

म. ग्रं. सं. ठाणें

विषय
सं. नं.

शास्त्र
५२



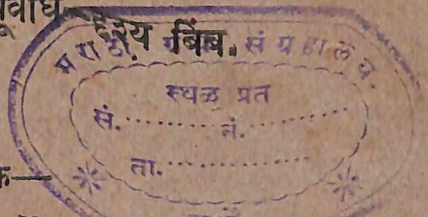
बालवाङ्मय-
माला.



पुष्प दुसरें.

तेजोनिधि सूर्य.

पूर्वार्ध



लेखक—

सर्वोत्तम वासुदेव देशपांडे, बी. ए.

शास्त्र

बालवाङ्मयमाला—पुष्प दुसरें.

तेजोनिधि सूर्य.

पूर्वार्ध

दृश्य विंब.

लेखक

सर्वोत्तम वासुदेव देशपांडे, बी. ए.

बालवाङ्मयप्रसारकमंडळ—पुणे शहर.

किंमत १० आणे.

मुद्रक—गोपाळ बळवंत जोशी, 'आनंद' छापखाना,
३३० सदाशिव पेठ, पुणे शहर.

प्रकाशक—यशवंत अमृत ठोंबरे बी. ए.
३३१ सदाशिव पेठ, पुणे शहर.

स्तके मिळण्याचे ठिकाण—

बालवाङ्मयप्रसारक मंडळ,

३०५ सदाशिव पेठ, पुणे.

अनुक्रमणिका

प्रकरण	पृष्ठ.
१ लें. जगाचा सूत्रधार.	१
२ रें. सूर्याचें अंतर व आकारमान.	१६
३ रें. सूर्य फिरतो कीं पृथ्वी फिरते?	३०
४ थें. ऋतु कां बदलतात?	४७
५ वें. सूर्याची उष्णता.	६४
६ वें. सूर्यावरील डाग.*	७४
सूचि	शेवटीं

* पान ८९ ओळ १६ मध्ये 'तासाहून' च्या जागी 'दिवसाहून' वांचावें.



१४८५

बालवाङ्मयमाला.

आपल्या मराठी भाषेमध्ये खास मुलांच्या उपयोगासाठी लिहिलेली पुस्तके आधीच थोडी, आणि त्यांत शास्त्रीय विषयांवर लिहिलेली पुस्तके तर अगदीच विरळा. फार तर काय, पण इंद्रियविज्ञानशास्त्रासारख्या आपल्या आरोग्यासाठी अत्यंत आवश्यक असणाऱ्या, किंवा वनस्पतिशास्त्र अथवा प्राणिशास्त्र यांसारख्या अत्यंत मनोरंजक व कुतूहलोत्पादक विषयांवर मुलांस समजेल इतक्या सोप्या भाषेत लिहिलेलें भरपूर माहितीचें एक तरी पुस्तक असेल कीं नाहीं, याची शंका वाटते. बालोपयोगी शास्त्रीय वाङ्मयाची ही उणीव भरून काढण्यासाठी ही माला मुद्दाम सुरू करण्यांत आली आहे, व तिजमध्ये वनस्पतिशास्त्र, प्राणिशास्त्र, ज्योतिर्विज्ञान, इंद्रियविज्ञान यांसारख्या शास्त्रीय विषयांवर विशेषकरून भर देण्यांत येईल. पण बच्चैचित्र्यासाठी प्रसंगानुरोधानें राष्ट्रीयभावनोद्दीपक इतिहास, थोर विभूर्तीची चरित्रे, प्रवासवर्णनें, स्थलवर्णनें, इत्यादि विषयांचाहि तिजमध्ये समावेश करण्यांत येईल.

या ठिकाणी 'बाल' या शब्दाचा अर्थ मात्र स्पष्ट केला पाहिजे. "बाल" म्हणजे अत्यंत लहान मुलें व मुली हा या शब्दाचा अर्थ या ठिकाणी घेतलेला नसून, सुमारे बारापासून सोळा वर्षे ही या मालेसाठी मुलांची वयोमर्यादा ठरविण्यांत आली आहे. आणि "बालो षोडशवार्षिकः" या उक्तीप्रमाणें बालांची वयोमर्यादा थेट सोळा वर्षांपावेतो पंचत असल्यामुळे "बालवाङ्मयमाला" हेंच नांव या मालेसाठी पसंत केलें आहे. या मालेंतील पुस्तके वरील मर्यादेतील मुलांच विशेष उपयुक्त होतील, पण त्यांहूनहि लहान असलेल्या

मुलांच्या शिक्षणाची जबाबदारी ज्या आईवापांवर किंवा शिक्षकवर्गावर असते, त्यांस लहान मुलांच्या शिक्षणाची दिशा आखण्यासाठी या पुस्तकांची फार मदत होईल. शिवाय ही पुस्तके मुलांचे मन वेधू शकेल इतक्या सोप्या व आकर्षक भाषेत लिहिली असल्यामुळे, शास्त्रीय विषयांसंबंधी आपले ज्ञान वाढविण्याची इच्छा धरणाऱ्या ज्ञानेच्छु स्त्रीपुरुषांस ती उपयोगी होतील, हे निराळे सांगायचा नको.

हा आमचा प्रयत्न यशस्वी झाल्यास राष्ट्रीय शिक्षणाचा प्रश्न बराचसा सुटल्यासारखा होईल. कारण, मातृभाषेतून शिक्षण देणे हे राष्ट्रीय शिक्षणाचे एक प्रमुख अंग आहे. एखादा विषय स्वभाषेतून जसा समजू शकतो, तसा परभाषेतून समजणे शक्य नसते. आजपावेतो आपल्या तरुण पिढीस परभाषेतून शिक्षण दिले गेल्यामुळे तिची शारीरिक व बौद्धिक वाढ खुंटविण्याचे भयंकर पातक आपल्या हातून घडले, ही गोष्ट आतां सर्वमान्य झाली असून, निदान प्रवेक्ष प्ररीक्षपर्यंत तरी सर्व विषय शक्य तोंपावेतो मातृभाषेतूनच शिकविले जावेत, अशी खटपट सध्यां चालू आहे. या प्रयत्नाच्या मार्गातील मुख्य अडचण म्हणजे निरनिराळ्या विषयांवरील शास्त्रीय पुस्तकांचा आपल्या भाषेत असलेला अभाव ही होय. सदरहू मालेंतील पुस्तकांमुळे ही उणीव अंशतः तरी दूर होईल, अशी संपादकांस आशा वाटत आहे.

लहान मुलांमध्ये शास्त्रीय विषयांबद्दल आवड उत्पन्न करण्यासाठी त्यांच्या मनःस्थितीस पटतील अशी पुस्तके रचण्याची व त्यासाठी मुद्दाम शास्त्रीय विषयांवर व्याख्याने देवाविण्याची वहिवाट पाश्चात्य देशांत रुढ झाली आहे. याच धर्तीवर सरळ व सोप्या पण चित्तकर्षक भाषेत पुस्तके रचण्याचा हा प्रयत्न आहे. आणि पुस्तकांचे विषय अशा रीतीने तोडण्यांत आले आहेत की, एकाच विषयावरील

या मालेंतून निघालेली पुस्तकें एकत्र केल्यास, त्या विषयावर संपूर्ण माहितीचें असें एक पुस्तक तयार व्हावें. अशा रीतीनें महाराष्ट्रीय पालकवर्गावर विशेष खर्चाचा बोजा न लादतां, थोडक्या काळांत मुलांसाठीं छोटेखानी ज्ञानकोश तयार व्हावा, आणि त्यांतून त्यांच्या ज्ञानविषयक गरजा भागाव्या, अशी योजना करण्यांत आली आहे. अर्थात् हें काम लोकाश्रयावांचून पार पडणें अशक्य आहे.

या मालेंतील पुस्तकें दर वर्षास चार याप्रमाणें निघतील, आणि तूर्त तीं हप्त्याहप्त्यानें न निघतां दर वर्षीं दिवाळीच्या सुमारास एकाच वेळीं प्रसिद्ध करण्यांत येतील. या खेपेस या मालेंतून खालील पुस्तकें प्रसिद्ध झाली आहेत.

(१) हवेंतील चमत्कार. लेखक-विष्णु अमृत ठोंबरे

बी. ए. एल्.एल्. बी.

(२) तेजोनिधि सूर्य. लेखक-सर्वोत्तम वासुदेव देशपांडे,

बी. ए.

(३) वैभवशाली विजयनगर. लेखक-यशवंत अमृत ठोंबरे.

बी. ए.

(४) शरीरांतील आश्चर्यकारक भाता. लेखक-वि. अ. ठोंबरे.

या पुस्तकांत चित्रांचा भरपूर उपयोग केला असून, विजयनगर-च्या पुस्तकास एक विषयसूचक नकाशा जोडला आहे. दरएक पुस्तक (क्राऊन आकाराच्या) अजमासें पाउणशें पानांचें असून प्रत्येक पुस्तकाची किंमत दहा आणे ठेविली आहे. बाहेरगांवांच्या गिऱ्हाइकांस याशिवाय टपालखर्च निराळा पडेल.

३०९ सदाशिव पेठ,

पुणे.

एप्रिल, १९२२.

बालवाङ्मयप्रसारक मंडळ.



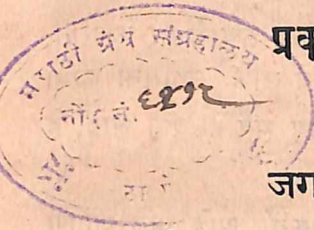
तेजोनिधि सूर्य.

प्रकरण पहिलें.

जगाचा सूत्रधार.



र्याच्या अंगीं कांहीं दैवी शक्ति आहे, अशी मनुष्याची फार पुरातन काळापासून समजूत झालेली दिसते. सूर्याची उपयुक्तता जाणून आपण भरतखंडांतील लोक हजारों वर्षांपासून त्याची पूजा करीत आलों आहोंत. पारशी लोकांचे पूर्वजहि सूर्याचीच उपासना करीत होते. मिसर व बाबिलोन ह्या प्राचीन राष्ट्रांतील लोक देखील सूर्योपासकच होते. गेल्या चार हजार वर्षांत जगाच्या शास्त्रीय ज्ञानांत जी अगणित भर पडली, तिजमुळें आपल्या सूर्याविषयींच्या कल्पनांत बराच फेरबदल झाला आहे. तथापि आपला सूर्याविषयीं आदर किंवा पूज्यबुद्धि अद्यापहि कमी झाली नाहीं. ऋग्वेद कालांतील ऋषी

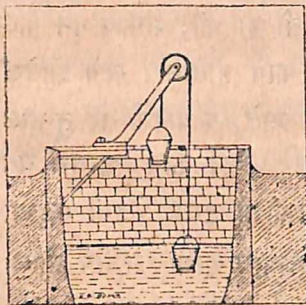


प्रमाणें आजचे शास्त्रज्ञ 'तत्सवितुर्वरेण्यं भर्गो देवस्य धीमहि धियो यो नः प्रचोदयात्' म्हणजे सूर्यदेवाच्या श्रेष्ठ तेजांनै आमच्या बुद्धीस चालना द्यावी म्हणून आम्हां त्याची उपासना करतो, अशा शब्दांत सूर्याची प्रार्थना करित बसणार नाहीत हें खरें. सांप्रतच्या भौतिकशास्त्राच्या काळांत सूर्याला देवतेच्या पद-वीवर अधिष्ठित करण्यास आधुनिक शास्त्रज्ञ कचरले तर कचरोत; परंतु ज्या तेजाची वेदकालीन भारतीय लोक उपासना करित होते, तें तेजच ह्या जगांतील यच्चयावत् सूत्रें हलवीत आहे, हें त्यांना प्रांजलणें कबूल केलें पाहिजे.

ईश्वर हा अखिल विश्वाचा निर्माणकर्ता आहे, असें आपण समजतो, व त्यानें आपणांस काम करण्याकरितां शक्ति द्यावी, म्हणून आपण त्याची प्रार्थनाहि करतो. सूर्यानें अखिल विश्व निर्माण केलें नसलें, तरी आपली पृथ्वी उत्पन्न करण्याचें श्रेय त्यासच दिलें पाहिजे. सूर्यापासून पृथ्वी कशी निर्माण झाली, हें सूर्यासंबंधी अधिक माहिती झाल्यावर तुमच्या ध्यानांत येईल. तूर्त या प्रकरणांत आपण सूर्य व शक्ति यांचा परस्परसंबंध काय आहे व जगाचा सूत्रधार हें नांव सूर्यास कसें लागू पडतें तें पाहूं.

कोणतेंहि काम, मग तें कितीहि क्षुल्लक कां असेना, शक्ती-वांचून होऊं शकत नाही. मोठें काम असलें तर त्याला जास्त शक्ति लागते व क्षुल्लक काम असलें तर त्याला कमी शक्ति लागते, एवढेंच काय तें. पुन्हां, कोणतेंहि काम होण्यांत जी शक्ति खर्च होते, ती वायां गेलेली नसते. तिचा बराचसा भाग त्या कामांतच सांठविला जातो. विहिरींतून पाणी काढणारा

माणूस पाणी वर काढण्यांत जी शक्ति खर्च करतो, तिचा बहुतेक अंश त्याच्या वर आलेल्या पाण्यानें भरलेल्या पोहऱ्यांतच सांठविलेला असतो. तुमची इच्छा असली तर तुम्हांला त्या पोहऱ्यांतील शक्तीकडून जवळजवळ तेवढेंच दुसरें एखादें काम करून घेतां येईल. उदाहरणार्थ, विहिरीला पाणी ओढण्याचें चाक असलें, तर त्यावरून एक लांब दोर टाकून त्याच्या एका टोंकास हा पाण्यानें भरलेला पोहरा बांधा, व दुसऱ्या टोंकास त्याहून थोडासा लहान असा दुसरा रिकामा पोहरा बांधून तो विहिरींत साडा. दोराची लांबी इतकी असावी कीं, वरचा पोहरा विहिरीच्या कांठावर व खालचा पोहरा पाण्यांत बुडालेला असला, म्हणजे दोर ताणलेला रहावा. विहिरींत सोडलेला पोहरा पाण्यानें भरल्यावर जर आपण कांठावरील भरलेला पोहरा हळूच विहिरींत सोडला, तर काय



चित्र १. विहिरीबाहेर काढलेल्या पाण्यानें भरलेल्या पोहऱ्यांतील वीजरूप शक्तीकडून काम करून घेण्याची रीति.

होईल? तो खाली जाऊं लागेल, व तुम्हांस यत्किंचितहि शक्ति खर्च करावी न लागतां विहिरींतील भरलेला पोहरा वर येईल. वरचा पोहरा खाली पाण्यापावेतो गेला, कीं खालचा पोहरा वर कांठापावेतो येईल. आतां खालच्या पोहऱ्यांत काम करण्याची शक्ति मुळींच राहिली नाही; त्याला पुन्हां दुसरा पोहरा वर नेतां येणार नाही. तथापि त्यांत असलेली पूर्वीची शक्ति वायां गेली असें

मात्र समजूं नका. कारण तिचा बहुतेक भाग वर आलेल्या

पोहण्यांत सांठविलेला आहे. ह्या वर आलेल्या पोहण्याकडून वाटल्यास तुम्हांला पुन्हां काम करून घेतां येईलं.

याचेंच आगण दुसरें एखादें उदाहरण घेऊं. तुम्ही घड्याळाकडून किल्ली देतां, तेव्हां ती देतांना थोडासा जोर लागतो. ही जी तुम्ही शक्ति लावतां, तिनें घड्याळाच्या आंतली पोळादी कमान गुंडाळून ठेविली जाते. किल्ली देतांना तुमची शक्ति खर्च झाली खरी, पण ती सर्व गुंडाळलेल्या कमानांत सांठविली गेली. किल्ली देतांच घड्याळ चालू लागते; व सेकंद कांटा, मिनिट कांटा व तासाचा कांटा हे सर्व आपोआप फिरू लागतात. पुढें सबंध दिवसभर हें त्यांचें फिरण्याचें काम खळ न पडतां एकसारखें चाललें असतें. गुंडाळलेल्या कमानांत सांठविलेली शक्ति हें काम त्यांच्याकडून करवीत असते.

यावरून एक गोष्ट उघड होते ती ही कीं, शक्तीवांचून काम होत नाही, काम झालें म्हणजे काम होतांना खर्च झालेली शक्ति त्या कामांतच सांठवून ठेविली जाते, व वाटलें तर तुम्हांला एक काम मोडून त्याच्याकडून दुसरें एखादें काम करवून घेतां येतें. परंतु वरील उदाहरणांवरून शक्तीचा उगम नेहमीं मनुष्यापासून किंवा घोडा, बैल इत्यादि दुसऱ्या एखाद्या सजीव प्राण्यापासूनच होऊं शकतो, अशी मात्र कल्पना करून घेऊं नये. पहिल्या उदाहरणांत आरंभीचा पोहरा मनुष्यानेंच वर खेंचून त्यांत शक्ति सांठविली होती, व दुसऱ्या उदाहरणांतील कांत्र्यांना फिरविणारी कमान गुंडाळणाराहि मनुष्यच होता, हें खरें आहे. तथापि मनुष्यास तरी हीं कामें करण्यास शक्ति कोठून येते,

याचा आपण विचार केला पाहिजे. प्रचंड शक्तीचीं अशीं कित्येक कामे दाखवून देतां येतील, कीं ज्यांत मनुष्याचा अर्थाअर्थीं कांहींच संबंध नसतो. नदीस पूर आला, म्हणजे तिच्या पाण्यांतून कधीं कधीं झाडेचीं झाडे वाहून जात असलेलीं तुमच्या-पैकीं कांहीं जणांनीं तरी पाहिलीं असतील. पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर वहात वहात हीं झाडे निघाल्या ठिकाणापासून शेंकडों मैल दूर जातात. एवढीं मोठीं झाडे शेंकडों मैल वाहून नेण्यास मनुष्यास थोडीथोडकी कां शक्ति लागते ? अरण्यामध्ये कापलेलीं झाडे अरण्याबाहेर नेण्यास मनुष्य ह्याच शक्तीचा उपयोग करून घेतो. दाट अरण्यामध्ये आगगाडीचा शिरकाव होऊं शकत नाही, व बैलगाड्या चालण्यासहि चांगलासा मार्ग नसतो. अशा स्थितींत शहरामधील टोलेजंग इमारतीस लागणाऱ्या मोठमोठ्या तुळ्यांकरितां जीं झाडे ह्या जंगलांत कापण्यांत येतात, तीं तेथून वाहून आणण्याकरितां आपणांस किती तरी प्रयास पडले असते ? परंतु हे सर्व काम अरण्यांतून वाहणाऱ्या नद्या बिनबोभाट करूं शकतात. झाड कापून झालें, म्हणजे तें जवळच्याच एखाद्या नदींत टाकून देण्यांत येतें; व नदीस पूर आला, म्हणजे मग तें पाण्याच्या प्रवाहाबरोबर वहात वहात जंगलाबाहेर त्या नदीवर जेथे कोठे पक्क्या सडकेचा पूर असेल तेथपावेतो येतें. या ठिकाणीं हीं वहात आलेलीं झाडे अडवून पाण्याबाहेर काढतात, व तेथून मग तीं बैलगाड्यांतून जवळच्या एखाद्या आगगाडीच्या स्टेशनावर पोचवितात.

ह्या नद्यांतील पाण्याच्या अंगी झाडांपेवढे मोठे पदार्थ वाहून नेण्याची शक्ति कोठून आली? ह्या ठिकाणी ती डोंगरांतून वाहून येणाऱ्या नदीच्या पाण्यांतच सांठविलेली असते, हें उघड आहे. ज्याप्रमाणें विहिरीबाहेर काढलेला पाण्याचा पोहरा पुन्हां खाली विहिरीत जात असतां दुसरा पोहरा वर नेण्याचें काम करूं शकतो, त्याचप्रमाणें येथेहि डोंगरावरील पाणी खाली समुद्राकडे जात असतांना मोठमोठी शक्तीचीं कामें करूं शकते. दोन्हीहि ठिकाणी पाण्याच्या अंगी असलेली शक्ति त्यास त्याच्या उंच स्थानामुळें प्राप्त झालेली असते. अशा शक्तीस बीजरूप शक्ति हें नांव आहे. तिला बीजरूप शक्ति असें नांव देण्याचें कारण, ज्याप्रमाणें लहान लहान बियांपासून प्रचंड वृक्ष निर्माण होऊं शकतात, त्याचप्रमाणें ह्या अदृश्य अशा बीजरूप शक्तीकडून देखील कल्पनातीत मोठमोठीं कामें करवून घेतां येतात. विहिरीचा पोहरा माणसानें वर काढून त्याच्या ठायीं ही बीजरूप शक्ति आणून दिली होती असें म्हणतां येईल; परंतु नदीचें पाणी डोंगरावर नेऊन त्यास प्रचंड शक्ति प्राप्त करून देणारा चालक कोण असतो? तेवढें सर्व पाणी मनुष्याकडून वर चढविलें जाणें शक्य तरी आहे काय? आपल्या पुस्तकाचा विषय जो तेजोनिधि सूर्य, त्याशिवाय हें अचाट शक्तीचें काम करण्यास कोणीहि समर्थ होणार नाही. जीं कांहीं लहानमोठीं शक्तीचीं कामें — मग तीं मनुष्यादि प्राण्यांनीं केलेलीं असोत, किंवा जलप्रवाहासारख्या सृष्टिव्यापारांनीं झालेलीं असोत — ह्या पृथ्वीवर होत असलेलीं दृष्टीस पडतात, तीं सर्व हा सूर्यच आपल्या प्रचंड शक्तीच्या अंशमात्रानें करवीत असतो.

तुम्ही विचाराल, हें कसें? प्रत्येक कामाचा संबंध सूर्याशीं कसा पोहोचतो? प्रथम आपण नदीचे पाणीच डोंगरावर कसें गेलें तें पाहूं. हें सर्व पाणी पावसाचें असतें, ही गोष्ट तुम्हांस कबूल आहे. परंतु पाऊस मेघांतून पडतो; मेघ समुद्राच्या पाण्याची वाफ होऊन ती वर गेल्यामुळे तयार होतात; व समुद्राच्या पाण्याची वाफ सूर्यकिरणांच्या उष्णतेनें होते. तेव्हां बोला आतां, नदीच्या पाण्यास मोठमोठ्या वस्तु वाहून नेण्याची शक्ति देणारा आपला सूर्यच आहे कीं नाहीं?

हें डोंगरावर चढविलेलें पाणी किती उपयुक्त कामें करूं शकतें याची तुम्हांस कदाचित् कल्पना देखील नसेल. नदीच्या पाण्यानें धान्य दळण्याच्या गिरण्या चाललेल्या कित्येकांनीं पाहिल्या असतील. खुद्द पुणें शहरांतच लकडी पुलापाशीं तशी एक गिरणी आहे. मुंबई शहरांतील कापडाच्या कित्येक गिरण्या ह्या पाण्याच्या शक्तीनेंच चालत असतात. खोपवली येथें डोंगरांतील पाणी शेंकडों फूट उंचीवरून नळांतून खालीं आणून त्याच्या कृत्रिम धबधब्यांनीं प्रथम कांहीं चाकांना गति देण्यांत येते; व मग ह्या फिरत्या चाकांतील शक्तीचें तेथल्या तेथेंच विद्युच्छक्तीमध्ये रूपांतर करून तांब्याच्या तारांतून ती मुंबईस नेण्यांत येते. मुंबईला प्रत्येक गिरणींत ह्या विद्युच्छक्तीचें पुन्हां चक्राकार गतींत रूपांतर करून, तिजकडून चाल्या फिरविण्याचें किंवा माग चालविण्याचें काम करून घेतां येतें. विद्युच्छक्तीचें गतीमध्ये रूपांतर होऊं शकत असल्यामुळे, तिच्याकडून ट्रामगाड्या चालविणें, आगगाड्या चालविणें, पंखे फिरविणें, उंच इमारतींत तळमजल्या-

वरून वरच्या मजल्यावर माणसांना नेण्याकरितां लाविलेले पाळणे खालींवर नेणें, इत्यादि अनेक शक्तींचीं कामें करून घेतां येतात.

वाऱ्याच्या अंगीं देखील मोठमोठीं कामें करण्याची शक्ति असते. वाऱ्यानें चालणाऱ्या पवनचक्राचा तुमच्यापैकीं कांहीं जणांच्या तरी पाहण्यांत आल्या असतील. ह्या चक्र्यांमध्ये प्रथम उंच जागेवर लावलेल्या एका पत्र्याच्या चाकास वाऱ्यामुळे गति मिळते; व त्या गतीकडून मग धान्य दळणें, विहिरींतून पाणी वर खेंचणें, इत्यादि शक्तींचीं कामें करून घेतलीं जातात. आपल्या पुणें शहरांत बहुतेक दरवर्षीं केव्हांनाकेव्हां तरी सोसाट्याचा वारा सुटून त्याच्या योगानें एखाद्याच्या घरावरील पत्रे उडून गेल्याचें ऐकण्यांत येतें. उत्तर अमेरिकेमधील संयुक्त संस्थानांत तर कधीं कधीं एवढे प्रचंड वारे सुटतात कीं, त्या वाऱ्यांच्या भोवऱ्यांत घरेंचीं घरे सांपडून तीं आकाशांत उडून गेल्याचीं उदाहरणें घडलीं आहेत. वाऱ्याच्या अंगीं ही शक्ति येते तरी कोठून, असा क्षापण विचार करूं लागलों असतां, तिचाहि उगम पुन्हां आपल्या तेजोनिधि सूर्यापाशींच आढळून येतो. भूर्याच्या किरणांनीं जमीन तापून तिच्या जवळील हवेचा थर ऊन होतो. कोणताहि पदार्थ ऊन झाला म्हणजे तो पूर्वीपेक्षां हलका होतो. याचें कारण उष्णतेमुळे पदार्थाच्या आकारांत फरक होतो हें होय. एखादी पातळ कांचाची गोल बुडाची बाटली घेऊन, ती पाण्यानें भरून दिव्यावर धरली, कीं थोडक्याच वेळांत तिच्यातील पाण्याचा आकार वाढून तें वरून वाहून जाऊं लागतें. पाणी चांगलें कढत होईपर्यंत किती तरी पाणी अशा

रीतीनें बाहेर वाहून जाईल. ही ऊन झालेली वाटलीहि पूर्वीइतकीच पाण्यानें भरलेली दिसते; तथापि तिच्यांतील बरेंचसें पाणी बाहेर वाहून गेलें असल्यामुळें ह्या ऊन पाण्यानें भरलेल्या वाटलीचें वजन, ती पूर्वी थंड पाण्यानें भरलेली असतांना तिचें जेवढें वजन होतें, त्याहून अर्थातच कमी झालें असलें पाहिजे. यावरून वाटलींभर ऊन पाणी तेवढ्याच आकाराच्या थंड पाण्याहून कमी जड असतें, हें उघड होतें. याचा अर्थ असा की, पाणी गरम केलें म्हणजे तें हलकें होतें. जो नियम पाण्यास लागू तोच हवेसहि लागू आहे. जमिनीजवळची हवा ऊन झाली म्हणजे ती हलकी होते; व पाण्यांत ज्याप्रमाणें हलका पदार्थ वर येऊन तरंगतो, त्याचप्रमाणें ही जमिनीजवळची हलकी झालेली हवा वर जाऊं लागून, तिच्या रिकाम्या पडलेल्या जागीं शेजारची थंड हवा येते. अशा रीतीनें एका ठिकाणची हवा दुसऱ्या ठिकाणीं जाऊं लागली, म्हणजे त्यास आपण वारा सुटला असें म्हणतो. यावरून तुमच्या ध्यानांत येईल कीं, हवेला गति देऊन तिच्यामध्ये शक्ति आणणारा सूत्रधार सूर्याशिवाय दुसरा कोणीहि नाही.

