगोलाभोंवती फिरत होता. त्याची गति पहिल्या गोलाहून पुष्कळ जलद होती. तेथून पुढें दुसरा एक गोल दिसला. तो आपल्या सभोंवतीं फिरत फिरत मध्यवर्ती तेजोगोलासभोंवतीं फिरत होता व त्यापासून ह्याचें अंतर ९३० यार्ड होतें. पहिल्या गोलाप्रमाणें तो सुमारे ४ इंच व्यासाचा होता. परंतु मला हल्लीं त्याहून मोठा व त्याहून फार तेजस्वी दिसत होता. जवळ जाऊन पहातों तों त्या दोन्ही गोलांचें तेज उसनेच दिसलें. बुद्धिमान प्राण्यांच्या गोलावरून ज्वलद्रोल जेवढा दिसे त्याच्या सातपट ह्या दोहोंतील पहिल्यावरून व दुप्पट दुसऱ्यावरून

दिसे. पुढें ज्वलद्रोलापासून सुमारे १९५० यार्डावर आणखी एक गोल दिसला. तो फार मोठा नव्हता. केवळ २ इंचच त्याचा व्यास होता. त्याचा वर्ण लाल होता. मी त्याच्या दर्शनास गेलों. त्यावर मध्यें हिरवे प्रदेश दिसतात. ह्या गोलासंबंधें एक चमत्कार दृष्टीस पडला. त्याच्याभोंवतीं २ कण प्रदक्षिणा करीत होते व हा गोल स्वतःस प्रदक्षिणा

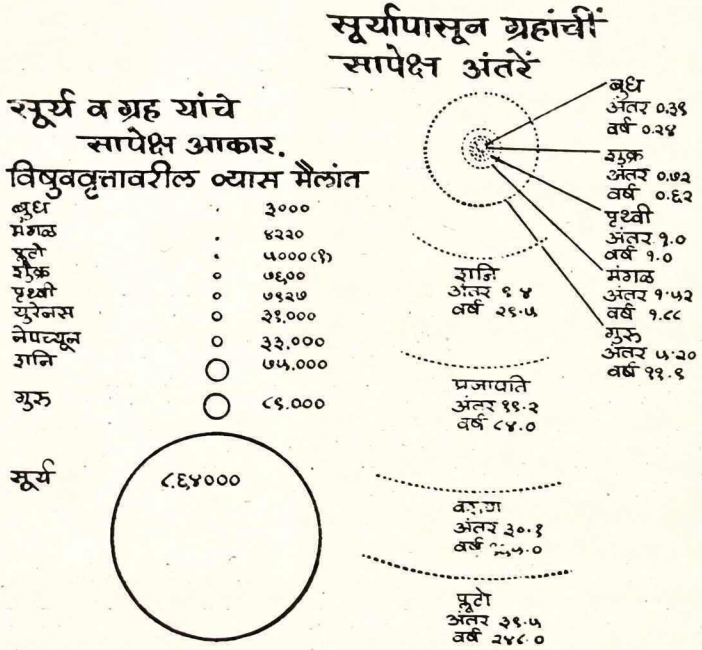
करीत करीत त्या दोन कणांसह आपल्या मध्यवर्ती स्वामीस प्रदक्षिणा घालीत होता. ह्या सर्व लहान गोलांचा तो मधला तेजोगोल खरोखर नियंताच दिसला. त्याच्यापलीकडे पाहातां तों वाळूच्या कणाएवढाले सुमारे तीनचारशें कण मध्यवर्ती गोलापासून सुमारे दोन मैलांवर त्याच्या-भोंवतीं फिरत होते. त्यांचें एक कडेच बनलेलें दिसत होतें.

आणखी कांहीं दिसतें कीं काय अशी जिज्ञासा होऊन पुढें चाललों, तों मधल्या ज्वलद्गोलापासून सुमारे चार मैलांवर एक विशाल गोल नजरेस पडला. मध्यवर्ती तेजोगोलाखेरीज इतर सर्वांहून तो मोठा होता. त्याचा व्यास सुमारे ३॥ फूट होता. तो चांगला तेजस्वी दिसे; व त्यावर तांबडे, पिवळे, जांभळे असे सुरेख पट्टे दिसत होते. ते अगदीं रेंखल्यासारखे दिसत. तो गोल आपल्याभोंवतीं फार जलद फिरतो, यामुळें ते पट्टे तसे दिसत असें वाटतें. हा आमच्या कल्पक प्राण्यांच्या गोलाहून इतका मोठा होता, तरी इतका जलद फिरे, कीं त्याच्या दोन स्वप्रदक्षिणा होत तों ह्याच्या पांच होत. असें होतें तथापि तो आपल्या स्वामीच्या आज्ञेत राहून नेहमीं त्याभोंवतीं फिरे. ह्याही गोलाची एक विलक्षण गोष्ट दिसली. त्याच्याभोंवतीं ११ छोटे गोल फिरत होते; जणूं काय ते त्याचे सेवकच आहेत. हें सर्व गाडें अगदीं सुयंत्र चाललें होतें, तें पाहून मांज वाटे.

ज्वलद्गोलापासून सुमारे ७ मैलांवर आणखी एक भव्य परिणालिका दिसली. तीतला मधला गोल मागच्या इतका नव्हता तरी वराच मोठा होता. त्याचा व्यास सुमारे ३५ इंच होता. ह्यावरही त्याप्रमाणेंच पट्टे होते. परंतु एकंदरीत हा अंमळ काळसर होता. ह्याच्या स्वरूपांत दुसराच एक विलक्षण प्रकार होता. त्याच्या भोंवतीं कांहीं बलयें होती. तीं त्या गोलास कोठेंही लागलेलीं दिसत नव्हतीं, तरी त्याच्या अर्ध्या वचनांत असल्याप्रमाणें त्यास सोडून जात नसत. जसे काय तीं त्याचेच अवयव आहेत. त्यांचा व्यास ८० इंच होता, व त्यांची जाडी सुमारे १८ इंच होती. बारीक नजरेनें पाहिल्यास तीं अनेक बलयें दिसत. त्या सर्वांची

चकाकी सारखी नव्हती. ती वारीक कणांची बनलेली आहेत व ते कण स्वतंत्रपणे त्या गोलाभोवती फिरत आहेत असे दिसे.

याखेरीज सागत्या गोलाप्रमाणे ह्याच्या भोवतीही ह्याचें मंडल होतें. या मंडलांत ९ परिचारक होते. ते निरनिराळ्या अंतरावर त्या भोवती



आकृती २—ग्रहांचे सापेक्ष आकार व अंतरे

फिरत. त्यांतला सहावा सर्वांत मोठा होता. त्याचा व्यास सुमारे दीड इंच होता; व तो मुख्य गोलापासून ३३ फुटांवर होता. शेवटचा लहानसाच होता. त्याचा विस्तार एक इंच होता. तरी त्याच्या मंडलाची रुंदी सुमारे २०० फूट होती. ती पाहून चमत्कार वाटे.

आतां मध्यवर्ती तेजोगोलापासून मी सुमारे ७ मैल लांब आलों होतो. फार अंतरामुळें तो गोल बारीक दिसत होता. त्यापासून सुमारे १४ मैलां वर आणखी एक गोल दिसूं लागला. मी तेथपर्यंत गेलों नाहीं; तरी दिव्य दृष्टीनें मला दिसलें, कीं तो सुमारे १६ इंच व्यासाचा आहे, व त्याला चार परिचारक आहेत. त्याच्याही पलीकडे एकंदर २२ मैल अंतरावर आणखी एक गोल दिसला. तो मागच्याहून किंचित् मोठा होता व इतक्या अंतरावरूनही तो मधल्या तेजोगोलास प्रदक्षिणा करितो आहेसें दिसलें. त्याचा तो मार्ग किती अवाढव्य ! माझ्या जन्मांत त्याची अर्धी तरी प्रदक्षिणा पुरी होईल कीं नाहीं याचा मला संशय वाटला. याला एकच परिचारक मला दिसला. त्याच्याही पलीकडे एकंदर २९ मैल अंतरावर आणखी एक गोल मधल्या तेजोगोलाभोंवतीं प्रदक्षिणा करित आहे' कीं काय अशी मला शंका आली. त्याचा आकार शेवटच्या गोलापेक्षां थोडा लहान असावा. त्याचे भोंवतीं परिचारक मात्र दिसला नाहीं. थोडावेळ बारकाईनें निरीक्षण केल्यावर माझी खात्रीच झाली कीं, हाही गोल पहिल्या आठ गोलांसारखा मधल्या तेजोगोलाभोंवतीं प्रदक्षिणा करित आहे.

मी आतां इतका लांब आलों होतो, कीं मला दिव्य दृष्टि आलेली होती म्हणूनमात्र तो पहिला छोटेशानी गोल मला दिसत होता. त्याची काय अहवाल आहे हें पाहाण्याची उत्सुकता होऊन मी मागे वळलों. पुन्हा ते बुद्धिमान् प्राणी दिसूं लागले. ते उद्योगांत गर्क होते, हें पाहून मला आनंद व आश्चर्य वाटलें. कोणी भक्ष्य मिळवीत होते, कोणी घरे बांधीत होते; कोणी सडका तयार करीत होते; कोणी जलपर्यटनांत गुंतले होते; आणि काय सांगावें ! कोणी आपसांत क्षुल्लक गोष्टीवरून भांडत होते; आणि कोणी तर कडाक्याच्या युद्धांत गुंतले होते. उभय पक्षांकडील हजारों चिमुकले वीर मरून पडत, तरी ते लढाई सोडीत नसत. माझ्या प्रवासांत ज्या गोष्टी आढळल्या होत्या त्या त्यांस सांगून त्या प्राण्यांचें क्षुद्रत्व त्यांच्या लक्षांत आणून देऊन त्यांस कलहनिवृत्त करावें असें माझ्या मनांत आलें. इतक्यांत त्यांतल्यापैकीं कांहींना त्या सर्व कळून ज्यो. ...२

आल्या आहेत असें दिसलें. कांहींना तर त्यांच्या अशा प्रकारच्या ज्ञानाचा गर्व झाला होता. माझ्या लहानशा बोट्याएवढ्या जागेंत लक्षावधि दिसून येतात, इतके हे क्षुद्र आणि दुर्बल जीव, परंतु त्यांचा गर्व आणि हांव किती म्हणून सांगावी ! आम्ही आपलीं घरे, सडका, बांधूं शकतो; त्याप्रमाणेंच हे लहानसहान गोल दिसतात तेवढाले गोल आम्ही निर्माण करूं; किंबहुना मधला १२ यार्ड व्यासाचा जो तेजस्वी गोल तोही आम्ही तयार करूं; इतकी विलक्षण त्यांची हांव दिसली. त्यांच्याजवळ जाऊन त्यांचा क्षुद्रपणा त्यांस दाखवावा, त्यांचा मूर्खपणा त्यांस उघड करून सांगावा, आणि इतक्या दूरच्या गोष्टी ज्यांस कळतात त्यांनीं इतका गर्व करणें हेंच केवढें आश्चर्य आहे हें त्यांच्या मनांत भरवून त्यांची निर्भर्त्सना करावी, अशा विचारांत मी होतो; आणि माझी शक्ति व माझी दृष्टि तुमच्याहून फारच विलक्षण आहे, त्या अर्थी माझा उपदेश तुम्ही ऐका, असें आकाशांतूनच मी त्यांस सांगूं लागणार; इतक्यांत काय झालें नकळे. मी लहान लहान होत आहे असें मला वाटलें. दिव्य शक्ति मला सोडून जाऊं लागल्या. भरदिशी मी त्या क्षुद्र प्राण्यांत येऊन पडलों, आणि जागा झालों. पाहातो तों मी त्या क्षुद्र जीवांतलाच एक आहे. झालें माझे स्वप्न. हें स्वप्न म्हणावें, तर ह्याची सुमारे पावणेतेरा कोटिपट केली असतां हें खरेंही आहे.



प्रकरण ३ रें

दिव्य भ्रमण.

काळोख्या रात्रीं आकाशाकडे पाहिलें असतां सहस्रावधि तारा चमकत असतात. नीलवर्ण आकाशांत हीं रत्नेंच बसविलेलीं आहेत कीं काय असें वाटतें. ह्यांची कोणाला तरी गणना करवेल काय ? इतक्या तारा कसच्या मोजवतात, असें प्रथम मनांत येतें. परंतु ह्या रत्नांस पाहून कोणास मोह पडणार नाही ? छे ! तीं आपण हस्तगत करून घेऊं या, तीं किती आहेत हें पाहूं या, अशा लोभानेंच कीं काय, तीं ज्योतिष्यांनीं मोजिलीं आहेत. आपणांस पृथ्वीच्या वर आकाश दिसतें, तसेंच खालीं दुसऱ्या बाजूसही आहे. त्यांतही तारा असतात. पृथ्वीच्या सर्व बाजूस जिकडे तिकडे तारा भरलेल्या आहेत. नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या तारा सुमारे ६००० आहेत. त्यांतल्या सुमारे अर्ध्या म्हणजे २५।२६ शें मात्र आपल्यास एकदम दिसतात, परंतु सर्व तारा क्रमाक्रमानें आपणांस दर्शन देतात.

तारा जेथें दिसतात तेथेंच सर्व काळ रहातात काय ? नाही. हीं विक्षिप्त माणसें काय करितील आणि काय न करितील असें मनांत येऊन कीं काय कोण जाणें, त्या एकसारख्या पळत असतात. कांहीं तर एका कोपऱ्यांत असतात; आणि अंमळसें डोकें वर काढितात न काढितात, बोंच दिसतनाशा होतात. त्यांस फार वर येण्याचें धैर्यच होत नाही. कांहीं त्यांहून मोठा फेरा करितात. कांहीं तर आकाशांत करवेल तितका मोठा फेरा करितात; परंतु तो दुरूनच करितात. आणि कांहीं बऱ्याच धीट असतात, त्या माणसांच्या दृष्टिआडही होत नाहीत. त्या फारशा भितऱ्या नाहीत खऱ्या, तरी कांहीं वेळ उजवेकडून डावीकडे, कांहीं वेळ डावीकडून उजवीकडे, कांहीं वेळ आकाशांत बऱ्याच उंचीवर, कांहीं वेळ अगदीं खालीं अशा फिरत असतात. ह्या सगळ्यांचा एक नायक आहे, तो फारच धीट. तुम्ही त्याजकडे एकसारखे पहात रहा कीं कांहीं करा. तो हालत कीं चालत नाही; खुंटासारखा आपला एके ठिकाणीं ठाम उभा.

दक्षिणेस तोंड करून घटका दोन घटका आकाशाकडे पाहात बसा, म्हणजे कांहीं तारा डावे कोंपऱ्यांत उगवतात, थोड्याशा वर येतात, आणि उजवे कोंपऱ्यांत मावळतात, असें दिसेल. त्याहून जसजसें अलीकडे म्हणजे उत्तरेकडे वर वर पाहात यावें, तसतशा तारा अधिकाधिक वेळ दिसत राहातात. पूर्वेस तोंड करून पाहावें तों तिकडे कांहीं तारा उगवत असतात; व पांचसहा तासांनीं पाहिलें तर त्या सुमारे डोक्यावर येतात व आणखी पांच सहा तासांनीं पाहिलें तर त्या पश्चिमेस मावळतात. ईशान्येस तारा उगवतात त्यांचा मार्ग पूर्वेकडच्यापेक्षांही मोठा असतो. तो क्रमण्यास त्यांस चौदापंधरा तास लागतात. त्या अर्ध्या मार्गांत येतात तेव्हां त्यांजकडे पाहाणें झालें तर आपल्यास उत्तरेकडे तोंड करावें लागतें. अगदीं उत्तरेकडील टोंकाशीं जमिनीच्याजवळ त्यांचा प्रकार उलटच दिसतो. म्हणजे आकाशांतील इतर तारा सामान्यतः पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातात असें दिसतें; आणि ह्या पाहाव्या तों पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जात असतात.

जानेवारीच्या आरंभीं, रात्रीं सुमारे सात साडेसात वाजतां, अगस्त्य उगवतो. साडेअकरा वाजतां पाहिला तर तो मध्यान्हवृत्तावर आलेला दिसतो आणि पहाटेस सुमारे साडेतीन किंवा चार वाजतांच मावळतो. मध्यान्हवृत्तावर असतां, दक्षिण दिशेपासून तो सुमारे १८।२० अंशमात्र वर दिसतो. काशी एथें तर तो १२ अंशमात्र वर दिसतो, आणि सुमारे सात तासांतच उगवून मावळतो. मृगाच्या पोटांतल्या तीन तारा पूर्वेस उगवून पश्चिमेकडे मावळतात. अश्विनी त्यांच्या उत्तरेकडून जातात. अभिजित त्याहून उत्तरेकडे जातो. सप्तर्षि तर फारच उत्तरेस असतात.

प्रिय वाचकहो, तुम्हांस नक्षत्रांची ओळख करून घ्यावयाची असेल तर प्रथम उघड्या जागीं वसतानांच पुस्तक घेऊन वसण्यास विसरूं नका. आणि वाऱ्यानें जाणार नाहीं असा दिवा जवळ ठेवा. नाहींतर घरांतील दिव्यांशीं नक्षत्रपट* पाहून मग बाहेर येऊन आकाशांत पाहावयाचें, असें

* शेवटीं दिलेले नक्षत्रपट पहा.

करण्यास आंतवाहेर हेलपाटे घालावे लागतील. ज्योतिःशास्त्रांतल्या पुष्कळ वस्तु प्रत्यक्ष नाहींत हें खरें. नकाशांत ज्या रेघा दिसतात तशा आकाशांत असत्या आणि त्यांवर अंक व नांवें लिहिलेलीं असतीं, तर पुस्तकें कशास पाहिजे होती ? आकाशरूपी पुस्तक वाचतांना केव्हां केव्हां चर्मचक्षु मिटून ठेविले तरी चालतात, बुद्धिचक्षु उघडले म्हणजे लख्ख उजेड पडतो.

आपल्या भोंवतीं दूरवर पाहिलें असतां, आकाश जमिनीला लागलेलें दिसतें. पृथ्वी आणि आकाश यांच्या स्पर्शानें झालेलें जें वर्तुळ दिसतें तें क्षितिज होय. सूर्य, चंद्र आणि तारा उगवतांना व मावळतांना जेथें दिसतात तीं स्थानें क्षितिजांतलीच होत. पूर्व, पश्चिम, इत्यादि दिशांचे बिंदू ह्या क्षितिजांतच असतात. ते ओळखावे कसे ? 'जिकडे सकाळीं सूर्य उगवतो ती पूर्व हें आम्हांस ठाऊक आहे. यांत काय कठिण आहे ?' असें म्हणाल तर, सूर्य नेहमीं एकाच बिंदूंत उगवत व मावळत नाहीं. होकायंत्रानें आम्ही दिशा ओळखूं म्हणाल तर लोहचुंबकांचीं टोके नेहमीं दक्षिणोत्तर असतात असा नियम नाहीं. 'जिकडे ध्रुव तिकडे उत्तर, यास तर बाध नाहींना ?' असें म्हणाल तर, त्यालाहि बाध आहे. ध्रुव शब्दाच्या अर्थाप्रमाणें ध्रुव साधारणतः स्थिर दिसतो खरा; परंतु त्यालाही गति आहे. पदार्थांच्या खुणेनें आवशीस ध्रुव पाहिला, तर पहाटेस तो तेथें दिसत नाहीं. 'तर मग आतां भरंवसा तरी ठेवावा कशावर ? सर्वच अस्थिर ?'—खरें आहे. इतक्या अडचणी असून ज्योतिषी लोक अतिसूक्ष्म रीतीनें दिशासाधन करितात. परंतु सध्यां आपण फार सूक्ष्मतेच्या भरीस न पडतां स्थूल रीतीनें पाहूं. मार्च व सप्टेंबर महिन्याच्या २१ व्या तारखेस सूर्य जेथें उगवतो ती पूर्व व जेथें मावळतो ती पश्चिम असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. पंचांगांत या दिवशीं दिनमान ३० घटिका असतें व सायन मेष आणि तुला ह्या संक्रांति ह्या दिवशीं होतात.

आपल्या डोक्यावर आकाशाचा जो बिंदू असतो त्यास खस्वस्तिक म्हणतात. आपल्यास आकाश दिसतें तें अर्ध्या गोलाच्या कवचासारखें दिसतें. खस्वस्तिक हा त्या कवचांतील मध्यबिंदु होय. आपली पृथ्वी गोल आहे. जमिनीतून भिंगासारखें आरपार दिसतें, तर आपल्याला खालच्या

बाजूवरील आकाश दिसलें असतें. सूर्य, चंद्र आणि नक्षत्रें जितका वळ आपल्यास दिसतात तितकाच वेळ बहुधा तीं त्या आकाशांत असतात म्हणून तें कल्पनाचक्षुर्नीं पाहिलें पाहिजे. त्यांतला अगदीं खालचा जो बिंदु, त्यास अधःस्वस्तिक म्हणतात.

आकाशांत तारा कोठें आहेत हें सांगण्याकरितां आकाशांतल्या वर्तुळांच्या परिघांचे भाग पाडितात, त्यांस अंश म्हणतात. परिघाचे ३६० अंश पाडण्याची वहिवाट आहे. पूर्वबिंदूपासून खस्वस्तिकापर्यंत वर्तुळाच्या परिघाचा चौथा भाग होतो, अर्थात्च त्याचे ९० अंश होतात. त्याप्रमाणेंच खस्वस्तिकापासून पश्चिमबिंदूपर्यंत वर्तुळाचा दुसरा पाद होतो. खस्वस्तिकापासून क्षितिजाचा प्रत्येक बिंदु ९० अंशांवर असतो. आपल्यास चंद्रसूर्याचीं बिंदें दिसतात त्यांची रुंदी म्हणजे व्यास हा वरील वर्तुळपरिघांतला सुमारें अर्धा अंश असतो. रूपये एकापुढें एक लावावे तशीं पूर्वबिंदूपासून खस्वस्तिकापर्यंत एकापुढें एक चंद्रबिंदें लाविलीं तर १८० लागतील. २ चंद्रबिंदवांनीं सुमारें एक अंश भरतो. आकाशांतल्या इतक्या जागेस हात असेंहि म्हणतात. अर्थात् चंद्रसूर्यबिंदें वातभर म्हणजे १२ अंगुलें असतात. ग्रहणाचा ग्रास अमुक अंगुलें आहे असें म्हणतात, त्याचा अर्थ यावरून समजेल.

क्षितिजाचे उत्तरदक्षिण बिंदु आणि खस्वस्तिक यांतून एक वृत्त म्हणजे वर्तुळ काढिलें आहे अशी कल्पना करा. या वृत्तास मध्यान्हवृत्त म्हणतात. त्याच्या योगानें आकाशाच्या दृश्य गोलार्धाचे दोन भाग होतात. एकास पूर्व कपाल म्हणतात व दुसऱ्यास पश्चिम कपाल म्हणतात. सूर्य ह्या वृत्तावर आला म्हणजे मध्यान्ह होतो. मध्यान्ह म्हणजे दिवसाचा मध्य. सूर्य उगवल्यापासून मावळेपर्यंत जो काळ जातो, त्याचें नांव दिवस. जसा सूर्याचा दिवस तसा तारा उगवल्यापासून मावळेपर्यंत जो काळ जातो तो तारांचा दिवस असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. दिवसाचें जें मान म्हणजे मोज तें दिनमान. आकाशांत तारा थेट पूर्वेस उगवोत किंवा पूर्वबिंदूच्या उत्तरेस किंवा दक्षिणेस उगवोत; त्यांचा मार्ग कितीही लहान मोठा असो; त्या मार्गाचे मध्यान्हवृत्तानें दोन भाग होतात. हें वृत्त दक्षिणोत्तर असतें म्हणून

यास याम्योत्तर वृत्त असेंही म्हणतात. याम्य म्हणजे यमाची दिशा म्हणजे दक्षिण.

सर्व तारांचें तेज सारखें नसतें, तेजस्वितेवरून तारांच्या निर-
निरानिराळ्या प्रती म्हणजे वर्ग करितात. नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या
तारांचे ६ वर्ग केलेले आहेत. दुर्विणीतून त्यांहूनही फार बारीक तारा
दिसतात. त्यांचे आणखी पंधरा वर्ग केले आहेत. म्हणजे तारांच्या एक-
दर २१ प्रती आहेत. शाळेंत पहिल्या वर्गांत विद्यार्थ्यांची संख्या थोडी
असते, उत्तरोत्तर खालच्या वर्गांत भरणा फार. जगांत श्रीमान् माणसें
थोडीं, खालच्या प्रतीच्यांचाच भरणा उत्तरोत्तर अधिक. त्याप्रमाणेंच
स्थिति आकाशांत आहे. सर्वांत श्रीमान् (शोभायमान्) अशा पहिल्या
प्रतीच्या तारा फक्त सुमारे २० * आहेत. एकेका वर्गातील सर्व तारांचें
तेज अगदीं सारखें असतें असें नाहीं. पहिल्या वर्गातल्या तारांत तर
परस्परांत पुष्कळ अंतर आहे. परंतु तितके वर्ग करावे तर फार घोटाळा
होईल.

जानेवारीपासून सर्व उन्हाळाभर आवशीस आकाशांत दक्षिणेकडे पाहिलें
असतां सर्वांत तेजस्वी अशी एक तारा दिसते. ती त्या वाजूस निंमेच्या
कांहीं अलीकडे असते. तिच्या बरीच दक्षिणेस तिच्याहून किंचित् कमी
परंतु इतर सर्वांहून तेजस्वी अशी दुसरी एक तारा दिसते. ह्यांतील
पहिलीला व्याध अथवा लुब्धक म्हणतात. दुसरी अगस्त्य होय. मार्च
महिण्याच्या पहिल्या पंध्रवड्यांत आवशीस सुमारे सात वाजतां ह्या दोन
तारा आपला अर्धा मार्ग क्रमून मध्यान्हवृत्तावर आलेल्या दिसतात. ह्या
दोन्ही तारा पहिल्या वर्गातल्या आहेत.

आतां आपण सर्व तारांच्या मध्यें खुंटासारखा असणारा सर्वांचा
नायक ओळखूं या. सप्तर्षींची ओळख असेल तर ध्रुव ओळखण्यास
सोपें. म्हणून प्रथम सप्तर्षि पाहूं. जमिनीवर उताणें पडून आकाशाकडे

* टीप--यांची यादी व नांवें शेवटीं परिशिष्टांत दिली आहेत.

डोळे लाविले असतां जशी आकाशाची स्थिति दिसेल, तशी निरनिराळ्या महिन्यांतली स्थिति नक्षत्रपट पहिला, दुसरा व तिसरा यांत दाखविली आहे. आपले नेत्र आणि आकाश यांच्या मध्ये नकाशा धरावा. आणि नकाशा हें आकाश समजून त्यांत तारा पहाव्या. मग नकाशा एकीकडे करावा म्हणजे त्याच तारा तशाच आकाशांत दिसतील, व त्यांतल्या कोणत्या तारेचें काय नांव हें नकाशावरून समजेल. लहान मोठ्या तारांच्या निरनिराळ्या खुणा नकाशांत लिहिल्या आहेतच. उत्तरेकडे डोकें करून उताणें पडलें असतां, वर समोर स्वस्तिक येऊन उजव्या बाजूस पश्चिम व डाव्या बाजूस पूर्वे येते. म्हणूनच आकाशाचा नकाशा वर उत्तर, खाली दक्षिण, असा धरिला असतां त्यांत उजवे हातास पश्चिम व डावे हातास पूर्वे लिहितात. पृथ्वीच्या नकाशांत उजवेकडे पूर्वे आणि डावेकडे पश्चिम असते, त्याच्या उलट आकाशाच्या नकाशांत कां हें आतां तुमच्या लक्षांत येईलच. तारा पाहाण्यास उताणेंच पडलें पाहिजे असें नाहीं. ज्या दिशेच्या तारा पहाणें असेल तिकडे तोंड करून उमें राहावें. मग वर तोंड करून आकाशाच्या दिशांशीं नकाशाच्या दिशा मिळतील, अशा रीतीनें आपले नेत्र आणि आकाश यांच्यामध्ये नकाशा धरावा. म्हणजे नकाशा आणि आकाश यांची तुलना करून तारांची ओळख ज्याची त्यास करून घेतां येईल. एकाद्या रात्री ९ वाजतां जशी तारांची स्थिति दिसते तशीच एक महिन्यापूर्वी ११ वाजतां व एक महिन्यानंतर ७ वाजतां दिसते. म्हणजे महिन्यांत सुमारे दोन तासांचा, पंधरा दिवसांत एक तासाचा, व रोज सुमारे चार मिनिटांचा फरक पडतो. एका रात्री कोणा एका वेळीं तारा जेथें दिसतात त्याहून पश्चिमेस एक अंशावर त्या दुसरे रात्री तिकडे वाजतां दिसतात. म्हणजे दररोज एक अंश पश्चिमेस जातात. आज सात वाजतां खस्वस्तिकीं दिसल्या, तर तीन महिन्यांनीं तेव्हां मावळावयास जातात. हे दोन नियम लक्षांत ठेवावे. एकाद्या रात्री पहाटेस पांच वाजतां जी स्थिति दिसते, तीच पांच महिन्यांनीं आवशीस सात वाजतां दिसते, हाही नियम फार उपयोगी आहे.

नकाशांत तारखा लिहिल्या आहेत. त्यांवरून नकाशाप्रमाणें स्थिति कोणत्या महिन्यांत, कधी, किती वाजतां दिसेल हें समजेल. इतर दिवशीं तशी स्थिति केव्हां दिसेल किंवा अमुक वाजतां कशी स्थिति दिसेल हें वरील दोन नियमांवरून समजेल. नकाशांत वेळ लिहिला आहे तो निज-काल म्हणजे त्या त्या ठिकाणचा काल (लोकल टाइम) ममजावा. ह्याविषयीं विवेचन पुढें एका प्रकरणांत आहे.

एप्रिलच्या सातव्या तारखेस रात्रीं सात वाजतां उघड्या जागीं उत्तराभिमुख उभें राहून आकाशाकडे डोळे करून पहिला नक्षत्रपट पहा. उत्तर दिशा खालीं, डाव्या बाजूस पश्चिम, आणि उजव्या बाजूस पूर्व, असा तो धरा. त्यांत उजव्या अंगास सप्तर्षि आहेत. ते सातही बहुधा दुसऱ्या प्रतीचे आहेत. उत्तर आणि पूर्व यांच्या अर्ध्या भागाच्या सुमारास ते आहेत. त्यांची आकृति मनांत धरून आकाशांत त्याच बाजूस पहा, म्हणजे सप्तर्षींची ओळख पटल्यावांचून राहाणार नाही. एकीसारख्या एक तेजस्वी अशा सात तारा एका ठिकाणीं आकाशाच्या त्या भागां दुसऱ्या नाहीतच. त्यांत डाव्या बाजूस चार तारांचा एक चौकोन झाला आहे व उजव्या बाजूस तीन तारा आहेत. किंवा उजव्या बाजूस अर्ध-वर्तुलाकारांत पांच तारा आहेत. त्या वर्तुलाचा बांक खालच्या बाजूस आहे. डाव्या बाजूस बाकीच्या दोन तारा आहेत. सातांमध्ये उजव्या आंगून दुसरी तारा दिसते, तो वसिष्ठ होय. त्याच्या अगदीं जवळ खालच्या बाजूस किंचित् उजव्या अंगास बारीक तारा दिसते, ती असंधती होय. दृष्टि सूक्ष्म नसली तर ती दिसणार नाही. न दिसली तरी फिकीर करूं नकां. असंधती सुमारे पांचव्या प्रतीची आहे. दृष्टि सूक्ष्म असल्यास अभ्यासानें हिच्यापेक्षाही सूक्ष्म तारा दिसतात. ह्याच रात्रीं अकरा वाजतां पहाल तर सप्तर्षि मध्यान्हीं आलेले दिसतील. मे महिन्याच्या आरंभीं नऊ वाजतां व जूनच्या आरंभीं सात वाजतां ते मध्यान्हीं दिसतील. मार्च-पासून सात महिने ते आवशीस दिसतात. त्यांत मार्चमध्ये सात वाजतां नुकते उगवलेले असतात; सप्टेंबरांत मावळावयास गेलेले असतात. सप्तर्षींमध्ये डाव्या अंगास जे दोन आहेत, त्यांत वरचा पुलह आणि खालचा

त्याच्या उत्तरेचा ऋतु होय. ह्या दोहोंस सांधणारी एक रेषा काढून ती खालच्या बाजूस म्हणजे ऋतूच्या अंगास आणखी पांचपट वाढविली तर ध्रुवास जाऊन मिळते. ध्रुव तारा सुमारे दुसऱ्या प्रतीची आहे. ध्रुवाच्या आसपास सुमारे पंधरा अंशांत इतकी तेजस्वी दुसरी तारा नाही. एकदां ध्रुव पाहिल्यावर दोनतीन तासांनी पुन्हा पाहावा. त्या वेळीं सप्तर्षि बरेच सरकले असें दिसेल; परंतु ध्रुव पाहिल्या जागेवरून चळलेला दिसावयाचा नाही, व यावरून ध्रुवाची ओळख सहज होईल. पुलह आणि ऋतु यांस सांधणारी रेषा खाली वाढविली असतां तीत ध्रुव येतो, म्हणून त्या दोन तारांस ध्रुवदर्शक म्हणतात.

मार्चपासून सात महिन्यांत सप्तर्षि आणि ध्रुव ह्यांची पहिली ओळख आवशीस करून घेतां येते. फेब्रुआरीच्या आरंभीं देखील रात्रीं नऊ वाजतां व जानेवारीमध्ये अकरा वाजतां सप्तर्षि नुकते उगवलेले असतात. परंतु ते मध्यान्हीं आलेले पाहणें ज्यास्त सोईचें असतें. जानेवारीच्या आरंभीं पहाटेस पांच वाजतां व फेब्रुआरीच्या आरंभीं पहाटेस तीन वाजतां ते मध्यान्हीं दिसतात. बाकीच्या तीन महिन्यांत त्यांची ओळख करून घेणें असेल तर पहाटेस उठण्याची तसदी घेतली पाहिजे. आक्टोबरांत पहाटेस पांच वाजतां ते नुकतेच उगवलेले असतात. नवंबरांत त्यावेळीं बरेच वर आलेले दितात; आणि दिसेंबरांत तर त्याहून वर दिसतात; त्यांत ध्रुवदर्शक २ ऋषि तर मध्यान्हाच्या अगदीं जवळ आलेले असतात.

ह्या पुस्तकाचा उपयोग ज्या प्रदेशांत होण्याचा संभव आहे, त्याचा मध्य २० अक्षांशांवर होतो असें समजून तेथें जशी तारांची स्थिति दिसेल तशी नक्षत्रपटांत दाखविली आहे. नाशिकचे अक्षांश २० आहेत. तेथें नकाशाप्रमाणें स्थिति दिसेल. जसजसें दक्षिणेस किंवा उत्तरेस जावें तसा किंचित् फरक पडेल. धारवाडचे अक्षांश सुमारे १५ $\frac{१}{२}$ आहेत. तेथें नकाशाच्या दक्षिण मर्यादेच्या पलीकडील ४ $\frac{१}{२}$ अंशांतल्या तारा दिसतील. त्या अर्थांतच नकाशांत दाखविलेल्या नाहीत. नकाशांतील उत्तरेकडील ४ $\frac{१}{२}$ अंशांतल्या तारा धारवाडास दिसणार नाहीत. ग्वाल्हेरचे अक्षांश

सुमारें २६ आहेत. तेथें नकाशांत दक्षिणेकडील ६ अंशांतल्या तारा दिसणार नाहीत. उत्तरेकडे ६ अंशांतल्या जास्त दिसतील. नकाशाच्या मध्यबिंदूपासून कडेपर्यंत म्हणजे खस्वस्तिकापासून क्षितिजापर्यंत ९० अंश होतात. यावरून ६ अंश म्हणजे किती थोडी जागा आहे हें दिसून येईल. तिन्ही नकाशांत उत्तरबिंदूपासून २० अंशांवर ध्रुव आहे. आपले ठिकाणापासून जसजसें उत्तरेस किंवा दक्षिणेस जावें, तसतसा तो वर किंवा खाली दिसेल. जागेचे जितके अक्षांश तितकी तेथें ध्रुवाची उंची दिसते.

आतां आपण कधींही न मावळणाऱ्या तारा पाहूं. ध्रुवाची पक्की ओळख होईपर्यंत सप्तर्षि आकाशांत नसतील तेव्हां ध्रुव लवकर लक्षांत येत नाही. तो येण्यासही ह्या तारा उपयोगी आहेत. तिन्ही नक्षत्रपटांत ध्रुवाजवळ ध्रुवमत्स्य नांवाचा तारकापुंज आहे. त्यांत सात तारा आहेत. ध्रुव हें माशाच्या शेंपटाचें टोंक आहे आणि २ तारांनीं मत्स्याचें पसरट तोंड झालें आहे. ह्या दोन तारा मत्स्याचें पुच्छ आणि सप्तर्षि ह्यांच्या मध्याच्या सुमारास आहेत. त्यांतली एक ध्रुवाइतकी तेजस्वी आहे. दुसरी अंमळ कमी आहे. तिच्याहून बाकीच्या बारीक आहेत. ह्यांच्या आसपास आणखी बारीक तारा आहेत, परंतु त्या मत्स्याकृतींत येत नाहीत. काळोख्या रात्री हा मत्स्य सामान्य नेत्रांसही उत्कृष्ट दिसतो. आणि एकदां त्याची ओळख पटली म्हणजे ती जावयाची नाही. कोणत्याही रात्री केव्हांही पहा, हा मत्स्य ध्रुवस्थानाजवळ कोठें तरी असावयाचाच. तो कधीं मावळत नाही. कधीं सतत २४ तास काळोख असता, तर ध्रुवाभोंवतीं होणारी त्याची पूर्णप्रदक्षिणा आपल्यास दिसली असती. जूनच्या आरंभी ९ वाजतां ध्रुवमत्स्य मध्यान्हवृत्ताच्या सुमारास ध्रुवाच्या-वर दिसतो. तिसऱ्या नक्षत्रपटांत दाखविल्याप्रमाणें व त्यांत लिहिल्या वेळीं तो खाली दिसतो. त्यावेळीं त्याचें तोंड क्षितिजास लागावयास झालेलें असतें. दुसऱ्या नक्षत्रपटांत लिहिल्याप्रमाणें तो ध्रुवाच्या डाव्या वाजूस दिसतो. त्याचप्रमाणें केव्हां केव्हां उजवीकडे दिसतो. फेब्रुआरी-पासून सहा महिने रात्री केव्हांतरी तो ध्रुवाच्या वरून उजवेकडून डावेकडे

जाऊन मध्यान्हवृत्ताचे उलंघन करितो, आणि आगस्टपासून सहा महिने खालून करितो, त्या वेळीं तो डावेकडून उजवेकडे जातो. ह्या लंघनांस आपण उर्ध्वलंघन आणि अधोलंघन असें म्हणूं.

सूर्य, चंद्र आणि तारा पूर्वेस उगवतात; पश्चिमेस मावळतात; पुन्हा दुसरे दिवशीं पूर्वेस उगवतात, ह्याप्रमाणें त्या रोज पृथ्वीभोंवतीं प्रदक्षिणा करितात असें दिसतें. परंतु ही त्यांची दैनंदिन (रोजरोजची) गति वास्तविक नव्हे. ती भासमान होय. पृथ्वी स्वतःभोंवतीं पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरते, ह्यामुळे ही गति भासते. लहानपणीं खेळण्यांत एकादे वेळीं आपल्या भोंवतीं फिरतां फिरतां भोंवळ आलेली सर्वास आठवत असेल. त्या वेळीं आपण स्थिर असून भोंवतालचे सर्व पदार्थ आपल्या भोंवतीं फिरतात असें वाटतें. परंतु वस्तुतः ते फिरत नसतात; आपल्या फिरण्यामुळे ते फिरतात असें भासतें, त्याप्रमाणेंच हें होय. पृथ्वी ज्या कल्पित रेपेवर स्वतःभोंवतीं फिरते त्या रेपेस आंस अथवा अक्ष म्हणतात आणि त्याच्या टोंकास ध्रुव म्हणतात. पृथ्वीचा आंस वाढविला असतां तोच आकाशाचा आंस होतो. आकाशाच्या आंसाचीं जीं टोंकें ते आकाशाचे ध्रुव होत. हे अर्थात् पृथ्वीच्या ध्रुवासमोर असतात. दक्षिणोत्तर ध्रुव सांघणाच्या रेपेभोंवतीं अर्थात् ध्रुवाभोंवतीं सर्व म-चक्र (म म्हणजे नक्षत्र) फिरतेसें दिसतें. सांप्रत आपण ज्या तारेला ध्रुव म्हणतो ती अगदीं उत्तरध्रुवविंदुस्थानीं नाहीं; त्याच्या दक्षिणेस सुमारे १। अंश आहे. तीन हजार वर्षांपूर्वीं ही ध्रुवविंदुपासून पुष्कळ अंतरावर होती व तेव्हां दुसरी एक तारा ध्रुवविंदूच्या जवळ होती. बारा हजार वर्षांनीं अभिजित ही तारा ध्रुवविंदूच्या जवळ येणार आहे. ध्रुवालाही स्थिरपणा नसावा ना ! तो नाहीं हें खरें. कां नाहीं हें पुढें समजेल. अगस्त्य हा दक्षिणध्रुव असें कोणी समजतात परंतु ती चुकी आहे. दक्षिणध्रुवाजवळ सांप्रत एकादी मोठी तारा नाहीं, आणि असती तरी ती आपल्या देशांतून दिसली नसती.

पृथ्वीच्या पाठीवर तिच्या भोंवतीं दोन्ही ध्रुवांपासून सारख्या अंतरावर जें पूर्वपश्चिम वर्तुळ कल्पितात त्यास विषुववृत्त म्हणतात. ज्या

कालीं रात्र आणि दिवस समान असतात त्या कालास विपुवकाल म्हणतात. विषुववृत्तावर जीं स्थाने आहेत तेथे रात्र आणि दिवस हीं सर्वदा सारखीं असतात. म्हणून ह्या वृत्तास विषुववृत्त हें नांव पडलें. ह्यानें पृथ्वीचीं दोन अर्धे होतात. आपला देश उत्तरगोलार्धात आहे. दक्षिणगोलार्धात जमीन फार थोडी आहे. पृथ्वीवरच्या विषुववृत्ताची पातळी वाढविली म्हणजे ती आकाशांत जेथे छेदील तें आकाशाचें विषुववृत्त होय. पृथ्वीवर विपुववृत्तापासून उत्तरेकडील किंवा दक्षिणेकडील स्थानांचें जें अंतर त्यास अक्षांश म्हणतात. त्याप्रमाणें आकाशांत विपुववृत्तापासून तारांचें जें उत्तर-दक्षिण अंतर त्यास क्रांति म्हणतात. विपुवृत्तावर लंब होउन दोन्ही ध्रुवांतून जाणारीं जीं अनेक वृत्ते कल्पितात त्यांस याम्योत्तरवृत्ते म्हणतात. त्यावर ही क्रांति अंश या मापानें मोजितात. सांप्रत ध्रुवाच्या तारेची क्रांति सुमारें ८८।। अंश आहे. आणि ध्रुवविंदूची क्रांति वरोवर ९० अंश आहे. अर्थात् सांप्रतची ध्रुवतारा ध्रुवविंदुस्थानीं नाहीं. पृथ्वीवर जसें एका मुख्य याम्योत्तरवृत्तापासून पूर्वेकडे किंवा पश्चिमेकडे जें अंतर त्यास रेखांतर, रेखांश किंवा देशांतर म्हणतात, त्याप्रमाणें आकाशांत एक मुख्य याम्योत्तरवृत्त मानिलें आहे. त्यापासून पूर्वेस मोजिलेलें तारेचें जें अंतर त्यास विपुवांश म्हणतात. हें विषुववृत्तावर मोजितात. पृथ्वीच्या दैनंदिनभ्रमणामुळें सगळें विषुववृत्त २४ तासांत स्वतःभोंवतीं प्रदक्षिणा करितें, म्हणजे २४ तासांत ३६० विषुवांश फिरतें. म्हणून विपुवांश हे अंशांच्या रूपानें किंवा तासांच्या रूपानें म्हणजे कालाच्या रूपानें लिहितात.

सूर्यचंद्र पूर्वेस उगवतात तेव्हां त्यांच्या व आपल्या मधील एकाद्या सरळ झाडाची खूण धरून त्यांजकडे पहावें; म्हणजे ते सरळ वर येत नाहींत, उजव्या अंगाकडे तिरप्या मार्गानें वर येतात, असें आपणांस दिसेल. याप्रमाणें ताराही तिर्कस वर येतात. आपण विपुववृत्तावर असतो तर तेथें त्या समोर वर येतात, असें दिसलें असतें. तेथें दोन्ही ध्रुवविंदु क्षितिजांत दिसतात, आणि त्या ध्रुवविंदूंतून जाणाऱ्या आंसावर पृथ्वी फिरते, म्हणून विषुववृत्तावरील लोकांस आंसाशीं अगदीं उभ्या म्हणजे

लंबरूपानें तारा फिरतातशा दिसतात. आपण विषुववृत्ताच्या उत्तरेस आहों म्हणून आपली दृष्टि उत्तरध्रुवाच्या पलीकडे जाऊन ध्रुव आपणांस वर दिसतो, व आपल्या स्थळीं आंस तिर्कस आहे, म्हणून सर्व तारा तिर्कस फिरतात. तिन्ही नक्षत्रपटांत विषुववृत्त दाखाविलें आहे. पूर्वेस तोंड करून नकाशा समोर धरून विषुववृत्त पाहा. तसेंच पश्चिमेस पाहा. म्हणजे तें जसें तिर्कस दिसेल तशाच रीतीनें तारा तिर्कस उगवतात आणि तिर्कस मावळतात. म्हणून थेट पूर्वेस उगवलेल्या ताराही मध्यान्हीं येतात तेव्हां आपल्या डोक्यावर येत नाहींत, दक्षिणेस दिसतात. जसजसें पृथ्वीवर उत्तरेस जावें तसतसा हा तिर्कसपणा वाढतो. इंग्लंडांत मार्च महिन्याच्या २१ व्या तारखेस थेट पूर्वेस उगवलेला सूर्यही भर दोनप्रहरीं दक्षिणविंदूपासून फक्त सुमारे ३८ अंश वर दिसतो आणि ध्रुवावर आपणांस जातां येईल तर तेथें त्या तारखेस सूर्य क्षितिजांतच दिसेल, व २४ तासांत क्षितिजांतूनच त्याची एक प्रदक्षिणा होईल. ध्रुवावर सहा महिने रात्र असते तेव्हां तेथें सर्व तारा क्षितिजाशीं समांतर फिरतात आणि ध्रुवतारा डोक्यावर असते. ह्याप्रमाणें पृथ्वीवर एकाच स्थळीं आणि निरनिराळ्या स्थळीं हें दिव्य म्हणजे आकाशाचें भ्रमण चमत्कारिक आणि निरनिराळें दिसते.



प्रकरण ४ थें

देवांचीं मंदिरें.

पृथ्वीच्या दैनंदिन भ्रमणामुळें भासणारें दिव्य भ्रमण मागच्या प्रकरणांत सांगितलें. आतां दुसऱ्या एका अल्पशा भासमान दिव्य गतीचा थोडासा विचार करून मग आपण देवांचीं रत्नजडित मंदिरें पाहूं.

चंद्र, सूर्य आणि तारा आकाशास चिकटल्यासारख्या आपल्यास दिसतात, परंतु आकाश म्हणून कांहीं वस्तूच नाही. मैदानांत उभें राहिलें असतां लांबचीं झाडें आकाशास चिकटल्यासारखीं दिसतात; परंतु आपण तिकडे जाऊं लागलों असतां त्यांतलीं कांहीं जवळ लागतात. कांहीं त्यांहून दूर असतात. त्याप्रमाणें चंद्र आपल्यास अगदीं जवळ आहे; शुक्रसूर्यादिक त्यांहून लांब आहेत; अग्नें, बीज हीं देखील तारां-इतकीं दूर असतील असें आपणांस वाटतें, परंतु तीं तर पांच-चार मैलांवर असतात. चंद्र आपल्यास फार जवळ आहे, परंतु तोही अभ्रांच्या हजारोंपट दूर आहे. मैदानांत एकाद्या झाडाभोंवती फिरावें, आणि त्या झाडाचें टोंक आकाशांत कोठें दिसतें हें पहावें. तें जसें ठेंगणें किंवा उंच असेल त्याप्रमाणें आकाशांत खालून किंवा वरून कोठून तरी त्याचा एक फेरा होतो असें दिसेल. त्याप्रमाणें पृथ्वी सुमारें ३६५। दिवसांत सूर्याभोंवतीं फिरते, म्हणून तिजवरून पाहाणारास सूर्य एका वर्षांत सर्व तारांतून पश्चिमेकडून पूर्वेकडे भ्रमण करितो असें दिसतें. पृथ्वी रोज सुमारें एकेक अंश फिरते, यामुळें सूर्य एके दिवशीं सायंकाळीं ज्या तारेजवळ असतो, ती जरी आपल्यास दिसत नाही, तरी दुसऱ्या दिवशीं सायंकाळीं तो तिच्या पूर्वेस एक अंश आलेला असतो. म्हणजे त्या वेळीं पूर्वेकडच्या सर्व तारा पूर्वादिवसापेक्षां एकेक अंश सूर्याजवळ गेलेल्या असतात. याप्रमाणें सायंकाळीं पश्चिमेस महिना दोन महिने पहात असलें तर तिकडील तारा उत्तरोत्तर सूर्याजवळ जाऊन

दिसतनाशा होतात; आणि पूर्वेकडे नव्या दिसू लागतात. पहिल्या प्रकरणांत ही गोष्ट आपण पाहिलीच आहे.

तारांतून सूर्य ज्या वर्तुळमार्गानें फिरतोसा दिसतो त्यास क्रांतिवृत्त म्हणतात. हा गमनमार्ग नियमित आहे. पृथ्वी आंसाभोंवतीं फिरते, तेव्हां तिचा प्रत्येक बिंदु विषुववृत्ताशीं समांतर फिरतो. परंतु ती सूर्याभोंवतीं फिरते ती विषुववृत्ताच्या दिशेनें फिरत नाही. यामुळे सूर्य पृथ्वीभोंवतीं फिरतोसा दिसतो, तोही विषुववृत्तांतून फिरतोसा दिसत नाही. त्याचें फिरण्याचें क्रांतिवृत्त विषुववृत्तास तिकंस छेदितें. हा तिकंसपणा हल्लीं सुमारें २३ अंश २७ कला आहे. याला क्रांतिवृत्ताचें तिर्यक्त्व म्हणतात. एक बांगडी ध्यावी आणि तींत बरोबर बसेल अशी म्हणजे तिजहून किंचित् लहान अशी दुसरी एक बांगडी ध्यावी. दोन्ही प्रथम परस्परांस चिकटतील अशा धराव्या. मग एक पूर्वपश्चिम उभी धरून तींत दुसरी दक्षिणोत्तर उभी धरावी. अशा स्थितींत असतां बांगड्यांचीं वर्तुळे परस्परांवर लंब आहेत, असें म्हणतात. म्हणजे त्यांचा तिकंसपणा अथवा कोण ९० अंशांचा असतो. यावरून सुमारें २३॥ अंश म्हणजे किती तिकंसपणा हें समजेल.

आमच्या प्राचीन ज्योतिषग्रंथांत क्रांतिवृत्ताचें तिर्यक्त्व २४ अंश सांगितलें आहे. सुमारें चार हजार वर्षांपूर्वीं तें खरोखर तितकेंच होतें. पुढें उत्तरोत्तर कमी होत आहे, असें सूक्ष्म शोधावरून समजलें आहे.

वरील दोन बांगड्यांत आंतल्या बांगडीचा पृष्ठभाग आणि बाहेरचीचा आंतला भाग हीं दोन समान वर्तुळे आहेत. या बांगड्या परस्परांस दोहोंहून जास्त ठिकाणीं छेदीत नाहीत, असें दिसून येईल. जेथें छेदितात तेथें परस्परांस दुभागितात. याप्रमाणेंच क्रांतिवृत्त आणि विषुववृत्त हीं सारखीं आहेत. तीं परस्परांचे दोन समान भाग करितात. क्रांतिवृत्त अर्धे विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस व अर्धे उत्तरेस असतें. हीं दोन वर्तुळे ज्या बिंदूंत परस्परांस छेदितात त्या बिंदूस संपात असें म्हणतात.

सूर्य विषुववृत्तांतून फिरत नाही; क्रांतिवृत्तांतून फिरतो. यामुळे पृथ्वीच्या रोजच्या भ्रमणांत तो थेट पूर्वेस उगवत नाही; सहा महिने

थोडासा दक्षिणेस आणि सहा महिने थोडासा उत्तरेस उगवतो, सुमारे डिसेंबरच्या २१ व्या तारखेस विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस असण्याची त्याची सीमा होते. त्यावेळीं त्याची दक्षिणक्रांति सुमारे २३ अंश २७ कला असते, व त्या दिवशीं तो पूर्वविंदूच्या दक्षिणेस सुमारे २५ अंश उगवतो. या दिवशीं सायन मकरसंक्रांति होते. या दिवसापासून सूर्याचें उत्तरेस जाणें म्हणजे उदगयन सुरू होतें. मार्चच्या २१ व्या तारखेच्या सुमारास तो विषुववृत्तावर येऊन थेट पूर्वेस उगवतो. जूनच्या २१ व्या तारखेस त्याच्या उदगयनाची सीमा होऊन दक्षिणायन लागतें, या दिवशीं सायन कर्क संक्रमण होतें. पुन्हा सप्टेंबरच्या २२ व्या तारखेस तो विषुववृत्तावर थेट पूर्वेस उगवतो. डिसेंबरच्या २१ व्या तारखेस तो फार दक्षिणेस असतो, यामुळे उगवल्यापासून मावळेपर्यंत त्याचा फेरा फार लहान होतो. म्हणून त्या दिवशीं दिनमान अगदीं कमी असते. त्यामुळे आणि दोन प्रहरींही त्याचे किरण तिकेस पडतात म्हणून तेव्हां थंडी फार पडते. जूनच्या २१ व्या तारखेस सूर्याचा उदयास्त फार मोठा असतो. म्हणून त्या दिवशीं दिनमान फार मोठें होतें, आणि दोन प्रहरीं त्याचे किरण बहुधा समोर पडतात, म्हणून तेव्हां उन्हाळा असतो. आपल्या देशांत २३॥ हून कमी अक्षांशांच्या स्थळीं एप्रिलपासून पांच महिन्यांत सूर्य दोनदां डोक्यावर येतो. उन्हाळ्यांत आपल्या देशांत अति उष्णता उत्पन्न झाली म्हणजे दक्षिणेकडून मोसमीचा वारा वाहूं लागतो, आणि त्याबरोबर पाऊस पडतो.

सूर्य विषुववृत्तांतून फिरता तर उन्हाळा, पावसाळा, हिवाळा असे निरनिराळे ऋतु झाले नसते. तो, म्हणजे वस्तुतः पृथ्वी, क्रांतिवृत्ताच्या पातळींतून फिरते, आणि क्रांतिवृत्त विषुववृत्ताशीं २३॥ अंशांनीं तिकेस आहे, ही परमेश्वराची किती गमतीची योजना आहे ! आपल्या पृथ्वीची कक्षा विषुववृत्ताशीं तिकेस आहे, तशीच इतर ग्रहांचीही कमजास्त तिकेस आहे. यामुळे त्या ग्रहांवरही ऋतु होत असतील. असो. त्यासंबंधें वर्णन पुढें येईल.

उद्यो. ...३

मार्चच्या २१ व्या तारखेस सूर्य ज्या संपातीं येऊन उत्तरगोलार्धात जातो, त्यास वसंतसंपात किंवा उत्तरसंपात म्हणतात. यावेळीं वसंत ऋतु असतो, आणि सायन मेषसंक्रमण होते. सप्टेंबरांत सूर्य ज्या संपातांत असतो, त्यास शारदसंपात अथवा दक्षिणसंपात म्हणतात. ह्या वेळीं शरदुतु असतो. ऋातिवृत्ताचे बारा भाग करितात, त्यांस राशि म्हणतात. त्यांस मेष, वृषभ इत्यादि नांवे आहेत. वसंतसंपात आणि ध्रुव ह्यांतून जाणारें जें वृत्तार्ध, तें आकाशांतलें मुख्य याम्योत्तरवृत्त होय. ह्यापासून आकाशस्थ ज्योतींचें जें अंतर तें विषुवांश, असें पूर्वी सांगितलेंच आहे. हें अंतर तारेवरून जाणारा लंब विषुववृत्तास जेथें छेदितो तो बिंदु आणि वसंतसंपात ह्यांमध्ये विषुववृत्तावर मोजितात. हें त्या संपातापासून पूर्वेस मोजितात.

एथवर केलेल्या विचारावरून दिसून येतें कीं, सर्व तारा दिवसांत एकदां सगळ्या आकाशांतून भ्रमण करितात, आणि आज संध्याकाळीं जेथें पहाण्या त्याच्या थोड्या पश्चिमेस दुसऱ्या दिवशीं सायंकाळीं दिसतात. ह्या दोन्ही गति भासमान आहेत, वास्तविक नव्हत. चंद्र, शुक्र इत्यादि कांहीं तेजांचीं मात्र स्थानें खरोखर पालटतात, बाकी सर्व तारांचें परस्परंमघलें अंतर बदलत नाहीं. त्या तुम्हीं आज पाहा, पुढें केव्हांही पाहा. दोन हजार वर्षांपूर्वी त्या जशा दिसत होत्या, तशाच बहुधा आज दिसतात, व पुढें दोन हजार वर्षांनीं अशाच दिसतील. त्यांस थोडी गति आहे, तिला वास्तवगति म्हणतात. परंतु ती इतकी अल्प आहे, कीं दोन हजार वर्षांतही ती फारशी अनुभवास येत नाहीं. म्हणून त्यांस स्थिरच समजतात. याप्रमाणें स्थिर आणि चर असे आकाशस्थ ज्योतींचे दोन प्रकार होतात. चलपैकीं बुधादि कांहीं तारा सूर्याभोंवतीं फिरतात, आणि चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरतो. जीं तेजें सूर्याभोंवतीं फिरतात त्यांस ग्रह म्हणतात, आणि जीं तेजें ग्रहांभोंवतीं फिरतात त्यांस उपग्रह म्हणतात, आकाशातील एका तेजाचा दुसऱ्या तेजाभोंवतीं फिरण्याचा जो मार्ग त्यास कक्षा म्हणतात. आपली पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरते, म्हणजे तो एक ग्रह

आहे. गुरुशुक्रादि ग्रह आपल्यास जसे तेजस्वी दिसतात, तशी त्यांवरून आपली पृथ्वी दिसत असली पाहिजे.

चंद्र आणि ग्रह ह्यांच्या कक्षा क्रांतिवृत्ताच्या आसपास आहेत, व त्या त्यास छेदितात. त्या कक्षा आणि क्रांतिवृत्त ह्यांमध्ये लहानमोठे कोन होतात, त्यांस विक्षेप म्हणतात. ते सर्व सुमारें साडेसात अंशांच्या आंत आहेत. यामुळे क्रांतिवृत्ताच्या उत्तरेस किंवा दक्षिणेस एकंदर सुमारें १९ अंश रुंदीच्या प्रदेशांत ग्रह फिरत असतात. ह्या प्रदेशास आपण क्रांति-प्रदेश म्हणूं.

वाचक म्हणतील, कीं काय ही कंटाळवाणी बडबड लाविली आहे ? परंतु असें पहा, कीं मुंबई, पुणे इत्यादि प्रसिद्ध नगरें ज्यांनें पाहिलीं नाहींत, अशा अपरिचित मनुष्यास त्यांतील नामांकित व शोभायमान इमारती पाहावयाच्या असल्या, तर मुंबई, पुणे हीं कोठें आहेत, त्यांतील कोणत्या रस्त्यावर, कोणत्या पेटेंत किंवा महल्ल्यांत कोणती इमारत आहे, याचा शोध प्रथम केला पाहिजे. पृथ्वीवर ही गोष्ट, तर स्वर्गातील देवांची मंदिरे पहाण्यास कांहीं तयारी नको काय ?

देव शब्दाचा एक अर्थ प्रकाशणारा असा आहे. चंद्रसूर्यशुक्रादि दिव्य-तेजें नक्षत्रांतून आकाशांत संचार करीत असतात. हे देव होत. त्यांत कोणास सर्व आकाशाचें क्रमण करण्यास कांहीं दिवस लागतात, कोणास कांहीं महिने लागतात, कोणी कांहीं वर्षे फिरतात, आणि कांहींना तर मनुष्याच्या आयुष्याहूनही जास्त वर्षे लागतात. हा प्रवास करीत असतां त्यांस मार्गांत वस्ती करण्याकरितां तारांरूप रत्नजडित मंदिरे बांधिलेली आहेत. ' नक्षत्रें हीं देवांची मंदिरे आहेत, ' असें वेदांतही म्हटलें आहे. हीं मंदिरे पहाण्याची आपली पूर्व तयारी झाली. आतां त्यांत प्रवेश करूं. आमचे वाचक म्हणतील, कीं ' आम्हांस एव्हांशीच स्वर्गास नेतां कीं काय ? ' पण मित्रहो, भिजं नका, आपण एथूनच स्वर्ग पाहूं. आणखी खरोखरच आपल्या पृथ्वीसारखी व तीहून अति मोठीं गुरु, शनि इत्यादि भुवनें, प्रकाशादिकांनीं त्यांचें पोषण करणारा पूषा, आणि त्यांसारखे किंवा त्यांहून हजारोंपट मोठे आणि लक्षावधि योजनें अंतरा-

वर असणारे तारकारूप अगणित लोक, ह्यांचें अवलोकन करून त्या सर्वांच्या नियामकाच्या विचारांत लीन होणे, ह्याहून दुसरा स्वर्ग कोणता आहे ?

तारा आणि नक्षत्र यांच्या अर्थांत थोडासा भेद आहे. चंद्रादिकांच्या मार्गांतल्या ज्या ठळक तारका त्यांस नक्षत्रें म्हणतात. चंद्रास सर्व आकाशांतून फिरण्यास २७ दिवस लागतात. त्यावरून २७ किंवा २८ नक्षत्रें आमच्या पूर्वजांनीं मानिलीं. चंद्राच्या एका दिवसाच्या मार्गांत अनेक तारा असतात. त्यांत कांहीं चांगल्या ठळक दिसतात. कांहीं बारीक असतात. कोठें ठळक तारा एकादीच आहे, कोठें मुळींच नाही. यामुळे कांहीं नक्षत्रांची एकेकच तारा आहे, कांहींच्या जास्त आहेत. कांहींमध्ये ठळक तारा मुळींच नाहीत.

नक्षत्रपटावरून नक्षत्रांची ओळख करून घेण्याची सामान्य रीति मागील प्रकरणांत सांगितलीच आहे. आणखी कांहीं उपयोगी सामान्य नियम येथें सांगतो.

चंद्र पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतो, यामुळे अश्विनी, भरणी इत्यादि नक्षत्रें आकाशांत क्रमानें पश्चिमेकडून पूर्वेकडे आहेत. एकादें नक्षत्र आकाशांत एका ठिकाणीं दिसलें तर त्याच्या पुढेचें त्याच्या पूर्वेस असावयाचें.

एका वेळीं अर्धे आकाश आपणांस दिसतें. म्हणून सुमारे १३ नक्षत्रें मात्र एका वेळीं दिसतात. आवशीस १२-१३ नक्षत्रें पाहिलीं तर दुसरीं १२-१३ पहाटेस दिसतात. सूर्य ज्या नक्षत्रीं असतो तें व त्याच्या पुढेचें मागचें एकादें नक्षत्र सूर्याच्या तेजामुळे मुळींच दिसत नाही. सारांश पहाटेस व आवशीस पाहिलें तर सुमारे २५ नक्षत्रें एका रात्रींत दिसतील.

ज्या तारांची ओळख झाली त्या व दुसऱ्या, ह्यांचें नकाशांतील अंतर व दिशा ह्यांची आकाशांतील स्थितीशीं तुलना करणें हें नवीन तारा ओळखण्यास फार उपयोगी आहे.

सत्तावीस नक्षत्रांपैकी, अश्विनी, भरणी, पुनर्वसूंच्या चार तारांपैकी उत्तरेच्या दोन, पूर्वा, उत्तरा, स्वाती, श्रवण, धनिष्ठा, पूर्वाभाद्रपदा आणि

उत्तराभाद्रपदा ह्या १० नक्षत्रांच्या तारांच्या दक्षिणेकडून चंद्र जातो. मृगशीर्ष, आर्द्रा, आश्लेषा, हस्त, मूल या पांचांच्या उत्तरेकडून जातो. बाकीच्यांच्या दोहींकडून जातो. कर्धी जवळून जातो, कर्धी त्यांचें आच्छादन करितो.

चैत्र, वैशाख इत्यादि नांवें नक्षत्रांवरून पडलीं आहेत. तीं नक्षत्रें त्या त्या महिन्यांत आवशीस उगवतात आणि पहाटेस मावळतात. तीं अशीं:—

महिना.	नक्षत्र.	महिना.	नक्षत्र.
चैत्र	चित्रा	आश्विन	अश्विनी
वैशाख	विशाखा	कार्तिक	कृत्तिका
ज्येष्ठ	ज्येष्ठा	मार्गशीर्ष	मृगशीर्ष
आषाढ	आषाढा	पौष	पुष्य
श्रावण	श्रवण	माघ	मघा
भाद्रपद	भाद्रपदा	फाल्गुन	फल्गुनी

नक्षत्रें ओळखण्यास या यादीचा उपयोग होईलच. शिवाय यावरून स्थूलमानानें रात्रीचें मान समजेल.

अश्विनीपासून १२ नक्षत्रांच्या सर्व तारा विषुववृत्ताच्या उत्तरेस आहेत. तसेंच स्वाती, अभिजित, श्रवण, धनिष्ठा, पूर्वाभाद्रपदा, उत्तराभाद्रपदा व रेवतीच्या कांहीं तारा ह्या उत्तरेस आहेत. बाकी सर्व दक्षिणेस आहेत.

आकाशांत विषुववृत्त कसें समजावें तें पाहूं. आपल्यास अर्धें विषुववृत्त क्षितिजावर दिसतें. ध्रुव जितका उंच तितकें तें खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस दिसतें आणि तेथून तें पूर्वेकडे व पश्चिमेकडे तिरपें असतें. त्याचें एक टोंक नेहमीं पूर्वविंदूंत असतें; आणि दुसरें पश्चिमविंदूंत असतें. सर्व तारा रोज फिरतातशा दिसतात, त्या विषुववृत्ताशीं समांतर असतात.

विषुववृत्त ध्यानांत येण्याची आणखी एक खूण सांगतो. मृग नक्षत्र पुष्कळांस ठाऊक असेल. मार्गशीर्षांत हें आवशीस उगवतें. पहिल्या किंवा तिसऱ्या नक्षत्रपटांत मृग आणि मृगशीर्ष पहा. मागच्या प्रकरणांत आपण व्याध पाहिलाच आहे, त्याच्या पश्चिमेस हें आहे. ह्यांत बऱ्याच तारा तेजस्वी आहेत. यामुळें हें चांगलें शोभायमान आणि रमणीय दिसतें. त्यांत मध्यान्हीं येतें तेव्हां तर तें विशेष आल्हादकारक दिसतें. मार्चच्या आरंभी हें आवशीस मध्यान्हीं येतें. मृग म्हणजे हरिण आणि व्याध म्हणजे पारधी. नकाशांत मृग नक्षत्र दाखविलें आहे, त्यांत १, २, १२, १३ ह्या तारा मृगाचे चार पाय होत. त्यांच्या उत्तरेस ३ तारा आहेत, तें मृगाचें डोकें होय. पायांपैकीं पुढला डावा पाय आणि मागला उजवा पाय ह्या पहिल्या प्रतीच्या तारा आहेत. मृगाच्या पोटांत सरळरेषेंत तीन तारा आहेत; हा व्याधानें मृगास मारलेला बाण आहे. व्याधाच्या समोरच ह्या तीन तारा आहेत. मृगाच्या पोटांतल्या बाणाच्या ह्या तीन तारा थेट पूर्वेस उगवतात व पश्चिमेस मावळतात म्हटलें तरी चालेल. उगवल्यापासून सुमारे ६ तासांनीं त्या मध्यान्हीं येतात. तेव्हां त्या पहाण्यास आपल्यास दक्षिणेकडे तोंड फिरवावें लागतें. पुढें सुमारे ६ तासांनीं त्या मावळतात ह्या तिहींपैकीं अगदीं उत्तरेची तारा सांप्रत विषुववृत्ताच्या अगदीं जवळ दक्षिणेस आहे. तिची क्रांति दक्षिण २२ कला आहे, म्हणजे चंद्रविंबाच्या सुमारे पाऊणपट आहे. ती उगवल्यापासून मावळेपर्यंत ज्या मार्गानें जाईल त्याच्या उत्तरेस पाऊण चंद्रविंबाइतक्या अंतरावरून विषुववृत्त जातें.

मृगाच्या पाठीस रुद्र लागला असे उल्लेख पुराणादिकांत पुष्कळ येतात.

मृगानुसारिणं साक्षात्पश्यामीव पिनाकिनं ॥

(छत्र दिखती ये हरण पिछे जाँ शिवजी जंगल भटके ।

शाकुंतल, अंक १

ही कालिदासोक्ति पुष्कळांस माहित आहेच. महाभारतांत असे उल्लेख पुष्कळ आहेत. खालिडयन, ग्रीक वगैरे प्राचीन राष्ट्रांच्याही मृगा-

संबंधीं दंतकथा आहेत. ग्रीक लोकांनीं मृग ह्या तारकापुंजास 'ओरायन' हें नांव दिलें होतें. तें अद्यापि पाश्चात्य ज्योतिषांत चालू आहे. आमच्या देशांत मृगास 'अग्रहायन' असें एक प्राचीन नांव आहे. त्याचाच अपभ्रंश ओरायन हा दिसतो.

रोहिणीची आकृति समद्विभुजत्रिकोणाचे समभुज बाढविल्यासारखी दिसते. त्रिकोणाचा शिरःकोण पश्चिमेकडे आहे. आणि सर्वांत चक्रचकीत तारा दक्षिणेकडील बाजूच्या टोंकांत आहे. ही पहिल्या प्रतीची आहे. हिला रोहिणी नक्षत्रांतली मुख्य तारा किंवा योगतारा म्हणतात. नक्षत्रांच्या तारांपैकी जी सर्वांत चक्रचकीत असेल तिला बहुधा योगतारा म्हणतात. योग म्हणजे समागम किंवा युति. नक्षत्रतारांचा समागम चंद्रादिकांशीं होतो. त्यांत मुख्यतः चंद्राशीं पुष्कळ वेळां होतो. मार्गशीर्षांत रोहिणी नक्षत्र आवशीस उगवतें. फेब्रुआरींत आवशीस मध्यान्हीं येतें व तेव्हां खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस सुमारे ३।४ अंश दिसतें.

रोहिणीची आकृति शकट म्हणजे गाडां यासारखी आमच्या ज्योतिषग्रंथांत सांगितली आहे. पश्चिमेकडची एक तारा ही शकटाची धुरा, आणि पूर्वेच्या चार तारा ही चौकट दिसते. शनि, मंगळ, आणि चंद्र हे या नक्षत्राजवळ येतात तेव्हां जर ते या शकटांतून गेले तर जगास मोठें अनिष्ट प्राप्त होतें, अशी समजूत आहे.

रोहिणीच्या जवळच वायव्येस कृत्तिका नक्षत्र आहे. ह्याच्या बारीक बारीक सात तारा आहेत. सातांपैकी सहा तारा चांगल्या दिसतात. ह्यांचा एक झुजकाच दिसतो. पुष्कळांस ह्या माहीत असतात. कार्तिकेसनां करणाऱ्या लोकांचें तर हें घड्याळच आहे. कार्तिकांत ह्या आवशीस उगवतात आणि ह्या मावळावयास गेल्या म्हणजे पहाट होते. फेब्रुआरींत ह्या आवशीस मध्यान्हीं येतात; तेव्हां खस्वस्तिकाच्या किंचित् उत्तरेस दिसतात. कृत्तिकांची आकृति वस्तन्यासारखी सांगितली आहे. देशी वस्तन्यासारखी ती दिसते. सहावी व सातवी ह्या तारांमिळून वस्तन्याच्या मुठीचें टोंक होय; आणि बाकीच्या तारांचें पातें होतें.

मृगांच्या सुमारास आकाशाच्या उत्तरभागी ब्रह्महृदय, अग्नि आणि प्रजापति ह्या तीन तारा प्राचीन ग्रंथांत वर्णिल्या आहेत. ह्यांतील पहिली पहिल्या प्रतीची आहे. ती फेब्रुवारीअखेर आवशीस मध्यान्हीं येते व तेव्हां खस्वास्तिकाच्या उत्तरेस सुमारें २५ अंश असते. तिच्या दक्षिणेस १७ अंश, म्हणजे खस्वास्तिकाच्या उत्तरेस सुमारें ८।९ अंश अग्नि आहे. तो दुसऱ्या प्रतीचा आहे. ब्रह्महृदयाच्या ईशान्येस प्रजापति आहे. ही तारा बारीक आहे.

आकृतीवरून कांहीं नक्षत्रांची ओळख सहज होईल. हस्त या नांवावरूनच त्याची आकृति समजते. हाताच्या पांच बोटांस चुना वगैरे लावून तीं भिंतीवर उडविलीं असतां जशीं दिसतात, त्याप्रमाणें हस्त नक्षत्राची आकृति आहे. (नक्षत्रपट १ पहा). मार्च व एप्रिल महिन्यांत हें आवशीस उगवतें. जूनमध्ये आवशीस मध्याहीं येतें. तेव्हां तें खस्वास्तिकाच्या दक्षिणेस सुमारें ३२-४० अंश दिसतें. हस्तयुक्त चंद्राची उपमा पुष्कळ ठिकाणीं येते. ' पांच पांडवांनीं युक्त असा द्रोण, हस्ताच्या पांच तारांनीं युक्त अशा चंद्रासारखा शोभला. ' असें वर्णन महाभारतांत आदि-पर्वत आहे.

मूळाची आकृति सिंह-पुच्छासारखी किंवा विंचवासारखी आहे. (नक्षत्रपट २ पहा). विंचवाच्या आकृतीवरून वृश्चिक हें एका राशीचें नांव पडलें आहे. वृश्चिक म्हणजे विंचू. राशि शब्दाचा एक अर्थ तारका-पुंज असा आहे.

मूळ नक्षत्र जूनच्या उत्तरार्धांत आवशीस उदय पावतें. सप्टेंबरच्या आरंभी आवशीस व एप्रिलमध्ये पहाटेस मध्यान्हीं येतें तें सुमारें ५०।६० अंश दक्षिणेस दिसतें.

कोणत्या नक्षत्राच्या किती तारा ह्याविषयीं ज्योतिषग्रंथकारांचा मत-भेद आहे. ज्या नक्षत्रांविषयीं बहुतेक ग्रंथांची एकवाक्यता आहे, त्यांची यादी खाली दिली आहे.

नक्षत्रनाम	तारासंख्या	नक्षत्रनाम	तारासंख्या
भरणी	३	चित्रा	१
रोहिणी	५	स्वाती	१
मृगशीर्ष	३	ज्येष्ठा	३
आर्द्रा	१	अभिजित्	३
पूर्वाफल्गुनी	२	श्रवण	३
उत्तराफल्गुनी	२	पूर्वाभाद्रपदा	२
हस्त	५	उत्तराभाद्रपदा	२

याप्रमाणें तारा नक्षत्रपटांत दिल्या आहेत.

२ ५५०

मूळांच्या तारा कांहीं ग्रंथांत ११ आहेत, कांहींत ९ आहेत. एका ग्रंथांत ६ च आहेत. ९ चांगल्या स्पष्ट दिसतात.

आतां बाकी नक्षत्रें अनुक्रमें पाहूं. पहिल्या नक्षत्रपटांत अश्विनीपासून स्वातीपर्यंत नक्षत्रें आली आहेत. दुसऱ्यांत स्वातीपासून अश्विनीपर्यंत आहेत. तिसऱ्यांत धनिष्ठापासून पुनर्वसूपर्यंत नक्षत्रें पुन्हा आली आहेत. याशिवाय उत्तरेच्या व दक्षिणेच्या आणखी कांहीं तारा तिन्ही पटांत आहेत.

अश्विनीच्या तारा कोणी दोन व कोणी तीन मानितात. तिहींत दोन जवळ जवळ आहेत. त्यांत उत्तरेची तेजस्वी आहे. तिसरी पूर्वेस आहे, ती सर्वांत तेजस्वी आहे. आश्विनांत आवशीस ह्या पूर्वविंदूच्या किंचित् उत्तरेस उगवतात, नंतर ६॥ तासांनीं मध्यान्हीं येतात व ६॥ तासांनीं पश्चिम विंदूच्या थोड्याशा उत्तरेस मावळतात जानेवारीच्या आरंभी आवशीस मध्यान्हीं येतात तेव्हां खस्वस्तिकाच्या किंचित् उत्तरेस दिसतात. तीन तारा मानिल्या तर त्यांची आकृति घोड्याच्या तोंडासारखी दिसते.

भरणीच्या तिन्ही तारा बारीक आहेत; त्यांचा लहानसा त्रिकोण बनतो. अश्विनी आणि कृत्तिका यांस सांघणारी रेपा काढिली तर तिच्या उत्तरेस तो त्रिकोण आहे.

आर्द्रा नक्षत्राची मीं लिहिलेली तारा मार्चमध्ये आवशीस मध्यान्हीं येते, व त्या वेळेस ती खस्वस्तिकाच्या किंचित् दक्षिणेस दिसते. आर्द्रा तारा कोणती याविषयी शंका आहे. मी जी मानिली आहे ती चांगली ठळक आहे. चंद्र तिच्या फार जवळ येतो, व ती मृग आणि पुनर्वसु ह्यांच्यामध्ये आहे.

पुनर्वसूंच्या तारा कोणी दोन व कोणी चार मानितात. दोन मानिल्या तर नकाशांत ज्या १, २ ह्या अंकांनीं दाखविल्या आहेत त्या ध्यावयाच्या. त्यांत अंक दोनची पहिल्या प्रतीची आहे. युरोपियन लोकांचे क्यास्टर आणि पोलक्स हेच होत. दोहोंपैकीं विशेष चकचकीत तो पोलक्स, आणि दुसरा उत्तरेकडचा तो क्यास्टर. जे चार तारा मानितात ते अंक ३।४ ह्या पुनर्वसूंत मानितात. त्यांत अंक ४ ही पहिल्या प्रतीची आहे. वेदांत दोनच पुनर्वसु वर्णिले आहेत. दोन पुनर्वसूंची उपमा काव्यादिकांत पुष्कळ ठिकार्णी येते.

गां गताविव दिवःपुनर्वसु

(रघुवंश सर्ग ११ श्लोक ३६.)

ही रामलक्ष्मणांस कालिदासानें दिलेली पुनर्वसूंची उपमा पुष्कळांनीं वाचिली असेल.

पुष्यांच्या तीन बारीक तारांचा एक लहानसा त्रिकोण होतो. त्याचा शिरःकोण पश्चिमेस आहे. वस्तुतः तेथें बारीक दोन-तीन तारा आहेत. सामान्य दृष्टीस त्यामिळून एक तारा दिसते. एप्रिल महिन्यांत पुष्य आवशीस मध्यान्हीं येतात. त्या वेळेस ते खस्वास्तिकांतच असतात म्हणून तरी चालेल. रामायणमहाभारत यांत गुरुपुष्य योगाचें आणि नुसत्या पुष्याचेंही फार माहात्म्य आहे. पुष्कळ कृत्यांस तो शुभमुहूर्त मानिलेला आहे. कांहीं ग्रंथांत पुष्याची एकच तारा सांगितली आहे.

आश्लेषांच्या तारा कांहीं ग्रंथांत ५ व कांहींत ६ आहेत. आश्लेषा-पंचक विशेष प्रसिद्ध आहे. ह्या तारा पुष्यांच्या दक्षिणेस आहेत, व बहुधा

त्यांबरोबरच मध्यान्ही येतात. चंद्राचा समागम पुष्य आणि आश्लेषा ह्याशी थोड्याच कालाच्या अंतराने होतो.

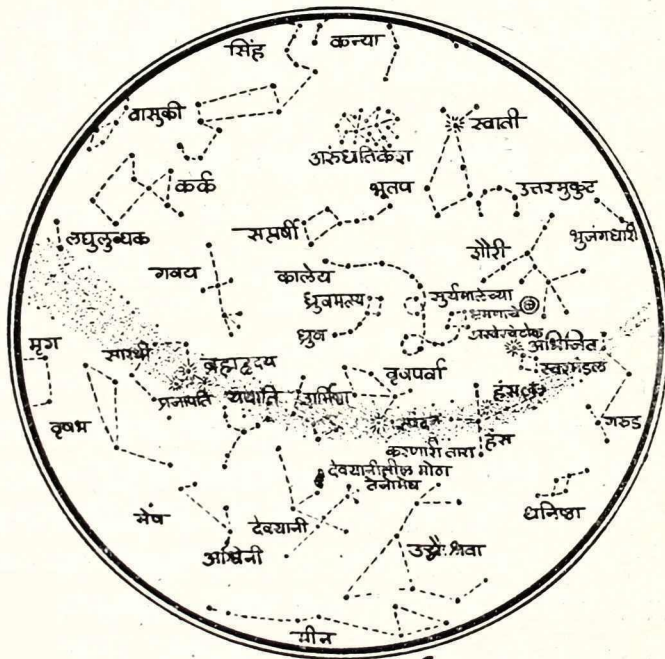
मघांच्या तारा कोणी पांच व कोणी सहा मानितात. मघापंचक विशेष प्रसिद्ध आहे. पांचांपैकी चार तारा ठळक आहेत. त्यांचा एक समांतर-भुज चौकोन बनतो. तो समभुज चौकोन म्हटला तरी चालेल. त्यांतल्या पश्चिमेकडील बाजूच्या दक्षिण टोकांतली तारा सर्वांत तेजस्वी आहे. ती पहिल्या प्रतीची आहे. तिच्या दक्षिणेस एक बारीक तारा आहे, ती पांचवी तारा होय. पूर्व बाजूच्या दोहोंत दक्षिणची अधिक तेजस्वी आहे. मे महिन्याच्या आरंभी मघा आवशीस खस्वस्तिकाच्या कांहीं दक्षिणेस दिसतात.

मघांच्या पूर्वेस पूर्वोत्तरफल्गुनीच्या चार तारांचा एक चांगला काट-कोनचौकोन होतो. त्याची पूर्वपश्चिम बाजू उत्तरदक्षिण बाजूच्या दुपटीहून कांहीं कमी आहे. पश्चिमेकडील दोन तारा त्या पूर्वाफल्गुनी. यांत उत्तरेकडची अधिक तेजस्वी आहे. पूर्व बाजूच्या दोन त्या उत्तराफल्गुनी. त्यांतली दक्षिणची ठळक आहे; उत्तरची बारीक आहे. ज्या चांद्रमासांत फल्गुनी नक्षत्रीं चंद्र पूर्ण होतो तो फाल्गुन होय. वेदादिकांत उत्तराफल्गुनींची देवता भग आहे. बारा सूर्यांत एकाचें नांव भग आहे. सांप्रतच्या शिमगामाहात्म्याचें मूळ ह्या शब्दांत दिसतें. फाल्गुनांत हीं दोन नक्षत्रे आवशीस उगवतात मे-जूनमध्ये आवशीस मध्यान्ही येतात; तेव्हां खस्वस्तिकाच्या जवळच दिसतात.

हस्तांच्या पुढें चित्रा व स्वाती ह्या तारा इतक्या ठळक आहेत, कीं त्या सहज लक्षांत येतात. दोन्ही पहिल्या प्रतीच्या आहेत. हस्तांच्या पूर्व बाजूस कांहींशी ईशान्येस चित्रा तारा आहे. तिच्या पुष्कळ उत्तरेस स्वाती तारा आहे. चित्रा तारेहून स्वाती जास्त तेजस्वी आहे. चित्रा व स्वाती बहुधा बरोबरच उगवतात. स्वाती तारा चित्रा तारेच्या मागाहून ५० मिनिटांनीं मध्यान्ही येते. आणि तिच्या मागाहून सुमारे १॥ तासानें मावळते. जूनच्या उत्तरार्धांत चित्रा, व जुलैच्या आरंभी स्वाती आवशीस मध्यान्ही येतात तेव्हां चित्रा सुमारे ३० अंश दक्षिणेस असते. स्वाती

खस्वस्तिकाच्या जवळच असते. हस्त आणि चित्रा ह्यांच्या उत्तरेस प्राचीन ग्रंथांत वर्णिलेल्या आप आणि अपांवत्स ह्या दोन तारा असून त्या अनुक्रमे तिसऱ्या व चौथ्या प्रतीच्या आहेत.

हस्त व चित्रा यांच्या दक्षिणेस स्वस्तिक (Southern cross) हा तारकापुंज आहे. ह्या तारकापुंजांत चार तारा आहेत. त्यापैकी खालची सर्वांत तेजस्वी दिसते. तो त्रिशंकु आणि वरच्या तीन हे त्याचे शंकु होत. स्वस्तिकाच्या पूर्वेस नरतुरंग (दक्षिणर्क्ष) आहे. शरीर घोड्याचें व डोकें माणसाचें अशासारखी ह्याची आकृती दिसते. या तारकापुंजांतील दोन तारा पहिल्या प्रतीच्या आहेत. त्यांतून रेषा उजवीकडे काढली तर ती त्रिशंकूंतून जाते. त्यांपैकी जी अधिक चकचकित आहे तिचें नांव



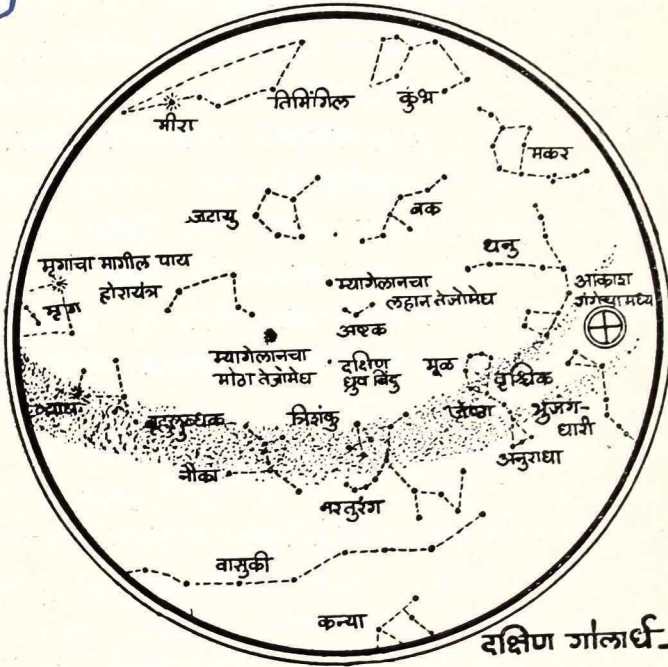
उत्तर ज्योतिर्विज्ञान.

आकृति ३

मित्र, ती आपणांस अत्यंत जवळची तारा होय. त्रिशंकु व दक्षिणर्ध हीं नांवे माक्षी आहेत. येथें हें सांगितलें पाहिजे कीं आमच्या पूर्वजांनीं मुख्यत्वेकरून क्रांतिवृत्ताजवळील २७ नक्षत्रांसच प्राधान्य दिलें होतें. पाश्चात्य ज्योतिष्यांनीं आकाशांतील तारकापुंजांस महत्त्व दिलें. त्यांनीं तारकांचे सुमारें १०९ पुंज कल्पिले आहेत. हे तारकापुंज कोणचे याची साधारण कल्पना आकृती ३ व ४ यांवरून येईल.

B

833



आकृति ४

टीप—क्रमांक ३ व ४ या आकृतींत उत्तर व दक्षिण ध्रुवबिंदु वर्तुळाच्या मध्यबिंदूवर आले आहेत आणि अर्थात् वारा राशी किंवा क्रांतिवृत्तावरील व त्या जवळचीं नक्षत्रे वर्तुळपरिघाजवळ आहेत.

विशाखांच्या कोणी २ व कोणी ४ तारा मानितात. वेदादिकांत दोहोंची विशेष प्रसिद्धि आहे. मे महिन्यांत त्या उगवतात, तेव्हां पूर्वे आणि आग्नेयी यांच्या मध्याच्या सुमारास दिसतात. चोहोंपैकीं दोन अगदीं बारीक आहेत, व दोन चकचकीत आहेत. चकचकीत दोहोंपैकीं एक चित्रातारेच्या समोरच खालीं दिसते; व दुसरी तिच्या डाव्या अंगास किंचित् खालीं आहे. दोन्ही सारख्याच तेजस्वी आहेत. चित्राहून त्यांचें तेज पुष्कळ कमी आहे. चित्रातारेपासून पहिली जितक्या अंतरावर आहे त्याहून पहिली आणि दुसरी यांचें अंतर पुष्कळ कमी आहे. फेब्रुवारी-मध्ये पहाटेस सुमारें पांच वाजतां ह्या दोन्ही मध्यान्हीं येतात; त्यांत पहिलीच्या मागाहून २६ मिनिटांनीं दुसरी येते. पहिली खस्वास्तिकाच्या दक्षिणेस सुमारें १५ अंश असते, व दुसरी सुमारें २९ अंश असते. पूर्वेस पाहिल्या तर मोठ्या दोन आणि बारीक दोन ह्यांचा एक समांतरद्विभुजचौकोन होतो. त्यांत वरच्या दोहोंस सांधणारी रेषा जास्त लांब आहे. पूर्णिमेचा चंद्र जवळ असतां बारक्या दोन मुळींच दिसत नाहींत; इतकेंच नाहीं, तर मोठ्या दोनही अगदीं अस्पष्ट दिसतात. परंतु कधीं कधीं चंद्राची कोर मोठ्या दोन तारांच्या मध्ये येते तेव्हां त्या तिहींची शोभा फार मनोहर दिसते. ती पाहून—

यदि विशाखे शशांकलेखामनुवर्तेते

—विशाखांच्या दोन तारा चंद्ररेखेस अनुसरल्या...—

शाकुंतल, अंक ३.

ह्या कालिदासोक्तींचें स्मरण होतें. आणि कालिदासानें प्रत्यक्ष पाहून हें वर्णन केलें आहे, असें दिसून येऊन व त्याची शोधकता आणि मार्मिकपणा मनांत येऊन त्याविषयी पुज्यबुद्धि जास्तच वाढते. दोन विशाखांची उपमा भारतादिकांतही पुष्कळ आढळते.

विशाखांच्या खालीं पूर्वेस अनुराधा पहाव्या. त्यांच्या कोणी तीन व कोणी चार तारा मानितात. चारही बहुधा एका सरळ रेषेत आहेत.

त्यांत दक्षिणेकडील शेवटची बारीक आहे. ही सरळ रेषा आणि विशाखांच्या मोठ्या तारांस साधणारी सरळ रेषा यांमध्ये डावीकडे म्हणजे उत्तरेस जितकें अंतर आहे, त्यापेक्षां दक्षिणेस जास्त आहे.

अनुराधांच्या सरळ रेषेवर मधोमध पूर्वेस लंब काढिला असता त्या सुमारास ज्येष्ठांच्या तीन तारा आहेत. तिहींमध्ये मधली तारा पहिल्या प्रतीची आहे.

ज्येष्ठांच्या पूर्वेस मूळ आहेत. त्यांचें वर्णन मागें आलेच आहे. सिंहपुच्छांत ज्येष्ठांच्या तारा धरिल्या तर तें फारच भव्य दिसतें.

विशाखा, अनुराधा, ज्येष्ठा व मूळ हीं नक्षत्रे मे महिन्यांत दहा वाजतां किंवा फेब्रुवारींत पहाटेस पांच वाजतां पूर्वेस किंवा दुसऱ्या नक्षत्रपटांत दाखविल्या वेळीं पश्चिमेस पहाणें सोईचें आहे.

तैत्तिरीय ब्राह्मणांत (१. ५. २) नक्षत्रीय प्रजापति म्हणून एक विशाल आकृति वर्णिली आहे. “ हस्त नक्षत्र हा त्याचा हात, चित्रा हें शिर, स्वाती हें हृदय, विशाखांच्या दोन तारा ह्या मांडया आणि अनुराधा ही उभें राहाण्याची जागा. ” अशी कल्पना केली आहे.

पूर्वाषाढा आणि उत्तराषाढा यांच्या कोणी दोन दोन व कोणी चार चार तारा मानितात. नक्षत्रपट दोन यांत पूर्वाषाढापैकीं दुसरी व तिसरी आणि उत्तराषाढापैकीं दुसरी व तिसरी ह्या चार तारा मिळून एक समांतरभुज चौकोन होतो. त्याचा आकार काटकोनचौकोनाच्या जवळ जवळ आहे म्हटलें तरी चालेल. त्याची पूर्वपश्चिम लांबी दक्षिणोत्तर रुंदीच्या सुमारे दुप्पट आहे. एप्रिलांत पहाटेस हा चौकोन मध्यान्हीं येतो. त्या वेळेस दक्षिणेस तो सुमारे अर्ध्या आकाशांत दिसतो. चौकोनाच्या चार तारा इतरापेक्षां अमळ तेजस्वी आहेत. ह्यांच्या आसपास बाकीच्या दोन दोन बारीक तारा आहेत.

अभिजित् नक्षत्राचा क्रांतिप्रदेशाशीं संबंध नाही. तें फारच उत्तरेस आहे. त्यांतली मुख्य तारा पहिल्या प्रतीची आहे. जूनमध्ये ती आवशीस व जानेवारीमध्ये पहाटेस उगवते. एप्रिलांत पहाटेस मध्यान्हीं येते तेव्हां स्वस्वस्तिकाच्या उत्तरेस सुमारे २० अंश असते.

श्रवणाच्या तीन तारांपैकी मधली पहिल्या प्रतीची आहे.

धनिष्ठाच्या कोणी पांच व कोणी सहा तारा मानितात. धनिष्ठापंचकाची प्रसिद्धि आहे. ह्या पांच बारीक तारा अगदीं जवळ जवळ आहेत. श्रवणांच्या पूर्वेस किंचित् उत्तर बाजूस त्यांचा झुवका दिसतो.

अभिजितच्या जवळच ईशान्येस व धनिष्ठांच्या उत्तरेस सुमारे ३० अंशांवर हंस नामक एक तारकापुंज आहे. त्यांत एक पहिल्या प्रतीची तारा आहे. नक्षत्रपट ३ यांत ही दिली आहे. ती मे महिन्यांत पहाटेस व अक्टोबरांत आवशीस मध्यान्हीं येते. व तेव्हां ती खस्वस्तिकाच्या उत्तरेस सुमारे २५ अंश असते. नकाशांत आकाशगंगा दाखविली आहे, तीवरून व प्रत्यक्ष पाहून दिसून येईल कीं सदरहू तारकापुंज आकाशगंगेंत आहे.

शततारका नांवावरून या नक्षत्राच्या १०० तारा असतील असें वाटतें. पुष्कळ ग्रंथांत ही संख्या दिलेलीही आहे. परंतु या नक्षत्राचें मूळचें नांव शतभिषक् आहे. तीनचार प्रसिद्ध ग्रंथांत ह्याची एकच तारा आहे. ती चौथ्या प्रतीची आहे. नोव्हेंबरांत आवशीस ही मध्यान्हीं येते. व तेव्हां ती सुमारे २८ अंश दक्षिणेस दिसते.

सगळ्या आकाशांत पहिल्या प्रतीच्या तारा २० आहेत, त्यापैकीं अठरा आमच्या प्राचीन ग्रंथांत आल्या आहेत. बाकीच्या दोन मलां कोठें आढळल्या नाहींत, आमच्या प्राचीन ग्रंथांतल्या मात्र तारा नक्षत्रपटांत देण्याचा माझा मुख्य उद्देश आहे. त्याप्रमाणें वरील अठरा आल्याच आहेत. परंतु बाकीच्या दोनदेखील पहिल्या प्रतीच्या म्हणून दिल्या आहेत. त्यांपैकीं याममत्स्य पुंजांत एक आहे. ती नोव्हेंबरांत आवशीस मध्यान्हीं येते व तेव्हां ती खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस सुमारे ५० अंश दिसते. दुसरी यमुनानदी नांवाच्या राशींत फार दक्षिणेस आहे. ती डिसेंबरच्या अखेरीस आवशीस मध्यान्हीं येते व त्या वेळीं ती क्षितिजावर सुमारे वारातेरा अंश मात्र दिसते. ह्या दोन्ही तिसऱ्या नक्षत्रपटांत आल्या आहेत.

याममत्स्यांतील पहिल्या प्रतीच्या तारेच्या साह्याने शततारका तारा लवकर ओळखितां येते. याममत्स्य तारेच्या उत्तरेस चौदा अंशांवर तिसऱ्या प्रतीची एक तारा आहे. (ती नकाशांत दिली नाही.) त्या दोहोंस सांघणारी एक रेषा काढून ती उत्तरेस आठ अंश वाढविली असतां शततारका तारेस मिळते.

वरील रेषा आणखी पुष्कळ वाढविली असतां ती पूर्वाभाद्रपदांच्या दोन तारांच्या किंचित् पश्चिमेकडून जाते. याममत्स्य तारेच्या जितकी उत्तरेस शततारका आहे, तितकीच सुमारे उत्तरेस पूर्वाभाद्रपदांची एक तारा आहे, व तिच्या थेट उत्तरेस तेरा अंशांवर पूर्वाभाद्रपदांची दुसरी तारा आहे. ह्या दोन्ही तारा सारख्याच तेजस्वी आहेत. नोव्हेंवरांत ह्या आव-शीस मध्यान्हीं येतात. तेव्हां एक खस्वस्तिकाच्या दक्षिणेस पांचसहा अंश असते, व दुसरी तितकीच उत्तरेस असते. ह्या दोहोंमध्ये जितकें अंतर आहे, त्याहून किंचित् जास्त अंतरावर प्रत्येकीच्या पूर्वेस एकेक अशा दोन तारा आहेत. दोहोंपैकी उत्तरची अधिक तेजस्वी आहे, ती दुसऱ्या प्रतीची आहे. ह्या दोन उत्तराभाद्रपदा तारा होत. पूर्वाभाद्रपदा दोन तारा आणि उत्तराभाद्रपदा दोन तारा मिळून एक मोठा काटकोन-चौकोन होतो म्हटलें तरी चालेल.

रेवतीच्या तारा पुष्कळ ग्रंथांत ३२ सांगितल्या आहेत; व त्यांची आकृति मृदंगासारखी वर्णिली आहे. परंतु कांहीं ग्रंथांत एकच तारा व एका ग्रंथांत चार तारा सांगितल्या आहेत. ह्या सर्व तारा वारीक व ४ पासून ६ प्रतीच्या आहेत. उत्तराभाद्रपदांच्या दोहोंपैकी दक्षिणच्या तारेच्या आग्नेयीस सुमारे १०।११ अंशांवर तारांची एक रांग लागते; ती सामान्यतः पूर्वपश्चिम गेली आहे. तींत सुमारे सहासात तारा वऱ्याच तेजस्वी आहेत व त्या बहुधा सारख्या अंतरावर आहेत. रांगेंतील शेव-टली तारा चौथ्या प्रतीची आहे, व ती अश्विनीच्या दक्षिणेस आहे. ही रांग मृदंगाची उत्तर वाजू होते. दक्षिण वाजूंत फारशा तारा नाहीत. मध्ये व दोन वाजूंत कांहीं वारीक तारा आहेत. चंद्र जवळ असतां ह्या

ज्यो. ...४

सर्व लोपून जातात. मंगळ, गुरु, शनि किंवा शुक्र हे रेवती नक्षत्रांत असतील तेव्हां रेवतीची ओळख करून घेणे सोईचे असते.

सर्व नक्षत्रे सारख्या अंतरावर नाहींत म्हणून चंद्रादिकांच्या गतींचे गणित करण्याकरितां क्रांतिवृत्ताचे २७ विभाग करून त्यांतल्या प्रत्येकास नक्षत्र म्हणतात. हा नक्षत्र शब्दाचा दुसरा अर्थ होय.



प्रकरण ५ वें

सुतानें स्वर्गाला जाणें

अथवा

प्रकाश किरणांची महत्ता

आकाशांत तारे कोठें आहेत आणि ते किती तेजस्वी दिसतात हें आपणांस त्या ताऱ्यांपासून मिळणाऱ्या प्रकाशकिरणांच्या साहाय्याने कळतें; पण ताऱ्यांवद्दलची सर्व माहिती त्यांच्या प्रकाशानेंच दिली आहे हें आपल्या मुर्ळाच लक्षांत येत नाहीं. वास्तविक पाहातां ताऱ्यांची रचना, त्यांची रासायनिक घटना, त्यांचे द्रव्यसंघ, त्यांची तेजस्विता आणि त्यांचें आपणांपासूनचें अंतर, यावद्दलची माहिती प्रकाश-किरणांचेच मदतीनें आपणांस होते. ताऱ्यांच्यावद्दल मनुष्य विचार करूं लागला कीं त्याला तारे आपणांपासून किती दूर असावेत, ते खरोखर किती तेजस्वी असावेत, त्यांचा आकार केवढा असेल, त्यांचें वजन किती असेल इत्यादि गोष्टींवद्दल माहिती असावी असें वाटतें. जिज्ञासा हेंच सर्व गोष्टींच्या ज्ञानाचें मूळ होय. ताऱ्यांवर आपणांस जातां येत नाहीं, फार काय आपली पृथ्वी सोडूनही आपणांस जातां येणार नाहीं. अर्थातच पृथ्वीवर राहूनच ताऱ्यांपासून आपणांस मिळणाऱ्या प्रकाश-किरणांच्याच मदतीनें आपणांस त्यांच्यावद्दलची सर्व माहिती मिळवावी लागेल. साहजिकच ज्या प्रकाशाचें एवढें मोठें महत्त्व आहे तो प्रकाश म्हणजे काय या गोष्टीचा आपण प्रथम विचार करूं या.

एकादा धातु आपण तापवूं लागलों कीं पहिल्यानें तो गरम होऊं लागतो. त्याच्यापासून येणाऱ्या गरम झळा आपल्या शरिरास भासतात. तापविणें तसेंच चालू ठेविलें कीं नंतर तो धातु किंचित् तांबूस दिसूं लागतो व त्याच्यापासून येणाऱ्या प्रकाशाचें अस्तित्व डोळ्यांस जाणवतें.

तापविणें आपणखी पुढें चालू ठेविलें व तो धातु वितळला नाहीं कीं, पुढें त्यापासून क्रमाक्रमानें पिवळा, पांढुरका व शेवटीं निळसर रंगाचा प्रकाश आपणांस मिळतो. यावरून प्रकाश ही उष्णतेसारखी एक प्रकारची शक्ति आहे व त्या शक्तीचा वर्ण (रंग) ज्या पदार्थापासून ती शक्ति आपणांस मिळते त्याच्या उष्णतामानावर अवलंबून असतो. पदार्थाचें उष्णतामान खूप कमी अगर खूप जास्त असेल तर त्याच्यापासून मिळणाऱ्या प्रकाशशक्तीचा वर्ण मनुष्याच्या डोळ्यांस ओळखू येत नाहीं. तो तांबड्याच्या खालचा (Infra-red) अगर जांभळ्याच्या पलीकडचा (Ultra-violet) असतो. प्रकाशाच्या अभ्यासाची सुरवात न्यूटन पासून झाली असें म्हणतां येईल. सूर्याचे किरण विलोरी कांचेवर पाडून सात रंगांचा वर्णलेख मिळतो हें न्यूटननें दाखविलें. अशाच तऱ्हेचे परंतु निरनिराळ्या रंगांचे वर्णलेख तप्त पदार्थ दंतात ही गोष्ट किरचहोफ व झुनसेन या दोन जर्मन शास्त्रज्ञांनीं सिद्ध केली. ह्या वर्णलेखांत एक विशिष्ट गोष्ट ह्या दोघांस आढळून आली. ती म्हणजे वर्णलेखाच्या रंगीत पट्ट्यांत कांहीं चकचकीत रेषा दिसतात ही होय. शिवाय त्यांनीं असेंही दाखविलें कीं, तप्त तांब्याच्या वर्णलेखांतील चकचकीत रेषा तप्त लोखंडाच्या वर्णलेखांतील चकचकीत रेषांहून निराळ्या असतात. हा शोध करतांना असेंही ठरलें कीं चकचकीत रेषा ज्या पदार्थाचा (अणूंचा) वर्णलेख घेतला जात आहे त्यावर अवलंबून असतात. प्रत्येक अणु आपल्या स्वतंत्र अशा चकचकीत रेषा दाखवितो. सर्व अणूंच्या वर्णलेखांचा व त्यांतील चकचकीत रेषांचा फार काळजीपूर्वक अभ्यास करण्यांत आला आहे. आतां आपणांस एखाद्या पदार्थांत अमूक अणु आहेत हें कळलें कीं त्याचा वर्ण-लेख कसा दिसेल आणि वर्णलेख अमूक प्रकारचा दिसत आहे तर तो ज्या पदार्थापासून मिळतो त्यांत अणु कोणचे असतील हें सांगतां येतें. थोडक्यांत म्हणजे अणूंचे वर्णलेख हे अणूंचीं प्रकाशचित्रें अगर त्यांच्या अंगठ्यांचे ठसे आहेत असें आपणांस म्हणतां येईल.

ड्रान होफर नांवाच्या जर्मन शास्त्रज्ञानें सूर्यकिरणांच्या वर्णलेखांचा

फार काळजीपूर्वक अभ्यास केला. त्यांत त्याला पुष्कळशा काळ्या रेषा निरनिराळ्या सातही वर्णांत आढळल्या. ह्या काळ्या रेषा फ्रानहोफरच्या रेषा म्हणून ओळखिल्या जातात. फ्रानहोफरनें असें सांगितलें कीं जेथें काळ्या रेषा दिसतात त्या जागेवर असलेल्या वर्णांची प्रकाशशक्ति आपणांस मिळत नाहीं, व त्या प्रकाशशक्तीच्या अभावामुळें तेथें वर्णलेखांत आपणांस काळी रेषा दिसते. त्यानें असेंही सांगितलें कीं सूर्यापासून सर्व वर्णांची प्रकाशशक्ति निघत असावी, परंतु त्यांतील कांहीं वर्णांची शक्ति सूर्याच्या अगर पृथ्वीच्या वातावरणांत शोषून घेतली जात असावी. व ज्या वर्णांची शक्ति शोषली जाते तेथें आपणांस काळ्या रेषा दिसतात. प्रत्येक अणु व त्यापासून बनलेले अणुसंघ निरनिराळ्या वर्णांची प्रकाशशक्ति शोषून घेऊं शकतात. सर्व अणु एकाच तऱ्हेची प्रकाशशक्ति शोषून घेऊं शकत नाहींत. म्हणजे कोणचे अणु व अणुसंघ कोणच्या वर्णांची प्रकाशशक्ति शोषून घेऊं शकतात हें आपणांस कळलें कीं, अमुक पदार्थ वर्णलेखांत अमक्या काळ्या रेषा दाखवूं शकेल व अमक्या काळ्या रेषा वर्णलेखांत दिसतात तर अमुक अमुक पदार्थ प्रकाशशक्ति शोषून घेत असला पाहिजे, अशा तऱ्हेचे अडाखे आपणांस बसवितां येतात. वर्णलेखांतील काळ्या रेषा ज्या वस्तूतून प्रकाश जातो त्यांच्या रासायनिक घटनेची आपणांस माहिती देतात, तर वर्णलेखांतील चकचकीत रेषा जो पदार्थ प्रकाश देतो त्याच्या घटनेची, त्यांतील अणूंची व अणूंच्या स्थितीची माहिती देतात. सूर्यप्रकाश व ताऱ्यांचे प्रकाश यांचे वर्णलेख घेतले कीं सूर्य व तारे यांच्या घटनेची आपणांस माहिती मिळते, तर शुक्र, मंगळ, गुरु आणि शनि यांपासून मिळणाऱ्या परावर्तित सूर्यप्रकाशाच्या वर्णलेखांवरून त्या ग्रहांच्या वातावरणाची माहिती मिळते.

प्रकाश ही एक तऱ्हेची शक्ति आहे व ती निरनिराळ्या वर्णांच्या शक्तीचे रूपांत आपणांस मिळते. तसेंच वर्णलेख म्हणजे एक तऱ्हेचे फोटो अगर आंगठ्याचे ठसेच होत. आणि ज्याप्रमाणें आंगठ्याचा ठसा अगर फोटो आपणांस तो ठसा अगर फोटो ज्या व्यक्तीचा असेल ती

व्यक्ति शोधण्यास उपयोगी पडतो त्या प्रमाणेच वर्णलेख हे ज्या अणूंचे अगर अणुसंघांचे ते वर्णलेख असतात ते अणु अगर अणुसंघ ओळखण्यास उपयोगी पडतात. प्रकाशाचें आणि वर्णलेखाचें इतकेंच ज्ञान आपणांस १९१२ पर्यंत होतें. पण प्रत्यक्ष प्रकाश कसा उमटतो, तो अणूंपासून कसा निर्माण होतो, तो अणु-संयोगांनीं कसा बदलूं शकतो ह्याचें-ज्ञान आपणांस अगदीं अलीकडे म्हणजे गेल्या ३०।३५ वर्षांत झालें आहे. त्याचा थोडक्यांत सारांश खालीं दिला आहे.

आपणांस आतांपर्यंत ९६ तऱ्हेच्या अणूंची माहिती झाली आहे. विश्वांतील सर्व पदार्थ या ९६ अणूंचेच बनले आहेत. या सर्व अणूंची घटना साधारण एकाच प्रकारची असते. प्रत्येक अणु म्हणजे एक लहानशी सूर्यमालाच असते. आपल्या सूर्यमालेंत मुख्य व अतिशय वजनदार असा सूर्य आहे, व त्या सूर्याभोंवतीं निरनिराळ्या कक्षांतून निरनिराळे ग्रह फिरत आहेत. ग्रहांच्या सूर्याभोंवतील भ्रमणाच्या गति, त्यांच्या कक्षा वगैरे गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानेंच ठरतात. अणूंतही एक अणुमध्य असतो. या अणुमध्याचें वजन अणूंतल इतर घटकांचे मानानें पुष्कळच जास्त असतें. या अणुमध्याभोंवतीं हलके असे वीजक (electrons) सूर्यमालेंतील ग्रहांप्रमाणेच फिरत असतात. हायड्रोजनच्या अणुमध्ये फक्त एकच वीजक (इलेक्ट्रॉन) असतो. प्राणवायूच्या अणूंत आठ वीजक असतात, सोन्याच्या अणूंत ७९ वीजक असतात. हे सर्व वीजक प्रत्येक अणूंत आपापल्या वजनदार अणुमध्याभोंवतीं ग्रहांप्रमाणे फिरत असतात. अणुमध्यावर धन आधान (Positive charge) असतें व दरेक वीजकावर ऋण आधान (Negative charge) असतें. वीजकांची अणुमध्याभोंवतील गति, त्यांच्या भ्रमणमार्गाच्या कक्षा, धन आणि ऋण विद्युत् आकर्षणानेंच ठरविल्या जातात. विद्युदाकर्षणाचा जोर अणुमध्ये गुरुत्वाकर्षणाच्या जांराच्या लाखोंपट जास्त असतो, त्यामुळें तौलनिक मानानें विचार करतां आपण गुरुत्वाकर्षणाचा विचार केला नाहीं तरी चालतें. मात्र गमतीची गोष्ट अशी कीं विद्युदाकर्षणाचे नियमानेंही वीजकांच्या अणुमध्याभोंवतीच्या कक्षा, गुरुत्वाकर्षणानें ठरलेल्या ग्रहांच्या

कक्षांप्रमाणें लंबवर्तुळाकारच असतात. सूर्यमालेंतील ग्रह व सूर्य ज्याप्रमाणें आपापल्या आंसांभोंवतीं फिरतात त्याप्रमाणेंच अणूतील बीजक आणि अणुमध्य पण आपआपल्या आंसांभोंवतीं फिरत असतात. यावरून वर म्हटल्याप्रमाणें प्रत्येक अणु म्हणजे एक लहानशी सूर्यमालाच आहे असें दिसेल.

इतका सारखेपणा आहे तरीमुद्दां सूर्यमाला व अणू या दोहोंमध्ये एक अतिशय महत्वाचा फरक आहे. सूर्यमालेंतील सर्व ग्रह अगदीं निरनिराळे आहेत. प्रत्येकाचा आकार, प्रत्येकाचें वजन, वातावरणाची घटना मुद्दां निरनिराळीं आहेत. अणूतील अणुमध्याभोंवतीं फिरणारे जे ग्रह म्हणजे बीजक ते मात्र सर्व अगदीं सारखे आहेत. सर्वांचें वजन, सर्वांचा आकार प्रत्येकांवरील ऋण विद्युत्प्रवाह हीं सर्व अगदीं एकसारखींच असतात. याचा परिणाम असा होतो कीं सूर्यमालेंतील ग्रहांच्या स्थितींत बदल होणें फार कठीण असतें; मंगळ आपल्याच कक्षेंत फिरतो, बुधास व प्लूटोस पण आपल्याच मार्गांनीं फिरावें लागतें. हे सर्व ग्रह जर अणूतील बीजकांप्रमाणें अगदीं एकसारखे असते तर बुधाची जागा मंगळ, मंगळाची प्लूटो व प्लूटोची बुध घेऊं शकले असते. असेंच अणूंत होतें. अणुमध्याभोंवतीं बीजक कोणत्या कक्षांत फिरणार हें ठरलें आहे, पण त्यांतील विशिष्ट कक्षेंत अमूक एका बीजकानें फिरलें पाहिजे असें ठरलेलें नाहीं. तसेंच प्रत्येक कक्षेंत बीजक असला पाहिजे असेंही पण ठरलेलें नाहीं. कोणताही बीजक कोणत्याही कक्षेंत राहणें व फिरणें शक्य आहे. साधारणपणें धनविद्युत्कृत अणुमध्य व ऋणविद्युत्तनें भारलेले बीजक या दोहोंत जें विद्युदाकर्षण असतें, त्या विद्युदाकर्षणाचे योगानें शक्य तेवढे बीजक जितकें अणुमध्याजवळ येतां येईल तितकें येण्याचा प्रयत्न करतील; परंतु बीजकावर दुसरा एकादा जोर लावला किंवा त्यांना दुसऱ्या कक्षांत फिरण्यास योग्य अशी स्थिति निर्माण केली, कीं बीजक दुसऱ्या म्हणजे नेहमींच्याहून दुसऱ्या अणुमध्यापासून दूरच्या कक्षांत पण फिरूं शकतील. प्रत्येक बीजक ज्यावेळीं एकाद्या ठरीव कक्षेंत अणुमध्याभोंवतीं फिरतो त्यावेळीं त्या कक्षेंतील त्याची गति व त्या कक्षेंत त्याच्या-

वर घातलेला विद्युदाकर्षणाचा जोर या दोन गोष्टींमुळे त्याच्यांत एक विशिष्ट शक्ति (Energy) आलेली असते. तोच बीजक जर दुसऱ्या एकाद्या कक्षेत गेला की त्याची शक्ति त्या दुसऱ्या कक्षेत त्या कक्षेला योग्य अशी होते. बीजक अणुमध्यापासून खूप अंतरावर नेला की शेवटी त्याच्यावर अणुमध्याच्या आकर्षणाचा जोर न मोजण्याइतका थोडा होईल व तो बीजक त्या अणूचा भाग म्हणून राहाणार नाही. अशा बाहेर गेलेल्या बीजकाची शक्तिही वर सांगितलेल्या कक्षा-शक्तीहून निराळी असेल. बीजक व अणुमध्य यांमध्ये विद्युदाकर्षण असते. साहजिकच दोघेही शक्य तितक्या जवळ येण्याचा प्रयत्न करणार. बीजक ज्यावेळी अणुमध्यापासून दूर नेलेला असेल त्यावेळी त्याची स्थिति समुद्रसपाटीपासून उंचावर नेलेल्या पाण्याच्या थेंबासारखी आहे असे म्हणता येईल. पाण्याच्या थेंबाची प्रवृत्ति उंचावरून समुद्रसपाटीकडे जाण्याची असते व उंचावरून पाणी ज्यावेळी समुद्रसपाटीकडे जाते त्यावेळी त्या पाण्यापासून आपणांस जलप्रपातजन्य विद्युच्छक्ति (Hydroelectric Power) मिळविता येते. तसेच बीजकाची साहजिक प्रवृत्ति विद्युदाकर्षणाने अणुमध्याकडे जाण्याची असते, व अणुमध्याकडे जातांना बीजकाकडून आपणांस शक्ति मिळू शकते. बीजक बाहेरून अणुमध्याकडे जातांना, एका पायरीवरून दुसऱ्या पायरीवर, दुसरीवरून तिसरीवर याप्रमाणे जातो व या प्रत्येक स्थितीतून दुसरीत जातांना बीजकाकडून आपणांस त्याच्या स्थितिबदलानुरूप शक्ति मिळू शकते. ह्या विशिष्ट स्थितिबदलानुरूप बीजकापासून आपणांस मिळणारी शक्ति म्हणजेच प्रकाश होय. ज्यावेळेस बीजकाची स्थिति बदलत त्या वेळेस आपणांस त्याच्या स्थितिबदलानुसार विशिष्ट शक्ति म्हणजेच विशिष्ट वर्णांचा प्रकाश मिळतो. एकाच तऱ्हेच्या अणूत बीजकांची स्थिति २५ तऱ्हेने बदलू शकेल, या २५ तऱ्हेच्या बदलानुसार २५ तऱ्हेच्या वर्णांचा प्रकाश आपणांस मिळेल. या २५ तऱ्हा म्हणजे वर्णलेखांतील २५ रेषा होत. किती आणि कोणत्या तऱ्हेचे स्थितिबदल बीजक घेऊ शकेल हे तो बीजक ज्या अणूत, अगर अणूच्या ज्या मंडोगावस्थेत अणु आहे त्या-

वरून ठरेल. वीजकाचे विशिष्ट स्थितिपालट अणूवर आणि त्यांच्या संयोगस्थितीवर अवलंबून असतात. परंतु वीजकाचा दर एक स्थितिपालट वर्णलेखांतील एका रेषेस जन्म देतो. अर्थातच वर्णलेखांतील रेषा वीजकाच्या स्थितिपालटावर व साहजिकच अणूवर व अणूंच्या स्थितीवर अवलंबून असतात.

