

म. ग्रं. सं. ठाणे

सन

विषय

लेखक महादेवशा

शालय क्रमांक

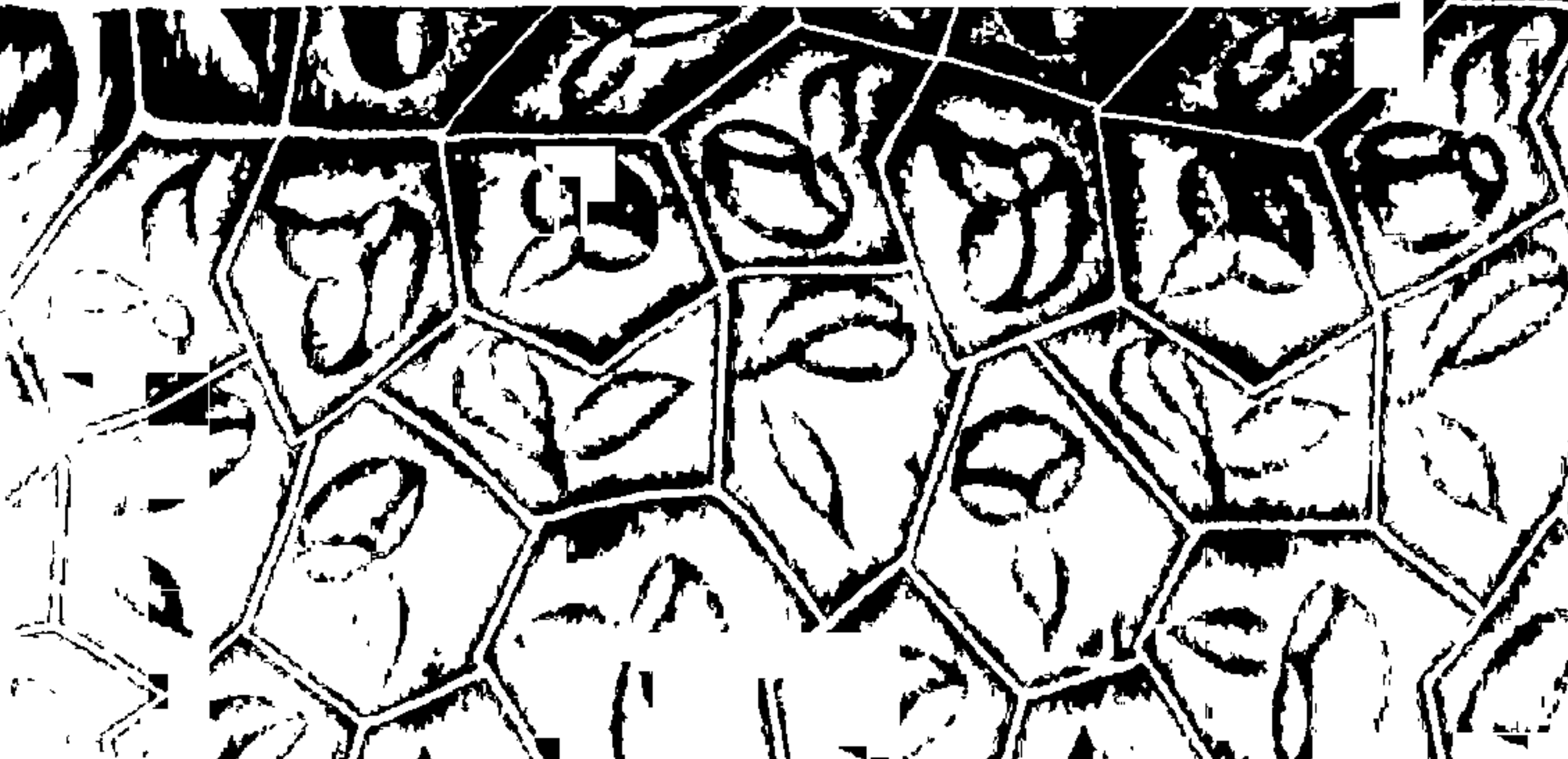
पुस्तकाचे नांव भूगोल - भाग १

१७

संक्र.

भूगोल खण्ड

(भू-प्रवास)



म. प्र. सं. ठाणे
स्य १-५०११
नं. १०६

Library to be
50 Hundred
Public Instruction, Bombay,

१८८०

KHAGOL.

AN INTRODUCTION
TO THE STUDY OF
MATHEMATICAL AND PHYSICAL GEOGRAPHY;

AND
AN INTRODUCTION TO ASTRONOMY:

TRANSLATED FROM PROFESSOR SULLIVAN'S GEOGRAPHY, GENERALIZED.

BY

MAHÁDEVA SHÁSTRÍ PURÁNÍK.

Third Edition.

2,000 Copies.

Registered for Copy-right under Government of India's
Act XXV. of 1867.

BOMBAY:

GOVERNMENT CENTRAL BOOK DEPÔT.

1880.

(All Rights Reserved.)

Price Ten Annas.

BOMBAY :

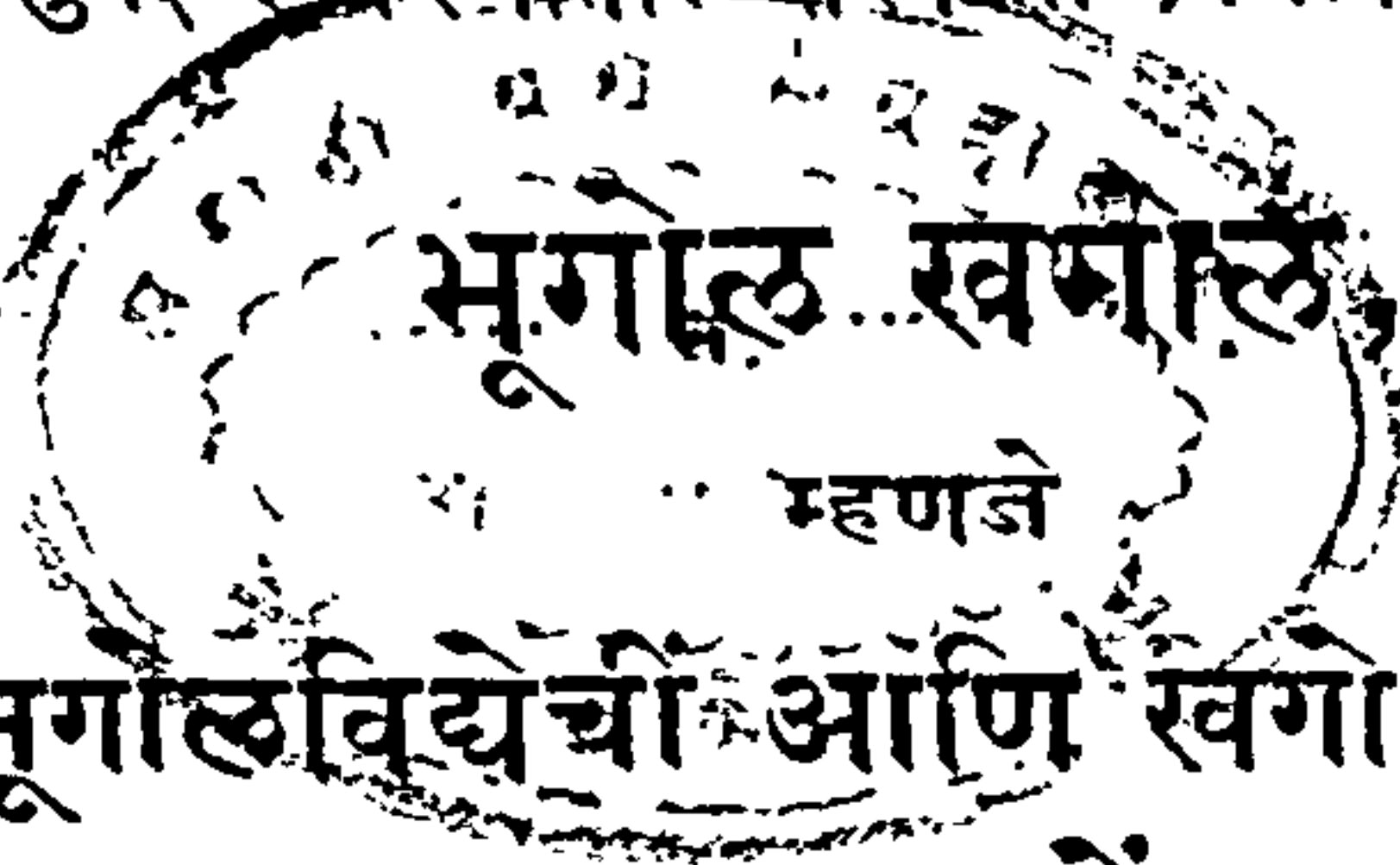
• PRINTED AT THE "NIRNAYA-SAGAR" PRESS.

म. उ.

स्य

नं.

मुंबई इल्युस्ट्रांतील सरकारी विद्याशाळाखातें.



**भूगोलविद्येची आणि खगोलविद्येची
मूलतत्वे.**

ह्या विषयांचा मूळ ग्रंथ इंग्रजी भाषेत सलेवन साहेबानें केला आहे,
त्यांतील कांहीं भागांचें मराठी भाषांतर करून,

महादेव शास्त्री पुराणिक,

ह्यांनीं हें पुस्तक रचिलें,

आवृत्ति तिसरी.

२,००० प्रति.

ह्या पुस्तकाची मालकी सन १८६७ चा आक्ट २५ प्रमाणें
नोंदिली आहे.

मुंबई.

गवर्नमेंत सेंट्रल बुक डिपो.

सन १८८० इ०.

ह्या पुस्तकासंबंधी सर्व अधिकार सरकारानें आपणाकडे ठेविले आहेत.

किंमत आणे १०.

सुंवरुई.

“ निर्णयसागर ” छापखान्यांत छापिलें.

NOTE.



THE Introduction to Mathematical and Physical Geography contained in this book comprises fourteen Chapters of Sullivan's Geography Generalized, with his questions for examination. The Introduction to Astronomy is from the same work, but the table of the planets, with their distances from the sun, &c. &c., is copied from Newcomb's Astronomy published in 1878 in England. The Appendix on the use of the Globes, &c., is partly from Sullivan and partly from Nichollas's Grammar of Geography.

One or two Notes of the original work have been omitted, and one or two original Notes have been added.

This work was done by the intelligent Translator, Mahádeva Shástrí Puránik, in the discharge of his Office as a Translation Exhibitioner of the Poona College. As he left the College, (to be acting Head Master of the English school at Kurrachee), immediately on giving it to Major T. Candy, much extra labor devolved on the latter officer in revising it and carrying it through the Press.

सूचना.



सलेवन साहेबानें इंग्रजी भाषेंत भूगोलविद्येचीं मूलतत्वे ह्यांचा एक ग्रंथ रचिला आहे. त्यांत भूमानविषयक, भूतलविषयक, आणि भूराज्यविषयक अशीं तीन प्रकरणे आहेत, त्यांतील पहिल्या दोन प्रकरणांचें भाषांतर ह्या पुस्तकांत आलें आहे. तिसऱ्या प्रकरणाचीं मराठी भाषेंत पुस्तके झालीं आहेत, म्हणून तें प्रकरण सोडलें आहे. पुढें परीक्षेचें प्रश्न लिहिले आहेत तेही त्याच ग्रंथांतून घेतले आहेत.

खगोलविद्येचीं मूलतत्वे सलेवन साहेबानें त्याच ग्रंथांत लिहिलीं आहेत, त्यांचें भाषांतरही येथें घेतलें आहे; या ग्रंथाची ही तिसरी आवृत्ति छापतांना ग्रहमालेचें कोष्टक सिमन न्युकोंब साहेबांनीं सन १८७८ सालीं छापलेले ज्योतिःशास्त्रसंबंधी नवीन पुस्तकाच्या आधारानें नवीन तयार करून ह्यांत घातलें आहे. व त्याप्रमाणें मूलवर्णनांत जेथे जेथे फेरफार करावे लागले तेथे तेथे ते केले आहेत.

गोल वापरण्याची पद्धति व नकाशे पाहाण्याची पद्धति हीं प्रकरणे शेवटीं लिहिलीं आहेत, त्यांतील विषय कांहीं सलेवन साहेबांच्या पुस्तकांतून घेतले आहेत, आणि कांहीं विषय निकल्स साहेबानें केलेल्या भूगोलविद्येच्या विषयावरील इंग्रजी ग्रंथांतून घेतले आहेत.

मूळ ग्रंथांतील एक दोन टिपा सोडल्या आहेत, आणि एक दोन नवीन टिपा घातल्या आहेत.

हें पुस्तक राजश्री महादेव शास्त्री पुराणिक, पुणे पाठशाळें-

तील त्रान्स्लेशन एक्सबिशनर, ह्यांनी आपल्या हुद्याच्या नात्याने केले आहे. हे भाषांतर त्यांनी चांगले केले होते; तरी भाषांतर संपतांच ते पाठशाळेतून कराची येथील इंग्रजी स्कूल-मास्तराचे कामावर निघून गेले, म्हणून हे पुस्तक मुळपासून शेवटपर्यंत तपासून शुद्ध करण्याची व छापविण्याची मेहनत सर्व १८५४ नांत मेजर क्यांडी साहेब पुणे पाठशाळेचे प्रिन्सिपाल ह्यांस घ्यावी लागली.

ही तिसरी आवृत्ति छापण्याच्या वेळेस मूळचा ग्रंथ पुनः एकवार रा० रा० श्रीकृष्ण शास्त्री तळेकर, मराठी त्रान्सलेटर यांनी तपासून शुद्ध केला आहे.



अनुक्रमणिका.

भूगोलविद्येचीं मूलतत्त्वे.

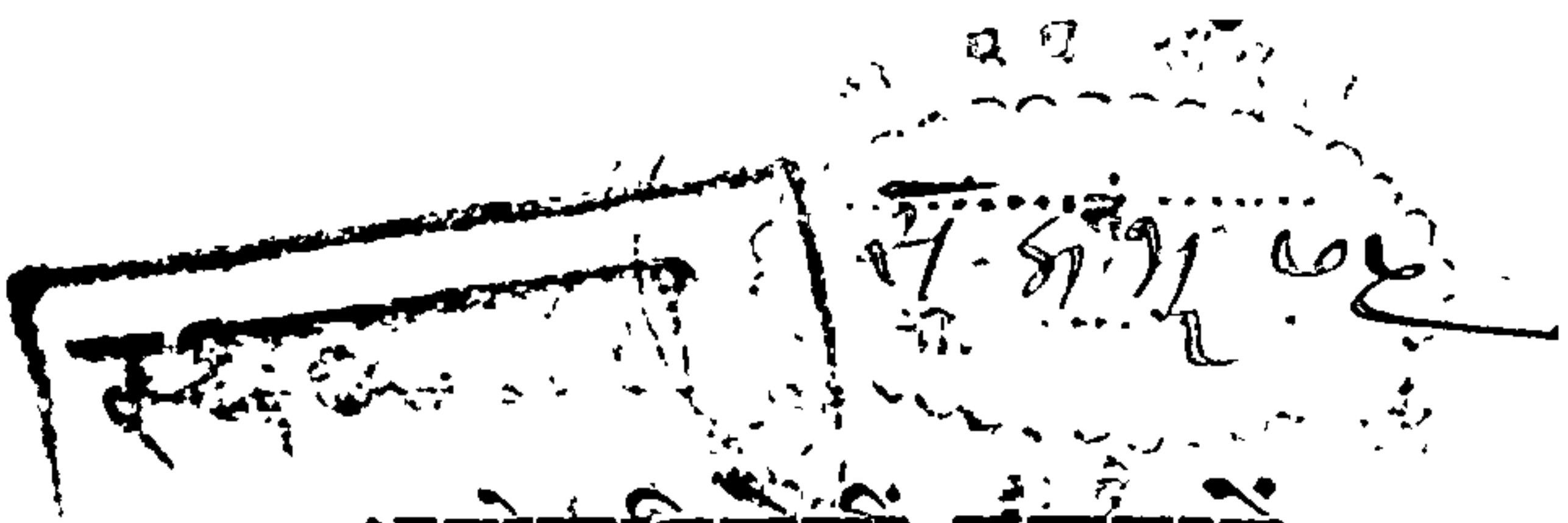
	पृष्ठ.
भाग १. पृथ्वीचा आकार...	१
„ २. पृथ्वीच्या गतीविषयी...	८
„ ३. पृथ्वीच्या वार्षिक गतीच्या कारणाविषयी. ...	२१
„ ४. पृथ्वीचें महत्व आणि मान ह्यांविषयी.....	२७
„ ५. कटिबंध, उपकटिबंध, आणि उष्णतेचें मान ह्यांविषयी.	४८
„ ६. पर्वत, मैदानें, आणि अरण्ये ह्यांविषयी.....	६०
„ ७. नद्या आणि सरोवरे ह्यां विषयी.....	७२
„ ८. भरती, ओहटी आणि प्रवाह ह्यांविषयी	८०
„ ९. वातावरण, त्याचे गुण आणि उपयोग ह्यांविषयी.	८९
„ १०. बाष्पभवन, मेघ, पर्जन्य, दहिंवर, बर्फ, आणि गारा ह्यांविषयी.....	९४
„ ११. वाऱ्यांविषयी.	१०१
„ १२. उद्भिज्जांच्या वांटणीविषयी ...	१०६
„ १३. प्राण्यांच्या वांटणी विषयी.....	१०८
„ १४. मनुष्यांच्या वांटणीविषयी.	११०
परीक्षेचे पत्र.	११६
खगोलविद्येचीं मूलतत्त्वे... ..	१४१

गोल वापरण्याची पद्धति.

गोलांविषयी व्याख्या.....	१६७
भूगोलाविषयीचीं कृत्ये.....	१७०
खगोलाविषयीचीं कृत्ये.....	१७७

नकाशे पाहाण्याची पद्धति.

व्याख्या.....	१८२
नकाशांवरून करावयाचीं कृत्ये.	१८३



भूगोलविद्येची मूलतत्त्वे.

भाग १.

पृथ्वीचा आकार.

भूगोलविद्या ह्या शब्दाचा अर्थ पृथ्वीचे वर्णन हा आहे. भूमान-विषयक, भूतलविषयक, आणि भूराज्यविषयक, असे तीन विभाग ह्या विद्येचे आहेत.

भूमानविषयक विद्येत पृथ्वीचा आकार, गति, आणि महत्व, ह्यांचे निरूपण असते. ह्या विभागाचा संबंध गणितशास्त्र व ज्योतिःशास्त्र ह्यांच्याशी आहे.

भूतलविषयक विद्येत पृथ्वीचे जे मोठे मोठे अकृत्रिम विभाग आहेत ते, तद्घटक पदार्थ, तिजवरील प्राणी आणि उद्भिज्जें, वातावरण, आणि ह्यांशिवाय तिजविषयी ज्या कांहीं विशेष गोष्टी असतात त्या, ह्या सर्वांचे निरूपण केलेले असते. ह्या विभागाचा संबंध स्थावरजंगमविद्या आणि पदार्थविज्ञान ह्यांच्याशी आहे.

भूराज्यविषयक विद्येत राज्ये, त्यांचा विस्तार, त्यांतील लोकांची संख्या, वसूल, राज्याचा प्रकार, धर्म, कायदे, रीतिभाती, विद्या, आणि प्रजाधर्मांमुळे मनुष्यास ज्या गोष्टी लागू पडतात त्या, ह्या सर्वांचे निरूपण केलेले असते. ह्या विभागाचा संबंध इतिहास आणि अर्थशास्त्र ह्यांच्याशी आहे.

पृथ्वी गोलाकार आहे, म्हणजे तिचा आकार चेंडूसारखा वाटोळा आहे.

नारिंग घेऊन शिक्षकाने विद्यार्थ्यांस दाखविले असतां, पृथ्वीचा आकार कसा आहे ह्याची बरीच कल्पना त्यांच्या मनांत येईल. नारिंग दाखविल्यावर त्यानें विद्यार्थ्यांस विचारावें कीं, नारिंगाचा आकार अगदीं गोलासारखा आहे कीं काय? असें विचारल्यावर विद्यार्थ्यांच्या लक्षांत तेव्हांच येईल, कीं देंठाकडे आणि शेंक्याकडे तें

कांहींसैं चापट आहे. मग गुरूनें त्यांस सांगावें, कीं ह्या नारिंगासारखी पृथ्वी दोहों घुवांकडे कांहींसी चापट आहे; तरी नारिंग आपल्या आकाराच्या मानानें जितकें चापट आहे, तितकी पृथ्वी आपल्या आकाराच्या मानानें चापट नाहीं; फार कमी आहे.

मग दाभण, किंवा तारेचा तुकडा, नारिंगाच्या देंठांतून समोर आरपार घालून, गुरूनें त्यासभोंवतीं नारिंग फिरवावें. ह्यावरून पृथ्वीचा आंस आणि तिची दैनंदिनगति हीं विद्यार्थ्यांच्या लक्षांत चांगलीं येतील.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर जेथें चढण किंवा उतरण असते, तो प्रदेश टाकून बाकीचा सर्व प्रदेश सपाट दिसतो; त्यांत वांकडेपणा अथवा गोलपणा यत्किंचित्ही दिसत नाहीं. ह्याचें कारण असें आहे कीं, पृथ्वी फारच मोठी आहे, म्हणून असें दिसतें. कृत्रिम गोलाचा पृष्ठभाग आपणांस अगदीं वाटोळा दिसतो, तरी माश्या वगैरे लहान जीव त्यावरून चालले असतां, त्याचा पृष्ठभाग त्यांस सपाट दिसेल. तसेंच पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर आपली नजर दूरवर पोहोंचत नाहीं, म्हणून तो सपाट आहेसैं आपणांस वाटतें. सर्वांत उंच मनुष्य अफाट मैदानाच्या मध्यभागीं उभा राहिला असतां, त्यास त्याच्या भोंवतालचा पृथ्वीचा पृष्ठभाग दीड कोस मात्र दिसतो, त्याच्या पलिकडे दिसत नाहीं. पृथ्वीच्या आकाराच्या प्रमाणानें तिजवरचें तीन कोस व्यासाचें वर्तुल कृत्रिम गोलावरच्या चवलीएवढ्या वर्तुलापेक्षांही लहान आहे. आतां कृत्रिम गोलावरच्या चवलीएवढ्या वर्तुलाचा पृष्ठभाग गोलाकार आहे, असें आपणांस पक्कें माहित आहे खरें; तरी तें वर्तुल गोलावरून कापून निराळें काढलें असतां, सपाट दिसेल. जर कोणी म्हणेल कीं, पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर पर्वत

१ पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची वक्रता एका मैलांत आठ इंच असते. ही वक्रता मैलांच्या वर्गानें वाढत जाते, म्हणजे दोन मैलांत पृथ्वीची वक्रता $8 \times 8 = 64$ इंच असते; तीन मैलांत $9 \times 9 = 81$ इंच असते; ह्याप्रमाणें अंतराच्या वर्गानें वक्रता वाढते. जो मनुष्य साहा फूट उंच आहे त्याचा डोळा पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून वर ७२ इंच उंच असतो, म्हणून तो मैदानांत उभा राहिला असतां त्याची दृष्टि सभोंवतीं तीन मैलांपेक्षां अधिक पोहोंचणार नाहीं.

पृथ्वीचा आकार.

व दुसरे पुष्कळ उंचवटे आहेत, म्हणून पृथ्वी गोलाकार नाही; असें नाही.

नारिंगाचा पृष्ठभाग जर नीट पाहिला, तर त्यावर पुष्कळ उंचवटे आपल्या दृष्टीस पडतात. पृथ्वीचें महत्व आणि नारिंगाचें महत्व ह्यांची तुलना करून पाहिली असतां, नारिंगावरचा फार लहान जो उंचवटा तो पृथ्वीवरच्या फारच उंच पर्वतापेक्षांही मोठा आहे. सारांश, बारा इंच व्यासाच्या कृत्रिम गोलावर वाळूचा फार बारीक कण ठेविला असतां, त्या गोलाच्या महत्वाच्या प्रमाणानें तो कण, पृथ्वीवरच्या फारच उंच पर्वतापेक्षां फारच मोठा आहे. पृथ्वीचा गोल जर एकदम आपल्या दृष्टीस पडता, तर तो नारिंगासारखा वाटोळा आणि कोठें उंच नीच नाही, असा आपणास वाटता.

पृथ्वी गोलाकार आहे ही गोष्ट कित्येकांच्या प्रतीतीस आली आहे. ती अशी की, कृत्रिमगोलावरून माशी नीट समोर चालली असतां, ती जशी पुनः पहिल्या ठिकाणीं येते तसे अनेक दर्यावरदीही पृथ्वीप्रदक्षिणा करीत असतां, ते ज्या ठिकाणाहून निघाले त्याच ठिकाणीं माघारे आले; म्हणजे, गलबतांत बसून ते नीट पश्चिमेस जातां जातां शेवटीं पूर्वेकडून ते ज्या ठिकाणाहून निघाले तेथेंच येऊन पोहोंचले; व तसेच कितीएक दर्यावरदी नावेंत बसून पूर्वेकडे जात असतां, शेवटीं पश्चिमेकडून ते ज्या ठिकाणाहून निघाले होते, त्या ठिकाणींच माघारे येऊन लागले.

मागेलन म्हणून एक दर्यावरदी होता, त्यानें नावेंत बसून पृथ्वीची प्रथम प्रदक्षिणा केली; पण कोलंबसानें पृथ्वीची प्रदक्षिणा करण्याविषयीं प्रथम प्रयत्न केला, म्हणून त्या कामाची प्रतिष्ठा त्यासच योग्य आहे.

पृथ्वी गोलाकार आहे अशी कोलंबसाची पक्की खातरी झाल्यावर

१ पृथ्वीवरचा सर्वामध्ये उंच पर्वत बारा इंच व्यासाच्या कृत्रिम गोलावर त्या गोलाच्या प्रमाणानें दाखविण्यास इंचाच्या १३० व्या अंशाइतका जाडी वाळूचा खडा घेतला पाहिजे, म्हणजे बहुतकरून दृष्टीस गोचर न होणारा असा परमाणुच पाहिजे; कारण, पृथ्वीवरच्या फारच उंच पर्वताची उंची पांच मैल आहे, व पांच मैल हे पृथ्वीच्या व्यासाचा १६०० वा अंश आहे; आणि बारा इंच व्यासाचा १६०० वा अंश एका इंचाचा सुमारे १३० वा अंश होय.

त्यानें असें अनुमान केलें, कीं आपण पश्चिमेस नीट गेलों असतां, पूर्व दिशेस जो हिंदुस्तान देश आहे त्यांत जाऊन पोहोंचूं; आणि त्याला जें खंड लागलें, म्हणजे अमेरिका, तें जर मध्यें आलें नसतें, तर तो खचीत हिंदुस्तानांत जाऊन पोहोंचला असता.

कोलंबसास, आणि त्याच्या पूर्वी जे फार प्राचीनकाळचे विद्वान होऊन गेले त्यांस, ज्या प्रमाणांवरून पृथ्वी गोलाकार आहे असें वाटलें तीं प्रमाणें आम्ही येथें संक्षेपानें लिहितों.

पृथ्वी सपाट आणि आकाशास जाऊन लागलेली असी दिसते, व असाच तिचा आकार आहे असें अज्ञानी लोकांस अद्यापि वाटतें; पण अशी गोष्ट असती, तर सूर्य आणि तारे हे क्षितिजावर आल्यावर सर्व प्रदेशावरून एकदम दिसले असते; ते तसे दिसत नाहींत हें सर्वास माहीतच आहे. पूर्वेकडे राहाणाऱ्यांस ते प्रथमतः दिसतात, आणि पश्चिमेकडील लोकांस ते मागून दिसतात. संध्याकाळीं क्षितिजाखालीं सूर्य गेला, म्हणजे तिकडच्या लोकांस सूर्योदय होतो, ही गोष्ट तर सर्वास माहीतच आहे; तर पृथ्वी गोलाकार आहे म्हणूनच असें होतें. उदयोन्मुख किंवा अस्तोन्मुख सूर्य असतां मध्यें पर्वत असला, तर जसा सूर्य आपल्या दृष्टीस पडत नाहीं, तसे पृथ्वीचा उंचवटा मध्यें आल्यामुळे क्षितिजाखालचे सूर्य, तारे इत्यादि आपणास दिसत नाहींत. ह्या गोष्टींवरून प्राचीन काळच्या विद्वान लोकांनीं पृथ्वी गोलाकार आहे असें अनुमान केलें. ते लोक जसजसे पूर्वेकडे जात तसतसा सूर्य त्यांस लवकर उगवे, आणि जसजसे ते पश्चिमेकडे जात तसतसा तो त्यांस उशिरानें उगवे, ह्यावरून त्यांनीं असें अनुमान केलें कीं, पृथ्वी पूर्वपश्चिम गोलाकार आहे. मग त्यांच्या असें दृष्टीस पडलें, कीं, जसजसे उत्तरेस जावें, तसतसा उत्तर ध्रुव डोईवर आलासा दिसतो, नवे नवे तारे दृष्टीस पडतात, व जे नेहमी दृष्टीस पडत असतात ते क्षितिजाखालीं जाऊन दिसतनासे होतात; आणि जसजसे दक्षिणेकडे जावें, तसतसा ध्रुव खालीं गेलासा दिसतो. ह्यावरून त्यांनीं असें अनुमान केलें कीं, पृथ्वी दक्षिणोत्तर गोलाकार आहे. चवूंकडे ह्याचप्रमाणें दिसूं लागलें, म्हणून शेवटीं त्यांनीं असें ठरविलें कीं, पृथ्वी गोलाकार आहे.

पृथ्वी गोलाकार आहे ह्याविषयी दुसर्गिं कांहीं प्रमाणें आहेत, तीं

वरल्यापेक्षां विशेष अवलोकनांत येतात, तीं आतां सांगतो. गलबत बंदे-
राहून निघून समुद्रांत चालू झालें असतां, प्रथम त्याचा खालचा भाग
तीरावरच्या लोकांस दिसेनासा होतो, मग खालचीं अवजारे दिसे-
नातशीं होतात, मग डोलकाळ्यांचे शेंडे मात्र दिसत असतात, आणि
कांहींवेळ झाल्यावर तेही दिसतनासे होतात. कोणी म्हणेल कीं गल-
बत दूर अंतरावर जातें म्हणून असें होतें; तर असें नव्हे; कारण कीं,
दूरपणामुळें जर ही गोष्ट होती, तर गलबतापेक्षां लहान जें शीड तें
प्रथमतः दिसेनासें व्हावें, पण तसें होत नाहीं. समुद्राचा पृष्ठभाग
गोलाकार आहे म्हणून तो तीरावरून पहाणारे लोक आणि गलबत
ह्यांच्या मध्ये पर्वतासारखा आड येतो. ह्यास प्रमाण इतकेंच कीं ते
लोक एखाद्या पर्वतावर चढले असतां गलबत त्यांस पुनः दिसूं लाग-
तें. गलबतांत बसलेल्या लोकांस प्रथम तीर दिसेनासें होतें, मग इ-
मारती दिसेनातशा होऊन देवळांचीं शिखरे व पर्वतांचे शेंडे हे मात्र
दिसतात, मग शेवटीं तेही दिसत नाहीतसे होतात. अशा गोष्टी
पृथ्वीवर सर्व ठिकाणीं अनुभवास येतात. पर्वत किंवा बुरूज ह्यांपासू-
न कोणी दूर जाऊं लागलें असतां, प्रथम त्यांचे पायथे त्यांस दिसत-
नासे होतात, मग मध्यभाग दिसतनासे होतात, आणि शेवटीं शिख-
रें दिसतनाशीं होतात.

गलबतावरून फार दूर जें काय दिसावयाचें तें डोलकाठीवरून
दिसतें, म्हणून जमिनीचा किंवा दुसऱ्या एखाद्या वस्तूचा शोध करा-
वयाचा असल्यास, किंवा एखादी जागा टेहळावयाची असल्यास, ख-
लाशी लोक डोलकाठीवर चढून पहातात.

आणखी असें आहे, कीं पृथ्वी हा एक ग्रह आहे, म्हणून तिला
ग्रहाच्या गतीच्या अनुरोधानें गोलाशिवाय दुसरा आकार संभवतच
नाहीं. पृथ्वीच्या गतीचें वर्णन पुढें करूं, व ती गोलाकार असावी
ह्याचें कारणही पुढें सांगूं.

आपणांस माहित आहे कीं प्रत्येक परमाणु त्याच्या आटोक्यांत
जे परमाणु येतात त्यांचें आकर्षण करतो, व आपण त्यांकडून आक-
र्षित जातो; म्हणून पदार्थांत जसजसे प्रकृत्यंश अधिक असतात,
तसतशी त्या पदार्थांचे आंगीं दुसऱ्या पदार्थांचें आकर्षण करण्या-
ची शक्ति अधिक असते. ह्या आकर्षणाचे प्रकार अनेक आहेत.

१ स्नेहाकर्षण, म्हणजे ज्या आकर्षणाच्या योगानें पदार्थातील परमाणु एकमेकांस चिकटून राहतात तें. २ गुरुत्वाकर्षण, म्हणजे पदार्थाचें त्यांच्या प्रकृत्यंशांच्या प्रमाणानें जें परस्परांवर आकर्षण घडतें तें. ३ लोहचुंबकाकर्षण, म्हणजे लोखंडाचें आकर्षण करण्याची जी शक्ति लोहचुंबकाचे आंगी आहे तें. ४ विद्युदाकर्षण, म्हणजे विजेचे यंत्राजवळ पर किंवा दुसरा एखादा हलका पदार्थ नेऊन ठेविला असता त्याचें जें विद्युच्छक्तीनें आकर्षण होतें तें.

पदार्थमात्राचे प्रकृत्यंश एकमेकांस चिकटून राहतात हें स्नेहाकर्षणामुळे घडतें. स्नेहाकर्षण नसतें तर ब्रह्मांडातील सर्व परमाणु निरनिराळे होते. सृष्टिकर्त्यानें पदार्थांत हा धर्म ठेविला आहे म्हणूनच पृथ्वी, ग्रह आणि तारे, ह्या सर्वास गोलाकारता प्राप्त होऊन त्यांचा तोच आकार राहिला आहे. झाडांवर जे दाहिवराचे बिंदु असतात, व मेघांपासून पावसाचे जे बिंदु पडतात, त्यांमध्येही हाच धर्म स्पष्ट दिसून येतो. दाहिवर व पावसाच्या धारा ह्यांचे घटक जे वाफेचे परमाणु असतात ते एकमेकांच्या जवळ आले, म्हणजे ते एकमेकांचें आकर्षण करून बिंदुरूप होतात. थोडासा पारा जमिनीवर सांडला असता, त्याच्या हजारों लहान लहान गोळ्या होतात हें स्नेहाकर्षणानेच घडतें; म्हणजे, पाण्याचे परमाणु एकमेकांच्या जवळ आले असता ते परस्परांचें आकर्षण करतात, तेणेंकरून लहान लहान गोळ्या होतात. गोलाच्या मध्यबिंदूकडे सर्व घटक परमाणु आकर्षिले जातात, म्हणून तिचा आकार गोलरूप झाला आहे. पृथ्वीवर मनुष्यांनीं राहावें, असें जेव्हां ईश्वराच्या मनांत आलें, तेव्हां त्यानें मूलतत्त्वांची नीट व्यवस्था केली. मग सर्व परमाणूंचें एकमेकांवर आकर्षण चालू झाल्यामुळे ती गोलाकार झाली. म्हटलें तर पृथ्वीचें आकाशांत राहणें, व मनुष्यांस सुखकारक अशी तिची दैनं-

१ छेरे करण्याच्या कारखान्यांतही हीच गोष्ट स्पष्ट दिसून येते. ठसे करून जर त्यांत छेरे ओतले, तर ते फार महाग पडतील; म्हणून कारखानदार इनकी उंच जागा शोधून काढतात कीं तेथून शिशाचें पाणी जमिनीवर येऊन पोहोचावयाचे आंत तें गार होईल; मग त्या उंच जाग्यावरून चाळणीतून शिशाचें पाणी ओततात, त्या पाण्यास हवा लागून त्याच्या वाटोळ्या गोळ्या होऊन त्या खाली पडतात.

दिनगति, ह्या दोन गोष्टींच्या अनुरोधाने पृथ्वीस गोलाकाराशिवाय दुसरा आकार संभवतच नाही. आपण अशी कल्पना करू, की, पृथ्वीसारखा एखादा गोल आकाशांत ठेविला आहे, व त्यास कोणत्याही दुसऱ्या पदार्थाचे आकर्षण नाही, तर तो गोल आकाशांत निराधार तसाच सतत राहील, तो अगदीं हाल्लावयाचा नाही; कारण, आपण असे मानिले आहे, की त्यावर दुसऱ्या कोणत्याही पदार्थाचे आकर्षण नाही. वस्तुतः अशा पदार्थाचे आंगी वजन अगदीं असावयाचे नाही, कारण की, त्याच्या सर्व भागांस मध्याकडेचे आकर्षण होऊन समतोल्य येते.

पदार्थाचा गुरुत्वमध्य म्हणजे पदार्थातील ज्या बिंदूवर सर्व भार येऊन पदार्थाचे अवयव एकमेकांस तोलून धरितात तो बिंदू. गुरुत्वमध्याच्या ह्या लक्षणावरून ही गोष्ट स्पष्ट दिसून येते की, ज्या गोलाचा जाडीपणा एकसारखा आहे, कोठे अधिक व कोठे कमी असा नाही, त्या गोलाचा गुरुत्वमध्य व मध्यबिंदू हे एके स्थानीच असतात. ह्याप्रमाणे पृथ्वीचे सर्व भाग व तिच्यावरील सर्व वस्तु ह्यांचे आकर्षण तिच्या मध्यबिंदूकडे होते; ह्यामुळेच पृथ्वीच्या अधोभागी राहणाऱ्या लोकांचे पाय जरी वर आहेत आणि डोकी खाली आहेत तरी त्यांस खाली पडण्याचे कांही भय नाही; छतावरील माशांसारखे सुरक्षित राहतात. वास्तविक पाहिले असता, सर्व लोकांचे पाय नेहमी खालीच असतात व डोकी वर असतात. कारण की, खाली ह्या शब्दाचा अर्थ पृथ्वीच्या मध्याकडे आणि वर या शब्दाचा नेहमी डोकीकडे असा आहे. पृथ्वीतील अगदीं खालचा बिंदू म्हटला म्हणजे तिचा मध्यबिंदूच होय, ह्यामुळे एखादी वस्तु खाली आहे असे म्हटले असता, त्याचा अर्थ ती पृथ्वीच्या मध्यबिंदूकडे आहे, असा होतो, आणि वर आहे म्हटले, म्हणजे पृथ्वीच्या पृष्ठभागाकडे आहे, असा होतो. आकाश लक्षून हे शब्द योजिले म्हणजे दिवसास जो आकाशाचा भाग वर आहे असे आपण म्हणतो, तोच भाग रात्रीस खाली आहे असे आपण बोलतो. ज्यांचे पाय आपल्या पायांकडे आहेत, असे जे पृथ्वीच्या खालच्या पृष्ठभागावर राहणारे लोक, त्यांस आपणांसारखेच खाली पडावयाचे भय अगदी नाही. पृथ्वीवरील इतर लोकांसारखे त्यांच्या पायांखाली पृथ्वी व डोईवर आकाश असे आहे.

भाग २.

पृथ्वीच्या गतीविषयीं.

लहानसा गोल किंवा चेंडू हा दिव्यापुढें धरिला असतां आपण पाहतां, कीं त्याच्या अर्ध्या भागावर प्रकाश पडतो व अर्ध्या भागावर अंधार पडतो. आतां तो जर फिरविला, तर क्रमानें एका अर्धावर उजेड पडेल व एकावर अंधार पडेल.