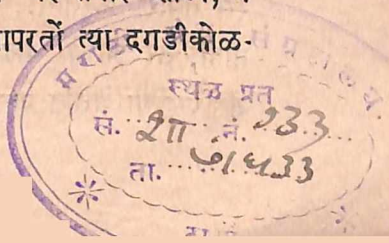
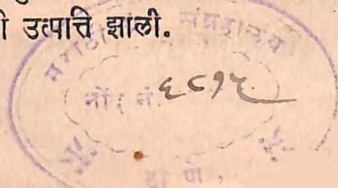
आगगाड्या व गिरण्या वगैरे वाफेनें चालणारे कारखाने यांची शक्ति देखील वस्तुतः सूर्यापासूनच उसनी घेतलेली असते. वाफेच्या अंगी शक्ति असते, ही गोष्ट वरण शिजत असतांना त्यावर झांकण ठेवलेली वाठी भांड्यांतून निघणाऱ्या वाफच्या जोरानें उडूं लागली, म्हणजे त्यावरून आपल्या ध्यानांत येते. कोंडून ठेवलेली वाफ बाहेर निघण्यासाठीं धडपड करीत असतांना

तिच्याकडून मोठमोठी शक्तीची कामे होऊ शकतात. आगगाडीत किंवा वाफेने चालणाऱ्या गिरणीमध्ये अशा वाफेकडून प्रथम एका थोरल्या गतिचक्रास गति दिली जाते; व ते फिरू लागले, म्हणजे त्याच्या साहाय्याने इंजिनाची चाके किंवा गिरणीतील चाऱ्या फिरविल्या जातात. पाण्याचे रूपांतर वाफेत करून ती शक्ति आणण्यास कोळशाची उष्णता कारणीभूत झालेली असते; परंतु कोळसा कसा उत्पन्न होतो हे पाहू गेलें असतां असें दिसून येईल कीं, कोळशामध्ये सांठविलेली शक्ति देखील सूर्य किरणांपासूनच निर्माण झालेली असते. दगडी कोळसा जमिनीतून खणून काढतात हे कदाचित् वडील माणसांच्या तोंडून तुम्हीं कधी ऐकले असेल. दगडी कोळशाचे एखाद्या सूक्ष्मदर्शक यंत्राच्या साहाय्याने निरीक्षण केले असतां, त्यांत आपणांस पाने, देंठ, बुंधे वगैरे झाडाचे निरनिराळे अवयव स्पष्टपणे दृष्टीस पडतात. यावरून असा तर्क होतो कीं ज्याला आपण दगडी कोळसा म्हणतो, तो वास्तविक दगड नसून झाडांपासून बनलेला कांहीं पदार्थ आहे. ह्या दगडी कोळशाचा इतिहास थोडक्यांत पुढें दिल्याप्रमाणें आहे.

ज्या ठिकाणी आज दगडी कोळसा सांपडतो, त्या ठिकाणी एके काळीं घनदाट अरण्य होते. येथे सूर्य आपल्या प्रखर तेजानें तापत असून पाऊसाहि पुष्कळ पडत होता; व त्यामुळे सर्व अरण्य धिप्पाड व उंच उंच वृक्षांनीं अगदीं गजबजून गेले होते. कांहीं वर्षांनीं हे वृक्ष जुने होऊन वाळून खालीं पडले, व त्यांच्या जागीं दुसरे नवीन वृक्ष निर्माण झाले. कालांतरानें ह्या दुसऱ्या वृक्षा-

चीहि पूर्वीच्याच वृक्षाप्रमाणें स्थिति झाली; व अशा रीतीनें कुजलेलीं फळे, पानें व खोडें यांचे जमिनीवर थरच्या थर बसत चालले. हें सर्व अरण्य समुद्रकांठावर वाढलेलें होतें. तेथें अकस्मात् एक नवीनच प्रकार घडूं लागला. तेथील जमीन हळू हळू खाली खचूं लागली. याचें तुम्हांस आश्चर्य वाटावयास नको. कारण कीं, ही जमीन खचण्याची क्रिया आजहि पृथ्वीच्या पाठीवर कित्येक ठिकाणीं चाललेली दृष्टीस पडते. कांहीं ठिकाणीं जमीन ह्या प्रकारें खालीं खचत आहे, तर दुसऱ्या ठिकाणीं ती वर येत आहे. हें अरण्य जसजसें अधिकाधिक खालीं जाऊं लागलें, तसतसें समुद्राचें पाणी त्यावर पसरून तो भाग पाण्याखालीं बुडूं लागला; व कांहीं काळानें पूर्वीच्या अरण्यांतील झाडें त्या नवीन पसरलेल्या समुद्राच्या तळाशीं कुजत पडलीं.

परंतु जी गोष्ट ह्या अरण्याच्या नाशास कारणीभूत झाली, तिनेंच त्या अरण्याचे अवशेष पृथ्वीच्या पोटांत जसेच्या तसेच जतन करून ठेविले. हल्लीं प्रमाणेंच तेव्हांहि अनेक नद्या समुद्रास येऊन मिळत होत्या. त्यांच्या प्रवाहाबरोबर पुराच्या वेळीं बराचसा गाळ वहात येऊन समुद्राच्या तळाशीं त्याचे एकावर एक थर बसले. जसजसा वरील थर जास्त जास्त जाड व जड होऊं लागला, तसतशी खालची माती त्याच्या भारानें दबली जाऊन तिचें कठिण खडकामध्यें रूपांतर झालें. पुढें ह्या खडकाच्या दाबानें त्याच्या खालीं असलेले अरण्याचे अवशेष देखील दबले जाऊन त्यांचा एक दगडासारखा थर तयार झाला; व तोच पुढें काळा होऊन आज आपण वापरतो त्या दगडीकोळशाची उत्पत्ति झाली.



शकडों वर्षानंतर ही समुद्राचा तळ खचण्याची क्रिया बंद पडून तो पुन्हां हळू हळू वर येऊं लागला, व अशा रीतीनें दिवसेंदिवस समुद्र अधिकाधिक उथळ होत जाऊन शेवटीं जमीन पाण्याच्या वर आली. अर्थात् आतां वर आलेली जमीन व पूर्वीची अरण्यांतील जमीन ह्या दोन्ही एक नव्हत्या. पूर्वीच्या अरण्यांतील जमिनीवर आतां शेंकडों फूट उंचीचे मातीचे थर बसले होते. कालांतरानें ह्या नवीन तयार झालेल्या जमिनीवर वनस्पति व प्राणी यांची हळू हळू वाढ होऊन अखेर तेथें मनुष्याचीहि वस्ती झाली. अशा रीतीनें जेथें आपण आज राहतों त्याच्या शेंकडों फूट खालीं पृथ्वीच्या पोटांत ज्याला दगडी कोळसा म्हणून म्हणतात त्या पदार्थाचे थर निर्माण झाले.

वर दिलेल्या हकीकतीवरून कळून येईल कीं, ज्या दगडी कोळशाच्या साहाय्यानें आज कित्येक कारखाने चालत आहेत, त्याची उत्पत्ति अरण्यांतील वृक्षांपासूनच झाली आहे. कोळशांतील जी बीजरूप शक्ति पाण्याचें वाफेंत रूपांतर करून तिच्या अंगीं इंजिन चालविण्याचें सामर्थ्य आणते, ती त्या कोळशानें हजारों वर्षापूर्वीं वृक्षावस्थेंत असतांना सूर्यकिरणांपासून ग्रहण केली होती. सूर्यप्रकाश वनस्पतीवर पडला, म्हणजे तेथें तो एक मोठें उपयुक्त कार्य करतो. ह्या सूर्यप्रकाशाच्या साहाय्यानें झाडांचीं पानें आपलें अन्न पचवून स्वतःच्या पोषणास जरूर असलेला रस तयार करतात. झाडांना जर पुरेसा सूर्यप्रकाश मिळाला नाहीं, तर त्यांची वाढ खुंटते व तीं कोमेजूनहि जातात. तुम्हीं जर एखाद्या शेतांत जाऊन पाहिलें, तर तुम्हांस असें आढळून

येईल कीं, जीं रोपें मोठ्या वृक्षांच्या सावलीखालीं उगवलेलीं असतात, त्यांची वाढ इतरांच्या मानानें बरीच खुरटलेली असते. दिवसांतून कांहीं वेळपर्यंत सूर्यप्रकाश थोडा कमी मिळाला तर ही स्थिति, तर मग तो सबंधच काढून घेतला तर त्यांची काय अवस्था होईल बरें? ह्यांपैकीं कांहीं रोपांवर सकाळपासून संध्याकाळपावेतो उन्ह कधीं पडन नसलें, तरी थोड्या बहुत प्रमाणांत सूर्यप्रकाश त्यांना नेहमींच मिळत असतो. तथापि तो त्यांच्या वाढीस पुरेसा नसल्यामुळें, तीं निस्तेज व खुरटलेलीं होतात. सूर्यप्रकाशाशिवाय झाडांना हवेंतून आपलें अन्न ग्रहण करतां येत नसल्यामुळें, सूर्यप्रकाश नसला म्हणजे त्यांचें अन्नच तोडल्यासारखें होतें. वर दिलेल्या एका उदाहरणांत ज्याप्रमाणें मनुष्य आपल्या शक्तीनें घड्याळाची कमान गुंडाळून त्या कमानांत बीज रूप शक्ति आणतो, त्याचप्रमाणें येथेंहि सूर्यप्रकाश जमिनीतील व हवेंतील पोषक द्रव्यें एकत्र करून, त्यायोगें वनविलेल्या झाडांच्या घटकावयवांत बीजरूप शक्ति तयार करीत असतो. यावरून कोळशांतील बीजरूप शक्तीचा उगम सूर्यप्रकाशापासूनच कसा होतो, हें तुमच्या लक्षांत येईल. कोळसा जळूं लागला, म्हणजे त्याचा हवेंतील प्राणवायूशीं संयोग होऊन त्यांतील बीजरूप शक्तीचें उष्णतेत रूपांतर होतें. उष्णता ही शक्तीचेंच एक रूप असल्यामुळें तिच्यायोगानें वाफेमध्ये शक्ति येऊन ती आश्चर्यकारक कामें करूं शकते.

मनुष्यादि प्राण्यांचीं शरीरें देखील एक प्रकारचीं इंजिनच आहेत. हे प्राणी जें अन्न भक्षण करतात, तें या इंजिनांताल

सर्पण होय. ज्याप्रमाणें इंजिनामध्ये सर्पणाचा हवेंतील प्राणवा-
यूशीं संयोग होऊन सर्पणांत सूर्यकिरणांनीं सांठवून ठेवलेल्या
बीजरूप शक्तीचें उष्णतेत रूपांतर होतें, त्याप्रमाणें प्राणी जें
अन्न खातात त्याचाहि श्वासोच्छ्वासाबरोबर आंत घेतलेल्या हवें-
तील प्राणवायूशीं संयोग होऊन, त्या अन्नांतील बीजरूप शक्तीचें
शरीरांतील उष्णतेत रूपांतर होतें. प्राणी वनस्पत्याहारी म्हणजे
धान्य किंवा वनस्पति यांजवर उपजीविका करणारा असला, तर
त्याच्या अन्नांत सांठविलेली बीजरूप शक्ति सूर्यकिरणांपासूनच
प्रत्यक्ष घेतलेली असते. परंतु तो मांसाहारी असेल, तर तो ज्या
प्राण्याचें मांस खातो त्या प्राण्यानें किंवा त्या प्राण्याचेंहि जें भक्ष्य
असेल त्यानें, सूर्यकिरणांनीं वनविलेल्या वनस्पतींपासूनच आपल्या
मांसांत बीजरूप शक्ति सांठविलेली असते. सारांश, ह्या पृथ्वीवर
लहान मोठीं जीं कांहीं शक्तीचीं कामें दृष्टोत्पत्तीस येतात, त्यांस
लागलेली सर्व शक्ति एका सूर्यनारायणाच्या तेजापासूनच निर्माण
झालेली असते.

परंतु सूर्याच्या ज्या प्रकाशामुळें आपल्या पृथ्वीवरील लहान
मोठे सर्व व्यवहार सुरळीत चालत आहेत, तो त्याच्या एकंदर
प्रकाशाचा किती थोडा अंश आहे हें पाहिलें असतां, सूर्याच्या
प्रचंड शक्तीची कल्पना होऊन अक्कल गुंग होऊन जाते. दिवा-
णखान्यांत जळत असलेला एखादा मोठा डीट्झचा कंदील हा
जर सूर्य आहे अशी कल्पना केली, तर दिवाणखान्याच्या दुसऱ्या
टोंकास असलेल्या मोहरीच्या बारीक दाण्यास आपली पृथ्वी सम-
जली पाहिजे. कंदिलाच्या गोल कांचापासून निघालेलीं किरणें

कंदिलाच्या खाली, वर व आवर्तीभोंवतीं सर्व बाजूंस पसरलेलीं असतात. ह्या किरणांचा किती थोडा अंश मोहरीच्या दाण्याचा दिव्याकडील भाग प्रकाशित करीत असतो तें पहा. सूर्यापासून दाही दिशांनीं आकाशांत जीं किरणें बाहेर पडतात, त्यांचाहि साधारण तेवढाच अंश आपल्या चिमुकल्या पृथ्वीच्या वांब्यास येतो. हा प्रकाश एकंदर सूर्यप्रकाशाचा सारा दोन अब्जांशावा हिस्सा आहे. म्हणजे आपल्या हिंदुस्थानांतील एक एक माणूस पृथ्वीस मिळणाऱ्या प्रकाशाइतका प्रकाश बरोबर घेऊन सूर्यापासून बाहेर पडतो अशी कल्पना केली, तर हिंदुस्थानासारख्या ३२ कोटी लोकसंख्येच्या सहा देशांतील माणसेंहि सूर्याचा प्रकाश इतस्ततः पसरविण्यास पुरेशीं होणार नाहीत.





प्रकरण दुसरें.

सूर्याचें अंतर व आकारमान.



श्रीवरील यच्चयावत् व्यापारांचीं सूत्रें हालविणारा हा तेजोनिधि सूर्य आपल्या पृथ्वीपासून अजमासें नऊ कोटि तीस लक्ष मैल दूर जाहे. हें अंतर इतकें अवाढव्य आहे कीं, नुसत्या आंकड्यावरून त्याची तुम्हांस बरोबर कल्पना होणार नाही. दर तासीं सुमारें ३५ मैलप्रमाणें चालणारी आपली पंजाब मैल नांवाची सर्वांत जलद जाणारी डांकगाडी पृथ्वीपासून सूर्याकडे जावयास निघाली, व ती कोठें क्षणभरहि न थांबतां एकसारखा प्रवास करूं लागली, तर तिला आपल्या मुकामावर जाऊन पोचण्यास तीनशें वर्षांहूनहि थोडे अधिकच दिवस लागतील. म्हणजे आपल्यापैकीं एखाद्या माणसास जर सूर्यावर आज जाऊन पोंचावयाचें असलें, तर त्यानें मराठी राज्याचे संस्थापक शिवाजी महाराज जन्मास आले त्याच्या दहापांच वर्षे अगोदरच वर सांगितलेल्या डांकगाडींत बसावयास हवें होतें. त्याच्या मार्गे मुसुलमानी सत्तेखालीं असलेला महाराष्ट्र स्वतंत्र होऊन दीडशें वर्षांच्या

आंत साम्राज्य वैभवहि अनुभवूं लागेल, तरी त्या प्रवाशाचा पुरा-
अर्धा मार्ग सुद्धां आक्रमून होणार नाहीं. पुढील पन्नास वर्षांत त्या
साम्राज्यास उतरती कळा लागून तें लयास जाईल, व त्याच्या
जागीं आमच्या प्रवाशानें ज्यांचें बहुधा नांवहि ऐकलें नसेल अशा
सातासमुद्रांपलीकडील लोकांची संत्ता प्रस्थापित होईल, तरी
देखील ह्या दुर्दैवी प्रवाशाची तिसरा हिस्सा वाट अद्याप चाला-
वयाची राहिलीच असेल. त्याला आपल्या मुक्कामावर पोचण्यासाठीं
अजूनहि शंभर वर्षे प्रवास करावयास हवा. ह्या शंभर वर्षांच्या
अवधींत ज्या ठिकाणीं पूर्वी हिंदुस्थानांत लहान लहान गांवें
होतीं, त्या ठिकाणीं मुंबई, मद्रास, कलकत्ता यांसारखी प्रचंड
शहरें निर्माण होतील; व आगगाड्या, ट्रामगाड्या, तारायंत्रें,
गिरण्या, विजेचे दिवे इत्यादि भौतिक सुधारणांनीं देशांतील बहु-
तेक भागांचें स्वरूप इतकें पालटून जाईल कीं, हा प्रवासी
आतां परत आला तर त्याला आपला देश ओळखूं देखील
येणार नाहीं. तो येथून निघाला तेव्हां त्याचे देशबांधव मुसुल-
मानी सत्तेविरुद्ध झगडत होते; परंतु तो सूर्यावर जाऊन पोहोचे-
पावेतो ते व मुसुलमान एक होऊन दुसऱ्याच एका बलाढ्य सत्ते-
विरुद्ध झगडतांना दृष्टीस पडतील. सारांश, इकडे हिंदुस्थानांत
दोन साम्राज्यें लयास जाऊन तिसरें साम्राज्य वैभवशिखरास
पोंचेल, तेव्हां कोठें ह्या प्रवाशाचा सूर्यलोकावर पाय पडणार !
मग येथून तो पुन्हां परत यावयास निघाला, तर त्याची जन्म-
भूमि पुनरपि त्याच्या नजरेस पडेपावेतो तींत आणखी किती घडा-
मोडी होतील कोणास ठाऊक ?

सूर्याच्या प्रचंड अंतराची नीट कल्पना यावी म्हणून आणखी एक मजेदार उदाहरण तुम्हांस सांगतो. आपल्या सर्व शरीरभर ज्ञानतंतूंचे एक विस्तीर्ण जाळेंच पसरलेलें आहे. ज्ञानतंतु म्हणजे ज्ञान करून देणारे तंतु किंवा दोरे. ज्ञानतंतूंचे जाळें हें मनुष्याच्या शरीरांतील एक अद्भुत तारायंत्रच आहे. ह्या तारायंत्राची मुख्य कचेरी मस्तकांत मेंदूमध्ये असते. नाक, कान, जिव्हा, डोळे व स्पर्श यांच्या द्वारे आपणांस जें ज्ञान होतें, तें ह्या तारायंत्रांतून मुख्य कचेरीत पोचविण्यांत येतें; व तेथून जे हुकूम सुटतात तेहि त्याच तंतूंच्या साहाय्याने हात, पाय, डोळे इत्यादि शरीराच्या निरनिराळ्या भागांस कळविले जातात. उदाहरणार्थ, पायास कांटा बोंचला कीं हे ज्ञानतंतु ती बातमी लागलीच मेंदूकडे नेतात; व मेंदूकडून मग, कोणी मदतीस धांवून यावें म्हणून तोंडास ओरडण्याचा, व जमिनीवर टेकलेला पाय जोरानें खाली दाबला जाऊं नये म्हणून पायास आहे त्याच स्थितीत राडण्याचा हुकूम सुटतो. खाली पायापासून वर मेंदूकडे, व मेंदूपासून पुन्हां पायाकडे किंवा तोंडाकडे इतकी ताबडतोब बातमी पोचते कीं, कांटा बोंचतो न बोंचतो तोंच तोंडांतून 'अग आई' असे शब्द बाहेर पडतात व पाय अर्धा जमिनीला टेकलेला असला तर तोहि जागच्या जागीच थबकून राहतो. ज्ञानतंतूंच्या तारायंत्रांतून निरोप जाण्याचा वेग दर सेकंदास अजमासें १०० फूट—म्हणजे पंजाब मेलच्याहि जवळ जवळ हुष्पट आहे. तथापि, सूर्यापावेतो पोचण्याइतके लांब हात असलेले एखादे मूल जन्मास येऊन त्याचा हात जन्मतांच सूर्यास लागून भाजला, तर ह्या

गोष्टीचें मेंदूस ज्ञान होऊन त्या मुलास वेदना होऊं लागेपर्यंत तें म्हातारें होऊन मरण देखील पावेल !

वर दिलेलीं अद्भुत उदाहरणें वाचून ह्या कांहीं तरी मनःकल्पित गप्पा आहेत अशी कदाचित् तुमची समजूत होईल. पृथ्वीवरून सूर्याकडे आगगाडी सोडणें शक्य नाही, किंवा सूर्यापावेतों पोंचण्या-इतके लांब हात असलेलें मूल जन्मास येणेहि शक्य नाही; परंतु ह्या दोन्हीहि गोष्टी खऱ्या असल्या, तरी सूर्य आपल्या पृथ्वीपासून नऊ कोटि तीस लक्ष मैल दूर आहे हें देखील तितकेंच खरें आहे. हें अंतर काढण्यासाठीं ज्योतिषी लोक कित्येक पिढ्यांपासून जिवापाड मेहनत करीत आले आहेत; व आतां त्यांनीं तें इतकें बिनचूक काढलें आहे कीं, त्यांत व खऱ्या अंतरांत जास्तीत जास्त दहापांच लक्ष मैलांची तफावत असली तर असेल.

यावर तुम्ही म्हणाल, ' अबबब ! दहापांच लक्ष मैलांची चूक थोडी कां झाली ? आमचे मास्तर एखाददुसरा इंच कुठें कोणीं उत्तरांत जास्तकमी मांडला कीं उत्तर लागलीच चूक देतात; पण तुम्ही ज्योतिष्यांनीं काढलेल्या अंतरांत दहापांच लक्ष मैलांपावेतों चूक राहिली असूनहि तें बरोबरच म्हणतां, हें कसे ? ' याचें उत्तर असें कीं, तुम्हांला शळेंत जीं उदाहरणें घालतात, त्यांत उत्तर काढण्यासाठीं अवश्य असलेली सर्व माहिती नक्की दिलेली असते. तेवढी सांगितल्यावर उदाहरण सोडविण्याची रीति ठाऊक असली व लक्ष ठिकाणावर ठेवून तुहीं आंकडेमोड केली, कीं उत्तर बरोबर आलेंच पाहिजे. असें असतां उत्तरांत एखाददुसरा इंच कमीज्यास्त येतो याचा अर्थ काय ? एक तर तुम्हांस उदाहरण

सोडविण्याची रीतिच ठाऊक नसली पाहिजे, किंवा आंकडे मोडतांना तुमची कोठें तरी चूक झाली असली पाहिजे. ज्यास रीतिच मुळीं ठाऊक नाही, त्याचें उदाहरण बरोबर देण्याविषयीं तुम्ही कधींहि आग्रह धरणार नाही. तेव्हां आंकडे मोडण्यांत चूक होऊन एखाददुसरा आंकडा कमी जास्त आला, तर उत्तर चूक द्यावें कीं बरोबर द्यावें एवढाच काय तो प्रश्न राहिला. परंतु आंकडे मोडण्यांतील चूक,—मग ती लहान असो किंवा मोठी असो—मनाची एकाग्रता न झाल्यामुळे, किंवा निराळ्या शब्दांत सांगाय्याचें म्हणजे शुद्ध निष्काळजीपणामुळेच होत असते. व लहानपणापासून एकदां ही संवय जडली, म्हणजे तुम्हांस पुढें लहानसान हिशेबहि कधीं बरोबर करतां यावयाचे नाहीत; एवढेंच नव्हे, तर मोठेपणीं जीं जीं कामें तुम्ही हातीं घ्याल त्या सर्वांवर ह्या संवयीचा परिणाम दिसून आल्याशिवाय राहणार नाही. आंकडेमोडींत चूक झाली असतां तुमचे शिक्षक उदाहरण बरोबर देत नाहीत तें यामुळेच होय.

परंतु सूर्याच्या अंतरांत जी चूक राहते, ती रीतीच्या अज्ञानामुळे किंवा आंकडेमोडींत चूक झाल्यामुळे राहत नाही. ज्योतिषी लोकांच्या उत्तरांत चूक राहण्याचें कारण, त्यांना आपलें उदाहरण सोडविण्याकरितां ज्या माहितीची आवश्यकता असते, ती माहितीच मुळीं पूर्णपणें बरोबर मिळूं शकत नाही. या माहितींत अत्यंत सूक्ष्म चूक राहिली, तरी उत्तरांत मग लक्षाची चूक होऊं लागते. तथापि त्या चुकीमुळे आपणांस निराश होण्याचें मुळींच कारण नाही. आठ हात कापड खरेदी करण्यास कोणी एखाद्या

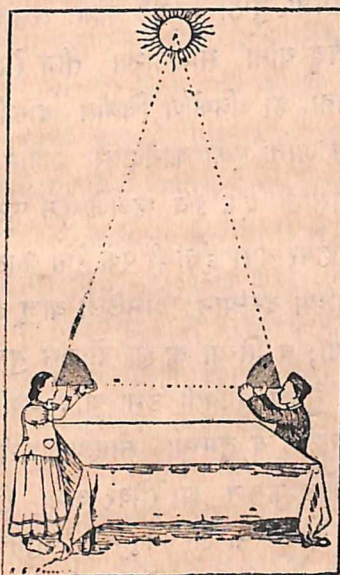
दुकानांत गेला असतां त्यास बोट दोन बोटें कापड कमी मिळालें, तर त्याकरितां खरेदी करणारा माणून दुकानदाराशीं कधीं हुज्जत घालतो काय? किंवा एखाद्यानें त्यास कापड किती आहे म्हणून विचारलें, तर तें आठ हात आहे म्हणून सांगण्याच्या ऐवजीं आठ हातास एक बोट कमी आहे असें तरी तो उत्तर देतो काय? किंवा तेवढें कापड एखाद्या शिष्यानें सदऱ्यासाठीं मागविलें असलें, तर तो बोटभर कापड कमी आलें म्हणून सदरा बसत नाही असा जबाब देईल काय? आठ हातांत बोट दोन बोट्यांची जी किंमत, तीच नऊ कोटी तीस लक्ष मैलांत दहापांच लक्ष मैलांची किंमत. व म्हणूनच वर सांगितलेल्या सूर्याच्या अंतरांत दहापांच लक्ष मैलांची चूक राहिली असली, तरी तें चूक आहे असें कोणी समजत नाही.

सूर्याचें हें अंतर इतकें प्रचंड आहे कीं, तें कसें काढतां येतें हें जाणण्यास तुम्ही साहजिकच अतिशय उत्सुक झालां असाल. सूर्याच्या वर्णनांत त्याच्या प्रचंड अंतराचा वारंवार संबंध येत असल्यामुळें, ज्योतिषी लोक हें अंतर कसें काढतात याची आरंभीच तुम्हांस थोडीशी कल्पना देऊन ठेवतो.