सारांशरूपानें आपणांस असें म्हणतां येईल कीं अणूंच्या घटनेवद्दल मिळविलेल्या ज्ञानावरून हीच गोष्ट सिद्ध झाली आहे कीं, वर्णलेख व वर्णलेखांतील रेषा यांपासून आपणांस प्रकाश देणारे अमर शोषणारे अणू व त्या अणूंची स्थिति यावद्दलचें पुष्कळसें ज्ञान मिळतें.

एकाद्या ताऱ्याची घटना ठरवितांना आपणांस तो तारा कोणकोणच्या अणूंचा बनला आहे, त्याचें उष्णतामान किती आहे व त्याच्यावर असलेले अणु अगदीं विरल आहेत किंवा ते एकमेकांच्या जवळ आहेत ही माहिती मिळवावी लागते. ही सर्व माहिती वर्णलेखच आपणांस देतात. माहिती मिळवितांना आपणांस तो तारा खराखर किती तेजस्वी आहे म्हणजे त्याचें केवळ तेजोमान किती आहे हें तर ठरवावें लागतेंच, पण त्या शिवाय त्याच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान किती आहे हेंही काढावें लागतें. आपल्या पृथ्वीला सगळ्यांत जवळचा तारा जो सूर्य त्याच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान आपणांस प्रत्यक्ष वेध घेऊन काढतां येतें. परंतु इतर सर्व तारे, सर्वांत मोठ्या दुर्बिणीतून सुद्धां नुसते तेजोविंदूच दिसतात; म्हणून त्यांच्या पृष्ठभागाचें मोजमाप आपणांस घेतां येत नाहीं व अर्थातच त्यांच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान वेध घेऊन काढतां येत नाहीं. दुर्बिणीतून सुद्धां नुसते तेजोविंदूच दिसणाऱ्या सर्व ताऱ्यांचे वर्णलेख आपणांस घेतां येतात. वर्णलेखांवरून ताऱ्याचा प्रकाश कोणत्या रंगाचा आहे हें कळतें. तसेंच वर्णलेखांतील काळ्या रेषांचा सापेक्ष काळेपणा ठरविला कीं त्यावरून प्रकाश शोषून घेणारे अणु कोणच्या स्थितीत आहेत हेंही ठरवितां येतें, व त्यावरून प्रकाश शोषणाऱ्या अणूंच्या उष्णतामानाचा व हे अणु ताऱ्याच्या पृष्ठभागावर असल्यामुळे त्या ताऱ्याच्या पृष्ठभागाच्या उष्णतामानाचा अंदाज आपणांस काढतां येतो.

वर्णलेखांतील काळ्या रेषांवरून, प्रकाशशक्ति शोषणारे अणु कोणचे आहेत, तसेच ते कोणत्या स्थितीत आहेत हे आपणांस कळते. वर्णलेखांवरून अणूंची स्थिति व उष्णतामान काढण्याची रीति पहिल्याने १९२१ साली मेघनाद साहा यांनी बसविली. आज वर्णलेख घेऊन साहा यांच्या रीतीने रंग शोषणारे अणु कोणत्या स्थितीत आहेत हे ठरवितात. रंग शोषणारे अणु व अणुसंघ ताऱ्यांच्या पृष्ठभागाजवळ असतात. ह्या पृष्ठभागाजवळील अणूंची माहिती कळली म्हणजे ताऱ्याच्या पृष्ठभागाची रचना व त्याचे उष्णतामान ह्या गोष्टी आपणांस कळतात.

वर्णलेखांवरून, परंतु वर्णलेखांतील काळ्या रेषांचा उपयोग न करता इतर गोष्टींचा उपयोग करून, ताऱ्यांच्या पृष्ठभागाचे उष्णतामान काढण्याच्या दोन रीति उपलब्ध आहेत. ज्यांचा वर्णलेख घेतला आहे तो तारा सापेक्षपणे प्रत्येक वर्णांत (रंगांत) किती प्रकाशशक्ति देतो हे त्याच्या वर्णलेखावरून काढता येते. ताऱ्यांने प्रत्येक वर्णांत विकिरित केलेली प्रकाशशक्ति, व त्या वर्णाची वर्णलेखांतील जागा यांचा संबंध दाखविणारा आराखडा (Graph) काढतात. या आराखड्याची तुलना पदार्थविज्ञानशास्त्राच्या नियमानुसार, निरनिराळ्या उष्णतामानास जशा तऱ्हेचे आराखडे असावे अशी अपेक्षा असते तशा अपेक्षित आराखड्याबरोबर करतात. प्रत्यक्ष वेध घेऊन काढलेला आराखडा, कोणच्या तरी अपेक्षित आराखड्या सारखा असणारच. हा सारखेपणा एकदां ठरला कीं प्रत्यक्ष आराखडा देणाऱ्या ताऱ्याचे उष्णतामान, अपेक्षित आराखड्याच्या उष्णतामानाइतकेच आहे असे ठरते. व हेच ताऱ्याच्या पृष्ठभागाचे उष्णतामान होय. दुसऱ्या रीतीमध्ये वर्णलेखावरूनच तारा सर्वांत जास्त प्रकाशशक्ति कोणत्या वर्णांत (रंगांत) देत आहे हे ठरवितात. पदार्थविज्ञानशास्त्रांत पदार्थाचे उष्णतामान व त्या उष्णतामानानुरूप त्याने कोणत्या रंगाचा प्रकाश जास्त द्यावा याबद्दलचे नियम आहेत. त्या नियमांचा उपयोग करून तारा कोणत्या वर्णांत जास्त प्रकाश देत आहे हे कळले, कीं त्या ताऱ्याचे उष्णतामान काढतात. उदाहरणार्थ, आपला सूर्य वर्णलेखांत

सर्वांत जास्त प्रकाश हिरव्या पट्ट्यांत (४८००° अ या रेषे जवळ) देतो. यावरून त्याच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान ६०००° सेंटिग्रेड असावें असें ठरतें; तसेंच श्रवणाच्या प्रकाशाच्या वर्णलेखांत जास्त तेज जांभळ्या रंगाच्या पलीकडे (३४००° अ या रेषेजवळ) असतें यावरून श्रवणाच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान सरासरी ८५००° सेंटिग्रेड असावें असें ठरतें. ही उष्णतामान काढण्याची रीत अतिशय उष्ण पृष्ठभाग असलेल्या ताऱ्यांच्या बाबतीत आपल्या उपयोगी पडत नाहीं; कारण फार जास्त उष्णतामान असलेले तार सर्वांत जास्त प्रकाशशक्ति २९००° अ या रेषेपलीकडील भागांत देतात व सध्यांतरी आपल्या वर्णलेखांत या पलीकडील भागाचें चित्र उमटविण्याची सोय नाहीं.

अशा रीतीनें शोध करून ताऱ्यांच्या पृष्ठभागांचें उष्णतामान १५००° सेंटिग्रेड व २३०००° सेंटिग्रेड या मर्यादेंतच असतें असें सिद्ध झालें आहे. या उष्णतामानाच्या मर्यादेंत वर्णलेखांचें त्याच्या उष्णतामानानुरूप दहा भाग पाडण्याची प्रथा पडली आहे. ही विभाग करण्याची पद्धत हार्वर्ड वर्गीकरणाची पद्धत म्हणून ओळखिली जाते. ह्या दहा विभागांस दहा अक्षरांचीं नांवें दिलीं आहेत. ओ, बी, ए, एफ, जी, के, एम्, एस्, आर् आणि एन्. अशीं तीं दहा अक्षरें आहेत. 'ओ' वर्गातील वर्णलेख दाखविणारे तारे सर्वांत जास्त उष्णतामान दाखविणारे तारे होत. 'बी' वर्गातील ताऱ्यांचें उष्णतामान 'ओ' वर्गातील ताऱ्यांहून कमी असतें, व असें होत होत आपण 'एन्' वर्गातील ताऱ्यांपाशीं येतो. हे तारे सर्वांत कमी उष्ण असतात. कल्पना येण्यासाठीं म्हणून कांहीं प्रमुख तारे हार्वर्ड वर्गीकरणाप्रमाणें कोणच्या वर्गांत पडतात हें खालीं दिलें आहे.

वर्ग बी:—या वर्गांत मृगशीर्षातील भरत (Rigel), मघांतील 'क' तारा (Regulus) व कृत्तिकांतील तेजस्वी तारे येतात. या ताऱ्यांचे वर्णलेखांत हायड्रोजन व हेलियम यांनीं शोषलेल्या काळ्या रेषा, कांहीं वीजक सुटून गेलेले सिलिकॉन अणु यांनीं दिलेल्या चकाकित रेषा, तसेंच ऑक्सिजन व नायट्रोजन या अणूंच्या रेषा प्रामुख्यानें दिसतात.

वर्ग एः—या वर्गात व्याध, अभिजित व पुनर्वसूतील उत्तरेकडील दोहोंपैकी पश्चिमचा (Castor) हे तारे येतात. हे तारे “बी” वर्गाच्या मानानें कमी उष्ण असतात. ह्यांच्या वर्णलेखांत हायड्रोजन अणूंच्या रेषा प्रामुख्याने आढळतात. तसेंच धातूच्याही (क्याल्शियम्, म्याग्नीशियम् वगैरेंच्या) रेषा आढळतात. तरी सुद्धा त्या हायड्रोजनच्या रेषांच्या मानानें फिक्याच असतात.

वर्ग एफः—ह्या वर्गात अगस्त्य व पुनर्वसूतील दक्षिणेकडील दोहोंपैकी पूर्वेचा प्रश्वा (Procyon) हे येतात. हे तारे पांडुरके दिसतात. ह्या चौथ्या वर्गातील ताऱ्यांचे पृष्ठभाग वरील तीन वर्गातील ताऱ्यांच्या पृष्ठभागापेक्षा कमी उष्ण असतात. या ताऱ्यांच्या वर्णलेखांची “ए” वर्गातील ताऱ्यांच्या वर्णलेखांशी तुलना करतां “ए” वर्गाचे मानानें “एफ” वर्गात हायड्रोजनच्या रेषा फिक्या व धातूंच्या रेषा जास्त ठळक असतात.

वर्ग जीः—या वर्गात पिवळसर रंगाचे म्हणजे आपला सूर्य, ब्रह्महृदय या सारखे तारे येतात.

वर्ग केः—या वर्गात नारिंगी रंगाचे स्वाति व रोहिणी हे तारे येतात. ह्यांच्या वर्णलेखांत धातूंच्या रेषा व टिटॅनियम ऑक्साइडचे पट्टे प्रामुख्याने दिसतात.

वर्ग एम्ः—या वर्गात लाल रंगाचे ज्येष्ठा व आर्द्रा (Betelgeuse) हे तारे येतात. या ताऱ्यांच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान पुष्कळच कमी असतें, व वर्णलेखांत टिटॅनियम ऑक्साइडचे पट्टे प्रामुख्याने दिसतात.

(चित्रांक १ पहा)

आतापर्यंत आपण वर्णलेख म्हणजे काय, ते कसे दिसतात, व त्यांचे मदतीने आपणांस ताऱ्यांत कोणते अणु किंवा अणुसंघ असतात, तसेंच ते अणुसंघ कोणत्या स्थितीत असतात, ते अणुसंघ असलेल्या ताऱ्यांच्या पृष्ठभागावर किती उष्णतामान असेल वगैरे माहिती कशी मिळते याबद्दलचा विचार केला. आतां आपण तारे आपणांपासून किती दूर आहेत, ते किती मोठे असतात, त्यांचें वजन किती असेल इत्यादि माहिती कशी मिळते तें पाहूं.

पहिल्यानें तारा आपणापासून किती दूर आहे हें कसें ठरवितात याचा विचार करूं. हीं अंतरे ठरविण्याची रीत फारच साधी असते. बरोबर हीच पद्धत मोजणीदार पृथ्वीवरचीं अंतरे मोजण्याकरितां वापरतात. समजा आपणांस पुणें शहरांतच राहून लकडीपुलापासून सिंहगडाची पायरी किती अंतरावर आहे हें काढावयाचें आहे. आपण लकडी पुलाचा मध्य म्हणजे जेथून सिंहगड नीट दिसता ती जागा आरंभस्थान धरून तेथून एक सरळ रेषा काढूं या. या रेषेचें दुसरें टोंक १ मैल अंतरावर कर्वे रोडला (पौड रस्त्याला) आहे व तेथूनही सिंहगडाची पायरी नीट दिसत आहे. मोजणीदार ही सरळ रेषा पाया समजून एक त्रिकोण तयार करतात. या त्रिकोणाची एक बाजू आपणांस माहीतच आहे. ही म्हणजे लकडी पुलापासून कर्वे रोडपर्यंतची एक मैल लांबीची सरळ रेषा होय. त्रिकोणाचा शिरोबिंदु म्हणजे सिंहगडाची पायरी. आपणांस हा त्रिकोण काढतां आला कीं त्रिकोणामितीचे नियम लावून, त्रिकोणाच्या दुसऱ्या बाजूची लांबी म्हणजेच सिंहगडाच्या पायरीचें लकडीपुलापासूनचें अंतर आपणांस काढतां येईल. त्रिकोणाचा पाया आपणांस माहीत आहेच. पायाबरोबर दुसऱ्या दोन बाजू किती कोन करतात हें मोजणीदाराभे ठरविले, कीं त्याचें काम संपलें. हे कोन मोजणें फारच सोपें असतें. लकडीपुलावर दुर्बीण ठेवावयाची व त्यांतून सिंहगडाची पायरी पहावयाची. असें करतांना दुर्बीणाचा आंस लकडीपूल व सिंहगडाची पायरी या दोन्ही गोष्टी जोडणाऱ्या सरळ रेषेस समांतर असतो. हें केल्यावर दुर्बीण फिरवावयाची व त्यांतून कर्वेरोडवरील त्रिकोणाच्या पायाचें दुसरें टोंक पहावयाचें. असें करतांना दुर्बीण ज्या कोनांतून फिरवावी लागते तोच कोन त्रिकोणाची लकडीपुल-सिंहगड ही बाजू आपल्या पायाबरोबर करते. अशाच तऱ्हेनें पायाच्या दुसऱ्या टोंकास जाऊन कर्वेरोडवर पुन्हा दुर्बीणीनें दुसरा कोन मोजावयाचा. त्रिकोणाचा पाया व दोन कोन मोजले कीं सिंहगडचें लकडीपुलापासूनचें अंतर आपणांस कळलें. ह्या मोजणीदाराच्या पद्धतीनें पृथ्वीवरील अंतरे काढतां येतात. ह्या पद्धतींत जर पाया फारच लहान असेल, म्हणजे वरील उदाहरणांत जर

लकडीपूल हाच पाया धरला व लकडीपुलाच्या दोन टोंकांपासूनच कोन मोजले तर दोनही कोन जवळजवळ काटकोनच होतील व कोन मोजण्यात थोडीशी सुद्धा चूक झाली तर सिंहागडचें अंतर बरोबर काढतां येणार नाही. ताऱ्यांची अंतरें काढतांना बरोबर हीच पद्धति अवलंबिली जाते. त्रिकोणाचा पाया म्हणून पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतील कक्षेचा आंस धरतात. हा आंस फारच मोठा म्हणजे १८ कोटि ६० लक्ष मैल लांबीचा आहे. पृथ्वी तिच्या कक्षेच्या आंसाच्या एक टोंकांस असतांना दुर्विणीचे योगानें ज्या ताऱ्याचें अंतर मोजावयाचें आहे त्या ताऱ्याकडे व सूर्याच्या दिशेकडे बघून एक कोन ठरवितात. नंतर सहा महिन्यांनीं पृथ्वी आंसाच्या दुसऱ्या टोंकांस गेली असतांना दुसरा कोन मोजतात. त्रिकोणाचा पाया व दोन कोन कळल्याबरोबर ताऱ्याचें अंतर आपणांस काढतां येतें. पृथ्वीचा आंस १८ कोटि ६० लक्ष मैल येवढा मोठा आहे; तरी सुद्धा तो ताऱ्यांचे अंतरांचे मानानें फारच लहान पडतो. आपल्याला सर्वांत जवळचा जो तारा त्याचें अंतरसुद्धा पृथ्वीच्या आंसाच्या लांबीच्या सव्वालक्ष पट आहे. म्हणजे त्रिकोण काढतांना त्रिकोणाची एक बाजू फारच लहान व दुसऱ्या बाजू फारच मोठ्या असें होतें. अशा त्रिकोणांत अंतरें बरोबर काढावयाचीं झाल्यास, कोन मोजण्यांत थोडीसुद्धा चूक होतां कामा नये व त्यासाठीं अगदीं वारीक सारीक गोष्टीसुद्धा फारच काळजी पूर्वक पहाव्या लागतात. एवढी काळजी घेतली जाते, आणि ताऱ्यांचीं अंतरें बरोबर काढतां येतात. आपण टेबलाची लांबी, किंवा घराची रुंदी फुटांत मोजतो, पण मुंबई ते पुणें अंतर मैलांत मोजतो, कारण मुंबई ते पुणें अंतर मोजण्यास फूट फारच लहान पडेल. बरोबर हीच स्थिति ताऱ्यांचें अंतर मोजण्याचे वावर्तात होते. मैल हें प्रमाण ताऱ्यांचीं अंतरें मोजण्यास फारच लहान पडतें, म्हणून ताऱ्यांचीं अंतरें प्रकाशवर्ष या मानदंडानें मोजतात. एक प्रकाशवर्ष म्हणजे एक वर्षांत प्रकाश जितका दूर जाऊं शकेल इतकें अंतर. प्रकाश एका सेकंदांत १,८६,००० मैल जातो म्हणजे एक वर्षांत तो सुमारें सहा हजार अब्ज मैल जाईल. अंतर मोजतांना एक प्रकाशवर्ष असें म्हणणें हें सहा हजार अब्ज मैल असें

म्हणण्यापेक्षां सोपें जातें. पृथ्वीपासून सर्वांत जवळचा तारा चार प्रकाश-वर्षे इतक्या अंतरावर आहे. दुसरे तारे त्याच्याही पलीकडे आहेत. वर सांगितलेच आहे की पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतील कक्षेचा आंस, हा ताऱ्यांचीं अंतरें मोजतांना पाया म्हणून फारच लहान पडतो. जसजशी आपण दूर दूरच्या ताऱ्यांचीं अंतरें मोजूं लागतो तसतसा हा पाया फारच लहान पडत जातो व अंतरें मोजण्यांत चूक होण्याचा संभव वाढतो. म्हणून ताऱ्यांचीं अंतरें मोजण्याची ही मोजणीदाराची पद्धत साधारणपणें ५०० प्रकाशवर्षे इतकीं अंतरें मोजण्याकरतांच वापरतात. याहून मोठालीं अंतरें प्रत्यक्ष न मोजतां एका अप्रत्यक्ष रीतीनें, विशिष्ट प्रकारच्या ताऱ्यांच्या गुणधर्मावरून काढतात. ह्या अंतरें काढण्याच्या अप्रत्यक्ष पद्धतीचें विवेचन पुढें २१ व्या प्रकरणांत केलें आहे.

मोजणीदाराच्या वर सांगितलेल्या पद्धतीचा उपयोग करून ताऱ्यांचीं अंतरें काढण्यास सुरवात पहिल्यानें १८३५ मध्ये झाली. मोजणीदारांची अंतरें काढण्याची प्रत्यक्ष पद्धत व ताऱ्यांच्या विशिष्ट गुणधर्मावरून त्यांचीं अंतरें काढण्याची अप्रत्यक्ष पद्धत या दोन्हींतही पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतील कक्षेचा आंस, अगर पृथ्वीचें सूर्यापासूनचें अंतर (आंस अंतराच्या २ पट असतो) हें फार महत्त्वाचें आहे. हें अंतर कसें काढतात तें पाहूं या. हें अंतर काढण्यासही मोजणीदाराची त्रिकोणमितीचीच पद्धत वापरली जाते. पृथ्वीवरील एक खूप मोठी रेषा पाया म्हणून वापरून, सूर्य विंवाचा एक विशिष्ट भाग या पायाच्या दोन्ही टोंकांस जोडला असतां किती मोठे कोन होतात हें मोजतात. पायाची लांबी माहीत असल्यानें त्रिकोण-मितीचे नियम वापरून सूर्याचें पृथ्वीपासूनचें अंतर व पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतील कक्षेचा आंस किती असेल हें काढतां येतें. पृथ्वीचें सूर्यापासूनचें अंतर काढण्याच्या आणखीही इतर पद्धति आहेत; पण स्थलसंकोचास्तव त्यांचें विवेचन येथें करण्याचें टाळलें आहे.

ताऱ्यांकडे नुसत्या डोळ्यांनीं पाहणाऱ्याच्या दोन गोष्टी सहज लक्षांत येतात. पहिली म्हणजे प्रत्येक ताऱ्याचें तेज निरनिराळें दिसतें. कांहीं तारे व्याधाप्रमाणें फार तेजस्वी असतात तर कांहीं डोळ्यांना जेमतेम

दिसतात अगर दिसत नाहीत. दुसरी गोष्ट म्हणजे ताऱ्यांना चंद्र, सूर्य, अगर ग्रह याप्रमाणे गति नसते. ते स्थिर दिसतात व त्यांना गति असली तर ती फारच थोडी असेल असे वाटते. आपल्या पूर्वजांनी त्यांना तारे जेथे जेथे दिसत त्या जागांचे फार सूक्ष्म वर्णन केले आहे. ही निरनिराळ्या काळी केलेली वर्णने वाचली की ताऱ्यांसही गति आहे असे आपणांस समजते. ही गति तारे आपणांपासून फार दूर असल्यामुळे तर थोडी भासत नसेलना, अशी शंका येते. या गतीचा नक्की निर्णय करण्यास नुसत्या डोळ्यांनी घेतलेल्या वेधांपेक्षा जास्त सूक्ष्म तऱ्हेने वेध आपणांस घ्यावे लागतील. आपल्या पूर्वजांनी नुसत्या डोळ्यांनीच परंतु ताऱ्यांचा फारच बारकाईने अभ्यास केला होता. पुढे टॉलमीने ताऱ्यांच्या तेजवरून त्यांच्या प्रती ठरविल्या. त्यांच्या दृष्टीने व्याघासारखे तेजस्वी तारे पहिल्या प्रतीचे तारे होते. त्याने नुसत्या डोळ्यांनी जेमतेम दिसणाऱ्या ताऱ्यांस सहाव्या प्रतीचे तारे अशी संज्ञा दिली होती. सर्वांत जास्त तेजस्वी व डोळ्यांस जेमतेमच दिसणारे या दोहोंचे मधील तेज असलेल्या ताऱ्यांच्या त्याने त्यांच्या तेजाप्रमाणे चार प्रती केल्या. पहिल्या प्रतीचा तारा दुसऱ्या प्रतीच्या ताऱ्याहून जास्त तेजस्वी असतो. दुसऱ्या प्रतीचा तिसऱ्या प्रतीहून जास्त तेजस्वी असतो. इतके केले तरी मनुष्याच्या डोळ्यांस पहिल्या प्रतीचा तारा दुसऱ्या प्रतीच्या ताऱ्याचे किती पट तेजस्वी आहे हे ठरविता येत नाही. आकाशस्थ ज्योतींची माहिती मिळविण्यास प्रकाशचित्रांचा उपयोग करण्याची सुरवात १०० वर्षापूर्वी झाली. हल्ली प्रकाशचित्रे व विद्युत्प्रकाशमापक यंत्रे या दोन्ही गोष्टींचा उपयोग करून एक तारा दुसऱ्या ताऱ्याच्या कितीपट तेजस्वी आहे हे ठरविता येते. यावरून असे ठरले आहे की पहिल्या प्रतीचा तारा दुसऱ्या प्रतीच्या ताऱ्याच्या अडीचपट तेजस्वी असतो. दुसऱ्या प्रतीचा तिसऱ्या प्रतीच्या ताऱ्याच्या पण सुमारे अडीच पट तेजस्वी असतो. त्याचप्रमाणे दर कोणत्याही दोन प्रतीच्या ताऱ्यांत तेजाचा फरक अडीच पट असतो. असा हिशेब करतांना पहिल्या प्रतीचा तारा सहाव्या प्रतीच्या ताऱ्यांच्या सुमारे १०० पट तेजस्वी असणार.

प्रकाशचित्र घेणाऱ्या यंत्रांना खूप वेळ एकसारखे एकाद्या ताऱ्याकडे पहाता येते, त्यामुळे आपल्या डोळ्यांना न दिसण्याइतक्या फिक्या ताऱ्यांचे पण प्रकाशचित्र आपणांस घेता येते, प्रकाशचित्रांचे मदतीने ज्यांची प्रत २१ वी आहे इतके पुसट तारेही आपणांस पाहता येतात, तसेच दोन ताऱ्यांच्या प्रतीत असलेला $\frac{1}{2}$ इतका थोडा फरक सुद्धा ठरविता येतो, या नवीन युक्तीमुळे टॉलमीने दिलेल्या यादीत थोडासा फरक आपणांस करावा लागला आहे, श्रवणाची प्रत पहिल्या प्रतीपेक्षा किंचित जास्त आहे, ब्रह्महृदयाची प्रत ०.२ आहे, व्याधाची -१.६ आहे व अगस्तीची -०.९ आहे.

प्रकाशचित्रे आपणांस ताऱ्यांच्या प्रतींची व त्यांच्या तेजाची फार सूक्ष्म माहिती देतात, प्रकाशचित्राची कांच खूप वेळ आकाशाच्या एकाच भागाकडे लावून ठेवता येते; व तिजवर निरनिराळ्या ताऱ्यांची छायाचित्रे उमटविता येतात, ज्या ताऱ्यांस गति असेल अशा ताऱ्यांचे प्रतिबिंब कांचेवर नुसता तेजोबिंदू असे दिसत नाही, तर एक लहानशी प्रकाशरेषा असे दिसते या प्रकाश-रेषांवरून ताऱ्यास गति आहे हे आपल्या लक्षांत येते, एकादी वस्तु हलत असतांना आपणांस तिच्या गतीचे दोन भाग पाडता येतात, एक भाग म्हणजे ती वस्तु व आपला डोळा यांस जोडणारी जी सरळ रेषा त्यावरील गति, या गतीस दृष्टिपथांतील गति असे नांव देता येईल, दुसरी गति या रेषेची काटकोन करणाऱ्या दिशेची गति होय, हीस आपण काटकोन-गति असे नांव देऊ, ज्यावेळी एकादी वस्तु हलत असते त्या वेळी त्या वस्तूची काटकोन-गति आपल्या सहज लक्षांत येते, व या गतीच्या वेगाचा अजमास करता येतो, परंतु दृष्टिपथांतील गति लक्षांत येण्यास कठीण जाते, व लक्षांत आलीच तरी तिच्या वेगाचा अजमास करता येत नाही, प्रकाशचित्रांत दिसणाऱ्या तेजोरेषांवरून आपणांस ताऱ्यांची काटकोन-गति काढता येते, ही काटकोन-गति कोणात्मक परिमाणांत म्हणजे अमूक वर्षांत अमूक विकला (सेकंदें) अशी सांगता येते, जर आपणांस ताऱ्यांचे आपणांपासूनचे अंतर ज्यो.५

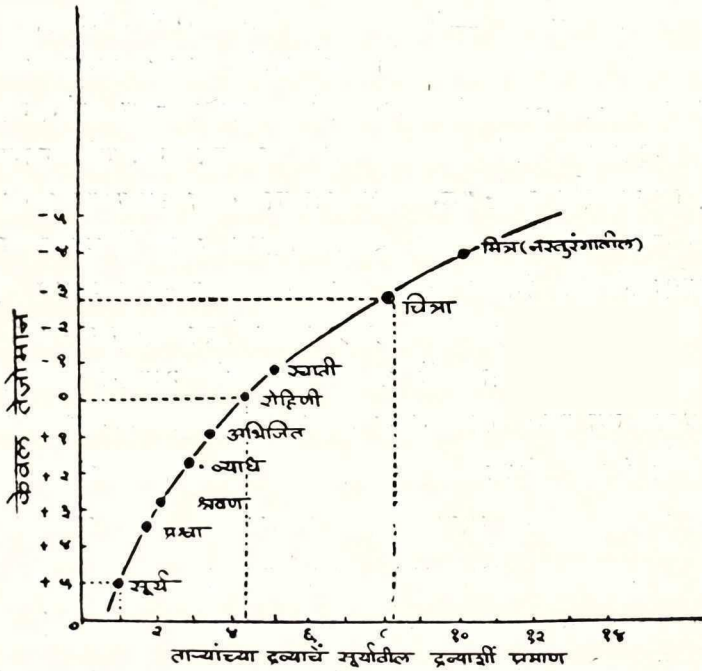
माहीत असलें तर या कोणात्मक परिमाणाचें रूपांतर दर सेकंदास किंवा विकलेस अमुक मैल असें करतां येतें. ताऱ्याची दृष्टिपथांतील गति वर्णलेखाचे साहाय्यानें काढतां येते. एकादा पदार्थ स्थिर असतांना त्याचा वर्णलेख ज्या तऱ्हेचा असतो त्या वर्णलेखांत तो पदार्थ हळू लागल्याबरोबर फरक पडलेला आपणांस दिसतो. हा फरक मुख्यत्वेन कळून वर्णलेखांतील रेषांत पडलेला दिसतो. स्थिर पदार्थाच्या वर्णलेखांत रेषांचें जें स्थान असतें, त्याहून थोड्या भिन्न स्थानीं त्या रेषा तो पदार्थ हळू लागल्याबरोबर जातात. या वर्णलेखांतील रेषांच्या स्थानबदलावरून आपणांस त्या पदार्थाची गति किती व कोणत्या दिशेस आहे, म्हणजे तो पदार्थ आपल्याकडे येत आहे किंवा आपल्यापासून दूर जात आहे, तसेंच त्याचा वेग किती आहे हें काढतां येतें. ताऱ्याची दृष्टिपथांतील गति वर्णलेखांवरून कळते, व त्यांची काटकोन गति प्रकाशचित्रांवरून कळते. या दोन गतींचें ज्ञान झालें म्हणजे अवकाशांतील ताऱ्याच्या वास्तविक गतीचा हिशेब आपणांस करतां येतो. अशा तऱ्हेच्या हिशेबावरून असें दिसून आलें आहे कीं आपल्या आकाशगंगेंतील बहुतेक ताऱ्यांच्या गतीचा वेग दर सेकंदाला सुमारे ८ ते १० मैल असतो. आपणांस सप्तर्षि या तारकाजुंजांतील सर्व ताऱ्यांचे वेग माहीत झाले आहेत. त्यावरून आपणांस असें दिसतें कीं कांहीं हजार वर्षांपूर्वी सप्तर्षीचा आकार आज जसा आपणांस दिसतो तसा नव्हता व कांहीं हजार वर्षांनंतर तो आजच्याहून अगदींच निराळा असेल.

आतां आपण प्रत्येक ताऱ्यांतील द्रव्यसंघ किती असेल म्हणजे त्या ताऱ्यांतील द्रव्यसंघाचें वजन किती असेल याबद्दल वेध घेऊन कोणची माहिती मिळवितां येईल तें पाहूं या. आपला सूर्य हाही एक ताराच आहे. आपली पृथ्वी त्याचे भोंवतीं फिरते. पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतील गतीचें संपूर्ण ज्ञान असल्यानें आपणांस सूर्याच्या द्रव्यसंघाचें वजन काढतां येतें. सूर्याखेरीज इतर कोणच्या ताऱ्यांस, आपल्या सूर्याप्रमाणें ग्रहमाला आहेत हें आपणांस माहीत नाही. शिवाय सूर्याखेरीज इतर सर्वच तारे आपणांपासून इतके दूर आहेत कीं त्यांना जरी ग्रहमाला असल्या तरी

त्या आपणांस दिसणार नाहीत व त्यांच्या गतींचें ज्ञान पण मिळवितां येणार नाही. अशी स्थिति असल्यानें ताऱ्यांच्या द्रव्यसंघाची माहिती मिळविण्यास काय करावें असा विचार ज्योतिर्विदांस पडतो. सुदैवानें असे कांहीं तारे आहेत कीं ते ग्रहांप्रमाणेंच दुसऱ्या ताऱ्याभोंवतीं फिरतात. ग्रहांप्रमाणें दुसऱ्या ताऱ्याभोंवतीं फिरणारा सहचरी तारा, व तो ज्या ताऱ्याभोंवतीं फिरता तो प्रधानतारा अशा दोनच तारांची ही एक प्रकारची सूर्यमालाच बनली आहे असें म्हणाना ! या दोन ताऱ्यांनीं मिळून बनलेल्या ग्रहमालेला आपण तारकायुग्म असें नांव देऊं. आपल्या सूर्यमालेंत ज्याप्रमाणें सर्व ग्रह सूर्याभोंवतीं फिरत असले तरी एकंदर सूर्यमालेस मिळून अवकाशांत फिरण्याची एक निराळीच गति असते, त्याप्रमाणेंच या तारकायुग्माचे बाबतींतही होतें. प्रत्येक युग्मांत एक जास्त वजनदार व जास्त तेजस्वी असा प्रधान तारा असतो. या प्रधान ताऱ्याभोंवतीं कांहीं अंतरावर विशिष्ट गतीनें त्या प्रधान ताऱ्याहून हलकी व कमी तेजस्वी अशी त्याची सहचरी तारा फिरत असते. ही सहचरी तारा प्रधान ताऱ्यापासून किती अंतरावर आहे व ती प्रधान ताऱ्याभोंवतीं कोणच्या गतीनें फिरत आहे हें आपणांस कळलें कीं गुरुत्वाकर्षणाचे नियम लावून त्या तारकायुग्माचा द्रव्यसंघ सूर्याच्या वजनाच्या अमूक पट आहे हें काढतां येईल. ही माहिती मिळविण्यास तारकायुग्माचें आपणापासूनचें अंतर पहिल्यानें ठरवावें लागतें. नंतर फोटो घेऊन त्या दोन ताऱ्यांतलें अंतर व त्यांची परस्परांभोंवतालची गति ठरवितां येते. ही माहिती मिळविल्यावर आपणांस असें दिसून येतें कीं, सहचरी तारेची प्रधान ताऱ्याभोंवतीं फिरण्याची कक्षा पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतीं फिरण्याच्या कक्षेप्रमाणें लंबवर्तुळाकारच असते. साहजिकच या तारकायुग्माच्या गतीस, सूर्यमालेंतील ग्रहांच्या गतीकरतां क्लेप्लरनें सांगितलेलें नियम लावतां येतात. हे क्लेप्लरचे नियम लावून आपणांस त्या तारकायुग्माचा द्रव्यसंघ सूर्याच्या द्रव्यसंघाच्या किती पट आहे हें सांगतां येतें. तसेंच आपणांस सहचरी तारेची प्रधान ताऱ्याच्या भोंवतीं

गति माहीत असल्यास सहचरी व प्रधान या प्रत्येक ताऱ्याचा द्रव्यसंघ कित्ती असेल याचाही पण हिशेब करतां येतो.

तारकायुग्माचे द्रव्यसंघ काढण्याच्या या रीतीमध्ये आपणास तारकायुग्माचें आपणांपासूनचें अंतर, त्यांचें परस्परांमधील अंतर व सहचरी तारा प्रधान ताऱ्याभोंवती फिरण्यास कित्ती वेळ लागतो या तीन गोष्टींची माहिती असावी लागते. या तिहींपैकी एकाद्या गोष्टींतसुद्धां ज्या प्रमाणांत चूक होईल त्या प्रमाणांत आपल्या हिशेबांत चूक होईल व द्रव्यसंघाचा आपण केलेला अदमास चुकेल. या तीनही गोष्टींची अगदीं बिनचुक माहिती आपणांस सुमारें दोनशें तारकायुग्मांबद्दल मिळाली आहे व या तारकायुग्मांचे व



आकृती ५- ताऱ्यांचें केवल तेजोमान व त्यांच्यांतील द्रव्यसंघ यांचा संबंध दाखावणारा आराखडा.

त्यांतील प्रत्येक ताऱ्याचे द्रव्यसंघ आपणांस माहिती झालेले आहेत, या ताऱ्यांचे द्रव्यसंघ व त्यांतील प्रत्येकाची तेजस्विता यांचा विचार करतांना एडिंग्टनला एक महत्वाची गोष्ट कळली. ती म्हणजे जास्त द्रव्यसंघ असलेले तारे जास्त तेजस्वी असतात; व कमी द्रव्यसंघ असलेले तारे कमी तेजस्वी असतात. एडिंग्टनने १९२४ सालीं अशा सुमारे २०० ताऱ्यांचे द्रव्यसंघ व त्यांची तेजस्विता यांतील संबंध दाखविणारा आराखडा तयार केला. (आकृती ५ पहा) सध्या या आराखड्याचा उपयोग करून ज्या ताऱ्याची तेजस्विता आपणांस माहिती असेल त्याचा द्रव्यसंघ किती आहे हें ठरवितात.

या प्रकरणांत आपण ताऱ्यांची माहिती मिळविण्याच्या कांहीं युक्त्यांचा विचार केला. माहिती मिळविण्याच्या आणखी युक्त्या व जास्त माहिती देणारे पदार्थविज्ञान शास्त्राचे कांहीं नियम यांचा आपण २१ व्या प्रकरणांत विचार करूं. या संबंधांत एक गोष्ट प्रामुख्याने आपल्या लक्षांत येते. ती म्हणजे ज्योतिर्विद आकाशस्थ ज्योतींची सर्वच माहिती त्या ज्योतींपासून आपणांस मिळणाऱ्या प्रकाशाच्या साहाय्याने मिळवितात. प्रत्येक तारा किती थोडा प्रकाश आपणाकडे धाडतो हें लक्षांत आणलें कीं ज्योतिर्विदांचें काम किती अवघड आहे याची आपणांस सहज कल्पना येते. हें काम करण्यास ज्योतिर्विदांस सुतानें स्वर्गाला जाणाऱ्या माणसासारखा सुताचा सुद्धा आधार नसतो, तर सुतापेक्षां सुद्धा वारीक अशा प्रकाशकिरणांचाच आधार घेऊन त्याला स्वर्गस्थ ज्योतींची माहिती मिळवावी लागते.

प्रकरण ६ वें

रजनी वल्लभ

मलिनमपि हिमांशोर्लक्ष्म लक्ष्मीं तनोति ।

.....

किमिव हि मधुराणां मंडनं नाकूर्तानाम् ॥

(शशिमार्जी लांछनाची बहु शोभा दिसते,

.....

जातीच्या सुंदरांना कांहींही चालतें ।)

शाकुंतल

आकाशस्थ सर्व तेजांमध्ये चंद्रासारखें मनाचें आकर्षण करणारें दुसरें तेज नाही. कालिदासानें म्हटल्याप्रमाणें त्याला शोभाच देणारें त्याचें लांछन, त्याची सौम्य आणि शीतल चंद्रिका, २७ नक्षत्रांमधून त्याची शीघ्र गति व कांहीं तारांशीं त्याचा अतिनिकट समागम, त्याच्या त्रिंवाची क्षयवृद्धि, एका रात्रीं त्याचें अगदीं अदर्शन आणि एका रात्रीं पूर्णतेजानें रात्रभर दिसणें, ह्या गोष्टींनीं अनेक कल्पनातरंग उद्भवले आहेत; विलक्षण समजुती पडल्या आहेत; नानाप्रकारच्या कथा रचल्या आहेत; कालगणनेचें साधनही ह्या गोष्टींत आहे; आणि ज्योतिःशास्त्राकडे मनुष्याची प्रवृत्ति होण्यास ह्याच गोष्टी कारण झाल्या आहेत. सारांश ह्या गोष्टींपासून मनोरंजक आणि उपयुक्त असे अनेक परिणाम झाले आहेत.

सर्व नक्षत्रांतून चंद्राची एक प्रदक्षिणा होण्यास मध्यम मानानें सुमारें २७ दिवस १९ घटिका लागतात. कधीं याहून कांहीं घटिका कमी लागतात, कधीं जास्त लागतात. अशा कमजास्त मानांच्या सरासरीनें काढिलेलें जें मान त्यास ज्योतिःशास्त्रांत मध्यम म्हणतात. एका तारेजवळ एकदां चंद्र दिसला तर पुनः वर लिहिलेल्या काळानें तो तेथें येईल. या

काळास नाक्षत्रमास म्हणतात. २७ नक्षत्रांतून कांहींच्या दक्षिणेकडून नेहमी चंद्र जातो; कांहींच्या उत्तरेकडून जातो; आणि बाकी कृत्तिका, रोहिणी, पुष्य, मघा, चित्रा, विशाखा, अनुराधा, ज्येष्ठा, पूर्वाषाढा, उत्तराषाढा, शतभिषक, रेवती, यांचें तो कधीं कधीं आच्छादन करितो, असें मार्गें सांगितलेंच आहे. ह्या आच्छादनास पिधान असें म्हणतात. कृत्तिका इत्यादि नक्षत्रांच्या ज्या तारा बारीक आहेत त्यांचें पिधान चंद्र करित असला तरी तो त्यांच्याजवळ येण्यापूर्वीच पांचसात अंशावर आहे तोंच त्या तारा नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतनाशा होतात. दुसऱ्या किंवा तिसऱ्या प्रतीच्या ताराही चंद्र एकदोन अंशावर आहे तोंच दिसतनाशा होतात. मघा, ज्येष्ठा, चित्रा, रोहिणी, ह्या पहिल्या प्रतीच्या तारा मात्र चंद्र अगदीं जवळ येईपर्यंत दिसत असतात. चंद्राची लहानमोठी कोर किंवा पूर्ण चंद्र एका वाजूकडून पहिल्या प्रतीच्या तारांचें पिधान करण्यास येत येत येतो; अगदीं जवळ आल्यावर त्याची पूर्वेकडील कडा तारेस अगदीं लागल्यासारखी दिसते; लागलीच ती तारा चंद्रविवाच्या आड नाहींशी होते; घटिका दोन घटिका तारा तशीच लोपलेली असते, आणि मग चंद्राच्या पश्चिमेकडील अंगानें बाहेर पडते. हा देखावा फार मनोहर दिसतो. रोज सरासरी पांच सहा तारांचें पिधान चंद्र करितो. परंतु त्यांतल्या तेजस्वी तारांचें मात्र पिधान नुसत्या डोळ्यांनीं चांगलें पहाण्यास सांपडतें. मघा, ज्येष्ठा, चित्रा, रोहिणी ह्या पहिल्या प्रतीच्या तारा आहेत. त्यांतही क्रमानें त्या एकीहून एक जास्त तेजस्वी आहेत. रोहिणी सर्वांत तेजस्वी आहे. यामुळें चंद्र सर्वाहून तिच्या फारच जवळ येईपर्यंत ती दिसत असते. अर्थातच तिचें पिधान सर्वाहून मनोहर दिसतें. हीच गोष्ट चंद्राची रोहिणीवर अति प्रीति आहे या समजुतीचें कारण होय. कधीं कधीं बुधशुक्रादि ग्रहही चंद्राच्या सपाठ्यांत सांपडून त्यांचेंही पिधान चंद्र करतो.

चंद्राच्या योगानें कांहीं तारांचें पिधान कां होतें हें आपण पाहूं. चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरतो, म्हणजे तो पृथ्वीचा उपग्रह आहे. तो पृथ्वी-भोंवतीं क्रांतिवृत्तांतून फिरत नाहीं. त्याची कक्षा क्रांतिवृत्तास छेदिते.

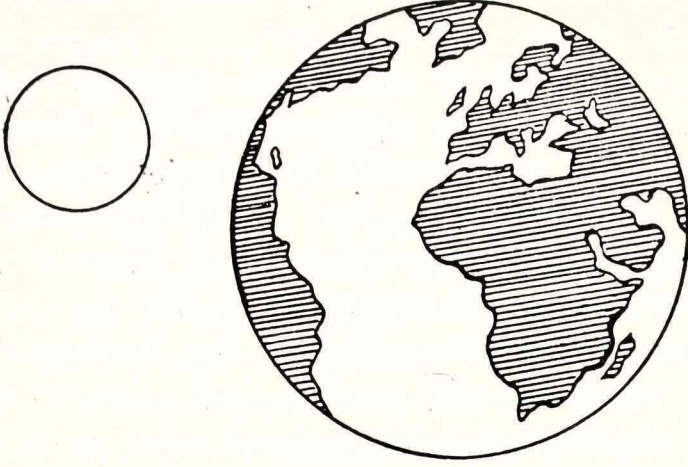
त्या दोहोंच्यामध्ये सुमारे सवापांच अंशांचा कोन आहे. यामुळे चंद्र-कक्षेचा अर्धाभाग क्रांतिवृत्ताच्या उत्तरेस सुमारे सवापांच अंशांपर्यंत व अर्धाभाग दक्षिणेस सवापांच अंशांपर्यंत असतो. म्हणून चंद्र नेहमी क्रांतिवृत्ताच्या दक्षिणेस किंवा उत्तरेस सवापांच अंशांत असतो. खस्थ पदार्थापासून क्रांतिवृत्तापर्यंत जें अंतर त्यास शर म्हणतात. हें अंतर त्या खस्थापासून क्रांतिवृत्तावर लंब काढून त्यानें मोजितात. चंद्राचा शर सवापांच अंशांपर्यंत असतो. क्रांतिवृत्त आणि चंद्रकक्षा ह्यांच्या दोन पातत्रिंदूस अनुक्रमेण राहु आणि केतु म्हणतात. राहूमध्ये किंवा केतूमध्ये चंद्र असतो तेव्हां अर्थातच क्रांतिवृत्तापासून त्याचें अंतर मुळींच नसतें. म्हणजे त्यावेळीं शर शून्य असतो. क्रांतिवृत्ताच्या आसपास सवापांच अंशांच्या आंत ज्या तारा आहेत, म्हणजे ज्यांचा शर सवापांच अंशांहून जास्त नाही, त्यांचें पिधान चंद्र करितो. परिशिष्ट १ ह्यांत तारांची क्रांति दिली आहे. विषुववृत्तापासून क्रांतिवृत्ताचें परम अंतर सुमारे २३॥ अंश आहे. आणि चंद्र कधी ह्याच्या दक्षिणेस किंवा उत्तरेस असतो. म्हणून चंद्राची परम क्रांति कधी सुमारे २८॥ अंश होते, कधी सुमारे १८॥ अंशच होते. याहून जास्त ज्यांची क्रांति असेल त्या तारांचें पिधान कधीही होण्याचा संभव नाही. चंद्रकक्षा आणि क्रांतिवृत्त यांचे पात म्हणजे राहु केतु हे स्थिर नाहीत; त्यांस गति आहे. (आणि म्हणूनच हे आमच्या ज्योतिषांत ग्रह कल्पिले आहेत. वस्तुतः हे दृश्य किंवा द्रव्य-घटित पदार्थ नाहीत.) ते सुमारे १८॥ वर्षांत क्रांतिवृत्तांत एक फेरा करितात. यामुळे क्रांतिवृत्ताच्या कोणत्याही विंदूशीं चंद्राचा शर सर्वदा सारखा नसतो. कधी शून्य असतो, कधी सवापांच अंशांपर्यंत असतो. यामुळे एका तारेचें पिधान चंद्र एकदां करूं लागला म्हणजे सुमारे २ वर्षे करितो; पुढें करीनासा होतो. तो पुनः १८॥ वर्षांनीं करूं लागतो. ज्या तारा क्रांतिवृत्तावर किंवा त्याच्या अगदीं जवळ आहेत त्यांचें पिधान तो १८॥ वर्षांत दर खेपेस दोन दोन वर्षे असें दोनदां करितो. वर ज्या नक्षत्रांचें पिधान चंद्र करितो असें सांगितलें त्यांतील बहुतेकांच्या सर्व तारांचें पिधान तो १८॥ वर्षांत केव्हां ना केव्हां तरी

करितो. जेव्हां करीत नाही, तेव्हां त्यांच्या उत्तरेकडून किंवा दक्षिणेकडून जातो.

अमावास्याच्या दिवशी चंद्र हा सूर्याजवळ असतो, ही वास्तविक स्थिति वेदांत^१ वर्णिलेली आहे. तसेंच आदित्य चंद्रास किरण देतो असेही वेदांत स्पष्ट म्हटलेले आढळते. चंद्रास प्रकाश आदित्य देतो, आणि तो प्रकाश कमीही करितो तोच. यामुळे, आणि आदित्य हा शब्द प्रथम सूर्याचा मात्र वाचक असलेला भागाहून सर्व देवांचा वाचक झाला यामुळे, चंद्राच्या कला देव प्राशन करतात अशी कथा उद्भवली, असे दिसते. वेदोत्तरकालीन ज्योतिषग्रंथांत तर चंद्रकलावृद्धिक्षयाचे वास्तविक कारणच दिले आहे. वराहमिहिर म्हणतो. 'आरशावर पडलेले सूर्यकिरण मंदिरांत प्रकाश पाडतात. त्याचप्रमाणे चंद्रावर पडलेले सूर्यकिरण रात्रीच्या अंधाराचा नाश करितात.'

पृथ्वीपासून चंद्राचे मध्यम अंतर २, ४०, ००० मैल आहे. कधी ते याहून १९ हजार मैल कमी होतें, कधी जास्त होतें. इतक्या अंतरावरून चंद्र आपल्या पृथ्वीभोवती फिरत असतो. आपल्या पायापासून पृथ्वीच्या मध्यबिंदूपर्यंत अंतर सुमारे ४ हजार मैल आहे. म्हणजे भूगोलाची त्रिज्या इतकी आहे. हिच्या साठपट चंद्र दूर आहे. असे आहे तरी त्याच्या-इतके आपल्या जवळ आकाशांतले दुसरे कोणतेच तेज नाही म्हटले तरी चालेल. वीज, मेघ इत्यादि चमत्कार पृथ्वीच्या वातावरणांत होतात. पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून वर सुमारे ८० मैलपर्यंत वायु आहे. ह्या वायूचे वेष्टन सर्व पृथ्वीला आहे; त्या वेष्टनाला वातावरण म्हणतात. वातावरण-प्रदेशाला वेदांत अंतरिक्ष असे म्हटले आहे. मेघ, इंद्रधनुष्य इत्यादि चमत्कार ज्या प्रदेशांत होतात त्यास अंतरिक्ष, आणि चंद्रसूर्यादि गोल ज्यांतून फिरतात त्यास द्यु, आकाश इत्यादि संज्ञा देणे हे सोईचे आहे. पृथ्वीपासून चंद्राचे जे अंतर त्याहून कमी अंतरावर एकादा धूमकेतु किंवा उल्का मात्र येण्याचा संभव आहे. बाकी कोणताही ग्रह वगैरे ह्या अंतराच्या शंभर पटीच्या आंत कधीही येत नाही.

१ ऐतरेय ब्राम्हण, ४०, ५, २. तैत्तिरीय संहिता, २, ४, १४ आणि ३, ४, ७



आकृती ६—पृथ्वी आणि चंद्र यांचे सापेक्ष आकार.

चंद्राचा व्यास सुमारे २१६० मैल आहे. म्हणजे पृथ्वीच्या व्यासाच्या चौथ्या हिस्शाहून थोडा जास्त आहे. पृथ्वी व चंद्र यांचे सापेक्ष आकार आकृती ६ मध्ये दाखविले आहेत. पृथ्वीच्या पृष्ठाचे क्षेत्रफळ चंद्राच्या पृष्ठभागाच्या १३ पट आहे. चंद्राच्या आकाराच्या सुमारे ४९ पट पृथ्वी मोठी आहे. आणि चंद्राच्या ८१ पट पृथ्वीचे वजन आहे. चंद्रावर गुरुत्वाकर्षणाचा जोर फारच कमी असतो. पृथ्वीवर दिसून येणाऱ्या गुरुत्वाकर्षणाच्या तो फक्त $\frac{1}{6}$ इतकाच असतो.

आपण कोणताही गोल पाहिला असता त्याचा अर्धाभाग मात्र आपल्यास दिसतो. त्याप्रमाणे सूर्यास चंद्राचे अर्धे मात्र दिसते. या सूर्यास दिसणाऱ्या अर्धावर प्रकाश असतो. गुरुत्वाकर्षणामुळे चंद्रगोलाची एकच बाजू—म्हणजे एकच अर्ध-पृथ्वीकडे वळलेली असते. आपणांकडे वळलेल्या अर्धापैकी जेवढ्या भागावर सूर्याचा प्रकाश पडलेला असेल तेवढाच भाग आपणांस प्रकाशित दिसतो. चंद्र पृथ्वीभोवती फिरता फिरता एकदा पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यामध्ये असतो, तेव्हा त्याचे प्रकाशित अर्धे

सगळें सूर्याकडे असतें. या वेळीं अमावस्या होते. पुढें चंद्र पूर्वेकडे जात चालला म्हणजे त्याचा अधिक अधिक प्रकाशित भाग आपल्याकडे होतो. पूर्णिमेच्या रात्री तो व सूर्य यांच्यामध्ये आपण असतो, म्हणून त्याचा सगळा प्रकाशित भाग आपलेकडे असतो. यामुळें तो आपल्यास पूर्ण दिसतो. पुढें तो आणखी पूर्वेस जातो तसतसें त्याचें विंब पश्चिमेकडून क्रमानें अधिकाधिक अप्रकाशित दिसूं लागतें. याप्रमाणें त्याच्या कला जास्तीकमी होतात. (प्रकरण १२ आकृती १० प्रमाणें.) शुक्रपक्षां आरंभीं चारपांच रात्रीं चंद्रकोर लहान असते तेव्हां त्याच्या वर्तुळाचा बाकीचाही भाग फिकट दिसत असतो. पृथ्वीचा प्रकाश चंद्रावर पडून त्याचें परावर्तन आपलेकडे होतें म्हणून तो दिसतो. पूर्णिमेच्या रात्रीं आपणांस चंद्र फार तेजस्वी आहे असें वाटतें. परंतु तो स्वयंप्रकाश नाही, तर त्याच्यावर पडलेल्या व त्याच्या पृष्ठभागापासून परावर्तित झालेल्या सूर्यकिरणांच्या योगानें तो चकाकित दिसतो. पूर्णिमेच्या चंद्राच्या सहा लक्षपट तेजस्वी प्रकाश सूर्याचा आहे. चंद्राच्या पृष्ठभागावरून किरणांचें परावर्तन फारच कमी प्रमाणांत होते. चंद्रावर सूर्याचा जो प्रकाश पडतो त्यापैकी $\frac{1}{10}$ तो शोषून घेतो, व फक्त $\frac{1}{10}$ प्रकाश तो परावर्तित होऊं देतो. चंद्रापासून मिळणाऱ्या परावर्तित प्रकाशावरून व त्या परावर्तित प्रकाशाच्या गुणधर्मावरून असें अनुमान निघतें कीं चंद्राच्या पृष्ठभागावर तपकिरी, राखी रंगाचे मुरुमासारखे खडक व भुगा झालेली मुरुमासारखी ज्वालामुखीची राख असावी.

अमावास्येच्या दुसऱ्या किंवा तिसऱ्या दिवशीं चंद्रदर्शन होतें. तेव्हां चंद्राची अगदीं बारीक कोर दिसत असते. तिच्या टोंकांची त्यावेळीं फार मौज दिसते. त्या टोंकांस शृंगें म्हणतात. असुक शृंग उंच दिसलें म्हणजे महर्घता किंवा स्वस्तता होईल वगैरे समजुती आहेत. कोणतें टोंक उंच दिसावें हें आपल्यास सहज समजेल. चंद्राच्या ज्या अंगास सूर्य असतो तें अंग प्रकाशित असतें. अर्थात् त्याच्या उलट बाजूस शृंगें असतात. चंद्रदर्शनाच्या दिवशीं सूर्य जेथें मावळतो, त्याच्या वर अगदीं समोरच चंद्र असला तर दोन्ही शृंगें सारखीं उंच दिसतात. सूर्याच्या

उत्तरेस चंद्र असला तर दक्षिणेचें टोंक उंच दिसेल, उत्तरचें खालीं दिसेल. याप्रमाणें दक्षिणेस चंद्र असला तर दक्षिण टोंक खालीं व उत्तरचें उंच दिसेल. इंग्लंड वगैरे देशांत कधीं चंद्र इतका वाजूस उगवतो कीं त्याच्या एका शृंगाच्या अगदीं समोर वर दुसरें शृंग दिसतें. वद्य त्रयोदशीचतुर्दशीच्या सुमारास चंद्र पहाटेस सूर्योदयापूर्वीं दिसतो, तेव्हांही असेंच होतें. सूर्य जिकडे असेल तिकडचा भाग प्रकाशित दिसून त्याच्या उलट वाजूस शृंगें दिसतात.

चंद्राच्या कला वाढूं लागल्यापासून सुमारे १५ दिवसांनीं तो पूर्ण होतो. चंद्र एकदां पूर्ण झाल्यापासून पुनः पूर्ण होईपर्यंत किंवा एका रात्री मुळींच न दिसल्यापासून पुनः दिसनासा होईपर्यंत सुमारे ३० दिवस जातात. इतक्या काळास चांद्रमास म्हणतात. कारण तो चंद्राच्या योगानें समजतो. दिवस समजण्याचें स्वाभाविक साधन जसें सूर्योदय, तसें चंद्राचें पूर्ण होणें किंवा अगदीं न दिसणें हें चांद्रमास समजण्यास स्वाभाविक साधन आहे. यामुळें जगांत हा मास प्रथम प्रचारांत आला असला पाहिजे. इतर प्रकारचे मास मागाहून प्रचारांत आले. महिन्याहून मोठें कालाचें ईश्वरनिर्मित माप म्हटलें म्हणजे एकदां पावसाळा किंवा कोणताही ऋतु आल्यापासून पुनः तो ऋतु येईपर्यंत जाणारा काल. ह्या कालास वर्ष म्हणतात. हा शब्द वर्ष म्हणजे वृष्टि यावरून झाला आहे. हें वर्ष सूर्यापासून समजतें, म्हणून ह्यास सौरवर्ष म्हणतात. आणि त्याच्या बाराव्या भागाला सौरमास म्हणतात. सुमारे १२ चांद्रमासांनीं वर्ष होतें, असें प्रथम मनुष्यास वाटलें असावें. परंतु सूक्ष्मपणें पाहतां १२ मासांहून ११ दिवस जास्त लागूं लागलें; म्हणून काहीं लोक मध्ये एक अधिक मास घालून सौरवर्षाशीं मेळ ठेवूं लागले. प्राचीन खाल्डियन लोकांत चांद्रमानाचें प्राधान्य होतें. मुसलमानांत अजूनही आहे. ते बारा चांद्र-

* एकदां पूर्णिमा किंवा अमावस्या झाल्यापासून पुढें ५९ दिवसांत दोन पूर्णिमा किंवा अमावस्या होतात. म्हणजे चांद्रमासाचें मान सुमारे २९½ दिवस आहे.

मासांचेंच वर्ष धरितात. आम्ही अधिकमास धरून चांद्र आणि सौर या दोहोंचा मेळ ठेवितों. युरोपियन लोक चांद्रमास हल्लीं मुळींच धरित नाहींत. सौरमास घेतात. असो, यावरून अति प्राचीन काळां चंद्र हा कालगणनाचें स्वाभाविक साधन कसा झाला हें दिसून येईल. तसेंच ज्योतिःशास्त्राकडे मनुष्याचें लक्ष लागण्यास मुख्य कारण चंद्रच होय.

चंद्र पृथ्वीभोंवतीं फिरत फिरत सूर्याभोंवतीं फिरतो. नक्षत्रांतून त्याची एक प्रदक्षिणा सुमारे २७। दिवसांत होते. पृथ्वी स्थिर असती तर इतक्याच काळांत चंद्राची पृथ्वीप्रदक्षिणा झाली असती. परंतु इतक्या काळांत पृथ्वी थोडीशी पुढें जाते, म्हणून प्रदक्षिणेस सुमारे २९।। दिवस लागतात. पृथ्वीभोंवतीं चंद्र जितक्या काळांत फिरतो तितक्याच काळांत तो आपल्या आंसाभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करतो. यामुळें असा चमत्कार होतो कीं, चंद्राचा अर्धाभाग मात्र आपल्यास नेहमीं दिसतो. दुसरा अर्धाभाग मुळींच दिसत नाहीं. चंद्राकडे सूक्ष्म रीतीनें पाहिलें असतां सामान्यतः त्याजवरील डाग नेहमीं जेथल्या तेथेच दिसत असतात. (चित्रांक ६ पहा.) यावरून हीच गोष्ट सिद्ध होते. परंतु चंद्रविवास थोडेसें आंदोलन आहे. यामुळें चंद्राचा निम्मेहून सुमारे एकदशांश जास्त भाग आपणांस कधीं कधीं दिसतो. पृथ्वीच्या गुरुत्वाकर्षणानें चंद्राची एकच बाजू आपणाकडे वळलेली असते. तर चंद्राच्या गुरुत्वाकर्षणानें पृथ्वीवर समुद्रांत भरती व ओहोटी होतात. भरतीओहोटीमुळें पृथ्वीची अक्षप्रदक्षिणेची गति हळूहळू कमी होत आहे. हें कार्य अत्यंत सावकाश घडून येत आहे. पण शेवटीं खूप दिवसांनीं म्हणजे करोडो वर्षांनीं ती गति इतकी सावकाश होईल कीं, पृथ्वीचा एकच एक भाग चंद्राकडे वळून राहील.

चंद्राला आंसाभोंवतीं फिरण्यास २९।। दिवस लागतात, यामुळें आणखी एक चमत्कार होतो. पृथ्वी २४ तासांत अक्षप्रदक्षिणा करते म्हणून पृथ्वीवर २४ तासांचे अहोरात्र असतें. याच्या २९।। पट चंद्रावरील अहोरात्र आहे. त्यांत सुमारे १४।। दिवसांइतका चंद्राचा दिवस आणि तेवढीच रात्र. १५ दिवस खुशाल झोंप काढावी.

चंद्राच्या आकाशांत १५ दिवस एकसारखा सूर्य प्रकाशित असतो. त्यामुळे चंद्रावर तेव्हां उष्णता किती उत्पन्न होत असेल ह्याची कल्पना करावी. उन्हाळ्यांत आपलेकडे फार तर १३ तास सूर्य दिसतो, तरी उष्णता असह्य होते. मग पंधरा दिवसांनी काय अवस्था व्हावयाची ! दिवसास उष्णता अत्यंत तर रात्री थंडीही तशीच. सूर्य मावळल्यावर दिवसास जमलेली उष्णता लवकरच नाहीशी होते. आणि मग इतकी थंडी पडते की, आपल्यास तिची कल्पनाहि करतां येणार नाही. एवढ्या दीर्घ दिवशी चंद्रावरील खडक अतिशय तापतात व उष्णतामान १२०° सेंटिग्रेड होतें. पाणी १००° सेंटिग्रेड उष्णतामान झालें कीं उकळूं लागतें, हें लक्षांत ठेविलें कीं या उष्णतामानाची कल्पना येईल. चंद्राच्या प्रदीर्घ रात्री तेथील खडक अतिशय थंड होतात व त्याचे उष्णतामान-१५०° सेंटिग्रेड इतकें कमी होतें. उष्णतामानाच्या या विलक्षण बदलांत चंद्रावर पाणी कोठचें राहणार व जीव तरी कसे जगणार. चंद्रग्रहणाचे वेळीं तर उष्णतामानांत फारच झपाट्यानें बदल झालेला दिसतो एका खग्रास ग्रहणांत फक्त १ तासाचें अवधीत उष्णतामान + ७०° सेंटिग्रेड पासून -८०° सेंटिग्रेड पर्यंत कमी झालें. असे हे परमावधीचे व फारच जलद होणारे उष्णतामानाचे फरक ज्या गोलांवर वातावरण अजिवातच नाही, अशा गोलांवरच आढळून येतात. म्हणजे चंद्रावर वातावरण अजिवात नाही. अर्थातच तेथे वारे पण नाहीत. आवाज हा वातावरणामुळेच आपणांस ऐकूं येतो. वातावरणच नाही तर आवाज कोठचा. याचाच अर्थ चंद्र हा पूर्ण शांत असा गोल आहे व त्यावर निःशब्द स्तब्धता पसरली आहे.

नुसत्या डोळ्यांनीं चंद्र इतका आल्हादकारक दिसतो, तो दुर्बिणींतून फारच मनोहर दिसत असेल हें उघड आहे. दुर्बिणींतून पूर्णचंद्र पाहण्याची फार मौज आहेच, परंतु त्याहूनही अधिक मौज शुक्र किंवा कृष्ण अष्टमीच्या सुमाराचा चंद्र पाहण्याची आहे. त्याचें तें तेजःपुंज विंय, सुवर्णाहूनही विलक्षण तेजस्वी असा त्याचा प्रकाश, मधून मधून काळसर प्रदेश, त्यांत मध्येच एकादा मोठा प्रकाशित ठिपका असून त्यापासून

किरणांच्या हजारों रेधा फुटून दिसणारें चक्र, आणि या सर्वांहूनही मनोवेषक अशी विंवाच्या अप्रकाशित भागाकडे पसरलेली लहान लहान दाट तेजोवलये, जीं मधल्या व भोंवतालच्या काळसरपणामुळे विशेषच चमकत असतात, हें सर्व पाहत असतां चंद्रावरून दृष्टि हालवूं नये असें वाटतें. (चित्रांक ६ पहा).

दुर्बिणींतून चंद्र हा आपणांस पुष्कळसे डोंगर व दऱ्या असल्या-सारखा दिसतो. चंद्रावर पर्वतांच्या मोठ्या रांगा दिसतात. त्यांपैकी सर्वांत मोठ्या व स्पष्ट दिसणाऱ्या रांगेस अँपिनाईन्स असें नांव दिलें आहे. (चित्रांक ४ पहा.) चंद्रावर वातावरण नसल्याने आपणांस या डोंगरांच्या सांबल्या स्पष्ट दिसतात व अशा सांबल्यांच्या लांबीवरून चंद्रावरील डोंगरांची उंची ठरावितां येते. डोंगराखेरीज चंद्रावर देवींच्या वणांसारख्या मोठमोठ्या चक्राकार खुणा दिसतात. या चक्राकार खुणां-जवळ पण चक्राकार सांबल्या दिसतात. ह्यांवरून हे चक्राकार डोंगर असावेत असें वाटतें. पृथ्वीवर ज्वालामुखी पर्वतांच्या मुखावरून विमानांत वसून गेलें असतां जसें दृश्य दिसतें, अगदीं तसेच हे चक्राकार डोंगर दुर्बिणींतून दिसतात. चंद्रावरील चक्राकार डोंगर पृथ्वीवरील ज्वलत् पर्वतांच्या मुखासारखें दिसतात म्हणून त्यांना ज्वालामुखी म्हण-ण्याची पद्धत पडली आहे. यांपैकी बहुतेक ज्वालामुखींच्या तोंडाचा व्यास १।२ मैलांपेक्षां जास्त नाही, परंतु कांहींच्या मुखांचा व्यास यांहून पुष्कळच जास्त आहे. अशा एका मोठ्या ज्वालामुखीस कोपरनिकस (चित्रांक ४) असें नांव दिलें गेलें आहे. त्याच्या मुखाचा व्यास सुमारे ५० मैल आहे व कोटाची भिंत बाहेरच्या प्रदेशाच्या सपाटीपेक्षा सुमारे ११ ते १२ हजार फूट उंच आहे. पुष्कळ ठिकाणीं मोठ्या ज्वालामुखींमध्ये लहान ज्वालामुखी आढळतात. तर कांहीं ठिकाणीं एका ज्वालामुखीच्या तोंडाची भिंत दुसऱ्याच्या तोंडाच्या भिंतीमध्ये घुसलेली आढळते. यावरून एवढेंच अनुमान निघतें कीं, हे निरनिराळे ज्वालामुखी निरनिराळ्या काळीं ततरस टाकीत असावेत. एक थंड होऊन पुष्कळ काळ लोटल्या-नंतर दुसरा जागृत झाला असावा. हे चक्राकार डोंगर पृथ्वीवरील ज्वाला-

मुखांसारखे दिसतात म्हणून त्यांस आपण ज्वालामुखी म्हणतो. परंतु चंद्रावरील हे चक्राकार डोंगर खरोखरच ज्वालामुखी आहेत असें अद्याप नक्की ठरलें नाहीं. जर हे खरेच ज्वालामुखी असतील तर चंद्रावरील गुरुत्वाकर्षणाचा जोर पृथ्वीवरील गुरुत्वाकर्षणाच्या फक्त $\frac{1}{6}$ असल्यानें चंद्रावर तप्तस सहापट दूर फेंकला जाईल व चंद्रावरील ज्वालामुखांचा व्यास पृथ्वीवरील ज्वालामुखांच्या व्यासाच्या सहापट असेल. साधारणपणे चंद्रावर अशीच स्थिति असते व चंद्रावरील ज्वालामुखांचा व्यास पृथ्वीवरील ज्वालामुखांच्या व्यासाच्या ५।६ पट असतो तरीसुद्धां ५० ते १०० मैल व्यासाची विस्तीर्ण चक्राकार मुखें कशीं बनलीं असावीत हा प्रश्न अनिर्णीत राहतोच. या प्रश्नाचें उत्तर देण्याचा प्रयत्न पुढील तऱ्हेनें केला आहे. पृथ्वीवर जसा रात्रंदिवस उल्का आणि अशनी यांचा भडिमार होत असतो, त्याप्रमाणेंच चंद्रावर पण अशनींचा वर्षाव होत असावा. पृथ्वीवर ८० मैल वातावरण असतें व वातावरणाचे योगानें पृथ्वीच्या पृष्ठावर येईपर्यंत बहुतेक अशनींचा चुरा होऊन जातो. तरीसुद्धां एकादा फार मोठा अशनी पृथ्वीवर पडूं शकतो व मोठा खड्डा पाडूं शकतो. असा मोठा अशनी अमेरिकेंत एरिझोना येथें पडला आणि त्यानें १ मैलापेक्षां जास्त व्यासाचा व ६०० फूट खोलीचा खड्डा तयार केला. (चित्रांक ५ पहा) चंद्रावर वातावरण अजिवातच नाहीं. त्यामुळें चंद्रावर पडणाऱ्या अशनींवर वातावरणाचा परिणाम होत नाहीं; म्हणून ते पृथ्वीवर पडणाऱ्या अशनींच्या मानानें फार मोठे असतात, व त्यांच्या पडण्यामुळें चंद्रावर मोठमोठी चक्राकार भगदाडें पडणें शक्य आहे. काहीं अशनी चंद्राचा पृष्ठभाग अगदीं थंड होण्याच्या अगोदर पडले असणारच. या स्थितींत अशनीपातानें नुसता मोठा खड्डाच होणार नाहीं तर खड्ड्याभोंवतीं पुष्कळशा चिरा पडतील. या चिरा मोठ्या असल्यास त्या दुर्विर्णीतून प्रकाशित रेषांसारख्या दिसतील, व त्या चक्राकित रेषा ज्वालांमुखांतून वाहेर पडणारे किरणच आहेत असें वाटेल. चंद्रावर दुर्विर्णीतून असें किरण खरोखरच दिसतात.

पृथ्वीचा पृष्ठभाग सपाट नाहीं. तेथें डोंगर आणि दऱ्या आहेत. व

या गोष्टी पृथ्वीवर पाणी आणि वातावरण यांचा परिणाम होऊन तयार झालेल्या आहेत. चंद्र आपल्या इतका जवळ आहे की त्यावरील लहानसा पाण्याचा सांठा दुर्बिणीतून आपणास खात्रीने दिसला असता. चंद्रावर पाणी नाही, समुद्र नाहीत, नद्या नाहीत व वातावरण नाही; तरीमुद्दां चंद्रावर डोंगर व दऱ्या आहेत. ही चंद्रावरील दृश्ये ज्वालामुखींच्या योगाने आणि पृष्ठभागावर अशनींचा मारा होऊन बनली आहेत. चंद्रावर वातावरण नाही असें मागे सांगितले तें वाचून वाचकांस चमत्कार वाटे. परंतु वास्तविक तशीच गोष्ट आहे. वातावरण काय करते याची कल्पना घेण्यास पृथ्वीच्या वातावरणांत घडणारे कांहीं चमत्कार आपण पाहूं. वातावरणाच्या अंगी प्रकाशकिरणांचें वक्रीभवन आणि परावर्तन करण्याचा धर्म असतो. किरण एका पारदर्शक पदार्थातून त्याहून घन किंवा पातळ अशा दुसऱ्या पारदर्शक पदार्थांत जातांना किंचित् वांकडे होतात ह्यास वक्रीभवन म्हणतात. एकाद्या सरळ काठीचा कांहीं भाग पाण्यांत घालून पाण्यावर धरिली असतां काठी वांकडी झालेली दृष्टीस पडते. कोणत्याही पदार्थाचा प्रकाश आपल्या डोळ्यांत येतो, तेव्हां तो पदार्थ आपल्यास दिसतो. अंधकारांत असलेल्या पदार्थाचा प्रकाश आपल्या डोळ्यांत येत नाही, म्हणून तो पदार्थ आपल्यास दिसत नाही. पाण्यांतल्या काठीचा प्रकाश डोळ्यांकडे येतो, तेव्हां पाण्यांतून हवेंत शिरतांना वक्रीभवन पावतो, म्हणून काठी वांकडी दिसते. चंद्र, सूर्य, तारा, ह्यांचे किरण आपल्याकडे येतात ते वातावरणांत शिरतांना खाली वांकतात. शेवटीं ते किरण आपल्या डोळ्यांत ज्या रेषेनें येतात त्या रेषेत चंद्रादिक दिसतात. वक्रीभवनामुळे सर्व स्वस्थ ज्योति त्यांच्या वास्तविक स्थानांच्या किंचित् वर दिसतात. क्षितिजांत हें वक्रीभवन फार म्हणजे सुमारे ३४ कला होतें. सूर्यादिक जसे जसे वर येतात तसतसे त्यांचें वक्रीभवन कमी होतें. खस्वस्तिकीं मुळीच होत नाही.

चंद्रसूर्य उगवतात मावळतात, तेव्हां त्यांच्या वरच्या कडेपेक्षां खालच्या कडेचें वक्रीभवन जास्त होतें. यामुळे त्यांचा पूर्वपश्चिम व्यास

ज्यो. ...६

दक्षिणोत्तर व्यासाहून कमी दिसतो आणि ते भिंतीशी टेंकलेल्या एकाद्या लोडाप्रमाणें डावे उजवेकडे लांबोळे दिसतात. समुद्रकांठीं सूर्य मावळतांना त्यांचा आकार कांहीं विलक्षण दिसतो तो वक्रीभवनामुळें दिसतो.

सूर्यचंद्र उगवतां मावळतांना तांबडे दिसतात याचें कारण असें आहे कीं, ते मध्यावर असतात तेव्हांपेक्षां क्षितिजांत असतांना त्यांच्या किरणांस वातावरणांतून लांबीचा पल्ला मारावा लागतो; आणि जमिनीच्या पृष्ठभागाजवळच्या दाट हवेंतून यावें लागतें. अशा वेळीं किरणांत जे निरनिराळे रंग आहेत त्यांपैकीं तांबड्याखेरीज बाकीच्यांचें तेज कमी होतें किंवा ते अगदींच लोपतात आणि तांबडे किरण मात्र आपलेकडे येतात. यामुळें चंद्रसूर्य लाल दिसतात. एकादे वेळीं क्षितिजांत अग्नें असलीं तर ते फारच लाल दिसतात.

प्रकाशाचे किरण अपारदर्शक पदार्थावर पडले असतां त्यांतून पलीकडे न जातां मार्गें वळतात, ह्यास परावर्तन म्हणतात. परावर्तनाचें उत्कृष्ट उदाहरण आरसा हें आहे. आरशांत आपलें तोंड दिसतें हें किरणांच्या परावर्तनामुळेंच होतें. संधिप्रकाश परावर्तनामुळेंच पडतो. आपल्या प्रांतांत संधिप्रकाश ३ घटिकांपासून ३॥॥ घटिकांपर्यंत असतो. आपण घरांत बसलों असतां, तेथें प्रत्यक्ष ऊन पडलें नसलें तरी आपल्यास कोणताही उद्योग करावयास दिसतें. घराबाहेर सूर्यप्रकाश पडलेला असतो, त्याचें वातावरणांतून परावर्तन होऊन घरांत उजेड पडतो. आपल्या पृथ्वीवर वातावरण आहे, आणि त्यांत किरण परावर्तन करण्याचा गुण आहे, हा ईश्वराचा केवढा उपकार आहे ! तो आपल्या कधींच मनांत येत नाहीं. परंतु हा गुण नसता तर दिवसासही आपल्यास घरांत दिवे लावावे लागते, अथवा उघड्या जागीं उन्हांत रहावें लागतें.

सूर्यचंद्रांभोंवतीं कधीं कधीं चित्रविचित्र रंगांचें मंडल दिसतें. तें लहान असलें म्हणजे त्यास खळें म्हणतात. मोठें असलें म्हणजे तळें म्हणतात. संस्कृत भाषेंत ह्यास परिवेष किंवा परिधि म्हणतात. गुरु, व्याध इत्यादि तेजस्वी ग्रह किंवा तारा ह्यांभोंवतींही कधीं कधीं असे परिवेष दिसतात, परंतु ते लहान असतात. त्यांचा व्यास चार पांच अंशांहून जास्त नसता.

परिवेषाचे रंग इंद्रधनुष्याच्या रंगापेक्षां फिके असतात, व त्यांचा क्रमही निराळा असतो. आंतल्या अंगास बहुधा तांबडा रंग असतो आणि बाहेरून फिकट निळा किंवा फिकट तांबडा असतो. सर्व परिवेषांचे रंग सर्वकाळ एकाच क्रमाने असतात असे नाही. तांबडा, पिंजळा, पांढरा, निळा, जांभळा, हिरवा इत्यादि रंग निरनिराळ्या परिवेषांत निरनिराळ्या क्रमाने असतात व एक रंग संपून दुसरा कोठे लागतो हे स्पष्ट समजत नाही. इंद्रधनुष्य, पाण्याच्या थेंबांतून किरणांचे वक्रीभवन व परावर्तन झाल्यामुळे पडते; परिवेष बहुधा बर्फांतून किरणांचे वक्रीभवन होऊन पडतात.

आपल्यासही परिवेष उत्पन्न करितां येतो. थंड हवेत वाफ पुष्कळ पसरलेली असतां तीत दिवा धरावा, म्हणजे त्याच्या भोंवती परिवेष दिसेल. खिडकीच्या भिंगाला आंतून बर्फाचा पातळ लेप करावा, आणि त्यांतून चंद्र किंवा सूर्य पहावा. म्हणजे त्याभोंवती परिवेष दिसेल. परिवेष आणि इंद्रधनुष्य ह्यांचे सविस्तर वर्णन बराहमिहिराने वृहत्संहितेत ३४ व्या व ३५ व्या अध्यायांत केले आहे. तसेंच गंधर्वनगर, प्रतिसूर्य, प्रतिसूर्याची माला, दंड, परिघ इत्यादि चमत्कारही त्याने सांगितले आहेत. * हे सर्व चमत्कार किरणांचे वक्रीभवन व परावर्तन यांमुळेच होतात.

सूर्यचंद्र उदय किंवा अस्त पावतांना मोठे दिसतात. हा केवळ दृष्टिभ्रम आहे. या भ्रमानेच दोन तारांचे अंतर खस्वस्तिकी जितके दिसते त्यापेक्षां क्षितिजांत जास्त दिसते. वस्तुतः चंद्रबिंब क्षितिजांतल्यापेक्षां खस्वस्तिकी मोठे होतें. कारण त्यावेळीं त्याचे आपल्यापासून अंतर कमी होतें. ही बिंबवृद्धि सूर्यग्रहणाच्या गणितांत धरिली नाही तर ग्रहणकाल

* वृहत्संहिता अध्याय ३, ३०, ३७. गंधर्वनगर म्हणजे पृथ्वीवरील नगरासारखे आकाशांत नगर दिसते तें. प्रतिसूर्य म्हणजे सूर्यासारखा दुसरा सूर्य दिसतो तो. दंड म्हणजे मेघांत चित्रविचित्र वर्णांचा काठीसारखा दिसतो तो. परिघ म्हणजे क्षितिजाजवळ सूर्य असतां अत्रांत एक किंवा अनेक चित्रविचित्र तिरकस रेषे दिसतात त्या.

चुकतो. यावरून खस्वस्तिकाकडे चंद्र येतो तसतसा मोठा दिसतो हें उघड आहे. सूर्याचेही अंतर क्षितिजांतल्यापेक्षां खस्वस्तिकीं कमी होतें. परंतु हा कमीपणा सूर्याच्या अति मोठ्या अंतरापुढें कांहींच नाहीं म्हटलें तरी चालेल. यामुळें सूर्यबिंब हिशेबांत घेण्याजोगें वाढत नाहीं.

आपल्या सूर्यमालेंतील ग्रह व उपग्रह वायु थिजून कसे बनले असा-
वेत याचें सविस्तर विवेचन पुढें प्रकरण २० मध्ये केलें आहे. येथे हें
सांगितलें पाहिजे कीं आपणांस सर्वांत जवळची आकाशस्थ ज्योति जो
चंद्र त्याचा जन्म मात्र थोड्या निराळ्या तऱ्हेनें झाला. पृथ्वी, मंगळ,
गुरु वगैरे ग्रह जन्मास आले, सूर्याभोंवतीं फिरूं लागले. पृथ्वीचा गोल
वायूपासून थिजून द्रवरूप बनला. तो आणखी थंड होऊन त्याच्या
पृष्ठभागावर सायीसारखा पापुद्रा आला. या स्थितींत चंद्राचा
पृथ्वीपासून जन्म झाला. द्रवरूप, सायीसारखा पापुद्रा असलेला
पृथ्वीगोल सूर्याभोंवतीं फिरत होता. पृथ्वी आपल्या आंसाभोंवतीं
प्रदाक्षिणा करीत होती. सूर्याच्या आकर्षणानें या द्रवरूप गोलावर
नियमित वेळीं भरती व ओहोटी येत होती. भरती-ओहोटीमधला
काल व पृथ्वीचा अक्षप्रदक्षिणा काल यांचा ज्यावेळीं निकटचा
संबंध असतो त्यावेळीं भरती जास्त जास्त जोराची येऊं लागते. अशी
स्थिति उत्पन्न झाली. भरती जोराची येऊं लागली. आजची भरती
कालच्यापेक्षां मोठी, उद्यांची आजच्यापेक्षां मोठी, असें होऊं
लागलें. शेवटीं एक दिवस भरती येवढी मोठी व उंच आली कीं या
द्रव्याचा पृथ्वीपासून सुटून तुकडाच पडला. तुकडा पडला तरी त्यावर
पृथ्वीचें गुस्त्वाकर्षण होतेंच. त्यामुळें निसटलेलें द्रव्य अवकाशांत
विखरून गेलें नाहीं, तर पृथ्वीभोंवती फिरत राहिलें. हें द्रव्य थंड होऊन
त्याचा शेवटी चंद्र बनला.

द्रवस्थितींत पृथ्वीच्या पृष्ठभागाजवळ जें सायीसारखें द्रव्य होतें त्याचा
म्हणजे मुरुमाच्या खडकाचा (ग्रॅनाईटचा) चंद्र बनलेला आहे. चंद्र जेथून
निसटला तेथील सायीसारख्या पापुद्र्यांत एक भगदाड पडलें. हा चंद्र
निसटतांना तयार झालेला खड्डा म्हणजेच पॅसिफिक महासागर होय.

चंद्राचें द्रव्य जर पृथ्वीपासून निसटून गेलें नसतें तर आज पृथ्वीवर उंच-सखल जागांची, म्हणजेच जमीन व समुद्र यांची जी वांटणी आहे, त्याहून अगदीं निराळ्याच तऱ्हेची वांटणी झालेली आपणांस आढळली असती. या वाटणींत आपणांस मोठमोठालीं खंडें व मोठमोठाले महासागर आढळले नसते, तर सर्व जगभर समुद्रांत जपानी बेटांसारखीं लहान लहान बेटें इत-स्ततः पसरलेलीं आढळलीं असतीं. चंद्राच्या पृथ्वीपासून निसटण्यानें पृथ्वीवर मोठमोठीं खंडें तयार झालीं, मोठीं खंडें तयार झाल्यावर या टिकाणीं मोठा जीवसमुदाय तयार झाला. हा जीवसमुदाय जमण्याचें कारण कोण म्हणाल तर स्वतः सर्वापासून अलिप्त, जीवरहित आणि जीवनरहित असा आपला लहान चांदोबा !



प्रकरण ७ वें

सविता

चंद्राविषयीं विचार करीत असतां त्यास प्रेरणा करणारा सविता सहज मनांत येतो.

ज्योतिषां रविरंशुमान्

“ सर्व ज्योतींमध्ये भास्वान् रवि [तो] मी ”

गीता १०, २१

या भगवद्वाक्याप्रमाणें आमच्या वैदिकधर्मी लोकांच्याच मात्र दृष्टीनें ते परमेश्वराची विभूति आहे असें नाहीं; तर आजपर्यंत जगांत सूर्यदेवतेची आराधना करणारीं अनेक राष्ट्रें झालीं आहेत आणि शास्त्रीय शोध जसजसे वाढत आहेत तसतसा सूर्याचा प्रभाव अधिकाधिक दिसून येऊन सूर्याच्या ठायीं परमेश्वराचें विभूतिमत्व अधिकाधिक प्रत्ययास येऊं लागलें आहे.

पृथ्वीवर सजीव म्हणून जें जें आहे त्यास सूर्याचा आश्रय आहे. ग्रहमालेचा अधिप, मोट्या कृपेनें जो प्रकाश आणि उष्णता देतो, त्यांवर त्यांचें अस्तित्व अवलंबून आहे. सूर्य एखादे दिवशीं प्रकाशण्यास विसरला तर काय अवस्था होईल ! हजारों जीव नाश पावतील व लक्षावधि प्राणी विपत्तींत पडतील. सूर्यानें चारपांच दिवस विश्रांति घेतली, तर सगळ्या प्राण्यांस अक्षय्य विश्रांति घेण्याचीच पाळी येईल. सूर्यानें आपलें बारा डोळे उघडिले किंवा सहस्र नेत्रांनीं तो प्रकाशू लागला, तरीही वरच्यापेक्षां भयंकर परिणाम होईल.

उन्हाळ्यामध्ये अति ताप होऊं लागला म्हणजे केव्हां एकदां पाऊस पडेल असें आपल्यास होतें. मेघ आपल्यास शांत करितात, जीवन देतात, इतकेंच नाहीं तर जीवनोपयोगी पदार्थ पिकवितात. परंतु हे मेघ उत्पन्न

होतात सूर्यापासूनच, हें आपण लक्षांत आणीत नाहीं. उन्हाळ्यास आपण त्रासतो, तशी थडी फार पडली तर तीही आपल्यास नकोशी होते. परंतु उन्हाळा, पावसाळा, हिंवाळा असे निरनिराले ऋतु होतात म्हणून आपला सर्व व्यापार चालतो, आणि हे ऋतु करणारा सूर्यच होय.

सारांश पृथ्वीवरील प्रत्येक गोष्टीचें आदिकारण सूर्यच आहे. अशी कोणतीही गोचर वस्तु किंवा शक्ति निर्माण करण्याचें साधन पृथ्वीवर आढळणार नाहीं कीं जें सूर्यावांचून म्हणजेच त्यानें विसर्जित केलेल्या तेजाच्या प्रभावावांचून उत्पन्न होऊं शकलें असतें. आपण ज्यावेळीं लांकूड, कोळसा अथवा तेल वापरतो किंवा पाणी अडवून त्याच्या धरणावर निर्माण केलेली बीज वापरतो किंवा वाऱ्याच्या जोरावर चालणारी पवनचक्की वापरतो त्यावेळीं या गोष्टी आपल्यास सूर्याच्या किरणांच्या प्रभावावांचून मिळाल्या नसत्या हें आपल्या क्वचितच लक्षांत येतें. सूर्य नसता तर पाऊस पडला नसता व जंगलें निर्माण झालीं नसतीं. जंगलेंच नाहीत तर पृथ्वीच्या घन थराच्या दाबानें आणि तिच्या पोटांतील उष्णतेनें त्यांचें कोळशाच्या अथवा तेलाच्या स्वरूपांत परिवर्तन कसें होणार ! सूर्याची उष्णता नसती तर वारे कसे निर्माण झाले असते व आपणांस पवनशक्तीचा उपयोग कसा करतां आला असता ? पृथ्वीची रचना, तिच्या पृष्ठभागावरील घडामोडी किंबहुना सृष्टीतील सर्व दृश्ये यांजवर आतांपर्यंत सूर्याचाच आत्यंतिक रीतीनें परिणाम झाला आहे व पुढेंही तो तसाच होत राहिल. सारांश पृथ्वीवर जिकडेतिकडे सूर्य हेंच शक्तीचें उगमस्थान असलेलें आपणांस आढळून येईल. सूर्यकिरणांच्या अभावीं पृथ्वीचा पृष्ठभाग चलनबलनरहित मृतावस्थेंत असलेला आढळला असता. साहजिकच असे हे सर्व शक्तिमान सूर्यकिरण तरी कसे निर्माण होतात हा विचार आपल्यापुढें उभा राहातो.

पदार्थविज्ञानशास्त्रांत शक्ति मोजण्याकरतां अर्ग (प्रभूती) नांवाचें परिमाण वापरतात. एक मासा वजनाचा द्रव्यसंघ तासांत पावणेदोन मैल जातो, त्यावेळीं त्याची शक्ति साधारणपणें एक अर्ग असते. ताशीं

तीन मैल वेगानें चालण्यास साधारणतः माणसास एक लाख अर्ग (प्रभूती) इतकी शक्ति खर्च करावी लागेल. उत्तम प्रतीचा कोळसा एक तोळा-भार निःशेष जाळला तर 3.5×10^{19} (एकावर बारा शून्यें) म्हणजे साडेतीन हजार अब्ज इतकी अर्ग शक्ती मिळते. सूर्य दर वर्षास 1.2×10^{32} अर्ग इतकी शक्ति अवकाशांत सर्व दिशांना विसर्जित करतो. अर्थात् पृथ्वीच्या दिशेला व तिच्या बांटथाला या शक्तीचा फारच थोडा भाग येतो आणि बाकीचा अवकाशांत निसटून जातो. सूर्य निर्माण होऊन साधारणपणें आज 2×10^9 वर्षें म्हणजे दोनशें कोटि वर्षें झालीं हें लक्षांत आणलें असतां असें आढळून येईल कीं सूर्याच्या उत्पत्तीपासून आजपर्यंत त्यानें सुमारें 2.4×10^{40} इतकी अर्ग शक्ति किंवा आपल्या द्रव्यसंघाच्या प्रत्येक मासा वजनामागें 1.2×10^{19} इतकी अर्ग शक्ति विसर्जित केली आहे. जर कोळसा हाच सूर्याचा घटक असता व तो कोळसा सर्वच्या सर्व संपूर्णपणें जळून गेला असता तर जेवढी शक्ति सूर्यानें पुरविली असती त्याच्या सुमारें 5×10^6 म्हणजे पांच लक्ष इतके पट शक्ति सूर्यानें आपल्या जन्मापासून आजपर्यंत विसर्जित केली आहे. एवढ्या शक्तीचें विसर्जन व्हावयाचें म्हणजे सूर्याच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान सुमारें 6000° सेंटिग्रेड असलें पाहिजे. इतक्या मोठ्या उष्णतामानांत कोणतेंहि द्रव्य वाखावस्थेशिवाय अन्य स्वरूपांत असलेलें आढळणार नाहीं आणि नेमकी अशीच स्थिति सूर्याच्या पृष्ठभागावर असलेली आपणांस आढळते. तेथें सर्व मूलद्रव्यांचें वाफेंत रूपांतर झालेलें आहे. जर ही वस्तुस्थिति सूर्याच्या सर्व पृष्ठभागावर आढळते तर ती अर्थात् त्याच्या अंतर्भागांतही असेल याबद्दल शंकाच नको. केंद्रवर्तीभागांतून पृष्ठभागाकडे उष्णतेचा लोट जाण्याकरतां दोन्ही ठिकाणच्या उष्णतामानांत फरक असणें आवश्यक असल्यामुळें सूर्याच्या अंतर्भागांत उष्णतामान पुष्कळच जास्त असलें पाहिजे. त्याच्या अंतर्वर्ती स्थितीचा विचार केला असतां व वेध घेऊन निरीक्षण केलें असतां सूर्याच्या केंद्रस्थानचें उष्णतामान दोन कोटी अंश (सेंटिग्रेड) इतकें असलेलें निदर्शनास येतें. इतक्या पराकोटीच्या उष्णतामानाची बरोबर

जाणीव होण्यासाठी पुढील दाखला उपयोगी पडेल. रुपया एवढ्या द्रव्य-संघाचे उष्णतामान दोन कोटी अंश झालें तर त्याच्यापासून विसर्जित होणाऱ्या उष्णतेमुळे भोंवतालच्या शेंकडों मेल प्रदेशांतील सर्व वस्तु अणु-बॉम्बपेक्षांही जास्त तीव्रतेनें भस्मसात होऊन जातील.

रात्रीस सूर्य नसतो. तरी पृथ्वीच्या दुसऱ्या अंगास त्याचा व्यापार चाललेलाच असतो. त्याच्यापासून उष्णतेचा वर्षाव सतत सर्व दिशांनीं होत असतो. पृथ्वीवरील चराचर वस्तूंचें रक्षण व पोषण होण्यास किती उष्णता लागत असेल याची कल्पना करा. परंतु सूर्यापासून निघणाऱ्या उष्णतेचा दोन अब्जावा मात्र हिस्सा काय तो पृथ्वीला मिळतो. यावरून सूर्यापासून किती उष्णता बाहेर पडते याचें अनुमान होईल.

सूर्याच्या प्रखर उष्णतामानावरून आणि त्यानें विसर्जित केलेल्या प्रचंड शक्तीवरून आपला सूर्य हा एक अत्यंत उष्ण राक्षसी आकाराचा वायुगोल आहे असें साहाजिकच अनुमान निघते. साधारणपणें वायु म्हणजे आपल्या वातावरणासारखा विरल असला पाहिजे अशी आपली कल्पना होते; पण तसें मात्र सूर्याच्या बाबतीत नसतें. सूर्याच्या मध्यबिंदूपाशीं पृथ्वीवरील वातावरणाच्या दाबाच्या दहाहजार अब्जपट दाब असतो. इतक्या मोठ्या दाबाखालीं असलेल्या द्रव्याची घनता सामान्य पदार्थांच्या घनतेच्या कितीतरी पट असणार ! अशा वस्तुस्थितीत सूर्यावरील द्रव्य घनरूप नसून वायुरूप आहे असें कां म्हणावें ? एक तोळा शिसें व एक तोळा वायु या दोहोंवरही अतिशय दाब असला तर त्यांची घनता सारखीच असेल, पण दाब कमी कमी करावयास लागलें कीं तोळाभर शिसें चिमटीतच राहिल पण तोळाभर वायु सर्व जगभर पसरेल. हा जो मूलभूत फरक दिसून येतो त्यावरूनच आपणांस एखादा पदार्थ घनरूप आहे कीं वायुरूप आहे हें ठरवितां येतें. केवळ घनतेवरून अथवा विरलतेवरून काढलेलीं अनुमानें चुकीचींच ठरतील.

आपल्या सूर्याची सरासरी घनता १.४१ आहे. परंतु सूर्याचा अंतर्भाग व्यापून टाकणारा वायु पाऱ्याच्या सहापट घनतेइतक्या संकु-

चितावस्थेत असतो. सूर्यावरील बाह्यथर अत्यंत विरल असतात आणि तेथील दाब आपल्या वातावरणाच्या दाबाच्या एकसहस्रांश इतकाच असतो.

ज्याला आपण आपला सूर्य म्हणतो तो गोल तेज, उष्णतामान, आकार, घटना इत्यादि बाबतींत इतर सामान्य ताऱ्याप्रमाणेच आहे. आपल्यास ज्या सर्व वस्तु माहित आहेत त्यांच्या बाष्पीभवनाला लागणाऱ्या उष्णतेची जी किमान मर्यादा आहे त्यापेक्षा सूर्याचे उष्णतामान कितीतरी अधीक आहे. थोडक्यांत सांगावयाचे म्हणजे सूर्य हा एक उष्ण वायुरूप इतर ताऱ्यांसारखाच तारा आहे. आतांपर्यंत जी माहिती उपलब्ध आहे तिजवरून त्याची घनता मध्यापासून कडेकडील प्रदेशापर्यंत कमी कमी होत जाते. त्यामुळे सूर्याचा नक्की पृष्ठभाग कोणता व सूर्य कोठे संपला व अवकाश कोठे सुरू झाला हे सांगणे फार कठीण आहे. तथापि त्याचा जो भासमान पृष्ठभाग आपण पाहतो त्याला तेजोगोल किंवा प्रकाश देणारा गोल म्हणतात. सूर्याच्या तेजोगोलाचे परिणामकारक उष्णतामान सामान्यपणे 6000° सेंटिग्रेड अथवा $10,000^{\circ}$ फॅरनहाईट इतके असते.

प्रकाश आणि उष्णता ह्यांच्या योगाने “ +सूर्य हा स्थावराचा आणि जंगमाचा आत्मा आहे, ” अशी पूज्यबुद्धि आपल्या मनांत उद्भवते. त्याचप्रमाणे सूर्य आपल्या विलक्षण प्रभावाने आपल्या भूलोकाला अधांतरीं आकाशांत ओढून धरून आपल्याभोंवतीं फिरण्यास लावतो, हेही आपण लक्षांत आणिले पाहिजे. वातभर रुंद दिसणारे एवढेसे बिंब परंतु ते आपल्या या पृथ्वीच्याहून शेंकडोंपट मोठ्या गोलांसही पृथ्वीच्या हजारोंपट अंतरावरून आपल्या भोंवतीं फिरविते. वेसण घालून बैलास धरावे, तसे अदृश्य वेसणाने सूर्य पृथ्वीला धरतो. ते त्याने न धरिले तर काय होणार आहे असे आपल्यास वाटे. परंतु ही वेसण सुटली तर पृथ्वी कोणीकडेच्या कोणीकडे जाऊन तिची काय अवस्था होईल याची कल्पनाही करवत नाही.

सूर्याच्या अंगी पृथ्वीला आकाशांत आपल्याभोंवतीं फिरण्यास लावण्याजोगें बळ आलें आहे तें केवळ त्याच्या राक्षसी आकारामुळें आलेलें नाहीं. पुष्कळ धूमकेतु सूर्याहूनही आकारानें मोठे असतात. परंतु त्यांच्या अंगी आकर्षणशक्ति मुळींच नसते. सूर्याचें प्रकृतिद्रव्य पृथ्वी इतकें दाट नाहीं; सुमारें चौथाई विरल आहे, तरी त्याचें एकंदर द्रव्य मोजलें तर पृथ्वीच्या सव्वातीनलक्ष पट वजन आहे. सूर्याभोंवतीं फिरणाऱ्या सगळ्या ग्रहांचें घटकद्रव्य एकत्र केलें तरी त्याच्या ७५० पट सूर्य आहे. म्हणूनच कोट्यावधि कोसांवरून गुरुत्वाकर्षणाच्या वेसणीनें तो त्यांस आपल्या भोंवतीं प्रदक्षिणा घालण्यास लावतो. त्यांत कधीं चूक पडते, किंवा कोणी एखादा कधीं थांबतो काय? एखादें घड्याळ आपण आठ दिवसांची किल्ली देऊन ठेविलें तरी एखादे वेळीं दुसऱ्याच दिवशीं बंद पडतें. परंतु आमच्या सूर्याभोंवतीं पृथ्वीहून लहान मोठे एकंदर नऊ ग्रह फिरत आहेत. जे जवळ आहेत ते जलद फिरतात, दूर आहेत ते सावकाश फिरतात. ह्या सगळ्या घड्याळांस परमेश्वरानें किल्ली कधीं दिली आणि ती किती दिवस पुरेल याचा बरोबर अजमासही कोणाला नाहीं.

आपला हा महाराष्ट्र देश आपल्यास किती मोठा वाटतो ! कोणीकडे धारवाड आणि कोणीकडे खानदेश. कोणीकडे कोंकण आणि कोणीकडे सोलापूर. परंतु पृथ्वीशीं लावून पाहिला असतां महाराष्ट्र देश कांहींच नाहीं. पृथ्वीचा एक लहानसा गोल केला असतां त्यावर महाराष्ट्र देश एक लहानसा ठिपका दिसेल, इतकी पृथ्वी मोठी आहे. परंतु सूर्य इतका मोठा आहे कीं अशा तेरा लक्ष पृथ्व्या एकत्र कराव्या तेव्हां सूर्याएवढा गोळा होईल. दर तासास ३० मैलप्रमाणें रात्रंदिवस चालणाऱ्या आगगाडीला सूर्याभोंवतीं एक फेरा करण्यास सव्वानऊ वर्षे पाहिजेत.

चंद्राहून पृथ्वी मोठी आहे, आणि तिच्याहून सूर्य फारच मोठा आहे. असें असून तो चंद्राएवढाच दिसतो हें कसें, अशी शंका सहज येईल. तर हें सूर्याच्या अतिदूरत्वामुळें होतें. पृथ्वीपासून सूर्य किती दूर आहे ह्या विषयीं १५० वर्षांपूर्वी कोणास कल्पनाही नव्हती. हें अंतर काढण्यास निरनिराळ्या राष्ट्रांचे लक्षावधि रुपये आणि अनेक ज्योतिष्यांचे प्रयत्न

खर्ची पडले आहेत. सूर्यविंबाचें अधिक्रमण शुक्र अमुक दिवशीं करणार असें भविष्य करून व त्यावर भरंवसा ठेवून, तो दिवस आला, कीं कोणी पृथ्वीच्या ह्या टोंकास धांवतात, कोणी त्या टोंकास धांवतात. आमच्या देशांतही कोणी येऊन जातात, तरी आम्हांस त्याची दादही नसते. इ. स. १७६१ आणि १७६९ या वर्षीं झालेल्या अधिक्रमणांवरून सूर्याचें अंतर बरेंच सूक्ष्म समजलें. इ. स. १८७४ आणि १८८२ या सालच्या अधिक्रमणांनीं त्याहून सूक्ष्म ठरलें. अधिक्रमणाशिवाय दुसऱ्याही दोन तीन रीतींनीं हल्लीं हें अंतर काढलें आहे, तरी अद्यापि त्यांत थोडीशी चुकी असण्याचा संभव आहे. पुण्याहून मुंबईस तीन तासांत पोंचेल अशा स्पेशल गाडींत बसून आपण सूर्याची यात्रा करण्यास निघूं या. वार्टेंत उतरण्यास स्टेशन नाहीं, म्हणून स्नानादिकाची तजवीज आपल्यास गाडींतच केली पाहिजे. ती केली म्हणजे गाडीला विसांवा देण्याचें कारणच नाहीं. याप्रमाणें आपण दर अहोरात्रांत ९६० मैल प्रवास केला, तर इ. स. १९४८ च्या आरंभीं आपण निघाल्यास सूर्यदर्शन घेऊन परत येऊं तों इ. स. २४७९ साल येईल. सूर्य प्रसन्न होऊन आपल्यास इतकें दीर्घायुष्य देईल, तरी मृत्युलोकीं आमच्या वंशजांच्या १७।१८ पिढ्या गुजरून पिढ्या तोडण्याची पाळी येईल, इतकें हें अंतर आहे. तरी आकाशांतील अंतरें मोजण्याची ज्योतिष्यांची ही काठी आहे. हिमालय हा पृथ्वी मोजण्याचा मानदंड असें कालिदासानें × म्हटलें आहे. एकाद्या भिंतीची लांबी मोजण्यास आपण एकादी हातभर लांब काठी घेतों किंवा फूटपट्टी घेतों. हिमालयाइतकी काठी म्हणजे किती विलक्षण, असें मनांत येऊन आपण आश्चर्यचकित होतों. परंतु ९,३०,०५,००० मैलांच्या मानदंडापुढें पृथ्वीवरच्या अति मोठ्या मानदंडाचा काय पाड ?

नुसत्या डोळ्यांनीं पाहिलें तर सूर्यविंब सर्वभागीं एक सारखें तेजस्वी दिसतें. परंतु दुर्बिणींतून त्याजवर एक किंवा अनेक काळे ठिपके दिसतात,

आणि तेजोगोलाचा कांहीं भाग टाकी केल्यासारखा दिसतो; किंवा स्वच्छ प्रवाही पदार्थात बारीक कण तरंगत असल्यासारखा हा भाग दिसतो. हे कण अस्पष्ट दिसतात. कोठें कोठें मुळींच दिसत नाहींत. हे कण म्हटलें तरी ह्यांचा वास्तविक विस्तार शेकडों मैल असतो. सर्वांत लहान ठिपक्यासारखे दिसणारे काळे भाग ३०० मैल लांबीचे व मोठे दिसणारे काळे भाग एक लक्ष मैल किंवा त्याहून जास्त लांबीचे आडवे पसरलेले दिसतात. चित्रांक २ यांत दुर्बिणींतून सूर्यविंबावर दिसणारे डाग आहेत. त्यावरून सूर्याच्या डागांचें स्वरूप समजेल आणि त्याच्या भोंवतालच्या आंकृतीवरून सूर्यविंब कसें दिसतें हेंही समजून येईल. सर्व डागांची आकृति सारखी नसते; आणि सूर्य आपल्या आंसाभोंवतीं फिरतो यामुळें एकच डाग विंबाच्या निरनिराळ्या भागीं निरनिराळा दिसतो. मातीच्या गोळ्यावर चवली चिकटाविली तर कशी दिसेल आणि तो गोळा फिरविल्यामुळें ती कडेकडे गेली असतां कशी दिसेल हें मनांत आणिलें असतां डागांचें स्थान बदलल्यामुळें त्यांची आकृति कशी बदलते हें समजेल. स्थानांतरामुळें होणाऱ्या फेरफारांशिवाय स्वतः डागांच्या आकारांतही फरक होत असतो. शिवाय कांहीं डाग कांहीं दिवस दिसून नाहींसे होतात. आणि कांहीं तर कित्येक महिने दिसत असतात. एकादा डाग इतका मोठा असतो कीं तो नुसत्या डोळ्यांनींही दिसतो.^१ वराह-मिहिरानें सूर्याचें वर्णन केलें आहे,^२ तें वाचीत असतां त्यास व त्याच्या पूर्वीच्या ज्योतिष्यांस सूर्यावरचे डाग दिसले असावे असें खात्रीनें वाटतें. सूर्यविंबाचें क्षेत्र किती आहे हें मनांत आणलें म्हणजे हे डाग लहान दिसले तरी त्यांचें क्षेत्र किती मोठें असतें हें लक्षांत येईल. कांहीं डागांचें क्षेत्रफळ कोट्यवधि मैल असतें. डागाचा मध्यभाग फार काळा असतो त्यास छाया म्हणतात; आणि भोंवतालीं काळसर जागा दिसते तिला छायाकल्प म्हणतात.

१ नुसत्या डोळ्यांनीं सूर्याकडे पाहणें झालें तर भिंगावर काजळ धरून त्या भिंगांतून पहावें

२ बृहत्संहिता--अध्याय ६

दुर्बीण निघात्यावर लागलीच म्हणजे इ. स. १६११ मध्ये प्रथम या डागांचा शोध लागला. सूर्य आपल्या आंसाभोंवतीं फिरतो हें डागांमुळे समजलें. तो आपल्या पृथ्वीसारखाच स्वतःभोंवतीं पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतो. मात्र तो घन पदार्थ नसल्याने त्याची गति सर्व भागांत एकसारखी नसते. हे डाग सूर्याच्या विषुवभागीच विशेषे करून आढळतात. त्याच्या ध्रुवाकडील बाजूकडे ते नसतात. सूर्याच्या विषुवाकडील डागांना एक पूर्ण प्रदक्षिणा करण्यास सुमारे २५ दिवस लागतात आणि इतर पुराव्याने असे सिद्ध झाले आहे की सूर्याच्या ध्रुवाकडील भागास स्वतःभोंवती एक प्रदक्षिणा करण्यास जवळ जवळ ३४ दिवस लागतात. सूर्यविंबाच्या पूर्वप्रांतीं एकादा डाग दिसू लागला तर सुमारे १२।१३ दिवसांनी तो पश्चिमप्रांतीं दिसतो आणि पुन्हां जवळजवळ तितक्याच दिवसांनी पूर्वेस दिसू लागतो.

बहुतेक डाग १ ते ४ दिवस टिकतात. तथापि कांहीं मोठे डाग एका महिन्यापेक्षा जास्त काल राहिलेले दिसतात. हे डाग एकाद्या वर्षी फार दिसतात, एकाद्या वर्षी थोडेच दिसतात. वर्षांत मुळीच डाग दिसला नाही असें मात्र कधीच होत नाही. हे डाग कमजास्त दिसण्याच्या काळांत कांहीं नियम दिसून येतो. एकदां डाग फार दिसले तर पुन्हां सुमारे ११॥ वर्षांनी फार दिसतात. गेल्या शतकांत सन १८१०, २३, ३३, ४४, ५६, ६७, ७८ ह्या वर्षी डाग फार थोडे दिसले. आणि १८०४, १६, २९, ३७, ४८, ६०, ७०, ८३ ह्या वर्षी फार दिसले. इ. सन १८९२ च्या एप्रिल व मे महिन्याच्या अखेरीस हे डाग पुष्कळ दिसले. हे डाग दिसण्याच्या काळाचें चक्र ११॥ वर्षांचेंच आहे ह्याचें कारण काय ह्याचा अद्यापि निश्चयान्मक शोध लागला नाही. परंतु ह्याचें कारण बाह्योपाधि नव्हे. सूर्याच्या कांहीं अंतःस्थितीमुळे नियमित काळानें हे डाग दिसतात असें प्रख्यात ज्योतिष्यांचें अनुमान आहे.

सूर्यविंबावरील डाग मुख्यतः विषुववृत्ताच्या दोन्ही बाजूंस ३०।३० अंशांपर्यंत दिसतात. त्याच्या पलीकडे दिसतात ते अस्पष्ट असतात. या डागांच्या उत्पत्तीची हल्लींची कल्पना पुढीलप्रमाणें आहे. सूर्य घना-

वस्थेत नसल्यामुळे तो आपल्या वेगवेगळ्या भागांत वेगवेगळ्या कोणात्मक गतीने स्वतःभोवतीं फिरत असतो. सूर्याच्या आकाराचा प्रचंड वायुगोल स्वतःभोवतीं फिरत असतांना त्याच्या पृष्ठभागांवरील वातावरणाची हालचाल किती जलद होत असेल ह्याची कल्पनाच केलेली बरी; आणि ज्याप्रमाणें फार वेगानें वाहणाऱ्या नद्या व नाले यांच्या पृष्ठभागांवर जलप्रवाहांच्या वेगवेगळ्या गतींमुळे भोंवरे उत्पन्न होतात अगदीं त्याच-प्रमाणें सूर्याच्या ध्रुवांकडील व विषुवभागांकडील अक्षभ्रमणामधील वेगवेगळ्या गतींमुळे त्याच्या पृष्ठभागावर भोंवरे किंवा तुफानें उत्पन्न होतात. हीं तुफानें पृथ्वीवरील तुफानांप्रमाणेंच गिरक्या खात फिरत असतात. आणि सूर्याच्या वरच्या व बाहेरच्या वाजूस असलेले वायु चक्राकार वरवर जात असतात. या भोंवऱ्यामधून वायु वरवर जातांना त्यांचें प्रसरण होतें. त्यामुळे त्यांमधील दाब व उष्णतामान कमी कमी होत जातात. हें उष्णतामान ४००० सेंटिग्रेडच्या आसपास असतें. सूर्याच्या ६००० सेंटिग्रेड इतके भारी उष्णतामान असलेल्या पृष्ठभागावरील तेजार्शी ताडून पहातां गुणवैधर्म्यामुळे वरील चक्राकार भाग काळे दिसतात. म्हणजे भोंवतालच्या जास्त प्रकाशित भागांशीं तुलना करतां जे हे कमी उष्णतामानाचे व कमी तेजाचे भाग अप्रकाशित अथवा काळे दिसतात तेच सूर्यावरील डाग होत. ज्यावेळीं हे डाग सूर्यविंबाच्या कडेच्या जवळ असतात त्यावेळीं हे वायूचे फवारे एका वाजूकडून अग्नीच्या राक्षसी ज्वालांसारखे भासतात.

आरोरा म्हणून जो प्रकाश उत्तरध्रुवाकडील प्रदेशांत सहा महिन्यांची रात्र असतांना दिसतो, तो प्रकाश, हे काळे डाग व पृथ्वीची लोहचुंबकशक्ति यांचा निकटचा संबंध आहे असें दिसून आलें आहे. ज्या वर्षीं डाग फार दिसतात त्या वर्षीं आरोरा हें औत्तर तेज फार दिसतें. आणि नभोवाणीच्या लहरी (Radio-waves) आणि लोहचुंबक यांत फार उपाधि होतात. सूर्याच्या प्रकाशामुळे पृथ्वीच्या वातावरणांत जे विद्युद्युक्त अणु निर्माण होतात त्यांच्या संख्येत सूर्यावरील डागांमुळे बदल होतो. या बदलामुळेच वर सांगितलेल्या व तशाच

इतरही गोष्टी घडतात. उदाहरणार्थ ज्यावेळीं डाग अधिक दिसतात त्यावेळीं पृथ्वीवरील वार्षिक सरासरी उष्णतामानांत एकाद्या अंशाचा फरक पडतो, असें वेध घेऊन सिद्ध झालें आहे.

नुसत्या डोळ्यांनीं किंवा सामान्य दुर्बिणींतून सूर्य हा एक तेजोगोल दिसतो. परंतु खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळीं सामान्य दुर्बिणीनें किंवा वर्णलेखक दुर्बिणीनें या तेजोगोलाच्या भोंवतालीं अनेक चमत्कार दिसतात. सूर्याच्या तेजोगोलाच्या (Photosphere) अगदीं लगतच्या वरच्या वातावरणांत एक हजार मैल जाडीचें जें क्षेत्र आहे त्याला व्युत्क्रमथर (Reversing layer) असें म्हणतात. सूर्याच्या वर्णलेखांत फ्राउन हॉफरला आढळलेल्या काळ्या रेषा ह्या याच थरांतील अगदीं कमी दावाच्या वायुमुळें झालेल्या होत्या. तेजोगोलाभोवतीं या थरा-नंतर प्रथम एक आवरण आढळतें. तें तेजोमय आहे. ह्याचा पृष्ठभाग उंचसखल असतो. तो करवताच्या दांत्यांसारखा दिसतो. करवताचे दांते एकसारखे असतात, मात्र तितकें नियमित तें वातावरण नसतें. तथापि आपण त्याला क्रकचावरण म्हणूं. ह्यांत दोन थर आहेत. खालचा सूर्यत्रिंवापासून सुमारें एक दोन विकला आहे आणि वरचा सुमारें दहा पंधरा विकला आहे. म्हणजे आंतल्याची उंची सुमारें पांच सहाशें मैल आहे आणि बाहेरच्याची सुमारें दोन हजार पासून सहा हजार मैलपर्यंत आहे. या क्रकचावरणांतून (Cromo-sphere रंग-युक्त गोल) मधून मधून तांबड्या किंवा गुलाबी रंगाच्या ज्वाला बाहेर येत असतात. त्या कधी थोड्या असतात, कधी पुष्कळ असतात. सूर्यावर डाग नसतात तेव्हां या बहुधा मुळींच नसतात. या भागांतील वायु कमी दावाचे असतात आणि त्यांचें उष्णतामान 4000° सेंटिग्रेड असतें. या क्रकचावरणांत बहुतेक उज्ज (हायड्रोजेन), हेल (हेलियम), आणि खट (क्यालशियम) हे वायु असतात. आणि त्या योगानेंच हीं तीन मूलतत्त्वे असलेल्या सूर्याच्या भागांच्या वर्णलेखांत काळ्या रेषा मुरलेल्या दिसतात. त्यांत स्फोट होऊन जीं आंदोलनें

होतात त्यामुळेच ऋकचावरणांतून वर सांगितल्याप्रमाणे गुलाबी अगर तांबड्या रंगाच्या ज्वालांचे लोट बाहेर फेंकले जातात.