पृथ्वीच्या दैनंदिनगतीनें ह्याप्रमाणेंच होतें. पृथ्वी हा एक गोल आहे, आणि तो गोल सूर्यासभोंवती फिरत असतां आपल्या आंसासभोंवतीं फिरतो, म्हणून क्रमानें त्याच्या एका अर्धावर सूर्यकिरणाचा प्रकाश पडतो व दुसऱ्या अर्धावर अंधार असतो. जें अर्ध सूर्याकडे असतें तिकडे दिवस असतो. जें सूर्याकडे नसतें तिकडे रात्र असते. पृथ्वीस आपल्या आंसासभोंवतीं एक प्रदक्षिणा करण्यास चोवीस तास लागतात, म्हणून एक अहोरात्र म्हटलें म्हणजे चोवीस तास होतात.

नारिंगाच्या देंठांतून तारेचा एक तुकडा घालून तो पुढें नीट आरपार काढावा, मग त्यासभोंवती नारिंग फिरविलें असतां, पृथ्वीचा व्यास, ध्रुव, आणि तिची दैनंदिनगति ह्यांची कल्पना विद्यार्थ्यांच्या मनांत चांगली येईल. जसें नारिंग तारेसभोंवतीं फिरतें तशी पृथ्वी तिचे पृष्ठभागावरील उत्तरबिंदूपासून मध्यबिंदूतून दक्षिणबिंदूपर्यंत जाणारी एक कल्पित रेषा आहे तिच्या सभोंवतीं फिरते. ह्या कल्पित रेषेस पृथ्वीचा आंस असें म्हणतात, व तिच्या शेवटांस ध्रुव म्हणतात. उत्तरेकडे जो ध्रुव आहे त्यास उत्तर ध्रुव, व दक्षिणेकडे जो आहे त्यास दक्षिण ध्रुव, असें म्हणतात.

तारेसभोंवती नारिंगास फिरवूं लागलें असतां, ज्या बिंदूच्या ठिकाणीं तारेचे शेवट होतात त्या बिंदूंचून सर्व नारिंग फिरत फिरत जातें. पृथ्वीच्या ह्या बिंदूंस उत्तर ध्रुव व दक्षिण ध्रुव म्हणण्याचें कारण हेंच आहे, कीं पृथ्वी फिरत असतां हे स्थिर असतात. पृ-

१ वास्तविक पाहतां पृथ्वीस एक प्रदक्षिणा करण्यास २३ तास ५६ मिनिटें आणि ४ सेकंद लागतात.

थ्वीचा आंस आणि ध्रुव हे चांगले लक्षांत येण्याकरितां शिक्षका-
नें फिरत्या भोंवऱ्याचेंही उदाहरण द्यावें.

गाडींत अथवा गलबतांत बसून झपाट्यानें चालले असतां, बस-
णाऱ्यांस असें वाटतें कीं, आपण स्थिर आहों, आणि घरे, झाडे,
इत्यादि स्थिर पदार्थ पुढून धांवत येऊन मागे जातात; त्याप्रमाणेंच
पृथ्वी पश्चिमेकडून पूर्वेस फिरत जात असतां आपणांस असें वाटतें
कीं सूर्य आणि आकाशातील तारे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातात.
जसजसी गाडी साफ आणि एकसारखी चालती, तसतसे अन्यप-
दार्थ चालले आहेत व आपण स्थिर आहों, असें अधिक अधिक वा-
टतें. कोणाचें म्हणणें असें आहे कीं, विमानांत बसून वर चालले
असतां, विमान वर चालले आहे असें वाटावें तें न वाटतां, आपण
स्थिर आहों व पृथ्वी खाली जात आहे असें वाटतें.

ह्याप्रमाणें पृथ्वी आपल्या आंसासभोंवतीं एकसारखी फिरत अ-
सतां, आपणांस असें वाटतें कीं ती अचल आहे, आणि आकाशां-
तील सूर्य व तारे तिच्या सभोंवतीं प्रदक्षिणा करतात.

पृथ्वी अचल आहे व सूर्यादि ग्रह व तारे हे चोवीस तासांत
तिच्या सभोंवतीं प्रदक्षिणा करतात, असें प्राचीनकाळीं लोक मानीत
असत, व अज्ञानी लोक अद्यापि असेंच मानीत आहेत. हें मत ख-
रेंच जरी असतें, तरी हल्लीं पृथ्वीवरून तारे व अन्यपदार्थ आपणांस
जसे दिसतात तसेच दिसते, त्यांत कांहीं फेरफार न होता. परंतु
एक्या पृथ्वीसभोंवतीं सूर्य, ग्रह, नक्षत्रें, तारे, हे सर्व फिरावे, ही
गोष्ट ईश्वराच्या करणीला विरुद्ध आहे. त्याची करणी अशी आहे
कीं तो स्वल्प उपायांनीं मोठमोठीं कायें सिद्धीस नेतो. ही गोष्ट
त्याच्या सर्व कामांमध्ये दिसून येती, व असें मानण्यांत गौरवही
फार आहे. विश्रांतीकरितां रात्र, व उद्योग चालविण्याकरितां दिवस
ही मनुष्यांस आवश्यक आहेत. हीं होण्याची कारणें दोनच संभव-
तात; त्या दोहोंतून एक तरी मानलें पाहिजे. एक असें आहे कीं,
पृथ्वी आपले आंसासभोंवतीं चोवीस तासांत फिरत असतां आपला
सर्व पृष्ठभाग क्रमानें सूर्याकडे करती; दुसरें असें आहे कीं, चोवीस
तासांत सूर्य पृथ्वीसभोंवतीं फिरतो; ह्या दोहों शिवाय तिसरें कारण
संभवत नाही. सूर्य पृथ्वीसभोंवतीं फिरतो हें मत जर खरें आहे, तर

दर चोवीस तासांत सूर्यास सुमारे साठ कोटि परिघाचें वर्तुल फिरावें लागतें; कारण सूर्य आणि पृथ्वी ह्यांच्यामध्ये अंतर सुमारे नऊ कोटि पन्नास लक्ष मैल आहे, व तें अंतर पृथ्वीसभोंवतीं सूर्याचें जें वर्तुल पडेल त्याची त्रिज्या होय.

पृथ्वी जर आपल्या आंसासभोंवतीं फिरत नाही, तर सर्व भ्रमचक्र तिच्या सभोंवतीं फिरतें, असें मानलें पाहिजे. चोवीस तासांत एवढी मोठी प्रदक्षिणा करण्यास सूर्य किती वेगानें चालत असेल त्याचें आपणास आश्चर्य वाटतें खरें; पण नक्षत्रांचा प्रदक्षिणा करण्याचा वेग व सूर्याचा प्रदक्षिणा करण्याचा वेग ह्यांची तुलना करून पाहिली असतां, सूर्याचा वेग कांहींच नाही असें वाटेल. तारे किती आहेत हे कांहीं सांगवत नाही, फार तर काय, ते किती आहेत ह्याची कल्पना सुद्धां करवत नाही. दाक्टर हर्शल म्हणून एक मोठा ज्योतिःशास्त्रवेत्ता होऊन गेला, त्यानें एक मोठी दुर्बिन केली होती, त्या दुर्बिनीतून एके दिवशीं तो आकाशाकडे पाहत असतां त्याच्या दृष्टीस किती तारे पडले त्याविषयीं त्यानें असें लिहिलें आहे कीं “ काजव्यासारखे चमकणारे तारे एथें कोठ्यानकोटि आहेत; ” आणि ते पृथ्वीपासून फारच दूर आहेत. सूर्याचा प्रकाश आठ मिनिटे आणि अठरा सेकंदांनीं पृथ्वीवर येतो, म्हणजे प्रकाश आठ मिनिटांत नऊ कोटि चालतो; पण सर्वांमध्ये जवळच्या ताच्यापासून जर प्रकाश पृथ्वीवर येऊं लागला, तर त्यास येऊन पोहोचण्यास तीन वर्षे लागतील, असें गणितानें सिद्ध होतें.

आपल्या खालवर व आसमंतात आकाशांत अत्यंत दूर दूर असे जे कोठ्यानकोटि तारे पसरले आहेत, ते सर्व चोवीस तासांत पृथ्वीसभोंवतीं प्रदक्षिणा करितात, हें मानणें बरें, किंवा पृथ्वी आपल्या

१ वर्तुलाचा परिघ व्यासाच्या निपटीपेक्षां काहींसा अधिक असतो, म्हणून अर्थानच त्रिज्येच्या साहाय्यीपेक्षां अधिक होतो.

२ ताच्यांच्या महत्त्वाविषयीं कांहीं एक माहिती नाही.—अन्य ग्रहमंडलांतील ते सूर्य असतील, असें अनुमान मात्र ज्योतिःशास्त्रवेत्ते करताना. त्यांचें अंतर इतकें आहे कीं नुसत्या डोळ्यांनीं ते तारे पाहिले असतां चकचकीत लहान लहान ठिपके दिसतात, आणि दुर्बिनीतून जरी पाहिले तरी ते मोठे न दिसतां अमळसे अधिक चकचकीत मात्र दिसतात.

आंसासभोंवती फिरत असतो हे चमू आपणसि फिरतातसे दिसतात हे मानणे बरे? आपण मागेच सांगितले आहे की, पृथ्वी आपल्या आंसासभोंवती फिरो किवा भ्रमचक्र तिच्या सभोंवती फिरो, फल सारखेंच. एक कार्य करण्यास दोन कारणे संभवतात खरी, पण एक कारण अगदीं सार्धे व सोईचें असें दिसतें, व दुसरें कारण विलक्षण घोंटाळ्याचें व असंभवी असें दिसतें. सूर्य आणि तारे ह्यांच्या महत्वाविषयी आपण कांहींच सांगितलें नाहीं; ह्यांचें महत्त्व पृथ्वीच्या पेक्षा फारच अधिक आहे, तर असे ग्रह, नक्षत्र, तारे हे पृथ्वीसभोंवती फिरतात हे मानणे किती अयुक्तिक आहे! पृथ्वीची आणि त्यांची तुलना केली असता, त्यांच्या पुढे पृथ्वी लहान बिंदूसारखी आहे.

पृथ्वी आपल्या आंसासभोंवती फिरत्ये त्याचा प्रत्यक्ष निर्णय करण्याची युक्ति फोकाल्ट साहेबांनी चांगली सांगितली आहे. ती अशी.—

एका फार उंच आंकड्याला एक लांब तार अडकवून तिच्या शेवटाशीं एक जड आंदोलक टांगावा, आणि त्यास कोणत्याही दिशेनें हेलकावा द्यावा. आतां पदार्थाच्या जडत्वाच्या अनुरोधानें पाहिलें तर त्यानें नेहेमीं एकाच दिशेंत हेलकावे खात रहावें असें दिसतें. परंतु अनुभवास असें येत नाहीं. हेलकाव्यांची दिशा हळुहळू पूर्वेकडे पालटत जात्ये असें दृष्टीस पडतें. पृथ्वी जर स्थिर असती तर असें झालें नसतें हे उघड आहे. तेव्हां अर्थात ती फिरत्ये आहे असें म्हणावें लागतें. कारण.

आपण आपल्या दिशा नेहेमीं ध्रुवाच्या रोखानें मोजतां. पृथ्वी जर स्थिर असती तर तो रोख सदोदित तसाच राहिला असता. परंतु पृथ्वीला दैनंदिनगति आपल्या आंसासभोंवती असल्यामुळे ध्रुवस्थानाचा रोख क्षणोक्षणी पालटत जातो. यामुळे आंदोलकाचे हेलकावे जे नेहेमीं एकाच दिशेनें व्हावयाचे त्यांचाच रोख आपणांस पालटल्याप्रमाणें वाटतो.

वार्षिक गतीविषयी.

चोवीस तासांत पश्चिमेकडून पूर्वेस पृथ्वी आपल्या आंसासभोंवती प्रदक्षिणा करते, म्हणून रात्र आणि दिवस हे होतात हे मागे सांगितलेंच आहे.

निरनिराळे ऋतु होण्याचें कारण काय तें आतां सांगतां. चो-

वीस तासांत पृथ्वी आपल्या आंसासभोंवतीं प्रदक्षिणा करीत असतां, ती एका वर्षानें सूर्यासभोंवतीं प्रदक्षिणा करते. पृथ्वी सूर्यासभोंवतीं फिरत असतां जें दीर्घ वर्तुल पडतें त्याच्या परिघास पृथ्वीची कक्षा असें म्हणतात, आणि तीत सांपडलेला जो प्रदेश त्यास पृथ्वीच्या कक्षेची पातळी असें म्हणतात. वाटोळ्या घडवंचीची जी कड ती तिची कक्षा, व तिचा पृष्ठभाग तो तिची पातळी असें मनांत आणिलें असतां पृथ्वीची कक्षा व तिची पातळी ह्या चांगल्या समजतील. हें खरें आहे, तरी पृथ्वीची कक्षा वास्तविक मंडल आहे, व तिची पातळी ही खरोखरी दृश्य पदार्थ आहे, असें समजूं नये; पृथ्वी व दुसरे ग्रह हे न चुकतां बेतानें आकाशांतच सूर्यासभोंवती प्रदक्षिणा करतात.

हें जें काय वर सांगितलें हें विद्यार्थ्यांच्या मनांत चांगलें भरवून देण्याकरितां शिक्षकानें एक लहानसा गोल घेऊन त्यास त्याच्या आंसावर फिरवीत फिरवीत तो एका दिव्यासभोंवती न्यावा. त्या गोलाची आपल्या आंसासभोंवती जी गति ती त्याची दैनंदिनगति होय, व दिव्यासभोंवती जी गति ती वार्षिक गति होय, त्या गोलाच्या मध्यबिंदूनें दिव्यासभोंवतीं जें वर्तुल पडतें त्याचा परिघ त्या गोलाची कक्षा होय, आणि त्या परिघाच्या आंत सांपडलेली जागा कक्षेची पातळी होय. ती पातळी कक्षेचीं समान आहे, म्हणजे तिच्या पेक्षां वर जात नाही व खालींही जात नाही.

आंस आणि ध्रुव ह्यांचें निरूपण पूर्वीच केलें आहे; आतां भूमध्यरेषा म्हणजे काय हें सांगतों.

गोल फिरूं लागला म्हणजे दोहों ध्रुवांपासून बरोबर अंतरांवरचा जो प्रदेश त्याच्या आंगां वेग फार असतो, त्या प्रदेशाच्या सभोंवती एक रेषा ओढावी म्हणजे ती त्या गोलाची मध्यरेषा होय. ह्याप्रमाणेंच भूमध्य रेषा जाणावी. भूमध्यरेषा हें नांव पडण्याचें कारण असें आहे कीं, ती दोहों ध्रुवांपासून बरोबर अंतरांवर असते. ही रेषा पूर्वपश्चिम जाते म्हणून हिच्या योगानें दक्षिण गोलार्ध आणि उत्तर गोलार्ध असे गोलाचे दोन विभाग होतात.

एक लहानशा गोलावर मध्यरेषा आणि ध्रुव हे काढून तो दिव्या-

सभोंवती असा फिरवावा कां, त्याचा आंस त्याच्या कक्षेच्या पातळीवर लंब पडेल, म्हणजे नीट उभा न्यावा; मग त्या गोलाच्या मध्यभागावर दिव्याचे किरण नीट पडतील, व ध्रुवांकडे वांकडे पडतील.

ह्याप्रमाणे कक्षेच्या पातळीवर आंस लंब असून पृथ्वी जर फिरत असती, तर तिच्या मध्यभागावर सूर्याचे किरण नेहमी लंबरूपाने पडते, व ध्रुवांकडे वक्र पडते. अशी गोष्ट असती तर पृथ्वीवर ऋतु होतेना, व प्राणी आणि उद्भिज्जें हीं होतीना. मध्यरेषेवरच्या देशांवर सूर्याचे किरण लंबरूपाने पडल्यामुळे ते देश उष्णतेनें अगदीं जळून जाते; आणि हल्लीं ज्या ठिकाणीं निरनिराळे ऋतु होतात तेथे नेहमीं एक वसंतऋतु मात्र असता, आणि ध्रुवांकडेच्या प्रदेशांवर नेहमीं हिवाळाच असता.

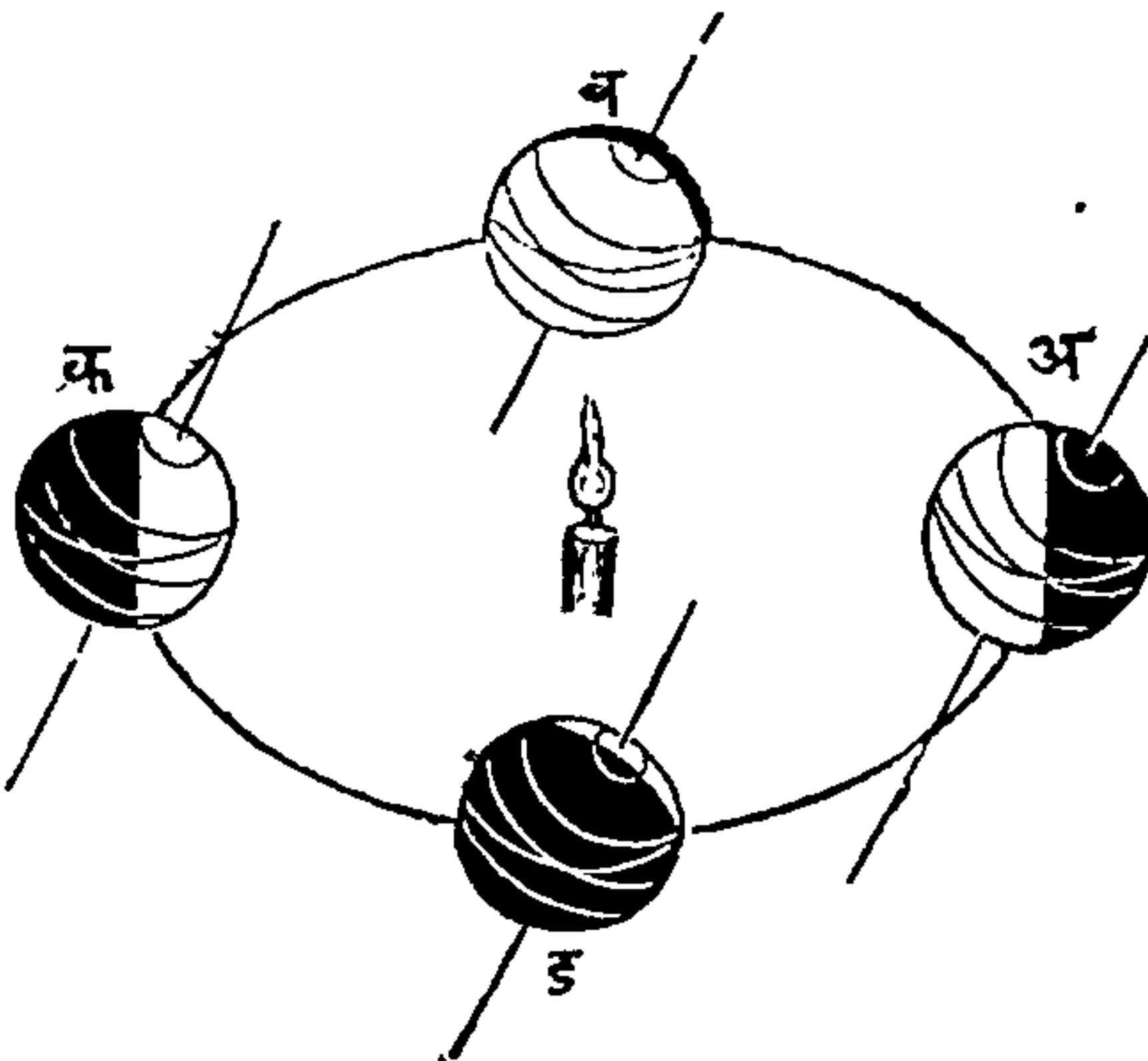
पृथ्वी ह्याप्रमाणे नीट उभी फिरावी, असें आपणांस वाटतें, पण ती तशी फिरत नाही; तर ती जरा कलती फिरते. पृथ्वीचा आंस इतका कलता आहे कां, तो आणि पृथ्वीच्या कक्षेची पातळी ह्यांच्या मध्ये $६६\frac{1}{2}$ अंशांचा कोन पडतो. पृथ्वीच्या आंसाचा रोंख कधीही बदलत नाही, म्हणून आंसांचें उत्तरार्ध व त्यामुळे सगळें उत्तर गोलार्ध हीं वर्षांत साहा महिनेपर्यंत सूर्याकडे कललेलीं असतात, व साहा महिनेपर्यंत सूर्यापासून फिरलेलीं असतात. जेव्हां पृथ्वीच्या आंसाचें उत्तरार्ध सूर्याकडे कललेलें असतें, तेव्हां अर्थातच त्याचें दक्षिणार्ध सूर्यापासून दूर असतें; म्हणून उत्तर गोलार्धांत जेव्हां उन्हाळा असतो, तेव्हां दक्षिण गोलार्धांत हिवाळा असतो; आणि दक्षिण गोलार्धांत जेव्हां उन्हाळा असतो, तेव्हां उत्तर गोलार्धांत हिवाळा असतो. वर्षांतून दोन वेळ पृथ्वीचा आंस सूर्याकडे कललेला नसतो, व सूर्यापासून फिरलेलाही नसतो; ह्यामुळे त्या दोहों वेळांत दक्षिण गोलार्ध आणि उत्तर गोलार्ध ह्यांत हिवाळा नसतो आणि उन्हाळाही नसतो; व सूर्याचा प्रकाश व उष्णता हीं दोहों गोलांवर समसमान असतात. ह्या वेळांस विषुव असें म्हणतात. तेव्हां सर्व पृथ्वीवर रात्र आणि दिवस हीं सारखीं असतात.

ह्या गोष्टीचें पुष्कळ विवरण करून लिहिलें, व भंग्या कितीही उत्कृष्ट काढून दाखविल्या, तरी ह्या गोष्टी विद्यार्थ्यांच्या मनांत चांगल्या यावयाच्या नाहीत. म्हणून एखादी सरळ काठी किंवा रुळ घेऊन तो शिक्षकानें एखाद्या वाटोळ्या घडवंचीशीं असा धरावा कां,

त्याचा अर्धा भाग वर दिसेल व अर्धा भाग खाली जाईल; मग तो रूळ घडवंचीसभोंवतीं नीट उभा धरून जर फिरविला, तर विद्यार्थ्यांच्या लक्षांत सहज येईल, कीं, हा घडवंचीच्या पातळीवर लंब आहे; अणखी हेंही लक्षांत येईल, कीं, फिरतांना रूळाचा रोंख बदलत नाही, म्हणजे आरंभी जो रोंख होता तोच शेवटपर्यंत आहे. असा रूळ फिरविला असतां, घडवंचीच्या पातळीशीं त्याचा कोन नव्वद अंशांचा पडेल, कां तर नव्वद अंश, म्हणजे वर्तुळाच्या परिघाचा चतुर्थांश, एक काटकोनाचें मेज आहे. मग रूळ घडवंचीकडे इतका कलता धरला कीं, घडवंचीशीं त्याचा कोन $६६\frac{१}{२}$ अंशांचा पडेल, आणि त्याचा रोंख तसाच राखून फिरविला, म्हणजे पृथ्वीच्या कक्षेच्या पातळीशीं आंसाचा कोन कसा पडतो, व वर्षभर पृथ्वीचा आंस सूर्याकडे कसा कललेला असतो, ह्या गोष्टी विद्यार्थ्यांच्या मनांत चांगल्या येतील.

विद्यार्थ्यांच्या मनांत ह्या गोष्टी पक्क्या ठसाव्या म्हणून शिक्षकानें अणखी असें करावें कीं, ज्यावर मध्यरेषा व ध्रुव हे काढले आहेत असा एक गोल घेऊन, रूळ जसा घडवंचीसभोंवतीं फिरवून दाखविला, तसा तो गोल एक्या दिव्यासभोंवतीं फिरवून दाखवावा; म्हणजे पृथ्वीवर ऋतु होण्याचीं कारणें त्यांस स्पष्ट समजतील.

दक्षिणायनाचा अंत, उत्तरायणाचा अंत, व विषुवाचा अंत, हे ज्या ज्या दिवशीं होतात त्या त्या दिवशीं, पृथ्वी सूर्याकडे कशी कललेली असते, हें ह्या पुढील भंगीत दाखविलें आहे.



अ ह्या ठिकाणीं पृथ्वीच्या आंसाचें उत्तरार्ध सूर्याकडे कललेलें आहे, म्हणून पृथ्वी तेंथें असतां दक्षिण गोलार्धापेक्षां उत्तर गोलार्धावर सूर्याचा प्रकाश अधिक पडतो. ह्या ठिकाणीं पृथ्वी असतां कर्कवृत्तावर सूर्याचे किरण लंबरूपानें पडतात, ह्यामुळें ते उत्तर ध्रुवाच्या पलिकडे $२३\frac{१}{२}$ अंश जातात, कारण, पृथ्वी गोलाकार आहे म्हणून सूर्याचे किरण तिच्या अर्ध्या भागावर पडतात, म्हणजे ज्या ठिकाणीं सूर्याचे किरण लंब पडतात त्या स्थलापासून चहूंकडे नव्वद नव्वद अंशांवर ते जातात. ह्या ठिकाणीं पृथ्वी असतां सगळ्या उत्तर शीत कटिबंधावर सूर्याचा प्रकाश पडतो, व त्या स्थितींत तोंपर्यंत पृथ्वी असते तोंपर्यंत तेंथें दिवसच असतो; ह्यावरून ही गोष्ट स्पष्ट आहे कीं, ह्या ठिकाणीं पृथ्वी असली, म्हणजे दक्षिण ध्रुवापासून $२३\frac{१}{२}$ अंशपर्यंत सूर्याचा प्रकाश पोहोचणार नाही, म्हणून पृथ्वी ह्या ठिकाणीं आहे तोंपर्यंत सर्व दक्षिण शीत कटिबंधांत रात्रच असते.

ब ह्या ठिकाणीं पृथ्वी गेली, म्हणजे तिचा आंस सूर्याकडे कललेला नसतो, व सूर्यापासून फिरलेलाही नसतो. ह्या स्थानीं पृथ्वी असतां सूर्याचे किरण मध्यरेषेवर लंबरूपानें पडतात, म्हणून तीपासून चहूंकडे नव्वद नव्वद अंशांवर, म्हणजे एका ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत, सूर्याचा प्रकाश पडतो. आणि त्याप्रमाणें सर्वत्र सूर्याचा प्रकाश पडला असतां, सर्व ठिकाणीं रात्र आणि दिवस हीं सम होतात, ही गोष्ट स्पष्ट आहे, कारण कीं, ह्या स्थानीं प्रकाशवृत्त केवळ मध्यरेषेसच दुभागतें असें नाही, तर तें सर्व अक्षवृत्तांस दुभागतें. सूर्यानें प्रकाशित जें गोलार्ध त्यास अप्रकाशित गोलार्धापासून निराळें करणारें जें वृत्त त्यास प्रकाशवृत्त म्हणतात. प्रकाशवृत्त पृथ्वीस दुभागतें म्हणून तें महावृत्त आहे. सर्व महावृत्तें एकमेकांस दुभागतात म्हणून प्रकाशवृत्त मध्यरेषेस, पृथ्वी कोणत्याही स्थानीं असली तरी, दुभागतें, ह्यामुळेंच मध्यरेषेवर रात्र आणि दिवस हीं वर्षभर सम असतात. कां तर, मध्यरेषेचें एक अर्ध प्रकाशवृत्ताच्या आंत असतें, व दुसरें अर्ध त्याच्या बाहेर असतें, आणि मध्यरेषेस एक प्रदक्षिणा करण्यास चौवीस तास लागतात, आणि अर्ध्या मध्यरेषेस प्रकाशवृत्तांतून जाण्यास बारा तास लागतात; म्हणजे मध्यरेषेवर रात्र आणि दिवस हीं सम असतात.

सर्व अक्षवृत्ते, म्हणजे मध्यरेषेला समांतर जी वृत्ते आहेत, त्यांस ही वर सांगितलेली गोष्ट लागू आहे. व स्थानी पृथ्वी असली म्हणजे प्रकाशवृत्त सर्व अक्षवृत्तांस दुभागते, ह्यामुळे रात्र आणि दिवस हीं सर्वत्र सम होतात, पण मध्यरेषेच्या दक्षिणेस किंवा उत्तरेस सूर्य असला, म्हणजे प्रकाशवृत्त अक्षवृत्तांस बरोबर दुभागीत नाही, म्हणून तेव्हां रात्र आणि दिवस हीं सम नसतात. सूर्य मध्यरेषेच्या उत्तरेस जेव्हां असतो, तेव्हां उत्तर गोलार्धातील सर्व अक्षवृत्ते अर्ध्यापेक्षां अधिक प्रकाशवृत्ताच्या आंत सांपडतात, त्यामुळे तेथे रात्रीपेक्षां दिवस मोठा असतो; आणि सूर्य मध्यरेषेच्या दक्षिणेस असतो. तेव्हां दक्षिण गोलार्धात रात्रीपेक्षां दिवस मोठा असतो.

प्रकाशवृत्त म्हणजे काय हें विद्यार्थ्यांस समजून सांगतांना शिक्षकानें केवळ भंगीवर भरंवसा ठेवून बसून नये, एक लहानसा कृत्रिम गोल घेऊन, तो दिव्यापुढे धरून, त्याचे निरनिराळे कल विद्यार्थ्यांस दाखवावे; आणि त्याचा कल बदलतांना दर वेळेस प्रकाशवृत्ताची सीमा व त्याच्या पातळीची दिशा ह्या विद्यार्थ्यांस विचाराव्या. प्रकाशवृत्त महावृत्त असतें म्हणून त्याची पातळी नेहमीं पृथ्वीच्या मध्यबिंदूंतून जाते. तो गोल दिव्यासमोर असा धरावा कीं, त्याचा उत्तरध्रुव किंवा आंस व प्रकाशाचा मध्यबिंदु हे एक्या ओळीत येतील. ... मग सर्व उत्तरगोलार्ध प्रकाशवृत्ताच्या आंत सांपडेल, व दक्षिण गोलार्ध त्याच्या बाहेर राहील, हें स्पष्टच आहे. ह्याप्रमाणें पृथ्वी सूर्यासभोंवतीं फिरत असती, तर उत्तरगोलार्धात नेहमीं दिवस असता, व दक्षिण गोलार्धात नेहमीं रात्र असती. ह्याप्रमाणें पृथ्वी फिरत असती, तर हीही गोष्ट घडती कीं, प्रकाशवृत्त व मध्यरेषा हीं एक होऊन जातीं; व त्यामुळे प्रकाशवृत्ताची पातळी पृथ्वीच्या आंसावर लंब पडती; म्हणजे पृथ्वीच्या आंसाशी तिचा काटकोन पडता. पृथ्वी ह्याप्रमाणें फिरत असती, तर आणखीही एक गोष्ट स्पष्ट दिसून येती, ती अशी कीं, पृथ्वीचा मध्यबिंदु व सूर्याचा मध्यबिंदु हे रेषेनें सांधले असतां, सांधणाच्या रेषेवर प्रकाशवृत्ताची पातळी लंब होईल; कारण, पृथ्वी ह्या स्थितीत असतां पृथ्वीचा आंसच ही सांधणारी रेषा होईल. ह्या रेषेचीं सूर्याचे किरण समांतर आहेत असें मानिलें आहे. सूर्याकडे पृथ्वीचा

कसाही कल असला तरी पृथ्वीचा मध्यबिंदु व सूर्याचा मध्यबिंदु ह्यांस सांधणाऱ्या रेघेवर प्रकाशवृत्ताची पातळी लंब होते, हें सहज दाखवितां येईल.

सूर्याचे किरण ज्या ठिकाणी लंब पडतात त्या ठिकाणापासून ते चहुंकडे नव्वद नव्वद अंशांवर पडतात, येणेकरून प्रकाशाचें जें वृत्त पडतें त्यास प्रकाशवृत्त म्हणतात, व पृथ्वीच्या आंसाचा तिच्या कक्षेशी $६६\frac{१}{२}$ अंशांचा कोन होतो, आणि तिच्या आंसाचा रोंख कधीही बदलत नाही. ह्या तीन गोष्टी विद्यार्थ्यांच्या लक्षांत चांगल्या आल्या, तर निरनिराळे ऋतु होण्याचीं कारणें, कोठें केवढा दिवस होतो, व कोठें किती उष्णता होते, ह्या गोष्टी त्यांच्या लक्षांत तेव्हांच येतील.

जूनच्या एकविसाव्या तारखेस, सप्टेंबराच्या बाविसाव्या तारखेस, दिसेंबराच्या एकविसाव्या तारखेस, व मार्चाच्या विसाव्या तारखेस म्हणजे उत्तरायणांती व दक्षिणायनांती, विषुवपदी व हरिपदी, पृथ्वी

१. एका खोलींत ठेवलेल्या वाटोळ्या मेजाच्या कडेवरून एखादा मनुष्य प्रदक्षिणा करूं लागला असतां त्या मेजाचें जें वृत्त आहे त्यासारखेंच व तेवढेंच वृत्त वरच्या छतावर त्याच्या डोक्यानें पडेल. सूर्यासभोवतीं फिरतांना पृथ्वीच्या आंसानें जें वृत्त पडतें त्याचा व्यास (१८५०००००००) साडे अठरा कोटि मैल आहे; एवढें मोठें वृत्त पडतें तरी पृथ्वीच्या आंसाची दिशा कधीही बदलत नाही; म्हणजे पृथ्वीच्या ध्रुवाचा रोंख नेहमीं आकाशातील ध्रुवाच्या ताऱ्यांकडे असतो. पृथ्वीपासून तारे फारच दूर आहेत त्यामुळें असें दिसतें. त्यांच्या अंतराशीं तुलना करून पाहिलें असतां पृथ्वी तर काय पण पृथ्वीची सगळी कक्षा लहान बिंदूसारखी दिसते. हें समजण्याकरितां असें करावें कीं, एका उंच सपाटीवर एकमेकांपासून दहा पंधरा फूट दूर व एकमेकांशीं समांतर अशा चार पांच रेषा ओढून त्यांवरून क्षितिजावर आलेल्या चंद्राकडे पाहावें, म्हणजे त्या प्रत्येक रेषेचा रोंख नीट चंद्राकडे आहे असें वाटेल. असें वाटण्याचें कारण चंद्राचा दूरपणा आहे, हें उघडच आहे. पृथ्वीपासून चंद्राचें अंतर दोन लक्ष चाळीस हजार मैल आहे, ह्या अंतरांत व रेषांतल्या दहा पंधरा फूट अंतरांत जें प्रमाण आहे तेंच प्रमाण एकोणीस कोटि मैल आणि ध्रुवाच्या ताऱ्याचें अंतर ह्यांच्यांत असेल.

सूर्याकडे कशी कललेली असती, हें प्रत्येकस्थानीं मागच्या भंगींत दाखविलें आहे. आणि भंगी पाहिली असतां हें स्पष्ट दिसून येईल कीं, पृथ्वीच्या आंसाचा रोंख अ, ब, क, ड, ह्या चारही ठिकाणीं एका दिशेकडेसच आहे, म्हणजे तो बदलत नाही.

उत्तरायणांतीं अ स्थानीं पृथ्वी असते, व ती तेथें असतां कर्क-वृत्तावर, म्हणजे विषुववृत्ताच्या उत्तरेस $२३\frac{१}{२}$ अंशांवर, सूर्याचे किरण लंब पडतात; व ज्या ठिकाणीं सूर्याचे किरण लंब असतात त्यापासून चहूंकडे नव्वद नव्वद अंशांवर सूर्याचा प्रकाश पडतो; म्हणून ही गोष्ट स्पष्ट आहे, कीं, उत्तर ध्रुवाच्या पलीकडे $२३\frac{१}{२}$ अंशपर्यंत सूर्याचा प्रकाश पोहोचेल, व दक्षिण ध्रुवासभोंवतीं $२३\frac{१}{२}$ अंशपर्यंत अंधकार पडेल; म्हणजे पृथ्वी अ स्थानीं असतां सगळें उत्तर ध्रुववृत्त प्रकाशवृत्ताच्या आंत सांपडतें, व सगळें दक्षिण ध्रुववृत्त त्याच्या बाहेर राहतें; ह्यामुळेच हीं वृत्ते आपापल्या ध्रुवापासून $२३\frac{१}{२}$ अंशांवर काढतात.

अ स्थानापासून पृथ्वी निघाली म्हणजे तीन महिन्यांनीं ब स्थानीं येते. अ पासून आपल्या कक्षेतून पृथ्वी व स्थानीं जात असतां उत्तर ध्रुवाकडे सूर्याचे किरण दररोज कमी कमी होत जातात, ह्यामुळे ब स्थानीं पृथ्वी आली म्हणजे सूर्याचे किरण विषुववृत्तावर लंब पडतात, म्हणून प्रकाशवृत्त एका ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत पोहोचतें.

दक्षिणायनांतीं पृथ्वी कशी असते हें क स्थानीं दाखविलें आहे. ह्या ठिकाणीं पृथ्वी आली असतां सूर्याचे किरण मकरवृत्तावर लंब पडतात; ह्यामुळे प्रकाशवृत्त दक्षिण ध्रुवासभोंवतीं पडून त्याच्या पलीकडे $२३\frac{१}{२}$ अंश जातें, व सगळ्या उत्तर शीत कटिबंधावर अंधकार पडतो.

हरिपदी पृथ्वी कशी असते हें ड स्थानीं दाखविलें आहे. एथें पृथ्वी आली असतां सूर्याचे किरण पुनः विषुववृत्तावर लंब पडतात, त्यामुळे प्रकाशवृत्त पुनः एके ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत पोहोचतें.

पृथ्वी सूर्यासभोंवतीं फिरते हें कसें समजतें ? दररोज सूर्य पूर्वेकडून पश्चिमेकडेस जातो असें आपणांस दिसतें, त्याशिवाय सूर्याची गति बारीक चौकशीनें पाहिली असतां, तो दररोज एक अंश, म्ह-

१. दुर्बिनींतून किंवा एखाद्या फारच खोल भोंकांतून नेमल्या वेळीं दररोज सूर्याकडे पाहिलें असतां सूर्य ज्या ताऱ्यांशीं पाहिले दिवशीं समसू-

णजे सुमारे त्याच्या व्यासाच्या दुपटीइतका, पूर्वेकडे जातो. ह्या-
प्रमाणे जाता जाता तो एका वर्षाने सगळी प्रदक्षिणा करतोसे दिसते.
पण सूर्य दररोज पृथ्वीसभोंवतीं प्रदक्षिणा करतोसे दिसते तरी तो
वस्तुतः फिरत नाही, भास मात्र आहे; ह्यावरून अशा गोष्टीत आ-
पल्या इंद्रियांवर आपणास विश्वास ठेवितां येत नाही, असे समजते.
आणि थोडासा विचार केला असतां तेव्हांच लक्षांत येईल, कीं सू-
र्याची वार्षिक गति ही केवळ भास आहे; व सूर्याचे जे वर्तुल पृथ्वीसभों-
वतीं पडतेसे दिसते ते वस्तुतः पृथ्वी आपल्या कक्षेतून चालली असतां
पडते. ही गोष्ट कशी होती हे चांगले लक्षांत येण्याकरितां असे करावे
कीं, एक घडवंची एके खोलीच्या मध्ये मांडून तीवर एक गोल
किंवा दिवा ठेवावा, आणि त्यासभोंवतीं आपण असे फिरावे कीं, त्यावर
व समोरील भितीवर एक ओळीत आपली नजर पडेल. असे फिरले
असतां तो गोल किंवा दिवा घडवंचीवर स्थिर असतांही तो भितीवरून
फिरत आहे असे आपणांस दिसेल. ह्याप्रमाणे सूर्य मध्ये स्थिर असतांही
आकाशांत प्रदक्षिणा करतो असे दिसते; पण वस्तुतः ती प्रदक्षिणा
पृथ्वी आपल्या कक्षेत फिरून करते. पृथ्वी ज्या भागीं प्रदक्षिणा करीत
असते, त्याच्या समोरचे भागीं सूर्य प्रदक्षिणा करीत आहेसे दिसते.