कोणत्याहि दोन वस्तूंमधील अंतर काढवयाचें असलें, म्हणजे आपण त्या दोन वस्तूंमध्ये एखादी दोरी ताणून धरतो; व प्रत्येक वस्तूजवळील दोरीच्या बिंदूवर एक एक खूण करून, मग त्या दोन खुणांमधील अंतर हातानें किंवा फूटपट्टीनें मोजतो. ह्या वस्तुजर सपाट जमिनीवर किंवा भिंतीवर असल्या, व त्यांना जोडणारी सरळ रेषा जर अंदाजानें आपल्या ध्यानांत येण्यासारखी

असली, तर दोरीचीहि आवश्यकता लागत नाही. त्या दोन वस्तूंमधील कल्पित रेषा हीच दोरी समजून, आपण तिचे अंतर फुटानें, गजानें किंवा हातानें मोजू लागतो. परंतु कोणतीहि रीति पसंत केली, तरी एका वस्तूपासून दुसऱ्या वस्तूपर्यंत जातां आल्याशिवाय त्यांच्यामधील अंतर निघूं शकत नाही. सूर्याचे अंतर मोजणें अशक्य दिसतें याचे कारण एवढेंच कीं, पृथ्वीवरून सूर्यापावेतो कोणी जाऊं शकेल असें आपणांस वाटत नाही. तेव्हां, आपल्या आटोक्याबाहेर असलेल्या वस्तूचे आपणांस आपल्यापासून अंतर काढतां येऊं शकतें असें जर तुम्हांस दिसून आलें तर सूर्याचे अंतर कसें काढलें असेल याची साधारण कल्पना तुम्हांस सहज होऊं शकेल. समजा कीं, तुमच्या खोलीच्या पटावास एक चेंडू लटकविला असून तुम्हांला तो किती उंच आहे तें काढावयाचें आहे. खोलीत असलेल्या मेजावर उभे राहून त्या चेंडूपावेतो तुमचा हात पोचत नसला, तरी मेजावर खुर्ची ठेवून किंवा शिडी लावून चेंडूचे अंतर मोजणें तुम्हांस शक्य आहे. परंतु खालीं राहून चेंडूला हात न लावतांच आपणांस हें अंतर काढावयाचें आहे. याकरितां तुम्ही आपल्या एका मित्रास मदतीस घेऊन, पुढील पानांतील चित्रांत दाखविल्याप्रमाणें चेंडूखालीं मेजाच्या दोन टोंकांस दोघेजण समोरासमोर तोंड करून उभे रहा. तुम्हांस अंतर काढण्यासाठीं लागणाऱ्या वस्तु अशा आहेत कीं, त्या कोणासहि सहज मिळवितां येतील. दोन पोस्टाचीं कार्डें व एक कातर एवढें सामान जवळ असलें, कीं तुमचें काम झालें. तुमच्यापैकीं प्रत्येकानें एक एक

कार्ड घेऊन त्याचा एवढा मोठा कोन करावा कीं, तो आपल्या डोळ्याशीं धरून त्याच्या खालच्या बाजूकडून आपल्या सोबत्याकडे पाहिलें असतां ती बाजू व आपल्या सोबत्याच्या कोनाची खालची बाजू या दोन्ही एका सरळ रेषेत दिसतील; व वरच्या बाजूकडून चेंडूकडे पाहिलें असतां ती बाजू व चेंडूचा मध्यबिंदु हीं



चित्र २. बालज्योतिषी चेंडूरूपी सूर्याचें अंतर काढित आहेत.

दोन्ही एका सरळ रेषेत दिसतील. कोन जर मोठा झाला, तर त्याची एक बाजू समोरच्या मुलाच्या तोंडाकडे वळली असतांना दुसरी बाजू चेंडूच्या वर जाईल. उलटपक्षीं जर कोन लहान झाला, तर एक बाजू समोरच्या मुलाकडे रोखलेली असतांना दुसरी बाजू

चेंडूच्या खाली येईल. चेंडूचें अंतर त्रिनचूक निघणें न निघणें, हें प्रत्येक मुलगा आपला कोन किती बरोबर कापतो यावर अवलंबून राहिल. एकदां कोन बरोबर कापले गेले म्हणजे चेंडूचें अंतर काढणें फार सोपें आहे. प्रथम फूटपट्टीनें मेजाची लांबी मोजून तुम्ही आपल्या दोघांमधील अंतर काढा. हें अंतर बारा फूट आहे असें समजा. तुम्ही चेंडूकडे पहात असतां तुमचे दोघांचे दोन डोळे व चेंडू यांना सांधणाऱ्या तीन रेषांचा एक मोठा त्रिकोण होत होता. हा त्रिकोण चित्रांत दाखविला आहे. या त्रिकोणाचें तुम्हांस आतां एका कागदावर लहान प्रमाणांत चित्र काढलें पाहिजे. यासाठीं एक इंच म्हणजे एक फूट अशी कल्पना करून एका कागदावर बारा इंचांची एक रेषा काढा. ही आपल्या त्रिकोणाची डोळ्यांच्या दरम्यान असलेली बाजू झाली. या रेषेस कख असें नांव द्या; व तिच्या क ह्या टोंकास तुम्ही उभे आहांत व ख ह्या टोंकास तुमचा सोबती उभा आहे अशी कल्पना करा. यानंतर तुमच्याजवळील व तुमच्या सोबत्याजवळील कोन घेऊन ते एकमेकांकडे तोंड करून ह्या रेषेवर अशा रीतीनें ठेवा कीं, तुमच्या कोनाचा कोपरा क ह्या बिंदूवर व तुमच्या सोबत्याच्या कोनाचा कोपरा ख ह्या बिंदूवर पडेल व दोन्ही कोनांच्या खालच्या बाजू कख ह्या रेषेवर पडतील. मग हे कोन हालणार नाहीत अशा रीतीनें दावून त्यांच्या दुसऱ्या दोन बाजूंवरून पेन्सिलीनें दोन रेषा आंखून काढा; व त्या पुढें वाढवून जेथें त्या एकमेकांस छेदतील त्या बिंदूस ग हें नांव द्या. ग हा आपल्या कागदावरील चित्रांतील चेंडूचा मध्यबिंदु झाला; आणि

दुसरें.]

सूर्याचे अंतर व आकारमान. नं. २९.

कग ह्या रेषेची लांबी तुमच्यापासून व खग ह्या रेषेची लांबी तुमच्या सोबत्यापासून चेंडूंचे अंतर किती आहे तें दर्शवितें. खोलीतील चेंडू मेजाच्या बरोबर मध्यभागावर असला, तर कख व कग ह्या दोन्ही रेषांची लांबी सारखीच होईल. ही लांबी २० इंच आहे असे आपण घटकाभर समजू. भूमितीचा असा एक सिद्धांत आहे कीं, एका त्रिकोणाचे तीन कोन दुसऱ्या त्रिकोणाच्या तीन कोनांबरोबर असले, तर बरोबर असलेल्या कोनांसमोरच्या बाजू एकाच प्रमाणांत असतात. आपण या ठिकाणीं सारखे कोन असलेल्या दोन त्रिकोणांचाच विचार करीत आहों. दोन कोपऱ्यांस दोन डोळे व शिरोभागीं चेंडू असलेला एक मोठा त्रिकोण, व कागदावर काढलेला दुसरा छोटा त्रिकोण ह्या दोन त्रिकोणांचे कोन सारखे व्हावे म्हणूनच काड बरोबर कापण्याची आपण खबरदारी घेतली होती. तेव्हां, ह्या दोन त्रिकोणांच्या बाजू प्रमाणांत असल्या पाहिजेत हें उघड आहे. कख ही १२ इंच लांबीची रेषा आपण दोन मुलांमधील १२ फुटांचे अंतर दर्शविण्याकरितां घेतली होती. तेव्हां कग ही रेषा त्याच प्रमाणांत तुम्ही व चेंडू यांच्यामधील अंतर दर्शवीत असली पाहिजे. कग ही रेषा २० इंच लांब आहे; म्हणून तुम्ही व चेंडू यांच्यामधील अंतर २० फूट आहे असे ठरते.

या ठिकाणीं आपणांस चेंडूजवळ न जातांच त्याचे आपल्या पासून अंतर काढतां आले. सूर्य हा एक नभोमंडलांत लटकविलेला चेंडू आहे असे मानले, तर वरीलप्रमाणेंच पायादाखल एक रेषा घेऊन तिच्या दोन टोंकांकडील दोन कोन मोजले, कीं

सूर्याचेहि आपणांस अशाच रीतीनें अंतर काढतां येईल. मात्र ह्याकरितां आपणांस दोन फार दूरदूरचीं ठिकाणें घेऊन कोन तयार करावे लागतील. पुणें शहरावर उडत असलेल्या एखाद्या विमानाची उंची काढावयाची असल्यास, एका मुलास लकडी-पुलाजवळ व दुसऱ्यास स्टेशनापाशी उभें केलें तरी पुरें होईल. परंतु सूर्य इतका उंच आहे कीं, एवढ्या अंतरांत त्याच्या दिशेंत यत्किंचितहि फरक पडलेला दिसणार नाही. त्यासाठीं ज्योतिष्यांस पृथ्वीच्या दोन टोंकांस जाऊन तेथून कोन मोजावे लागतात. अर्थात् या लोकांनीं कोन मोजण्याकरितां कार्डकातरीसारख्या गचाळ साधनांचा उपयोग करून चालणार नाही. शिवाय ते एकमेकांस पाहूं शकत नसल्यामुळें त्यांना कोन बरोबर मोजणेंहि फार कठीण जातें. परंतु आपणांस तूर्त ह्या विषयांत फार खोल जावयाचें नाही. एवढें खरें कीं, सूर्याचे अंतर काढण्यासाठीं ज्योतिष्यांनीं देखील एका रेषेच्या दोन टोंकांचे दोन कोन व त्या दोन टोंकांमधील अंतर मोजलें होतें; व आपल्याप्रमाणेंच त्यांनाहि भूमितींतील सजातीय त्रिकोणांच्या सिद्धांताचा उपयोग करून त्रिकोणाच्या ठाऊक नसलेल्या बाजू काढाव्या लागल्या. फरक एवढाच कीं, पृथ्वीचा आकार ठाऊक असल्यामुळें, एकमेकांमधील अंतर ज्योतिष्यांना न मोजतांच समजूं शकलें; व त्रिकोणाच्या ठाऊक नसलेल्या बाजू त्यांनीं कागदावर आकृति बनवून ठरविण्याच्या ऐवजीं त्रिकोणमितीनें गणित करून काढल्या.

सूर्याचें अंतर समजल्यावर त्याचा व्यास काढणें फार कठीण नाहीं. सूर्याचा व्यास म्हणजे सूर्यगोलाच्या एका टोंकापासून दुसऱ्या टोंकापावेतो त्याच्या मध्यबिंदूंतून जाणारी अशी जर एक सरळ रेषा कल्पिली, तर तिची जी लांबी होईल ती. सूर्य हा गोल गोळा आहे तरी तो आपल्यापासून फार दूर असल्यामुळें, त्याचीं दोन सारखीं शकलें केलीं असतीं तर प्रत्येक शकलाचा सपाट भाग जसा दिसला असता तसा तो दिसतो. तेव्हां आपणांस दिसणाऱ्या सूर्यबिंबाचा जो व्यास, ताच खऱ्या सूर्याचाहि व्यास असला पाहिजे. रूपाची गोल चवली घेऊन ती आपल्या डोळ्यासमोर अजमासें $५ \frac{१}{२}$ फूट अंतरावर धरून एका डोळ्यानें आपण सूर्याकडे पाहूं लागलों, तर तिनें सूर्यबिंब पूर्णपणें झांकून गेलेलें आढळून येतें. चवलीचा व्यास मुमारे $\frac{३}{५}$ इंच असतो. $५ \frac{१}{२}$ फूट अंतरावर सूर्यबिंब झांकण्यासाठीं $\frac{३}{५}$ इंच व्यासाची एक चवली धरली असतां ती पुरेशी होते, तर खास सूर्यापाशींच, म्हणजे ९ कोटि ३० लक्ष मैल अंतरावर, किती मैल व्यासाची तबकडी धरली असतां सर्व सूर्यबिंब झांकलें जाईल ? हें उदाहरण साध्या त्रैराशिकानें सुटण्यासारखें आहे. $५ \frac{१}{२}$ फुटांचा म्हणजे ६६ इंचाचा $\frac{३}{५}$ इंच हा ११० वा हिस्सा आहे. म्हणून सूर्यापाशीं धरावयाच्या तबकडीचा व्यासहि ९ कोटि ३० लक्ष मैलांचा ११० वा हिस्सा असला पाहिजे. यावरून सूर्यबिंबाचा

म्हणजे सूर्यगोलाचा व्यास साडेआठ लक्ष मैलांहून कांहीं कमी निघतो. हा आंकडा अर्थात बराच स्थूल आहे. दुर्विर्णांच्या सहाय्याने काळजीपूर्वक प्रयोग करून सूर्यगोलाचा व्यास ८,६४,००० मैल असल्याविषयी ज्योतिष्यांस आढळून आले आहे. आपली पृथ्वी एवढी मोठी, पण तिचा व्यासहि ८००० मैलांहून कांहीं कमीच आहे. आपल्या पृथ्वीएवढे प्रचंड गोल एकाला एक लागून सरळ रेषेत ठेविले, तर सूर्याच्या व्यासाइतकी लांबी होण्यास १०९ गोल देखील अपुरेच पडतील.

एका गोलाचा व्यास दुसऱ्या गोलाच्या व्यासाच्या कितीपट आहे हें समजलें, म्हणजे त्या गोलाचा आकार दुसऱ्या गोलाच्या कितीपट आहे हें सहज काढतां येतें. दोन गोलांच्या आकारांचें गुणोत्तर त्या गोलांच्या व्यासांच्या गुणोत्तराच्या घनाइतकें असतें. सूर्याचा व्यास पृथ्वीच्या व्यासाच्या $१०९\frac{१}{२}$ पट आहे. तेव्हां $१०९\frac{१}{२}$ स $१०९\frac{१}{२}$ नें गुणून जो गुणाकार येईल त्यास पुन्हां $१०९\frac{१}{२}$ नें गुणिलें, म्हणजे सूर्याचा आकार पृथ्वीच्या किती पट आहे तें निघेल. यावरून सूर्याचा आकार पृथ्वीच्या आकाराच्या सुमारे १३,०५,००० पट आहे असें निघतें. म्हणजे सूर्य जर आंतून सर्व पोकळ असता, व पृथ्वीएवढे मातीचे गोळे कोंबून त्याच्या आंतील सर्व पोकळी भरून काढावयाचें जर कोणी मनांत आणलें असतें, तर त्याला ह्यासाठी आपल्या पृथ्वीसारखे १३,०५,००० गोळे जमवावे लागते. अर्थात् आपल्या पृथ्वी-

एवढे गोळे उचलून सूर्याची पोकळी भरणें ही मानवी शक्तीच्या बाहेरची गोष्ट आहे हें तर खरेंच; परंतु पृथ्वी ब्रोराइतकी लहान असती, व सूर्याचा गोल एखाद्या भांड्याप्रमाणें तुमच्यासमोर ठेवतां आला असता, तरी देखील दर सेकंदास एक याप्रमाणें १३,०५,००० बोरें शेजारच्या ढिगांतून समोरच्या भांड्यांत उचलून टाकण्यास, तुम्हांस क्षणभरहि विश्रांति न वेतां एक पंधर वड्याहूनहि जास्त काळ अहोरात्र खपावें लागलें असतें !





प्रकरण तिसरें.



सूर्य फिरतो कीं पृथ्वी फिरते ?



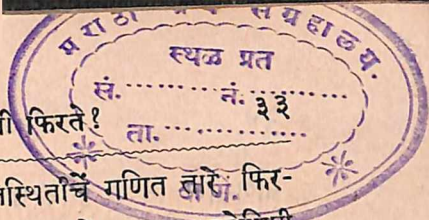
र्य रोज सकाळीं पूर्वेस उगवतो व संध्याकाळीं पश्चि-
मेस मावळतो. पौर्णिमेच्या दिवशीं चंद्र देखील संध्याकाळीं पूर्वेस उदय पावून सकाळीं पश्चिमेस अस्तास जातो. पौर्णिमेनंतर तो दररोज सुमारे दोन दोन घटका उशिरां उगवूं लागतो व त्यामुळें त्याचा अस्तहि दररोज दोन दोन घटका उशिरां होतो. परंतु त्याच्या उदयास्तांच्या वेळा याप्रमाणें अनियमित असल्या तरी सूर्याप्रमाणें तोहि दररोज पूर्वेकडे उगवून पश्चिमेकडेच जात असतो. आकाशांत चमकणाऱ्या अनेक ताऱ्यांचीहि अशीच गोष्ट आहे. एखादे दिवशीं संध्याकाळपासून तुम्ही आकाशाचें निरीक्षण करीत बसला, तर तुम्हांस असें आढळून येईल कीं, पूर्वेकडे प्रत्येक क्षणास नवीन नवीन तारे उगवत असतात; व हळू हळू ते पश्चिमेकडे सरकत जाऊन उगवल्यानंतर बारा तासांनीं त्या दिशेस क्षितिजाखालीं अस्त पावतात. हा सर्व चमत्कार

पाहून असा भास होतो कीं, आकाश हें आंतून तारे चिकटविलेल्या एखाद्या अगडबंब पोकळ चेंडूप्रमाणें असून आपल्या डोक्यावर दिसणारा आकाशाचा गाभारा हा त्या चेंडूचा अर्धा भाग आहे; पृथ्वी ह्या चेंडूच्या आंत मध्यभागी आहे, व हा चेंडू पूर्वेकडून पश्चिमेकडे फिरत असल्यामुळे त्याला चिकटाविलेले तारे आपणांस पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातांना दिसतात.

सूर्य, चंद्र व तारे यांना पृथ्वीभोवतीं फिरतांना पाहून प्राचान काळच्या निरनिराळ्या देशांतील लोकांचीहि अशीच कांहीं तरी कल्पना झाली होती. परंतु सूर्य, चंद्र व तारे दररोज पूर्वेकडे उगवून पश्चिमेकडे जातांना कां दिसतात, याचें आणखी एका रीतीनें कारण सांगतां येतें. आपण आगगाडींत बसून जाऊं लागलों असतां गाडीबाहेरील झाडेंझुडपें व तारेचे खांब उलट दिशेनें धांवत असल्याचा कसा भास होतो, हें तुमच्यापैकीं बहुतेकांनीं पाहिलेंच असेल. डाकगाडीसारख्या विशेष हिसके न बसणाऱ्या गाडींतून रात्रीच्या वेळीं प्रवास करणाऱ्या माणसास, खिडक्या बंद केलेल्या असल्या म्हणजे गाडी चालली आहे कीं उभी आहे हें किल्येक वेळां समजूं शकत नाहीं. मधूनच एखादा हिसका बसून किंवा गाडीच्या आवाजावरून ती चालते आहे असें ध्यानांत आलें, तरी ती कोणत्या दिशेनें चालली आहे हें बाहेर पाहिल्याशिवाय लक्षांत येत नाहीं. सारांश आगगाडींत बसून जाणाऱ्या माणसास आपली गाडी चालते आहे किंवा नाहीं हें ओळखण्यास आवाज, हिसके व बाहेरच्या वस्तु ह्या तीन गोष्टींशिवाय दुसरें साधन नसतें. हिसके न खातां व आवाज न

करतां चालणारी एखादी गाडी असली, तर तिच्यांत बसणारा माणूस आपण चाललों आहों किंवा उभे आहों व चाललों असलों तर कोणत्या दिशेने चाललों आहों, हें केवळ बाहेरच्या वस्तूंकडे पाहूनच ठरवूं शकेल. परंतु तेंहि ठरविण्यास बाहेरच्या सर्व वस्तु स्थिर आहेत अशी त्याची खात्री असावयास हवी. नाही तर आपण स्थिर असून त्या वस्तुच पळत आहेत असा त्यास भास होईल. यावरून एक गोष्ट उघड होते कीं, तारे फिरण्याच्या ऐवजी आपली पृथ्वीच जरी स्वतःभोंवतीं भोंवण्यासारखी पश्चिमेकडून पूर्वेकडे हिंसेके न खातां व आवाज न करतां फिरत असली, तरी देखील सूर्य, चंद्र व तारे यांच्या उदयास्तांचे चमत्कार हल्लीं दिसतात त्याप्रमाणें दिसूं शकतील.

मग यांपैकीं खरें कोणतें? सूर्य फिरतो कीं पृथ्वी फिरते? सुमारे चारशें वर्षांमागे सूर्यच फिरत आहे असा साधारणतः सर्व लोकांचा समज होता. पृथ्वी स्वतःभोंवतीं फिरत असल्यामुळेच सूर्य दररोज पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातांना दिसतो असें प्रतिपादन करणारीं कांहीं माणसें सवादोन हजार वर्षांपूर्वीं देखील होतीं, नाहीं असें नाहीं; पण त्यांच्या मतांस त्या वेळीं लोकांत मान्यता मिळाली नाही. आपल्या भरतखंडांत इ. स. ५०० च्या सुमारास पहिला आर्यभट नांवाचा ज्योतिषी होऊन गेला, तो देखील पृथ्वी फिरते असेंच मानीत होता. परंतु त्याच्या मताचा पुरस्कार करणारा त्याच्या मागून त्याच्या देशांत कोणी ज्योतिषी झाला नाही. याचें कारण, कित्येक दिवसपर्यंत पृथ्वी फिरते ही गोष्ट कोणास सप्रयोग सिद्ध करून दाखवितां येत नव्हती. सूर्य



तेसरें.]

सूर्य फिरतो कीं पृथ्वी फिरते?

चंद्र व तारे यांच्या उदयास्तांचें व गतिस्थितांचें गणित तारे फिरतात असे मानणारा ज्योतिषी व पृथ्वी फिरते असे मानणारा ज्योतिषी हे दोघेहि सारखेच बरोबर करूं शकत होते. त्यामुळें पृथ्वी फिरते असें प्रतिपादन करणारे लोक एवढेंच म्हणत कीं, आमच्या कल्पनेप्रमाणें एक पृथ्वी फिरते असें धरलें म्हणजे उदयास्तांच्या सर्व चमत्काराचा एकदम उलगडा होतो. परंतु तसें न मानलें तर ह्या चमत्काराचा उलगडा करण्यास कोट्यवधि लहानमोठे तारे प्रत्यहीं पृथ्वीसारख्या एका क्षुद्र ग्रहाभोंवतीं भयंकर वेगानें प्रदक्षिणा करीत आहेत अशी कल्पना करावी लागते. कारण चंद्र, सूर्य व तारे हे आपल्यापासून अतिशय दूर असल्यामुळें चोवीस तासांत पृथ्वीभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास त्यांना फारच वेगानें प्रवास केला पाहिजे.

परंतु निसर्गातील स्थितिसातल्याच्या नियमांमुळें आतां आपणांस पृथ्वी फिरते ही गोष्ट प्रत्यक्ष प्रमाण देऊनहि सिद्ध करता येते. निसर्गाचा असा एक नियम आहे कीं, कोणताहि पदार्थ जो पावेतो एखादी बाहेरील शक्ति त्याच्या वाटेस जात नाही तो पावेतो आपली मूळची स्थिति कायम ठेवतो. या नियमास स्थितिसातल्य म्हणजे मूळची स्थिति कायम ठेवणें असें नांव असून, त्याच्याच योगानें आपणांस पृथ्वी स्वतःभोंवतीं फिरत असते हें दाखवितां येतें. स्थितिसातल्याच्या नियमाची साक्ष पटविणारी अनेक उदाहरणें देतां येतील. आगगाडी थांबली म्हणजे तींत बसलेल्या माणसांस हिसका बसतो याचें कारण स्थितिसातल्य हा सृष्टिनियमच होय. आगगाडी चालत असतांना तींत बसलेल्या

माणसांस तिच्या इतकीच गति आलेली असते. मुक्कामाजवळ येतांना गाडीचा वेग कमी होऊं लागला, कीं तिच्याबरोबर गाडीतील माणसांचाहि वेग कमी होऊं लागतो. पण मुक्कामावर गाडी पोचली कीं एका ठराविक ठिकाणीं तिला एकदम थांबविण्यांत येते. गाडी एकदम थांबल्यामुळे आंतील माणसांची गति तिच्याबरोबर लागलीच थांबत नाही, व म्हणून त्यांचा गाडी ज्या दिशेनें जात असते त्या दिशेस थोडा झोंक जातो. सपाट जमिनीवर गुळगुळीत रुळावर असलेल्या गुळगुळीत चाकाच्या डब्यास इंजिनानें ढकलले म्हणजे इंजिनानें त्या डब्यास जी गति दिली असेल त्या गतीनें तो कोणी आडवीपावेतो एकसारखा पुढें जाईल. व्यवहारांत पूर्ण सपाट जमीन, पूर्ण गुळगुळीत रुळ व पूर्ण गुळगुळीत चाकें सांपडत नसल्यामुळे, डब्याचा वेग हळू हळू कमी होत शेवटीं तो कोठें तरी थांबतो. हवेंतून आपण समोर दगड पेंकतो, तेव्हां त्याला उभी व आडवी अशा दोन प्रकारच्या गति मिळतात. पृथ्वीमध्ये आकर्षण शक्ति असल्यामुळे, ती त्या दगडास खालीं खेंचून त्याची वर जाण्याची गति कमी करीत असते; व म्हणून ती लवकरच शून्य होऊन तो खालीं येऊं लागतो. आडव्या गतीस अडथळा करण्यास हबेशियाय दुसरें कोणी नसल्यामुळे, ती मात्र, हातांतून दगड सुटपासून तो जमिनीवर येऊन पडेपर्यंत जशीची तशीच कायम राहते. आगगाडीच्या डब्यांत तुमच्या अंगावर बसलेल्या माशीस आगगाडी चालूं लागली म्हणजे आपोआपच आगगाडी इतकी गति येते. आगगाडी जितक्या वेगानें चालत असते तितक्याच वेगानें ती माशी देखील पुढें

जात असते. ती तुमच्या अंगावरून हवेंत उडाली तरी तिला आगगाडीइतकी आडवी गति राहतेच. तिची गति आडविण्यास हवेंत कोणी नसल्यामुळे, आगगाडीबरोबर धांवण्याचा यत्किंचितहि प्रयत्न न करतां ती तुमच्या बरोबर येत असते. रस्यांतून धांवत असतांना तुम्हीं एखादा दगड अगदीं सरळ जरी वर फेंकला, तरी तो तुमच्या हातांत असतांना तुमच्या धांवण्यामुळे त्याला तुमच्या इतकीच जी आडवी गति आली असते, तिज-मुळे तो खाली येईपावेतो हवेंतून तुमच्याबरोबर पुढें चालून पुन्हां तुमच्या हातांत पडूं शकतो. सर्कशीमध्ये माणसांना धांवत्या घोड्यावर उड्या मारतांना पाहून आपण फार आश्चर्यचकित होतो. घोडा एकसारखा पुढें धांवत असतांना माणसाची उडी पुन्हां घोड्याच्या पाठीवरच कशी पडते, याचें आपणांस आश्चर्य वाटतें. पण वस्तुतः त्यांत आश्चर्य वाटण्यासारखें काय आहे ? घोड्यावरील माणसास घोडा पुढें जात असतो म्हणून पुढें उडी मारण्याची बिलकुल गरज नसते. कारण तो घोड्यावर असल्यामुळे त्याला घोड्याबरोबर आडवी गति आलेलीच असते. घोडा उभा आहे असें समजूनच त्यानें घोड्यावर उड्या मारल्या, कीं घोडा धांवत असला तरी त्या त्याच्या पाठीवरच पडतील.