ह्या ज्वालांचे लोटांना आपण तेजःशृंगे (Prominences) अथवा शृंगे म्हणू. (चित्रांक ३ पहा) तीं पांचशें मैलांपासून पांच लक्ष मैलपर्यंत उंचीचीं असतात. ऋकचावरणाभोंवतीं लखलखीत प्रभामंडल असतें, हें सूर्यग्रहणाचे वेळीं दृग्गोचर हातें, ह्याला किरिट अशा अर्थाचें Corona असें युरोपियन नांव आहे. हें मंडल तेजोगोलाच्या भोंवतीं सर्वत्र असतें, ह्यास आपण प्रभाकिरिटमंडल अथवा प्रभामंडल म्हणू. हें पांढऱ्या मोत्यासारख्या तेजाचें सुंदर वलय आहे. परंतु हें सूर्याच्या तेजोगोलाच्या (Photosphere) मानानें इतकें फिकें असतें कीं तें खग्रास सूर्यग्रहणाशिवाय इतर वेळीं दिसूं शकत नाहीं. प्रभामंडलांतील वायु फारच कमी दाबाचे असतात व त्यांचें उष्णतामान 2000° सेंटिग्रेडपेक्षां कमी असतें, ह्या प्रभामंडलांत कधीं कधीं दोन भाग दिसतात. एक आंतला व एक बाहेरचा. आंतला विशेष तेजस्वी असतो. प्रभामंडल कधीं अगदीं अरुंद असतें, कधीं तें काहीं कला रुंद असतें व कधीं तर सूर्य-बिंबाबाहेर फार लांबवर पसरलेलें असतें. सूर्यावर डाग थोडे असतात तेव्हां तें अगदीं लहान असतें. डाग फार असतील तेव्हां फार रुंद असतें. इ. स. १८८३ मध्ये ६ मेच्या सूर्यग्रहणांत तें सूर्यबिंबाच्या दुप्पट रुंद होतें. बिंबाचा व्यास सुमारें ८,६०,००० मैल आहे. अलीकडील एका ग्रहणाचे वेळीं प्रभामंडलाचे बाहेर पडलेले फाटे सूर्यापासून दोन कोटि मैलांपर्यंत पसरलेले दिसले. हें अंतर सूर्याच्या व्यासाच्या वीसपटीपेक्षां जास्त आहे. म्हणजे तेजोगोलाच्या वर तें इतकें उंच असतें.

खग्रास सूर्यग्रहणाच्या वेळीं प्रभामंडल कधीं कधीं नुसत्या डोळ्यांनीं देखील दिसतें, असें दुर्विणीच्या पूर्वींचीं खग्रास ग्रहणांचीं वर्णनें आहेत त्यांवरून दिसून येतें. तीं ग्रहणे पाहाणारांस त्यांचें स्वरूप व कारणें माहीत नव्हतीं. परंतु दुर्विणींतून त्यांचें स्वरूप स्पष्ट दिसून आल्यावर पूर्वींचीं वर्णनें या मंडलाचींच आहेत असें सिद्ध झालें. सूर्यग्रहणांत चंद्रबिंबाचे

ज्यो. ...७

योगानें सूर्याचें आच्छादन होत होत पूर्ण आच्छादन झाल्याबरोबर त्रिंवा-
भोंवतालीं विलक्षण तेजस्वी प्रभामंडल कांहीं मिनिटें दिसतें. (चित्रांक
७ पहा) त्रिंवाच्या जवळचा भाग फार तेजस्वी दिसतो. तो कांहींसा
तांबूस असतो. त्याच्या बाहेर पिवळसर अथवा मोत्यासारखा वर्ण दिसतो.
मंडलाचा सुमारे अर्धा भाग चांगला तेजस्वी दिसतो. त्याच्या बाहेर
तेज अस्पष्ट होऊं लागतें, व शेवटाकडे तें अगदीं पांढरें दिसतें. हे वर्ण
सर्वदा सारखे नसतात. अलीकडील वेधांवरून दिसून आलें आहे कीं
प्रभामंडल अगदीं वाटोळेंच असतें असा नियम नाही. कधीं कधीं त्याचा
आकार अनियमित असतो. कधीं चार बाजूंस त्याचे कोंपरे वाढलेले
असतात. सुमारे २५० वर्षांपूर्वीच्या एका ग्रहणांत तेजःशृंगें दिसल्याचा
उल्लेख आहे. परंतु त्यांच्याकडे ज्योतिष्यांचें विशेष लक्ष लागल्यास सुमारे
दीडशें वर्षेच झालीं आणि ऋकचावरणाचा विशेष शोध तर गेल्या
७५।८० वर्षांत झाला आहे.

सूर्यावर प्रभामंडल आणि तेजःशृंगें कशामुळें उत्पन्न होतात, हें मंडल,
तीं शृंगें, आणि ऋकचावरण यांची शारीरिक घटना कशी आहे, व या
सर्वांच्या अंतर्भागीं असणारा साक्षात् सूर्य हा काय पदार्थ आहे, त्याच्या-
वर डाग कां दिसतात हें समजण्यासाठीं गेलीं कित्येक वर्षे ज्योतिष्यांनीं
फार प्रयत्न केले आहेत. आमचा नेता, आमचा पोषणकर्ता, किंबहुना
आमचें सर्वस्व, असा जो सविता त्याचें ब्रह्मस्वरूप जाणण्यासाठीं आमच्या
प्राचीन ऋषींनीं तपश्चर्या केली. सांप्रतच्या युगांत पाश्चात्य ऋषि परमे-
श्वराच्या ह्या अतितेजस्वी विभूतीचें प्रकृतिस्वरूप जाणण्याकरितां तप-
श्चर्या करित आहेत. विलक्षण साधन त्यांस प्राप्त झालें आहे. सूर्यग्रहण
आलें कीं अगोदर कितीएक दिवस त्याचा त्यांस वेध लागतो. सूर्या-
वलोकन करण्याकरतां योग्य स्थळ लांब असलें, तरी दुर्विणी, वर्णलेखक
इत्यादि खटाटोपांसह तिकडे ते प्रयाण करतात. ग्रहणस्पर्शाची वाट पहात
बसून स्पर्श होतांच आसन घालून जे बसतात ते मोक्षापर्यंत आसना-
वरून टळत नाहीत. डोळ्यांच्या पापण्याही त्यांस नकोशा होतात, मग
अग्नें आलीं तर तीं त्यांस शत्रुवत् वाटत असतील यांत नवल काय ?

इतक्या उत्सुकतेनें ते सूर्यावलोकन करीत असतां पूर्णग्रास पाहण्याची दहावीस पळें मात्र टिकणारी संधि साधली, आणि तींत सूर्यानें प्रसन्न मुद्रेनें त्यांस दर्शन देऊन वर्णलेखकादि द्वारा आपली प्रतिमा काढूं दिली म्हणजे तपश्चर्येचें सार्थक झालेंसें त्यांस वाटतें. अशा एकाच ग्रहणानें काम होत नाहीं; तर अनेक ग्रहणांचे वेळीं वेध घेऊन संशोधन केल्यावर सूर्याच्या प्रकृतिस्वरूपाचें हल्लीं कांहींसें ज्ञान झालें आहे.

दुर्विणीतून सूर्य फार तर दोन लक्ष मैलांवरून डोळ्यांनीं पहावा असा दिसतो. इतक्या अंतरावरून त्याची शारीरिक रचना कशी समजणार? परंतु वर्णलेखक या साधनाचा प्रभाव असा आहे कीं, अगम्य अंतरावरच्या पदार्थांच्या घटकद्रव्याचे किरण तो पदार्थ जवळ असल्याप्रमाणेंच पडून त्यावरून त्याचें प्रकृतिज्ञान होतें. खग्रास सूर्यग्रहण आलें कीं तें पृथ्वीच्या कोणत्याही कोपऱ्यांत दिसावयाचें असो, दुर्विण लावतां येईल असें तें स्थळ असलें म्हणजे झालें; हजारों रुपये खर्चून व अनेक प्रकारचे त्रास सोसून ज्योतिषी तेंथें जातात, यांतलें बीज हेंच आहे कीं वर्णलेखकाचे योगानें प्रभामंडल, तेजःशृंगें, ऋकचावरण आणि साक्षात् सूर्य ह्यांची शरीरघटना समजावी. ग्यालिलियो, हर्शल, इत्यादि नामांकित ज्योतिष्यांच्याही स्वप्नीं देखील नव्हते असे शोध हल्लीं लागत आहेत. तथापि सूर्यप्रकृति इतकी अगम्य आहे कीं तिच्यासंबंधीं ज्ञान अद्यापि पूर्णतेला पोचलें आहे असें म्हणतां यावयाचें नाहीं.

असें आहे तरी सांप्रत कळलेल्या गोष्टीही आश्चर्य करण्यासारख्या आहेत. प्रभामंडळ हें सूर्याचें वातावरण नव्हे असें आतां निर्विवाद ठरलें आहे. ह्याचें कारण असें. सूर्यपृष्ठावर आकर्षणशक्ति पृथ्वीच्या २८ पट आहे. पृथ्वीवर जो पदार्थ एक शेर भरतो तो सूर्यावर सुमारे २८ शेर भरेल. वातावरणांत वरच्या भागाचा दाब खालच्यावर भूमितिप्रमाणानें वाढता असतो. अगदीं हलका वायु जो हायड्रोजन त्याचें जरी वातावरण असलें तरी इतक्या मोठ्या दाबानें तें तळार्शी फारच दाट झालें पाहिजे. परंतु प्रभामंडलांत अशी घनता मुळींच नाहीं. इ. स. १८४३ चा धूमकेतु त्यांतून गेला तरी त्यावर त्याचें वर्षण मुळींच घडलें नाहीं. तें अगदीं

विरल आहे. यावरून प्रभामंडल हें वातावरण नव्हे. त्याच्या शारीरघटने-विषयी असें अनुमान आहे, कीं सूर्याच्या अत्युष्णतेमुळे बाष्परूप झालेल्या द्रव्यपरमाणूंनी तें बनलेलें आहे. ते परमाणु परस्परांस चिकटलेले नाहींत. त्यांतले कांहीं स्वयंप्रकाश असतात व कांहीं सूर्याच्या तेजानें प्रकाशतात. प्रभामंडलांत एकसारखे फेरफार होत असलेले दिसत असतात. यावरून त्याचे परमाणु सर्वकाल एका ठिकाणीं नसतात असें दिसून येतें. हे परमाणु सूर्यपृष्ठापासून इतके वर राहतात कसे ही शंका आहे. या विषयीं तीन अनुमानें आहेत. पहिलें असें कीं हे परमाणु तेजोगोलांतून झपाट्यानें बाहेर पडतात आणि वर जाऊन पुन्हा गोलावर पडतात. या उत्तरास अडचण अशा आहे, कीं दर सेकंदास २०० मैल वेग त्या परमाणूंच्या अंगीं येईल इतक्या जोरानें तेजोगोलाच्या सर्व भागांतून सर्व काळ परमाणु बाहेर जातात असें मानावें लागतें. दुसरें अनुमान असें, कीं सूर्यांतून बाहेर पडलेले परमाणु विद्युच्छक्तीनें कमजास्त वेळ वर राहतात. तिसरें अनुमान असें कीं सूर्याभोंवतीं फिरणाऱ्या अति सूक्ष्म उत्क्रांच्या समुदायांनीं प्रभामंडल बनलेलें आहे.

प्रभामंडलाच्या आंत ऋकचावरण आहे. हें सूर्याचें वातावरण होय. यांत अगदीं वर हायड्रोजन आहे. आंत जावें तसतसे अनेक धातु बाष्परूपानें आहेत. पायथ्याशीं या आवरणाची घनता फार आहे, व सूर्याच्या तेजोगोलापासून निघणाऱ्या किरणांचें तेथें निगीलन होतें; म्हणजे कांहीं किरण तें गिळून टाकितें. हायड्रोजन, सोडियम, लोखंड, मॅग्निशियम, बेरियम, तांबें, जस्त, कॅल्शियम, क्रोमिअम, निकेल, टिटानियम, कोबाल्ट (कोह), मांगिनीज हीं मूलतत्त्वे ऋकचावरणांत आहेत. सोनेही असेल असें संभवतें. शिवाय पृथ्वीवर माहीत नाहींत असेही कांहीं पदार्थ आहेत. हे सर्व अत्युष्ण बाष्परूप स्थितीत आहेत. यांत धातु मुख्यतः खालच्या थरांत आहेत; आणि वायु मुख्यतः वर आहेत.

शुद्धे ऋकचावरणावर पुष्कळ उंचीपर्यंत असतात, असें पूर्वी सांगितलेच आहे. प्रभामंडलाचा वर्णलेख सूर्यग्रहणांत मात्र चांगला निघतो, एरव्हीं स्पष्ट निघत नाहीं. परंतु प्रभामंडलापेक्षां शुद्धे तेजस्वी आणि उष्ण

६२ $\frac{2}{3}$

असल्यामुळे त्यांचा वर्णलेख सूर्य प्रकाशलेला असतांही निघतो. X हीं शृंगें दोन प्रकारचीं आहेत. कांहीं ढगांसारखीं तरंगत असतात, परंतु कोणताही पदार्थ तोलून धरण्याजोगें वातावरण शृंगें असतात त्या प्रदेशीं नाहीं. यामुळे प्रभामंडलाचें द्रव्य वर कसें राहतें हें सांगणें जसें कठीण आहे, तसेंच ह्या शृंगांविषयीं आहे. त्यांत कांहीं शृंगें तर एकाच जागीं फार वेळ स्थिर राहतात. यामुळे प्रभामंडळ तोलून राहण्यासंबंधीं पहिलीं दोन कारणें यांस लागू पडत नाहींत. तिसरें मात्र लागू पडेल. दुसऱ्या प्रकारचीं शृंगें उद्गमनानें होतात. ऋकचावरणांतून मोठ्या झपाट्यानें हायड्रोजन आणि मॅग्निशियम बाहेर पडतात. त्यांचा वेग दर सेकंदास १५० मैल पर्यंत असतो. हे उद्गमन किती एक घटकांपर्यंत व कधीं कधीं किती एक दिवसपर्यंत एकसारखें चाललेलें असतें. ह्या पदार्थांची वाफ हजारों मैल पसरते आणि पुन्हा तेजोगोलावर येऊन पडते. ~~11009~~

सूर्यपृष्ठावर ऋकचावरणांत निरनिराळे व्यापार किती वेगानें चाललेले असतात हें वर्णितां येणें कठीण आहे. ऋकचावरण हा एक अग्निसमुद्र म्हटला तर पृथ्वीवरील अत्युष्ण अग्निगृहांपेक्षांहि उष्ण व अटलांटिक महासागराच्या रुंदीहूनही खोल असा तो समुद्र आहे. त्याची गति वादळाची गति म्हणावी तर पृथ्वीवर वादळाचा वारा तासांत फार तर १०० मैल बाहतो; ऋकचावरणांतल्या द्रव्यास एका सेकंदांत इतका (म्हणजे १०० मैल) वेग आहे. सूर्याच्या वातावरणांतील वादळ इतकें जबर असतें, कीं तें सिंहलद्वीपाच्या किनाऱ्यावरून निघाल्यापासून पंधरा सेकंदांतच मुंबई वगैरे बंदरांचा नाश करून कराचीस पोंचेल; आणि वाटेंत नुसतें झाडांमाडांचे धुडके धुडके उडवूनच राहणार नाहीं, तर सगळ्यांस अग्निरूप करील. ज्वालामुखींतून झपाट्यानें बाहेर पडणारा आणि आसपासचीं शहरें गिळंकृत करणारा लाव्हा आपल्यास अतिवेगाचा वाटतो.

Hand No 833

X जॉन्सेन नामक फ्रेंच ज्योतिषी इ. स. १८६८ च्या सूर्यग्रहणांत हिंदुस्थानांत आला होता. तेव्हां त्यानें प्रथम हा अनुभव घेतला. इंग्लंडांत लॉकियर यानेही त्याच सुमारास हा शोध लाविला.

POONA CITY GENERAL LIBRARY.

CLASS... NO 444

परंतु सूर्याच्या आवरणांतून निघणाऱ्या शृंगांच्या वेगापुढे तो कांहींच नाही. लाख अर्धालाख मैल पसरणारी ही शृंगे पृथ्वीसारखे गोल गिळंकृत करून वाष्परूप करून टाकतील. सेकंदांत कधी कधी चारशे मैल जाणाऱ्या ह्यांच्या वेगाइतका वेग अति शीघ्रगामी धूमकेतूचाही नाही. प्रलयकालचीं पुराणांतलीं वर्णनें देखील सूर्यावरील या नित्य प्रलयापुढे कांहींच नाहीत.

साक्षात् तेजोगोलाची उष्णता तर वरच्या पेशांही भयंकर आहे. आपल्यास प्रकाश व उष्णता प्राप्त होतात तीं सूर्याच्या तेजोगोलापासून होतात. दृश्यबिंबाच्या मध्यापासून प्रकाश व उष्णता ह्यांचे अरीभवन फार होतें. मध्यबिंदूपासून उष्णता जितकी निघते तिच्या अर्धी सूर्याच्या कडेच्या भागांतून निघते. प्रकाश सुमारे तृतीयांश निघतो आणि रासायनिक किरण सप्तमांश बाहेर पडतात. सूर्याभोंवतालीं जें आवरण आहे त्यांत उष्णता आणि प्रकाश यांचें निगिलन होतें असें वर सांगितलेंच आहे. तेजोगोलांतून जितके किरण बाहेर पडतात, त्यांतले सुमारे निम्मे ऋक्चावरणांत गुप्त होतात. हें आवरण नसतें तर सूर्य हल्लींच्या सुमारे दुप्पट उष्ण व दुप्पट तेजस्वी असता, आणि दृष्टीला अधिक स्वच्छ नीलवर्ण दिसला असता. तरी हल्लीं पृथ्वीला सूर्यापासून एका दिवसांत जी उष्णता मिळते ती इतकी आहे कीं पृथ्वी भोंवतीं बर्फाइतक्या थंड पाण्याचा २६० यार्ड खोल समुद्र असता तर त्यास त्या उष्णतेनें आधण आलें असतें आणि ही उष्णता सूर्यांतून निघणाऱ्या एकंदर उष्णतेचा काय तो दोन अब्जावा हिस्सा आहे !

सूर्याच्या भौतिक व रासायनिक घटनेसंबंधी आपणांस झालेली माहिती जरी त्याच्या विरल वातावणांत आढळून येणाऱ्या दृश्यांचेच फक्त वेध घेऊन मिळालेली आहे तरी त्याच्या पृष्ठभागावरील एकंदर परिस्थिति विचारांत घेऊन आणि वस्तुजाताच्या गुणधर्मासंबंधी आपल्यास झालेला सामान्य ज्ञानाचा उपयोग करून आपल्याला त्याच्या अंतर्भागांतील परिस्थितीची सुद्धां माहिती मिळवतां येईल व ही माहिती प्रत्यक्ष डोळ्यांचा उपयोग करून होणाऱ्या माहिती इतकीच

निश्चित स्वरूपाची असल. सूर्य आपल्या गोळामधून किती प्रचंड शक्ति विसर्जित करतो, तो आपल्या अंतर्भागीं घनस्वरूप आहे कीं वायुस्वरूप आहे, त्याच्या अंतर्भागीं दाब व उष्णता हीं किती मोठ्या प्रमाणांत आहेत हे आरंभी सांगितलेंच आहे. आतां तो कसा बनला असावा व त्याची रासायनिक घटना कशी आहे हे पाहूं.

हेल्महोल्स्टझच्या मतें सूर्य हा पूर्वी एका काळीं थंड वायूचा राक्षसी आकाराचा गोल होता. त्यावेळीं त्याचा व्यास हल्लींपेक्षा फारच मोठा होता व त्यांतील द्रव्य फारच विरल अवस्थेंत होतें. थंड अवस्थेंत असलेल्या व अत्यंत विरल अशा वायूचा दाब अगदीं थोडा असतो. तो दाब इतका थोडा असतो कीं वायुगोलाच्या निरनिराळ्या भागांत जो परस्पर गुरुत्वाकर्षणाचा जोर आढळतो, त्याच्या इतकामुद्रां जोर त्याला दाखवितां येत नाहीं. अर्थात्च विरल वायूचा दाब व गुरुत्वाकर्षण हीं दोन परस्परांना तोडून, समतोल स्थितींत राहाणें शक्य नाहीं. आणि वायुगोल पण फार वेळ आहे या स्वरूपांत राहाणार नाहीं. स्वतःच्या निव्वळ वजनामुळेच म्हणजे गुरुत्वाकर्षणाचे योगानेंच, प्रत्येक थंड, विरल, असा राक्षसी गोल त्वरित आकुंचन पावतो. आपला सूर्यही पाहिल्यानें थंड व विरल असा राक्षसी वायुगोल होता. त्याचेंही त्याच्यासारख्या दुसऱ्या गोलांप्रमाणेंच त्वरित आकुंचन होऊं लागलें असावें. या आकुंचनाचे योगानें गोलांतील वायु संकुचित होऊन त्याचें उष्णतामान वाढलें असावें. जगांतील प्रत्येक वस्तूचे कण स्थिर नसतात तर कणांना नेहमीं गति असते आणि कणांच्या ह्या गतीवरच पदार्थांचें उष्णतामान अवलंबून असतें. एकाद्या वस्तूतील अणूंची हालचाल जितकी जितकी जास्त जलद होत जाते तसतसें त्या वस्तूचें उष्णतामान वाढतें. मूळच्या थंड व विशाल वायुगोलाचें उष्णतामान आकुंचनाचे योगानें वाढतें, त्यांतील द्रव्य तापतें, म्हणजेच त्यांतील अणु जास्त जलद फिरूं लागतात. गोलाच्या आंतील उष्णतामान व त्यांतील अणूंची गति वाढतां वाढतां इतकी जास्त होते कीं, अणूंच्या या स्थितींत अणूंमध्ये प्रतिक्रिया सुरू होणें फारच सुलभ जातें. आकुंचन होतांना ज्याप्रमाणें अणूंचे उष्णता-

मान वाढत होतें, त्याप्रमाणेंच त्यांचा दाब पण वाढत होता. सरते-शेवटीं आंतरभागांतील वायूचा दाब इतका वाढला असावा कीं, त्याला गुरुत्वाकर्षणाचे जोराबरोबर समतोल होतां आलें असावें, त्याला बाह्य थरांचें वजन पेलतां आलें असावें, व अशी स्थिति आली म्हणजे गोल आणखी आकुंचन पावण्याचें कारण राहात नाहीं. आकुंचन थांबलें कीं गोलाची स्थिति बदलत नाहीं तर ती टिकाऊ स्वरूपाची होते. थोडक्यांत असें म्हणता येईल कीं, वायु विरल असतांना गोलाचें स्वरूप सारखें बदलत असतें व आकुंचनानें वायूचा विरलपणा कमी झाल्याबरोबर त्याचें स्वरूप जास्त टिकाऊ बनू लागतें.

दरेक पदार्थाच्या अणुंमध्ये अणुमध्य व वीजकें असतात. अणुमध्य वीजकाचे मानानें जास्त वजनाचा असतो व त्यावर वीजकाचे मानानें पुष्कळच जास्त विद्युत्चा सांठा असतो, हें आपण पाहिलेंच आहे. नेहमीं दृष्टोत्पत्तीस येणाऱ्या रासायनिक प्रतिक्रिया ज्या-वेळीं घडून येतात, त्यावेळीं त्या प्रतिक्रियांमध्ये अणूतील हलकी वीजकेंच फक्त भाग घेतात; परंतु अणुमध्य मुळींच भाग घेत नाहींत व अणु-मध्यांचें (म्हणजे अणूंचेंच) स्वरूप मुळींच बदलत नाहीं. अलीकडे पदार्थविज्ञानशास्त्रांत शोध लावून एका निराळ्या तऱ्हेच्या प्रतिक्रिया घडवून आणतां येतात असें सिद्ध झालें आहे. या प्रतिक्रियांमध्ये जास्त वजनदार व जास्त विद्युत् असलेले असे जे अणुमध्य ते भाग घेतात, या प्रतिक्रियांमध्ये अणुमध्यांचें स्वरूप बदलतें व आपणांस नवे अणु मिळतात. रासायनिक प्रतिक्रियांत हलकी वीजकें भाग घेतात व त्यांत अणुसंघांचें स्वरूप बदलतें. पण अणूंचें मूळचेंच स्वरूप कायम राहतें. नवीन शोधून काढलेल्या अणुरूपांतरांच्या प्रतिक्रियांत वजनदार असे अणुमध्य भाग घेतात, व त्यांत अणूंचें मूळचें स्वरूप बदलतें व आपणांस नवीन अणु मिळतात. ज्वलनाप्रमाणें रासायनिक प्रतिक्रिया घडून येत असतांना त्या आपणांस शक्ति देऊं शकतात, अगदीं त्याप्रमाणेंच अणूंचे रूपांतराची प्रतिक्रिया पण आपणांस शक्ति पुरवूं शकते. फरक एवढाच कीं अणुप्रतिक्रियेंत मोकळा केला जाणारा शक्तीचा सांठा, रासायनिक

प्रतिक्रियेपासून मिळणाऱ्या शक्तीच्या लाखोंपट असतो. उदाहरणार्थ, आपला सूर्य कोळशाचाच बनला आहे व तेथे कोळसा निःशेष जाळला जात आहे असे आपण समजू या. आपणास सूर्यापासून मिळणाऱ्या शक्तीचा उगम जर या रासायनिक प्रतिक्रियेत होत असेल, तर ही ज्वलनाची शक्ति आपणांस सूर्यापासून सध्यां दर मिनिटास जितकी शक्ति मिळते तितकी शक्ति कितती दिवस पुरवू शकेल याचा हिशेब करता येतो, अशा गणिताचें उत्तर फक्त ५।६ हजार वर्षे येवढेंच निघतें. आपला सूर्य आज सुमारे दोन अब्ज वर्षे शक्ति पुरवीत आहे. व आणखी कांहीं अब्ज वर्षे पुरवील असें दिसतें. सूर्यापासून प्रत्यक्ष मिळालेली शक्ति, वर रासायनिक प्रतिक्रिया मूलभूत धरून केलेल्या हिशेबाचे मानानें लाखोंपट जास्त असल्याचें दिसतें. हल्लीं पदार्थविज्ञानशास्त्रांत माहीत झालेल्या अणुप्रतिक्रियांचा जर आपण विचार केला तर सूर्याची इतकें अब्ज वर्षे टिकणारी शक्ति अणुप्रतिक्रियांपासून तर मिळत नसेल ना असें साहजिकच मनांत येतें.

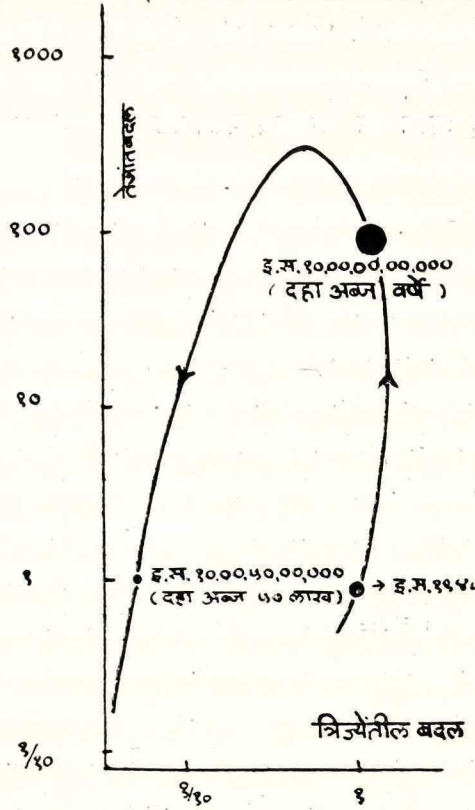
सूर्य पहिल्यानें विरल वायूचा थंड असा प्रचंड गोल होता. तो क्रमाक्रमानें आकुंचन होऊं लागला व त्यांतील द्रव्यसंघाचें उष्णतामान चढूं लागलें. सूर्यमध्यावर उष्णतामान पुष्कळच जास्त झालें. तेथील अणूंचें स्वरूप बदललें. व अणुमध्य आणि बीजकें एकमेकांपासून मुटीं होऊन त्यांचा एक वेगळ्या तऱ्हेचा वायु बनला. असा वायु आपणांस पृथ्वीचे पाठीवर आढळत नाही; परंतु तो प्रत्येक ताऱ्यांत असावा असें दिसतें. संबंध वायुगोलांत आकुंचन चालूच होतें व शेवटीं जेव्हां आकुंचन थांबलें त्यावेळीं वायुगोलाचे मध्यावर अतिशय उष्णतामान तयार झालें. आपल्या सूर्याच्या अंतर्भागीं सुमारे दोन कोटि अंश उष्णतामान असावें हें या प्रकरणांत अगोदर आलेंच आहे. वायूचें इतकें उष्णतामान असतांना वायूचे घटक जे अणुमध्य ते अतिशय जोरांत फिरत असतात. अशा स्थितींत अणुमध्यांत अणुप्रतिक्रिया सुरू होतात. अणुप्रतिक्रिया होत असतांना जी प्रचंड शक्ति उत्पन्न होते, ती त्या वायूचें उष्णतामान मुळांत होतें तेवढें तर टिकवितेच व शिवाय उरलेली शक्ति आजूबाजूस विवेसर्जित होऊं शकते. या तऱ्हेच्या अणुप्रतिक्रिया अणुमध्ये एकदां सुरू

झाल्या कीं, प्रतिक्रियांत भाग घेणारे सर्व अणु संपेपर्यंत त्या चालू राहातात. सूर्याच्या प्रचंड शक्तीचें हेंच आदिकारण असावें असें ज्योतिर्विदांचें आज मत आहे.

सूर्यावर कोणकोणचे अणु आढळतात ही माहिती वर्णलेखाच्या द्वारा आपणांस झाली आहे. अणुप्रतिक्रियांत सूर्यावर आढळणाऱ्या अणुंपैकी कोणचे अणु बदलू शकतील व या प्रत्येक तऱ्हेच्या अणुबदलापासून आपणांस किती शक्ति मिळू शकेल याचें ज्ञान पण पदार्थविज्ञानशास्त्रांतील अगदीं अलीकडच्या शोधांपासून आपणांस झालें आहे. तसेंच सूर्य-मध्याचें उष्णतामान किती आहे व तो दर मिनिटास किती शक्ति विसर्जित करतो हें पण आपणांस माहित आहेच. या सर्व गोष्टी माहित असल्यावर सूर्याचे अंतर्भागीं खरोखरच काय होत असावें याचें गणित करणें फार सापें असतें. पहिल्यानें सूर्याचे मध्यभागीं असलेल्या दोन कोटि अंश इतक्या उष्णतामानांत कोणत्या अणुप्रतिक्रिया होणें शक्य आहे हें ठरवावें लागतें. हें ठरविल्यानंतर या संभवनीय प्रतिक्रियांपैकी कोणची प्रतिक्रिया सूर्यापासून दर मिनिटास प्रत्यक्ष विसर्जित होणाऱ्या शक्तीयवढी शक्ति विसर्जित करील हें ठरवावें लागतें. अशा तऱ्हेचे हिशेब करून वेथे व वाइझेकर या दोन जर्मन शास्त्रज्ञांनीं सूर्यावर कार्बन आणि नायट्रोजन यांचे मदतीनें हायड्रोजनच्या चार अणूंचें हेलियमच्या एका अणूंत रूपांतर होत असावें असें ठरविलें आहे. ही प्रतिक्रिया सुरु झाली कीं पूर्ण होण्यास ५० लाख वर्षे लागतात. परंतु सूर्यावर इतके पुष्कळ हायड्रोजनचे अणु आहेत कीं दर मिनिटास कांहीं अणूंची प्रतिक्रिया सुरु होईल, तर कांहींची प्रगतीच्या टप्प्यांवर असेल व कांहींची पूर्ण होईल. या सर्व गोष्टी होत असतांना मुक्त होणारी शक्ति, सूर्य प्रत्यक्ष जितकी शक्ति विसर्जित करतो तितकी असेल. तसेंच या गोष्टी होत असतांना सूर्यावरील हायड्रोजनचा साठा कमी होईल व हेलियमचा वाढेल. हायड्रोजन व हेलियम हे दोनही वायूच आहेत; परंतु त्यांचे गुणधर्म निरनिराळे आहेत. उदाहरणार्थ सारख्याच जाडीचे या दोन वायूंचे थर घेतले तर हायड्रोजनच्या थरांतून जितका प्रकाश, जितकी उष्णता, अगर

जितकी शक्ति पलीकडे जाऊं शकेल, तितकी शक्ति, तितकी उष्णता अगर तितकाच प्रकाश त्याच जाडीच्या हेलियमच्या थरांतून पलीकडे जाऊं शकणार नाही. हेलियमच्या थरांतून पलीकडे जाणारी उष्णता व प्रकाश, हायड्रोजनच्या त्याच जाडीच्या थरांतून पलीकडे जाणाऱ्या उष्णता व प्रकाशापेक्षां कमी असतील. याचा परिणाम असा होईल कीं सूर्यातला हायड्रोजनचा सांठा कमी होऊन हेलियमचा साठा जसजसा वाढत जाईल, तशी तशी सूर्याच्या मध्यावर अणुप्रतिक्रियेपासून निर्माण झालेल्या शक्तीपैकी कमी कमी शक्ति सूर्यापासून विसर्जित होईल. असें झालें कीं सूर्यमध्यावरील उष्णतामान वाढेल. उष्णतामान वाढलें कीं अणुप्रतिक्रिया जास्त प्रमाणावर होऊं लागतील. अणुप्रतिक्रिया जास्त प्रमाणावर सुरू झाल्या कीं सूर्यमध्यावर पुष्कळच जास्त शक्ति निर्माण होईल; व असें झालें कीं सूर्यापासून बाहेरही जास्त जास्त प्रकाश, जास्त उष्णता व जास्त शक्ति अवकाशांत विसर्जित होतील. या सर्व गोष्टींचा विचार करतां असें गणित निघतें कीं, सूर्याची तेजस्विता दहूदहू वाढत जाऊन सुमारे दहा अब्ज वर्षांनीं आजच्या सुमारे शंभरपट होईल. साधारण या सुमारासच सूर्यावरील हायड्रोजनचा सांठा संपुष्टांत येईल, तेथील अणुप्रतिक्रिया थांबतील व सूर्याची तेजस्विता फार झपाट्यानें कमी होईल. सूर्यावरील हायड्रोजनच्या हेलियममधील रूपांतराचा दुसरा एक परिणाम होतो तो म्हणजे या बदलानें सूर्याचा व्यास पण बदलतो हा होय. तेजस्वितेंतील बदल व व्यासाचा बदल यांचा आराखडा आकृति ७ मध्ये दिला आहे. B 8 33

सूर्याची तेजस्विता जसजशी वाढत जाईल, तसतसें पृथ्वीच्या पृष्ठ-भागाचें उष्णतामान चढेल; व शेवटीं ज्यावेळीं सूर्याची तेजस्विता आजच्या शंभरपट होईल, त्यावेळीं तर आपल्या पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील उष्णतामान उकळणाऱ्या पाण्याच्या उष्णतामानाच्या पुष्कळच वर जाईल. अशा परिस्थितींत तिच्या पृष्ठभागावर सजीव प्राणी तग घेऊं शकणें कठीण होईल.



आकृति ७—सूर्याच्या उत्क्रांतीचा आराखडा.

वरील विवेचनावरून सूर्याला पृथ्वीवरील सर्व स्थावर आणि जंगमाचा आत्मा कां म्हटलें आहे हें वाचकांना आतां पटलेंच असेल. त्यानें विसर्जित केलेल्या तेजावांचून आपले पृथ्वीवर कोणतीही वस्तु उत्पन्न होऊं शकली नसती. तें त्याचें तेज म्हणजेच किरण कसे निर्माण होतात, तो केवढी मोठी शक्ति विसर्जित करतो, त्याची रचना कशी आहे, त्याजवर कोणतीं दृश्यें दिसतात, त्याचा आकार किती अबाढव्य आहे, ह्या सर्व गोष्टी वर आल्याच आहेत. आणि म्हणूनच त्याला आपल्या ऋषींनीं प्रेरणा करणारा असें संबोधिलें आहे. आपणही आपल्या बुद्धीला चालना मिळावी म्हणून त्या सवित्याच्या श्रेष्ठ तेजाचें ध्यान करूं या.



प्रकरण ८ वें

पृथ्वीवरील सर्व घड्याळांचें घड्याळ.

सांप्रत मुंबई, पुणें ह्या शहरांत तर असो, खेड्यापाड्यांतूनही, घड्याळें दृष्टीस पडतात. आपलीं फार पूर्वींचीं घटीयंत्रें, व पाऊणशें वर्षांपूर्वींचीं वेळ मोजण्याचीं वालुकायंत्रें, छायायंत्रें, ह्यांपेक्षां घड्याळें हीं सोईचीं होत, आणि तीं थोडक्यांत मिळतातही. तेव्हां तीं बाळगण्याची इच्छा पुष्कळांस होणें साहाजिक आहे. परंतु, तीं जो वेळ दाखवितात त्यासंबंधी माहिती, तीं बाळगणारांस असेल, तरच त्यांपासून खरा उपयोग होईल; नाही तर तीं असून नसून सारखींच ! ही माहिती पुष्कळांस नसते. निदान ह्याविषयीं विचार तरी थोडक्यांनींच केलेला आढळतो. घड्याळ बंद पडल्यामुळें पुनः लावावयाचें असलें, किंवा मागेंपुढें झालेंस वाटल्यामुळें बरोबर करावयाचें असलें, तर पहा शेजारचें घड्याळ. दादासाहेबांचें घड्याळ विघडलें कीं त्यांनीं तें रावसाहेबांच्या घड्याळावरून लावावें, रावसाहेबांनीं अण्णासाहेबांच्यावरून लावावें, फार झालें तर मास्तरांचें घड्याळ पहावें, किंवा पोष्टाचें पहावें, असें बहुतकरून होतें. परंतु ज्यावरून आपण आपलें घड्याळ लावितों तें बरोबर आहे किंवा नाही याचा विचार कोण करितो ! दहापांच मिनिटें किंवाहुना अर्धापाऊण तास मागें काय आणि पुढें काय ! मोठ्या पोस्टाचा किंवा रेलवेस्टेशनचा गांव असला म्हणजे घड्याळ पाहाण्यास चांगलें साधन असतें, परंतु पोस्टाचें किंवा रेलवेचें घड्याळ तरी कसें बरोबर लावितात, व तें जो वेळ दाखवितें तो आपल्या गांवीं लागू पडेल कीं नाही, ह्याचा विचार कोणीं केला आहे काय ? मनुष्यानें केलेलें घड्याळ कितीही उत्तम असलें तरी तें नेहमीं एकसारखें चालेल, कमजास्त चालणार नाही, म्हणजे दिवसांत त्यांत २४ तासच होतील, त्याहून तें शीघ्र किंवा मंद चालणार नाही, तसेंच तें विघडणार नाही किंवा बंद पडणार नाही, असें होणें अशक्य. क्रोनामिटर म्हणून

फार उत्कृष्ट घड्याळें असतात त्यांस किंमत फार पडते. तरी तीं देखील विघडतात. मग इतरांची काय कथा ! तर घड्याळें लावण्यास कोणतें तरी एक घड्याळ असें असलें पाहिजे कीं तें कधीं बंद पडणार नाही, विघडणार नाही व मार्गेंपुढें होणार नाही. असें घड्याळ ईश्वरनिर्मितच असलें पाहिजे हें स्पष्ट दिसतें. सूर्य किंवा नक्षत्रें हें अनादिसिद्ध घड्याळ होय. मद्रास एथें वेधशाळा आहे. तसेंच मुंबई येथें मुख्यतः लोहचुंबक-धर्म समजण्याकरतां वेधशाळा आहे. ह्या दोन्ही ठिकाणीं पूर्वी खस्थ ज्योतींच्या वेधांवरून घड्याळें लावीत आणि त्यावरून सर्व हिंदुस्तानांत खरी वेळ समजे. हल्लीं कलकत्याच्या वेधशाळेंतून वेळ कळवितात. आतां तर रेडियोवरून घड्याळ लावण्याची मोठीच सोय झाली आहे.

थोडा प्रयत्न केला तर कलकत्यावर अवलंबून न राहातां आपल्यास पाहिजे तेथें घड्याळ लावितां येईल; आणि ज्या त्या ठिकाणीं घड्याळ लावलें तरच त्यावरून योग्य वेळ कळेल. घड्याळें नव्हतीं तेव्हां कलकत्ता, मद्रास, किंवा मुंबई यांवांचून आमचें अडत असे काय ! नाही. तसें हल्लींही अडणार नाही. सर्व ठिकाणीं सूर्योदय किंवा सूर्यास्त एकदम होता तर कलकत्ता, मद्रास, मुंबईची वेळ पाहिजे तेथें उपयोगी पडती. परंतु तसें होत नाही. फार तर काय मुंबईस सूर्य मध्यान्हीं येतो त्याच्या अगोदर चार मिनिटें पुण्यास मध्यान्हीं येतो. म्हणून मुंबईच्या घड्याळाहून पुण्याचें घड्याळ चार मिनिटें पुढें पाहिजे. याप्रमाणें प्रत्येक ठिकाणचा काळ निराळा असतो. ह्या काळास आपण निजकाल म्हणूं. हा निजकाल समजण्याची गरज वारंवार लागते. हा कसा समजावा, म्हणजे घड्याळ कसे लावावे, याचा थोडासा विचार करूं.

घड्याळांविषयीं गैरमाहीत अशा लोकांची समजूत अशी असते, कीं, सूर्योदयाबरोबर घड्याळांत नेहमीं सहा वाजतात. परंतु हीं तर फारच चूक आहे. तसेंच दोन प्रहरीं घड्याळांत बरोबर १२ वाजतात, असाही कित्येकांचा समज असतो, आणि ह्याच धोरणानें ते घड्याळ लावितात. यांतही दोन प्रकारांनी चुकी होण्याचा संभव असतो. बरोबर दोनप्रहर नुसत्या डोळ्यांनीं समजणें कठिण; आणि बरोबर दोनप्रहरीं नेहमीं बारा

वाजतात असें नाहीं. दोनप्रहरी, म्हणजे याम्योत्तरीं सूर्य येतो तेव्हां, कधीं बारा वाजण्यास १५ मिनिटें अवकाश असतो; आणि कधीं सव्वाबाराही होतात. असें होण्याचें कारण सूर्याची गति नियमित नाहीं हें होय. क्रांतिवृत्तांत त्याची गति कधीं ५७ कला असते; कधीं ६१ कला असते. यामुळें एकदां सूर्य मध्यान्हीं आल्यापासून पुन्हा मध्यान्हीं येण्यास कधीं २४ तासांहून ३० सेकंदपर्यंत जास्त लागतात; कधीं ३० सेकंदें कमी लागतात. सूर्योदय किंवा सूर्यास्त यांत तर याहूनही कमजास्त फरक पडतो. यामुळें एकदां सूर्य मध्यान्हीं आला तेव्हां घड्याळांत १२ वाजवून डेविले असतां, कांहीं दिवसांनीं सूर्य मध्यान्हीं येईल तेव्हां बारांहून कमजास्त वाजतील.

आमचे वाचक म्हणतील, कीं खासें काम. आम्हांस स्वतः सूर्यावरून घड्याळ लावण्यास सांगतां, आणि सूर्याची तर ही अवस्था. वाचकहो, यास उपाय आहेत. सूर्याची गति अनियमित आहे तरी तीस कांहीं नियम आहेत. व ती बरोबर काढितां येते, आणि सूर्याची गति अनियमित असली तरी त्यास कधीं किल्ली द्यावयास नको; व त्याची गति कधीं बंद पडावयाची नाहीं.

सूर्य एकदां मध्यान्हीं आल्यापासून पुन्हा येईपर्यंत जो काळ जातो त्यास सावनदिवस म्हणतात. सावन दिवसाचें मान कमजास्त होतें. म्हणून सगळ्या सावन दिवसांची सरासरी काढून त्याचें मध्यम मान ठरविलें आहे. हा परिमित मध्यकाल पाहिजे त्या परिमाणांनीं सांगतां येईल. आपले लोक ह्या कालाच्या ६० घटका मानितात. युरोपियन लोक २४ तास मानितात. सूर्याच्या गतीचें मध्यम मान काढून तितकी म्हणजे सुमारें ५९ कला ८ विकला ज्याची दिवसांत गति आहे असा एक मध्यम रवि विषुववृत्तांत फिरतो असें मानितात. तो मध्यान्हीं आल्यापासून किंवा उगवल्यापासून पुन्हा मध्यान्हीं येण्यास किंवा उगवण्यास २४ तास लागतात. मध्यम रवीवरून जो काळ समजतो, त्यास मध्यमकाल म्हणतात. आणि प्रत्यक्ष सूर्यावरून जो काळ समजतो त्यास स्पष्टकाल म्हणतात.

तारांची दैनंदिनगति अनियमित नाही म्हटलें तरी चालेल. एकादी तारा एकदां उगवली, मध्यान्ही आली, किंवा मावळली असतां, तेव्हां-पासून ती पुन्हा उगवे, मध्यान्ही येई, किंवा मावळेतोपर्यंत नेहमीं सारखाच वेळ लागतो. ह्या काळास नाक्षत्रदिवस म्हणतात. ह्या कालाचे २४ तास किंवा ६० घटका मानिल्या तरी चालतील; व तशा कांहीं कामांत मानितातही. ह्याप्रमाणे नक्षत्रे जो काल दाखवितात तो नाक्षत्रकाल होय. मुंबईच्या वेधशाळेंत नाक्षत्रकाल दाखविणारें एक घड्याळ आहे. वसंतसंपांत मध्यान्ही येईल तेव्हां त्यांत १२ वाजतात. नक्षत्र उगवणें, मावळणें ही गोष्ट पृथ्वीच्या दैनंदिन गतीमुळें होते. पृथ्वीला दैनंदिन प्रदक्षिणा करण्यास नेहमीं समानकाल* लागतो. यामुळें नाक्षत्र दिवसाचें मान नेहमीं समान असतें; सावन दिवसासारखें कमजास्त नसतें. म्हणून नक्षत्रे अथवा पृथ्वी हें सूर्यापेक्षांही सोईचें घड्याळ होय. नक्षत्रांवरून रात्रीचें मान सुमारानें सांगणारे लोक आपलेकडे बरेच आहेत. आपल्यास नक्षत्रांवरून सूक्ष्मकालही सांगतां येईल.

नाक्षत्रदिवस नेहमीं समान असतो खरा, तरी आपल्यास दिवस सूर्यावरून समजतो. सूर्य उगवला म्हणजे दिवस सुरू होतो. तेव्हां व्यवहारास नाक्षत्रदिवस उपयोगी नाही, सावन दिवसच घेतला पाहिजे. म्हणून नाक्षत्रकालावरून सावनकाल काढतां येण्याच्या तजविजी केल्या आहेत.

सावन दिवस कमजास्त होतो म्हणून घड्याळावरून समजून येणारा दिवस सावन दिवसाबरोबर नेहमीं होईल असें करितां. यावयाचें नाही. म्हणजे सूर्याची गति कमजास्त होते, तशी घड्याळाची कधीं करितां येणार नाही. घड्याळ कधीं शीघ्र चालेल, कधीं मंद चालेल, परंतु त्याची गति नियमित असणार. कांहीं एका परिमित वेळांत तें २४ तास ५ मिनिटें चाललें तर नेहमीं तितकेंच चालेल; किंवा २३ तास ५५ मिनिटें चालत असलें, तर नेहमीं तेवढेंच चालेल. परंतु सूर्य आज ५७

* हा काल मध्यम सावनमानानें २३ तास ५६ मिनिटें ४.०९०६ सेकंद इतका आहे.

कला, कांहीं दिवसांनी ५८ कला, आणि कांहीं दिवसांनी ५९ कला, असा चालतो; त्याप्रमाणे घड्याळ कमजास्त चालणे ही गोष्ट असंभवनीय आहे; निदान आजच्या दृष्टीने तरी अशक्य आहे. घड्याळ सर्वदा सारखे चालणार. अर्थात् नेहमी समान गतीने चालणारा कल्पिलेला मध्यम-रवि ज्याप्रमाणे मध्यमकाल दाखवितो, त्याप्रमाणे घड्याळही मध्यमकाल दाखविते. मध्यमरवि आकाशांत दिसत नाही. तथापि गणिताने त्याचे मान काढितां येते, आणि त्याबरोबर चालणारे घड्याळ प्रत्यक्ष करितां येते, यामुळे मोठी सोय झाली आहे. मध्यमरवीचा उदय सकाळी ६ वाजतां होतो, असे मानितात; अर्थात् मध्यान्ह १२ वाजतां, आणि अस्त सायंकाळी ६ वाजतां होतो.

मध्यमरवीचे विपुवांश एका दिवसांत सुमारे ४ मिनिटे वाढतात, व यावरून ते कोणत्याही दिवशीचे काढितां येतील. तसेंच नक्षत्रांच्या विपुवांशांच्या* साहाय्येने कोणत्याही रात्री एकादी तारा मध्यान्ही पाहून घड्याळ लावितां येईल. उदाहरणार्थ कोणत्याही वर्षी तारीख १ जानेवारीच्या रात्री घड्याळ लावावयाचे आहे. तारीख ७ जानेवारी रोजी मध्यम-रवीचे विपुवांश १९* तास आहेत. तेव्हां पाहिल्या तारखेस रात्री ते (१९ तास-५॥ × ४ मिनिटे) १८ तास ३८ मिनिटे आहेत. याहून सुमारे एक तास कमी किंवा जास्त ज्यांचे विपुवांश आहेत त्या तारा त्या रात्री मुळीच दिसणार नाहीत. १८।३८ हून सुमारे ६ तास जास्त म्हणजे ० तास ३८ मिनिटे इतके ज्या तारेचे विपुवांश आहेत, ती तारा सूर्यास्ताच्या वेळी सूर्याच्या पुढे ६ तास असेल; म्हणजे मध्यान्ही असेल. आणि त्याहून जास्त १२ तास म्हणजे १२ तास ३८ मिनिटे-पर्यंतच्या विपुवांशांच्या तारा रात्रीत केव्हां तरी मध्यान्ही येतील.

अश्विनीची दुसरी तारा मध्यान्ही आलेली दिसली; तिचे* विपुवांश

* मध्यम रवीचे विपुवांश पूर्ण तास कधी होतात ते व नक्षत्रांचे विपुवांश परिशिष्ट १ मध्ये दिले आहेत.

ज्यो. ...८

१।५१ आहेत. ह्यांतून १८।३८ वजा केले, तेव्हां बाकी ७ तास १३ मिनिटें राहिलीं. इतकी ती तारा मध्यमरवीच्या पुढें आहे, असें झालें. मध्यमरवि १२ वाजतां मध्यान्हीं येतो म्हणून ती ७ वाजून १३ मिनिटांनीं मध्यान्हीं येईल. इतके घड्याळांत करावे. सारांश मध्यान्हीं असलेल्या तारेच्या विपुवांशांत त्या दिवशींचे त्या वेळचे मध्यमरवीचे विपुवांश वजा करावे; बाकी राहिल तितके वाजले असें समजावें. मध्यान्हीं एकादी ठळक तारा नसेल तर अंमळ वाट पहावी लागेल. ही वेळ त्या त्या स्थळाची निजकालाची झाली. हिंदुस्तानाकरतां प्रमाणीकृत (इंडियन स्टॅंडर्ड टाइम) वेळेप्रमाणें घड्याळ लावावयाचें झाल्यास ग्रीनिच रेखांश ($८२^{\circ} \frac{१}{२}$) प्रमाणें प्रत्येक अंशांतरागणिक ४ मिनिटांचा फरक करावा लागेल. पुणें हें $७३^{\circ}-५१'$ रेखांशावर आहे. वरील उदाहरणांतील वेळ पुण्यास पाहिली असल्यास ($८२^{\circ} \frac{१}{२}-७३^{\circ} ५१'$) $\times ४=३५$ मिनिटें मिळवावीं लागतील. म्हणून घड्याळांत स्टॅ. टा. ७ वाजून ४८ मिनिटें करावीं लागतील.

आतां तारा मध्यान्हीं आली असें कसें समजावें ? तें समजण्यास दिशासाधन केलेलें असेल तर चांगलें. दिशासाधनाच्या रीति पुष्कळ आहेत. त्यांत यंत्रादि सामुग्रीवांचून बहुधा पाहिजे तेथें दिशासाधन करण्याच्या दोन रीति येथें सांगतो. समान भूमीवर एक शंकु (काठी किंवा खिळा) लंब होईल असा पुरावा. तो मध्य कल्पून पाहिजे तेवढ्या त्रिज्येनें एक वर्तुळ काढावें. तें जितकें मोठें असेल तितकें चांगलें. शंकूची अग्रछाया वर्तुळास दिवसांत केव्हां तरी स्पर्श करील इतका तो उंच असावा. शंकूच्या टोंकाची छाया वर्तुळाच्या परिघास मध्यान्हापूर्वी जेव्हां स्पर्श करील तेव्हां त्या स्पर्शबिंदुस्थानीं खूण करावी. तसेंच मध्यान्हांनंतर ती अग्रछाया दुसऱ्या वाजूस परिघास जेथें स्पर्श करील त्या बिंदुस्थानीं खूण करावी. हे दोन बिंदु साधणारी रेषा पूर्वपश्चिम दिशा दाख

विणारी होते. म्हणजे अर्थात् तिजवर लंब काढावा, तो उत्तरदक्षिण होतो. याप्रमाणें दिशासाधन एकदां केलें म्हणजे तें नेहमीं उपयोगीं पडेल. हें दिशासाधन सायन मकर किंवा कर्क या राशींत सूर्य प्रवेश करितो त्या दिवशीं, म्हणजे डिसेंबर व जून यांच्या २१ व्या तारखेच्या सुमारास करावें. परिघास अग्रछायेचा स्पर्श दोनप्रहरांच्या अगोदर थोडाच वेळ होईल अशी योजना करावी म्हणजे दिशासाधन अगदीं बिनचुक होईल; इतर दिवशीं दिक्साधन केलें तरी चालेल. परंतु तें जेव्हां करावयाचें तो दिवस सायन मकर व कर्क यांपासून जसा दूर असेल व परिघास अग्रछायेचा स्पर्श होण्याची वेळा मध्यान्हापासून जशी दूर असेल तसा स्थूलपणा राहण्याचा संभव आहे. परंतु तो फार आहे असें नाही. दिशा साधण्याची दुसरीही एक रीति आहे. ती अशी:—दहा वीस हात लांब दोरी घेऊन तिचें एक टोंक उघड्या जागेंत जमिनीपासून सुमारे पांच सहा हात उंचीवर कशास तरी बांधून स्थिर करावें. दुसरें एक टोंक धरून रात्रीस अशा ठिकाणीं उभें रहावें कीं दोरीच्या रेषेनें पाहिलें असतां ध्रुव दिसेल. अशा रीतीनें धरलेली दोरी हीच दक्षिणोत्तर रेषा होय. असो. याप्रमाणें उत्तरदक्षिण दिशा—दर्शक रेषा होईल त्याच अनुरोधानें आकाशांत याम्योत्तरवृत्त असावयाचें. एकदां साधारण दिशा समजल्या म्हणजे अजमासानें तारा मध्यान्हीं केव्हां आली हें समजेल.

विषुववृत्तावर दिनमान सर्वदा ३० घटका असतें असें आपण म्हणतो, परंतु तें सर्वांशीं खरें नाही. सूर्य मध्यान्हीं येण्याच्या वेळा पृथ्वीवर लागू आहेत त्याप्रमाणें विषुववृत्तावरही लागू आहेत. त्या वेळा पाहिल्या तर त्यांवरून दिसतें, कीं कधीं सूर्य ११ वाजून ५२ मिनिटांनीं मध्यान्हीं आला तर दोन दिवसांनीं ५३ मिनिटांनीं येतो. म्हणजे १ मिनिट उशिरां येतो. असें वर्षांत वरेंच वेळां होतें. अर्थात् २४ तासांत सुमारे ३० सेकंदें फरक पडला, म्हणजे अर्थात् दिनमान १५ सेकंदें, म्हणजे

अर्ध्या पळाहून थोडे जास्त, इतकें वाढलें. विषुववृत्तावर दिनमान ३० घटकांहून कमजास्त होण्याचें मान फार तर १५ सेकंडें आहे. म्हणून तेथें ३० घटका दिनमान असतें असें सामान्यतः म्हणतात.

तारा किंवा सूर्य यांचे उदयास्त पाहून त्यांवरूनही घड्याळ अगदीं बरोबर लावितां येतें. क्षितिज बरोबर दिसलें पाहिजे, एवढीच ह्या गोष्टीस अडचण आहे. हल्लीं मुंबईस व पुण्यास छापणाऱ्या पंचांगांत सूर्योदयास्तवेळा असतात. परंतु त्या मुंबईच्या असतात. म्हणून मुंबईच्या इतके म्हणजे सुमारे १९ अक्षांश ज्या स्थलांचे आहेत त्यांस मात्र त्या लागू आहेत. उत्तरेस व दक्षिणेस एक एक अंशपर्यंत लागू केल्यास चालेल, परंतु कधीं कधीं २ मिनिटांची चूक पडेल. त्याच्या दक्षिणेस किंवा उत्तरेस त्या वेळा उपयोगी नाहींत. हल्लीं रोजनिशांतही तेच उदयास्त छापितात व त्या रोजनिशा व तीं पंचांगें पाहिजे त्या ठिकाणीं चालतात. मुंबईच्या अक्षांशांपेक्षां धुळ्याच्या अक्षांशांवर सूर्योदय कधीं कधीं ४ मिनिटें लवकर किंवा उशिरां होतो. (रेखांशांच्या फरकामुळें अंतर पडेल तें निराळें). डिसेंबरांत उशिरां होतो, जून महिन्यांत लवकर होतो. वेळगांवच्या अक्षांशांहून बडोद्याच्या अक्षांशांवर तर १२ मिनिटें लवकर किंवा उशिरां होतो.

एका याम्योत्तरवृत्तावर जितकीं स्थानें असतात त्यांस मध्यान्ह एकदम होतो. दोन स्थलांमध्ये पूर्वपश्चिम अंतर म्हणजे रेखांशांचें अंतर १ अंश असलें तर मध्यान्हास ४ मिनिटांचा फरक पडतो. पूर्वेकडील १ अंशावर सूर्य ४ मिनिटें अगोदर मध्यान्हीं येतो, पश्चिमेकडच्या स्थळां ४ मिनिटें मागाहून येतो. पुणें आणि मुंबई यांचें रेखांतर (देशांतर) एक अंश आहे. पुण्याच्या पश्चिमेस मुंबई आहे. आज १२ वाजतां सूर्य मध्यान्हीं येतो असें पंचांगांत दिलें आहे असें समजा. पुण्यास सूर्य मध्यान्हीं दिसला तेव्हां पुण्याच्या घड्याळांत १२ वाजले. त्याच्या मागाहून ४ मिनिटांनीं मुंबई येथें सूर्य मध्यान्हीं दिसला, तेव्हां मुंबईच्या घड्याळांत १२ वाजले. या वेळीं पुण्याच्या घड्याळांत १२ वाजून ४ मिनिटें झालीं असलीं पाहिजेत. दोन्ही घड्याळांत मध्यान्हीं १२ वाजले, परंतु तीं एके ठिकाणीं

आणिर्लीं तर पुण्याचें घड्याळ मुंबईच्या पुढें ४ मिनिटें आहे असें दिसून येईल. हें अंतर सर्वकाल सारखें असावयाचें. यावरून दिसून येईल कीं, प्रत्येक ठिकाणचा निजकाल भिन्न आहे. मद्रास आणि मुंबई यांचें रेखांतर ७॥ अंश आहे हणून दोहों ठिकाणच्या घड्याळांत ३० मिनिटांचा फरक असतो. यावरून वास्तविक वेळ समजण्यास ज्या त्या ठिकाणचा निजकाल दाखविणारें घड्याळ पाहिजे हें उघड आहे. कोणत्याही ठिकाणीं सूर्यादिकांवरून लाविलेलें घड्याळ त्या ठिकाणचा निजकाल दाखवितें. एकाद्या ठिकाणचें घड्याळ बरोबर लावलें असलें तर त्यावरून दुसऱ्या ठिकाणचें लावितां येईल. त्या दोन ठिकाणांचें रेखांतर माहित असलें हणजे झालें. दर अंशास ४ मिनिटें फरक पडतो. मद्रास आणि पुणें ह्यांचें पूर्वपश्चिम अंतर म्हणजे रेखांशांचें अंतर ६॥ अंश आहे. मद्रासच्या पश्चिमेस पुणें आहे. म्हणून मद्रासचें (मद्रास टाईमचें) घड्याळ बरोबर लाविलेलें असलें तर त्याहून २६ मिनिटें कमी केलीं म्हणजे पुण्याचा निजकाल दाखविणारें घड्याळ होईल. मुंबईच्या पूर्वेस १ अंश पुणें आहे म्हणून मुंबईटाईमच्या घड्याळापेक्षां ४ मिनिटें पुण्याच्या घड्याळांत जास्त करावीं, किंवा याप्रमाणें अंतर एकदां माहीत असलें म्हणजे मद्रासटाईमच्या घड्याळावरूनही ठिकाणचा निजकाल समजेल. जन्मपत्रिका, विवाहमुहूर्त इत्यादिकांमध्ये निजकाल पाहिजे, नाहीं तर ती पत्रिका व मुहूर्त चुकीचा होईल.

* दोन स्थळांच्या सूर्योदयांत किंवा अस्तांत फरक पडण्यास रेखांशांखेरीज आणखी एक कारण असतें, म्हणून एका ठिकाणचा उदय झाल्यावर त्याच्या पश्चिमेस एक अंशावर असणाऱ्या ठिकाणीं चारच मिनिटें मागाहून होईल असा नियम नाहीं. मुंबईच्या पूर्वेस दोन रेखांशांच्या अंतरावर धुळें आहे. त्या मानानें तें सूर्योदय ८ मिनिटें अगोदर व्हावा. व मुंबईच्या अक्षांशांवर धुळें असतें तर त्याप्रमाणें नेहमीं झाला असता. परंतु मुंबईहून धुळ्याचे उत्तर अक्षांश २ जास्त आहेत. म्हणून डिसेंबरांत धुळ्यास मुंबईच्या अगोदर ४ मिनिटें मात्र सूर्योदय होतो. जूनांत १२ मिनिटें अगोदर होतो.

नक्षत्रपटांतील स्थिति अमुक वाजतां दिसेल असें लिहिलें आहे, तें निजकालमानानें लिहिलें आहे. पुण्याच्या निजकालाचे ७ वाजतां पुण्यास जी स्थिति दिसेल तीच मुंबईच्या निजकालाचे ७ वाजतील तेव्हां मुंबईस दिसेल. अर्थात् नकाशांतल्या वेळा सर्वत्र उपयोगी पडतील. मात्र त्या निजकालावरून लाविलेल्या घडयाळावरून पाहिल्या पाहिजेत. घडयाळ दुसऱ्या ठिकाणचें असेल तर दोन्हींमधील कालांच्या अंतरावरून निजकाल काढून पाहावें.

आपली घटिका ही मध्यमकाल दाखविणारीच आहे. परंतु ती स्पष्ट सूर्योदयीं म्हणजे प्रत्यक्ष सूर्य अर्धा क्षितिजावर आला असें पाहून तेव्हां पाण्यांत टाकितात. यामुळें ती स्पष्टकाल दाखविते. आपण विवाहादि सर्व कृत्यांत स्पष्टकालमानानें चालतो व तें योग्यही आहे. परंतु घडयाळ मध्यममानाचें असतें. त्यांत सूर्योदयीं किंवा सूर्यास्तीं नेहमीं ६ वाजतात असें नाहीं. म्हणून घडयाळावरून काल ठरविणें तर त्या दिवशीं सूर्याचा उदय किंवा अस्त त्या ठिकाणीं केव्हां होतो हें माहीत असलें पाहिजे, म्हणजे त्यावरून स्पष्टकाल काढितां येईल. उदाहरणार्थ, सकाळीं ११ वाजतां कोणी स्त्री प्रसूत झाली, आणि त्या दिवशीं सूर्योदय ५॥ वाजतां झाला. तर प्रसूतिकालीं ५॥ तास म्हणजे १३॥ घटका दिवस आला होता, असें समजावें. याप्रमाणेंच विवाहदिकांचे मुहूर्ताविषयीं समजावें.

घडयाळ विनचूक आहे अशी खात्री नाहीं, किंवा तें अजमासानें लाविलेलें आहे, आणि तशांत घडलेल्या एकाद्या गोष्टीचा वेळ बरोबर समजला पाहिजे, तर त्या वेळीं किती वाजले हें पाहून ठेवावें. पुढें घडयाळ दुरुस्त करण्याची संधि सांपडेल तेव्हां तें किती मार्गे किंवा किती पुढें आहे हें पाहावें, म्हणजे त्यावरून त्या गोष्टीचा वेळ कायम ठरवितां येईल.

पृथ्वीच्या दैनंदिनप्रदक्षिणेस नेहमीं समानकाल लागतो असें वर सांगितलें. परंतु तें सर्वाशीं खरें नाहीं. पृथ्वी हें घडयाळ दोन हजार वर्षांपूर्वीं लावून ठेविलें होतें अशी कल्पना केली, तर इतक्या कालांत तें सुमारें सव्वा तास मार्गे पडलें आहे, आणि हल्लीं तें १२ आठवड्यांत एक

सेकंद मागें पडतें. दोन हजार वर्षापूर्वी पृथ्वीला अक्षप्रदक्षिणेस जो काळ लागे त्याहून हल्लीं सेकंदाचा ८४ वा भाग जास्त लागतो. हा काळ अत्यंत अल्प आहे, व तो पुढें त्याहूनही कदाचित् अल्प होईल. मग आपलें घड्याळ लावितांना त्यावद्दल विचार आपल्यास करण्यास नको. कारण पृथ्वी, सूर्य, नक्षत्रें हीं घड्याळें हल्लीं जशीं आहेत त्याप्रमाणें आपल्याला घड्याळ लावावयाचें. तीं घड्याळें प्राचीनकालीं व भविष्यत्-कालीं कशीं कां असतना ! तरी पृथ्वीवरील घड्याळांचें घड्याळही मंद-शीघ्र होतें हें मनांत येऊन मन विस्मयभरित होतें.



प्रकरण ९ वे

पंचांग

चतुरंगबलो राजा जगती वशमानयेत ।

अहं पंचांगबलवान् आकाशं वशमानये ॥

“ हत्ती, घोडे इत्यादि चतुरंगबलयुक्त राजा पृथ्वी जिंकितो. मी पंचांगबलानें आकाश वश करितों. ”

धर्मशास्त्र, व्यवहार, किंवा जिज्ञासा ह्यांतून कशाच्याही दृष्टीने पाहिलें तरी पंचांगाची कांहीं माहिती असणें इष्ट आहे. म्हणून ती सांगतों. तिथि, वार, नक्षत्र, योग, करण हीं पंचांगाचीं पांच अंगें होत. ज्या दिवशीं चंद्रसूर्य एके ठिकाणीं असतात ती अमावास्या. अमावास्या या शब्दांतच हा अर्थ आहे. अमा ह्या अव्ययाचा अर्थ ‘ एके ठिकाणीं ’ असा आहे. आणि वसू म्हणजे राहणें. अमावास्थेस चंद्र दिसत नाही. परंतु गणितावरून ज्या वेळीं चंद्रसूर्यांचें पूर्वपश्चिम अंतर शून्य होतें तेव्हां अमावास्या तिथि संपते, असें मानतात. मग त्या वेळीं त्यांचें उत्तर-दक्षिण अंतर शून्य असो किंवा नसो. तेंही मुळींच नसेल तर सूर्यग्रहण होतें. सूर्याहून चंद्राची गति फार जलद आहे. तो सूर्याजवळ येऊन लागलाच पुढें पूर्वेस जाऊं लागला म्हणजे प्रतिपदेस आरंभ झाला. दोघेही चालत असतात. दोघांमध्ये १२ अंश अंतर पडलें म्हणजे प्रतिपदा तिथि संपली. चंद्रसूर्यांमध्ये १२ अंश अंतर पडण्यास जो काल लागतो त्यास तिथि म्हणतात. हें अंतर पडण्यास मध्यम मानानें सुमारें ५९ घटिका ३ पळें लागतात. याप्रमाणें एकदां चंद्रसूर्य एकत्र आल्यापासून पुन्हा येतपर्यंत ३० तिथि होतात. परंतु त्यांचे २९॥ दिवस होतात. ह्या कालास चांद्रमास म्हणतात असें मागें सांगितलेंच आहे. १२ चांद्रमासाचे ३५४ दिवस होतात; व त्या कालांत ३६० तिथि होतात. अर्थात् तिथीची क्षयवृद्धि होऊन एकंदरीत ६ दिवस कमी

होतात. चंद्राची गति कधी शीघ्र असते, कधी मंद असते, यामुळे एका तिथीस कधी ६६ घटिका लागतात, कधी ५० लागतात. (आकृति ८) पंचांगांत तिथींची घटीपळे दिलेली असतात, प्रतिपदा रविवारी ५४ घटिका १० पळे असेल तर त्याचा अर्थ असा की, रविवारी सूर्योदयापासून इतका काळ गेला तेव्हां प्रतिपदा तिथि संपली. म्हणजे त्या वेळीं सूर्योपुढे चंद्र १२ अंश गेला. तिथीचे मान कधी ६० घटिकांहून जास्त होते, यामुळे तिथीची वृद्धि होते. सोमवारी ५८ घटिका द्वितीया आहे अशी कल्पना करा. पुढे १२ अंश अंतर पडण्यास ६५ घटिका लागल्या; तर सोमवारी पहाटेस ५८ घटिकांपुढे राहिलेल्या २ घटिका, मंगळवार सर्व दिवसाच्या ६० घटिका, व बुधवारी सूर्योदयानंतर ३ घटिका अशा एकंदर ६५ घटिका जातील तेव्हां तृतीया संपेल. तेथे तृतीयेची वृद्धि झाली. सूर्योदयी जी तिथि वगैरे असेल ती पंचांगांत लिहितात. ह्या उदाहरणांत सोमवारी द्वितीया लिहिली; मंगळवारी व बुधवारी तृतीया लिहावी लागेल. तिथीचे मान ६० घटिकांहून कमी असते तेव्हां क्षय होतो. रविवारी सूर्योदयानंतर २ घटिकांनी दशमी संपली. पुढे एकादशीचे मान ५५ घटिका आहे असे समजा. अर्थात् सूर्योदयापासून ५७ घटिका गेल्यावर एकादशी संपून द्वादशी लागली. तेव्हां सोमवारी सूर्योदयी द्वादशी आली. म्हणून एकादशीचा क्षय झाला. एकादशी मुळांच नाही, असे नाही. ती सूर्योदयी कोणत्याच दिवशी नाही म्हणून तिचा क्षय मानिला इतकेच. अशा वेळीं उपोषणास तर दोन एकादशा होतात. स्मार्त रविवारीच उपोषण करितील. परंतु वैष्णव सोमवारी करितील. त्यांचा असा नियम आहे, कीं प्रातःकाळीं थोडीशी दशमी असली, किंवा सूर्योदयापूर्वी ६ घटिकांत दशमी असली, तर त्या दिवशीं उपोषण करावयाचे नाही. अशा एकादशीला ते दशमीविद्ध म्हणतात, व तिच्या दुसऱ्या दिवशीं उपोषण करितात.

तीस तिथींत दोन पंचवडे होतात. ह्यांस पक्ष (पांख) म्हणतात. ज्या पक्षांत आवशीस काळोख असतो, त्यास कृष्ण म्हणजे काळोखाचा पक्ष म्हणतात, आणि ज्यांत आवशीस चांदणें असते तो शुक्ल पक्ष. नर्मदेच्या

उत्तरभागी पूर्णिमान्त मान चालतें. त्यासंबंधी कोणाची अशी समजूत असते, कीं आमचा शुक्लपक्ष तो तिकडच्यांचा कृष्णपक्ष. परंतु शुक्र, कृष्ण हीं नांवें अन्वर्थक आहेत. एके ठिकाणीं जो शुक्लपक्ष तो पृथ्वीवर कोठेंही गेलें तरी शुक्लपक्षच असावयाचा.

शुक्लपक्षांत सूर्यास्ताच्या वेळीं व कृष्णपक्षांत सूर्योदयाच्या वेळीं चंद्र आकाशांत कोठें आहे हें पाहून स्थूलमानानें तिथि कळेल. क्षितिजापासून खस्वस्तिकापर्यंत ९० अंश होतात. सूर्य मावळतांच चंद्र खस्वस्तिकीं किंवा याम्योत्तरवृत्तावर कोठें तरी दिसला तर तो सूर्याच्या पुढें ९० अंश आहे, म्हणून १२ अंशांस १ प्रमाणें ७ तिथि होऊन अष्टमी सुरू आहे, असें समजावें. खस्वस्तिकाच्या पूर्वेस अर्ध्या आकाशांत चंद्र आहे, तर तो सूर्यापासून $(९० + \frac{१}{२} =)$ १३५ अंशांवर आहे; म्हणजे त्या वेळीं द्वादशी तिथि आहे. कृष्णपक्षांत सूर्योदयीं चंद्र पश्चिमेस क्षितिजावर ४५ अंश आहे, तर तो सूर्याच्या पुढें अर्धे आकाश म्हणजे १८० अंश जाऊन आणखी ४५ अंश म्हणजे एकंदर २२५ अंश पुढें आहे. तेव्हां १८ तिथि होऊन कृष्णचतुर्थी सुरू आहे. दररोज चंद्र सुमारें दोन दोन घटिका मागाहून उगवतो. शुक्लपक्षांत तिथीच्या दुपटी इतक्या घटिका दिवसास चंद्र उगवतो. नवमीस १८ घटिका दिवसास उगवतो. कृष्णपक्षांत पूर्णिमेपासून गेलेल्या तिथींच्या दुपटी इतक्या घटिका रात्रीस चंद्र उगवतो. कृष्णचतुर्थीस ८ घटिका रात्रीस उगवतो. ही रीति सुमाराची आहे. ह्या रीतीनें आलेल्या वेळेंत एकादी घटिका मागेपुढें होईल.

वार हें पंचांगाचें दुसरें अंग होय. आमच्या प्राचीन ज्योतिष्यांच्या मतें सर्व ग्रह पृथ्वीभोंवतीं फिरतात, त्याचा क्रम शेवटाकडून घेतला तर शनि, गुरु, मंगळ, रवि, शुक्र, बुध, चंद्र; असा आहे. यांतला प्रथम शनि घेऊन पुढें चवथा चवथा ग्रह पुनः पुनः घेतला म्हणजे सात वार क्रमानें येतात. होरा (Hour) हे दिवसाचे २४ भाग आहेत. त्यांचे शनि इत्यादि ग्रह अनुक्रमानें स्वामी मानितात. अर्थात् दिवसांत सर्व ग्रह ३ वेळां होऊन आणखी ३ होतात. म्हणजे एके दिवशीं पहिल्या

कमजास्त होतें. यामुळें वृद्धिक्षय होतात. त्याविषयी नियम तिथीप्रमाणेंच आहेत.

पंचांगांत रोजचीं नक्षत्रें दिलेलीं असतात. तीं चंद्राचीं होत. म्हणजे चंद्र त्या दिवशीं त्या नक्षत्राजवळ असतो, असें समजावयाचें. ह्यांस चंद्र-नक्षत्रें किंवा दिननक्षत्रें असेंही म्हणतात. जसा चंद्र नक्षत्रांतून फिरतो (आकृति ८ पहा) त्याप्रमाणें सर्व ग्रह नक्षत्रांतून फिरतात. सूर्यास एक नक्षत्र क्रमण्यास १३ किंवा १४ दिवस लागतात. आर्द्रा इत्यादि जीं पावसाचीं नक्षत्रें त्यांस सूर्यनक्षत्रें असेंही म्हणतात. सूर्यनक्षत्रें पावसाळीं जशीं असतात तशीं इतर ऋतूंतही असतात. तीं पंचांगांत दिलेलीं असतात. सूर्यास सर्व नक्षत्रांतून फिरण्यास एक वर्ष लागतें. पाऊस सूर्यावर अवलंबून आहे. म्हणून ज्या नक्षत्रीं सूर्य असतां पाऊस पडतो त्यांस पावसाचीं नक्षत्रें म्हणतात. इतर ग्रह कोणत्या नक्षत्रीं असतात हें आमच्या इकडच्या पंचांगांत लिहीत नाहीत. परंतु इंदुर, ग्वाल्हेर, तेलंगण, मलवार, बंगाल वगैरे प्रांतांतील पंचांगांत लिहितात.

अश्विनीपासून विभागात्मक सव्वादोन नक्षत्रांचा एक राशी असे क्रांतिवृत्ताचे जे १२ भाग त्यांस मेष, वृषभ इत्यादि नांवें आहेत. सूर्याचें एका राशींतून दुसऱ्या राशींत जें जाणें त्यास संक्रांति किंवा संक्रमण म्हणतात. तो मेष राशींत ज्या वेळीं जातो त्या वेळीं मेषसंक्रमण होतें. याप्रमाणें चंद्रादिकांच्याही राश्यंतरास संक्रमण म्हटलें असतां चालेल. चंद्र एका राशींत सुमारे दोनअडीच दिवस असतो. सूर्य एक महिना असतो. कोणाची जन्मराशि मेष आहे असें म्हणतात. याचा अर्थ असा, कीं तो जन्मला त्या वेळीं चंद्र त्या राशींत होता. नक्षत्रांवरून राशि किंवा राशीवरून नक्षत्रें समजण्याचें कारण वारंवार पडतें. म्हणून त्यांचें कोष्टक एथें देतों.

नक्षत्रं	राशि	नक्षत्रं	राशि
१ अश्विनी	} मेष १	चित्रा अर्ध	} तुला ७
२ भरणी		१५ स्वाती	
३ कृत्तिकांचा पाद कृत्तिकांचे तीन पाद		१६ विशाखा तीन पाद विशाखा पाद	
४ रोहिणी	} वृषभ २	१७ अनुराधा	} वृश्चिक ८
५ मृगशीर्ष अर्ध मृगशीर्ष अर्ध		१८ ज्येष्ठा	
६ आर्द्रा	} मिथुन ३	१९ मूल	} धनु ९
७ पुनर्वसु तीन पाद पुनर्वसु पाद		२० पूर्वाषाढा २१ उत्तराषाढा पाद	
८ पुष्य		२२ उत्तराषाढा तीन पाद	
९ आश्लेषा	} कर्क ४	२२ श्रवण	} मकर १०
१० मघा		२३ धनिष्ठा अर्ध धनिष्ठा अर्ध	
११ पूर्वा	} सिंह ५	२४ शततारका	} कुंभ १
१२ उत्तरा पाद उत्तरा तीन पाद		२५ पूर्वाभा०तीन पाद पूर्वाभाद्रपदा पाद	
१३ हस्त	} कन्या ६	२६ उत्तराभाद्रपदा	} मीन १२
१४ चित्रा अर्ध		२७ रेवती	

चैत्र इत्यादि नांवे प्रथम चित्रा इत्यादि नक्षत्रांवरून पडली आहेत हे मार्गे सांगितलेच आहे. परंतु त्या त्या नक्षत्रांचे चंद्र पूर्ण होतो असे नाही; मार्गे पुढेही एकाद्या नक्षत्रां होतो. उदाहरणार्थ चैत्रांत पूर्णिमेच्या दिवशी हस्त, चित्रा, स्वाती यांतून कोणतेही नक्षत्र असते. सांप्रत असा नियम आहे, की ज्या चांद्रमहिन्यांत सूर्याचे मेषसंक्रमण होईल त्याचे नांव चैत्र. ज्यांत वृषभ संक्रमण होईल त्याचे नांव वैशाख. याप्रमाणेच पुढे समजावे. ज्या महिन्यांत सूर्याचे संक्रमण होणार नाही त्यास अधिक-मास म्हणतात, आणि त्यास हल्ली त्याच्या पुढील महिन्याचे नांव देतात.

चांद्रमासाचें मान सुमारें २९॥ दिवस आहे, आणि सूर्यास एक राशी क्रमण्यास २९॥ हून जास्त दिवस लागतात. एकदां चैत्रशुक्लप्रतिपदेस मेघसंक्रांति झाली अशी कल्पना करा. तर पुढील संक्रांति क्रमानें एकदोन तिथि पुढें जातां जातां कांहीं महिन्यांनीं अमावास्येच्या सुमारास संक्रांति होईल. श्रावणांत वद्य १४ च्या दिवशीं सिंहसंक्रांति झाली अशी कल्पना करा. दुसरे दिवशीं अमावास्या झाली; पुढें दुसरी अमावास्या होईपर्यंत संक्रांति मुळींच झाली नाही; त्याच्या पुढील महिन्यांत शुक्ल प्रतिपदेस कन्यासंक्रांति झाली; तर त्या महिन्याचें नांव भाद्रपद होईल; मध्ये एका महिन्यांत संक्रांति मुळींच झाली नाही, म्हणून तो अधिक झाला. त्यास त्याच्या पुढील महिन्याचें नांव देतात, म्हणजे अधिक भाद्रपद म्हणतात.

वारा चांद्रमासांचे ३५४ दिवस होतात. आणि सौरवर्षाचे दिवस सुमारें ३६५ आहेत. ऋतु सूर्यावर अवलंबून आहेत, म्हणून वर्ष सौरमानाचें पाहिजे. मुसलमान लोक हिजरी सनाचें वर्ष सौर धरीत नाहीत. म्हणून त्यांच्या मोहरममहिन्यांत एकदां हिंवाळा असला तर कांहीं दिवसांनीं पावसाळा येतो. आपण महिने चांद्र घेतों. परंतु ऋतूंचा फरक पडूं नये, चैत्रांत नेहमीं वसंत ऋतु यावा, म्हणून वर्ष सौर घेतों. दोन्ही मानांचा मेळ बसण्याकरितां मध्ये ज्या महिन्यांत संक्रांति येणार नाही तो अधिकमास धरतो. आपल्या देशांत चांद्रमान सर्वत्र चालतें. परंतु मलबारांत व बंगाल्यांत व्यवहारास सौरमास घेतात. मलबारांत यांचीं नांवे मेघ, वृषभ अशीं आहेत. बंगाल्यांत चैत्र वैशाख अशीं आहेत. तेथें मेघसंक्रांति ज्या दिवशीं होईल त्याच्या दुसऱ्या दिवशीं सौर वैशाख सुरू होतो अशी रीति आहे.

सांप्रत सूर्याची गति कार्तिक, मार्गशीर्ष, पौष या महिन्यांत जलद असते. त्यास वृश्चिक, धन, मकर या राशि क्रमण्यास २९॥ दिवसांहून कमी दिवस लागतात. म्हणून तेव्हां एकाद्या चांद्र महिन्यांत दोन संक्रांति होण्याची संधि कधीं कधीं येते. अशा वेळीं क्षयमास होतो. हा एकदां आल्यापासून प्रायः १४१ किंवा १९ वर्षांनीं पुन्हां येतो. जेव्हां येतो तेव्हां त्याच्याबद्दल अधिक महिना त्याच्या मार्गे किंवा पुढें ३।४ महि-

न्यांत येतो. हल्लीं चालू असलेल्या पंचांगांच्या मानानें हें लिहिलें आहे. त्या मानानें शके १७४४ मध्यें मार्गशीर्ष क्षय झाला होता. पुढें शके

अमान्त		पूर्णिमान्त	१८८५ मध्यें म्हणजे १४१
चैत्र	{	शुक्ल पक्ष	} चैत्र वर्षांनीं तोच क्षय होईल. नर्म- देच्या दक्षिणभागीं चांद्रमास अमावास्येपासून अमावास्येपर्यंत मोजतात. तो अमावास्येस संपतो
		कृष्ण पक्ष	
वैशाख	{	शुक्ल पक्ष	} ज्येष्ठ
		कृष्ण पक्ष	

दोन्ही पक्षांची व्यवस्था दाखविली आहे. नर्मदोत्तरभागीं पूर्णिमान्त मास चालतात, तरी सुद्धां अधिकमास अमान्तावरून म्हणजे आमच्याप्रमाणें धरितात.

नक्षत्रास आरंभ कोटून करितात म्हणजे चंद्रादिक कोठें आले असतां ते पाहिल्या नक्षत्रीं आले असें मानितात हा विचार केला पाहिजे. वसंत-संपात मार्गें सांगितला तो स्थिर नाही. तो नक्षत्रांत उलटा जातो. यामुळें अश्विन्यादि नक्षत्रें संपातापासून थोडीं थोडीं पुढें जातात असें दिसतें. सूर्याचें उदगयन किंवा दक्षिणायन संपातास अनुसरून आहे. म्हणजे संपातापासून ९० अंशांवर उत्तरेस किंवा दक्षिणेस सूर्य असतो तेव्हां अयनें होतात. नक्षत्रांत संपात मार्गें येतो. त्याप्रमाणें अयनविंदुही मार्गें चळतात. वेदांगज्योतिष म्हणून आपला प्राचीन ग्रंथ आहे, त्यांत धनिष्ठांच्या आरंभीं सूर्याचें उदगयन होतें असें सांगितलें आहे. शके ४२७ मध्यें उत्तरा-षाढांच्या दुसऱ्या चरणीं उदगयन होत असे, असें वराहमिहिरानें सांगितलें आहे. सांप्रत मूळांच्या तिसऱ्या चरणामध्यें होतें. अयनाच्या ह्या गतीस अयनचलन म्हणतात. ही गति फार थोडी आहे. वर्षांत सुमारे ५० विकला आहे. इतकीच संपाताचीही गति आहे. संपात म्हणजे काय याचें विवेचन देवांचीं मंदिरें या प्रकरणांत केलें आहे. आतां अयनचलन

कसें होतें म्हणजे पृथ्वीच्या आंसाची दिशा अवकाशांत कशी बदलते तें पाहूं.

पृथ्वी आपल्या आंसाभोंवतीं प्रदक्षिणा करीत असते. या आंसाची दिशा वाढविली कीं ती रेखा सध्यां जवळजवळ ध्रुव ताऱ्यांतून जाते. आपण आकाशाचे वेध पृथ्वीवरूनच घेऊं शकतो म्हणून पृथ्वीच्या गतीमुळे सर्व नक्षत्रें आपणांस चल वाटतात. पृथ्वीच्या आंसाची दिशा ज्या ध्रुवताऱ्यांतून जाते त्या दिशेस व साहजिकच ध्रुव ताऱ्यावर पृथ्वीच्या गतीचा फारसा परिणाम होत नाही. तो तारा आपणांस अचल वाटतो व म्हणूनच त्यास ध्रुव म्हणतात. पृथ्वी जर अगदीं टेनिसच्या चेंडूसारखी वाटोळी असती तर पृथ्वीच्या आंसाची आजची दिशा कायमचीच तशी राहिली असती. वास्तविक विषुववृत्ताकडे पृथ्वीला थोडासा फुगवटा आला आहे. त्या फुगवट्यावर सूर्याच्या गुरुत्वाकर्षणाचा परिणाम होतो. याचे योगानें पृथ्वीच्या आंसाची दिशा अवकाशांत कायम राहात नाही तर ती बदलते. पृथ्वीचा आंस ज्या ताऱ्यांतून जातो असें वाटतें ते तारे पण आंसाच्या दिशाबदलानें पालटतात. निरनिराळ्या क्रांती पृथ्वीचा आंस कोणकोणच्या ताऱ्यांतून जाईल याचा हिशेब केला कीं, हे तारे साधारण एका वर्तुळावर आहेत असें लक्षांत येतें. पृथ्वीच्या आंसाची दिशा आज ज्या ताऱ्यांतून जात आहे त्या ताऱ्यांतून पुन्हां जाण्यास सुमारे २६,००० वर्षे लागतात. या गतीमुळे आज जो आपणांस ध्रुव (अचल) तारा वाटतो तो कायमचाच अचल राहाणार नाही. निरनिराळ्या क्रांती वेगवेगळे तारे अचल वाटतात. असे भासमान अचल तारे साधारणपणें एका वर्तुळावर असल्यासारखे दिसतात. इ. स. १४,००० मध्ये पृथ्वीच्या आंसाची दिशा अभिजितमधून जाईल. म्हणजे त्यावेळीं अभिजित तारा अचल आहे असें दिसेल. अर्थातच त्यावेळीं अभिजित हा ध्रुव तारा समजावा लागेल. ३००० वर्षांपूर्वी ध्रुवविंदू हल्लींच्यापेक्षां १७ अंश दक्षिणेकडे होता. त्यामुळे आपणांस दक्षिणेकडच्या आकाशाचा हल्लीं न दिसणारा कांहीं भाग दिसत होता.

आपली पंचांगें साधारणपणें सूर्यसिद्धांतावरून अथवा ग्रहलाघवावरून

तयार करतात. आमच्या ज्योतिषग्रंथांचें आरंभस्थान शके ४४४ चे सुमारास वसंत संघातांत होतें व रेवतीनक्षत्रापैकीं २२ वी तारा त्यावेळीं त्याच्याजवळ होती. ही तारा सांप्रत संघातापासून पूर्वेस सुमारे १८ अंशावर आहे व सूर्यसिद्धांतांत सांगितलेलें आरंभस्थान संघातापासून सुमारे २२ अंश पुढें आहे. सायन पंचांगांत संघात हें आरंभस्थान मानतात व ग्रहांचें स्थान मोजतांना अयनगति हिशेवांत घेतात म्हणून त्यास सायन (अयनयुक्त) गणनेचें पंचांग म्हणतात. निरयन पंचांगांत अयनगति हिशेवांत घेत नाहींत. टिळक पंचांग व इतर ग्रहलाघवी पंचांगें हीं सर्व निरयन पंचांगें आहेत. टिळक पंचांग व इतर ग्रहलाघवी पंचांगें यांत आरंभस्थानें निरनिराळीं मानितात. टिळकपंचांगांत रेवतीची २२ वी तारा हें आरंभस्थान आहे तर ग्रहलाघवी पंचांगांत सूर्यसिद्धांतांत सांगितलेलेंच आरंभस्थान आहे. या दोन आरंभस्थानांत आज चार अंशांचाच फरक आहे. या भेदामुळें ग्रहलाघवी पंचांगांत एकादी सूर्यसंक्रांति ज्या दिवशीं होईल त्याच्या अगोदर सुमारे ४ दिवस टिळकपंचांगांत होईल आणि त्याच्या अगोदर १८ दिवस सायन पंचांगांत होईल. यामुळें तिन्ही पंचांगांतील महिन्यांचीं नांवें कधीं कधीं भिन्न असतात व अधिकमासही भिन्न होतो. तिथींचा संबंध आरंभस्थानाशीं नाहीं. यामुळें तिन्ही प्रकारच्या पंचांगांच्या तिथि जमतात. कधीं कांहीं घटिकांचा फरक पडतो, तो जुन्या पंचांगांत रविचंद्रांच्या गर्तीत थोडी चूक आहे म्हणून पडतो. ग्रहणास फरक यामुळेंच पडतो. ग्रहांच्या गति हल्लींच्या शोधांप्रमाणें विनचूक घेतल्या म्हणजे ग्रहणें, युति (दोन स्वस्थ ज्योतींस सांधणारी रेषा ध्रुवांतून जाते तेव्हां त्या दोहोंची युति झाली असें म्हणतात.) इत्यादि गोष्टी जुन्या पंचांगांच्या मानानें देखील बरोबर अनुभवास येतील.

सायन पंचांगाप्रमाणें ऋतु सर्वकाळ बरोबर मिळतील; सायन नक्षत्रें आणि तारात्मक नक्षत्रें यांचा मेळ राहाणार नाहीं. निरयन पंचांगांत नक्षत्रें आणि तारा यांचा मेळ बहुधा असतो, परंतु ऋतु चुकतात; व पुढें फारच चुकतील.

१५०. ...९

पंचांगांत नक्षत्रांनंतर योग दिलेले असतात. योग म्हणजे बेरीज. चंद्र-सूर्याच्या गतीची बेरीज १३ अंश २० कला होण्यास जो काळ लागतो, तितक्यांत एक योग होतो. हे योग २७ आहेत. तिथिनक्षत्रांचा आकाशांतल्या स्थितीशी संबंध आहे. तसा योगांचा कांहीं दिसत नाही. शके ५५० च्या पूर्वी हे नव्हते; त्यानंतर पंचांगांत आले, असें माझे मत आहे. चंद्र आणि सूर्य यांची क्रांति समान होते तेव्हां व्यतिपात आणि वैधृति हे होत असतात. त्यांस महापात म्हणतात. हे पंचांगांत निराळे दिलेले असतात. हे मात्र प्राचीन आहेत. हे सुमारे १३ दिवसांच्या अंतराने होतात.

करण म्हणजे तिथीचे अर्ध. चांद्रमासांत ३० तिथी व ६० करणे असतात. चंद्रसूर्यामध्ये ६ अंश अंतर झाले म्हणजे एक करण होतें. बव, बालव इत्यादि सात करणांचे पर्याय शुक्लप्रतिपदेच्या उत्तरार्धापामून आढ होतात, आणि पुढे शकुनि वगैरे चार करणे असतात, मिळून महिन्यांत ६० करणे होतात. सायननिरयन पंचांगांतलीं करणे एकच असतात; योग भिन्न असतात.

पंचांगांचीं पांच अंगे झालीं. हल्लीं इतर पुष्कळ उपयोगी गोष्टीही पंचांगांत देतात. एकादशीचे उपोषण कधी, श्रावणी कधी वगैरे गोष्टी धर्मशास्त्रावरून देतात. त्यांचा ज्योतिषगणिताशी संबंध नाही. धर्मशास्त्राच्या ग्रंथांत कोठे कोठे मतभेद पडतो, म्हणून दसरा आज करावा की उद्यां करावा असे वाद कधी कधी पडतात, अर्थात् ह्या वादाला कारण पंचांगांतली चूक हें नव्हे.

आमच्या प्रांतांतल्या पंचांगांत पंध्रवड्याच्या पृष्ठाच्या उजव्या अंगास वरील कोपऱ्यांत रवि, चंद्र इत्यादि ग्रहांचीं नांवे संक्षेपाने देऊन त्यांखाली आंकडे दिलेले असतात. त्यांवरून पूर्णिमा किंवा अमावास्या या दिवशीं प्रातःकाळीं आकाशांत ते ग्रह कोठे आहेत हें समजतें. रवीच्या खाली १।२०।४६।१२ असे आंकडे आहेत असें समजा. याचा अर्थ रवि एक राशि भोगून दुसऱ्या राशींत २० अंश ४६ कला १२ विकला या जागी आहे. राशीचे अंश ३० होतात. मंगळादि पांच ग्रहांतील कोणाच्याही

स्थितीतून सूर्याची स्थिति वजा केली तर तो ग्रह सूर्यापुढे किती आहे हे समजेल. **B** **833**

सूर्यसान्निध्यामुळे सर्व तारा व ग्रह उदयास्त पावतात. आपले पंचांगांत गुरु, शुक्र इत्यादि ग्रहांचे उदय व अस्त केव्हा होतात हे दिलेले असते. ग्रहांचे उदयास्त म्हणजे काय ते आता पाहू. ग्रह व तारा जेव्हा सूर्याच्या जवळ असतात तेव्हा सूर्योदयापूर्वी किंवा सूर्यास्तानंतर कांहीं थोडे दिवस दिसतात, पण पुढे कांहीं दिवस क्षितिजावर असूनही दिसत नाहीत. तारा व ग्रह प्रथम दिसत असून ती व सूर्य यांतील अंतर कमी होता होता ज्या दिवशी ती दिसतनाशी होतात त्या दिवशी त्यांचा अस्त झाला असे म्हणतात. तारा व ग्रह सूर्याजवळ असल्यामुळे पूर्वी दिसत नसून ती व सूर्य यांतील अंतर वाढता वाढता ज्या दिवशी दिसू लागतात त्या दिवशी त्यांचा उदय झाला असे म्हणतात. तारा व ग्रह दररोज क्षितिजाच्या वर येतात आणि खाली जातात यास उदयास्त म्हणतात; तसेच ती सूर्यसान्निध्यवशात् दिसतनाशी होतात व दिसू लागतात ह्यांसही उदयास्त म्हणतात. ह्यावरून उदयास्त हा शब्द दोन अर्थी योजितात असे दिसून येईल. या दोहोंस भिन्न संज्ञा असाव्या हे वरें, आणि चंद्रासंबंधे तशा आहेतही. अमावास्येच्या सुमारास दिसेनासा झालेला चंद्र अमावास्येनंतर शुक्र प्रतिपदेस किंवा द्वितीयेस पश्चिमेस दिसू लागतो, तेव्हा चंद्रदर्शन झाले असे म्हणतात; चंद्राचा उदय झाला असे म्हणत नाहीत. त्याचप्रमाणे ग्रह व तारा सूर्याजवळ असता पूर्वी दिसत नसून पुढे प्रथम जेव्हा दिसतात तेव्हा त्यांचे दर्शन झाले असे म्हणावे, व दिसतनाशी होतात तेव्हा त्यांचे अदर्शन झाले असे म्हणावे, हे वरें. परंतु आमच्या बहुतेक ज्योतिःशास्त्रकारांनी सूर्यसान्निध्यवशात् होणाऱ्या दर्शनादर्शनांस उदयास्त ह्याच संज्ञा योजिल्या आहेत.

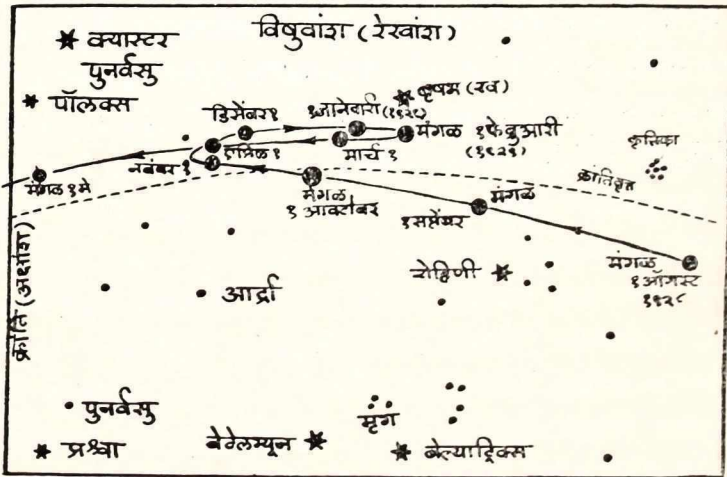
गुरु आणि शुक्र यांच्या उदयास्तांचा आपल्या धर्मकृत्याशी संबंध आहे; ह्यांपैकी एकादा ग्रह अस्तंगत असता मौजीबंधन, विवाह इत्यादि संस्कार, तसेच व्रते, वास्तुप्रतिष्ठा इत्यादि कृत्ये होत नाहीत. ग्रह व नक्षत्रे यांत गुरु व शुक्र यांचे मात्र अस्त धर्मकृत्यांस प्रतिकूल मानितात. इतर

ग्रहांच्या अस्तोदयाचा विचार बहुधा फलज्योतिषग्रंथांत मात्र करतात. गुरु व शुक्र इतरांपेक्षा तेजस्वी आहेत. नक्षत्रांपैकी कोणती तरी नक्षत्रे नेहमीं अस्तंगत असतातच. बुधाचे अस्त वर्षातून सुमारे सहा वेळा होतात. मंगळाचा अस्त बऱ्याच काळानें होतो, तरी एकदां झाला म्हणजे कधीं पांच महिनेपर्यंत मंगळ दिसत नाही. तेव्हां नक्षत्रे आणि बुध, मंगळ यांचे अस्त धर्मकृत्यांस प्रतिबंधक होत नाहीत ही गोष्ट धर्मशास्त्राचें व्यवहारानुकूलत्वच दाखविते.

बुधाचे अस्त व उदय ३४८ दिवसांत सहा सहा होतात. म्हणजे सामान्यतः म्हटलें तर वर्षांत तो ६ वेळा अस्त व ६ वेळा उदय पावतो. त्याचा एकदां उदय झाल्यावर अस्त होण्यास कधीं ४३ दिवस लागतात; कधीं २१ दिवसांनीच अस्त होतो. म्हणजे २१ पासून ४३ दिवसपर्यंत तो सतत दिसत असतो. तसेंच अस्त झाल्यावर उदय होण्यास कधीं ४३ दिवस लागतात; आणि कधीं ९ दिवसांनीच उदय होतो. शुक्राचे उदयास्त ५८४ दिवसांत दोन दोन होतात. म्हणजे सुमारे १९ चांद्रमास २४ दिवस इतक्या काळांत तो दोन वेळां उदय व दोन वेळां अस्त पावतो. एकदां उदय पावल्यावर सतत दिसत असण्याचें शुक्राचे परममान सुमारे २४८ दिवस आहे. त्याच्या अस्तंगतत्वाचीं दोन मानें आहेत. एक सुमारे ५८ पासून ७५ दिवसपर्यंत, व दुसरें ८ पासून १० दिवसपर्यंत. मंगळाचा अस्तोदय सुमारे २ सौर वर्षे ४९ दिवस इतक्या काळांत एकेक होतो. तो एकदां उदय पावल्यावर सुमारे २१ किंवा २२ महिने दिसत असतो आणि पुढें अस्त पावल्यावर ३ महिन्यांपासून ५ महिनेपर्यंत मुळींच दिसत नाही. सुमारे ३९९ दिवसांत गुरूचा एक उदय व एक अस्त होतो. त्यांत २५ पासून ३० दिवसपर्यंत अस्त व बाकी सुमारे ३७० दिवस उदय असतो. शनीचा उदय व अस्त सुमारे ३७८ दिवसांत एकेक होतो. त्यांत सुमारे ३४ पासून ३७ दिवसपर्यंत अस्त असतो. बाकी सुमारे ३४५ दिवस उदय असतो. ह्या कलमांतील बहुतेक नियम सामान्यतः आपल्याच देशास अनुलक्षण दिले आहेत.

बुध व शुक्र ह्यांची गति कधीं सूर्यापेक्षां जास्त असते व कधीं कमीही

असते. ते वक्री असतात तेव्हां अर्थातच ती कमी असते. ग्रह सूर्याच्या पूर्वेस जवळच असून त्याची गति सूर्याहून कमी असली म्हणजे त्याचा अस्त होतो; व तो आपल्या पश्चिमेस हातो; कारण त्या वेळी त्या ग्रहाचा नित्यास्त सूर्याच्या मागाहून लवकरच होत असतो. तसेच ग्रह सूर्याच्या पश्चिमेस जवळच असून त्याची गति सूर्याहून कमी असली म्हणजे त्याचा पूर्वेस उदय होतो. मंगळ, गुरु, शनि ह्या बहिर्वर्ती ग्रहांची गति नेहमीं सूर्याहून कमी असते. म्हणून त्यांचा नेहमीं पूर्वेस उदय व पश्चिमेस अस्त होतो. बुधशुक्रांची गति सूर्यगतीहून कमी असेल तेव्हां मात्र त्यांचा अस्त पश्चिमेस व उदय पूर्वेस होतो. जास्त असेल तेव्हां पश्चिमेस उदय व पूर्वेस अस्त होतो. बुधशुक्रांचा पश्चिमेस अस्त व पूर्वेस उदय होतो तेव्हां ते नेहमीं वक्री असतात. व उलट प्रसंगीं मार्गी असतात. एकादा ग्रह नक्षत्रपथांत ज्यावेळीं अश्विनी, भरणी, कृत्तिका या दिशेनें फिरतो आहे असें वाटते त्यावेळीं त्याची गती मार्गी आहे असें म्हणतात, पण तोच



आकृति ९-१ आगस्ट १९२८ ते १ मे १९२९ पर्यंत मंगळाचा कृत्तिका ते पुनर्वसू या नक्षत्रांतून मार्ग

ग्रह याचे उलट दिशेने जातो असें दिसलें तर तो वक्री आहे असें म्हणतात. ह्या ग्रहांच्या फक्त भासमान गतीच होत. ग्रह वक्री अगर मार्गी कसा होतो याची कल्पना आकृति ९ वरून येईल. या आकृतीत मंगळ १-८-२८ पासून ४-११-२८ पर्यंत मार्गी आहे. नंतर तो ४-११-२८ पासून १-२-२९ पर्यंत वक्री आहे व त्यानंतर तो पुन्हां मार्गी होतो.

ग्रह, नक्षत्रे सूर्याजवळ असलीं म्हणजे त्यांचा अस्त किंवा उदय होतो असें वर सांगितलें. तीं किती जवळ आलीं म्हणजे अस्तोदय होतो याबद्दल कांहीं नियम असले पाहिजेत, हें उघड आहे. हे नियम मुख्यतः ग्रहनक्षत्रांच्या तेजस्वितेस अनुलक्षण केले आहेत. सारांश असें म्हणतां येईल कीं, आमच्या पंचांगांतील बहुतेक अंगांचा संबंध आकाशांतील कोणत्या ना कोणत्या तरी स्थितीशीं आहे.

या खेरीज पंचांगांत आरंभीं संवत्सरफळें दिलेलीं असतात. त्यांत त्या संवत्सराचें नांव देऊन, संवत्सरांत राजा कोण, मंत्री कोण वगैरे सांगून त्यांचीं फळें सांगितलेलीं असतात. हे संवत्सर ६० आहेत व त्यांचीं नांवें प्रभव, विभव अशीं आहेत. आपलेकडे संवत्सराचा आरंभ चैत्राच्या आरंभीं होतो, नर्मदेच्या उत्तरेस कार्तिकाच्या आरंभीं होतो. पंचांगांत इतरही फलज्योतिषविषयक गोष्टी बऱ्याच असतात, परंतु विस्तार-भयास्तव त्या येथें सांगितल्या नाहींत.



प्रकरण १० वें

ग्रहणें

सहस्ररश्मि प्रकाशलेला आहे, सर्व लोक आपल्या कामांत मग्न आहेत, पशुपक्ष्यादि प्राणि भक्ष्यादिकांच्या उद्योगांत आहेत, इतक्यांत अकस्मात् अंधकार पडला. रात्र होण्याची वेळ नसतां रात्र झाली, अथवा सगळ्या कलांनीं प्रकाशलेल्या चंद्राचें आनंददायक चांदणें पडलें असतां एकदम तें नाहीसें होऊन चंद्र काळाठिकर पडला; तर मनुष्यादि सर्व प्राण्यांस अति आश्चर्य वाटेले, फार भीति उत्पन्न होईल, आणि ते वेड्यासारखे होतील. कधीं कधीं असें होतें हें ज्यास स्वानुभवानें किंवा परंपरागत गोष्टी ऐकून माहीत नसेल त्यांची अवस्था तर विलक्षणच होईल. पशुपक्ष्यादि प्राणी आणि रानटी लोक ह्यांस परंपरागत इतिहास कोठचा, आणि त्यांस स्वानुभवाचें स्मरण कोठचें राहणार ? खग्रास सूर्यग्रहण किंवा चंद्र-ग्रहण पाहून सर्वकाल त्यांची अवस्था अशीच होणार. रानटी जातीमध्ये अद्यापही सूर्याला गिळून टाकणाऱ्या राक्षसाला प्रसन्न करण्यासाठीं वाघें वाजवितात. हिंदुस्तानांत अजूनही पंचांगांतून व स्थानिकवृत्तपत्रांतून ग्रहणांचा स्पर्श, मध्य, मोक्ष आणि त्यांचा काळ वगैरेंवद्दलची माहिती अगोदर दिलेली असते. तरीसुद्धां राहूकेतूंचे तडाख्यांतून सूर्यचंद्रांची सुटका होण्यासाठीं प्राचीन काळाच्यासारखेच मंत्रतंत्र, जपजाप्य इत्यादि विधि ग्रहणाचे वेळीं आचरिले जातात. सारांश विचार करणाऱ्या मानवाची जर अशी स्थिति होते तर ग्रहणाचे वेळीं जनावरें भयचकित होतील व पांखरें आपापल्या घरट्यांचा आश्रय करतील यांत मुळींच आश्चर्य नाही.

कोलंबस अमेरिकेंत गेला होता, तेव्हां तो एका वेटांत असतां तेथले लोक त्यास अन्नादि सामुग्रीचा पुरवठा करीत असत. परंतु पुढें काहीं कारणानें त्यांचें आणि कोलंबसाच्या लोकांचें वैमनस्य आल्यामुळें वेटांतले लोक पुरवठा करीतनासे झाले. अशा संधीस खग्रास चंद्रग्रहण आलें. तें कोलंबसास समजलें होतें. त्यानें त्या लोकांस सांगितलें होतें कीं, तुम्हांवर

देवाचा कोप झाला आहे त्याचें चिन्ह आज रात्री तुम्हांस दिसेल. एका-
एकी अंधार पडेल; चंद्र प्रथम काळा दिसेल; आणि मग लाल दिसू-
लागेल. त्याप्रमाणें रात्री झालें. तेव्हां त्या लोकांस अतिशयित भीति वाढून
त्यांनीं कोलंबसांस तत्काळ धान्यादिक आणून दिलें. विद्याचारसंमत्त देशांत
देखील आद्यस्थितींत खग्रासग्रहणांनीं मनुष्यांची अशीच स्थिति कांहीं
काल झाली असेल. खग्रास सूर्यग्रहणें पुष्कळ होतात, तरी एकाच स्थळीं
तीं फार थोडीं दिसतात. लंडनमध्ये इ० स० ११४० या वर्षीं खग्रास
सूर्यग्रहण पडलें. त्यावर पुनः इ० स० १७१५ मध्ये झालें. म्हणजे मध्ये
पावणेसहाशें वर्षांत मुळींच झालें नाहीं. असें आहे यामुळें ग्रहणाविषयीं
ऐकून माहिती असली तरी तें प्रत्यक्ष पाहून मनुष्य आश्चर्यभरित आणि
चकित झाल्यावाचून राहणार नाहीं.

ऋग्वेदांतले सौरसूक्त नांवाचें सूर्याचें स्तोत्र म्हणत असतात. त्यांत असें
वर्णन आलें आहे:— “ हे सूर्या आसुर स्वर्भानूनें तुला तमानें आच्छादिलें,
तेव्हां कोणास आपलें स्थानही दिसेना. सगळे लोक अग्दीं भांबावल्या-
सारखे झाले. हे इंद्रा, तूं स्वर्भानूच्या मायांचा नाश करितोस. तमानें
झांकलेल्या सूर्यास अत्रीनें ब्रह्मज्ञानानें मुक्त केलें. अत्रीनें स्वर्भानूच्या
मायांचें निवारण केलें. अत्रि सूर्याला मिळविते झाले. इतर कोणी मिळवूं
शकले नाहींत. ”

* महाभारतादिकांत ग्रहणांचें वर्णन पुष्कळ ठिकाणीं आहे. त्यांत बहुधा
कांहीं विपरीत किंवा फारशी कधीं न घडणारी गोष्ट घडण्याच्या वेळीं
ग्रहण पडलें होतें, अथवा ग्रहण झाल्यावर विपरीत गोष्टी झाल्या, असें
वर्णन असतें. या देशांतील बहुतेक क्षत्रियांचा संहार करणारें कौरवपांडवांचें
महाभयंकर युद्ध झालें, त्याच्या पूर्वीं नुकतींच एकाच महिन्यांत चंद्राचें व
सूर्याचें अशीं दोन ग्रहणें झालीं होतीं, आणि त्यांवरून त्या प्रळयाचें
चिन्ह दिसून आलें होतें असें वर्णन आहे.

गेल्या सोळाशें वर्षांतले अनेक राजांचे शेंकडो ताम्रपट हल्लीं सांपडले
आहेत. आणि त्यांवरून या देशाच्या प्राचीन इतिहासाचा पुष्कळ चांगला
विश्वसनीय शोध लागत चालला आहे. बहुतेक ताम्रपट एकाद्या पुण्य-

पहा राहु केतु व ग्रहणे
२५ १३ ६ वळे
पुके विद्यापीठ प्रकाशन

कारक पर्वाच्या वेळीं ब्राह्मणांस भूमि इत्यादिकांचें दान केल्याच्या संव-
धाचे आहेत. त्यांत सूर्यग्रहण अथवा चंद्रग्रहण यांच्या वेळीं भूमिदान
केल्याचा लेख पुष्कळ ताम्रपटांत आहे. या ताम्रपटांत ग्रहण कोणते
दिवशीं झालें, शक व महिना कोणचा होता, असे उल्लेख असतात त्यामुळें
कालगणनेला पुष्कळच मदत झाली आहे.

ऋग्वेदांतलें वर्णन वर दिलें आहे त्यासंबंधें दोन तीन गोष्टी विचार-
करण्यासारख्या आहेत. तें वर्णन अतिप्राचीन असून अतिभीतिदर्शक
नाहीं. दुसरी गोष्ट अशी कीं, अत्रि मात्र सूर्यास मुक्त करिते झाले, इत-
रांचें सामर्थ्य झालें नाहीं, याचा अर्थ काय ? सूर्यग्रहणाचें ज्ञान अत्रि
गोत्रांतील ऋषींस होतें, इतरांस नव्हतें, असा त्याचा अर्थ दिसतो. आणि
अत्रींस ज्ञान होतें याचा अर्थ काय ? ग्रहण लागलें हें सर्वास समजतें.
तेव्हां प्राचीन खालिडियन लोकांस ग्रहणें पडण्याचा नियम माहित होता,
तसा अत्रींस माहित असावा असें दिसतें. तिसरें असें कीं, स्वर्भानूनें
तमानें सूर्यास झांकलें असें वर्णन आहे. तेव्हां स्वर्भानु निराळा आणि
तम निराळें असें झालें. स्वर्भानूनें सूर्यास गिळिलें असें वर्णन नाहीं. या-
वरून ग्रहणाच्या खऱ्या कारणाची कल्पना त्या वेळीं असावी असें दिसतें.
महाभारतांत जागोजाग वर्णनें आहेत, त्यांतही ग्रहण पाहूनच लोक
भिऊन गेले असें वर्णन कोठेंही नाहीं. ग्रहणाचे परिणाम वाईट होतील,
अशी मात्र भीति लोकांस पडत असे. भारतीयुद्धाच्या वेळीं एका महि-
न्यांत दोन ग्रहणें झाल्यामुळें तें लोकांनीं दुश्चिन्ह मानिलें. सारांश आमच्या
लोकांस प्राचीन काळापासून ग्रहणांचा पुष्कळ परिचय आहे, व त्यां-
संबंधीं त्यांस वास्तविक ज्ञान असावें असें दिसून येतें. ग्रहणांवरून चंद्र-
सूर्याच्या गति साधल्या असें आर्यभट्ट आणि ब्रह्मगुप्त यांनीं स्पष्ट
लिहिलें आहे.