सूर्य ताऱ्यांमधून फिरत असतां जे वृत्त पडते असे दिसते त्यास क्रां-
तिवृत्त म्हणतात. पृथ्वीची कक्षा आणि क्रांतिवृत्त ही एकाच पातळी-

त्रांत दिसतो त्यापासून दुसरे दिवशीं एक अंश म्हणजे सुमारे त्याच्या
व्यासाच्या दुप्पटीइतका तो पूर्वेस गेला असा दिसेल. ह्याप्रमाणे चौवीस
तासांनीं एक एक अंश पुढे जातां जातां शेवटीं एका वर्षाने पुनः पहिल्या
ताऱ्याजवळ येईल. क्षितिजांत ज्या ठिकाणी सूर्यास्त होतो त्या जागेच्या
पूर्वेस जे नक्षत्र दिसत असते ते दुसरे दिवशीं त्या जागेच्या अमळ जवळ
आले असे दिसते, तिसरे दिवशीं त्यापेक्षाही अधिक जवळ आले असे
दिसते. ह्याप्रमाणे जवळ येतां येतां शेवटीं त्याचा सूर्यावरावर भरत हो-
ऊन ते दिसत नाहीसे होते.

१. पृथ्वी तूळराशीजवळ असली म्हणजे तिच्या समोरच्या मेषराशीस
सूर्य आहे असे दिसते, व पृथ्वी वृश्चिक राशीजवळ आली असतां सूर्य
वृषभराशीस आला असे वाटते; तसेच पुढेही होते.

२. प्राचीन काळचे ज्योतिषी असे मानीत, कीं ३६० दिवसांनीं सूर्य

त आहेत, म्हणून त्या पातळीमध्ये चंद्र आला म्हणजे ग्रहण होतें.

ह्यास उदाहरण हेंच कां, मागे सांगितल्याप्रमाणें गोलासभोंवतीं फिरतांना डोक्यानें जें वृत्त होतें तें पृथ्वीची कक्षा व गोलानें भितीवर जें वृत्त झालेंसें वाटतें तें क्रांतिवृत्त, असें समजावें. आतां ही गोष्ट उघडच आहे कां, त्या दोन्ही वृत्तांचे मध्यबिंदु एकच आहेत, व तीं एकेच पातळींत आहेत.

आतां आपला डोळा व गोलाचा मध्यबिंदु ह्यांच्या मध्ये एक नारिंग त्यांच्या ओळींत धरावें, म्हणजे ग्रहण कसें होतें हें समजेल. गोल हा सूर्यस्थानीं होय, डोकें पृथ्वीच्या स्थानीं, व नारिंग चंद्राचे स्थानीं. हीं सर्व एका पातळींत आहेत म्हणून नारिंगामुळें गोलाचा यत्किचित् भाग अदृश्य होईल. हें सूर्यग्रहण होय. आतां गोल, डोकें, आणि नारिंग हीं एका ओळींत राखून गोलाकडे पाठ केली असतां, चंद्रग्रहण कसें होतें हें समजेल; कारण, गोलाकडून नारिंगावर जो प्रकाश यावयाचा त्यास डोकें प्रतिबंधक होईल. जर हात वर किंवा खालीं केला, तर ग्रहण व्हावयाचेंच नाही; कारण, मग नारिंग क्रांतिवृत्ताच्या पातळीच्या वर किंवा खालीं यत्किचित् येईल. त्याप्रमाणेंच

क्रांतिवृत्तांतून सगळी प्रदक्षिणा करतो; ह्यामुळें त्या वृत्ताचे तीनशें साठ बरोबर भाग त्यांनीं कल्पून त्यांनील प्रत्येक भागास सूर्य दररोज किती पुढें जातो हें दाखविण्याकरितां अंश हें नांव दिलें. ह्यावरून सर्व वृत्ताचे तीनशें साठ भाग, म्हणजे अंश, कल्पिले आहेत. क्रांतिवृत्ताचे दुसरे भाग कल्पिले आहेत ते तीस तीस अंशांचे बारा भाग आहेत, म्हणजे वर्षाच्या बारा महिन्यांस एक एक भाग; त्या प्रत्येक भागास राशि म्हणतात. क्रांतिवृत्ताच्या दोहों बाजूंस दुसरें आठ आठ अंश जाणारें असें एक वृत्त प्राचीन लोकांनीं कल्पिलें होतें, त्यास राशिचक्र म्हणत. ह्या वृत्तांतून पृथ्वी व दुसरे ग्रह हे फिरतात, म्हणून क्रांतिवृत्ताच्या उत्तरेस किंवा दक्षिणेस, म्हणजे त्याच्यावर किंवा खालीं, आठ अंशांच्या पलिकडे कोणताही ग्रह कधीही दिसत नाही. मेष, वृषभ, मिथुन, कर्क, सिंह, कन्या, तुल, वृश्चिक, धनु, मकर, कुंभ, मीन, हीं त्या बारा राशींचीं नांवें आहेत. मार्च महिन्याच्या २१ वे तारखेस सूर्योदय मेषावर होतो, आणि पुढें एका महिन्यानें वृषभावर होतो, ह्याप्रमाणें एका एका महिन्यानें सूर्य राश्यांतर करतो.

पृथ्वीच्या कक्षेच्या यत्किंचित् वरून किंवा यत्किंचित् खालून चंद्र बहुधा जातो. असें नसतें तर अमावास्येस सूर्यग्रहण व पौर्णिमेस चंद्रग्रहण, अशीं दरमहिन्यास दोन ग्रहणें होतीं.

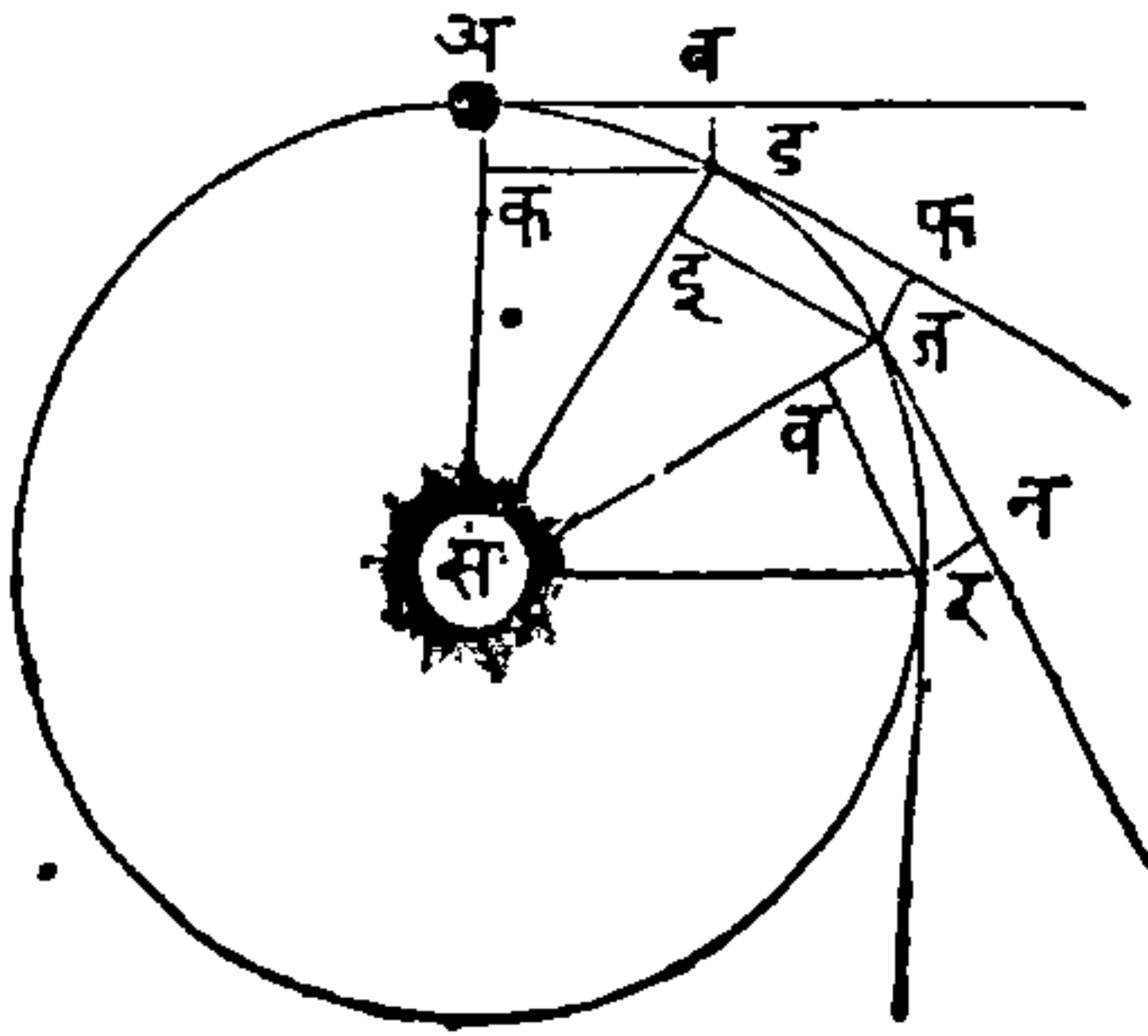
भाग ३.

पृथ्वीच्या वार्षिक गतीच्या कारणांविषयीं.

ह्या भागांत सूर्यासभोंवतीं पृथ्वीच्या गतीच्या कारणांचें निरूपण संक्षेपानें करतो. आपण असें मानूं कीं, पृथ्वी उत्पन्न केल्यावर ईश्वरानें तीस आकाशांत नीट समोर फेंकून दिलें. आतां ही गोष्ट तर खचीत आहे, कीं तिला मध्यें कांहीं अडथळा नसता तर ती एक-

१. एखादा पदार्थ अचल असला, आणि तो कोणी चालता केला नाही, तर तो सतत तसाच अचल राहील, हें सिद्ध करण्यास कठीण नाही; पण पदार्थास एकदां गति दिली असतां, तीस कांहीं प्रतिबंधक नसलें, तर तो पदार्थ निरंतर तसाच चालेल, ही गोष्ट चमत्कारिक व अविश्वसनीय अशी दिसते. ही गोष्ट आर्चविशय व्हेतली ह्यानें आपल्या ग्रंथांत उदाहरण देऊन चांगली सिद्ध केली आहे; ती येणेंप्रमाणें;— पदार्थास गति दिली असतां, ती गति कमी करणारें, किंवा थांबविणारें, किंवा जलद करणारें, किंवा वळविणारें, कांहीं कारण नसलें, तर तो पदार्थ सतत सारख्या वेगानें नीट समोर जाईल. जे जे गतिविशिष्ट पदार्थ आपल्या दृष्टीस पडतात त्यांची गति वर सांगितल्या कारणांपैकीं कोणत्याही एखाद्या कारणानें थांबते, म्हणून ह्या गोष्टीचा अनुभव घेण्यास अशक्य आहे, व ही करून पाहाण्याची संधिही सांपडावयाची नाही. तरी प्रतिबंधक कारणें कमी कमी करून ती गोष्ट अनुभवाजवळ जवळ आणतां येते, ह्यावरूनच आपण सिद्धांत करतो. एखाद्या खडबडीत जमिनीवरून पदार्थ फेंकला असतां, त्याची गति कमी होऊन तो तेव्हांच थांबतो; पण गुळगुळीत ठिकाणावरून फेंकला, तर अमळ अधिक लांब जातो; बर्फावरून फेंकला, तर त्यापेक्षांही अधिक लांब जातो. ह्याप्रमाणेंच यंत्राचें जसें जसें घर्षण कमी करावें तसतशीं त्याचीं चाकें अधिक वेळ फिरतात. वाताकर्षक यंत्रांतला प्रतिबंधक सर्व वात काढून त्यांत चाकास किंवा लंबकास गति दिली असतां तीं फार वेळ फिरतात. गतिप्रतिबंधक असा जो

सारखी नीट सतत पुढें चालती; कारण, पदार्थास एकदां गति दिली असतां स्वतः थांबण्याचें त्याच्या आंगीं सामर्थ्य नाही, व पदार्थ स्थिर असतां स्वतः चालण्याचेंही सामर्थ्य नाही. असाच पदार्थाच्या चलनाचा नियम आहे.



ह्या भंगीत **अ** ही पृथ्वी आणि **सं** हा सूर्य असें समजावें. आतां आपण असें मानूं, कीं ईश्वरानें पृथ्वी सोडून दिली. तेव्हां तिच्यावर सूर्याचें आकर्षण नसतें, तर एके महिन्यांत **अ** पासून **ब** पर्यंत जाण्याचा तिच्या आंगीं वेग होता; आणि तिच्या आंगीं अगदीं वेग नसता, व केवळ सूर्याचें आकर्षण असतें, तर त्या आकर्षणानें एके महिन्यांत ती **क** स्थानीं येती. पृथ्वीचा पुढें जाण्याचा वेग व सूर्याचें आकर्षण हीं एकमेकांवर लंब आहेत, म्हणून पृथ्वी दोहोंतून कोणत्याही मार्गानें जावयाची नाही, तर एखाद्या चेंडूस एकमेकांस लंब अशा दोन गति दिल्या असतां तो मधून जाईल, त्याप्रमाणें ती दोहों मार्गांच्या मधून जाईल. एखाद्या चेंडूस दोन गति दिल्या असतां, त्या दोन गतीच्या दिशा साधून जो समांतरबाजू चौकोन पडतो त्याच्या कर्णरे-

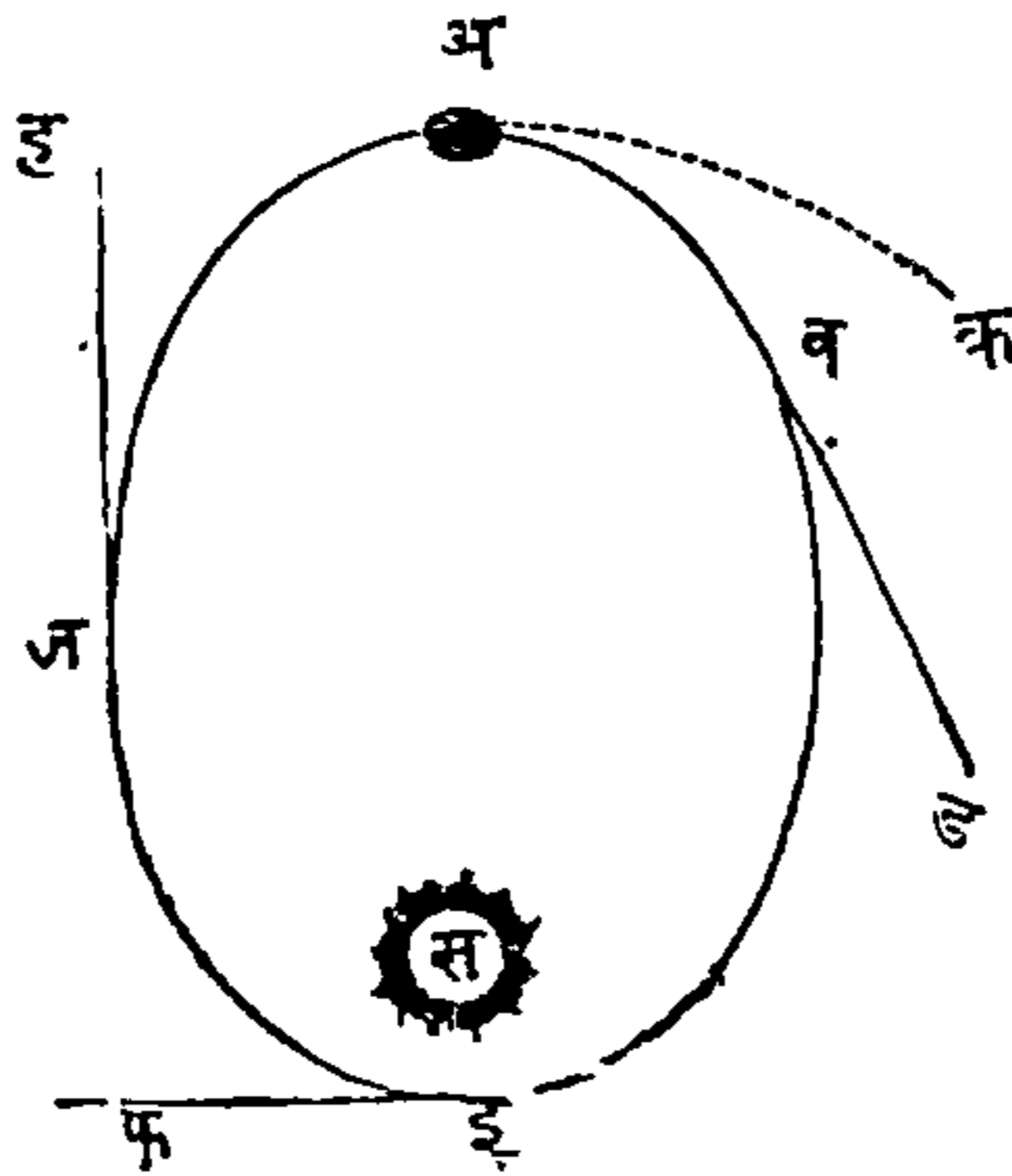
वात आणि घर्षण हीं जशीं जशीं कमी होतात, तशी तशी पदार्थाच्या आंगीं गतिही फारवेळ असते. तर आतां आपण असें अनुमान केलें असतां कांहीं चिंता नाही, कीं हीं प्रतिबंधक कारणें अगदीं नाहीशीं केलीं, तर पदार्थाची गति कधींही थांबावयाची नाही; कारण, गतिप्रतिबंधक अशीं जीं कारणें दिसतात तीं नाहीत; पण तीं नाहीतशीं करण्याचें सामर्थ्य आपणांस नाही.

घेनें जातो, त्याप्रमाणें पृथ्वी कर्णरेषेनें जाणार नाहीं; कारण, पृथ्वीवर सूर्याचें आकर्षण सतत लागू आहे, तें तीस सरळ रेषेनें जाऊं न देतां वक्ररेषेनें नेते. ही गोष्ट भंगीतील अ ब क ड समांतरबाजू चौकोनांत स्पष्ट दाखविली आहे: अ पासून ब पर्यंत किंवा क पर्यंत जाण्यास पृथ्वीस एक महिना लागतो, तितक्या काळांत ती दोहोंतून कोणत्याही स्थानीं न जातां ड स्थानीं अ ड मार्गानें येते. अ ड रेषा वक्र आहे खरी, पण तिच्यांतील प्रत्येक बिंदु फार सूक्ष्म समांतरबाजू चौकोनाची कर्णरेषा आहे, म्हणून वस्तुतः पाहिलें असतां चेंडूसारखी, ती कर्णरेषेनेंच जाते. आतां पृथ्वी ड स्थानीं आहे, तेथून एका महिन्यांत सरळ रेषेनें फ स्थानीं जाण्याचा तिचा वेग आहे, आणि तिच्या आंगीं अगदीच वेग नसता, तर सूर्याच्या आकर्षणानें ती इ स्थानीं जाती. पूर्वीप्रमाणें आतांही पृथ्वी दोहोंतून कोणत्याही मार्गानें न जातां ड ज मार्गानें एका महिन्यांत ज स्थानीं येईल. आतां पृथ्वी ज स्थानीं आहे, व एका महिन्यांत न स्थानीं जाण्याचा तिचा वेग आहे, व एका महिन्यांत सूर्य तिला य ठिकाणीं नेणार, म्हणून ती दोहोंतून कोणत्याही मार्गानें न जातां ज र मार्गानें एका महिन्यांत र स्थानीं येईल. ह्या भंगीत पृथ्वी आपल्या कक्षेंतून तीन महिन्यांत कशी जाते, हें दाखविलें आहे. ह्याप्रमाणें पुढेही पृथ्वीचा वेग व सूर्याचें आकर्षण ह्यांच्या एकमेकांशीं लंब अशा रेषा ओढून, त्यांवर समांतरबाजू चौकोन काढावे, म्हणजे वारा महिन्यांनी वर्तुल कसें पडते, हें तेव्हांच लक्षांत येईल. आतां आपणांस चांगलें समजलें, कीं सूर्याचें आकर्षण व पृथ्वीचा पुढें जाण्याचा वेग हीं एकदम चालू आहेत. म्हणून पृथ्वीची कक्षा वर्तुल पडते. त्यांत सूर्याच्या आकर्षणशक्तीस मध्याभिगामी शक्ति म्हणतात, कारण की त्या शक्तीमुळे पृथ्वीच्या कक्षेचा, मध्यबिंदु जो सूर्य त्याकडे पृथ्वी जाते; व सरळ रेषेनें जाण्याच्या वेगास मध्योत्सारी शक्ति म्हणतात, कारण ह्या शक्तीमुळे पृथ्वी आपल्या कक्षेच्या स्पर्शरेषेनें पुढें जाऊं लागते.

ईश्वराची शक्ति व चातुर्य केवढें आहे, हें ह्या दोन शक्तीवरून समजतें. सृष्टि उत्पन्न करतांना त्यानें पृथ्वीला केवळ सूर्याकडेच जाण्याचा वेग दिला असता, तर तिचा नाश व्हावयास कधीं न चुकता. तसेंच तिच्या आंगीं केवळ पुढें जाण्याचा वेग असता, तर त्याचाही

परिणाम फार वाईट होता. फार तर काय, ह्या दोन शक्तींतून कोण-तीही शक्ति अधिक झाली असतां पृथ्वीचा परिणाम फार वाईट होईल. सूर्याकडे जाण्याची शक्ति अधिक झाली, तर सूर्याकडे जाऊन पृथ्वी जळून जाईल; व पुढें जाण्याचा वेग अधिक झाला, तर पृथ्वी सूर्यापासून इतकी दूर जाईल की तिच्यावर सूर्याचा प्रकाश कधीही पडावयाचा नाही, व तीवर उष्णताही राहावयाची नाही.

वास्तविक पाहिलें असतां, मध्याभिगामी शक्ति व मध्योत्सारी शक्ति ह्या शक्ति पृथ्वीच्या सर्व कक्षेंतून तिच्या आंगां सारख्या नसतात; ह्यामुळें पृथ्वीची कक्षा बरोबर वर्तुल पडत नाही, तर ती दीर्घ वर्तुल पडते. ह्या पुढच्या भंगीत स सूर्य होय आणि अ ही पृथ्वी होय. अ जवळ पृथ्वी उर्ची येते, म्हणजे सूर्यापासून अत्यंत दूर असा जो तिच्या कक्षेचा भाग त्यांत येते; ह्यामुळें तिचा वेग त्या स्थानीं कमी होऊन तिच्यावर सूर्याचें आकर्षण जास्त होतें; मग मार्ग



सांगितल्याप्रमाणें अ क वर्तुल मार्गानें जावें, तें न जातां ती अ ब दीर्घवर्तुल मार्गानें जाते. ब जवळ आली, म्हणजे तिचा वेग ड कडे जाण्याचा असतो, पण सूर्याचें आकर्षण तीस आलिकडे ओढीत असतें. ह्यामुळें ती ब ड मार्गानें न जातां ब इ मार्गानें इ स्थानीं येते. ब पासून जशी जशी पृथ्वी सूर्याकडे जाऊं लागते तसें तसें तिच्यावर सूर्याचें आकर्षण अधिक होतें, ह्यामुळें ती सूर्यावर जाऊन आपटेल

असें वाटतें, कारण, तेथून पृथ्वी जात असतां तिच्या आंगाचा वेग आणि सूर्याचें आकर्षण हीं एकमेकांवर लंब नसतात, तर पृथ्वीच्या वेगाची रेषा यात्किचित् कललेली असते; म्हणून सूर्याच्या आकर्षणावर प्रतिक्रिया करण्याचें पृथ्वीच्या आंगां सामर्थ्य कमी असतें; तथापि ती जशी जशी सूर्याकडे येते तसा तसा तिच्या आंगाचा वेग वाढत वाढत जातो; ह्यामुळें कांहीं एक उपद्रव झाल्यावांचून ती इ स्थानी येते. आणि इ जवळ पृथ्वी आली म्हणजे तीस नीचस्थ म्हणतात, कारण, सूर्याच्या अति सन्निध जो तिच्या कक्षेचा भाग त्यांत ती येते; आणि त्या वेळेस तिच्यावर सूर्याचें आकर्षण फारच होतें, तरीं ती सूर्याजवळ येतांना तिचा वेग वाढायलास लागतो, आणि इ जवळ आली म्हणजे तो वेग सूर्याच्या आकर्षणापेक्षां अधिक होऊन ती इ ज मार्गानें ज जवळ जाते. एखादा पदार्थ वाटोळा गरगर फिरविला असतां, तो जसा जसा जलदीनें फिरवावा, तसा तसा त्याच्या फिरण्याच्या वर्तुळाच्या स्पर्शरेघेनें जाण्याचा वेग त्याच्या आंगां अधिक येतो. गोफणीत धोंडा घालून ती फिरविली असतां तिच्या फिरण्याचें जें वर्तुल पडतें त्याच्या स्पर्शरेघेनें जाण्याचा धोंड्याचा कल असतो; व जशी जशी गोफण लौकर फिरवावी, तसा तसा स्पर्शरेघेनें जाण्याचा धोंड्याचा कल अधिक होतो.

ह्याप्रमाणें सूर्याजवळ येतांना पृथ्वीच्या आंगावेग फार येतो, म्हणून इ जवळ तिची मध्योत्सारी शक्ति पराकाष्ठेचीच असते; ह्यामुळें इ फ मार्गानें, म्हणजे सूर्यापासून दूर जाण्याच्या मार्गानें, अधिक त्वरेनें जाण्याचा तिचा कल असतो. सूर्यापासून अधिक दूर जाणेंही फार धोक्याचें आहे, पण तिची मध्याभिगामी शक्ति त्या स्थानीं पराकाष्ठेची होऊन ती तिचा सूर्यापासून दूर जाण्याचा कल आहे त्यास प्रतिबंधक होते. मग पृथ्वी ईज मार्गानें जाते. ई जवळ दोन्ही शक्ति एकमेकांवर लंब असतात, म्हणून तेथून पृथ्वीबरोबर वर्तुल मार्गानें जाईल असें आपणांस वाटतें; पण सूर्यसन्निध्यास न जुमानून मध्याभिगामी शक्तीपेक्षां मध्योत्सारी शक्ति अधिक होते, म्हणून ईज दीर्घ वर्तुल मार्गानें पृथ्वी जाते. ज जवळ मध्योत्सारी शक्ति पृथ्वीस जह मार्गानें ओढीत असते, आणि मध्याभिगामी शक्ति तीस सूर्याकडे ओढीत असते, ह्यामुळें ह्या दोहों मार्गांच्या मधून ज अ मार्गानें

पृथ्वी जाते. त्या मार्गांनं अ जवळ जातांना तिची गति उत्तरोत्तर मंद होत जाते, कारण, ती जशी जशी सूर्यापासून दूर जाते, तशी तशी तिची गति मंद होते. अ जवळ पृथ्वी आली म्हणजे तिचा आंगचा वेग इतका कमी होतो कीं, येथें मध्याभिगामी शक्ति पराकाष्ठेची कमी आहे तरी ती मध्योत्सारी शक्तीपेक्षां अधिक होते; ह्यामुळे पूर्वी सांगितल्या मार्गांनं पृथ्वी पुनः जाते.

पृथ्वीची कक्षा वस्तुतः दीर्घ वर्तुल आहे खरी, तरी तिच्यांत आणि वर्तुलांत फारसा भेद नाही, हें विद्यार्थ्यांस पक्कें समजवावें. सूर्याजवळ येतांना, किंवा सूर्यापासून दूर जातांना, ज्या कारणांनीं पृथ्वीची गति मंद किंवा अधिक होते तीं चांगली समजावी, म्हणून तिच्या कक्षेची ही भंगी काढतांना दाटून अधिक दीर्घ वर्तुल काढली आहे. पृथ्वीच्या कक्षेचा जो लहान व्यास आहे त्यापेक्षां मोठा जो व्यास त्याची लांबी एक साठावा अंश मात्र अधिक आहे, ह्यावरून अर्थातच सिद्ध होतें, कीं तिची कक्षा आणि वर्तुल ह्यांच्यामध्ये फारसा भेद नाही. पृथ्वीच्या कक्षेच्या एका साठाव्या भागाची लांबी सुमारे तीस लक्ष मैल आहे. पृथ्वी उच्चस्थ आहे तेव्हांची सूर्यापासून तिची लांबी आणि नीचस्थ आहे तेव्हांची लांबी ह्यांजमध्ये हें अंतर होय.

पण सूर्यापासून पृथ्वीचें जें अंतर म्हणजे नऊ कोटि वीस लक्ष मैल आहे, ह्याची व त्या अंतराची तुलना करून पाहिली असतां तें अंतर फारच थोडें आहे. ही गोष्ट सिद्ध करण्यास प्रमाण हेंच, कीं उन्हाळ्यांतल्यापेक्षां हिवाळ्यांत पृथ्वी सूर्याच्या अधिक जवळ असते. ही गोष्ट चमत्कारिक व अविश्वसनीय अशी दिसते, तरी ही सहजच सिद्ध करून दाखवितां येते. जसा जसा सूर्य फारवेळ क्षितिजाच्या वर असतो, व जसे जसे त्याचे किरण नीट पडतात, तशी तशी त्याच्यापासून उष्णता अधिक येते; व जसा जसा तो क्षितिजाच्या वर थोडा वेळ असतो, व जसे जसे त्याचे किरण वक्र पडतात, तशी तशी त्याच्यापासून उष्णता कमी येते. हिवाळ्यांतल्यापेक्षां उन्हाळ्यांत दिवस मोठे असतात, व हिवाळ्यांतल्यापेक्षां उन्हाळ्यांत सूर्य अधिक उंच स्थानीं असतो, म्हणून त्याचे किरण लंबाकृतीनें

पडतात; ह्या दोन गोष्टीमुळे हिवाळ्यांत उत्तर गोलार्ध सूर्याच्या सन्निध असतांही तेथें उष्णता कमी होते.

ह्यास आणखी एक उदाहरण आहे, तें असें कीं, ध्रुवाजवळ उन्हाळा असतो तेव्हां महिनेचे महिने क्षितिजावर सूर्य असतो, तरी तो आकाशांत थोडाच उंच असतो, म्हणून तेथें त्याचे किरण अगदीं वक्र पडतात, ह्यामुळे उष्णता फारच कमी असते. उदयकाली, अस्तकाली व मध्यान्हीं सूर्याची लांबी पृथ्वीपासून सारखीच असते, तरी सकाळ व संध्याकाळ ह्यांपेक्षां मध्यान्हीं उष्णता फार अधिक असते. ह्याचें कारण हेंच आहे कीं, मध्यान्हीं सूर्य आला म्हणजे किरण अधिक लंबरूपानें पडतात.

भाग ४.

पृथ्वीचें महत्व आणि मान ह्यांविषयीं.

पूर्वीच्या भागांत पृथ्वीच्या आकृतीचें व गतीचें विवरण केलें. आतां ह्या भागांत पृथ्वीच्या महत्वाचें व तिच्या मानाचें विवरण करतो.

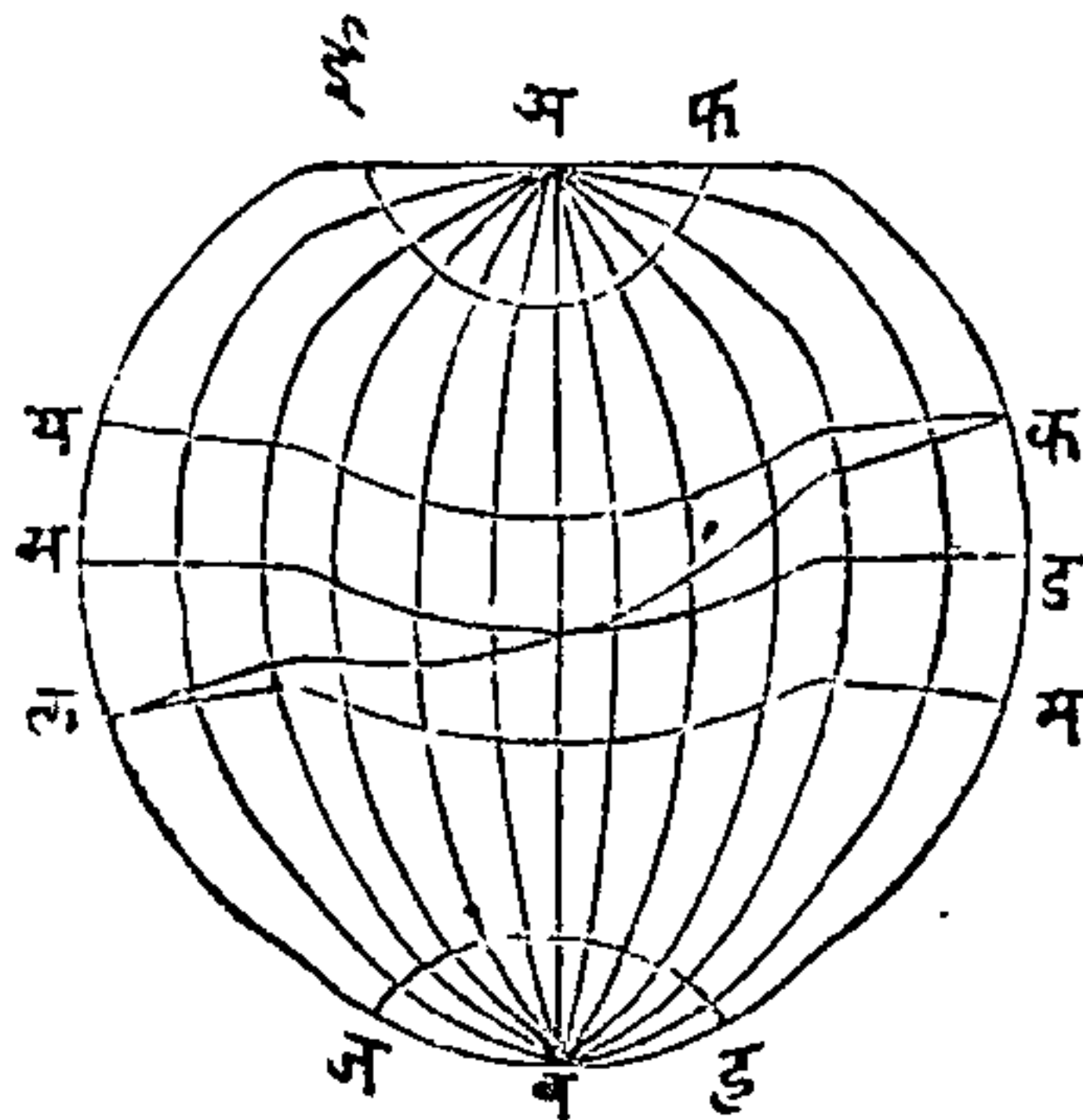
पृथ्वी गोलाकार आहे म्हणून तिचें महत्व तिच्या परिघाच्या लांबीवर व तिच्या व्यासाच्या लांबीवर आहे; पण ह्यांतून एकाची तरी लांबी आपणांस कशी समजेल? तिचा व्यास मोजावा म्हटलें, तर तिच्या मध्यविंदूतून आरपार सरळ रेषा आपणांस मारतां येत नाहीं, तसेंच पृथ्वीचा परिघ मोजावा म्हटलें, तर पृथ्वीसभोंवतीं महावृत्तांतून आपणाच्यानें प्रदक्षिणा करवत नाहीं. पृथ्वीचें महत्व काढण्यास ह्या दोन गोष्टींतून एकही करण्याची गरज नाहीं; कारण, सर्व दुसऱ्या वृत्तांप्रमाणें पृथ्वीच्या परिघाचेही ३६० बरोबर अंश कल्पिले आहेत. तर आतां हें स्पष्ट आहे, कीं आपणांस एका अंशा-

१. वास्तविक पाहातां अत्युष्णता मध्यान्हीं नसते, तर मध्यान्हानंतर पुढें दोन अडीच तासांनीं असते. कारण, सूर्य मध्यान्हीं जरी आला, तरी आणखी दोन अडीच तासपर्यंत उष्णता जमत असते. तसेंच भर उन्हाळ्याचे दिवस वर्षातील सर्वांपेक्षां उष्ण दिवस नव्हत, तर पुढचे दोन अडीच महिने अधिक उष्ण आहेत. अतिशीत सूर्योदयाच्या सुमारास असते. व भरहिवाळ्यानंतर दोन अडीच महिनेपर्यंत असते.

ची लांबी जर काढतां आली, तर तिला ३६० नीं गुणिलें म्हणजे पृथ्वीच्या परिघाची लांबी समजेल. व्यास आणि परिघ हे सातांस बावीस ह्या प्रमाणानें असतात, हें आपणांस ठाऊक आहे; म्हणून पृथ्वीच्या व्यासाची लांबी सहज काढतां येईल. पृथ्वीच्या परिघाचा एक अंश विद्वानांनीं वास्तविक मोजून पाहिला आहे; त्याची लांबी $६९\frac{१}{०}$ इंग्लिश मैल भरली. ह्या लांबीला ३६० नीं गुणिलें असतां, सुमारे २५००० मैल येतात; ही पृथ्वीच्या सर्व परिघाची लांबी होय. व्यास परिघाच्या एक तृतीयांशापेक्षां कांहींसा कमी असतो; म्हणून पृथ्वीच्या व्यासाची लांबी सुमारे ८००० मैल आहे, हें अर्थातच सिद्ध होतें.

पृथ्वीवरील वृत्तांचे अंश मोजावे कसे? असें कोणी म्हणेल तर तो प्रकार सोपा आहे. पण तो समजण्याकरितां, पृथ्वीचा पृष्ठभाग मोजण्याकरितां, व कोठें कोणता देश आहे हें समजण्याकरितां, ज्योतिःशास्त्रांनीं भूगोल आणि खगोल ह्यांवरून जीं वृत्ते कल्पिली आहेत त्यांचें ज्ञान आदीं असलें पाहिजे.

पृथ्वीच्या भंगीत गोलाचें अर्ध सपाट करून दाखविलें आहे. त्यांत ड स हें विषुववृत्ताचें अर्ध होय. विषुववृत्त म्हणजे पृथ्वीच्या मध्यावरून दोहों ध्रुवांपासून बरोबर अंतरावर जाणारें असें पृथ्वीसभोंवती एक वृत्त मानलें आहे, हें आपण पूर्वांच सांगितलें. ह्या वृत्तास मध्यरेषा हेंही नांव आहे.



विषुववृत्ताची पातळी भूमध्यविंदूंतून जाऊन भूगोलाचे बरोबर दोन भाग करते, म्हणून विषुववृत्त महावृत्त आहे. विषुववृत्ताच्या उत्तरेकडचें जें गोलार्ध त्यास उत्तर गोलार्ध म्हणतात, व दक्षिणेकडचें जें गोलार्ध त्यास दक्षिण गोलार्ध म्हणतात. अ आणि व हे पृथ्वीचे ध्रुव, म्हणजे अगदी उत्तरेकडचा बिंदु व अगदी दक्षिणेकडचा बिंदु होय. आणि अ व रेषा पृथ्वीच्या मध्यविंदूंतून जाते ती पृथ्वीचा आंस होय.