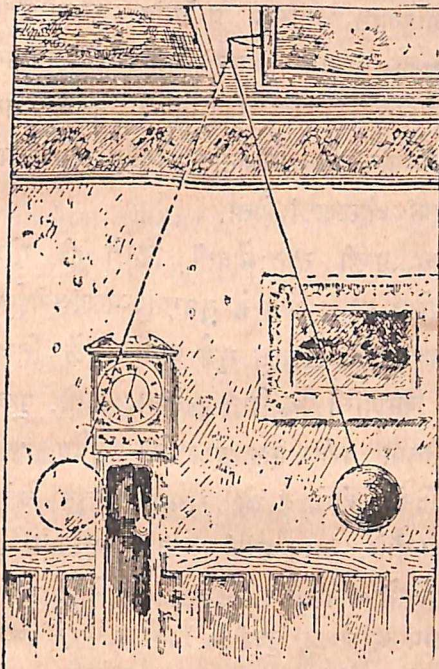
परंतु घोड्यावरील माणसानें वर उडी मारल्यावर त्याचे पाय पुन्हां घोड्याच्या पाठीस लागेपर्यंत मध्यंतरीं घोड्यानें आपली गति कमी केली व तो हळू चालूं लागला तर काय होईल ? घोड्याचा पुढें जाण्याचा वेग कमी झाला; परंतु हवेमध्ये स्वाराच्या आडव्या गतीस अवरोध कारणारा कोणी नसल्यामुळे, त्याचा

वेग मात्र पूर्वीइतकाच राहिल. अशा रीतीनें वरच्या स्वाराची गति जास्त व खालच्या घोड्याची गति कमी झाली, कीं स्वाराची उडी पूर्वीच्या जागीं न पडतां थोडी पुढें म्हणजे घोड्याच्या मानेवर कोठें तरी पडेल. ह्यावरून आपणांस पृथ्वी फिरते किंवा नाहीं हें ठरविण्यास उपयोगीं पडेल असा एक प्रयोग सुचतो. पृथ्वी गोल असल्यामुळे, ती जर स्वतःभोंवतीं फिरत असली, तर तिच्या पाठवरील एकूण एक वस्तूंची तिच्याबरोबर तिच्या मध्यबिंदू-भोंवतीं चोवीस तासांत एक प्रदक्षिणा होईल. अर्थात् जितकी एखादी वस्तु पृथ्वीच्या मध्यबिंदूपासून अधिक दूर असेल, तितका त्या वस्तूस एका प्रदक्षिणेकरितां अधिक मोठा फेरा करावा लागेल. चोवीस तासांत प्रदक्षिणा संपविण्यासाठीं एखाद्या सात मजली इमारतीच्या गच्चीला तिच्या पायापेक्षां अधिक लवकर फिरावें लागत असलें पाहिजे हें उघड आहे. पाया व गच्ची हीं दोन्हीहि जर सारख्याच वेगानें पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जात असतीं, तर गच्चीच्या कांठावरून खालीं टाकलेला दगड जमिनीवर पडेपर्यंत तो व पाया हे सारख्याच वेगानें पूर्वेकडे जाते, व त्यामुळे दगड शेवटीं त्या इमारतीच्या पायापाशींच येऊन पडता. परंतु गच्चीची गति पायापेक्षां अधिक असल्या कारणानें, तिजवरून टाकलेला दगड खालीं येत असतांना तिच्या गतीनें पुढें जाऊं लागला, म्हणजे तो साहजिकच पायापेक्षां थोडा पुढें जाईल; व त्यामुळे तो पायापाशीं पडण्याऐवजीं थोडासा पुढें म्हणजे पूर्वेकडे पडेल. पृथ्वी फिरत नसली तर हा चमत्कार दृष्टीस पडणार नाही. पाया व गच्ची हीं दोन्हीहि स्थिर असलीं, तर वरून टाकलेला दगड

मार्गे पुढें न पडतां जेथून तो सोडला असेल त्याच्या बरोबर खालीच येऊन आदळेल.

वर सांगितलेला प्रयोग दिसावयास इतका सोपा दिसतो, कीं तुम्हांपैकीं प्रत्येकास आपल्या घराच्या वरच्या मजल्याच्या खिडकींतून खाली दगड टाकून तो करून पाहण्याचा मोह होणें साहजिक आहे. परंतु तो दिसतो तितका सोपा नाही, हें येथें सांगितलें पाहिजे. प्रथम तुम्हांस, ज्या ठिकाणाहून तुम्ही दगड खाली सोडतां, त्याच्या बरोबर खालचा बिंदु—म्हणजे दगड सोडणारा हात व पृथ्वीचा मध्यबिंदु यांना जोडणारी एक काल्पनिक रेषा काढली तर ती जेथून जमिनीत शिरेल तो बिंदु—काढावयास हवा. जिच्या एका टोंकास चांगला वजनदार शिशाचा गोळा बांधला आहे अशी एक अतिशय बारीक लोखंडाची तार घेऊन तिचें दुसरें टोंक दगड सोडणाऱ्या हातांत धरलें, तर ही तार ज्या स्थितीत राहिल तीच हात व पृथ्वीचा मध्यबिंदु यांना जोडणारी रेषा होय. कारण पृथ्वीच्या मध्यबिंदूनेच शिशाच्या गोळ्यास खाली खेंचून तार ताणून धरलेली असते. म्हणून हा गोळा अगदीं जमिनीपावेतो खाली सोडून त्याचे हेलकावे बंद केले, कीं हाताखालचा बिंदु काढतां येईल. केवळ एवढी खटपट करूनहि काम भागत नाही. वरून सोडलेला दगड त्याच्या खालच्या बिंदूच्या इतका थोडा पुढें (म्हणजे पूर्वेकडे) पडतो कीं, तो कोठें पडतो हें काळजीपूर्वक पाहिलें नाही तर दोन ठिकाणांतील फरक ध्यानांत सुद्धां येणार नाही. शिवाय दगड पडत असताना हवेमुळें तो इकडे तिकडे सरकणार नाही याविषयीहि खबरदारी घेतली पाहिजे.

सूर्य पृथ्वीभोंवतीं फिरत नसून पृथ्वीच आपल्या स्वतःभोंवतीं फिरत असते, हें आतां शास्त्रज्ञ लोक आपल्या प्रयोगशाळेच्या खोलींतल्या खोलींत सुद्धां सप्रयोग सिद्ध करूं शकतात. एखाद्या शास्त्रज्ञाची प्रयोगशाळा, पृथ्वीचा आंस वाढविला असतां तो त्याच्या खोलीच्या मध्यभागांतून वर येईल अशा ठिकाणीं जर बांधलेली असती, तर त्यास आपला प्रयोग कोणासहि चटकन समजावून सांगतां आला असता. कारण या ठिकाणीं खोली, किंवा खोलीच्या मध्यभागीं मेज ठेविलें असलें तर तें, २४ तासांत स्वतःभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करील. प्रयोगशाळा पृथ्वीच्या ध्रुवापासून कांहीं अंतरावर असली, तर तेथेहि खोलीची स्वतःभोंवतीं प्रदक्षिणा होईल. परंतु या ठिकाणीं तिला २४ तासांहून कांहीं अधिक वेळ लागेल. सूर्य फिरत असला, तर खोली अशा रीतीनें फिरण्याचें कांहींच कारण नव्हतें. म्हणून खोली फिरत असते हें दाखवितां आलें, कीं पृथ्वी स्वतःच्या आंसाभोंवतीं फिरते ही गोष्ट सिद्ध झाली. खोली स्वतःभोंवतीं फिरत असते हें दाखविण्यास तिच्या सभोंवतालच्या वस्तूंचा कांहींच उययोग होणार नाही. कां कीं, त्या सर्व खोलीबरोबरच फिरत असतात. तेव्हां खोली किंवा तिजमधील मेज फिरतें हें दाखविण्यास आपणांस पृथ्वीबरोबर न फिरणारे असें एखादें साधन हुडकून काढलें पाहिजे. एखादा जड असा शिशाचा गोळा घेऊन तो एका लांब व अत्यंत बारीक अशा पोलादी तारेनें कडीपाटास टांगून त्यास हेलकावा दिला, तर तो ह्या कामास उपयोगी पडेल. (चित्र ३ रें पहा.) त्यानें अतिशय संथपणें हेलकावे खावे, म्हणून त्याला दोन्यानें एका बाजूस



चित्र ३. पृथ्वी स्वतः भोवतीं फिरते हैं सिद्ध करणारा प्रयोग.

बांधून मग तो दोरा जाळतात. असें केलें म्हणजे तो लोलक सावकाश मार्गें पुढें हेलकावे खाऊं लागतो; व त्याला हात लावला नाही, तर तो याप्रमाणें कित्येक तास हेलकावे खात राहिल. ह्या लोलकाच्या हेलकाव्यासंबंधीं एक विशेष लक्षांत ठेवण्यासारखी गोष्ट ही कीं, त्याच्या हेलकाव्याची दिशा नेहमीं तीच कायम राहते. यामुळें खोली किंवा मेज थो-

डेंसें फिरलें, तरी लोलकाच्या हेलकाव्याच्या दिशेवरून तें आपणास ताबडतोब ओळखतां येईल. यासाठीं तास दीड तास वाट पाहण्याची देखील गरज नाही. दिव्याच्या प्रकाशांत धरलेला आरसा यत्किंचितहि फिरविला तरी त्याचा भिंतीवर पडलेला कवडसा किती दूर सरकतो, याचा तुम्हांस अनुभव असेलच. आरसा आहे तसाच ठेवून त्याच्या ऐवजीं सर्व खोलीची खोलीच फिरविली, तरी कवडशाची तितकीच हालचाल झालेली दिसेल.

या गोष्टीचा उपयोग आपणांस आपल्या प्रयोगांत करून घेतां येण्यासारखा आहे. लोलकास लहानसा आरसा बसविला व त्यावर विजेचा प्रकाश पाडून त्याचा कवडसा भिंतीवर घेतला, तर कवडशाच्या हालचालींवरून एका मिनिटांत देखील खोलीच्या स्थितींत पडलेला फरक ओळखतां येतो.

वरील प्रयोगावरून, पृथ्वी स्वतःभोंवतीं फिरते ही गोष्ट आतां निर्विवाद कशी सिद्ध झाली आहे हें तुमच्या ध्यानांत येईल. पृथ्वी गोल असून तिच्या एका बाजूस सूर्य असल्यामुळे तिचा अर्धा भाग नेहमीं सूर्य किरणांनीं प्रकाशित झालेला असतो. पृथ्वी फिरत असतांना, तिच्या वरील एक एक बिंदु सूर्यप्रकाशांत आला म्हणजे तेथें दिवस होतो व तो सूर्यप्रकाशांतून बाहेर पडला म्हणजे तेथें रात्र होते. आकाशातील तारे आपणांस पूर्व दिशेस उगवून पश्चिमेकडे मावळतांना दिसतात ह्याचेंहि कारण हेंच आहे. मनुष्य उभा असलेला पृथ्वीचा भाग फिरत फिरत जेथून एखादा तारा दिसूं लागतो अशा ठिकाणीं आला, कीं त्या माणसास तो तारा उगवला असें वाटतें. पुढें कांहीं वेळानें हा मनुष्य त्या ताऱ्याच्या खालीं येतो; परंतु आपल्या स्वतःच्या गतीची त्यास जाणीव नसल्यामुळे त्याला असा भास होतो कीं, तो ताराच वर चढत चढत आपल्या डोक्यावर आला आहे. नंतर पृथ्वीच्या गतीबरोबर हा माणूस जेथून तो तारा दिसेनासा होतो त्या ठिकाणापावेतो पोंचला, कीं त्याला पूर्वीं डोक्यावर आलेला तारा खालीं उतरून विरुद्ध दिशेस अस्तास जात आहे असा भास होतो.

परंतु सर्वच तारे पूर्वेस उगवून पश्चिमेस मावळत नाहींत. पृथ्वीच्या दैनंदिन भ्रमणामुळे जे चमत्कार दृष्टीस पडतात ते नीट समजून घेण्यासाठीं एक नारिंग घेऊन त्याच्या चपट्या भागाच्या बाजूने गळपट्ट्याची सुई त्यांतून आरपार घाला, म्हणजे नारिंग ही पृथ्वी व सुई हा तिचा आंस होईल; आणि नारिंग सुईभोंवतीं फिरवून पृथ्वीच्या दैनंदिन प्रदक्षिणा कशा होतात याची तुम्हांस कल्पना करतां येईल. सूर्याच्या किरणांनीं पृथ्वीचा अर्धा भाग प्रकाशित होऊन पृथ्वीच्या दैनंदिन भ्रमणामुळे निरनिराळ्या ठिकाणीं दिवसरात्री कशा होतात हें पहावयाचें असल्यास, रात्रीच्या वेळीं एखाद्या मोठ्या दिवाणखान्यांत दिव्यापासून कांहीं अंतरावर सुई उभी धरून हें नारिंग तुम्ही त्या सुईभोंवतीं फिरवा. आतां असें समज कीं ह्या नारिंगावर वरच्या भागांत कोठें तरी एक टांचणी उभी टोंचली आहे. पृथ्वीवरील सर्व माणसें त्या टांचणीप्रमाणेंच पृथ्वीकडे पाय करून उभीं असतात. येथें कोणी अशी शंका घेईल कीं पृथ्वीच्या वर असलेलीं माणसें फार झालें तर अशा रीतीनें उभीं राहूं शकतील; परंतु पृथ्वीच्या भोंवतीं व खालच्या बाजूस असलेल्या माणसांना अशा रीतीनें उभें राहणें कसें शक्य आहे? पृथ्वीच्या खालचीं माणसें तर केवळ उलटीं टांगल्याप्रमाणेंच होतील. टांचणी नारिंगांत खोंचलेली असते म्हणून ती अशा ठिकाणीं आपल्या जागेवर राहूं शकेल. परंतु माणसांचे पाय कांहीं जमिनीस बांधलेले नसतात; तेव्हां ते खालीं पडून त्यांचीं डोकीं फुटणार नाहींत काय? अशा शंका उद्भवण्याचें मुख्य कारण खालीं ह्या शब्दाचा अर्थ नीट ध्यानांत आलेला नसतो हें होय. खालीं व वर हे शब्द नेहमीं पृथ्वीच्या पृष्ठभागास अनुलक्षूनच

योजण्यांत येतात, हें विसरतां कामा नये. खालीं म्हणजे पृथ्वी-कडे; व वर म्हणजे पृथ्वीपासून दूर. पदार्थ खालीं पडतो म्हणजे पृथ्वीकडे पडतो, व वर जातो म्हणजे पृथ्वीपासून दूर जातो. पृथ्वीच्या अंगीं आकर्षण-शक्ति असल्यामुळे आधारावांचून असलेल्या पदार्थास ती आपल्याकडे खेचून घेते. यालाच लोक पदार्थ खालीं पडतो असें म्हणतात. पृथ्वीपासून एखादा पदार्थ दूर न्यावयाचा, म्हणजे पृथ्वी जितक्या जोरानें त्या पदार्थास आपल्याकडे खेचते त्याहून कांहीं तरी अधिक जोर लावला पाहिजे. यावरून तुमच्या लक्षांत येईल कीं, जिच्यामुळे पदार्थ पडतांना दिसतात ती आकर्षणशक्ति स्वतः पृथ्वीतच असल्यामुळे पदार्थ पडेल तं पृथ्वीकडेच पडेल व पृथ्वीकडे पडण्यासच आपण खालीं पडणें असें म्हणतो. नारिंगरूपी पृथ्वीच्या खालच्या बाजूस उंभीं राहणारीं माणसें खालीं कां पडत नाहींत अशी जी तुम्हांस शंका येते तिचें कारण तुम्ही आपल्या पृथ्वीसच पृथ्वी समजून खालीं, वर हे शब्द वापरीत असतां. नारिंगास पृथ्वी कल्पितांना आपल्या पृथ्वीची कल्पना डोक्यांतून घालविली पाहिजे. नारिंग हीच खरी पृथ्वी आहे, आपली पृथ्वी ही पृथ्वी नाहीं, अशी पूर्ण कल्पना झाली, कीं खालीं म्हणजे नारिंगाकडे व वर म्हणजे नारिंगापासून दूर अशी तुमची खात्री होईल. ज्याला तुम्ही खालीं पडणें असें समजतां तें नारिंगरूपी पृथ्वीच्या खालच्या भागावर राहणाऱ्या माणसास वर जाणेंच वाटेल. असो.

आपल्या कल्पनेप्रमाणें नारिंग ही पृथ्वी, दिवा हा सूर्य, नारिंगाला टोंचलेली टांचणी हा पृथ्वीवरील माणूस व खोलींतील सर्व

बाजूंची मोकळी जागा हें आकाश आहे. ह्या आकाशांत दाही दिशांस कोट्यवधि तारे अधात्रीं ठेविलेले असून त्यांपैकीं ध्रुव नामक एका ताऱ्याकडे पृथ्वीचा आंस रोंखलेला आहे अशी कल्पना करा. याचा अर्थ असा कीं, आपली गळपट्ट्याची सुई—म्हणजे नारिंगरूपी पृथ्वीचा आंस—जर पुरेसा लांब असता तर तो ह्या काल्पनिक ध्रुव ताऱ्यांतून गेला असता. नारिंग सुईभोंवतीं फिरूं लागलें, कीं ह्या काल्पनिक पृथ्वीवरील चिमुकल्या माणसास एक एक तारा दिसूं लागेल, काहीं वेळानें तो डोक्यावर येईल व शेवटीं तो दिसेनासा होईल. तथापि सर्वच ताऱ्यांना व सर्वच माणसांना हा नियम सारखा लागू नाही. उदाहरणार्थ, जीं माणसें नारिंगरूपी पृथ्वीच्या खालच्या भागास (अर्थात् आपल्या दृष्टीनें) असतील त्यांना वरचे कित्येक तारे बिलकुल दिसणार नाहीत, व वरच्या भागास असतील त्यांना खालचे कित्येक तारे बिलकुल दिसणार नाहीत. उलट पक्षीं वरच्या अर्ध्या भागांत असलेल्या माणसांना ध्रुव तारा नेहमींच दिसत राहिला पाहिजे. नारिंगाच्या वरच्या बाजूस जेथून सुई निघते तेथें म्हणजे उत्तरध्रुवावर (नारिंगरूपी पृथ्वीच्या) जो माणूस उभा असेल, त्याला तर पृथ्वी फिरत असतांना ध्रुवतारा एकसारखा डोक्यावरच दिसत राहील. ह्या माणसास ध्रुवाच्या आसपासचे तारे मात्र ध्रुवाभोंवतीं जात्याप्रमाणें फिरतांना दिसतील. कारण, ह्या माणसास जे तारे एके वेळीं ध्रुवाच्या मागच्या बाजूस दिसतात तेच नारिंगरूपी पृथ्वीचा अर्धा फेरा झाला म्हणजे ध्रुवाच्या पुढें आलेले दिसतील; व जे तारे पूर्वीं ध्रुवाच्या उजव्या बाजूस होते ते डाव्या बाजूस, व डाव्या बाजूस होते ते उजव्या बाजूस आलेसे वाटतील.

यावर कोणी अशी शंका घेईल कीं, ध्रुवतारा जर नेहमीं जागच्या जागींच असतो तर तो दिवसां कां दिसत नाही? त्याच प्रमाणें पृथ्वीच्या सर्वच बाजूंस तारे आहेत असें मानलें, तर रात्री-प्रमाणें दिवसांदेखील तारे दिसावयास हवे; परंतु दिवसां तर आकाशांत सूर्याशिवाय दुसरे कांहींच दिसत नाही, हें कसें? या शंकेचें समाधान करणें फारसें कठिण नाही. दिवसां तारे दिसत नाहीत यावरून ते त्या वेळीं आकाशांत नसतात असें मात्र नाही रात्री-प्रमाणें दिवसांहि ध्रुवतारा जागच्या जागीं स्थिर असून बाकीचे कोट्यवधि तारे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जात असतात परंतु सूर्याच्या प्रखर तेजामुळें यांतील एकहि तारा आपणांस दिसूं शकत नाही. या गोष्टीच्या सत्यतेबद्दल खात्री करून घ्यावयाची असल्यास, दिवस उगवण्यापूर्वीं एखादे दिवशीं निजून उठा. या रात्रीं चांदणें नसलें, तर लहान मोठे असंख्य तारे आकाशांत चमकतांना तुमच्या दृष्टीस पडतील. परंतु पहाट होऊन थोडा थोडा उजेड पडूं लागतांच प्रथम बारीक बारीक तारे दिसेनासे होतील, व जसजसा अधिकाधिक प्रकाश पडूं लागेल तसतशी मोठ्या ताऱ्यांचीहि बारीक ताऱ्यांप्रमाणेंच अवस्था होऊन अर्ध्या पाऊण तासाच्या आंत शेवटीं एकहि तारा ठिकाणावर दिसणार नाही. त्याचप्रमाणें सूर्यास्तानंतर अंधार पडूं लागला, म्हणजे मोठमोठे तारे प्रथम आकाशांत चमकूं लागतात, व नंतर लहान तारेहि एकामागून एक दिसूं लागून पूर्ण अंधार पडतांच सर्व आकाश तारकामय होतें. सारांश सकाळीं तारे दिसेनासे होतात ते जागच्या जागींच अदृश्य होतात; त्या वेळीं सर्व तारे कांहीं पश्चिम दिशेकडे जाऊन

मावळलेले नसतात. संध्याकाळीं देखील सर्व तारे जागच्या जागींच उद्भूत होत असतात; प्रत्येक तारा पूर्वेकडे उगवून वर आलेला नसतो. यावरून रात्रीप्रमाणें दिवसां सुद्धां अनेक तारे आकाशांत पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जात असले पाहिजेत, परंतु सूर्याच्या तेजा-पुढें ते आपणांस दिसूं शकत नाहींत हें उघड होतें.

सूर्य जर नसता तर दिवसां देखील आकाश रात्रीप्रमाणें तार-कामय दिसलें असतें. सूर्यास जेव्हां खग्रास ग्रहण लागतें तेव्हां तें तसें दिसतेंहि. उलट पक्षीं रात्रीच्या वेळीं आकाशांत सूर्यासारखी एखादी तेजस्वी ज्योति उगवली, तर तेव्हां देखील हे तारे दिसणार नाहींत. पौर्णिमेच्या रात्रीं चंद्राचें पांढरें शुभ्र चांदणें पडतें, तेव्हां लहान लहान सर्व तारे दिसेनासे होतात. व एखादा मोठा दिवा आपल्या डोळ्यांपासून थोड्या अंतरावर धरून आकाशाकडे आपण पाहूं लागलों, तर त्याच्या उजेडांत मोठे तारे सुद्धां अदृश्य होतात.

खग्रास सूर्यग्रहणांत आकाशातील तारे दिवसां दिसूं शकतात म्हणून वर सांगितलें, परंतु दुर्बिणीच्या साहाय्यानें इतर प्रसंगीं देखील ते आपणांस दिवसां उजेडीं पाहतां येतात. सूर्याचा प्रकाश डोळ्यावर बिलकुल पडणार नाहीं अशी व्यवस्था करतां आली, तर तारे पाहण्यास दुर्बिणीचीहि आवश्यकता लागणार नाहीं. गिरण्यांच्या उंच उंच चिमण्या तुमच्यापैकीं प्रयेकानें पाहिल्या असतील. दुपारची वेळ खेरीज करून इतर वेळीं ह्या चिमण्यांत बराच अंधकार असतो. यामुळें एखादा मोठा तारा असल्या एखाद्या चिमणीवरून जाऊं लागला, म्हणजे आंत उभ्या असलेल्या

माणसास तो स्पष्टपणें दिसूं शकतो. मोठमोठ्या खाणींतील आंत उतरण्याच्या विहिरीहि ह्या चिमण्यासारख्याच असतात. परंतु त्यांची खोली ह्या चिमण्यांच्या उंचीपेक्षां कित्येक पटांनीं अधिक असल्यामुळें त्यांच्या तळाशीं भर दिवसा अंधकाराचें सम्राज्य नांदत असतें, व त्यायोगें तेथून आकाशाकडे पाहिलें असतां तारे दिसण्याचा संभव अधिक असतो.

शुक्राची चांदणी इतकी तेजस्वी असते, कीं ती पहावयास चिमणीची देखील गरज लागत नाही. तिची नेमकी जागा ठाऊक झाली, तर ती दिवसां ढवळ्या नुसत्या डोळ्यांनीं स्पष्ट दिसूं शकते. शुक्राची चांदणी ही सकाळीं सूर्योदयापूर्वीं किंवा संध्याकाळीं सूर्यास्ता-नंतर कांहीं घटका दिसत असते. याचें कारण ती सूर्यापासून फार दूर अशी कधींच जात नाही हें होय. ती दिवसां पाहण्याची उत्तम संधि अमावास्येपूर्वींच्या तीन चार दिवसांत येते. ह्या दिवसांत कधीं कधीं चंद्राची कोर शुक्राच्या चांदणीच्या अतिशय जवळ येते. चंद्र दिवसां दिसूं शकत असल्यामुळें, अशा एखाद्या प्रसंगीं जर तुम्हीं शुक्राची चांदणी चंद्राच्या कोणच्या बाजूस आहे हें पहांटेस पाहून ठेवलें तर दिवसां वाटेल तेव्हां चंद्राच्या अनुरोधानें शुक्राची चांदणी सहज हुडकून काढतां येते.





प्रकरण चवथें.



ऋतु कां बदलतात ?



तांपावेतों, ज्या गतीमुळें सूर्य दररोज आकाशांत पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातांना दिसतो, त्या दैनंदिन गतीचा विचार झाला. ह्या प्रकरणांत आपणांस ऋतूंमध्ये फेरबदल घडवून आणणाऱ्या त्याच्या वार्षिक गतीचा विचार करावयाचा आहे. मकरसंक्रांतीच्या सुमारास दिवस फार लहान असतो व थंडी कडाक्याची पडते. सकाळीं घड्याळांत सात वाजावयास येतात, तरी सूर्य क्षितिजावर येत नाही, व संध्याकाळीं शाळा सुटून तुम्ही घरीं येतां न येतां, तोंच सूर्य अस्तास जाऊं लागतो. हे पौष महिन्याचे दिवस असतात व दिसेंबर महिन्यांतील नाताळाची सुट्टी याच सुमारास असते. यानंतर पुढें सहा महिन्यांनीं ज्येष्ठ महिन्यांत दिवस खूप मोठा होतो व ऊन्ह कडक पडूं लागते. ह्या दिवसांत उकाडा इतका होत असतो कीं, कियेक शाळांस ह्या सुमारास उन्हाळ्यानिमित्त सुट्टी मिळते. ऋतूंमध्ये हा फेरबदल दर वर्षीं अगदीं नियमानें होत

असतो. पृथ्वीवरील लोकांस मिळणारी सर्व उष्णता सूर्यापासूनच येत असल्यामुळे, सूर्यामध्येच दर वर्षी कांहीं तरी मोठे फेरबदल होत असले पाहिजेत हे उघड आहे. हे फेरबदल कोणत्या प्रकारचे असतात? वर्षाच्या एका भागांत अंगांतून घामाच्या धारा निघण्याइतका उष्ण होतो, तर दुसऱ्या भागांत अंग अगदीं गारठून जाण्याइतकी थंडी पडते असे कां?