सूर्यग्रहण सुरू झाल्यावर थोडावेळ प्रकाश फारसा कमी झालेला
दिसत नाहीं; पण प्राहाणाच्याचे जवळ जर काजळ लावलेली कांच असेल
तर त्याला सूर्यकि्रवाचे पश्चिम बाजूला काळसर झालेलें वृत्तखंड दिसेल.
तास दीडतास हें काळसर पडणारें वृत्तखंड क्रमानें वाढत जातें. उष्णतामान

कांहीं अंश उतरतें, आणि सूर्यप्रकाशाच्या रंगामध्ये थोडा बदल झाल्यामुळे पृथ्वीवर जिकडे तिकडे एक प्रकारचें अस्वाभाविक दृश्य दिसू लागतें. लवकरच सूर्य एकदम संपूर्णपणें दिसत नाहीसा होतो आणि त्या बरोबरच त्याच्या विंबावरील देखावा विलक्षण दिसू लागतो. काळ्या सूर्यविंबापासून लाल ज्वाला निघतात. त्यांना तेजःशृंगें म्हणतात. त्या तेजःशृंगांचें वर ज्याला प्रभामंडळ म्हणतात असें एक तेजाचें वर्तुळही सूर्यविंबाचे भोंवतीं पसरलेलें दिसतें. प्रभामंडळांतून निघणारे व जणू काय पतांकासारखे फडकणारे तेजाचे पट्टे सूर्यविंबाच्या सर्व बाजूंनीं कित्येक अंश लांबवर पसरतात. त्यांच्यापैकीं कांहीं बरेच चकाकित तारे व शुक्र, गुरु, मंगळ वगैरे ग्रह आकाशांत दिसू लागतात. हें दृश्य अगदीं थोडीं मिनिटेंच टिकून राहतें. मग हा देखावा ज्याप्रमाणें तो एकदम दिसू लागतो तितकाच एकदम तो नाहीसा होतो. सूर्याच्या पश्चिम वाजूस पांढरी स्वच्छ प्रकाशाची कोर दिसू लागते व ही कोर वाढत वाढत जाऊन नंतर दीडएक तासांत ग्रहण सुटतें. चित्रांक ७ मध्ये सूर्यग्रहणाच्या वेळचीं सर्व दृश्यें एकामागून एक कशीं दिसतात हें दाखविलें आहे. खग्रास सूर्यग्रहणें पुष्कळ होतात, पण एकाच स्थलीं तीं फार थोडीं दिसतात. कांहीं ठिकाणीं तर खग्रास सूर्यग्रहण झालेलें मुळींच आढळून येत नाही. साहजिकच आपल्या संबंध आयुष्यांत ज्यांनीं खग्रास सूर्यग्रहण पाहिलेलें नाही असे बरेच लोक आढळतात.

खंडाकृति सूर्यग्रहणें बरींच दिसतात, पण त्यांचें दृश्य खग्रास सूर्यग्रहणाइतकें चमत्कृतिजनक नसतें. स्थूलमानानें पहातां सूर्याचा प्रकाश चंद्राच्या प्रकाशाच्या सहा लक्ष पट जास्त असतो. तुलनेनें चंद्रप्रकाश हा खग्रासग्रहणाचे वेळींच दिसणाऱ्या सूर्याच्या प्रभामंडलाच्या तेजाइतका असतो. एकादे ग्रहणाचे वेळीं सूर्याचा प्रकाश अर्ध्यानें कमी झाला तरीसुद्धां तो फरक क्वचितच लक्षांत येतो; आकाश अभ्राच्छादित होतें तेव्हां सुद्धां प्रकाशांत यापेक्षां जास्त फरक पडतो. कंकणाकृति सूर्यग्रहणाचे वेळीं सूर्याची फक्त कडाच दिसते. तरी तेव्हांचा प्रकाश पौर्णिमेच्या

चंद्राच्या प्रकाशाच्या सुमारे पांचहजार पट असतो. म्हणून या प्रकाशांत सूर्याचे प्रभामंडल आणि तेजःशृंगें दिसत नाहींत.

सूर्यग्रहणाचे मानानें चंद्रग्रहणाच्या वेळचे कुतूहल कमी प्रमाणांत असते. ग्रहणाच्या पूर्वी संपूर्ण चंद्रविवाचा प्रकाश पडलेला असतो त्यावेळीं सुद्धां अत्यंत चकचकीत तारे दिसत असतातच. जसजशी ग्रहणाची छाया वाढत जाते तसतसे तारे अधिकाधिक दिसू लागतात इतकेंच, आणि पूर्ण ग्रास झाल्यावर सर्व आकाश फक्त अमावस्येच्या रात्रीप्रमाणें ताऱ्यांनीं भरलेलें दिसते. चंद्राचा पूर्ण ग्रास बराच वेळ टिकतो. चंद्र-ग्रहणाचें ऐतिहासिक दृष्ट्या महत्व आहे. कारण त्यामुळें पृथ्वी गोलाकार आहे हें निःसंदिग्धपणें सिद्ध झालें आहे. तसेंच त्याचे योगानें चंद्राचें अंतर नक्की ठरवितां आलें आहे.

पृथ्वीच्या निरनिराळ्या भागांवर एकच सूर्यग्रहण निरनिराळ्या प्रकारचें दिसते. एका विशिष्ट पट्ट्यांत तें खग्रास किंवा कंकणाकृति दिसते, व बाकीच्या भागांत खंडग्रास दिसते. याचे उलट चंद्रग्रहणाचे वेळीं पृथ्वीवर जेथें जेथें चंद्र दिसत असेल तेथें तेथें चंद्रग्रहण सारखेंच दिसते. चंद्राचा ग्रास कमजास्त प्रमाणांत झालेला दिसत नाहीं. यामुळें एकाद्या विशिष्ट स्थळीं सूर्यग्रहण कोणच्या प्रकारचें दिसेल याबद्दलचें गणित चंद्रग्रहणाचें गणितापेक्षां जास्त गुंतागुंतीचें असते.

ग्रहणांच्या काळाचें एक चक्र आहे. १८ सौर वर्षे आणि ११ दिवस इतक्या काळांत जीं जीं ग्रहणें ज्या क्रमानें होतात तींच बहुधा त्याच क्रमानें पुढें तितक्या काळांत होतात. चांद्र सौरमानानें कधी ह्या काळांत १८ वर्षे होतात. कधी १८ वर्षे आणि एक चांद्रमास होतो. सूर्य चंद्र हे राहुविंदूंत एकदां आल्यापासून पुन्हां सुमारे इतक्या काळानें, ते एकाच वेळीं फार थोड्या कलांचें अंतरानें त्या स्थळीं येतात. या फरकानें चक्रांतलें एकादें ग्रहण पुढल्यांत कमी होतें आणि एकादें वाढतें. एका चक्रांत बहुधा ७० ग्रहणें होतात; त्यांत ४२ सूर्याचीं आणि २८ चंद्राचीं होतात. कधी चक्रांत ७१ ग्रहणें होतात. तेव्हां चंद्राचीं २९ होतात.

चक्रांत सूर्याची ग्रहणे होतात पुष्कळ, परंतु एकाच स्थळी त्यांतलीं थोडींच म्हणजे सुमारे ७ दिसतात. तीं बहुतेक खंडित म्हणजे अपूर्ण दिसतात. चक्रांतील २८ चंद्रग्रहणांपैकी सरासरीने १८ एका ठिकाणीं दिसतात. म्हणजे १८ वर्षांत पृथ्वीवर होणाऱ्या एकंदर ७० ग्रहणांपैकी ७ सूर्यग्रहणे व १८ चंद्रग्रहणे एका ठिकाणीं दिसतात. ४५ दिसत नाहीत. खाल्डियन लोकांनीं पुष्कळ ग्रहणे लिहून ठेविलीं होती. यामुळे त्यांस हें चक्र माहीत झालें हांतें. एका वर्षांत ४ सूर्यग्रहणे व ३ चंद्रग्रहणे अथवा ५ सूर्यग्रहणे व २ चंद्रग्रहणे होणे शक्य आहे. एका वर्षांत होणाऱ्या ग्रहणांची किमान संख्या २ असते. मात्र जेव्हां दोनच ग्रहणे होतात तेव्हां हीं दोन्ही सूर्यग्रहणेच असतात. ऑपॉझरचे नियमानुसार १०० वर्षांत सरासरीने २३८ सूर्यग्रहणे व १५४ चंद्रग्रहणे होतात.

पृथ्वीभोंवतीं चंद्र फिरतो आणि चंद्राच्या पलीकडे फार लांब सूर्य आहे. पृथ्वी आणि चंद्र हे दोन्ही गोल अपारदर्शक आहेत. यामुळे सूर्याचा प्रकाश यांवर पडतो, तेव्हां सूर्य जिकडे असतो, त्याच्या दुसऱ्या बाजूस ह्यांची छाया पडते. रात्रीस पृथ्वीच्या ज्या अर्गी आपण असतो, त्याच्या दुसऱ्या अंगास खालीं सूर्य असतो. म्हणून आपल्या वरच्या बाजूस आकाशांत पृथ्वीची छाया पसरलेली असते. चंद्र नसला तर ही छाया आपल्या अनुभवास येतेच. याप्रमाणेंच चंद्राची छाया पडते. अमावास्येच्या दिवशीं सूर्याच्या थेट खालीं चंद्र असला म्हणजे चंद्राची छाया पृथ्वीवर पडली पाहिजे. ह्या छायांमुळे चंद्रसूर्यास ग्रहणे लागतात. सूर्य स्वयंप्रकाश आहे म्हणून वास्तविक म्हटलें म्हणजे त्यास ग्रहण कधींच नाही. म्हणजे त्याजवर कोणाची छाया कधींच पडावयाची नाही. परंतु त्याच्या आड चंद्र येऊन चंद्राची छाया पृथ्वीवर पडली म्हणजे, जेथें ती पडते तेथील लोकांस सूर्य दिसत नाही म्हणून ते म्हणतात कीं सूर्यास ग्रहण लागलें. छाया नसते तेथें सूर्य दिसतच असतो. दिवसास एकादे वेळीं आपण असतो तेथें ऊन असतें; आणि कांहीं अंतरावर एकाद्या लहानशा दगाची सावली पडलेली असते व ती जलद पळत असते, असें पुष्कळ वेळां आपल्या दृष्टीस पडतें. अशीच गोष्ट चंद्राची आहे. दगापेक्षां चंद्र फार

मोठा आहे. त्याची छाया दगांच्या छायेहून फार मोठी असते. यामुळे पृथ्वीच्या बऱ्याच भागावर ती पसरते.

दिव्याच्या लहानशा ज्योतीसमोर एकादी मोठी दगडाची वाटोळी गोटी धरिली, आणि तिची छाया भिंतीवर पाडिली तर ती वाटोळीच परंतु गोटीहून मोठी पडेल. कांहीं उपायाने ज्योत फार मोठी वाटोळी केली आणि तिच्यासमोर एक लहानशी गोटी धरिली तर तिची छाया भिंतीवर तिच्याहून लहान पडेल. ती गोटी ज्योतीच्या आड परंतु भिंती-पामून पहिल्यापेक्षा लांब धरिली तर एकादे वेळी तिची छाया भिंतीवर पोंचणारही नाही. ही गोऱ्यांची छाया शंकूच्या आकाराची पडते. तिला सूचि असेंहि म्हणतात. एक फार मोठी वाटोळी ज्योत करा. तिच्या समोरच तिच्याहून फार लहान असे एक लिंबू घरा. ज्योत व लिंबू यांमध्ये लिंबाहून फार लहान अशी एक गोटी घरा. गोटी हा चंद्र, लिंबू ही पृथ्वी, आणि ज्योत हा सूर्य, अशी कल्पना करा. ज्योत आणि लिंबू यांच्यामध्ये गोटी आणा. तिहींचे मध्यविंदु एका सरळरेषेत येतील असे करा. गोटीची लहानशी छाया लिंबावर पडेल, इतकी लांब ती गोटी घरा. छायेतील लोकांस ज्योत मुळींच दिसणार नाही; तिला खग्रास ग्रहण लागलें. छायेच्या भोंवतीं पुसट छाया पडलेली दिसेल; तिला छायाकल्प म्हणतात. तींतील लोकांस सूर्याचा कांहीं भाग दिसत नाही. त्यांस खंडग्रहण दिसते. छायाकल्पावाहेर ज्योतीचा पूर्ण प्रकाश पडलेला असेल. तेथें ग्रहण मुळींच नाही. गोटी प्रथम धरिली होती, तेथून अंमळ दिव्याकडे नेऊन तिची छाया लिंबावर मुळींच पोंचणार नाही असे करा. ज्योत आणि गोटी ह्यांच्या मध्यविंदूच्या समोरचा जो लिंबावरचा विंदु तेथें एकादी मुंगी असली तर तिला कंकणाच्या आकाराची ज्योतीची वाटोळी कडा दिमून मधल्या भागाच्या आड गोटी आल्यामुळे तो दिसणार नाही. म्हणजे कंकणग्रहण लागलें. मग लिंबाच्या छायेत गोटी आणा. ज्योत आणि गोटी ह्यांच्या थेट मध्ये लिंबू असलें तर गोटी सगळी छायेत सांपडेल. तिला खग्रास ग्रहण लागलें. गोटी अंमळ वर किंवा

खाली केली, अशी की तिच्या थोड्याशा भागावर उजेड पडेल तर तिला खंडग्रहण लागलें.

अमावास्येच्या वेळीं सूर्याच्या खाली चंद्र कोठें तरी असतो, आणि सूर्य क्रांतिवृत्तांत कोठें तरी असतो. पृथ्वी क्रांतिवृत्ताच्या मध्यत्रिंदूंत असते. अर्थात् पृथ्वीची छाया क्रांतिवृत्तांतच समोर असते. पूर्णिमेच्या रात्री चंद्र जेथें असतो त्याच्या आसपास भूछाया क्रांतिवृत्तांत असते. सूर्या-इतकीच भूछायेची गति असते. तिच्याहून चंद्र जलद चालतो. तो पश्चिमेकडून पूर्वेस जातां जातां तो आणि भूछाया यांचें पूर्वपश्चिम अंतर शून्य होतें तेव्हांच दक्षिणोत्तर अंतर शून्य झालें तर त्यास ग्रहण लागतें. परंतु दर पूर्णिमेस तें अंतर शून्य होत नाहीं.

सपाट जामिनीवर एक मोठी बांगडी व तिच्या आंत एक बरीच लहान बांगडी ठेवा. दोन्ही बांगड्या एका सपाटीवर आहेत. ह्या एका पातळींत आहेत असें म्हणतात. चंद्रकक्षा आणि क्रांतिवृत्त हीं आकाशांत अशीच एका पातळींत असतीं तर दर पूर्णिमेस चंद्र व भूभा यांचें आणि दर अमावस्येस चंद्र व सूर्य यांचें दक्षिणोत्तर अंतर शून्य झालें असतें. परंतु दोहोंच्या पातळ्यांत ५ अंश ८ कलांचा कोन आहे. त्या पातळ्या दोन ठिकाणीं परस्परांस छेदितात. त्या त्रिंदूस राहु केतु म्हणतात. राहु-केतूंत किंवा त्यांच्या जवळ चंद्र असतो तेव्हां चंद्राचा शर शून्य किंवा अगदीं थोडा असतो. म्हणजे क्रांतिवृत्ताच्या जवळच चंद्र असतो. यामुळें तेव्हां सूर्यही तेथेंच असला तर त्याच्या आड चंद्र येतो. किंवा भूछाया तेथें असली तर तींत चंद्र सांपडतो. यामुळें ग्रहणें होतात. राहु-केतूंपासून चंद्र लांब असला तर तो क्रांतिवृत्तांपासून लांब असतो. यामुळें त्याचा शर सूर्यत्रिंब किंवा भूभात्रिंब यांहून जास्त होतो. यामुळें तो सूर्याच्या आड येत नाहीं, किंवा भूछायेंत सांपडत नाहीं. यामुळें ग्रहण होत नाहीं. चंद्रग्रहण नेहमीं पूर्णिमेस आणि सूर्यग्रहण अमावास्येस होतें. सूर्यग्रहण लागण्यापूर्वी सूर्याच्या पश्चिमेस चंद्र असतो. परंतु तो जलद

* भूभा म्हणजे पृथ्वीची छाया.

चालणारा असल्यामुळे सूर्याचे विंब ओलांडून कांहीं वेळाने सूर्याच्या पूर्वेस येतो. पश्चिमेकडून चंद्र येतां येतां सूर्याच्या पश्चिम कडेच्या आड तो येतांच सूर्यास त्या दिशेनें ग्रहण लागूं लागतें. तेव्हां ग्रहणाचा स्पर्श झाला असें म्हणतात. अर्थात् सूर्यग्रहणाचा स्पर्श सूर्यविंबाच्या पश्चिमेकडून होतो. आणि पुढें सूर्यविंबाचा अधिकाधिक भाग आच्छादित हांऊं लागतो. नंतर कांहीं वेळाने तो कमी व्हावयास लागून सूर्याच्या पूर्व बाजूनें चंद्र सूर्यास मोकळा करितो; म्हणजे ग्रहण सुटतें; त्या वेळीं ग्रहणाचा मोक्ष झाला असें म्हणतात. मोक्ष याचा अर्थ सुटका असा आहे. ह्याप्रमाणेंच भूछायेच्या पश्चिमेकडून चंद्र येऊन पूर्वेस जातो. यामुळे त्याचा पूर्वभाग प्रथम आच्छादित होतो, आणि पश्चिमभाग शेवटीं छायेंतून बाहेर पडतो. म्हणून चंद्रग्रहणाचा स्पर्श विंबाच्या पूर्वेकडून आणि मोक्ष पश्चिमेकडून होतो. विंबाचा जितका भाग आच्छादित होतो, तितका ग्रास झाला असें म्हणतात. स्पर्शापासून मोक्षापर्यंत जो काळ जातो त्यास **पर्वकाळ** म्हणतात. या काळाच्या मध्याच्या सुमारास महत्तम ग्रास होतो, तेव्हां ग्रहणाचा **मध्य** झाला असें म्हणतात. त्या वेळीं जो भाग आच्छादित होतो, तो ग्रास पंचांगांत लिहितात, आणि ग्रहणाची आकृति पंचांगांत काढितात तीं दाखवितात. ग्रास याचा अर्थ खार्णे असा आहे, राहू सूर्यास ग्रासितो अशी मूळची कल्पना होती, तिजवरून ग्रास ही संज्ञा प्रचारांत आली असावी.

सूर्यास खग्रास ग्रहण लागतें तेव्हां चंद्राची छाया पृथ्वीवर पडते, तिचा व्यास फार तर १८० मैल असतो. यामुळे इतक्या रुंदीचा पृथ्वीचा जितका पूर्वपदिचम पट्टा सूर्यविंबावरून चंद्र पलीकडे जाईपर्यंत दैनंदिन गतीमुळे छायेंत येतो, तेथें मात्र खग्रास ग्रहण होतें. कंकणग्रहणांत तें कंकण दिसण्याचा पट्टा सुमारे १०० मैल रुंद असतो. ह्या पट्ट्यांच्या उत्तरेस व दक्षिणेस तींच ग्रहणे खंडितमात्र दिसतात. यामुळे स्थलविशेषीं खग्रास किंवा कंकण सूर्यग्रहण फार वर्षांनीं दिसतें. खग्रास सूर्यग्रहणांत सूर्य पूर्णपणें आच्छादिलेला फार तर आठ मिनिटें असतो, आणि कंकण ग्रहण फार तर ३१ पळें दिसतें.

चंद्र जेथें असतो तेथें पृथ्वीछायेचा व्यास चंद्रबिंबाहून पुष्कळ मोठा असतो. कधीं कधीं तो चंद्रबिंबाच्या तिप्पट असतो. म्हणजे ग्रहणाच्या वेळीं भूमा आणि चंद्र यांचे मध्यबिंदु एका ठिकाणीं आले तर चंद्राभोंवतीं चंद्रबिंबाच्या दीडपट रुंदीचें भूभावेष्टन असतें. यामुळें चंद्रास कंकणग्रहण कधींहीं लागवयाचें नाहीं. भूछायेंतून जाण्यास चंद्रास फार वेळ लागतो म्हणून खग्रास चंद्रग्रहण फार वेळ दिसतें. या वेळीं भूमेनें चंद्राचा ग्रास होऊन ख म्हणजे आकाश ह्याचाही होतो, म्हणून त्यास खग्रास-ग्रहण म्हणतात. भूमेच्या भोंवतीं छायाकल्प असतो. त्यांत चंद्र येतो तेव्हां अंमळ निस्तेज दिसतो. यामुळेंच खग्रासचंद्रग्रहणांत स्पर्शापूर्वीं व नंतर कांहीं वेळ चंद्र फिकट दिसत असतो. तसेंच त्यावेळीं चंद्राच्या व आपल्यामध्ये कोणी आलेलें नसतें. फक्त त्यावर छाया पडलेली असते व सूर्याचे किरण प्रत्यक्ष पडत नाहींत, तरी ते पृथ्वीच्या वातावरणांतून वक्रीभवन पावून त्यावर पडतात, यामुळें तो अगदीं काळा दिसत नाहीं; किंचित् प्रकाशित दिसतो.

आईनस्टाईनच्या सापेक्षत्वाच्या नियमाप्रमाणें प्रकाशाच्या गतीसही जड वस्तूंच्या गतीचे कांहीं नियम लागतात. उदाहरणार्थ, प्रकाशकिरण फार मोठ्या द्रव्यसंधाजवळून जात असतील तर त्यांचें विचलन होईल. या विचलनामुळें सूर्याच्या तेजोगोलाच्या मार्गे परंतु त्याच्या कडेजवळ असलेले कांहीं तारे आपणांस दिसूं शकतील. असे तारे खरोखरच दिसतात कीं कसे या संबंधींचे वेध फक्त खग्रास सूर्यग्रहणाचे वेळींच घेतां येतील. असे वेध निरनिराळ्या खग्रास सूर्यग्रहणांचे वेळीं घेऊन प्रकाश किरणांचें खरोखरच विचलन होतें व तें किती होतें याबद्दल आइनस्टाईननें सांगितलेला नियम बरोबर आहे असें सिद्ध झालें आहे.



प्रकरण ११ वें

बुध

सूर्याभोवतीं जे ग्रह फिरतात त्यांत बुध हा सूर्याच्या अगदीं जवळ आहे. त्याच्या पलीकडे शुक्र, पृथ्वी, मंगळ, गुरु, शनि, युरेनस, नेपचुन आणि प्लूटो हे ग्रह आहेत. मंगळ आणि गुरु ह्यांच्यामध्ये फार लहान लहान असे पुष्कळ ग्रह आहेत. युरेनस, नेपचुन आणि प्लूटो नुसत्या डोळ्यांनीं दिसत नाहींत, वाकींचे दिसतात.

सूर्य आणि त्याच्या भोवतालचे ग्रह उपग्रह यांमिळून विश्वाचा एक लहानसा भाग होतो. ही सूर्याच्या कुटुंबांतली मंडळी परस्परांस जितकी जवळ आहे तितकें जवळ आकाशांतल्या दुसऱ्या कुटुंबांतलें दुसरें ह्यांस कोणी नाहीं. पृथ्वीवर जसे निरनिराळे गांव पसरलेले असतात तसा आपली सूर्यमाला हा विश्वांतला एक गांव होय. आपण ह्या गांवांत राहतो. आकाशांतली अनंत तारा हीं दुसरीं गांवां होत. त्यांत कांहीं खेडी आहेत, कांहीं शहरें आहेत. आपला गांव फारसा मोठा नाहीं. खेडेंच म्हटलें तरी चालेल. सूर्य हा ह्या गांवांतला मोठा वाडा होय. बुधादि ९ ग्रह हीं लहानमोठीं मध्यम प्रतीचीं घरें होत. पृथ्वी हें आपलें घर आहे. ह्या घरांचा असा चमत्कार आहे कीं हीं दुरून परस्परांना दिसतात मात्र. एका घरच्या रहिवाशांस दुसऱ्या घरीं जातां येत नाहीं, किंबहुना दुसऱ्या घरांत कोणी राहतात किंवा तीं ओसाड आहेत, हेंही दिसत नाहीं. ह्या मध्यम गृहांभोवतीं लहान लहान पुष्कळ झोंपडी आहेत. इतर गांवांतलीं लहान घरे आपल्यास दिसत नाहींत. मुख्य वाडा मात्र दिसतो म्हणून त्यासच आपण गांव म्हणूं.

आकाशांत बुधादि पांच ग्रह इतर तारांसारखेच दिसतात. हे ओळखावे कसे हें पाहूं. तारांस चमक असते तशी गृहांस नसते. त्यांकडे पहात

राहिलें तर त्यांचें तेज स्थिर असल्यासारखें दिसतें. परंतु एबढ्यावरून ते खात्रीनें ओळखितां येणार नाहीत. मार्गें जीं २७ नक्षत्रें सांगितलीं त्यांतूनच हे फिरतात. त्यांच्याहून उत्तरेस किंवा दक्षिणेस जात नाहीत. आणि ते पहिल्या प्रतीच्या तारांएवढे किंवा त्यांहून मोठे दिसतात. यामुळें नक्षत्रांची चांगली ओळख झालेली असली तर त्यांहून निराळी मोठी एकादी तारा त्यांत दिसली कीं तो ग्रह आहे असें समजावें. ग्रह ओळखण्याचा तिसरा व खात्रीचा मार्ग हा कीं, नक्षत्रांत एकादी नवी तारा दिसली आणि तो ग्रह आहे असें वाटलें म्हणजे त्याच्या जवळच्या एक दोन तारांचें व त्याचें अंतर दोन चार दिवस पहावें. अंतर बदललें म्हणजे तो ग्रह असें समजावें. गुरु, शनि, ह्यांचें अंतर लवकर बदलणार नाही. परंतु गुरु इतका तेजस्वी दिसतो कीं, तो ग्रह असें सहज ओळखतें. शनि मात्र पहिल्या प्रतीच्या तारेहून फारसा मोठा दिसत नाही, म्हणून त्याजकडे आठ दहा दिवस पहावें. तितक्यांत त्याचें अंतर बदललेलें दिसेल.

एकादी मोठी तारा स्थिर आहे कीं चल आहे म्हणजे तो ग्रह आहे कीं काय ह्याचा निर्णय झाला तरी ग्रह असल्यास कोणता ग्रह हें समजणें वरच्यासारखें सुलभ नाही. शुक्राइतका तेजस्वी दुसरा ग्रह नाही. परंतु सूर्याच्या जवळ असतां त्याचें तेज कमी होतें. फार जवळ असला तर तो अगदीं बारीक दिसतो. सूर्याजवळ येतात तेव्हां सर्व ग्रह असेच बारीक दिसूं लागतात व त्यावेळीं हा अमुक ग्रह आहे हें इतर साधनांशिवाय ओळखणें कठिण जातें. अमुक ग्रह कोणचा हे ओळखण्याची सामान्य रीति पंचांगांत पंधरवड्याचे ग्रह उजवे बाजूस दिलेले असतात, त्यावरून तो कोणत्या राशीस आहे हें पाहणें ही होय. राशींचीं नक्षत्रें कोणतीं हें पंचांगप्रकरणांत सांगितलेंच आहे. राशींचीं नक्षत्रें दोनतीन असतात. त्यांवरून स्थूलमामानें नक्षत्र समजेल. त्याच्या आसपास एक दोन नक्षत्रांत ग्रह सांपडेल. कधीं कधीं ग्रह सूर्याच्या फार जवळ असल्यामुळें मुळींच दिसत नाहीत, अशा वेळीं त्यांचा अस्त झाला असें म्हणतात.

बुध आणि शुक्र हे आपण आणि सूर्य यांच्यामध्ये आहेत. म्हणून ह्यांस अंतर्वर्ती ग्रह म्हणतात, इतरांस बहिर्वर्ती म्हणतात. बुध व शुक्र

आपणांस नेहमीं सूर्याच्याजवळ दिसतात. सूर्यापासून बुध १८ पासून २७ अंशांपर्यंत दूर गेलेला दिसतो. ह्या दूर जाण्यास इनापगम म्हणतात. इन म्हणजे सूर्य व अपगम म्हणजे दूर जाणें. शुक्राचा इनापगम ४५ पासून ४७ अंशांपर्यंत आहे. हे दोन ग्रह रात्री कधीही मध्यान्हीं दिसावयाचे नाहीत. कधी सायंकाळीं पश्चिमेस दिसतात, कधी पहाटेस पूर्वेस दिसतात. परम इनापगमाच्या वेळीं बुधशुक्र वस्तुतः सूर्यापासून किंवा आपल्यापासून परम अंतरावर असतात असें नाहीं. ते आपापल्या कक्षेंत उर्ची असतात तेव्हां सूर्यापासून फार दूर असतात. आपल्यापासून अति दूर केव्हां असतात हें पुढें सांगूं. सारांश, परम इनापगम हा केवळ दृश्य मात्र होय; वास्तव नव्हे.

बुध कधींच दिसत नाहीं अशी आपल्यापैकीं कांहीं लोकांची समजूत असते परंतु ती चुकीची आहे. आपल्या देशांत बुध पाहण्याची उत्कृष्ट संधि पाहिजे तितकी येते. सूर्यास्तानंतर किंवा सूर्योदयापूर्वी तो फार तर सुमारें पावणेदोन तास दिसतो. युरोपखंडांत संधिप्रकाशच कधीं कधीं इतका वेळ असतो यामुळें तेथें तो फार क्वचित् दिसतो. प्रख्यात ज्योतिषी कोपर्निकस ह्याला जन्मांत बुध पाहण्यास सांपडला नाही. परंतु आपल्याकडे संधिप्रकाश फार वेळ नसतो. बुधाचा इनापगम परम होतो तेव्हां तो पाहण्याची संधि उत्कृष्ट असते. पुढील दोन वर्षांत त्याचा परम इनापगम केव्हां होईल व तेव्हां तो कोणत्या दिशेला दिसेल हें खाली दिलें आहे—

पूर्वेस पहांटेस

- १९४८ जुलै ता. १६
 ,, नोव्हेंबर ता. ४
 १९४९ फेब्रुवारी ता. २८
 ,, जून ता. २८
 ,, आक्टोबर ता. १८
 १९५० फेब्रुवारी ता. ११

पश्चिमेस सायंकाळीं

- १९४८ मे ता. २९
 ,, सप्टेंबर ता. २५
 १९४९ जानेवारी ता. १८
 ,, मे ता. १२
 ,, सप्टेंबर ता. ७
 ,, डिसेंबर ता. ३१
 १९५० एप्रिल ता. २५

पश्चिमेस बुध सायंकाळीं दिसतो तेव्हां तो सूर्याच्या पूर्वेस असतो, आणि पहांटेस पूर्वाक्षितिजावर दिसतो तेव्हां सूर्याच्या पश्चिमेस असतो हें उघड आहे.

बुध एकदां कोणत्याहि दिशेस दिसूं लागल्यापासून सतत सुमारे २१ पासून ४३ दिवसपर्यंत दिसत असतो. वर तारखा लिहिल्या आहेत त्यांच्या पूर्वी सुमारे २० दिवस व नंतर २० दिवस तो दिसण्याचा संभव आहे. निदान दहा दहा दिवस तरी दिसेल. बुध परमइनापगर्मी असतो तेव्हां सूर्यास्तानंतर सुमारे २६ मिनिटांनीं दिसूं लागतो, व सूर्योदयापूर्वी तो २६ मिनिटें दिसेनासा होतो.

सूर्यसान्निध्यामुळे होणारे बुधाचे पुढील दोन वर्षांतले उदयास्त खाली दिले आहेत. तेही बुध पहाण्यास उपयोगी पडतील. उदय झाल्यापासून अस्त होईपर्यंत पूर्वपश्चिम क्षितिजाजवळील आकाश स्वच्छ असेल तर बुध खात्रीनें दिसेल.

पूर्वेस पहांटेस

- ३ जुलै १९४८ उदय—३१ जुलै ४८ अस्त
 २६ आक्टोबर १९४८ उदय—२० नोव्हेंबर ४८ अस्त
 ८ फेब्रुवारी १९४९ उदय—२ एप्रिल ४९ अस्त
 १३ जून १९४९ उदय—१५ जुलै ४९ अस्त
 ११ आक्टोबर १९४९—उदय ३१ आक्टोबर ४९ अस्त
 २३ जानेवारी १९५० उदय—१५ मार्च ५० अस्त

पश्चिमेस सायंकाळीं

- ९ मे १९४८ उदय—१५ जून ४८ अस्त
 २५ ऑगस्ट १९४८ उदय—१३ आक्टोबर ४८ अस्त
 ४ जानेवारी १९४९ उदय—२७ जानेवारी ४९ अस्त
 २८ एप्रिल १९४९ उदय—२६ मे ४९ अस्त
 ८ ऑगस्ट १९४९ उदय—२६ सप्टेंबर ४९ अस्त
 १६ डिसेंबर १९४९ उदय—११ जानेवारी ५० अस्त

सूर्यापासून बुध सरासरीने ३॥ कोटि मैलांवर आहे. बुधाची कक्षा अत्यंत दीर्घवर्तुळाकृति असते. म्हणून त्याचे सूर्यापासूनचे अंतर २८५ लक्ष मैलांपासून ते ४३५ लक्ष मैलांपर्यंत बदलत राहाते. बुध कधी सूर्य व पृथ्वी यांच्या मध्ये येतो, तेव्हा बुधसूर्याचा अंत्योग झाला असे म्हणतात. यावेळी तो आपल्या फार जवळ म्हणजे ४॥॥ कोटी मैलांवर असतो. कधी तो व आपण यांच्या मध्ये सूर्य येतो तेव्हा वहिर्योग झाला असे म्हणतात. यावेळी तो आपणापासून फार लांब म्हणजे १३॥ कोटि मैलांवर असतो. बुधाची गति सर्व ग्रहांमध्ये सर्वांत जास्त असते. तो जेव्हा सूर्याच्या फार जवळ असतो तेव्हा त्याची गति एका सेकंदाला ३६ मैल असते व जेव्हा तो फारच दूर असतो तेव्हा ती सेकंदाला २४ मैल असते. बुधाचा व्यास पृथ्वीच्या व्यासाच्या सुमारे ३ आहे व त्याचा द्रव्यसंघ पृथ्वीच्या ३ आहे. इतका थोडा द्रव्यसंघ असल्याने बुधाच्या पृष्ठभागावर गुरुत्वाकर्षणाचा जोर फारच कमी असतो व त्यामुळे तेथे वातावरण टिकणे कठीण जाते. थोडे गुरुत्वाकर्षण व वातावरणाचा अभाव या वावरीत बुधाचे चंद्राशी साम्य आहे.

बुध सूर्याभोवती ८८ दिवसांत फिरतो म्हणजे बुधाचे वर्ष पृथ्वीवरील लोकांच्या ८८ दिवसांचे असते. बुध हा सूर्याच्या फारच जवळ असल्याने त्याचे वेध घेणे कठीण जाते. तरीमुद्दां त्याच्या प्रकाशाचे सूक्ष्मपणे निरीक्षण करून बुधावर वातावरण नाही व त्याच्या गोलाची एकच बाजू सूर्याकडे वळलेली आहे असे दिसून आले आहे. बुधाच्या गोलाची एकच बाजू सूर्याकडे वळलेली असते म्हणजे सूर्याभोवती प्रदक्षिणा करण्यास त्याला जेवढा काल लागतो तितक्याच कालांत तो स्वतःचे आंसाभोवती एक प्रदक्षिणा करतो. अक्षप्रदक्षिणाकालाला दिवस म्हटले तर बुधावरचा दिवस त्याच्या वर्षाइतका म्हणजे आपले ८८ दिवस एवढा मोठा असतो.

बुधाचा जो भाग नेहमी सूर्याकडे वळलेला असतो त्या भागावर सतत दिवस असतो व दुसऱ्या भागावर नेहमी रात्रच असते. बुधाचे सूर्यापासूनचे अंतर जर एक सारखेच राहिले असते तर त्याच्या बरोबर अर्ध्या

भागावर सतत दिवस असता व दुसऱ्या भागावर सतत रात्र असती. परंतु सूर्यापासूनचें त्याचें अंतर बदलत असल्यामुळें अशी स्थिति असत नाही. त्याच्या $\frac{3}{4}$ भागावर सततचा दिवस असतो व तितक्याच भागावर सततची रात्र असते. नेहमीं सूर्यप्रकाशांत असणाऱ्या बुधाच्या भागावरिल उष्णतामान ४००° सेंटिग्रेड असते. शिसें वितुळण्यास जितकें उष्णतामान पाहिजे असतें त्यापेक्षां हें पुष्कळच जास्त आहे. ज्या भागाला सूर्यप्रकाश कधीच मिळत नाही तेथें अत्यंत थंडी असते. बुधाच्या अजमासें $\frac{1}{8}$ पृष्ठभागावर कधी दिवस तर कधी रात्र असते व ह्या पट्ट्यावरील उष्णतामान कायमची रात्र व कायमचा दिवस असलेल्या भागांच्या उष्णतामानांमधलें असलें पाहिजे.

नुसत्या डोळ्यांनीं बुध चांगला स्वच्छ चक्रचकीत व किंचित् पिवळसर दिसतो. स्थिर तारांत लुब्धक मात्र त्याच्यापेक्षां तेजस्वी दिसतो. बाकी सर्वांहून तो तेजस्वी आहे. मोठ्या दुर्बिणींतून तो पाहिला असतां चंद्राप्रमाणें त्याला क्षयवृद्धि आहे असें दिसतें. सर्व ग्रह चंद्राप्रमाणें अप्रकाशित आहेत. ते सूर्याच्या तेजानें प्रकाशतात. बुध आणि शुक्र ह्यांचे कमजास्त प्रकाशित भाग चंद्राप्रमाणेंच आपल्याकडे होतात म्हणून त्यांस वृद्धिक्षय होतात. बुधाच्या कला कमजास्त दिसण्याचे नियम शुक्राप्रमाणेंच आहेत. ते शुक्राच्या वर्णनांत चित्र काढून दाखविले आहेत. ग्रहांचीं विंवे वास्तविक जेवढीं आहेत त्यापेक्षां आपणांस मोठीं दिसतात. किरणांच्या अरीभवनामुळें म्हणजे त्यांचें तेज चोहोंकडे फांकल्यामुळें असें होतें. चांगल्या दुर्बिणींत अरीभवन होत नाही.

बुधसूर्याचा अंतर्याग होतो तेव्हां कधी कधी सूर्याच्या थेट आड बुध येतो. चंद्राच्या योगानें सूर्यास ग्रहण लागतें. त्याप्रमाणेंच हें ग्रहण होय. ह्यास अधिक्रमण म्हणजे सूर्याच्या विंवावरून जाणें असें म्हणतात. इ. सन १८९१ च्या मे महिन्याच्या १० व्या तारखेस सकाळीं बुधाचें अधिक्रमण झालें होतें. तेव्हां दुर्बिणींतून सूर्यावर एक लहान अगदीं वाटोळा काळा ठिपका दिसला. बुधाचें विंवा फार लहान असल्यामुळें नुसत्या डोळ्यांनीं हा चमत्कार दिसला नाही, व कधी दिसत नाही.

बुधाची आपल्या देशांत दिसणारी अधिक्रमणे व त्यांचा मध्य केव्हां होईल हें खाली दिलें आहे.

तारीख	उज्जनी-मध्यमसूर्योदयापासून	घटि	पलें
६ मे १९५७		०	३७
९ मे १९७०		१८	३३
१० नोव्हेंबर १९७३		२४	५

सूर्याभोंवतीं निरनिराळे ग्रह फिरत आहेत. या प्रत्येक ग्रहाच्या कक्षेवर इतर ग्रहांच्या आकर्षणाचे योगानें परिणाम घडतो. बुधाच्या कक्षेसारख्या कक्षेवर इतर ग्रहांच्या आकर्षणानें होणारे परिणाम न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानें गणित करून काढतां येतात. माहीत असलेल्या सर्व ग्रहांचा परिणाम विचारांत घेतला तरीमुद्दां वेध घेऊन काढलेलीं बुधकक्षेंतील उच्चस्थानची गति व न्यूटनच्या नियमानें गणित करून काढलेली गति यांत एका शतकांत ४२ विकला इतक्या कोणात्मक गतीचा फेर पडतो. असा फरक बुध व सूर्य यांच्यामध्ये आपल्या दृष्टीस न पडलेला एकादा ग्रह असता तर पडला असता. असा ग्रह असेल तर तो वारंवार सूर्यविवाचें अधिक्रमण करील. परंतु असें अधिक्रमण कधीं घडलेलें दिसत नाहीं, यावरून तसा ग्रह नाहीं असें दिसतें. साहाजिकच असा कोणात्मक गतीचा फरक कां पडावा हें एक मोठें ज्योतिषावेपयक गूढ होतें. या प्रश्नाचें समाधानकारक उत्तर अर्लीकडे **आइनस्टाईनच्या** सापेक्षत्वाच्या नियमांनीं दिलें आहे. आइनस्टाईनच्या म्हणण्याप्रमाणें अवकाशास कांहीं स्वतःचे असे गुणधर्म असतात. जर आपण अवकाशांत एकादी वस्तु ठेविली तर अवकाशाचे गुणधर्म बदलतात. गुणधर्मांचा बदल अवकाशांत ठेविलेल्या वस्तूच्या द्रव्यसंघावर अवलंबून असतो. असा बदल द्रव्यसंघाच्या जवळ सर्वांत जास्त होतो व दूर अंतरावर कमी होतो. सूर्यासारख्या मोठ्या द्रव्यसंघाजवळ अवकाशाचे गुणधर्म फारच बदलतात. बुधाची कक्षा सूर्याच्या फारच जवळ

असते, यामुळे अवकाशाच्या बदललेल्या गुणधर्मांनी बुधाच्या कक्षेतील उच्चस्थानास एका शतकांत सुमारे ४२ विकला अशी कोणात्मक गति मिळते. बुधाच्या वेध घेऊन ठरविलेल्या गर्तीत व न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाचे नियमानें गणित करून काढलेल्या गर्तीत बरोबर इतकाच फरक पडल्याचें आपण वर पाहिलेंच आहे. इतर ग्रहांच्या कक्षा सूर्यापासून जास्त अंतरावर असतात. इतक्या दूरच्या अंतरावर अवकाशाचे गुणधर्म फारसे बदलत नाहींत. आणि इतर ग्रहांच्या कक्षा बरोबर न्यूटनच्या नियमानें ठरविल्याप्रमाणेंच असतात.



प्रकरण १२ वें

शुक्र

रात्री प्रकाशणाच्या सगळ्या आकाशस्थ ज्योतींमध्ये शुक्रासारखें तेजस्वी आणि शुक्रासारखें सुंदर दुसरें कोणी नाहीं. पाश्चात्य लोकांत शुक्राला “सौंदर्याची देवता” अथवा “प्रीतीची देवता” अशा अर्थाचें ‘वीनस’ असें नांव आहे, तें यथार्थ आहे. उपोद्घातांतच शुक्राची आणि आपली ओळख झाली आहे. ह्याची ओळख करून घ्यावयास दुसऱ्या कोणाची गरज नाहीं, असें म्हटलें तरी चालेल. आपल्या देशांत बहुधा आबालवृद्धांस शुक्र माहीत आहे. काळोख्या रात्री शुक्राचें थोडेंसें चांदणें पडतें हें पुष्कळांनीं पाहिलेंच असेल. शुक्राहून चंद्र फार मोठा दिसतो यामुळें त्याचें चांदणें जास्त पडतें इतकेंच. परंतु जात्या म्हटलें तर चंद्रापेक्षां शुक्राचें तेज जास्त आहे. सूर्यापासून १२ अंशांवर चंद्र जाईल तेव्हां त्याचें दर्शन होतें. शुक्र तर सूर्यापासून ८ अंशांवरच दिसूं लागतो. सूर्याच्या प्रकाशास न जुमानतां दिवसासही दिसणारा सर्व ग्रहांत एक शुक्रच. तो पहांटेस उगवतो तेव्हां सकाळीं सुमारे ९ वाजल्यानंतर मध्यान्हीं आलेला दिसतो. सायंकाळीं पश्चिमेस दिसतो तेव्हां दिवसास सुमारे ३ वाजल्यानंतर मध्यान्हीं येतो. चंद्र त्याच्या जवळ असला तर दिवसास तो सहज दिसतो. आणि एक दिवस पाहिला म्हणजे पुढें त्या खुणेवरून चंद्र जवळ नसतांही दिसतो.

शुक्र एकदां सायंकाळीं पश्चिमेस किंवा पहांटेस पूर्वेस दिसूं लागला म्हणजे सुमारे ८॥ महिने दिसतो, मग त्याचा अस्त होतो. शुक्राचा परम-इनापगम होतो, त्याच्या मार्गे पुढें कांहीं दिवस तर तो फार तेजस्वी दिसत असतो. पुढील दोन वर्षांत त्याचा उदय कोणत्या दिशेस कधी होईल, सूर्यापासून त्याचा परमइनापगम कधी होईल, मग त्याचा अस्त केव्हां होईल, तें खाली दिलें आहे. तसेंच त्यानंतर त्याच्या मुख्य ग्रहांशी व टळक नक्षत्रांशी युत्या केव्हां होतील हेंही दिलें आहे.

पूर्वेस पहांटेस	पश्चिमेस सायंकाळीं
उदय १ जुलै १९४८	अस्त २० जून १९४८
परमइनापगम ३ सप्टेंबर १९४८	उदय ८ मे १९४९
अस्त ६ मार्च १९४९	परमइनापगम २५ नोव्हेंबर १९४९
उदय ६ फेब्रुवारी १९५०	अस्त २५ जानेवारी १९५०

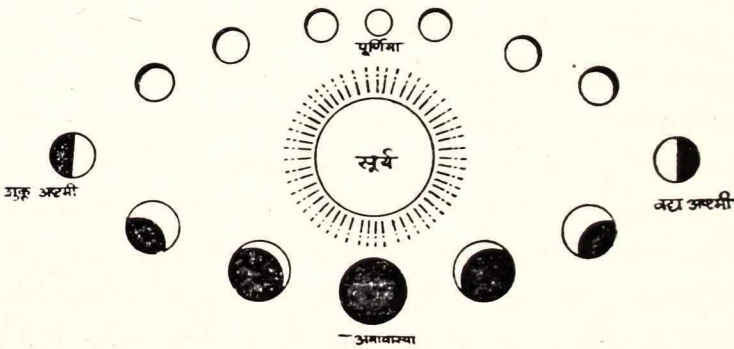
युत्या

शनीशीं युति ८ अक्टोबर १९४८	शनीशीं युति ३१ जुलै १९४९
आर्द्रेशीं ,, ३ जुलै १९४८	गुरूशीं ,, २६ आक्टोबर १९४९
,, ,, ३० जुलै १९४८	गुरूशीं ,, ८ डिसेंबर १९४९
मघांशीं ,, ५ आक्टोबर १९४८	कृत्तिकाशीं ,, १३ मे ,,
हस्तांशीं ,, १२ नोव्हेंबर १९४८	रोहिणीशीं ,, २१ मे ,,
चित्रेशीं ,, २० नोव्हेंबर १९४८	मघाशीं ,, २६ जुलै ,,
ज्येष्ठंशीं ,, २७ डिसेंबर १९४८	चित्रेशीं ,, ९ सप्टेंबर ,,
	ज्येष्ठंशीं ,, १८ अक्टोबर ,,

मुमारे १३ । १४ महिन्यांनीं गुरुशुक्रांची एकदां गांठ पडते—
 शुक्रापेक्षां गुरुचें तेज जरी कमी आहे, तरी गुरुही पुष्कळ तेजस्वी आहे.
 यामुळें ते दोघे एके ठिकाणीं येतात तेव्हां त्यांतला गुरु कोणता आणि
 शुक्र कोणता हें ओळखण्यास गैरमाहितास अंमळ अडचण पडते. तेजानें
 शुक्र सर्वांत वरचढ आहे, परंतु आकारानें तो आपल्या पृथ्वीएवढाच
 आहे. त्याच्या खालोखाल तेजस्वी जो गुरु तो आकारानें त्याच्या १३००
 पट मोठा आहे, आणि सर्व अचल तारांत तेजस्वी दिसणारा परंतु
 गुरुहून कमीच तेजस्वी असा जो व्याध तो त्या गुरुहूनही १०० कोटिपट
 मोठा आहे.

बुधाप्रमाणे सूर्याभोवतीं फिरतांना शुक्र एकदां सूर्य आणि पृथ्वी यांच्या मध्ये येतो; आणि तो व पृथ्वी यांच्यामध्ये सूर्य येतो. अंतर्योगाच्या वेळीं तो आपल्यापासून सुमारे २ कोटि ६० लक्ष मैल असतो आणि बहिर्योगाच्या वेळीं सुमारे १६ कोटि मैल असतो. या दोन्ही वेळीं तो नुसत्या डोळ्यांनीं किंवा दुर्बिणींतून दिसत नाहीं; त्याचा अस्त असतो. अंतर्योग आणि बहिर्योग यांच्या सुमारास त्याचें बिंब अनुक्रमें ६० विकला आणि १० विकला असतें. नुसत्या डोळ्यांनीं यापेक्षां तें मोठें दिसतें; परंतु किरणांचें अरीभवन होऊन त्याभोवतीं किरणचक्र दिसतें; यामुळें तसें होतें.

दुर्बिणींतून पाहिलें असतां चंद्राप्रमाणें शुक्राच्या कला कमजास्त दिसतात. त्या चित्रांक ८ मध्ये दाखविल्या आहेत. शुक्राच्या कला ग्यालिलिओनें सन १६१० मध्ये पहिल्यानें पाहिल्या. चंद्र आणि शुक्र यांच्या कलावृद्धिक्षयाचे नियम एकच आहेत. फरक इतकाच कीं चंद्र पृथ्वीभोवतीं फिरतो आणि शुक्र सूर्याभोवतीं फिरतो; दोघेही पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतात. हें मनांत आणून सूर्याभोवतीं शुक्र प्रत्यक्ष किंवा कल्पनाचक्षुंसमोर फिरवून पहावा; म्हणजे कला कमजास्त



आकृति १०—शुक्रकलावृद्धिक्षय

कशा होतात हें समजेल. अंतर्योगाच्या वेळीं शुक्राची अमावास्या असते, आणि बहिर्योगाच्या वेळीं पूर्णिमा असते. परंतु ह्या दोन्ही वेळीं त्याचा अस्त असतो. यामुळें शुक्राचें पूर्ण बिंब कधींच पहावयास सांपडत नाहीं. अंतर्योग झाल्यावर पूर्वेस त्याचा उदय होऊन तो पहांटेस दिसतो, तेव्हां त्याच्या कला वाढत असतात. परंतु आपल्यापासून त्याचें अंतरही या वेळीं वाढत असतें. यामुळें सगळें बिंब लहान लहान होत असतें. पहिल्यानें द्वितीयेच्या चंद्राप्रमाणें त्याची कोर दिसते. (वर आकृति १० पहा) त्याचा परम इनापगम होतो, तेव्हां तो शुक्ल अष्टमीच्या चंद्राप्रमाणें दिसतो, आणि अस्त होण्याच्या अगोदर सुमारे शुक्ल त्रयोदशीचतुर्दशीच्या चंद्राप्रमाणें त्याचें बिंब दिसतें. पुढें अस्त व बहिर्योग होऊन पश्चिमेस उदय झाल्यावर सायंकाळीं तो दिसतो, तेव्हां त्याचा क्षय होत असतो. परंतु या वेळीं आपणापासून त्याचें अंतर कमी होत असतें; यामुळें सगळें बिंब वाढत असतें. प्रथम तो दिसूं लागतो तेव्हां सुमारे वद्य द्वितीयेच्या चंद्रासारखा दिसतो. परमइनापगम होतो तेव्हां वद्य ८ च्या चंद्रासारखा दिसतो, व अस्त होण्यापूर्वी पुन्हा वद्य १४ च्या चंद्राप्रमाणें कोर दिसते. हें दुर्बिणींतून दिसणाऱ्या कलांबिषयीं झालें. (चित्रांक ८.) नुसत्या डोळ्यांनीं तो परमइनापगमाच्या वेळीं व त्याच्या मार्गेपुढें कांहीं दिवस फार तेजस्वी दिसतो हें वर सांगितलेंच आहे, व त्याप्रमाणेंच त्यावेळीं दुर्बिणींतूनही दिसतो.

अंतर्योगाच्या वेळीं सूर्याच्या व आपल्यामध्ये शुक्र येतो, परंतु पृथ्वी व शुक्र यांच्या कक्षांमध्ये $3\frac{1}{2}$ अंशाचा कोन असल्यामुळें शुक्र प्रत्येक अंतर्योगाच्या वेळीं थेट सूर्याच्या आड येत नाहीं. शुक्र सूर्यबिंबाचें अधिक्रमण फार वर्षांनीं करतो. २४३ वर्षांत तें चार वेळां होतें. एकदां झाल्यापासून १०५॥, ८, १२१॥, ८ वर्षांनीं क्रमानें होतें. नुकतीच झालेलीं अधिक्रमणें ८-१२-१८७४ व ६-१२-१८८२ या दिवशीं दिसलीं. या पुढील अधिक्रमणें ७ जून २००४, ५ जून २०१२, ११ डिसेंबर २११७ व ८ डिसेंबर २१२५ या दिवशीं दिसतील. या अधिक्रमणांवरून केपलरच्या नियमांनीं सूर्याचें अंतर काढितात.

शुक्राचें अधिक्रमण नुसत्या डोळ्यांनींही दिसतें. सूर्याविवावरून एक काळा ठिपका एका वाजूकडून दुसऱ्या वाजूस जातो. चंद्रशुक्रामुळें होणारी सूर्यग्रहणें काजळाच्या भिंगाशिवाय नुसत्या डोळ्यांनीं पाहाण्याची एक युक्ति आहे. घराच्या छपराला किंवा मांडव वगैरेला लहान लहान भोके असलीं तर त्यांतून सूर्याचा प्रकाश पडतो. हा कवडसा अगदीं वाटोळा असतो. सूर्यग्रहणाच्या वेळीं ह्या कवडशास ग्रहण लागलेलें दिसतें. मात्र त्याची दिशा उलटी असते. सूर्यविवाचा उत्तरभाग ग्रस्त असला तर ह्यांत दक्षिणभागास ग्रहण लागलेलें दिसतें. ह्या रीतीनें ग्रहण इतकें सूक्ष्मपणें पाहाण्यास सांपडतें, कीं तें लागलें केव्हां, सुटलें केव्हां हेंही सूक्ष्मपणें समजतें. एकाद्या अंधाच्या खोलींत एक पांढरा पडदा टांगावा, आणि खोलीला कोठेतरी एक लहानसा झरोका करून त्यांतून त्या पडद्यावर सूर्याचा प्रकाश ध्यावा, म्हणजे त्यांत शुक्रादिकांमुळें होणारें सूर्यग्रहण चांगलें दिसतें. ल्हानशा दुर्विणींतून सूर्यविवा एकाद्या पडद्यावर घेतलें तर त्यांतही ग्रहण चांगलें दिसेल. बुधाचें अधिक्रमण या रीतीनें पाहावें.

आपल्या सूर्यमालेंतील ग्रहांमध्ये आकार, द्रव्यसंघ व मध्यमघनता या बाबतींत शुक्राचें पृथ्वीशीं बरेंच साम्य आहे, तसेंच दोघांचा आकार व वजन हीं जवळ जवळ सारखींच आहेत; म्हणून केव्हां केव्हां शुक्राला पृथ्वीची जुळी वहीण म्हणतात. शुक्र पृथ्वीपेक्षा थोडा लहान आहे. पृथ्वीचा व्यास ७९२७ मैल आहे. तर जवळ जवळ तितकाच म्हणजे ७७०० मैल शुक्राचा व्यास आहे. शुक्राचें वजन पृथ्वीच्या सुमारे ६ आहे. जवळ जवळ सारखेंच वजन व सारखाच व्यास यामुळें शुक्राच्या पृष्ठभागावर गुरुत्वाकर्षणाचा जोर पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील गुरुत्वाकर्षणाएवढाच असतो. तसेंच शुक्राच्या सूर्यप्रकाशित भागावरील उष्णतामान सुमारे ५०° ते ६०° सेंटिग्रेड असते आणि अप्रकाशित वाजूकडील सुमारे -२०° सेंटिग्रेड असतें. म्हणजे शुक्राच्या पृष्ठभागावरील उष्णतामानांत व पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील उष्णतामानांत बरेंच साम्य असतें. जवळ जवळ सारखें गुरुत्वाकर्षण व साधारण तसेंच उष्णतामान

यामुळें पृथ्वीवरील वातावरणासारखें विस्तृत वातावरण शुक्रावर असेल असें आपल्याला वाटतें. शुक्रावर वातावरण आहे, पण तें फार दाट आहे व त्यांत फार दाट अग्नें असतात, असें अलीकडील सूक्ष्म वेधांवरून दिसून आलें आहे. पृथ्वीवरील वातावरणांत क्षितिजाजवळ किरणांचे वक्रीभवन ३४ कला होतें. शुक्राच्या वातावरणांत ४४ कला होतें. वातावरणामुळें अधिक्रमणाच्या वेळीं दुर्बिणींतून त्याची कडा किंचित् प्रकाशित दिसते.

शुक्रास सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास २२५ दिवस लागतात. त्याला स्वतःभोंवतीं अक्षप्रदक्षिणा करण्याला किती काळ लागतो हें खात्रीपूर्वक सांगतां येत नाही. शुक्रावर फार दाट अग्नें असतात, त्यामुळें दुर्बिणींतून त्याच्या पृष्ठभागावरील खाणाखुणा स्पष्ट दिसत नाहीत व म्हणूनच त्याच्या अक्षप्रदक्षिणेचा काल नक्की ठरवितां येत नाही. तरी-सुद्धां त्याच्या पूर्व व पश्चिम बाजूकडून येणाऱ्या प्रकाशाच्या वर्णलेखांत जो अगदीं सूक्ष्म फरक पडतो त्यावरून, तसेंच शुक्राच्या सूर्यप्रकाशित व अप्रकाशित भागाच्या उष्णतामानांवरून असें अनुमान निघतें कीं, शुक्राचा अक्षप्रदक्षिणाकाल सुमारें आपले ५ आठवडे असावा. शुक्रावरील दिवस पृथ्वीवरील सुमारें ३०।३५ दिवस इतका मोठा असावा, म्हणजे शुक्रावरील २२५ दिवसांच्या वर्षांत फक्त ६।७ वेळांच दिवस आणि रात्र होत असावी.

दुर्बिणींतून शुक्राच्या पृष्ठभागावर सुस्पष्ट खाणाखुणा दिसून येत नाहीत, तर फक्त कधीकधीच अस्पष्ट अशा छाया दिसतात व त्या शुक्राच्या वातावरणांतील ढगच असावेत असें वाटण्याइतक्या अस्पष्ट असतात. तांबड्या रंगाच्या पलीकडील नुसत्या डोळ्यांना न दिसणाऱ्या प्रकाशानें घेतलेल्या शुक्राच्या फोटोवरून पण आपणांस दुर्बिणींतल्यापेक्षां फारशी जास्त माहिती मिळत नाही. यावरून शुक्राकडून आपणाकडे येणारा प्रकाश त्याच्या पृष्ठभागापर्यंत न जातां, फक्त त्याच्या वातावरणांतून व वातावरणांतील ढगांच्या थरांतूनच परावर्तन पावत असावा असें वाटतें. शुक्रावर जो सूर्याचा प्रकाश पडतो त्याच्या शेंकडा ६० या प्रमा-

णांत तो परावर्तित होतो. चंद्र किंवा बुध या वातावरणरहित गोलांपासून त्यांवर पडणाऱ्या प्रकाशाच्या फक्त शेंकडा ७ इतकाच प्रकाश परावर्तन पावू शकतो. यावरून शुक्राच्या जास्त परावर्तनशक्तीचे व त्याच्या तेजाचे कारण त्याच्या पृष्ठभागावरील दाट वातावरण होय हें आपल्या लक्षांत येईल. शुक्रापासून मिळणाऱ्या प्रकाशाच्या वर्णलेखांत पाण्याची वाफ अगर प्राणवायु यांच्या काळ्या रेषा आढळत नाहींत. १९३२ सालीं घेतलेल्या वर्णलेखांत अँडाम्सला तीन स्पष्ट व ठळक काळ्या रेषा आढळल्या. या रेषा कार्बानिक अँसीड वायूच्या होत्या. इतक्या ठळक स्पष्ट रेषा उमटविण्यास हवे-इतका दाब असलेला दोन मैल जाडीचा कार्बानिक अँसीड वायूचा थर शुक्रावर असला पाहिजे. हा फक्त ढगांच्या वरती असलेला थरच होय. शुक्रापासून मिळणारा प्रकाश त्याच्या ढगांवरील वातावरणांतून परावर्तित होतो हें पाहिलें म्हणजे ढगाखालीं प्राणवायु, पाण्याची वाफ व आणखी कार्बानिक अँसीडवायू असण्याची शक्यता आहे हें आपल्या लक्षांत येईल. केवढा मोठा हा कार्बानिक अँसीड वायूचा सांठा. परंतु यांत आश्चर्य वाटण्यासारखें कांहीं नाहीं. पृथ्वीवर पण वनस्पती तयार होण्याच्या अगोदर अशा तऱ्हेचेच वातावरण होतें. नंतर वनस्पतींच्या श्वासोश्वासांमुळे कार्बानिक अँसीडवायूचा सांठा कमी झाला व प्राणवायूचा वाढला. शुक्रावर ढगांच्या आच्छादनाखालीं जीवधारणेस योग्य अशी स्थिति असावी. परंतु अजून तेथें प्रत्यक्ष वनस्पती अस्तित्वांत नसल्यात असें दिसतें. जसजशी शुक्रावर वनस्पतींची संख्या वाढेल तसतसा तेथील कार्बानिक अँसीड वायूचा सांठा कमी होईल व प्राणवायूचा सांठा वाढेल. एकंदरीत विचार करतां असें दिसतें कीं, शुक्रावरील वातावरणाची आजची स्थिति साधारणपणें कोट्यवधि वर्षांपूर्वीच्या पृथ्वीवरील वातावरणाच्या स्थितीसारखीच आहे. म्हणजे आज जरी शुक्रावर जिवंत वस्तु नसल्या तरी त्या कालांतरानें तयार होणें अगदीं शक्य आहे. या बदलचें जास्त विवेचन प्रकरण १९ मध्ये केलें आहे.



प्रकरण १३ वे

आपली पृथ्वी

आपल्या पृथ्वीचा जन्म सूर्यमालेतील इतर ग्रहांबरोबरच व त्यांच्या-प्रमाणेच झाला. वर्णलेखांचे द्वारां पृथ्वी, सूर्य व इतर ग्रह एकाच तऱ्हेच्या अणूंचे बनले आहेत हे सिद्ध झाले आहे. यावरूनही वरील विधानास पुष्टी मिळते. सुरवातीस पृथ्वी हा एक वायूचा प्रचंड गोल होता. नंतर तो हळूहळू थंड होत थिजू लागला व द्रवरूप झाला. नंतर ह्या द्रवाचे घनीभवन होण्यास सुरवात झाली. पहिल्याने गोलाच्या बाहेरील बाजूस सायीसारखा पातळ पापुद्रा तयार झाला, मागाहून तो पापुद्रा जाड होत गेला. आज पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर कांहीं ठिकाणी वीस तर कांहीं ठिकाणी चाळीस मैलपर्यंत जाडीचा पापुद्रा आहे. ह्या पापुद्र्याच्या आंत अजूनही द्रवरूप तप्तरस आहे आणि हा रसच ज्वालामुखींच्या द्वारा केव्हां केव्हां बाहेर येतो.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर ज्या वेळेला सायीसारखा पापुद्रा तयार होत होता त्या वेळेस तो पापुद्रा आंतील द्रवावर तरंगत होता, व आजही पृथ्वीचा घन आणि जाड पापुद्रा आंतील तप्त रसावर तरंगत आहे असे म्हणता येईल. त्या द्रवावर तरंगणाऱ्या पापुद्र्यांस पाण्यावर तरंगणाऱ्या वस्तूंचे सर्व नियम लागतील. पाण्यावर बूच व लांकूड ह्या वस्तु जर तरंगत असल्या तर बूच हलकें असल्याने त्याचा अगदी थोडासाच भाग पाण्यांत बुडतो व पुष्कळसा भाग पाण्याचे बाहेर तरंगत असतो; लांकूड बुचापेक्षां जड असल्याने लांकडाचा बुचापेक्षां जास्त भाग पाण्यांत बुडतो व कमी भाग पाण्यावर तरंगतो. तप्तरसावर तरंगणाऱ्या वस्तूंचेही असेच होतें; फक्त तप्तरस पाण्याच्या ५. ७ पट जड असल्याने खडकासारखे पाण्यांत बुडणारे पुष्कळ पदार्थही या तप्तरसावर तरंगू शकतात. आपल्या पृथ्वीवर दोन तऱ्हेचे खडक आढळतात. एकास आपण ग्रॅनाईट म्हणजे मुरुमाचा दगड म्हणतो.

त्याचें दाढ्य २'७ असतें. दुसऱ्यास आपण वॅसाल्ट म्हणजे कारीचा दगड म्हणतो व त्याचें दाढ्य ३'० असतें. पृथ्वीवर ज्यावेळीं साथीसारखा घट्ट पापुद्रा तयार होऊं लागला त्यावेळीं लोखंडासारखे जड पदार्थ तयार होतांच ते तप्तरसांत बुडूं लागले व ग्रॅनाईट, वॅसाल्ट सारखे हलके खडक तप्तरसावर तरंगूं लागले; त्यांत सुद्धां वॅसाल्ट जरा जड असल्यानें आंत जास्त बुडाला व ग्रॅनाईट जास्त बाहेर राहिला. आपल्या पृथ्वीचें संबंध कवच या तऱ्हेनेंच तयार झालें आहे. कवच भरपूर थंड झाल्यावर ज्यावेळीं पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर समुद्र तयार झाले त्यावेळीं साहजिकच पाणी कवचांतील खड्ड्यांत जमा झालें. हे खड्डे ग्रॅनाईटपेक्षां वॅसाल्ट जास्त आंत खोल गेल्यामुळें वनले होते. साहजिकच ग्रॅनाईटचे डोंगर वनले व समुद्राचा तळ वॅसाल्टचा तयार झाला आणि हीच गोष्ट वऱ्याचशा प्रमाणांत आजही आढळते. पावसाच्या योगानें जमीन, खडक क्षिजतात व नद्या आपल्या प्रवाहाबरोबर गोटे, रेती व गाळ नेऊन आपल्या मुखाशीं समुद्रांत टाकतात. प्रत्येक नदी प्रतिवर्षीं हेंच करीत राहते. हजारों वर्षांनंतर नदीच्या मुखाशीं जमलेल्या गाळाचें वजन इतकें होतें कीं, त्याच्या खालच्या पृथ्वीच्या कवचास तो पेलतां येत नाहीं, व तें जड कवच आंतील तप्त द्रवांत थोडेसें बुडतें; परंतु पृथ्वीच्या आंतील तप्तद्रव वरच्या कवचानें याप्रमाणें दाबल्यावर कोठेंतरी बाहेर येण्यास बघतो अगर एकाद्या नजीकच्या जागीं असलेल्या कवचास वर ढकलतो अशा तऱ्हेनें भूकंप होतात. नवे डोंगर असेच तयार होतात. साधारणपणें असें म्हणतां येईल कीं तप्तरसांत तरंगणाऱ्या पृथ्वीच्या कवचास आर्किमिडीजचे तरंगणाऱ्या पदार्थांचे सर्व नियम लागू होतात, आणि वर सांगितल्याप्रमाणें हे नियम लावून पृथ्वीच्या कांहीं भागांत भूकंप जास्त कां होतात, नवे डोंगर कसे तयार होतात, हें समजावून घेतां येते.

पृथ्वीवर सांपडणाऱ्या निरनिराळ्या पदार्थांचें पृथःकरण करून त्यांतील निरनिराळ्या अणूंचें प्रमाण ठरविलें आहे. पृथ्वीवरील अणूंचें प्रमाण खालीं दिल्याप्रमाणें आहे:—

प्राणवायु	शेंकडा	५०
सिलिका (शैल)	”	२५
अॅल्युमिनियम (आश्म)	”	७
लोखंड	”	५
कॅल्शियम् (खट)	”	३
पोटेशियम् (पालाश)	”	२ $\frac{१}{२}$
सोडियम् (सामुद्र)	”	२ $\frac{१}{२}$
इतर अणु	”	५
		एकूण १००

हे अणु अर्थातच अणु या स्वरूपांत क्वचितच आढळतात; बहुतेक ते निरनिराळ्या खडकांच्या रूपांत पृथ्वीवर पसरलेले असतात.

आपली पृथ्वी साधारणपणें ७९०० मैल व्यासाचा एक प्रचंड गोल आहे. हा गोल आपल्या आंसाभोंवतीं २४ तासांत एक प्रदक्षिणा पुरी करतो. या प्रदक्षिणेचे योगानें पृथ्वीचे निरनिराळे भाग सूर्यासमोर येतात व पृथ्वीवर दिवस आणि रात्र घडवून आणतात. या प्रदक्षिणेच्या गतीचा दुसराही एक परिणाम होतो. तो म्हणजे पृथ्वीचा एका ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंतचा व्यास कमी होतो व विषुववृत्ताजवळील वाढतो. दरवर्षी हा फरक फारच थोडा पडतो. पृथ्वीच्या जन्मापासून आजपर्यंत म्हणजे सुमारें एक अब्ज वर्षांत ह्या दोन व्यासांत सुमारें २७

मैलांचा फरक पडलेला आहे. (विषुववृत्तापाशी व्यास ७९२६ मैल; ध्रुव ते ध्रुव व्यास ७८९९ मैल.) ह्या अक्षप्रदक्षिणेच्या गतीखेरीज, पृथ्वीला सूर्याभोंवतीही प्रदक्षिणा करावी लागते. ही दुसरी प्रदक्षिणा पुरी करण्यास पृथ्वीला १ वर्ष लागते. ही प्रदक्षिणा करतांना पृथ्वीचा आंस तिच्या भ्रमणमार्गाच्या पातळीशीं सुमारे ६६ $\frac{1}{2}$ अंशांचा कोन करतो. या विशिष्ट गतीमुळेच पृथ्वीवर निरनिराळे ऋतु होतात.

पृथ्वीचा पृष्ठभाग सरासरी २० कोटि चौरस मैल आहे. या पैकीं फक्त ५ कोटि चौरस मैल जमीन आहे व बाकीच्या तीनचतुर्थांश भागावर पाणी आहे. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर सुमारे ६०० मैलपर्यंत वातावरण पसरलें आहे असें आपणांस मानतां येईल. या वातावरणांतूनच जीवनास आवश्यक असलेला प्राणवायु आपणांस मिळतो. तसेंच वनस्पतींच्या जीवनास आवश्यक असलेला कार्बानिक असिडवायु (कार्बनडाय आक्साईड) वातावरणच पुरविते. वातावरणच नसतें तर पाऊस पडला नसता. हें ६०० मैलांचें वातावरण गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाप्रमाणेंच पसरलें आहे. साहजिकच पृथ्वीचे पृष्ठभागावर वातावरण सर्वांत दाट असतें व आपण जसजसें वरवर जातो तसतसें विरल होत जातें. सुमारे ६०० मैल उंचीवर तें न ओळखण्या इतकें विरल होतें व आपण वातावरण येथें संपलें असें म्हणतो. आपल्या पृथ्वीवर गुरुत्वाकर्षणाचा जोर बराच कमी असल्यानें हायड्रोजन, हेलियम सारखे हलके वायु बहुतेक अवकाशांतील पोकळींत निसटून गेले आहेत. उत्तर ध्रुवाकडील उंच आकाशांत ६० ते १०० मैल उंचीवर जो आरोरा म्हणून प्रकाश दिसतो त्याच्या वर्णलेखांत ऑक्सिजन व नायट्रोजनच्या रेखा दिसत नाहींत. ही गोष्टही पण हे दोन हलके वायु निसटून गेले असले पाहिजेत असेंच दाखविते.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील वातावरणांत असलेल्या निरनिराळ्या वायूंचें शेंकडा प्रमाण व वजन हीं खालीं दिलीं आहेत.

घटक	पृथ्वीवरील कोरड्या हवेचें शेंकडा प्रमाण	वजन अब्ज खंडी एकं मान धरून
सबंध वातावरण		५०,२९,३००.
कोरडी हवा	१००'००	५०,१६,२३६.
नायट्रोजन (नत्र)	७८'०३	३८,११,१३६.
ऑक्सिजन (प्राण्य)	२०'९९	११,४१,३०८.
आर्गान (अर्ग)	०'९३	६०,९०४.
पाण्याची वाफ	१३,०४९.
कार्बन डाय आक्साईड	०'०३	२,१३२.
हायड्रोजन (उब्ज)	१२७.
निऑन (नीव्य)	६८.
क्रायपटॉन (कृप)	१२.
हेलियम (हेल)	८.
ओझोन	३.
झेनान (जेन)	२.

ह्या खेरीज वातावरणांत पुष्कळसे रजःकणही आढळतात. या कणांचा पाऊस पाडण्याच्या कार्मी फार उपयोग होतो. पाण्याची वाफ फक्त वातावरणाच्या खालच्याच थरांत आढळते. कारण आपण जस-जसे उंचावर जातो तसतसे उष्णतामान कमी कमी होत जाते व असें झाल्यावर वाफेचें द्रवांत रूपांतर होऊन द्रव खाली पडतो.

आपण साधारणपणें असें पहातो कीं आपण जसजसे उंच जातो तशी तशी हवा थंड होत जाते. साधारणपणें १५ मैल उंच गेल्यावर उष्णतामान-५०° सेंटिग्रड असतें. आणखी वर हवा जास्तच विरल असते व आपली कल्पना अशी होते कीं आपण जास्त उंचीवर गेलों

कीं उष्णतामान आणखी कमी व्हावें. पण अलीकडील शोधांवरून असें दिसून आलें आहे कीं पंधरा मैलांचे वर पुन्हा उष्णतामान वाढूं लागतें व साधारण १०० मैल उंचीवर तर पाणी उकळेल इतकें म्हणजे १००° सेंटिग्रेड इतकें उष्णतामान असतें. या पुढें मात्र उष्णतामान कमी होत असावें व शेवटीं ६०० मैल उंचीवरील उष्णतामान अवकाशातील उष्णतामानाइतकेंच (म्हणजे-२६८° सेंटिग्रेड) असावें.

६०० मैल पर्यंत पसरलेलें असें हें फारच मोठें वातावरण जरी पृथ्वी-वर आहे तरी यांतील फक्त १० मैल इतकाच थर मनुष्याचे दृष्टीनें महत्त्वाचा आहे. १० मैलांचे वर हवा फार विरल असल्यानें, इतक्या उंचीवर कृत्रिम उपायांच्या मदतीशिवाय आपणांस श्वासोश्वास करतां येणार नाहीं. पाऊस पाडणारे ढगही यापेक्षां जास्त उंचावर जात नाहींत. पृथ्वीवरील हवामान ठरविणाऱ्या वाऱ्यांचा विचार करतांनाही यापेक्षां जास्त उंचीवरील वाऱ्यांचा विचार करण्याचें आपणांस कारण नाहीं.

B

893



प्रकरण १४ वें

मंगळ

सूर्यमालेत शुक्रापुढें आपली पृथ्वी असून तिच्या पलोकडे मंगळ आहे. ह्याच्या तांबूस वर्णावरून ह्यास अंगारक, लोहितांग, अग्नि इत्यादि नांवें मिळालीं आहेत. जातक, * ताजक, मुहूर्त ह्या ज्योतिःशास्त्राच्या शाखांत मंगळ हा क्रूर ग्रह मानिला आहे, तें त्याच्या रक्ततेस अनुसरूनच आहे. प्राचीन पाश्चात्य लोकांनीं तर ह्याला युद्धाची देवता अशा अर्थाचें 'मार्स (Mars)' असें नांव दिलें आहे. भारतयुद्धाच्या वेळीं हा क्रूर ग्रह वक्री होता. मग काय विचारतां ? त्यानें प्रलय उडवून दिला. युद्धाच्या पूर्वीच ज्येष्ठांपर्यंत मंगळ येऊन उलटा अनुराधांकडे वळला. अनुराधा नक्षत्राची देवता मित्र आहे. ह्या स्थितीनें ज्येष्ठ राजा जो दुर्योधन त्याच्या मित्रांचा संहार अंगारकानें दर्शाविला, असें भारतीकाकार म्हणतो. कुजस्तंभ अनिष्टकारक अशी सांप्रत प्रसिद्धि आहे. ग्रह एका नक्षत्रांतून त्याच्या पुढच्यांत, असे जावयाचे ते कधीं कधीं उलटे वळतात. (आकृति पान १३३ पहा) व तसे वळतांना कांहीं वेळ खांवासारखे स्तब्ध दिसतात. मंगळ एका राशींत वक्र झाला म्हणजे पुन्हा सरळ होऊन त्या राशींतून पुढें जाईपर्यंत बरेच महिने लागतात. तेव्हां **कुजस्तंभ** झाला असें म्हणतात. मंगळ हा पृथ्वीचा पुत्र मानिला आहे म्हणून त्यास त्या अर्थाचीं 'कुज' इत्यादि नांवें आहेत.

* आमच्या ज्योतिःशास्त्राच्या गणित, जातक आणि मुहूर्त अशा तीन शाखा मानितात. **ताजक** हा जातकसंबंधें एक विशेष प्रकार आहे. गणित-शाखेखेरीज वाकीच्यांस सामान्यतः फलज्योतिष म्हणतात. ग्रह कोणत्या वेळीं आकाशांत कोठें असतील ह्याचें गणित पहिल्या गणितस्कंधांत मुख्यत्वेकरून असतें. प्राण्याच्या जन्मकालीं ग्रहस्थिति असेल तिवरून त्यास जन्मांत होणाऱ्या बऱ्यावाईट गोष्टी यांचा विचार जातकांत असतो. आणि विवाहादि कृत्यांस शुभ वेळा कोणती हा विचार मुहूर्तस्कंधांत मुख्यत्वे असतो.

मंगळादि बहिर्वर्ती ग्रह सूर्याजवळच नेहमी नसतात, म्हणून रात्री आकाशांत ते पाहिजे तिकडे दिसतात. ते पृथ्वीच्या कक्षेबाहेर आहेत म्हणून कधी पृथ्वीच्या एका बाजूस ते व एका बाजूस सूर्य असें होतें. यावेळीं त्यांचें षड्भांतर (सूर्यापासून ६ राशींचें अंतर) झालें असें म्हणतात. यावेळीं सूर्यास्ताबरोबर ते उगवतात व रात्रभर दिसतात. कधी ते व पृथ्वी यांच्यामध्ये सूर्य येतो, तेव्हां सूर्याचा त्यांचा योग झाला असें म्हणतात. तेव्हां त्यांचा अस्त असतो. सूर्यापासून पृथ्वीचें अंतर व ह्या ग्रहांचें अंतर ह्यांच्या बेरजेइतकें अंतर योगाच्या वेळीं पृथ्वी व ग्रह यांमध्ये असतें; आणि बजावाकीइतकें अंतर षड्भांतराच्या वेळीं असतें. अर्थात् षड्भांतरां ते पृथ्वीला अधिक जवळ असतात. सूर्यापासून मंगळाचें मध्यम अंतर १४१० लक्ष मैल व पृथ्वीचें ९२३ लक्ष मैल आहे. यामुळें षड्भांतरां पृथ्वीपासून मंगळ ४८७ लक्ष मैल असतो व योगाचे वेळीं तर २३३३ लक्ष मैल म्हणजे सुमारे पांचपट अंतरावर असतो. यामुळें सूर्याच्या जवळ असतो तेव्हां, म्हणजे त्याचा उदय नुकताच झाला असतो किंवा अस्ताची संधि असते तेव्हां तो जेवढा दिसतो, त्याच्या सुमारे पंधरा-वीस पट षड्भांतरां दिसतो. तो सूर्याच्या जवळ असतो तेव्हां आवशीस सूर्यास्तानंतर लवकरच मावळतो, किंवा पहाटेस सूर्योदयापूर्वी थोडाच वेळ उगवतो. या वेळीं तो ओळखण्यास फार पंचाईत पडते; कारण तो सुमारे रोहिणीच्या मुख्य तारेइतका किंवा कदाचित् तिच्याहूनही कमी तेजस्वी दिसत असतो. आणि षड्भांतराच्या वेळीं तर तो गुरूच्या जवळजवळ तेजस्वी दिसतो. ग्रह आणि सूर्य यांच्यामध्ये तीन राशींचें म्हणजे सगळ्या आकाशाचा चवथा हिस्सा किंवा दृश्य आकाशाचा अर्धा हिस्सा इतकें अंतर होतें त्यास त्रिभांतर म्हणतात. सूर्याच्या पूर्वेस ग्रह असतां जें त्रिभांतर होतें त्यास पूर्वत्रिभांतर म्हणतात. हें योगाच्या पूर्वी होतें. या वेळीं सूर्य मावळतांना ग्रह मध्यान्हीं येतो. सूर्याच्या पश्चिमेस ग्रह असतां जें त्रिभांतर होतें त्यास पश्चात्-त्रिभांतर म्हणतात. हें योगाच्या पश्चात् म्हणजे योग झाल्यावर होतें. या वेळीं सूर्योदयीं ग्रह मध्यान्हीं येतो.

ग्रहांच्या कक्षा पूर्ण वर्तुळाकार नाहींत; किंचित् लांबट म्हणजे दीर्घवर्तुळा-कृति आहेत. हें कक्षेतील उच्चनीच भाग ह्यांविषयीं मार्गें सांगितलेंच आहे. कक्षेला पूर्ण वर्तुळवाहून जो कमीपणा असतो त्यास केंद्रच्युति म्हणतात. ही च्युति बुधाखेरीज सर्व ग्रहांपेक्षां मंगळाची फार जास्त आहे. यामुळें मंगळ उर्ची असतो तेव्हां सूर्यापासून १५४० लक्ष मैल अंतरावर असतो; आणि नीची असतां १२८० लक्ष मैलांवर असतो. यामुळें षड्भांतराच्या वेळीं मंगळ जर नीची असला तर तो पृथ्वीपासून वर सांगितलेल्या ४८७ लक्ष मैलांपेक्षांही कमी अंतरावर असतो. मंगळाच्या नीची पृथ्वी आगष्ट्या २६ व्या तारखेस येते. त्या दिवशीं जर षड्भांतर झालें तर पृथ्वीपासून मंगळ फक्त ३३८ लक्ष मैलांवर असतो आणि मंगळाच्या उर्ची पृथ्वी फेब्रुवारीच्या २१ व्या तारखेस असते तेव्हां षड्भांतर झालें तर तेव्हां तो ६१७ लक्ष मैल असतो. यामुळें फेब्रुवारीतल्या षड्भांतरापेक्षां आगस्टांतल्या षड्भांतराच्या वेळीं तो सुमारे सवातीन पट मोठा व तेजस्वी दिसतो. असा योग १५ किंवा १७ वर्षांनीं येतो.

मंगळ ओळखून सहज पाहतां यावा म्हणून पुढील दोन वर्षांची त्याची स्थिति सांगतो:—

२३ मे १९४८ पूर्व त्रिभांतर (सूर्यांती मध्यान्हीं येईल)

२ जानेवारी १९४९ अस्त पश्चिमेस.

२८ मे १९४९ उदय पूर्वेस.

१९ डिसेंबर १९४९ पश्चिम त्रिभांतर (मध्यरात्री उगवून सूर्योदयीं मध्यान्हीं येईल.)

१२ फेब्रुवारी १९५० वक्री.

मंगळाच्या ठळक युत्या

७ आगस्ट १९४८ हस्ताशी युति:

२४ आगस्ट १९४८ चित्रेशी युति

३० अक्टोबर १९४८ ज्येष्ठांशी युति.

- १ डिसेंबर १९४८ गुरुशी युति
 ९ जून १९४९ कृत्तिकाशी युति
 २३ जून १९४९ रोहिणीशी युति
 २० जुलै १९४९ आर्द्रेशी युति.
 २५ अक्टोबर १९४९ मघाशी युति.
 १ डिसेंबर १९४९ शनीशी युति.

१५५७

पूर्वार्ध याचा अर्थ दृश्य आकाशाचें पूर्वार्ध असा समजावा. आवशीस अमुक ग्रह पूर्वार्धां दिसतो असें जेथें लिहिलें आहे तेथें तो मध्यरात्रीनंतर केव्हां तरी पश्चिमाधीं दिसतो असेंही समजावें. षड्भांतराच्या दिवशीं ग्रह सर्व रात्रभर दिसतो; पूर्वरात्रीं पूर्वार्धां दिसतो आणि उत्तररात्रीं पश्चिमाधीं दिसतो. पुढें पूर्व त्रिभांतरापर्यंत उत्तरोत्तर सूर्यास्ताच्या पूर्वी उगवूं लागतो, आणि मध्यरात्रीपूर्वी मध्यान्हीं येऊं लागतो. अर्थात् मध्यान्हीं आल्यानंतर पश्चिमाधीं दिसतो. पश्चात् त्रिभांतराच्या दिवशीं ग्रह सुमारे मध्यरात्रीं उगवून सूर्योदयीं मध्यान्हीं येतो व पुढें उत्तरोत्तर षड्भांतरापर्यंत मध्यरात्रीपूर्वी उगवूं लागतो. म्हणून ग्रह पहाटेस पश्चिमाधीं दिसेल असें लिहिलें आहे तेव्हां तो मध्यरात्रीपूर्वी केव्हां तरी पूर्वार्धांतही दिसेल असें समजावें. दोनतीन वेळां अनुभव घेतल्यावर या गोष्टी सहज समजतील.

मंगळाचा अमाप्रदक्षिणाकाल* सुमारे ७८० दिवस आहे. म्हणून षड्भांतर, त्रिभांतर, वक्रत्व, मार्गित्व, अस्त, उदय यांच्या एकदांच्या वेळेंत २ सौरवर्षे ५० दिवस मिळवावे म्हणजे त्या त्या गोष्टींची वेळ सुमारानें निघते; कारण पृथ्वी व तिच्या बाहेर असलेले सर्व ग्रह सूर्याभोंवतीं आपापल्या कक्षांमधून फिरतांना प्रदक्षिणेच्या रिंगणांत पृथ्वी मंगळाला दोन वर्षे व पन्नास दिवसांनीं एकदां गांठते.

* पृथ्वीवरून पाहणारास सूर्य व दुसरें एखादें खस्थ तेज हीं एकदां एके ठिकाणीं दिसल्यापासून पुन्हां दिसतपर्यंत त्या दुसऱ्या तेजाची जी प्रदक्षिणा होते तिला अमाप्रदक्षिणा म्हणतात.

मंगळाचा व्यास सुमारे ४२१५ मैल आहे; म्हणजे तो पृथ्वीच्या व्यासाच्या अर्ध्याहून थोडा जास्त आहे. यामुळे मंगळावर जमीन व पाणी मिळून आपल्या चतुर्थांशाहून थोडेंसे जास्त इतकेंच आहे. त्याचा आकार पृथ्वीच्या सुमारे सप्तमांश आहे आणि द्रव्य नवमांश आहे. मंगळाच्या पृष्ठभागाचें मध्यत्रिदूपासून अंतर आपल्याहून कमी आहे, म्हणून त्याच्या पृष्ठभागावर आकर्षणाचा जोर पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील आकर्षणाच्या जोराच्या ३ आहे. पृथ्वीवर जो पदार्थ २७ शेर भरतो तो मंगळावर १० शेर भरेल. पृथ्वीवर समुद्रकाठीं भारमापकांत पारा ३० इंच असतो तो मंगळावर १२ इंच असेल. त्याच्या वातावरणाची निःसरणगति म्हणजे बाहेर सुटून जाण्याची. गति एक सेकंदाला तीन मैल आहे. ही पृथ्वीच्या वातावरणाच्या निःसरणगतीच्या अर्ध्यापेक्षा किंचित कमी आहे; म्हणून मंगळावर वातावरण आहे अशी अपेक्षा साहजिकच करता येते. पण हें वातावरण पृथ्वीवरील वातावरणापेक्षा अधिक विरल व विस्तारानें कमी आहे.

ग्यालीलियोने इ. स. १६१० मध्ये असें शोधून काढलें कीं दुर्विणीतून मंगळाला लहान प्रमाणांत कला असलेल्या दिसतात. अनुकूल परिस्थितींत मंगळ फार सुंदर दिसतो. त्याचा रंग नारिंगी असतो आणि त्याजवर धुक्याच्या खुणा दिसतात. त्याच्या ध्रुवांकडील टोंकांवर चक्रचक्रीत पांढरी टोपी दिसते. दोन्ही ध्रुवांकडील टोप्यांचा आकार ऋतुमानाप्रमाणें बदललेला दिसतो. पृथ्वीच्या उत्तर व दक्षिण ध्रुवांकडील वर्ष असलेल्या प्रदेशांशीं यांचें ठळकपणें साम्य असलेलें दिसतें. सामान्य आकाराच्या दुर्विणीतून सहज दिसणाऱ्या ह्या ध्रुवांकडील टोप्यांशीं विरोधाभास दाखविणारें काहीं काळे डागही सामान्यपणें टिकाऊ स्वरूपांत दिसतात. मंगळाच्या पृष्ठभागावरील स्थाईक चिन्हें जशीं स्पष्ट दिसतात, तशीं इतर कोणत्याही ग्रहावरील दिसत नाहींत. या डागांच्या स्थलांतरामुळे मंगळाचा अक्षप्रदक्षिणाकाल अगदीं सूक्ष्म काढितां आला आहे. मंगळावरील दिवस, आपले २४ तास ३७ मिनिटें २३ सेकंद इतका आहे. म्हणजे आपल्याहून सुमारे दीड घटिका मोठा आहे. व

मंगळाची सूर्यप्रदक्षिणा आमच्या ६८७ दिवसांत होते इतकें त्याचें वर्ष आहे. यांत त्याचे सुमारे ६६९॥ दिवस होतात. त्याचा एकेक सौर महिना आमच्या सुमारे ५७ दिवसांचा आहे. त्याची कक्षा आणि विपुव-वृत्त ह्यांच्यामध्ये सुमारे २७ अंशांचा कोन आहे. म्हणजे आपल्यापेक्षा थोडाच जास्त आहे. यामुळें त्यावर हवेचे फेरफार आमच्याप्रमाणेंच बहुतेक होत असतील. मात्र तेथील एकेक ऋतुकाल आपल्या दुपटीच्या जवळ जवळ आहे. परंतु तेथें सूर्याचा प्रकाश व उष्णता आपल्या सुमारे ३ आहे. यामुळें एकंदरीत कांहीं गोष्टींत परिणाम बहुधा सारखेच होत असतील.

मंगळाला दोन उपग्रह आहेत असा शोध इ० १८७७ या वर्षी लागला. हे उपग्रह फारच लहान आहेत. पाश्चात्यांच्या पुराणांतील यारणवीराचीं हीं जणूं काय पदकेंच शोभतात, कारण मंगळाचे हे चंद्र पदकांसारखेच छोटे आहेत. सर्वांत मोठा चंद्र जो “फॉबॉस” त्याचा व्यास १० ते १५ मैलच असून तो मंगळामोवती ७ तास ३९ मिनिटांत प्रदक्षिणा करतो आणि छोटा चंद्र जो “डीमॉस” ह्याचा व्यास सुमारे फॉबॉसच्या अर्ध्या इतकाच आहे आणि तो मंगळामोवती ३० तास १८ मिनिटांत एक प्रदक्षिणा करतो. फॉबॉसची कक्षा डीमॉसच्या आंत आहे. तो डीमॉसपेक्षा वराच तेजस्वी आहे. फॉबॉसच्या जलद गतीमुळें एक गमतीची गोष्ट घडते व ती सूर्यमालेंतील एक अपूर्व वैशिष्ट्य समजली जाते. मंगळावरील दिवस २४ तास ३७॥ मिनिटांचा आणि फॉबॉसचा प्रदक्षिणा-काल त्याहून फारच कमी; म्हणून मंगळावरून पहाणाराला तो पश्चिमेकडे उगवून पूर्वेकडे मावळतोसा दिसतो. ह्या दोन्ही उपग्रहांचीं मंगळापासून अंतरेंही फार कमी आहेत. फॉबॉस ५८०० मैल आणि डीमॉस १४५०० मैल अंतरावर आहे. आपल्या चंद्राचा व्यास आपल्यास जेवढा दिसतो त्याच्या सुमारे पाउणपट व्यास मंगळावरील लोकांस आंतल्या चंद्राचा दिसत असेल, व आपल्या चंद्राच्या निमे प्रकाश त्याचा पडत असेल. सुमारे दर आठ तासांनीं पुन्हा पुन्हा दिसणारा व तितक्या थोड्या वेळांतही क्षयवृद्धि पावणारा चंद्र पाहून मंगळा-

वरील लोकांस फारच मौज वाटत असेल. मंगळाचा दुसरा चंद्र फार लहान आहे. तो आपल्या चंद्राच्या सुमारे पन्नासाव्या हिशानें दिसत असेल. आमच्या चंद्रावर प्राणी नाहीत याबद्दल आतां शंका नाही. परंतु मंगळावर कोणी लोक असतील आणि त्यांच्यापार्शीं आमच्यासारख्या दुर्विणी असतील तर त्यांस त्यांच्या चंद्रावर माणसें आहेत कीं नाहीत हें सहज दिसत असेल.

बुधाखेरीज सर्व ग्रहांहून मंगळ फारच लहान आहे. तरी त्याजविषयीं आपल्यास सर्व ग्रहांहून जास्त माहिती आहे. त्याचा पृष्ठभाग दुर्विणीतून फार चांगला दिसतो. त्याचा कांहीं भाग तांबूस दिसतो. आणि कांहीं डाट हिरव्या रंगाचा (चित्रांक १० पहा) किंवा काळसर दिसतो. तांबूस भाग ही जमीन असावी आणि हिरवा काळसर भाग पाणी असावे असें निरनिराळ्या प्रमाणांवरून सिद्ध झालें आहे. मंगळाच्या दोन्ही ध्रुवांभोंवतालचा भाग चकचकित पांढरा दिसतो. तेथें बर्फ असावे असें दिसतें. ऋतुमानाप्रमाणें तो चकचकित भाग कमजास्त होतो. ऋतुमानाप्रमाणें बर्फ कमजास्त होऊन असें होत असावे. मंगळावर वातावरण आहे, व त्यांत कधी कधी आपल्यासारखीं अग्नें येतात असें दिसतें. यावरूनही मंगळावर पाणी आहे असें सिद्ध होतें, आणि ह्या गोष्टीस वर्णलैखक यंत्रानें प्रत्यंतर मिळालें आहे. आपल्या वातावरणांत जीं तत्त्वे आहेत त्याच प्रकारचीं तत्त्वे मंगळाच्या वातावरणांत आहेत असें त्याच्या वर्णलैखांवरून सिद्ध झालें आहे.

बहिर्योगाचे वेळीं म्हणजे पृष्ठभागाचे वेळीं मंगळ पृथ्वीचे पुष्कळच जवळ येतो असें वर सांगितलेंच आहे. त्यावेळीं त्याच्या पृष्ठभागावरील वारीक सारीक गोष्टींचे सुद्धां वेध घेण्यास जास्त अनुकूल संधी असते. अत्यंत अनुकूल बहिर्योग ऑगस्ट महिन्यांत येतो. अशा एका बहिर्योगाचे वेळीं मंगळाच्या पृष्ठभागाची सविस्तर व काळजीपूर्वक पाहाणी इटालींतील ज्योतिषी शियापरेली यानें इ. स. १८७७ मध्ये केली. मंगळाच्या लालभडक अशा पार्श्वभूमीवर काळसर भाग उढावदारपणें दिसतात असा शोध आधींच लागला होता व अशी समजूत होती कीं हे काळसर

डाग म्हणजे मंगळावरील समुद्र असावेत व लालभडक पार्श्वभूमि म्हणजे जमीन असावी; परंतु जी गोष्ट पूर्वी माहीत नव्हती तिचा शोध इ. स. १८७७ मध्ये शियापरेलीने लावला. तो शोध म्हणजे मंगळावरील खंडे किंवा जमिनीचे भाग ओलांडून जाणाऱ्या व त्याच्यावरील समुद्र एकमेकांशी जोडणाऱ्या आणि ध्रुवभागांपर्यंत दिसणाऱ्या अशा काळसर रेषांचा होय. त्याने त्या रेषांना कालवे (Canals, Channels) असे नांव दिले. कालवे असे म्हटल्यामुळे मात्र पुढे गैरसमज व आकुंचित अर्थ उत्पन्न होऊन कांहीं शास्त्रज्ञांनी निराळे सिद्धांत मांडले ही गोष्ट वेगळी. शियापरेलीने वेध घेऊन असे शोधून काढले की मंगळावरील समुद्र जोडणारे हे कालवे किंवा खाड्या नेहमीच नियमितपणे काळसर राहात नाहींत, तर त्यांच्या रंगांमध्ये ऋतुमानाप्रमाणे फरक झालेले आढळतात. पुढे इ. स. १८९३ मध्ये त्याने विचार करून असे प्रतिपादिले की हे कालवे म्हणजे मंगळाच्या पृष्ठभागाखाली आंतरभागांत होणाऱ्या घडामोडीने बनलेले चर किंवा तासांसारखे असून ते कालव्याप्रमाणे दिसत असावेत व या काळसर दिसणाऱ्या रेषा त्यांच्या खुणा असाव्यात. कल्पक माणसांनी बुद्धिपुरःस्सर खोदलेले हे असतील असे मानण्याचे कारण नाहीं असा अभिप्राय त्याने स्पष्टपणे मांडला. त्याने ह्या रेषांच्या किंवा कालव्यांच्या स्वरूपांत होणाऱ्या बदलाचे कारण असे दिले की ध्रुवाकडील बर्फ वितुळल्यामुळे या चरांना पूर येऊन पाणी आंत शोषले जात असावे व अखेरीस ते कोरडे पडत असावेत आणि म्हणून त्यांच्या रंगांत फरक होत असावेत.

हे कालवे कृत्रिम असून बुद्धिपुरस्सर केलेले असावेत ह्या मताचा मोठा पुरस्कर्ता अमेरिकेतील ज्योतिषी **पर्सिंहल लोवेल** हा होय. त्याने ग्रहांच्या निरीक्षणासाठी व विशेषतः मंगळाचे वेध घेण्यासाठी एरिझोना प्रांतांत फ्लागस्टाफ येथे इ. स. १८९४ मध्ये एक वेधशाळा स्थापन केली. लोवेलने वेध घेऊन आपल्या नकाशांत चित्रित केलेल्या रेखीव खुणांवरून असा तर्क केला की या काळसर दिसणाऱ्या रेषांच्या घडणींत जो विलक्षण व्यवस्थितपणा दिसून येतो तो अनैसर्गिक आहे; म्हणून हे कालवे

मंगळाच्या भूगर्भीय घडामोडीमुळे निसर्गतः बनले असावेत असें मानणे अशक्य आहे. म्हणून त्यानें असा सिद्धांत मांडला कीं निपुण व बुद्धिवान प्राण्यांनीं हे कालवे ध्रुवापासून वितुळणारें पाणी मंगळाच्या पृष्ठभागावर विधुववृत्तापर्यंत जवळच्या मार्गांनीं वाळवंटांत शेतीसाठीं इकडून तिकडे वाहून नेण्यासाठीं मुद्दाम तयार केले असले पाहिजेत. लोवेल व इतर लोकांनीं तयार केलेल्या मंगळाचे नकाशांवर कृत्रिम कालव्यांच्या जाळ्याचा जो देखावा दिसतो त्यावरून त्या ग्रहावर अद्यतन सुधारणा झाली असली पाहिजे असा पुष्कळांनीं तर्क केला आहे. मुख्य प्रश्न कालव्यांच्या निशाण्या आहेत कीं नाहींत हा नाहीं. त्यांतील ढळकपणें दिसणाऱ्या कालव्यांच्या किंवा चरांच्या अस्तित्वाबद्दल तर प्रश्नच नाहीं. मध्यम आकाराच्या दुर्बिणींतून सुद्धां कांहीं दिसू शकतात व कांहींचीं छायाचित्रे-ही घेतलेलीं आहेत. पण ज्यासंबंधीं मुख्यतः पुष्कळ मतभिन्नता आहे तो प्रश्न म्हणजे मंगळाच्या पृष्ठभागावर आढळणारे हे आकार-विशेष लोवेलनें काढलेल्या नकाशांत दाखविल्याप्रमाणें अगदीं सरळ व आंखीव आहेत कीं कसें हा होय. हल्लींच्या काळीं वेध घेऊन सामान्यतः असें एकमत झालेलें दिसून येतें कीं हे कालवे भूमितीतील आकृतीप्रमाणें अगदीं रेखीव नसून ते आकारानें अनियमित व निरुंद असावेत.

लोवेलनें सहा इंची दुर्बिणींतून पाहून जोडीजोडीनें असणारे कालवे आपल्या रेखांचित्रांत दाखविले आहेत. त्या जोडींतील अंतर ०.२६ विकला (सेकंड) इतकें थोडें दाखविलें आहे. पण सहा इंची दुर्बिणींची त्यांतून दिसणाऱ्या गोष्टींचा पृथक्-पृथक्पणा दाखविण्याची मर्यादा शास्त्रीय-दृष्ट्या वृत्तखंडाच्या एका विकल्पेक्षां कमी असू शकत नाहीं. लोवेलनें आपल्या नकाशांत दाखविलेलें अंतर ०.२६ विकला हें या मर्यादेच्या चौथा हिस्सा आहे. यामुळे त्यानें दाखविलेल्या जोडीजोडीनें असणाऱ्या रेषांवरून हे कालवे मुद्दाम खोदलेले असावेत या म्हणण्याबद्दल शंका उत्पन्न होते. शिवाय गणित करून असेंही सिद्ध झालें आहे कीं मंगळाच्या ध्रुवाकडील वर्फाळ टोण्यांची जाडी सहा फुटांपेक्षां जास्त नसावी. कारण पृथ्वीवरील ध्रुवांकडील वर्फासारखें तें बारा महिने नसतें. म्हणजे ध्रुवां-

कडील वितुळणारें पाणी मंगळाच्या विधुववृत्तापर्यंत वाळवंटांत खेळ-वण्याकरतां पाण्याचा सांठा जेवढा मोठा पाहिजे त्यापेक्षां हा सांठा अत्यंत कमी आहे. याही कारणामुळें कल्पक प्राण्यांनीं मुद्दाम खोदलेले हे कालवे आहेत ही लोवेलची उपपत्ति फोल ठरते.

आतां आपण मंगळावर वातावरण आहे कीं कसें यासंबंधी कोणता पुरावा सांपडतो तें पाहूं. ध्रुवांकडील टोप्यांच्या आकारांत ऋतुमानानें जे फरक झालेले दिसतात त्यामुळें वातावरणाच्या अस्तित्वासंबंधी अप्रत्यक्ष पुरावा मिळालेला आहे. (चित्रांक ९ पहा) या शिवाय डॉ. राइट यानें वेध घेऊन वातावरणाच्या अस्तित्वाविषयी प्रत्यक्ष पुरावा गोळा केला आहे. त्यानें लिक येथील वेधशाळेंत निरनिराळ्या रंगांच्या प्रकाशांत मंगळाची प्रकाशचित्रें घेतलीं. याकरतां त्यानें तांबड्या खालील रंग (Infra-red) व तांबडा, पिवळा, हिरवा, जांभळा, आणि जांभळ्याच्या पलीकडील रंग (Ultra-Violet) उपयोगांत आणले. तांबड्याखालील रंगप्रकाशांत घेतलेल्या प्रकाशचित्रांत मंगळाच्या घन-विभागाचीच म्हणजे फक्त प्रत्यक्ष पृष्ठभागावरील गोष्टींचीच प्रतिमा उमटलेली दिसते. तांबड्या व त्याच्या पुढील वर्णांत घेतलेल्या प्रकाशचित्रांत पृष्ठभागावरील बारकावे अधिकाधिक अस्पष्ट होत जातात आणि सरतेशेवटीं जांभळ्याच्या पलीकडील रंगप्रकाशांत घेतलेल्या प्रकाशचित्रांत आपणांस मंगळाच्या भोंवतालच्या वातावरणाच्या वेष्टनाचीच प्रतिमा उमटलेली आढळते. या दोन्ही प्रतिमांच्या आकारांत ५०।६० मैलांचा फरक पडलेला दिसतो व तो त्रिज्येच्या फरकाइतकाच आहे. यावरून मंगळावरील वातावरणाची खोली बरीच जास्त असलेली आढळते. पण हें वातावरण फारच विरल असलेलें दिसून येतें. सर्व वातावरणाचा दाब पृथ्वीवरील वातावरणाच्या दावाच्या कांहीं थोडे शतांश इतकाच आहे. वर्णलेखांत मेघांच्या खुणा दिसतात. त्यामुळें वातावरणाच्या अस्तित्वाला दुजोरा मिळाला आहे. हे ढग दोन प्रकारचे दिसतात. एक डोळ्यांना पांढरे दिसणारे व दुसरे पिवळसर दिसणारे. उष्णतामान खालीं गेल्यामुळें आर्द्रद्रव्याचें घनीभवन झाल्यानें ढग पांढरे दिसतात. ते वातावरणांत

बऱ्याच उंचीवर म्हणजे १२ मैलांपर्यंत दिसतात. पिवळसर ढग बरेच वेळां दिसतात पण ते वातावरणांत बऱ्याच कमी उंचीवर असतात. मंगळावरील विस्तृत अशा वाळवंटाच्या प्रदेशांवरून वाहणाऱ्या वाऱ्यांनी उडालेल्या धूलिकणांचे मुळें बहुधा बनलेले हे पिवळसर दिसणारे ढग असावेत.

आतां आपण मंगळावरील वातावरणांत कोणते घटक आहेत तें पाहूं. त्यांत पाण्याची वाफ निःसंशय असली पाहिजे. मात्र ही वाफ मोठ्या प्रमाणांत आढळून येत नाही. मंगळावरील वातावरणांत पृथ्वीच्या वातावरणांत असलेल्या ऑक्सिजनच्या एक सहस्रांश इतका सुद्धा ऑक्सिजन दिसून येत नाही. मंगळाच्या लाल वर्णाचे योगानें ऑक्सिजनच्या अस्तित्वाचा अप्रत्यक्ष पुरावा मात्र सांपडतो. कारण ह्या लाल वर्णामुळें पूर्णपणें आतांचित (Oxidized) झालेले खडक त्याजवर असले पाहिजेत हें सिद्ध होतें. चंद्रावर ऑक्सिजनच्या अभावामुळें त्याजवरील खडक आतांचित होत नाहीत, म्हणून त्यांचा रंग करडा दिसतो आणि ते मंगळावरील खडकांच्या रंगाहून अगदीं स्पष्टपणें भिन्न रंगाचे दिसतात. आतांचिनामुळें खडकांचें क्षण होऊन मंगळाच्या वातावरणांतून ऑक्सिजन नाहीसा झालेला असावा असें दिसतें. मंगळावरील वातावरणांत कार्बानिक अॅसिड वायु आढळत नाही.

सूर्यापासून पृथ्वीपेक्षां दूर असलेल्या ग्रहावर जें उष्णतामान असावें अशी आपण अपेक्षा करतो त्याप्रमाणेंच मंगळावरील उष्णतामान आहे. सूर्यापासून मंगळाला पृथ्वीच्या ३ उष्णता मिळते. मंगळावरील उष्णकटिबंधांतील प्रदेशांत दुपारीं उष्णतामान बर्फ गोठण्याचे स्थानापासून चढत चढत ५०° अंश फॅरनहीटचे पेक्षां थोडें जास्त इतकें वाढत जातें. तिसरे प्रहरां जसजसा सूर्य खालीं जातो तसतसें तें जलद उतरत जातें. ह्याचें कारण मंगळाचें वातावरण अगदीं विरल असून शिवाय उष्णता राखून ठेवण्यासाठीं घोंगडीचें काम करणारें आणि दुपारीं सूर्याच्या उष्णतेनें तापलेल्या पृष्ठभागावरील खडकांमधून वाहेर पडणाऱ्या उष्णतेचें अरीभवन थांबविण्याचें काम करणारें वाफेचें पांघरूण त्याच्यावर नसतें. सूर्यास्ताच्या

वेळीं कडक थंडी पडूं लागून रात्रीं उष्णतामान -१३०° फॅरनहीट इतकें होतें. याप्रमाणें दुपारचें कमाल उष्णतामान व रात्रीचें किमान उष्णतामान यांमधील फरक फार मोठा म्हणजे १८० अंशांचा असतो. मंगळावरील हवामान, उष्णता व थंडी पराकाष्ठेला गेलेलें असें आहे. तसेंच ऋतुऋतूंमध्ये जास्त कमी होणाऱ्या उष्णतामानांतील फरकही फारच मोठे असतात. ज्यावेळीं मंगळाचे उत्तर गोलार्धात थंडी असते व दक्षिण गोलार्धात उन्हाळा असतो त्यावेळीं तो सूर्याचे अत्यंत जवळ असतो आणि उत्तर गोलार्धात उन्हाळा व दक्षिण गोलार्धात थंडी असते त्यावेळीं तो सूर्यापासून फार दूर असतो. यामुळें दक्षिण गोलार्धात उत्तर गोलार्धापेक्षां कडक उन्हाळा व कडक थंडी असलेली आढळते.

मंगळाचे पृष्ठभागावर वेळोवेळीं बदल झालेले दिसतात असें बरतीं आलेलें आहे. यांतील कांहीं ऋतुमानाप्रमाणें होतात व कांहीं अत्यंत अनियमित असतात. (चित्रांक ९ पहा) मंगळाचा काळसर हिरवा दिसणारा प्रदेश वनस्पतींच्या वाढीनें व्यापलेला व बाकीचा पृष्ठभाग मरुस्थली सारखा वाळवंटाप्रमाणें आहे. जेव्हां ध्रुवाकडील टोप्यांसारखे दिसणारे बर्फाळ भाग वितुळतात तेव्हां खालील प्रदेशांकडे हा ओलावा कदाचित् नदीनाल्यांचे रूपानें पण बहुशः पावसाचे व दवाचे रूपानें जातो. आर्द्रतेमुळें वनस्पतींची वाढ होऊं लागते आणि वनस्पतींनीं आच्छादलेल्या ह्या प्रदेशाचा रंग हिरवा होतो. थंडी पडल्यावर हिरवा रंग जाऊन त्या जागीं तपकिरी रंग येतो. वनस्पतींचे वाढीमध्ये सालोसाल होणाऱ्या रूपभेदामुळें मंगळाच्या पृष्ठभागावर आढळणारे अनियमित फरक घडतात असें म्हणतां येईल. ऑक्सिजनच्या व पाण्याच्या वाफेच्या अत्यंत कमीपणामुळें व उष्णतामानामधील आत्यंतिक फरकांमुळें उच्चावस्थेला पोचलेला जीव मंगळावर असणें शक्य नाहीं. याबद्दल सविस्तर विवेचन पुढें येणारच आहे.



प्रकरण १५ वें

लघुग्रह, उल्का आणि धूमकेतु.

(१) लघुग्रह.

आपल्या सूर्यमालेत खडक व धातु यांनी बनलेले पुष्कळ द्रव्य लहान लहान छोटेखानी गोलांचे किंवा तुकड्यांचे रूपाने सूर्याच्या आकर्षण-क्षेत्रांत निरनिराळ्या कक्षा करून फिरत असते. यांपैकी साधारणपणे आकाराने किंचित मोठ्या असलेल्या गोलांच्या कक्षा मंगळ व गुरु यांच्या मधल्या टापूमध्ये आढळतात. सामान्य दुर्बिणीतून पाहिले असता हे छोटे गोल ताऱ्यांसारखे दिसतात म्हणून यांना लघुग्रह असे म्हणण्याचा संप्रदाय पडला आहे. त्यांचे तेज फारच कमी असल्यामुळे व नुसत्या डोळ्यांनी ते दिसत नसल्यामुळे ते लोकांचे लक्षांत येत नाहीत.

मंगळ व गुरु यांचेमधील अंतर इतर ग्रहांमधील अंतरांच्या मानाने फार आहे. म्हणून ह्या दोघांच्या मध्ये एकादा ग्रह असावा अशी शंका केप्लरच्या वेळेपासून ज्योतिष्यांना होती. ग्रहांची सूर्यापासून अंतरे कांहीं एका नियमाने आहेत. ३, ६, १२, २४ अशी एक श्रेढी घ्यावी. हींतील संख्या दुपटीने वाढत जातात. बुधाचे अंतर ४ मानून पुढे ४ हीच संख्या या श्रेढीतील संख्यांत भिळवीत जावे; म्हणजे ज्या संख्या होतात त्यांच्या प्रमाणांत ग्रहांची अंतरे आहेत. टिटिअस ह्याने इ० स० १७७२ मध्ये हा नियम शोधून काढिला; आणि तो बौड ह्याने प्रसिद्धीस आणिला. म्हणून ह्याला बौडचा नियम असे म्हणतात. ह्या नियमाने येणारी अंतरे खाली दिली आहेत.

ग्रह	टिटिअसची अथवा बोडर्ची अंतरें.	वास्तव अंतर.	फरक.
		(पृथ्वीचे १० मानून)	
बुध.	४	३'९	-१
शुक्र.	३+४= ७	७'२	-२
पृथ्वी.	६+४= १०	१०'०	०'०
मंगळ.	१२+४= १६	१५'२	-८
लघुग्रह.	२४+४= २८	२६'५ (सरासरी अंतर)	
गुरु.	४८+४= ५२	५२'०	०'०
शनि.	९६+४=१००	९५'०	-५'०
युरेनस	१९२+४=१९६	१९२'०	-४'०
नेपचून्.	३८४+४=३८८	३०१'०	-८७'०
प्लूटो.	७६८+४=७७२	३९६'०	-३७६'०

नेपचून व प्लूटो यांची अंतरें ह्या नियमाला अनुसरून नाहींत, परंतु त्यांचा शोध लागण्यापूर्वी हा नियम खरा वाटत होता. मंगळ आणि गुरु ह्यांचेमधील जास्त अंतरामुळे ह्या दोघांच्यामध्ये एकादा ग्रह असावा अशी वर म्हटल्याप्रमाणें शंका उद्भवली. त्या ग्रहाचा शोध लावण्याकरितां इ. स. १८०० मध्ये २४ वेध करणारांची एक समिती नेमली. परंतु तिचे काम सुरू होण्यापूर्वीच इ० स० १८०१ च्या जानेवारीच्या पहिल्या तारखेस पियाझी नामक ज्योतिष्यास एका ग्रहाचा शोध लागला. त्याचें नांव त्यानें सिरिस असें ठेविलें. इ० स० १८०२ मध्ये पालास याचा शोध ऑलवर्स यानें लाविला. त्याला वाटलें कीं पूर्वी मंगळ आणि गुरु ह्यांच्यामध्ये एक मोठा ग्रह असावा, व तो फुटून त्याचे तुकडे हे लघुग्रह झाले असावे; व हें मत खरें असेल तर शोध लागलेल्या दोन ग्रहांच्या कक्षांच्या छेदनबिंदूजवळ शोध ठेविला असतां आणखी लघुग्रहांचा शोध लागेल. त्याप्रमाणें १८०४ मध्ये जुनोचा शोध लागला. १८०७ मध्ये ऑलवर्स ह्यास वेस्ता ह्या चवथ्या ग्रहाचा

शोध लागला. हा सर्व लघुग्रहामध्ये जास्त तेजस्वी आहे. परंतु त्याची कक्षा ऑलवर्स याला वाटलेल्या नियमास अनुसरून नाही. पुढे ३८ वर्षांत लघुग्रह मुळीच सांपडले नाहीत. १८४५ मध्ये आस्ट्रीचा शोध लागला. १८४५ पासून मात्र लघुग्रह सांपडला नाही असे वर्षच गेले नाही. अलीकडे पूर्वीपेक्षा मोठमोठ्या दुर्बिणी निघाल्या आहेत; यामुळे उत्तरोत्तर नवीन सांपडणाऱ्या ग्रहांची संख्या वाढत आहे. १८९२ चे जुलैपर्यंत म्हणजे प्रस्तुतचा ग्रंथ प्रथम लिहीपर्यंत त्यांची संख्या ३२७ झाली होती. इ० स० १९३३ चे अखेरीपर्यंत १२६४ लघुग्रह सांपडले होते व हल्लीचे यादीत यांची खानेसुमारी १५०० पर्यंत गेलेली आहे !

हे सर्व ग्रह फारच लहान आहेत. यामुळे त्यांचा आकार ठराविणे फार कठीण पडते. त्यांच्या प्रकाशावरून त्यांच्या आकाराचे अनुमान करतात. सर्वांत मोठा जो सीरीस त्याचा व्यास ४७७ मैल आहे. त्याचे खालोखाल पालास, वेस्ता आणि जूनो यांचे व्यास अनुक्रमे ३०४, २३९ व १२० मैल आहेत. पुष्कळांचे व्यास ५० मैलांपेक्षा कमीच आहेत. सर्वांत छोटा आलवर्त याचा तर ३।४ मैलच आहे. शिवाय सर्वच अद्याप गोलाकार बनलेले दिसून येत नाहीत; कारण कांहीं अत्यंत लहान लघुग्रहांचे आकारांत कोन झालेला आढळतो.

या लघुग्रहांचे रूपाने सूर्यमालेमध्ये अवकाशांत किती द्रव्य तरंगत आहे हे केवळ अजमासानेच सांगता येईल. ग्रहाच्या द्रव्याच्या मानाने त्याचे इतर ग्रहांवर आकर्षण पडते व त्यामुळे त्या मानाने त्यांच्या गतींत अनियमितपणा येतो. सगळ्या लघुग्रहांचे मिळून द्रव्य पृथ्वीच्या द्रव्याच्या एक पष्ठांश असते तर त्यामुळे मंगळाच्या कक्षेत कांहीं फरक झाला असता. परंतु गेल्या शंभर वर्षांत घेतलेल्या वेधांवरून असा फरक झालेला आढळला नाही. यावरून त्यांचे द्रव्य फार नाही असे सिद्ध होते. हल्ली सांपडलेले सर्व लघुग्रह मिळून एक ग्रह बनाविला तर त्याचा व्यास सहासाडेसहाशे मैलांहून जास्त होणार नाही आणि त्याचे द्रव्य पृथ्वीच्या द्रव्याच्या एक सहस्रांश म्हणजे चंद्राच्या द्रव्यापेक्षा थोडेसे कमीच भरेल.