अक्षांश म्हणजे विषुववृत्तापासून अंतर होय. एखादी जागा विषुववृत्ताच्या उत्तरेस असली, तर ती उत्तर अक्षांशांवर आहे, असें म्हणतात; त्यावरून ही गोष्ट स्पष्ट दिसून येते, कीं सर्व उत्तर गोलार्ध उत्तर अक्षांशांवर आहे, व सर्व दक्षिण गोलार्ध दक्षिण अक्षांशांवर आहे. तरी अमुक जागा उत्तर अक्षांशांवर अथवा दक्षिण अक्षांशांवर आहे, असें जर कोणी म्हणेल, तर ती जागा कोठें आहे हें बरोबर समजत नाहीं; कारण, ह्या म्हणण्याचा अर्थ पाहिला असतां इतका होतो, कीं, अमुक जागा दक्षिण गोलार्धांत किंवा उत्तर गोलार्धांत आहे. केवळ विषुववृत्तापासून त्या जागेचें अंतर समजलें म्हणजे पुरे, असें नाहीं; तर एका नियमित याम्योत्तरवृत्तापासून तिचें अंतर किती, हेंही समजलें पाहिजे. एखाद्या जागेवरून नीट दक्षिणोत्तर रेषा ओढली असतां तीस त्या जागेची याम्योत्तर रेषा म्हणतात; आणि ती रेषा जर सर्व गोलासभोंवतीं गेली तर तीस याम्योत्तरवृत्त म्हणतात. हीं वृत्ते नीट दक्षिणोत्तर असतात, म्हणून तीं दोहों ध्रुवांस छेदतात. पृथ्वी फिरत असतां, ह्या याम्योत्तरवृत्तांपैकीं एखादें याम्योत्तरवृत्त सूर्यासमोर आलें असतां त्यावर मध्यान्ह होतो. अन्यवृत्तांसारखे ह्या वृत्तांचेही ३६० अंश कल्पिले आहेत; मग अर्थातच अर्धवृत्ताचे १८० अंश, आणि वृत्तपादाचे ९० अंश असतात. विषुववृत्तापासून प्रत्येक ध्रुव याम्योत्तरवृत्ताच्या पादाइतका दूर आहे, म्हणून त्याचें अंतर ९० अंश आहे.

आतां एखाद्या जागेचे अक्षांश काढावयाचे असल्यास ते याम्यो-

१. हिंदु ज्योतिषी या वृत्तास “ मध्यरेखा ” अशी संज्ञा देतात. परंतु या पुस्तकांत महादेवशास्त्री पुराणिक याणी विषुववृत्तास मध्यरेखा हें नांव दिलें आहे. आणि तें बरोबर आहे.

त्तरवृत्तपादावरून काढतां येतील. ज्या जागेचे अक्षांश काढावयाचे असतील, तीवरून एखादा याम्योत्तरवृत्तपाद जात आहे त्या पादाचे ९० अंश असतात, म्हणून विषुववृत्त व ती जागा ह्यांच्यामध्ये किती अंश आहेत, हें समजलें पाहिजे, म्हणजे त्या जागेचे अक्षांश तेच होत. नकाशावर १०, २०, किंवा ४५ असले तर त्या जागेचे तितके अक्षांश समजावे. कृत्रिम गोल ज्या पितळेच्या कडीत अडकविला असतो, तीस पितळेचे याम्योत्तरवृत्त म्हणतात. गोल फिरवून प्रत्येक स्थल त्याच्या खाली आणून त्याचे अक्षांश काढतां येतात. त्याकरितां नव्वद नव्वद अंशाचे चार भाग त्या पट्टीचे केलेले असतात.

पृथ्वीच्या नकाशावर विषुववृत्ताशीं समांतर जीं वृत्ते असतात त्यांच्यावरून पाहिजे त्या जागेचे वरोवर अक्षांश समजतात, म्हणून त्या वृत्तांस अक्षवृत्ते म्हणतात. हीं वृत्ते विषुववृत्ताशीं समांतर असतात, म्हणून अर्थातच तीं पूर्वपश्चिम असतात. पाहिजेत तितकी अक्षवृत्ते कल्पितां येतात खरीं, तरी बहुतकरून नकाशांवरून १६ मात्र काढलेलीं असतात. त्यांत ८ विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस, व आठ विषुववृत्ताच्या उत्तरेस अशीं असतात. विषुववृत्ताच्या प्रत्येक वाजूस आठ अक्षवृत्ते असतात ह्यामुळे सर्व याम्योत्तर वृत्तपादाचे दहा दहा अंशांचे वरोवर नऊ नऊ भाग होतात. विषुववृत्तापासून पहिलें अक्षवृत्त दहा अंशांवर असतें, व शेवटचे अक्षवृत्त ध्रुवापासून दहा अंशांवर असतें.

एखाद्या जागेचे वरोवर अक्षांश काढावयाचे असल्यास, आपण तिच्या जवळचें अक्षवृत्त पाहावें. त्या जागेवरूनच अक्षवृत्त जात असलें, तर त्या रेघेच्या दोहों शेवटांस अक्षांश मांडलेले असतात ते पाहावे, ते त्या जागेचे अक्षांश होत. त्या जागेच्या अंमळ वरून किंवा अंमळ खालून अक्षवृत्त गेलें असलें, तर त्या वृत्ताच्या धोरणानें दृष्ट देऊन त्या जागेच्या ओळीनें नकाशांच्या वाजूंवर त्या जागेच्या समोर जे अक्षांश मांडलेले असतात ते त्या जागेचे अक्षांश समजावे.

अक्षांश कसे काढावे हें सांगितलें खरें, पण रेखांश काढतां आले नाहीत तर अक्षांश समजून उपयोग नाही. रेखांश म्हणजे एका नियमित याम्योत्तरवृत्तापासून जागेचे पूर्व अंतर किंवा पश्चिम अंतर. अक्षांश मोजण्यास जसें विषुववृत्त स्वतःसिद्ध सोईची जागा आहे तशी रेखांश मोजण्यास कोणती जागा नाही. आपापल्या देशांतील

एक स्थल घेऊन निरनिराळें लोक त्यावरून मोजतात, इंग्लिश लोकांच्या नकाशांवरचें नियमित याम्योत्तरवृत्त लंदन शहराजवळ ग्रिनिच नामें एक गांव आहे त्यावरून जातें; फ्रेंच लोकांच्या नकाशांवरचें पारिस शहरावरून जातें, आणि स्पेन देशांतील लोकांच्या नकाशांवरचें माद्रिद शहरावरून जातें.

नियमित याम्योत्तरवृत्तापासून पूर्व किंवा पश्चिम जें एखादें जागेचें अंतर तें त्या जागेचे रेखांश होत. म्हणून पूर्वपश्चिम जाणारी जीं अक्षवृत्ते व विषुववृत्त ह्यांवर ते मोजतात; कारण, अक्षवृत्तांवरून जसे अक्षांश काढतां येतात, तसे याम्योत्तर वृत्तांवरून रेखांश काढतां येतात. पण सर्व प्रदेशाचे रेखांश विषुववृत्तावरून मोजण्याचा परिपाठ आहे, म्हणून त्याचे तीनशें साठ अंश केलेले असतात. एखादी जागा विषुववृत्तावर असली तर ती जागा व नियमित याम्योत्तरवृत्त ह्यांच्यामध्ये जें विषुववृत्ताचे अंश सांपडले ते त्या जागेचे रेखांश समजावे. ह्यास उदाहरण, ती जागा आणि नियमित याम्योत्तरवृत्त ह्यांच्या मध्ये विषुववृत्ताचे १०, २०, किंवा ७५, अंश सांपडले असले, तर तेच त्याच जागेचे रेखांश होत. ती जागा पूर्वेस असली तर ते पूर्व रेखांश, आणि पश्चिमेस असली, तर पश्चिम रेखांश, असें समजावें. विषुववृत्तावरच आहेत अशा थोड्या जागा. बहुतेक विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस किंवा उत्तरेस आहेत. त्यांचे रेखांश काढावयाचे असल्यास, त्यांवरून जाणाऱ्या अक्षवृत्तांवरचे अंश मोजावे, म्हणजे ते त्यांचे रेखांश होत. ज्या जागेचे रेखांश काढावयाचे ती जागा व नियमित याम्योत्तरवृत्त ह्यांच्या मध्ये जो अक्षवृत्ताचा भाग सांपडला असेल तो मोजीत नाहीत, तर त्याच्या बरोबरीचा जो त्याच्या समोरचा विषुववृत्ताचा भाग तो घेऊन त्यावरचे अंश मोजतात, ह्याप्रमाणें रेखांश काढण्यांत याम्योत्तरवृत्तांचा उपयोग पडतो. प्रत्येक अक्षवृत्तांवर अंश मांडलेले नसतात, म्हणून ज्या जागेचे रेखांश आपणास काढावयाचे असतील, त्या जागेवरून, किंवा तिचे जवळून जें याम्योत्तरवृत्त जात असेल त्याच्या धोरणानें दृष्ट देऊन तें जेथें विषुववृत्तास छेदतें तेथचे अंश पाहावे. अक्षवृत्तांच्या ज्या व त्यांच्या समोरच्या विषुववृत्तांच्या ज्या ह्या त्यांवरून जाणाऱ्या याम्योत्तरवृत्तांच्या मध्ये सांपडतात. त्यांवर याम्योत्तरवृत्तें लंब असून एका धु-

वापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत जातात. आतां ही गोष्ट तर उघडच आहे, कीं याम्योत्तरवृत्ताच्या मध्ये सांपडलेल्या ज्या त्या सर्वांचे अंश बराबर असतील, कारण की, ज्या वृत्तांच्या त्या ज्या आहेत तीं वृत्ते ३६० अंशाचीं आहेत. तरी त्या ज्या व त्यांवर मांडलेले अंश ह्या सर्वांची लांबी एकसारखी नसते, ही गोष्ट तर उघडच आहे. वृत्त जसें मोठें असेल त्याप्रमाणें त्याचा अंश. म्हणजे ३६० वा भाग, लांब होईल. वृत्ताची लांबी ३६० मैल असली; तर त्याच्या एकेक अंशाची लांबी एक मैल होईल. जर ती नशें साठ फूट वृत्ताची लांबी असली, तर एक फूट एके अंशाची लांबी होईल, व ३६० इंच वृत्ताची लांबी असली, तर एक इंच एके अंशाची लांबी होईल. विषुववृत्त सर्व अक्षवृत्तांपेक्षां मोठें आहे, म्हणून त्यावरचा अंश अक्षवृत्तांवरच्या अंशांपेक्षां मोठा आहे. विषुववृत्तावरच्या एका अंशाची लांबी ६० भूगोल मानाचे मैल, म्हणजे साधारण $६९\frac{१}{०}$ मैल, आहे, म्हणून अक्षवृत्तावरच्या अंशाची लांबी त्यापेक्षां कमी आहे. अक्षवृत्ते विषुववृत्तापासून जशीं जशीं दूर आहेत, तशीं तशीं तीं लहान आहेत, म्हणून त्यांच्या अंशांची लांबी उत्तरोत्तर कमी होत जाते; शेवटीं ध्रुवांजवळ तर त्यांस अगदींच लांबी नाही, ते केवळ बिंदुच होत.

रेखांशांची लांबी सारखी नसते, ती ठिकठिकाणीं फिरते; कारण, ते ज्यांचे अंश आहेत अशीं जीं अक्षवृत्ते तीं सारखीं नसतात. अक्षांश सर्व सारखे असतात, कारण, ते ज्यांचे अंश आहेत अशीं जीं याम्योत्तरवृत्ते तीं सर्व सारखीं असतात. अक्षांशांचे मैल काढावयाचें असल्यास, त्यांस भूगोलमानाच्या ६० नी किंवा साधारणमानाच्या $६९\frac{१}{३}$ नी गुणावें, आणि रेखांशांचे मैल काढावयाचे असल्यास विषुववृत्तावरच्या अंशांस मात्र ६० नी किंवा $६९\frac{१}{३}$ नी गुणावें, आणि दुसरे ठिकाणीं कमी कमी करीत जावें.

अक्षवृत्त जसें जसें विषुववृत्तापासून दूर किंवा जवळ असतें, तशी तशी त्याच्या अंशांची लांबी फिरते, म्हणून प्रत्येक अक्षांशावर रेखांश किती मैलांचा असतो त्याचें कोष्टक भूगोल विद्येच्या बहुतेक ग्रंथांत दिलेले असतें. साठ अक्षांशांवरच्या रेखांशांची लांबी तीस

मैल असते. म्हणून साठ अक्षांशांवरच्या जागेचे रेखांशांचे मैल करावयाचे असल्यास, त्यांस तिसांनी गुणावें; आणि ज्या जागेचे अक्षांश साठांपेक्षां अधिक असतील, त्या जागेच्या रेखांशांस तिसांपेक्षां कमी मैलांनीं गुणलें पाहिजे, म्हणजे त्यांचे मैल बरोबर येतील.

अक्षांश आणि रेखांश ह्यांच्या मध्ये दुसरा एक भेद आहे, तो असा कीं; अक्षांश पृथ्वीच्या एक पादभर मात्र मोजतात, आणि रेखांश नियमित याम्योत्तरवृत्तापासून पृथ्वीच्या परिघाचे अर्धापर्यंत मोजतात, म्हणून कोणत्याही जागेचे अक्षांश ९० अंशांहून अधिक असत नाहींत, आणि रेखांश तर नियमित याम्योत्तर वृत्तापासून १८० अंशापर्यंत असतात. ह्यावरून ही गोष्ट सिद्ध आहे कीं अक्षांशांचे शेवट दोन ध्रुव होत, कारण, विषुववृत्तापासून प्रत्येक ध्रुव नव्वद अंशांवर आहे; आणि रेखांश १८० अंशापर्यंत मोजतात, म्हणून त्यांचे शेवट एके ठिकाणी मिळतात. पाहा, जर दोन मनुष्य एका ठिकाणाहून निघाले, एक नीट पूर्वेस व एक नीट पश्चिमेस जातो, तर भूगोलाचें अर्ध चालून गेल्यावर ते दोघे एके ठिकाणी येऊन भेटतील. ह्यावरून हें स्पष्ट आहे, कीं १८० पूर्व रेखांशांवर व १८० पश्चिम रेखांशांवर ज्या ज्या जागा आहेत त्या सर्व एकाच याम्योत्तरवृत्तावर आहेत.

आपण पूर्वी सांगितलें, कीं सर्व याम्योत्तरवृत्ते बरोबर आहेत म्हणून त्यांचे ३६० वे भाग, म्हणजे एकेक अंश हेही बरोबर आहेत; पण वास्तविक पाहिलें असतां, ते अगदीं बरोबर आहेत असें नाहीं.

ऐझाक न्युतन नामें एक मोठा ज्योतिःशास्त्री इंग्लंडांत होऊन गेला त्याचें मत असें होतें, कीं पृथ्वी आपल्या आंसासभोंवतीं फिरते म्हणून ती दोहों ध्रुवांकडे चापट आहे, आणि युरोपांतील कित्येक दुसरे विद्वान् लोक पृथ्वी दोहों ध्रुवांकडे लांबट आहे, असें मानीत असत.

१. आपण पूर्वीच्या एका भागांत सांगितलें कीं पदार्थास एकदां गति दिली असतां त्याचा सरळ रेषेनें जाण्याचा कल असतो, त्यामुळे एका मध्यविंदूसभोंवतीं पदार्थ फिरत असतां जें वर्तुल पडतें त्या वर्तुलाच्या स्पर्शरेषेनें पदार्थ जाऊं पाहातो. गोफणींत दगड घालून ती, किंवा दोरीच्या शेवटास थोंडा बांधून ती, फिरविली असतां, ज्या वर्तुलानें ती फिरते त्याच्या स्पर्शरेषेनें त्या थोंड्याचा जाण्याचा कल असतो. फिरवितांना ती

पण वास्तविक मोजून पाहतां असें सिद्ध होतें, कीं पृथ्वी दोहों ध्रुवांजवळ चापट आहे व विषुववृत्तापाशीं फुगीर आहे. ह्यास उदाहरण एकाच याम्योत्तरवृत्ताचे दोन अंश, एक विषुववृत्ताजवळचा व एक ध्रुवाजवळचा असे, मोजले असतां, विषुववृत्ताजवळच्या अंशापेक्षां ध्रुवाजवळचा अंश अर्धा मेल अधिक लांब असतो. ह्यावरून अर्थातच सिद्ध होतें, कीं विषुववृत्ताजवळच्या पेक्षां ध्रुवाकडे पृथ्वी चापट आहे; कारण कीं, जशी जशी अंशाची लांबी अधिक, तसें तसें ज्या वर्तुलाचा तो तीनशें साठवा भाग तें वर्तुल मोठें, आणि जसें जसें वर्तुल मोठें असतें, तसा तसा तो त्याचा भाग अधिक सरळ होतो, म्हणून तो भाग जीवरून जातो ती जागा सपाट दिसते. ही गोष्ट उघड आहे, कीं एखादी जागा अगदीं सपाट असली, तर तीवरून

दोरी तुटली, किंवा हातांतून सुटली, तर तो दगड सरळरेषेनें, म्हणजे तो फिरत असतां जें वर्तुल पडतें त्याच्या स्पर्शरेषेनें, जातो. पृथ्वी फिरत असतां जें वर्तुल पडतें त्याच्या स्पर्शरेषेनें प्रत्येक परमाणु जाऊं पाहानो; व तो मध्यविंदूपासून जसा जसा दूर असतो, तसा तसा त्याच्या आंगीं सरळरेषेनें जाण्याचा कल अधिक असतो; कारण परमाणु गतीच्या मध्यविंदूपासून जसे जसे दूर असताना, तसा तसा त्यांच्या आंगीं वेग अधिक असतो; म्हणून ध्रुवांजवळच्या परमाणूंपेक्षां विषुववृत्ताजवळच्या परमाणूंचे ठायीं स्पर्शरेषेनें जाण्याचा कल अधिक असतो; कारण, पृथ्वी फिरत असतां, त्या परमाणूंचीं वर्तुलें सर्वांहून मोठीं पडतात. ह्याप्रमाणें विषुववृत्ताजवळचे परमाणूंचा वर्तुळाच्या स्पर्शरेषेनें जाण्याचा कल फार असतो, म्हणून ध्रुवांच्या जवळ आहे त्यापेक्षां मध्याजवळ पृथ्वी मोठी आहे, म्हणजे तेथें तिला फुगारा येतो. कुंचा पाण्यांत बुडवून गरगर फिरविला असतां हा नियम स्पष्ट दिसून येतो. कुंचा पाण्यांतून बाहेर काढला म्हणजे तो वेडौल गोळा असतो, पण तो वाटोळा गरगर फिरविला, तर त्याचे भाग फांकतात, आणि पाण्याचे विंदु स्पर्शरेषेनें जाऊं लागतात, व त्याचा आकार शेवटांकडे चापट व मध्यें फुगीर असा होतो. तसेंच एखादें लवचीक कडे जलदीनें फिरविलें असतां, तें शेड्याकडे व बुडाकडे चापट होतें, कारण तेथें गति कमी असते, आणि मध्यभागीं गति फार असते म्हणून तेथें फुगीर होतें, म्हणजे पृथ्वीच्या सारखा दोहीं अंगीं चापट व मध्यें फुगीर असा त्याचा आकार होतो.

जाणारी रेखा अगदी सरळ होईल; आणि जागा वक्र असली तर रेखाही वक्र होईल.

दैनंदिन गतीनें पृथ्वी दोहों-ध्रुवांकडे चापट झाली आहे, म्हणून विषुववृत्ताच्या पेक्षां ध्रुवांकडे अक्षांश लांब लांब होत गेले आहेत, आणि रेखांश लहान लहान होत गेले आहेत, शेवटीं ध्रुवांजवळ तर रेखांश केवळ बिंदुमात्र झाले आहेत. तरी अक्षांशांच्या लांबीत जो भेद आहे तो इतका थोडा आहे कीं व्यवहारांत जमेस धरावयाजोगा नाही; तो नाहीच म्हटला असतां चालेल.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर अंश मोजावा कसा? आपण मागे सांगितलें, कीं पृथ्वी गोलाकार आहे म्हणून जसें जसें नीट उत्तरेस जावें तसा तसा आकाशांत ध्रुवाचा तारा उंच उंच दिसूं लागतो; व जसें जसें नीट दक्षिणेस जावें, तसा तसा तो खाली गेलासा दिसतो. ह्या गोष्टीवरून भूगोलविद्येचा फारच उपयोगी असा एक नियम ठरला आहे, तो असा की उत्तर गोलार्धांत कोणत्याही जागेचे अक्षांश त्या जागेवरून ध्रुवाच्या ताऱ्याची जी उंची असते तिजबरोबर असतात. ह्यास उदाहरण. एखादा मनुष्य अत्लांतिक महासागरांत असला, आणि त्यास वाटलें कीं, आपण विषुववृत्तापासून किती दूर आहों हें काढावें, तर तो ज्या ठिकाणीं असेल तेथून ध्रुवाचा तारा किती उंच आहे हें त्यानें मोजावें, म्हणजे त्या जागेचे अक्षांश त्यास समजतील. तेथून १० किंवा २० किंवा ५३ अंश जर ध्रुवाचा तारा क्षितिजाच्या वर असला, तर तितकेच अंश आपण क्षितिजापासून दूर आहों, असें समजावें.

ही गोष्ट अगदीं स्पष्ट करण्याकरितां असें कल्पूं, कीं कोणीएक मनुष्य उत्तर ध्रुवापाशीच आहे, तर विषुववृत्तापासून त्याचें अंतर, म्हणजे अक्षांश, ९० होतील, आणि क्षितिजापासून ध्रुवाच्या ताऱ्याचें अंतर, म्हणजे त्याची उंची, तीही ९० अंशच होईल; कारण, त्या ठिकाणी ध्रुवाचा तारा डोकीवर दिसेल म्हणून तो क्षितिजापासून ९० अंश भरेल. आतां आपण असें कल्पूं, कीं तो मनुष्य उत्तर ध्रुवापासून विषुववृत्ताकडे, म्हणजे दक्षिणेकडे, दहा अंश चालून गेला तर विषुववृत्त पूर्वी ९० अंश दूर होतें तें ८० अंशांवर येईल, आणि ध्रुवाचा ताराही त्याप्रमाणेंच, म्हणजे १० अंश, खाली गेला-

सा दिसेल; सारांश, त्या जागेचे अक्षांश व ध्रुवाच्या ताऱ्याची उंची हीं दोन्हीं ८० अंश भरतील. ध्रुवापासून विषुववृत्ताकडे तो पुरुष २०;३० किंवा ९० च्या आंत कितीही अंश चालून गेला, तर अक्षांश आणि ध्रुवाच्या ताऱ्याची उंची हीं त्याप्रमाणानेंच कमी होतील. विषुववृत्त व ध्रुव ह्यांच्या मधोमध जर तो पुरुष उभा राहिला, तर अक्षांश ४५ होतील, आणि ध्रुवाच्या ताऱ्याची उंचीही ४५ अंशच भरेल. तो मनुष्य विषुववृत्तावरच गेला, तर त्या जागेस अक्षांश नाहीत, कारण की अंतर नाही, आणि त्या ठिकाणीं ध्रुवाचा ताराही उंच दिसावयाचा नाही; कारण, की तो क्षितिजावरोंवर दिसेल. भूगोलशास्त्रांतील सोपा आणि सुंदर असा जो हा नियम त्यानें अज्ञात समुद्रांत आपण विषुववृत्ताच्या कोणीकडे आहों एवढेंच समजतें असें नाही, तर ह्या नियमावरून पृथ्वी मोजतां येते, व तिचें महत्व काढतां येतें.

दब्लिन शहर ५३ अक्षांश २३कला ह्यांवर आहे, व तेथून ध्रुवाच्या ताऱ्याची उंचीही तितकीच, म्हणजे ५३ अंश २३कला, आहे. त्या शहरांतून जर एखादा मनुष्य, ध्रुवाचा तारा एक अंश अधिक उंच दिसे तोपर्यंत, नीट उत्तरेस गेला, किंवा तो एक अंश खालीं गेला-सा दिसेपर्यंत जर तो दक्षिणेस गेला, तर मार्गें सांगितलेल्या नियमावरून ही गोष्ट स्पष्ट होती, कीं तो मनुष्य पृथ्वीवर एक अंशभर चालला आहे. तो मनुष्य ज्या ठिकाणाहून निघाला तें ठिकाण, व जेथें ध्रुवाचा तारा एक अंश वर किंवा खालीं गेला असें दिसलें तें ठिकाण, ह्यांच्या मधचें अंतर मधचे उंचवटे वजा घालून मोजलें, तर आपणास एका अंशाची लांबी, म्हणजे पृथ्वीच्या परिघाचा ३६० वा भाग, समजेल. त्याला ३६० ह्यांनी गुणिलें असतां सर्व परिघाची लांबी येईल. वास्तविक मोजून पाहिलें तों एका अंशाची लांबी $६९\frac{१}{०}$ इंग्लिश मैलें भरली; त्याला ३६० ह्यांनी गुणिलें अ-

१. ही गोष्ट उघड आहे कीं उत्तर ध्रुवापासून कोणीकडेही गेलें असतां विषुववृत्ताकडे, म्हणजे दक्षिणेकडेच, मनुष्य येतें, आणि दक्षिण ध्रुवापासून कोणीकडेही गेलें असतां उत्तरेसच जातें.

२. ४५ अक्षांशांवर याम्योत्तरवृत्ताचा एक अंश मोजला तों त्याची लांबी ६९ मैल ७९ यार्ड भरली. ही लांबी पृथ्वीच्या पृष्ठभागावरच्या

सतां सर्व परिघाची लांबी सुमारे २४८९० मैल येते. वर्तुलाचा व्यास परिघाच्या एकतृतीयांशापेक्षां कांहींसा कमी असतो, म्हणून त्याची लांबी सुमारे ८०००* मैल भरेल.

- वर्षांतून कोणत्याही दिवशीं सूर्याचे मध्यान्हाचे उन्नतांश, म्हणजे बारा वाजतां त्याची क्षितिजांवर उंची काढिली असतां तीवरूनही विवक्षित जागेचे अक्षांश काढतां येतात. कारण कीं, पृथ्वीवर विषुवदादि जीं वृत्ते कल्पिलीं आहेत, त्यांच्या स्थानांच्या समोर आकाशांतही तशीं वृत्ते कल्पिलीं आहेत. पृथ्वीवरचें विषुववृत्त वाढविलें, तर तें आकाशांतील विषुववृत्ताशीं मिळून जाईल. म्हणून, आकाशांतील विषुववृत्त पृथ्वीवरच्या विषुववृत्तावर उभा राहाणाऱ्या मनुष्याच्या खस्वस्तिकीं, म्हणजे नीट डोकीवर, येईल; मग अर्थातच त्या मनुष्याचें खस्वस्तिक आकाशांतील विषुववृत्तांत येईल. ह्यावरून ही गोष्ट स्पष्ट आहे, कीं तो मनुष्य उत्तर ध्रुवाकडे, किंवा दक्षिण ध्रुवाकडे चालून गेला असतां, तो जितके अंश चालून गेला त्यांच्या प्रमाणेंच आकाशांतील विषुववृत्तापासून त्याचें अंतरही वाढलें; कारण कीं, पृथ्वीवरचें विषुववृत्त आणि ध्रुव ह्यांच्या मधलें सर्व अंतर (९० अंश) आणि आकाशांतील विषुववृत्त व आकाशांतील ध्रुव ह्यांच्या मधलें सर्व अंतर (९० अंश) हीं बरोबरच आहेत. त्यांत भेद इतकाच, कीं एक पृथ्वीवरील याम्योत्तरवृत्ताचा पाद होय; व दुसरें आकाशांतील याम्योत्तर वृत्ताचा पाद होय. ह्यावरून अर्थातच सिद्ध होतें कीं भूमीवरील विषुववृत्त व भूमीवरील ध्रुव ह्यांच्या मधच्या अंतराचा विवक्षित भाग आणि आकाशांतील विषुववृत्त व आकाशांतील ध्रुव ह्यांच्या मधच्या अंतराचा तितकाच भाग हेही

अंशांच्या लांबीचें मध्यप्रमाण म्हटलें असतां चालेल. त्याच याम्योत्तरवृत्ताचा अंश अमळ उत्तरेस किंवा अमळ दक्षिणेस मोजला असतां पृथ्वी ध्रुवांकडे चापट आहे ह्यामुळे त्याची लांबी अमळ अधिक भरते. उत्तर ध्रुववृत्तांत एका अंशाची लांबी ४५ अक्षांशांवरच्या अंशापेक्षां सुमारे ३८६ यार्ड अधिक आहे, व विषुववृत्ताजवळ सुमारे ५५८ यार्ड कमी आहे.

* पृथ्वी ध्रुवांकडे चापट आहे व विषुववृत्ताजवळ उंचट आहे, ह्यामुळे विषुववृत्ताकडच्या व्यासापेक्षां ध्रुवांकडचा व्यास सुमारे २६ मैल कमी आहे.

अंशांनीं बरोबरच आहेत. म्हणून, एखादा मनुष्य दहा वीस किंवा तीस अंश नीट उत्तरेस गेला असतां, आकाशांत त्याच्या डोक्यानें जें याम्योत्तरवृत्त पडेल त्याचेही तितकेच अंश भरतील, म्हणजे, त्याचे अक्षांश आणि नतांश हे बरोबर होतील. ह्यास उदाहरण. विषुववृत्तापासून उत्तरेस तो नव्वद अंश गेला, तर त्याचें खस्वस्तिक आकाशांतील विषुववृत्तापासून नव्वद अंशांवर येईल. कारण, त्या ठिकाणीं तो उभा असला म्हणजे ध्रुवाचा तारा त्याच्या डोकीवर नीट येईल, आणि आकाशातील विषुववृत्त त्याच्या क्षितिजांत येईल.

वर सांगितल्यावरून ही गोष्ट स्पष्ट आहे, कीं आकाशांतील विषुववृत्तापासून नतांश मोजले, तर त्यांवरून अक्षांश काढतां येतील. पण ते मोजावे कसे? कृत्रिम गोलावर जसें विषुववृत्त काढलेलें असतें, तसें तें आकाशांतही काढलेलें असतें, तर त्यापासून आपण ज्या जागेवर उभे असूं तेथचें खस्वस्तिक व विषुववृत्त ह्यांच्या मध्यें जो याम्योत्तरवृत्ताचा भाग सांपडेल तो मोजून अक्षांश काढतां येतात. पण आकाशांत विषुववृत्त दृष्टिगोचर होत नाहीं; तरी तें आकाशांत कोठें आहे हें सहज ठरवितां येतें.

हरिपदापासून विषुवपदापर्यंत सूर्य विषुववृत्ताच्या उत्तरेस असतो आणि तो उत्तरेस असतो तेव्हां आकाशांतील विषुववृत्ताची उंची काढावयाची असली, तर सूर्याच्या मध्यान्हींच्या उंचींतून त्याचे क्रांत्यंश वजा करावे, म्हणजे ती निघेल. आकाशांतील विषुववृत्त क्षितिजावर किती उंच आहे, हें समजल्यावर ज्या जागेवरून वेध केला असेल त्या जागेच्या खस्वस्तिकापासून आकाशांतील विषुववृत्ताचें अंतर सांपडेल, मग त्या जागेचे अक्षांशही तेव्हांच सांपडतील; कारण की, विषुववृत्ताची उंची ९० अंशांतून, म्हणजे खस्वस्तिक आणि क्षितिज ह्यांच्या मधल्या सगळ्या अंतरांतून वजा केली असतां, बाकी राहिल ती विषुववृत्तापासून खस्वस्तिकापर्यंत अंतर होय. आणि पूर्वी सांगितल्याप्रमाणें ते जागेचे अक्षांश होत. ह्यास उदाहरण असें कल्पूं; कीं एके तारवाचा नाखत्रा समुद्रांत विषुववृत्ताच्या

१. क्रांति म्हणजे विषुववृत्तापासून सूर्याचें अंतर. हें दररोजचें काढून नाटिकल आल्मनाक, म्हणजे नौकोपयोगी पंचांग, ह्यांत लिहिलें असतें. पृथ्वीवर जसे अक्षांश तसे आकाशांत क्रांत्यंश होत.

उत्तरेस आहे, आणि त्यानें तुरीय यंत्रानें जूनच्यां एकविसाव्या तारखेस मध्यान्हीं सूर्याची उंची मोजली, ती ७० अंश भरली. त्या दिवशीं सूर्याची क्रांति $२३\frac{३}{४}$ अंश असते, ती ७० अंशांतून वजा करावी, आणि बाकी राहिलेले $४६\frac{३}{४}$ अंश ही विषुववृत्ताची उंची होय. विषुववृत्ताची उंची ९० अंशांतून वजा केली असतां, बाकी $४३\frac{३}{४}$ अंश राहातात हे त्या जागेचे अक्षांश होत.

सूर्य विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस असला, तर त्या दिवसाचे त्याचे क्रांत्यंश त्याच्या मध्यान्हींच्या उंचींत मिळवावे, आणि पुढचें सर्व कृत्य मागे सांगितल्याप्रमाणेंच करावें. मार्चाच्या २० व्या तारखेस व सप्टेंबराच्या २२ व्या तारखेस सूर्य विषुववृत्तांत असतो. तेव्हां त्याच्या मध्यान्हींच्या उंचीवरून विषुववृत्ताची उंची लागलीच सांपडेल; कारण कीं, त्याच्या मध्यान्हींच्या उंचींत मिळवावयाचे क्रांत्यंश नसतात, व तींतून वजाही करावयाचे नसतात.

अज्ञात समुद्रांत नकाशे व कृत्रिम गोल ह्यांच्या साहायावांचून अक्षांश कसे काढावे हें सांगितलें. आतां अशा ठिकाणीं रेखांश कसे काढावे तें सांगतों.

पृथ्वी आपल्या आंसावर चौवीस तासांत सूर्यापुढें फिरते ह्मणून ध्रुवांशिवाय तिजवरच्या प्रत्येक बिंदूनें तितक्या वेळांत ३६० अंशांचें एकैक वृत्त होतें. पृथ्वी पश्चिमेकडून पूर्वेकडेस फिरते, म्हणून पश्चिमेकडच्या प्रदेशांपेक्षां पूर्वेकडचे प्रदेश सूर्याभिमुख लवकर होतात, हें स्पष्ट आहे; आणि त्यांचें लवकर सूर्याभिमुख होण्याचें प्रमाण १५

१. चंद्र किंवा ज्याचे क्रांत्यंश माहीत आहेत असा एकादा तारा, ह्याची परमोन्नति काढून तीवरून ह्या नियमानें अक्षांश काढतां येतात. मुख्य मुख्य ताऱ्यांचे क्रांत्यंश नाविकोपयोगी पंचांगांत लिहिले असतात. सूर्य, चंद्र, किंवा तारा, ह्यांतून कोणीही याम्योत्तरवृत्तावर असतां त्याचे उन्नतांश न काढतां नतांश काढले, तरी फळ एकच आहे. कारण कीं आकाशातील गोलाचें खस्वस्तिकापासून अंतर म्हणजे नतांश, समजले असतां, ते ९० अंशांतून वजा केले, म्हणजे त्या गोलाचें क्षितिजापासून अंतर म्हणजे परमोन्नति निघते. पृथ्वी उंच सखल आहे ह्यामुळे जमिनीवर क्षितिज मर्यादा बराबर सांपडत नाहीं; ह्याकरितां जमिनीवर उन्नतांश काढण्यापेक्षां नतांश काढणें सोईचें पडतें.

अंशांस एक तास असें आहे. कारण कीं, पृथ्वी २४ तासांत ३६० अंश फिरते, ह्मणून ती एका तासांत ३६० चा चोविसावा भाग, म्हणजे १५ अंश फिरेल. ह्मणून; पृथ्वीवरचे पूर्व पश्चिम १५ अंश एका तासावरावर आहेत. आपणापासून पूर्वेस पंधरा अंशांवर राहणाऱ्या लोकांस सूर्योदय, मध्यान्ह, आणि सूर्यास्त हे आपल्यापेक्षां एक तास पूर्वी होतात. सारांश, त्यांचा दिवस आपल्यापेक्षां एका तासानें अगोदर असतो. म्हणजे आपल्या येथें ६, १२, किंवा ८ वाजतात, तेव्हां त्यांच्या येथें ७, १, किंवा ९ वाजतात. आपल्या पूर्वेस तीस अंशांवर राहणाऱ्या लोकांस आपल्यापेक्षां दोन तासांनी पूर्वी दिवस होतो. दर पंधरा अंशांस एक तास, म्हणजे एका अंशास चार मिनिटे, ह्या प्रमाणानें आपल्या पूर्वेकडच्या लोकांस दिवस पूर्वी होतो, आणि आपल्या पश्चिमेकडच्या लोकांस ह्याच्या सगळें उलटें होतें. म्हणजे दर १५ अंशांस एक तास ह्या प्रमाणानें तेथें दिवस मागाहून होतो.

ह्यामुळें कोणत्याही दोन प्रदेशांतल्या रेखांशांचें अंतर समजलें असतां, त्यापासून त्या दोहों जाग्यांतले वेळेचें अंतर काढतां येतें. तसेंच वेळेचें अंतर कळलें असतां, त्यापासून रेखांशांचें अंतर काढतां येतें. बहुतेक गोल व नकाशे ह्यांवर दर पंधराव्या रेखांशांवरून एक याम्योत्तरवृत्त काढिलें असतें, म्हणजे दिवसाच्या चोवीस तासांशीं जमण्याकरितां चोवीस याम्योत्तरवृत्तें काढलेलीं असतात. कोणत्याही दोन स्थलांतलें कालांतर काढावयाचें असल्यास, त्यांच्या मधर्चा काढलेलीं याम्योत्तरवृत्तें मोजावी, म्हणजे तें समजेल; कारण कीं, प्रत्येक याम्योत्तरवृत्त एका तासावरावर आहे. प्रत्येक याम्योत्तरवृत्तास एक तास, म्हणजे एका अंशास चार मिनिटे, ह्या प्रमाणानें पूर्वेकडच्या स्थळां दिवस लवकर होतो.

समुद्रांत किंवा एखाद्या अज्ञात प्रदेशांत रेखांश, म्हणजे नियमित याम्योत्तरवृत्तापासून पूर्व किंवा पश्चिम अंतर, हें कसें काढावें, ह्याविषयी नियम आपणास सांपडला आहे. एखादा मनुष्य अज्ञात स्थळां

१ दर पंधरा रेखांशांवरून याम्योत्तरवृत्त काढिलें आहे. दर दहा अंशांवरून याम्योत्तरवृत्त काढिलें असतें तर तें अर्थातच चाळीस मिनिटांवरार होतें.

गेला असतां, त्यानें जवळ बाळगलेलें क्रोनामिटरनामक घड्याळ ह्यावरून त्यास पहिल्या याम्योत्तरवृत्तावरचा काळ समजेल, व तो ज्या स्थलीं असेल तेथें सूर्य पाहून लावलेल्या त्याच्या बरोबरच्या घड्याळावरून तेथला काळ समजेल. ह्या दोन काळांच्या मध्ये, म्हणजे प्रथम याम्योत्तरवृत्तावर लावलेल्या क्रोनामिटरनामक कालमापक यंत्रावरचे तास व त्या मनुष्याजवळच्या तेथील दिनमानावरून लावलेल्या घड्याळावरचे तास ह्यांच्या मध्ये जें अंतर पडतें त्यावरून प्रथम याम्योत्तरवृत्ताच्या पूर्वेस किंवा पश्चिमेस किती अंतरावर आपण आहों, हें त्या मनुष्यास काढतां येईल. तें असें कीं, जर तें अंतर १, २, ३, किंवा ६ तास असेल, तर त्या त्या कालाप्रमाणें त्या स्थलाचे रेखांश १५° , ३०° , ४५° , किंवा ९०° अंश होतील. त्याच्या घड्याळावरील तास क्रोनामिटरांतील तासाच्या पुढें असल्यास, तो पूर्वेस आहे; व मागे असल्यास, पश्चिमेस आहे. कारण कीं, पूर्वेकडेचे भाग सूर्याभिमुख अगोदर होतात, व पश्चिमेकडेचे मागून होतात, हें पूर्वी सांगितलेंच आहे. जर त्याच्या घड्याळांत बारा वाजले असले, व क्रोनामिटरांत दहा वाजले असले, तर आपण प्रथम याम्योत्तरवृत्तापासून पूर्वेकडे तीस अंशांवर आहों, असें त्यानें समजावें. पण घड्याळावर बारा वाजले असून क्रोनामिटरांत १, २, किंवा ३ तास वाजले असले, तर त्या त्या काळांतराप्रमाणें प्रथम याम्योत्तरवृत्तापासून पश्चिमेकडे १५° , ३०° , किंवा ४५° अंशांवर आहों, असें त्यानें समजावें.