अर्थात् ऊन्ह कमीजास्त प्रखर करणारे असे सूर्यांत दर वर्षी कोणते फेरबदल होत असतात, याचा आपणांस विचार करावयास हवा. तुम्ही म्हणाल, उन्हाळ्यांत सूर्य कदाचित् मोठा होत असेल. विस्तव मोठा असला म्हणजे ज्याप्रमाणें शेंक जास्त लागतो, त्याप्रमाणें सूर्य मोठा झाला कीं ऊन्ह कडक पडेल. किंवा हिवाळ्यापेक्षां उन्हाळ्यांत सूर्य पृथ्वीच्या जवळ येत असेल. जस-जसें आपण विस्तवाच्या जवळ जवळ जातो, तसतसा त्याचा अधिकाधिक शेंक लागूं लागतो हा आपला दररोजचा अनुभव आहे. परंतु उन्हाळ्यांत सूर्य स्वतःच मोठा होत असला, तर त्याच्या आकारांत तसा फरक पडलेला प्रत्यक्ष दिसला पाहिजे; किंवा तो मोठा न होतां पृथ्वीच्या जवळ आला, तरी देखील त्याचा आकार वाढलेला आपणांस दिसावयास हवा. सूर्याचे वेध घेण्यासाठीं मुद्दाम तयार केलेल्या दुर्बिणींतून हिवाळ्यांत सूर्योदयीं त्याचा आकार मोजला, व नंतर सहा महिन्यांनीं उन्हाळ्यांत त्याच वेळीं त्याचा आकार मोजला तर काय आढळून येतें? उन्हाळ्यांत सूर्य मोठा झाल्यामुळे किंवा तो जवळ आल्यामुळे त्याचा आकार वाढलेला दिसून येतो काय? अशा प्रकारें वेध

घेतले अमतां असा अनुभव येतो कीं, उन्हाळ्यांत सूर्य मोठा झालेला दिसण्याऐवजीं, दिसला तर थोडाबहुत लहानच झालेला दिसतो. सूर्य लहान होतो, तर त्याची उष्णता कमी कां होत नाही? अर्थात्, सूर्य लहान झाल्यामुळे त्याच्या उष्णतेत पडणारा फरक भरून काढून आणखी ती जास्त वाढविणारें दुसरेंच कांहीं तरी कारण असलें पाहिजे.

हें कारण शोधण्यासाठीं सूर्याच्या गतिस्थितीमध्ये दरवर्षीं कांहीं फेरबदल होतात कीं काय तें पाहिलें पाहिजे. सूर्य दररोज मध्यान्हीं डोक्यावर येतो असें म्हणण्याची वहिवाट आहे. पण वर्षांतून फारच थोड्या दिवसांत तो दुपारच्या वेळीं आपल्या डोक्यावर असतो. सूर्य बरोबर डोक्यावर आला, म्हणजे तुमची सावली तुमच्या पायांसभोंवतीं पडली पाहिजे. पण दररोज दुपारीं ती तशी पडते काय? हिंवाळ्यांत बारा वाजण्याच्या सुमारास तुम्ही घराबाहेर उन्हांत जाऊन उभें रहा. त्या वेळेस तुमची सावली तुम्हांस बरीचंशी उत्तरेकडे पडलेली दिसेल. याचें कारण सूर्य त्या वेळीं तुमच्या डोक्यावर असण्याच्या ऐवजीं बराचसा दक्षिणेकडे असतो. सूर्य डोक्यावर आहे किंवा एखाद्या दिशेस खालीं झुकलेला आहे हें ओळखण्यास तुम्हांस तुमच्या सावलीचा फार उपयोग होईल. आकाशाकडे पाहून सूर्य बरोबर डोक्यावर आला आहे किंवा नाही हें सांगणें जरा कठीण असतें; पण सावलीकडे पाहिलें असतां सूर्य कोणत्या दिशेस आहे तें चटकन ध्यानांत येतें. डिसेंबर २२ तारखेच्या सुमारास पदार्थाची सावली उत्तरेकडे जास्तीत जास्त मोठी पडते. अर्थात् सूर्य त्या वेळीं दक्षिणेकडे

जास्तीत जास्त झुकलेला असला पाहिजे. यानंतर मध्यान्हीची सावली लहान लहान होऊं लागते व त्यावरून सूर्य दररोज आपल्या दिवसापेक्षां अधिकाधिक वरून जात असतो असे आपणांस कळते. सरते शेवटीं जून महिन्याच्या आरंभास पदार्थाची सावली पदार्थाखाली पडूं लागते. सूर्य ह्या दिवसांत जवळ जवळ आपल्या डोक्यावरून जात असतो. यानंतर तो उत्तरेकडे जाऊं लागल्यामुळे पदार्थाची सावली दक्षिणेकडे पडूं लागते. परंतु सूर्य उत्तरेच्या बाजूस फारसा जात नाही. थोड्याच दिवसांनीं म्हणजे जूनच्या २२ व्या तारखेच्या सुमारास तो मागे वळतो, जुलैच्या मध्यांत पुन्हां डोक्यावर येतो व त्यानंतर दक्षिणेकडे खाली खाली जाऊं लागतो. सूर्य जेव्हां डोक्यावरून जातो, तेव्हां उन्हाळ्याचे दिवस असतात. सूर्य जसजसा अधिकाधिक दक्षिणेकडून जातो, तसतसा उन्हाळा कमी कमी होऊन शेवटीं थंडी पडूं लागते. अखेरीस दिसेंबर महिन्याच्या २२ व्या तारखेच्या सुमारास सूर्य जेव्हां जास्तीत जास्त दक्षिणेकडून जातो तेव्हां ऐन हिवाळ्यातील थंडी चमकूं लागते.

यावरून तुमच्या ध्यानांत आलेच असेल, कीं हिवाळ्यांत मध्यान्ही सूर्याचीं किरणें पृथ्वीवर बरीचशीं तिरपीं पडतात व उन्हाळ्यांत त्या वेळीं जवळ जवळ उभ्या किरणांपासून पृथ्विसि उष्णता मिळते. तर मग हिवाळ्याच्या व उन्हाळ्याच्या उष्णतेत जो एवढा फरक पडतो, तो ह्या तिरप्या उभ्या किरणांमुळे कीं काय? होय. कसा तो पहा. आरसा उन्हांत ठेवून एखाद्या पुस्तकावर त्याचा कवडसा ध्या. हा कवडसा, एका बाजूनें आरशावर

पडलेले बहुतेक किरण एखाद्या रबरी चेंडूप्रमाणें दुसऱ्या बाजूनें वर फेंकले गेल्यामुळे पडला आहे. तो लहानांत लहान असतो तेव्हां जास्तींत जास्त तेजस्वी दिसतो. जसजसें पुस्तक अधिकाधिक तिरपें धरावें तसतसा कवडशाचा आकार वाढत जाऊन त्याची तेज-स्विता कमी कमी होते. वाटींतलें पाणी ताटांत ओतलें म्हणजे तें जास्त जागेवर पसरलें जाऊन त्याची खोली कमी कशी होते हें तुम्हांस ठाऊक आहेच. त्याचप्रमाणें, कवडसा मोठा झाला म्हणजे पूर्वी थोड्या जागेवर पडलेले किरण जास्त जागेवर पसरले जातात व त्यामुळे तो कमी तेजस्वी दिसतो. पण पुस्तक तिरपें धरलें म्हणजे कवडशाचा आकार कां वाढतो हें तुम्हांस समजलें काय ?

सूर्याचीं किरणें आपल्या पृथ्वीवर तुमच्या पुस्तकांतल्या ओळीं प्रमाणें समांतर रेषांत पडतात. तेव्हां, किरणें तिरपीं पडलीं असतां तीं जास्त जागेवर कशीं पसरतात हें पहावयाचें असल्यास, तुमच्या हातांतील पेन्सिल पुस्तकाच्या ओळींशीं एकदां उभी व एकदां तिरपी धरून पहा. कोणत्याहि दहा ओळी पेन्सिलीवर उभ्या पडल्या असतां त्या पेन्सिलीचा जेवढा भाग व्यापतात त्या-पेक्षां जास्त भाग त्या तिरप्या पडल्या असतांना व्यापतात, असें तुम्हांस दिसून येईल. अर्थात् हिंवाळ्यांत आपणांस कमी उष्णता मिळण्याचें कारण, त्या दिवसांत सूर्याचीं किरणें जमिनावर तिरपीं पडून तीं जास्त जागेवर पसरतात; व त्यामुळे कोणत्याहि जमिनीचा तुकडा घेतला, तरी त्याच्या बांध्यास पूर्वीपेक्षां थोडीं किरणें येतात हेंच असलें पाहिजे.



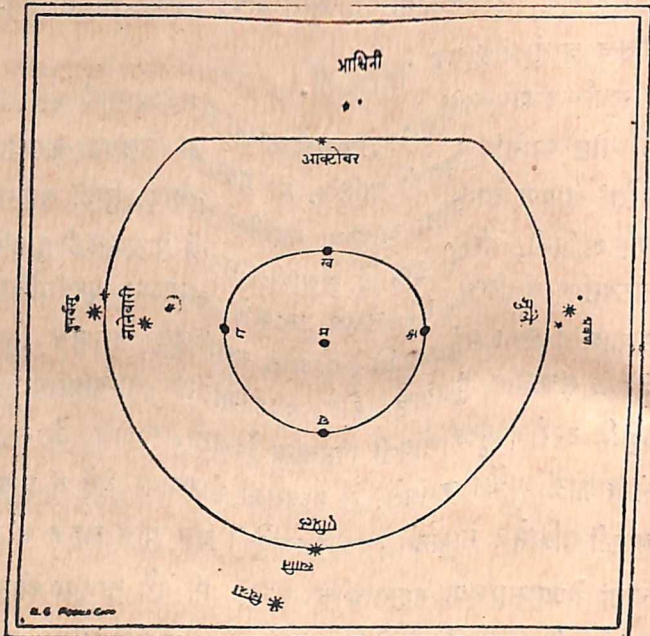
सूर्यापासून पृथ्वीस जास्तीत जास्त उष्णता दुपारच्या वेळी मिळते. उन्हाळ्यांत दुपारी सूर्याची किरणे उभी पडत असल्यामुळे ऊन्ह कडक भासते; व पृथ्वी इतकी तापते की, सूर्य अस्तास गेल्यावर देखील ती बराच वेळपर्यंत निवत नाही. रात्रीच्या वेळी उन्हाळ्यांत उकडते कां, हे यावरून तुमच्या ध्यानांत आलेच असेल. सेप्टेंबरच्या २२ तारखेनंतर दुपारी सूर्याची किरणे दररोज अधिकाधिक तिरपीं पडूं लागतात, व त्यामुळे जमीन दिवसां कमी तापते. ही उष्णता पुरेशी नसल्याने, सूर्यास्तानंतर जमीन थंड होऊं लागली कीं दिवसां मिळालेली उष्णता लवकरच संपून जमिनीच्या पदरची उष्णता खर्च होऊं लागते. या कारणाने पुढे कांहीं दिवसांनीं दररोज सकाळीं जमीन आधल्या दिवसापेक्षां जास्त थंड राहते. अशा रीतीने दिसेंबरच्या २२ तारखेपर्यंत ती एकसारखी थंड होत जाते, व म्हणून त्या समारास हिवाळ्यांतील कडक थंडी पडूं लागते. यानंतर सूर्याची किरणे कमी तिरपीं पडूं लागल्यामुळे थंडीचें मान कमी कमी होत जाऊन शेवटीं मार्चच्या २२ तारखेपावेतो ती अगदीं नाहीशी होते. सर्व ऋतूंत अत्यंत आल्हादकारक जो वसंत ऋतु तो ह्या समयांच असतो. ह्यानंतर पुढे उन्हाळा सुरू होतो; व तो सूर्य उत्तरेकडून परत फिरून डोक्यावर येऊन पुन्हां दक्षिणेकडे जाऊं लागेपर्यंत कायम असतो.

सारांश, सूर्यास दोन अगदीं भिन्न भिन्न प्रकारच्या गति दिसतात. पहिली दिवसरात्री करणारी दैनंदिन उदयास्ताची गति. ही गति म्हणजे पृथ्वीच्या आंसाभोंवतील फिरण्यामुळे उत्पन्न होणारा

एक भास होय हें पूर्वी दाखविलेंच आहे. परंतु हल्लीं आपण अगदींच निराळ्या प्रकारच्या गतीचा विचार करीत आहों ह्या गतीमुळें सूर्य आकाशांत दक्षिणोत्तर हेलकावे खातांना दिसतो; व हा दक्षिणोत्तर हेलकावा होण्यास जेवढा काळ लागतो तेवढ्यांतच ऋतूंचाहि एक फेरा होतो.

सूर्याच्या ह्या वार्षिक आंदोलनाचें कारण समजण्यासाठीं आणखी एक गोष्ट ध्यानांत घेतली पाहिजे. या प्रश्नाचा उलगडा करण्याकरितां आपण ताऱ्यांना आपल्या मदतीस बोलावूं. तुम्हीं लहानपणीं अश्विनी, भरणी इत्यादि सत्तावीस नक्षत्रें पाठ केलेलीं तुम्हांस आठवत असतलिच. हीं नक्षत्रें म्हणजे आपल्या पृथ्वीभोंवतीं आकाशांत एका वर्तुळाकृति पट्ट्यांत बसविलेले ताऱ्यांचे निरनिराळे सत्तावीस पुंजकेच होत. आकाशांतील ताऱ्यांबरोबर हा पट्टाहि दररोज पृथ्वीभोंवतीं फिरतांना दिसतो. म्हणजे, जें नक्षत्र संध्याकाळीं पूर्वेस उगवतें, तें मध्यरात्रीं डोक्यावर येतें व प्रातःकाळीं पश्चिमेस मावळतें. या नक्षत्रांपैकीं चार पांच सहज ओळखतां येण्यासारख्या नक्षत्रांचीच सध्यां मी येथें तुम्हांस ओळख करून देणार आहे. जानेवारी महिन्यांत संध्याकाळच्या वेळेस तुम्ही पूर्वेकडे तोंड करून उभे राहिलां, तर चार चांगल्या ठळक तारा तुमच्या समोर आकाशांत चमकतांना दिसतील. या तारांना पुनर्वसू नक्षत्र म्हणतात (चित्र ४ थें पहा). या महिन्यांत तें मध्यरात्रीं डोक्यावर येतें व प्रातःकाळच्या सुमारास अस्तास जातें. पुनर्वसूच्या ह्या चार तारांच्या उदयास्तांमध्ये एक मौज पहावयास मिळते. ती ही कीं, त्यांतल्या उत्तरेकडील दोन तारा उगवतांना

दक्षिणेकडील दोन तारांच्या अगोदर उगवतात, पण मावळतांना मागाहून मावळतात. एप्रिल महिन्यांत संध्याकाळीं जर तुम्हीं पूर्व दिशेकडे नजर फेंकली, तर पुनर्वसूच्या चार तारा तेथें दिसणार



चित्र ४—ह्या आकृतीवरून, म या ठिकाणीं पृथ्वी असून क, ख, ग, व घ या ठिकाणांवरून सूर्य जातो किंवा म या ठिकाणीं सूर्य असून क, ख, ग व घ या ठिकाणांवरून पृथ्वी जाते यांतून कोणतीहि कल्पना केली तरी निरनिराळ्या महिन्यांत मध्यरात्रीं निरनिराळीं नक्षत्रें डोक्यावर कशीं दिसतात याचा सारखाच खुलासा होतो.

नाहींत. त्यांच्या जागीं दोन अगदीं निराळ्याच तारा दृष्टीस पडतात. यांमध्ये उत्तरेकडे जी तारा दिसते ती स्वातीची, व दक्षिणेकडे दिसते

ती चित्राची. पुनर्वसूच्या चार तारा या वेळीं डोक्यावर आलेल्या असतात. मध्यरात्री स्वातीची तारा डोक्यावर येते व पुनर्वसूच्या तारा अस्तास जातात. प्रातःकालीं चित्रा व स्वाति ह्या दोन्हीहि तारा पश्चिम क्षितिजाकडे गेलेल्या असतात. जुलै महिन्यांत संध्याकाळीं पूर्वेच्या बाजूस एका सरळ रेषेत असलेल्या अशा तीन तारा दृष्टीस पडतात. यांपैकीं मधली एकच तारा तेजस्वी असून बाकी दोन कमी प्रतीच्या असतात. हें श्रवण नक्षत्र होय. स्वातीची तारा या वेळीं डोक्यावर आलेली असते व चित्राची तारा तिच्या नैर्ऋत्येकडे दिसते; परंतु पुनर्वसूच्या तारांचा मात्र कोठेंच पत्ता नसतो. मध्यरात्रीच्या वेळेस श्रवण नक्षत्र डोक्यावर येतें व प्रातःकालीं तें अस्तास जातें. आक्टोबर महिन्यांतहि संध्याकाळच्या वेळेस पूर्वेकडे तीन तारा नजरेस पडतात. पण श्रवण नक्षत्राप्रमाणें त्या एका रेषेत नसतात; इतकेंच नव्हे, तर त्यांतील एकहि तारा म्हणण्यासारखी तेजस्वी नसते. हें अश्विनी नक्षत्र होय. यांतील दक्षिणेकडच्या दोन तारा जवळ जवळ असून उत्तरेकडील तिसरी थोडी दूर असते. मध्यरात्रीच्या वेळीं ह्या तीनहि तारा डोक्यावर येतात व प्रातःकालीं अस्तास जातात.

म्हणजे, जानेवारी महिन्यांत मध्यरात्रीस पुनर्वसू नक्षत्र, एप्रिल महिन्यांत स्वाति नक्षत्र, जुलै महिन्यांत श्रवण नक्षत्र, आक्टोबर महिन्यांत अश्विनी नक्षत्र व दुसऱ्या वर्षी जानेवारी महिन्यांत पुन्हां पुनर्वसू नक्षत्र डोक्यावर येतें. यावरून काय सिद्ध होतें तें पहा. मागील पानांतील लहानशा चित्रांत मध्यभागीं म येथें पृथ्वी असून तिच्या समोवतालीं दुसऱ्या वर्तुळावर पुनर्वसू चित्रा, स्वाति,

श्रवण व अश्विनी हीं नक्षत्रें दाखविलीं आहेत. मध्यरात्रीच्या वेळेस सूर्य पृथ्वीच्या दुमऱ्या भागास असतो. जानेवारी महिन्यांत मध्यरात्रीं तुम्ही वर पुनर्वसूंकडे पहात असतां, तेव्हां सूर्य तुमच्या पायाखालीं असतो. अर्थात् तो पुनर्वसूंच्या विरुद्ध बाजूस क ह्या ठिकाणीं, म्हणजे श्रवण नक्षत्राच्या आसपास कोठें तरी दिसला पाहिजे. एप्रिल महिन्यांत मध्यरात्रीं आपणांस स्वाति नक्षत्र डोक्यावर दिसतें; म्हणून सूर्य त्या वेळीं ग्व ह्या ठिकाणीं, म्हणजे अश्विनी नक्षत्राच्या आसपास कोठें तरी दिसला पाहिजे. जुलै महिन्यांत मध्यरात्रीं श्रवण नक्षत्र डोक्यावर दिसतें; म्हणून सूर्य त्या वेळीं ग ह्या ठिकाणीं म्हणजे पुनर्वसू नक्षत्राच्या आसपास कोठें तरी दिसला पाहिजे. आणि आक्टोबर महिन्यांत मध्यरात्रीं अश्विनी नक्षत्र डोक्यावर दिसतें; म्हणून सूर्य त्या वेळीं ग्व ह्या ठिकाणीं, म्हणजे स्वाति नक्षत्राच्या आसपास कोठें तरी दिसला पाहिजे. याचा अर्थ असा कीं, सूर्य एका वर्षांत क, ख, ग व ग्व ह्या सर्व ठिकाणांवरून म्हणजे श्रवण, अश्विनी, पुनर्वसू व चित्रा-स्वाति ह्या नक्षत्रांतून फिरून पुन्हां दुसरी प्रदक्षिणा करूं लागलेला दृष्टीस पडतो. नुसत्या डोक्यानें सूर्याच्या प्रखर तेजांत दिवसां तारे दिसूं शकत नाहींत; परंतु दुर्बिणीचा* उपयोग केला, तर जानेवारी महिन्यांत श्रवणाच्या, एप्रिलांत अश्विनीच्या, जुलैमध्ये पुनर्वसूंच्या व आक्टोबरमध्ये चित्रास्वातीच्या तारा सूर्याजवळ दिसूं शकतात.

* साध्या दुर्बिणीनें सूर्याकडे पाहिलें असतां डोक्यास इजा होते. सूर्याचे वेध घेण्यास त्या कामासाठीं मुद्दाम तयार केलेल्या दुर्बिणी वापरतात.

परंतु सूर्य नक्षत्रांतून फिरतांना दिसतो हा केवळ भास होय. सूर्याच्या दैनंदिन उदयास्तांप्रमाणेंच त्याचें नक्षत्रांतील वार्षिक भ्रमणहि 'दिसतें तसें नसतें' या म्हणीची साक्ष पटविणारें एक उदाहरण आहे. कारण, पृथ्वी मध्यभागीं स्थिर असून सूर्य तिच्या-भोंवतीं फिरत असतो असें न मानतां, सूर्य मध्यभागीं स्थिर असून पृथ्वी त्याच्या भोंवतीं फिरत आहे अशी जरी कल्पना केली, तरी जें दिसतें त्याचा नीट उलगडा होऊं शकतो. उदाहरणार्थ, चित्र ४ मध्ये (पान ५४ पहा) सूर्य म ह्या ठिकाणीं स्थिर समजून जानेवारी महिन्यांत पृथ्वी ग ह्या ठिकाणीं असते असें मानिलें, तर मध्यरात्रीं पुनर्वसू नक्षत्र आपल्या डोक्यावर दिसेल. त्याचप्रमाणें एप्रिल महिन्यांत पृथ्वी घ ह्या ठिकाणीं मानल्यास मध्यरात्रीं स्वाति नक्षत्र डोक्यावर येईल; जुलै महिन्यांत ती कृ या ठिकाणीं मानल्यास मध्यरात्रीं श्रवण नक्षत्र डोक्यावर येईल व आक्टोबर महिन्यांत ती ख्र या ठिकाणीं मानल्यास मध्यरात्रीं अश्विनी नक्षत्र डोक्यावर येईल. सागंश, सूर्यास गति आहे ही कल्पना अजीबात टाकून देतां येण्यासारखी आहे. पृथ्वी चोवीस तासांत स्वतःच्या आंसाभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करते असें मानून ज्याप्रमाणें सूर्याच्या दैनंदिन गतीचा खुलासा होतो, त्याचप्रमाणें ती एका वर्षांत सूर्याभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करते असें मानून त्याच्या वार्षिक गतीचा खुलासा होऊं शकतो.

आपण सूर्यापासून ९,३०,००,००० मैल दूर आहोंत. तेव्हां, सूर्य पृथ्वीभोंवतीं प्रदक्षिणा करित असला, तर तो ज्या वर्तुळांतून फिरत असेल त्याचा व्यास ह्या अंतराच्या दुप्पट—म्हणजे

१८,६०,००,००० मैल असला पाहिजे. अर्थात् त्याच्या प्रदक्षिणेच्या मार्गाचा घेर ह्या व्यासाच्या तिप्पटीहून थोडा जास्त, म्हणजे ५८,५०,००,००० मैल होईल. एवढा मोठा प्रवास एका वर्षात म्हणजे ३६५ दिवसांत करण्यास सूर्याला दर सेकंदास सुमारे १८ मैलप्रमाणे पळावे लागेल. पृथ्वी सूर्याभोवती फिरत असली, तर तिला देखील तोच मार्ग आक्रमण करावा लागणार असल्यामुळे, एका वर्षात तो पुरा करण्यासाठी दर सेकंदास १८ मैलप्रमाणेच तिला आपली गति ठेवावी लागेल. सूर्याशी तुलना करून पाहतां आपली एवढी मोठी पृथ्वी देखील किती लहान भासू लागते हें तुम्हीं मागे पाहिलेच आहे. तेव्हां सूर्यासारखे प्रचंड धूड दर सेकंदास १८ मैल इतक्या वेगाने पृथ्वीभोवती घांवत असण्यापेक्षां पृथ्वीच ह्या वेगाने सूर्याभोवती प्रदक्षिणा करीत असणे अधिक शक्य आहे.

मध्यान्हीचा सूर्य एका वर्षात दक्षिणोत्तर हेलकावा खातांना दिसतो, व त्यामुळे त्याची किरणे कधी तिरपी तर कधी उभी पडून ऋतूंत फेरबदल होतो म्हणून जें पूर्वी सांगितलें, त्याचा संबंध पृथ्वी सूर्याभोवती फिरते या गोष्टीशीच आहे. पृथ्वीची कक्षा—म्हणजे तिचा सूर्याभोवती फिरण्याचा मार्ग—एका पातळीत आहे; त्यांत उंचनीचपणा त्रिकुल नाही. ही वर्तुळाकार कक्षा एखाद्या पलंगाच्या चौकटीप्रमाणे जर आपणांस दाट विणतां आली, तर तिची वीण संथ पाण्याच्या पृष्ठभागाप्रमाणे अगदी सपाट होईल. ह्या विणीचा जो पृष्ठभाग तीच पृथ्वीच्या कक्षेची पातळी होय. पृथ्वी सूर्याभोवती भ्रमण करीत असतांना

तिचा आंस जर ह्या पातळीशीं जमिनीवर ताठ उभ्या राहिलेल्या माणसाप्रमाणें नेहमीं काटकोन करून राहता, तर पृथ्वीच्या पाठीवर कोठेंहि व कधींहि ऋतूंत फेरबदल झाला नसता; विषुववृत्तावर—म्हणजे उत्तर व दक्षिण ध्रुव यांच्या मधोमध असलेली पृथ्वी सभोंवतीं एक रेषा काढिली तर त्या रेषेवर—मध्यान्हींच्या सूर्याचीं किरणें नेहमीं उभीं पडलीं असतीं, व दोनहि ध्रुवांवर तीं सूर्योदयाच्या किंवा सूर्यास्ताच्या वेळेइतकीं अगदीं तिरपीं पडलीं असतीं. अर्थात् अशा स्थितींत विषुववृत्तावरील प्रदेशांत सदासर्वकाळ अतिशय कडक उन्हाळा राहिल व ध्रुव प्रदेशांत बाराहि महिने पाणी गोठविण्याइतकी — किंबहुना त्याहूनहि जास्त — थंडी पडेल.