आपापल्या कक्षांमधून सूर्याभोवती प्रदक्षिणा करण्याच्या कालांमध्ये

सर्व लघुग्रहांत मोठाच फरक आढळतो. एका लघुग्रहाचा आपल्या कक्षेतून एक प्रदक्षिणा करण्याचा काल १'८ वर्षांचा तर ज्याची कक्षा अत्यंत मोठी आहे त्याचा प्रदक्षिणाकाल ३४ वर्षांचा असलेला दिसून येतो. सर्वांच्या प्रदक्षिणाकालाची सरासरी ४॥ वर्षांची आहे.

मंगळ आणि गुरु ह्यांच्यामध्ये लघुग्रहांचा विस्तीर्ण प्रांत पसरलेला आहे. बऱ्याच लघुग्रहांच्या कक्षांमध्ये गुरुमुळें पुष्कळ वेळां बदल होतो. ह्यांमधील सहा लघुग्रह तर गुरुच्या फार जवळ असल्यामुळें त्यांना गुरुच्या संघांतील लघुग्रह असें समजतात. ह्या लघुग्रहांची कक्षाकेंद्रच्युति आणि विक्षेपमानें फार आहेत. बुध खेरीज करून कोणत्याही ग्रहाची च्युति व्यासाच्या दशांशाइतकी नाही, व विक्षेपमान दोनतीन अंशांहून जास्त नाही. परंतु पुष्कळ लघुग्रहांची च्युति व्यासाच्या अष्टमांश आहे, व विक्षेपमान १० अंशांहून जास्त आहे. यामुळें त्यांचीं सूर्यापासून अंतरें फार कमजास्त होतात. ह्यांच्या कक्षाप्रदेशाची मंगळाकडची वाजू मंगळापासून तीनचार कोटि मैलांवर व सूर्यापासून १८ कोटि मैलांवर आहे, व गुरुकडची वाजू गुरुच्या अलीकडे ३ कोटि मैलांवर व सूर्यापासून ४३ कोटि मैलांवर आहे. ह्यांतील पांचचार ग्रहांचें पृष्ठफळ फार तर मुंबई इलाख्याच्या दुप्पट होईल. बाकीच्यांचें त्याच्या चतुर्थांशही नाही, आणि कांहींचें तर फार तर एकाद्या तालुक्याएवढें असेल. ह्यांतील एकादा ग्रह आपल्या कक्षाप्रदेशांतून किंचित् मार्गेपुढें सरकून मंगळ किंवा गुरु ह्यांकडे गेला तर त्याच्या आकर्षणाच्या तडाक्यांत सांपडून त्याची कक्षा अगदीं बदलेल. इतके लहान व आपणांस न दिसणारे असे हे ग्रह सूर्यापासून ४०।४५ कोटि मैल अंतरावरून त्याच्याभोंवतीं नियमित रीतीनें फिरतात ही केवढी आश्चर्याची गोष्ट आहे ! ह्या १५०० लघुग्रहांपैकी कोणताही लघुग्रह मोठ्या ग्रहांच्या उलट दिशेनें सूर्याभोंवतीं फिरत नाही हें लक्षांत ठेवण्यासारखें आहे.

बहुतेक लघुग्रहांचे दृश्यतेज दहाव्या प्रतीच्या ताऱ्यांहून कमीच असतें. शिवाय त्यांच्या तेजस्वितेंतही पुष्कळ फरक आढळून येतो.

हा फरक प्रत्येकाचें सूर्यापासून व पृथ्वीपासून असणारें अंतर कमजास्त असतें म्हणूनच पडतो असें नाहीं तर त्यांचें तेजही कांहीं ठराविक कालावधींत बदललेलें दिसतें. ही गोष्ट ते आपल्या आंसाभोंवतीं भ्रमण करीत असल्यामुळें घडून येते. त्यांच्याकडून जो प्रकाश येतो तो अर्थात् परावर्तित सूर्यप्रकाश असल्यामुळें अक्षभ्रमणाचे योगानें कधीं त्यांची पूर्ण प्रकाशित बाजू आपणांस दिसते, तर कधीं अप्रकाशित अथवा अर्धवट प्रकाशित बाजू दिसते. यामुळें त्यांच्या तेजांत फरक पडतो. शिवाय वर सांगितल्याप्रमाणें कांहींचे आकारही अद्याप गोलाकार वनलें नसून अनियमित आहेत. म्हणून त्यांची तेजस्विता फार कमी असावी. अवकाशांत घनीभूत होत असणारा कोणताही पदार्थ स्वतःच्या गुस्ताकर्षणाचे योगानें कांहीं कालानें गोलस्वरूप धारण करतोच या नियमानुसार हे अनियमित आकाराचे कांहीं लघुग्रह कालांतरानें गोलाकार धारण करतीलच.

पहिलीं पुष्कळ वर्षे लघुग्रहांचा शोध मोठ्या शक्तीच्या दुर्विणींच्या साहाय्यानें आकाशांतील क्रांतिवृत्ताजवळील भागाचें सूक्ष्मतेनें अवलोकन करून लावीत. त्या भागांत एकादा नवीनच अत्यंत मंदतेज गोल जर आढळला व तो त्या वेळच्या ताऱ्यांच्या नकाशांत नमूद केलेला नसला तर त्याचें वारकाईनें निरीक्षण करीत, जर या गोलाचें स्थान अगोदर टिपलेल्या इतर ताऱ्यांच्या स्थानाशीं ताडून पाहतां न बदललेलें आढळलें तर तो नवीनच सांपडलेला तारा आहे असें समजून त्याची नोंद ताऱ्यांच्या नकाशांत करीत. पण जर हा नवा पाहुणा आपल्या प्रवासांत भोंवतालच्या इतर ताऱ्यांच्या जागांशीं ताडून पाहतां आपली जागा सापेक्षतया सोडून ढळत आहे असें दिसून आलें तर फारच काळजीपूर्वक निरीक्षण करून त्याच्या कक्षेचें मान ठरवीत व तो लघुग्रह म्हणून नोंदला जाई. पण अलीकडे यांचा शोध क्रांतिवृत्ताजवळील भागाची प्रकाशचित्रें घेऊन लावतात. दुर्विणींमध्ये विशेष रीतीनें तयार केलेला लांब पल्ल्याचा प्रकाशलेखक (क्यामेरा) बसवितात आणि पृथ्वीच्या स्वतःभोंवतीं फिरण्याच्या गतीचें गणित करून त्या प्रमाणांत दुर्विण

आपोआप फिरेल अशी घड्याळासारखी तजवीज तिच्यामध्ये करतात. आकाशामधील आपणांस हव्या असलेल्या ठिकाणचे ताऱ्यांवरोंवर क्यामेरा पण सरकत रहातो. तीनचार तास विवृत्ती (Exposure) मिळाल्यावर असें आढळून येते की त्या प्रकाशलेखकाच्या टप्प्यांमधील स्वस्थ गोल जर तारका असेल तर तिचे प्रकाशचित्र वाटोळें उमटलेलें आढळून येईल व तो जर लघुग्रह असेल तर त्याचा ठसा पट्ट्याच्या किंवा रेंपेच्या स्वरूपांत दिसेल. कारण तेवढ्या अवधीत त्या लघुग्रहाची जागा वर सांगितल्याप्रमाणें भोंवतालच्या इतर ताऱ्यांच्या जागांशीं ताडून पाहातां सापेक्षपणें ढळलेली असते.

आपणांकडे लघुग्रहांकडून जो प्रकाश येतो त्याचें परीक्षण करून ते कसे आहेत तें ठरवितां येतें. त्यांच्याकडून येणारा प्रकाश हा परावर्तित सूर्यप्रकाश होय. त्यावरून पुढील गोष्टी निदर्शनास येतात. (१) ते वातावरणविरहित आहेत आणि ही वस्तुस्थिति अपेक्षितच आहे; कारण त्यांतील सर्वांत मोठा जो सरीस त्याचा व्यास फक्त ४७७ मैल आहे आणि तो चंद्राच्या व्यासाच्या चौथ्याईपेक्षां कमी आहे. स्वतः चंद्रच मुळीं आपल्या भोंवतालचें वातावरण निसटून न जाऊं देण्याइतका समर्थ नाही. (२) ते पृथ्वीवरील बहुतेक खनिज पदार्थांप्रमाणें तपकिरी रंगाचे असतात. त्यांच्यावरील विरल द्रव्य त्यांच्या पृष्ठभागांवर उल्कांचा मारा होऊन झालेले रजःकण आणि इतर तुकडे यांचें वनलेलें असावें. लघुग्रहांवर ज्वालामुखी असणें अगदीं अशक्य आहे. (३) त्यांच्या तेजस्वितेंत कांहीं ठराविक अवधीत बदल दिसून येतो व ते स्वतःभोंवतीं फिरत असतात ह्याबद्दल वर आलेंच आहे.

लघुग्रहांच्या उत्पत्तीसंबंधीं अनेक तर्क करण्यांत येतात. ज्या ज्योतिष्यांनीं पालास व वेस्ता यांचा शोध लाविला त्या ऑलवर्सचें मत असें होतें कीं एक मोठा ग्रह फुटून त्याचे हे लहान लहान ग्रह झाले असावेत. पण हें मत हल्लीं ग्राह्य धरित नाहीत. कदाचित् तसें झालेंच असेल तर ह्या गोष्टीस कोट्यवधि वर्षे झालीं असलीं पाहिजेत. मात्र तप्त वायूच्या स्वरूपांतील तेजोभेगांत जलदीनें अक्षभ्रमण होऊन जसे आकार तयार

होतात तसे आकार लघुग्रहांचे नाहीत. यावरून आकाशांत मोठा उत्पात होऊन त्यांत एकादा ग्रह फुटून जीं शकलें झालीं व त्यांपैकीं जीं आपल्या सूर्यमालेंत फिरत राहिलीं तीं सूर्यमालेंत फिरणारीं अनियमित आकाराचीं शकलें म्हणजेच लघुग्रह होत असें हें मत होतें. कांहीं शकलें सूर्यमालेच्या बाहेर फेंकलीं गेलीं असावीत व कांहीं मोठ्या ग्रहांचे फार जवळ गेलीं असावीत; इतकीं जवळ कीं या मोठ्या ग्रहांनीं त्यांना आपले उपग्रह म्हणून राबविण्यास आरंभ केला असावा. उरलेलीं शकलें सूर्यमालेंत फिरत राहिलीं असावीत. इतक्या गोष्टी घडून येणें जरी शक्य आहे असें मानलें तरी सुद्धां गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमानुसार एवढें म्हणतां येईल कीं या उत्पातांत सांपडलेला रवस्थ गोल पृथ्वीहून लहान असावा.

यांच्या उत्पत्तीसंबंधीं दुसरी एक कल्पना अशी आहे कीं ज्या द्रव्यापासून लघुग्रह बनले तें द्रव्य पहिल्यानें वायुस्वरूपांत सूर्याभोंवतीं शनीच्या वलयांप्रमाणें सारखें पसरलेलें होतें. परंतु गुरुच्या उपप्लवामुळें किंवा जोराच्या आकर्षणाच्या तडाख्यामुळें तें वेगवेगळें व वाटेल तसें विखुरलें गेलें आणि अखेरीस ते विखुरलेले लहान लहान संघ थंड होऊन त्यांचे हल्लींचे लघुग्रह बनले असावेत. परंतु यासंबंधीं जास्त कल्पना “ आपल्या ग्रहमालेचा जन्म कसा झाला ” या प्रकरणांत व शेवटल्या एक दोन प्रकरणांत स्पष्टपणें होईल.

(२) उल्का

निरभ्र रात्रीं सहज आकाशाकडे नजर गेली असतां एकादी तारा तुटून पडली असें दिसतें. आभाळांत २।४ पळें तेजोरेषा उमटवीत कांहीं मार्ग आक्रमून मग ती दिसेनाशी होते. पहिल्याच प्रकरणांत पृष्ठ ७ वर अशा एका तारेचें वर्णन आपण वाचलेंच आहे. कधीं कधीं तर अशा तारांची वृष्टिच होते आणि मनाला चकित करणारा, विस्मयावह पण फारच अद्भुत व शोभिवंत देखावा दिसतो. कित्येक तास हजारांचे नव्हे तर लाखों तारकांच्या जळत्या तेजोरेषाच आकाशपथावर इतस्ततः उमटलेल्या दिसतात. इ. स. १८८५ मध्यें नोव्हेंबरच्या २७ तारखेला तारांची

झालेली फारच मोठी वृष्टि आपल्या सर्व देशभर दिसली. त्या रात्री दर मिनिटांत सुमारे शंभरांहून जास्त तारका पडल्या. सगळ्या मिळून सुमारे लाखांहून जास्त पडल्या असाव्या. आकाशांत आपणांस नेहमी ज्या तारा दिसतात त्याच तुटून पडतात असे प्रथम वाटते. परंतु एक लक्ष तारा तुटून पडल्या असतां आकाश ओस पडावे; आणि असे तर कांहीं पूर्वोक्त वृष्टीच्या रात्री झाले नाही. नेहमी तारा तुटतात त्यांच्या योगाने आकाशांतल्या तारा हळूहळू कमी व्हाव्या, परंतु तसे होत नाही. यावरून तारा तुटतातशा वाटतात ते वस्तुतः दुसरे कांहीं तरी पदार्थ आहेत हे उघड आहे. त्यांस उल्का म्हणतात.

शेंकडों वर्षे अशी समजूत होती कीं उल्का पडणे हा एक विजेसारखाच वातावरणांतील स्थानिक चमत्कार आहे. पतन पावणाऱ्या ताऱ्याला इंग्रजींत मीटिअर म्हणतात. याचा मूळ अर्थ वातावरणांतील दृश्य असा आहे. या तुटणाऱ्या ताऱ्यांची अथवा उल्कांची संख्या फार आहे. आकाशाच्या एका भागां लक्षपूर्वक पाहिले तर दर तासांत सरासरी १० उल्का एका व्यक्तीला पडतांना दिसतात. एकाच वेळीं एका व्यक्तीला आकाशाचा किती भाग दिसतो हे लक्षांत आणिले म्हणजे असे आढळून येते कीं माणूस प्रत्येक लाख उल्कांतील फक्त एकच उल्का पडतांना पहातो. अमेरिकेंतील येल विश्वविद्यालयामधील प्रा. न्यूटन यांनी असा अंदाज केलेला आहे कीं नुसत्या डोळ्यांनी दिसण्याजोग्या १॥ ते २ कोटि उल्का दररोज पृथ्वीच्या वातावरणांत घुसतात.

उल्का पूर्वरात्रीपेक्षा उत्तररात्री जास्त पडतात. उष्णकटिबंधांत त्या जशा तेजस्वी दिसतात तशा इतर कटिबंधांत दिसत नाहींत. त्यांचे रंग तांबडा, पिवळा, नारिंगी, हिरवा, पांढरा, निळा असे अनेक प्रकारचे असतात. कांहीं उल्का अगदी वारीक असतात. त्या पळभर दिसून आकाशांत वरचेवर नाहींशा होतात. कांहीं त्यांहून मोठ्या असतात. त्या मोठ्या झपाट्याने आकाशाचा वराच भाग क्रमून जमिनीवर पडल्याशा दिसतात. त्यांचे तेजही बरेच असते. आणि कांहीं तर खालीं येतां येतां फारच मोठ्या होतात. कधी कधी शुक्राहूनही फार मोठ्या दिसतात.

कधी चंद्राएवढ्या दिसतात, व त्यांचें तेजही चंद्रासारखें, किंवा त्याहून अधिक असतें व त्यांचा प्रकाशही पडतो. त्यावेळीं मोठी गर्जना होऊन त्या दिसतनाशा होतात. एकादी उल्का एकदां मोठी होऊन पुनः लहान होते. कधी कधी एकादी मोठी उल्का फुटून तिच्या निरनिराळ्या उल्का वनून खाली येतात. त्यावेळीं झालेल्या स्फोटाचा आणि गर्जनेचा कडाका इतका असतो कीं धरणीकंप होत आहे कीं काय असा भास होतो. त्यावेळीं एखादी मोठी उल्का खाली येऊन जमीन, पाषाण इत्यादिकांचें विदारण करिते. हिला वराहभिहिरादिकांनीं 'अशनि' असें नांव दिलें आहे. (वृ० सं० अध्याय ३३) अशाच प्रकारच्या मोठ्या उल्कांनीं कधी कधी पृथ्वीवर दगडांची वृष्टि होते. ह्या दगडांस आपण अशनि अथवा उल्कापाषाण म्हणूं.

सुदैवाची गोष्ट ही कीं अवकाशांत जे हे भरताडाचे तुकडे तरंगत असतात त्यांच्यापैकीं पुष्कळांचा आकार अगदीं लहान असतो, आणि जेव्हां ते पृथ्वीच्या वातावरणांत प्रवेश करतात तेव्हां घर्षण झाल्यामुळे उष्णतेनें उद्दीप्त होतात व पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पोहोंचण्याचे आधींच बहुतेक संपुष्टांत येतात. दररोज पृथ्वीच्या वातावरणांत दहाहजार अब्ज उल्का घुसत असाव्यात असा अलीकडे अंदाज करण्यांत आला आहे; पण त्यांपैकीं वर सांगितल्याप्रमाणें १॥-२ कोटिच नुसत्या डोळ्यांनीं दिसण्याजोग्या असतात. मात्र कधी कधी एकादीच मोठी उल्का वातावरणांत नष्ट न होतां अशनीचे रूपानें पृथ्वीवर पडते.

अशनींचें परीक्षण केलें असतां आपल्या सूर्यमालेचे इतर भाग म्हणजे लघुग्रह, उल्का आणि धूमकेतु हे कशांनें बनले आहेत ह्याविषयीं पुष्कळ माहिती मिळते म्हणून हे अशनि फार महत्त्वाचे होत. ह्याकरतां त्यांची स्वर्गांतून चाललेली भटकेगिरी ते पृथ्वीवर पडल्यानंतर कायमची थांबली म्हणजे त्यांना जणूकाय विसांवा देण्यासाठीं अजबखान्यांत त्यांना स्थानबद्ध करून त्यांचें परीक्षण करतात. इंग्लंडांत ब्रिटिश म्यूझियम नांवाच्या पदार्थसंग्रहालयांत या अशनींचा मोठा व उत्कृष्ट संग्रह आहे. हिंदुस्तानांतही असे पाषाण पडतील तेव्हां ते जमवून कलकत्ता व मुंबई येथील संग्रहालयांत ठेवण्यांत येतात.

अशनि मुख्यतः दोन प्रकारचे असतात. एक शैल (सिलिका) पुष्कळ प्रमाणांत असलेला पापाणमय व दुसरा लोखंड व नोह (निकेल) विपुल प्रमाणांत असलेला धातुमय. शिवाय या दोन्ही प्रकारांच्या मिश्रणानें युक्त असे त्यांचे आणखीही प्रकार आहेत. पापाणमय अशनींच्या प्रकृत्यंशांत शैल (सिलिका), आश्म (अल्युमिनियम), मग्न (म्याग्नेशियम), खट (क्वार्ट्झियम), सामुद्र (सोडियम), प्राण्य (ऑक्सिजन) व लोखंडाचे थोडे कण हीं द्रव्ये असतात. दुसऱ्या म्हणजे धातुमय प्रकारांत लोखंड, नोह (निकेल) आणि कोह (कोबाल्ट) हीं द्रव्ये आढळतात. अशनीचा तुकडा जाळला असता त्यांतून उज्ज (हायड्रोजन), नत्र (नायट्रोजन), कर्व एकप्राण्यक (कार्बन मॉनॉक्साइड), कार्बानिक ऑसिड वायु व कर्वोज (मीथेन) हे वायु बाहेर पडलेले आढळतात. वर्णलेखांवरून निर्णय केला असता अशनींच्या घटकांशीं या गोष्टी जुळतात. अशनींचें रासायनिक पृथक्करण केल्यावर असें दिसून आलें आहे कीं त्यांत पृथ्वीवरील मूलतत्त्वांहून वेगळीं मूलतत्त्वे मुळींच नसतात. तरी त्यांचें कांहीं संयोग पृथ्वीवर आढळून येत नाहींत असे असतात. त्यावरून अमूक पदार्थ अशनिच आहे असें तज्ञांस सांगतां येतें. मेक्सिको देशांत प्राचीन काळीं पडलेले पुष्कळ अशनि आढळले आहेत. युरोप, हिंदुस्तान, अमेरिका अशा निरनिराळ्या ठिकाणीं पडलेल्या अशनींचीं द्रव्ये बहुधा एकसारखींच असतात.

अशनि निरनिराळ्या आकाराचे व वजनाचे असतात. कांहीं अत्यंत लहान गोटीएवढे तर कांहीं मोठ्या खडकाएवढे. ऑस्ट्रेलियामधील ईशान्य किनाऱ्यावरील केप यॉर्कच्या विभागांत पडलेल्या एका अशनीचा आकार ५×७×११ फूट व नैर्ऋत्य आफ्रिकेतील एकाचा आकार ४×९×१० फूट इतका आहे. अशनींचें वजन अर्ध्या तोळ्यापासून ते ५० टनांपर्यंत असलेलें आढळलें आहे. संयुक्त संस्थानांतील पॅसिफिक महासागराचे किनाऱ्यावरील आरकानसास या संस्थानांतील प्यारागुल्ड गांवीं १७ फेब्रुवारी १९३० या दिवशीं प्रत्यक्ष पडतांना पाहिलेल्या एका

अशनीचें वजन ८२० पौंड भरलें. तो जमिनींत आठ फूट खोल घुसला होता. तेथून खणून त्याला काढावें लागलें.

उल्कांचे आकार तर फारच लहान असले पाहिजेत. वातावरणांत शिरतांना घर्षणानें त्या जळून खाक झालेल्या असतात व म्हणून त्या पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर येऊंच शकत नाहींत. यास्तव त्यांचे आकार व वजन यासंबंधी निश्चित अनुमान करतां येत नाहीं. सामान्यपणें असें म्हणतां येईल कीं, त्यांतील लहानांचें वजन मासाभार व आकार डाळीचे दाण्याएवढा असावा. कांहींतर वाळूच्या कणांसारख्याच असाव्यात. उल्कांचे वर्णलेख घेतले आहेत त्यांवरून असें दिसून आलें आहे कीं कांहीं उल्का घनावस्थेंत असतात पण बऱ्याचशा वायुरूप झालेल्या असतात आणि त्यांत सोडियम (सामुद्र), पोट्याशियम (पालाश), गंधक, फास्फरस (स्फुर) इत्यादि मूलतत्त्वां असतात. उल्का पृथ्वीवर येऊन पडल्यावरचें त्यांचें जें दृश्यरूप त्यास 'अशनि' अशी संज्ञा वर दिली आहे. आपल्या वातावरणाशीं घर्षण होऊन पेटण्यापूर्वीं उल्कांतील द्रव्य घनावस्थेंतच असतें. पेटल्यावर त्यांना आपण उल्का म्हणतो. म्हणून उल्कांचें जें पूर्वरूप त्यासही आपण 'अशनि' अशी संज्ञा देऊं, सांप्रत ही गोष्ट निर्विवाद ठरली आहे कीं कोट्यवधि अशनिसमूह वेगवेगळ्या कक्षांनीं सूर्याभोंवतीं फिरत असतात. पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरत असतां तिला मार्गांत हजारों अशनि भेटतात. तिच्या वातावरणांत ते पेटतात. त्यांचें जें प्रज्वलित रूप त्याच उल्का होत.

ज्यानें कधीं उल्कापात पाहिला नाहीं किंवा त्याविषयीं कांहीं ऐकिलें नाहीं, त्याला अकस्मात् आकाशांतील एकादी तारा तुटलेली पाहून साहजिकच भीति वाटेल. मग तारांची वृष्टि पाहून तर जगाचा अंत होतो कीं काय असें त्यास वाटलें तर नवल नाहीं. उल्कापात झाला म्हणजे एकादी भयंकर गोष्ट व्हावयाची अशा प्रकारच्या समजुती होण्याचें मूळ हेंच आहे. असे ग्रह सर्व राष्ट्रांत होते. आपल्या पुराणादिकांत उल्कापाताचीं वर्णनें पुष्कळ आहेत. वराहमिहिरानें तर एक सगळा अध्याय (बृ० सं० अ० ३३.) ह्या उत्पाताच्या वर्णनाकडे दिला

आहे, व त्यांत त्यांची शुभाशुभ फळे इत्यादि सांगितले आहे. इतर राष्ट्रांच्याही प्राचीन ग्रंथांत अशीं वर्णने आहेत. उल्कापात व अशनिपात यांचे काल व स्थले ज्यांत आहेत अशीं व्यवस्थेशीर वर्णने आपल्या देशांत कोणी लिहून ठेविलीं असतील; परंतु तीं कोणी एकत्र करून लिहून ठेविलेलीं उपलब्ध नाहींत, इतर राष्ट्रांतलीं अशीं कांहीं वर्णने उपलब्ध आहेत.

इ. स. ५९९ मध्ये मोहरमच्या शेवटच्या रात्री तारे इकडून तिकडे तुटून पडत होते व ते एकमेकांच्या अंगावर टोळांच्या थव्यांसारखे धांवत होते ते पाहून लोक गांगरून गेले आणि परमेश्वराची करुणा भाकू लागले. असा एक उल्लेख अरब राष्ट्रांच्या दप्तारांत केलेला आढळतो.

हंबोल्ट नामक विख्यात प्रवासी इ० स० १७९९ मध्ये दक्षिण अमेरिकेंत आंडीज पर्वतावर असतां त्याने नोव्हेंबरच्या १२ व्या तारखेस उल्कावृष्टि पाहिली. इ० स० १८३३ मध्ये नोव्हेंबरच्या १३ व्या तारखेस अशीच उल्कावृष्टि झाली. त्या रात्री सुमारे २॥ लक्ष उल्का पडल्या. पुढे ३४ वर्षांनीं पुन्हा अशी वृष्टि होईल असा अजमास तेव्हां कांहीं विद्वानांनीं केला. पुढे ह्या उल्कापाताच्या कारणाचा पुष्कळ विचार होऊन इ० स० १८६५ पासून ३ वर्षांत नोव्हेंबरच्या १३ व्या तारखेस मोठा उल्कापात होईल असें भविष्य प्रसिद्ध झालें. त्याप्रमाणें त्या तारखेस इ० स० १८६६ मध्ये झालेली वृष्टि युरोपखंडांत व आशिया खंडांत दिसली; आणि १८६७ मध्ये झालेली अमेरिकेंत दिसली. पुढेही एकदोन वर्षे त्या तारखेस थोडथोडा उल्कापात झाला. इ० स० १८६६ ची वृष्टि आपल्या देशांतही दिसली. आरंभीं उल्लेखिलेल्या इ. स. १८८५ च्या उल्कापातापेक्षां इ० स० १८६६ चा पात विलक्षण होता. त्या वेळीं सिंहराशींतल्या एका स्थानापासून चोर्हीकडे उल्का जातात असें दिसलें. पुढे ३३ वर्षांनीं म्हणजे इ० स० १८९९ मध्ये हाच वर्षाव पुन्हा होईल अशी मोठी अटकळ होती. परंतु त्या वर्षी तो लहान प्रमाणांतच झाला. त्यापुढे १९०० व १९०१ या वर्षी नोव्हेंबरच्या मध्याच्या सुमारास थोड्या जास्त प्रमाणांत उल्कापात झाले. परंतु ते १८३३ किंवा १८६६

या वर्षीच्या पातांसारखे जोराचे नव्हते. दरवर्षी नोव्हेंबरच्या १३ ते १५ तारखांस सिंहराशीतील एका ठराविक स्थानाकडून येणाऱ्या थोड्याशा उल्का पडतांना दिसतात.

ऑगस्टच्या ९, १०, ११ तारखांच्या सुमारास बहुधा दरसाल उल्कावृष्टि होते. आकाश स्वच्छ असले तर हजारों उल्का पडतांना आढळतात. त्या ययाति पुंजाकडून येतात.

इ० स० १८७२ मध्ये नोव्हेंबरच्या २७ तारखेस आणि इ० स० १८८५ मध्ये त्याच तारखेस उल्कावृष्टि झाली. यांतील दुसरीबद्दल उल्लेख वर आलाच आहे. ही वृष्टि ऑगस्टच्या वृष्टीपेक्षा मोठी असते. त्या वेळीं देवयानी पुंजांतील एका ठिकाणांतून उल्का येतांना आढळल्या.

इ० स० १९३३ चे ९ आक्टोबर या दिवशी रात्रीं सर्व युरोपभर मोठी उल्कावृष्टि झालेली दिसली. ती चार तास चालली होती. त्यावेळीं जर्मनीतील पॉट्सड्याम शहरीं ३० मिनिटांत ५७०० उल्का पडतांना मोजल्या. माल्टा बेटांत तर एका ज्योतिष्यानें त्या रात्रीं दर मिनिटास ४८० उल्का पडतांना पाहिल्या. त्यांचें तेज शुक्रापेक्षांदी पुष्कळ जास्त होतें.

एकाच रात्री पडणाऱ्या सर्व उल्कांच्या मार्गांचें बारकाईनें निरीक्षण केलें व तें मार्ग एकाद्या खगोलावर रेखांकित केले तर असें आढळून येईल कीं हे मार्ग वाटेत तसे विखुरलेले नसून त्यांत एकसूत्रता असते. उल्कांच्या पडण्याच्या दिशेच्या उलट दिशेनें ह्या मार्गांच्या रेषा वाढविल्या तर असें दिसून येतें कीं आकाशाच्या एका लहानशा क्षेत्रांत त्या एकमेकांना छेदितात. मोठ्या वर्षावांत तर ही गोष्ट ठळकपणें लक्षांत येते. या क्षेत्राला उल्कांचें उगमस्थान म्हणतात. हें साधारणपणें १।२ अंश व्यासाचें असतें. नोव्हेंबरच्या १३-१४-१५ तारखांना होणाऱ्या वृष्टीचें उगमस्थान सिंहराशींत असतें म्हणून त्यांस सिंहोल्का म्हणतात. ऑगस्टच्या १०।११ तारखांच्या सुमारास होणाऱ्या उल्कावर्षावाचें उगमस्थान ययातीचें मध्यें असतें म्हणून त्यांस यायातोल्का म्हणतां येईल. देवयानीतील उल्कोद्गमाकडून येणारी वृष्टि नोव्हेंबरचे २७ तारखेला होते. एप्रिलचे मध्याचे सुमारास होणारी वृष्टि स्वरमंडळांतील उल्कोद्गमांतून

आलेली आढळते. मिथुनोल्का डिसेंबरच्या १०-११-१२ तारखांना पडतांना आढळतात.

पृथ्वीचे वातावरणांत घुसल्यावर उल्कांच्या रूपानें जळून नष्ट न झालेले पाषाण तिच्या पृष्ठभागावर पडतात. त्यांना आपण अशनि असें नांव दिलें आहे. त्यावेळेच्या दृश्याचें थोडेंसें वर्णन आरंभीं आलेंच आहे. अशा अशनिपातांचा इतिहास आपण आतां पाहूं. हा पात उल्कापातासारखा नियमित काळानें होतो असें दिसून येत नाहीं व त्याप्रमाणें अगण्य असतो असेंही नाहीं; तथापि अनेक ठिकाणीं पुष्कळ वेळां शेंकडों उल्कापाषाण पडलेले आहेत.

आकाशांतून दगड पडतात हें प्रथम कांहीं लोकांस खोटें वाटत असे. परंतु शास्त्रीयदृष्ट्या शोध व विचार होऊन व कांहीं ठिकाणीं प्रत्यक्षच पाहिल्यावर सांप्रत ती गोष्ट निर्विवाद खरी ठरली आहे.

एरीझोना संस्थानांत (अमेरिकेच्या संयुक्त संस्थानांपैकी एक) ४२०० फूट व्यासाचा व ६०० फूट खोलीचा ज्वालामुखीचे मुखासारखा एक मोठा खड्डा अशनिपातानें बनलेला आहे. तो सृष्टीच्या लहरींचें एक अभ्युत्पन्न व दर्शनीय स्मारकच आहे. जो अशनी पडून हा खळगा बनला आहे तो बहुधा हजारों वर्षांपूर्वी पडलेला असावा. (चित्रांक ५ पहा.) त्याच्या दक्षिणेकडील कांठाखालीं यंत्रानें भोंक पाडल्यावर अशनीचे थर सांपडले आहेत. ते बहुधा मुख्य अशनीचे भाग असावेत. त्याच्या शेजारच्या पृष्ठभागावर अशनीचे लहान मोठे तुकडे आढळतात. त्यांचें वजन एक तोळ्यापासून १००० पौंडपर्यंत भरलें आहे शास्त्रीय परीक्षणानंतर ते अशनीच आहेत व त्यांत लोखंड आहे असें ठरलें आहे.

चिनी लोकांच्या इतिहासांत उल्कापाताचें वर्णन इ० सनापूर्वी ६८७ पासून व अशनीपाताचें इ० सनापूर्वी ६४४ पासून आहे. ग्रीक, अरब यांच्या प्राचीन ग्रंथांत अशनिपाताचीं वर्णनें पुष्कळ आहेत. अशनिपाताच्या वेळीं काय काय प्रकार घडतात वगैरे गोष्टी समजण्याकरितां गेल्या ४०० वर्षांतलीं अशनिपातांचीं कांहीं विश्वसनीय वर्णनें देतो.

इ० स० १५१० मध्ये इताली देशांत लांबडी प्रांतांत एके दिवशीं सायंकाळीं ५ वाजतां ११२० दगड आकाशांतून पडले. ते गारेपेक्षां कठीण होते; आणि त्यांस गंधकासारखा वास येत होता. त्यांत मोठा होता त्याचें वजन १२० पौंड होतें.

इ० स० १६२० मध्ये पंजाबांत जालंदर येथें एक अशनि पडला. त्याचा वृत्तांत जहांगीर बादशहानें स्वतः लिहिला आहे. तो म्हणतो कीं “त्याचें वजन १६० तोळे होतें. त्याचीं हत्यारें बनविण्याकरितां मीं तो एका कारागिराच्या जवळ दिला. त्यानें सांगितलें कीं त्याचें लोखंड धनवर्धनीय नाहीं. तेव्हां दुसरें लोखंड मिसळण्यास मीं सांगितलें. तेव्हां * अशनाचें लोखंड ३ भाग व इतर लोखंड एक भाग असें एकत्र करून त्याच्या २ तरवारी, १ सुरी व १ खंजीर अशीं हत्यारें केलीं.”

इ० स० १७९० मध्ये नवंबराच्या २४ वे तारखेस रात्री ९ वाजतां फ्रान्स देशांत पिरिनिज पर्वताजवळ एका गांवीं एक मोठी उत्का आकाशांत दिसली. ती चंद्राहून मोठी होती. तिचा चांगला प्रकाश पडला होता. तिला सुमारें दोन तीन अंश लांबीचें शेंपूट होतें. तें शेवटाकडे निमुळतें व लाल होतें. उत्केचा रंग फिकट पांढरा होता. ती मोठ्या वेगानें दक्षिणेकडून उत्तरेस जाऊन सुमारें २ सेकंदांत फुटली, व तिचे लहान मोठे भाग होऊन नाहींसे झाले. त्यांतले कांहीं भाग तांबडे होते. सुमारें दोन मिनिटांनीं तोफेपेक्षांही भयंकर गर्जना ऐकूं येऊं लागली. त्या धक्क्यानें खिडक्यांचीं तावदानें हळू लागलीं. फळ्यांवर ठेवलेलीं भांडीं पडलीं. सुमारें ४ मिनिटें गर्जना झाली. हवेंत जिकडे तिकडे गंधकाचा वास सुटला. सरासरी २ मैल व्यासाच्या वर्तुळप्राय जागेंत दगड पडले. त्यांतले कांहीं २० पौंड वजनाचे होते. एक तर ५० पौंड वजनाचा होता. त्या वृष्टीनें कांहीं घरे पडलीं.

* जहांगीर बादशहाच्या मूळ फारशी लेखांत व फेरिस्ता यानें याबद्दल वर्णन केलें आहे त्यांत ‘अशनि’ या अर्थाचे शब्द आहेत.

इ० स. १७९८ मध्ये डिसेंबरच्या १९ व्या तारखेस रात्री आठ वाजतां आपल्या देशांत काशी येथें एक मोठी उल्का दृष्टीस पडली, ती पूर्ण चंद्राप्रमाणें तेजस्वी होती. ती फुटून मोठा आवाज झाला; व तेथून १४ मैलांवर पुष्कळ दगड पडले. त्यांवर कांहीं काळें आवरण होतें. दगड फोडून त्यांचा कांहीं भाग व मुख्यतः तें आवरण लोह-चुंबकाजवळ नेलें असतां ओढलें गेलें. दगडांच्या पोटांत पांढुरक्या पदार्थांत लहान वाटोळे काळे गोळे होते. व ते दगडांच्या बाकीच्या भागापेक्षां कठिण होते. **B 833**

इ० स० १८०३ च्या एप्रिलच्या २६ व्या तारखेस फ्रान्स देशांत नार्मंडी प्रांतांत मोठी अशानिवृष्टि झाली. वायो नामक प्रसिद्ध विद्वानानें त्याबद्दल चौकशी करून हकीकत लिहिली आहे. त्या दिवशीं दोन प्रहरीं एक वाजतां हवा स्वच्छ असतां एक तेजःपुंज उल्का आकाशांत दिसली. ती मोठ्या वेगानें आग्नेयीकडून वायव्येस गेली. कांहीं सेकंदांनीं भयंकर गर्जना झाली. ती सुमारें ५।६ मिनिटें होत होती. व आसपास ९० मैल प्रदेशांत ऐकूं गेली. प्रथम तोफेसारखे ३।४ आवाज झाले. पुढें झपाट्यानें बंदुकी झाडाव्या तसा शब्द झाला. मग नगारा वाजवावा त्याप्रमाणें नाद ऐकूं आला. ही गर्जना एका लहानशा दगांत होत होती. तो आयताकृति होता. त्याची लांब बाजू पूर्वपश्चिम होती. गर्जना होत असतां तो दग स्थिर होता. नंतर सुमारें ३ मैल प्रदेशांत तो अगदीं डोक्यावर दिसला, व तेथें गोफणीतून धोंडा फेंकतांना आवाज होतो, तसा आवाज ऐकूं आला. व तेथेंच सुमारें २॥ मैल लांब व १ मैल रुंद अशा दीर्घवर्तुळाकृति प्रदेशांत दगडांची वृष्टि झाली. ह्या जागेची लांबी आग्नेयीकडून वायव्येकडे होती; व ती अगदीं लोहचुंबकाच्या याम्योत्तरवृत्तांत होती. हा चमत्कार आहे. मोठाले दगड सुमारें १७ पौंड वजन होते. ते आग्नेयीकडे पडले. व पुढें वायव्येकडे लहान लहान दगड पडत गेले. एकंदर ३००० दगड पडले. पडले तेव्हां ते फार तापलेले होते. पुढें कांहीं दिवस ते दिसूळ होते. मग कठिण झाले.

सिंध प्रांतांत खैरपूर संस्थानांत २३ सप्टेंबर १८७३ या दिवशीं अशनीची वृष्टि झाली. तेव्हां जेथें दगड पडले त्या जागेचें क्षेत्र दीर्घ वर्तळाकृति हांतें, त्याचा मोठा आंस १६ मैल लांब होता व लहान आंस ३ मैल होता.

इ. स. १९०८ चे जून मध्ये मध्यसायबेरियांतील एका निर्जन भागांत पुष्कळ उल्कापाषाण पडले आणि त्यामुळें १००० चौरस मैल प्रदेश पूर्ण उध्वस्त झाला. याप्रमाणेंच सायबेरियाच्या पूर्वकिनाऱ्यावरील व्ह्याडिओस्टॉक शहराच्या ईशान्येस असलेल्या सिकोटा आलीन डोंगरामध्ये इ. स. १९४७ च्या आरंभीं एक विशाल आकाराचा अशनि पडला. पृथ्वीवर पडण्यापूर्वी त्याचा स्फोट होऊन त्या भागांत लोखंडाच्या तुकड्यांचा जणू काय पाऊसच पडला. तेथील अरण्यांतील वृक्ष त्यामुळें जळून गेले व जमिनीवर ज्वालामुखीच्या मुखांसारखे मोठे मोठे खड्डे पडले. रशियांतील शास्त्रज्ञांनीं त्या भागाचें बारकाईनें संशोधन केलें तेव्हां त्यांस असें आढळून आलें कीं एका मोठ्या आकाराच्या अशनीनें वातावरणांत शीघ्र गतीनें घुसत असतांना आपल्या भोंवतालची हवा संकुचित केली असावी व त्यामुळें अत्यंत उष्ण हवेची जणू काय पिशवीच निर्माण होऊन तिचा स्पर्श होतांच त्या अशनीचा स्फोट झाला. सभोंवतालच्या खेडुतांच्या सांगण्यांत आलें कीं जळजळीत तांबड्यालाल लोखंडाचे शेंकडोंशें तुकडे त्यावेळीं पडले. त्यांतील सर्वांत मोठ्या तुकड्याचें वजन ३५० पौंड भरलें. पाऊण मैल लांब व अर्धा मैल रुंदीच्या क्षेत्रावर त्यामुळें १०६ खड्डे पडले होते. त्यांतील मोठा खड्डा १०० फूट रुंद व २५ फूट खोल होता. तेथें गेलेल्या शास्त्रज्ञांना लहान लहान २५० अशनि सांपडले. तेथील घनदाट अरण्य तर नाहीं-सेंच झालेलें होतें.

आकाश स्वच्छ असतांही अशनिपात होतो. परंतु दिवसास अशनिपात होतो तेव्हां बहुतरुन एक काळा दग दिसून त्यांतून दगड पडतात असें दिसतें. दग दिसणें न दिसणें हें कांहीं अंशीं पहाणाऱ्याच्या स्थानावरही अवलंबून आहे. नार्मडींतील अशनिपाताची हकीकत वर

लिहिली आहे. त्या पाताच्या वेळीं एका गांवच्या लोकांस दग किंवा धूर कांहीं न दिसतां नुसती एक अग्नीच्या गोळ्यासारखी उल्का दिसली. परंतु दुसऱ्या एका गांवीं उल्का न दिसतां दग दिसला. तसेंच त्यावेळीं जी दगडांची वृष्टि होते ती दीर्घवर्तुळाकार क्षेत्रांत होते. दीर्घवर्तुळाचा मोठा आंस त्या अशानिसमूहाच्या परिभ्रमणाच्या दिशेंत असतो.

अवकाशांत अशानींचे रूपानें कल्पनातीत भरताड भ्रमण करीत असतें व त्यांपैकीं कोट्यवधि पाषाणसमूह वेगवेगळ्या कक्षांनीं सूर्याभोंवतीं फिरत असतात असें वर म्हटलेंच आहे. या समूहांतील प्रत्येक अशानीची कक्षा वेगवेगळी असते. जे सूर्याच्याजवळ असतात त्यांची आपआपल्या कक्षांतून फिरण्याची गति जलद असते; जे दूर असतात त्यांची त्या मानानें सावकाशीची असते. एकाद्या समूहामध्ये ज्या भागांत अशानींची गर्दी पुष्कळच झालेली असते, त्या दाटीवाटीनें असलेल्या समुदायाच्या फिरण्याच्या मार्गाला त्या समूहाची कक्षा असें संबोधितात. उल्कांचें उगमस्थान आणि पृथ्वीची स्वतःच्या कक्षेंत फिरण्याची दिशा हीं कळलीं म्हणजे सूर्याभोंवतीं फिरण्याच्या अशानिसमूहांच्या कक्षांचें गणित करतां येतें. ह्या कक्षा बहुधा दीर्घवर्तुळाकार असतात, कांहीं अत्यंत दीर्घवर्तुळाकार असतात व कांहीं तर अपास्त (Hyperbolic) असतात; पण त्या सर्व पृथ्वीच्या कक्षेला छेदतात. ह्या छेदनबिंदूजवळ जेव्हां अशानी व पृथ्वी यांची गाठ पडते तेव्हां ते अशानि पृथ्वीच्या आकर्षणामुळें तिजकडे ओढले जाऊन तिच्या वातावरणांत सांपडतात आणि वातावरणाशीं त्यांचें घर्षण होऊन जळून खाक होतात. एकाद्या संघांतले अशानि जर आपल्या कक्षेभर एकसारखे पसरलेले असते तर कक्षा-छेदनबिंदूपाशीं दरवर्षीं जेव्हां जेव्हां पृथ्वी येईल त्या त्या वेळीं उल्कावृष्टि होईल. परंतु जर हा अशानिसंघ समुदायानें राहिलेला असेल तर तो संघ व पृथ्वी हीं दोघे कक्षा-छेदून-बिंदूपाशीं एकाच वेळीं जेव्हां कालावधीनें भेटतील तेव्हांच उल्कावृष्टि होईल. ही गोष्ट सिंहोल्कांचे बाबतींत स्पष्टपणें आढळते. या अशानिसमूहाचा आपल्या कक्षेमध्ये प्रदक्षिणा करण्याचा काल ३३ वर्षांचा आहे. नोव्हेंबरच्या १४ तारखेचे सुमारास पृथ्वी या कक्षेचा मार्ग ओलां-

डून जाते. जर हा सिंहोल्कासंघ खरोखर संघटित स्वरूपांत राहिला तर याची व पृथ्वीची गांठ कक्षाछेदनबिंदूशी प्रत्येक ३३ वर्षांनी होईल व सिंहोल्कावर्षाव ३३ वर्षांचे अवधीनेच होईल; कारण मध्यंतरीच्या कालांत पृथ्वी ज्या ज्या वेळीं छेदनबिंदूपाशी येईल तेव्हां हा संघ कक्षेच्या दुसऱ्या भागांत प्रवास करीत असेल. परंतु प्रत्येक वर्षी नोव्हेंबरच्या १४ तारखेच्या सुमारास लहान प्रमाणावर वर्षाव झालेला आपण पहातो. यावरून असे अनुमान साहाजिकच निघते कीं सिंहोल्कांच्या मोठ्या कक्षेच्या मार्गांत त्यांतील बरेच अशानि लांबवर पसरलेले असतात. म्हणजे मोठ्या अंतराच्या पळणाऱ्या शर्यतीत पळणारे ज्याप्रमाणे कांहीं वेळाने शर्यतीच्या मार्गांत मार्गे पुढे राहिलेले आढळतात त्याप्रमाणे या अशानींच्या मूळचा गट हळूहळू आपले संघटित स्वरूप सोडून देत आहे. सिंहोल्कांच्या एका मोठ्या वृष्टीच्या वेळीं पृथ्वीच्या जाळ्यांत ताशीं पाऊण लाख प्रमाणे या संघांतील अशानि सांपडले असा अंदाज केलेला आहे. शिवाय दरवर्षी नोव्हेंबरच्या १३।१४।१५ तारखांस पुष्कळ सांपडतात. उधळपट्टी सारखा हा व्हास असाच चालू राहिला तर पृथ्वी व इतर ग्रह मिळून हा मोठा थवा सर्वच्या सर्व गिळंकृत करतील. सिंहोल्कांनीं आपली कक्षाच बदलली तर वेगळें.

प्रत्येकाचे ठराविक प्रदक्षिणाकाल असलेले सिंहोल्कांसारखे अशानींचे कित्येक संघ आहेत. त्यांपैकी ययातिसंघांतील उल्का, देवयानीसंघांतील उल्का वगैरेंचा उल्लेख वर आलाच आहे. लागोपाठ होणाऱ्या कमालीच्या दोन उल्कावृष्टींमधील कालावरून मुख्य थव्याचा प्रदक्षिणाकाल ठरविता येतो. यांशिवाय एकांडे शिलेदारांसारख्या हिंडणाऱ्या वैयक्तिक अशानींची संख्याही फार मोठी आहे.

बीलाचा धूमकेतु इ० स. १८४६ मध्ये दुमंगला. इ० स० १८५२ मध्ये त्या दोन भागांमधील अंतर पंधरा लक्ष मैल असलेले आढळून आले. तो धूमकेतू पुन्हां १८७२ मध्ये दिसावा असे गणित केले होते पण त्यावेळीं तो दिसला तर नाहीच पण पुढे केव्हांही दिसला नाही. परंतु इ० स० १८७२ आणि १८९२ मध्ये नोव्हेंबरचे २७ तारखेचे सुमा-

रास तो पृथ्वीचे अगदी जवळ यावा असें गणितानें निघत होतें. त्यावेळीं दर्शनीय अशा मोठ्या उल्कावृष्टि झाल्या. त्यावेळीं असें आढळून आलें कीं या उल्कासंघाची कक्षा व नष्ट धूमकेतूची कक्षा या एकच होत्या. यावरून उल्का व धूमकेतु यांचा परस्पर संबंध असावा आणि अशानि हे धूमकेतूचे घटक असावेत असें अनुमान निघतें. याच उल्कासंघाला देवयानी-पुंजोल्का म्हणतात.

ज्यांतील द्रव्य वातावरणांत जळून खाक होतें अशा उल्कासंघांचे वर्षाव ज्याप्रमाणें ठराविक कालांतरानें होतात, त्याप्रमाणें ज्यांमधील पाषाणांचें द्रव्य वातावरणाशीं घर्षण होऊन जळून नष्ट होत नाहीं पण जे अशानींच्या रूपानें पृथ्वीवर पडतात अशा अशानिसंघांचे वर्षाव उल्का-वृष्टिप्रमाणें ठराविक कालानें होत नाहीत. ते अनियमितपणें केव्हांतरी होतात. शिवाय या अशानिसंघांच्या कक्षा अत्यंत दीर्घवर्तुळाकृति असतात व केव्हांतर अपास्तही असतात. त्यावरून ते आपल्या सूर्यमालेच्या कुटुंबांतील नसून त्यांचा उगम विश्वांत कोठेंतरी झालेला असावा आणि ते यदृच्छया पृथ्वीच्या वातावरणांत सांपडत असावेत असें अनुमान निघतें. आपापल्या उल्कोद्रमस्थानाकडून ठराविक कालानें वर्षावानें येणाऱ्या उल्कासंघांच्या सूर्याभोंवतीं फिरण्याच्या कक्षा जरी दीर्घवर्तुळाकार असल्या तरी त्या गणितानें नक्की ठरवितां येतात; म्हणून उल्कासंघ हे सूर्यमालेचे कुटुंबीय होत व अशानिसंघ हे पाहुणे होत असें म्हणतां येईल.

अशानि कां पेटतात ह्याचा आपण विचार करूं. उष्णता म्हणजे एका प्रकारची गति असें सांप्रत सिद्ध झालें आहे. थंड वारा व उष्ण वारा यांत भेद इतकाच, कीं उष्ण वाऱ्याच्या अणूंचें आंदोलन अधिक वेगानें होतें, आणि त्याचे अणु दुसऱ्या पदार्थावर आपटले म्हणजे त्या पदार्थाच्या अणूंत आंदोलन उत्पन्न करितात, व आपली उष्णता त्यांस देतात. यामुळें एकादा पदार्थ मोठ्या वेगानें वातावरणांतून गेला तर त्यांत उष्णता उत्पन्न झाली पाहिजे.

दर सेकंदास १२५ फूट चालणाऱ्या पदार्थाच्या पुढे उष्णतामापक यंत्र ठेविले तर त्यांत एक अंश उष्णता वाढते. हें वाढण्याचें मान वेगाच्या वर्गाशी प्रमाणांत असतें. दुष्पट म्हणजे २५० फूट वेग झाला तर उष्णता ४ अंश वाढते. पृथ्वी आपल्या कक्षेंत दर सेकंदांत ९८००० फूट म्हणजे सुमारे १८॥ मैल चालते. एकाद्या उल्केची मुसंडी पृथ्वीचे वातावरणावर आली तर पृथ्वीच्या गतीच्या मानानें तिची गति दर सेकंदाला १८॥ मैलांपैक्षा जास्त हवी. साधारणपणें पाहातां पृथ्वीच्या वातावरणांत शिरते-बेळीं उल्केची गति दर सेकंदास सुमारे २६ मैल असते. या वेगावरून किती लक्ष अंश उष्णता उत्पन्न होत असेल याची कल्पना करतां येईल आपल्या भारी गतीमुळेच उत्पन्न झालेली पुष्कळशी शक्ति उल्केचे आंगीं आलेली असते. आणि त्या उल्केचें आपल्या वातावरणाशीं जेव्हां घर्षण होतें तेव्हां त्या गतिजन्य शक्तीचें रूपांतर उष्णता व प्रकाश यांमध्ये होतें. अशानि स्वतः दाह्य नाहींत; तरी पण ह्या घर्षणजन्य भयंकर उष्णते-मुळे ते जळूं लागतात व मोठा प्रकाश उत्पन्न होतो. या गोष्टीवरून अशानि उल्का-रूपानें आपणांस कां दिसतात याची कल्पना येईल. अशानि लहान असला तर त्याचें सगळें द्रव्य जळून जाऊन तो वातावरणाच्या अगदीं वरच्या भागांतच नाहींसा होतो; त्याहून मोठा असला तर बराच खालीं येऊन खाक होतो; परंतु तो बराच मोठा असला तर त्याचें सर्व द्रव्य वितळून त्याची वाफ होण्यापूर्वीच थोड्या सेकंदांत तो पृथ्वीवर येऊन आपटतो. त्याची गति थांबली म्हणजे त्यास उष्णता मिळेनाशी होऊन तो कांहीं वेळानें निवतो. अशानि मोठ्या वेगानें वातावरणाच्या बाहेरून आंत शिरतात. तेव्हां आघातामुळे कधीं कधीं ते फुटून त्यांच्या निरनिराळ्या उल्का बनतात व हा आघात होतांना केव्हां केव्हां मोठी गर्जना होते अथवा तोफेसारखा आवाज होतो. क्रिकेटच्या चेंडूएवढ्या उल्केमध्ये इतकी उष्णताजन्य शक्ति आलेली असते कीं दीडमण वजनाइतक्या थंड पाण्याची अगदीं वाफ होऊन जावी. उल्कांचें विलक्षण तेज त्यांच्यामध्ये कित्येक लक्ष अंश उष्णतामान असलेले जें द्रव्य असतें त्याच्या वाष्पी-भवनानें निर्माण होतें. आकाशांत ज्या शोभिवंत उल्का आपण रोज

पहातों त्यांचें तेज सामान्यपणें वाटाण्याएवढ्या आकाराच्या अशनीं-
पासून उत्पन्न झालेलें असतें.

अवकाशांत भटकणाऱ्या अशनींचे आकार टांचणीच्या टोंकाएवढ्या
आकारापासून ते १२।१३ हजार फूट व्यास असलेल्या मोठ्या पापाण-
गोलाएवढे असतात. यावरून हें उघड दिसतें कीं आपल्या सूर्यमालेंतील
इतर कुटुंबीयांपेक्षां अशानि फारच लहान होत. परंतु यांच्या भ्रमंतीमध्ये
त्यांची पृथ्वीशीं गांठ पडल्याबरोबर पुढील गोष्टी घडून येतात. पृथ्वीच्या
वातावरणांतील अणुपरमाणूशीं त्यांची जणूकाय टक्करच होते व त्यावेळीं
त्यांच्यावरील दाब व उष्णतामान वाढतात. हवेंतील परमाणूपेक्षां त्यांची
गति जास्त असल्यामुळें हवा जणूकाय कोंडीत सांपडल्यासारखी होते
व आपल्या परिसरांत जोरानें घुसणाऱ्या ह्या नवख्या पाहुण्यापुढें ती
बरीच संकुचित होते. संकोच पावलेल्या हवेचें संपुट अत्यंत उष्ण होतें.
मोठ्या जोरानें टक्कर झाल्यामुळें अशनींच्या पृष्ठभागांतून छिन्नीनें वारीक
तुकडे तुकडे करावे त्याप्रमाणें जणूकाय असंख्य अणुपरमाणु बाहेर पड-
तात. आणि भोंवतालच्या उष्णतेमुळें पेट घेतात व त्यांमधून टिणग्याच
बाहेर पडतातसें वाटतें. हे अग्निगोलक जळत जळत वातावरणाच्या
खालच्या भागापर्यंत मोठ्या वेगानें येतात तेव्हां फुटून तोफ सुटल्या-
सारखा आवाज होतो. संघर्षणाचे योगानें प्रतिबंध होऊन अशनींचा वेग
कमी झाल्यावर उष्ण हवेचें संपुट मूळच्या स्थितीत राहात नाहीं.
अग्निगोल नाहींसा होतो आणि अशानि मोठाच असेल तर त्यांतील द्रव
लागलीच गोठतो व तो पाषाण अशानिस्वरूपांत जमिनीवर पडतो अथवा
तिजमध्ये घुसतो.

विजेच्या वेगानें वातावरणांतून अशानि खालीं येतात. यामुळें त्यांचा
वेग वगैरे गोष्टींचें ज्ञान सूक्ष्मपणें होत नाहीं. उल्कांचें तेज मुख्यत्वेकरून
त्यांच्या आकारावर व वेगावर अवलंबून असतें. आपणांस त्यांचा जो
प्रकाश दिसतो त्यावरून संशोधन केल्यावर असें आढळून आलें आहे कीं
दुसऱ्या प्रतीच्या तारे एवढ्या दिसणाऱ्या उल्केचा आकार वाटाण्या-
एवढा असतो, व वेग दर सेकंदास अजमासें ४० मैल असतो. सामान्य-

प्रतीच्या उल्कांचा प्रकाश १।२ सेकंदांपेक्षां जास्त वेळ टिकत नाही. अशनी वातावरणांत घुसल्यावर त्याचे मागोमाग ही प्रकाशावली विस्तार पावूं लागते. पृथ्वीपासून सुमारे ६० मैल उंचीवर विद्युत् नें भारलेला परमाणूंचा थर असतो; त्यामुळें हें होत असावें, मात्र ही प्रकाशावळि थोडक्याच सेकंदांत नष्ट होते. सामान्यस्वरूपाच्या उल्का दृष्टिपथांत येतात त्यावेळीं त्यांची उंची साधारणपणें ५०।६० मैल असते. तीत्र स्वरूपाच्या वृष्टींतील उल्का सुमारे ७५ मैल उंचीवर असतांना दृष्टिगोचर होतात. १०० मैलांहून अधिक उंचीवर उल्का दिसूं लागल्याचें आढळत नाही. त्या तिरप्या खालीं येतात व सुमारे ४०।५० मैल उंचीवर येऊन बहुधा नष्ट होतात. फार मोठे उल्कापाषाण मात्र पृथ्वीवर येऊन आदळतात.

सामान्यतः दररोज पृथ्वीवर पडणाऱ्या अशनींचा द्रव्यसंघ एक टन वजन भरतो. पृथ्वीच्या जन्मापासून आतांपर्यंत तिच्यावर जे अशनि पडले त्यांचा थर तिच्या संबंध पृष्ठभागावर जर एकसारखा पसरला तर त्या थराची जाडी फक्त एक इंच भरेल. म्हणजे इतक्या कालावधीत पृथ्वीची त्रिज्या एका इंचानें वाढली असें होतें. असेंच पुढें होत राहिलें तर या वाढीचा परिणाम मात्र असा होईल कीं आपल्या वर्षाचें प्रमाण हल्लीं-पेक्षां किंचित् कमी होईल. पण त्याबद्दल आपणांस भय वाटण्याचें सुळींच प्रयोजन नाही. कारण वर्षमानांत हा पुढें घडून येणारा फरक इतका अल्प आहे कीं, आपलें वर्ष एका सेकंदानें कमी होण्यास एक अब्ज वर्षे इतका काळ लागेल.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर येऊन पडणाऱ्या अशनींची संख्या फारच थोडी असते हें आपलें एक सुदैव होय. याचें कारण आपलें वातावरण, या-कारितां आपल्या वातावरणाचे त्यानें केलेल्या आपल्या संरक्षणाबद्दल आपण फार ऋणी आहोंत. तसेंच अशनिपातांचा मागील इतिहास पाहतां लंडन, न्यूयार्क किंवा मुंबई अशा महत्त्वाच्या ठिकाणीं अशनींचा तडाखा बसण्याचा संभवही अत्यंत कमी. मात्र विमानें जसजशीं हवेंत

उंच उंच भराऱ्या मारुं लागतील त्या प्रमाणांत जळून उल्कारूप होऊन नष्ट न झालेल्या अशनींशीं त्यांच्या टकरा होण्याचे संभव वाढत जातील.

विश्वांतील पसाऱ्याच्या मानानें पाहातां अशनि हा जरी क्षुद्र पदार्थ वाटत असला तरी पृथ्वीच्या वातावरणांत क्षणैक उमटविलेल्या तेजामुळे आपल्या पृथ्वीभोंवतीं वायूचें आवरण किती उंच आहे याचा अंदाज करण्यास तो एक मोठें साधन झाला आहे. दिसावयास क्षुद्र अशा वस्तू-करवीं परमेश्वर केवढी कामगिरी घडवून आणतो ही मोठी नवलाची गोष्ट होय.

(३) धूमकेतु.

गुरुशुक्रतारादिक लहान तेजें आणि चंद्रसूर्यासारखीं भव्य तेजें रोज आपण पाहातो. त्यांच्या गति नियमित आहेत. परंतु आगापिच्छा नसतां अकस्मात् चंद्राच्या २५।३० पट लांब किंवा कधीं कधीं अर्ध्या आकाशांत पसरलेलें असें विलक्षण तेज रात्रीं दिसूं लागलें, किंवा सूर्य प्रकाशला असतांही त्यांच्या प्रखर तेजाशीं स्पर्धा करून दिवसास दिसूं लागलें, तर मनुष्य चकित होऊन जाईल. प्राचीन काळीं सर्व देशांत धूमकेतु हा एक भयंकर उत्पात वाटत असे. सर्व राष्ट्रांच्या प्राचीन ग्रंथांत प्रत्येक धूमकेतूच्या उदयाचा कांहीं तरी भयंकर गोष्टींशीं संबंध वर्णिलेला आहे. देवभोळे लोकांनीं त्याचें तें विशालाकृति व देदीप्यमान दृश्य पाहून भावी दुःखजनक व दारुण परिस्थिति निर्माण होण्याचें तें एक दुश्चिन्ह आहे किंवा लवकरच एकाद्या प्रतापशाली पुरुषाचें निघन अथवा आपल्या स्थानावरून पतन होईल अशीं भाकितें केलेलीं आहेत. सांप्रत केतूशीं आपला बराच परिचय झाला आहे; यामुळे त्यांचें फारसें भय वाटत नाही. तरी अज्ञ लोकांत त्यांचें भय अद्यापिही सर्व देशांत आहे. आणि वराहमिहिरानें वर्णिल्याप्रमाणें ह्या शिखीची गति अद्यापिही ज्योतिष्यांच्या आज्ञेत आलेली नाही असें म्हणण्यास हरकत नाही.

इ. स. १९१० मध्ये पृथ्वीच्या दर्शनास आलेली धूमकेतूची भव्य स्वारी पुष्कळांनीं पाहिली असेल. तथापि ज्यांनीं कधींच धूमकेतु पाहिला

नाहीं त्यांसही त्यांचें स्वरूप कांहींसें कळावें म्हणून चित्रांक ११ यांत धूमकेतु दाखविला आहे.

नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या धूमकेतूचे तीन भाग असतात. त्यांत सामान्य ताऱ्यांप्रमाणें लहान मोठा दिसणारा एक तारा दिसतो. त्याच्या भोंवतीं तेजोमेघासारखी अथवा धुरासारखी लहानशी शेंडी असते; तिला शिखा म्हणतात, आणि पताकेसारखें एक मोठें लक्षावधि मैल पसरलेलें शेंपूट असतें, त्यास केतु अथवा पुच्छ म्हणतात. केतु शब्दाचा मूळचा अर्थ पताका असा आहे. तारा आणि शिखा या दोहोंमिळून धूमकेतूचा अग्रभाग होतो. (याला इंग्लिश भाषेत केतूचें डोकें म्हणतात.) तीन भाग स्पष्टपणें परस्परांपासून निरनिराळे दिसत नाहींत. त्यांत शिखा कोठें संपली आणि केतु कोठें लागला हें तर बऱ्याच प्रसंगीं समजत नाहीं. कोणी पुच्छालाच शिखा (शेंडी) म्हणतात, व त्यामुळेंच धूमकेतूला शेंडेनक्षत्र असें नांव पडलें आहे. तथापि सर्वत्र धूमकेतूना पुच्छ असतें असें नाहीं. म्हणून तारा, शिखा आणि केतु असे तीन विभाग मानावे हें बरें. धूमकेतु यावद्दल केतु, शिखी (शिखा ज्याला आहे तो) अशाही संज्ञा योजितात. धूमकेतूचा वाचक इंग्रजी शब्द (Comet) याचा अर्थ शिखी असा आहे.

धूमकेतूचें पुच्छ नेहमीं तारेच्या ज्या वाजूस सूर्य असतो तिच्या उलट वाजूस असतें. तें शेवटाकडे संद आणि अस्पष्ट होत गेलेलें असतें. कांहीं धूमकेतूना दोनतीन पुच्छे असतात. वस्तुतः त्या एकाच पुच्छाच्या निरनिराळ्या शाखा असतात. इ० स० १७४४ च्या केतूला ६ पुच्छे होतीं. एकाहून जास्त पुच्छे असतात तेव्हां कधीं कधीं तीं मुख्य पुच्छास फांद्या फुटल्याप्रमाणें दिसतात. इ० स० १८२३ च्या केतूला दोन पुच्छे होतीं, त्यांत एक नियमाप्रमाणें सूर्याच्या उलट वाजूस होतें; परंतु दुसरें बहुतेक सूर्याकडे होतें.

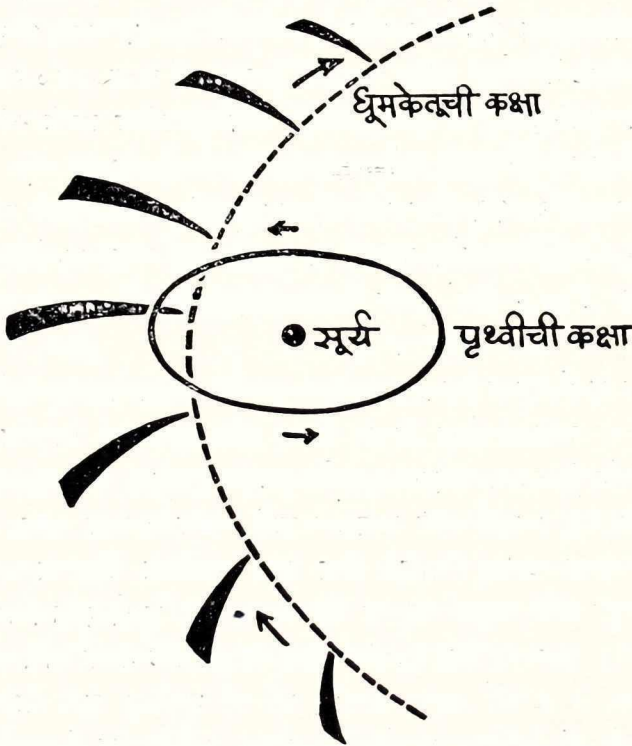
नुसत्या डोळ्यांनीं थोडेच धूमकेतु दिसतात. दुर्विणींतून फार दिसतात; त्यांस आपण दुर्विणकेतु म्हणूं. ते लहान असतात. त्यांचें स्वरूप निरनिराळें असतें. कधीं त्यांत तारका नसते; पुष्कळांना तर धूमकेतूचे

विलक्षण वैशिष्ट्य म्हणजे पुच्छ तेंच नसतें. कधीं पुच्छ आणि शिखा हीं वेगळीं ओळखूं येत नाहींत. तथापि सर्व प्रकारच्या धूमकेतूंची जाति एकच आहे. दुर्बिणकेतु फार लांबून दिसूं लागतात. तेव्हां प्रथम बहुधा त्यांची शिखा दिसते व तारका दिसली तर ती मागाहून दिसते. तिच्या ज्या बाजूस सूर्य असतो त्याच बाजूस शिखा दिसते.

नुसत्या डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या केतूंचा दृश्य व वास्तविक आकार विलक्षण असतो. तो सर्वांचा सारखा नसतो. तारका व शिखा यांनीं झालेल्या त्यांच्या अग्रभागाचा किंवा डोक्याचा व्यास १८,००० मैलांपासून तो ३० स० १८११ च्या धूमकेतूच्या कमालीच्या ११,५०,००० मैलांच्या व्यासापर्यंत असलेला आढळून आला आहे. कांहीं धूमकेतूंचीं पुच्छें दहा कोटि मैलांपेक्षां जास्त असलेलीं आढळलीं आहेत. ३० स० १८४३ च्या मोठ्या धूमकेतूचें पुच्छ तर एका वेळीं बीस कोटि मैल इतकें लांब पसरलें होतें. धूमकेतूंच्या तारकांचे आकारही असेच वेगवेगळे असलेले आढळले आहेत. १९२७ व १९३० च्या मंदप्रभ धूमकेतूंच्या तारकांचे व्यास फक्त १३२० फूट लांबीचे होते. ह्याच्या उलट १८४५ च्या धूमकेतूंच्या तारकेचा व्यास ८००० मैल इतका मोठा होता, म्हणजे आपल्या पृथ्वीच्या व्यासाहूनही तो थोडा जास्तच होता !

बहुतेक धूमकेतूंच्या दृश्यमान होणाऱ्या आकारांमध्ये ठळकपणें लक्षांत येण्याजोगे जे बदल झालेले दिसून येतात त्यांत मुख्यतः त्यांच्या पुच्छांत दिसून येणारे विलक्षण बदल आश्चर्यजनक असतात. शेंडेनक्षत्रांची फार मोठी शेंडी पाहून आपणांस नवल वाटतें. पण आपण जर वरुणावर (नेपच्यून) अथवा सूर्यापासून फार दूर असलेल्या ग्रहावर असतो तर आपणांस ही शेंडी अथवा पुच्छ दिसलेंच नसतें. धूमकेतु सूर्यापासून फार दूर अंतरावर असतात तेव्हां त्यांना हें पुच्छ आलेलें नसतें अथवा आलेलें असलेंच तर तें अगदीं लहान असतें. जों जों धूमकेतु सूर्याच्या जवळील भागांत येतो तो तों तों पुच्छ मोठें व्हावयास लागतें व तें सूर्याचे उलट बाजूस असतें. आपले भ्रमणांत तो सूर्याचे अत्यंत जवळ आला म्हणजे तें फारच मोठें होतें आणि नंतर सूर्यापासून दूर जाऊं लागला म्हणजे तें

पुन्हां लहान व्हावयास लागतें. (आकृति ११ पहा). सूर्याभोंवतील त्याच्या भ्रमंतीमध्ये साधारणपणें तो पृथ्वीइतक्या अंतरावर आला की त्याचें पुच्छ दिसूं लागण्याइतकें मोठें होतें असें म्हणण्यास हरकत नाही. धूमकेतूमध्ये द्रव्यसंघ अगदी थोडा व त्यांचा विस्तार फार मोठा; यावरून त्यांच्या पुच्छांतील द्रव्य अगदीं विरल असलें पाहिजे हें उघड आहे. प्रकाश एक महत्त्वाचें कार्य करीत असतो; तें म्हणजे तो आपल्या भोंवतालच्या द्रव्यावर एक प्रकारचा दाब पाडतो. धूमकेतूमधील अत्यंत विरल व लहान लहान रजःकणांवर सूर्यप्रकाशाचा दाब पडल्यामुळें त्या रजःकणांचें



आकृति ११ सूर्यप्रकाशाचे दावानें धूमकेतूचें पुच्छ कसें वाढतें व कमी होतें हें यथे दाखविलें आहे.

निस्सारण होत असतें आणि त्यामुळे धूमकेतूचें पुच्छ वाढत जातें व म्हणूनच तें सूर्याच्या उलट बाजूस असतें. सूर्यप्रकाशाचा दाब जितका जास्त तितकें शेंपूट मोठें होत जातें आणि साहजिकच सूर्याजवळील भागांत तें मोठें दिसतें. पुच्छांतील परमाणु प्रकाशाचें दावानें अंतराळांत विखरून जातात व तितक्या प्रमाणांत धूमकेतु आपल्या पुच्छाला मुक्त असतो. पण सूर्यप्रकाशामुळे धूमकेतूच्या डोक्यांतील उल्कापाषाण तापत असल्यामुळे त्यांमधून वायूंचे व रजःकणांचे परमाणु बाहेर येत असतात व पुन्हां पालीच्या शेंपटाप्रमाणें धूमकेतूचें शेंपूट वाढत जातें. तरी पण धूमकेतूच्या डोक्यांतील उल्कापाषाणांचे परमाणु किती बाहेर पडणार याला मर्यादा असणारच. साहजिकच धूमकेतु किती वेळ आपले पुच्छ वाढवील यालाही मर्यादा असणार. शेवटी आपणांस असें आढळून येतें कीं, जे धूमकेतु पुन्हां पुन्हां परत येतात त्यांचीं पुच्छें दर खेपेस कमी कमी होत जातात.

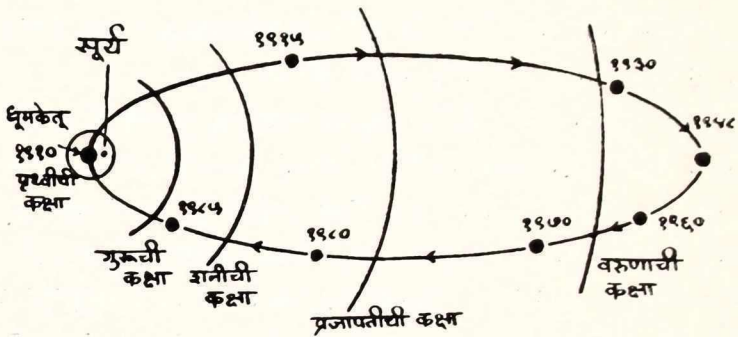
धूमकेतूच्या आकारांत पुच्छाच्या वाढीशिवाय जो दुसरा बदल झालेला दिसून येतो तो म्हणजे जसजसा तो सूर्याजवळ येतो तसतसें त्याचें डोकें आकारानें कमी कमी होत जातें. इ. स. १८३८ या वर्षीं आलेला एन्केचा धूमकेतु जेव्हां सूर्यापासून साडेवारा कोटि मैल अंतरावर होता तेव्हां त्याच्या डोक्याचा व्यास २,८०,००० मैल होता; पण जेव्हां तो सूर्याच्या अगदीं जवळ तीन कोटि बारा लक्ष मैल इतक्या अंतरावर आला तेव्हां त्याच्या डोक्याचा व्यास फक्त ३१२० मैल झाला !

याशिवाय तिसरा बदल म्हणजे धूमकेतूच्या डोक्यांतील तारकेंत दिसून येणारा होय. तिचें तेज सूर्याजवळ येतांना वाढतें व दूर जातांना कमी कमी होतें. पण या वाढींत अनियमितपणा दिसून येतो. कधी कधी धूमकेतु सूर्याजवळ येईपर्यंत डोक्यांतील तारका दिसतच नाहीं.

धूमकेतु हे ताऱ्यांच्या प्रदेशांतून आपल्या सूर्यमालेंत केव्हांतरी येणारे पाहुणे होत व ते अज्ञात रीतीनें केव्हांतरी येतात व तितक्याच अज्ञात रीतीनें आकाशांतील अज्ञात प्रदेशांत निघून जातात अशी पूर्वीं समजूत होती. त्यांचा भ्रमणमार्ग बहुशः सरळ रेषेंत असतो व ते अवकाशांत या

ताच्याकडून त्या ताच्याकडे भटकत फिरत असतात असें केप्लरचें मत होतें. त्याच्या नंतरच्या युरोपीय ज्योतिष्यांनी त्यांचा भ्रमणमार्ग अन्वस्त (parabolic) असतो असें गृहीत धरलें. न्यूटनच्या वेळीं इ. स. १६८० मध्ये एक धूमकेतु दिसला. न्यूटन त्याचा विचार करूं लागला. धूमकेतूसही आकर्षण नियम लागू आहे असें त्यानें सिद्ध केलें व तेव्हां पासून त्यांच्या गतींचा व भ्रमणमार्गांचा चांगला शोध सुरू झाला. न्यूटनच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या नियमाची प्रसिद्धि झाल्यानंतर त्याचा मित्र हॅले यानें इ. स. १३३७ पासून १६९८ पर्यंत दिसलेल्या २४ तेजस्वी धूमकेतूंच्या मार्गांची पूर्वीच्या कागदोपत्रीं असलेल्या वेधांच्या नोंदींवरून काळजीपूर्वक छाननी केली. इ. स. १५३१, १६०७ व १६८२ मध्ये दिसलेल्या धूमकेतूंचे मार्ग एकसारखेच होते असें त्याला आढळून आलें. यावरून त्यानें असें सिद्ध केलें कीं या तिन्ही वर्षीं दिसलेले धूमकेतु वेगवेगळे नसून एकच धूमकेतु सूर्याभोंवतीं अतिदीर्घ वर्तुळाकार कक्षा करून फिरत असला पाहिजे व त्याचा प्रदक्षिणाकाल ७५।७६ वर्षांचा असला पाहिजे. त्यानें असेंही भविष्य केलें कीं इ. स. १६८२ मध्ये दिसलेला धूमकेतु पुन्हां सन १७५९ मध्ये येईल. त्याप्रमाणें तो खरोखरच दिसला. मात्र त्यावेळीं हॅले ह्यात नव्हता. यावरून ह्या धूमकेतूला “हॅलेचा धूमकेतु” असें नांव पडलें. हा धूमकेतु ७५.५ वर्षांत सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करतो व तो सूर्यकुटुंबीयच आहे. तो पुन्हां इ. स. १८३५ व १९१० मध्ये ढरलेल्या कालावधीनें आला. १९१० मध्ये तो आपल्याकडेही दिसला. आकृती १२ मध्ये हॅलेच्या धूमकेतूची कक्षा इतर ग्रहांच्या कक्षांच्या मानानें कशी दिसते हें दाखविलें आहे. १९१० मध्ये तो सूर्याच्या अत्यंत जवळ होता. तेव्हां त्याची तारका सूर्यापासून ५॥ कोटि मैल अंतरावर होती. १९४८ मध्ये म्हणजे चालू वर्षीं त्याची प्रदक्षिणा अर्धी पुरी होईल व तो १९१० च्या उपसूर्य (Perihelion) स्थाना पासून अगदीं समोर अपसूर्य (Aphelion) म्हणजे उच्चिं असेल तेव्हां तो वरुणाच्या (नेपच्यूनच्या) कक्षेच्या बराच बाहेर पण प्लूटोच्या कक्षेच्या आंत असेल. त्यावेळीं त्याचें अंतर साधारणपणें सूर्यापासून ३५० कोटि मैल असेल.

सूर्यापासून वरुणाचें अंतर पृथ्वीपासून सूर्याच्या अंतराच्या ३० पट आहे, शेवटचा ग्रह जो प्लूटो त्याचें ३९'५ पट आहे (आकृति २ पान १६ पहा) व हॅलेच्या धूमकेतूच्या उच्चाचें अंतर ३५ पट आहे. हॅलेच्या धूमकेतूच्या प्रदक्षिणेंत मात्र एक वैशिष्ट्य आढळून येतें तें हें कीं त्याच्या प्रदक्षिणेची दिशा व्युत्क्रम असते. म्हणजे तो सूर्याभोंवतीं आपली प्रदक्षिणा ग्रहांच्या उलट दिशेनें करतो. असे उलट दिशेनें फिरणारे धूमकेतु अगदीं थोडेच आहेत. इ. स. १९१० मध्ये हॅलेचा धूमकेतु दिसेल याबद्दल गणित करतेवेळीं कॉवेल व क्रॉमोलिन या दोन ज्योतिष्यांनीं



आकृती १२—हॅलेच्या धूमकेतूची कक्षा. उळक गोल बिंदूचे ठिकाणीं तो आपल्या कक्षेंत त्या त्या वर्षीं असेल.

ख्रिस्तपूर्व ८७ वर्षांपासूनच्या पुढील काळांतील ऐतिहासिक नोंदींवरून हॅलेचाच धूमकेतु दर ७५।७६ वर्षांनीं केव्हां केव्हां दिसला याची नक्की वर्षे काढलीं; शिवाय ख्रिस्तपूर्व २४० या वर्षीं जो धूमकेतु दिसला असा उल्लेख आहे तो हॅलेचाच धूमकेतु असेंही त्यांनीं शोधून काढलें.

वरील विवेचनावरून हें लक्षांत येईल कीं धूमकेतु हे आपल्या सूर्य-मालेच्याच कुटुंबियांपैकीं असून ते सूर्याभोंवतीं विशिष्ट मार्गाच्या कक्षा करून फिरत असतात हें प्रथम निश्चित करण्याचें श्रेय हॅले याजकडे जातें. धूमकेतूच्या कक्षा तीन प्रकारच्या असतात. ग्रहांच्या कक्षा वर्तुळप्राय

असतात, म्हणजे त्यांची केंद्रच्युति थोडी असते, तशा केतुकक्षा नसतात. त्या दीर्घवर्तुळाकार अथवा अतिदीर्घवर्तुळ असतात. त्यांची च्युति फार असते. अशा प्रकारची कक्षा ही आवृत होय. म्हणजे ती अतिदीर्घवर्तुळ असली तरी तिच्या दोन्ही शाखा दोन्ही टोकांकडे मिळालेल्या असतात. कक्षेच्या क्षेत्राभोवती त्या शाखांचें आवरण झालेलें असतें. कांहीं धूमकेतूंच्या कक्षा अन्वस्त (Parabola) असतात व कांहींच्या अपास्त (Hyperbola) अशा जातीच्या अनावृत असतात. त्यांच्या दोन शाखा सूर्याच्या एका बाजूस मात्र मिळालेल्या असतात; दुसऱ्या अंगास फांकत जातात. यामुळें त्यांचें मधल्या क्षेत्राभोवती आवरण होत नाहीं. अन्वस्ताच्या शाखा ज्या अंगीं मिळतात त्या अंगीं तें आणि अतिदीर्घवर्तुळ यांत फारसा भेद दिसत नाहीं. अपास्ताच्या शाखा फार फांकत जातात.

ज्या धूमकेतूंच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुळ असतात, ते नेहमीं सूर्याभोवतीं फिरतात. एकदां सूर्याच्या फार जवळ येतात व तेथून परतल्यावर फार लांब जातात. परंतु कालांतरानें पुनः सूर्याजवळ येतात. जे धूमकेतुः सूर्याच्या आकर्षणांत सांपडल्यावर त्यांच्या कक्षा अन्वस्त होतात ते एकदां सूर्याजवळून गेल्यावर पुनः परत येत नाहींत. तथापि अशा धूमकेतूंच्या गतीस गुरुसारख्या मोठ्या ग्रहाकडून थोडासा उपाधि झाला, तर त्यांच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुळ होण्याचा संभव असतो; परंतु एकादे वेळीं सूर्याच्या तडाक्यांत सांपडून त्यांकडे आलेले अपास्त कक्षाचे धूमकेतु एकदां सूर्यदर्शन घेऊन गेल्यावर पुन्हा त्यांच्या आटोक्यांत येण्याचा संभव बहुतेक कमीच असतो.

धूमकेतूंच्या वेगावरून व त्यांच्या पुनदर्शनांमधील कालावधीवरून त्यांची कक्षा कोणत्या प्रकारची आहे याचा निर्णय करितां येतो. एकादा पदार्थ पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून दर सेकंदास ७ मैल या वेगानें सुटला आणि त्यास वातावरणाचा प्रतिबंध नसला तर तो पृथ्वीवर येणार नाहीं; सूर्याच्या आकर्षणांत सांपडून त्याभोवतीं फिरूं लागेल. सूर्यापासून पृथ्वी इतक्या अंतरावर असतां एकाद्या पदार्थाचा वेग दर सेकंदास २६ मैल असला व त्यावर सूर्याखेरीज कोणाचें आकर्षण नसलें तर त्याची

कक्षा अन्वस्त होईल; त्याहून थोडा कमी वेग असेल तर अतिदीर्घवर्तुळ होईल, जास्त असेल तर अपास्त होईल. अतिदीर्घवर्तुळकक्षांच्या धूमकेतूंचा वेग जसजसा २६ मैलांच्या जवळ जवळ असतो तसतसा त्यांचा प्रदक्षिणाकाल अधिक असतो. अतिदीर्घवर्तुळांनी नियमित काळांत सूर्याभोंवतीं फिरणारे बरेच धूमकेतु सांपडले आहेत. ह्यांस नियतकालिक म्हणतात. प्रत्यक्ष डोळ्यांनी किंवा दुर्बिणींतून अधिक वेळां दृष्टीस पडलेल्या पुष्कळ धूमकेतूंचे प्रदक्षिणाकाल ३-३ वर्षांपासून ते १००० वर्षांपर्यंत असलेले आढळून आले आहेत व त्यांतील बहुतेकांच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुळाकृति आहेत.

धूमकेतूची कक्षा कोणत्याही प्रकारची असली तरी तिचा एक भाग सूर्यापासून फार लांब असतो, आणि धूमकेतूचें द्रव्य फार विरळ असतें यामुळें कोणताच धूमकेतू कक्षेच्या सगळ्या भागां दिसत नाही. सूर्याच्या अगदीं जवळ म्हणजे आपल्या कक्षेत नीचीं येतो तेव्हां मात्र थोडे दिवस दिसतो. त्यांतही ज्याचें नीचस्थान पृथ्वीच्या कक्षेच्या आंत असतें किंवा थोडेंच बाहेर असतें तो मात्र दिसतो. इसवी सन १७२९ च्या केतूचें नीचस्थान पृथ्वीच्या चौपट अंतरावर होतें तरी तो दिसला. तो फारच मोठा असेल म्हणून दिसला असावा. परंतु असे फार क्वचित् आढळतात.

जे धूमकेतु आपल्याला दिसतात ते कक्षेच्या थोड्या भागां सूर्य व पृथ्वी यांचे जवळ आल्यावर थोडे दिवस दिसतात. यामुळें त्यांचा वेग सूक्ष्मपणें समजत नाही. पुष्कळ धूमकेतूंचे वेग सेकंदास २६ मैलांच्या इतके जवळ जवळ आहेत कीं, ते त्याहून कमी आहेत कीं जास्त आहेत हें बरोबर समजत नाही. यामुळें व पृथ्वीच्या कक्षेच्या आंत त्यांच्या संबंध कक्षेपैकी थोडासाच भाग असल्यामुळें तेवढ्याच लहान भागांत त्यांच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुळ आहेत कीं अन्वस्त आहेत हें ठरवितां येत नाही. कांहींचे वेग २६ मैलांहून जास्त आहेत; परंतु फार थोडे जास्त आहेत; यामुळें त्यांच्या कक्षा अपास्तच आहेत असें निश्चयानें म्हणवत नाही. परंतु बहुतेक धूमकेतूंच्या कक्षा अतिदीर्घवर्तुळ असतील

व ते एकदां दिसल्यापासून हजारों वर्षांनीं कां होईना परंतु केव्हां तरी पुनः सूर्याजवळ येतील, असा संभव आहे. यांत ज्यांचा प्रदाक्षिणाकाळ थोडा असे थोडेच आहेत; तो काळ हजारों वर्षे असेल असेच पुष्कळ आहेत. व कांहीं तर अपास्तकक्षांचे असतील. ते कधीं पुनः आपल्या सूर्याकडे येणार नाहीत. परंतु असे फार थोडे. कांहीं थोड्या धूमकेतूंच्या कक्षा ते सूर्याच्या जवळ असतांना जरी अपास्त वाटतात तरी गणित करून असे आढळून आले आहे कीं त्या पहिल्यानें दीर्घवर्तुळाकारच होत्या; पण गुरुशनींसारख्या मोठ्या ग्रहांच्या जोराच्या आकर्षणामुळे त्या मागाहून अपास्त झाल्या.

धूमकेतु हे मूळचे आपल्या सूर्यमालेंतले आहेत कीं सूर्यमालेच्या भोंवतीं जो अनंत तारकाप्रदेश पसरलेला आहे त्यांतून आलेले आहेत व त्यांची उत्पत्ति कशी झालेली आहे ह्याविषयीं सिद्धांत अद्यापि ठरले नाहीत. सांप्रत याविषयीं असें मत आहे:—विश्वाच्या अपार प्रदेशांत तेजोमेष पसरलेले आहेत; (त्यांचें विवेचन पुढें येईल.) त्यांस गति आहे. व आपला सूर्यही ग्रहमालेसहवर्तमान आकाशांत एका विशिष्ट दिशेकडे वेगानें चालला आहे. यामुळे त्या तेजोमेषद्रव्याचे अंश अनादि कालापासून एकेक आपल्या सूर्याच्या आकर्षणानें त्याजकडे येत आहेत. हे धूमकेतु होत. दुसरें एक मत असें आहे कीं अशनींच्या द्रव्याचे धूमकेतु बनले आहेत, किंवा ते अशनिसंघात्मकच आहेत; आणि ते आकाशांत सर्वत्र पसरलेले आहेत, व कधीं कधीं सूर्याच्या आकर्षणांत सांपडतात. सूर्याभोंवतीं ग्रह नसते तर त्याच्या आकर्षणांत सांपडलेले धूमकेतु अन्वस्तकक्षेनें त्याभोंवतीं फिरून परत गेले असते व पुन्हां आले नसते, किंवा एकदां आले तसे कदाचित् कोट्यवधि वर्षांनीं पुनः आले असते. परंतु ग्रहांच्या उपाधींमुळे त्यांच्या गति कमजास्त होतात. सूर्यमालेंत शिरतांना किंवा तींतून परत जातांना त्यांची दिशा जशी असेल त्या मानानें उपाधि कमजास्त होईल. त्यांचा वेग दर सेकंदास २६ मैलांहून कमी किंवा जास्ती ज्या मानानें होईल त्या मानानें त्यांच्या कक्षा केव्हां अतिदीर्घवर्तुळाकार केव्हां तर अपास्त बनतील. ते जर एकाद्या ग्रहाच्या व त्यांतही गुरुसारख्या मोठ्या ग्रहांच्या

अगदी जवळून जातील तर त्यांचा वेग फार कमी होऊन ते लघुकालिक म्हणजे थोडक्या काळांत सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करणारे बनतील. असे उदाहरण पुष्कळ शतकांत एकादें होईल. सांप्रत सूर्यमालेंतले जे नियतकालिक धूमकेतु माहीत आहेत ते सर्व या रीतीनें ग्रहांच्या आकर्षणामुळें सूर्यमालेंतले झाले आहेत कीं काय हें निश्चयानें सांगवत नाही, परंतु त्यांतील बहुतेकांच्या कक्षा कोणत्यातरी ग्रहाच्या कक्षेजवळून जातात, यावरून तसा संभव दिसतो. ज्या केतूंचा प्रदक्षिणाकाल आठदहा वर्षांच्या आंत आहे त्यांस लघुकालिक म्हणतात. एकट्या गुरुच्या कक्षेच्या अगदीं जवळ ५० लघुकालिक केतूंच्या कक्षांची अपसूर्यस्थानें म्हणजे उच्चें आहेत. ह्यांना गुरुकुटुंबीय धूमकेतु म्हणतां येईल. ह्यांपैकीं काहींच्या कक्षा गुरु-कक्षेच्या किंचित् बाहेर आहेत, ज्यांच्या कक्षा वरुणाच्या (नेपच्यूनच्या) कक्षेपर्यंत अथवा थोड्या पलीकडील वाजूपर्यंत पोचतात असे पांच धूमकेतु आहेत. त्यांना वरुणकुटुंबीय म्हणतां येईल. प्रजापति (युरेनस) कुटुंबीय दोन आहेत. ७५।७६ वर्षांचा प्रदक्षिणाकाल असलेल्या हॅलेच्या धूमकेतुची कक्षा वरुणाच्या पलीकडे वरीच दूर आहे असें वर आलेच आहे. ज्यांचा प्रदक्षिणाकाल ह्याही पेशां जास्त आहे ते तर सूर्यापासून हॅलेच्या धूमकेतूपेशां फारच दूर जातात. १८४४ च्या धूमकेतूचें उच्च म्हणजे अपसूर्यस्थान सूर्यापासून ४०,००० कोटि मैल अंतरावर आहे आणि त्याचा प्रदक्षिणाकाल एक लक्ष वर्षांचा असावा.

धूमकेतु उपसूर्य (Perihelion) स्थानीं म्हणजे नीचीं असतात तेव्हां त्यांचा वेग फार असतो. १८४३ च्या धूमकेतूचा वेग सेकंदाला ३५० मैल होता. पृथ्वी आपल्या कक्षेंत सेकंदाला फक्त १८॥ मैल चालते. सूर्यापासून दूर दूर जातांना धूमकेतूचा वेग कमी कमी होत जातो व उच्चिं म्हणजे अपसूर्य (Aphelion) असतां अगदीं कमी असतो. काहींचा तर दर सेकंदाला फक्त नऊ फूट असतो. धूमकेतु जसजसे सूर्याजवळ येतात तसतसे त्यांचें पुच्छ, डोकें व अग्रांतील तारका यांमध्ये कसकसे बदल घडून येतात ह्याविषयीं वर सांगितलेंच आहे.

धूमकेतूंचा विक्षेप म्हणजे क्रांतिवृत्ताशीं कोन किती होतो याचा नियम

नाहीं. तो वाटेले तितका होतो. यामुळें ते आकाशांत कोणत्याही भागांत कोणत्याही दिशेनें, ग्रहांच्या उलट दिशेनें सुद्धां फिरतात.

आतां धूमकेतूसंबंधें आमच्या प्राचीन ग्रंथांतलीं कांहीं वर्णनें देऊन मग इतरांच्या ग्रंथांकडे वळूं.

बराहमिहिरानें ६२ श्लोकांचा एक सगळा अध्याय (बृ० सं० अ० ११.) धूमकेतूच्या वर्णनाकडे लाबिला आहे; त्यांत त्यांचीं स्वरूपें, संख्या, शुभाशुभ फलें इत्यादि सांगितलें आहे. त्यांत सांगितल्यासारकींच फलें युरोपियन ग्रंथांतही आढळतात. बराहमिहिर म्हणतो, कीं “ एकशें एक धूमकेतु आहेत असें कांहीं ऋषि सांगतात, हजार आहेत असें कांहीं सांगतात. सहस्रांपैकीं कांहीं सूर्यापासून झालेले आहेत. कांहीं चंद्रपुत्र आहेत. तसेंच कांहीं बुधादि पांच ग्रह, राहु, पृथ्वी, मृत्यु, ब्रह्मा, अग्नि, वायु, प्रजापति, वरुण यांचे पुत्र आहेत, व कांहीं अंतरिक्षांत निरनिराळ्या दिशांपासून उत्पन्न होणारे दिक्पुत्र आहेत.” सांप्रतच्या युरोपियन ग्रंथांत ज्या प्रकारच्या केतूंचीं वर्णनें आढळतात तितके सगळे किंबहुना जस्तच प्रकार बराहमिहिराच्या वर्णनांत आले आहेत. त्यानें एका केतूचें वर्णन असें केलें आहे:—“ चलकेतु प्रथम पश्चिमेस दिसतो. त्याची शिखा दक्षिणेस असते व ती तिकडे एक अंगुल उंच असते. तो जसा जसा उत्तरेस जातो तसतसा मोठा दिसतो. सप्तर्षि, ध्रुव आणि अभिजित् यांस स्पर्श करून मार्गें फिरतो आणि आकाशाच्या अर्धाचें आक्रमण करून दक्षिणेस दिसेनासा होतो.”

बृहत्संहितेचा टीकाकार भटोत्पल ह्यानें वरील अध्यायाच्या टीकेत पराशरादिकांचीं पुष्कळ वचनें दिलीं आहेत. त्यांतून कांहींचा अर्थ येथें देतो:—“पैतामह केतु पांचशें वर्षे प्रवास करून म्हणजे एकदां दिसल्यावर पुन्हा ५०० वर्षांनीं उदय पावतो. उद्दालक श्वेतकेतु ११० वर्षे प्रवास करून उदय पावतो. शूलाग्रासारखी शिखा धारण करणारा काश्यप श्वेतकेतु १५०० वर्षे प्रवास करून पद्मकेतु नामक धूमकेतु येऊन गेल्यावर पूर्वं दिशेस उदय पावतो. त्याची शिखा अर्धप्रदक्षिणाकार असते. तो ब्राह्म नक्षत्र, ध्रुव, ब्रह्मराशि आणि सप्तर्षि यांस स्पर्श करून व आका-

शाच्या तिसऱ्या भागाचें आक्रमण करून अपसव्य मार्गें मार्गें जाऊन अस्त पावतो. अग्निपुत्र रात्रिमकेतु शंभर वर्षे प्रवास करून आवर्तकेतु येऊन गेल्यावर कृत्तिका नक्षत्रां उदय पावतो.”

ह्यांत उद्दालक, काश्यप हीं नांवें केतूस दिलीं आहेत, तीं त्या त्या ऋषींनीं ते ते केतु प्रथम पाहिले किंवा त्यांचे उदयकाल ठरविले यावरून दिलेलीं आहेत हें उघडच आहे. सांप्रत युरोपांत जो ज्योतिषी प्रथम एकाद्या धूमकेतूचा शोध लावितो किंवा त्याचा वेध घेतो त्याचें नांव त्यास ठेवितात, त्याप्रमाणेंच हें होय. अमुककाळीं हे धूमकेतु दिसले असें वर्णन असतें तर त्याचा विशेष उपयोग झाला असता हें खरें, तरी तसें नाहीं म्हणून हें सर्व कल्पित आहे असें कोणी म्हणेल तर तसें नाहीं असें पूर्वापार संदर्भादि गोष्टींचा विचार केल्यावर वाटतें.

हजारांपैकीं कांहीं केतु बुधादि ग्रह, पृथ्वी, आणि सूर्य ह्यांपासून उत्पन्न झाले असें सांगितलें आहे हें लक्षांत ठेवण्यासारखें आहे.

इसवी सनाच्या आरंभापासून इ. स. १९१५ पर्यंत नुसत्या डोळ्यांनीं सुमारे ५७० धूमकेतु दिसल्याचे उल्लेख युरोपियन लोकांच्या ग्रंथांत आहेत. शिवाय दुर्बिण निघाल्यापासून आजपर्यंत पुष्कळ दुर्बिणकेतूंचा शोध लागला आहे. दरसाल दुर्बिणींतून ५।६ नवे धूमकेतु दिसतात. त्यांपैकी साधारणपणें एकादाच नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतो. गेले (१९४८ चे) जानेवारीमध्ये सायंकाळीं आकाशांत दिसलेला धूमकेतु फार गाजला. तो आस्ट्रेलियांत, अमेरिकेंत, आफ्रिकेंत, व हिंदुस्तानांतही कोठें कोठें दिसला. तो फार वेगानें सूर्याच्या जवळ जात होता. मार्च महिन्यांत पृथ्वीच्या जवळ आल्यावर तो पहांटेस दिसेल असा अंदाज होता. परंतु तो पहिल्यानें दिसू लागल्यावर थोडेच दिवसांनीं असें प्रसिद्ध झालें कीं तो सूर्याच्या फार जवळ गेल्यानें त्याचे दोन तुकडे झाले. ह्या तुकड्यांचें पुढें काय होणार, ते कोणच्या कक्षेनें मार्ग आक्रमणार, कीं ते नाहीं-सेच झाले याबद्दल अद्याप कांहींच निश्चित झालें नाहीं. तसेंच गेले १९४८ चे फेब्रुवारींत मकर राशींत एका नव्या केतूचा शोध दुर्बिणींतून लागला अशी टोंकेयोची बातमी होती.

आमच्या ऋषींनी सांगितलेले एक हजार केतु ख्रिस्तपूर्वकालीन आहेत. इसवी सनानंतर १९१५ वर्षात ५७० धूमकेतु डोळ्यांनी दिसले. या सनाने आमच्या ग्रंथांतला केतूविषयीचा लेख इसवीसनापूर्वी निदान ३८०० वर्षांचा असावा.

आतां युरोपियन ग्रंथाधारे प्रसिद्ध धूमकेतूविषयी कांहीं सांगतो. इसवी सनापूर्वी ४३ या वर्षी एक धूमकेतु दिसत होता. तो जूलिअस सीझरचा आत्मा स्वर्गास जात आहे असे लोकांनी मानिले. इ० स० ७९ ह्या वर्षी म्हणजे आपला शककाल सुरू झाला त्या वर्षी एक धूमकेतु दिसत होता. इ० स० ६३२ मध्ये म्हणजे मुसलमानांचा पैगंबर महंमद हा स्वर्गास गेला त्यावर्षी एक धूमकेतु दिसत होता. इ० स० १००० ह्या वर्षी पृथ्वीचा लय होणार असे युरोप खंडांतील लोकांस पूर्वीपासून भय पडले होते. आणि त्याच वर्षी एक धूमकेतु दिसू लागला व एक मोठा उल्कापात झाला. मग काय विचारतां ! जगाचा अंत खचित होणार असे सर्वास वाटले. परंतु सुदैवाने जग त्यांतून निभावले ! इ० स० १०६६ चा धूमकेतु विल्यम राजास अनुकूल होता; परंतु इंग्लंडास प्रतिकूल होता. कान्स्टांटिनोपल येथील रोमन बादशाही मुसलमानांनी बुडविली त्या सुमारास इसवी सन १४५५ मध्ये हॅलेचा धूमकेतु दिसत होता. ते दुश्चिन्ह पाहून धूमकेतूपासून आणि मुसलमानांपासून संरक्षण व्हावे म्हणून पोप महाराजांनी जिकडे तिकडे देवळांतून प्रार्थना सुरू करविल्या. हॅलेचा धूमकेतु पुष्कळ वेळां लोकांच्या भयास कारण झाला आहे. कधी तो वांक्रड्या तरवारीसारखा दिसे, कधी सरळ तरवारी-सारखा दिसे, इ० स० १५२८ मध्ये एक धूमकेतु दिसत होता. त्याचे असे वर्णन आढळते:—“ हा धूमकेतु फारच भयंकर होता. लोकांस त्याची इतकी भीति वाटली कीं कांहीं त्या भीतीने एरव्हींच मेले. कांहींना भयामुळे दुखणी येऊन ते मेले. तो फार लांब व रक्तासारखा लाल होता. त्याच्या अग्रभागी वांकडा हात होता व त्यांत तरवार होती. तिचा जणू काय आतां प्रहार करितो आहे अशी त्याने ती धरिली होती. तरवारीच्या टोंकाशी तीन तारा होत्या. आणि दोन्ही बाजूस कित्येक

कुऱ्हाडी, सुऱ्या, आणल तरवारी रक्तानें ढरलेल्या होत्या. त्यांतच ढाणसांचीं कांहीं ढयंकर ढुंडकीं होती, त्यांवर राठ केस दलसत होते. ” केतूच्या नलरनलराळ्या अवयवांवर तरवारी इत्यादिकांची कल्पढा लोकांनीं केली हें सांगण्यास नकोच. इसवी सन १६६ॡ आणल १६६६ ह्या वर्षींच्या धूमकेतूंनीं इंग्लंडांत फारच प्रळय उडवलला. लंडनांत इ० स० १६६५ ढध्ये रोगाची ढयंकर सांथ आली, आणल १६६६ या वर्षीं ढोठा अग्नलप्रलय झाला. धूमकेतूंचे हे परिणाम होत, असें त्या वेळीं सामान्य लोकांसच वाटलें असें नाही, तर जाणत्यांसही वाटलें.

इ० स० १६ॢ० व १६ॢ२ च्या धूमकेतूंसंबंधीं वलचार करून धूमकेतु हे जगाचा प्रलय करण्याकरितां वाटेल तेव्हां येणारे नसून इतर आकाशस्थ ज्योतींप्रढाणेंच नलयढवद्ध आहेत असें जरी न्यूटन आणल हल्ले यांनीं सलद्ध केलें तरी त्यांनीं कोणत्या ना कोणत्या तरी रीतीनें जगास ढलववावें असा कांहीं गुण त्यांच्या अंगीं आहे कीं काय नकळे. इ० स० १६ॢ० पूर्वीं त्यांच्या गतलस्थलतीवलप्रथीं कांहीं ढाहलती नव्हती ढ्हणून ढनुण्यांस ढय वाटत असे. त्याच्यापुढें उलट स्थलतल झाली. त्यांचें गणलत करलतां येऊं लागलें ढ्हणून ते ढयप्रद झाले अशीं दोन उदाहरणें घडलीं, व तींही ह्या सुधारणाकाळांतल्या १ॢ व्या व १९ व्या शतकांत ज्ञानसंपन्न लोकांत घडलीं, हें ढोठें आश्चर्य. तारीख २० ढे १७७३ रोजीं एका धूमकेतूशीं पृथ्वीचें युद्ध होणार असें नामांकलत गणलती लालांडी यानें वरतवल्लें होतें. पण त्या युद्धांत पृथ्वीचा लय खचित होणार आहे, अशी अफवा फ्रान्स देशांत पसरली. इ० स० १ॢ७२ ढध्ये सुद्धां असाच चढत्कार झाला.

इ. स० १७ॡॡ चे आरंढीं अढेरलकेंत एक धूमकेतु पहांटेस दलसू लागला. त्याचा उल्लेख वर आला आहे. १॥-२ ढहलन्यांत त्याचें पुच्छ दुढंगलें. त्यानंतर एक आठवडाढर आढाळ पूर्ण अढ्राच्छादलत होतें. आकाश स्वच्छ झाल्यावर ढूळच्या धूमकेतूच्या जार्गी सहा पुच्छें असलेला वलस्ढयकारक धूमकेतु दलसू लागला. प्रत्येक पुच्छ आकाशांत ३० अंशांपर्यंत पसरलेलें हातें. ढात्र त्याचें डोकें पूर्वक्षलतलजाच्या खाली असल्याढुळें

तो समग्र दिसत नव्हता. पण एकंदरीत हा देखावा भीतिजनक पण दर्शनीय होता.

इ० स० १८४३ चा धूमकेतु सूर्याच्या फारच जवळ गेला होता. तितका जवळ दुसरा कोणताच धूमकेतु आजपर्यंत गेला नाही. त्याची कक्षा अंमळ बदलली असती तर सूर्यावर आपटता. बंडाच्या सालीं इ० स० १८५७।५८ मध्ये एक मोठा धूमकेतु दिसत होता असें सांगतात. तो पुन्हां २००० वर्षांनीं दिसेल.

इ० स० १८२६ मध्ये बीला नामक ज्योतिष्यास एक केतु दिसला. त्याचा काल ६ वर्षे २२६ दिवस होता. इ० स० १८४६ च्या जानेवारीत एकाएकी त्याचे दोन तुकडे होऊन दोन केतु बनले. सन १८५२ मध्ये दोन्ही पुन्हां दिसले; परंतु त्यापुढें ते आजपर्यंत मुळींच दिसले नाहीत. त्यांच्या शेष राहिलेल्या द्रव्यापासून ता० २७ नोव्हेंबरची उल्कावृष्टि इ० स० १८७२ पासून सुरू झाली असें दिसतें. हीच देवयानी-पुंजाकडून येते.

उल्कांचा धूमकेतूशीं संबंध—नियमित काळीं उल्कावृष्टि होते, तिचा अशानिसमूह धूमकेतूच्या कक्षेत फिरत असतो असें आतां सिद्ध झालें आहे. ही गोष्ट प्रथम इ० सन १८६६ मध्ये समजली. १८६६ च्या जानेवारीत एक केतु सूर्याजवळ आला होता; त्यास टेंपलचा केतु म्हणतात. त्याचा प्रदाक्षिणाकाल सुमारे ३३ वर्षे आहे. त्याच्या कक्षेचें नीचस्थल पृथ्वीच्या कक्षेच्या अगदीं जवळ आहे. उच्चस्थल प्रजापतीच्या कक्षेच्या किंचित् बाहेर आहे. ह्याच कक्षेतून नवंबरच्या १३ व्या तारखेस होणाऱ्या सिंहोल्कावृष्टीचा अशानिसमूह फिरतो. ही कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेस एके ठिकाणीं छेदिते. त्या छेदनबिंदूजवळ पृथ्वी हल्लीं नवंबरच्या १३ व्या तारखेच्या सुमारास येते. हा अशानिसमूह कक्षेच्या सर्व भागीं पसरलेला नाही; सुमारे १५ व्या भागीं मात्र पसरलेला आहे. यामुळें तो समूह छेदनबिंदूजवळ येतो तेव्हां मात्र म्हणजे ३३ वर्षांत लगत दोन तीन वर्षे उल्कावृष्टि होते. सदरहू कक्षाछेदनबिंदु सुमारे ७० वर्षांत एक अंश पुढें जातो. यामुळें तितक्या वर्षांत वृष्टि एक दिवस पुढें जाते. ह्या नियतकालिक वृष्टी-

विषयीं मागील लेख सुमारे १४०० वर्षांचे आढळतात. टॅपलचा धूमकेतु प्रजापतीच्या आकर्षणाने इ० सन १२६ मध्ये सूर्यमालेत आला व पुढे लवकरच ही वृष्टि सुरू झाली असावी, असे अनुमान आहे. आँगष्टच्या उल्कावृष्टीचा अशानिसमूह सन १८६२ च्या एका केतूच्या कक्षेत फिरतो. त्याचा प्रदक्षिणाकाल सुमारे १२५ वर्षे आहे. हा अशानिसमूह कक्षेच्या बहुतेक भागीं पसरलेला आहे. यामुळे ही वृष्टि बहुधा दरसाल होते. ह्या उल्का यथातिपुंजाकडून येतात. हा अशानिसमूह आमच्या सूर्यमालेत निदान ३५ हजार वर्षे आहे. नवंबरच्या २७ व्या तारखेस होणाऱ्या वृष्टीचा अशानिसमूह बीलाच्या धूमकेतूच्या कक्षेत फिरतो. त्याचा प्रदक्षिणाकाल ६ वर्षे २२६ दिवस आहे. ही वृष्टि नवीन सुरू झाली. ही ज्योतिःशास्त्राच्या इतिहासांत एक अतिशय महत्त्वाची गोष्ट आहे. उल्कावृष्टि व धूमकेतु यांचा निकट संबंध आहे ही गोष्ट तिजवरून निर्विवाद ठरली. प्राचीन कालापासून अशा नियतकालिक उल्कावृष्टि करणारे अशानिसमूह अनेक असावे; उल्कावृष्टि होऊन त्यांतले अशानि नाहीसे होत होत आले असावे; कांहीं शेष राहिले ते रोज रात्री आपल्यास उल्कारूपाने दिसतात; त्यांशी संबंध असणारे धूमकेतुही बीलाच्या केतू-प्रमाणे नाहीसे झाले असावे.

धूमकेतूची शारीर घटना:—धूमकेतूमध्ये एकूण द्रव्य किती असते या विषयीं नक्की माहिती नाही. बीलाचा धूमकेतु पृथ्वीचे जवळून गेला तरी पृथ्वीचे कक्षेवर एक विकलेचा सुद्धां फरक झाला नाही. पृथ्वीच्या द्रव्याच्या एक लक्षांश इतके जरी द्रव्य त्याजवर असते तर तिच्या हालचालीवर थोडा तरी परिणाम झाला असता. १८८९ चा धूमकेतु गुरुच्या चंद्रांमधून गेला तरी त्यामुळे गुरुच्या कोणत्याही चंद्राच्या गतीवर परिणाम झाला नाही. सामान्यपणे असे म्हणण्यास हरकत नाही की पृथ्वीच्या द्रव्याच्या एक दशलक्षांश इतका द्रव्यसंघ मोठ्या धूमकेतूमध्ये जास्तीत जास्त असावा. त्याचा द्रव्यसंघ अगदी थोडा आणि विस्तार तर फार अवाढव्य, यावरून त्याच्या पुच्छांतील द्रव्य अत्यंत विरल स्थितीत असले पाहिजे. ६।७ लक्ष मैल इतका व्यास असलेल्या

त्याच्या पुच्छांतून पलीकडील तारे चांगले दिसतात; यावरून पुच्छांतील द्रव्याच्या बैरल्याची कल्पना येईल. आगकाडीच्या एका पेटांतील हवा धूमकेतूच्या पुच्छांत सोडली तर ती शेंकडो मैल पसरेल. इतकें विरल द्रव्य गुरुत्वाकर्षण कसें दाखविणार ? तीच गोष्ट त्याच्या डोक्याची. त्यांतूनही तारे स्पष्ट दिसतात. त्याच्या अग्रभागांतील तारकेंतल्या द्रव्याला मात्र थोडी घनता आहे.

धूमकेतूचे वर्णलेख साधारणपणे परावर्तित सूर्यप्रकाशाच्या वर्णलेखांसारखेच असतात व त्यांत सूर्याच्या वर्णलेखांत नेहमी आढळणाऱ्या विशेष गोष्टी दिसून येतात. ज्या छोट्या रजःकर्णांनी व वायुस्थितींतील द्रव्यानें धूमकेतु बनलेले असतात त्यांमधून सूर्यप्रकाशाचें जें परावर्तन होतें त्यामुळें ते थोडे फार प्रकाशमान दिसत असावेत. त्यांच्या वर्णलेखांत आढळणारी दुसरी गोष्ट म्हणजे मुख्यतः कर्बूच्या (कार्बनच्या) संयुगांनीं झालेले कांहीं प्रकाशमान पट्टेही त्यांत आढळतात. त्यामुळें ते कांहींसे स्वयंप्रकाशित असले पाहिजेत असें सूचित होतें. म्हणजे त्यांच्या वर्णलेखांत एकसारख्या पसरलेल्या मंदप्रभ अशा पार्श्वभूमीवर कांहीं प्रकाशमान पट्टे आढळतात. हे तेजस्वी वर्णांचे पट्टे बन्सेन बर्नरच्या निळ्या ज्योतीनें उमटविलेल्या तेजस्वी वर्णपट्ट्यांसारखेच असतात. ह्यावरून असें दिसतें कीं धूमकेतूंमध्ये वाय्वावस्थेमध्ये सिनोजेन सारखीं कर्बूचीं संयुगें असतात. कांहीं वर्णलेखांत सोडियम, मॅग्नेशियम व लोह यांचेही वास्तव्य दर्णविणाऱ्या तेजस्वी रेषा दिसतात. तेजस्वी वर्णांच्या रेषा स्वयंप्रकाश द्रव्यामुळें दिसतात व मंदप्रभ पार्श्वभाग हा धूमकेतूंनीं परावर्तित केलेला सूर्यप्रकाश होय. मात्र तेजस्वी वर्णरेषा उमटविणारे सर्वच परमाणु एकाच वेळीं प्रकाश देत नाहींत. कोणत्या वेळीं कोणचा परमाणु प्रकाशरेषा उमटवील हें त्या परमाणूचें उष्णतामान व त्यावरील दाब यांजवर अवलंबून असतें. सूर्यप्रकाशाचा परमाणूवर पडणारा दाब व त्यामुळें उत्पन्न होणारें उष्णतामान ह्या गोष्टी त्या धूमकेतूचे अंतरावर अवलंबून असतात. प्रकाश देणारे परमाणू व प्रकाशाचा रंग हीं सूर्यापासूनचें धूमकेतूचें अंतर जसजसें बदलत जाईल तसतशीं बदल-

तात. उदाहरणार्थ धूमकेतु शुक्राहतक्या अंतरावर असतांना सोडियम (सामुद्र) वायूच्या प्रकाशमान रेषा दिसू लागतात.

सर्व धूमकेतूंचा सामर्थ्याने विचार करतां धूमकेतूंच्या पुच्छांमध्ये हायड्रोकार्बन, विद्युत्नें भारलेला कार्बन मोनोक्साईड, सिनोजेन, सोडियम व लोह यांचें अस्तित्व दिसून येतें. त्यांचे डोक्यांमध्येही सिनोजेन, सोडियम, लोह व हायड्रोकार्बन यांचें अस्तित्व आढळून येतें. सामान्यपणें पाहतां धूमकेतूंच्या पुच्छांतील व डोक्यांतील द्रव्य बहुतेक वायुस्थितीत असतें. क्वचित् मधून मधून वरीलपैकी कांहीं द्रव्यांचे सूक्ष्म रजःकण आढळतात. जों जों डोक्याच्या अग्रांतील तारकेच्या भागाकडे जावें तों तों त्या वाजूकडील भागांत घनस्थितीत द्रव्यकण व लहान लहान उल्कापाषाण आढळतात. साधारणपणें असें म्हणतां येईल कीं धूमकेतूंचें डोकें म्हणजे त्याची मुख्य तारका वनण्यासाठींच दाटीवाटीनें एके ठिकाणीं आलेला, वायुमय द्रव्यानें घेरलेला असा अशनींच्या घनकणांचा एक संघच होय. हा पुच्छाकडे जास्त प्रमाणांत वायुरूप होत जातो.