सूर्य पाहून लावलेल्या घड्याळांत बारा वाजण्याचें जें उदाहरण घेतलें, त्यांत सूर्य याम्योत्तरवृत्तावर आहे, म्हणजे त्या स्थळाचे समोर आहे. आणि तो पुरुष ज्या ठिकाणाहून निघाला त्या ठिकाणचा काळ, व तो जेथें जाऊन पोहोंचला तेथचा काळ, ह्यांच्या मध्ये जें दोन तासांचें अंतर पडलें, त्यावरून त्याच्या पहिल्या स्थळाचें याम्योत्तरवृत्त त्या पुरुषाच्या पश्चिमेस तीस अंशांवर आहे, असें समजतें; म्हणून वर सांगितल्यावरून ही गोष्ट स्पष्ट दिसते, कीं त्याचें घड्याळ क्रोनामिटर यंत्रापेक्षां दोन तासांनीं पुढें आहे; व त्या पहिल्या स्थळाच्या ओळीनें दक्षिणेस किंवा उत्तरेस जां स्थलें असतील तेथील काळ व त्याच्या घड्याळांतील काळ ह्यांच्या मध्येही दोन तासांचा फेर राहिल, म्हणजे

त्या सर्व स्थळांस सूर्याभिमुख यावयाला दोन तास लागतील. पृथ्वीच्या फिरण्याने जेव्हां त्या पहिल्या स्थळावर मध्यान्ह होतो तेव्हां त्याच्या ओळीतल्या सर्व प्रदेशांवरही मध्यान्हच होईल, व तो पुरुष ज्या ठिकाणी आहे तेथे मध्यान्ह उलटून दोन वाजतील. कारण, तेव्हां त्या स्थळावर मध्यान्ही सूर्य होता त्याला सोडून पुढे तीस अंश ते पूर्वेस गेलें; पण जेव्हां त्या पुरुषाच्या क्रोनामिटर यंत्रांत दोन वाजले असतील, व घड्याळांत बारा वाजले असतील, तेव्हां त्याच्या पहिल्या स्थानीं मध्यान्ह होऊन दोन तास गेले, असें समजावें; कारण कीं, तो आपल्या पहिल्या स्थळाच्या पश्चिमेस तीस अंशांवर आहे.

क्रोनामिटर यंत्रं सर्वोत्कृष्ट असलीं तरी त्यांतही अंतर पडतें, बरोबर चालत नाहीत; म्हणून रेखांश काढण्याच्या दुसऱ्या युक्ति काढल्या आहेत. बृहस्पतीच्या चंद्रांच्या ग्रहणांवरून दर्यावर्दी लोकांस नियमित याम्योत्तरवृत्तावरचा वेळ काढतां येतो व त्यावरून आपले जागेचे रेखांश काढतां येतात. बृहस्पतीच्या चंद्रांपैकी कितीएकांचीं ग्रहणें लंदनांतील लोकांस कोणत्या कोणत्या वेळीं दिसावयाचीं त्यांच्या बराबर वेळा तेथील नाविकपंचांगांत लिहिलेल्या असतात, व दूरदूरच्या सफरांत त्यांचा उपयोग पडावा, म्हणून त्या ग्रहणदर्शनाच्या वेळा पुढील दोन तीन वर्षांच्या काढून त्यांचें एक कोष्टक पंचांगांत लिहिलेलें असतें; ह्यामुळे नाविकलोकांस आपलें क्रोनामिटर यंत्र नीट लावावयाचें असल्यास, म्हणजे लंदनांतील काळ काढावयाचा असल्यास, ते ह्या चंद्रांपैकी एकाद्याचें ग्रहण पाहातात, आणि ज्या वेळेस त्यांस त्या ठिकाणीं ग्रहण दिसतें ती वेळ, व त्यांच्या पंचांगांत जी लंदनची ग्रहण दिसण्याची वेळ लिहिली असते ती, ह्यांच्या मधचें अंतर काढून, त्यावरून त्यांस रेखांश काढतां येतात. ह्यास उदाहरण. अमुक दिवशीं, रात्रीं, अमुक चंद्राचें ग्रहण अकरा वाजतां लंदनांत दिसेल, असें त्यांच्या पंचांगांत लिहिलें, व तें ग्रहण त्यांस आठ वाजतां दिसलें, तर ज्या अर्थीं तें ग्रहण त्यांस व लंदनच्या लोकांस एक काळीच दिसेल त्या अर्थीं हें स्पष्ट दिसतें कीं त्यांचें घड्याळ लंदनच्या घड्याळाहून तीन तासांनीं मागून आहे, म्हणून ते लंदनच्या नियमित याम्योत्तरवृत्ताच्या पश्चिमेस ४५° अंशांवर आहेत. पण जें ग्रहण लंदनांत आठ वाजतां दिसेल, असें त्यांच्या पंचांगांत लिहिलें

आहे, तेंच जर त्यांस बारा वाजतांना दिसलें, तर त्यांचें घड्याळ लं-
दनच्या घड्याळापेक्षां चार तासांनीं पुढें आहे, म्हणून ते नियमित
याम्योत्तरवृत्तापासून पूर्वेस ६०° अंशांवर आहेत, हें उघड आहे.

पृथ्वीचा परिघ, व्यास, आणि साधारण महत्व हीं कशीं काढावीं
हें सांगितलें आहे, व पृथ्वीवरील स्थलांची स्वातंत्र्यानें स्थिति व स्थ-
लांतराच्या संबधानें स्थिति ह्याही काढण्याची रीति सांगितली. आतां
कृत्रिम गोलांवरच्या व नकाशांवरच्या कोणत्याही दोन जाग्यांच्या
मधचें अंतर कसें काढावें, हें सांगतों.

त्या जागा एकाच याम्योत्तरवृत्तावर असून वेगवेगळ्या गोलाधात
असल्या, तर त्यांच्या अक्षांशांची बेरीज घेऊन तीस भूगोलशास्त्रीय
मैल काढण्याकरितां ६० ह्यांनीं गुणावें, आणि व्यवहारांतील मैल
काढण्याकरितां $६९\frac{१}{८}$ ह्यांनीं गुणावें, म्हणजे अमुक मैल असें त्या
दोन स्थलांच्या मधचें अंतर निघतें. ह्यास उदाहरण, एक स्थल वि-
षुववृत्ताच्या उत्तरेस २०° अंशांवर आहे, व दुसरें स्थल दक्षिणेस
 १०° अंशांवर आहे, तर त्यांच्या मधचे जे ३०° अंश त्यांस ६० नीं

१. हा नियम स्पष्ट करण्याकरितां हीं सर्व उदाहरणें लिहिलीं, परंतु ह्या
रीतीनें रेखांश काढणें समुद्रांत असाध्य आहे, कारण, हीं ग्रहणें पाहाण्या-
करितां दुर्बाण निश्चल राहिली पाहिजे, तशी ती राहत नाहीं. ह्याशिवाय
ह्या ठिकाणीं घड्याळ लावलें असेल, त्या ठिकाणींच ग्रहण दिसे तोंपर्यंत
जहाज उभें केलें पाहिजे किंवा पूर्वेस किंवा पश्चिमेस जिनके चालून गेलें
असेल, तें अंतर समजून तें हिशोबांत घेतलें पाहिजे. सूर्यग्रहणें व चंद्रग्र-
हणें हीं रेखांश काढण्यास बरीं, पण तीं क्वचित् होतात. समुद्रावर रेखांश
काढण्याची एक रीति अशी आहे, कीं चंद्र दृश्य असला म्हणजे त्याचा
सूर्याशीं कोन घ्यावा, किंवा चंद्राच्या कक्षेजवळ जे प्रसिद्ध नऊ तारे आहे-
त त्यांपैकीं एखाद्या ताऱ्याशीं त्याचा कोन घ्यावा. मिनिच एथें दर तीन
तासांचें चंद्राचें सूर्यापासून व ह्या नऊ ताऱ्यांपासून जें कोनांतर असतें तें
नाविक पंचांगांत लिहिलेलें असतें. त्यांपासून रेखांश काढण्याचा साधार-
ण नियम असा आहे, कीं मिनिच एथचा काळ व ज्या जागेचे रेखांश
काढावयाचे तेथील काळ ह्यांच्या मधचें अंतर घेऊन त्याचे अंश करावे,
म्हणजे ते त्या जागेचे रेखांश येतात. रेखांश काढण्याच्या ह्या रीतीस
चांद्ररीति असें म्हणतात.

गुणावें, म्हणजे १८०० भूगोलशास्त्रीय मैल होतात, व $६९\frac{१}{०}$ ह्यांनीं गुणावें, म्हणजे सुमारे २०८० इंग्लिश म्हणजे व्यावहारिक मैल होतात, हें त्यांच्या मधचें अंतर जाणावें. एकाच गोलाधात एकाच याम्योत्तरवृत्तावर जर दोन जागा असल्या, तर त्यांच्या अक्षांशांची वजाबाकी करून तीस ६० नीं किंवा $६९\frac{१}{०}$ ह्यांनीं गुणावें, म्हणजे तो गुणाकार त्यांच्या मधचें अंतर होय. उदाहरण, जर एक स्थल १०° उत्तर अक्षांशांवर असेल, व दुसरें ३०° उ० अक्षांशांवर असेल, तर ३० ह्यांत १० वजा करून २० अंश राहिले, त्या बाकीस पूर्वाप्रमाणें ६० नीं किंवा $६९\frac{१}{०}$ ह्यांनीं गुणिलें असतां त्यांच्या मधचें अंतर येईल. तसांच दोन स्थलें एका अक्षवृत्तावर असलीं, तर त्यांचें अंतर पूर्वोक्त रीतीनें, म्हणजे तीं स्थलें भिन्न गोलाधात असल्यास त्यांच्या रेखांशांची बेरीज घेऊन, अथवा एका गोलाधातच असल्यास त्यांच्या रेखांशांची वजाबाकी करून, काढतां येते; पण त्यांच्या बेरजेस व वजाबाकीस पूर्वाप्रमाणें ६० नीं किंवा $६९\frac{१}{०}$ ह्यांनीं गुणून त्यांचे अंतराचे मैल निघत नाहींत; तर ज्या अक्षवृत्तावर ती विवक्षित स्थलें असतील तेथच्या एका रेखांशाची जितके मैल लांबी असेल तितक्या मैलांच्या संख्येनें त्या बेरजेस, किंवा वजाबाकीस, गुणिलें असतां अंतर निघतें. ह्यास उदाहरण, जर एखादें स्थल नियमित याम्योत्तरवृत्ताच्या पूर्वेस १०° अंशांवर आहे, व दुसरें पश्चिमेस २०° अंशांवर आहे, तर हें स्पष्ट आहे, कीं त्यांच्या रेखांशांची बेरीज (१०° पू० + २०° प० = ३०) केली, म्हणजे त्यांचें रेखांतर येतें; पण तीं स्थलें एकाच गोलाधात, म्हणजे प्रथम याम्योत्तरवृत्ताच्या एकाच आंगास असलीं, तर त्यांच्या अंशांची वजाबाकी घ्यावी. एक जागा प्रथम याम्योत्तरवृत्तापासून पूर्वेस २०° अंशांवर आहे, व दुसरी ४०° अंशांवर आहे, तर त्या अंशांची वजाबाकी (४०° - २०° = २०°) केली असतां त्यांचें अंतर रेखांशांत येईल, हें स्पष्ट आहे. वर सांगितल्यावरून हें स्पष्ट आहे, कीं त्या अंशांचे मैल कर्तव्य झाल्यास त्यांस विषुववृत्तावर मात्र ६० नीं किंवा $६९\frac{१}{०}$ ह्यांनीं गुणावें; व अन्यस्थली ६० नीं किंवा $६९\frac{१}{०}$ ह्यांनीं गुणून घ्यावे, तर त्या त्या अक्षांश विशेषावर जितके मैल रेखांशांची लांबी असेल तितक्या मैलांच्या संख्येनें गुणावें. दब्लिन् शहराचे अक्षांश ५३° - $२३'$ आ-

हेत, तेथे एका रेखांशाची लांबी सुमारे ३६ शास्त्रीय मैल, आणि ४२ व्यावहारिक मैल आहे. दब्लिन् आणि मानचेस्टर ही शहरे सुमारे एकाच अक्षवृत्तावर आहेत, त्यांच्या मधचे अंतर काढावयाचे असल्यास, त्यांचे रेखांश ($६^{\circ}-२०'$ आणि $२^{\circ}-१४'$) ह्यांची वजाबाकी ($४^{\circ}-६'$) घेऊन तीस ३६ नी गुणिले असता, शास्त्रीय मैल सुमारे १५०, आणि ४२ नी गुणिले असता, व्यावहारिक मैल सुमारे १७५ इतके अंतर येते.

परंतु बहुतकरून असे घडते, कीं दोन स्थले निरनिराळ्या अक्षवृत्तांवर व निरनिराळ्या याम्योत्तरवृत्तांवर असतात. त्यांच्या मधचे अंतर काढावयाचे झाल्यास, त्या स्थलांवर कंपास ठेवून, किंवा दौरी लावून मधचे अंतर घ्यावे, व ते अंतर विषुववृत्तावर, किंवा नकाशाच्या अंश मांडलेल्या वाजूवर, ठेवून किती अंश येतात ते पाहावे. ते अंश महावृत्ताचे होत, म्हणून त्यांस ६० नी किंवा $६९\frac{१}{८}$ ह्यांनी गुणिले, म्हणजे विवक्षित जाग्यांमधचे अंतर कळेल. हे अंश महावृत्ताचे आहेत, हें स्पष्टच आहे, कारण कीं, गोलावरील कोणत्याही दोन बिंदूंच्या मधील अल्पतम अंतर, म्हणजे सरळ रेषेनें जें अगदी थोडे अंतर, हें महावृत्ताचा कौंस आहे, आणि सर्व महावृत्ते समान आहेत, ह्याकरितां हा कौंस विषुववृत्तावर किंवा याम्योत्तरवृत्तावर मोजला असतां फळ एकच आहे. ह्यास उदाहरण, गोलावरच्या किंवा नकाशावरच्या दोन जाग्यांतलें अंतर विषुववृत्तावर किंवा अंश मांडलेल्या नकाशाच्या बाजूवर लावून पाहावे, ते १०° , २०° , किंवा ३०° अंश भरले, तर त्यास ६० नी किंवा $६९\frac{१}{८}$ ह्यांनी गुणावे, म्हणजे तितके मैल अंतर निघेल. नकाशावरच्या जाग्यांच्या मधचे अंतर मोजावयाचे असतां, ते नकाशाच्या वरच्या आणि खालच्या बाजूवर अंश मांडले असतात तेथे मोजू नये, कारण कीं, ते रेखांश असतात, आणि आपण पूर्वी सांगितलेच आहे, कीं जसे जसे ते विषुववृत्तापासून दूर असतात, तशी तशी त्यांची लांबी फिरते. आतां नकाशाच्या अंश मांडलेल्या बाजूवर याम्योत्तरवृत्ते दाखविली असतात, आणि त्यांचे सर्व अंश बरोबर आहेत, म्हणजे प्रत्येकाची लांबी ६० शास्त्रीय मैल आणि $६९\frac{१}{८}$ व्यावहारिक मैल आहे; म्हणून त्यांवर जाग्यांमधचे अंतर मोजावे.

नकाशावरून पृथ्वीवरच्या कोणत्याही जाग्याच्या मधले अंतर मोजून त्याचे मैल करण्याचा अभ्यास शिक्षकानें विद्यार्थ्यांकडून करवावा; मग त्यांस पुढें शिकवावें. रेखांशांपासून मैल काढण्याचें कोष्टक पुढें लिहिलें आहे. तसेंच कोणत्याही जागेचे रेखांश समजले असतां त्यांपासून तेथचा वेळ काढण्याचा, व वेळ समजला असतां त्यांपासून रेखांश काढण्याचा अभ्यास विद्यार्थ्यांकडून गुरूनें करवावा.

याम्योत्तरवृत्ताच्या एके अंशाची लांबी $६९\frac{३}{४}$ इंग्लिश (व्यावहारिक) मैल आहे, असें आपण सांगितलें, पण भूगोलविद्येंत घोटाला पडूं नये म्हणून एका अंशाची लांबी ६० मैल धरतात. त्याप्रमाणें हें कोष्टक लिहिलें आहे.

अक्षांश	शास्त्रीय मैल	अक्षांश	शा० मैल	अक्षांश	शा० मैल	अक्षांश	शा० मैल
१	५९—९९	२४	५४—८१	४७	४०—९२	६९	२१—५०
२	५९—९६	२५	५४—३८	४८	४०—१५	७०	२०—५२
३	५९—९२	२६	५३—९३	४९	३९—३६	७१	१९—५३
४	५९—८५	२७	५३—४६	५०	३८—५७	७२	१८—५४
५	५९—७७	२८	५२—९८	५१	३७—७६	७३	१७—५४
६	५९—६७	२९	५२—४३	५२	३६—९४	७४	१६—५४
७	५९—५५	३०	५१—९६	५३	३६—११	७५	१५—५३
८	५९—४२	३१	५१—४३	५४	३५—२७	७६	१४—५२
९	५९—२६	३२	५०—८८	५५	३४—४१	७७	१३—५०
१०	५९—०९	३३	५०—३२	५६	३३—५५	७८	१२—४७
११	५८—९०	३४	४९—७४	५७	३२—६८	७९	११—४५
१२	५८—६९	३५	४९—१५	५८	३१—८०	८०	१०—४२
१३	५८—४६	३६	४८—५४	५९	३०—९०	८१	९—३९
१४	५८—२२	३७	४७—९२	६०	३०—००	८२	८—३५
१५	५७—९६	३८	४७—२८	६१	२९—०९	८३	७—३१
१६	५७—६७	३९	४६—६३	६२	२८—१७	८४	६—२७
१७	५७—३८	४०	४५—९६	६३	२७—२४	८५	५—२३
१८	५७—०६	४१	४५—२८	६४	२६—३०	८६	४—१९
१९	५६—७३	४२	४४—५९	६५	२५—३६	८७	३—१४
२०	५६—३८	४३	४३—८८	६६	२४—४०	८८	२—०९
२१	५६—०१	४४	४३—१६	६७	२३—४४	८९	१—०५
२२	५५—६३	४५	४२—३४	६८	२२—४८	९०	०—००
२३	५५—२३	४६	४१—६८				

भाग ५.

कटिवंध, उपकटिवंध, आणि उष्णतेचें मान
ह्यांविषयीं.

आम्हीं पूर्वांच लिहिलें आहे कीं पृथ्वीचा आंस कललेला असतो, व तिच्या सर्व वार्षिक प्रदक्षिणेंत त्याचा रोंख नेहमी आकाशातील एकाच स्थलाकडे असतो, म्हणून आळीपाळीनें उत्तर गोलार्धांत व दक्षिणगोलार्धांत उष्णता व सूर्यप्रकाश हीं समसमान पडतात. तथापि सूर्यकिरण कांहीं ठिकाणीं लंबरूपानें पडतात, व कांहीं ठिकाणीं वक्र पडतात; ह्यामुळें प्रत्येक गोलार्धांत स्थलपरत्वे उष्णतेचा न्यूनाधिकभाव असतो. जेथें किरण लंबरूपानें पडतात तेथें उष्णता अधिक असते, व जेथें वक्र पडतात तेथें कमी असते.

प्रत्येक गोलार्धांतले जे भाग विषुववृत्ताजवळ आहेत त्यांवर सूर्यकिरण लंबरूपानें पडतात, म्हणून तेथें अतिशयित उष्णता असते; व जे भाग ध्रुवांकडे आहेत त्यांवर सूर्यकिरण अधिक अधिक वक्र पडतात, म्हणून त्या प्रदेशांत उष्णताही कमी कमी होत जाते. ह्यामुळें पृथ्वीचे निरनिराळे कटिवंध झाले आहेत; व त्या कटिवंधांमध्ये अवांतर उपकटिवंध झाले आहेत.

एक उष्ण, दोन समशीतोष्ण, आणि दोन शीत असे पांच कटिवंध आहेत. पृथ्वीचा सर्व अत्युष्ण भाग उष्ण कटिवंधांत आहे. हा कटिवंध विषुववृत्ताच्या प्रत्येक बाजूस $२३\frac{1}{2}^{\circ}$ अंशपर्यंत आहे, म्हणून हा कटिवंध सर्वांत मोठा आहे, व त्यांत दोन्ही गोलार्धातील सारखा भाग सांपडला आहे. उष्ण कटिवंधाची उत्तर मर्यादा कर्कवृत्त, आणि दक्षिणमर्यादा मकरवृत्त आहे, म्हणून ह्या दोहोंच्या मध्ये उष्ण कटिवंध आहे. ह्यामुळें ह्यांतील कोणत्या तरी भागांत सूर्य नेहमी नीट डोईवर असतो.

कर्कवृत्त आणि उत्तर ध्रुववृत्त ह्यांच्या मध्ये उत्तर समशीतोष्ण कटिवंध आहे. आणि मकरवृत्त व दक्षिण ध्रुववृत्त ह्यांच्या मध्ये दक्षिण समशीतोष्ण कटिवंध आहे; म्हणून ह्या प्रत्येक कटिवंधाची रुंदी ४३° अंश आहे. विषुववृत्ताकडचे व ध्रुवांकडचे प्रदेश सोडून ह्या क-

टिवंधांचे प्रदेशांत थंडी फार नाही, व उष्णताही फार नाही, ह्या-
मुळें ह्यांस समशीतोष्ण कटिवंध अशीं नांवें पडलीं आहेत.

दोन ध्रुववृत्तांपासून दोन ध्रुवांपर्यंत शीत कटिवंध आहेत, म्हणून त्या प्रत्येकाची रुंदी $२३\frac{1}{2}^{\circ}$ अंश आहे. ह्या कटिवंधांत, विशेषतः ध्रुवांलगत, थंडी पराकाष्ठेची असते; ह्यामुळें त्यांस शीतकटिवंध हीं नांवें पडलीं आहेत. शीत कटिवंधांमध्ये हिवाळ्यांत तर सूर्यदर्शन मुळींच होत नाही; व उन्हाळ्यांत जरी सूर्योदय होतो तरी त्याचे किरण फारच वक्र पडतात, ह्या कारणामुळें नेहमीं अतिशयित थंडी असते.

प्रत्येक कटिवंधाच्या अंशांवरूनच त्याचा वास्तविक विस्तार कळत नाही; पण पुढच्या हिशोबावरून त्याचा न्यूनाधिक विस्तार कळेल. तो असा कीं पृथ्वीच्या सर्व पृष्ठभागाचे १०० विभाग केले असतां त्यांत ४० विभाग उष्णकटिवंधाकडे, २६ विभाग प्रत्येक समशीतोष्ण कटिवंधाकडे, आणि ४ विभाग प्रत्येक शीतकटिवंधाकडे असे आहेत; म्हणून राहावयाजोगे जे पृथ्वीचे भाग त्यांच्याशीं राहावयाजोगे नव्हत जे भाग त्यांची तुलना करून पाहिली असतां, पृथ्वीवर राहाण्याजोगे नाहीत असे भाग अगदी थोडे हें कळेल.

कटिवंध म्हणून जे पृथ्वीचे विभाग केले आहेत ते स्वभावसिद्ध व यथायोग्य असे आहेत; तथापि ते स्थूल मानाचे आहेत, ह्यास्तव उपकटिवंध म्हणून त्यांचे अवांतर विभाग केले आहेत. निरनिराळ्या अक्षांशांवर निरनिराळें दिनमान आहे, ह्या गोष्टीच्या आधारांनें निरनिराळे उपकटिवंध कल्पिले आहेत. पूर्वी सांगितलें आहे कीं, विषुववृत्ताजवळ रात्र आणि दिवस ही बारा महिने सारखीच असतात, म्हणजे बारा तासांचा दिवस व बारा तासांची रात्र; पण विषुववृत्तापासून उत्तरेस किंवा दक्षिणेस गेलें असतां, रात्र आणि दिवस हीं सारखीं नसतात, असें अनुभवास येतें. विषुववृत्ताच्या उत्तरेस सूर्य असला, म्हणजे उत्तरगोलार्धांत, रात्रीपेक्षां दिवस मोठा असतो; व सूर्य दक्षिणेस असला, म्हणजे दक्षिणगोलार्धांत, रात्रीपेक्षां दिवस मोठा असतो. तसेंच विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस सूर्य असला, म्हणजे उत्तरगोलार्धांत दिवसांपेक्षां रात्र मोठ्या असतात; व सूर्य उत्तरेस असला, म्हणजे दक्षिणगोलार्धांत दिवसांपेक्षां रात्र मोठ्या असतात.

विषुववृत्तावर दिनमान नेहमीं वारा तासांचें असतें, पण विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस व उत्तरेस $८^{\circ}-३४'$ वर $१२\frac{१}{२}$ तासांचें दिनमान होतें. म्हणून विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस व उत्तरेस ह्या वर सांगितलेल्या अंशांवरून अक्षवृत्तें काढलीं असतां त्यांच्या त्यांच्या मध्यें प्रत्येक गोलाधीतील प्रथम उपकटिवंध सांपडेल. पुढें आणखी $८^{\circ}-१०'$ ह्यांवर, म्हणजे विषुववृत्तापासून $१६-४४'$ ह्यांवर उत्तरेस आणि दक्षिणेस, दिनमान १३ तासांचें होतें. एथें प्रत्येक गोलाधीतील दुसऱ्या उपकटिवंधाची सीमा होते. विषुववृत्तापाशीं १२ तासांचा दिवस असतो, आणि पुढें वाढत वाढत ध्रुववृत्तापाशीं २४ तासांचा होतो; म्हणून विषुववृत्तापासून प्रत्येक ध्रुववृत्तापर्यंत २४ उपकटिवंध झाले आहेत. कारण, जेथें जेथें अर्ध्या अर्ध्या तासानें दिनमान वाढत जातें तेथें तेथें एकेक उपकटिवंध मानला आहे. पण ध्रुववृत्तांपासून ध्रुवांपर्यंत अर्ध्या तासांच्या अंतरावरून उपकटिवंध मोजतां येत नाहींत, तर ते महिन्यामहिन्याच्या अंतरावरून मोजावे लागतात. कारण कीं, ध्रुववृत्तांतील अक्षांशांवर उन्हाळ्यांत सूर्य कितीएक महिनेपर्यंत क्षितिजावर असतो, म्हणून प्रत्येक ध्रुववृत्तापासून प्रत्येक ध्रुवापर्यंत सहा उपकटिवंध मानले आहेत. ह्या उपकटिवंधांवरील दिनमानें एकापेक्षां एक एका महिन्यानें अधिक होत जातात.

तरी शिकणाऱ्यांनीं ही गोष्ट ध्यानांत ठेविली पाहिजे, कीं अक्षवृत्तें मानूं लागल्यापासून लोक उपकटिवंध फारसे मानीनातसे झाले आहेत. ते न मानण्यास एक विशेष कारण आहे, तें असें कीं, एका उपकटिवंधांत सर्व ठिकाणीं सारखी उष्णता असावी ती तशी नसते. ह्यास उदाहरण. लाब्रादोर देशाचा दक्षिणभाग आणि ऐर्लंडाचा उत्तरभाग हे एकाच उपकटिवंधांत आहेत, म्हणजे तेथें दिनमान सारखेंच आहे, व ते विषुववृत्तापासूनही सारख्याच अंतरावर आहेत; तथापि त्या त्या देशांतील उष्णतेचें मान फार भिन्न आहे. लाब्रादोर देशांतील तेबलवे नामें अखात ५४° अंशांवर आहे तेथें मध्यमप्रमाणानें पाहिलें असतां उष्णता ३२° असते, आणि ऐर्लंडांतील दब्लिन शहर $५३^{\circ}-२३'$ अक्षांशांवर आहे तेथें मध्यमप्रमाणानें उष्णता सुमारें ५०° अंश असते.

ह्यावरून कोणतीही जागा जशी जशी विषुववृत्तापासून दूर असते,

तशी तशी तेथें उष्णता कमी कमी असते, हा जो साधारण नियम सांगितला त्यांत पुष्कळ फेरफार होतो असें दिसतें.

एखादा प्रदेश डोंगरावरचा, अथवा उंचवट्याचा, किंवा लागवडीत न आलेल्या जागेवरचा, किंवा गोठलेल्या समुद्राच्या कांठचा, असला तर विषुववृत्तापासून जें त्या प्रदेशाचें अंतर असेल त्यावरून तेथें जितकी उष्णता असावी असें वाटतें, तिजपेक्षां ती तेथें फारच कमी असते. तसेंच एखादा प्रदेश वाळवंटाच्या रानांत, किंवा डोंगरांच्या खोऱ्यांत, असला तर विषुववृत्तापासून जें त्या प्रदेशाचें अंतर असेल त्यावरून तेथें जितकी उष्णता असावी, असें वाटतें, तिजपेक्षां तेथें फारच अधिक असते.

ह्यास उदाहरण, दक्षिण अमेरिकेंतील कैतो शहर उष्णकटिवंधाच्या मध्यावर असतांही तेथची उष्णता मध्यमप्रमाणानें ५३° अंशांवर नसते. मध्यमप्रमाणानें इतकीच उष्णता ४०°-४२' अक्षांशांवर उत्तर अमेरिकेंतील न्यूयार्क शहर आहे तेथेंही असते; आणि युरोपांतील आम्स्टर्दाम शहर ५२°-२२' अक्षांशांवर आहे, म्हणजे न्यूयार्कापेक्षां विषुववृत्तापासून दूर आहे, तेथेंही मध्यमप्रमाणानें तितकीच उष्णता असते. समुद्राच्या सपाटीपासून ९००० फुटांपेक्षां अधिक उंच अशा मैदानावर कैतो शहर आहे, व चिबरेजो आणि कोतोपाक्स इत्यादि वर्फानें झांकलेल्या शिखरांचे पर्वत ह्यांच्या आसमंतात् आहेत, म्हणून तेथें इतकी वेतावाताची उष्णता असते.

उत्तर अमेरिका आणि एशिया ह्यांच्या उत्तरेकडील भागांत लागवडीत न आलेल्या जमिनी आहेत, व त्यांच्या जवळ गोठलेले समुद्र आहेत, आणि तेथें थंड वारा सुटतो, ह्या गोष्टींमुळे तेथें थंडी फारच असते. १

आफ्रिका खंडाचा उत्तरभाग, युरोपखंडाचा दक्षिणभाग, भूमध्य-समुद्र, सिरिया, आणि एशियामैर ह्यांच्याजवळ आफ्रिकेंतलीं आणि

१. एशिया आणि उत्तर अमेरिका ह्यांच्या उत्तरेकडील भागांत ध्रुवांकडून वारा येतो, कारण कीं, वारा निवारावयास मध्यें पर्वत नाहींत. आणि ह्याशिवाय त्यांच्या उत्तरेच्या आंगास उतरण आहे, ह्यामुळे तेथें सूर्याचे किरण अधिक वक्र पडतात. विषुववृत्ताकडे उतरण असली तर ती-वर सूर्याचे किरण अधिक लंब पडतात, ह्यामुळे तेथें उष्णता अधिक होते.

अरवस्थानांतलीं तापलेली वाळवंटें आहेत, ह्यामुळें त्या त्या भागांच्या अक्षांशांवरून तेथें जितकी उष्णता असावीशी वाटते, तिजपेक्षां फारच अधिक असते.

नियतकालानें सुटणारे व नियतकाल वाहणारे असे जे वारे ह्यांच्या योगानेंही हवेंत पुष्कळ फेरफार होतो. ते वारे उष्णदेशांतून येत असले, म्हणजे ज्या देशांवरून ते वाहत जातात त्या देशांतील उष्णता अधिक करितात, आणि ते थंड देशांतून येत असले, म्हणजे ज्या देशांवरून वाहत जातात त्या देशांतील उष्णता कमी करितात. तसेंच मोठ्या जलसमूहानेंही हवेंत फेरफार घडतो. जमिनीवर हवेचा फेरफार जितका होतो तितका पाण्यावर होत नाही; ह्यामुळें बेटें आणि समुद्राजवळचे देश ह्यांत अन्यदेशांतल्या पेक्षां थंडी आणि उष्णता दोन्ही कमी असतात.

अशा ठिकाणच्या अक्षांशांवरून आपणास तेथें जितकी उष्णता असावीशी वाटते, तीपेक्षां ती तेथें उन्हाळ्यांत कमी असते, व हिवाळ्यांत अधिक असते; म्हणून द्वीपें आणि समुद्रापासून दूरचे देश हीं विषुववृत्तापासून सारख्या अंतरांवर असलीं, तरी त्यांच्या त्यांच्या उष्णतेमध्ये फार अंतर असतें. ह्यास उदाहरण. स्काटलंड देशांतील एडिनबरो व रूस देशांतील मास्को हीं शहरें बहुतकरून सारख्याच अक्षांशांवर आहेत, तथापि त्या दोन स्थलांतील उष्णतेमध्ये फार अंतर आहे. एडिनबरो शहर बेटांत आहे ह्यामुळें उन्हाळ्यांत तेथें उष्णता फार नसते, व हिवाळ्यांत थंडीही फार नसते; म्हणून एडिनबरो शहराच्याच अक्षांशांवर जे समुद्रापासून दूर प्रदेश आहेत त्यांच्यांतल्या पेक्षां तेथें उष्णतेचा फेरफार पुष्कळ कमी असतो. मास्को शहरांत तर हिवाळ्यांत थंडी इतकी असते, कीं तेथें कधी कधी पारा देखील गोठून जातो; आणि उन्हाळ्यांत तेथें उष्णता फारच असते. लोक असें सांगतात कीं मास्को शहरांत हिवाळ्यामध्ये उष्णतामापकयंत्रांत पारा 90° अंशांवर असतो, तोच उन्हाळ्यांत 67° अंशपर्यंत चढतो आणि एडिनबरो शहरांत 20° सांपासून 55° अंशपर्यंत फेरफार असतो.

१. इताली देशांतील नेपल्स शहरांतील जितकी उष्णता असते ति-
तकी मास्को शहरांत असते.

वर लिहिलेल्यावरून हें स्पष्ट दिसून येईल, कीं कोणत्याही स्थलाचें विषुववृत्तापासून जें अंतर असेल त्यावरून केवळ तेथील उष्णता व-रोवर समजते, असें नाहीं; तर तिचा सरासरी अदमास मात्र करतां येतो. कोणत्याही जागेवरची उष्णता, थंडी, व हवा हीं वरोवर सम-जणें झाल्यास, त्या जागेची संस्थिति समजली पाहिजे. व थंडी किंवा उष्णता करणारी जीं तिच्या आसपासचीं दुसरीं कारणें तींही सम-जलीं पाहिजेत.

हंबोल्ट् नांवाचा कोणी प्रसिद्ध मुशाफर ह्यानें पृथ्वीवर कोठकोठें किती उष्णता आहे हें स्पष्ट दाखविण्याकरितां आपल्या जातीच्या अनुभवावरून व दुसऱ्याच्या अनुभवावरून समोष्णतेचीं वृत्तें शोधून ठ-रविलीं आहेत. पूर्वपश्चिम दोन्ही गोलार्धातील ज्या कित्येक स्थलां-मध्ये उष्णता सारखी आहे असी लोकांची अटकळ होती, त्यांतून समोष्णतावृत्तें चाललीं आहेत असा त्यानें निर्धार केला. त्या वृत्तांची गति वनस्पतींच्या उत्पत्तीवरून त्यानें बहुतकरून काढिली आहे, के-वळ उष्णतामापकयंत्रावरून काढिली नाहीं. मोठमोठ्या उद्भिज्जांच्या उत्पत्तीवरून जीं वृत्तें काढिलीं आहेत त्यांपैकी कांहींकांचें वर्णन येथें करितों.

विषुववृत्ताच्या प्रत्येक बाजूस २०° अंशपर्यंत समोष्णतावृत्तें अक्ष-वृत्ताशीं बहुतकरून मिळून असतात, परंतु २०° अंशांपुढें 'सूर्याचे किरण अधिक अधिक वक्र पडतात, ह्यामुळे हवेंत फेरफार कर-णाऱ्या कारणांचें तेथें अधिक प्राबल्य होतें, म्हणून पुढें समोष्णतावृ-त्तांच्या गतीचा नियम राहात नाहीं; ती वांकडी तिकडी होती. वर लिहिल्यावरून हें स्पष्ट दिसून येईल, कीं अमुक अंश उष्णतेचें वृत्त यूरोपखंडांत विषुववृत्तापासून फार दूर जातें; तेच वृत्त एशिया किंवा अमेरिका ह्यांत विषुववृत्तापासून तितकें दूर जात नाहीं, व यूरोपां-तून देखील जातांना तें वृत्त अक्षवृत्तांशीं मिळत नाहीं. त्या खंडां-तील समुद्राजवळचे प्रदेश व बेटें ह्यांत तें जितकें विषुववृत्तापासून दूर असतें, तितकें तें समुद्रापासून दूरचे प्रदेश, किंवा उंच जे प्रदेश, ह्यांमध्ये नसतें.

हंबोल्ट् साहेबानें विषुववृत्तावर उष्णता मध्यमप्रमाणानें ८१° अंश असते, असा अजमास केला आहे; व त्यानें आणखी असें ठर-

विलें आहे की, विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस व उत्तरेस वीस अक्षांशांवर उष्णता मध्यमप्रमाणानें सुमारे ७८° अंश असते. म्हणून ७८° अंशांचें समोष्णतावृत्त प्रत्येक गोलार्धातील वीस अक्षांशांवरील प्रदेशांतून जातें. मसाले वगैरे जे उष्णकटिबंधांत होणारे उंच पदार्थ त्यांच्या उत्पत्तिस्थानांच्या उत्तरेकडील व दक्षिणेकडील सीमा हें वृत्त समजावें.

६८° अंशांचें जें समोष्णतावृत्त आहे तें ऊंस व बुंद ह्यांच्या उत्पत्तिस्थानांच्या उत्तरसीमेशीं बहुतकरून मिळत जातें. उत्तर अमेरिकेंत हें वृत्त विषुववृत्तापासून सुमारे ३१° अक्षांशांवर आहे, आणि युरोप, भूमध्यसमुद्र, एशियामैनर, व सिरिया ह्यांत ३७° अक्षांशांवरून गेलें आहे. पण इराण देशांत पुनः ३१° अक्षांशांवर आलें आहे; व पुढें एशियेंतील डोंगराळ व उंच अशा प्रदेशांतून जातांना तें ह्याहीपेक्षां विषुववृत्ताजवळ आलें आहे.

५९° अंशांचें समोष्णतावृत्त अंजीर आणि जैतून ह्या वृक्षांच्या उत्पत्तिस्थानांच्या उत्तरमर्यादेशीं बहुतकरून मिळत जातें. हें वृत्त अमेरिकेंतून ३६° अक्षांशांवरून व युरोपांतून ४४° अक्षांशांवरून जातें, आणि एशियेंतील पश्चिमभागांतून तें सुमारे ४०° अक्षांशांवरून, व मध्यभाग आणि उंच प्रदेश ह्यांतून सुमारे ३५° अक्षांशांवरून जातें.