परंतु पृथ्वीचा आंस तिच्या कक्षेच्या पातळीवर ताठ उभा नाही. तो एका बाजूस बराचसा झुकलेला आहे. यामुळें पृथ्वीवरील कोणतेंहि ठिकाण घेतलें, तरी तेथें वर्षाच्या कांहीं भागांत सूर्याचीं किरणें बरींच तिरपीं येतात, तर कांहीं भागांत कमी तिरपीं येतात; व अशा रीतीनें प्रत्येक ठिकाणीं ऋतूंत फेरबदल घडून येऊन सदासर्वकाळ कडक थंडी किंवा सदासर्वकाळ कडक ऊन्हाळा असा विपरीत प्रकार कोठेंहि होत नाही.

पृथ्वीचा आंस तिर्कस असल्यामुळें मध्यान्हींच्या सूर्याचा दक्षिणोत्तर हेलकावा कसा होतो हें नीट समजून घ्यावयाचें असल्यास, तिसऱ्या प्रकरणांतील आरपार गळपट्ट्याची सुई घातलेलें नारिंग ध्या (पान ४१ पहा). आपली जमीन हीच ह्या नारिंगरूपी पृथ्वीच्या कक्षेची पातळी आहे असें समजूं, व खोलीच्या

मध्यभागी एखादा दिवा ठेवून तो सूर्य आहे अशी कल्पना करूं. खोलीच्या उत्तरेकडील भिंतीत उंच, मध्यभागी एखादा खिळा ठोकलेला असल्यास, तो उत्तरध्रुव म्हणून आपल्या कामास पडेल. सुई जेथून नारिंगाच्या बाहेर निघते, त्या दोन बिंदूंच्या मध्यभागी नारिंगावर एक टांचणी उभी टांचून तो पृथ्वीच्या त्रिषुववृत्तावर उभा असलेला कोणी माणूस आहे असे समजा. आतां तुम्ही, गळपट्ट्याच्या सुईची रेषा वाढविली असतां ती उत्तरेकडील भिंतीतल्या खिळ्याच्या डोक्यांतून जाईल अशा रीतीने नेहमी नारिंग धरून, तें घड्याळाचे कांटे फिरतात त्याच्या उलट दिशेने सुईभोंवती व त्याबरोबरच दिव्याभोंवती फिरवू लागा; म्हणजे सूर्याभोंवती पृथ्वी कशी फिरते याची तुम्हांस पूर्णपणे कल्पना करतां येईल.

नारिंग दिव्याभोंवती फिरवीत असतांना टांचणीरूपी मनुष्याचें तोंड खिळ्याकडे म्हणजे उत्तरध्रुवाकडे आहे असे आपण समजूं. अर्थात् त्याच्या समोरची बाजू ती त्याची उत्तर व पाठीकडील बाजू ती त्याची दक्षिण होईल. प्रथम दिव्याच्या दक्षिणेकडे तुमचें नारिंग धरा. या वेळीं नारिंगरूपी पृथ्वीचा उत्तरध्रुव सूर्याकडे वळलेला आहे, जून महिन्याच्या २२ व्या तारखेच्या सुमारास पृथ्वी ह्या स्थितीत असते. या दिवशीं नारिंगरूपी पृथ्वी स्वतःच्या आंसाभोंवती फिरत असतांना खिळ्याकडे तोंड करून उभ्या राहिलेल्या टांचणीरूपी माणसास दुपारच्या वेळीं सूर्य आपल्या समोरून म्हणजे उत्तरेकडून जातांना दिसेल. या नंतर तुमची नारिंगरूपी पृथ्वी फिरत फिरत दिव्याच्या पूर्वेस आली, कीं ती तिची सेप्टेंबरच्या २२ तारखेच्या सुमाराची स्थिति होईल. या दिवशीं सूर्य मध्यान्ही टांचणीच्या जागी असलेल्या

माणसाच्या डोक्यावरून जातो. नारिंग दिव्याच्या उत्तरेस आलें, कीं ती नारिंगरूपी पृथ्वीची दिसेंबरच्या २२ तारखेच्या सुमाराची स्थिति होईल. या दिवशीं सूर्य टांचणीच्या जागीं असलेल्या माणसाच्या पाठीमागून म्हणजे दक्षिणेकडून जातो. नारिंग दिव्याच्या पश्चिमेस आलें, कीं ती नारिंगरूपी पृथ्वीची मार्चच्या २२ तारखेच्या सुमाराची स्थिति होईल. या दिवशीं सूर्य टांचणीच्या जागीं असलेल्या माणसाच्या पुन्हां डोक्यावरून जातो. यानंतर नारिंग एक फेरा करून पुन्हां दिव्याच्या दक्षिणेस आलें म्हणजे ती नारिंगरूपी पृथ्वीची जूनच्या २२ तारखेच्या सुमाराची स्थिति होईल व त्या दिवशीं टांचणीच्या जागीं असलेल्या माणसास मध्यान्हीं सूर्य आपल्या समोरून म्हणजे उत्तरेकडून जातांना दिसेल यावरून, मध्यान्हींच्या सूर्याचा एका वर्षांत दक्षिणोत्तर हेलकावा कसा पुरा होतो, हें तुमच्या ध्यानांत येईल.

येथें कोणी अशी शंका घेईल कीं, पृथ्वी जर नऊ कोटि तीस लक्ष मैल अंतरावरून सूर्याभोंवतीं फिरत आहे, तर दुर्बिणींतून सूर्यबिंब कधीं लहान तर कधीं मोठें दिसतें म्हणून म्हटलें तें कसें? सूर्यबिंबाच्या आकारांत जो फरक पडलेला दिसतो, तो फार थोडा असतो हें मागें सांगितलेंच आहे. हा फरक पडण्याचें कारण पृथ्वीची कक्षा दीर्घवर्तुळाकृति असून सूर्य हा या दीर्घवर्तुळाच्या एका केन्द्रस्थानीं आहे. दीर्घवर्तुळाची आकृति तुम्हांस काढून पहावयाची असल्यास, जमिनीवर कांहीं अंतरावर दोन खिळे ठोका. नंतर एक दोरीचा तुकडा मालेप्रमाणें करून ह्या खिळ्याभोंवतीं घाला, व त्यांतच पेन्सिलीचे टोंक अडकवून दोन खिळे व पेन्सिलीचें टोंक यांनीं ती दोरी एखाद्या त्रिकोणाप्रमाणें

ताणली जाईल इतक्या अंतरावर पेन्सिल घरा. आतां दोरी ताण-
लेली ठेवून जर तुम्हीं पेन्सिलीचें टोंक हळू हळू दोन्ही खिळ्यां-
भोंवतीं फिरविलें, तर पेन्सिलीच्या टोंकानें जमिनीवर दीर्घवर्तुळाची
आकृति निघेल. ज्या ठिकाणीं दोन खिळे ठोकलेले आहेत ते
दोन बिंदु ह्या दीर्घवर्तुळाचीं दोन केन्द्रें होत. दोरीच्या लांबीच्या
मानानें खिळे जितके लांब ठोकावे, तितकें दीर्घवर्तुळ लांबोळें
निघतें, व जसजसे ते जवळ जवळ ध्यावे तसतशी दीर्घवर्तुळाची
आकृति साध्या वर्तुळाप्रमाणें गोल होऊं लागते. पृथ्वीची कक्षा
ही असल्याच एका दीर्घवर्तुळाप्रमाणें असून सूर्य त्या दीर्घव-
र्तुळाच्या एका केन्द्राच्या जागीं आहे. यामुळें पृथ्वी जेव्हां जून
महिण्यांत तिच्या कक्षेचीं दोन केन्द्रें जोडून वाढविलेल्या रेषेच्या
एका टोंकाशीं येते, तेव्हां ती सूर्यापासून जास्तीत जास्त जवळ
असते; व जानेवारी महिन्यांत या रेषेच्या दुसऱ्या टोंकाशीं जाते
तेव्हां ती जास्तीत जास्त दूर असते. सूर्यबिंब कधीं लहान तर कधीं
मोठें दिसतें याचें कारण हेंच होय. पृथ्वीच्या कक्षेचें दीर्घवर्तुळ
साध्या वर्तुळाहून फारच थोडें भिन्न आहे. ह्या दीर्घवर्तुळाच्या दोन
केन्द्रांमधील अंतर अवघें ३१,००,००० मैलच असल्यामुळें जून
महिण्यापेक्षां जानेवारी महिन्यांत पृथ्वी ३१,००,००० मैलांहून
सूर्याच्या अधिक जवळ जात नाहीं. हा फरक पृथ्वी व सूर्य
यांच्यामधील अंतराच्या मानानें फारच थोडा आहे; व म्हणून
जून महिन्यांत सूर्यबिंब जेवढें दिसतें त्याहून जानेवारी महिन्यांत
तें फारसें लहान दिसत नाहीं.

हिवाळ्यांत दिवस लहान होतो व उन्हाळ्यांत तो मोठ
होतो, हें पृथ्वीच्या आंसाच्या तिर्कसपणामुळेंच होय. हिवाळ्यांत

आपला उत्तर गोलार्ध सूर्याच्या विरुद्ध बाजूस झुकलेला असल्यामुळे त्याचा उजेडापेक्षां अंधारांत जास्त भाग असतो, व म्हणून या दिवसांत तेथें दिवस लहान व रात्र मोठी असते. उलट पक्षां उन्हाळ्यांत उत्तर गोलार्ध सूर्याच्या बाजूस झुकलेला असल्यामुळे त्याचा अंधारापेक्षां उजेडांत जास्त भाग असतो, व म्हणून या दिवसांत तेथें दिवस मोठा व रात्र लहान होते. पृथ्वीच्या विषुववृत्तापासून जसजसें उत्तरेकडे किंवा दक्षिणेकडे अधिक दूर जावें, तसतसा दिवसरात्रींच्या लहानमोठेपणांत अधिकाधिक फरक पडूं लागतो. उत्तर व दक्षिण ध्रुव हे दोन बिंदु तर संबंध सहा महिने उजेडांत व सहा महिने अंधारांत असतात. तेथें सहा महिनेपर्यंत दररोज चोवीस तास दिवस असतो व सहा महिनेपर्यंत दररोज चोवीस तास रात्र असते.

यावरून हिवाळ्यांत उष्णता कमी मिळते याचें सूर्यकिरणांच्या तिर्कसपणाशिवाय आणखीहि एक दुसरें कारण आहे, ही गोष्ट तुमच्या ध्यानांत आल्याशिवाय राहणार नाहीं. हिवाळ्यांत सूर्याची किरणें नुसतीं तिरपीं पडून जास्त जागेवर पसरलीं असतीं, तरी तेवढ्या एका कारणामुळे देखील वर्षाचा तो भाग थंड भासू शकला असता. परंतु हिवाळ्यांत दिवस लहान झाल्यामुळे, सूर्यास उन्हाळ्यांत दररोज पृथ्वी तापनावयास जितका वेळ मिळतो तितका हिवाळ्यांत मिळत नाहीं; व या योगानें हिवाळ्याच्या थंडींत आणखी जास्तच भर पडते. हीं दोन मोठीं कारणें लक्षांत घेतलीं, म्हणजे हिवाळ्यांत पृथ्वी सूर्याच्या किंचित् अधिक जवळ आली असतां हि थंडी इतकी कां पडते, हें तुमच्या ध्यानांत येईल.





प्रकरण पांचवें.



सूर्याची उष्णता.



काशांतील ज्योतीमध्ये सूर्य हा अत्यंत तेजस्वी आहे. तो आपल्यापासून सवा नऊ कोटि मैलांहूनहि अधिक दूर आहे, तरी त्याचे ऊन्ह इतके कडक असते कीं उन्हाळ्यांत घराबाहेर पडणें आपल्या अगदीं जिवावर येते. हिवाळ्यांत एखादा थंडीने कांपत असलेला मुलगा धग-धगीत निखार्यांची शेकोटी अमलेच्या अशा खोलींत शिरला, तर लागलीच त्याच्या अंगास किंचित् ऊब येते; व जसजसा तो विस्त-वाच्या अधिकाधिक जवळ जातो तसतसा त्यास अधिकाधिक शोक लागू लागतो. सूर्याची गोष्ट देखील तशीच आहे. आपण जर आहों त्यापेक्षा सूर्याच्या अधिक जवळ गेलों तर आपणांस हल्लीपेक्षां अधिक ऊन्ह लागू लागेल. व त्याहून थोडे अधिक पुढें गेल्यास सूर्याचे ऊन्ह सहन देखील होणार नाही; आपण त्या उन्हांमध्ये अगदीं भाजून निघूं. उलट पक्षीं जर आपणांस सूर्यापासून बरेच दूर नेऊन ठेविलें, तर तेथें इतकी थंडी वाजूं लागेल

कीं आपल्या पृथ्वीवरील एकहि प्राणी त्या थंडीत जिवंत राहू शकणार नाही.

पण घटकाभर अशी कल्पना करा कीं, यक्षिणीनें कांडी फिरवून वाटेल तितके कडक ऊन्ह सहन करण्याची तुम्हांस शक्ति दिली व पृथ्वीवरून सूर्याकडे जाण्याची कांहीं युक्तिहि तुमच्या हातीं लागली. अशा स्थितींत सूर्यलोकच्या प्रवासांत काय काय मौजा तुमच्या दृष्टीस पडतील असें तुम्हांस वाटते? तुम्ही आपल्याबरोबर मेणबत्तीचा तुकडा, शिशाची गोळी, तांब्याचा पैसा, लोखंडाचा कलथा व एक गारगोटी इतके सामान घ्यावयास मात्र विसरूं नका. तुम्ही जसजसें पुढें जाल, तसतसें सूर्याचे ऊन्ह अधिकाधिक प्रखर होऊं लागेल; व तुमच्या जवळ असलेली मेणबत्ती मऊ मऊ होत शेवटीं तिचे वितळून पाणी होईल. शिशाची गोळी आतां चांगली कढत झाली असेल. याहून पुढें गेला तर ती देखील मऊ व्हावयास लागेल, व कांहीं वेळानें मेणबत्तीप्रमाणें तिचाहि रस होईल. भजून तुमच्या जवळ पैसा, कलथा व गारगोटी इतक्या वस्तु शिल्लक आहेत. आतां त्या तांब्याच्या पैशाकडे पहा. तो कसा हळू हळू तांबडालाल होत चालला आहे! कांहीं वेळानें त्याचीहि पूर्वींच्या दोन वस्तूंसारखीच अवस्था होणार आहे. पैसा वितळला तेव्हां कलथाहि चांगला तांबडालाल झाला होता. तुम्ही आणखी पुढें गेला, म्हणजे त्याचीहि उष्णता इतकी वाढेल, कीं तो पांढरा फटफटीत होऊन त्याच्या तेजःपुंज प्रकाशाकडे तुमच्याच्यानें पहावणार सुद्धां नाही. त्यानंतर कांहीं वेळानें ह्या लोखंडाच्या कलथ्याचाहि रस

होईल. राहतां राहिली गारगोटी. पण तुम्ही नेटानें पुढें जाऊं लागलां, तर तिचीहि हळू हळू इतर वस्तूप्रमाणेंच दशा होईल.

ह्या वस्तु केवळ रूपांतर करूनच स्वस्थ बसणार नाहीत. मेणवत्तीचें पाणी झालें होतें, तें आतां कोठें आहे तें पहा. तें अगोदरच तुमच्या हातावर तुरी देऊन निघून गेलें आहे. तुम्ही शिशातांब्याच्या रसाची गंमत पाहण्यांत गर्क झाला होतां, तेव्हांच तें वाफेसारखें सूक्ष्म रूप धारण करून तुमच्या जवळून निसटून गेलें. सूर्यापावेतो पोहोचेपर्यंत तुमच्या जवळील सर्व पदार्थ अशाच रीतीनें तुम्हांस दगा देऊन सोडून जातील. याक्षिणीची कृपा आहे म्हणून तुम्ही मात्र थेटपावेतो सुखरूप जाऊन पोहोंचाल. नाहीतर तुमचें शरीर देखील तुमच्याजवळ टिकून राहिलें नसतें !

यावर तुम्ही असा प्रश्न कराल, कीं हें सर्व तुम्हांस कसें कळेलें? आजपावेतो कधीं कोणास सूर्यलोकच्या प्रवासाचा अनुभवच जर घेतां आला नाही, तर त्या प्रवासांत काय गोष्टी घडतील हें तुम्ही खात्रीपूर्वक कसें सांगूं शकतां? सूर्य हा आगीचा लोळ आहे असें मानावयास अनेक कारणे आहेत; परंतु त्यांपैकी एकच फक्त येथें सांगतो. तुमच्यापैकीं पुष्कळांनीं चष्म्याचीं किंवा सायकलीच्या दिव्याचीं बाह्यगोल भिंगें पाहिलीं असतील. ह्या भिंगांचा पृष्ठभाग चेंडूच्या एखाद्या लहान तुकड्याप्रमाणें बाहेरच्या बाजूस फुगीर किंवा गोल असतो, म्हणून त्यांना बाह्यगोल भिंगें म्हणतात. अशा प्रकारचें एक भिंग घेऊन तें उन्हांत धरा व त्याचा कवडसा एका कागदाच्या तुकड्यावर पाडा. भिंग मार्गे किंवा पुढें सरकवून तुम्हांस हा कवडसा एखाद्या लहान तिळाइतका बारीक करतां

येईल. बाह्यगोल भिंगाच्या अंगी असा एक गुण असतो, कीं त्याजवर उभीं पडलेलीं किरणें त्यांतून पलीकडे गेल्यावर बाह्यगोल भिंगाच्या केंद्रस्थानीं एका बिंदूंत गोळा होतात. ज्याच्या दोन्ही बाजू सपाट आहेत असें एखादे भिंग घेतलें, तर त्याजवर उभीं पडलेलीं किरणें त्यांतून सरळ बाहेर जातात. व त्यामुळ भिंगांतून निघालेल्या प्रकाशाची उष्णता पूर्वींइतकीच किंबहुना थोडी कमी असते. परंतु बाह्यगोल भिंगाचा जो ठिपक्यासारखा कवडसा पडतो, त्यांत सर्व भिंगभर पडलेलीं किरणें एकत्र झालीं असल्यामुळें त्याची उष्णता इतकी वाढते कीं, त्यायोगें एखादा कागद, कपडा किंवा लांकूड देखील पेटवितं येतें. हा ठिपका तुम्हीं आपल्या हातावर घेतला तर तुमच्या हातास चटका बसेल, आगकाडीवर टाकला तर ती जळूं लागेल व दारूवर टाकला तर ती एकदम पेट घेऊन मोठा भडका उडेल!

हाच प्रयोग एखाद्या मेणबत्तीचीं किरणें बाह्यगोल भिंगावर घेऊन करून पहा. मेणबत्ती पुरेशी दूर ठेवली, तर तिचाहि बाह्यगोल भिंगावर पडलेला प्रकाश भिंगाच्या केंद्रस्थानीं एका बिंदूंत एकवटतां येतो. पण हा ठिपका हातावर घेतला तर त्याची उष्णता हातास मुळींच भासत नाही. एखाद्या मोठ्या विस्तवासमोर बाह्यगोल भिंग धरलें, तरी देखील भिंगाच्या केंद्रस्थानीं पडणाऱ्या ठिपक्याचें उष्णमान भासण्याइतक अधिक होत नाही. प्रो. टिंडाल यांनीं प्रयोग करून असें दाखविलें आहे कीं, विजेच्या दिव्याचीं किरणें बाह्यगोल भिंगानें एकत्र करून मेणबत्ती पेटवितं येते. परंतु दिव्याच्या तापलेल्या तारेच्या उष्णमानापुढें केंद्रस्था-

नच्या ठिपक्याचें उष्णमान कांहींच नसतें. केन्द्रस्थानच्या ठिपक्यांतून एखाद्यानें बोट फिरविलें, तरी त्यास विशेषसा चटका बसणार नाही; पण प्रत्यक्ष विजेच्या दिव्यांत बोट घालण्याचें धाडस करणें मात्र अत्यंत अपायकारक होईल.

ह्या सर्व प्रयोगांवरून असें दिसून येतें कीं, ज्या ठिकाणचीं किरणें आपण बाह्यगोल भिंगावर घेतों, त्या ठिकाणचें उष्णमान केन्द्रस्थानच्या उष्णमानापेक्षां केव्हांहि अनेक पटीनें अधिक असतें. अर्थात् हा नियम सूर्याच्या उष्णतेस देखील लागू असलाच पाहिजे. तीन फूट व्यासाचें बाह्यगोल भिंग बनवून, त्यावर सूर्यकिरणें पाहून तीं केन्द्रस्थानीं एकत्र केलीं असतां तेथील उष्णतेत पोलादासारखा पदार्थहि वितळवून दाखवितां येतो. इतकेंच नव्हे, तर मोठमोठ्या भट्ट्यांत जे पदार्थ वितळत नाहीत ते देखील ह्या भिंगाच्या केन्द्रांत वितळवितां आले आहेत. सूर्यकिरणांमुळें नऊ कोटि तीस लक्ष मैल अंतरावर धरलेल्या बाह्यगोल भिंगाच्या केन्द्रांत जर इतकें उष्णमान येऊं शकतें, तर हीं किरणें जेथून उगम पावतात त्या सूर्यगोलाचें उष्णमान किती असेल बरें? ह्या सर्व गोष्टींचा विचार करतां सूर्यगोलाचें उष्णमान आपल्या पृथ्वीवरील सर्व पदार्थ वाष्परूप स्थितींत ठेवण्याइतकें प्रचंड असलें पाहिजे असें अनुमान करावें लागतें.

एक चौरस फूट (म्हणजे एक फूट लांब व एक फूट रुंद) एवढ्या जमिनीच्या तुकड्यास एका मिनिटांत सूर्यापासून किती उष्णता मिळते, हें तेवढ्या जागेवर पडलेलीं सूर्याचीं किरणें एका मिनिटांत पाण्याचें उष्णमान किती वाढवूं शकतात तें पाहून समजूं शकतें.

तें समजलें कीं, पृथ्वीवरील एक चौरस फुटास इतकी उष्णता मिळण्यासाठीं नऊ कोटि तीस लक्ष मैळ अंतरावर असलेल्या सूर्य-गोलाच्या एका चौरस फुटापासून एका मिनिटांत किती उष्णता बाहेर पडली पाहिजे हें केवळ गणित करून काढतां येतें. सूर्याचा व्यास ठाऊक झाल्यावर सूर्य गोलाच्या पृष्ठभागांत किती चौरस फूट असतात हें काढणें फारसें कठीण नाहीं. यामुळें एकंदर सूर्य-गोलाची दर मिनिटास किती उष्णता खर्च होत असते हें आपणांस कळून चुकलें आहे. समजा कीं, सूर्याच्या जागीं तेवढ्याच आकाराचा दगडी कोळशाचा एक मोठा गोळा असून, एवढा दगडी कोळसा जळण्यासाठीं लागणाऱ्या प्रचंड प्राणवायूचाहि तेथें पुरवठा आहे. दगडी कोळसा जळूं लागला कीं किती उष्णता उत्पन्न होते, याचा बहुधा तुम्हांस अनुभव असलेच. परंतु, सूर्य-गोलाच्या आकाराचा दगडी कोळशाचा अग्नि सूर्याइतकाच इतस्ततः उष्णतेचा पुरवठा करूं लागला, तर तो सहा हजार वर्षांतच नामशेष झाल्याशिवाय राहणार नाहीं. सूर्याचें किरणविसर्जन म्हणजे उष्णता बाहेर टाकण्याची क्रिया अनादि कालापासून चालली असतांही, तो यत्किंचित्सुद्धां थंड झाला असल्याची अद्यापपर्यंत कोणीं कधीं तक्रार केलेली नाहीं. अर्थात् सूर्यास त्याच्या उष्णतेचा पुरवठा ज्वलनक्रियेपासून होत नसला पाहिजे हें उघड आहे.

किरणविसर्जनामुळें कमी होत असलेली सूर्याची उष्णता त्यावर होणाऱ्या उल्कापातानें भरून निघत असेल असेंहि एक अनुमान करण्यांत आलें आहे. एखादा अत्यंत तेजस्वी

तारा पृथ्वीच्या बराच जवळ येऊन तुटलेला तुम्हीं कधी पाहिला असेल. हे जे तारे तुटतांना दिसतात त्यांना उल्का असे म्हणतात. उल्का मूळच्या स्वयंप्रकाशित नसतात. प्रकाशहीन उल्का पृथ्वीच्या आकर्षणाच्या तडाक्यांत सांपडल्या, म्हणजे त्या पृथ्वीकडे वाढत्या वेगाने येऊं लागतात; व अशा रीतीने त्या जोराने खाली येत असतां हवेच्या घर्षणामुळे तापून त्यांची उष्णता इतकी वाढते की, त्या पांढऱ्या फटफटीत होऊन पुष्कळ वेळां जमिनीवर पडण्यापूर्वीच त्यांच्या द्रव्याचे वाफेत रूपांतर होतें. सूर्याचे द्रव्य पृथ्वीच्या कित्येक पट असल्यामुळे त्याची आकर्षणशक्तिहि पृथ्वीहून बरीच जास्त आहे. तेव्हां पृथ्वीपेक्षां सूर्यावर बऱ्याच अधिक उल्का पडत असल्या पाहिजेत, व त्यांचा सूर्याकडे पडण्याचा वेगहि पृथ्वीवर पडणाऱ्या उल्कांहून पुष्कळ अधिक असला पाहिजे. ह्या उल्कापातामुळे सूर्याच्या उष्णतेत पाहिजे तेवढी भर पडूं शकेल. एकंदर आपल्या पृथ्वीइतक्या उल्काद्रव्याचा सूर्यगोलावर वर्षाव झाला, तर त्यायोगे सुमारे शंभर वर्षांच्या किरणविसर्जनामुळे त्याच्या उष्णतेत पडणारी तूट भरून निघूं शकते. परंतु सूर्याच्या आकर्षणक्षेत्रांत त्याच्या तडाक्यांत सांपडण्यासारखें इतकें अमर्याद द्रव्य नसल्यामुळे, ह्याहि रीतीने सूर्यास उष्णतेचा पुरेसा पुरवठा होणे शक्य नाही. किरणविसर्जनामुळे सूर्य जेवढी उष्णता गमावितो त्याचा दशलक्षांशावाहि भाग बहुधा त्यावर होणाऱ्या उल्कापाताने भरून निघत नसावा.