धूमकेतूंच्या डोक्याच्या अग्रांतली तारका ही मात्र घनद्रव्यानें वनलेली असते; परंतु हें घनद्रव्य एकसंचपणें एकत्रित आलेलें नसून विस्कळित स्थितीत असतें. तेथें ज्याला मोठा आकार प्राप्त झाला आहे व ज्याचा व्यास १०००।१२०० फूट आहे इतका घनस्थितीतील पदार्थ नाहीं.

धूमकेतु जों जों सूर्याजवळ येतात तों तों त्यांच्या डोक्यांतील उल्कापाषाण व इतर द्रव्य तापतें व त्यांतून वायूचे परमाणु बाहेर येतात व ते पुच्छाकडील भागांत प्रसृत होतात, तसतसें पुच्छ वाढत जातें. तसेंच सूर्यसन्निध्यामुळे त्यांच्या अग्रभागांतील तारकेचा सूर्याकडील भागही उष्ण होतो व तेथील अशानियुक्त द्रव्यही संलग्नस्थितीत राहूं शकत नाहीं. तें वायुरूप होऊन शिखेकडे जातें व तेथून पुच्छाकडे जातें. अशा रीतीनें धूमकेतूंतील द्रव्य कालेंकरून नष्ट होत जातें व ते आकारानें लहान होत जातात. हॅलेच्या धूमकेतूंचीं पूर्वीचीं वर्णनें पाहतां तो हल्लीं आकारानें कमी कमी होत आहे असें दिसून येतें. कधीं कधीं मोठ्या धूमकेतूंचे उपधूमकेतु बनतात. त्यांची सुद्धां गत वरील प्रमाणेंच होते. अखेरीस बऱ्याच

कालानें विदीर्ण झाल्यावर हे धूमकेतु आपल्या मूळच्या धूमकेतुस्वरूपांत कसे राहूं शकणार ? पण इतक्या गोष्टी घडून येण्यास फारच मोठा कालावधि लागतो.

आपली पृथ्वी व धूमकेतु हीं एकमेकांवर आपटलीं तर काय होईल याबद्दल पुष्कळ लोकांचे मनांत भीति निर्माण होत असते. पृथ्वी धूमकेतूच्या अफाट पुच्छांतून गेली (आणि अशी गोष्ट १७७०, १८६१ व १९१० मध्ये जवळ जवळ झाली होती) तर आगगाडी धुक्यांतून जातांना अगर मोठ्या पावसांतून जातांना तिजवर जितका परिणाम होईल तितकाच परिणाम पृथ्वीवर व तिचे गतीवर होईल. कदाचित् रात्रीं आकाशांत प्रकाश जरा जास्त आहे असे वाटे. यापेक्षां निराळें असे कांहींही होणार नाही. पुच्छांत कांहीं विपारी वायु असतात पण ते सुद्धां अत्यंत विरल स्वरूपांत असल्यामुळें त्यांचाही परिणाम कांहीं घडून येणार नाही. धूमकेतूच्या डोक्याची व पृथ्वीची टक्कर झाली तर थोडी मोठी उल्कावृष्टि होईल. अगदीं अग्रांतील तारकेशींच जर टक्कर झाली तर कांहीं प्रमाणांत अशनिपात होईल. यापेक्षां मोठा अनर्थ घडून येणार नाही. तारकेशीं पृथ्वीची टक्कर होण्याचा प्रसंग लाखों वर्षांनीं एकादाच येईल. फार फार प्राचीन काळीं जेव्हां पृथ्वीचें घनकवच कठीण झालेलें नव्हतें तेव्हां एकदां तिची एका धूमकेतूतील तारकेशीं टक्कर झाली असावी असा तर्क आहे. त्यावेळीं मोठा अशनिपात होऊन चंद्रावरील ज्वालामुखीसारखें दिसणारें एरिझोना येथील ज्वालामुख बनलें असावें. (चित्रांक ५ पहा).

धूमकेतु कसे निर्माण झाले असावेत याबद्दल पुष्कळ कल्पना बसविल्या आहेत. त्यांपैकी दोहोंचा उल्लेख वर आलाच आहे. तरी पण धूमकेतु केव्हां, कसे व कोठें निर्माण झाले ह्याबद्दल आपणांस अद्यापि बरोबर रीतीनें ज्ञान झालेलें नाही. असेच म्हणणें प्रामाणिकपणाचें होईल.

(४) कांतितेज

आकाश स्वच्छ असतां सूर्य मावळल्यावर पश्चिमेस आणि सूर्योदया-

पूर्वी पूर्वेस अस्पष्ट तेजाचा लोट दिसतो, तो सूर्याच्या दोन्ही बाजूंस क्रांतिवृत्तांत पसरलेला असतो, त्यास क्रांतितेज म्हणतात. तें कधी कधी अर्ध्या आकाशापर्यंत पसरलेलें दिसतें. तें सूर्याजवळील क्षितिजाचे भागांत अधिक तेजस्वी असतें आणि वरचे भागांत क्षीणप्रभ होत जातें, त्याचें स्वरूप अजून समजलें नाहीं. पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यामध्ये पृथ्वीच्या कक्षेच्या किंचित् बाहेरपर्यंत अगण्य अशनीनी व अशनिकणांनी युक्त असें बरेचसें द्रव्य विखुरलेलें असावें आणि त्याजवर सूर्याचा प्रकाश पडून तो परावर्तन पावल्यामुळें हें तेज उत्पन्न होत असावें, ज्या कारणांमुळें हें तेज उत्पन्न होतें त्यामुळेंच बहुधा बुधाच्या उच्च गर्तीत फरक पडत असेल.



प्रकरण १६ वें

गुरु

गुरुइतका तेजस्वी शुक्रावांचून दुसरा ग्रह नाही. जेव्हां तो पृथ्वीच्या अगदी जवळ असतो तेव्हां तर त्याचें दृश्य तेज व्याधाच्या दुप्पट असतें. अस्तोदयांच्या वेळीं मात्र तो बारीक दिसतो. तो सहज ओळखितां यावा म्हणून त्याची पुढील दोन वर्षांची स्थिति खालीं दिली आहे:--

- १५ जून १९४८ पूर्व षड्भांतर.
- १३ सप्टेंबर १९४८ पूर्व त्रिभांतर.
- १ डिसेंबर १९४८ मंगळार्शी युति.
- ३ " " पूर्वाषाढार्शी युति.
- १८ " " अस्त पश्चिमेस.
- १५ जानेवारी १९४९ उदय पूर्वेस.
- २१ एप्रिल १९४९ पश्चिम त्रिभांतर.
- २० मे १९४९ वक्री.
- २० जुलै १९४९ पश्चिम षड्भांतर.
- १९ सप्टेंबर १९४९ मार्गी.
- १७ अक्टोबर १९४९ पश्चिम त्रिभांतर.
- २६ " " शुक्रार्शी युति.
- ८ डिसेंबर १९४९ शुक्रार्शी युति.
- १९ जानेवारी १९५० अस्त पश्चिमेस.
- १८ फेब्रुवारी १९५० उदय पूर्वेस.

गुरुची अमाप्रदक्षिणा ३९९ दिवसांत होते. म्हणून त्याचें षड्भांतर, त्रिभांतर, वक्रत्व, मार्गित्व, अस्त, उदय ह्यांच्या एकदांच्या वेळेंत १ सौर वर्ष व ३४ दिवस मिळविले म्हणजे त्या त्या गोष्टीचा पुढला वेळ निघतो.

गुरु आपणांस डोळ्यांनी लहानसा एक बिंदु दिसतो. परंतु तो एवढा मोठा आहे की आपल्या पृथ्वी एवढाले १३०० गोल एकत्र करावे तेव्हां गुरुएवढा एक गोल होईल. त्याचें द्रव्य पृथ्वीच्या सुमारे ३१८ पट आहे. अर्थात् पृथ्वीच्या ३१८ पट त्याचें वजन आहे. तो इतका मोठा आहे की त्याच्या द्रव्यांतून सूर्यमालेंतल्या बाकीच्या प्रत्येक ग्रहा-एवढाले दोन दोन ग्रह घडविले तरी कांहीं द्रव्य शिल्लक राहून त्याची आणखी कांहीं भुवनें निर्माण करितां येतील. त्यास गुरु हें नांव आमच्या लोकांनी दिलें आहे तें यासंबंधें अगदी अन्वर्थ आहे. त्याचे घटककण पृथ्वीच्याहून विरल आहेत. त्याची घनता सरासरीनें पृथ्वीच्या चतुर्थांश आहे. परंतु त्यावरून गुरुचें सर्वच द्रव्य इतकें पातळ असेल असें नाहीं. गुरु इतका मोठा आहे, तेव्हां तो मंद असेल असें मनांत येतें. परंतु तसें नाहीं. सूर्याभोंवतीं फिरत असतां तो एका सेकंदांत ८ मैल चालतो. आणि त्याची अक्षभ्रमणगतिही अशीच विलक्षण आहे. पृथ्वीच्या तुलनेनें पाहिली तर ती फारच विलक्षण आहे. पृथ्वीच्या विषुववृत्तावरील प्रत्येक बिंदु एका सेकंदांत जितका चालतो त्याच्या २७ पट म्हणजे सुमारे ८ मैल, गुरुवरील बिंदु चालतो. आपल्या पृथ्वीच्या दोन अक्षप्रदाक्षिणा होतात तों गुरुच्या ५ होतात. यामुळे गुरुवरील दिवस आपले ९ तास ५०।५५ मिनिटें एवढाच काय तो आहे. परंतु त्याचें वर्ष फार मोठें आहे. आपली बारा वर्षे होतात तेव्हां त्याचें एक वर्ष होतें. आपलें वर्ष होतें तेव्हां कोठें त्याचा एक सौरमाहिना होतो. सूर्यापासून पृथ्वीच्या पांचपट अंतरावर गुरु आहे. कधी तो सूर्यापासून ४६ कोटि मैलांवर असतो, कधी ५० कोटि मैलांवर असतो. ह्याचा विषुववृत्तावरील व्यास ८८,७०० मैल म्हणजे पृथ्वीच्या व्यासापेक्षां ११ पट मोठा आहे व दक्षिणोत्तर व्यास यापेक्षां सुमारे ५९०० मैल कमी आहे. यामुळे ह्याचा आकार धुवांकडे किंचित् चापट आहे.

सामान्य दुर्बिणींतूनही गुरु आपल्या चंद्राएवढा मोठा व वर्णानें किंचित सोनेरी व जांभळसर पण साधारणपणें पांढरा चकचकीत असा दिसतो. त्याच्या चकचकीत विंवावर कांहीं कृष्णवर्णाचे व कांहीं

फिकट तेजोहीन पट्टे परस्पराना जवळ जवळ समांतर असे दिसतात. या पट्ट्यांमधील कांहीं खुणांवरून गुरुचा अक्षभ्रमणकाल काढतां आला. गुरुचें ब्रिज कडेच्या बाजूंना चपटें दिसतें. ह्यावरून त्याचें आपल्या स्वतःचे भौवतीं परिवलन अत्यंत जलद गतीनें होतें व तें लहान आंसा-भौवतीं होतें असें दिसून येतें. मात्र हा अक्षभ्रमणाचा काल एकाद्या घनगोलाप्रमाणें सर्व गोलावर एकसारखा नाहीं. त्याच्या विषुववृत्ताकडील भाग जितका जलद फिरतो त्यापेक्षां ध्रुवांकडील भाग कमी वेगानें फिरतो. ह्या गोष्टींत त्याचें सूर्याशीं साम्य आहे. मात्र सूर्याच्या अक्ष-भ्रमणाचा काल विषुवाकडील भागापासून ध्रुवांकडे क्रमानें वाढत जातो तर गुरुवर हा नियम तंतोतंत आढळून येत नाहीं. त्याच्या एका कटि-बंधावरील अक्षभ्रमणगति त्याच्यावरच्या भागापेक्षां कमीही असू शकते.

गुरुवर विषुववृत्ताशीं समांतर असे कांहीं पट्टे दिसतात. विषुववृत्ता-वरच एक चकचकीत पट्टा दिसतो. त्याचा रंग बहुतकरून मोत्यासारखा दिसतो. ह्याच्या उत्तरदक्षिणभागीं दोन तेजोहीन पट्टे दिसतात. त्यांचा रंग तांबूस दिसतो. कधीं त्यांत जांभळ्या रंगाची झांक मारते. याप्रमाणें ध्रुवांपर्यंत क्रमानें चकचकीत तेजोहीन पट्टे दिसतात. (चित्रांक १२ पहा) चकचकीत पट्टे विषुववृत्तापार्शीं पिवळसर पांढरे दिसतात; व उत्तरोत्तर काळसर होत जातात. तेजोहीन पट्टे तांबूस दिसतात. ध्रुवांजवळचे प्रदेश बहुधा किंचित् निळे दिसतात. ह्या पट्ट्यांत ढगांसारख्या व फारच चित्रविचित्र अशा असंख्य आकृति दिसतात, व त्यांचे थर झालेले दिसतात. ह्या आकृति दक्षिणोत्तर बदलतात. यामुळें गुरुचा पृष्ठभाग सतत सारखा असा दोन दिवसदेखील दिसत नाहीं. त्या आकृति विषुव-वृत्ताच्या दोन बाजूंस विशेष स्पष्ट दिसतात. म्हणून लहान दुर्बिणींतून त्या पट्ट्यासारख्या दिग्भ्रमतात. त्या पट्ट्याच्या कडांचा आणि गुरुवरच्या कांहीं भागांचा रंग वारंवार बदलतो. एकंदरींत गुरुवरील पट्ट्यांतील रंग अतिशय उज्वल व शोभायमान दिसतात. कधीं हे फारच स्पष्ट असतात. जरी तांबडा, बदामी व नारिंगी रंग जास्त प्रभावी दिसतात तरी हिरवट-सर व निळे रंग सुद्धां आढळतात.

पट्ट्यांच्या बाजूकडे गुरूचें विंब किंचित् दीर्घवर्तुळाकार दिसतें. वर सांगितल्याप्रमाणें गुरूची अक्षप्रदक्षिणा अति वेगानें होत असल्यामुळें विंबाचा हा भाग दीर्घवर्तुळाकार झालेला असावा. ह्या पट्ट्यांच्या पातळीशीं गुरूच्या परिवलनाचा आंस काटकोन करीत असल्यामुळें गुरूच्या विषुववृत्ताशीं समांतर मार्गांनीं वाहात जाणाऱ्या वातावरणांतील वाऱ्यांच्या प्रवाहांमुळेंच हे पट्टे बनले असले पाहिजेत. ते पाहिले म्हणजे पृथ्वीच्या हवाई नकाशांतील व्यापारी वाऱ्यांच्या पट्ट्यांची आठवण होते.

स्टॅन्ले विलियम्स यानें गुरूच्या पृष्ठभागाच्या वर असलेल्या द्रव्यांत ज्यांचे आकार निश्चित करता येतात असे ११ प्रवाह आहेत असें सिद्ध केलें आहे. ह्या प्रवाहांच्या हालचालींत तात्पुरते फरक जरी आढळतात तरी त्यांचें स्वरूप एकंदरीत चिरस्थायी असतें. ह्यांपैकी महत्त्वाचा प्रवाह म्हणजे विषुववृत्ताकडील मोठा प्रवाह होय. याची रुंदी १० ते १५ हजार मैल आहे. गुरूच्या उत्तर व दक्षिण गोलार्धांत या प्रवाहाची विभागणी भिन्न प्रमाणांत आहे. याच्या भ्रमणाचा काल ९ तास ५० मिनिटांचा आहे. जरी निरनिराळे सर्व प्रवाह साधारणपणें कायम स्वरूपाचे आहेत तरी त्यांचीं स्थाने व भ्रमणाच्या गतीचें प्रमाण हीं सालोसाल बदलत असतात. या प्रवाहांच्या व त्यांच्याशीं संबद्ध असलेल्या खुणांच्या किंवा डागांच्या हालचाली बहुधा विषुववृत्ताशीं समांतर असतात. गुरूवरील प्रवाहांत दिसून येणाऱ्या ह्या खुणांपैकी बहुतेक खुणा किंवा डाग थोडाच काल टिकतात व त्यांचे आकारही बदलत असतात. हे डाग गुरूवरील वातावरणांतील विशिष्ट प्रकारच्या घटनाच होत यांत शंका नाही. त्यांच्या आकारावरून हे डाग म्हणजे गुरूच्या वातावरणांत तरंगत असलेल्या घनीभूत वाफेनें बनलेले ढगच असावेत असें अनुमान काढलें आहे.

ह्या डागांपैकी थोडे डाग जास्त टिकाऊ स्वरूपाचे असतात. त्यांत सर्वांत जास्त लक्षांत येणारा डाग म्हणजे ज्याला तांबडा डाग म्हणतात तो होय. हा पहिल्यानें इ. स. १८७८ मध्ये आढळला व तेव्हांपासून

तो आजपर्यंत दिसत आहे. हा जास्त स्पष्ट दिसतो तेव्हां तो तापलेल्या विटेसारखा वाटतो. कधी कधी त्याचा हा रंग लुप्तप्राय होऊन तो आयासाने पहावा लागतो. ह्याचा आकार अंडाकृति असून त्याची लांबी अजमासै ३०,००० मैल व रुंदी ७००० मैल असते. ह्याचा मोठा आंस गुरुच्या विषुववृत्ताशी समांतर असतो. कधी कधी त्याचा आकार बदलतो तेव्हां तो थोडा गोलाकृति दिसतो. ह्याच्या अक्षभ्रमणकालांत बदल झालेले आढळतात. त्यावरून गुरुच्या घनपृष्ठाशी त्याचा कांहींही संबंध नसावा असें वाटते. लक्षांत ठेवण्याजोगा दुसरा डाग गुरुच्या दक्षिण उष्णकटिबंधांत दिसतो. तो कृष्णवर्ण असून त्याची लांबी ४५,००० मैल आहे, व तो तांबड्या डागाच्या बरोबर दक्षिणेकडील पट्ट्यांत पसरलेला आहे. हा १९०१ मध्ये पहिल्याने दिसला. ह्याचे अक्षभ्रमण तांबड्या डागापेक्षा जास्त जलद होतें. जेव्हां ही कृष्णाकृति आपल्या भ्रमणांत तांबड्याला गांठते तेव्हां तर तिची गति तुलनेनें जास्तच भासते आणि तांबड्याला मागे टाकतेसमयीं जणू काय ती त्याला आपल्याबरोबर हजारों मैल ओढीतच नेत आहे असा भास होतो. मागाहून मात्र तांबड्याला आपली पूर्वीची स्थिति क्रमाक्रमानें प्राप्त होते.

गुरुच्या शारीरस्थितीचे पृथ्वीशीं मुळांच साम्य नाही; कांहीं अंशीं सूर्याशीं त्याचे साम्य दिसते. त्याचे तेज बिंबाच्या कडेच्या भागाकडे कमी कमी होत जाते व ते मध्यभागावरील तेजाच्या आठवा हिस्सा असते. यावरून गुरुवर वातावरण आहे व त्यांत प्रकाश शोषला जातो हें सिद्ध होतें. गुरुचे अक्षपरिवलन एकाद्या घनगोलाप्रमाणें एकसारख्या प्रमाणांत सर्वभागीं होत नाही; विषुवाकडे जलद होतें व ध्रुवांकडे त्याची गति कमी कमी होत जाते; पण ह्यांतमुद्धां प्रमाण सारखें नाही असा उल्लेख वर आलाच आहे. त्यावरून गुरुवरील थर घनस्थितीत नसून वायुरूप अथवा कदाचित् द्रवरूप स्थितीत असले पाहिजेत ही गोष्ट स्पष्टपणें पटते. त्याच्या पृष्ठावर अनेक उलाढाली झपाट्यानें चालतात. तेथील वारे ताशीं सुमारे २०० मैल या वेगानें वाहतात.

गुरुवरील पट्टे आणि कधी कधी, दिसणाऱ्या खुणा ह्यांचे आकार आणि

रंग वारंवार बदलतात. त्याच्या गोलाच्या वरच्या कांहीं भागांतून पलीकडे असणारे त्याचे उपग्रह दिसतात असें एकदोन वेळां अनुभवास आले आहे. यावरून असें दिसते, कीं गुरुचा गोल आपणांस दिसतो तो त्याचा वास्तविक गोल नव्हे; दृश्यगोलांत वरच्या भागां वायुरूप झालेलीं अशीं द्रव्ये अगदीं विरल पसरलेलीं आहेत, व त्यांच्या खालीं बरेच विस्तृत दाट वातावरण आहे; त्यांत घनस्थितीत वाफ अथवा ढग आहेत.

गुरुवरील उष्णतामान सामान्यपणें— 180° सेंटिग्रेड (म्हणजे -278° फ्यारेन हाईट) आहे. इतक्या कमी उष्णतामानांत वायूंचें द्रवीभवन सहज होऊं शकतें. हल्लींचें मत असें आहे कीं गुरुचा अंतर्भाग घन खडकानें बनलेला आहे व त्याच्याभोंवतीं बर्फाचे अत्यंत दाट थर आहेत आणि त्यांजवर द्रवीभूत होण्याच्या स्थितीत असलेलें अत्यंत दाट वातावरण पसरलेलें आहे. या वातावरणांत मिथेन व अमोनिया यांसारखे वायु आहेत हें वर्णलेखांवरून सिद्ध झालें आहे. या दोन वायूंच्या अस्तित्वावरून गुरुच्या वातावरणांत हायड्रोजन (उज्ज) विपुलतेनें असला पाहिजे हें सिद्ध होतें. हायड्रोजन इतका पुष्कळ असतो कीं तो गुरुवर असलेला सर्व कार्बन (कर्व) व नायट्रोजन (नत्र) यांच्याशीं संयुक्त होतो. याशिवाय गुरुवरील सर्व प्राण्यवायूशींही (ऑक्सिजनशीं) तो संयुक्त होऊन त्यांचें पाण्यांत रूपांतर झालें असलें पाहिजे. मात्र गुरुवरील सर्व पाणी गोठून जाऊन तें वातावरणाच्या तळाशीं बसलें असलें पाहिजे आणि त्यामुळे तें दिसत नाहीं. गुरुच्या वातावरणाचा मोठा भाग कोणाशींही संयुक्त न झालेल्या हायड्रोजननें (उज्ज) बनला असला पाहिजे, परंतु वर्णलेखानें त्याचें अस्तित्व कळून येत नाहीं. कारण हायड्रोजन जेव्हां थंड होतो तेव्हां तो प्रकाशातील जांभळ्या वर्णाच्या पलीकडील (Ultra-Violet) वर्णच शोषून घेऊं शकतो व त्या रंगाचा प्रकाश पृथ्वीच्या वातावरणांतून खालीं येऊन वर्णलेखक यंत्रावर पडूं शकत नाहीं. विल्ड्टचे मताप्रमाणें बाह्यथराची त्रिज्या जर 100 भाग धरली तर पहिले 18 टक्के बाह्य भागांतच मुख्यतः घनीभूत हायड्रोजन

असतो, त्या खालच्या ३९ टक्के भागांत बर्फाचा थर असतो आणि अगदी खालच्या ४३ टक्के आंतर भागांत धातुमय खडक असतो. अमोनिया व मिथेन ह्या दोन वायूंचे मोठे प्रमाण आणि पृष्ठभागावरील -२८४° फ्यारेनहाईट (म्हणजे -१४०° सेंटिग्रेड) इतके उष्णतामान या दोन गोष्टी ढगांची घटना ठरविण्यास उपयोगी पडतात. २८° अंश फ्यारेनहाईट उष्णतामानांत अमोनियाला उकळी फुटते आणि -१०८° अंशावर तो गोठतो व मिथेनला -२५९° अंशावर उकळी फुटते व -३००° अंशावर तो गोठतो. म्हणून गुरूवर अमोनिया (अमोद) गोठलेल्या स्थितीत असतो व मिथेन वायुरूप अवस्थेत असतो. ज्याप्रमाणे पृथ्वीवरील ढगांत घर्षाचे “ रवक ” (कण) लोंबत असतात त्याप्रमाणे गुरूवरील ढगांत अमोनियाचे अगदी लहान “ रवक ” वातावरणांत लोंबत असले पाहिजेत.

मिथेन व अमोनिया या वायूंचे मोठ्या प्रमाणांत अस्तित्व, वायूच गोठतील इतके कमी उष्णतामान आणि अत्यंत दाट वातावरण यांवरून गुरूवर कोणत्याही स्वरूपांत जीव अस्तित्वांत असणे अशक्य आहे. हे कां अशक्य आहे आणि जीवाच्या अस्तित्वाच्या मर्यादा कोणत्या यासंबंधी विवेचन पुढे केले आहे.

आपल्यास जसा एक चंद्र आहे तसे गुरूला अकरा चंद्र आहेत. त्यांपैकी चारच आकाराने मोठे आहेत; बाकीचे अगदी लहान आहेत. ह्या चार चंद्रांचा शोध ग्यालिलियोने इ. स. १६१० मध्ये लावला. दुर्बिणीने स्वस्थ गोलांचा लावलेला हा पहिला शोध होय. ह्या चोर्होच्या आंत पांचवा उपग्रह आहे. त्याचा शोध इ० स० १८९२ मध्ये लागला. तो १३ व्या प्रतीच्या तारेएवढा आहे. गुरूपासून तो सुमारे १,१२,६०० मैलांवर आहे. गुरूच्या तेजांत लुप्त होऊन तो दिसत नाही, परंतु कधी कधी ६॥ इंद्रांच्या दुर्बिणीतून दिसतो. तो सुमारे ११ तास ५७ मिनिटे इतक्या वेळांत गुरूभोवती फिरतो. बाकीचे सहा चंद्र इतके मंदप्रभ आहेत की ते दुर्बिणीतूनही दिसणे कठीण जाते. त्यांचा शोध अगदी अलीकडे प्रकाशचित्रलेखक यंत्राच्या साहाय्याने फोटो घेऊन लागला. ह्या सहा चंद्रांपैकी तिघांची गुरूपासून अंतरं अजमासाने ७१ ते ७३ लक्ष

मैल आहेत व वाकीच्या तिघांची १४० ते १५० लक्ष मैल आहेत. यांचे व्यास अद्यापि नक्की समजले नाहीत; पण ते १०० मैलांच्या आतच आहेत. ह्या सहा चंद्रांना गुरुभोवती एक प्रदक्षिणा करण्यास २५० पासून ७४५ पर्यंत दिवस लागतात ! या नव्याने सांपडलेल्या सात चंद्रांपर्यी इतर गोष्टींचा शोध पहिल्याने सांपडलेल्या चार चंद्रांप्रमाणे पूर्णपणे अजून लागला नाही. म्हणून या चार चंद्रांचेच मात्र वर्णन पुढे केले आहे.

या चार उपग्रहांचे व्यास २००० मैलांपासून ३२०० मैलांपर्यंत आहेत. त्यांत आकाराने तिसरा उपग्रह सर्वांत मोठा आहे, आणि दुसरा सर्वांत लहान आहे. तरी तो आपल्या चंद्राहून थोडासा मोठाच आहे. पहिला गुरुपासून २,६१,८०० मैल अंतरावर आहे. म्हणजे आपला चंद्र आपणांस जितका दूर आहे त्याहून गुरुचा पहिला चंद्र गुरुपासून दूर आहे. वाकीचे अजमासे ४ लक्ष मैलांपासून ११॥ लक्ष मैल इतक्या अंतरावर आहेत. हे उपग्रह लहानशाही दुर्विणीतून दिसतात. गुरुच्या तेजामुळे ते नुसत्या डोळ्यांनी दिसत नाहीत. आपल्या चंद्राहून मोठे असतां ते आपल्यास दिसण्याची इतकी पंचाईत आहे, हें त्यांच्या अति-दूरत्वामुळे होतें. शिवाय ह्या उपग्रहांचें तेज वारंवार बदलतें.

गुरुवरून पाहणारास गुरुच्या या चारी चंद्रांची अमाप्रदक्षिणा होण्यास जो काळ लागतो तो अतिसूक्ष्मपणे काढिला आहे. पहिला १ दिवस १८ तास २८ मिनिटें इतक्या वेळांत एक प्रदक्षिणा करितो. म्हणजे आपल्या चंद्राची एक अमावास्या होते ती त्याच्या १६ हातात आणि तितके वेळां त्याला आणि सूर्याला ग्रहणे लागतात. वाकीच्या उपग्रहांचे प्रदक्षिणाकाळ सुमारे अनुक्रमे ३ दिवस १३ तास १४ मिनिटें, ७ दिवस ३ तास ४३ मिनिटें आणि १६ दिवस १६ तास ३२ मिनिटें आहेत.

ह्या चार उपग्रहांच्या छायेने गुरुला व गुरुच्या छायेत सांपडून त्यांना ग्रहणे लागतात. तसेंच, केव्हां ते गुरुविवाचे अधिक्रमण करितात व केव्हां त्यांचे पिधान होतें. ह्याप्रमाणे चार चंद्रांचे मिळून सोळा चमत्कार होतात. त्यांत प्रतिदिवशीं निदान दोन चमत्कार होतात; कधी कधी

तेरापर्यंत होतात. दुर्बिणींतून ते पाहण्याची मोठी मौज असते. आपल्या चंद्राच्या प्रतिप्रदक्षिणेत ग्रहणें होत नाहीत; परंतु गुरूच्या पहिल्या तीन चंद्रांच्या प्रत्येक प्रदक्षिणेत ग्रहणें होतात. चवथ्याशीं फारशीं होत नाहीत. गुरूची कक्षा, त्याच्या उपग्रहांच्या कक्षा, आणि आपल्या पृथ्वीची कक्षा, ह्यांमध्ये फार मोठाले कोन होत नाहीत. सुमारे ३ अंशांचे होतात. ह्यामुळे हे चारहि चमत्कार बारांवार होतात. बाकीच्या चंद्रांचे आकार फारच लहान व त्यांतले सहा तर दुर्बिणींतूनही दिसत नाहीत, म्हणून त्यांचे ग्रहणादि चमत्कार लक्षांत येत नाहीत.

कोणत्याही पदार्थाचा प्रकाश आपल्या डोळ्यांत येईपर्यंत त्यास मधला मार्ग क्रमण्यास कांहीं काळ लागतो असा शोध गुरूच्या या चार उपग्रहांच्या ग्रहणांवरून लागला. सूर्य आणि गुरु यांचा योग असतो तेव्हां पृथ्वी-पासून गुरूचें जितकें अंतर असतें त्यापेक्षां षड्भांतराच्या वेळीं सुमारे १८॥ कोटि मैल, म्हणजे पृथ्वीकक्षेच्या व्यासाइतकें, जास्त असतें. गुरूच्या उपग्रहांच्या ग्रहणांचा काळ गणितानें काढावा त्याप्रमाणें योगाच्या वेळीं ग्रहणें लागतात; परंतु षड्भांतराच्या वेळीं सोळासतरा मिनिटें तीं उशीरां लागतात असें दिसून आलें. व त्यावरून प्रकाशाच्या गतीमुळे असें होतें असें सिद्ध झालें. दुसऱ्याही एकदोन मार्गांनीं प्रकाशाचा वेग काढिला आहे. सूर्यावरून पृथ्वीवर प्रकाश येण्यास ५०० सेकंदें लागतात. म्हणजे दर सेकंदास तो सुमारे १८६ हजार मैल चालतो. कोण हा वेग ! ३४० वर्षांपूर्वीं गुरु हा एक लोक आहे, आणि तो आपल्या पृथ्वीहून अति विशाल आहे, हें कोणासही माहीत नव्हतें. मग त्याला चंद्र असतील असें कोणाच्या स्वप्नीं तरी कोटून येणार ? परंतु पुढें त्यांचा शोध लागला, त्यांस ग्रहणें लागतात असें दिसलें, आणि त्यांवरून प्रकाशाला वेग आहे असें समजलें. सृष्टचमत्कारांच्या शोधांत असलें, म्हणजे एकामागून एक विलक्षण शोध कसे लागत जातात हें ह्यावरून दिसून येतें.

चार चंद्रांची किती विलक्षण मौज असेल असें मनांत येतें, परंतु ही मौज पाहणारे कोण आहेत ? असले तरी गुरूचें वातावरण इतकें दाट आहे कीं त्यांतून ते चंद्र दिसण्याची मारामार. दिसले तरी आपल्या

चंद्रास सूर्याचा जितका प्रकाश मिळतो त्याच्या पंचविसावा हिस्सा त्यास मिळणार. त्यांत वृद्धिक्षय आहेतच. शिवाय त्यास वारंवार ग्रहणें लागतात. गुरुच्या १७ रात्रींत पहिल्या उपग्रहास चार वेळां, दुसऱ्यास दोन वेळां आणि तिसऱ्यास एक वेळ ग्रहण लागतें. पण गुरुच्या अवाढव्य छायेमुळे हीं ग्रहणें कधीं कधीं गुरुच्या अर्ध्या किंवा पाऊण रात्रीपर्यंत असतात. तेव्हां गुरुच्या चंद्रांचा उपयोग गुरुला कांहीं आहे असें आपल्या दृष्टीनें तरी दिसत नाही. तर मग हे चंद्र केले कशाला? असें सहज मनांत येतें.

गुरुला त्याच्या चंद्रांचा उपयोग दिसत नाही. परंतु चंद्रांना त्याचा आहे असें मानण्यास जागा आहे. सूर्याचा बुध, शुक्र, पृथ्वी आणि मंगळ ह्यांशीं असणारा संबंध आणि गुरुचा त्याच्या या चार उपग्रहांशीं असणारा संबंध ह्यांचें चमत्कारिक साम्य आहे. बुधादि चार ग्रहांहून आकारानें आणि द्रव्यानें सूर्य जसा फार मोठा आहे तसा गुरु आपल्या चंद्रांहून तितक्या मानानें नाही, तरी पुष्कळ मोठा आहे. सूर्याच्या ह्या धाकट्या कुटुंबांत तिसरी पृथ्वी, बाकी तिघांपैकीं प्रत्येकापेक्षां व एकंदर तिघांपेक्षां जशी मोठी आहे, तसा गुरुचा तिसरा चंद्र आहे. सूर्यापासून बुधादि चौघांचीं अंतरें ११, २०॥, २८, ४३ या प्रमाणांत आहेत; आणि गुरुपासून त्याच्या या चार चंद्रांचीं अंतरें ११, १८, २८, ४८ या प्रमाणांत आहेत. गुरुच्या उपग्रहांस सूर्यापासून प्रकाश आणि उष्णता फार थोडी म्हणजे आपल्या पंचविसाव्या हिशानें मिळते; व त्यांतही सूर्याला ग्रहण पुष्कळ वेळां लागतें; याचा वराच मोवदला त्यास गुरुपासून मिळतो. आपल्यास आपला चंद्र जेवढा दिसतो त्याच्या १४०० पट गुरुच्या पहिल्या चंद्रास गुरु दिसतो. आणि पूर्ण चंद्रापासून आपल्यास जितका प्रकाश मिळतो त्याच्या १५०० पट त्यास पूर्ण गुरुपासून मिळतो.

गुरुच्या अगदीं अलीकडे सांपडलेल्या चंद्रासंबंधीं आणखी एक मौज आहे. गुरुच्या जवळून ज्याचा मार्ग जातो असा एकादा लघुग्रह किंवा धूमकेतु आपल्या स्वतःच्या कक्षेपासून ह्या मोठ्या आकाराच्या ग्रहाच्या

आकर्षणाच्या जोराने स्पष्टपणे समजेल अशा रीतीने बाहेर खेचला जातो; म्हणून असे अनुमान करण्यांत येते की, गुरुपासून दूर असलेले बाहेरील बाजूचे त्याचे दोन चंद्र हे गुरुपासून उत्पन्न झालेले नसावेत, परंतु गुरुच्या जोराच्या आकर्षणामुळे खेचले गेलेले लघुग्रह असावेत आणि खेचले गेल्यावर त्यांना तेव्हांपासून गुरुभोंवती फिरत राहाणे भाग पडेल. ही गोष्ट संभवनीय वाटते. कारण हे लहान चंद्र गुरुच्या विषुववृत्ताभोंवती इतरांप्रमाणे पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरत नसून उत्तरेकडून दक्षिणेकडे व दक्षिणेकडून उत्तरेकडे फिरतात.

अगदी अलीकडे अशी समजूत होती की गुरु हा उत्तम अग्निगोल असून कांहींसा स्वयंप्रकाश असावा आणि त्याजवरील पट्ट्यांमधून दिसणारे तेजस्वी रंग त्याच्या पृष्ठभागावर द्रवस्थितीत असलेल्या द्रव्यांपासून त्याच्या वातावरणांत उत्पन्न होणाऱ्या प्रदीप्त वाफांमुळे दिसत असावेत. परंतु गुरु हा स्वयंप्रकाशित होण्याइतका उत्तम व तेजस्वी नाही; कारण त्याच्या उपग्रहांपैकी कोणताही एखादा उपग्रह वेळोवेळी सूर्य व गुरु यांजमध्ये जेव्हा येतो, त्यावेळी त्या उपग्रहाची छाया गुरुच्या पृष्ठभागावर पडते. अशा पडलेल्या छाया अगदी कृष्णवर्ण असतात; जर गुरुच्या पृष्ठभागापासून दृष्टिगोचर होण्याइतके तेज बाहेर पडले असते तर त्या छाया अशा कृष्णवर्ण दिसल्या नसत्या. गेल्या २५ वर्षांत जे वेध घेतले गेले आहेत त्यांवरून गुरु हा एक उत्तम अग्निगोल असावा ही समजूत चुकीची ठरली आहे. प्रत्यक्ष घेतलेल्या मापनांवरून असे दिसते की गुरुवरून आपणांकडे जे किरण विसर्जित होतात ते परावर्तित सूर्यप्रकाशाचेच होत. सूर्यापासून गुरुकडे जे किरणविसर्जन होते ते आणि गुरु अवकाशामध्ये परत जे किरणविसर्जन करतो ते यांच्यामध्ये प्रमाण जवळ जवळ सारखेच असते. त्याच्या पृष्ठभागावरील उष्णतामान फारच कमी म्हणजे वर म्हटल्याप्रमाणे -१४०° सेंटिग्रेड असते.



प्रकरण १७ वे

शनि.

सूर्यमालेंत गुरुच्या पलीकडे शनि आहे. तो पहिल्याप्रतीच्या तारे-एवढा किंवा तिच्याहून किंचित् मोठा दिसतो. त्याचा रंग किंचित् काळसर पिंगट दिसतो. आकाशांत धूर पसरला असता त्यांतून एकादी तारा जशी दिसते तसा तो कांहींसा दिसतो. तो कोठें आहे हें माहीत असलें म्हणजे तो पाहाण्यास बरें; म्हणून पुढील दोन वर्षांतील त्याची स्थिति खाली दिली आहे.

उदयास्त		युत्या-ग्रहांशी	
अस्त पश्चिमेस	३- ८-४८	शुक्राशी युति	८-१०-४८
उदय पूर्वेस	५- ९-४८	„ „	३१- ७-४९
त्रिभांतर (पश्चिम)	२८-११-४८	बुधशी „	१३- ८-४९
वक्री	१६-१२-४८	मंगळाशी „	१-१२-४९
षड्भांतर	२१- २-४९	युत्या-नक्षत्रांशी	
मार्गी	१- ५-४९	मघांशी युति	१२- ९-४८
त्रिभांतर (पूर्व)	२१- ५-४९	पूर्वाशी „	२७- ९-४९
अस्त पश्चिमेस	१५- ८-४९	„ „	५- ५-५०
उदय पूर्वेस	२०- ९-४९	(वक्री होऊन पुन्हां)	
त्रिभांतर (पश्चिमेस)	११-१२-४९		
वक्री	२९-१२-४९		
षड्भांतर	७- ३-५०		

शनीच्या अमाप्रदक्षिणेचा काळ ३७८ दिवस आहे. यामुळें त्याचें षड्भांतर, त्रिभांतर, वक्रत्व, मार्गित्व, अस्त, उदय यांच्या एकदांच्या वेळेंत १ सौरवर्ष आणि १३ दिवस मिळविले म्हणजे त्या गोष्टींची पुढली वेळ निघते.

सूर्यापासून शनि ८८ कोटि, ६० लक्ष मैल म्हणजे पृथ्वीच्या अंतराच्या ९॥ पट इतका दूर आहे. हें त्याचें मध्यम अंतर होय. सूर्याभोंवतीं आपल्या कक्षेंत फिरतांना तो जेव्हां पृथ्वीच्या अगदीं जवळ येतो तेव्हां हें अंतर ७४ कोटि, ४० लक्ष मैल असतें व तो सूर्याचे पलीकडे जातो तेव्हां हें अंतर १०२ कोटि, ८० लक्ष मैल होतें. सूर्याच्या जवळ असलेल्या ग्रहांपेक्षां त्याच्यापासून लांब असलेल्या ग्रहांच्या बाबतींत उपसूर्य व अपसूर्य अंतरांमध्ये तफावत कमी कमी होत जाते आणि म्हणून त्यांच्या दृश्यतेजांतही बुध, शुक्र, मंगळ यांच्या सारखा फारसा बदल झालेला दिसून येत नाही. शनीचें सूर्यापासूनचें महदंतर लक्षांत घेतलें म्हणजे त्याची सूर्याभोंवतीं फिरण्याची कक्षा केवढी मोठी असली पाहिजे याचें अनुमान सहज करता येईल. एवढ्या मोठ्या रिंगणांत शनीला सूर्याभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करण्यास सुमारे २९॥ वर्षे लागतात. इतक्या काळांत तो १२ राशि फिरतो, म्हणजे प्रत्येक राशीला तो सुमारे २॥ वर्षे असतो; आणि एका राशीला तो असतां तिच्या मागच्या व पुढच्या राशींस पीडा करतो अशी समजूत आहे. अर्थात् एकेका राशीला शनीची ही बाधा साडेसात वर्षे असते. एका मनुष्याची राशि वृषभ आहे अशी कल्पना करा. तर मेष राशीला शनि येतांच वृषभ राशीस साडेसाती सुरू होते. ती वृषभ आणि मिथुन राशि क्रमून कर्क राशींत शनि जाई तोंपर्यंत असते.

आपली सुमारे २९॥ वर्षे होतात तेव्हां शनीचें वर्ष होतें. आपली २॥ वर्षे होतात तेव्हां कोठें त्याचा एक महिना होतो. इतका शनि मंद आहे. तेव्हां त्याला 'मंद' असें नांव आहे तें यथार्थच आहे. डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या ग्रहांत इतका मंद दुसरा कोणी नाही. तो वक्री होतो तेव्हां त्याच्या मंदपणाची कमाल होते. तो एकाच ठिकाणीं पुष्कळ काळ घोंटाळत असतो. तेजाविषयी पाहिलें तरी हाच प्रकार. गुरु आणि शुक्र यांच्या तेजापुढें तर याचें तेज कांहींच नाही. परंतु मंगळ, बुध हे ग्रहदेखील बहुधा नेहमीं याच्याहून तेजस्वी दिसतात. पायाचा जड, तेजानें हीन, तर मग स्वभावानें कसा असेल ह्याविषयी सहज अनुमान होतें.

मार्गे पुढें जाऊन येऊन एकेका नक्षत्राचा पिच्छा पुरविणारा हा काळा पिंगट निस्तेज ग्रह बराच काळ एकाच राशीस असतो, तेव्हां तो कांहीं-तरी अनिष्ट करील असें साहजिकच प्राचीन लोकांच्या मनांत आलें. शनि हा खलग्रह आहे अशी सर्व देशांत फार प्राचीनकाळापासून समजूत आहे. कौरवपांडवयुद्धाच्या वेळीं तो रोहिणीजवळ होता; आणि तेणें-करून जगाला अनिष्ट आहे असें सुचवीत होता; असें वर्णन आहे. तो रोहिणीशकटाचा भेद करतो तेव्हां कसें अनिष्ट येतें याविषयी उल्लेख मार्गे आलाच आहे. (पृ० ३९) प्राचीन युरोपियन लोकांनींही क्रूर, मंद आणि अविवेकी अशा सॅटर्न (Saturn) नामक देवतेचें नांव याला दिलें आहे.

परंतु केवळ डोळ्यांनीं दिसणाऱ्या बाह्य स्वरूपावरून वस्तूची परीक्षा करण्यांत आपण कधीं कधीं किती चुकतो हें आकाशस्थ ज्योतींच्या अवलोकनानें चांगलें समजतें. येथून आपणास शनि अगदीं मंद दिसतो. परंतु तो आपल्या कक्षेंत दर सेकंदास ६ मैल म्हणजे मिनिटांत ३६० मैल चालतो. अति वेगानें चालणारी आगगाडी फार तर याच्या शतांश चालेल. शनीची स्वपरिभ्रमगतिही अशीच झपाट्याची आहे. शनीवर स्थाईक खुणा बहुधा कांहींच दिसत नाहींत. कधीं कधीं दिसणाऱ्या एकाद्या ठिपक्यावरून ही गति साधारणपणें काढिली होती. परंतु इ० स० १८७६ सालीं दिसलेल्या एका पांढऱ्या तेजस्वी ठिपक्यावरून त्याचा अक्ष-प्रदक्षिणाकाळ सूक्ष्मपणें काढिला आहे. शनीच्या दैनंदिन प्रदक्षिणेस १० तास १४ मिनिटें लागतात. म्हणजे शनीवर अहोरात्र काय तें सुमारे १०। तासांचें आहे. इतक्या वेळांत तो स्वतःभोंवतीं एक फेरा करितो. तेव्हां विषुववृत्तावरचा प्रत्येक बिंदु दर सेकंदास सुमारे ६ मैल चालतो. हें त्याच्या गतीविषयीं झालें. त्याच्या स्वरूपाविषयीं म्हणाल तर आकाश स्वच्छ असतां एकाद्या काळोख्या रात्रीं शनीकडे मोठी दुर्बीण लावून पहा. म्हणजे ज्याची कल्पनाही होणार नाहीं असें विलक्षण चित्र दिसेल. त्यांत एक भव्य गोल आहे, त्याच्या पृष्ठभागावर नाना प्रकारचे रंग चमकत आहेत. ध्रुवाकडे हिरवटसर निळा रंग आहे, इतर भागां पिंबळा आहे,

मध्यभागी एक पांढरा पट्टा आहे, व मध्ये मध्ये चमत्कारिक ठिपके असून त्यावर पिंगट, जांभळा, तांबूस अशा रंगांची झांक मारीत आहे, असें आढळून येईल. परंतु या दृश्यांत ह्याच्यापेक्षांही विलक्षण प्रकार आपणांस आढळतो. शनि पाहात असतां आपण महादेवाची पिंडीच पाहात आहों कीं काय, असें तुम्हांस वाटेल. लिंगाभोवतीं शाळुंकेचें वेष्टन लागलेलें असतें. शनीभोवतालचीं कर्डीं त्यास लागलेलीं नाहींत, आणि तें एकच कडे नसून त्यांत निरनिराळीं बल्यें आहेत. यांचा रंग चित्रविचित्र दिसतो. त्यांतलें आंतलें बलय तर आकाशस्थ तेजांत अद्वितीय आहे. कधीं कधीं तें लख्ख जांभळें दिसतें, आणि तें मध्ये असलें तरी त्यांतून पलीकडचा शनिगोलाचा पृष्ठभाग दिसतो.

दुर्विणीतून शनि मोठा दिसला तरी त्यावरून त्याच्या महत्त्वाची वास्तविक कल्पना होणार नाहीं. त्याचा पूर्वपश्चिम व्यास ७२,०६० मैल आहे व दक्षिणोत्तर व्यास त्यापेक्षां ७,८९० मैल कमी आहे. ह्यामुळें त्याचा आकार अगदीं गोल नसून बराच चापट आहे. ह्याचें कारण तो आपल्या लहान आंसाभोवतीं परिवलन करतो. इतका चापट आकार दुसऱ्या कोणत्याही ग्रहाचा नाहीं. त्याचा मध्यम व्यास पृथ्वीच्या व्यासाच्या सुमारे ९ पटीपेक्षां जास्त आहे. यामुळें त्याचा पृष्ठभाग पृथ्वीच्या सुमारे ८२ पट आहे, आणि त्याचा आकार पृथ्वीच्या सुमारे ७६० पट आहे. परंतु त्याच्या आकाराच्या मानानें त्याचें द्रव्य नाहीं. त्याची घनता सर्व ग्रहांत कमी आहे. ती पृथ्वीच्या सुमारे सातवा हिस्सा आहे; आणि पाण्याच्या पाऊणपट आहे. म्हणजे अर्थात् शनीवरील पदार्थ सरासरी पाण्याहूनही पातळ आहेत, यामुळें त्याचा द्रव्यसंघ पृथ्वीच्या सुमारे ९५ पट आहे. परंतु हादेखील कांहीं थोडा नाहीं. शनीहून द्रव्यानें मोठा सर्व ग्रहांत गुरु मात्र आहे. बाकीच्या प्रत्येक ग्रहाएवढे दोन दोन ग्रह शनीच्या द्रव्यांतून केले तरी आणखी इतकें द्रव्य राहिल, कीं त्यांतून आपल्या पृथ्वीएवढीं २७ भुवनें बनवितां येतील.

बल्यें सोडून दिल्यास दुर्विणीतून शनि हा सामान्यपणें गुरूसारखा दिसतो. त्याच्या पृष्ठभागावर विषुववृत्ताला समांतर असे थोडेसे तेजस्वी

व काळे पट्टे आढळतात. गुरूवरील पट्ट्यांच्या बाह्यरेषा अत्यंत अनियमित स्वरूपाच्या असून त्यांमधून कांहीं तेजस्वी, तांबडे व काळे डाग बऱ्याच प्रमाणांत दिसतात व त्यांच्या ठेवणींत जलदीनें पालट झालेले आढळतात. पण शनीवरील पट्ट्यांत बाह्यरेषा जरी नियमित स्वरूपाच्या असलेल्या दिसतात तरी हे पट्टे सामान्यपणें अस्पष्ट असून त्यांच्यावर डाग किंवा इतर खाणाखुणा थोड्याच आढळतात. कधी कधी पांढरे डाग आढळून येतात. कृष्णवर्ण डाग दिसत नाहींत असें नाहीं, पण अगदीं थोडे. परंतु एकंदरीनें पाहतां हे सर्व डाग अगदीं थोडाच काळ टिकून राहतात. त्यामुळे ध्रुवांकडील बाजूस शनीच्या अक्षपरिभ्रमणांत गुरूसारखे बदल होतात कीं नाहीं हें एकदम लक्षांत येत नाहीं. इ. स. १९०३ या वर्षीं कांहीं डाग आढळले. त्यांच्या साहाय्यानें शनीच्या उत्तर ३६° अक्षांशावर अक्षभ्रमणाचा काळ १० तास ३८ मिनिटें असलेला आढळून आले. शनीच्या विषुववृत्तावरील अक्षभ्रमणाचा काल १० तास १४ मिनिटें आहे असें वर दिलेंच आहे. यावरून शनीच्या पृष्ठभागावर अक्षपरिभ्रमण एकसारख्या गतीनें होतें असें दिसून येत नाहीं.

गुरुप्रमाणेंच शनीच्या बिंबाच्या कडा मध्यभागापेक्षां कमी तेजस्वी दिसतात. वातावरणानें प्रकाशाचें शोषण केल्याशिवाय बिंबाच्या कडांवरील तेजांत असा फरक पडला नसता. अशा रीतीनें बिंबावरील तेजांत दिसून येणारे बदल, बिंबाचा अतिशय चपटेपणा, अक्षभ्रमणाच्या गतींत दिसून येणारा फरक, अवाढव्य आकार व मोठ्या प्रमाणांत आढळून येणारा द्रव्यसंघ असून सुद्धां अत्यंत कमी घनता या सर्व गोष्टींवरून शनीवर वातावरण फार मोठ्या प्रमाणांत असलें पाहिजे असें दिसतें. या बाबतींत शनीचें गुरूशीं साम्य आहे. हें वातावरण अत्यंत दाट व अभ्रान्नी व्यापलेलें आहे. याच्याखालीं घनावस्थेंत असलेला गोल केवढा असावा हें अद्यापि निश्चित झालेलें नाहीं. तरी पण शनीवरील द्रव्याची विभागणी बहुतेक गुरूसारखीच असावी. मात्र वर्णलेखांवरून असें आढळून येतें कीं शनीच्या वातावरणांत गुरूवरील वातावरणापेक्षां मिथेन बायु जास्त

प्रमाणांत आहे व अमोनिया कमी प्रमाणांत आहे. सांवाहिक मापनां-वरून (Radio-metric) केलेल्या निरीक्षणांवरून शनीवरील उष्णता-मान -१५५° सेंटिग्रेड असलेलें आढळतें व तें गुरुच्या उष्णतामानापेक्षां १५° अंशांनीं कमीच आहे. यावरून शनीच्या वातावरणांत बराचसा अमोनिया गोठून गेलेल्या स्थितीत असावा व परावर्तित सूर्यप्रकाश मिथेनच्या घन थरांतून येत असावा असें दिसतें. शनीवरील ढगांच्या घटनांमध्ये बदलही फार सावकाशीनें होतात याचें कारण म्हणजे त्याच्या-वरील कमी उष्णतामान होय. शनीच्या आंगां प्रत्यक्ष उष्णता असावी आणि त्यामुळे त्याच्या प्रकाशाचा कांहीं भाग त्याच्या अंगचाच असावा असें एकमत अगदीं अलीकडे होतें. पण वर्णलेखांवरून व सांवाहिक मापनांवरून सिद्ध झालेल्या अत्यंत कमी उष्णतामानावरून ही गोष्ट संभवत नाही. शनीच्या घटकद्रव्याचें वैरल्य, त्याजवरील अत्यंत दाट वातावरण व त्यामध्ये अमोनिया व मिथेनसारख्या वायूंचें अस्तित्व आणि फार कमी उष्णतामान या गोष्टींवरून गुरुप्रमाणेच शनीवर प्राण्यांस राहाण्यास योग्य स्थिति नाही असें अनुमान साहजिकच निघतें.

असें आहे तर मग परमेश्वरानें एवढा हा गोल उत्पन्न केला कशाला अशी शंका येते. तर गुरुप्रमाणे हा इतर भुवनांचा नेता आहे असें अनुमान करण्यास जागा आहे. शनीचें हें राज्य केवढें व कसें काय आहे हें पाहूं.

शनि हा केवळ सूर्याचीच लहानशी प्रतिमा आहे असें नाही, तर सगळ्या सूर्यमालेचीही प्रतिमा आहे. सूर्यमालेत नऊ ग्रह आहेत. शनीभोंवतालीं प्रत्येक बाजूस सुमारे ८० लक्ष म्हणजे दोहों बाजू मिळून १६० लक्ष मैल इतक्या प्रदेशांत ९ भुवनें त्याच्याभोंवतीं फिरतात. त्यांतला जो लोक अगदीं लहान आहे त्याचा व्यास ३०० मैल आहे. आणि सर्वांत मोठा आहे तो बुधापेक्षां थोडासा लहान आहे व त्याचा व्यास २६०० मैल आहे.

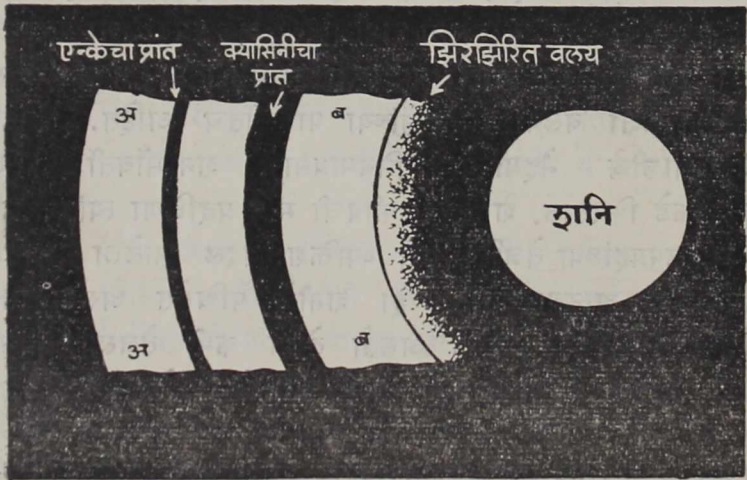
हा नऊ उपग्रहांपैकी सर्वांत मोठ्या उपग्रहाचा शोध इ. स. १६५५

मध्ये लागला. पुढें १६८४ पर्यंत ४ उपग्रह सांपडले. त्यांचा शोध कयासीनी या फ्रेंच ज्योतिष्यानें एकत्र्यानें लाविला. पुढें १०० वर्षांनंतर हर्श-लनें २ उपग्रह शोधून काढिले. आठवा इ. स. १८४८ मध्ये सांपडला. अगदीं शेवटल्याचा शोध इ. स. १८९९ मध्ये अमेरिकेंतील हारवर्ड विश्वविद्यालयाच्या आंडीज पर्वतावरील वेधशाळेंत लागला. या सर्व उपग्रहांचा शोध सामान्यपणें त्यांच्या तेजस्वितेच्या क्रमानेंच लागलेला आहे. हे आपणांपासून फार दूर असल्यामुळें अगदीं वारीक दिसतात. सर्वांत मोठा टिटान हा आठव्या प्रतीच्या तारकेएवढा दिसतो. कांहीं तर शेवटल्या प्रतीच्या तारकेएवढे आहेत. अर्थात् हे दुर्बिणीवांचून दिसत नाहींत. ह्या उपग्रहांच्या कक्षा आणि शनीची कक्षा ह्यांमध्ये सुमारे २८ अंशांचे कोन आहेत. यामुळें गुरूच्या चंद्रांप्रमाणें यांचीं ग्रहणें वगैरे फार क्वचित होतात.

अगदीं आंतला उपग्रह मीमास हा शनीपासून ११५ हजार मैलांवर आहे. त्याला शनीभोंवतीं फिरण्याला २२॥ तास लागतात.* त्याच्या आंत शनीचीं वलयें आहेत. अगदीं बाहेरचा उपग्रह फीव हा सुमारे ८० लक्ष मैलांवर आहे व त्याला शनीभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करावयास ५५० दिवस लागतात. अगदीं बाहेरच्या दोघांशिवाय बाकीच्या सात उपग्रहांच्या कक्षा वलयांच्या कक्षांच्या पातळींतच आहेत. शेवटच्या खेरीज बाकीचे नेहमींच्या नियमाप्रमाणें शनीभोंवतीं पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतात. शेवटच्या फीवची मात्र प्रदक्षिणा त्यांच्या उलट होते. ह्या उपग्रहांच्या तेजस्वितेंतही व्यक्तिशः बदल झालेला आढळून येतो. विशेषतः आठवा जापीटस हा शनीचे पश्चिमेस असतो तेव्हां जास्तच तेजस्वी दिसतो; पूर्वेस असतो तेव्हां कमी तेजस्वी दिसतो. आपल्या चंद्राप्रमाणें त्याची एकच वाजू शनीकडे वळलेली असावी.

* येथें अंतरे व प्रदक्षिणेचे काल दोन उपग्रहांचेच स्थूलमानानें दिले आहेत. मंगळादि सर्व ग्रहांच्या उपग्रहांचीं अंतरे, व्यास, प्रदक्षिणाकाल वगैरेचीं मानें परिशिष्ट दोन मध्ये सांपडतील.

दुर्बिणीतून शनि फारच अपूर्व व मनोवेषक दिसतो तो त्याच्या वलयांमुळेच होय. ह्या वलयांपैकी दोन चकचकीत आहेत व तिसरें म्हणजे अगदीं आंतलें तेजोहीन आहे. (चित्रांक १३ पहा) शनी-भोंवतीं वलय आहे या गोष्टीचा शोध इ. स. १६५५ मध्ये लागला. दुर्बिणीच्या रचनेत थोडीशी सुधारणा झाल्यावर इ. स. १६७५ मध्ये असें आढळून आलें कीं शनीचें वलय एकच एक नसून तीं दोन आहेत व त्या दोहोंचे मध्ये एक काळसर वियोजक भाग आहे. क्यासीनी ह्या ज्योतिष्यानें हा शोध पहिल्यानें लाबिला म्हणून या वियोजक भागाला 'क्यासीनीचा प्रांत' असें नांव देण्यांत आलें. बाहेरील वलयाला 'अ' वलय म्हणतात व आंतल्याला 'ब' वलय म्हणतात. (आकृति १३ पहा.) इ. स. १८३७ मध्ये एन्के यानें बाहेरच्या म्हणजे 'अ' वलयांत एक तेजोहीन भाग शोधून काढला.



आकृति १३—शनि-वलये व वियोजक भाग.

त्याला त्यावरून पुढे 'एन्केचा प्रांत' असे नांव देण्यांत आलें. इ. स. १८५० मध्ये वॉम्ड व डावेज या ज्योतिष्यांनीं प्रत्येकानें स्वतंत्रपणें शनीच्या गोलाच्या बाजूला कललेला आणि आंतल्या 'व' वलयांतून निघालेला मंदप्रभ असा एक विस्तृत पट्टा शोधून काढला. त्याच्या विर-
विरित पण कांहींशा अंधुक स्वरूपावरून त्याला 'क्रेप' वलय (झिरझिरीत वलय) असें नांव देण्यांत आलें. आकृति १३ मध्ये या वलय-व्यवस्थेचें स्वरूप स्थूलमानानें स्पष्ट केलें आहे.

बाहेरच्या 'अ' वलयाच्या बाहेरच्या कडेचा व्यास सुमारे १७२ हजार मैल आहे, व आंतल्या कडेचा १५० हजार मैल आहे. म्हणजे ह्या वलयाची रंदी ११ हजार मैल आहे. त्याची बाहेरची कडा शनीच्या मध्यबिंदूपासून ८६ हजार मैलांवर आहे. ह्या वलयाच्या आंत २३०० मैल रंदीचा क्यासीनीचा वियोजक भाग असून त्याच्या आंत दुसरे चकचकीत 'व' वलय सुमारे १८ हजार मैल रंदीचें आहे. या वलयाच्या बाहेरच्या कडेचा व्यास १४६ हजार मैल आहे. त्याच्या आंत ११ हजार मैल रंदीचें तेजोहीन क्रेप वलय आहे. व त्याच्या आंतल्या कडेपासून शनीच्या पृष्ठभागापर्यंत सुमारे ६००० मैल रंदीची जागा रिकामी आहे. तिच्या आंत ७५ हजार मैल व्यासाचा शनिगोल आहे. ह्या वलयांचा परिघ आणि रंदी ह्यांच्या मानानें त्यांची जाडी फारच थोडी आहे. ती बहुधा ५० मैलांच्या आंतच असावी. हीं वलये शनीच्या विपुलवृत्ताभोंवतीं म्हणजे पूर्वपश्चिम पसरलेली आहेत. मार्गें आपण स्वप्नांत (पृष्ठ १५) पाहिल्याप्रमाणें ३५ इंच व्यासाच्या शनिगोलाभोंवतीं ५ इंच जागा सोडून ८० इंच व्यासाचें एक कागदाचें वर्तुळ कापून लाविलें, व त्याच्या परिघाची रंदी १८।१९ इंच केली, तर त्यावरून शनीच्या वलयांची कल्पना मनांत येईल. हें कागदाचें वर्तुळ, शनीला कोठेंही न लागेल असें आपल्यास ठेवितां येईल काय ? परंतु आकाशांत तर हा वलयप्रदेश शनीला कोठेंही लागलेला नाहीं. तरी शनि सूर्याभोंवतीं फिरत असतां ह्या वलयांचें स्थान शनीच्यासंबंधानें अगदीं पालटत नाहीं. जसा काय तो एक शनीचा अवयव आहे, अशा रीतीनें तीं त्याबरोबर असतात.

पृथ्वीच्या कक्षेचा विषुववृत्ताशी २३॥ अंशांचा कोन आहे. त्याप्रमाणे शनीच्या कक्षेचा त्याच्या विषुववृत्ताशी सुमारे २८ अंशांचा कोन आहे, आणि वलयें विषुववृत्ताच्या दिशेंत आहेत. शनीच्या विषुववृत्ताची पातळी वाढविली तर ती वलयांच्या पातळींतून जाईल. अर्थात् त्यांचाही कक्षेशी इतकाच कोन आहे. यामुळे पृथ्वीवर सूर्य जसा वर्षात दोन वेळां विषुववृत्तावर येतो, त्याप्रमाणे शनीच्या वर्षात म्हणजे आपल्या २९॥ वर्षात सूर्य दोन वेळां त्याच्या विषुववृत्तावर येतो, तेव्हां सूर्यावरून पाहणारास कागदाच्या कडेप्रमाणे ह्या वलयांची कडा दिसते. म्हणजे शनीच्या विषुववृत्तांत वलयांच्या जागी एक सरळ रेपा दिसते, व बहुधा त्याच वेळीं पृथ्वीवरून पाहणारास तशीच रेषा दिसते. त्यावेळीं सामान्य दुर्विणीतून वलयें मुळीच दिसत नाहीं. शनीचा मंदस्पष्ट (सूर्यावरून दिसणारा) भोग १७२ अंश किंवा ३५२ अंश असतो तेव्हां, म्हणजे सांप्रत तो सुमारे पूर्वा आणि उत्तरा किंवा पूर्वाभाद्रपदा आणि उत्तरा-भाद्रपदा यांच्या सुमारास असतां, अशी स्थिति असते. परंतु ३० वर्षांत अशी स्थिति थोडेच महिने असते. शनीचा मंदस्पष्ट भोग ८२ किंवा २६२ अंश असतो, तेव्हां म्हणजे तो मृग किंवा मूळ या नक्षत्रांच्या सुमारास असतो, तेव्हां वलयें पाहण्याची चांगली संधि असते. तेव्हां तीं चित्रांक १३ यांत दाखविल्याप्रमाणे रूंद दिसतात. इ० स० १९४३ मध्ये अशी संधि आली होती, व पुढें सुमारे दर १४॥ वर्षांनीं येईल. या संधीच्या पूर्वी व नंतरही एक दोन वर्षे तीं बरींच रूंद दिसतात. शनि उत्तरगोलार्धांत असतो तेव्हां वलयांचा दक्षिणचा पृष्ठभाग आपल्यास दिसतो, आणि तो दक्षिणगोलार्धांत असतो तेव्हां वलयांचा उत्तरचा पृष्ठभाग दिसतो. शनीचीं वलयें आणि पहिले सात उपग्रह यांच्या कक्षा एका पातळींतच आहेत असें म्हटलें तरी चालेल. यामुळे वलयांची जेव्हां केवळ एक रेपा दिसते तेव्हां ते उपग्रह पाहण्याची चांगली संधि असते, आणि तेव्हां माळेंत मणी ओंवल्याप्रमाणे ते फार मौजेचे दिसतात. याच संधीस केव्हां केव्हां असा योग येतो, कीं पृथ्वी आणि सूर्य यांच्यामध्ये वलयें येतात, तेव्हां तर तीं पाहण्याची फारच मौज असते.

ही वलयें बहुतेक पारदर्शक आहेत. अगदीं आंतलें क्रेपवलय तर चांगलेंच पारदर्शक आहे. त्यांतून शनीचा गोल दिसतो, या वलयांतील एकंदर द्रव्य शनीच्या द्रव्याच्या एक लक्षांश आहे व हें सर्व अतिशय विस्तृत अशा क्षेत्रभर पसरलेलें आहे. यावरून तें किती विरल असेल याची कल्पना येईल. सगळ्या सूर्यमालेंत एकट्या शनीभोंवतीं असणाऱ्या ह्या चमत्कारिक वलयांच्या शारीरघटनेविषयीं असा निर्णय हल्लीं ठरला आहे कीं रजःकणांएवढ्या अति लहान अशा कोट्यवधि उपग्रहांच्या योगानें हीं वलयें झालीं आहेत. आणि ते उपग्रह परस्परांशीं फार निकट असल्यामुळें ते निरनिराळे दिसत नाहींत. त्यांतील प्रत्येक उपग्रह स्वतंत्रपणें शनीभोंवतीं फिरत आहे. त्यांच्या कमजास्त दाटीमुळें वलयें कमजास्त तेजस्वी दिसतात. जेथें ते फार दाट आहेत व दक्षिणोत्तर भागीं कांहीं मैलपर्यंत पसरले आहेत तेथें वलयें चकचकित व कांहींशीं अपारदर्शक दिसतात; व जेथें ते विरल आहेत व त्यांचा थर अगदीं पातळ आहे तेथें तीं तेजोहीन व पारदर्शक दिसतात.

हीं वलयें द्रव्याचे अत्यंत लहान लहान पण अलग असे परमाणु एके ठिकाणीं जमल्यामुळें बनलेलीं असावीत हें वर्णलेखांचे साहाय्यानें व गणित करून सिद्ध झालेलें आहे. क्रेप वलयांतील वाळूच्या कणांहूनही बारीक असणारे छोटेखानी उपग्रह 'अ' व 'ब' या जास्त चकचकीत दिसणाऱ्या वलयांतील उपग्रहांपेक्षां व्यक्तिशः फार लहान आकाराचे व कमी दाटीवाटीनें एकत्रित झालेले असावेत. ही वलयमालिका ज्या छोट्या छोट्या कणांनीं बनलेली आहे ते छोटेखानी कण शनीच्या पूर्वकालच्या एखाद्या उपग्रहाचे अवशेष आहेत यांत किंचित् देखील शंका नाहीं. हा उपग्रह शनीच्या फारच जवळ येऊन सलगी करूं लागला असावा आणि उपग्रहाची इतकी सलगी काय कामाची म्हणून प्रायश्चित्तादाखल शनीच्या गुरुत्वाकर्षणाच्या सोट्याचा जोराचा फटकारा त्याला मिळून तो अगदीं छिन्नविच्छिन्न झाला असावा.

इ. स. १८५७ मध्ये क्लॉर्क म्याक्सवेलनें असें सिद्ध केलें कीं जर हीं वलयें वेगवेगळ्या लहान लहान रजःकणांनीं बनलेलीं नसतीं तर तीं

अस्तित्वांतच आलीं नसतीं. घनस्थितींतील किंवा द्रवस्थितींतील एकाच घटक पदार्थाचीं तीं बनलेलीं असतीं तर गतिशास्त्राच्या नियमाप्रमाणें ती अस्थिरस्वरूपाची एक घटना झाली असती व बाहेरच्या थोडक्याशा व्यत्ययानें सुद्धां ती छिन्नविच्छिन्न झाली असती. ह्या छोट्या चंद्रांच्या हालचाली आपापल्या कक्षांतून अगदीं गुरुत्वाकर्षणाच्याच नियमानुसार होतात. वलयांच्या आंतल्या बाजूकडील रजःकणांसारखे दिसणारे छोटे-खानी चंद्र बाहेरच्या बाजूच्या आपल्या जातभाईपेक्षां जास्त जलदीच्या वेगानें धांवत असतात व वलयांत अगदीं बाहेरच्या बाजूस जे असतात त्यांची गति सावकाशीची असते. त्यांच्या ह्या प्रकारच्या हालचालींवरून शर्यतीच्या रिंगणाची आढवण होते. जणूं काय हे सर्व चंद्र शर्यतीच्या घोड्यांसारखे रिंगणांत धांवत असतात, व आंतल्या बाजूकडील घोड्यांची गति बाहेरच्या बाजूच्या घोड्यांपेक्षां जास्त जलदीची दिसते. जसें काय शर्यतीच्या मैदानावरील घोड्यांच्या हालचालींचे नियम व गुरुत्वाकर्षणाचे नियम एकच आहेत. वलयांच्या आंतल्या बाजूकडील छोट्या चंद्रांची गति बाहेरच्यांच्यापेक्षां जास्त जलदीची असते हें नक्की ठरविण्याकरतां या वलयांत कांहीं खाणाखुणा नाहींत. पण १८९५ मध्ये कीलरनें गतियुक्त पदार्थापासून येणाऱ्या प्रकाशाच्या रंगावरून किंवा त्याच्या पुनः पुनः होणाऱ्या आविर्भवनावरून (Wave-length) या चंद्रांच्या गतीमध्ये फरक कसा आढळून येतो हें शोधून काढिलें.

आतां 'अ' व 'ब' वलयांच्या मध्ये क्वासीनीचा जो पोकळीवजा २३०० मैल रुंदीचा विभाजक प्रांत आहे तो कसा निर्माण झाला असावा हें पाहूं. दोन्ही अगर तिन्ही वलयांमधील या छोट्या छोट्या कणस्वरूप उपग्रहांपैकीं प्रत्येकावर प्रत्यक्ष शनीचें तर आकर्षण घडतेंच; पण आणखी शनीचे नऊ उपग्रह व वलयांतील इतर सर्व असंख्य बारीक-सारीक कणांसारखे वलयांचे घटक झालेले उपग्रह या सर्वांचेही आकर्षण घडतें. त्यामुळे या प्रत्येक छोट्या उपग्रहाची हालचाल नियंत्रित झालेली असते. अर्थात् यामध्ये प्रत्यक्ष शनीच्या आकर्षणाचा जोर बराच प्रभावी असतो. जर इतरांच्या आकर्षणाचा जारे लक्षांत घेतलीं नाहीं तर हा इवलासा

परमाणूसदृश उपग्रह शनीभोंवतीं मर्यादित कक्षेंत फिरत राहिला असता, परंतु नऊ उपग्रह आणि बलयांतील इतर उपग्रह यांच्यामुळें एकाद्या कणाच्या हालचालींत व्यत्यय उत्पन्न झाला तर कणाच्या कक्षेंतही बदल होतो. त्यावेळीं जर एकाद्या कणस्वरूप उपग्रहाची कक्षा क्यासीनी भागांत आली तर शनीच्या अत्यंत जवळचा उपग्रह जो मीमास अथवा सर्वांत मोठा उपग्रह जो टीटान याचें जोराचें आकर्षण घडून येऊन तो कण त्या बाजूला ओढला जाऊन त्याची कक्षा क्यासीनीच्या विभाजक भागाच्या बाहेरच्या बाजूस होऊन तो तिकडे प्रदक्षिणा करूं लागेल. क्यासीनी भागांत हे छोटेखानी उपग्रह आढळून येत नाहींत याचें कारण मीमासचा अथवा टीटानचा उपद्व्याप !

शनीच्या एवढ्या मोठ्या परिवाराचा—त्याचे नऊ मोठे उपग्रह व तीन बल्यें यांचा शनीला किंवा शनीचा या परिवाराला उपयोग काय ? शनीवर वस्तीच नाहीं व असतीच तर या नऊ चंद्रांकडून त्याच्यावरील प्राण्यांना यांच्या चांदण्याचा कितपत उपयोग झाला असता हा मोठा प्रश्न आहे. शनीचे सर्वच चंद्र जर एकदम पूर्ण प्रकाशित असले तरी आपल्या पूर्ण चंद्रापासून आपल्याला जो प्रकाश मिळतो त्याच्या फक्त सोळावा हिस्साच प्रकाश शनीला त्याच्या नऊ चंद्रांकडून मिळेल. सूर्यापासून शनि ८८ कोटि मैलांवर म्हणजे पृथ्वीच्या सुमारे ९॥ पट अंतरावर आहे. तेव्हां आपल्याला जो प्रकाश सूर्यापासून मिळतो त्याचा ९० वा हिस्सा शनीला मिळतो. त्याचा मोबदला या नऊ चंद्रांच्या चांदण्यानें कितीसा मिळणार ? बलयांविषयीं पाहातां तीं शनीवरील हिंवाळ्यांत सूर्याच्या आड येऊन थंडी मात्र कांहीं अंशीं जास्तच पडेल. उन्हाळ्यांत मात्र तीं सूर्याच्या आड येत नाहींत व रात्रीस त्यांचें चांदणें पडेल. पण तें आपल्या चांदण्याच्या १६ वा हिस्साच. दुसऱ्या पक्षीं पाहातां शनीपासून मात्र त्याच्या परिवाराला परावृत्त झालेला प्रकाश मिळतो.

अशा प्रकारचें हें शनीचें राज्य आहे. तेव्हां शनि हा गुरूहूनही सूर्याची महत्त्वाची प्रतिमा आहे असें वर म्हटलें आहे तें योग्यच होय. शनि तर सूर्यमालेचीच प्रतिमा आहे. सूर्याभोंवतीं शनीसारखेंच बलय

असावे व त्यांतील द्रव्यापासून लघुग्रह निर्माण झाले असावेत अशी एक कल्पना आहे. (पृष्ठ १८४ पहा.) सूर्याच्या भोंवतीं नऊ ग्रह फिरतात. शनीभोंवतीं नऊ चंद्र फिरतात. तेव्हां आमच्या पूर्वजांनीं शनि हा सूर्याचा पुत्र मानिला आहे तें यथार्थ दिसतें.



प्रकरण १८ वें

युरेनस, नेपच्यून आणि प्लूटो

जिज्ञासा ही एक विलक्षण गोष्ट आहे. मनुष्याला जिज्ञासा नसती तर तो ज्या उच्चावस्थेस आज पोचला आहे, ती त्याला प्राप्त झाली नसती. प्रयोजनावांचून कोणत्याही कार्यास मनुष्य प्रवृत्त होत नाही, ही गोष्ट तर खरीच. परंतु ह्या स्वार्थाच्या मनोवृत्तीबरोबर जिज्ञासा ही मनोवृत्ति नसती तर मनुष्याला इतर प्राण्यांपेक्षा श्रेष्ठ म्हणणें शोभलेंच नसतें. युरोप, अमेरिका या खंडांत ज्योतिषज्ञान जें इतकें वाढलें, त्यास मूलकारण नौकागमन हें होय. आमचें त्यावांचून कांहीं अडलें नव्हतें. यामुळें आमचें ज्योतिषज्ञान पाश्चात्यांच्या मार्गे राहिलें. तथापि केवळ नौकागमनाच्याच आवश्यकतेमुळें युरोपांत व अमेरिकेंत ज्योतिषसंबंधीं नवीन शोध लागले असें नाही. चंद्राची गतिस्थिति बरोबर समजून त्याचे व तारांचे सामान्य वेध घेतां आले आणि पृथ्वीची माहिती असली, म्हणजे अफाट समुद्रांत नौका पाहिजे तिकडे नेण्याचें काम सामान्य क्याप्टन करूं शकेल. त्यास न्यूटन किंवा केप्लर नको, किंवा ग्रह, तारा हे काय पदार्थ आहेत इत्यादि ज्ञानाची जरूरी नाही; परंतु मनुष्य एकदां कोणत्याही कार्मी लागला म्हणजे जिज्ञासा त्यास पुढें नेते.

ज्याला ग्रह किंवा एकादी तारा ठाऊक नाही अशाही मनुष्यानें एकादे वेळीं आकाशांत एकादी तेजस्वी तारा किंवा ग्रह पाहिला, तर तो विचारतो, कीं हा कोण आहे हो ? असा अनुभव पुष्कळांस आहे. इतर तारांहून बुधशुक्रादि पांच तारा कांहीं निराळ्या आहेत, त्यांस गति आहे, म्हणजे ते ग्रह आहेत, हें मनुष्यास समजणें हें त्याच्या जिज्ञासेचें फल होय. मनुष्योत्पत्तीनंतर बराच काळ हें ज्ञान होण्यास लागला असेल. तें प्रथम कोणास झालें हें समजणें तर वाजूस राहिलें, परंतु प्रथम कोणत्या राष्ट्रांत झालें, हेंही आतां ठाऊक नाही. मग तें कधीं झालें हें कोटून समजणार ?

बुधादि पांच ग्रह ज्याने पाहिले आहेत, त्यास सांगितलें, की त्यांसारखेच आणखी तीन ग्रह आकाशांत दिसतात, तर त्यास आश्चर्य वाटून तो लागलीच म्हणेल की, कोठें आहेत, दाखवा. जर ते गुरुशुक्रांसारखे तेजस्वी दिसले तर त्यास मोठा आनंद होईल. असे तीन ग्रह आहेत, ते नुसत्या डोळ्यांनी दिसत नाहीत खरे, तरी सदरहू मनुष्यास ते प्रत्यक्ष पाहून आनंद झाला असता तसा दुर्बिणीतून ते पाहून ज्योतिष्यांस होतो. इ० सन १७८० पर्यंत ते माहित नव्हते, पुढें त्यांचा शोध लागला.

हर्शल नामक एक प्रख्यात ज्योतिषी इंग्लंडांत होऊन गेला. त्याचें नांव मागें आलेंच आहे. तो स्वतः दुर्बिणी करित असे. आकाशाच्या निरनिराळ्या भागी तारा किती दिसतात, इत्यादि गोष्टींसंबंधी त्याचे महत्त्वाचे शोध चालले होते. इ. स. १७८१ च्या मार्चच्या १३ व्या तारखेस तो मिथुन राशीतील तारा पाहात असतां इतरांपेक्षां मोठी एक तारा त्यास दिसली. तेव्हां ती स्थिर तारांपैकी नव्हे, असा त्यास संशय आला. यावेळीं २२७ प्रभावाच्या (पदार्थ मूळच्याहून इतके पट मोठा दाखविणाऱ्या) भिंगांतून तो पहात होता. अधिक प्रभावाच्या भिंगांतून ग्रहांचे व्यास ज्या मानानें मोठे दिसतात, त्या मानानें तारांचे दिसत नाहीत असा त्यास अनुभव होता. त्यावरून तेव्हांच २००० पर्यंत प्रभावाच्या भिंगांतून पाहिल्यावरून त्याची खात्री झाली की, ती तारा स्थिर तारांपैकी नाही. तो धूमकेतु आहे, असें त्यास प्रथम वाटलें. पुढें कांहीं दिवसपर्यंत त्याच्या गतीचें गणित झाल्यावरून तो ग्रह आहे असें समजलें.

इंग्लंडचा राजा तिसरा जॉर्ज याच्या कारकीर्दीत हा ग्रह सांपडला व त्या राजाचा हर्शल ह्यास आश्रय होता. म्हणून त्यानें 'जॉर्ज' हें नांव नव्या ग्रहास द्यावें असें मुचविलें. इतर देशांतल्या ज्योतिषांनीं नवीन ग्रहास त्याच्या शोधकाचें हर्शल हेंच नांव ठेविलें. हीं दोन्ही नांवें कांहीं वर्षे चाललीं. इतर ग्रहांस पाश्चात्यांचीं जीं नांवें आहेत, तीं प्राचीन ग्रीक आणि रोमन लोकांच्या देवतांचीं आहेत. त्याप्रमाणेंच ह्या ग्रहास नांव द्यावें, अशा विचार पुढें निघाला. आमचे गुरु आणि शनि ह्यांस अनुक्रमें जुपिटर आणि सॅटर्न हीं युरोपियन नांवें आहेत. प्राचीन ग्रीक

देवतांत सॅटर्न हा जुपिटरचा पिता होय. म्हणून सॅटर्नच्याही पलीकडे असणाऱ्या ग्रहास सॅटर्नचा पिता म्हणजे जुपिटरचा पितामह आणि सर्व देवांमध्ये वडील जो युरेनस ह्याचें नांव द्यावें असा विचार होऊन त्या-प्रमाणें तें देण्यांत आलें. युरेनसच्या पलीकडे आणखी ग्रह असतील अशी त्या वेळेस कल्पनाही नव्हती, परंतु पुढें आणखी ग्रह सांपडला; तेव्हां जुपिटरचा पितामह युरेनस ह्याचें नांव त्याला देऊन १७८१ मध्ये सांपडलेल्या ग्रहास जुपिटरचा कनिष्ठ बंधु नेपच्यून ह्याचें नांव द्यावें असा विचार निघाला, परंतु बरीच वर्षे चाललेलें नांव बदलणें गैरसोईचें म्हणून तें तसेंच राहून त्या नव्या ग्रहास नेपच्यून असें नांव दिलें.

कै. जनार्दन बाळाजी मोडक ह्यांनी युरेनस आणि नेपच्यून ह्यांस यथाक्रम प्रजापति आणि वरुण हीं नांवें योजिलीं. युरेनस हा जुपिटरचा पितामह होता. आमचा प्रजापति हा सगळ्या प्रजांचा पितामह होय. तो बुधादिकांहून प्राचीन आहेच. आणि नेपच्यून ही जलाची देवता होती. आमचा वरुण ही जलाची देवता आहे. युरेनसपेक्षां नेपच्यून प्राचीन नाहीं ही युरोपियन नांवांत अडचण आहे. तीही संस्कृत नांवांत नाहीं. कारण प्रजापतीपेक्षां वरुण हा प्राचीन व श्रेष्ठ आहे असें म्हणण्यास हरकत नाहीं. तेव्हां युरेनस आणि नेपच्यून ह्यांस प्रजापति आणि वरुण ह्या संज्ञा योग्य आहेत.

प्रजापतीचा (युरेनसचा) शोध हा एक महत्त्वाचा ज्योतिषविषयक शोध होय. आपल्या सूर्यमालेंतील बाकीचे बुधादि पांच ग्रह हे लोकांना इतिहासपूर्वकालापासून माहीत होते. म्हणून नवीन साधनांनी शोधून काढलेल्या ग्रहांत प्रजापतीला अग्रस्थान मिळालेलें आहे. या शोधानें त्यावेळीं ज्योतिर्विदांच्या जगतांत मोठी खळबळ उडवून दिली व सामान्य जनतेंतही कुतूहल निर्माण झालें.

प्रजापतीला सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास ८४ वर्षे लागतात. त्याचा अमाप्रदक्षिणाकाल जवळ जवळ ३७० दिवसांचा आहे. त्याचा शोध लागून फार वर्षे झालीं नाहींत तोंच त्याचें सर्व प्रकारचें गणित ज्योतिष्यांनीं केले. इतकें सामर्थ्य त्यांस आकर्षणानियमांच्या शोधामुळे

आलें होतें. त्याची मागची स्थिति त्यांनीं शोधून काढली, आणि जुन्या लिहून ठेवलेल्या वेधांत तो कोणी पाहिला होता कीं काय असा शोध कारितां हर्शलाच्या शोधापूर्वीं १०० वर्षांत तो १९ वेळां ज्योतिष्यांनीं पाहिला होता असें दिसून आलें. त्या सर्वांनीं ती एक तारा आहे असें लिहून ठेविलें होतें. तो ग्रह आहे असें पूर्वीं कोणास ओळखितां आलें नाहीं; यावरून तो शोधून काढल्याचा मान हर्शल यासच योग्य आहे. शनि एका राशीस २॥ वर्षे राहतो; हा सात वर्षे असतो. शनीची साडेसाती तशी ह्याची एकविशी होय. फलज्योतिष आमच्याच देशांत आहे असें नाहीं; युरोपांतही प्राचीनकालीं होतें, व हल्लींही आहे. झडकील, रफील ह्या फलज्योतिष-ग्रंथकारांचीं नांवें पुष्कळांनीं ऐकिलीं असतील. प्रजापति आणि वरुण हेही ग्रह ते फलज्योतिषविचारांत घेतात.

प्रजापति हा सहाव्या प्रतीच्या तारेएवढा दिसतो. यामुळें निरभ्र काळोख्यारार्त्री चांगल्या नजरेच्या इसमास तो नुसत्या डोळ्यांनींही कधीं कधीं दिसतो. दुर्बिणींतून पाहतां त्याचा रंग हिरवा दिसतो. त्याचें बिंब ध्रुवांकडील वाजूना स्पष्टपणें चपटें असलेलें आढळतें. त्याच्यावर शनी-प्रमाणेंच विषुववृत्ताला समान्तर असे अतिशय अस्पष्ट पट्टे आढळतात.

प्रजापति सूर्यापासून १८० कोटि मैलांवर आहे; म्हणजे शनीच्या सुमारे दुप्पट अंतरावर आहे. त्याचा व्यास सुमारे ३१००० मैल आहे; आकार पृथ्वीच्या सुमारे ६० पट आहे; आणि द्रव्य पृथ्वीच्या १४॥ पट आहे. पण घनता मात्र गुरुसारखीच पृथ्वीच्या पावपटच आहे. प्रजापतीभोंवतीं चार उपग्रह आहेत. ते सुमारे २॥, ४, ८॥, १३॥ दिवसांत प्रजापतीभोंवतीं प्रदाक्षिणा करितात. ह्यांतले बाहेरचे जरा तेजस्वी दिसणारे दोन हर्शलनें शोधून काढिले. आंतले दोन इ० स० १८५० मध्ये सांपडले. ते फार दूर व मोठ्या लघुग्रहांएवढेच असल्यामुळें मोठ्या प्रभावाच्या दुर्बिणींतून मात्र दिसतात. ह्या उपग्रहांची सगळ्या सूर्य-मालेंत एक विलक्षण गोष्ट आहे. त्यांच्या कक्षांचा क्रांतिवृत्ताशीं कोन सुमारे ८२ अंश आहे. म्हणजे ते सूर्यमालेंतील ग्रहोपग्रहांप्रमाणें पश्चिमेकडून पूर्वेकडे न फिरतां उलटे फिरतात, किंवा प्रजापतीवरील दिशां-

संबंधी पाहिले असतां ते दक्षिणेकडून उत्तरेस फिरतात म्हटले तरी चालेल. उपग्रह ज्या पातळीत फिरतात त्याच पातळीत प्रजापति आपल्या आंसाभोंवतीं फिरतो, असें अनुमान आहे. म्हणजे त्याचा आंस आणि त्याची कक्षा ह्यांच्यामध्ये फक्त ८ अंशांचा कोन आहे. हे देखील विलक्षणच होय. ह्यामुळे त्यावर ऋतुही विलक्षण असतील. आपल्या पृथ्वीच्या आंसाचा कक्षेर्शी कोन ६६॥ अंशांचा आहे. त्याची आपल्या कक्षेतील गति सेकंदांत ४ मैल आहे.

प्रजापति अति दूर असल्यामुळे त्याची शारीरघटना पाहाण्याविषयी दुर्विणीचा कांहींच यत्न चालत नाही. शनीच्या दुष्पट अंतरावर असल्यामुळे शनीवर जितका सूर्यप्रकाश पडतो त्याचा चवथा हिस्सा प्रजापतीवर पडतो, आणि तो शनीच्या दुष्पट अंतरावरून आपल्याकडे यावयाचा यामुळे शनीच्या षोडशांश होतो; तसेंच शनीच्या पृष्ठाच्या पंचमांश प्रजापतीचे पृष्ठ आहे, यामुळे शनीच्या ८० वा हिस्सा प्रजापतीचा प्रकाश आहे; अर्थात् मोठ्या दुर्विणीतूनही तो पाहाणे किती कठिण पडत असेल ह्याचें अनुमान होईल, त्याच्यावरील स्थाईक खुणा स्पष्टपणे मुळींच दिसत नाहीत. यामुळे त्याचा अक्षप्रदक्षिणाकाल अप्रत्यक्षपणे म्हणजे वर्णलेखांचे साहाय्याने काढण्यांत आला. तो आपल्या आंसाभोंवतीं १०॥ तासांत एक प्रदक्षिणा करतो. त्याच्यावरील उष्णतामान-१८०° सेंटिग्रेड आहे. ते शनीवरील उष्णतामानापेक्षां २५° अंश सेंटिग्रेडनीं कमी आहे. इतकें कमी उष्णतामान, आकार पृथ्वीच्या ६० पट पण घनता पावपट, म्हणजे फारच कमी या गोष्टींवरून प्रजापतीवरील वातावरण पुष्कळच दाट व खोलवर गेलेलें असलें पाहिजे. वर्णलेखांवरून या वातावरणांत शनीप्रमाणेंच अमोनिया हा वायु गोठलेल्या स्थितीत असावा व मिथेन वायूचें प्रमाणही जास्त असावें असें दिसतें. मिथेनच्या वाफेनें परावर्तित सूर्यप्रकाशांतील पिवळ्या व लाल वर्णांचें शोषण मोठ्या प्रमाणावर होतें; म्हणून याचा रंग हिरवा दिसतो. तसेंच त्याच्या वातावरणांत हायड्रोजनचें अस्तित्व जास्त प्रमाणांत असावें, अशा स्थितीत प्रजापतीवर प्राण्यांचें अस्तित्व असणें शक्य नाही.

नेपचून (वरुण)

अमुक दिवशीं अमुक ग्रह आकाशांत बरोबर कोठें असेल, दोन ग्रहांची युति नक्की केव्हां होईल, नुसत्या डोळ्यांनीं ग्रह दिसण्यासारखा नसेल तर तो दुर्बिणींतून आकाशांत नेमका कोणत्या जागीं पाहावयाचा हें काढण्यासाठीं ग्रहसाधनांचीं कोष्टकें तयार करण्यांत येतात. हीं कोष्टकें त्या त्या ग्रहांचे पूर्वीं वेध घेऊन प्रत्यक्ष अनुभवास आलेल्या मागील पुष्कळ वर्षांच्या त्यांच्या गतिस्थितींवरून आणि सर्व ग्रहांचें परस्परांवर जें आकर्षण घडून येतें त्याचाही हिशेब करून तयार करतात. प्रजापतीचा शोध लागल्यावर बीसएक वर्षांनीं असें आढळून आलें कीं इतर सर्व ग्रहांची गणितानें काढलेली स्थिति वेधांस बरोबर मिळे, पण प्रजापतीच्या स्थितींत मात्र थोडी चूक पडे. म्हणून इ. स. १८०० पासून इ. स. १८२० पर्यंत नक्की वेध घेऊन आलेल्या त्या त्या वेळेच्या त्यांच्या गतिस्थितींच्या नोंदींवरून नवीनच कोष्टकें तयार करण्यांत आलीं. ह्या कोष्टकांवरून त्याची दर वर्षांची आपल्या कक्षेतील गतिस्थिति काढण्यांत येई, पण प्रत्यक्ष वेध घेतां त्यांतही थोडा फरक पडत असलेला आढळून आला. इ. स. १८३० पासून पुढल्या पंधरा वर्षांत हा फरक २० विकलांपासून १२० विकलांपर्यंत म्हणजे दोन कला इतका पडूं लागला. युरोपियन ज्योतिष्यांस हा थोडा फरक सुद्धां सहन होईना. जिज्ञासा त्यांना स्वस्थ बसूं देईना. मग कांहींनीं असें अनुमान बांधलें कीं प्रजापतीच्या पलीकडे एकादा ग्रह असावा व त्याच्या आकर्षणाच्या उपाधीमुळें प्रजापतीच्या गतिस्थितींत हा फरक पडत असावा. म्हणून हा पडणारा फरक लक्षांत घेऊन त्या उपरी ग्रहाचें आकर्षण प्रजापतीवर किती प्रमाणांत होत असावें तें काढून त्यावरून त्याचें सूर्यापासून अंतर अमुक असावें, त्याचें द्रव्य अमुक असावें, त्याची कक्षा अमुक असावी इत्यादि गोष्टी ठरविण्यांत आल्या; इतकेंच नाहीं तर अमुक दिवशीं तो नक्की कोठें असेल हेंही काढण्यांत आलें. त्यांवरून या उपाधि करणाऱ्या नव्या ग्रहाचे बर्लिनच्या वेधशाळेंत वेध घेतां तो

२३ सप्टेंबर १८४६ या दिवशीं ठरलेल्या ठिकाणीच सांपडला. हा नवा ग्रह शोधून काढण्याचा मान इंग्लंडांतील ज्योतिषी आडाम व फ्रान्स मधील ज्योतिषी लव्हरियर या दोघांना आहे. या दोघांनीं स्वतंत्रपणं या ग्रहाची कक्षा, गति वगैरेंबद्दल गणित केलें होतें. या नवीन ग्रहाचें नांव नेपचून (वरुण) असें ठेवण्यांत आलें. नेपचूनचा शोध केवळ गणित करूनच लागला म्हणून हा गणितज्योतिषाचा मोठाच विजय होय.

निरनिराळ्या ठिकाणीं असलेले कांहीं लोहचुंबक एका लोखंडाच्या गोळीस ओढीत आहेत; त्या लोहचुंबकांची आकर्षणशक्ति, महत्त्व, स्थानें वगैरे माहीत आहेत, परंतु त्यांवरून गणित करून लोखंडाची गोळी अमुक ठिकाणीं असेल असें काढावें तें प्रत्यक्ष स्थितीस मिळत नाहीं; यावरून आणखी एकादा लोहचुंबक गोळीस ओढीत असेल असें अनुमान करून त्याचें स्थान बिनचूक शोधून काढणें जितकें कठिण आहे त्याहून अनेक पटीनें कठिण सदरहू ग्रहाचा शोध करणें हें आहे. न्यूटनाच्या शोधापेक्षांही हा शोध एका अर्थीं अधिक कठिण आहे असें म्हटलें असतां चालेल. ग्रहगतिस्थितीचें गणित सांप्रत कसें पूर्णावस्थेस आलें आहे हें ह्या शोधावरून दिसून येतें.

दुर्बिणींतून वरुणाचा वर्ण हिरवा दिसतो. त्यावर खाणाखुणा किंवा पट्टे दिसत नाहींत. त्याच्या कडांची बाह्यरेषा रेखीव असलेली दिसत नाहीं. वर्ण, शारीरघटना, कमी उष्णतामान वगैरे गोष्टींत याचें प्रजापतीशीं बरेंच साम्य आहे. म्हणून या दोघांना आवळेजावळे भाऊ म्हणतां येईल.

वरुण हा सूर्यापासून २८० कोटि मैल म्हणजे पृथ्वीच्या ३० पट अंतरावर आहे. त्याचा व्यास ३३ हजार मैल आहे. आकार पृथ्वीच्या ७२ पट व द्रव्य पृथ्वीच्या १७ पट आहे. त्याचें वैरल्य साधारणपणें पृथ्वीच्या पंचमांश म्हणजे पाण्याहून किंचित् जास्त आहे. त्याची सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा जवळ जवळ १६५ वर्षांत होते ! म्हणजे हा सांपडल्यापासून त्याची दोनतृतीयांश प्रदक्षिणा अद्यापि पुरी झाली नाहीं. त्याचा

अमाप्रदाक्षिणाकाल आपल्या ३६७॥ दिवसांचा आहे. लघुग्रहांच्या बाहेर असणाऱ्या ग्रहांचा सूर्याभोवती प्रदाक्षिणा करण्याचा काल जो जो वाढत जातो, तो तो अमाप्रदाक्षिणाकाल कमी-कमी होत जातो. गुरूची अमाप्रदाक्षिणा ३९९ दिवसांत होते, शनीची ३७८ दिवसांत व प्रजापतीची ३७० दिवसांत होते आणि पुष्कळच अंतरावर असलेल्या खस्थ गोलांचे बाबतीत हा काल अर्थात् आपल्या वर्षाइतकाच असतो.

वरुणावरील खाणाखुणा तो फार दूर असल्यामुळे दिसत नाहीत. म्हणून प्रजापतीप्रमाणेच त्याचा आपल्या आंसाभोवती फिरण्याचा काल वर्णलेखांवरून काढण्यांत आला. वरुणाची एक अक्षप्रदाक्षिणा १५ तास ४८ मिनिटांत पुरी होते. ह्याला एक उपग्रह आहे. त्याचा शोध वरुणाच्या शोधानंतर थोड्याच महिन्यांत लागला. त्याचा व्यास २२४० मैल आहे. म्हणजे तो साधारणपणे आपले चंद्राएवढा आहे. तो त्याभोवती सुमारे ५ दिवस २१ तास इतक्या वेळांत फिरतो. ह्या उपग्रहाची कक्षा प्रजापतीच्या चंद्रापेक्षाही विलक्षण आहे. तिचा क्रांतिवृत्ताशी कोन सुमारे १४५ अंश आहे. म्हणजे त्याची गति पश्चिमेकडून पूर्वेकडे नाही; उलटी आहे.

वरुणावरील उष्णतामान—२२०° सेंटिग्रेड आहे व त्याची शारीरघटना बहुतेक प्रजापतीप्रमाणेच आहे. वरुणावर हिरवा रंग जास्त ठळक प्रमाणांत आढळतो. यावरून मिथेन वायूचे अस्तित्व याजवर प्रजापतीपेक्षा जास्तच असले पाहिजे. मिथेन वायु हा प्रकाशातील लाल व विपळ्या वर्णांचे शोषण करतो; म्हणून वरुणावरून आपणांकडे येणा-या परावर्तित सूर्यप्रकाशांतून हे रंग नाहीसे होऊन हा ग्रह जास्तच हिरवा दिसत असावा. प्रजापति व वरुण या दोहोंवर स्पष्ट अशा खाणाखुणा आढळून येत नाहीत. प्रत्यक्ष निरीक्षणाने व वर्णलेखांचे साहाय्याने आपणांस जी माहिती मिळू शकते त्यावरून या दूरच्या दोन ग्रहांमध्ये व त्यांच्या अलीकडील मोठे ग्रह जे गुरु व शनि यांमध्ये सामान्यपणे दरेचसे साम्य असलेले आढळते. जसजसे गुरूकडून वरुणाकडे जावे तसतसे उष्णता-

मान मात्र कमी होत जातें, या बदलत्या उष्णतामानाचा परिणाम म्हणून त्यांच्या पृष्ठभागांवरील मुख्य मुख्य फरक झालेले आढळतात. या सर्वांची अक्षप्रदक्षिणा अत्यंत जलद होते. मिथेन व अमोनिया यांनी भरलेले त्यांचे वातावरण मोठे विस्तृत असते. जसजसे त्यांच्या केंद्रांकडे जावे तसतसे घनीभूत झालेल्या व वजनाने हलक्या अशा द्रव्यांनी त्यांची घटना झालेली असते. ह्या सर्व वैशिष्ट्यांच्या वावर्तीत या चौघांमध्ये व पृथ्वीशी साम्य असलेल्या बुध, शुक्र व मंगळ यांच्यामध्ये तफावत आढळून येते. प्रत्येक बारीक सारीक गोष्टीत सुद्धा ही तफावत इतकी ठळकपणे दिसून येते की ग्रहांच्या ह्या दोन संघांना ते एकाच ग्रहमालेतील सहोदर म्हणणे विसंगत भासते.

एक किंवा अधिक उपग्रह प्रत्येकाला असल्यामुळे या वड्या आकारांच्या चार ग्रहांचे द्रव्य व वजन बरेच सूक्ष्मपणे काढतां येतें, हें काढण्याकरितां आपणांस फक्त पुढील गोष्टींची माहिती असली म्हणजे काम भागते. त्या गोष्टी म्हणजे प्रत्येक उपग्रहाचा आपल्या जनक ग्रहाभोवती प्रदक्षिणा करण्याचा काल व त्यांचे त्या जनक ग्रहापासूनचे अंतर. या गोष्टी कळल्या म्हणजे गुरुत्वाकर्षणाचे सर्वमान्य नियमाने आपणांस त्या त्या ग्रहांचे वजन काढतां येतें. तसेच प्रत्येक ग्रहाच्या आकारमानाची माहिती असल्यामुळे आपणांस त्यांची मध्यम घनताही काढतां येते. पृथ्वीची मध्यम घनता $5\frac{1}{2}$ आहे, चंद्राची $3\frac{1}{2}$, आणि बुध, शुक्र आणि मंगळ या प्रत्येकाची मध्यम घनता पृथ्वी व चंद्र यांच्या मधली आहे. परंतु लघुग्रहांच्या पलीकडील वड्या आकारांच्या या चार ग्रहांच्या वावर्तीत हें घनतेचे मान कमी प्रमाणांत असलेले आढळते. गुरु, शनि, प्रजापति व वरुण यांची मध्यम घनता अनुक्रमेण $1\cdot34$, $0\cdot71$, $1\cdot27$, आणि $1\cdot58$ आहे. शनीची घनता आश्चर्य वाटण्याजोगी कमी आहे. ती वायुस्वरूप जो सूर्यत्याच्या मध्यम घनतेच्या अर्द्याइतकीच आहे. या सर्व ग्रहांचे मोठे आकार व कोणत्याहि खडकांच्या घनतेपेक्षा कमी अशी मध्यम घनता यांवरून हें उघड दिसते की प्रत्येकावरील वातावरण फार खोलीचे असले पाहिजे. म्हणून ह्या मोठ्या ग्रहांचे व्यास

आपणांस भासतात तितके मोठे नसून त्यांपैकी बराचसा भाग या खोलवर गेलेल्या वातावरणाने झालेला असावा. ह्या मोठ्या ग्रहांचे उष्णतामान फारच कमी आहे. पूर्वी त्यांचे उष्णतामान हल्लीपेक्षा जास्त होते. नंतर ते थंड होत असतांना त्यांच्या वातावरणांत असलेल्या वाफेचे द्रवीकरण होऊन महासागर बनले असले पाहिजेत. त्या पुढील टप्प्यांत जेव्हां ते जास्तच थंड झाले तेव्हां हे महासागर गोठून त्यांच्या पृष्ठभागांवर बर्फाचे थर बनले असावेत. डॉ. जोफ्रिजनने असे सूचित केले आहे की ह्या मोठ्या ग्रहांच्या गर्भामध्ये पृथ्वीवर आढळतो त्याच तऱ्हेचा व बहुधा तितकीच घनता असलेला खडक असावा. त्या खडकाभोवती खूप उंचीचे बर्फाचे अस्तर असावे आणि सरतेशेवटी त्याजवर विस्तृत प्रमाणावर वातावरण असावे. हे बर्फाचे थर त्यांच्या वातावरणांतून आत खोलवर बारकाईने पाहाणे आपणांस शक्य नाही. परंतु हे बर्फाचे थर तेथे असले पाहिजेत असे खात्रीने वाटते. ह्या मोठ्या ग्रहांच्या घटनेत तीन प्रकार आढळतात. अगदी आंतला खडकाचा थर, त्यावरील कमी घनतेचे बर्फाचे अस्तर व त्यावर त्याहून कमी घनतेचे वातावरण. ह्या तिन्ही प्रदेशांचा विस्तार किती आहे हे आपणांस अजमासाने काढता येते. गुरूवरील खडकाच्या गर्भाची त्रिज्या अजमासे बावीस हजार मैल असावी; बर्फाचा थर सोळा हजार मैल जाडीचा असावा आणि त्यावरील वातावरणाची उंची सहा हजार मैल असावी. शनीवरील खडक गर्भात चौदा हजार मैल त्रिज्येचा असून त्यावरील बर्फाचे अस्तर सहा हजार मैल जाडीचे असावे व वरील वातावरण सोळा हजार मैल उंचीचे असावे. सर्व ग्रहांमध्ये शनीच्या वातावरणाचा विस्तार फार मोठा आहे आणि ह्यामुळेच त्याची घनता अत्यंत कमी असून त्याचे विष्व सगळ्यामध्ये फारच चपटे असलेले आढळते. शनीच्या वातावरणाचे संपूर्ण वजन त्याच्यावरील खडकाच्या गर्भाइतकेच आहे असा अजमास आहे. ही गोष्ट कुतूहलावह आहे. अर्थात् ते दाट असावे. प्रजापति व वरुण यांच्या वावर्तित हे आंकडे खात्रीपूर्वक देता येत नाहीत. या दोहोंवर बर्फाचे आच्छादन सहा हजार मैल जाडीचे असून प्रजापतीच्या वातावरणाची उंची सुमारे तीन हजार मैल व वरुणाच्या

वातावरणाची उंची दोन हजार मैल असावी. मात्र हे आंकडे अनिश्चित स्वरूपाचे आहेत.

प्लूटो

वरुणाची कक्षा वेध घेऊन व गणित करून नक्की ठरविण्याचें काम फार सावकाशीनें चाललें होतें. त्याचा भ्रमणाचा कालच मुळीं फार मोठा म्हणजे १६५ वर्षांचा आहे. त्याचा शोध लागल्यावर सुमारे ५० वर्षांनीं असें आढळून आलें कीं तो गणितानें निघालेल्या मार्गानें आपल्या कक्षेत प्रवास करीत नाही. त्यांत अनियमितता आढळून येते. तसेंच आणखी असेंही आढळून आलें कीं वरुणाची आकर्षणशक्ति विचारांत घेऊन सुद्धां प्रजापतिही ठरलेल्या मार्गानें तंतोतंत जात नाही. त्यांतही अगदीं थोडा परक पडतो असें प्रत्यक्ष अनुभवानें दिसून आलें. तेव्हां वरुणाच्या पलीकडे आणखी एकादा ग्रह असावा व त्याच्या आकर्षणाच्या उपाधीमुळें या दोन्ही ग्रहांच्या कक्षांमध्ये फरक पडत असावा असा तर्क ज्योतिर्विदांनीं केला. संयुक्त अमेरिकेच्या एरिझोना संस्थानांतील फ्ल्याग-स्टाफ वेधशाळेचे प्रो. लोवेल ह्यांनीं हा उपाधि करणारा ग्रह कसा फिरत असावा याचें गणित केलें आणि १५ वर्षांचे संशोधनानंतर त्यांनीं भाकित केलेल्या ठिकाणाजवळच या ग्रहाचा शोध इ० स० १९३० च्या मार्च महिन्यांत लागला. तो प्रकाशलेखकाचे साहाय्यानें अलीकडे सांपडलेल्या लघुग्रहांसारखाच फोटो घेऊन लागला. परंतु लोवेलनीं भाकित केल्यापेक्षां त्याचें द्रव्य पुष्कळ कमी प्रमाणावर म्हणजे पृथ्वी इतकेंच असलेलें आढळून आलें. हा नवा सांपडलेला ग्रह प्लूटो सध्यां तरी आपल्या ग्रह-मालेंतील सगळ्यांत बाहेरचा ग्रह आहे. त्याची कक्षा वरीच दीर्घवर्तुळाकार आहे. त्याची सूयांभोंवतीं एक प्रदक्षिणा होण्याचा काल २४८ वर्षांचा आहे. प्लूटोपासून पृथ्वीवर प्रकाश येण्यास ४।५ तास लागतात. त्याचें सूर्यापासूनचें अंतर पृथ्वीच्या अंतराच्या ३९।१ पट आहे. त्याचा ज्यो. ...१७

आकार मंगळाएवढा असावा. त्याचा वर्ण पिवळसर आहे. त्याच्या पृष्ठभागावरील उष्णतामान- 230° सेंटिग्रेड आहे. प्लूटोवरील सूर्य-प्रकाशाची प्रखरता इतकी कमी आहे की त्याच्यावर जर प्राणवायु (आक्सिजन) असला तर तोसुद्धां गोठून घट्ट बनलेला असेल. प्लूटो-पलीकडे आणखी ग्रह असावेत असें नकी वाटते पण त्यासंबंधीं अजून खात्रीचा पुरावा सांपडलेला नाही.



प्रकरण १९ वें

अन्य गोलांवरील जीव.

विश्वांतील दुसऱ्या गोलांवर प्राण्यांचें अस्तित्व असेल कीं नाहीं हा प्रश्न लोकांच्या मनांत वरचेवर डोकावत असतो, आणि तो प्रश्न ज्योतिर्विदांनीं समाधानकारक रीतीनें सोडविला पाहिजे अशी त्यांची साहजिकच अपेक्षा असते. ह्या प्रश्नाचें उत्तर देतांना जीव म्हणजे काय हें आपणांस पाहिल्यानें ठरवावें लागेल. साधारणपणें जी वस्तु जगते—टिकते, जी आपल्याचसारखी दुसरी वस्तु निर्माण करते व शेवटीं मृत्यु पावते अशा प्रत्येक वस्तूस जीव ही संज्ञा लावतां येईल. ह्या व्याख्येप्रमाणें गवत, झाडें, जीवजंतु, जनावरें व माणसें ह्या सर्व जिवंत वस्तु होत. पृथ्वीचे पाठीवर ह्या जिवंत वस्तु निर्जीव वस्तूंपासून निर्माण झाल्या आहेत व आज जगत आहेत. त्याअर्थी पृथ्वीचे पाठीवर जीवधारणेस योग्य अशी परिस्थिति होती व आहे. ही जीवधारणेला योग्य अशी स्थिति कोणती ह्याचा आपण पाहिल्यानें विचार करूं. ज्या निर्जीव वस्तूंपासून सजीव वस्तु बनल्या त्या निर्जीव वस्तु सर्व जगभर एकाच तऱ्हेच्या अणु-परमाणूंच्या बनलेल्या असल्यामुळें पृथ्वीसारखी योग्य परिस्थिति उत्पन्न झाल्याबरोबर निर्जीव वस्तूंपासून सजीव वस्तु निर्माण होऊं शकतील असें समजण्यास हरकत नाहीं. अर्थात् ज्या ज्या ठिकाणी पृथ्वीसारखी जीवधारणेस योग्य अशी परिस्थिति असेल तेथें जिवंत वस्तु असल्याच पाहिजेत असें ओघानेंच ठरेल.

पृथ्वी पाहिल्यानें अतिशय उष्ण होती. तेथें पाण्याची वाफसुद्धां नव्हती, जमिनीचें अस्तित्व तर नव्हतेंच. नंतर पृथ्वी थंड झाली. पृथ्वीवर जमीन, पाणी आणि जीव तयार झाले, अर्थात् हें होत असतांना मृष्टीनें ह्या निरनिराळ्या अवस्थांत प्रयोग करून योग्य तऱ्हेच्या अणुपरमाणूंचें मिश्रण बनवून निर्जीव वस्तूंपासून सजीव वस्तु बनाविल्या. ह्या प्रयोग-विविधते-मध्ये जर निराळ्या तऱ्हेच्या जीविताची शक्यता असती तर त्या तऱ्हेचें

जीवित पृथ्वीवर खात्रीने आढळलें असतें. ह्यावरून पृथ्वीवर कार्बन, ऑक्सिजन, हायड्रोजन, नायट्रोजन ह्यांच्या अणूंनी बनलेल्या ज्या जिवंत वस्तु आढळतात तशा तऱ्हेच्या वस्तु तयार करणेच सृष्टीस सोपें जात असावें व तशा तऱ्हेच्या जिवंत वस्तु तयार होण्याची शक्यता जगांत जास्त असावी असें दिसतें. ह्या पृथ्वीवरील जीवनास पाणी, प्राणवायु-युक्त हवा व साधारण समशीतोष्ण उष्णतामान (-५०° सेंटिग्रेड ते $+१००^{\circ}$ सेंटिग्रेड) लागतें. ह्या गोष्टी जेथें जेथें असतील तेथें तेथें जीवाचे अस्तित्व असावें व जेथें नसतील तेथें जीव जगूं शकणार नाही.

पाणी, ऑक्सिजनयुक्त हवा, व समशीतोष्ण उष्णतामान ह्या गोष्टी आपल्या सूर्यमालेंतील कोणत्या ग्रहांवर असतील हें आपण प्रथम पाहूं या. ताऱ्यांच्या पृष्ठभागांचें उष्णतामान साधारणपणें $+१५००^{\circ}$ सेंटिग्रेड इतकें जास्त असतें. त्यामुळें ताऱ्यांवर जीव असणेंच शक्य नाही. अर्थात् जीवाच्या अस्तित्वाचा विचार करतांना आपणांस ताऱ्यांचा विचार करण्याचें कारण नाही; परंतु सूर्यासारखे ग्रह-उपग्रह असलेले जे इतर तारे असतील त्यांचा मात्र विचार करावा लागेल. आपल्या सूर्यमालेंत आपण सूर्यापासून जसजसे दूर जातो तसतसे उष्णतामान कमी कमी होत जातें. सूर्यापासून सर्वांत जवळचा ग्रह जो बुध त्यावरील उष्णतामान $+४००^{\circ}$ सेंटिग्रेड असतें. त्या पलीकडचा जो शुक्र त्यावर $+५५^{\circ}$ सेंटिग्रेड असतें. पृथ्वीवर सरासरी $+१४^{\circ}$ सेंटिग्रेड असते व मंगळाच्या सूर्यप्रकाशित भागावर $+२०^{\circ}$ सेंटिग्रेड असतें. गुरुच्या पृष्ठभागावर -१४०° सेंटिग्रेड असतें व त्याच्यापलीकडे शनि, युरेनस्, नेपच्यून वगैरें-वर तर त्याहूनही जास्त थंडी असते. समशीतोष्ण उष्णतामानाचा विचार करतांना असें दिसून येईल कीं, बुधावर फार उष्णता असते; म्हणून त्यावर आणि गुरु, शनि वगैरे फार थंड असतात म्हणून त्यांवर जीव असणें शक्य नाही. जीवधारणस योग्य अशी उष्णतामानें शुक्र, पृथ्वी व मंगळ ह्यांवरच असल्याचें दिसून येतें. म्हणजे कोणताही ग्रह सूर्याच्या फार जवळ असला तर त्याचा पृष्ठभाग अतिशय गरम असतो व त्यावर जीव जगणें शक्य नसतें, तसेंच ग्रह सूर्यापासून फार दूर

असला तर त्याचा पृष्ठभाग अतिशय थंड असतो व तेथे जिवंत वस्तु गारवून, थिजून नष्ट होईल. जीव धारण करणारे ग्रह सूर्याच्या फार जवळ असू शकत नाहीत; तसेंच ते फार दूरही पण राहू शकत नाहीत. तर ते सूर्याच्या भोंवतालच्या एका मर्यादित पट्ट्यांतच राहू शकतात. जी गोष्ट ग्रहांची तीच गोष्ट त्यांच्या उपग्रहांची. उपग्रहांवर तर उष्णतामान अत्यंत कमी असते.