५०° अंशांचें समोष्णतावृत्त द्राक्षांच्या उत्पत्तिस्थानांच्या उत्तरमर्यादेशीं बहुतकरून मिळत जातें. युरोपाच्या मध्यभागांत ५०° अक्षांशांवरून, त्या खंडाच्या किनाऱ्यावर ५२° अक्षांशांवरून, आणि इंग्लंड व ऐर्लंड ह्यांत ५३° अक्षांशांवरून जातें. हें वृत्त अमेरिकेच्या उत्तरेकडील किनाऱ्यावर ४३° अक्षांशांवरून व पश्चिमेकडील किनाऱ्यावर सुमारे ५०° अक्षांशांवरून जातें. आणि एशियेंत ४०° अक्षांशांवरून देखील जातें.

४१° अंशांचें समोष्णतावृत्त ओकवृक्ष व गहू ह्यांच्या उत्पत्तिस्था-

१. ह्यास इंग्रिजींत आलिव म्हणतात.

२. प्राचीन व नवीन महाद्वीपांतील उत्तरगोलार्धांत उष्णतेचें प्रमाण पश्चिमेच्या पेक्षां पूर्वेकडे कमी असतें. ह्या सामान्य नियमावरून हंबोल्ट् ह्यानें असें अनुमान केलें आहे की सर्व बेटें व महाद्वीपें ह्यांच्या पूर्वभागांपेक्षां पश्चिमभाग अधिक उष्ण असतात.

नांच्या उत्तरसीमेशीं बहुतकरून मिळतें. नॉर्वे देशाच्या किनाऱ्यावर ६३° अक्षांशांपर्यंत मात्र ओकवृक्ष उत्पन्न होतात; रूस देशामध्ये ५८° अक्षांशांपर्यंत, व सैबीरिया देशांत तर ५८° अक्षांशांच्या आंतच त्यांच्या उत्पत्तिस्थानांची सीमा होते. हें वृत्त उत्तर अमेरिकेच्या पूर्वतीरावर ४९° अक्षांशांवरून जातें. आणि पश्चिमतीरावर त्यांपेक्षाही अधिक अक्षांशांवरून जातें.

३२° अंशांचें समोष्णतावृत्त लापलंड देशांत युलिया नामें एक शहर आहे तेथून ६६° अक्षांशांवरून जाऊन लाब्रादोर देशांत तेबलवे नांवाचें अखात ५४° अक्षांशांवर आहे तेथपर्यंत जातें. ह्या वृत्ताच्या उत्तरेस लागवड बहुतकरून होत नाही; झाली तर जेथें चांगलें ऊन पडतें तेथें, किंवा वारा व पाऊस ह्यांचा उपद्रव जेथें नाही अशा खोऱ्यामध्ये, मात्र होते. बर्च, फर, देवदारु, इत्यादि वृक्षही ह्या वृत्ताच्या उत्तरेस अगदीं लहान लहान होत जातात, आणि पुढें नाहीसे होतात. बर्च नामें झाड सर्वांत कणखर आहे हें ७०° अक्षांशांपुढें होत नाही, तर झुडपें आणि तऱ्हेतऱ्हेची शेवाळें हीं मात्र उगवतात; व ह्यांच्या पलिकडे सतत हिम असतें, पण त्या हिमांत देखील कांहीं उगवतें असें म्हणतात.

वर ज्या समोष्णतावृत्ताचें वर्णन केलें त्यांनीं प्रत्येक गोलार्धाचे सात सात विभाग होतात, त्यांस उद्भिज्जकटिवंध म्हणतात. १ ला उद्भिज्जकटिवंध, म्हणजे मसाल्यांचा प्रदेश, विषुववृत्ताच्या प्रत्येक वाजूस २०° अक्षांशांपर्यंत आहे. ह्या भागांत ८१° अंशांपासून ७८° पर्यंत उष्णतेचा फेरफार होतो. २ रा उद्भिज्जकटिवंध, म्हणजे ऊंस उत्पन्न होण्याचा प्रदेश; ह्यांत विषुववृत्ताकडे ७८° अंश उष्णता असते, आणि तेथून कमी होत होत शेवटीं ६८° अंशांपर्यंत कमी होते. ३ रा उद्भिज्जकटिवंध, म्हणजे अंजीर व आलिव ह्यांचा प्रदेश; ह्यांत ६८° अंशांपासून ५९° अंशांपर्यंत उष्णतेचा फेरफार ज्या ज्या प्रांतांत होतो ते सर्व प्रांत मोडतात. ४ था उद्भिज्जकटिवंध, म्हणजे द्रा-

१. ३२ अंशांपर्यंत उष्णता उतरली म्हणजे पाणी गोठतें.

२. रै, ओट्स, सातू हीं धान्ये नॉर्वे देशाच्या किनाऱ्यावरच्या दक्षिणाभिमुख खोऱ्यांत ७०° अक्षांशांपर्यंत होतात, आणि त्यांच्याच समोरच्या अमेरिकेच्या किनाऱ्यावर तींच धान्ये ५२° अक्षांशांच्या पुढें होत नाहींत.

क्षांचा प्रदेश. हा ५९° अंश मध्यमप्रमाणाचे उष्णतेचें वृत्त आणि ५०° अंश मध्यमप्रमाणाचे उष्णतेचें वृत्त ह्यांच्या मध्ये आहे. ५ वा उद्भिज्जकटिवंध, म्हणजे ओकवृक्ष आणि गहू ह्यांचा प्रदेश. हा ५०° अंश मध्यमप्रमाणाचे उष्णतेचें वृत्त आणि ४१° अंश मध्यमप्रमाणाचे उष्णतेचें वृत्त ह्यांच्या मध्ये आहे. ६ वा उद्भिज्जकटिवंध, म्हणजे बर्च, फर, देवदारु ह्यांचा प्रदेश. हा ४१° अंश मध्यमप्रमाणाचे उष्णतेचें वृत्त आणि ३२° अंश मध्यमप्रमाणाचे उष्णतेचें वृत्त ह्यांच्या मध्ये आहे. ७ वा उद्भिज्जकटिवंध, म्हणजे झुडपें शेवाळें ह्यांचा प्रदेश. ह्यांत दुसरें कांहीं होत नाही.

एथें सांगितल्याप्रमाणें त्या त्या कटिवंधांत मात्र तीं तीं उद्भिज्जे उत्पन्न होतात, दुसरे ठिकाणी होतच नाहीत, असें कोणी समजू नये. तर प्रत्येक वनस्पतीस पूर्णदशेस येण्यास अमुक अंश उष्णता लागते, तितकी उष्णता ज्या भागीं असेल तेथेंच ती वनस्पति उत्पन्न होऊन पूर्णदशेस येईल, असें समजावें.

एखादे उंच पर्वतावर, विशेषतः उष्णदेशांतील पर्वतावर जाऊं लागलें असतां तेथें निरनिराळ्या कटिवंधांतल्या वनस्पति दिसूं लागतात. कारण, अशा ठिकाणीं जसजसा जमिनीचा पृष्ठभाग उंच असेल, तशी तशी तेथें उष्णता कमी असते. विषुववृत्ताजवळ एखादा पर्वत असला, तर त्याच्या पायाशीं उष्णकटिवंधांतल्या मसाल्यांच्या वनस्पति होतात; त्याच्या अमळ वरच्या वाजूस ऊंस आणि बुंद हीं अयनवृत्ताजवळची उद्भिज्जे होतात; त्याच्या अमळ वर तुर्कस्तान, इटाली, आणि स्पेन ह्या देशांतले अंजीर आणि आलिव हे वृक्ष उत्पन्न होतात; त्याच्याही वर जर्मनी आणि फ्रान्स ह्या देशांतल्या द्राक्षावेली होतात; पुढें इंग्लंड आणि युरोपखंडाचा उत्तरभाग ह्यांत उत्पन्न होणारे ओक, एल्म, आणि वीच हे वृक्ष होतात; त्याच्यावर स्काट्लंड आणि स्कांडिनेविया ह्यांतले देवदारु आणि फर हे वृक्ष होतात, आणि शेवटीं लापलांदांतील शेवाळें होतात. एथें सांगितल्याप्रमाणें सर्व उद्भिज्जे एकामागें एक कोणत्याही पर्वतावर आढळतात असें नाही, तर उष्णकटिवंधांतल्या उंच पर्वतावर पायापासून शिखरापर्यंत निरनिराळ्या कटिवंधांतल्या वनस्पति होतात. तेनेरिफ नामक पर्वतावर हंबोल्त् ह्यास असले पांच कटिवंध आढळले, व त्यांचें त्यानें वर्णन

केलें आहे. तुनेफोर नामक मुशाफर ह्यास अरात नामक पर्वताच्या पायाजवळ आंमिनिया देशांत उत्पन्न होणाऱ्या वनस्पति दिसल्या; अमळशा वरच्या भागीं इताली देशांतल्या वनस्पति दिसल्या; त्याच्याही जवळ वर पारिस शहराजवळ उत्पन्न होणाऱ्या वनस्पति दिसल्या; पुढे स्वीदन देशांतल्या दिसल्या; आणि अगदी वर लापलांद देशांतल्या दिसल्या. एतना नामक पर्वतावर जे वाटसरू गेले त्यांतून कितीएकांनी त्याचें वर्णन असें केलें आहे, की त्याच्या पायाशीं अत्युष्ण हवा आहे ती कमी कमी होत जाऊन त्याच्या शिखरावर अति शीत हवा झाली आहे; व हवेच्या त्या त्या प्रमाणानें त्यावर निरनिराळ्या कटिवंधांतल्या वनस्पतिही आहेत.

आतां हिमवृत्ताचें कांहीं वर्णन करून उष्णतेचें प्रकरण संपवितों. हिमवृत्त म्हणजे नेहमीं असणारें बर्फ ज्या ज्या उंचीवर लागतें त्या त्या उंचींतून जाणारें एक कल्पिलेलें वृत्त आहे. ह्या वृत्ताची उंची अक्षांशांवर आणि उष्णतेंत फेरफार करणाऱ्या गोष्टींवर आहे. साधारण पाहिलें असतां, हें वृत्त उष्णकटिवंधांत फार उंच आहे, आणि तेथून उतरत उतरत ध्रुवांजवळ पृष्ठभागास लागलें आहे. उत्तरगोला-र्धांतल्या निरनिराळ्या अक्षांशांवर हिमवृत्ताची उंची किती आहे ह्याचें साधारण ज्ञान पुढील कोष्टकावरून होईल.

निरनिराळ्या अक्षांशांवर हिमवृत्ताची उंची.

अक्षांश.	मध्यम प्रमाणाची उष्णता समुद्राच्या सपाटीवर.	उंचीचे फूट.
००°	८१°	१६०००
१०°	८१°	१६५००
२०°	७८°	१७०००
३०°	७१°	१४०००
४०°	६२°	१००००
५०°	५३°	६०००
६०°	४५°	५०००
७०°	३८°	१०००
८०°	३३°	०

हे कोष्टक स्थूलमानाचें आहे, सूक्ष्ममानाचें नाही, तरी ह्यावरून असें दिसतें, की उष्णकटिबंधांत एखादा मनुष्य समुद्राच्या सपाटीपासून १६००० फूट उंच गेला असतां, त्यास शीतकटिबंधांतल्या हिमप्रचुर प्रांतांतील थंडी लागेल. विषुववृत्तापासून २०° अक्षांशांच्व हिमवृत्त खालीं जावें, तें न जातां उष्णकटिबंधाच्या मध्यांतल्यापेक्षा तें उंच असतें. ही गोष्ट फार चमत्कारिक दिसते, पण असें होण्याचें कारण फार उघडें आहे. विषुववृत्ताजवळ सूर्य क्षितिजावर वारा तासांवर कधीही नसतो, व अयनवृत्ताजवळ उन्हाळ्यांत सुमारे १३½ तासांचें दिनमान असतें, व दिवसभर तेथें सूर्यकिरण बहुतकरून लंब असतात; ह्यामुळे विषुववृत्तावरच्या पेक्षां तेथें उष्णता अधिक असते; म्हणून हिमवृत्त तेथें फार उंच गेलें आहे.

जसा जसा पृष्ठभाग उंच असतो तशी तशी उष्णता कमी कां होते ? पर्वतांच्या पायांपेक्षां शिखरें सूर्यास अधिक जवळ असतात, ह्यामुळे तेथें उष्णता अधिक असावी, असें कोणास वाटेल, पण असें नाही. पृथ्वीवर सर्वांहून उंच पर्वताची उंची म्हटली, म्हणजे सुमारे पांच मैल आहे, तिची सूर्यापासून पृथ्वी अंतराशी तुलना केली असतां ती कांहींच नाही, असें होणें, व शिखरें सर्वांस माहीतच आहे कीं लंब किरणांच्या पेक्षां परावृत्त किरणांपासून अधिक उष्णता येते. सूर्याचे किरण पृथ्वीवर पडले, म्हणजे पृष्ठभागावर जमून ते हवेत परावृत्त होऊन आसमंतात् भागच्या पदार्थावर पडतात. ह्यामुळेच पर्वत व खोरे हीं एकाच प्रदेशांत असतां पर्वताच्या पेक्षां खोऱ्यांत उष्णता अधिक असते. खोऱ्यांत पृष्ठभागावर उष्णता जमून ती हवेत व आसपासच्या पदार्थांत शिरते; आणि पर्वतावर तर त्याच्या सभोवतीं पातळ हवा असते तीत ती परावृत्त होते, आणि ती फार जमली नाही तोंच पर्वतावरून जो वारा वाहत असतो त्यानें ती दूर केली जाते.

सारख्या अक्षांशांवर उत्तरगोलार्धांतल्या पेक्षां दक्षिणगोलार्धांत हिमवृत्त खालीं असतें. कारण की उत्तरगोलार्धापेक्षां दक्षिणगोलार्ध थंड आहे. तरी लोकांस जितका फेर वाटतो तितका नसतो. हंबोल्ट ह्यानें लिहिलें आहे, की विषुववृत्ताजवळ, आणि वास्तविक म्हटलें तर, उष्णकटिबंधभर दोन्ही गोलार्धांत उष्णता सारखी असते. परंतु अत्लांतिक महासागरांत सुमारे २२° अक्षांशांवर उष्णतेत भेद

दिसूं लागतो. दक्षिणगोलार्धातील रयोजानीरो आणि उत्तरगोलार्धातील हावाना ह्या जागा विषुववृत्तापासून सारख्या अंतरावर (२३° वर) आहेत; पण रयोजानीरो एथें मध्यमप्रमाणाची उष्णता $७४^{\circ}-५'$ असते, व हावाना एथें $७६^{\circ}-४'$ असते. पातागोनिया हा देश ४८° व ५२° ह्या दक्षिण अक्षांशांच्या मध्ये आहे, ह्या देशांतील अत्युष्णता ४२° अंशांवर नसते; आणि रूस देशांतील पीतर्सबर्ग शहरांत ६०° उत्तर अक्षांशांवर उन्हाळ्यांत ६६° अंश उष्णता असते. उत्तरगोलार्धातील इताली देश आणि दक्षिणगोलार्धातील वान्दीमन्सलांद देश हे सारख्या अक्षांशांवर आहेत, तरी ह्यांमध्ये उष्णता फार निराळी असते. वान्दीमन्सलांदांतल्या पेक्षां इतालींतली उष्णता उन्हाळ्यांत १०° अंश अधिक असते. सारख्या अक्षांशांवरील बेटांतल्या व समुद्रापासून दूरच्या जाग्यावर उष्णतेत फेर असतो, म्हणून पूर्वी सांगितलें, त्याप्रमाणेंच रूस देश व इताली देश ह्यांतल्या अमुक अक्षांशांवरच्या जागा घेतल्या, तर त्यांत जीं हिवाळा असतो त्यापेक्षां त्याच अक्षांशांवरच्या पातागोनिया देशांतल्या व वान्दीमन्सलांदांतल्या जाग्यावर तो कमी असतो.

दक्षिणगोलार्धांत ५४° अक्षांशांच्या पलिकडे मनुष्यांची वस्ती आढळत नाहीं; परंतु उत्तर गोलार्धांत ७०° अक्षांशांच्या पलिकडेही मनुष्यांची वस्ती आढळती. मांजिलनाच्या सामुद्रधुनींत भर उन्हाळ्यांत ६६° कधीं कधीं बर्फ पडतें; आणि ५६° अक्षांशांवर दक्षिण जांजिया बेटांत नेहमीं बर्फ असतें.

उत्तरगोलार्धातील उष्णता व दक्षिणगोलार्धातील उष्णता ह्यांमध्ये फेर असण्याचीं तीन कारणें सांगितली आहेत. पहिलें दक्षिणगोलार्धांत जमीन फारच थोडी आहे, व पाणी फारच अधिक आहे, ह्यामुळे सारख्या अक्षांशांवरचें बेट व समुद्रापासून दूरचा प्रदेश ह्यांमधील उष्णतेत जो भेद असतो तोच भेद दक्षिणगोलार्धातल्या व उत्तरगोलार्धातल्या उष्णतेत असतो; दुसरें, विषुववृत्ताच्या दक्षिणेकडच्या पेक्षां उत्तरेकडच्या भागावर सूर्य आठ दिवस अधिक तपतो, म्हणून

१ पृथ्वीच्या कक्षेचा जो भाग सूर्याच्या वरनी असतो, म्हणजे विषुववृत्ताच्या उत्तरेस असतो त्यांत सुमारे १८४° अंश आहेत; आणि सूर्याच्या खाली, म्हणजे विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस, जो भाग असतो त्यांत सुमारे

दक्षिणगोलार्धाच्या पेक्षां उत्तरगोलार्धांत उष्णता अधिक असते. तिसरें, दक्षिणध्रुवासभोंवतीं जें गोठलेलें पाणी, म्हणजे बर्फ, जमलेलें असतें त्यापैकीं बहुत बर्फ निघून विषुववृत्ताकडे वाहत येतें, व त्यांतून जी थंडी उष्णदेशांत येतांना निघते तिनें वातावरण थंड होऊन त्या प्रमाणानें त्यांतली उष्णता कमी होते. उत्तरध्रुवासभोंवतीं जें बर्फ जमलेलें असतें त्याणेंही असेच परिणाम व्हावे, परंतु तें बर्फ बहुतकरून जमिनीच्या प्रतिबंधामुळे पुढें येऊं शकत नाहीं.

भाग ६.

पर्वत, मैदानें, आणि अरण्ये ह्यांविषयीं.

पहिल्यानें पाहिलें असतां, पर्वत हे पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर उगीच ओबडधोबड उंचवटे आहेत, असें वाटतें; पण थोडासा विचार केला असतां, तेव्हांच लक्षांत येतें, कीं ते सृष्टींत फारच उपयोगी आहेत. ज्या देशांत सूर्यकिरण लंबरूपानें पडतात, तेथें उद्भिज्जांस व हवेस पर्वत किती उपयोगी पडतात हें आपण मागे सांगितलेंच आहे. आतां नवें इतकेंच सांगावयाचें, कीं पृथ्वीस सुपीक होण्यास कारण जें पाणी तें पृथ्वीस प्राप्त होण्यास ईश्वरानें जें कांहीं यंत्र योजिलें आहे, त्याचा एक मुख्य भाग पर्वत आहे. आकाशांतून मेघ चालले असतां, पर्वत त्यांचें आकर्षण करून त्यांचें घनीकरण करितात; मग वातावरणांत जशी कमी अधिक उष्णता असेल, त्याप्रमाणें त्यापासून पाऊस, बर्फ, किंवा गारा पडतात. ह्याप्रमाणें जें पाणी पडतें, तें छिद्रांतून व भेगांतून पर्वतांत जाऊन, त्यांत जे पोकळ भाग असतात त्यांत सांठवतें. ह्यामुळे झरे, ओढे, व नद्या ह्यांचे उगम पर्वतांपासून असतात, कारण कीं पर्वतांतील पाण्याच्या खजिन्यांत पाणी फार जमलें, म्हणजे

१७६° अंश आहेत; ह्यामुळे दक्षिणगोलार्धांत वर्षांत जितका वेळ सूर्य असतो त्यापेक्षां सुमारे आठ दिवस उत्तर गोलार्धांत अधिक असतो. म्हणजे हरिपदापासून विषुवपदापर्यंत जो काळ आहे त्यांत विषुवपदापासून हरिपदापर्यंत जो काळ त्यांतल्यापेक्षां सुमारे सात दिवस सतरा तास व्याप्त आहेत. पृथ्वीची कक्षा दीर्घवर्तुल आहे, आणि उन्हाळ्यांत सूर्य उच्च आहे, म्हणून असें होतें.

बाहेर झरे फुटून जमीन जिकडे उतरती असते तिकडे वाहून लागतात; आणि वाटेनें जातां जातां दुसरे झरे त्यांस मिळून त्यांचे ओढे व नद्या होतात. पृथ्वीच्या पृष्ठभागावर असे उंचवटे नसते, तर जें पाणी वरून पडतें तें व्यर्थ वाहून जातें, किंवा वालुकामय जमिनींत अगदीं शोषून जातें, व कांहीं ठिकाणी तें जमिनींत पुष्कळ सांचून तेथें पाणथळी व दलदली होत्या. आणखीही असें होतें, कीं पर्वत नसते, तर आकरज पदार्थ मनुष्याच्या हातीं कधींच न लागते.

एके ग्रंथकारानें असें लिहिलें आहे कीं, “ पृथ्वीचे जे थर आहेत ते तिच्या सभोवतीं शिपेसारखे, किंवा कांद्याच्या पापुड्यांसारखे असते, तर वरच्या थरावांचून दुसऱ्या कोणत्याही थराची माहिती मनुष्यास होतीना. कोळसे, मीठ, आणि धातु ह्यांचे थर फार खोल आहेत, ते मनुष्यांच्या उपयोगीं कधींही न पडते.” परंतु आपण पृथ्वीच्या पोटांतून बाहेर पडून, तिचा पृष्ठभाग मोकळा करून, व वरचे थर विसकटून, अन्यथा मनुष्यास ज्यांपर्यंत कधींच जाववतेंना असे जे आकरज पदार्थ, ते मनुष्याच्या अटोक्यांत पर्वतांनीं आणले आहेत.

कोठें पर्वत, कोठें खोरे, कोठें टेंकडी, कोठें मैदान, अशी पृथ्वीची रचना आहे; व ह्या रचनेनें पृथ्वीस किती सौंदर्य आलें, व मनुष्याच्या मनाचें रंजन किती होतें, हे सर्वांच्या लक्षांत आहे, म्हणून त्याचें वर्णन करावयास नलगे. पृथ्वीचा पृष्ठभाग जर एकसारखा, सपाट मैदानाचा असता, तर ही सृष्टि किती निराळी दिसती !

एका ग्रंथकाराचा पर्वतवर्णनाचा चांगला लेख आहे; त्यांतील एक वेंचा घेऊन खालीं लिहितों; त्याचें म्हणणें असें आहे.—

शरीरांत जशा अस्थी तसे देशांत पर्वत होत. अस्थींनीं जसा देहाचा आकार होतो तसा देशाचा आकार पर्वतांवरून होतो. कारण, पर्वतांची जशी स्थिति असेल तीप्रमाणें नद्यांचे प्रवाह असतात. पर्वत समुद्राजवळ असले, तर नद्यांची लांबी फार थोडी असते; व त्या फार वेगानें वाहातात. ते समुद्रापासून दूर असले, तर नद्यांची लांबी फार असते, व त्या संत वाहातात. ज्या नद्यांचे उगम समुद्रापासून फार दूर असतात त्या समुद्राजवळ इतक्या मोठ्या होतात कीं त्यांतून मोठमोठी गलबतें चालण्याची सोय होती. अशा सोईच्या ठिकाणीं

लोक शहरें वसवितात, व तीं व्यापारानें संपन्न होऊन त्यांतील लोकांची संख्या वाढत जाते. आणखी, जसजसे पर्वत असतात, तसतसे त्या त्या देशांतील खनिज पदार्थ असतात.

श्लेटीच्या दगडाचे, किंवा ग्रानिट जातीच्या दगडाचे पर्वत असले, तर तेथें सोनें, रुपें, कथील, आणि तांबें ह्यांच्या खाणी असण्याचा संभव असतो. चुनखड्याचे असले, तर त्यांत कोळशांच्या खाणी लागण्याचा संभव असतो. पिवळ्या चुनखड्याचे पर्वत असले, किंवा चाक ह्या धातूचे असले, किंवा चिकणमातीचे असले, तर त्यांत कोळसे, किंवा शिसें, किंवा कोणताही उत्कृष्ट धातु सांपडावयाचा नाही, असें समजावें. कोणत्या एखाद्या देशांतील लोक कोणत्या प्रकारचा उद्योग करितील ह्याचा तेथील खनिजसंपत्तीवरून, विशेषतः कोळशांच्या खाणींवरून, निश्चय करितां येतो. जेथें कोळशांच्या खाणी असतात, तेथें अनेक प्रकारचे कारखाने चालू होतातच.

वर लिहिलेल्या गोष्टींवरून असें दिसतें, कीं ज्या ज्या देशांतील जसे पर्वत असतात, त्यांवर त्या त्या देशांतील नद्यांचा मोठेपणा किंवा लहानपणा असतो. नद्या लहान मोठ्या जशा असतात, तशी तेथील शहरें लहान किंवा मोठीं, भिकारी किंवा मातबर, असतात, व त्यांच्या आंतल्या व्यापाराच्या व बाहेरील व्यापाराच्या कमी किंवा ज्यास्ती सोई असतात. आणखी, पर्वत जसे असतात, तसे त्या त्या देशांतील लोकांचे धंदे असतात. अमुक जागेंत किती लोक उपजीवन करून राहतील, व तेथील लोकांची नीति, ज्ञान, व स्वातंत्र्य किती असावें, ह्या गोष्टींचा निश्चयही त्यांवरच होतो.”

भूगोलशास्त्राचा फारच उपयोगी जो हा भाग ह्याचा अभ्यास सुलभ व्हावा, म्हणून भूगोलावरील मुख्य मुख्य पर्वतांचे, त्यांच्या उंची-

१. शास्त्रेतील विद्यार्थी ज्या दगडाची पाठी व लेखणी लिहावयास घेतात तो श्लेटीचा दगड; आणि ग्रानिट म्हणून फार कठीण आणि फार दिवस टिकणारी अशी दगडाची एक जात आहे. मूळच्या इंग्रजी पुस्तकांत इंग्लंडांतील भिन्न भिन्न प्रांतांतल्या भिन्न भिन्न जातींच्या पर्वतांचीं नांवां सांगितलीं आहेत, त्यांचा इकडील लोकांस उपयोग नाही म्हणून तीं येथें लिहिलीं नाहीत.

वरून, आम्ही निरनिराळे वर्ग केले आहेत. अणखीही, त्यांच्या उंचीची प्रमाणे अर्वाचीन उत्तम ग्रंथांच्या आधाराने घेतली आहेत, व त्यांच्या रांगांच्या लांब्याही सांगितल्या आहेत.

पर्वतांचे त्यांच्या उंचीच्या प्रमाणाने १२ वर्ग केले आहेत, ते येणेंप्रमाणें.

वर्ग १. समुद्राच्या सपाटीवर ३०००० फुटांपासून २५०००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गात हिमालय पर्वताच्या रांगेंतील कितीएक शिखरे मोडतात आणि आंदीस पर्वतांच्या रांगेंतील सोराता ह्या नांवाचें शिखर मोडतें.

वर्ग २. २५०००० फुटांपासून २००००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गात हिमालय पर्वताची कितीएक शिखरे, व आंदीस पर्वताचीं दोन तीन शिखरे मोडतात आणि हिंदूकोश नामक पर्वताची रांगही ह्यांतच मोडते. हिंदूकोशाची उंची २००००० फूट आहे.

वर्ग ३. २००००० फुटांपासून १८०००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गात कायांबे, *अंतिसाना, कोतोपाक्सी, आणि तोलिमा ह्या नांवांचीं आंदीस पर्वतांच्या रांगेंतील शिखरे मोडतात, कायांबे ह्याची उंची १९६३३ फूट आहे, अंतिसाना ह्याची उंची १९१३६ फूट आहे, *कोतोपाक्सी ह्याची उंची १८८६७ फूट आणि तोलिमा ह्याची उंची १८४३६ फूट आहे; आणि काकेसस पर्वतांतील अल्बुर्ज नांवाचें जें शिखर आहे तेंही ह्या वर्गात मोडतें. ह्याची उंची १८३५० फूट आहे.

वर्ग ४. १८०००० फुटांपासून १६०००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गात उत्तर अमेरिकेंतील सेंटइलायस १७८३६ फूट उंचीचा पर्वत, मेक्सिको देशांतील *पोपोकातापितल १७७८० फूट उंचीचा

१. ह्या पर्वतांच्या वर्गांविषयी कितीएक पर्वतांच्या उंचीविषयीं विद्वान् लोकांचीं मते भिन्न आहेत. युरोपांतील पर्वतांच्या उंचीविषयीं मात्र त्यांच्या मतांत फेर नाही. ह्या पर्वतांचीं नांवे व उंच्या विद्यार्थ्यांकडून अगदीं मुखपाठच करविल्या पाहिजेत असें नाही, त्यांस कोणता पर्वत कोणत्या देशांत कोठें आहे हें दाखवितां आलें म्हणजे पुरे.

* ह्या नांवावर *असी फुली असेल तीं उच्चलत्पर्वतांचीं नांवे असें समजावें.

पर्वत, व एशिया खंडांतील अरारात पर्वत १७७०० फूट उंचीचा, हे येतात.

वर्ग ५. १६००० फुटांपासून १४००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गात मोडतात ते पर्वत. कोलंबिया देशांतील *पिचिन्का नामें पर्वत, ह्याची उंची १५९३१ फूट; सांड्विच बेटांतील मूनारोवा नामें पर्वत, ह्याची उंची १५९०० फूट; आल्प्स पर्वतांतील मॉंटब्लॉक नांवाचें शिखर, ह्याची उंची १५६६८ फूट; आल्प्स पर्वतांतील मॉंटरोजा नांवाचें शिखर, ह्याची उंची १५५२७ फूट, आणि उत्तर अमेरिकेंतील फेरवेदर ह्या नांवाचा पर्वत, त्याची उंची १४७३६ फूट आहे.

वर्ग ६. १४००० फुटांपासून १२००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गात मोडणारे पर्वत हे आहेत. सुमात्रा बेटांतील मॉंटओफिर नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची १३८४० फूट; आल्प्स पर्वतांतील जंगफ्रा नामें पर्वत, ह्याची उंची १३७३० फूट; श्रेकहार्न नांवाचा पर्वत, त्याची उंची १३३१० फूट; आल्प्स पर्वतांतील ओर्त्लर स्पिट्स नांवाचें शिखर, ह्याची उंची १३०६५ फूट; आफ्रिकाखंडांतील कामारुन्स नांवाच्या पर्वतांतील उंच उंच शिखरें, ह्यांची उंची १३००० फूट; *तेनेरिफ नांवाचा पर्वत; ह्याची उंची १२२०० फूट; आणि अविसीनिया देशांतील, म्हणजे हवशी देशांतील, डोंगरांच्या रांगेपैकी उंच उंच शिखरें १३००० फुटांपासून १२००० फुटांपर्यंत उंच आहेत.

वर्ग ७. १२००० फुटांपासून १०००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गात मोडतात ते पर्वत येणंप्रमाणें— आल्प्स पर्वतांतील सिप्लोन नांवाचें शिखर ह्याची उंची ११७३० फूट; स्पेन देशांतील सियर्स निवादा नांवाच्या डोंगरांच्या रांगेंतील मुलहासन नांवाचें शिखर, ह्याची उंची ११६७८ फूट; उत्तर अमेरिकेंतील राकीमॉंटन्स (शिलामयपर्वत) ह्यांतील जेम्स नांवाचें शिखर, ह्याची उंची ११५०० फूट; पिरनीस नामक डोंगरांच्या रांगेंतील मालादेता नांवाचें शिखर, ह्याची उंची ११४३६ फूट; आत्लस पर्वतांच्या रांगेंतील मिल्तसन नांवाचें सर्वाहून उंच शिखर, ह्याची उंची ११४०० फूट, पिरनीस डोंगरांच्या रांगेंतील मॉंट पर्थू नांवाचें शिखर, ह्याची उंची ११२७५

फूट; लिबनान पर्वतांच्या रांगेंतील सर्वाहून उंच शिखर, ह्याची उंची ११०५० फूट; *एतना नांवाचा पर्वत ह्याची उंची १०९३७ फूट; आणि आल्प्स पर्वतांच्या रांगेंतील सेंट गोयार्ड नांवाचें शिखर, ह्याची उंची १०६०५ फूट आहे.

वर्ग ८. १०००० फुटांपासून ८००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गांत मोडणारे पर्वत. आलताई, कॉपॅथियन, आपिनाइन, आणि दोफ्रिन ह्या नांवांच्या पर्वतांच्या रांगांतील उंच उंच शिखरें, आणि न्युझीलंड बेटांतील एग्मंत नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ८१५० फूट आहे.

वर्ग ९. ८००० फुटांपासून ६००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गांत मोडतात ते पर्वत. अरबस्तानांतील सैनाय पर्वत, ह्याची उंची ७९५२ फूट; जिमेका बेटांतील ब्लू मॉंटन नामक पर्वताच्या रांगेंतील सर्वाहून मोठें शिखर, ह्याची उंची ७२७८ फूट; एशियामै-नरांतील तारस नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ७७१५ फूट; एशियामै-नरांतील ओलिंपस नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ६६०० फूट; सिलो-न बेटांतील म्हणजे सिंहल द्वीपांतील आदम्सस्पीक नांवाचा पर्वत ह्याची उंची ६६५० फूट; उत्तर अमेरिकेंतील आलेघानीस नामक पर्वतांच्या रांगेंतील वाशिंगटन नांवाचें शिखर, ह्याची उंची ६६५० फूट; फ्रान्स देशांतील केवेन आणि ओवर्न ह्या रांगांतील उंच उंच शिखरें, ह्यांची उंची ६५०० फूट.

वर्ग १०. ६००० फुटांपासून ४००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गांत मोडणारे पर्वत हे. ग्रीस देशांतील पार्नासस नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ५८५० फूट; एशियामैनरांतील ऐदा नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ५८०० फूट; ग्रीस देशांतील पीलिअन नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ५२०० फूट; ऐस्लंड देशांतील *हेक्ला नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ५०१० फूट; ग्रीस देशांतील हॅलिकोन नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ४५५० फूट; स्काटलंड देशांतील ग्राम्पियन नां-वाच्या पर्वतांच्या रांगेंतील बेन्नीविस नांवाचें शिखर, ह्याची उंची ४३७० फूट; स्काटलंडांतील केर्नगार्म नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ४०६० फूट; उत्तर अमेरिकेंतील आलेघानीस नामक पर्वतांच्या रां-

गेंतील मॉंट आत्तर नांवाचें शिखर, ह्याची उंची ४२५० फूट आणि दक्षिण अमेरिकेंतील वेनीजूईला नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ४५०० फूट आहे.

वर्ग ११. ४००० फुटांपासून ३००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गांत मोडतात ते पर्वत हे. इताली देशांतील *विसूव्यस नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ३९७८ फूट; केप आफ् गुदहोप एथील टेबल् मॉंटन नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ३५८२ फूट; वेल्स देशांतील स्नोदन नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ३५७१ फूट; मागिलीकदीरीक्स ह्या नांवाचे पर्वत, ह्यांची उंची ३४१० फूट; स्काटलंडांतील बेन्लामंद नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ३२६२ फूट; इंग्लंड देशांतील हेल्बेलिन नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची ३०५२ फूट; आणि त्याच देशांतील स्किदा नांवाचा पर्वत, त्याची उंची ३०२२ फूट.

वर्ग १२. ३००० फुटांपासून २००० फुटांपर्यंत उंचीचे पर्वत. ह्या वर्गांत मोडणारे पर्वत हे. ऐर्लंडांतील विक्लो नांवाचे डोंगर; सेंट हलीना बेटांतील दयानस्पीक नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची २७१० फूट; पालेस्ताइन देशांतील कार्मल नांवाचा पर्वत, ह्याची उंची २२५० फूट; पालेस्ताइनांतील दुसरा एक डोंगर तेबर नांवाचा त्याची उंची २०५३ फूट आहे.

लक्षांत ठेवण्याजोग्या उंच्या.

वियो व गाय्लूसाक ह्या नांवाचे दोन गृहस्थ इसवी सन १८०४ ह्या वर्षी पारिस शहरांतून विमानांत बसून २२९०० फूट वर गेले. आकाशांत इतकें उंच कोणी कधीं गेलें नव्हतें.

बुसिगो साहेब व कर्नल हाल साहेब हे दोन गृहस्थ इसवी सन १८३१ ह्या वर्षी चिबोराजो पर्वतावर १९६९९ फूट चढून गेले. पृथ्वीवर इतकें उंच पूर्वी कधीं कोणी गेलें नव्हतें.

हंबोल्ट व बॉप्लॉंद हे दोन गृहस्थ इसवी सन १८०३ ह्या वर्षी त्याच पर्वतावर १९३३२ फूट उंच चढून गेले होते.

आंदीस पर्वतांवर कोनदोर नामक पक्ष्याचें फारच उंच उडणें म्हटलें तर २१००० फूटपर्यंत आहे.

आंदीस पर्वतांवर अंतिसाना ह्या नांवाची एक शेतवाडी आहे,

तिची उंची १३०३५ फूट आहे. इतक्या उंचीवर मनुष्याची वस्ती दुसऱ्या ठिकाणी कोठेही नाही.

दक्षिण अमेरिकेंत क्वेटो नांवाचें शहर आहे, त्याची उंची समुद्राच्या सपाटीपासून ९६३० फूट आहे.

कोलंबिया देशांत सांताफेदिवोबोता नांवाचें शहर आहे त्याची उंची ८६१५ फूट आहे.

आल्प्स पर्वतांवर सेंटबर्नाड नांवाचा एक मठ आहे, त्याची उंची ८६०६ फूट आहे.

मेक्सिको देशांत मेक्सिको नांवाचें शहर आहे, त्याची उंची ७५०० फूट आहे.

बोलिविया देशांत तितिकाका नांवाचें सरोवर आहे, त्याची उंची १२,७९५ फूट आहे.

पर्वतांच्या रांगांच्या लांबीचा सुमार.

आंदीस, कोदिलेरास, आणि राकीमॉन्टन्स नांवाचे पर्वत, ह्या प्रत्येक रांगेची लांबी १०,००० मैलांवर आहे.

आल्ताई पर्वतांच्या रांगेची लांबी ५००० मैल आहे.

मौन्टन्स आफूदी मून (म्हणजे चांद्र पर्वत) ह्यांच्या रांगेची लांबी सुमारे २००० मैल आहे.

उरल पर्वत, आतलस पर्वत, आणि हिमालय पर्वत, ह्या प्रत्येकाच्या रांगेची लांबी सुमारे १५०० मैल आहे.

डोफ्रिन पर्वतांच्या रांगेची लांबी सुमारे १००० मैल आहे.

सह्याद्रि पर्वतांच्या रांगेची लांबी सुमारे ८०० मैल आहे.

काकेसस पर्वत, आल्प्स पर्वत, आणि आपिनैन पर्वत, ह्या प्रत्येकाच्या रांगेची लांबी ७०० मैलांपासून ६०० मैलांपर्यंत आहे.

कार्पेथियन पर्वतांच्या रांगेची लांबी सुमारे ५०० मैल आहे.

पिरनीस पर्वतांच्या रांगेची लांबी सुमारे २५० मैल आहे.

पर्वत, मैदानें, आणि अरण्यें ह्यांविषयीं.