मग सूर्याची ही सर्व उष्णता येते तरी कोठून ? किरणविसर्जनामुळे कमी होणाऱ्या उष्णतेची भरपाई करण्याइतकें द्रव्य बाहेरून सूर्यगोलांत येऊन पडत नाही हें खरें. परंतु बाहेरील द्रव्य सूर्यगोलांत पडून जें कार्य व्हावयाचें, तेंच कार्य स्वतः सूर्यगोलाचेंच द्रव्य हळू हळू खाली जाऊन करीत आहे. कोणताहि पदार्थ थंड झाला म्हणजे त्याचा आकार कमी होतो असा एक निसर्गाचा नियम आहे. पहिल्या प्रकरणांत सांगितलेल्या प्रयोगाच्या साहाय्याने ही गोष्ट तुम्हांस सहज करून पाहतां येण्यासारखी आहे (पान ८ पहा). तेव्हां, किरणविसर्जनामुळे सूर्य थंड झाला कीं त्याचाहि आकार कमी होत असलाच पाहिजे. अशा रीतीने सूर्याचा व्यास दर वर्षी सुमारे २५० फूट कमी झाला, तरी किरणविसर्जनामुळे सूर्याच्या उष्णतेत पडणारी तूट सहज भरून येऊं शकेल. सूर्याचा व्यास दर वर्षी २५० फूट संकोचन पावणें याचा अर्थ सूर्यगोलाचें द्रव्य दर वर्षी १२५ फूट, म्हणजे दररोज सुमारे ४ इंच खचणें होय. एवढ्या मोठ्या सूर्यगोलाचें द्रव्य ४ इंच जरी खाली गेलें, तरी त्याच्या पडण्यामुळे प्रचंड उष्णता उत्पन्न होईल. गति व उष्णता ही दोन्ही शक्तींचीच रूपे आहेत. शक्ति ही अविनाशी आहे, म्हणजे तिचा कधीं नाश होत नाही. तिचें एक रूप जाऊन त्याच्या जागीं दुसरें रूप येतें एवढेंच काय तें. पोहे कांडतांना किंवा दुसरा कांहीं पदार्थ कुटतांना कुटणारणीच्या बाहूंनील जोराचें मुसळाच्या गर्तींत रूपांतर होतें; व मुसळ उखळांत आदळून त्याची गति थांबली कीं ती गतिरूप शक्ति उष्णतेचें रूप धारण करते. मुसळाच्या खालच्या भागास तुम्हीं

हात लावून पाहिला, तर तो तापलेला आढळून येईल. सूर्यद्रव्य खाली खचल्यामुळे जी उष्णता उत्पन्न होते, ती याच नियमानुसार होय. सारांश, किरणविसर्जनामुळे सूर्य संकोचन पावतो, व तो संकोचन पावल्यामुळे उष्णता उत्पन्न होते. अशा रीतीने, सूर्य थंड होण्याची क्रिया चालली असतांच नवीन उष्णता उत्पन्न होऊन ती सूर्याचे उष्णमान कायम राखते.

सूर्याची ही खचण्याची क्रिया पूर्वापारपासून अव्याहत चालत आली असली पाहिजे यांत संशय नाही. या सर्व काळांत त्याचा खचण्याचा वेग नेहमी एकच असेल असे म्हणतां येत नाही. तथापि सूर्याचे किरणविसर्जनाचे मान आरंभापासून हळीं इतकेच राहिले आहे असे धरून चालले, तर अवघ्या एक कोटि ऐशी लक्ष वर्षांपूर्वीच त्याचा विस्तार पृथ्वीच्याहि कक्षेबाहेर कोट्यवधि मैल दूरपर्यंत पसरला असला पाहिजे, असे गणिताने सिद्ध करून दाखवितां येते. ही जर उपपत्ति खरी असली, तर सूर्याचे सर्व आयुष्य—म्हणजे त्याच्या उत्पत्तीपासून विलयापर्यंतचा काळ सुमारे तीन कोटि वर्षांइतकाच असला पाहिजे, असे म्हणणे प्राप्त होते. उल्कापात, संकोचन वगैरे निरनिराळ्या सर्व प्रकारांनी होणारा उष्णतेचा पुरवठा जमेस धरला, तरी सूर्याची आयुष्यमर्यादा सहा कोटि वर्षांहून अधिक वाढवितां येत नाही.

सूर्य वायुरूप स्थितीत असल्यामुळे त्याचे वजन त्याच्या आकाराच्या मानाने वरेंच कमी असले पाहिजे, हे उघड आहे. सूर्याचा आकार पृथ्वीच्या १३,०५,००० पट आहे, पण त्याचे वजन मात्र पृथ्वीच्या सारे ३,३०,००० पटच आहे. यावरून सूर्याची

घनता (जडपणा) पृथ्वीच्या अवघी पावपटच निघते. पृथ्वीचे विशिष्टगुरुत्व ५ आहे. म्हणजे पृथ्वीचे वजन, तिच्याच आकाराच्या पाण्याच्या गोळ्याचे जेवढे वजन होईल त्याच्या पांचपट आहे. सूर्याची घनता पृथ्वीच्या पावपट असल्यामुळे, सूर्याचे वजन त्याच्याच आकाराच्या पाण्याच्या गोळ्याचे जेवढे वजन होईल त्याच्या सवापट असले पाहिजे. किंवा दुसऱ्या शब्दांत सांगावयाचे म्हणजे सूर्याचे विशिष्टगुरुत्व $9\frac{1}{8}$ आहे. सूर्य वायुरूप स्थितीत असता, त्याचे द्रव्य एकंदरीत पाण्याहूनहि जड असावे, हे थोडे चमत्कारिक दिसते. सूर्याच्या उष्णतेत कोणतेहि द्रव्य वायुरूप स्थितीशिवाय दुसऱ्या कोणत्याहि स्थितीत राहणे शक्य नाही हे खरे. परंतु सूर्याचे विराट स्वरूप लक्षांत आणून त्याच्या अंतर्भागातील वायूवर किती दडपण पडत असेल याची कल्पना करा. ह्या प्रचंड दडपणामुळे आंतील वायूंचे अणु इतके एकमेकांजवळ येतात की, वायुरूप स्थितीत राहूनहि त्यांची घनता द्रवरूप पदार्थाहून, किंबहुना घनरूप पदार्थाहूनहि, अधिक होऊ शकते !





प्रकरण सहावें.



सूर्यावरील डाग.



डे दिपविण्याइतकें तेज असलेलाः सूर्य, पण त्यावर सुद्धा डाग असूं शकतात ही गोष्ट अत्यंत आश्चर्यकारक आहे. चंद्रावरील डाग चांदण्या रात्री प्रत्येकास पहावयास मिळतात. हे

डाग पाहून किलेकांस ते चंद्राचे नाकडोळे आहेत असा भास होतो. आपल्या देशांतील प्राचीन कवीना त्यांत सशाचें चित्र दिसलें व इंद्रजांच्या पूर्वजांस त्यांची आकृति एखाद्या वृद्ध मनुष्याच्या चित्राप्रमाणें वाटली. हे डाग कशासारखेहि दिसत असले, तरी ते चंद्ररूपी पांढऱ्या कागदावर काळ्या शाईच्या रेषांप्रमाणें आहेत हें स्पष्ट आहे. तथापि अशाच प्रकारचे डाग सूर्यावर देखील असतील, ही कल्पना दुर्बिणीचा शोध लागेपर्यंतः क्रोणाच्या डोक्यांत येणें शक्य नव्हतें. सूर्याच्या चित्रांत त्यास चंद्राप्रमाणेंच नाकडोळे काढण्याचा आपल्याकडे प्रघात आहे; परंतु त्याच्या मुळाशीं सूर्यावरील डागांची काहीं कल्पना असेल असें वाटत नाहीं. चंद्रा-

वरील डागांचें नाकडोळ्यांशीं जें सादृश्य दिसतें, त्यावरून सूर्यासहि तसेच नाकडोळे कल्पण्याचा आपल्याकडील चितान्यांस मोह पडलेला दिसतो. याचा अर्थ असा नाहीं, कीं दुर्बिणीचा शोध लागण्यापूर्वीं सूर्यावरील डाग कोणास कधीं दिसलेच नसतील. कारण, कधीं कधीं तर हे डाग इतके मोठे होतात कीं, सूर्याचा प्रकाश डोळे न दिपविण्याइतका मंद असतांना ते नुसत्या डोळ्यांनीं देखील दिसूं शकतात. इसवी सनाच्या सहाव्या शतकाच्या आरंभास आपल्या देशांत वराहमिहिर नांवाचा ज्योतिषी होऊन गेला. त्यानें बृहत्संहितेंत सूर्याचें जें वर्णन दिलें आहे, तें वाचीत असतां त्यास व त्याच्या पूर्वींच्या ज्योतिष्यांस सूर्यावरील डाग दिसले असावे असें खात्रीनें वाटतें.

सूर्यावरील डागाचा मध्यभाग काळाकुळकुळीत असून, या काळ्या भागाच्या आतीभोंवतीं अंधुकशा छायेचें कडें पसरलेलें असतें. डागांचे आकार तऱ्हेतऱ्हेचे असतात (पान ७९, चित्र ५ पहा); व कधीं सूर्यबिंबावर त्यांचा मागमूसहि दिसत नाहीं; तर कधीं त्यांची अगदीं रेलचेल असते. अर्थात् चंद्रावरील डागाप्रमाणें सूर्यावरील डाग हे सूर्यगोलावरील कायमच्या खुणा असण्याचा मुळींच संभव नाहीं. हे डाग म्हणजे सूर्याच्या तेजोमंडलावरील प्रकाशमान ढगांच्या फटींतून दिसणारा सूर्याच्या काळसर अंतर्भागाचा देखावा होय. सदरहू प्रकाशमान ढग हे पृथ्वीवरील ढगाप्रमाणेंच चंचल प्रकृतीचे असल्यामुळे, त्यांच्यामधील फटींच्या आकारांत एकसारखा बदल होत असतो; व त्यायोगें त्या फटींतून दृग्गोचर होणारा सूर्यगर्भाचा काळसर भाग निरनिराळीं

रूपें धारण करतो. आसपासचे ढग जवळजवळ येऊन त्यांच्या मधील फट नाहींशी झाली, म्हणजे पूर्वीं तेथें दिसत असलेला डाग अजीवात अदृश्य होतो; व एकमेकांस लागून असलेले ढग अलग अलग होऊन त्यांच्यामध्ये फट उत्पन्न झाली, कीं त्या ठिकाणीं नवीन डाग दिसूं लागतो.

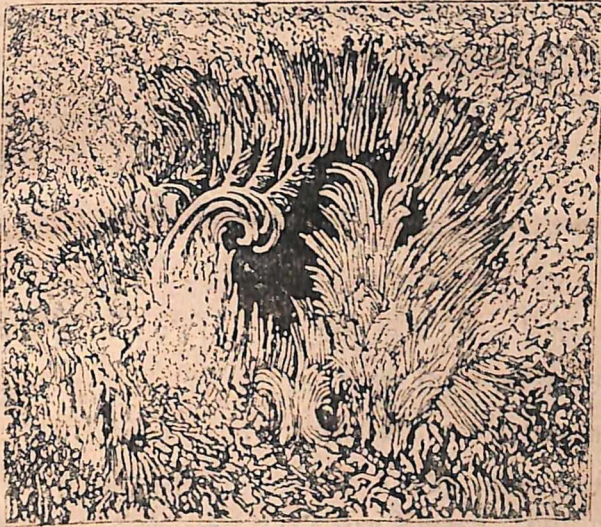
सूर्याचा अंतर्भाग सभोंवतालच्या मेघावरणापेक्षां बराच कमी प्रकाशमान असतो, व त्यामुळें मेघांच्या तेजापुढें त्याचें तेज फिकें पडून तो काळा दिसतो. तथापि यावरून वरील मेघावरणापेक्षां हा अंतर्भाग कमी उष्ण असतो अशी मात्र समजूत करून घेऊं नये. उलट पक्षीं पृथ्वीप्रमाणें सूर्यावरहि जितकें जितकें गोलाच्या अधिकाधिक आंत शिरावें, तितकी तितकी त्याची उष्णता अधिकाधिक होत जाते. तेजोमंडलाच्या मेघावरणापेक्षां त्याचा अंतर्भाग अधिक उष्ण असूनहि तो कमी तेजस्वी दिसतो याचें कारण तो वायुरूप आहे हें होय. ह्या भागाची उष्णता इतकी प्रचंड असते कीं, तेथें कोणताहि पदार्थ घनरूप किंवा द्रवरूप स्थितींत राहणें अशक्य आहे. इतकेंच नव्हे, तर ह्या उष्णतेत पृथ्वीवरील एकूण एक पदार्थाचें संपूर्ण पृथक्करण होऊन त्याचें मूलद्रव्यांत रूपांतर होईल. पृथ्वीच्या पाठीवर कोट्यवधि प्रकारचे पदार्थ दिसतात, तरी ते अवध्या सत्तर मूलद्रव्यांचे निरनिराळ्या प्रमाणांत मिश्रण होऊन बनलेले आहेत. ह्या सत्तर मूलद्रव्यांपैकीं बहुतेक सर्व द्रव्यें सूर्यातहि आढळून येतात. सूर्याच्या मध्यबिंदूपासून बाहेरच्या पृष्ठभागापर्यंत कोणताहि प्रदेश घेतला, तरी तेथील उष्णतेत ह्या सत्तर मूलद्रव्यांपैकीं कर्बनामक कोळशांतील द्रव्या-

शिवाय दुसरें एकहि द्रव्य घनरूप किंवा द्रवरूप स्थितींत राहण्याचा संभव नाही. तेजोमंडलाच्या अंतर्भागांत तर हें कर्बनामक द्रव्यहि वायुरूप स्थितींतच असतें. परंतु कर्बद्रव्याची वाफ जास्त वर चढून किंचित् थंड प्रदेशांत आली, कीं तिचें धुरासारख्या घनरूप कणांत रूपांतर होऊन त्या कणांचे तेंथें ढग बनतात. वायुरूप पदार्थापेक्षां घनरूप पदार्थांत किरणविसर्जनशक्ति कित्येक पटीनें जास्त असल्यामुळें, ह्या कर्बकणांच्या ढगांचा अत्यंत तेजः-पुंज असा प्रकाश पडतो. सूर्यापासून आपणांस जो प्रकाश मिळतो त्याला हे ढगच कारण होत.

कर्ब हें द्रव्य कितीहि तापविलें तरी आपली घनरूप स्थिति बदलीत नसल्यामुळें, तें प्रकाश देण्याच्या फार उपयोगी पडतें. दिव्यापासून मिळणारा उजेड हा ज्योतींतील तप्त कर्बकणांचाच प्रकाश होय. ज्योतीमध्ये कर्बद्रव्याचे कण असतात याचें प्रत्यंतर पहावयाचें असल्यास ज्योतीवर थोडा वेळ एखादी वाटी किंवा धातूचें दुसरें कोणतेंहि भाडें धरा. कांहीं वेळ झाला नाही तोंच कर्बाचे कण साचल्यामुळें ज्योतीवर धरलेल्या वाटीवर किंवा भांड्यावर काजळाचें पूट चढेल. दिवा पेटविला कीं वातींतून वर येणाऱ्या तेलामधील कर्बाचे कण पृथक् होतात. यांतील कांहीं हवेंतील प्राणवायूशीं संयोग पावून उष्णता उत्पन्न करितात, व राहिलेले त्या उष्णतेनें तांबडे लाल किंवा पांढरे फटफटीत होऊन प्रकाश देतात. ज्योतीवर एखादी वस्तु धरली असतां तिजवर जें काजळाचें पूट चढतें, किंवा विस्तव पेटविला असतां त्यांतून जो धूर निघतो, तो ह्या हवेशीं संयोग न पावलेल्या कर्बकणांमुळेंच होय.

सूर्यावरील डागाच्या काळ्याकुळकुळीत भागास प्रच्छाया किंवा छाया व त्याभोंवतींच्या अंधुक छायेस उपच्छाया किंवा छायाकल्प अशीं नांवे आहेत. प्रच्छाया हें नांव प्रायः सावलीच्या अंतर्भागीं जी दाट छाया दिसते तिला लावण्यांत येते; व तिच्या सभोंवतालच्या विरळ छायेस उपच्छाया असें म्हणतात. सूर्यावरील डाग ही कशाची छाया नाही. परंतु त्याच्या व सावलीच्या रूपांत जो सारखेपणा दिसतो त्यामुळे सावलीकरितां वापरण्यांत येणाऱ्या शब्दांचा सूर्यावरील डागासाठींही उपयोग करतात. प्रच्छाया व उपच्छाया हा भेद विशेषें करून मोठ्या डागांतच पहावयास मिळतो. परंतु अशा मोठ्या डागांशिवाय बारीक बारीक असे अनेक काळे ठिपके सूर्यबिंबावर सर्वदूर पसरलेले असतात. हे ठिपके म्हणजे तेजोमंडलाच्या प्रकाशमान दगांतील बारीक बारीक छिद्रे असून त्यांच्या योगानें सूर्यबिंबास एक प्रकारचें दाणेदार स्वरूप येतें. (चित्र ५ पहा.) लहान ठिपक्यांप्रमाणें मोठे डाग हे केवळ दगांच्या चंचलतेमुळेच उत्पन्न होत नाहीत. सूर्यगोलामध्ये तापलेल्या वायूंची अखंड चलबिचल चालली असली पाहिजे, हें उघड आहे. भट्टींतून बाहेर काढलेल्या धातूच्या गोळ्याप्रमाणें सूर्यगोलाच्या बाह्यप्रदेशांची उष्णताहि एकसारखी बाहेर पडत असते, व त्यामुळे ते थंड होत असतात. ह्या प्रदेशांतील वायु थंड झाले कीं ते आकुंचन पावतात, व आकुंचन पावले कीं जड होऊन खाली जाऊं लागतात. यामुळे सूर्यगोलाच्या कांहीं भागांत खालीं जाणाऱ्या थंड वायूंचा जोराचा प्रवाह वाहूं लागतो व खालीं गेलेल्या वायूंची जागा सूर्यगोलाच्या अंतर्भागांतील हलके असलेले जास्त उष्ण वायु

वर घुसून भरून काढतात. कर्बकणांचे प्रकाशमान ढग थंड वायूंच्या जोरदार प्रवाहांत राहू शकत नसल्यामुळे, सूर्याचा कमी प्रकाशित असलेला भाग उघडा पडून तेथे काळा डाग दिसू लागतो. ही त्या डागाची प्रच्छाया होय. थंड प्रवाहाच्या सभोवताळीं सर्वबाजूंस आंतील तप्त वायु अत्यंत वेगाने वर घुसत अस.



चित्र ५. सूर्यावरील एक डाग (लॅंगलेच्या कल्पनेप्रमाणें.)

ल्यामुळे वाऱ्याने हेलकावे खाणाऱ्या ज्योतीप्रमाणे त्यांचा प्रकाश अंधुक अंधुक पडतो प्रच्छायेभोवतीं उपछाया दिसते त्याचें कारण हेंच होय.

एखाद्या प्रवाही पदार्थाचे थंड कण खाली जाऊन तप्त कण वर कसे येतात हें जर तुम्हांस पहावयाचें भसेल, तर एका

पेल्यांत पाणी भरून तो दिव्याच्या ज्योतीवर तापावयास ठेवा. दिव्याची ज्योत भांड्याच्या तळाच्या मध्यभागी राहिल असें केल्यास, ज्योतीवरील पाणी अगोदर तापेल; व आकार वाढून वरच्या पाण्यापेक्षां हलकें झाल्यामुळे तें वर येऊं लागेल. बुडाच्या मध्यभागावरील पाणी वर आले, कीं त्याची रिकामी झालेली जागा भरून काढण्याकरितां पेल्याच्या कांठाकडील थंड व जड असलेलें पाणी खाली जाईल. अशा रीतीनें एखाद्या कारंज्यांतून उडणाऱ्या पाण्याप्रमाणें पेल्यांतील पाण्याचे कण मध्यभागांतून वर येऊन आजूबाजूनें खाली जातांना दृष्टीस पडतील. सूर्यबिंबाच्या डागांतील वायूंची हालचाल याच्या अगदीं उलट प्रकारची असते. तेथे वायूंचा प्रवाह मध्यभागांतून खाली जाऊन आजूबाजूनें वर येत असतो.

सूर्यबिंबावरील डागांची वांटणी सर्वकाळीं व सर्वभागांत सारखीच झाली असते असें नाहीं. इ. स. १६२१ पासून १६२५ पर्यंत कित्येक प्रसंगां अत्यंत काळजीपूर्वक निरीक्षण करूनहि उत्तर गोलार्धांत डागांचें अस्तित्व दृग्गोचर झालें नाहीं; व इ. स. १६७२ पासून पुढें ३२ वर्षेपावेतो तर उत्तर गोलार्धांत एकहि डाग दृष्टीस पडल्याचें कधीं कोणीं नमूद केलेलें नाहीं. यामुळे १७०४ सालीं उत्तरगोलार्धांत तीन डाग नजरेस पडले, तेव्हां डागांची घडामोड दक्षिण गोलार्धांतच विशेषें करून दृष्टीस पडते अशी जी चाळीस वर्षांच्या अनुभवावरून ज्योतिष्यांची समजूत झाली होती, ती पार टासळून पडली. त्याच्या पुढील शतकामध्यें जवळजवळ पंचवीस वर्षांचा असा एक काळ आला, कीं त्या

वेळीं दोन्हीहि गोलाधांत डाग सारखेच विभागलेले दिसले. यानंतर इ. स. १८८२ पूर्वी कांहीं वर्षे दक्षिण गोलार्धापेक्षां उत्तर गोलार्धांतच जास्त डाग दिसत होते. पण इ. स. १८८२ त ही स्थिति पालटली, व दोन्ही गोलार्धांत डागांची संख्या पुन्हां पूर्ववत् सारखी झाली.

दोन्ही गोलार्धांतील मिळून सर्व डाग घेतले, तरी त्यांच्या संख्येंतहि थोडक्याच वर्षांत बराच फरक पडतो. सूर्यबिंबावरील डागांची संख्या कमजास्त होते ही गोष्ट फार पूर्वीपासून ज्योतिष्यांच्या ध्यानांत आली आहे. इ. स. १६८४ मध्ये स्वतः पाहिलेल्या एका डागाचें वर्णन करीत असतां फ्लेमस्टीड नामक एका ज्योतिष्यानें असें म्हटलें आहे कीं, गेल्या आठ वर्षांत मी सूर्यावर हा पहिल्यांदाच डाग पाहत आहे. १७०९ त दुसरा एक ज्योतिषी असें लिहितो कीं, गेल्या साठ वर्षांत सूर्यबिंबावर डागांचे दोन पुंजके एकाच वेळीं काचितच कोणाच्या दृष्टीस पडले असतील. १७१६ मध्ये ही स्थिति पालटली. त्या वर्षी डागांचे आठाहूनहि अधिक पुंजके सूर्यबिंबावर प्रवास करीत असलेले ज्योतिष्यांच्या नजरेस पडले. यानंतर कित्येक वर्षांच्या अनुभवानें शेवटीं असें आढळून आलें कीं, ही जी डागांची संख्या कमजास्त होते त्यांत बराच नियमितपणा असतो. एकदां सूर्यबिंबावर जास्तीत जास्त डाग दिसल्यानंतर पुन्हां जास्तीत जास्त डाग दिसण्यास सुमारे ११ वर्षे लागतात, असा साधारणपणें ज्योतिष्यांना अनुभव आला आहे.

डाग सोडून दिले तरी, सूर्यबिंबाचे एखादे छायाचित्र पाहिले तर त्याच्या निरनिराळ्या भागांच्या तेजस्वितेत फरक असलेला आढळून येतो. सूर्यबिंबाची तेजस्विता मध्यबिंदूपासून कडेच्या बाजूस कमी कमी होत जाते, व त्यामुळे जास्तीत जास्त तेजस्वी भाग व कमीत कमी तेजस्वी भाग यांच्या स्वरूपांमध्ये बराच फरक नजरेस पडतो. सूर्यबिंबाची कड मध्यभागाहून कमी तेजस्वी दिसण्याचे कारण, तिजपासून येणाऱ्या किरणांना सूर्याच्या तेजोमंडलाभोवती असलेल्या वातावरणाच्या जाड थरांतून प्रवास करावा लागतो. हे कसे तें पहावयाचे असल्यास एक मोठे लिंबू समोर ठेवून तें सूर्याचे तेजोमंडल आहे अशी कल्पना करा. समजा की, ह्या लिंबाचा व्यास दोन इंच असून त्यावर एक इंच जाडीचे कल्पित वातावरण आहे. चाकू भाडवा धरून या लिंबाच्या दोन बरोबर फांका केल्या असतां तें जेथून कापले जाईल, ती रेषा सूर्यबिंबाची कड म्हणून तुम्हांला दिसेल; व समोरची फांक पाठीकडून जमिनीवर ठेविली असतां तिचा जो बिंदु जमिनीला टेकेल, तो त्या सूर्यबिंबाचा मध्यबिंदु होईल. अर्थात् लिंबूरूपी सूर्यापासून तुमच्याकडे येणाऱ्या किरणांपैकी मध्यबिंदूपासून निघालेल्या किरणांस एक इंच जाडीच्या वातावरणांतून यावे लागेल; पण त्याच्या कडेवरील बिंदूपासून जे किरण निघतील त्यांना दोन इंच जाडीचा थर आक्रमवा लागेल. अशाच रीतीने सूर्यगोलाच्या कडेवरील किरणांनाहि इतर भागांपासून येणाऱ्या किरणांपेक्षा अधिक दाट वातावरणांतून प्रवास

करावा लागतो; व त्यामुळे त्यांचा प्रकाश तितका कमी होऊन सूर्याची एकंदर कड इतर भागांपेक्षा कमी तेजस्वी दिसते.

सूर्यावरील डागांचा अभ्यास करून ज्योतिष्यांना अनेक प्रकारची नवीन व आश्चर्यकारक माहिती मिळाली आहे. तथापि ह्या डागांचा उघडउघड उपयोग म्हटला म्हणजे त्यांच्या साहाय्याने सूर्याच्या अक्षप्रदक्षिणेचा काळ ठरवितां येतो. सूर्य हा आपल्या अक्षाभोंवतीं म्हणजे आंसाभोंवतीं एकसारखा फिरत आहे. सूर्यच काय, परंतु अक्षांत्रीं मोकळ्या असलेला कोणताहि गोल घेतला, तरी तो आपल्या अक्षाभोंवतीं फिरत असलेला — म्हणजे अक्षप्रदक्षिणा करीत असलेला — आढळून येईल. कांहीं गोल ही अक्षप्रदक्षिणा थोडक्या क्षणांत आटोपतात तर कांहींना कित्येक महिने लागतात. परंतु तिला थोडा अवधि लागो किंवा जास्त लागो; गोल अक्षांत्रीं राहिला पुरे, की त्याच्या मार्गे ही अक्षप्रदक्षिणा लागलीच म्हणून समजावें. आकाशांत चेंडू फेंकून त्याच्या गतीचें जर तुम्ही बारकाईने निरीक्षण कराव, तर या नियमाची सत्यता तुमच्यांस सहज ध्यानांत येईल.

सूर्यावरील डाग अत्यंत चंचल प्रकृतीचे असतात, तरी त्यांतील बरेचसे एक दोन किंबहुना त्याहूनहि अधिक प्रदक्षिणा होईपर्यंत कायम राहतात. डाग प्रथम सूर्यबिंबाच्या पूर्वे कडेवर दृग्गोचर होतो, व हळूहळू पश्चिमेकडे सरकत दोन आठवड्यांच्या आंत पश्चिम कडेपावेतो पोहोचून तेथे अंतर्धान पावतो. यानंतर सुमारे दोन आठवड्यांनी तो पूर्वे कडेवर पुन्हां प्रगट होतो, व तेथून पूर्ववत् पश्चिमेकडे आपला मार्ग आक्रमण करूं लागतो. यावरून

पृथ्वीप्रमाणेंच सूर्यदेखील आपल्या अक्षाभोंवतीं फिरत असतो ही गोष्ट तर सिद्ध होतेच; परंतु पूर्व कडेवर एखादा डाग दिसूं लागल्यापासून पुन्हां तो पूर्वकडेवर येईपर्यंत किती दिवस लोटतात हे पाहून, सूर्यास आपल्या अक्षाभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करण्यास किती काळ लागतो हे सुद्धा ठरवितां येतें.