प्रत्येक जिवंत प्राण्याचें शरीर एकसारखें न थांबतां काम करीत असतें आणि ह्या कार्यांत त्याची शक्ति खर्च होत असते. कोणत्यातरी उपायांनीं ह्या शक्तीची भरपाई होणें आवश्यक असतें. सामान्यतः ही भरपाई ज्वलनांनै किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचें म्हणजे कर्वचें (कार्वनचे) प्राणवायूशीं (ऑक्सिजनशीं) संयोगीकरण झाल्यामुळें होतें. प्राणवायूचा पुरवठा वातावरणांतून होतो; म्हणजे जिवंत वस्तूस प्राणवायु मिळावयाचा असेल तर प्राणवायु—युक्त हवेचें मोठें वातावरण असेल पाहिजे. जेथें वातावरणच नसेल तेथें स्वतंत्र प्राणवायु कोठला, व जिवंत वस्तूस तो मिळणार तरी कसा ? ह्यावरून ज्या ग्रहांवर व त्यांच्या उपग्रहांवर वातावरण नसेल तेथें जिवंत वस्तु जगणें कठिण होईल; म्हणजे जीवधारणेसाठीं ग्रहांवर अथवा त्यांच्या उपग्रहांवर वातावरणाची आवश्यकता आहे. एखाद्या ग्रहावरील वातावरणाचें अस्तित्व त्या ग्रहाचें उष्णतामान व गुरुत्वाकर्षण यांवर अवलंबून असतें. तें कसें तें आतां पाहूं या.

आपण नेहमीं पहातो कीं एखाद्या पेल्यांत पाणी ठेवले कीं त्याची वाफ होऊन ती हवेंत मिसळून जाते. ह्याचें कारण हवा ही पाण्यापेक्षां विरल आहे हें होय. एखाद्या खगोलावरील वातावरण पेल्यांतील पाण्याप्रमाणेंच आकाशांतील पोकळींत निसटून जाऊं शकतें; कारण ज्याप्रमाणें वातावरण पाण्यापेक्षां विरल आहे त्याप्रमाणेंच पोकळी वातावरणापेक्षां विरल आहे. वातावरणांतील अणु—परमाणु जोरानें एकसारखे फिरत असतात. त्यांच्या चलनवलनाची गति वातावरणाच्या उष्णतामानावर अवलंबून असते. ज्या गोलावर वातावरण असतें त्याजवर जर गुरुत्वा-

कर्षण नसलें तर वातावरण तेथें राहूंच शकलें नसतें; कारण उष्णता-मानामुळें मिळणाऱ्या गतीच्या योगानें वातावरणांतील अणु आकाशां-तील पोकळींत निसटून गेले असते व ते पुन्हां परत येऊं शकले नसते. गुरुत्वाकर्षणाच्या जोरामुळेंच वातावरणांत मंद गतीनें फिरणारे द्रव्यकण गोलावर आकर्षून राहातात. आणि जास्त जोरानें फिरणारे कण निसटून शकतात. आकर्षणाचा जोर बाढविला कीं आकर्षून राहणाऱ्या कणांची संख्या वाढेल व निसटून जाऊं पाहणाऱ्यांची संख्या कमी होईल. वातावरणाचें उष्णतामान वाढलें व आकर्षणशक्ति मात्र पूर्वीचीच कायम राहिली तर जास्त जास्त द्रव्यकण त्या गोलावरून निसटून जाऊं शकतील. यावरून असें दिसून येईल कीं एखाद्या गोलावर वातावरण किती आहे हें त्या गोलाचें उष्णतामान व गुरुत्वाकर्षण ह्यांवर अवलंबून राहिल. ह्या दोन्ही गोष्टी आपणांस कळल्या कीं त्या खगोलावरील वातावरणाचा अंदाज आपल्याला विनचुकणें व सहज काढतां येईल. ग्रह व त्यांच्या उपग्रहांचें उष्णतामान व त्यांचें गुरुत्वाकर्षण ह्यांचा विचार करतांना आपणांस असें दिसतें कीं बुध व आपला चंद्र ह्यांवर गुरुत्वाकर्षणाचा जोर फार कमी आहे व त्यांवर वातावरण टिकणेंच शक्य नाहीं. इतर उपग्रह चंद्रापेक्षांही लहान असल्यामुळें त्यांच्यावरही वातावरण बिलकूल नाहीं. वेध घेऊनही हीच गोष्ट सिद्ध झाली आहे. शुक्र, पृथ्वी व मंगळ ह्यांवर उष्णतामान व गुरुत्वाकर्षणाचा जोर साधारण सारखाच आहे. त्यांतील वातावरणांतून स्वतंत्र उच्च (हायड्रोजन) व हेल (हेलियम) अंतरिक्षांत निसटून जाऊं शकतात. परंतु प्राणवायु, नत्र (नायट्रोजन), कार्बानिक-ऑसिडवायु, पाण्याची वाफ, निसटून जाऊं शकत नाहींत. शुक्र, पृथ्वी व मंगळ ह्यांवर साधारणपणें सारख्याच तऱ्हेचें वातावरण आहे. परंतु शुक्रावर पृथ्वीपेक्षां ढग जास्त असतात व कार्बानिक ऑसिडवायु जास्त आहे. ही गोष्ट वेध घेऊन व वर्णलेखाचे द्वारां सिद्ध झाली आहे; साधारणपणें असें म्हणतां येईल कीं शुक्रावरील वातावरणाची स्थिति पृथ्वीवर कोट्यवधि वर्षांपूर्वी असलेल्या वातावरणाच्या स्थितीसारखी असावी. मंगळावरील वातावरण फार विरल आहे.

वर्णलेखांचे द्वारां त्यावर पाण्याची वाफ जवळ जवळ नाहीच व स्वतंत्रपणे प्राणवायु पृथ्वीवर असलेल्या प्राणवायूच्या एक सहस्रांशापेक्षां मुद्दां कमी आहे असे सिद्ध झाले आहे. इतका थोडा प्राणवायु व थोडे पाणी साहारा वाळवंटापेक्षां जास्त जोमदार बनस्पती टिकवून धरण्यास समर्थ होणार नाहीत. गुरु, शनि वगैरे ग्रहांवर उष्णतामान अतिशय थोडे आहे व त्यांवर गुरुत्वाकर्षणाचा जोरही फार जास्त आहे. त्यामुळे ह्या ग्रहांवरून हायड्रोजनचे अणुमुद्दां निसटून जाणें शक्य नाही म्हणजे ह्या मोठ्या ग्रहांवर जे जे वायु प्रथम निर्माण झालेले आहेत ते ते सर्वच्या सर्व तेथे टिकून राहिले असले पाहिजेत. आणि ह्या मोठ्या ग्रहांची वातावरणेही पण अतिशय विस्तृत आहेत. गुरुवरील वातावरणाच्या तळाशी आढळणारा दाब पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर आढळणाऱ्या दाबाच्या दहा लक्षपट असतो. हायड्रोजन वायु हा फार चपल (active) असतो व तो दुसऱ्या वायूंबरोबर फार लवकर मिसळू शकतो. असा मिसळतां मिसळतां अमोनिया, मिथेन (दलदलींतील वायू) वगैरे विषारी वायु त्यापासून तयार होतात. गुरु आणि शनि ह्यांवर अमोनिया आणि मिथेन आहेत हे वर्णलेखांचे द्वारां सिद्ध झाले आहे. युरेनस व नेपच्यून ह्यांचे वर्णलेखांत मिथेनच्या खुणा दिसतात परंतु अमोनियाच्या दिसत नाहीत. कारण तेथील अमोनिया बहुतेक थिजून वातावरणाच्या तळाशी गेलैला असावा. ह्या मोठ्या ग्रहांवरील वातावरण मिथेन व अमोनिया ह्या सारख्या विषारी वायूंनी युक्त असतें, व तेथील विषारी हवेचा दाब पृथ्वीवरील हवेच्या दाबाच्या लाखोंपट असतो. इतक्या प्रतिकूल वातावरणांत जीव टिकाव कसा धरू शकणार ?

सारांशरूपानें असे म्हणतां येईल कीं ज्यावेळीं ग्रह आकारानें फार लहान असतो त्यावेळीं त्याच्यावर वातावरणच टिकू शकत नाही, व ज्यावेळीं तो फार मोठा असतो त्यावेळीं त्याच्यावर पुष्कळ विषारी वायु तयार होत असतात. जीवधारणेस योग्य असे वातावरण फक्त पृथ्वीसारख्या मध्यम आकाराच्याच ग्रहावर आढळू शकेल. म्हणजे जीव धारण करणारा ग्रह फार लहान असून उपयोगी नाही व

फार मोठा असून उपयोगी नाही. तर साधारण पृथ्वीच्याच आकाराचा व पृथ्वीसारखेंच उष्णतामान असलेला असा असावयास पाहिजे.

जीवाच्या अस्तित्वाला आणखी एका गोष्टीची जरूरी असते. ती म्हणजे पाण्याचें अस्तित्त्व. अगदीं कोरड्या जमिनीत बीं किंवा शेवाळ उगवत नाहीं. आर्द्रतेच्या अभावीं जरी जीव प्रत्यक्ष नष्ट पावत नसला तरी अशावेळीं तो सुप्त अवस्थेंत असतो, आणि अशा स्थितींत त्याचा कोणत्याही प्रकारचा विकास होत नाही. अर्थात् जीवधारणेस पाण्याची फार जरूरी आहे. साधारणपणें असें म्हणतां येईल कीं जेथें योग्य असें समशीतोष्ण उष्णतामान असेल व जेथें योग्य असें वातावरण असेल तेथें पाणी आढळण्याचा संभव पुष्कळच आहे. म्हणजे समशीतोष्ण उष्णतामान व योग्य वातावरण हीं वर उल्लेखिलेलीं गमकेंच पाण्याचें अस्तित्त्व ठरविण्यास पुरेशीं आहेत. हीं दोन गमकें जेथें जेथें असतील तेथें तेथें पाणीही असेल. अर्थात् पाण्याच्या अस्तित्वाच्या गमकाचा निराळा विचार करण्याचें कारण नाही.

समशीतोष्ण उष्णतामान, योग्य वातावरण व पाण्याचें अस्तित्त्व ह्या वर उल्लेखिलेल्या गोष्टींचा विचार करतां आपल्या सूर्यमालेंत पृथ्वीवर जीव आहेच, मंगळावर गवत व लहान लहान वनस्पतींच्या स्वरूपांत असेल व शुक्रावर कोट्यवधि वर्षांनंतर तो उत्पन्न होऊं शकेल. आपल्या सूर्यमालेंतील इतर कोणत्याही ग्रहावर सजीव वस्तु नाहीत व त्या तयार होणेंही शक्य नाही. जगांत इतर ठिकाणींही सजीव वस्तूंचें अस्तित्त्व असेल तर तें आपल्या सूर्यमालेसारखी ग्रहमाला जेथें असेल अशा ठिकाणीं असण्याचा संभव आहे. ह्या दुसऱ्या सूर्यमालांत सुद्धां त्यांतील प्रत्येक ग्रहावर जीव धारण करणाऱ्या वस्तु असणें शक्य नाही; तर फक्त पृथ्वीच्याच आकाराच्या व आपापल्या सूर्यापासून योग्य अंतरावर असलेल्या अशाच ग्रहावर सजीव वस्तु असूं शकतील.

आपल्या आकाशगंगेंत आपल्या सूर्यासारख्या ग्रहमाला फारशा नाहीत. ज्या आहेत त्यांतही पृथ्वीसारख्या आकाराचा ग्रह त्या त्या मालेंतील सूर्यापासून योग्य अंतरावर असण्याचा संभव फारच कमी.

म्हणजे असें म्हणतां येईल कीं आपल्या आकाशगंगेत मनुष्याचें अस्तित्व फक्त एकेच ठिकाणीं म्हणजे पृथ्वीवरच असावें. आपल्या आकाशगंगेबाहेर इतर ज्या आकाशगंगा आहेत त्यांची रचना व त्यांचा आकारही साधारणपणें आपल्याच आकाशगंगेसारखी आहेत. ह्या वरून असें ही म्हणतां येईल कीं साधारणपणें दरएक आकाशगंगेत जीव आणि मनुष्य एक अगर दोन ठिकाणींच असावेत.

विश्वामध्ये जीव ही कांहीं वाटेल तेथें असणारी वस्तु नाही. जर सृष्टिनिर्मितीचा मुख्य हेतु जीव असेल तर त्याचें अस्तित्व इतकें मर्यादित असावें ही मोठी आश्चर्याची गोष्ट होय. प्रत्येक तारा जीव उत्पन्न होण्याला योग्य असूं शकेल अशी अपेक्षा बाळगणें शक्य आहे. अशा तऱ्हेचीं विधानें पुष्कळांनीं केलेलींही आहेत. परंतु ज्योतिःशास्त्राचा ह्या मताला दुजोरा नाही. ज्योतिर्विदाचें काम म्हणजे विश्व ज्या स्थितीत असलेलें आढळतें त्या परिस्थितीत बदल शक्य तितकी माहिती मिळाविणें व तें ह्या परिस्थितीत कां निर्माण झालें हें विशद करून दाखाविणें एवढेंच होय.



प्रकरण २० वें.

आपल्या ग्रहमालेचा जन्म

एकाद्याचें चरित्र लिहावयास सुरवात करतांना त्या चरित्रनायकाचा जन्म अमुक वर्षी अमुक ठिकाणी झाला व त्याचे आईबाप अमुक अमुक होते असें जर चरित्रलेखकाला नक्की सांगतां आलें तर त्याचें काम फारच सोपें असतें, परंतु ही गोष्ट नेहमीं शक्य असतेच असें नाहीं. अशी स्थिति असते म्हणून तर ऋषींचें कूळ व नदीचें मूळ शोधणें फार कठीण काम आहे अशी म्हण पडली आहे. गोष्ट अशी आहे तरी संशोधक हा प्राणीच असा विलक्षण असतो व त्याची जिज्ञासा इतकी तीव्र असते कीं तो कोणत्याही अडथळ्यास न जुमानतां त्याला हवी असलेली माहिती मिळविण्याचा प्रयत्न करतो.

आपली ग्रहमाला आपल्या आकाशगंगेंतील एक घटक आहे. त्या ग्रहमालेंतील एका ग्रहावर आपण सर्वजण आज काळ कंठीत आहोंत व येथूनच आपण सर्व विश्वाचें ज्ञान मिळवीत आहोंत. तेव्हां अशी ग्रहमाला आज नक्कीच अस्तित्वांत आहे व ती केव्हांतरी अस्तित्वांत आली असलीच पाहिजे असें म्हणणें आपणांस भाग पडतें. अशा ग्रहमालेचा जन्म केव्हां झाला व तिचें बालपण कसें गेलें याचें संशोधन करतांना अशा ग्रहमाला आणखी कोठें आहेत किंवा कसें याचा आपणांस विचार करावा लागतो. आपणांस सर्वांत जवळचा तारा ४ प्रकाश वर्षे इतक्या अंतरावर आहे. या ताऱ्याभोंवतीं जरी गुरुएवढा मोठा ग्रह फिरत असता तरी तो आपणांस सर्वांत मोठ्या दुर्विणींतूनही दिसला नसता व त्याचा वेध आपणांस घेतां आला नसता. साहजिकच आणखी दुसऱ्या कोणच्या ताऱ्यांस ग्रहमाला आहेत, त्या कशा दिसतात, त्या कशा निर्माण झाल्या असल्या, ही माहिती आपणांस मिळणेंच शक्य नाहीं. दुसऱ्या ग्रहमालांची आपणांस माहितीच मिळणें शक्य नसल्यानें

आपली ग्रहमाला दुसऱ्या ग्रहमालांप्रमाणेच निर्माण झाली असावी असे म्हणण्याने कांहींही बोध होणे शक्य नाही. अशा स्थितीत आपल्या ग्रहमालेचा जन्म व बालपण यांची माहिती मिळविण्याचा एकच मार्ग उपलब्ध राहातो. तो म्हणजे पहिल्याने आपल्या ग्रहमालेतील घटकांची माहिती मिळविणे, नंतर ह्या माहितीच्या आधारावर आपली ग्रहमाला कशी जन्मली असेल, तिचे बालपण कसे गेले असेल याचे आडाखे बसविणे व शेवटी त्या आडाख्यांच्या आधारेने गणित करून आपल्या ग्रहमालेची आजची स्थिति कशी असावी हे ठरविणे व ते गणित प्रत्यक्ष असलेल्या स्थितीशी किती प्रमाणांत जुळते हे पाहणे, हा मार्ग होय. ज्या आडाख्यांचे गणित प्रत्यक्षशी पुष्कळशा प्रमाणांत जुळेल त्या तऱ्हेने ग्रहमाला बनली गेली असण्याचा संभव सर्वांत अधिक आहे असे आपणांस म्हणतां येईल. या रीतीने पृथ्वीच्या व ग्रहमालेच्या जन्माचे कोडे सोडवितां येईल.

आपल्या ग्रहमालेत सूर्य हा मुख्य आहे. त्याचे भोंवतीं नऊ ग्रह व सुमारे १५०० लघुग्रह एकाच दिशेने फिरत आहेत. ह्या सर्व ग्रहांच्या भ्रमणमार्गांच्या कक्षा जवळ जवळ वर्तुळाकृति असतात. त्या सर्व कक्षा जवळ जवळ एकाच पातळीत म्हणजे सूर्याच्या विषुववृत्ताच्या पातळीत आहेत. ग्रह ज्या दिशेने सूर्याभोंवतीं फिरतात त्याच दिशेने सूर्य स्वतःभोंवतीं फिरतो. तसेच इतर ग्रहसुद्धा सूर्य ज्या दिशेने स्वतःभोंवतीं फिरतो, त्याच दिशेने स्वतःभोंवतीं फिरतात. ग्रहमालेतील बहुतेक मोठ्या ग्रहांना उपग्रह आहेत. उपग्रहांच्या, ग्रहांच्याभोंवतील कक्षाही बहुतेक वर्तुळाकृति आहेत आणि त्या आपापल्या ग्रहांच्या विषुववृत्तांच्या पातळीत असतात. ग्रह ज्या दिशेने स्वतःभोंवतीं फिरतात त्याच दिशेने त्यांचे उपग्रहही आपापल्या ग्रहांभोंवतीं फिरतात. सारांश उपग्रहांच्या हालचाली, आपापल्या ग्रहांच्या हालचाली सारख्याच असतात. बरील वर्णनावरून आपल्या असे लक्षांत येईल की, आपल्या सूर्यमालेतील सर्व घटकांस, घड्याळांतील चाकांप्रमाणे चक्राकार गति आहे. तसेच घड्याळांतील चाकांप्रमाणेच, या घटकांच्या चक्राकार गतीची दिशापण

एकच असते. यावरून असे अनुमान निघते कीं, घड्याळांतील चाकांच्या एकाच दिशेच्या चक्राकार गतीचें कारण जसें घड्याळास दिवसांत एकदां दिलेली चावी अगर चक्राकार गति असते, त्याप्रमाणेंच सूर्यमालेंतील घटकांच्या एकाच तऱ्हेच्या चक्राकार गतीचें कारण घड्याळांतील चावीप्रमाणें केव्हांतरी एकदां दिलेली चावी अगर चक्राकार गति हें असावें.

वर्णलेखाचे द्वारां असे सिद्ध झालें आहे कीं आपल्या ग्रहमालेंतील ग्रह आणि सूर्य हे सर्व एकाच तऱ्हेच्या अणूंचे बनलेले आहेत. तसेंच आपल्या सूर्यमालेंतील मुख्य जो सूर्य त्याचा द्रव्यसंघ सूर्यमालेंतील सर्व ग्रह एकत्र केले असतांना त्या सर्वांचा मिळून जो द्रव्यसंघ होईल त्याच्या कितीतरी पट अधिक आहे. शिवाय सूर्यमालेंतील सर्व ग्रह घन स्वरूपांत आहेत व ते सर्व एकाच तऱ्हेनें बनले असावेत असें म्हणण्याइतका पुरावा पण उपलब्ध आहे. या सर्व गोष्टींचा विचार करतां असे अनुमान निघते कीं सूर्याभोंवती फिरणारे सर्व ग्रह, सूर्यापासून साधारणपणें एकाच वेळीं जुळ्या भावंडाप्रमाणें झाले असावेत. या अनुमानास आधार म्हणून आणखी एक गोष्ट सांगतां येईल ती अशी भूस्तरशास्त्रज्ञ पृथ्वीवर सांपडणाऱ्या खडकांचें पृथःकरण करून त्या खडकांचें वय ठरवितात. त्यांचा अजमास असा आहे कीं पृथ्वीवरील सर्वांत जुन्या खडकांचें वय सुमारे १०० कोटि वर्षे असावें. तसेंच ज्योतिर्विदांनीं सूर्याच्या वयाचा अजमास काढला आहे. त्याप्रमाणें सूर्याचें वय सुमारे २०० कोटि वर्षे असावें असें दिसते. पृथ्वी व सूर्य यांचें अवकाशातील परस्पर सांनिध्य (सर्वांत जवळच्या ताऱ्याचें पृथ्वीपासून अंतर, पृथ्वीपासून सूर्याच्या अंतराच्या १,२५,००० पट आहे) व त्या दोघांची सापेक्ष वयें यांचा विचार करतां सूर्य हा पृथ्वीचा जनक असणें अशक्य नाहीं असें वाटते. तसेंच जर पृथ्वी आणि सूर्य ह्यांमध्ये जन्यजनकसंबंध असेल तर बरोबर पृथ्वीसारखे असणारे असे जे सूर्यमालेंतील इतर ग्रह त्यांच्यांत आणि सूर्यांत पण जन्यजनकसंबंध असावा असें अनुमान काढण्यास हरकत दिसत नाहीं.

आतां आपण ग्रहमालेच्या जन्माबद्दल निरनिराळ्या शास्त्रज्ञांनीं कौणर्ती अनुमानें बसविलीं आहेत याचा विचार करूं या. सूर्यमालेचा जन्म कसा झाला हें सांगण्याचा व त्याचें गणित करण्याचा पहिला प्रयत्न लाप्लासनें केला. त्याच्या म्हणण्याप्रमाणें फार पूर्वी सूर्यमालेंतील सर्व द्रव्य तप्त वायूच्या स्वरूपांत होतें. हा तप्त वायू प्लूटो ह्या ग्रहाच्या सूर्याभोंवतील कक्षेइतका मोठा व्यास असलेलें चक्र असावा. साहजिकच वायु फार विरल असावा व तो तप्त असल्यानें तेजोमेघाप्रमाणें प्रकाशमान असावा. असा तेजोमेघ गुस्त्वाकर्षणाचे योगानें आकुंचन पावूं लागला. आकुंचन पावतां पावतां जी थोडीशी गति निर्माण झाली तिचे योगानें तेजोमेघाच्या मध्यभागीं एक मोठा तेजोगोल व त्याभोंवतीं पुष्कळशीं एकमेकांपासून अलग अशीं वायूचीं कडीं, असें रूपांतर झालें. मध्यभागचा मोठा तेजोगोल आणखी थोडा आकुंचन पावून त्यापासून आपला सूर्य बनला असावा. दरएक कड्यांतील अगर बलयांतील वायु थिजून त्यापासून निरनिराळे ग्रह व उपग्रह बनले असावेत. लाप्लासच्या या अनुमानावरून जें गणित बसतें त्यावरून सूर्यमालेंतील ग्रह, उपग्रह यांची स्वतःभोंवतील व सूर्याभोंवतील फिरण्याची गति एकाच दिशेनें कां असते, तसेंच ग्रह व उपग्रह यांच्या कक्षा जवळ जवळ वर्तुळाकृति व एकाच पातळीत कां असतात हें समजून येतें. असें आहे तरी लाप्लासच्या या अनुमानांत एक मोठाच दोष राहातो. लाप्लासचें म्हणणें जर खरें असेल तर ग्रह व उपग्रह हे सूर्याभोंवतालचीं वायुबलये थिजून बनले असले पाहिजेत. परंतु वाफ ज्यावेळीं थिजून तिचे थेंब किंवा गारा बनतात त्यावेळीं आपणांस असें आढळून येतें कीं थिजून तयार झालेल्या थेंबास अगर गारांस चक्राकार गति अजिवात नसते अगर अगदीं थोडी असते. आपला सूर्य व आपली ग्रहमाला जर लाप्लासच्या म्हणण्याप्रमाणें तेजोमेघ थिजून बनलेली असली तर सूर्याला व ग्रहांना भोंवत्याप्रमाणें चक्राकार गति असतां कामा नये व असलीच तर ती अगदीं थोडी असली पाहिजे. प्रत्यक्ष पाहातां सूर्य व इतर ग्रह यांना चक्राकार गति इतकी जास्त आहे कीं

त्यावरून आपली सूर्यमाला तेजोमेघ थिजून झालेली नसावी असाच निष्कर्ष काढावा लागतो. जीन्सने गणित करून असे दाखविले कीं लाप्लासच्या म्हणण्याप्रमाणें सूर्यमाला बनण्यास मूळच्या तप्तवायूनें बनलेल्या चक्राचा आकार फार लहान पडतो. म्हणजे १२ प्रकाशतास व्यास असलेल्या तेजोमेघांतोल द्रव्यसंघ फारच अपुरा पडतो. इतक्या थोड्या द्रव्यसंघातील गुरुत्वाकर्षणाचा जोर फारच कमी पडेल व इतक्या कमी जोराचे योगानें वायुबलय थिजून एके ठिकाणीं येऊन ग्रह बनणार नाहीत, तर वायुलयांतील सर्वच्या सर्व वायु अवकाशांत विकिरित होईल. कल्पना करूं या कीं जास्त जास्त मोठ्या आकाराच्या व द्रव्यसंघाच्या तेजोमेघाचें गणित आपण करीत आहोंत. गणित करतांना तेजोमेघाची घनता अगर त्यांतील वायूचा विरलपणा तोच राहिला आहे असें समजणें सोपें जातें. गणितानें असें दिसतें कीं लाप्लासनें वर्णन केलेल्या तेजोमेघाचा व्यास जर एक लाख पट वाढला म्हणजे त्यांतील द्रव्यसंघ दहाअब्जपट वाढला, तर त्यांतील गुरुत्वाकर्षणाचा जोर इतका वाढतो कीं वायुबलयांतील वायु एके ठिकाणीं येऊन, थोडासा आकुंचन पावून, तारे बनूं शकतात; व अगदीं अशाच तऱ्हेनें सर्व आकाशगंगांमध्ये तारे निर्माण होत असावेत अशी सध्यांची कल्पना आहे. खरोखरीच्या आकाशगंगांचे व्यास लाप्लासच्या तेजोमेघांच्या व्यासाच्या थोडे लाखपट असतात व त्यांतील द्रव्यसंघ पण कित्येक अब्जपट असतात. म्हणजे लाप्लासची कल्पना चुकीची नव्हती. तर त्याचें मोजण्याचें परिमाणच चुकलें असावें असें दिसतें. आपल्या सूर्यमालेचा जन्म कसा झाला या बाबतींत लाप्लासचें अनुमान जरी आपणांस उपयोगी पडत नाही तरी त्या अनुमानावरून निरनिराळ्या आकाशगंगांत तारे कसे निर्माण झाले हें सांगतां येतें. लाप्लासच्या तेजोमेघासारख्या बारा प्रकाशतासच व्यास असणाऱ्या व सूर्यमालेइतकाच द्रव्यसंघ असणाऱ्या तेजोमेघांत, फक्त गुरुत्वाकर्षणाचे योगानें प्रत्यक्ष सूर्यमालेंत प्रत्यक्ष दृष्टोत्पत्तीस येते तेवढी चक्राकार गति मात्र उत्पन्न होऊं शकत नाही. एवढीच एक, पण महत्त्वाची उणीव लाप्लासच्या अनुमानांत आहे.

ही लाप्लासच्या अनुमानांतील उणीव दूर करून प्रत्यक्ष सूर्यमालेतील निरनिराळ्या घटकांत जेवढी चक्राकार गति दृष्टोत्पत्तीस येते तेवढीच गणितानें मिळविण्यासाठीं सूर्यमाला अगदीं निराळ्याच तऱ्हेनें निर्माण झाली असावी असें डार्विन, जीन्स व जेफ्रिज यांनीं निरनिराळ्या वेळीं सुचविलें. प्रस्तुतच्याच प्रकरणांत, सूर्यमालेतील घटकांच्या एकाच तऱ्हेच्या चक्राकार गतीचें कारण त्यास घड्याळांतील चावीप्रमाणें केव्हांतरी एकदां दिलेली चावी अगर चक्राकार गती हें असावें, असें वर म्हटलें आहे. तीच कल्पना या तीन शास्त्रज्ञांनीं सुचविली आहे. त्यांच्या कल्पनेप्रमाणें फार पूर्वी आपला सूर्य अगदीं सडा असा वायुगोल हाता, त्याच्याभोंवतीं हल्लींचें ग्रहांचें कुटुंब नव्हतें, अशावेळीं अवकाशांत प्रवास करीत असतां त्याची गांठ त्याच्यासारख्या दुसऱ्या एका वायुगोलाशीं (ताऱ्याशीं) पडली. दुसरा तारा जसजसा जवळ येऊं लागला तसतशा त्याच्या आकर्षणानें सूर्याच्या वातावरणांत तुफानी लाटा निर्माण होऊं लागल्या. तारा जास्त जवळ येऊं लागला तसतसा लाटांचा आकार वाढत गेला व शेवटीं-लाटा कसच्या त्या-सूर्याच्या वातावरणांत लाखों मैल उंच असा डोंगरच वर ओढला गेला व या प्रचंड लाटांतील द्रव्य सूर्यापासून सुटून दुसरा तारा ज्या दिशेस गेला त्या दिशेस जाऊं लागलें. परंतु शेवटीं सूर्याच्या आकर्षणाचा जोर जास्त होऊन निरनिराळ्या स्वरूपांत तें द्रव्य सूर्याभोंवतीं फिरत राहिलें असावें. फिरतां फिरतां सूर्यापासून सुटलेलें वायुमय द्रव्य थिजून त्याचे निरनिराळे ग्रह, उपग्रह बनले असावेत. लाटांच्या रूपानें सूर्यापासून बाहेर पडून, सूर्याभोंवतीं गरगर फिरणारें द्रव्य म्हणजेच आपली ग्रहमाला होय. या कल्पनेप्रमाणें दुसऱ्या ताऱ्यानें सूर्यातील कांहीं द्रव्य सूर्यापासून बाहेर खेंचून त्याला चक्राकार गति दिली. अशा द्रव्यांत चक्राकार गति कोणच्या प्रमाणांत वांटली जावी याचा हिशेब गणितानें करतां येतो. त्यावरून असें दिसतें कीं साधारणपणें जीन्सचें म्हणणें बरोबर असावें. परंतु हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, त्याच्या सिद्धांतावरून काढलेलें व प्रत्यक्ष ग्रहांमध्ये वाटल्या गेलेल्या चक्राकार गतीचें प्रमाण यांमध्ये फरक आहे.

इ० स० १७७२ मध्ये बोड नांवाच्या ज्योतिष्याने सर्व ग्रहांची सूर्यापासूनची सापेक्ष अंतरें सांगणारें एक गणित बसविलें. (प्रकरण १९ लघुग्रह पृष्ठे १७८।१७९ पहा.) बोडच्या नियमाप्रमाणें त्याच्या काळीं माहीत असलेल्या सर्व ग्रहांची सापेक्ष अंतरें बरोबर जुळतात. त्याच्या नियमांत दिलेल्या अंतरांत नेपच्यून व प्लूटो यांचीच अंतरें फक्त चुकतात. बोडच्या काळीं या दोन ग्रहांचा शोध लागला नव्हता ही गोष्ट लक्षांत घेतली म्हणजे बोडनें एक फारच महत्त्वाचा नियम ठरविला होता हें आपल्या लक्षांत येईल. त्याच्या म्हणण्याप्रमाणें सूर्यमालेंतील ग्रहांची सूर्यापासूनची सापेक्ष अंतरें एका नियमानेंच आपणांस मिळालीं पाहिजेत. खरोखरच अशी स्थिति असल्यानें बोडचा नियम पुढें पुढें कां चुकतो याचें आपणांस कोडें पडतें. हें कोडें उकलण्याचा व कोडें सोडवितांनाच आपल्या सूर्यमालेचा जन्म कसा झाला असेल हें सांगण्याचा प्रयत्न वाइझेकर नांवाच्या जर्मन संशोधकानें चार वर्षांपूर्वीच इ. स. १९४४ सालीं केला.

बोडनें दिलेली श्रेढी (पृष्ठ १७८ पहा) आपणांस थोडी निराळ्या तऱ्हेनें लिहितां येईल. $३ = ३ \times २^०$, $६ = ३ \times २^१$, $१२ = ३ \times २^२$, $२४ = ३ \times २^३$ वगैरे. या नवीन लिहिण्याच्या पद्धतीनें बोडची श्रेढी देतांना आपण २ चे निरनिराळे घात विचारांत घेतले आहेत. प्रकरण ५ मध्ये आपण पाहिलेंच आहे कीं प्रत्येक अणूंत, अणुमध्य असतो व त्याभोंवतीं वीजकें फिरत असतात. वीजकांची अणुमध्याभोंवतील गति व त्यांच्या भ्रमण मार्गांच्या कक्षा, ग्रहांच्या सूर्याभोंवतील गति आणि कक्षाप्रमाणेंच असतात. वीजकांच्या कक्षांची अणुमध्यापासूनची सापेक्ष अंतरें देणारी पण एक श्रेढी आहे. या दोन श्रेढींचा विचार करून वीजकांच्या अणुमध्यापासून असणाऱ्या अंतरांचें गणित करतांना आपण ज्या नियमांचा उपयोग करतो, साधारण तशा तऱ्हेचेच नियम तर सूर्यमालेला लागू नसतील ना? आणि आज जरी तसे नियम लागू पडत नसले तरी सूर्यमाला ज्यावेळीं तयार झाली त्यावेळीं तरी लागू पडत असावेत अशी कल्पना वाइझेकरनें पुढें मांडिली. वाइझेकरच्या म्हणण्याप्रमाणें

सूर्यमाला कशी तयार झाली असावी याची अनुमाने करतांना आपणांस तीन गोष्टी विचारांत घेतल्या पाहिजेत. त्या तीन गोष्टी म्हणजे सूर्यमालेची चक्राकार गति, चक्राकार गतीची सध्यां आढळून येणारी निरनिराळ्या ग्रहांत झालेली वांटणी व ग्रहांची सूर्यापासूनची सापेक्ष अंतरे सांगणारा बोडचा नियम. या सर्व गोष्टींचा विचार करून वाइझेकर म्हणतो कीं, “ग्रहमाला या साधारणपणें ज्यावेळीं तारे तयार झाले त्या सुमारास तयार झाल्या असाव्या. तारे जर आपण घराचा पाया समजलों तर ग्रहमाला हें त्या घराचें शिखर समजावें; अगर तारे जर फुलें समजलों तर ग्रहमाला हें त्यांचें फळ समजावें. ज्याप्रमाणें साधारणपणें फुलावरोवरच परंतु किंचित् त्यामागून फळ जन्मास येतें, तसेंच ग्रहमालेंत घडलें असावें. फुलास फळ आलें कीं फुलाच्या जन्माचें सार्थक झालें असें म्हणतां येतें. त्याप्रमाणें ताऱ्याभोंवतीं ग्रहमाला निर्माण झाली कीं ताऱ्याच्या जन्माचें सार्थक झालें असें म्हणतां येईल. सृष्टींत किती तरी फुलें जन्मतात, पण कांहीं विवक्षित गोष्टी घडल्या तरच तीं ज्याप्रमाणें फळ देऊं शकतात, अगदीं तसेंच ताऱ्यांचे बाबतींत होतें. फूल आणि फळ यांच्या जन्मांत जसें अंतर असूं शकत नाहीं, तसें तारे आणि ग्रहमाला यांच्या जन्म-कालांत पण फारसें अंतर असूं शकणार नाहीं.

आकाशगंगांत वायुकण एकत्र येऊन त्यांचे तारे कसे बनले असावेत याबद्दलची लाप्लासची कल्पना काय आहे हें आपण या प्रकरणांत अगोदर पाहिलेंच आहे. वाइझेकरनें पण तारे तयार होण्याबद्दल तशीच कल्पना पुढें मांडली आहे. फक्त तारे तयार होत असतांना, शेवटल्या स्थितींत कांहीं ताऱ्यांच्या भोंवतीं वायूचें एक मोठें आवरण रहात असावें व या आवरणास चक्राकार गति असावी असें त्यानें गृहीत धरलें आहे. लाप्लास व जीन्स यांच्या गणिताप्रमाणें कांहीं ताऱ्यांभोंवतीं असें आवरण राहणें व त्या आवरणास चक्राकार गति असणें अगदीं शक्य आहे. चक्राकार तेजोमेष थिजून तारे बनतात हें लक्षांत आणिलें कीं हें

वायूचें आवरण साधारण चपटेंच असावें हें लक्षांत येतें. आवरणाचें आकुंचन होतांना त्यांत वायुबल्यें तयार होतात. अशा तऱ्हेच्या बहुतेके सर्व चपट्या वायुबलयांत गुरुत्वाकर्षण व चक्राकार गति हीं फार थोडीं असल्यामुळें वायुबलयांतील द्रव्य अवकाशांत विखरून जाईल. परंतु जर का कांहीं बलयांत गुरुत्वाकर्षण व चक्राकार गति यांचे योगानें भोंवरे तयार झाले तर अजिबात निराळी स्थिति निर्माण होईल. आपण ताऱ्याभोंवतालच्या एकाद्या विशिष्ट बलयाचा म्हणजे एकाद्या विशिष्ट परिघावरील द्रव्यसंधाचा विचार करूं या. या परिघावरील द्रव्यसंघ ताऱ्याभोंवतीं चक्राकार फिरत आहे. शिवाय परिघावरच भोंवरे तयार झाले आहेत. म्हणजे परिघावरील द्रव्याच्या कणांस दोन तऱ्हेची गति आहे. एक भोंवऱ्याची गति व दुसरी ताऱ्याभोंवतील चक्राकार गति. यांचें गणित करून असें ठरतें कीं, जर कोणच्याही परिघावरील भोंवऱ्यांची संख्या पूर्णांक असेल, म्हणजे १, २, ३, ४, अशा तऱ्हेची असेल तर त्या परिघावरील द्रव्य भोंवऱ्याच्या स्वरूपांत परिघावर फिरत राहील आणि अवकाशांत विखरून जाणार नाहीं. असें झालें म्हणजे परिघावरील द्रव्याच्या गतीस टिकाऊ स्वरूप येईल. असें टिकाऊ स्वरूप धारण करणारे व ज्यांची संख्या पूर्णांक आहे असे भोंवरे कांहीं विशिष्ट परिघांवरच आढळतात. त्या परिघांच्या त्रिज्या देणारी एक श्रेढी निघते. तिचें स्वरूप साधारण बोटच्या भूमितिश्रेढीसारखेंच आहे. वाइशेकरच्या म्हणण्याप्रमाणें भोंवरे जेथें टिकाऊ स्वरूप धारण करतात त्या ठिकाणींच ग्रह तयार होत असावेत. [$R_n = A \times B^n$ where A and B are Constants. हा वाइशेकरचा नियम येथें मुद्दाम दिला आहे.] म्हणजे ग्रहांची त्यांच्या जनक ताऱ्यांपासूनची अंतरें एका भूमितिश्रेढीनें दिलीं जातात. वाइशेकरच्या श्रेढीनें मिळणारीं सापेक्ष अंतरें, बोटच्या नियमाप्रमाणें मिळणाऱ्या सापेक्ष अंतरांपेक्षां खऱ्या अंतरांशीं जास्त जुळतीं आहेत. याचा अर्थ बोटच्या नियमासारखा नियम मिळण्याचें कारण, टिकाऊ परिस्थिति दाखविणाऱ्या परिघावर फक्त पूर्णांकानेंच मोजतां येण्याइतके भोंवरे तयार झाले असावेत असा निघतो. ही टिकाऊ

परिस्थिति पूर्णाकानें मोजण्याची प्रवृत्ति पदार्थविज्ञानशास्त्रातील आजच्या कल्पनांशी सुसंगत आहे.

या भोंवऱ्यांपासून ग्रह कसे बनले याचा आपण अजून विचार केला नाही. परंतु या भोंवऱ्यांपासून ग्रह बनले असें समजलें कीं सूर्यमालेंतील चक्राकार गति, दिसते तशी कां असावी हें लक्षां येतें. आतां भोंवऱ्यांपासून ग्रह कसे बनले असतील याचा विचार करूं या. प्रत्येक भोंवऱ्यांत निरनिराळ्या आकाराचे वायु-कण असतात. या कणांच्या एकमेकांवरोवर टकरा होतात. टकरा होणारे कण जर साधारण सारख्याच आकाराचे असतील तर टक्कर होतांना त्यांचा बारीक बारीक चुरा होतो. पण टक्कर देणाऱ्या दोन कणांतील एक फारच मोठा व दुसरा फारच लहान असेल तर लहान कणाचे तुकडे होतील खरे, पण मोठा कण फारच मोठा असल्यानें लहान कणाचे टकरीत झालेले तुकडे मोठ्या कणाच्या पृष्ठभागास चिकटतील, व मोठा कण अधिकच मोठा होईल. या नियमानें मोठा कण मोठा होत जाईल व शेवटीं तो इतका मोठा होईल कीं, त्यांत गुरुत्वाकर्षणाचा प्रभाव दिसूं लागेल. शेवटीं गुरुत्वाकर्षणाचे योगानें एका परिघावरील भोंवऱ्यांतील द्रव्य एकत्र येऊन त्याचे ग्रह बनतील. ताऱ्याच्या सर्वांत जवळच्या टिकाऊ परिघावर एक अगर दोनच भोंवरे असतात. परिघाचा आकार जसजसा वाढत जाईल तसतशी परिघावरील भोंवऱ्यांची संख्या पण वाढत जाईल. ही गोष्ट लक्षांत ठेविली म्हणजे ग्रहांचे आकार व त्यांच्याभोंवतीं फिरणारे उपग्रह सूर्यमालेंत दिसतात तसे कां असावेत हें लक्षांत येईल. दोन भोंवऱ्यांतील द्रव्यसंघ पंचवीस भोंवऱ्यांतील द्रव्यसंघापेक्षां कमीच असणार. यावरून ज्या परिघावर कमी भोंवरे तेथील ग्रह लहान व जेथें जास्त भोंवरे तेथील ग्रह मोठे असें ठरतें. अर्थात्च हा नियम ताऱ्याच्याभोंवतीं जें वायुवलय असतें त्यांतील वाहेरच्या वाजूच्या परिघास लावणें जमणार नाही. कारण तेथील पुष्कळसें द्रव्य अवकाशांत विखरून जातें. म्हणूनच सूर्यापासून वाहेर जातांना ग्रहांचे आकार व वजन पाहिल्यानें वाढतात व मग कमी होत जातात. तसेंच ज्यावेळीं

जास्त जास्त भोंवऱ्यांतील द्रव्यसंघ एकत्र यावयाचा असतो, त्या-वेळीं तें सर्व द्रव्य एकाच ग्रहांत समाविष्ट होण्याचा संभव फारच थोडा असतो. गुरुत्वाकर्षणानें पुष्कळसें द्रव्य एकत्र येईल; पण जें उरेल तें थोड्याशा ठिकाणीच एकत्र येऊन उपग्रहांच्या स्वरूपांत ग्रहाभोंवतीं फिरत राहिल. अशा रीतीनें अनेक भोंवऱ्यांतील द्रव्य थिजून त्यापासून ग्रह आणि उपग्रह निर्माण होतील.

वाइशेकरची कल्पना साधारण लाप्लासच्या कल्पनेसारखीच आहे. फरक एवढाच कीं तेजोमेघाचे पहिल्यानें भोंवरे बनतात, व नंतर या भोंवऱ्यांतील द्रव्य थिजतें. एका विशिष्ट परिस्थितीतच हें भोंवरे टिकाऊ स्वरूप धारण करूं शकतात. भोंवरे कोणत्या वेळीं टिकाऊ स्वरूप धारण करूं शकतात याबद्दलची वाइशेकरची कल्पना आजच्या पदार्थविज्ञान-शास्त्रांतील ज्ञानार्शी जुळण्यासारखीच आहे. वाइशेकरच्या गणितानें सूर्य-माला तयार होण्याची शक्यता व जीन्सच्या कल्पनेप्रमाणें सूर्यमाला तयार झाली असल्यास त्याच्या गणितानें मिळणारी सूर्यमालेच्या जन्माची शक्यता या दोनही जवळ जवळ सारख्याच आहेत. जीन्सचें गणित समजण्यास सोपें जातें म्हणून पुढील परिच्छेदांत फक्त त्याच्याच गणिताचा विचार केला आहे.

अंतराळांत तारे इतके विरल पसरले आहेत कीं, त्यांतील कोणतेही दोन तारे एकमेकांचे जवळ येण्याची शक्यता फारच कमी असते. ताऱ्यांच्या विरलपणाची कल्पना येण्यासाठीं आपण असें समजू या कीं, आपणापार्शी आपल्या पृथ्वीएवढा परंतु पोकळ गोळा आहे व त्यांत अर्धा डझन टेनिसचे चेंडू फिरत आहेत. बरोबर अशा तऱ्हेचाच विरलपणा अबकाशांतील ताऱ्यांमध्ये आढळतो. या उदाहरणांत टेनिसचे दोन चेंडू जवळ येण्याचा जितका संभव आहे, बरोबर तेवढाच संभव आकाशांत दोन तारे एकमेकांचे जवळ येण्याचा असतो. जीन्स यानें गणित करून असें काढलें आहे कीं तारे इतके विरल असतांना कोणचे तरी तारे, ५×१०^{१०} म्हणजे ५० कोटि अब्ज वर्षांत, फक्त एकदांच जवळ येणें शक्य होईल. आपल्या आकाशगंगेंत सुमारे १०^{११} म्हणजे शंभर अब्ज

तारे आहेत व या प्रत्येक ताऱ्याचें म्हणजेच आकाशगंगेचें आयुष्य सुमारे १०^{१०} (दहा अब्ज वर्षे) असतें. यावरून असें दिसून येईल कीं आकाशगंगेच्या आयुष्यांत कोणते तरी दोन तारे एकमेकांजवळ आले अशी गोष्ट जास्तीत जास्त २००० वेळां घडेल, तारे ज्या वेळीं जवळ येतील त्यावेळीं द्रवरूप द्रव्य बाहेर फेकलें जाईल, बरेच वेळां हें फेंकलेलें द्रव्य आकाशांतच विखरून जाईल. फारच थोड्या वेळीं त्याचें घनीभवन होऊन, स्पष्ट असा आकार धारण करणारे ग्रह बनून ते आकर्षणाचे जोरांनें आपल्या जनक सूर्याभोंवतीं फिरत राहातील. यावरून सामान्यपणें आपल्या आकाशगंगेंत आपल्या ग्रहमालेसारख्या ग्रहमाला हाताचे बोटां-वर मोजण्याइतक्या थोड्या असाव्या असें दिसतें.

वरील हिशेब करतांना आपण असें समजून चाललों आहोंत कीं जगाच्या आरंभापासून तारे हल्लीं जितके विरल आहेत तितकेच विरल होते, पण जर कदाचित् आणखी शोधावरून तारे हल्लीं जितके विरल आहेत तितके विरल पूर्वीं नव्हते असें सिद्ध झालें, तर तारे कमी विरल असतांना ते एकमेकांजवळ येण्याची शक्यता वाढेल व त्याच प्रमाणांत आणखीही दुसऱ्या ग्रहमाला तयार होऊं शकतील. आणि खरोखरच हल्लींहून पुष्कळच कमी विरल अशी ताऱ्यांची स्थिति फार पूर्वीं असावी, अशा तऱ्हेचें अनुमान आईन्स्टाईनच्या सापेक्षत्वाच्या नियमावरून निघतें. तरीसुद्धां जोंपर्यंत आईन्स्टाईनचें अनुमान प्रयोगाचे द्वारा अगर वेध घेऊन सिद्ध झालें नाहीं तोंपर्यंत आपणांस जगाची स्थिति आजच्याहून फारशी निराळी होती असें म्हणतां येणार नाहीं; व म्हणून पूर्वीं म्हटल्या-प्रमाणें आपल्या आकाशगंगेंत, आपल्या ग्रहमालेसारख्या दुसऱ्या ग्रह-माला फक्त हाताचे बोटांवर मोजण्याइतक्या असाव्या असें म्हणणें भाग पडतें.



प्रकरण २१ वें

तारका

“सुतानें स्वर्गाला जाणें” या प्रकरणांत तारे कसे आहेत, ते कसे दिसतात, त्यांतील द्रव्यसंघ किती आहे, ते आपणांपासून किती दूर आहेत वगैरे माहिती कशी मिळवितां येते हें आपण पाहिलें. तेथें वर्णन केलेले सर्व तारे साधारणपणें एकाच तऱ्हेचे होते. त्यांचें वर्णन म्हणजे जगांतील साधारण सामान्य मनुष्याचें वर्णन होय. मनुष्यमात्राचें संपूर्ण ज्ञान मिळविण्यास ज्याप्रमाणें फक्त सामान्य मनुष्याच्या गुणधर्मांचाच विचार करून भागत नाहीं, तर असामान्य मनुष्याच्या गुणधर्मांचा पण विचार करावा लागतो, त्याप्रमाणेंच ताऱ्यांचें संपूर्ण ज्ञान होण्यासही कांहीं विशेष गुणधर्म असलेल्या ताऱ्यांचा विचार आपण करणें क्रमप्राप्तच होतें. या प्रकरणांत अशा लोकविलक्षण ताऱ्यांचे कोणचे गुणधर्म आपणांस माहित झाले आहेत व त्यांपासून ताऱ्यांविषयीं आणखी कोण-कोणत्या गोष्टींचें ज्ञान आपणांस होतें याचा विचार केला आहे.

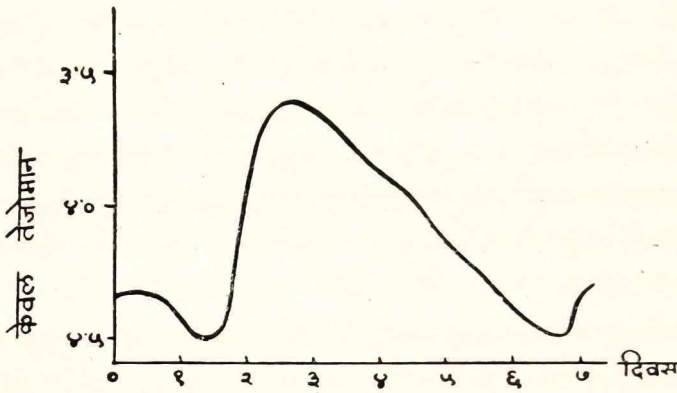
रूपविकारी जोड तारे—इ० स० १७८३ मध्ये ‘गुडरिक’ याच्या असें पाहण्यांत आलें कीं ययाति (पर्सियस) पुंजांतील ठळक तारा जी अलगोल तिचें तेज ठराविक मुदतीनें कमी जास्त होतें. ती साधारण दुसऱ्या प्रतीची तारा आहे. तिचें तेज कमी होत होत ती चौथ्या प्रतीची होते, नंतर तिचें तेज वाढून पुन्हां ती दुसऱ्या प्रतीची होते. असें चक्र अगर आवर्तन पुरें होण्यास सुमारे २ दिवस २१ तास लागतात. अलगोल ही तारा भरणी आणि कृत्तिका यांच्या उत्तरेस आहे. ह्या तिन्ही मिळून एक काटकोन त्रिकोण होतो; त्याचा काटकोन बिंदु भरणीत आहे. अलगोल तारा जानेवारी महिन्यांत संध्याकाळीं डोक्यावर येते व आक्टोबरपासून सुमारे ४।५ महिने तिचा रूपविकार नुसत्या डोळ्यांनीं पाहण्याची संधी चांगली असते, गुडरिक हा अलगोल तारा नुसती रूप-

विकारी आहे असें बघूनच थांबला नाहीं तर तिच्या रूपविकाराचें कारण काय असावें हें पण त्यानें सुचविलें. त्याच्या म्हणण्याप्रमाणें आपणांस दिसणारी अलगोल ही एकटी सडी तारा नाहीं; तर तें एक तारकायुग्म आहे. जास्त प्रकाश देणाऱ्या मुख्य तारेला आपण अलगोल म्हटलें तर तिच्याभोंवतीं तिच्याहून कमी तेजस्वी अशी तिची सहचरी फिरत असते. सहचरी अलगोलभोंवतीं ज्या पातळीत फिरते साधारण त्याच पातळीत पृथ्वी व अलगोल यांस जोडणारी रेषा आहे. साहजिकच अलगोलभोंवतीं फिरतां फिरतां ज्यावेळीं आपण आणि अलगोल यामध्ये सहचरी येईल त्यावेळीं अलगोलला ग्रहण लागेल. सूर्याला लागणारें ग्रहणही असेंच असतें. अलगोलला लागणारें ग्रहण सूर्याच्या कंकणाकृति ग्रहणाप्रमाणें आहे असें म्हणतां येईल. असें होत असतांना अलगोलचें दृश्यमान तेज बदलेल व या तेजबदलाचा अगर तेजाच्या आवर्तनाचा काल अलगोलच्या सहचरीच्या अलगोलभोंवतील प्रदक्षिणा—कालाइतकाच असला पाहिजे. अगदीं अलीकडे झालेल्यां शोधांवरूनही गुडरिकचें म्हणणें बरोबर आहे असें ठरलें आहे. रूपविकारी जोडताऱ्यांची माहिती मिळवितांना दोन गोष्टी कराव्या लागतात. पहिली म्हणजे अलगोलसारख्या तारकांमध्ये होणाऱ्या तेजोबदलाचा आराखडा तयार करणें. अशा आराखड्यावरून ताऱ्यांचे आकार, त्यांमधील अंतर व त्यांचें द्रव्यसंघ यांची सापेक्ष कल्पना येते. दुसरी गोष्ट म्हणजे ताऱ्यांचा वर्णलेख घेणें. वर्णलेखांवरून ताऱ्यांचें केवळ (खरोखरीचें) तेजोमान किती असावें याचा अजमास कळतो व त्यांवरून ताऱ्यांच्या आपणांपासूनच्या अंतराची कल्पना येते. अंतर कळलें कीं ताऱ्यांचे खरे द्रव्यसंघ, त्यांचे व्यास व त्यांची घनता याबद्दलची माहिती मिळते. अशी रूपविकारी तारकायुग्में पुष्कळच आहेत. त्यांतील कांहीं नुसत्या डोळ्यांनीं दिसतात, तर कांहीं दुर्बिणींतून पाहार्वीं लागतात, तर कांहींचा रूपविकार ठरविण्यास वर्णलेखांचेंच साहाय्य घ्यावें लागतें. ह्या सर्व रूपविकारी जोड ताऱ्यांचे रूपविकार अथवा तेजोबदल गुडरिकच्याच नियमाप्रमाणें होत असावे असें आज आपण समजतो. सहचरी ताऱ्याची मुख्य तारेभोंवतील कक्षा आणि तारकायुग्म व पृथ्वी यांस

जोडणारी सरळ रेषा जर एकाच पातळीत नसतील, तर, मुख्य ताऱ्यास ग्रहण लागणार नाही. जगांत अशा तऱ्हेचीं ग्रहणे न लागणारींही तारका-युग्में पुष्कळ आहेत. त्यांचें वर्णन प्रकरण ५ मध्ये शेवटीं आलेलेंच आहे.

स्पंदमान तारे (Cepheid variables)—आपणांस आकाशांत पुष्कळ स्पंदमान तारे दिसतात. त्यांचें वैशिष्ट्य असें असतें कीं दर एक तारा एका ठराविक मुदतींत एक तेजप्रदक्षिणा (आवर्तन) करतो. समजा आतां त्याचें तेज १ आहे; मागाहून ४ तासांनीं १॥ होतें, १० तासांनीं १॥॥ होतें, १८ तासांनीं पुन्हां कमी होऊन १॥ हांते, २५ तासांनीं १। होतें, शेवटीं तीस तासांनीं कमी होत होत १ होतें व नंतर पुन्हां तेज जास्त होऊं लागतें. आरंभापासून या तीस तासांत त्या स्पंदमान ताऱ्याच्या तेजानें एक प्रदक्षिणा अगर आवर्तन केलें असें म्हणतां येईल. एका ठराविक मुदतींत तेज बदलणाऱ्या रूपविकारी जोड ताऱ्यांचा आपण विचार केलाच आहे. स्पंदमान तारे हे जोडतारे नसतात, तर एकटेच असतात व त्यांच्या तेजाचें आवर्तन बाह्यकारणांमुळे होत नाही तर स्वतः ताऱ्यांमधील घडामोडीमुळेच होतें. अशा तऱ्हेचा स्पंदमान तारा पहिल्यानें वृषपर्वा (सीफीयस) तारका-पुंजांत आढळला, त्यावरून या स्पंदमान ताऱ्यांच्या वर्गास सीफाईड असें नांव पडलें आहे. १९१४ सालीं शेप्लेनें असें शोधून काढलें कीं स्पंदमान ताऱ्यांत जो तेजोबद्दल होतो तो ताऱ्यांचा आकार बदलल्यानें होतो. तारे हे सर्व वायुगोल आहेत. त्यांच्या आंतर-भागांत काय काय घडामोडी होत असल्या याची साधारण कल्पना सविता या प्रकरणांत आपणांस आलीच आहे. प्रत्येक ताऱ्यांत दोन गोष्टी घडत असतात. पहिली म्हणजे गुरुत्वाकर्षणाचे योगानें ताऱ्यांतील निरनिराळे अणु एकमेकांस खेंचतात व तारा आकुंचन पावतो; दुसरी म्हणजे अणुप्रतिक्रियेचे योगानें ताऱ्याच्या मध्यभागीं जी शक्ति निर्माण होते ती बाहेर पडते. बाहेर पडतांना तिच्या मार्गामध्यें जे अणु येतील त्यांस ती बाहेर ढकलते, व साहाजिकच तारा प्रसरण पावतो. गुरुत्वाकर्षणानें तारा आकुंचन पावतो व उष्णता आणि प्रकाश यांच्या अरीभवनामुळे प्रसरण पावतो. या दोन गोष्टींपैकीं एकाद्या वेळीं जी जास्त प्रभावी असेल तिची

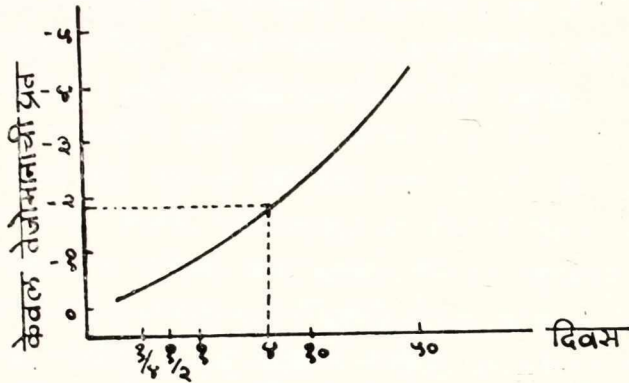
बाजू ताऱ्यास ध्यावी लागते. गुस्त्वाकर्षण जास्त प्रभावशाली असेल तर तारा आकुंचन पावतो, आणि शक्तिविसर्जनाचा जोर जर अधिक असेल तर तारा प्रसरण पावतो. ह्या गोष्टी घडत असतांना ताऱ्याच्या पृष्ठ-भागाचें क्षेत्रफळ बदलतें व त्याचें तेज पण बदलतें. हे तारे वर वर्णिल्या-प्रमाणें फुगतात, लहान होतात व पुन्हा फुगतात म्हणून त्यांस स्पंदमान तारे म्हणतात. श्रेष्ठ्या म्हणण्याप्रमाणें तेजाचें एक आवर्तन होण्यास जेवढा काल लागतो तेवढाच काल स्पंदनाचें एक आवर्तन होण्यास लागतो.



आकृति १४—वृषपर्वा तारकापुंजांतील स्पंदमान ताऱ्यांच्या तेजाचें आवर्तन कसें होतें हें दाखविणारा आराखडा.

लेव्हिट नांवाच्या बाईनें आकाशगंगेंतील पुष्कळ सीफाईड तारांच्या तेजाच्या आवर्तनाचा काल व त्यांचें खरें तेज वेध घेऊन ठरविले. तेज-प्रदक्षिणेचा काल निरनिराळ्या ताऱ्यांत निरनिराळा असतो. तो १५ तासांपासून १२५ दिवसांपर्यंत बदलतो असें आढळून आलें आहे. लेव्हिट बाईना असें आढळून आलें कीं स्पंदमान ताऱ्यांच्या आवर्तनाचा काल व त्या ताऱ्यांचें खरें तेज यामध्यें एक विशिष्ट तऱ्हेचा संबंध आहे. मंदप्रभ ताऱ्यांचे स्पंदनकाल सर्वांत कमी असतात व अति-

शय तेजस्वी ताऱ्यांचे स्पंदनकाल सर्वांत जास्त असतात. बाईर्नीं स्पंद-
मान ताऱ्यांचें खरें (सरासरी) तेज व त्यांचा स्पंदनकाल (तेजाच्या आव-
र्तनाचा काल) यांचा संबंध दाखाविणारा एक आराखडा तयार केला.



आकृति १५—स्पंदमान ताऱ्यांच्या तेजप्रदक्षिणेचा काल व त्यांचें केवल तेजमान यांतील संबंध दाखाविणारा लेव्हिटचा आराखडा.

हा आराखडा सर्व स्पंदमान ताऱ्यांस लागू पडतो असें समजतात याचा फायदा असा झाला कीं जगांत कोठेही स्पंदमान तारा असो, आपणांस वेध घेऊन त्याच्या तेजाच्या आवर्तनाचा काल ठरवितां आला, कीं लगेच लेव्हिट वाईच्या नियमानुसार आपणांस त्याचें खरें तेज कळेल तसेंच वेध घेऊन आपणांस त्याच स्पंदमान ताऱ्यांचें दृश्य तेजही काढतां येईल. कोणत्याही वस्तूचें दृश्य तेज हें त्या वस्तूचें खरें तेज व त्या वस्तूचें आपणांपासूनचें अंतर या दोन गोष्टींवर अवलंबून असतें. अर्थातच दृश्य तेज व खरें तेज कळल्याबरोबर आपणांस त्या ताऱ्यांचें अंतर काढतां येईल. आकाशातील मोठमोठीं अंतरें, एक हजार प्रकाश वर्षे, एक लाख प्रकाश वर्षे, हीं स्पंदमान ताऱ्यांच्या मदतीनेंच काढलीं आहेत.

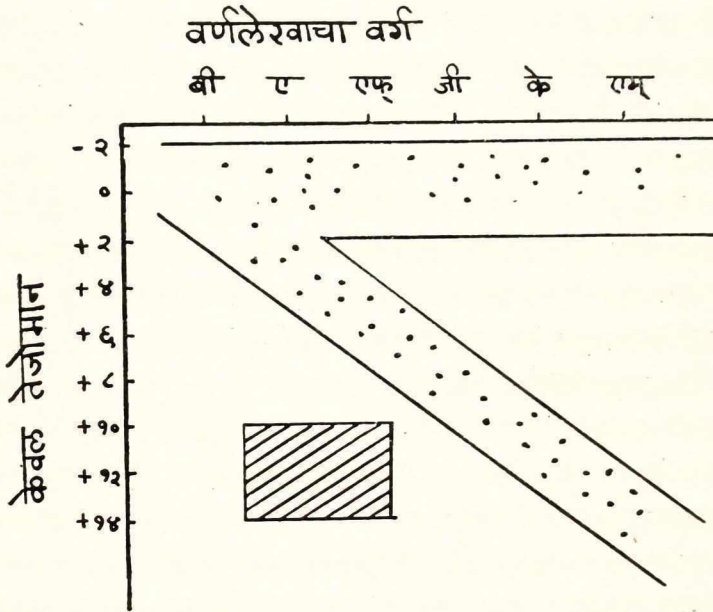
स्पंदमान तारे हे आकारानें बडे व कांहीं तर जगड्व्याळ आकाराचे तारे असतात. असे स्पंदमान तारे आपल्या आकाशगंगेतील तेजस्वी ताऱ्यांत ढळकपणें दिसून येतात. येथें हें सांगितलें पाहिजे कीं चांगल्या प्रतीच्या वर्णलेखांवरून आपणांस ताऱ्याच्या खऱ्या तेजाचा अंदाज करतां येतो. वर्णलेखांतील रेधा, तो तारा हार्बर्डच्या वर्गीकरणांतील कोणत्या वर्गांत पडतो व त्याच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान काय आहे हें सांगतात. एका वर्गातील ताऱ्यांचे वर्णलेख साधारणपणें सारखेच असतात, पण त्यांत जो थोडासा फरक पडतो त्यावरून तो तारा आकारानें अतिशय मोठा आहे, कीं साधारण मोठा आहे, कीं लहान आहे हें ठरवितां येतें. ताऱ्याचा आकार व त्याच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान यांची कल्पना आली कीं गणितानें ताऱ्याचें खरें तेजोमान काढतां येतें. ताऱ्याचा व्यास काढण्यासाठीं आणखीही एक पद्धत उपयोगांत आणतात. या पद्धतींत ताऱ्याच्या व्यासाच्या दोन टोकांपासून निघणाऱ्या दोन प्रकाशकिरणांचा एकमेकांवर काय परिणाम होतो तें ठरवितात. या परिणामावरून गणित करून ताऱ्याचा व्यास काढतां येतो. वर्णलेखांतील रेधांवरून अगर व्यासाच्या दोन टोकांपासून जे दोन प्रकाश-किरण निघतात त्यांच्या एकमेकांवरिल परिणामावरून ताऱ्याचा व्यास काढण्याची रीत ही एक सापेक्ष रीत आहे. या रीतीनें आपणांस ताऱ्याच्या व्यासाचा अंदाज काढतां येतो व दुसऱ्या रीतीनें काढलेल्या उत्तरावरोवर हें उत्तर जुळलें कीं आपणांस ताऱ्याचा खरा व्यास कळला असें समजण्यास हरकत नाहीं.

रसेलची रेखाकृतिः—आर्द्रा (Betelgeuse) व ज्येष्ठा (Antares) हे फार चकचकीत तारे आहेत. त्यांचा पृष्ठभाग लालसर रंगाचा दिसतो. रीगेल (मृगाचे पायांपैकी दक्षिणचा) तारा या दोन ताऱ्यांइतकाच साधारण तेजस्वी असतो परंतु तो निळसर रंगाचा दिसतो. पांचव्या प्रकरणांत सांगितल्याप्रमाणें लालसर प्रकाश देणाऱ्या पदार्थांचें उष्णतामान निळसर प्रकाश देणाऱ्या पदार्थांहून कमी असतें. हाच नियम लावला असतां ज्येष्ठा व आर्द्रा यांच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान रीगेलच्या पृष्ठभागाच्या उष्णतामानापेक्षां कमी असतें. कमी उष्णतामान असतांना

सुद्धां ते तारे इतका प्रकाश देतात यावरून त्यांचे आकार फार मोठे असले पाहिजेत. या ताऱ्यांचे व्यास मागील प्याऱ्यांत सांगितलेल्या पद्धतीने निश्चित केलेले आहेत. ज्येष्ठ्यांच्यापैकी मधल्याचा व्यास पृथ्वीच्या सूर्याभोंवतील कक्षेच्या व्यासाच्या सुमारे १॥ पट असतो. ज्या ताऱ्यांचे आकारमान पृथ्वीच्या अगर मंगळाच्या सूर्याभोंवती फिरण्याच्या कक्षेच्याहून मोठे असते तो तारा अक्षरशः जगड्याळ असला पाहिजे.

वरील उदाहरणांत आपण ताऱ्यांच्या तीन गुणधर्मांचा विचार केला. ते तीन गुणधर्म म्हणजे ताऱ्यांच्या पृष्ठभागाचे उष्णतामान, ताऱ्यांचे खरे तेज व ताऱ्यांचा आकार हे होत. ताऱ्यांच्या पृष्ठभागांच्या उष्णतामानाचे ज्ञान आपणांस त्यांच्या वर्णलेखांवरून होते. हार्वर्ड वर्गीकरणांत ताऱ्यांचे वर्गीकरण केले आहे. त्यांतील प्रत्येक वर्गातले तारे साधारण सारखेच वर्णलेख दाखवितात, व त्यांचे उष्णतामान पण साधारण सारखेच असते. ताऱ्यांचे आकार व त्यांचे तेज याचा काय संबंध असावा हे सांगणे कठीण जाते. आपण पाहिलेच आहे कीं रीगेलपेक्षां आर्द्रा व ज्येष्ठा हे फार मोठे तारे आहेत. तरीही त्या तिन्ही ताऱ्यांचे तेज साधारणपणे सारखेच आहे. ताऱ्यांच्या पृष्ठभागाचे उष्णतामान, त्यांचे तेज व त्यांचा आकार यांत कांहीं संबंध आहे किंवा नाही हे ठरविण्याचा प्रयत्न पहिल्याने १९१३ सालीं प्रिन्स्टन युनिव्हर्सिटीतील प्रोफेसर रसेल यांनीं केला. १९१३ सालीं सुमारे ३०० ताऱ्यांबद्दलची माहिती होती. त्यांचे वर्णलेख हार्वर्डच्या वर्गीकरणाच्या कोणच्या वर्गांत पडतात व त्यांचे खरे तेज किती हे ठाऊक होते. रसेलने ताऱ्यांच्या वर्णलेखाचा वर्ग व ताऱ्यांचे केवळ तेजोमान दाखविणारा एक आराखडा तयार केला. हिंदुस्थानचा नकाशा काढतांना ज्याप्रमाणे नकाशांत प्रत्येक शहर एका बिंदूने दाखविले जाते व बिंदूच्या जागेवरून आपणांस त्या शहराचे अक्षांश व रेखांश कळतात, त्याप्रमाणेच रसेलच्या रेखाकृतींत प्रत्येक तारा एका बिंदूने दाखविला जातो व रेखाकृतींत कोणच्या जागी बिंदु आहे यावरून आपणांस त्याच्या वर्णलेखाचा वर्ग कोणचा व त्याचे केवळतेजोमान किती आहे हे कळते, असा आराखडा तयार केल्यावर, आरा-

खड्यांत एक फारच महत्वाची गोष्ट दिसून आली. ती म्हणजे तारका-निदर्शक टिंबें आराखडाभर इतस्ततः विखुरलेलीं नसतात, तर तीं एक आडवा पट्टा व तिरपा पट्टा अशा दोन पट्ट्यांतच आढळतात. हे दोन पट्टे म्हणजे आडवा व तिरका एकमेकांस मिळतात व या दोन पट्ट्यांचा



आकृति १६—रसेलनें तयार केलेला ताऱ्यांच्या वर्णलेखाचा वर्ग व ताऱ्यांचें केवलतेजोमान दाखविणारा आराखडा.

मिळून आकार साधारण 'त'च्या पायासारखा (८) दिसतो. रसेलच्या रेखाकृतीची आपण पुन्हा नकाशाशी तुलना करूं या. युरोपच्या नकाशांत शहरें दाखविणारीं टिंबें नकाशाभर विखुरलेलीं दिसतात; पण उत्तर आफ्रिकेच्या नकाशांत फारच मोठा प्रदेश मोकळा व टिंबें नसलेला दिसतो. उत्तर आफ्रिकेंत सहाराचें वाळवंट आहे व युरोपांत तसें नाहीं

हैं लक्षांत आणलें म्हणजे एका नकाशांत शहरें दर्शविणारीं टिंबें कां नाहींत हें लक्षांत येतें.

हाच नियम रसेलच्या रेखाकृतीस लावला तर आपणांस असें म्हणतां येईल कीं ताऱ्यांच्या दृष्टीनें 'त' च्या पायासारख्या दिसणाऱ्या दोन पट्ट्यांखेरीज इतर भाग सहाराचें वाळवंट आहे, म्हणून तेथें तारकानिदर्शक बिंदु असणार नाहींत. गमतीची गोष्ट अशी कीं रसेलच्या १९१३ सालच्या आराखड्यावरून काढलेलें हें अनुमान जवळ जवळ बरोबर आहे. १९१३ नंतर आतांपर्यंत आपणांस रसेलला त्यावेळीं गाहीत असलेल्या तीनशेंपेक्षां कितीतरी जास्त ताऱ्यांची माहिती झाली आहे. ह्या ताऱ्यांच्या माहितीवरून आपण त्या ताऱ्यांचे निदर्शक बिंदु काढले तर ते बहुतेक रसेलच्या आकृतीतील आडव्या अगर तिरप्या पट्ट्यांतच पडतात. सांगण्याची एकच गोष्ट राहिली ती म्हणजे रसेलच्या आकृतीत आडव्या आणि तिरप्या पट्ट्यांखेरीज, डाव्या हाताच्या खालच्या कोपऱ्यांत एक लहानसा चौकोन आहे. या चौकोनांत पण तारकानिदर्शक टिंबें आढळतात.

रसेलच्या आकृतीतील वर्णलेखाचे वर्ग हे आपल्या पृथ्वीच्या नकाशांतील रेखांश म्हणतां येतील व ताऱ्यांचें केवळ तेजोमान हें अक्षांश म्हणतां येतील. पृथ्वीवर आपण जर ३०° रेखांश पूर्व म्हणालों तर हा रेखांश असलेली शहरें पुष्कळ असूं शकतील. त्याचप्रमाणें हार्वर्ड वर्ग 'जी' असा वर्णलेख असलेले पुष्कळ तारे असूं शकतील. शहरें नक्की कोठें आहेत हें कळण्यास आपणांस रेखांशाखेरीज त्यांचें अक्षांशही कळावे लागतात. तसेंच ताऱ्यांच्या स्वऱ्या स्थितीचें ज्ञान होण्यास आपणांस त्यांचे वर्णलेखाचे वर्गाखेरीज केवळतेजोमानही कळण्याची जरूरी असते. अक्षांश आणि रेखांश कळले कीं आपणांस शहर कोठें आहे हें कळतें. त्याखेरीज अक्षांश आपणांस आणखी एका गोष्टीची माहिती देतात. ३० रेखांश पूर्व यांवर पुष्कळ शहरें असणें शक्य आहे. आपण हा रेखांश असलेल्या पण अक्षांश १३ अंश उत्तरवरील सुदान मधील 'एल् ओबीड' व अक्षांश ६० अंश उत्तर वरील लेनिनग्राड या दोन

शहरांचा विचार करूं. १३ अंश उत्तर हें शहर विपुववृत्ताच्या जवळ असल्याने तेथील उष्णतामान ६० अंश उत्तर या शहरापेक्षा जास्त असण्याचा संभव आहे. म्हणजे अक्षांशाचे योगाने आपणांस शहराच्या हवामानाची सुद्धा कल्पना येऊं शकते. बरोबर अशा तऱ्हेचीच माहिती रसेलच्या आराखड्यावरून मिळते. आपण रसेलच्या आकृतीतील 'के' वर्गाचा वर्णलेख दाखविणाऱ्या दोन ताऱ्यांचा विचार करूं या. असा वर्णलेख असणारा तारा जर तिरक्या पट्ट्यांतील बिंदूने दाखविला जात असेल तर त्याच्या तेजाची प्रत साधारणपणे +१२ असेल. म्हणजे आडव्या पट्ट्यांतील तारा तिरक्या पट्ट्यांतील ताऱ्याच्या सुमारे दहा हजार पट जास्त तेजस्वी आहे. दोनही ताऱ्यांचे वर्णलेख एकाच तऱ्हेचे आहेत, याचा अर्थ दोन्ही ताऱ्यांच्या पृष्ठभागाचे उष्णतामान साधारणपणे सारखेच आहे असा आहे. सारख्याच उष्णतामान असणाऱ्या दोन पदार्थांचे तेज निराळें दिसण्यास त्यांच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ निराळें असावे लागते. एकाचे तेज दुसऱ्याच्या शंभर पट असल्यास त्याच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ दुसऱ्याच्या शंभर पट असावे लागते. हाच नियम ताऱ्यांसही लागू पडतो. आणि वर वर्णन केलेल्या ताऱ्यांच्या पृष्ठभागाचे क्षेत्रफळ पण दहा हजारांस एक या प्रमाणांत असावे असा निष्कर्ष आपणांस काढावा लागतो. यावरून त्यांचे व्यास शंभरांस एक असे असावेत असे निघते. सारांशरूपाने असे म्हणता येईल की एकाच तऱ्हेचे वर्णलेख असलेल्या ताऱ्यांपैकी जे जास्त तेजस्वी ते जास्त मोठे असले पाहिजेत.

प्रकरण ५ मध्ये ताऱ्यांचे द्रव्यसंघ काढण्याच्या दोन रीतींचे वर्णन आले आहे. तारकायुग्मांच्या गतीचे वेध घेऊन, गुरुत्वाकर्षणाचे नियम लावून व गणित करून तारकांचा द्रव्यसंघ काढता येतो. त्यावरून असे दिसते की बहुतेक ताऱ्यांचे वजन सूर्याच्या वजनाच्या $\frac{1}{8}$ पासून सूर्याच्या वजनाच्या २० पट यांच्या दरम्यान असते. ताऱ्यांच्या व्यासांत पडणारा फरक याहून पुष्कळच जास्त असतो. व्याधाच्या सहचरीचा व्यास सुमारे २४००० मैल असावा, तर आर्द्रेचा पृथ्वीच्या सूर्याभोवतील कक्षेच्या व्यासाच्या दुप्पट म्हणजे सुमारे ३७ कोटि मैल असावा. ह्या दोन व्यासांचे

प्रमाण एकास पंधरा हजार असें पडतें. म्हणजे आर्द्रेचा आकार व्याधाच्या सहचरिच्या सुमारें ३ हजार अब्जपट असावा. दोनही ताऱ्यांतील द्रव्यसंघ साधारण सारखाच असतो, यावरून आर्द्रेतील वायु अत्यंत विरल असावा व व्याधाच्या सहचरींतील वायूची घनता पाण्याच्या सुमारें ५०,००० पट असावी असें निघतें. याचा अर्थ असा कीं व्याधाच्या सहचरींतील आगकाड्यांच्या पेटीएवढ्या जागेंत मावणाऱ्या द्रव्यसंघाचें वजन एक खंडी भरेल. पृथ्वीवरील सर्वांत घन पदार्थ जो ऑसमियम (उष) त्याची घनतामुद्रां पाण्याच्या फक्त २२॥ पट आहे. असें असल्यामुळें या ताऱ्यांत द्रव्यसंघ तरी कशा प्रकारचा असेल असें साहजिकच मनांत येतें. त्याबद्दलची कल्पना अशी आहे कीं या ताऱ्यांतील अणु 'अणु' या स्वरूपांत नाहींत, तर सर्व अणूंचे, अणुमध्य व सुटीं (अणुमध्याशीं कायमचीं निगडित न झालेलीं) अशीं वीजकें असें स्वरूप असावें. अशा तऱ्हेच्या द्रव्यसंघासही वायूचे सर्व नियम लागतात व त्या वायूंतील कणांवरील दाब कमी झाला कीं वायु प्रसरण पावतो. व्याधाची सहचरी ही पांडुरकी दिसणारी लहानशी तारा आहे. अशा इतरही पुष्कळ तारा आहेत. त्या सर्वांस 'श्वेतवर्णीय' छोट्या तारा असें नांव पडलें आहे. आर्द्रेसारख्या लाल दिसणाऱ्या मोठ्या ताऱ्यांस "लाल राक्षस" असें नांव पडलें आहे. या लाल राक्षसी ताऱ्यांतील वायु अतिशय विरल स्थितींत असतो तर श्वेतवर्णीय छोट्या ताऱ्यांतील द्रव्यसंघाची घनता फारच जास्त असते. हा जो घनतेचा बदल दृष्टोत्पत्तीस येतो त्याचा परिणाम या दोन ताऱ्यांच्या वर्णलेखांवर होणारच. हा वर्णलेखांतील फरक एकदां कळला कीं त्याचा उपयोग करून वर्णलेखांवरूनच ताऱ्यांचा द्रव्यसंघ विरल आहे अगर घन आहे, म्हणजे तारा छोटा आहे कीं बडा आहे हें कळतें.

रसेलच्या आकृतींत दिसतो त्याप्रमाणें एक विशेष तऱ्हेचा संबंध ताऱ्यांचें तेज व त्यांचे वर्णलेख यांत कां असावा याबद्दल रसेलनें पुढील अनुमान केलें. अगदीं सुरवातीस प्रत्येक तारा आपल्या सूर्याप्रमाणेंच थंड वायूचा राक्षसी गोल होता. वायु इतका थंड होता कीं तो आपणांस

दिसणेंच शक्य नव्हतें. गुरुत्वाकर्षणाचे योगानें असा प्रत्येक थंड, विरल, राक्षसी-वायुगोल त्वरित आकुंचन पावतो. आकुंचनाचे योगानें गोलांतील वायु संकुचित होऊन त्याचें उष्णतामान वाढतें. नंतर तो दिसू लागतो व जसजसें उष्णतामान वाढतें; तसतसा तो क्रमानें एम्. के, जी, एफ्, ए व बी अशा वर्णलेखांतील वर्गांत जातो. 'बी' या स्थितींत त्याची घनता अतिशय असते. इतक्या घनतेच्या स्थितींत होणारें शक्तीचें अरीभवन अतिशयच जास्त असतें. तारा आणखी आकुंचन पावतांना जी उष्णता निर्माण होते तिच्यापेक्षां जास्त उष्णता तो तारा विसर्जन करतो. आकुंचनानें उत्पन्न झालेल्या उष्णतेपेक्षां जास्त उष्णता बाहेर गेल्यानें ताऱ्यांचें उष्णतामान कमी कमी होत जातें, या स्थितींत तारा आकुंचन पावतो व थंडही होतो. असें होतां होतां तो 'त' च्या पायाच्या टोंकाला येतो व अगदीं थंड आणि लहान होऊन दिसनासा होतो. ताऱ्यांच्या उत्क्रान्तीची आजची आपली कल्पनाही पण रसेलच्या कल्पनेप्रमाणेंच आहे. फरक एवढाच कीं रसेलच्या म्हणण्याप्रमाणें आकुंचन व बदल हीं अगदीं क्रमानें चालू असावीत. आपण तोच फरक थोड्याथोड्या टप्प्या-टप्प्यांनीं होतो असें समजतो. तारा झपाट्यानें आकुंचन पावतां पावतां त्याच्या मध्यावर भरपूर उष्णता निर्माण होते. असें झालें कीं त्या उष्णतामानास अनुरूप अशी अणुप्रतिक्रिया तारकामध्यांत सुरू होते. अणुप्रतिक्रिया चालू असतांना ताऱ्याचें आकुंचन फारच सावकाश होतें. अणुप्रतिक्रियेंत भाग घेणारे अणु संपले कीं ती अणुप्रतिक्रिया थांबते व तारा झपाट्यानें आकुंचन पावू लागतो. पुन्हा तारकामध्यावर भरपूर उष्णता उत्पन्न झाली कीं त्या नवीन उष्णतामानास अनुरूप अशी दुसरी अणुप्रतिक्रिया सुरू होते. वरील विवेचनावरून बहुतेक सर्व तारे सध्यां आढळतात त्या स्थितींत कसे आले असावे याची कल्पना येते. या कल्पनेप्रमाणें श्वेतवर्णीय छोटे तारे मात्र कसे बनले असावे हें कळत नाहीं. ग्यामोनें अशी कल्पना सुचविली आहे कीं फक्त अणुमध्ये व वीजकें यांच्या वायूंचे बनलेले हे श्वेतवर्णीय छोटे तारे इतर ताऱ्यांप्रमाणें उत्क्रांति

होऊन बनले नसावेत, तर विश्वांत फार पूर्वी तेजोमेघांतील द्रव्यापासून मोठमोठे व पुढें उत्क्रांति पावणारे असे वायुगोल तयार होत असतांना जें शेष द्रव्य राहिलें असेल त्यापासून बनले असावेत.

एडिंग्टननें पण तारे हे राक्षसी वायुगोलच असावे असें सुचविलें आहे. त्याचे म्हणण्याप्रमाणें प्रत्येक वायुगोलांत गुरुत्वाकर्षण, वायूचा दाब व विसर्जित होणाऱ्या शक्तीचा दाब एवढ्याच गोष्टी विचारांत घ्याव्या लागतात. या गोष्टी विचारांत घेऊन निरनिराळ्या वजनाच्या अग्निरनिराळे द्रव्यसंघ असलेल्या वायुगोलांत काय काय होईल हें त्यानें गणित करून ठरविलें. गुरुत्वाकर्षणानें तारा आकुंचन पावतो व दुसऱ्या दोन गोष्टींच्या योगानें वायूचें प्रसरण होतें. हे दोन जोर साधारणपणें सारखे असले तरच वायुगोलाची स्थिति टिकाऊ आहे असें म्हणतां येईल. या दोहोंपैकीं कोणचाही एक जोर फारच जास्त झाला तर वायुगोलाची स्थिति टिकाऊ स्वरूपाची असणार नाहीं व वायुगोलाचा तारा बनणार नाहीं. त्याच्या गणिताप्रमाणें या परस्पर विरोधी गोष्टी वायुगोलांतील द्रव्यसंघ 10^{29} (एकावर २७ शून्यें) खंडीपासून 10^{29} खंडी असेल तरच साधारण तुल्यबल ठरतील, वायुगोल टिकाऊ स्वरूपाचा बनेल व त्यापासून तारे तयार होऊं शकतील. मौज ही कीं एडिंग्टननें निव्वळ गणित करून काढलेले द्रव्यसंघ खरोखरच ताऱ्यांच्या प्रत्यक्ष आढळणाऱ्या द्रव्यसंघासारखेच आहेत. 10^{29} खंडी इतका द्रव्यसंघ म्हणजे साधारण आपल्या सूर्याच्या द्रव्यसंघाच्या निम्मा आहे व 10^{29} खंडी इतका द्रव्यसंघ म्हणजे आपल्या सूर्याच्या द्रव्यसंघाच्या सुमारे ५० पट आहे. जगांत दृष्टोत्पत्तीस येणाऱ्या सर्व ताऱ्यांचे द्रव्यसंघ साधारण इतकेच असतात.

नवीन तारेः—प्रत्येक ताऱ्यास त्याच्या आयुष्यांत कोणकोणती स्थित्यंतरे अनुभवावीं लागतात व तीं कशीं होत असावीं, तसेंच ह्या स्थित्यंतरांमदलची कोणकोणची माहिती आपणांस रसेलच्या आराखड्यावरून मिळते हें आपण वर पाहिलें आहेच. ताऱ्यांचें आयुष्य अब्ज वर्षांत मोजावें लागतें. साहजिकच त्यांच्या स्थित्यंतराचे निरनिराळे टप्पे गांठप्यास लागणारा वेळ मोजण्यास कोटि वर्षे अशी कालगणना वापरावी

लागते, आणि कोणच्याही एकाच ताऱ्याची सर्व स्थित्यंतरे एकाच ज्योतिर्विदाच्या नजरेस पडत नाहीत. ताऱ्यांच्या स्थित्यंतरांबद्दलची माहिती ज्योतिर्विदांनी फक्त एकाच ताऱ्याचे वेध घेऊन मिळविलेली नाही; तर पुष्कळ ताऱ्यांचे वेध घेऊन व पदार्थविज्ञानशास्त्राचे नियमांचे आधारें उत्क्रांतीचे निरनिराळे टप्पे ठरवून, गणित करून मिळविलेली आहे. अशा स्थितींत एकाद्या ताऱ्याचे स्वरूप एकदम बदललें व थोड्या वर्षांत त्याच्या बदलाचा वेध घेऊन असें ठरलें कीं तो पुन्हा मूळच्याच स्थितींत गेला आहे, तर ज्योतिर्विदांस किती आनंद होईल! परंतु असे आनंदाचे क्षण मानवी जीवनांत किती थोडे असतात. नुसत्या डोळ्यांस अशी स्थित्यंतरे फारच क्वचित् दिसतात. डोळ्यांपेक्षां दुर्विणीतून जरा जास्त दिसतात व दुर्विणीनें फोटो घेतले तर आणखी थोडीं जास्त दिसतात.

विसाव्या शतकाच्या सुरवातीला स्कॉटलंडमध्ये अँडरसन नांवाचा एक धर्मोपदेशक होऊन गेला. याला आकाशांत तारे पाहण्याचा फार नाद असे. एकदां (२१ फेब्रुआरी १९०१ रोजी) वरीच रात्र झाल्यावर धरीं परत जात असतांना नेहमींच्या संवयीप्रमाणें तो आकाशाकडे बघत बघत चालला होता. असे ताऱ्याकडे बघत जाणारे लोक खड्ड्यांत पडतात अशी दंतकथा आहे; कदाचित् अँडरसन साहेबही पुष्कळदां असे पडले असतील. पण या रात्री काय झालें तें पाहूं या. त्यांना रूपविकारी तारा अलगोल आणि ययाति—पुंजांतील तेजस्वी तारा 'क' या दोहोंमध्ये एक नवीनच तिसऱ्या प्रतीचा तारा दृष्टीस पडला; या ठिकाणीं असा तेजस्वी तारा कोणचाही नाही. साहजीकच हा नवीन पाहुणा कोण अशी त्यांस शंका आली. सुदैवानें अँडरसनला हा तारा दिसला त्याचे आधीं दोनच दिवस हार्वर्ड येथील वेधशाळेंत आकाशांतील ययाति भागाचें प्रकाशचित्र घेतलें होतें. चित्राच्या कांचेवर या नव्या ताऱ्याच्याच जागीं एक अत्यंत फिका व तेराव्या प्रतीचा तारा होता. म्हणजे फक्त दोनच दिवसांत त्या ताऱ्याचें तेज तेराव्या प्रतीपासून तिसऱ्या प्रतीपर्यंत वाढलें. तेजांतील ही वाढ सुमारें दहा हजार होती. आणखी दोन दिवस म्हणजे २३ फेब्रुआरीपर्यंत त्या ताऱ्याचें तेज वाढतच राहिलें व त्या दिवशीं तो शून्य

प्रतीचा, ब्रह्महृदय किंवा अभिजित यांच्या इतका तेजस्वी दिसू लागला. फक्त चार दिवसांत त्याच्या तेजाची प्रत १३ नें बदलली म्हणजे त्याचें तेज दीड दोन लाख पट वाढलें. तारा शून्य प्रतीचा म्हणजे जास्तीत जास्त तेजस्वी झाल्याबरोबर त्याचें तेज कमी होण्यास सुरवात झाली. तो सहा दिवसांत दुसऱ्या प्रतीचा झाला, दोन आठवड्यांत चवथ्या प्रतीचा झाला. आतां त्याच्यांत स्पंदमान ताऱ्याप्रमाणें तेजाची आवर्तनें होऊं लागलीं. आवर्तनाचा काल चार दिवसांचा होता व या कालांत त्याचें तेज सुमारें दीड प्रतीनें बदललें. हीं तेजाचीं आवर्तनें पुष्कळ महिने चालू होती व तीं होत असतांनाच त्या ताऱ्याचें खरें तेज (केवळ तेजोमान) पण कमी कमी होत होतें. असें होतां होतां तो नुसत्या डोळ्यांनीं दिसेनासा झाला व शेवटीं अकरा वर्षांनीं तो पुन्हां पूर्वं स्थितींत पोचला म्हणजे १३ व्या प्रतीचा झाला. सध्यां ह्या ताऱ्याचें तेज अनियमितपणें बदलत असतें व हें होत असतांना त्याचें तेज साधारणपणें दोन प्रतीनीं बदलतें. जवळ जवळ अशा तऱ्हेचीच वागणूक, १९०१ पूर्वींही त्या ताऱ्याची होती. म्हणजे त्या ताऱ्याचा स्फोटक प्रकाश मिळण्यापूर्वींही तो अनियमित स्पंदमान ताराच होता. तेराव्या प्रतीचा तारा नुसत्या डोळ्यांना बिलकूल दिसत नाहीं. म्हणजे नुसत्या डोळ्यांनीं पाहणाऱ्यास हा एक नवा ताराच वाटतो. तो आकाशांत २१ फेब्रुआरी १९०१ रोजीं जन्मास आला व सुमारें दोन वर्षे जगून मृत्यु पावला असें वाटणें साहजिक आहे. या गोष्टीवरून अशा एकदम दिसणाऱ्या ताऱ्यास 'नवीन तारा' म्हणण्याची प्रथा पडली आहे.

खरें पाहातां जरी आपण या ताऱ्यांस 'नवीन तारे' म्हणतो तरी ते नवीन नसतात तर जुनेच असतात. त्यांचें नावीन्य एवढेंच कीं अगदीं थोड्या मुदतींत म्हणजे सुमारें ४ दिवसांत या जुन्या ताऱ्याचें तेज तेरा प्रतीनीं म्हणजे सुमारें दीड दोन लाख पट वाढतें. तेज सर्वांत जास्त झालें कीं तें हळूहळू कमी कमी होऊं लागतें. तेज सुमारें चार प्रतीनीं कमी झालें कीं ताऱ्यांत स्पंदमान ताऱ्याप्रमाणें तेजाचीं आवर्तनें चालू होतात, हें चालू असतांनाच ताऱ्यांचें तेज आणखी कमी होत होत तो

कांहीं वर्षांनी त्याच्या मूळच्या स्थितीत जातो, बहुतेक सर्व 'नवीन तारे' असेच करतात, त्यांच्या तेजांत जवळजवळ एकदम तेरा प्रतीचा फरक पडतो; तेज १३ प्रतींनी वाढते व मागाहून हळूहळू कमी होत होत मूळच्या इतकेच होत, अगदी थोड्या नवीन ताऱ्यांच्या तेजांत यापेक्षाही जास्त फरक पडतो व त्यांच्यांत २० प्रती इतका बदल झालेला आढळतो, म्हणजे त्यांचे तेज मूळच्या तेजाच्या सुमारे अब्जपट जास्त होत, पण तेज झपाट्याने वाढणे व हळूहळू कमी होणे ही गोष्ट सर्वच नवीन ताऱ्यांस लागू असते, आपल्या आकाशगंगेत असा तेजोबदल दाखविणारे 'नवीन तारे' दरसाल सुमारे वीस दिसत असावेत, म्हणजे आपल्या आकाशगंगेतील ४० अब्ज ताऱ्यांपैकी सुमारे वीसच तारे एका वर्षाच्या काळांत 'नवीन तारे' हें स्वरूप दाखवितात, फक्त इतक्या थोड्या ताऱ्यांच्याच तेजांत एकदम दीड दोन लाख पटीचा फरक पडतो, तेजाचा फरक अब्जपटींनी पडणाऱ्या विलक्षण ताऱ्यांची संख्या ह्याहूनही कमी असते, आपल्या आकाशगंगेत असा तेजविलक्षण नवीन तारा सुमारे ६०० वर्षांत एकच दिसू शकतो, आपल्या आकाशगंगेचे गुणधर्म इतर आकाशगंगांसारखेच असल्याने दुसऱ्या आकाशगंगांतही 'नवीन तारे' दिसावेत अशी अपेक्षा साहजिकच उत्पन्न होते आणि वेध घेऊन ही अपेक्षा खरी ठरली आहे, सर्व साधारण 'नव्या ताऱ्यांचे' तेज आपले नावीन्य दाखवितांना १३ पटीने बदलते, खरे तेज सर्वांत जास्त असतांना दृश्य तेज किती असेल व तो तारा नुसत्या डोळ्यांना दिसेल किंवा दिसणार नाही, हें त्या ताऱ्यांच्या आपणांपासूनच्या अंतरावर अवलंबून राहिल, साहजिकच नुसत्या डोळ्यांनी दिसणाऱ्या नवीन ताऱ्यांची संख्या फारच थोडी असेल, नुसत्या डोळ्यांनी दिसणाऱ्या नवीन ताऱ्यांची संख्या इतकी थोडी असते की १६०४ साली केप्लरला एक नवा तारा दिसला होता, त्या नंतर नुसत्या डोळ्यांना दिसलेला सहावा तारा म्हणजे अँडरसनला १९०१ साली दिसलेला नवीन तारा होय, आधुनिक साधनांच्या योगाने आपणांस आपल्या आकाशगंगेतील, तसेच देवयानी तारकापुंजांत आहे असे वाटणाऱ्या आकाशगंगेतील सर्व नवीन ताऱ्यांचे वेध घेतां

येतात इतकेंच नाहीतर त्यांचे वर्णलेखसुद्धा घेतां येतात. असे वेध व वर्णलेख घेऊन १९१८ सालीं दिसलेल्या गरुडपुंजांतील (Nova Aquilae), १९२५ सालीं दिसलेल्या चित्रफलकपुंजांतील (Nova Pictoris) व १९३४ सालीं दिसलेल्या शौरीपुंजांतील (Nova Herculis) या तीन नवीन ताऱ्यांबद्दल सर्व प्रकारची माहिती मिळालेली आहे. या सर्व माहितीच्या आधारावर सध्यां नवीन ताऱ्यांच्याबद्दल असलेली कल्पना पुढील परिच्छेदांत सांगितली आहे.

‘नवीन तारा’ नावीन्य दाखविण्यास सुरवात करण्यापूर्वीच्या स्थितीत घेतलेला त्याचा वर्णलेख साधारण इतर ताऱ्यांच्या वर्णलेखासारखाच असतो. म्हणजे त्या ताऱ्यांत जें थोडेसें अनियमित असें तेजाचें आवर्तन अगर स्पंदन होत असतें त्याखेरीज दुसरा कांहीं विक्षिप्तपणा त्या ताऱ्यांत असेल अशी आपणांस शंका सुद्धां येत नाही. कांहींही कल्पना नसतांना एकदम त्या ताऱ्याचें तेज वाढू लागतें व फार झपाट्यानें उच्चतम होतें. ह्या स्थितीत घेतलेल्या वर्णलेखांत व त्याच्या नावीन्यपूर्व अवस्थेंत घेतलेल्या वर्णलेखांत आपणांस फारसा फरक आढळत नाही. वर्णलेखांवरून ताऱ्यांच्या पृष्ठभागाचें उष्णतामान जवळ जवळ तितकेंच राहातें किंवा कदाचित् किंचित् कमीच होत असेल असें वाटतें. उष्णतामान वाढत नाही व तेज तर जास्त होतें ही गोष्ट ताऱ्यांचा आकार वाढला तरच होणें शक्य आहे. तेज वाढतांना नवीन ताऱ्याचा आकार वाढतो व तो फार झपाट्यानें फुगत असावा असें वाटतें. वर्णलेखांतील रेधांवरून पृष्ठभागांतील अणूंची गति काढतां येते व ती सेकंदास सुमारे १४०० मैल असावी असें दिसतें. यावरून असा अंदाज निघतो कीं त्या ताऱ्यांमध्ये गुरुत्वाकर्षण व शक्तीचें अरीभवन यांत जी रस्सीखेच चालू असते त्यांत गुरुत्वाकर्षण खाली पडतें, अरीभवनाचा जोर एकदम वाढतो व जणू काय स्फोटच झाल्याप्रमाणें ताऱ्यांतील द्रव्य जोरांत बाहेर जाऊं लागतें. अशा स्थितीत तारा झपाट्यानें फुगतो. तारकामध्यांतून शक्तीचें अरीभवन होत असल्यानें, ताऱ्याच्या पृष्ठभागास आंतून उष्णता व प्रकाश मिळत राहातात व पृष्ठभागाचें उष्णतामान फारसें बदलत

नाहीं. सुमारे ४ दिवसांत ताऱ्याचा व्यास ४०० पट होत असावा. वेडकी खूप फुगल्यावर जशी फुटते तसेच अरीभवनाचे होतें. इतकें फुगल्यावर तारकामध्यावर असलेला शक्तीचा सांठा संपून जातो. ताऱ्याजवळ विसर्जन करण्यासाठी शक्तीच राहात नाही व ताऱ्याचें प्रसरण थांबतें. गुरुत्वाकर्षण हा वस्तुमात्राचा मूलधर्म आहे. त्यास इतका वेळ या फुगणाऱ्या वेडकीनें डोकें वर काढूं दिलें नव्हतें, पण वेडकीचें पोट फुटलें, तिचा जोर संपला कीं गुरुत्वाकर्षण पुन्हा डोकें वर काढतें व तारा आकुंचन पावतो. तारा आकुंचन पावूं लागला कीं त्याचें तेज कमी होतें. ताऱ्याचें तेज वाढून जेव्हां तो नवीनत्वाला पोचतो त्यावेळीं त्याचें तेज व त्याचा आकारही फारच झपाट्यानें बदलत असतात. कोणत्याही पदार्थाचें प्रसरण फार झपाट्यानें होतें, त्यावेळीं त्याचे सर्व भाग सारखेच प्रसरण पावत नाहींत. तर पृष्ठभागाजवळील द्रव्यसंघ झपाट्यानें प्रसरण पावतो व मध्याजवळचा सावकाश प्रसरण पावतो. पदार्थांत प्रसरणाच्या अशा दोन गति उत्तम ज्ञात्या कीं त्या पदार्थाच्या निरनिराळ्या वेगानें प्रसरण पावणाऱ्या भागांचा परस्पर संबंध कमी निगडित होतो व थोड्या वेळांत ते दोन भाग अगदीं निरनिराळ्या दोन पदार्थाप्रमाणें वागूं लागतात. बरोबर हीच गोष्ट नवीन ताऱ्यांत होत असते. ताऱ्याच्या पृष्ठभागाजवळील द्रव्यसंघ फारच झपाट्यानें बाहेर जात असतो व आकुंचन सुरू झालें तरीही, तो त्याच्या गर्तीत फारसा बदल न होतांना बाहेर बाहेरच जात राहातो. त्याचें कारण असें कीं, फुगलेल्या स्थितीत पृष्ठभागाजवळील द्रव्यसंघ आतिशय विरल असतो व त्यांतोळ प्रत्येक कणास विलक्षण बहिर्वर्ती गति असते. ही बहिर्वर्ती गति इतकी जास्त असते व द्रव्यसंघ इतका विरल असतो कीं ह्या स्थितीत अशा द्रव्यसंघावर गुरुत्वाकर्षणाचा फारसा परिणाम होत नाहीं. तारकामध्याजवळील द्रव्य कमी विरल असतें व त्यामध्ये गतीही थोडीच असल्यानें गुरुत्वाकर्षणाच्या योगानें तारकामध्याचें आकुंचन होतें. या स्थितीत मूळच्या ताऱ्याचे दोन भाग होतात असें म्हणण्यास हरकत नाहीं एक घट्ट तारकामध्य व दुसरें विरल असें कवच अगर आवरण. तारकामध्य आकुंचन पावतो व लहान

होतो. त्याचवेळीं कवच मोठें मोठें होत असतें शेवटीं त्या दोघांचें स्वरूप दुर्बिणींत मध्यावर एक तेजोबिंदू व त्याच्या भोंवतीं त्याच्यापेक्षां निराळ्या रंगाचें व कमी तेजस्वी असें बलय दिसतें. सुरवातीस तेजोबलयांतील वायु बराच उष्ण व स्वयंप्रकाश असतो. बलय जसजसें आकारानें वाढत जाईल तसतसें त्यांतील वायूंचें उष्णतामान कमी होतें व तो तारा स्वयंप्रकाश राहात नाही. या स्थितीतही तो दुर्बिणींतून तेजोबलयच दिसतो. परंतु आतां त्याचें तेज स्वतःचें नसतें, तर तारकामध्याचा जो प्रकाश वायूवर पडतो तो वायुबलयांत विकिरित होतो व या विकिरित प्रकाशाचे योगानें वायुबलय हें तेजोबलयच आहे असें वाटतें. अशीं फिकट हिरवीं दिसणारीं तेजोबलये आकाशांत पुष्कळ ताऱ्यांभोंवतीं दिसतात आणि कदाचित् अवकाशांत दिसणारे कंकणाकृति तेजोमेघ अशा तऱ्हेनें नवीन ताऱ्यापासून तर तयार झाले नसतील ना असा विचार मनांत उद्भवतो !

कल्पना करूं या कीं एक 'नवीन तारा' आपलें नवीनत्वाचें तेज दाखविण्याचे अगोदर साधाच तारा होता व त्याचें तेज आपल्या सूर्याच्याच तेजाएवढें होतें. तो जर साधाच नवीन तारा असेल तर त्याच्या तेजांत होणारी वाढ दीड दोन लाख पट असेल; म्हणजे त्याचें नवीनत्व पूर्णावस्थेस पोचलें त्यावेळीं त्याचे तेज आपल्या सूर्याच्या दीड दोन लाख पट असेल. पण तोच जर का लोकविलक्षण नवीन तारा असेल तर नवीनत्व पूर्णावस्थेस पोचेल त्यावेळीं त्याचें तेज आपल्या सूर्याच्या अब्ज-पट असेल. याचा अर्थ या स्थितीत हा लोकविलक्षण नवीन तारा आपल्या सूर्यासारखे एक अब्ज तारे जेवढा प्रकाश देऊं शकतील तेवढा प्रकाश देऊं शकेल, म्हणजेच नवीनत्व पूर्णावस्थेस पोचलें असतांना लोकविलक्षण नवीन तारा जो प्रकाश देऊं शकेल तो प्रकाश आपल्या आकाशगंगेसारख्या आकाशगंगांतील सर्व तारे मिळून जेवढा प्रकाश देऊं शकतील तेवढा असेल. अशी स्थिति आहे म्हणून तर आपणांस खरोखरच असें आढळून येतें कीं बहुतेक सर्व नवीन ताऱ्यांचें मूळचें तेज साधारणपणें आपल्या सूर्याच्या तेजाइतकेंच असावें.

देवयानी पुंजांत दिसणाऱ्या आकाशगंगेचे वेध घेतांना आपणांस त्यांतील लोकविलक्षण नवीन ताऱ्याची पण माहिती मिळाली, त्यावरून असें दिसतें कीं 'नवीन तारे' हे सुरवातीस व्याधाच्या सहचरीप्रमाणें असणारे श्वेतवर्णीय छोटे तारे असावे व त्यांच्या तेजाची मूळची प्रत+७ असावी, या श्वेतवर्णीय छोट्या ताऱ्यांतील वायु अणुमध्य व वीजकेंद्रांच्या मिश्रणानेंच बनलेला असतो, प्रत्येक ताऱ्याच्या मध्यावर अशा तऱ्हेचा मिश्र वायु असतो, परंतु या मिश्रणाखेरीज ताऱ्यांत नेहमींच्या तऱ्हेचेही अणु असतात, श्वेतवर्णीय छोट्या ताऱ्यांत हे दुसरे साधे अणु मुळांच नसतात, अशा फक्त लोकविलक्षण वायूनेच बनलेल्या ताऱ्यांत लोकविलक्षण गुण आढळले व त्यांच्यामध्ये नेहमीं जगांत इतर ठिकाणीं तुल्यबल असणाऱ्या गोष्टी तुल्यबल नसल्या तर त्यांत आश्चर्य वाटण्याचें कारण नाहीं.

या प्रकरणांत आपण ताऱ्यांचें तेज किती असतें, त्यांत कसा बदल होतो व त्या बदलावरून आपणांस ताऱ्यांसंबंधीं काय माहिती मिळते याचा विचार केला, त्यावरून आपणांस तारे हे प्रचंड वायुगोल असतात व त्यांचें स्थैर्य आणि तेज हीं (१) गुरुत्वाकर्षण आणि (२) प्रकाश व उष्णता यांच्या अरीभवनाचा दाव, या दोन गोष्टींवर अवलंबून असतात असें आढळून आलें, तसेंच सर्व साधारण ताऱ्यांच्या आयुष्यांत काय काय गोष्टी घडतात, ते कोणत्या मार्गांनीं काळ कंठितात, तसेंच लोकविलक्षण तारे कसे आहेत व ते कोणत्या मार्गांनीं काळ कंठितात याचें पण ज्ञान आपण मिळविलें, शेवटीं या सर्व ज्ञानाचा उपयोग करून ताऱ्यांचीं अंतरे कशीं काढावीत, त्यांचे आकार कसे काढावेत व त्यांच्या वयाचा हिशेब कसा करावा हेंही आपण पाहिलें, थोडक्यांत म्हणजे वरील विवेचन म्हणजे सुतानें स्वर्गाला जाणेंच होय, फक्त सुतानें स्वर्गाला जातांना आपण

गाणिताचा आधार घेतला नव्हता; परंतु या प्रकरणांत वर्णिलेल्या तारकांबरोबर स्वर्गाला जातांना गाणिताखेरीज आपलें मुळींच भागत नाहीं. सामान्य माणसास अशा गाणिती-तारकांबरोबर संबंध पण नकोसा होतो. धन्य ते ज्योतिर्विद कीं जे या तऱ्हेच्या गाणिती-तारकांबरोबर, रात्रंदिवस, फार काय संबंध जन्म घालवून ईश्वराच्या कृतीची माहिती मिळवितात.



प्रकरण २२ वें.

आपली आकाशगंगा

शरद ऋतु हा सृष्टीची शोभा पाहाण्यास फारच योग्य गणला जातो. आकाशाची व ताऱ्यांची मौज पाहाण्यास पण तोच काल फार चांगला असतो. पाऊस पडून गेलेला असतो, आकाश निरभ्र असतें व काळोख्या रात्री नुसत्या डोळ्यांनी सुद्धा तारे खूपच चकचकीत दिसतात. जिकडे पाहवें तिकडे तारेच तारे; साहाजिकच आपणांस तारे मोजणें कठीण जातें. नुसत्या डोळ्यांनी दिसणाऱ्या सर्व ताऱ्यांची संख्या सुमारे ६००० आहे. एका वेळीं आपणांस आकाशाचा फक्त अर्धा भागच दिसतो व त्यांतही क्षितिजाजवळचे तारे दिसणें कठीण जातें. अशी स्थिति असल्यानें नुसत्या डोळ्यांनीं आपणांस एका वेळीं सुमारे दोन अडीच हजारच तारे दिसूं शकतात. दुर्बिणींतून तर पुष्कळच जास्त तारे दिसतात. नुसत्या डोळ्यांनीं जेथें एक दोनच तारे आहेत असें वाटत होतें तेथें तारकांचा गुच्छच दिसूं लागतो. दुर्बिणी जर जास्त प्रभावाची असेल तर कांहीं तारका-गुच्छांना एक तेजस्वी आच्छादन आहे असें वाटतें. हें तेजस्वी आच्छादन दुर्बिणींतून लहानशा ढगासारखें दिसतें व म्हणूनच अशा तेजस्वी घटकांस तेजोमेघ असें नांव पडलें आहे. दुर्बिणी जसजशी जास्ती जास्ती प्रभावाची ध्यावी तसतसे जास्ती जास्तीच तेजोमेघ दिसूं लागतात. सर्वांत मोठ्या दुर्बिणींतून सुमारे २० हजार तेजोमेघ डोळ्यांनीं पाहिलेले आहेत व सुमारे २ लाख तेजोमेघांचे फोटो घेतले आहेत. अरे ! पण आपण दुर्बिणींतून पाहातांना फारच पुढें गेलों.

हा शरद ऋतु आहे व कार्तिकाचा महिना आहे. सूर्यास्तानंतर पूर्वाक्षितिजावर कृत्तिका नक्षत्र उगवत आहे. डोक्यावर आकाशगंगा आली आहे. आकाशगंगेंत हंस पोहत आहेत व श्रवण चकचकीत दिसत

आहेत. (चित्रांक १४ पहा.) अशावेळीं आपण एक लहानशी दुर्बिण (Binocular) घेऊन काय दिसतें तें पाहूं या. दुर्बिणींतून कृत्तिका फक्त सहाच न दिसतां किती तरी जास्त दिसतात. आकाशगंगेंत तर इतके तारे दिसतात कीं ते एकमेकांस चिकटून आहेत असें वाटतें. आकाशगंगा आणि तिच्या जवळचा भाग ह्यांमध्ये तारे फारच दाट दिसतात व आकाशगंगेशीं काटकोन करणाऱ्या पातळींत त्यामानानें फारच विरल दिसतात. यावरून आकाशगंगा हें आपणांस ताऱ्यांचें शहर म्हणतां येईल, व त्यापासून दूर असलेले भाग ताऱ्यांची खेडीं म्हणतां येतील. शहरांत राहाणारा असो अगर खेड्यांतला असो माणूस ज्याप्रमाणें एकच; त्याप्रमाणें आकाशगंगेंत दिसणारे असोत अगर आकाशाच्या इतर भागांतील असोत, सर्व तारे दुर्बिणींतून जवळ जवळ एकाच तऱ्हेचे वाटतात. या सर्व गोष्टींचा विचार करून राईट नांवाच्या इंग्लिश शास्त्रज्ञानें १७५० मध्ये आकाशगंगा हा एक ताऱ्यांचा संघ असावा व या संघाचा आकार साधारणपणें गाडीच्या चाकासारखा असावा अशी कल्पना मांडिली. त्यानें आपल्या आकाशगंगेसारखे दुसरेही अनेक तारकासंघ असणें अशक्य नाहीं असेंही प्रतिपादिलें. ह्या त्याच्या कल्पना—आणि १७५० मध्ये या निव्वळ कल्पनाच होत्या—आज त्याच्यानंतर दोनशें वर्षांत केलेल्या शोधानांनीं खऱ्या ठरल्या आहेत.

दुर्बिणींतून पाहतांना आपणांस तारकागुच्छांखेरीज तेजोमेघ पण दिसतात. मृगांतील व देवयानींतील तेजोमेघ पाहाण्यास फारशी मोठी दुर्बिण लागत नाहीं. तेजोमेघांचे वेध घेऊन त्यांच्याविषयीं खूप माहिती सर वुड्लियम हर्शल (१७३८ ते १८२२) व सर जॉन हर्शल (१७९२ ते १८७१) या पितापुत्रांनीं मिळविली. गमतीची गोष्ट अशी कीं सर वुड्लियम हा मूळचा जर्मन रहिवासी होता व त्याचा धंदा गाण्याचा होता. तो जर्मनींतील धार्मिक छळांस कंटाळून पळून इंग्लंडांत गेला व तेथें त्यानें गाणारा म्हणून नांव न कमावितां ज्योतिषी म्हणून नांव कमाविलें. या पितापुत्रांपैकीं प्रत्येकानें सुमारे अडीच हजार तेजोमेघांचे वेध घेतले. वडिलांनीं बहुतेक वेध इंग्लंडमध्येच घेतले तर

मुलगा इंग्लंडांतून न दिसणाऱ्या तेजोमेघांचे वेध घेण्याकरितां दक्षिण आफ्रिकेंत केपटाऊन जवळ जाऊन आला. बहुतेक सर्व तेजोमेघांना अनुक्रम नंबर दिले गेले आहेत व ते त्यांच्या नंबरांवरून ओळखिले जातात. सध्यां तेजोमेघांच्या दोन याद्या उपलब्ध आहेत. एका यादीतील तेजोमेघ 'एम्' व अनुक्रम नंबर अमुक असें लिहितात, तर दुसऱ्या यादीत 'एन्. जी. सी.' व अनुक्रम नंबर अमुक असें लिहितात. दुर्वि-
र्णात कांहीं तेजोमेघ साधारण हिरव्या रंगाचे वाटतात तर कांहीं पांढुरके दिसतात. हिरवटसर दिसणारे तेजोमेघ बहुतेक आकाशगंगेच्या भागांत आहेत तर पांढुरके तेजोमेघ अवकाशांत सर्वत्र इतस्ततः विखुरलेले दिस-
तात. मृगांतील तेजोमेघ किंचित् हिरव्या रंगाचा आहे, तर देवयानी पुंजांत दिसणारा पांढुरक्या रंगाचा आहे. (चित्रांक १५, १६ व २१ पहा.) किंचित् हिरव्या रंगाचे तेजोमेघ निरनिराळ्या आकाराचे अस-
तात. बहुतेकांचा आकार अनियमित असतो, परंतु कांहीं थोडे कंकणासारखे दिसतात. पांढुरके तेजोमेघ साधारण चक्राकृति असतात. चक्राचा दृश्य आकार, आपली दृष्टिरेषा चक्राच्या पातळीशीं केवढा कोन करील, त्यावर अवलंबून असतो. दृश्य आकार चक्राकार असेल, लंबवर्तुळाकार असेल अगर फक्त एक सरळ पट्टाच असेल. तसेंच चक्रांतील द्रव्यांत जर कांहीं घटना होत असतील तर त्या पण आपल्या दृष्टीस पड-
तील. आपणांस तेजोमेघांचे वर्णलेख घेतां येतात. कांहीं तेजोमेघांत स्पंदमान तारे पण आढळतात. वर्णलेख व स्पंदमान तारे यांच्या मदतीनें तेजोमेघांचीं अंतरे आपणांस काढतां येतात. त्यांवरून असें दिसते कीं, चक्राकार पांढुरके तेजोमेघ आपणांपासून फारच दूर आहेत. इतर तेजो-
मेघांचीं अंतरे साधारणपणे आपल्या आकाशगंगेंत दिसणाऱ्या ताऱ्यांच्या अंतरांसारखीच आहेत व हीं अंतरे पांढुरक्या तेजोमेघांच्या अंतरांच्या मानानें फारच थोडीं आहेत, म्हणजे आकाशगंगेंत दिसणारे तारे व त्यांजवळील तेजोमेघ हे सर्व आपल्या आकाशगंगेच्या गटांतील असावेत व चक्राकार तेजोमेघ हे राईटनें सांगितलेले दुसरे तारका-संघ असावेत असें दिसते. या प्रकरणांत आपण आपल्या आकाशगंगेतील तारे व तेजोमेघ यांचा

विचार करून आपली आकाशगंगा कशी असावी याबद्दल काय अनुमानें निघतात तें पाहूं व पुढील प्रकरणांत या पांढुरक्या चक्राकार तेजोमेघांचा विचार करूं.