पृथ्वीच्या पृष्ठाचा भाग बराच दूरवर एकसारखा सपाट असला तर, किंवा यत्किंचित् उतरता चढता असला तरी, त्यास मैदान म्हणतात. मैदानांतली हवा आणि जमीन हीं जशीं चांगली किंवा वाईट

असतात, त्याप्रमाणें तीं सुपीक किंवा नापीक असतात. ग्रेतब्रितन वे-टांत दोन्ही प्रकारचीं मैदानें आहेत, पण लहान आहेत. अशा वेटां-वर मोठीं मैदानें असावयाचीं नाहींत; महाद्वीपांवर मात्र त्यांचा अ-सण्याचा संभव आहे. ह्यांवर हजारों मैलांच्या लांबीचीं मैदानें अस-तात. युरोपाचा उत्तरेकडचा भाग व ईशान्येकडचा भाग ह्यांत कांहीं उंचवटे आहेत खरे, पण ते शिवाय करून त्यांतला बाकीचा सर्व प्र-देश एक मोठें मैदानच आहे. ह्या मैदानाचा विस्तार जर्मन समुद्रा-पासून उरल पर्वतांच्या पायापर्यंत आहे. नेदर्लँड, देनमार्क, जर्मनीचा उत्तरभाग, आणि युरोपांतील बहुतेक रूस देश हे प्रदेश त्या मैदानांत आहेत. ह्या मोठ्या विस्तीर्ण मैदानाच्या एकसारख्या सपाटीचा भंग करणारे असे लक्षांत ठेवण्याजोगे उंचवटे म्हटले तर रूस देशांतील वालदेनामक पर्वत आहे, पण त्याच्या फारच उंच शिखरांची उंची पाहिली तर ती १२०० फुटांवर नाहीं. रूस देशांत स्टेप ह्या नांवाचीं मैदानें आहेत तीं व हंगारी देशांत पतजा ह्या नांवाचीं मैदानें आहेत तीं नापीक आहेत. आणखी युरोप खंडांतील प्रत्येक देशांत, व त्यांत-ही विशेषतः बाल्तिक समुद्र व जर्मन समुद्र ह्यांच्या किनाऱ्यांवरच्या प्रदेशांत, कोठें कोठें नापीक जमीन आहे; त्या नापीक जमीनी शि-वाय करून बाकीचें सर्व मैदान सुपीक आहे. अरण्य हें नांव ज्यास साजेल असा मोठा विस्तीर्ण नापीक प्रदेश युरोपखंडांत नाहीं. दुसऱ्या खंडांत मात्र अरण्य म्हणण्याजोगे प्रदेश आहेत.

पृथ्वीवर सर्वांत मोठें आणि फार प्रसिद्ध असें आफ्रिकाखंडांत स-हरा नांवाचें एक अरण्य आहे. हें अरण्य म्हणजे केवळ वाळवेचा स-मुद्र आहे, व सहारा ह्या शब्दाचा अर्थही तसाच आहे. ह्या अरण्यांत मोठा बारा सुटला म्हणजे समुद्रांतल्याप्रमाणें वाळूच्या मोठमोठ्या लाटा उसळतात; त्या कधीं कधीं पर्वताएवढ्या उंच होतात, व त्यांचा जा-ण्याचा वेग कधीं कधीं फार मोठा असतो; म्हणून वाटसरांचे काफ-लेचे काफले त्या लाटांत गडप झाले असेंही कधीं कधीं घडलें आहे. मेघमंडळापर्यंत उंच जाणारे असे वावटळीनें उठविलेले वाळूचे स्तंभ कधीं कधीं फिरतात. असे वीस वीस तीस तीस स्तंभ एकदम एकाच दिशेनें जातांना पाहण्यांत येतात. असे स्तंभ सूर्योदयी पूर्वेकडे जात असतां कोणी पश्चिमेकडून त्यांकडे पाहिलें तर ते किती प्रचंड व भ-

यंकर दिसतात ह्याची कल्पनाही करवत नाहीं. ते इतके भयंकर दिसण्याचें कारण असें आहे, कीं त्यांच्यांतून सूर्याचे किरण जातात, ह्यामुळे पाहाणाऱ्यास जसे कांहीं आगीचे लोळांचे लोळ चालले आहेत असें वाटते. सारांश अर्धी पृथ्वी व्यापणारा जो पासिफिक महासागर त्यांतून जाण्यापेक्षांही ह्या वालुकासमुद्रांतून जाणें मोठें अवघड आहे. समुद्रामध्ये जशी बेटें लागतात तशी ह्या अरण्यांत, मधून मधून, ज्यांवर हिरवें गार गवत उगवले असतें अशी ओलवणीची स्थळें आढळतात. अशीं स्थळें जर मध्ये मध्ये नसती, तर त्या अरण्यांतून कोणाच्यानें पार जावतेंना. उन्हांनें करपून गेलेले व थकलेले वाटसरू ह्या सुखकारक प्रदेशांवर येऊन आपल्या उंटांसहवर्तमान विश्रांति घेतात. एका कवीनें उंट ह्या प्राण्यास अरण्यनौका असें म्हटलें आहे; ही त्याची उपमा फार योग्य व तथ्य आहे! ह्या आल्हादकारक प्रदेशांवर व्यापारी लोकांचे काफले आले, म्हणजे ते मोठमोठाल्या मसकांत पाणी भरून घेऊन पुढें चालते होतात. पण एवढी तजवीज केली तरी ते पाण्याच्या ददातीपासून सुटत नाहीत. कारण, त्या महारण्यांत कधीं कधीं विलक्षण उष्ण वारा सुटतो. त्यानें त्यांच्या मसकांतील पाणी सुकून नाहीसें होतें. आणि असें झालें म्हणजे पुन्हा पाणी भरून घेण्यास आसपास जवळ झरा सांपडला तर बरें, नाही तर ते वाटसरू व त्यांचे उंट हे सर्व तृपाक्रांत होऊन मरण पावतात. अशा संकटांच्या समयीं त्या लोकांस आपले उंट मारून त्यांच्या कोठ्यांत जें कांहीं पाणी सांपडेल तें प्यावें लागतें. कधीं कधीं असेंही होतें कीं जवळ पाण्याचा झरा असला तरी तोही त्या उष्णवायूनें कोरडा ठणठणीत पडतो. इसवी सन १८०५ ह्या वर्षी तिब्रक्तु नामक शहराहून ताफिलेत येथें व्यापाऱ्यांचा एक काफला जात असतां वाटेनें एका मुक्कामीं त्यांस प्यावयास पाणी सांपडलें नाहीं, त्यामुळे २००० लोकांचा काफला व त्यांचे १८०० उंट हे तहानेनें मरण पावले.

१ समुद्रामध्ये चहूंकडे पाण्यावांचून जसें दुसरें कांहीं दिसत नाहीं, तसें ह्या अरण्यांतही वाळूखेरीज दुसरें कांहीं दिसत नाहीं. वाळू नेहमीं पायांखालून सरते, म्हणून तेथे वाटेची खूण बरायास वाटसरांस सांपडत नाहीं; ह्यामुळे समुद्रांत जसा होकायंत्रावरून व ताऱ्यांवरून मार्ग काढावा लागतो तसाच येथेही काढावा लागतो.

अरबस्तान, सिरिया, आणि इराण ह्या देशांतील अरण्ये हीं लहानशीं सहाराच आहेत, म्हणून त्यांचें वर्णन करण्याची गरज नाहीं. इराणदेशांतील अरण्याची विशेष गोष्ट ही आहे, कीं त्याजवर जागोजाग खाराची पापडी वसलेली असते, ह्यावरून त्या अरण्यास क्षारारण्य हें नांव पडलें आहे. इराणी लोक त्यास दर्याकुवीर, म्हणजे क्षारसमुद्र, असें म्हणतात, व वाळूच्या अरण्यास ते सहारा म्हणतात. ह्या क्षारारण्याची लांबी ७०० मैलांवर आहे. अल्बुर्ज पर्वताच्या पायाच्या उत्तरेस सुमारे ३६° उत्तर अक्षांशांवर त्या अरण्यास आरंभ होतो, आणि पुढें कर्माणच्या अरण्याशी मिळून तें दक्षिणेस सुमारे ३०° च्या अक्षांशापर्यंत गेलें आहे, आणि ५१° च्या रेखांशापासून ६०° च्या रेखांशापर्यंत तें पूर्वपश्चिम आहे. इराण देशाचा मध्यभाग व पूर्वभाग हे त्यांत आहेत. त्यांत कांहीं ओलवणीची स्थळे आहेत, पण त्यांचा सगळा विस्तार पाहिला तर तीं दर शंभर मैलांस पांच मैल देखील नाहींत.

हिंदुस्थानांत गंगेच्या शाखा आणि सिंधुनद ह्यांच्यामध्ये मोठमोठीं बालुकारण्ये आहेत; पण तीं मागे सांगितलेल्या अरण्यांसारखीं ओसाड नाहींत.

एशियेच्या मध्यभागांतील जमीन उंच आहे तेथें कोबीचे उर्फ गोबीचे अरण्य आहे. त्या अरण्याचे मध्यभागीं शामो (बालुकासमुद्र) ह्या नांवाचें एक वाळूचें मैदान आहे. कोबीच्या अरण्याची लांबी सुमारे १२०० मैल आहे. आणि रुंदी ५०० मैलांपासून ७०० मैलांपर्यंत आहे. त्याच्यामध्ये आरंभापासून शेवटपर्यंत पूर्वपश्चिम शामो नामक वाळूचें मैदान आहे, त्याची रुंदी १५० मैलांपासून २५० मैलांपर्यंत आहे. हें अरण्य फार उंच, व सहारा नांवाच्या अरण्यापेक्षां विपुलवृत्तापासून अधिक दूर आहे, म्हणून येथें तेथल्यासारखी करपविणारी उष्णता नसते; पण त्या अरण्याप्रमाणें ह्यांतही पाणी झाडझडोग ह्यांचा अभावच आहे, व केवळ उंटांच्या साहाय्यानें ह्यांतून जातां येतें.

अमेरिकाखंडांतही मोठमोठीं मैदाने व अरण्ये आहेत. उत्तर अमेरिकेंत एक मोठें मैदान आहे, त्याच्या एका आंगास राकी मॉन्टन्स नामक पर्वत आणि अलेगानी नामक पर्वत हे आहेत, व दुस-

च्या आंगास महासरोवरें व मेक्सिकोचे अखान ही आहेत. ह्या मैदानाच्या दक्षिणभागांत जमीन फारच पिकाऊ आहे, व लागवडही फार होती; पण ह्याच्या पश्चिमभागांत व वायव्येकडच्या भागांत मोठमोठीं अरण्ये व सावान्ना व प्रायरी ह्या नांवांची गवताचीं रानें आहेत. ह्याच्या पश्चिमभागां ओजार्क आणि राकीमॉन्टन्स नामक पर्वत ह्यांच्यामध्ये एक महारण्य आहे, ह्याची रुंदी सुमारे ४०० मैल आहे, व राकीमॉन्टन्स नामक पर्वत ह्याच्या रांगेची आपणास जेथपर्यंत माहिती आहे तेथपर्यंत हें मैदान पसरलें आहे. ह्या मैदानाच्या ज्या प्रदेशांतून प्लातनामक नदी वाहत जाते तो प्रदेश एशिया-खंडांतील स्तेपनामक नापीक अरण्यासारखा आहे. त्यांतील जमीन व खडक ह्यांच्या आंगां क्षार असतो. त्यांवर खाराची पापडी वरचेवर जमते, आणि ज्या वनस्पति बहुधा क्षारप्रदेशांत होत असतात त्याच येथें उत्पन्न होतात. वृक्ष व बनें हीं तर एथें माहितच नाहींत. उन्हाळ्यांत सूर्याच्या किरणांनीं हें अरण्य अगदीं करपतें, आणि हिवाळ्यांत थंडगार वाऱ्यानें गारठतें.

सावान्ना आणि प्रायरी ह्या नांवांच्या रानांत बहुतकरून एक ठोंसर गवत उगवतें, त्याची उंची मनुष्याच्या इतकी असते. ओहीयो आणि मिसिसिपी ह्या नद्यांच्या तीरांवर, विशेषतः मिसिसिपी नदी व राकीमॉन्टन्स पर्वत ह्यांच्या मधील प्रदेशांत, अशीं मैदानें पुष्कळ आहेत. न्यूयॉर्काच्या संस्थानाच्या पश्चिमभागांत कांहीं लहान लहान प्रायरी नामक मैदानें आहेत. ह्याशिवाय अमेजन, लाप्लाता, व ओरिनोको ह्या नद्यांजवळ कित्येक मोठमोठीं मैदानें आहेत, त्यांत मोठमोठी सावान्ना नांवाचीं अरण्ये आहेत. ह्यांत पावसाळ्यांत झाड-झुडपें व हिरवळ ही उगवतात, पण उन्हाळ्यांत तीं सर्व वाळून जाऊन तीं रुक्ष अरण्ये होतात. वेनेजुईला देशांत ह्या अरण्यांस लानोस म्हणतात, व बूनोस एरीस एथें त्यांस पांपास म्हणतात. वेनेजुईलांतल्या लानोस नामक अरण्यांस ओरिनोको नदीच्या मुखापासी आरंभ होतो, आणि शेवट अंदीस पर्वतांच्या पायासी होतो. त्यांचा विस्तार सुमारे ६०० मैल आहे. बूनोस एरीस एथचीं पांपास नामक अरण्ये पाराग्वे नदी आणि अंदीस पर्वत ह्यांच्यामध्ये आहेत.

अरवस्तान, सिरिया, आणि इराण ह्या देशांतील अरण्ये हीं लहानशीं सहाराच आहेत, म्हणून त्यांचें वर्णन करण्याची गरज नाही. इराणदेशांतील अरण्याची विशेष गोष्ट ही आहे, कीं त्याजवर जागोजाग खाराची पापटी बसलेली असते, ह्यावरून त्या अरण्यास क्षारारण्य हें नांव पडलें आहे. इराणी लोक त्यास दर्याकुवीर, म्हणजे क्षारसमुद्र, असें म्हणतात, व वाळूच्या अरण्यास ते सहारा म्हणतात. ह्या क्षारारण्याची लांबी ७०० मैलांवर आहे. अल्बुर्ज पर्वताच्या पायाच्या उत्तरेस सुमारे ३६° उत्तर अक्षांशांवर त्या अरण्यास आरंभ होतो, आणि पुढें कर्माणच्या अरण्याशीं मिळून तें दक्षिणेस सुमारे ३०° व्या अक्षांशापर्यंत गेलें आहे, आणि ५१° व्या रेखांशापासून ६०° व्या रेखांशापर्यंत तें पूर्वपश्चिम आहे. इराण देशाचा मध्यभाग व पूर्वभाग हे त्यांत आहेत. त्यांत कांही ओलवणीची स्थळे आहेत, पण त्यांचा सगळा विस्तार पाहिला तर तीं दर शंभर मैलांस पांच मैल देखील नाहीत.

हिंदुस्थानांत गंगेच्या शाखा आणि सिंधुनद ह्यांच्यामध्ये मोठमोठीं वालुकारण्ये आहेत; पण तीं मागे सांगितलेल्या अरण्यांसारखीं ओसाड नाहीत.

एशियेच्या मध्यभागांतील जमीन उंच आहे तेथे कोबीचें उर्फ गोबीचें अरण्य आहे. त्या अरण्याचे मध्यभागी शामो (वालुकासमुद्र) ह्या नांवाचें एक वाळूचें मैदान आहे. कोबीच्या अरण्याची लांबी सुमारे १२०० मैल आहे. आणि रुंदी ५०० मैलांपासून ७०० मैलांपर्यंत आहे. त्याच्यामध्ये आरंभापासून शेवटपर्यंत पूर्वपश्चिम शामो नामक वाळूचें मैदान आहे, त्याची रुंदी १५० मैलांपासून २५० मैलांपर्यंत आहे. हें अरण्य फार उंच, व सहारा नांवाच्या अरण्यापेक्षां विषुववृत्तापासून अधिक दूर आहे, म्हणून येथे तेथल्यासारखी करपविणारी उष्णता नसते; पण त्या अरण्याप्रमाणें ह्यांतही पाणी झाडझडोरा ह्यांचा अभावच आहे, व केवळ उंटांच्या साह्यानें ह्यांतून जातां येतें.

अमेरिकाखंडांतही मोठमोठीं मैदाने व अरण्ये आहेत. उत्तर अमेरिकेंत एक मोठें मैदान आहे, त्याच्या एका आंगास राकी मॉन्टन्स नामक पर्वत आणि अलेगानी नामक पर्वत हे आहेत, व दुस-

च्या आंगास महासरोवरें व मेक्सिकोच्या अखात ही आहेत. ह्या मैदानाच्या दक्षिणभागांत जमीन फारच पिकाऊ आहे, व लागवडही फार होती; पण ह्याच्या पश्चिमभागांत व वायव्येकडच्या भागांत मोठमोठीं अरण्ये व सावान्ना व प्रायरी ह्या नांवांचीं गवताचीं रानें आहेत. ह्याच्या पश्चिमभागां ओजार्क आणि राकीमॉन्टन्स नामक पर्वत ह्यांच्यामध्ये एक महारण्य आहे, ह्याची रुंदी सुमारे ४०० मैल आहे, व राकीमॉन्टन्स नामक पर्वत ह्याच्या रांगेची आपणास जेथपर्यंत माहिती आहे तेथपर्यंत हें मैदान पसरलें आहे. ह्या मैदानाच्या ज्या प्रदेशांतून प्लॉतनामक नदी वाहत जाते तो प्रदेश एशिया-खंडांतील स्तेपनामक नापीक अरण्यासारखा आहे. त्यांतील जमीन व खडक ह्यांच्या आंगां क्षार असतो. त्यांवर खाराची पापडी वरचेवर जमते, आणि ज्या वनस्पति बहुधा क्षारप्रदेशांत होत असतात त्याच येथें उत्पन्न होतात. वृक्ष व वने ही तर एथें माहितच नाहींत. उन्हाळ्यांत सूर्याच्या किरणांनीं हें अरण्य अगदीं करपतें, आणि हिवाळ्यांत थंडगार वाऱ्यानें गारठतें.

सावान्ना आणि प्रायरी ह्या नांवांच्या रानांत बहुतकरून एक ठोंसर गवत उगवतें, त्याची उंची मनुष्याच्या इतकी असते. ओहीयो आणि मिसिसिपी ह्या नद्यांच्या तीरांवर, विशेषतः मिसिसिपी नदी व राकीमॉन्टन्स पर्वत ह्यांच्या मधील प्रदेशांत, अशीं मैदानें पुष्कळ आहेत. न्यूयॉर्कच्या संस्थानाच्या पश्चिमभागांत कांही लहान लहान प्रायरी नामक मैदानें आहेत. ह्याशिवाय अमेजन, लाप्लाता, व ओरिनोको ह्या नद्यांजवळ कित्येक मोठमोठीं मैदानें आहेत, त्यांत मोठमोठीं सावान्ना नांवाचीं अरण्ये आहेत. ह्यांत पावसाळ्यांत झाड-झुडपें व हिरवळ ही उगवतात, पण उन्हाळ्यांत तीं सर्व वाळून जाऊन तीं रुक्ष अरण्ये होतात. वेनेजुईला देशांत ह्या अरण्यांस लानोस म्हणतात, व बूनोस एरीस एथें त्यांस पांपास म्हणतात. वेनेजुईलांतल्या लानोस नामक अरण्यांस ओरिनोको नदीच्या मुखापासीं आरंभ होतो, आणि शेवट अंदीस पर्वतांच्या पायासीं होतो. त्यांचा विस्तार सुमारे ६०० मैल आहे. बूनोस एरीस एथची पांपास नामक अरण्ये पाराग्वे नदी आणि अंदीस पर्वत ह्यांच्यामध्ये आहेत.

त्यांचा विस्तार फार मोठा आहे. ह्या अफाट मैदानांत रानांतल्या पशूंचे मोठे मोठे कळप फिरतात.

अमेरिकेंत उंचीविषयीं फार प्रसिद्ध जे उंचवट्यांचे प्रदेश आहेत त्यांत गणण्याजोगा तितिकाका नांवाचा एक प्रदेश आहे, त्याचें क्षेत्रफळ सुमारे १८,००० चौरसमैल आहे, व मध्यमप्रमाणानें त्याची उंची समुद्राच्या सपाटीपासून १३००० फूट आहे. पिकाऊ आणि ज्यांत लोकसंख्या फार असा जो कैतोनामक उंचवट्याचा प्रदेश त्याची उंची सुमारे ९६०० फूट आहे, व मेक्सिको देशांत अनाहुवाक नामक जो अतिविस्तृत उंचवट्याचा प्रदेश आहे त्याची उंची ६००० फुटांपासून ९००० फुटांपर्यंत आहे.

आख्हेलिया वेटाच्या मध्य प्रदेशांत मोठें विस्ताराचें ओसाड वालुकारण्य असावें असें दिसतें.

भाग ७.

नद्या आणि सरोवरे ह्यांविषयीं.

नद्यांचे उगम पर्वतांत किंवा दुसऱ्या उंच प्रदेशांत असतात, हें मागल्या भागांत सांगितलें आहे. ज्या पर्वतांवर नद्यांचे उगम असतात ते पर्वत जसे उंच किंवा नीच असतात, व ज्या देशांतून त्या नद्या व त्यांच्या शाखा वाहतात तो देश जसा विस्तृत किंवा संकुचित, व सपाट किंवा खडकाळ असतो; व तेथील जमीन जसी दमसर व हवा जसी सर्द असते, त्याप्रमाणें त्या नद्या मोठ्या किंवा लहान, व वेगानें वाहणाऱ्या किंवा संत वाहणाऱ्या असतात. अमेजन नदी व दुसऱ्या महानद्या ह्या ज्या देशांतून वाहतात त्यांचा विस्तार नकाशावर किंवा गोलावर पाहिला असतां ही गोष्ट तेव्हांच लक्षांत येईल. अमेजन नदी आणि तिच्या शाखा ह्या ज्या देशांतून वाहत जात असतां त्यांतील पाणी आपणाकडे ओढून घेतात, तो देश सुमारे सगळ्या युरोपखंडाएवढा मोठा होईल. मिसिसिपी व लाप्लाता ह्या नद्या ज्या देशांतून वाहत जातात तेही फार मोठे आहेत, तरी त्यांतून कोणताही देश अमेजन नदी ज्या देशांतून जाते त्या देशाच्या अर्धावरोबरही नाही.

अमेरिकेंतील नद्यांचे उगम ज्या पर्वतांच्या रांगांमध्ये आहेत त्या रांगांची लांबी फार मोठी आहे, व ते पर्वतही फार उंच आहेत. प्राचीन महाद्वीपांतही ज्या मोठमोठ्या नद्या आहेत त्या मोठमोठ्या पर्वतांच्या रांगांमध्ये आहेत. नद्या ज्या प्रदेशावरून वाहतात तो जसा जसा उतरता असतो, तसतसा नद्यांचा वाहण्याचा वेग अधिक असतो. नद्यांस वाटेनें एकाएकीं उतरण लागली म्हणजे त्या मोठ्या वेगानें धांवतात; व त्या कड्यांवरून पडूं लागल्या, म्हणजे धवधवे होतात.

नदीच्या पात्रांत जसें जसें पाणी अधिक असतें, तसतसा तिचा वेग अधिक होतो. म्हणूनच रुंदीच्या प्रमाणानें जशी नदीची खोली अधिक असते, तसा तिच्या वाहण्याचा वेग अधिक होतो. कारण कीं, रुंदीच्या प्रमाणानें जशी नदीची खोली अधिक असते, तसा पुढच्या पाण्यावर मागल्या पाण्याचा दाब अधिक वसतो. मागच्या पाण्याचा दाब पुढच्या पाण्यावर होतो एवढेंच नाही, तर वरच्या पाण्याचाही दाब खालच्या पाण्यावर वसतो, म्हणूनच तें मोठमोठ्या मैदानांतून मोठ्या वेगानें वाहतें.^१

अमेजन नदीच्या मुखापासून मागे ६०० मैलांपर्यंत १० $\frac{१}{२}$ फूट उतरण आहे, म्हणजे त्या अंतराच्या दर हजार फुटांस इंचाचा $\frac{१}{७}$ वा अंश आहे. पारागवे नदी बरीच दूर जाई तोंपर्यंत तिचें पात्र दर मैलास $\frac{१}{६}$ इंच उतरतें आहे.

नैल, गंगा, वाल्गा, नैजरा, ओरिनाको, न्हैन, इत्यादि बहुतेक महानद्या अनेक मुखांनीं समुद्रास मिळतात. लाप्लाता, सेंट लारेन्स इत्यादि कितीएक महानद्या एकाच मुखानें समुद्रास मिळतात. लाप्लाता नदीचें मुख १५० मैल रुंदीचें आहे.

नैल, गंगा, सिंधु, मिसिसिपी, इत्यादि कितीएक महानद्यांस नियतकाळीं पूर येतात. पावसाळ्यांत, विशेषतः उष्णकटिबंधांतल्या पावसाळ्यांत जो मोठा पाऊस पडतो त्यानें त्या नद्यांस पूर येतात, व ज्या पर्वतांपासून त्यांचे उगम आहेत. त्यांवरचें वर्ष वितळून उन्हाळ्यांत वर्षास त्यांस पूर येतात.

१. पात्र समान असलें म्हणजे नुस्त्या वरच्या पाण्याच्या दाबानेंच पाणी वाहतें. ह्यामुळे नदीची किंवा कालव्याची खोली अधिक करून रुंदी तशीच ठेविली असतां पाण्याचा वेग अधिक होतो.

प्राचीन काळच्या लोकांस नैल नदीचा वार्षिक महापूर हें एक मोठें गूढ वाटत असे; कारण, ईजिप्तांत पर्जन्य कधींही पडत नसतो. पण अर्वाचीन काळीं सृष्टिजन्य पदार्थांची चांगली माहिती झाल्यामुळे आतां त्या गोष्टीचा अचंबा वाटत नाही.

नद्यांच्या पुरांनीं, विशेषतः उष्णकटिबंधांतील नद्यांच्या पुरांनीं, प्राण्यांचा व मालमत्तेचा वारंवार नाश होतो. इ० सं० १८२२सांत गंगेस महापूर येऊन त्यानें ५०००० रांपासून १००००० पर्यंत मनुष्यें मेलीं व गांवचे गांव कित्येक वाहून गेले. ह्या पुरांनीं असा नाश कधीं कधीं होतो खरा, तरी नद्यांला पूर येऊन, पाणी ओसांडून, नापीक जमिनीवर गाळ व मळई जमते, तेणेंकरून त्या जमिनीस सुपीकपणा येतो. नद्यांला पूर न येते तर ही गोष्ट न घडती. नैल नदीला पूर येत नसते तर ईजिप्त हा देश वाळवंटच असता. यूफ्रेटीस नदीस यूफ्रेटीस हें नांव, तिच्या पुरांनीं लोकांस जें सुख होत असे त्यावरून पडलें आहे. हें नांव मूळचें ग्रीक भाषेंतील आहे, ह्याचा अर्थ सुखकारक असा आहे.

नद्यांचे निरनिराळे वर्ग.

पृथ्वीवरील मुख्य नद्यांचे त्यांच्या लांबीवरून १० वर्ग केले आहेत, ते येणेंप्रमाणें.

वर्ग १. ४००० मैलांपासून ३००० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

नद्यांची नांवे.	लांबी मैल.	नद्यांची नांवे.	लांबी मैल.
अमेजन .....	... ३३५०	मिसुरी व मिसिसि- पी मिळून.	} ४०००

१ पर्वतांच्या उंचीविषयीं ग्रंथकारांचा जसा मतभेद आहे, तसा नद्यांच्या लांबीविषयींही आहे, ही गोष्ट आश्चर्याची नाही; कां नर, कित्येक नद्यांचे उगम अज्ञान ठाऊक देखील नाहींत. युरोपखंडांतील नद्या खेरीज करून दुसऱ्या नद्यांची लांबी बहुतकरून अटकळीनें सांगितली आहे. विद्यार्थ्यांनीं नद्यांची नांवे तोंडपाठ केलीं म्हणजे झालें, असें शिक्षकांनीं समजूं नये. शिक्षकांनीं विद्यार्थ्यांकडून उगमापासून संगमापर्यंत नद्यांचा मार्ग काढवावा.

वर्ग २. ३००० मैलांपासून २००० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

नद्यांचीं नांवें.	लांबी मैल.	नद्यांचीं नांवें.	लांबी मैल.
यांग्‌सिक्‌यांग ऊर्फ क्यांकू.	} २९००	वाल्गा.....	२०४०
• नैल नदी.....		२७५०	लेक सुपीरियर स- रोवरापासून निघाले- ली सेंटलारेन्स नदी.	} २०००
हो आंगहो.	२६३०	कांबोद्या ऊर्फ मी- कोन.	} २०००
ओबी.....	२५५०	अर्कनसास.....		२०००
येनीसेई.	२५००		
नैजर.....	२३००		
लाप्लाता व पारा- ग्वे मिलून.	} २३००		

वर्ग ३. २००० मैलांपासून १५०० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

सघालियन ऊर्फ आ- मूर.	} १९००	सिंधुनद.....	१७००
माकेंजी नदी.....		१९००	भागीरथी.....	१६५०
दान्यूब.....	१८००	ब्रह्मपुत्रनद.	१६००
ओरिनोको ...	१८००	इरावती.....	१६००
मदीरा.....	१८००	रियोब्राबो ऊर्फ देल- नोर्त.	} १५००
यूप्रेतीस.....	१८००		

वर्ग ४. १५०० मैलांपासून १२०० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

लाप्लात्त.....	१४००	तोकांतिन.....	१४००
रेड्रिवर, म्हणजे तांब- डी नदी.	} १४००	ओहियो.....	१२००
कोलंबिया.....		१४००	आक्सस ऊर्फ जि- होन.....	} १२००
नेल्सनची नदी.	१४००		

वर्ग ५. १२०० मैलांपासून १००० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

नद्यांचीं नांवां.	लांबी मैल.	नद्यांचीं नांवां.	लांबी मैल.
नीपर.....	११००	यलोस्तोन रिवर, म्ह-	} १०००
दान.....	१०४०	णजे पिवळ्या दगडां-	
तेनीसी.....	१०००	ची नदी.	
कोलोरादो.....	१०००	सेंतफ्रान्सस्को.	१०००
अरग्वा.....	१०००	पिल्कोमायो.....	१०००
		पराना.....	१०००

वर्ग ६. १००० मैलांपासून ८०० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

सेनिगाल.....	९५०	सतलज नदी.	९००
तेग्रिस.....	९५०	सायामाची नदी ऊर्फ	} ८५०
• सिहून ऊर्फ जाक्सा- र्तास.....	} ९५०	मिनाम नदी.	
गारीप ऊर्फ नारिंगां- ची नदी.		} ९००	चैन नदी. ....	८४०
			मागूदलीना. ....	८००
		गोदावरी.....	८००

वर्ग ७. ८०० मैलांपासून ६०० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

यमुना.....	७८०	एल्ब.	६८०
उत्तर द्वेना.	७५०	विस्तुला.....	६५०
गांविया.	७००	सस्किहाना.	६२०
नीस्तर.	७००	लायर.	६२०

वर्ग ८. ६०० मैलांपासून ४०० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

ओदर.	५८०	सीन.	४५०
थीस.	५७०	सेव.....	४५०
दक्षिण द्वेना.	५७०	वेसर.	४४०
तेगस.	५५०	प्रूथ.....	४३०
नैमेन.	५१५	पो.	४१०
म्यूस.	५११	दोरो.	४१०
घाग.	४७०	ईब्रो.	४००
न्होन.	४६०	गारोन.	४००
ग्याडियाना.	४६०		

वर्ग ९. ४०० मैलांपासून ३०० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

नांवें.	लांबी.	नांवें.	लांबी.
कनेक्टिकट नदी.	... ३८०	हडसन....	... ३००
द्रेव नदी ...	... ३८०	ग्लामेन....	... ३००
ग्वादाल क्विवर.	... ३४०	मेय्न. ...	... ३००
देलोवर ...	... ३२०	तान्य्या. ...	... ३००

वर्ग १०. ३०० मैलांपासून २०० मैलांपर्यंत लांबीच्या नद्या.

नांवें.	लांबी.	नांवें.	लांबी.
तेम्स. ...	... २००	सेवर्न ...	... २००
शानन ...	... २००	तैवर ...	... २००

सरोवरांविषयी.

सरोवरांचे वर्ग चार केले आहेत. ते क्रमाने सांगतां.

वर्ग पहिला. ज्यांत बाहेरून पाणी येत नाही, व ज्यांतून बाहेरही जात नाही, ती ह्या वर्गांत मोडतात. अशीं सरोवरे बहुतकरून लहान असतात, व हीं सरोवरे ज्वालामुखीतला अग्नि नाहीसा होऊन झालीं आहेत, असा विद्वान् लोक तर्क करितात.

वर्ग दुसरा. ज्यांत बाहेरचें पाणी येत नाही, पण ज्यांतून नद्या, ओहळ बाहेर जातात, तीं ह्या वर्गांत मोडतात. अशा सरोवरांस आंतून झरे, डोहो असतात.

वर्ग तिसरा. ज्यांत बाहेरून पाणी येतें, व ज्यांतून नद्या निघतात, तीं ह्या वर्गांत मोडतात. अशा प्रकारचीं सरोवरे पृथ्वीवर पुष्कळ आहेत. अमेरिकेंतलीं महासरोवरे व लादोगा, ओनिगा, कान्स्तन्स, बैकल, इत्यादि सरोवरे ह्या वर्गांतलीं आहेत. ह्या वर्गातील कित्येक सरोवरे त्यांतून वाहणाऱ्या नद्यांचें पाणी फुगून झालीं आहेत, असें म्हटलें असतां चिंता नाही. ह्यास उदाहरणें, अमेरिकेंतलीं महासरोवरे सेंटलारेन्स नदीच्याच फुगाव्यानें झालीं आहेत; जिनीवा एथील सरोवर म्होन नदीच्या फुगाव्यानें झालें आहे; कान्स्तन्स सरोवर

१ हा अरबी शब्द आहे. ह्याचा अर्थ मोठी नदी असा आहे, हिला प्राचीनकाळां लोक बोएतिस म्हणत.

हैन नदीच्या फुगाव्यानें झालें आहे; आबिसिनिया देशांतील देंबिया सरोवर नैलनदीच्या फुगाव्यानें झालें आहे; आलन, री, आणि दर्ग, हीं ऐर्लंडांतील सरोवरे शानन नदीच्या फुगाव्यानें झालीं आहेत.

वर्ग चवथा. ज्यांस मोठमोठे प्रवाह येऊन मिळतात पण ज्यांतून पाणी बाहेर जातांना दिसत नाहीं, अशीं ह्या वर्गांत मोडतात. क्यास्पियन समुद्र, अरल समुद्र; आणि आफ्रिकेंतलें चाद सरोवर हीं ह्या वर्गांतलीं सरोवरे आहेत. अशा सरोवरांत बाहेरून पाणी येतें तरी सरोवरांतील पाणी वाढत नाहीं, कारण, तें पाणी बाष्प होऊन वर जातें, किंवा जमीनांतून झऱ्यांनीं जातें.

कास्पियन समुद्र, अरल समुद्र, उरूम्या म्हणून इराण देशांत एक महासरोवर आहे तें, इत्यादि चवथ्या वर्गांतलीं बहुतेक सरोवरे क्षार आहेत. उष्ण देशांत, व आफ्रिका, एशिया, आणि अमेरिका ह्यांतल्या वाळवेच्या अरण्यांत क्षार सरोवरे पुष्कळ आहेत. तीं अशीं कीं, त्यांतल्या पाण्याचें बाष्प होऊन तें उडून जातें, आणि खाली खाराची पापडी जमते. तीपासून तेथील लोकांस मिठाचा पुरावा होतो. कित्येक सरोवरांच्या तळासीं सज्जीखार जमतो, इजिप्त देशांत ह्या प्रकारचीं साहा सरोवरे आहेत, तीं फार प्रसिद्ध आहेत. त्यांत सज्जीखार पुष्कळ उत्पन्न होतो, व त्याचा व्यापारही फार चालतो. दक्षिण अमेरिकेंत माराकायबु एथें एक सरोवर आहे त्यांत दोन वर्षांत १००० पौंड, म्हणजे ५०० शेर, ह्यापेक्षां अधिक सज्जीखार जमतो. तेथील इंडियनलोक बुड्या मारून तो खार वर काढतात. हंगरी देशांत ह्या प्रकारचीं कांहीं सरोवरे आहेत.

कांहीं एका सरोवरास नियमितकाळीं पाणी येतें व नियमितकाळांच नाहीसें होतें. इलिरिया देशांत कर्कनित्स नांवाचें सरोवर आहे, व पारागुवे नदीवर जारायेस सरोवर आहे ती वर सांगितलेल्या प्रकारची आहेत. जारायेस सरोवरास कधीं कधीं पाणी असतें व कधीं कधीं नसतें, ह्यामुळे तें सरोवर दक्षिण अमेरिकेच्या नकाशावर काढून मोडून टाकलेलें असतें. अशा सरोवरांस जे झरे असतात त्यांचें पाणी अधिक झालें म्हणजे सरोवरे भरतात, व कमी झालें म्हणजे वाळून कोरडी ठणठणीत पडतात.

पृथ्वीवरच्या मुख्य मुख्य सरोवरांची क्षेत्रफळें सुमारानें सांगून हा भाग संपवितों.

सरोवरांची नांवें.	क्षेत्रफळ चौरस मैल.	सरोवरांची नांवें.	क्षेत्रफळ चौरस मैल.
कास्पियन समुद्र...	१,२०,०००	वेनेर	२,१३५
अरल समुद्र.	४०,०००	देंबिया ...	१,१३०
सुपीरियर सरोवर...	२४,०००	वेत्तर	८४०
बैकल सरोवर.	२०,०००	मीलर.....	७६०
ह्यूरोन	१९,०००	वान सरोवर.	५६०
मिचिगान ...	१५,०००	मृत समुद्र...	३१०
चाद सरोवर..	१२,५००	पाल्ते.....	३००
स्लेव सरोवर..	११,८००	जिनीवा ...	२४०
ब्रेटवेर सरोवर.	१०,३००	कान्स्तान्स...	२००
विनीपेग.....	८,०००	गार्दा	१८०
एरी सरोवर...	८,०००	माजीओरी...	१५०
लादोगा.....	६,३३०	बालातोन ...	१५०
ऑंतेरियो ...	५,५००	लुफनीया ...	१०२
निकारगवा ...	४,८००	नुशातेल ...	६६
तितिकाका ...	४,०००	कोमो	५४
ओनिगा.....	३,३८०	लामोंद	२१
		नेस	१५
		विंदरमीर ...	७३

१. निकारगवा सरोवर ११० आणि १२० उत्तर अक्षांशांच्या मध्ये व ८४० आणि ८६ पश्चिम रेखांशांच्यामध्ये आहे. पासिफिक महासागरापासून हें सरोवर नीट सुमारे १२ मैलांवर आहे, व कारेबियन समुद्रापासून सुमारे ९० मैलांवर आहे. कारेबियन समुद्र व हें सरोवर ह्यांच्यामध्ये सेंटजुवान नामक नदी आहे तिनें दोन्ही एकत्र जुळलीं आहेत. ही नदी व हें सरोवर ह्यांतून अट्लान्टिक महासागर व पासिफिक महासागर हे जुळवावे अशी कल्पना पुष्कळ लोकांच्या मनांत वारंवार आली आहे.

२ दक्षिण अमेरिकेंतल्या सर्व सरोवरांत तितिकाका हें मोठें सरोवर आहे. समुद्राच्या सपाटीपासून ह्याची उंची सुमारे १२७९५ फूट आहे.

भाग ८.

भरती, ओहटी, आणि प्रवाह ह्यांविषयीं.