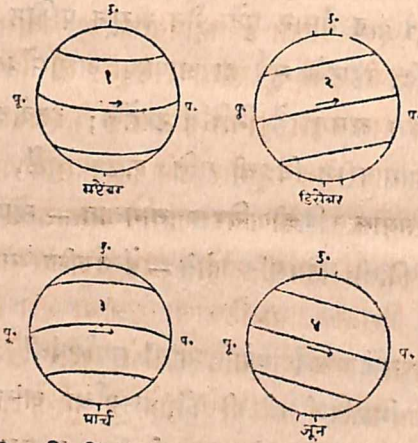
या पद्धतीनें ठरविलेला अक्षप्रदक्षिणाकाल बरोबर आहे किंवा नाही हे ताहून पाहण्यास दुसरेंहि एक साधन आहे. झुंबराचे त्रिकोणाकार लोलक तुमच्यापैकीं कित्येकांनीं पाहिले असतील; व अशा लोलकाच्या तीन बाजूंपैकीं एका बाजूवर सूर्याचें ऊन्ह किंवा दुसरा कोणताहि पांढरा प्रकाश पाडला, तर लोलकांतून बाहेर पडतांना त्याचें पृथक्करण होऊन जमिनीवर चित्रविचित्र रंगांचा एक पट्टा पडतो, हेहि कदाचित् तुम्हांस ठाऊक असेल. ह्या रंगित पट्ट्यास वर्णलेख म्हणजे रंगांचा नकाशा हे नांव असून, तो लोलकावर पडलेला प्रकाश किती रंगांचा मिळून झाला आहे हे दाखवितो. वर्णलेखकनामक यंत्राच्या साहाय्यानें ज्योतिष्यांना आकाशांतील कोणत्याहि ज्योतीचा सुव्यस्थित असा वर्णलेख तयार करतां येतो, व त्यावरून मग ही ज्योति आपल्याकडे येत आहे किंवा आपल्यापासून दूर जात आहे हे त्यांना ठरवितां येतें. आकाशांतील तारे आपल्या दिशेनें कितीहि पुढें आले किंवा मार्गें गेले, तरी त्यांच्या स्थितीत आपणांस यत्किंचितहि फरक दिसणार नाही, व यामुळे केवळ दुर्बिणीच्या साहाय्यानें त्यांची ह्या दिशेनें होणारी हालचाल आपल्या ध्यानांत येणें शक्य नाही. परंतु वर्णलेखांच्या योगानें ही हालचाल आपणांस ओळखतां येते.

इतकेंच नव्हे, तर ताच्याची गति समजल्यामुळे तो किती पुढे आला आहे किंवा किती मार्गे गेला आहे हें देखील काढतां येतें. सूर्यबिंबाच्या पूर्वे व पश्चिम कडांचे वर्णलेख घेऊन ज्योतिष्यांना असें आढळून आलें आहे कीं, सूर्यबिंबाच्या पूर्वे कडेवरील प्रकाशमान कण आपल्या दिशेनें पुढें येत असून, पश्चिम कडेवरील कण तितक्याच वेगानें आपल्यापासून दूर जात आहेत. यावरून सूर्यगोलाची पूर्वे कड मागून पुढें येत असून पश्चिम कड पुढून मार्गे जात आहे, म्हणजे सूर्य हा आपल्या अक्षाभोंवतीं पूर्वेकडून पश्चिमेकडे फिरत असतो हें निश्चित ठरतेंच; इतकेंच नव्हे, तर सूर्याच्या पृष्ठभागावरील बिंदूची गति कळल्यामुळे, ह्या बिंदूंना एक फेरा करण्यास किती दिवस लागतात — म्हणजे सूर्याची अक्षप्रदक्षिणा किती दिवसांत होते — हें देखील गणित करून काढतां येतें.

डागांच्या साहाय्यानें ज्योतिष्यांनीं सूर्यासंबंधीं आणखी जी एक माहिती मिळविली ती ही कीं, सूर्याचा आंस ताठ उभा नसून सेप्टेंबरच्या ६ तारखेस पृथ्वी ज्या बाजूस असते त्या बाजूकडे तो ७ अंश झुकलेला आहे. सूर्याचा आंस ताठ उभा असता, तर सूर्यगोलाचा उत्तर ध्रुव सदासर्वकाळ सूर्यबिंबाच्या उत्तर कडेवर व दक्षिण ध्रुव दक्षिण कडेवर दिसला असता. परंतु सूर्याचा आंस किंचित् तिकिस असल्यामुळे हे दोन्हीहि ध्रुव केवळ जून ५ व डिसेंबर ६ या दोनच दिवशीं एकदम दिसू शकतात. इतर दिवशीं यांपैकी कोणता तरी एकच ध्रुव आपल्या नजरेस पडतो. जूनपासून डिसेंबरपर्यंत एकटा उत्तर ध्रुवच कायतो

आपणांस दिसत असतो. यानंतर तो दिसेनासा होतो, व त्याच्या ऐवजी पुढील सहा महिन्यांत दक्षिण ध्रुव दिसू लागतो.

तथापि उत्तर ध्रुव व दक्षिण ध्रुव ह्या काहीं अशा वस्तु नाहीत, कीं दुर्बिणीतून पाहून त्या कोठें आहेत हें चटकन ओळखतां येईल. यामुळे कोणताहि एखादा ध्रुव सूर्यगोलाच्या आपणांस दिसत असलेल्या भागांत आहे किंवा पलीकडे आहे, हें



चित्र ६—निरनिराळ्या ऋतूंतिल सूर्यावरील डागांचे मार्ग.

ओळखण्यासाठी डागांच्या गतीचाच उपयोग करावा लागतो. सप्टेंबरच्या ६ व्या तारखेस सूर्यगोलाचा उत्तर ध्रुव आपल्या पृथ्वीकडे जास्तीत जास्त झुकलेला असतो. याचा परिणाम असा होतो कीं सूर्यबिंबावर दिसणाऱ्या डागांच्या मार्गांस धनुष्याच्या पाठीप्रमाणें दक्षिण ध्रुवाच्या बाजूस जास्तीत जास्त वांक येतो. उलट पक्षी, यानंतर सहा महिन्यांनी म्हणजे मार्चच्या ४ व्या तारखेस, सूर्याचा दक्षिण ध्रुव पृथ्वीकडे जास्तीत जास्त झुकलेला

असल्यामुळे डागांच्या मार्गास दक्षिणेच्या एवजी उत्तरेकडे जास्तीत जास्त वांक असतो. परंतु यांच्या दरम्यान जून ५ व दिसेंबर ६ या दिवशी मात्र निराळा प्रकार होतो. तेव्हां दोन्हीहि ध्रुव पृथ्वीकडे सारखेच झुकलेले असतात, व त्या योगाने सूर्यबिंबावरून जाणाऱ्या डागांची गति सरळ रेषेत असते.

अक्षाच्या तिकसपणामुळे डागांच्या मार्गाचा वांक दक्षिणेकडून उत्तरेकडे कसा वळतो हे पहावयाचे असल्यास आपल्या एका सोबत्यास छत्री उवडून, खांद्यावर ठेवून, ती तिच्या काठीभोवती उजव्या हाताकडून डाव्या हाताकडे फिरवावयास सांगा. प्रथम तुम्ही आपल्या सोबत्यासमोर उभे राहून छत्रीच्या काड्यांची टोंके तुमच्या समोरून कोणत्या मार्गाने जातात ते पहा. छत्री फिरू लागली की, काड्यांची टोंके इंद्रधनुष्यासारख्या बांकदार रेषेत फिरतांना दिसतील. या ठिकाणी छत्रीचा डेरा हा सूर्याच्या उत्तर गोलार्धाचा भाग असून, काठीचे वरील टोंक हा त्या सूर्याचा उत्तर ध्रुव आहे व काड्यांची टोंके हे सूर्यगालावरील डाग आहेत अशी कल्पना केली, तर तुम्ही ज्या ठिकाणी उभे आहांत त्या ठिकाणी पृथ्वी मार्चच्या ४ थ्या तारखेस असते. या दिवशी सूर्याचा उत्तर ध्रुव तुमच्या विरुद्ध असलेल्या बाजूस जास्तीत जास्त झुकलेला असतो. आतां तुमच्या सोबत्यास आहे त्याच स्थितीत उभे रहावयास सांगून, तुम्ही त्याच्या डाव्या हाताकडे जा. या ठिकाणी पृथ्वी जूनच्या ५ व्या तारखेस असते. येथून छत्रीच्या काठीचे वरील टोंक व खालची मूठ हे दोन्हीहि भाग, म्हणजे छत्रीरूपी सूर्याचे उत्तर व दक्षिण ध्रुव एकदम

दिसूं शकतात. येथून पाहणारास ज्याप्रमाणें काड्यांचीं टोंकें डावी-
कडून उजवीकडे वरून खालीं येतांना दिसतात, त्याचप्रमाणें
जूनच्या ५ व्या तारखेस पृथ्वीवरील लोकांस सूर्यबिंबावरील
डागांची गति ईशान्येकडून नैर्ऋत्येकडे एका सरळ रेषेत दिसते.
यानंतर तुम्ही आपल्या सोबत्याच्या मार्गें जाऊन काड्यांचीं टोंकें
कशीं फिरतांना दिसतात तें पहा. या वेळीं छत्रीच्या काठीचे
वरचे टोंक तुमच्याकडे जास्तीत जास्त झुकलेलें आहे, व काड्यां-
च्या टोंकांचा मार्ग उलट्या इंद्रधनुष्यासारखा म्हणजे द्वितीयेच्या
चंद्रकोरीप्रमाणें दिसतो. सेप्टेंबरच्या ६ व्या तारखेस सूर्यावरील
डागांची गति अशाच प्रकारची दिसते, व त्या वेळीं सूर्यगोलाचा
एकटा उत्तर ध्रुवच पृथ्वीवरील लोकांस दृग्गोचर असतो. शेवटीं
तुम्ही आपल्या सोबत्याच्या उजव्या हातास आलां कीं, काड्यांचीं
टोंकें डाव्या हाताकडून उजव्या हाताकडेच पण खालून वर
जातांना दिसतील. डिसेंबरच्या ६ व्या तारखेस सूर्यावरील डा-
गांचा मार्ग अशाच प्रकारचा असतो. जूनच्या ५ व्या तारखे-
प्रमाणेंच या दिवशींही सूर्यगोलाचे दोन्हीही ध्रुव आपण पाहूं
शकतो; परंतु डागांची गति ईशान्येकडून नैर्ऋत्येकडे अस-
ण्याच्या ऐवजीं आग्नेयीकडून वायव्येकडे असते.

यावरून तुमच्या ध्यानांत येईल कीं, सूर्याच्या आंसाच्या
तिर्कसपणाचा सूर्यावरील डागांच्या गतीवर परिणाम होत अस-
ल्यामुळें, सूर्यबिंबावर सूर्याचे ध्रुव ओळखतां येत नसले, तरी
सूर्यगोलाचा कोणता ध्रुव कोणत्या वेळीं पृथ्वीकडे जास्तीत जास्त
झुकलेला असतो व तो किती झुकलेला असतो हें कळण्यास

डागांचे मार्ग हे एक उत्तम साधन आहे. पान ८६ मध्ये दिलेल्या आकृतीत, विषय सुबोध व्हावा म्हणून, पृथ्वीचा आंश हा तिच्या कक्षेच्या (म्हणजे मार्गाच्या) पातळीस नेहमी काटकोन करून राहता तर पृथ्वीवरील लोकांस सेप्टेंबर, डिसेंबर, मार्च व जून या महिन्यांच्या ५ व्या तारखांच्या सुमारांस सूर्य-बिंबावरून डाग कोणत्या प्रकारे जातांना दिसले असते हे दाखविले आहे.

सूर्यावरील डाग सरासरी साडेचोवीस दिवसांत सूर्याभोवती प्रदक्षिणा करून पुन्हां पूर्वस्थळी येतो; म्हणजे सूर्याला स्वतःच्या आंसाभोवती एक प्रदक्षिणा करण्यास सरासरी तेवढा अवधि लागतो. सरासरी म्हणण्याचे कारण प्रत्येक डागास एक प्रदक्षिणा करण्यास बरोबर साडेचोवीस दिवसच लागतात असे नाही. काहींना याहून थोडे कमी दिवस लागतात, तर काहींना थोडे अधिक लागतात. विषुववृत्तावरील, म्हणजे उत्तर व दक्षिण ध्रुवांच्या मधोमध संबंध सूर्यगोलाभोवती जर एक वर्तुळ काढिले तर त्याजवरील डागास एक प्रदक्षिणा करण्यास चोवीस तासांहून थोडा अधिक वेळ लागतो. परंतु जितका एखादा डाग विषुववृत्तापासून अधिक दूर, तितका त्याला एक प्रदक्षिणा करण्यास जास्त वेळ लागतो. कॅरिंगटन नामक ज्योतिष्याने जो विषुववृत्तापासून जास्तीतजास्त दूर डाग पाहिला, त्याला एक प्रदक्षिणा संपविण्यास जवळ जवळ साडेसत्तावीस दिवस लागले असल्याचे त्यास आढळून आले. तथापि ह्या डागांच्या प्रदक्षिणा-कालांत जो एक नियमितपणा आढळून येतो तो हा की, विषु-

ववृत्तापासून सारख्याच अंतरावर असलेले डाग — मग ते उत्तर गोलार्धात असोत किंवा दक्षिण गोलार्धात असोत — आपली प्रदक्षिणा जवळजवळ सारख्याच वेळांत संपवितात.

सूर्याच्या उत्तर किंवा दक्षिण ध्रुवाच्या आसपास म्हणजे ध्रुवप्रदेशामध्ये डाग कधी दृष्टीस पडत नाहीत. त्याचप्रमाणे विषुववृत्ताच्या आसपास म्हणजे विषुवप्रदेशांतहि ते काचितच पहावयास मिळतात. डागांची घडामोड मुख्यत्वेकरून ध्रुवप्रदेश व विषुवप्रदेश यांच्या दरम्यानच चालली असते. या भागांतहि हंगामाच्या सुरुवातीस डाग ध्रुवप्रदेशाच्या बाजूस उत्पन्न होतात; परंतु जसजसा त्यांचा मोपम संपत येतो, तसतशी त्यांची उत्पत्तिभूमि विषुवप्रदेशाच्या बाजूस अधिकाधिक येऊं लागते. तथापि यांत लक्षांत ठेवण्यासारखी गोष्ट म्हटली म्हणजे, हंगामास सुरुवात झाल्यापासून डागांची उत्पत्तिभूमि ध्रुवप्रदेश व विषुवप्रदेश यांच्या दरम्यान विषुवप्रदेशाकडे सरकत असते तरी, प्रत्येक डाग व्यक्तिशः दर प्रदक्षिणेबरोबर ध्रुवप्रदेशाकडेच अधिकाधिक जात असतो.

विषुववृत्तापासून एखादा डाग जितका दूर असेल तितका त्यास सूर्याभोवतीं प्रदक्षिणा करण्यास अधिक वेळ लागतो, व प्रत्येक डाग दर प्रदक्षिणेबरोबर ध्रुवप्रदेशाकडे अधिकाधिक सरकतो असे आपण पाहिले. या दोन गोष्टींवरून सूर्याच्या घटनेवर व त्याच्या अंतर्भागाच्या हालचालींवर बराच प्रकाश पडूं शकतो. सूर्य हा जर घन पदार्थाचा केलेला असता, तर विषुववृत्तापासून ध्रुवापर्यंत प्रत्येक भागाची प्रदक्षिणा सारख्याच वेळांत झाली

असती हें उघड आहे. सूर्यावरील डागांच्या हालचालीचा विचार करून बेलॉपॉलिम्क नामक ज्योतिष्याने सूर्यासंबंधी पुढें दिल्या-प्रमाणें आपलें मत प्रगट केलें आहे. पृथ्वीप्रमाणेंच सूर्यगोलातील वायुरूप द्रव्यांची घनताहि वरील थरांच्या भारामुळें जसजसें आंत जावें तसतशी अधिकाधिक होत असावा. या कल्पनेप्रमाणें सूर्याच्या पृष्ठभागापासून त्याच्या त्रिज्येच्या—म्हणजे व्यासार्धाच्या—एकषष्टांश खोलीवर सूर्यद्रव्याची घनता ज्यास्तीत जास्त होईल. या ठिकाणीं असलेला सूर्यद्रव्याचा गोळा जर आपल्या सभोंवतीं महत्तम वेगानें फिरूं लागला, तर वरील थर त्याच्या घर्षणामुळें पुढें सरकतील; व तसें झालें म्हणजे आपण पाहतों त्याप्रमाणें सूर्यगोळाच्या निरनिराळ्या भागांच्या अक्षप्रक्षिणेष निरनिराळा काळ लागेल.

सूर्यावरील डागांच्या वेधांमुळें केवळ सूर्यासंबंधीं माहितीतच भर पडली आहे असें नाही. ह्या डागांचा आपल्या पृथ्वीवरील लोकांच्या सुखदुःखांशींही निकट संबंध असल्याचें आतां आढळून आलें आहे. होकायंत्राचा कांटा नेहमीं दक्षिणोत्तर राहतो तो पृथ्वीच्या अंगीं असलेल्या लोहचुंबकतेमुळेंच होय. परंतु सूर्यावरील डागांच्या तेजीमंशींमुळें पृथ्वीच्या या लोहचुंबकतेत विलक्षण फेरबदल होत असतो. याहूनहि महत्त्वाची गोष्ट म्हटली म्हणजे सूर्यावरील डागांच्या घडामोडींचा आपल्या पृथ्वीच्या हवापाण्याशींही संबंध दिमून येतो ही होय. कांहीं वर्षापूर्वीं नॉर्मन लॉकियर नामक एका विद्वान् ज्योतिष्यानें एक निबंध लिहून त्यांत असें दाखविलें

की, सूर्यावरील डाग कमीजास्त होतात त्याबरोबर त्यांचें उष्ण-मानहि कमजास्त होत असतें. सूर्यबिंबावर जेव्हां डाग अत्यंत कमी असतात, तेव्हां त्यांचें उष्णमान बरेंच कमी असतें. परंतु त्यांची संख्या वाढली की त्यांचें उष्णमानहि पूर्वीपेक्षां पुष्कळ अधिक होतें. यामुळे सूर्यावरील डागांच्या तेजीमंदीचा पृथ्वीच्या हवापाण्याशीं कांहीं संबंध आहे की काय अशी साहजिकच त्यांना शंका आली. सूर्यावरील डागांची तेजीमंदी व हिंदुस्थानांतील अवर्षणें यांचा काळजीपूर्वक अभ्यास करून सदरहू ज्योतिष्यास असें दिसून आलें कीं, निदान हिंदुस्थानापुरता तरी ह्या दोन गोष्टींचा परस्परान्तां निकट संबंध आहे; व तो इनका कीं सूर्या वर डागांचें प्राबल्य पाहून हिंदुस्थानांतील अवर्षणामुंबंधीं कांहीं दिवस अगाऊच भविष्य वर्तविलें, तरी तें बिनचूक खरें ठरलें !

* * * * *

आतां पावेतों सूर्यासंबंधीं जी माहिती सांगितली ती सर्व त्याच्या दृश्य बिंबाची होय. नुसत्या डोळ्यांनीं सूर्याकडे पहा, दुर्बिणीच्या साहाय्यानें एखाद्या पडद्यावर त्याची प्रतिमा पाडा, किंवा प्रकाशलेखनाची कांच घेऊन तिजवर त्याचें छायाचित्र घ्या; यांपैकीं कोणत्याहि रीतीनें सूर्यबिंबाचें परीक्षण केलें, तरी तें वाटेलें गरगरीतच दिसतें. चालू प्रकरणांत ज्या तेजोमंडलाचें वर्णन तुम्हीं वाचलें आहे, तेवढेंच फक्त नुसत्या डोळ्यांनीं दुर्बिणीनें किंवा छायाचित्रांत पहावयास मिळतें. दुसऱ्या प्रकरणांत आपण जो सूर्यगोलाचा व्यास व आकार काढला (पान १६ व २८ पहा), तो सर्व सूर्याचा नसून सूर्यबिंबरूपानें दिसणाऱ्या एकट्या तेजो-

मंडलाचाच होय. परंतु तेजोमंडळ म्हणजे सर्व सूर्य नव्हे. सूर्य-द्रव्याचा बहुतेक भाग तेजोमंडलांतच सांठविलेला आहे हें खरें. तेजोमंडलाचें वजन केलें, तर एकंदर सूर्याच्या वजनाहून तें फारसें कमी भरणार नाहीं. पण त्यावरून सूर्याचा वास्तविक आकारहि तेजोमंडलाहून फारसा अधिक नसावा असें मात्र अनुमान निघूं शकत नाहीं.

सूर्याचें द्रव्य तेजोमंडलाच्या बाहेरहि वरेंच दूरपर्यंत पसरलेलें आहे. तेजोमंडलाच्या बाहेर प्रथम वायुरूप स्थितींत असलेल्या निरनिराळ्या धातूंच्या धुक्याचें कवच आहे. याला वर्णमंडळ असें म्हणतात. तेजोमंडळापेक्षां वर्णमंडळ हें कमी तेजस्वी असल्यामुळें तेजोमंडलाच्या लखलखीत प्रकाशांत तें आपणांस दिसूं शकत नाहीं. परंतु खग्रास सूर्यग्रहणीं सूर्यबिंबरूपी तेजोमंडल चंद्रानें आच्छादिलें जातें, त्या वेळीं मात्र सूर्यबिंबाभोंवतीं सर्व बाजूंस वर्णमंडळाचें रक्तवर्ण कडें पसरलेलें दिसतें; व ह्या रक्तवर्ण कड्यांतूनच तेजोमंडलांतील संक्षुब्ध प्रदेशाच्या वरच्या भागास तेजः—शृंगें नांवाच्या करवतीच्या दांतासारख्या हालणाऱ्या व कमीजास्त होणाऱ्या उंचउंच ज्वाळा निघतांना नजरेस पडतात. वर्णमंडळाच्या बाहेर त्याहूनहि कमी उष्ण असलेल्या वायूंचें मौक्तिकवर्ण असें आणखी एक कडें पसरलेलें असतें. ह्यास प्रभामंडळ असें म्हणतात व तेंहि खग्रास सूर्यग्रहणाशिवाय इतर प्रसंगीं दिसणें शक्य नसतें. ह्या प्रभामंडळांत देखील दोन्ही बाजूंस, ध्रुवप्रदेश व विषुवप्रदेश यांच्या मधील तेजोमंडलाच्या

संक्षुब्ध स्थितीची साक्ष पटविणारे दूरवर गेलेले प्रकाशाचे पट्टे कधी कधी पहावयास मिळतात. तेजोमंडल, वर्णमंडल व प्रभामंडल या सर्वांच्या बाहेर एकंदर सूर्यगोलाभोवतीं अत्यंत सूक्ष्म अशा वायुरूप द्रव्याचें यवाकृति आवरण आहे. याचा प्रकाश फारच मंद असून तो विशेषेकरून विषुवप्रदेशांत राहणाऱ्या पृथ्वीवरील लोकांस सूर्यास्तानंतर किंवा सूर्योदयापूर्वी कांहीं वेळ दिसू शकतो. ह्या प्रकाशास क्रांतितेज असें नांव असून त्याचें द्रव्य निदान पृथ्वीच्या कक्षेपर्यंत तरी पसरलें असोवें असा अंदाज आहे.

खग्रास सूर्यग्रहणीं प्रगट होणाऱ्या ह्या सूर्यगोलाच्या तेजोमंडलाबाहेरील भागांचें दृश्य अत्यंत मनोहर असून त्याच्यासंबंधीं माहितीहि बरीच चमत्कारिक व मनोरंजक असल्यामुळें तिचा एक स्वतंत्रच विभाग करून ती सविस्तर देण्याचें योजिलें आहे





अक्षप्रदाक्षिणा-सूर्याची ८३.
 अन्तर-सूर्याचें १९; काढण्याची
 रीति २२.
 अन्तर्भाग-सूर्याचा ७६.
 अवर्षण ९२.
 अश्विनी ५५, ५६, ५७.
 आकर्षणशक्ति ३४, ३५.
 आकार-सूर्याचा २८.
 आर्यभट-पहिला ३२.
 आंघ्र-पृथ्वीचा ५९; सूर्याचा ८५.
 उपच्छाया ७८.
 उल्का ७०.
 कक्षा-पृथ्वीची ५८, ६१.
 कॅरिंगटन ८९.
 कर्क ७६.
 काजळ ७७.
 किरणविसर्जन ५९, ७१, ७७.
 केन्द्र-दीर्घवर्तुळाचें ६२; बाह्य-
 गोल भिंगाचें ६७.
 कोळसा-दगडी १०.
 क्रांतितेज ९४.
 खोपवली ७.
 गति ३४.
 गतिचक्र १०.
 गारगोटी ६५, ६६.

गुणोत्तर २८.
 घन २८.
 घनता ७३.
 चित्रा ५५, ५६, ५७.
 छाया ७८.
 छायाकल्प ७८.
 ज्ञानतंतु १८.
 डाग-चंद्रावरील ७४; सूर्यावरील
 ७५; त्यांचा प्रदक्षिणाकाल ८९;
 त्यांची तेजी मंदी ८१, ९१.
 तेजःश्रृंगें ९३.
 त्रिकोण-सजातीय २६.
 दीर्घवर्तुळ ६१.
 दैनंदिन गति ५२, ५३.
 ध्रुव-पृथ्वीचा ३८, ४३; सूर्याचे
 ८५-९०; तारा ४३.
 नक्षत्रें ५३.
 पदार्थ ७७.
 पवनचक्राचा ८.
 पाऊस ७.
 पारशी १.
 पुनर्वसू ५३-५७.
 प्रभामंडळ ९३.
 प्रच्छाया ७८.
 प्राणवायु १३.

फ्लेमस्टीड ८१.	वर्णलेख ८४
वाबिलोन १.	वाक ९.
बाह्यगोलभिंग ६६, ६७.	वारे ८.
बीजरूपाशक्ति ६, १२, १३, १४.	विद्युच्छक्ति ७.
बृहत्संहिता ७५.	विशिष्टगुरुत्व ७३.
बेलोपोलिस्क ९१.	विषुववृत्त-पृथ्वीचें ५९; सूर्याचें
मिसर १.	८९
मूलद्रव्यें ७५.	व्यास-पृथ्वीचा २८; सूर्याचा २७,
मेघ ७.	७१.
मेणवत्ती ६५.	श्रवण ५५-५७.
लॉकियर ९१.	समांतर ५१.
लोलक ८४.	सावली ४९.
लोहचुंबकत्व ९१.	स्थितिसातत्य ३३.
वनस्पति १२.	स्वाति ५४-५७.
वराहमिहिर ७५.	होकायंत्र ९१.
वर्णमंडळ ९३.	