मृगांतील तेजोमेघः— हा एक फारच प्रसिद्ध असा तेजोमेघ आहे. (चित्रांक १५ व २१ पहा.) मृगाच्या पोटांतील बाणाच्या दक्षिणेस तीन लहान तारा आहेत. त्यांतील मधल्या तारेच्या भोंवतीं हा तेजोमेघ आहे. नुसत्या डोळ्यांनीं सुद्धां या तारेभोंवतीं तेजोमेघाचा भास होतो. असा तेजस्वी आणि चित्रविचित्र तेजोमेघ दक्षिणगोलार्धांत दुसरा नाही. दुर्बिणींतून हा तेजोमेघ झाडाच्या कांबळ्या पालवीसारखा हिरवट पिवळा असा दिसतो. चांदण्यांत ज्याप्रमाणें कांबळ्या पालवीचा कांहीं भाग तेजस्वी व कांहीं कमी तेजस्वी आहे असें वाटतें; तशीच स्थिति दुर्बिणींत या तेजोमेघाची दिसते. या तेजोमेघांत मध्येंच थोडे चकाकीत तारे लुकलुक करतांना दिसतात. चांदण्यारात्रीं गारव्याच्या आश्रयानें बसलेले ते काजवेच असावेत असा भास होतो. सर्वांत मोठ्या दुर्बिणींतून हा तेजोमेघ ढगासारखाच दिसतो व यांत आणखी कांहीं घटना असाव्यात असें दिसत नाही. हीच गोष्ट इतर तेजोमेघांचे बाबतींत पण दिसून येते. यावरून तेजोमेघ वायुरूप आहेत व तेजोमेघांतील वायुकण अणु व अत्यंत सूक्ष्म असे धुळीच कण यांचे बनलेले असावेत असें वाटतें. वर्णलेखांवरून हें अनुमान बरोबर आहे असें ठरतें. मृगांतील तेजोमेघासारख्या तेजोमेघांत चकाकित तारे असतात. हे तारे बहुधा 'ओ,' 'बी' आणि 'ए' या अत्यंत उष्ण पृष्ठभाग असलेल्या ताऱ्यांच्या वर्गांतील असतात. (आकृति १६ पहा.) तेजोमेघाचा वर्णलेख बहुतेक त्यांच्यातील ताऱ्यांच्या वर्णलेखासारखाच असतो. ताऱ्यांच्या वर्णलेखांवरून आपणांस तेजोमेघांतील ताऱ्यांचें म्हणजे आपणांपासून तेजोमेघांपर्यंतचें अंतर कळतें. एकादा तेजोमेघ किती दूर आहे हें कळलें कीं आपणांस त्याच्या आकाराची कल्पना येते. मृगांतील तेजोमेघ सुमारे ६०० प्रकाशवर्षे इतक्या अंतरावर आहे व त्याचा विस्तार १० प्रकाशवर्षे आहे. या तेजोमेघाच्या आंतील तारे आपणांस दिसतात यावरून हा वायूचा थर

जाड असला तरी अत्यंत विरल असावा असें ठरते, तसेंच या विरल द्रव्यामुळे मृगांतील ताऱ्यांच्या गतीत पण बदल होत नाही. तेजोमेघांतील वायु अगदी पारदर्शक आहे व त्याचा ताऱ्यांच्या गतीवर परिणाम होत नाही. या दोन गोष्टींवरून वायु खूपच विरल असावा असें दिसते. आपल्या डोळ्यांच्या बुबुळ्यावेढा परीघ असलेली एक पेन्सिल आपल्या डोळ्यापासून एकाद्या ताऱ्यापर्यंत काढली आणि जर त्या पेन्सिलीत येणाऱ्या द्रव्यसंघाचे वजन एक सहस्रांश गुंज भरले, तर तो तारा आपणांस दिसणार नाही. या गोष्टीवरून अशी पेन्सिल आपण मृगांतील तेजोमेघा-मधल्या ताऱ्यांच्या दिशेने काढली तर पेन्सिलीचा जेवढा भाग तेजोमेघांत पडेल, त्या भागांत एक सहस्रांश गुंजेपेक्षां सुद्धा कमी द्रव्य असले पाहिजे. तेजोमेघांतील द्रव्य इतके विरल आहे तरी त्याचा विस्तार फारच मोठा असल्याने त्यांतील एकंदर द्रव्यसंघ आपल्या सूर्याच्या द्रव्यसंघाच्या सुमारे दहा हजारपट आहे. तेजोमेघांतील वायूच्या विरलपणाची कल्पना येण्याकरिता असें म्हणतां येईल की, एका काड्याच्या पेटांत जेवढी हवा राहिल तेवढी घेऊन जर संबंध मुंबईशहरभर १०० फूट उंचीपर्यंत पसरली, तर ती हवा जितकी विरल होईल तितकेच विरल द्रव्य तेजोमेघांत असते. इतक्या विरल वायूस स्वतःचे असे उष्णतामान फारसें नसते अगर अगदी थोडे असते असें म्हटले तरी चालेल. अर्थातच तेजोमेघांतील वायुकणांस अंगचा प्रकाश मुळींच असणार नाही. तेजोमेघांत असलेले तारे जो प्रकाश देतात तो प्रकाश तेजोमेघांतील अणु शोषून घेतात व तो थोड्याशा निराळ्या स्वरूपांत विसर्जन करतात, अगर तेजोमेघांतील ताऱ्यांचा प्रकाश त्यांमधील बारीक धुलिक्रणांत विकिरित होतो व असा विकिरित प्रकाश तेजोमेघांपासून आपणांस मिळतो. वर्णलेखांचे शोषाने हायड्रोजन, हेलियम, ऑक्सिजन व नायट्रोजन यांचे अणु अत्यंत विरल स्वरूपांत तेजोमेघांत असल्याचे सिद्ध झाले आहे. तेजोमेघाचा हिरवट प्रकाश आपणांस अत्यंत विरल स्थितीत असलेल्या ऑक्सिजनच्या व नायट्रोजनच्या अणूंपासून मिळतो. सारांश तेजोमेघ हे स्वयंप्रकाशित नाहीत तर त्यांत असलेल्या ताऱ्यांमुळेच ते आपणांस दिसू शकतात.

आकाशगंगा हा चकचकीत पट्टा सर्व आकाशभर कंबरपट्ट्यासारखा पसरला आहे. या तेजस्वी पट्ट्यांत कांहीं ठिकाणी काळे डाग दिसतात. हे डाग कशानें निर्माण झाले असावेत हा प्रश्न सहजच उत्पन्न होतो. या डागांवद्दल पूर्वापासून निरनिराळ्या कल्पना प्रचलित आहेत. यांपैकी एक कल्पना अशी होती कीं काळे डाग हे आकाशाच्या तेजस्वी घुमटांतील भगदाडें असावीत व त्या भगदाडांतूनच आपणांस या तेजस्वी घुमटाबाहेरचें जग बघतां येईल. ही कल्पना अजिबातच चुकीची ठरली आहे. मृगांतील तेजोमेघासारखे प्रचंड वायुमेघ आकाशांत पुष्कळच आहेत. तेजोमेघांस स्वतःचें तेजच नसतें. यामुळें ज्या वायुमेघांत तेजस्वी तारे नाहींत ते 'तेजोमेघ' या स्वरूपांत दिसत नाहींत. असे वायुमेघ आपण व आकाशगंगेतील चकचकीत तारे यांच्यामध्ये आले व वायुमेघांतील वायूची घनता तेजोमेघांतील वायूपेक्षा किंचित् जास्त असली, कीं तो वायुमेघ अपारदर्शक होतो आणि त्याच्या पलीकडील तेजस्वी भागास ग्रहण लागतें. ते आपणांस दिसत नाहींत व ते काळे डाग आहेत असा भास होतो. अशा तऱ्हेचे काळे डाग आकाशगंगेंत पुष्कळच आहेत पण ते धनुरास व दक्षिण स्वास्तिक (त्रिशंकु) या वाजूस प्रामुख्याने दिसतात. अशा काळ्या वायुमेघांची व तेजस्वी तेजोमेघांची आपणापासूनची अंतरें सुमारें दोनशें पासून चार हजार प्रकाशवर्षे इतकी आहेत !

याखेरीज आपणांस कंकणाकृति तेजोमेघ दिसतात. असे सुमारें दीडशें कंकणाकृति तेजोमेघ पाहण्यांत आले आहेत. कंकणाच्या मध्यावर एक तेजस्वी तारा असतो. कंकण पण साधारण हिरव्या रंगाचें असतें; व तें इतर तेजोमेघांप्रमाणेंच अणु व वारीक धूलिकण यांचेंच बनलेलें असतें. हे तेजोमेघही स्वयंप्रकाश नसतात तर त्यांचें तेज त्यांच्या मध्यावर असलेल्या ताऱ्यावर अवलंबून असतें. असे कंकणाकृति तेजोमेघ " नव्या ताऱ्या " पासून बनले असावेत अशी कल्पना आहे. याचा विचार आपण मागील प्रकरणांत केला आहेच.

तेजोमेघ हीं आकाशांतील गमतीचीं दृश्ये आहेत. सर्वासच तीं दुर्विणीतून पाहणें शक्य होणार नाहीं म्हणून त्यांच्या आकाराची व तेजाची

कल्पना येण्यासाठी या पुस्तकांत चित्रांक १५ ते २१ मध्ये पुढील तेजो-मेघांचे फोटो दिले आहेत:—१ मृगाच्या नाभीतील, २ देवयानीतील चक्राकृति, ३ श्यामशबलांतील आवर्तकार, ४ उच्चैःश्रव्यांतील, ५ एन्. जी. सी. १३९५, ६ हंसांतील तंतुमय व ७ स्वरमंडलांतील अंगडी-सारखा तेजोमेघ.

‘सुतानें स्वर्गाला जाणें’ या प्रकरणांत आपण ताऱ्यांचीं अंतरें, त्यांच्या गति, व त्यांचें द्रव्यसंघ कसे काढतात हें पाहिलें आहेच. आकाशगंगा डोक्यावर असतांना आपण पूर्वी वर्णिलेल्या पद्धतीनें ताऱ्यांवद्दल माहिती मिळवीत आहोंत अशी कल्पना करूं या. आपणांस असें दिसून येईल कीं आकाशगंगेच्या पट्ट्याच्या उत्तर भागांत सुमारे, २० हजार प्रकाशवर्षे व दक्षिणेच्या भागांत सुमारे ८० हजार प्रकाशवर्षे इतक्या अंतरापेक्षां जास्त अंतरावर सुटे तारे आढळत नाहींत. तसेंच आकाशगंगेच्या पट्ट्याशीं काटकोन करणाऱ्या पातळींत पूर्व आणि पश्चिम दिशांकडे ताऱ्यांचीं जास्तीत जास्त अंतरें सुमारे ५ हजार प्रकाशवर्षे इतकींच असवीत. यापेक्षां जास्त अंतरावर त्या त्या दिशांस सुटे तारे दिसत नाहींत. जास्त अंतरावर चक्राकार तेजोमेघ दिसतात व त्या तेजोमेघांत तारे पण असतात. सर्वांत जवळचा तेजोमेघ देवयानी-पुंजांत असल्या-सारखा दिसतो. (चित्रांक १६ पहा) तो देवयानी-पुंजाच्या दिशेस आहे, परंतु त्याचें आपणापासूनचें अंतर ६,८०,००० प्रकाशवर्षे आहे. यावरून असें अनुमान निघतें कीं आपणांस त्या मानानें जवळ दिसणारे सर्व तारे यांचा एक गट असावा. या गटास आपण आकाशगंगा म्हणूं या. क्यापर्टीन नांवाच्या डच ज्योतिष्यानें खूप वेध घेऊन या गटा-संबंधानें खालील कल्पना पुढें मांडिली आहे. आपल्या आकाशगंगेंत सुमारे ४० अब्ज तारे आहेत. ते अवकाशांत कसे पसरले आहेत याची कल्पना येण्यासाठीं आकाशगंगेची जाड पापुद्र्याच्या पुरीशीं तुलना करूं. पुरीचा व्यास तिच्या जाडीच्या ५ ते १० पट असतो. पुरी मध्यभागी खूप फुगलेली व कडेला कमी कमी फुगलेली असते. याचा अर्थ असा ज्यो. ...२०

मात्र नाही कीं या पुरीबाहेर आकाशगंगेतील एकही तारा नसतो. आकाशगंगेतील ताऱ्यांची मांडणी मोठ्या शहरांतील घरांच्या मांडणीसारखी असते. पहिल्याने पुष्कळ घरे, मग थोडी व शेवटीं घरे विरळ होत होत गांव संपते. त्याप्रमाणे आकाशगंगेत पहिल्याने खूप तारे, मग थोडे तारे व शेवटीं तर तारे अगदीं विरळ होऊन आकाशगंगा संपते. फक्त येथे हें लक्षांत ठेवले पाहिजे कीं ही पुरी मानवांची पुरी नसून परमेश्वराची पुरी आहे. या आकाशगंगारूप पुरीचा व्यास सुमारे एक लाख प्रकाशवर्षे व तिची जाडी दहा हजार प्रकाशवर्षे आहे. आपली सूर्यमाला पुरीच्या मुख्य पातळीत परंतु मध्यविंदूपासून सुमारे तीस हजार प्रकाशवर्षे इतक्या अंतरावर आहे. आकाशगंगेचे केंद्र आपणापासून दक्षिणेस धनु राशीच्या दिशेला सुमारे तीस हजार प्रकाशवर्षे अंतरावर आहे. (आकृति ४ पृष्ठ ४५ पहा.) या बाजूस तारे खूपच असल्याने तिकडील आकाशगंगेचा पट्टा फारच तेजस्वी दिसतो. परंतु आपल्या दुर्दैवाने या दिशेस कृष्णवर्णीय वायुमेघ असल्याने आपणांस त्या भागाचे पुष्कळ वेध घेतां येत नाहीत. दिसण्यास सोपा जावा म्हणून वाटोळ्या पृथ्वीचा आपण सपाट कागदावर नकाशा काढतो. सपाट नकाशा अगदीं हुबेहूब वाटोळ्या पृथ्वीसारखा कसा दिसणार? तसेंच हें अवकाशांत विखुरलेले तारे आपण बघतो, तेव्हां आपल्या मनांत आपण त्यांचा घुमटाच्या आंतील पृष्ठभागावर ते असावेत असा नकाशा काढतो. नकाशांत पुरीभर पसरलेले तारे खरोखरच घुमटाच्या पृष्ठभागावरच आहेत असे पुरीच्या आंतील माणूस समजतो, म्हणून पुरीच्या सर्वांत मोठ्या व्यासाच्या पातळीत घुमटावर तारे खूपच दाट असावेत असे दिसते. हे दाट तारे म्हणजेच आकाशांत दिसणारा 'आकाशगंगा' हा पट्टा होय. या पुरीच्या मुख्य पातळीपासून दूरदूर जाऊं लागले कीं घुमटावर कमी कमी तारे दिसू लागतील. आकाशांताल ताऱ्यांचें दृश्य स्वरूप खरोखरीच वर वर्णन केल्याप्रमाणे असते.

आकाशगंगेतील प्रत्येक ताऱ्यास वैयक्तिक अशी गति असते. आपला सूर्य दर सेकंदाला १३ मैल इतक्या वेगाने शौरी (Hercules) या तारकापुंजांतील एका विशिष्ट विंदूकडे जात आहे. (आकृति ३ पृष्ठ ४४ पहा)

आकाशगंगेतील प्रत्येक ताऱ्याच्या वैयक्तिक गतीशिवाय संबंध आकाशगंगेला आणखी एक गति आहे. हा पुरीसारख्या आकाराचा चक्राकार व्यूह आपल्या अक्षाभोंवती फिरत असतो. हें चक्राकार अक्षभ्रमण शंभर वर्षांत सात कोणात्मक विकला या वेगानें म्हणजे नेहमीच्या चक्राकार गतीच्या मानानें फारच सावकाश होत असतें. या वेगानें आपल्या सूर्याला आकाशगंगेबरोबर एक प्रदक्षिणा करण्याला सुमारे वीस कोटि वर्षे लागतात.

येथें एक गमतीची गोष्ट सांगितली पाहिजे कीं आपण पृथ्वीला स्थिर समजतो; पण खरोखर तिची अवकाशातील गति अतिशय मजेदार आहे. पृथ्वी आपल्या आंसाभोंवती २४ तासांत एक प्रदक्षिणा करते. या गतीचे योगानें पुणें शहर एका तासांत सुमारे ८०० मैल पुढें जात आहे. पृथ्वी सूर्याभोंवती एक वर्षांत एक प्रदक्षिणा पुरी करते. या गतीचे योगानें पृथ्वीचें अवकाशातील स्थान एका तासांत ७२००० मैलानें बदलतें. आपली संबंध सूर्यमाला तशीं सुमारे ४५ हजार मैल वेगानें शौरी या तारकाजुंजाच्या दिशेनें जात आहे. आपली सूर्यमाला ज्या विभागांत आहे त्या विभागाला बाकीच्या आकाशगंगेशीं सापेक्ष गति आहे. ही गति तासास सुमारे ५ लाख मैल असावी. या शिवाय आकाशगंगेच्या चक्राकार गतीमुळें आपली सूर्यमाला स्वतःची जागा एका तासांत सुमारे साडेतीन लाख मैलांनीं बदलते आहे. या वर दिलेल्या सर्व गति एकाच वेळीं चालू असतात. या सर्व गतींच्या योगानें निघणारा आपल्या पृथ्वीचा आकाशातील भ्रमणमार्ग कसा दिसत असेल याची कल्पना करतांनाच आपणांस चक्र येईल. नकोच तें !!

आपणांस आकाशगंगेतील पुष्कळशा ताऱ्यांचा द्रव्यसंघ व त्यांची गति यांची माहिती झाली आहे. कोणत्याही वस्तूतील द्रव्यसंघ व तिची गति यांवरून आपणांस त्या वस्तूची गतिशक्ति (Kinetic Energy) काढतां येते. ताऱ्यांचे बाबतींत गणितानें अशी गतिशक्ति काढल्यावर असें दिसतें कीं, बहुतेक सर्व ताऱ्यांची गतिशक्ति जवळ जवळ सारखीच आहे. म्हणजे जे तारे जास्त वजनदार ते सावकाश फिरतात व जे हळके ते जलद फिरतात. आपल्या पृथ्वीवरील वातावरणातील अणूंसही बरोबर

हाच नियम लागू पडतो, सर्व अणूंची गतिशक्ति साधारण सारखीच असते. हलके अणु जलद फिरतात व जड अणु सावकाश फिरतात. पृथ्वीच्या वातावणांतील अणूंची अशी स्थिति गुस्त्वाकर्षणामुळेच झाली आहे. तारे हे गुस्त्वाकर्षणाचे योगानेच तयार झाले व गुस्त्वाकर्षणाचे योगानेच त्यांत आढळणाऱ्या निरनिराळ्या गति अस्तित्वांत येतात. असें असल्याने तारे हे प्रचंड अणु आहेत व त्यांतील गतिशक्ति कोणच्याही वायू-तील अणूंच्या गतिशक्तीप्रमाणें जवळ जवळ सारखीच असते असें आपणांस म्हणतां येईल. वायु ज्यावेळीं अस्तित्वांत येतो त्यावेळीं प्रत्येक अणूंत निरनिराळी गतिशक्ति असते व हळूहळू गुस्त्वाकर्षणाने ती गतिशक्ति सर्व अणूंत सारखी विभागली जाते. वायूतील अणूंस जे गुस्त्वाकर्षणाचे नियम लागतात ते जर आपण या प्रचंड अणूंस लावले तर वायु अस्तित्वांत आल्यापासून गतिशक्ति सर्व अणूंत सारखी वांटली जाण्यास किती काळ लागेल हें आपणांस काढतां येईल. गणितावरून असें दिसते कीं आपल्या आकाशगंगेंतील ताऱ्यांत गतिशक्ति सारखी वाटली जाण्यास ५ ते १० अब्ज वर्षे लागतील. गतिशक्ति वाटली जाण्याचें काम तारे अस्तित्वांत येण्याचे अगोदर सुरु होणार नाही. म्हणजे तारे अस्तित्वांत येऊन सुमारे ५ ते १० अब्ज वर्षे झालीं असावीत. यावरून आकाशगंगेंतील तारका या फक्त ५ ते १० अब्ज वर्षे वयाच्या तरुणी होत.

हें सर्व प्रकरण वाचून मानवी गणनेप्रमाणें आकाशगंगा हें फारच मोठें अनंत कालापूर्वी तयार झालेलें तारकाचक्र होय हें आपल्या लक्षांत येईल. या स्थितींत एकादा भाविक आकाशगंगेस परमेश्वराचें सुदर्शन चक्र म्हणेल तर त्यांत फारशी चूक आहे असें कसें म्हणतां येईल !



प्रकरण २३ वें

स्वर्गातील शेजारी

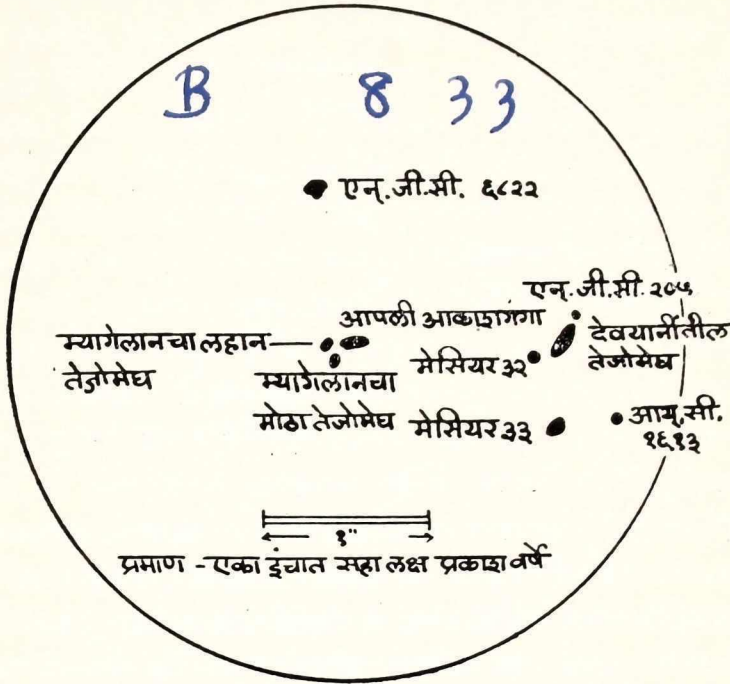
मुंबईच्या चाळीत राहाणाऱ्या लोकांना आपल्या शेजाऱ्यांबद्दल कितीशी माहिती असते ? हे चाळीतले शेजारी फक्त एक विटेइतक्या जाडीच्या भिंतीपलीकडेच राहात असतात, आपल्या आकाशगंगेच्या स्वर्गातील शेजाऱ्यांचें अंतर लाख प्रकाशवर्षे या मानदंडानें मोजावें लागतें ! हे शेजारी इतक्या दूर राहात असल्यानें आपलें त्यांच्याबद्दलचें ज्ञान बेताचेंच असतें, तरी पण असा एक शेजारी आहे की तो आपणांपासून सुमारे ७ लाख प्रकाशवर्षे अंतरावर असूनही त्याविषयी आपणांस त्या मानानें बरीच माहिती मिळाली आहे, या माहितीचा उपयोग आपणांस इतर शेजाऱ्यांबद्दलची माहिती मिळविण्यास होतो, असा जो महत्त्वाचा शेजारी म्हणजे देवयानीपुंजांत दिसणारा तेजोमेघ त्याबद्दल आपणांस काय काय ठाऊक झालें आहे तें पाहूं या. (चित्रांक १६ पहा.)

निरभ्र आणि काळोख्या रात्रीं देवयानीपुंजांत नुसत्या डोळ्यांनीं अष्टमीच्या चंद्राएवढा व साधारण तशाच आकाराचा एक फिकट तेजोमेघ दिसतो. (देवयानीपुंज, चित्रांक १४ व शेवटला नक्षत्रपट उजवेकडील वरचा कोपरा पहा.) या तेजोमेघाचें दृश्य-तेज पांचव्या प्रतीच्या ताऱ्याएवढेंच असल्यानें तो फार काळजीपूर्वक पाहिला तरच नुसत्या डोळ्यांनीं दिसू शकतो. इराणी ज्योतिषी एल् सुफी यानें दहाव्या शतकांत तो पाहिला असा उल्लेख सांपडतो. दुर्विणीतून सुद्धा पाहतांना तो तेजोमेघाप्रमाणेंच दिसतो, या तेजोमेघाची घटना चक्राकार आहे व त्यांत सुटे तारे आहेत ही गोष्ट दुर्विणीतून फोटो घेतल्यावरच लक्षांत येते. या तेजोमेघातील सुमारे ४० स्पंदमान ताऱ्यांचे वेध घेतले आहेत. त्यावरून तो आपणांपासून सहा लक्ष ऐशी हजार (६,८०,०००) प्रकाशवर्षे अंतरावर असल्याचें दिसून येतें. याचा अर्थ या तेजोमेघापासून

निघालेला प्रकाश पृथ्वीवर पोंचण्यास इतकी वर्षे लागतात असा आहे. म्हणजे आज जर या तेजोमेघांत कांहीं घडामोडी झाल्या तर त्या पृथ्वीवरच्या मानवांच्या लक्षांत येण्यास आणखी सुमारे सात लाख वर्षे लागतील ! आज या तेजोमेघांचें जें स्वरूप आपणांस दिसतें तें त्याचें आजचें खरें स्वरूप नसतें. आज फोटोंत दिसणारी स्थिति त्या तेजोमेघावर सुमारे ७ लाख वर्षांपूर्वी होती. हा एक चक्राकार तेजोमेघ आहे. परंतु आपल्या दृष्टिपथार्शी चक्राची पातळी काटकोनांत नसल्यानें तो आपणांस लंबवर्तुळाकार दिसतो. फोटोंत तेजोमेघामध्ये असंख्य तारे दिसतात. त्याशिवाय तेथें तेजाचे पट्टे असावेत असें वाटतें. हे पट्टे निरनिराळे पट्टे नाहींत तर एकच पट्टा आहे. परंतु हा एकच पट्टा साप वेढोळें घालून बसला असतांना जसा दिसतो तसा दिसतो. या तेजोमेघाचा विस्तार बहुतेक आपल्या आकाशगंगेएवढा आहे. याची तेजस्विता आपल्या सूर्याच्या तेजस्वितेच्या १.७ अब्ज पट आहे. याच्या प्रकाशाचा वर्णलेख साधारणपणें आपल्या सूर्याच्या वर्णलेखाप्रमाणेंच असतो. यावरून या तेजोमेघांतल्या प्रकाश देणाऱ्या अणूंचें उष्णतामान सूर्याच्या पृष्ठभागाच्या उष्णतामानाएवढें असलें पाहिजे असें ठरतें. प्रकाश देणारे तप्त अणु जर तेजोमेघाच्या सर्व पृष्ठभागावर म्हणजे एक लाख प्रकाश वर्षे व्यासाच्या संबंध चक्रावर एकसारखे पसरलेले असतील तर आपणांस तेजोमेघांत सुट्टे तारे अजिबातच दिसणार नाहींत, व शिवाय तेजोमेघाचा पृष्ठभाग सूर्याच्या पृष्ठभागाच्या जितके पट मोठा तितकेपट म्हणजे सूर्याच्या तेजाच्या १०^{२२} पट तेज आपणांस तेजोमेघापासून मिळेल. पण खरोखर या तेजोमेघांत सुटे तारे आपणांस दिसतात व त्यांचें तेज सूर्याच्या तेजाच्या फक्त १.७ अब्जपटच आहे. यावरून या तेजोमेघाचें एकंदर तेज म्हणजे त्यांतील सर्व ताऱ्यांचें मिळून होणारें तेज होय असें अनुमान निघतें. तेजोमेघाचा प्रकाश सूर्याच्या प्रकाशासारखाच वर्णलेख दाखवितो. म्हणजे तेजोमेघांतील तारे साधारण सूर्याइतकेच तेजस्वी व साधारण सूर्याइतकाच द्रव्यसघ असणारे असे असावेत. यावरून तेजोमेघांत सूर्यासारखे १७० कोटि तारे आहेत असें

ठरतें व लगेच त्याच्या द्रव्यसंघाचें वजन सूर्याच्या १७० कोटिपट आहे हेंही आपणांस सांगतां येतें. देवयानीतेजोमेघांत त्याचा व्यास दाखविणारी एक रेषा काढली आहे अशी आपण कल्पना करूं या, या व्यासाच्या दोन टोंकांपासून येणाऱ्या प्रकाशाचे वर्णलेख घेतले कीं आपणांस त्या दोन वर्णलेखांत थोडा फरक असल्याचें दिसून येतें. वर्णलेखांतील या फरकाचे मदतीनें तेजोमेघाची चक्राकार गति किती आहे तें आपणांस कळतें. देवयानी-पुंजांतील या तेजोमेघाची चक्राकार गति साधारण आपल्या आकाशगंगेच्या चक्राकार गतीएवढीच आहे. आपल्या आकाशगंगेएवढा आकार, तेवढीच चक्राकार गति, जवळ जवळ तशीच तेजस्विता आणि घटना या गोष्टी हीं देवयानीतेजोमेघाचीं वैशिष्ट्ये होत. अशा सारख्या दिसणाऱ्या गोष्टींवरून साहजिकच सर्व तेजोमेघ हे जवळ जवळ सारखेच तर नसतील ना अशी शंका उत्पन्न होते. जर हें खरें असेल तर निरनिराळ्या तेजोमेघांतील दृश्य फरक त्यांच्या आपणांपासूनच्या अंतरावर व आपली दृष्टि तेजोमेघाच्या मुख्य पातळीशीं कसा कोन करते यांवरच अवलंबून राहिल. पुष्कळसे वेध घेऊन हवळ नांवाच्या अमेरिकन ज्योतिष्यानें बहुतेक तेजोमेघ साधारण सारखेच असावेत असें अनुमान काढलें आहे. हवळच्या वेधांवरून असें दिसतें कीं तेजोमेघांचें तेजोमान त्यांच्या पृष्ठभागाच्या क्षेत्रफळावरच अवलंबून आहे. याचें कारण प्रकाश देणारे अणु तेजोमेघाच्या पृष्ठभागावर एकसारखे पसरलेले आहेत हें नसून, तेजोमेघांतील ताऱ्यांची संख्याही प्रत्येक ताऱ्यास लागणाऱ्या जागेवर म्हणजे तेजोमेघाच्या विस्तारावरच अवलंबून असते हें होय. सारखें क्षेत्रफळ असलेल्या तेजोमेघांतील तेजाचा दृश्य फरक फक्त तेजोमेघाच्या आपणांपासूनच्या अंतरावरच अवलंबून राहातो. या नियमाचा उपयोग करून फारच दूरच्या तेजोमेघांचीं अंतरे काढतां येतात. एका विशिष्ट अंतराच्या पलीकडे तेजोमेघांतील स्पंदमान तारे आपणांस दिसत नाहींत व अंतरे काढण्यास स्पंदमान ताऱ्यांचा उपयोग होत नाहीं. अशा वेळीं तेजोमेघ-सादृश्य गृहीत धरूनच दूरच्या तेजोमेघांचीं अंतरे काढतात.

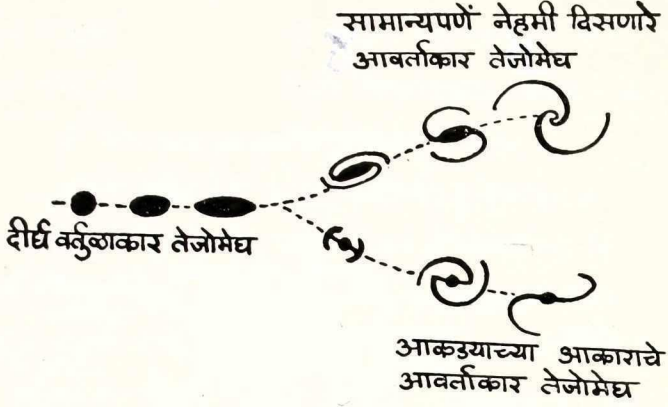
दुर्बिणीतून फोटो घेऊन असें दिसतें कीं चक्राकार तेजोमेघ अवकाशांत सर्वत्र विखुरले आहेत; परंतु ते वाटेल तसे पसरलेले दिसत नाहींत, तर त्यांच्या दृश्य ठिकाणांत थोडीशी नियमबद्धता असावी असें वाटतें. कोणत्याही दोन चक्राकार तेजोमेघांत सरासरी अंतर ६ ते ८ लाख प्रकाशवर्षे असल्याचें दिसून येतें. जास्त शक्तीच्या दुर्बिणीतून आणखी जास्त चक्राकार तेजोमेघ दृष्टीस पडतात, परंतु या सर्व तेजोमेघांच्या विस्तारांत वर सांगितलेली नियमबद्धता दिसून येते. त्या सर्वांचें परस्परपासूनचें अंतर जवळ जवळ सारखें आहे. तेजोमेघांतील अंतरांच्या सारखेपणाबद्दल अगदीं काटेकोर असे नियम करतां येणार नाहींत. उदाहरणार्थ, देवयानींतील तेजोमेघाजवळ दोन छोटे तेजोमेघ दिसतात, (चित्रांक १६ पहा.) या लहान तेजोमेघांपैकीं एकाचा व्यास सतराशें प्रकाशवर्षे, तेज सूर्याच्या दोन कोटीपट व मुख्य तेजोमेघाच्या चक्राच्या पातळीपासून त्याचें अंतर १२,००० प्रकाशवर्षे आहे, व दुसरा तेजोमेघ यापेक्षां थोडा मोठा आहे व थोड्या जास्त अंतरावर आहे. येथें हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं हे तेजोमेघ देवयानींतील मुख्य तेजोमेघापासून म्हणजे एम् ३१ पासून सुटे आहेत. ते मुख्य चक्राचा भाग नाहींत. तर इतर तेजोमेघांच्या मानानें ते एम् ३१ या तेजोमेघाजवळ आहेत; व त्यामुळें ते एम् ३१ च्या बरोबरच तयार झाले असावेत असें वाटतें. आपल्या आकाशगंगेच्या दक्षिण भागाजवळ पण असेच दोन आपल्या आकाशगंगेपासून सुटे असे तेजोमेघ आहेत. ते पहिल्यानें पोर्तुगीज संशोधक म्यागेलॉन ह्याला दिसले व ते छोटा म्यागेलॉनिक मेघ व मोठा म्यागेलॉनिक मेघ या नांवांनीं ओळखले जातात. या दोन्ही तेजोमेघांत पुष्कळ स्पंदमान तारे आहेत व त्यांचे मदतीनें या दोन तेजोमेघांबद्दल आपणांस बरीचशी माहिती मिळते. अशी स्थिति आकाशांत इतरत्र फारशी कोठें आढळत नाहीं; म्हणून मोठ्या तेजोमेघांजवळ दुसरे छोटे तेजोमेघ असणें हा नियम नव्हे



आकृति १७—आपली आकाशगंगा आणि अवकाशांतील तिचे शेजारी.

तर अपवादच समजावा. आज जगांत असलेल्या सर्वांत मोठ्या दुर्विणीत ५० कोटि प्रकाशवर्षे इतक्या अंतरावर असलेला तेजोमेघ दिसतो. इतक्या मोठ्या विस्तारांत सर्व तेजोमेघ जर सारख्या अंतरावर असतील म्हणजे ६ ते आठ लाख प्रकाशवर्षे अंतरावर असतील तर आपल्या दृश्य जगतांत सुमारे दहा कोटि तेजोमेघ पसरलेले असावेत असे गणित करून निघते.

एवढी मोठी दुर्विणी राहिली अमेरिकेंत, म्हणून आमच्या वाचकांच्या सोईसाठी कांहीं तेजोमेघांचे फोटो व त्यांच्या दृश्य आकारांच्या आकृति येथे दिल्या आहेत. (चित्रांक १६, १७; १८, १९ व आकृति १८ पहा.)



आकृति १८—आपल्या आकाशगंगेच्या बाहेर असणाऱ्या तेजोमेघांचे हबलने केलेले वर्गीकरण. मॉॅट विल्सन येथील वेधशाळेत दुर्विणीतून तेजोमेघांचे जे निरनिराळे आकार पाहण्यांत आले त्यांचे वर्गीकरण करून तेजोमेघांचा जो सर्वसाधारण आराखडा तयार केला, त्यामध्ये तेजोमेघांची सामान्यपणे वरील दृश्यस्वरूपे आढळतात.

आपल्या आकाशगंगेबाहेरील दुसऱ्या चक्राकार तेजोमेघांचे फोटो घेतले आहेत. बहुतेक फोटोंत तेजोमेघांत सुटे तारे असलेले दिसतात. तसेच तेजोमेघांच्या प्रकाशाचा वर्णलेख, साधारणपणे आपल्या सूर्याच्या वर्णलेखासारखाच दिसतो. यावरून या चक्राकार तेजोमेघांतील तारे आपल्या सूर्यासारखेच अगर आपल्या आकाशगंगेत आढळणाऱ्या ताऱ्यांप्रमाणेच असावेत. आपला सूर्य हा आपल्या आकाशगंगेतील एक सामान्य तारा आहे. तो लोकविलक्षण तारा नाही. कल्पना करू या की सिंहगडावर वीस लाख विजेचे दिवे लावले आहेत. त्यांतील बहुतेक सर्व अगदी सामान्य गोळे आहेत. वीस लाखांतील थोडेसे गोळे लोकविल-

क्षण आहेत. पुणे शहरांतून हें दृश्य कसे दिसेल ? सिंहगडावरून पुण्याकडे येणारा एकंदर प्रकाश साधारणपणे २० लाख साध्या गोळ्यांचा मिळून प्रकाश असेल. त्या प्रकाशाचा वर्णलेख साधारण कोण-च्याही साध्या गोळ्यांच्या प्रकाशाच्या वर्णलेखासारखाच दिसेल. अगदी बरोबर हीच स्थिति फार दूरच्या चक्राकार तेजोमेघांपासून येणाऱ्या प्रकाशाची असते. तेजोमेघांत आपल्या सूर्यासारखे सामान्य तारेच खूप असल्याने, तेजोमेघांतील प्रकाशाचा वर्णलेख आपल्या सूर्याच्या वर्णलेखासारखाच असतो व त्या प्रकाशाचे तेज आपल्या सूर्याच्या तेजाच्या अमूकपट असे सांगतां येते. तेजोमेघांच्या प्रकाशांचे वर्णलेख घेऊन त्यांबद्दलची पुष्कळशी माहिती हबलने मिळविली. हबलला असे दिसून आले की तेजोमेघांच्या प्रकाशाचा वर्णलेख साधारणपणे सूर्याच्या वर्ण-लेखासारखाच आहे. या दोन वर्णलेखांत साम्य बरेच असते तरी मुद्दां ते अगदी तंतोतंत सारखे नसतात. या दोन वर्णलेखांत ज्या काळ्या रेषा असतात त्या अगदी एकाच ठराविक जागी दिसत नाहींत. तेजो-मेघांच्या वर्णलेखांतील काळ्या रेषा वर्णलेखाच्या लाल रंगाच्या टोंकांकडे सरकलेल्या दिसतात. तेजोमेघांचा वर्णलेख सूर्याच्या वर्णलेखांशी ताडून पाहातां हा जो काळ्या रेषांच्या स्थानांत दिसणारा बदल दिसून येतो तो रेषास्थानबदल सर्व तेजोमेघांच्या वर्णलेखांत सारखाच नसतो. तेजोमेघांचे आपणापासूनचे अंतर जितके जास्त, व तेजोमेघ जितका फिका तितका जास्त स्थान-बदल काळ्या रेषांत झालेला आपणांस आढळतो. वर्णलेखां-तील रेषांचा असा स्थान-बदल कां होतो व त्यापासून आपणांस तेजो-मेघांबद्दल काय माहिती मिळते याचा विचार करूं या.

“ सुतानें स्वर्गाला जाणें ” या प्रकरणांत आपण वर्णलेख म्हणजे काय व वर्णलेखांचा उपयोग करून आपणांस तांच्यांबद्दलची माहिती कशी मिळवितां येते याचा विचार केला आहेच. स्थिर पदार्थांचे वर्णलेख व गतिमान पदार्थांचे वर्णलेख यांत फरक असतो. हा फरक मुख्यत्वेकरून वर्णलेखांतील काळ्या रेषांच्या स्थानबदलावरून आपल्या लक्षांत येतो. ज्यावेळी प्रकाश देणारी वस्तु जोरानें आपणांकडे येत

असते त्यावेळीं वर्णलेखांतील काळ्या रेधा वर्णलेखाच्या निळ्या टोंका-कडे सरकतात व वस्तु आपणापासून दूर जात असेल त्यावेळीं या रेधा वर्णलेखाच्या लाल टोंकाच्या दिशेने सरकतात. काळ्या रेधांत किती स्थानबदल होतो हें चलवस्तूच्या वर्णलेखाची बरोबर तशाच स्थिर वस्तूच्या वर्णलेखाशी तुलना करून कळते. स्थानबदल किती झाला हें कळलें कीं त्या वस्तूची आपणांस दिसणारी सापेक्ष गति गणितानें काढतां येते. बहुतेक सर्व तेजोमेघांत कॅलशियमच्या दोन काळ्या रेधा प्रामुख्याने दिसतात. या रेधांचा उपयोग करून हबलने तेजोमेघाची सापेक्ष गति किती याचें गणित केलें. त्यास असें दिसून आलें कीं बहुतेक सर्व तेजोमेघांस ते पृथ्वीपासून (आपल्या आकाशगंगेपासून) दूर दूर जात आहेत अशा तऱ्हेची गति आहे. शिवाय त्यास असें आढळून आलें कीं तेजोमेघाचें अंतर जितकें जास्त तितकी त्याची आपणांपासून पळून जाण्याची गति जास्त. त्यानें स्थानबदलावरून मिळणारी तेजोमेघांची गति व त्या तेजोमेघांचें अंतर अशा दोन गोष्टी दाखविणारा आराखडा तयार केला; या आराखड्यांत त्यास विलक्षण नियमबद्धता आढळून आली. त्या नियमबद्धतेवरून हबलला असें दिसून आलें कीं दहालाख प्रकाशवर्षांच्या अंतरावर असलेले तेजोमेघ दर सेकंदाला शंभर मैल या वेगानें आपणांपासून दूर जात आहेत, वीस लाख प्रकाश-वर्षांच्या अंतरावरचे तेजोमेघ आपणांपासून सेकंदास दोनशें मैल वेगानें जात आहेत आणि एक कोटि प्रकाशवर्षे अंतरावर हा वेग सेकंदास हजार मैल होतो. अशा तऱ्हेनें दूरदूर सरकत जाण्याचा वेग सेकंदास पंचवीस हजार मैल पर्यंत असल्याचे वर्णलेख हबलनें मिळविले आहेत या पेशां जास्त अंतरावरील तेजोमेघांच्या प्रकाशाचे वर्णलेख घेणें कठीण जातें. या इतक्या विलक्षण गतीचा अर्थ काय असावा ? सर्व साधारण ताऱ्यांची गति या विलक्षण गतीच्या मानानें फारच थोडी असते. आपला सूर्य सेकंदाला फक्त १३ मैल वेगानेंच शौरी या तारका पुंजांतील एका विशिष्ट बिंदूकडे जात आहे. (आकृति ३ पृष्ठ ४४ पहा.) आकाशगंगेच्या चक्राकार गतीमुळें कांहीं ताऱ्यांस सेकंदास दोनशें मैल पर्यंत गति मिळाली

आहे. या गति हबलने वर्णलेखावरून काढलेल्या सेकंदास २५ हजार मैल या गतीचे मानाने कांहींच नव्हत. अशी स्थिति असल्याने या मोठ्या वेगाचा अर्थ काय असावा याबद्दल साहजिकच अधिक कुतूहल उत्पन्न झाले

हबलच्या नियमाप्रमाणे आपण पृथ्वीपासून जसजसे दूर जाऊं लागतो तसतसा तेजोमेघ त्वरेने दूरदूर सरकत जाण्याचा वेग वाढतच जातो. हबलच्या नियमांत वेगाच्या वाढीस कोणतीही मर्यादा घातलेली नाही. परंतु सापेक्षत्वाच्या नियमानुसार कोणताही पदार्थ सेकंदाला १,८६,००० मैल या वेगापेक्षा जास्त वेगाने, म्हणजे प्रकाशाच्या वेगापेक्षा जास्त वेगाने जाणे शक्य नाही. विश्व जर अनंत असेल तर हबलच्या नियमाप्रमाणे फार फार दूर अंतरावर असे कांहीं तेजोमेघ असण्याचा संभव आहे की जे पृथ्वीपासून दर सेकंदांत १,८६,००० मैलांपेक्षा जास्त वेगाने पळून जाऊं शकतील. म्हणजे फार फार दूर अंतरावर असे कांहीं तेजोमेघ असतील की जे प्रकाशापेक्षा जास्त जलद गतीने आपणांपासून दूर पळून जाऊं शकतील. पण सापेक्षत्वाच्या नियमाने अशी गती असणे शक्य नाही; म्हणजे सापेक्षत्वाच्या नियमान्वये इतके जोराने पळून जाणारे तेजोमेघ असणे शक्य नाही. हबलच्या म्हणण्याप्रमाणे तेजोमेघाचा पळून जाण्याचा वेग व त्याचे आपणांपासूनचे अंतर यांचा निकटचा संबंध असल्याने आपणांस साहजिकच असा निष्कर्ष काढावा लागतो की विश्वांत इतके अंतर असणे शक्य नाही. व असे झाले की आपणांस आपले विश्व हें अनंत नाही तर मर्यादितच आहे असे म्हणणे भाग पडते. विश्व जर मर्यादित स्वरूपाचे असेल तर तेजोमेघ आपणांपासून पळून जातात याचा अर्थ काय समजावा ? कां विश्व हा एक फुगा आहे व तो फुगत आहे; आणि फुगतांना फुग्यांतील कोणतेही घटक एकमेकांपासून दूर जातात; तसेच विश्वांतही होत आहे. असे होत असेल तर वर सांगितल्याप्रमाणे सापेक्षत्वाच्या नियमानुसार घटकांच्या वेगांस मर्यादा असल्याने, फुगा किती फुगावा यासही मर्यादा असावयास पाहिजे. विश्वाचा फुगा या कमालमर्यादेपर्यंत फुगला की त्याचे आकुंचन

होत असावें असें कांहीं शास्त्रज्ञांचें अनुमान आहे. विश्व जर फुग्यासारखें फुगत असेल, तर कोणच्याही तेजोमेघाची दृश्य गति ही फुग्यावरील त्या जागेच्या गतीएवढीच असणार. म्हणजे हबलला आढळून आलेले वर्णलेखांतील रेषांचे स्थानबदल हे विश्वाच्या फुगण्याच्या गतीमुळे उत्पन्न होतात. गणितावरून असें आढळून येतें कीं तेजोमेघांची गति आजच्या सारखीच राहिली तर सुमारे दोन अब्ज वर्षांनीं त्यांचीं एकमेकांपासूनचीं अंतरें दुप्पट होतील. याचा अर्थ दोन अब्ज वर्षांत विश्वाच्या फुग्याचा व्यास दुप्पट होईल असा होतो. हबलच्या वेधांवरून विश्वाचा फुगा कित्ती वेगानें फुगत असावा याचा अंदाज करतां येतो. परंतु फुग्याचा स्पर्दनकाल ठरविण्यास आजपर्यंत घेतल्या गेलेल्या कोणच्याही वेधांची मदत आपणांस होत नाहीं.

सारांशरूपानें असें म्हणतां येईल कीं, ज्योतिष्यांनीं वेध घेऊन असें ठरविलें आहे कीं ज्या तेजोमेघांचा प्रकाश पृथ्वीवर येण्यास लाखों करोडो वर्षे लागतात असे तेजोमेघ पृथ्वीपासून दूर दूर पळून जात आहेत व तेजोमेघांचे पृथ्वीपासून अंतर जितकें जास्त तितका त्या तेजोमेघाचा पळून जाण्याचा वेग जास्त. या वेधांचा सापेक्षत्वाच्या नियमार्शी मेळ घालून विश्व हा फुगा असावा, व तो फुगतो, आकुंचन पावतो व पुन्हां फुगतो, पुन्हां आकुंचन पावतो असें अनुमान काढलें आहे. हें अनुमान या तेजोमेघांचा प्रकाश ते स्थिर असतांना जसा दिसावयास पाहिजे त्या पेशां जास्त लालसर दिसतो या एकाच गोष्टीवर वसविलें आहे. इतकें मोठें विलक्षण अनुमान काढतांना साहजिकच अशी शंका मनांत येते कीं, लाखों वर्षे फिरणारा हा प्रकाश अवकाशांत एकदांसुद्धां विकिरित होत नसेल का ? अवकाशांत द्रव्य फारच विरल असतें, त्यामुळे प्रकाशाचें विकिरण होण्याचा संभव फारच थोडा असतो. परंतु तेजोमेघांचा प्रकाश लाखों वर्षे फिरत असतो व इतक्या वर्षांत प्रकाश विकिरित करणारें द्रव्य विरल असलें तरीसुद्धां प्रकाश १०।१५ वेळां तरी सहज विकिरित व्हावा. प्रकाशाचा भ्रमण-काळ जितका जास्त, तितका प्रकाशविकिरणाचा संभव अधिक व प्रकाशविकिरणाचा संभव जितका जास्त तितका तो प्रकाश जास्त लाल

सर दिसेल, म्हणजे प्रकाश जितका दुरून येईल तितका तो जास्त लाल-सर दिसेल व तितक्या जास्त प्रमाणांत त्याच्या वर्णलेखांतील रेखांत स्थानवदल दिसेल. हवलने घेतलेले वेध वरोवर असेंच दाखवितात. फक्त त्या वेधांचा अर्थ हवलने निराळाच लाविला, परंतु हवलच्या वेधांचा अर्थ प्रकाश-विकिरणाचे नियमांनी लावणें शक्य आहे, हें आपण आतां पाहिलेंच आहे. अशा तऱ्हेचें प्रकाश विकिरित करणारें द्रव्य विश्वाच्या पोकळींत किती आहे हें आपण आतां पाहूं या.

अवकाशांत आपणांस जेथें तारे अगर तेजोमेघ दिसत नाहींत तो भाग पोकळीच असतो असें नाहीं. तेथें अतिशय विरल असे द्रव्यकण पसरलेले असतात. हें द्रव्य फारच विरल असतें. तें इतकें विरल असतें कीं या द्रव्याचे योगानें आकाशस्थ ज्योतींच्या भ्रमणांत कोणत्याही तऱ्हेचा अडथळा उत्पन्न होत नाहीं. तसेंच तें प्रकाशाही फारशा विकिरिणांवांचून पलीकडे जाऊं देतें. हें द्रव्य अणु व धूलिकण यांच्या मिश्रणानें बनलेलें असतें, व त्याच्या विरलतेचा अंदाज त्या द्रव्याच्या पारदर्शकत्वानें काढतां येतो, हें आपण मागील प्रकरणांत पाहिलें आहेच. आकाशांतील द्रव्य तेजोमेघांतील द्रव्यापेक्षांही जास्त विरल असतें. स्ट्रुव्हे नांवाच्या ज्योतिर्विदाच्या म्हणण्याप्रमाणें आकाशस्थ ज्योतींच्या मधील पोकळींत हायड्रोजनचे अणु सर्वांत जास्त असतात. त्यापेक्षां पुष्कळ कमी अणु ऑक्सिजन, सोडियम व पोटॅशियम यांचे असतात. व सर्वांत कमी क्वालशियम, टिटॅनियम आणि CH व CN हे अणु-संघ असतात. या अतिशय विरल द्रव्याच्या योगानें प्रकाशाचें विकिरण किती होईल, त्यामुळें त्याचा रंग किती बदलेल, तो किती लालसर दिसेल अथवा त्याच्या वर्णलेखांतील रेखांत किति स्थान-वदल दिसेल याचें गणित करतां येतें. अशा तऱ्हेचा गणितानें काढलेला स्थानवदल हवलने वेध घेऊन काढलेल्या स्थानवदलापेक्षां कमी असतो. येथें हें सांगितलें पाहिजे कीं विश्वाच्या पोकळींत खरोखर द्रव्यसंघ किती आहे याबद्दलचें आपलें ज्ञान अद्याप अपूर्ण स्थितीतच आहे. हवलला आढळलेला

वर्णलेखांतील रेखांचा स्थान-बदल नक्की कशांनै होत असावा, तो प्रकाशाच्या विकिरिणानै होत असावा अथवा विश्वाचा फुगा फुगत असल्यामुळें होत असावा हें सांगणें आज तरी कठीण आहे. अमेरिकेंत, माउंट-पॅलोमार येथें जी सर्वांत मोठी नवी दुर्बीण बसविली जात आहे, तिनें वेध घेऊन या गमतीदार कोड्याचीं उत्तरें देतां येतील अशी आज ज्योतिर्विदांची अपेक्षा आहे.



प्रकरण २४ वे

विश्व

आतां आपण विश्वाचा विस्तार, त्याची संस्था आणि उत्पत्ति, स्थिति आणि लय ह्यांचा यथाशक्ति विचार करूं. हा विचार कल्पना-तरंगावरोवर वाहात जाऊन करावयाचा नाही, तर वेध घेऊन मिळविलेली आकाशस्थ ज्योतींवद्दलची माहिती व सांप्रत निर्विवाद ठरलेले भौतिकशास्त्रांचे सिद्धांत यांस अनुसरूनच करावयाचा.

विश्व अनंत आहे ही कल्पना प्राचीन काळापासून आहे. परंतु या अनंतत्वाविषयी वास्तविक ज्ञान तीन हजार वर्षांपूर्वी फारच तुटपुंजे होते. ज्याने आपल्या गांवाखेरीज दुसरा गांव पाहिला नाही अशा मुळाला लहानपणी कोणी सांगितले की पृथ्वी फार मोठी आहे, तर त्याला पृथ्वीच्या विस्ताराची कल्पना जितकी येईल त्यापक्षां त्याने दहापांच गांवे पाहिल्यावर जास्त येईल; शेंपनास कोस प्रवास केल्यावर तो विस्तार त्याच्या मनांत अधिक ठसेल; आणि मोठेपणीं एकादा देश पाहिल्यावर तर पृथ्वीच्या विस्ताराची सापेक्ष कल्पना त्यास येईल. इतके झाले तरी हे ज्ञान सापेक्षच होय. पृथ्वीचेच आपले ज्ञान सापेक्ष तर विश्वाची गोष्ट कशाळा ?

तारे आपल्या सूर्यासारखे स्वयंप्रकाश आहेत व ते आपणांपासून खूपच अंतरावर आहेत असे कोपर्निकसने दाखविले. तेव्हांपासून ज्योतिष्यांचे लक्ष विश्वसंस्थेच्या विचाराकडे लागले. आकाशगंगा जी दिसते त्यांत तारे हे मुख्य घटक आहेत असे ग्यालिलिओने दुर्बिणीच्या साहाय्याने दाखविले. आपला सूर्यही असाच एक तारा आहे असे ठरले. तेव्हांपासून विश्वसंस्थेचा खरा विचार सुरू झाला. विश्वावद्दलच्या आपल्या कल्पना हळूहळू विकास पावत आहेत. अमेरिकेंत माऊंट पॅलोमार येथे ज्यो. ...२१

जी २०० इंच व्यासाची नवीन दुर्बीण बसविण्यांत येत आहे तेथील वेधां-मुळें आणि भौतिकशास्त्रांत नवीन होणाऱ्या शोधांमुळें आपल्या आजच्या कल्पनांत पुष्कळ बदल होणेंही शक्य आहे. तरीसुद्धां विश्व या संस्थे-बद्दलची आजची आपली कल्पना सारांशरूपानें येथें दिली आहे.

विश्वाच्या सुरवातीला अणुमध्य व वीजकें यांनीं बनलेला वायु होता. या वायूचें उष्णतामान व घनता हीं खूपच जास्त होतीं. अशा स्थितींत अणु-परमाणूंचीं रूपांतरें अगदीं सहज घडून येतात. जगांत आज जीं रासायनिक द्रव्यें दिसतात तीं व विशेषतः सोनें, युरेनियम, थोरियम अशीं अतिशय जड रासायनिक द्रव्यें यांचा जन्म या काळींच झाला असावा. साहजिकच जगांत निरनिराळीं रासायनिक मूलतत्त्वे आज ज्या प्रमाणांत आढळतात तें प्रमाण या काळींच ठरलें असावें. अशा अणुपरमाणु-रूपांतरांत जी शक्ति निर्माण होते तिच्या योगानें आद्य वायूचें उष्णतामान वाढलें असावें. अशा स्थितींत वायु अस्थिर होऊन प्रसरण पावण्यास लागला असावा. वायु पसरतांना त्याची घनता व उष्णतामान हीं साहजिकच कमी झालीं. वायु जितका जास्त पसरतो तितका तो अधिक थंड होतो व अधिक विरल होतो. या सर्व गोष्टी चालू असतांना गुरुत्वाकर्षण कांहीं स्वस्थ वसत नाही. वायु प्रसरण पावत असतांनाच त्यांतील घटकांच्या परस्परगुरुत्वाकर्षणानें, ह्या पसरणाऱ्या वायूचे कांहीं सुटे सुटे तुकडे बनले असावेत. हे सुटे तुकडे खूपच मोठे होते व त्यांतील घटकही एकमेकांस गुरुत्वाकर्षणानें खेंचीत होते. हे सुटे तुकडे आकुंचन पावूं लागले व त्यांचें उष्णतामान चढूं लागलें. उष्णतामान वाढतां वाढतां या आद्य वायूच्या तुकड्यांचे स्वयंप्रकाश तारे बनले. तरी सुद्धां आकुंचन चालूच होतें व उष्णता वाढत होती. असें होतांना अशी स्थिति आली कीं ताऱ्याच्या केंद्रस्थानचें उष्णतामान सुमारें ५ लक्ष अंश झालें. इतकें उष्णतामान झाल्यावर तारकामध्यावर सर्वांत सोप्या अणुपरमाणूंचें रूपांतर होण्यास सुरवात झाली. ही प्रतिक्रिया हायड्रोजनच्या दोन निरनिराळ्या स्वरूपांच्या अणूंमध्ये घडून येते. या दोन अणूंपैकी एक हलका अणु असतो व दुसरा जड असतो. जड हायड्रोजन अणूचें वजन हलक्या

हायड्रोजन अणूंच्या सुमारे दुप्पट असते. अशा प्रतिक्रिया ताऱ्यांतील जड हायड्रोजनचा सांठा संपेपर्यंत चालू राहातात. अशी गोष्ट आज तिमिंगलांतील 'ण' ताऱ्यामध्ये (Mira Ceti) घडत असावी असा अजमास आहे. (शेवटला नक्षत्रपट उजवीकडे मध्यभागी पहा.) क्वाचित् प्रसंगी अणुपरमाणु-रूपांतरामुळे उत्पन्न होणारी उष्णता इतकी जास्त असते की त्या उष्णतेच्या दावाने तारा क्षपाट्याने प्रसरण पावू लागतो. हाच नवीन ताऱ्याचा जन्म होय. जड हायड्रोजनचा सांठा संपला की तारा पुन्हा आकुंचन पावू लागतो व तारकामध्याची उष्णता आणखी चढते. तारकामध्यावर योग्य उष्णता पुन्हा निर्माण झाल्यावर दुसरी अणुप्रतिक्रिया चालू होते व आकुंचन थांबते. म्हणजे ताऱ्यांमध्ये आकुंचन, अणुप्रतिक्रिया, पुन्हा आकुंचन, पुन्हा अणुप्रतिक्रिया, असे रहाटगाडगे चालू असते. ही स्थित्यंतरे होत असतांनाच आदिवायूंचे प्रसरण चालूच होते. साहजिकच आदिवायूंचा भाग असलेले तारे आदिवायूंबरोबरच फिरत होते. या भ्रमणांत दोन तारे एकमेकांच्या जवळ येऊन, ताऱ्यांभोवती ग्रहमाला तयार होतात. आदिवायूंचे प्रसरण, त्यांतील अणुपरमाणूंचे परस्पर आकर्षण व मुख्यत्वेकरून त्यांत तयार झालेल्या तारकांचे परस्पर आकर्षण यांचे योगाने आदिवायूंचे तारकामिश्रित आदिवायु असे जगडव्याळ सुटे सुटे तुकडे पडले असावेत. हे तुकडे म्हणजेच निरनिराळ्या आकाशगंगा अगर तेजोमेघ होत. निरनिराळ्या तेजोमेघांच्या परस्पर आकर्षणाने त्यांना चक्राकार गति मिळाली असावी.

मागील प्रकरणांत हे तेजोमेघ सापेक्षत्वाच्या नियमानुसार फुग्यासारख्या मर्यादित विश्वांतच पसरले असावेत हे आपण पाहिले. तसेच हा फुगा फुगतो, आकुंचन पावतो व पुन्हा फुगतो असे अनुमान निघते हेही आपण पाहिले. या सर्व गोष्टींचे आपण वेध घेणार तरी कितती दिवस व ठरविणार तरी काय ? आपल्या सर्व व्यवसायांचे अधिष्ठान जो सविता त्याचे तेज वाढत आहे. आजपासून काहीं अब्जवर्षांनी, म्हणजे ज्यावेळी विश्वाचा फुगा आकुंचन पावू लागेल असे वाटते त्यावेळी

अंतर - मॅट्रिमीटर - (.३९३७इंच)	↑ अज्ञात	दोनडों इंची दुर्बिणीतून दिसणाऱ्या रक्स्थ हड्याची मर्यादा
	१० ^{२६}	अंभर इंची दुर्बिणीतून दिसणारा अत्यंत दूरचा तेजोमेघ — ३० कोटी प्रकाशावर्षे अंतरावरचा
	१० ^{२४}	आवर्तकार तेजोमेघांचे ज्ञात असलेले अंतर
	१० ^{२२}	← मेग्यालान तेजोमेघांचे अंतर ← आपल्या आकाश गंगेचा व्यास
	१० ^{२०}	
	१० ^{१८}	← अत्यंत जवळची तारा ← एक प्रकाश वर्ष
	१० ^{१६}	
	१० ^{१४}	← सूर्य मालेचा व्यास ← पृथ्वीच्या कक्षेचा व्यास
	१० ^{१२}	
	१० ^{१०}	← सूर्याचा व्यास ← पृथ्वीचा व्यास
	१० ^८	← पुणे ते म्हैसूर
	१० ^६	← एक मैल ← एक किलोमीटर (मैलाचा ५)
	१० ^४	
	१० ^२	← सहा फुटी मानव
	१० ^०	← एक इंच ← एक मॅट्रिमीटर
	१० ^{-२}	
	१० ^{-४}	← मोठे वनस्पतिजन्य जंतु ← सामान्य सूक्ष्मदर्शकाची मर्यादा ← तरंगमात्रास स्वच्छतात दृश्यमान होणाऱ्या प्रकाशाची मर्यादा - जीवक सूक्ष्म दर्शकातून-
	१० ^{-६}	
	१० ^{-८}	← साधारण रेणु- ← इतके व्यास असलेले अणु
	१० ^{-१०}	← बीजकाये अंतर्फलक, भारयुक्त अणु-मूलतत्त्वे
	१० ^{-१२}	← अणुगर्भ
	१० ^{-१३}	← न्यूट्रॉन, प्रोटॉन, इलेक्ट्रॉन (उदासीन, धानक, जीवक)
	↓ अज्ञात	

आकृति ११—व्यक्त होत जाणारे विश्व

सूर्याच्या वर्धमान तेजानेंच पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरील सर्व वस्तु व मानवी जीवित यांस अग्निस्नान मिळालेलें असेल. साहाजिकच विश्वाच्या फुग्याची सर्वांत जास्त प्रसरण पावलेली व अगदीं आकुंचन झालेली स्थिति या विषयीं आपणांस माहिती मिळणें अशक्य दिसतें. आपणांस एवढेंच म्हणतां येईल कीं, विश्व कसें आहे, तारे कसे वनले, तांच्यांना त्यांच्या प्रकाशनास शक्ति कशी मिळते, ह्या गोष्टी आपणांस कळल्या आहेत. परंतु आदिवायूचा जन्म कसा झाला, त्यांत आकुंचन कसें सुरू झालें हें सांगणें आपणांस शक्य नाहीं. विश्वाच्या सुरवार्तीत आदिवायु होता असें म्हणणें व “ आदौ आप एव आसन् ” असें म्हणणें यांत खरोखर कांहीं फरक आहे का याचा विचार करूं लागल्यावर आपली मति कुंठित होते.

ज्योतिःशास्त्रांतले सिद्धांत हे वेधसिद्ध गोष्टींवरून स्थापित होणारे आहेत. मनुष्याची वेधशक्ति किती वाढेल व तो काय काय शोध करील, त्याची कल्पना करवत नाहीं. थोड्याच कालापूर्वीं विश्वाच्या अनंतत्वा-विषयीं जितकें ज्ञान होतें त्यापेक्षां सांप्रत त्या अनंतत्वामध्ये पुष्कळ प्रवेश झाला आहे, तरी आपल्या प्राचीन ऋषींनीं म्हटल्याप्रमाणें विश्वाचा विस्तार, स्थिति आणि लय ह्या विषयीं आपणांसही आज असेंच म्हटलें पाहिजे कीं, “ पृथ्वीचा^१ अंत आणि भुवनाचा नाभि कोठें आहे हें मी विचारतों. ” “ ही^२ विविधसृष्टि कशापासून झाली, कशाकरितां झाली, हें कोण सांगूं शकतो ? ” “ हें सर्व^३ ज्यानें जाणलें असेल, असा कोणी असल्यास येथें येऊन तें सांगू द्या. ” “ या^३ सर्वांचा अध्यक्ष परमाकाशामध्ये आहे तोच हें जाणतो. ”



(१) ऋग्वेदसंहिता १.१६४.३४. (२) तैत्तिरीय ब्राह्मण २.८.९
(३) ऋग्वेदसंहिता १.३५.६

परिशिष्ट पहिल

इ. स. १९४८ च्या मध्याचे काही तारांचे विषुवांश (कालांश) आणि क्रान्ति यांचे कोष्टक.
(उ = उत्तर, द = दक्षिण; क्रान्तिगति, + म्हणजे उत्तर व - म्हणजे दक्षिण समजावी.)

भारतीय.	तारांची नांवे.	प्रत	विषुवांश (होरात्मक).				क्रान्ति.		
			तास	मिनि.	सेकंड	वर्षगति सेकंड	अंश	कला	वर्षगति विकला
ध्रुवमत्स्य	अर्सा मायनर	२२	१४	५०	४९.९	-०.१७	उ. ७४	२२ ०५.०	-१४.७
१	क्रीटा "	३१	१५	२०	४७.५	-०.०९	उ. ७२	०१ ०८.६	-१२.८
२	गामा "	२१	१	४७	३०.८	+३८.७१	उ. ८९	०१ ०८.०	+१७.८
७ ध्रुव	आल्फा "	२४	१०	५८	४३.०	+३.६१	उ. ५६	३९ ४१.७	-१९.३
सप्तर्षि (ऋक्ष)	अर्सा मेजर	१९	११	०	३२.१	+३.७०	उ. ६२	०१ ५५.७	-१९.४
१ पुलह	क्रीटा "	२५	११	५१	०६.२	+३.१५	उ. ५३	५९ ०२.०	-२०.०
२ ऋतु	आल्फा "								
३ पुलस्य	गामा "								

५ अंगिरा
 ६ बसिष्ठ
 ७ मरीचि
 १ यमुना
 अश्विनी
 २
 ३ भरणी
 ३ कृत्तिका
 ५ अंबा
 रोहिणी
 ५
 ब्रह्महृदय
 अग्नि
 मृग
 १
 २

एपसिलान ”
 झीटा ”
 ईटा ”
 आल्फा एरिडैनी
 बीटा एरिअॅटीज
 आल्फा ”
 ४१ एरिअॅटीज
 इटा टॉरी
 आल्फा टॉरी
 आल्फा ऑरिगा
 (क्यापेला)
 बीटाटॉरी
 ओरायन
 बीटा ओरायन
 गामा ”

१'६	१२	५१	४४'८	+२'६३	उ.	५६	१४३०'४	-१९'५
२'४	१३	२१	५०'०	+२'४१	उ.	५५	११४७'१	-१८'८
१'९	१३	४५	२९'५	+२'३६	उ.	४९	३४२०'१	-१७'९
०'६	१	३५	४६'८	+२'२३	द.	५७	३००१'२	+१८'२
२'७	१	५१	४५'७	+३'३१	उ.	२०	३३१६'८	+१७'६
२'२	२	०४	१४'१	+३'३८	उ.	२३	१३०३'०	+१७'०
३'६	२	४६	५६'७	+३'५३	उ.	२७	००५९'५	+१४'९
२'९	३	४४	२३'२	+३'५६	उ.	२३	५६४५'२	+११'१
१'०	४	३२	५६'०	+३'४४	उ.	१६	२४२३'०	+ ७'२
०'२	५	१२	५०'६	+४'४३	उ.	४५	५६५०'८	+ ३'६
१'७	५	२३	००'१	+३'७९	उ.	२८	३३५५'६	+ ३'०
०'३	५	१२	०२'२	+२'८८	द.	८	१५३६'९	+ ४'१
१'७	५	२२	२०'४	+३'२१	उ.	६	१८१५'१	+ ३'२

तारांची नावे.		प्रत	विषुवांश (होरात्मक).				क्रांति,		
भारतीय.	युरोपियन.		तास	मिनि.	सेकंड	वर्षगति सेकंड	अंश	कला	वर्षगति विकला
३	डेल्टा ओरायन	२'४	२९	२०'८	+३'०६	द.	०	२०	०९'६+ २'६
८	४४ आयोटा ओरायन	२'८	३२	५३'२	+२'९३	द.	५	५६	३२'८+ २'३
९	एप्सिलोन "	१'७	३३	३४'३	+३'०४	द.	१	१४	००'७+ २'३
११	झीटा "	२'०	३८	०७'९	+३'०२	द.	१	५८	०६'७+ १'९
१२	कपा "	२'२	४५	१७'३	+२'८४	द.	९	४१	१२'०+ १'२
१३	आल्फा कॅरिनी	विकारी	५२	२१'३	+३'२४	उ.	७	२३	५६'६+ ०'६
अगस्त्य	आल्फा कॅरिनी	-०'८	२२	४७'८	+१'३३	द.	५२	३९	५९'३+ १'९
आर्द्रा	ग्यामा जेमिनोरम	१'९	३४	४७'४	+३'४६	उ.	१६	२६	४३'५- ३'०
व्याध	आल्फा कॅनिस मेजॉर	-१'५	४२	५१'४	+२'६४	द.	१६	३८	३६'५- ४'९
पुनर्वसु	आल्फा जेमिनोरम	१'५	३१	१७'०	+३'८२	उ.	३२	००	१५'१- ७'८
१	(कॅस्टर)								
२	बीटा " (पॉलक्स)	१'२	४२	०८'१	+३'६७	उ.	२८	०९	१२'५- ८'६
३	बीटा कॅनिसमायनारिस	३'०	२४	१९'८	+३'२५	उ.	८	२३	४४'४- ७'२

६	आल्फा कॅनिसमाय. (प्रोसियन)	०'४	७	३६	३४'८	१३'१४	उ.	५	२१	३५'१	—	१०'२
पुण्य												
३	डेल्टा कॅफ्री	४'१	८	४१	४५'६	१३'४१	उ.	१८	२०	४१'८	—	१३'२
आश्लेषा												
५	झीटा हायड्रा	३'३	८	५२	३८'७	१३'१७	उ.	६	०८	४०'६	—	१३'७
मघा												
१	ईटा लिऑनिस	३'१	९	४२	५४'१	१३'४०	उ.	२४	००	५२'७	—	१६'५
३	आल्फा ,, (रेगुलस)	१'३	१०	०५	३६'२	१३'१९	उ.	१२	१३	१९'७	—	१७'६
५	गामा ,,	२'६	१०	१७	०६'५	१३'३०	उ.	२०	०६	१९'०	—	१८'२
पूर्वाफल्गुनी												
१	डेल्टा लिऑनिस	२'५	११	११	२०'७	१३'१९	उ.	२०	४८	३२'१	—	१०'७
उत्तराफल्गुनी												
२	बीटा लिऑनिस (डेनेबोला)	२'२	११	४६	२४'४	१३'०६	उ.	१४	५१	४६'०	—	२०'१
हस्त												
३	कॉर्वेस	२'७	१२	१३	०७'६	१३'०८	द.	१७	१५	१२'०	—	१९'९
५	गामा कॉर्वेस बीटा ,,	२'८	१२	३१	३९'०	१३'१५	द.	२३	०६	३३'८	—	१९'९

तारांची नांवे.		प्रत				विषुवांश (होरात्मक).			क्रांति.	
भारतीय.	युरोपियन.	तास	मिनि.	सेकंद	वर्षगति सेकंद	अंश	कला	विकला	वर्षगति विकला	
निशंकु, (स्वस्तिक)	कुक्स									
२	आल्फा कुक्स	१२	२३	४१.६	+३.३३	द. ६२	४८	४०.५	-१.९.९	
३	गामा ”	१२	२८	१६.०	+३.३२	द. ५६	४९	१९.८	-२०.१	
४	बीटा ”	१२	४४	४०.०	+३.५०	द. ५९	२४	१७.०	-१९.६	
दक्षिणार्ध										
१	थीटाकॅरिनी	१०	४१	०५.७	+२.१४	द. ६७	०७	१७.४	-१८.८	
३	डेल्टा सॅटॅरी	१२	०५	३९.२	+३.११	द. ५०	२५	५८.१	-२०.०	
४	गामा ”	१२	३८	३८.२	+३.३०	द. ४८	४०	२७.७	-१९.७	
५	एप्सिलॉन सॅटॅरी	१३	३६	३४.७	+३.८०	द. ५३	१२	०९.५	-१८.३	
६	बीटा ”	१४	००	०८.०	+४.२३	द. ६०	०७	२३.२	-१७.३	
७	आल्फा २ ”	१४	३६	०३.१	+४.०७	द. ६०	३७	१९.५	-१४.८	
आपस्	गामा व्हर्जिनस	१२	३९	०१.३	+३.०४	द. १	०९	५२.१	-१९.७	
चित्रा	आल्फा ”	१३	२२	२६.९	+३.१६	द. १०	५३	२५.८	-१८.७	

स्वाति
विशाखा १
अनुराधा ३
४
ज्येष्ठा २
३
मूळ १
१
१०
पूर्वाषाढा २
३
४
अभिजित १

आल्फा बूटस
आल्फा २ लिब्रि.
डेल्टा स्कॉर्पियस
बीटा १ ”
आल्फा ”
टो ”
एप्सिलॉन,
थीटा ”
कॅप्पा ”
डेल्टा सॅजिटॅरिआय
एप्सिलॉन ”
लॅम्ब्डा ”
आल्फालिरी

०.२	१४	१३	१७.२	+२.७३	उ. १९	२७	०८.५	-१८.७
२.९	१४	४७	५९.८	+३.३१	द. १५	४९	३६.७	-१४.९
२.५	१५	५७	१५.२	+३.५४	द. २२	२८	३१.०	-१०.२
२.९	१६	०२	२४.५	+३.४८	द. १९	३९	५२.८	- ९.८
१.२	१६	२६	१२.८	+३.६७	द. २६	१९	०६.०	- ८.०
२.९	१६	३२	३८.४	+३.७३	द. २८	०६	३५.६	- ७.४
२.३	१६	४६	४७.४	+३.८८	द. ३४	१२	०२.४	- ६.५
२.०	१७	३३	३४.७	+४.३१	द. ४२	५८	००.४	- २.३
२.५	१७	३८	५३.२	+४.१५	द. ३९	००	१९.०	- १.८
२.८	१८	१७	३९.८	+३.८४	द. २९	५१	०७.७	+ १.५
१.९	१८	२०	४३.२	+३.९८	द. ३४	२४	४०.३	+ १.६
२.९	१८	२४	४५.६	+३.७०	द. २५	२७	०८.१	+ १.९
०.१	१८	३५	१०.६	+२.०३	उ. ३८	४४	०२.९	+ ३.३

(२२२)

भारतीय.	तारांची नांवे.	प्रत	विषुवांश (होरात्मक).				क्रांति.					
			तास	मिनि.	सेकंद	वर्षागति सेकंद	अंश	कला	विकला	वर्षागति विकला		
उत्तराषाढा												
२	सिग्मा सॅजिटॅरिआय	२.१	१८	५२	०२.४	+३.७१	द.	२६	२१	४७.४	+ ४.४	
३	झीटा सॅजिटॅरिआय	२.७	१८	५९	१८.२	+३.८१	द.	२९	५७	२३.१	+ ५.१	
श्रवण												
१	ग्यामा अँक्विली	२.८	१९	४३	४७.२	+२.८५	उ.	१०	२९	०६.९	+ ८.७	
२	आल्फा ”	०.८	१९	४८	१४.७	+२.९२	उ.	८	४३	४६.७	+ ९.५	
धनिष्ठा												
३	आल्फा डेल्फिनी	३.८	२०	३७	१८.७	+२.७९	उ.	१५	४२	४५.२	+ १२.७	
१	आल्फा सिग्मि	१.३	२०	३९	३९.४	+२.०४	उ.	४५	०५	३७.४	+ १२.८	
शतभिषक्	लॉम्ब्डा अँकेरियस	३.८	२२	४९	५५.६	+३.१३	दं.	७	५१	१५.०	+ १९.१	
१	ग्यामसस्य	१.२	२२	५४	४६.९	+३.३१	द.	२९	५३	५३.८	+ १९.०	
पूर्वाभाद्रपदा	व्हाल्फापिसि ऑस्टॅलिस											
१	बीटा पेगॅसी	२.६	२३	०१	१४.९	+२.९०	उ.	२७	४८	०१.५	+ १९.५	

२	आल्फा "	२.५	२३	०२	१०.०	+२.९८	उ. १४	५५	३०.४	+१९.३
उत्तरामाद्रपदा										
१	आल्फा अॅन्डूमिडी	२.१	०	०५	४१.६	+३.१०	उ. २८	४८	१२.४	+१९.८
२	गामा पेगॅसी	२.८	०	१०	३३.२	+३.०९	उ. १४	५३	४०.५	+२०.०
रेवती										
२२	झीटा पॅरिथियम	५.४	१	११	०.३६	+३.८	उ. ७	१८	०२.०	+१९.२
	डबल स्टार									

मध्यम रवीचे हारात्मक विषुवांश

महिना	तारीख	तास	महिना	तारीख	तास	महिना	तारीख	तास	महिना	तारीख	तास
जानेवारी	७	१९	मे	७	३	सप्टेंबर	६	११			
"	२२	२०	"	२३	४	"	२१	१२			
फेब्रुवारी	६	२१	जून	७	५	ऑक्टोबर	६	१३			
"	२१	२२	"	२२	६	"	२२	१४			
मार्च	७	२३	जुलै	७	७	नव्हेंबर	६	१५			
"	२३	२४	"	२२	८	"	२१	१६			
एप्रिल	७	१	ऑगस्ट	७	९	डिसेंबर	६	१७			
"	२२	२	"	२२	१०	"	२२	१८			

परिशिष्ट दुसरें (अ)

		रवि	बुध
सूर्यापासून मध्यम अंतर	पृथ्वीचें १ धरून	—	०.३९
	मैल लक्ष	—	३६० लक्ष मैल
पृथ्वीपासून अंतर	महत्तम मैल लक्ष	९३८	१३५० लक्ष मैल
	लघुतम मैल लक्ष	९.८	४७५ लक्ष मैल
कक्षाकेंद्रच्युति		—	०.२०५
विक्षेप	अंश	—	७
	कला	—	२
मध्यम व्यास मैल		८,६४,०००	३००९
घनता	पाणी १ धरून	१.४१	३.८०
	पृथ्वी १ धरून	०.२६	०.६८
अक्षप्रदक्षिणा काल		२५ ते ३४ दिवस	८८ दिवस
सूर्य प्रदक्षिणा काल वर्षे		—	०.२४ (८८ दिवस)
कक्षा विषुववृत्त कोन अंशांत		७.०२	२० ?
पृष्ठभागी आकर्षण पृथ्वीचें १ धरून		२७.६	०.२ ?
कक्षेत सेकंदास वेग मैल		—	२९.७
आकार किंवा घनफळ पृथ्वीचें १ धरून		१३,००,०००	०.०५५
द्रव्य पृथ्वीचें १ धरून		३,३३,४००	०.०३७
सूर्यविव प्रकाश उष्णता पृथ्वीची १		—	७.
चंद्रांची संख्या		—	०

सूर्य व ग्रह यांचीं कांहीं मानें.

शुक्र	पृथ्वी	मंगळ.
०.७२	१	१.५२
६७२	९२३	१४१५,
१६००	—	२४६३
२६०	—	३३८
०.००७	०.०१७	०.००९३
३	०	१
४	०	८५
७५७५	७९१८	४२१६
५२	५.५५	३.९२
०.९४	१	०.७१
२२५ अथवा ३० दिवस	२३ ता. ५६ मि.	२४ ता. ३७ मि
०.६२ (२२५ दिवस)	१.० वर्ष	१.८८ (६८७ दिवस)
अगदीं कमी	२३.४५	२५.२
०.८	१	०.४
२१.७	१८.५	१५.
०.८८	१.००	९.१५
०.८३	१.००	०.१०८
१.९	१.००	३ ७
०	१	२

परिशिष्ट दुसरें (अ)

		गुरु	शनि
सूर्यापासून मध्यम अंतर	पृथ्वीचें १ धरून	५२०	९५४
	मैल लक्ष	४८३०	८८६०
पृथ्वीपासून अंतर	महत्तम मैल लक्ष	५७६०	१०२८०
	लघुतम मैल लक्ष	३६९०	७४८०
कक्षाकेंद्रच्युति		०°०४८	०°०५९
विक्षेप	अंश	१	२
	कला	३	५
मध्यम व्यास मैल		८८७०० ८२८००	७५०६० ६७१७०
घनता	प.णी १ धरून	१२३	०७ ?
	पृथ्वी १ धरून	०२४	०१३
अक्षप्रदक्षिणा काल		९ ता. ५० मि. ९ ता. ५५ मि.	१० ता. १४ मि. १० ता. ३८ मि.
सूर्यप्रदक्षिणा काल वर्षे		११०८६	२९०४६
कक्षा विपुत्रत्तकोन अंशांत		३१	२६०७
पृष्ठभागी आकर्षण पृथ्वीचें १ धरून		२.६	१.२
कक्षेंत सेकंदास वेग मैल		८.१	६.०
आकार किंवा घनफल पृथ्वीचें १ धरून		१३१०	७६५
द्रव्य पृथ्वीचें १ धरून		३१८०४	९५.२
सूर्यबिंब प्रकाश उष्णता पृथ्वीची १		३७	३१
चंद्रांची संख्या		११	९

सूर्य व ग्रह यांची कांहीं मानें.

ज्यो...२२

प्रजापति	वरुण	प्ल्यूटो
१९०१९	३०००७	३९५
१७८३०	२७९३०	३७०००
१९४६६	२८९२८	?
१५९५४	२६५७२	?
००४७	०००९	०२४९
०	१	१७
८	८	१
३०९००	३२९००	४०००
१०३९	१०३३	१७?
०२५	०२४	३?
१० ता. ४० मि.	१५ तास	?
८४०१	१६४०८	२४८०
९८०	१५१०	?
०९	०९	१/६
४२	३४	३
५९	७२	०१३?
१४६	१७३	०४?
३६७	१०४	?
४	१	०

परिशिष्ट दुसरें [ब]
उपग्रहांचीं कांहीं मानें.

ग्रह	उपग्रह	मुख्य ग्रहापासून अंतर (मैल)	उपग्रहाचा व्यास (मैल)	ग्रहामोबती प्रदाक्षिणेचा काल		
				दिवस	तास	मिनिटें
पृथ्वी	चंद्र	२,३८,९००	२१६०	२७	७	४३
	१ फोबोस	५,८००	१५ (?)	१	७	३९
गुरु	२ डीमोस	१४,६००	६ (?)		६	१८
	१ नंबर	१,१२,६००	१०० (?)	१	११	५७
	२ इओ	२,६१,८००	२३००	१	१८	२८
	३ युरोपा	४,१६,६००	२०००	३	१३	१४
	४ ग्यानीमीड्	६,६४,२००	३२००	७	३	४३
	५ कॉलिस्टो	११,६८,७००	३२००	१६	१६	३२
	६ नंबर	७१,१४,०००	१०० (?)	२५०	१६	०
	७ नंबर	७१,९२,०००	?	२५४	५	०
	८ नंबर	७२,९२,०००	४० (?)	२६०	१	०
९ नंबर	१४०,२७,०००	(?)	६९२	१२	०	

शानि									
१० नंबर	८	१४६,००,०००	४० (?)	७३९	०	०			
११ नंबर	९	१५०,००,०००	२० (?)	७४५	०	०			
बलथै		४४,५००-८५,०००	—		—	—			
१ मीमास		१,१५,०००	४०० (?)	०	२२	३७			
२ एन्सिलेडस		१,४८,०००	५०० (?)	१	८	५३			
३ टीथीस		१,८३,०००	८०० (?)	१	२१	१८			
४ डिओने		२,३४,०००	७०० (?)	२	१७	४१			
५ ज्ही		३,२७,०००	११०० (?)	४	१२	२५			
६ टिटन		६,५९,०००	२६००	१५	२२	४१			
७ हायपेरियान		९,३०,०००	३०० (?)	२१	६	३८			
८ जापिटस		२२,१०,०००	१००० (?)	७९	७	५६			
९ फीब		८०,३४,०००	२०० (?)	५५०	०	०			
१ एरिअल		१,१९,०००	६०० (?)	२	१२	२९			
२ अंग्रिएल		१,६५,९००	४०० (?)	४	३	२८			
३ टिटानिया		२,७२,०००	१००० (?)	८	१६	५६			
४ ओवेरॉन		३,६४,०००	९०० (?)	१३	१५	७			
१ टिटॉन		२,२०,०००	३००० (?)	५	२१	३			
युरेनस (प्रजापति)									
नेपच्यून (वरुण)									

टीप— प्रत्येक ग्रहाचें वर्णनांत अंतरें, व्यास वगैरे स्थूलमानानें दिलेले आहेत.

परिशिष्ट दुसरें [ब]

पृथ्वीच्या चंद्राचीं कांहीं मानें

पृथ्वीपासून मध्यम अंतर मैल	२,३८,९००
„ महत्तम अंतर मैल	२,५३,०००
„ लघुतम अंतर मैल	२,२२,०००
कक्षाकेन्द्रच्युति	०.०५५
विक्षेप मध्यम	५°८'
„ महत्तम	५°१४'
„ लघुतम	५°४'
वैषुव क्षितिज लंघन मध्यम	५७'०४५"
दृश्य बिंब मध्यम	३१.५
„ महत्तम	३३.३०
„ लघुतम	२९.२१
व्यास मैल	२१६०
पृष्ठफळ पृथ्वीचें १ धरून	०.०७४२
आकार (घनफळ) „	०.०२०२ अथवा पृथ्वीच्या $\frac{१}{०}$
द्रव्य „	०.०१२३ अथवा पृथ्वीच्या $\frac{१}{१}$
घनता { पृथ्वीची १ धरून	.६
{ पाण्याची १ धरून	३.४
आकर्षण पृथ्वीचें १ धरून	$\frac{१}{६}$
अमामास (चांद्रमास) दिवस	२९.५३ (२९ दिवस १२ ता. ४४ मि. २.८ से.)
नाक्षत्रमास दिवस	२७.३२ (२७ दिवस ७ ता. ४३ मि. ११.५ से.)
राहुप्रदक्षिणा वर्षे	१८ ६ (६७९३ ५ दिवस)
उच्च प्रदक्षिणा वर्षे	८.८५ (३२३२ दिवस ४ मि)

(३४१)

[परिशिष्ट तिसरें पुढें पहा]

परिशिष्ट तिसरें

अत्यंत प्रकाशमान व ठळक दिसणारे २१ तारे—त्यांच्या तेजास्वितेच्या क्रमानें.

भारतीय नांव	युरोपीय नांव	ज्या तारकापुंजांत हा तारा आहे त्या पुंजांचें भारतीय नांव व त्यांतील कोणता	ज्या तारकापुंजांत हा तारा आहे त्या पुंजांचें युरोपीय नांव व त्यांतील कोणता	अंतर प्रकाश वर्षे	विशेष गोष्टी
१ व्याघ्र* (लुब्धक)	सीरियस (डॉगस्टार)	बृहदुब्धक (क) किंवा श्वा (क)	आल्फा क्यानिस मेजॉरिस (greater dog)	९	हाला एक सहचरी आहे.
२ अगस्त्य	कॅनोपस	नौका (क)	आल्फा आर्गो नेव्हिस	७००	
३ मित्र*	रिगेल केन्ट (लुगॉल)	नरतुरंग (क) दक्षिणार्क्ष पैकी	आल्फा सेंटारी	४.३	आपणांस अत्यंत जवळचा तारा
४ अभिजित	व्हीगा	स्वरमंडळ (क)	” लरी	२७.	
५ ब्रह्महृदय	क्यापेला (She-goat)	सारथी (क)	” ऑरीगा	४२	

६ स्वाती	आक्टर्स	दक्षिण भूतप (क)	बूटस (Herdsmen)	३३
७ रीगेल* (मृगांतील मागल्या दक्षि- णेकडील पायां- पैकी पश्चिमचा)	रीगेल	भरत (ख)	बीटा ओरायनीज	५४०
८ प्रश्ना* (पुनर्वसूंपैकी दक्षिणेकडील ठळक)	प्रोसियन Prece- ding at day	लघु लब्धक (क)	आल्फा कॅनिस माय नॉरिस (lesser dog)	११ ह्याला एक सहचरी आहे.
९ यमुना	आचेरनार (End of the river)	यमुनेतील (क)	आल्फा एरिडॅनी	७० कृत्तिकांच्या दक्षि- णेस दक्षिण क्षिति- जाकडील तेजस्वी तारा.
१० ब्रह्मा	एजिना	नरतुरंगांतील (ख) दक्षिणार्ध	बीटसॅटारी	१९० भिन्न व ब्रह्मा यां- तून काढलेली रेखा त्रिशंकूचे पूर्वपश्चिम ताऱ्यांतून जाते.
११ श्रवण (मधला)	गालटेअर	गरुडांतील (क)	आल्फा अॅक्विली	१६

क्र.सं.	भारतीय नांव	युरोपीय नांव	ज्या तारकापुंजांत हा तारा आहे त्या पुंजांचे भारतीय नांव व त्यांतील कोणता	ज्या तारकापुंजांत हा तारा आहे त्या पुंजांचे युरोपीय नांव व त्यांतील कोणता	अंतर प्रकाश वर्षे	विशेष गोष्टी
१२	आर्द्रा X	वेटेलग्युज (The Armpit)	भरतांतील (क)	” ओरायनीज	३००	मृगाच्या पुढील उत्तरेकडील पार्या-पैकी पूर्वेचा,
१३	त्रिंशंकु *	ऑस्ट्रिना (दक्षिण-कूसांतील दक्षिणोत्तर रेषेतील दक्षिणचा)	त्रिंशंकु (क)	” कूसीज	२००	या पुंजाला स्वस्तिक अंसेही नांव आहे.
१४	रोहिणी	आल्डेबरान (Bulls' eye)	द्वयम (क)	” टोरी	५३	समद्विभुज त्रिकोणां-तील दक्षिण पूर्वेचा तेजस्वी.
१९	पुनर्वसूतील बाजूतील पूर्वेचा	पोलक्स	मिथुन (ख)	बीटा जेमिनोरम	२९	आपण पुनर्वसू चार मानतो त्यांतील.
१६	चित्रा	स्पायका (Ear of wheat)	कन्या (क)	आल्फा व्हर्जिनिस	१२०	

१७ जेष्ठा (तीन पैकीं मधली)	अंटारीज	वृश्चिक (क)	आल्फा स्कॉर्पी	२५०
१८ भूतप	फॉमलहाउट (Mouth of the fish)	दक्षिणमस्य-याम- मस्य (क)	पीसीज ऑस्ट्रेलिस	२३
१९ हंस	डेनेव अथवा एरि- डेड	हंस (क)	आल्फा सिग्नि	४००
२० मघा	रेग्युलस (The Ruler)	सिंहांतील (क)	” लिऑनीज	६७
२१ पुनर्वसु (उत्तर वाजू- तील पश्चिमचा)	क्यास्टर	मिथुन (क)	” जेमिनोरम	४७

६७ मघांच्या चार पैकीं
दक्षिणेकडील
पूर्वेचा

टीप — X कोणी कोणी ही तारा आर्द्रा मानित नाहीत. मिथुनांतील 'ग' ही तारा आर्द्रा मानतात. ही बेटेलग्यूज व पॉलक्स यांना सांधणाऱ्या रेषेत येते. कै. दीक्षितांनी मिथुनांतील 'ग' ही आर्द्रा मानिली आहे चंद्र तिच्या जवळ येतो.

* हे दुर्बिणीतून दिसणारे जोड तारे आहेत.

(३४६)

परिशिष्ट चवथें

काहीं कुतूहलजनक रूपविकारी तारे.

ताऱ्यांचें भारतीय नांव	ताऱ्यांचें युरोपीय नांव	रूपविकाराचा अवधि	विशेष गोष्ट
शामश्रा	(ग) क्यासिओपियाग्यामा	अनियमित	उत्पथगामी, विलक्षण.
तिमिंगल	(ण) सेटी ओमिक्रॉन	३३१ दिवस	याचें मीरा असैही नांव आहे.
ययाति	(ख) परसीयस वीटा	२.८ दिवस	यालाच अलगोल म्हणतात.
सारथी	(च) ऑरीगा झीटा	९७२ दिवस	ग्रासणारा
भरत	(क) ओरायनिस आल्फा	२०७० दिवस?	लालवर्ण, अनियमित.
नौकैपैकीं	पपीज आयोटा	१४० दिवस	पुष्कळकाळ टिकणारा.
”	क्यारिनी आयोटा	३५.५ दिवस	स्पंदमानपैकी
गरुड	(छ) अँक्विली इटा	७.२ दिवस	” ”
वृषपर्वा	(ठ) सीफाय म्यू	अनियमित	लाल वर्णाचा
वृषपर्वा	(घ) सीफाय डेल्टा	५.३६ दिवस	स्पंदमानपैकीं

परिशिष्ट पांचवें

तारकापुंज

स्पर्शीकरण—प्राचीन आर्यानीं मुख्यत्वेकरून क्रांतिवृत्ताजवळील २७ नक्षत्रांसच प्राधान्य दिलें होतें. देवांच्या या २७ मंदिरांखेरीज त्यांनीं सप्तर्षि इत्यादि २।३ पुंजांना व व्याध, अगस्त्य, आप, अपां वत्स इत्यादि इतर थोडक्या तारकांना नांवें दिलेलीं आहेत. पाश्चात्य ज्योतिष्यांनीं आकाशांतील इतर तारकापुंजांना महत्त्व दिलें व तारकांचे सुमारे १०९ पुंज कल्पिले. त्यांतील मुख्य मुख्य पुंजांची यादी खाली दिली आहे. या पुंजांना कै. बाळशास्त्री जांभेकर यांनीं भारतीय नांवें दिलीं. तींच नांवें खाली दिलीं आहेत. प्रत्येक पुंजाचे पुढें दिलेली संख्या ही त्यात्या पुंजांत सहाव्या प्रतीपर्यंतच्या ज्या तारका आहेत त्यांची होय. वाचकांना यांतील मुख्य पुंज शेवटला नक्षत्रपट, चित्रांक १४ व पृष्ठ ४४-४५ वरील आकृति ४ व ५ यांमध्ये आढळतील.

युरोपीय ल्याटिन नांवापुढें कांहीं ठिकाणीं प्रचलित इंग्लिश नांवेंही दिलीं आहेत.

पुंजाचें भारतीय नांव	पुंजाचे युरोपीय नांव	सहाव्या प्रतीपर्यंत असणाऱ्या तारकांची संख्या
	उत्तर गोलार्धातील (२६)	
देवयानी	अॅन्ड्रोमीडा	३०
गरुड	अॅक्वीला-ईगल	३९
सारथी	ऑरीगा-चॅरिऑटियर	३५
भूतप	बूटज-हर्डसमन्	३५
करभ	कॅमेलोपार्डस-जिराफ	३

पुंजाचें भारतीय नांव	पुंजाचें युरोपीय नांव	सहाव्या प्रतीपर्यंत असणाऱ्या तारकांची संख्या
श्यामशबल	कॅनिसव्हेन्याटिसि-हंटिंग डॉगूज्	५
शर्मिष्ठा	कॅसिओपिआ-लेडीइनचेअर	३०
वृषपर्वा	सीफिअस्	१९
अरुंधतीकेश	कोमाबेरेनिसेस-बेरेनिसचे कॅस	४
उत्तरमुकुट	कोरोना बोरिआलिस-नॉर्दर्न क्राउन	२२
हंस	सिग्नस-स्वॉन	४४
धनिष्ठा	डेल्फिनस-डॉल्फिन	११
कालेय	ड्रॅको-ड्रेगॉन	३३
शौरी*	हरक्यूलिस	४७
लघुसिंह	लीयो मायनर	२
गवय	लिव्स-टायगर	२
स्वरमंडळ	लायरा	१५
भुजंगधारी	ओफिउकस-सरपेंट होल्डर	३२
उच्चैःश्रवा	पिगेसस-बुइंगोड हॉर्स	२३
ययाति	पर्सीअस	३७
शर	सॅजीटा-अॅरो	१०
भुजंग	सर्पेन्स-सर्पेन्ट	३७
उत्तर त्रिकोण	ट्रायांग्युलम बोरिआलिस-ट्रायांगल	६
सप्तर्षि-वृहदक्ष	अर्सामेजर-ग्रेटर बेअर	३६
ध्रुवमत्स्य-लघुऋक्ष	अर्सामायनर-लेसर बेअर	९

* शौरी या पुंजाकडे आपली सूर्यमाला जात आहे.

पुंजाचें भारतीय नांव	पुंजाचें युरोपीय नांव	सहाव्या प्रतीपर्यंत असणाऱ्या तारकांची संख्या
जंबूक	व्हल्पेक्युला-लिट्ल फॉक्स क्रांतिवृत्तावरील १२	५
मेष	एरीज-रॅम	१९
वृषभ	टॉरस-बुल	४८
मिथुन	जेमिनी-ट्विन्स	३२
कर्क	कॅन्सर-कॅन्साब	३७
सिंह	लीयो-लायन	४३
कन्या	व्हर्गो-व्हर्जिन	४३
तूळ	लिव्रा-स्केल्स	२०
वृश्चिक	स्कॉर्पिओ-स्कॉर्पियन	३८
धनु	सॅजिटेरिअस-आर्चर	४७
मकर	क्याप्रिकॉर्नस-ही गोट	२८
कुंभ	अॅक्वेरियस-वॉटर बेअरर	४५
मीन	पीसीज-फिशेस दक्षिण गोलाधर्तील (२३)	३७
कपोत	अॅपस-बर्ड ऑफ प्याराडाइझ	१३
नौका*	आर्गोनेव्हिस	१५७

* या तारकापुंजाचे हल्लीं चार भाग कल्पिले आहेत. त्यांना क्यारीना (नौकेचा तळाचा भाग-कणा), पपीज (नौकेचा मागला भाग-स्टर्न), व्हेला (शीड) आणि पिक्सीज (खलाशाचें होकायंत्र) हीं चार नवीन नांवें दिलीं आहेत.

पुंजाचें भारतीय नांव	पुंजाचें युरोपीय नांव	सहाव्या प्रतीपर्यंत असणाऱ्या तारकांची संख्या
बृहल्लुब्धक	क्यानिस मेजार-ग्रेटर डॉग	२४
लघुलुब्धक	क्यानिस मायनॉर-लेसर डॉग	९
नरतुरंग	सेंटारस-सेंटार	७१
तिमिंगल	सीटस-व्हेल	२८
पारावत	कोलंबा-डोव्ह	१७
दक्षिण मुकुट	कोरोना आस्ट्रेलिस-सदर्न क्राउन	१२
ध्वांक्ष	कॉव्हर्स-रॅव्हेन	७
स्वस्तिक-त्रिशंकु	क्रक्स-क्रॉस	१५
यमुना	एरिडॅनस-रिव्हर एरिड्र	५५
वक्र	ग्रस-क्रन	२४
वासुकी	हायड्रा-वॉटर स्नेक	४४
शशक	लेपस-हॅअर	१५
वृक	ल्यूपस-वुल्फ	३८
अष्टक वसुभाग	आक्टॅन्स	२८
भरत	ओरायन-हंटर	५०
जटायु	फिनिक्स	२३
दक्षिणमत्स्य	पीसीज ऑस्ट्रेलिस-सदर्न फिश	१४
जालक	रेक्टिक्युलम-नेट	१०
शिवाजीची ढाल	स्कूटम सोबिस्काय-शील्ड	९
दुर्वीन	टेलेस्कोपिअम्-टेलेस्कोप	१२
दक्षिण त्रिकोण	ट्रायांग्युलम् आस्ट्रेलीज	११

पारिशिष्ट—सहायें.

इंग्रजीतील शब्दांस ह्या ग्रंथांत योजलेले मराठी

पारिभाषिक शब्द

Relative—सापेक्ष

Physical—भौतिक

Physical Constitution—भौतिक घटना; शारीर घटना; घटना

Mass—द्रव्य; द्रव्यसंघ

Photograph—प्रकाशलेख

Prism(in Optics)--परशु

Spectrum—वर्णलेख

Spectroscope--वर्णलेखक

Occultation--पिधान

Synodical revolution--अमाप्रदक्षिणा

Diffraction—अपभवन

Radiation—अरीभवन

The Sun's Photosphere—सूर्याचा तेजोगोल

The Sun's Protuberance; Prominence;

Flame--सूर्याचें तेजःशृंग

The Sun's Chromosphere;Sisrra—सूर्याचें ककचावरण;

वातावरण

The Sun's Corona--सूर्याचें प्रभामंडल

Zodiacal light--क्रांतितेज

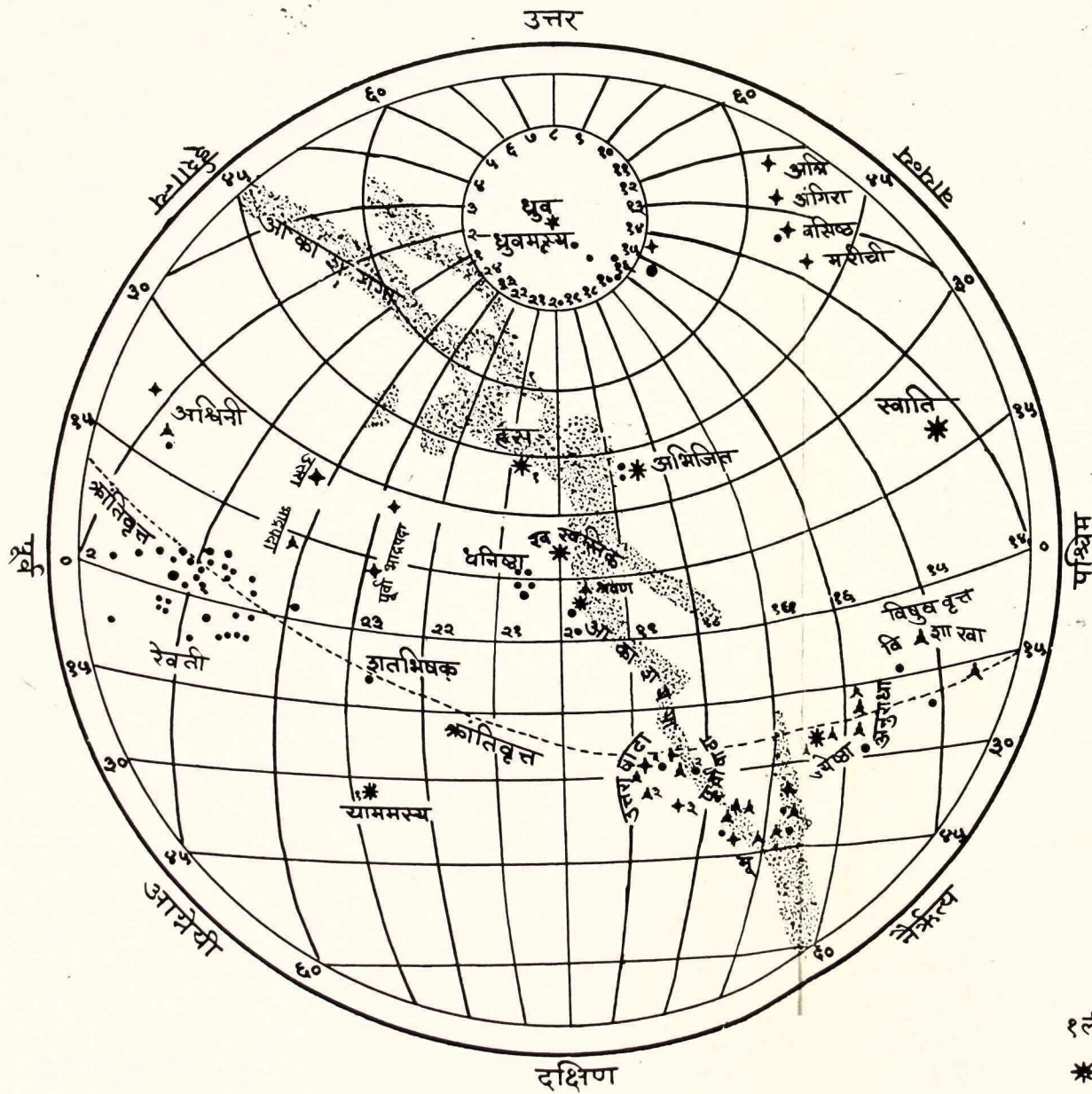
Absorption--निगिलन

Erruption--उद्गमन

Local Time--निजकाल

Elongation--इनापगम

- Superior conjunction-- बहिर्योग
Inferior conjunction-- अंतर्योग
Transit-- अधिक्रमण
Head of a comet -- धूमकेतूचा अग्रभाग
Nebula of a comet-- धूमकेतूची तारा
Coma of a comet -- धूमकेतूची शिखा
Tail of a comet-- धूमकेतूचें पुच्छ; केतु
Parabola-- अन्वस्त
Hyperbola-- अपास्त
Meteor, Meteoroid, Meteorite—अशनि
Shooting Star—उल्का
Aerolite--अशनि
Photometer—प्रकाशमापक
Binary system-- मिथुनमाला
Cluster of stars—तारकागुच्छ-तारकापुंज
Nebula—तेजोमेघ (अग्निमेघ
Temperature—तप्तता
Convection—प्रवहण
Structure and arrangement of the Universe-
विश्वसंस्था
Relativity—सापेक्षत्व
-



नक्षत्रपट दुसरा.

रात्रीं ही स्थिति दिखण्याच्या वेळा.

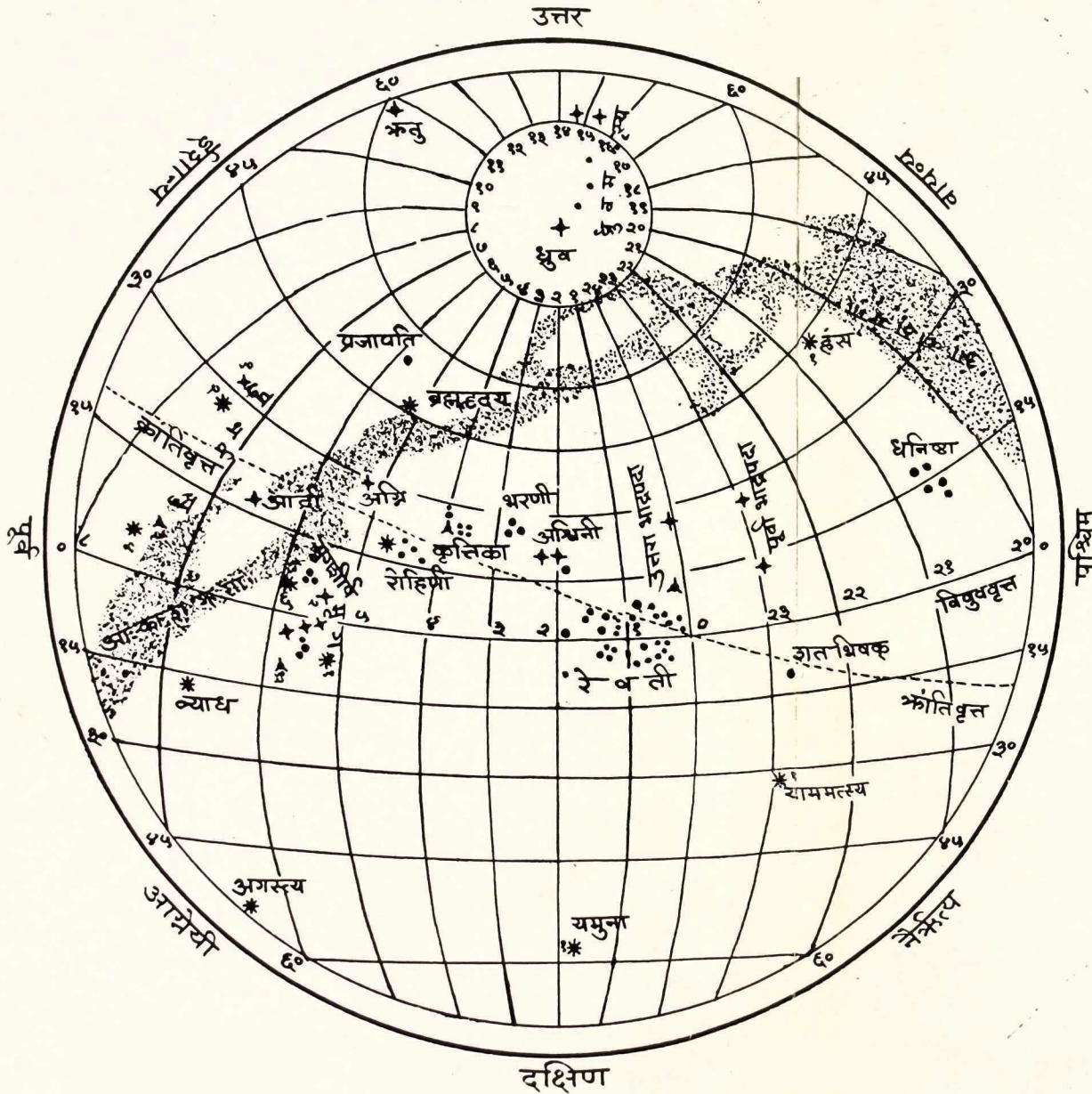
महिना.	तारीख.	तास.
ऑक्टोबर	६	७
सप्टेंबर	२०	८
"	५	९
ऑगस्ट	२१	१०
"	६	११
जुलई	२२	१२
"	७	१
जून	२१	२
"	६	३
मे	२२	४
"	१४	४ १/२
"	७	५
एप्रिल	२१	६

ताऱ्यांच्या प्रती

१ली. २री. ३री. ४थी. ५वी. ६वी.
 * + ▲ ● ○

नक्षत्रपट तिसरा.

रात्रीं ही स्थिति दिसण्याच्या वेळा.



महिना.	तारीख.	तास.
जानेवारी	१३	६ १/२
"	५	७
डिसेंबर	२१	८
"	६	९
नोव्हेंबर	२०	१०
"	५	११
ऑक्टोबर	२१	१२
"	६	१
सप्टेंबर	२०	२
"	५	३
ऑगस्ट	२१	४
"	६	५

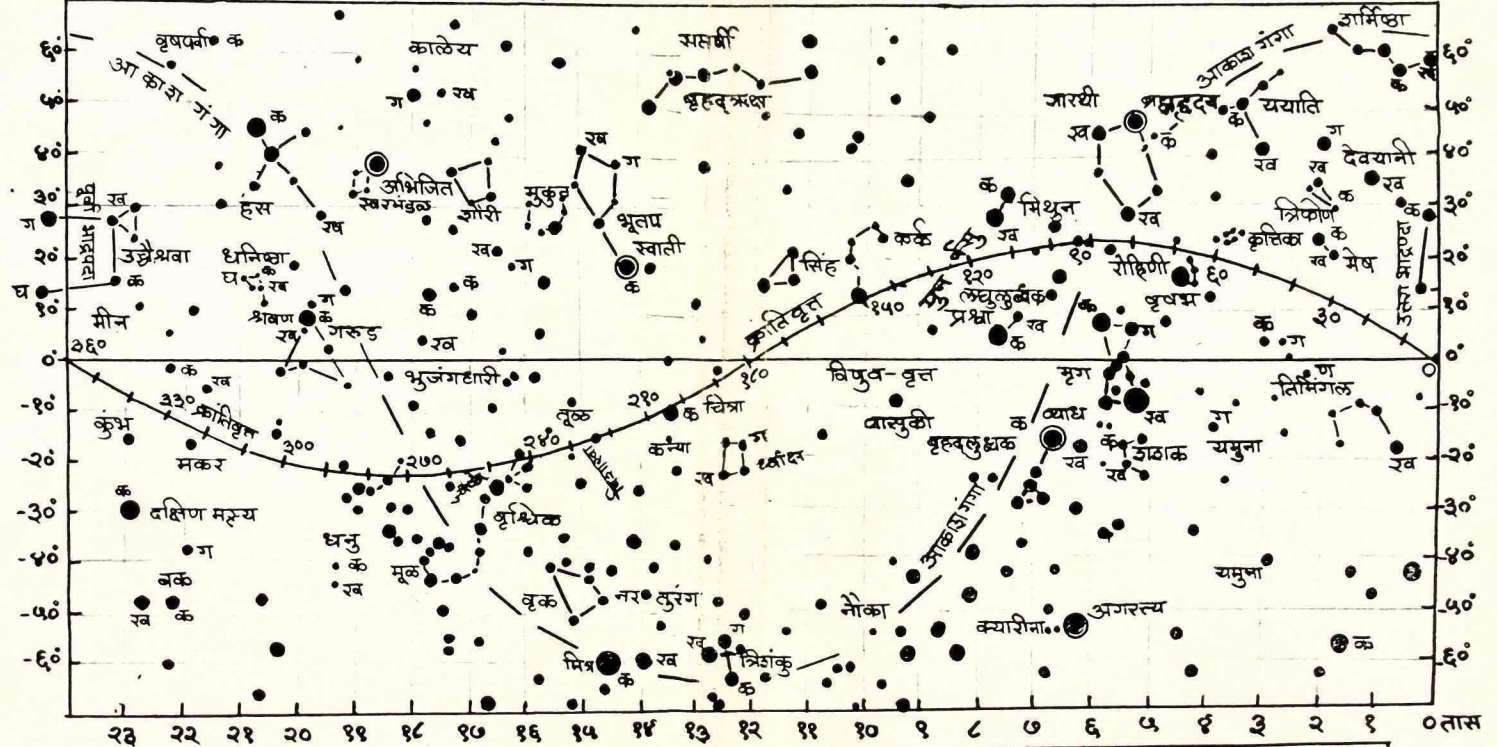
ताज्यांच्या प्रती

१ली. २री. ३री. ४थी. ५वी. ६वी.

* + ▲ ● ○

नक्षत्रपट

नवेंबर | अक्टोबर | सप्टेंबर | ऑगस्ट | जुलै | जून | मे | एप्रिल | मार्च | फेब्रुवारी | जानेवारी | डिसेंबर |



ग्रहांच्या प्रती	
● बुध	● मंगळ
● शुक	● गुरू
● शनि	

ताऱ्यांच्या प्रतीचे प्रमाण	
● -१	● +२
● ०	● +३
● +१	● +४

नकाशांत विषुववृत्त व क्रांतिवृत्त या भोवतालचे तारे उत्तर व दक्षिण ६० अंशांपर्यंत दिले आहेत. रवालीं लिहिलेले तारे हे त्या त्या ताऱ्यांचे अयन-बिंदूपारून विषुववृत्तावरील होरात्मक अंतर दर्शवितात. वर महिने लिहिले आहेत. त्या त्या महिन्याच्या भागांत त्या रवालीं असणारे तारे रात्री ८ चे सुमारास डोक्यावर दिसतील.