चंद्राच्या आणि सूर्याच्या आकर्षणानें, त्यांतही विशेषतः चंद्राच्या आकर्षणानें, भरती व ओहटी ह्या होतात. सूर्यापेक्षां चंद्र पृथ्वीच्या अधिक जवळ आहे, म्हणून सूर्याच्या पेक्षां चंद्राचें आकर्षण पृथ्वीवर अधिक लागू पडतें.

भरती आणि ओहटी ही एक सृष्टींत मोठ्या आश्चर्याची गोष्ट आहे, असें प्राचीन काळच्या लोकांस वाटत असे. सर ऐझाक न्यूटन ह्यानें आपल्या अलौकिक बुद्धीच्या वळानें त्यांचें कारण शोधून काढिलें नसतें, तर आजपर्यंत तें तसेंच गुप्त राहिलें असतें.

भरती आणि ओहटी ह्यांचे अद्भुत चमत्कार जेथें जेथें समुद्र आहेत तेथें तेथें दृष्टीस पडतात. सुमारे साहा तासपर्यंत समुद्राचें पाणी वाढत असतें. इतकें वाढतें कीं बंदरें व नद्या ह्यांच्या मुखांत शिरून तें किनाऱ्यांच्या जवळ जवळ जाऊन ठेपतें. असें झालें म्हणजे समुद्रास भरती आली, असें म्हणतात. भरती पुरी झाली, म्हणजे सुमारे १२ मिनिटेपर्यंत पाणी तसेंच राहतें, तेव्हां त्यास समा असें म्हणतात. मग तें पाणी सुमारे साहा तासपर्यंत ओसरत असतें. साहा तास झाल्यावर बारा मिनिटेपर्यंत तसेंच राहतें, तेव्हां त्यास निखार असें म्हणतात. मग पुनः पाणी चढूं लागतें. ह्याप्रमाणें आळीपाळीनें एकदां भरती व एकदां ओहटी असें चालतें. म्हणून चौवीस तास आणि पन्नास मिनिटे इतक्या वेळांत दोन भरत्या व दोन ओहट्या होतात.

१ ग्यालिलिओ, दिकार्तांस, आणि विशेषतः केप्लर, ह्या विद्वानांनीं भरती व ओहटी ह्यांच्या कारणांचा बराच शोध लाविला होता. ते असें म्हणत, कीं भरती व ओहटी ह्यांचा चंद्राशीं संबंध आहे; व अशी गोष्ट त्यांच्या मनांत आली हें साहजिकच होतें, कारण, चंद्राच्या गतीच्या अनुरोधानें त्या होतात. कालच्या पेक्षां आज, व आजच्या पेक्षां उद्यां, ह्याप्रमाणें दररोज ५० मिनिटांनीं मागून चंद्र खस्वस्तिकीं येतो, व जसा जसा चंद्र खस्वस्तिकीं उशीरां येतो तशा तशा भरती व ओहटी ह्याही उशीरानेंच होतात. हें त्यांनीं पाहिलें होतें.

२ चंद्र अचल असता, तर पृथ्वीचा प्रत्येक भाग चौवीस तासांनीं

समुद्राची भरती व ओहटी, व त्यास नेहमीं क्षुब्ध करणाऱ्या लाटा, व आंतून वाहणारे प्रवाह, ह्यांनीं त्याचें पाणी नेहमी चंचल होत असतें, ह्यामुळे तें स्तब्ध^१ व घाणेरें असें होत नाहीं. उष्ण देशांत पाणी लवकर नासतें, परंतु थंड देशांतल्यापेक्षां उष्ण देशांत समुद्राचे ठिकाणी क्षारपणा अधिक असतो, ह्यामुळे समुद्राचें पाणी त्या देशांतही नासत नाहीं.

पूर्वी सांगितल्याप्रमाणें मुख्यत्वेकरून चंद्राच्या आकर्षणानें भरती व ओहटी ह्या होतात. पृथ्वी आपल्या आंसासभोंवतीं फिरत असतां तिजवरचे सर्व प्रदेश क्रमानें चंद्राच्या समोर येतात. आणि आकर्षणधर्माप्रमाणें अतिदूरच्या प्रदेशापेक्षां अति संनिहित प्रदेशावर चंद्राचें आकर्षण अधिक असतें. पृथ्वीच्या परमाणूंच्या पेक्षां पाण्याच्या परमाणूंमध्ये स्नेहाकर्षण फार कमी आहे. ह्यामुळे ते पृथ्वीच्या परमाणूंच्या पेक्षां लवकर निराळे होऊन सहज चंद्राच्या आकर्षणानें ओढले जातात; ह्यामुळे समुद्र चंद्रासमोर आला म्हणजे अर्थातच त्याचें पाणी फार वेगानें चंद्राकडे उचलूं लागतें. नंतर पाणी वाढतां वाढतां शेवटीं पृथ्वीच्या गतीमुळे दुसरें पाणी चंद्राच्या समोर^२ येऊन पहिल्या पाण्यावरील त्याचें आकर्षण कमी होत जातें.

पुनः चंद्रासमोर येता, व त्यामुळे दर चौवीस तासांतच दोन वेळां भरती व दोन वेळां ओहटी ह्या होत्या; पण पृथ्वीची आपल्या आंसासभोंवतीं एक प्रदक्षिणा होती तीं चंद्र तेरा अंश पुढें जातो, ह्यामुळे तेंच याम्योत्तरवृत्त पुनः चंद्रासमोर यावयास ५० मिनिटे अधिक लागतात.

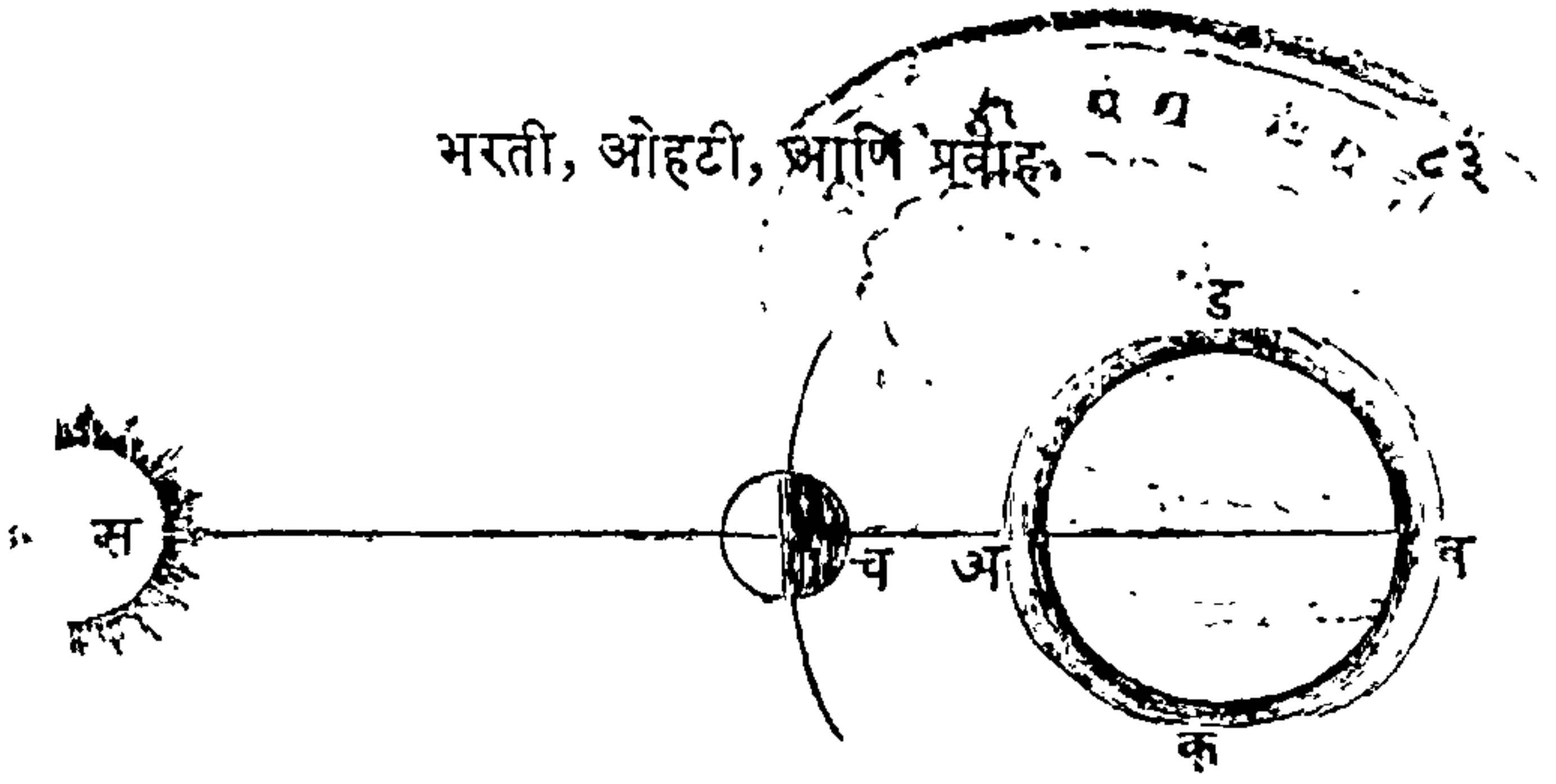
१. समुद्राचें पाणी स्तब्ध व नासकें असें असतें, तर पृथ्वीवर मनुष्यांस राहवतें ना, कारण, हल्लीं समुद्र क्षुब्ध होतो ह्यामुळे हवा जशी शुद्ध होती तशी समुद्र स्थिर असता तर न होती. उलटी समुद्रापासून घाण निघून तिनें हवा खराब होऊन ती प्राण्यांच्या व वनस्पतींच्या उपयोगी कांहींच न पडती.

२ चंद्र वरोवर खरवस्तिकां येतो तेव्हांच कांहीं भरती पराकाष्ठेची नसती, तर पुढें कांहीं वेळानें पराकाष्ठेची होती. कोठें कोठें किनाऱ्याची टोके पाण्यांत गेल्यामुळे, आणि कोठें कोठें अहंद सामुद्रभुन्या असल्यामुळे पाण्याच्या वृद्धीस अडथळा होतो तेथें समा फारच उशीरानें होते. महासागरांत भरती येण्यास कोणताही अडथळा नसतो तरी त्यांतही चंद्र

पृथ्वीचा जो भाग चंद्राच्या जवळ असतो त्यावर त्याच्या आकर्षणानें भरती येऊं लागली म्हणजे त्याच वेळेस त्याच्या खालच्या समोरच्या भागांही, म्हणजे पृथ्वीच्या दुसऱ्या बाजूस, भरती येऊं लागते; ह्यामुळें पृथ्वीचा जो भाग चंद्राच्या जवळ असतो त्यावर एक व त्याच्याच खालच्या समोरच्या भागां एक अशा दोन भरत्या एकदम होतात. चंद्राच्या जवळ जो पृथ्वीचा भाग येतो त्यावर त्याच्या आकर्षणानें भरती येते, हें तर सहज समजण्याजोगें आहे; पण त्याच वेळेस, त्याच कारणानें, पृथ्वीच्या समोरच्या भागां भरती येते, हें कसें? हें चमत्कारिक व अविश्वसनीय दिसतें खरें, परंतु तें अन्यथा नाही, खरेंच आहे, व तें सिद्धही सहज करतां येतें. ह्याचें बीज हेंच, कीं अति दूर जो पृथ्वीचा भाग असतो त्यावरल्यापेक्षां जवळच्या भागावर चंद्राचें आकर्षण अधिक असतें. आतां पृथ्वीच्या दुसऱ्या भागावर, म्हणजे अतिदूरच्या भागावर, जो समुद्र असतो तो जमिनीपेक्षां चंद्रापासून अधिक दूर असतो, म्हणून चंद्राचें आकर्षण त्या समुद्रावर जितकें असतें त्यापेक्षां जमिनीवर अधिक असतें, ह्यामुळें ती जमीन समुद्रापेक्षां चंद्राकडे अधिक ओढली जाऊन भरती आल्याप्रमाणेंच तें पाणी तिकडे उंच उंच होऊं लागतें.

ह्या विषयाचें पुष्कळ उपपादन केलें असतां हा जितका लक्षांत येईल, त्यापेक्षांही पुढील भंगी पाहिली असतां हा विषय चांगला लक्षांत येईल. हा विषय सुबोध करण्याकरितां आपण असें कल्पोंवें, कीं, पृथ्वी अगदीं गोलाकार आहे, व तिच्या पृष्ठभागावर पाणी पसरलें आहे. आतां पृथ्वीवर चंद्रादि कोणत्याही बाह्य पदार्थाचें आकर्षण नसतें, तर नारिंगाभोंवतीं जसें टरफल असतें तसें तिच्या भोंवतीं सागळ्या उंचीचें पाण्याचें आवरण असतें. पण तिच्या वर चंद्रादि बाह्य पदार्थाचें आकर्षण आहे, ह्यामुळें वर सांगितलेल्या गोष्टी घडतात.

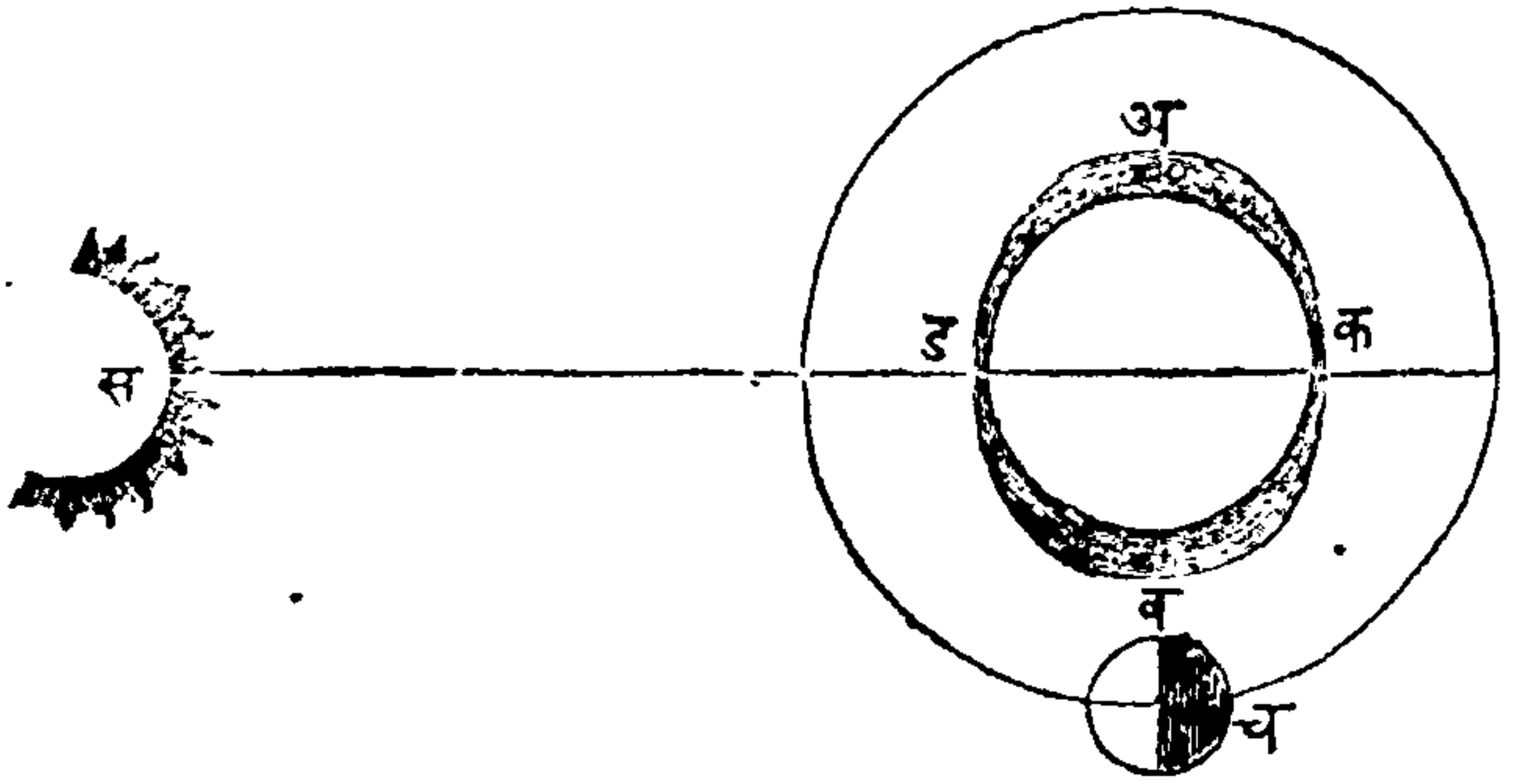
खस्वस्तिकापासून जाऊन $2\frac{1}{2}$ तास झाल्यावांचून समा होत नाही. कारण कीं, चंद्र दुसऱ्या ठिकाणीं जाऊन इकडील पाणी आकर्षून तिकडे नेई तोपर्यंत इकडे पाणी जमत असतें.



ह्या भंगीत अ व क ड ही पृथ्वी होय, च चंद्र आणि स सूर्य. अ हा चंद्राच्या जवळचा पृथ्वीचा भाग, व व हा अतिदूरचा भाग, ह्यांवर भरती येऊन समा झाली आहे असें दाखविलें आहे. आणि क आणि ड ह्या दोहों ठिकाणी पाणी निखार झालें आहे; कारण, अ आणि व ह्या ठिकाणी पाणी वाढून क आणि ड ह्या ठिकाणी पाणी कमी झालें आहे. अमावास्येस व पूर्णिमेस चंद्राचें आकर्षण व सूर्याचें आकर्षण हीं दोन मिळून अन्यदिवशींच्या पेक्षां समुद्रास फारच अधिक भरती येते, परंतु चंद्राच्या आकर्षणरेषेवर सूर्याची आकर्षणरेषा लंब असते तेव्हां चंद्राच्या आकर्षणानें जें पाणी जमत असतें तें सूर्याच्या आकर्षणानें कमी होतें; म्हणून त्या वेळची भरती लहान असते. चंद्र व सूर्य हे एका रेषेनें पाण्यास आकर्षित असतां जी भरती येते तीस उधानाचें पाणी म्हणतात; व त्यांची आकर्षणे एकामेकांवर लंब असतां जी भरती येते तिला भांगाचें पाणी म्हणतात; मागच्या भंगीत उधानाचें पाणी कसें होतें तें दाखविलें आहे. अमावास्येस चंद्र व सूर्य ह्यांची आकर्षणे एक होऊन तीं त्यांच्या जवळचा जो पृथ्वीचा भाग त्याजवरच्या पाण्यास ओढतात, व ह्यामुळें त्याच्या खालच्या बाजूचेंही पाणी वर जाऊं लागतें. पूर्णिमेस चंद्र सूर्य समोरासमोर येऊन पाण्यास आकर्षित असतात, तेव्हांही उधानच होतें. कारण, पूर्वी सांगितलेंच आहे, कीं पृथ्वीच्या एका भागीं भरती अथवा ओहटी होत असल्यास, त्या भागाच्या समोरच्या खालच्या भागीं भरती किंवा ओहटीच होते, त्याप्रमाणें एथें होतें.

पृथ्वीच्या भंगीत भांगाचें पाणी दाखविलें आहे. च हा अष्टमीचा चंद्र होय, आणि स हा सूर्य होय. आतां व स्थानीं चंद्र पाण्यास आकर्षितो, आणि ड स्थानीं सूर्य आकर्षितो, म्हणून चंद्राच्या आक-

र्षणास सूर्याचें आकर्षण प्रतिबंध करितें; ह्यामुळें चंद्राच्या समोरच्या प्रदेशीं फार पाणी ओढलें जात नाहीं, म्हणून व स्थानीं उधानाचें पाणी होत नाहीं, व ड स्थानीं पाणी निखार होत नाहीं. शुक्लाष्टमीस व कृष्णाष्टमीस नेहमींच्या प्रमाणें भरती फार येत नाहीं, व ओहटीही मोठी होत नाहीं. अमावास्येस व पूर्णमेस भरतीही नेहमींच्या पेक्षां मोठी येते व ओहटीही मोठी होते.



सूर्याच्या सारखें चंद्राचेंही आकर्षण विषुववृत्तावर अधिक असतें, म्हणून त्याजवळ भरती व ओहटी ह्या मोठमोठ्या होतात; व ध्रुवांजवळ आकर्षण कमी असतें, म्हणून तेथें त्या इतक्या लहान होतात, को त्या झाल्या न झाल्या हें लक्षांत देखील लवकर येत नाहीं.

महासागरांत व ज्यांत अडचणी नाहींत अशा मोठमोठ्या समुद्रांत भरती नियत काळीं होते, आणि तिची उंची एक दोन फुटांपेक्षां अधिक नसते. अशी गोष्ट पासिफिक महासागरांतील वेटांजवळ घडते. पण भरतीस भूशलाकांचा व किनाऱ्याचा अडथळा आला असतां, किंवा तीस खाडींतून जावयाचें असतां तेथें उलटे प्रवाह लागतात, ह्यामुळें तिच्या येण्याचे वेळाचा नियम राहत नाहीं, व पाणीही पुष्कळ चढतें. वायूच्या योगानेंही कधी कधीं भरती येण्याच्या वेळांत व तिच्या उंचींत फेर पडतो.

महासागरापासून दूर असे जे बाल्तिक समुद्र, भूमध्य समुद्र, वगैरे त्यांच्या पृष्ठभागाचा विस्तार इतका लहान आहे कीं, त्यांच्या

सगळ्या पृष्ठभागावर चंद्राचें आकर्षण सारखें पडतें, ह्यामुळे तेथें भरती आली असतां ती लक्षांत चांगली येत नाही. हृदसनचें अखात, वाफिनचें अखात, तांबडा समुद्र, इत्यादिकांत महासागरांतून भरतीचे मोठमोठे प्रवाह येण्यास वाट आहे, म्हणून तेथें नियतकाळीं मोठमोठ्या भरत्या व ओहट्या होतात. ब्रिटिशचानलांत कधी कधी ४० किंवा ५० फूट उंचीची भरती येते; व फंदीचे अखातांत तर ६० फूट उंचीची भरती येते; व ती इतक्या वेगानें येते कीं, किनाऱ्यावर चरणाच्या गुरांडोरांस पळून जाण्यास संधि न सांपडून तीं कधीं कधीं बुडून वाहून जातात. भरतीचे प्रवाह येण्यास वाट असते अशा ज्या गंगा, सिंधु इत्यादि नद्या त्यांच्या मुखापाशी ३०-४० फूट उंचीची भरती येते; आणि कधीं कधीं ती मोठ्या त्वरेनें येऊन तिनें फार नाश होतो.

प्रवाहांविषयी.

समुद्रांतून निरनिराळ्या वेगांनीं निरनिराळ्या दिशांस पाण्याचे प्रवाह जातात, ह्यामुळे समुद्राचें पाणी नेहमीं चालत असतें. विषुववृत्तावरचे व ध्रुवांजवळचे प्रवाह सतत वाहणारे व बेताचे असतात; परंतु कांहीं प्रवाहांस उत्पन्न करणारीं कारणें अनियत असतात, व त्यांत वारंवार फेरफार होतो, ह्यामुळे ते प्रवाहही अनियत असतात.

विषुववृत्तांतला महाप्रवाह नेहमीं पूर्वेकडून पश्चिमेकडे वाहत असतो तो सर्व प्रवाहांत मोठा आहे. हा विषुववृत्ताच्या दोहों बाजूंस ३०-३०° अंशपर्यंत आहे. अत्लांतिक महासागरांत विषुववृत्ताच्या आंत, आफ्रिकेच्या किनाऱ्याजवळ ह्या प्रवाहास आरंभ होतो; आणि दक्षिण अमेरिकेचा जो भाग पूर्वेकडे समुद्रांत गेला आहे, तेथें आल्यावर त्याच्या दोन शाखा होतात. एक शाखा ब्रेजिल देशाच्या किनाऱ्यानें जात जात माजिलनच्या सामुद्रधुनीनें पॅसिफिक महासागरांत जाते; व दुसरी शाखा वायव्येस जाऊन कारेबियन समुद्रांत वळते, मग क्यूबाची पश्चिम सीमा आणि यूकतान ह्यांनीं झालेल्या सामुद्रधुनींतून मेक्सिकोच्या अखातांत जाते. मग वेराक्रूस ह्या शहरापासून रयोदेल्नार्त ह्या नदीच्या मुखापर्यंत जी किनाऱ्याचीं वळणें आहेत त्या वळणांनीं मिसिसिपीच्या मुखाशीं येते तेथून फ्लोरिदा ह्या प्रांताच्या

पश्चिमेच्या किनाऱ्यानें जाऊन फ्लारिदाच्या अखातांत शिरते. आणि तेथें त्यास अखाताचा प्रवाह म्हणतात. हा प्रवाह खलाशी लोकांस फार उपयोगी पडतो. मेक्सिकोच्या अखाताच्या किनाऱ्यावर त्या प्रवाहाचा मोठा आघात होतो, ह्यामुळे त्याचा प्रत्याघातही मोठा होतो; व त्या अखातांत जाऊन पडणाऱ्या नद्यांचें पाणी त्या प्रवाहास मिळतें; आणि तो प्रवाह ज्या सामुद्रधुनींतून बाहेर पडतो तो फार अरुंद आहे, ह्या सर्व गोष्टींमुळे त्याचा वेग फारच वाढतो. बहामा-नामक सामुद्रधुनींतून बाहेर पडल्यावर तो ईशान्येस वळतो मग त्याचा वेग कमी होऊन तो यूनैतेदस्तेसच्या किनाऱ्यानें जाऊन शेवटीं न्यूफौंडलांदाच्या दक्षिणेकडच्या किनाऱ्यावर आपटतो. मग तो आग्नेयीस वळून अजोरीस नामक बेटापर्यंत जातो, आणि तेथून दक्षिणेस वळून युरोप आणि आफ्रिका ह्यांच्या किनाऱ्यांनीं केनेरीसनामक बेटांकडे जातो. शेवटीं केपब्लांको ह्याच्या अक्षवृत्तावर येऊन पुनः

१ फ्लारिदाच्या अखातांतून बाहेर निघतांना त्या प्रवाहाचा वेग दर तासास सुमारे पांच मैल असतो. जांजिया आणि कारोलैनास ह्यांच्या किनाऱ्यांनीं जातांना त्याचा वेग दर तासास तीनपासून दोन मैलांपर्यंत असतो. एथें हा प्रवाह किनाऱ्यापासून समुद्रांत सुमारे ७० मैलांवर आहे, पण तो जसा जसा उत्तरेस जातो तसें तसें किनाऱ्यापासून अंतर अधिक होते. मध्यम प्रमाणानें त्याची रुंदी सुमारे ६० मैल आहे. तीही तो उत्तरेस जाऊं लागला म्हणजे अधिक होते. जसा जसा तो थंड देशांत जातो तसा तसा त्याचा सुंदर निळा रंग व त्याची अधिक उष्णता व त्यांतून विशेषतः न्यूफौंडलांदापार्शीं निघणाऱ्या वाफा ह्यावरून तो ओळखतां येतो.

२ सुमारे पंधराव्या शतकाच्या शेवटीं, म्हणजे अमेरिका सांपडली ह्याच्या कांहीं वर्षे अगोदर, अशी गोष्ट घडली कीं, अज्ञात जातीच्या मनुष्यांचीं दोन प्रेते प्रवाहानें वाहत येऊन अजोरीस नामक बेटांच्या कांठीं लागलीं. ह्या गोष्टीवरून कोलंबसाची पक्की खानरी झाली कीं, पश्चिमेकडे ही एक महाद्वीप आहे. अमेरिकेंतल्या उष्णकटिबंधातील शाडझुडपें ह्या प्रवाहानें वाहत येऊन नार्वे व स्काट्लंड ह्यांच्या किनाऱ्यांवर पुष्कळ वेळां लागलीं आहेत, एकदा तर असें झालें, कीं पश्चिम इंडीस बेटांत जळलेल्या गलयनाची डोलकाठी येऊन हेब्रिडीस बेटांवर लागली.

विषुववृत्ताच्या प्रवाहाशीं मिळतो. मग एथें त्याची प्रदक्षिणा संपून तो पुनः अमेरिकेकडे जाऊं लागतो.

पासिफिक् महासागरांत, विषुववृत्तांतला महाप्रवाह अमेरिकेच्या पश्चिमतीरापासून एशिया व न्यूहालंद ह्यांच्या पूर्वेकडच्या किनाऱ्यापर्यंत सतत एकसारखा जातो. ह्यामुळें तिकडे जाणाऱ्या खलाशांस तो फार उपयोगी पडतो. तेथें आल्यावर मध्यें प्रतिबंध येऊन त्याचे अनेक निरनिराळे प्रवाह होतात. ह्यामुळें न्यूहालंद आणि एशिया खंड ह्यांच्या मध्यें जीं अनेक बेटें आहेत त्यांच्या मधून गलबतें नेणें फारच कठीण व धोक्याचें काम असें झालें आहे. त्या प्रवाहांपैकीं एक मोठा प्रवाह न्यूहालंदाच्या दक्षिण किनाऱ्याचे भोंवतालून जातो. त्यानें न्यूहालंद आणि वांदीमन्सलांद ह्यांच्या मधल्या अखातांत अनेक मोठमोठे प्रवाह झाले आहेत. न्यूहालंदाच्या किनाऱ्यानें जात असतां मादागास्कर आणि आफ्रिका ह्यांच्या किनाऱ्यांकडे पश्चिमेस तो पुनः वळतो.

ध्रुवांजवळचे प्रवाह ध्रुवांपासून विषुववृत्ताकडे वाहतात, ह्यामुळें ध्रुवांकडून समशीतोष्ण कटिबंधांत बर्फाचे गोळ्यांचे गोळे वाहत येतात, तेणेंकरून अट्लंटिक महासागराच्या उत्तरेकडील भागांत, विशेषतः धुक्याच्या दिवसांमध्ये, गलबतें नेणें फारच धोक्याचें होतें. कप्तान पारीसाहेब ह्यानें विनचाकी गाडीसारख्या होड्या व रेनदीर ह्यांच्या साहाय्यानें उत्तर ध्रुवाकडे जाण्याविषयीं प्रयत्न केला, पण उत्तर ध्रुवाकडून येणाऱ्या प्रवाहांनीं तो निष्फळ झाला. तो साहेब जसा जसा तरंगत्या बर्फावरून उत्तरेकडे जाई, तसें तसें तें बर्फ त्या प्रवाहामुळें अधिक वेगानें दक्षिणेकडे येई.

पाण्यानें भरलेल्या पिंपामधून तांब्या भरून काढला असतां तेथें खळी पडते, तीत चोहोंकडून पाणी मोठ्या वेगानें येऊन पाणी फिरून सारखें होतें. ह्याप्रमाणेंच ही गोष्ट आहे. विषुववृत्ताजवळच्या पाण्यापासून वाष्प होऊन पुष्कळ पाणी उडून जातें, ह्यामुळें तेथचें पाणी कमी होऊन तेथील पाण्याची सपाटी मोडते, ती पहिल्यासारखी करण्याकरितां दोहों ध्रुवांकडून पाणी येऊं लागतें.

ही गोष्ट विषुववृत्तांतला पाण्याचा कल पश्चिमेकडे असतो म्हणून जें पूर्वी सांगितलें त्यास विरुद्ध दिसते, पण वास्तविक पाहिलें असतां

ती विरुद्ध नाही, हें पुढें लिहितां ह्यावरून दिसून येईल. ध्रुवाजवळच्यापेक्षां विषुववृत्ताजवळ पृथ्वीस वेग अधिक असतो, म्हणून ध्रुवांकडून येणारे प्रवाह मागे, म्हणजे पश्चिमेस, राहतात. कारण, पृथ्वी पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरत आहे, ह्यामुळे ते पश्चिमेकडे वाहत चालिले आहेत, असें भासतें. विषुववृत्ताच्या वेगाइतका ज्याच्या आंगी वेग नसतो असें पाणीं ध्रुवांकडून सतत येत असतें, म्हणून तें पश्चिमेकडे सतत जात आहे असें दिसतें.

समुद्रांत एकमेकांच्या वाजूनीं विरुद्ध दिशांस वाहणारे असेही प्रवाह पुष्कळ ठिकाणीं आढळतात. अंतर्वाही प्रवाह, म्हणजे वरचा प्रवाह एका दिशेनें जात असतो त्याच्या खालून तद्विरुद्ध दिशेस किंवा भिन्न दिशेस जाणारे प्रवाह हेही असावे असा संभव दिसतो. क्याटगेट एथें एक प्रवाह जटलंदच्या किनाऱ्यानें वाल्तिक समुद्रांत जातो, आणि स्वीदन देशाच्या किनाऱ्यानें दुसरा प्रवाह त्या समुद्रांतून बाहेर पडतो. जिब्रालतरच्या छेटांतून एक मोठा प्रवाह भूमध्यसमुद्रांत जातो, व त्याच समुद्राचें पाणी अंतर्वाही प्रवाहांनीं पुनः अटलांतिक महासागरांत येतें, असें कित्येकांचें मत आहे.

एकमेकांच्या समोरून येणाऱ्या प्रवाहांची गांठ पडली असतां कधीं कधीं ते चक्राकार गरगर फिरावयास लागून मोठमोठे भोंवरे होतात. विशेषतः अरुंद सामुद्रधुन्यांमध्ये गांठ पडली असतां ही गोष्ट घडते. प्राचीन काळच्या खलाशी लोकांस अति भयप्रद असा जो कारिब्दिसनामक फार प्रसिद्ध भोंवरा तो अशा प्रवाहांनीच झालेला आहे. कारिब्दिसापेक्षांही फार धोक्याचा असा जो मेलस्त्रोमनामक एक भोंवरा नार्वे देशाच्या किनाऱ्यावर आहे तोही तसाच झालेला आहे.

१ कारिबियन समुद्रांत कांहीं ठिकाणीं विषुववृत्ताकडचे प्रवाह अतिवेगानें वाहनात. असें सांगतात, कीं त्यांतून होडी चालली असतां तिजवरून एखादें मोठें वजन पुष्कळ खोल सोडलें असतां ती आपल्या स्थानापासून हालणार नाही. ह्यावरून असें मानतात कीं, बुडालेला पदार्थ वरच्या प्रवाहाच्या विरुद्ध दिशेनें वाहणारा जो अंतर्वाही प्रवाह त्यांत सांपडतो व वरचा प्रवाह जितक्या जोरानें होडीस ओढीत असतो तितक्या जोरानें खालचा प्रवाह त्या पदार्थास विरुद्ध दिशेनें लोटतो, ह्यामुळे ती होडी एका ठिकाणांचे स्थिर राहते.

त्याचा जोर इतका आहे की, दोन मैलांवरून गलवतें, व फार तर काय, व्हेलमासेही ओढले जाऊन त्यांत बुडून जातात. ह्या भोंवत्याचा मोठा शब्द होतो. विशेषतः तुफान झालें म्हणजे त्याची मोठी भयंकर गर्जना होती, आणि कधी कधी नऊ मैलपर्यंत त्याची ओढ बसते.

समुद्रांतले प्रवाह थंडदेशांतून उष्णदेशांत वाहत जातात, ह्यामुळे चोर्हीकडच्या पाण्यांत उष्णता सारखी राहते इतकेंच नाही, तर त्यांच्या योगानें पृथ्वीवरची उष्णताही सारखी होते. आसमंताद्वागीच्या समुद्रांत समशीतोष्णता नसती, तर अतिशीतानें पृथ्वीचे कित्येक भाग वस्तीला अयोग्य झाले असते.

भाग १.

वातावरण, त्याचे गुण आणि उपयोग, ह्यांविषयीं.

पारदर्शक, स्थितिस्थापक, आणि अदृश्य असा जो पृथ्वीच्या भोंवताऱ्यां प्रवाही पदार्थ आहे त्यास वातावरण म्हणतात. त्याची उंची सुमारे ४५ मैल आहे. पृथ्वी आपल्या आंसावर फिरत असतां वातावरण तिजबरोबर फिरतें, व ती आपल्या कक्षेतून सूर्यासभोंवतीं फिरत असतां तेंही तिजबरोबर जातें. प्राणी व उद्भिज्जें ही वांच-

१. वात हा एक मूळतत्व आहे असें प्राचीन लोक मानीत असत, परंतु अलिकडे असें पक्कें समजलें आहे कीं, आक्सिजन आणि नैत्रोजन ह्या वायुरूपी पदार्थांचें मिश्रण होऊन तो झालेला आहे. दाक्टर मरी साहेब ह्याच्या मताप्रमाणें दर १०० भाग वातांत त्याचे घटक अवयव येणेंप्रमाणें असतात.—

नांवें.	मापानें.	वजनानें.
नैत्रोजन.....	७७.५.....	७५.५५
आक्सिजन.	२१.०	२३.३२
पाण्याची वाफ.	१.४२.....	१.३
कार्बोनिक् आसिद.	०.८.....	.१०

२. वातावरणाची उंची बराबर समजत नाही खरी, तरी पंचेचाळीस मैलांपुढें तें फार पातळ झालें आहे; ह्यामुळे त्यापासून सूर्यकिरणांचें परावर्तन होत नाही.

प्यास वातावरण आवश्यक आहे. उंच पर्वतांच्या शिखरांवर हें फार पातळ असतें, ह्यामुळें तेथें श्वासोश्वास करण्यास फार कठीण पडतें. आणि वाताकर्षण यंत्राच्या वातरहित केलेल्या पात्रांत प्राणी घातला असतां तो तत्काळ मरतो, हें प्रसिद्धच आहे.

पृथ्वीसभोंवतीं वातावरण नसतें, तर तीस सुपीक करणारा पाऊस किंवा दहिंवर कधीही न पडतें. सांक्रामिक रोग आणणाऱ्या वाफा पृथ्वीपासून नेहमीं निघत असतात, त्यांचे घटक अवयव निराले करून त्यांस वातावरण वितुळवितें. ह्याच्या योगानें अत्युष्णता व अतिशैत्य हीं सुमाराचीं होऊन सर्व देश मनुष्यांस कसे तरी राहण्याजोगे झाले आहेत. वातावरणाचे ठिकाणीं किरण वक्र करण्याची व परावृत्त करण्याची शक्ति आहे, ह्यामुळें सकाळीं व संध्याकाळीं पृथ्वीवर संधिप्रकाश पडतो, व आकाशांत सर्वत्र सूर्याचा प्रकाश पसरतो. ह्या शक्ति वातावरणाच्या आंगी नसत्या, तर हल्लीं रात्र येत येत येऊन, येणाऱ्या अंधकाराची सूचना होती, ती न होतां एका-एकीं धडधडीत सूर्याचा प्रकाश जाऊन क्षणांत मध्यरात्रीचा काळोख पडता. वातावरणाचे आंगीं किरणांचें परावर्तन करण्याची शक्ति आहे, म्हणूनच सूर्याचा उजेड आकाशांत पसरून दिशा प्रकाशित होतात. सूर्याच्या किरणांचें परावर्तन होऊन ते आकाशांत न पसरते, तर आकाशाच्या ज्या भागीं सूर्य आहे तो मात्र प्रकाशित होता, आणि दुसऱ्या सर्व ठिकाणीं अमावास्येच्या रात्रीसारखा काळोख पडून मध्यान्हीं देखील आकाशांत नक्षत्रें दृष्टीस पडतीं.

किरणपरावर्तन आणि संधिप्रकाश ह्यांविषयीं.

सकाळीं सूर्य क्षितिजाखालीं 90° अंशांवर आला, म्हणजे त्याचे किरण आपल्या डोकीवरच्या वातावरणांत जाऊन ते पृथ्वीवर परावृत्त होतात; तेव्हां पांहाट झाली असें म्हणतात. सूर्य क्षितिजावर येई तोंपर्यंत प्रकाश अधिक अधिक वाढत असतो. ह्याचप्रमाणें संध्याकाळीं सूर्य 90° अंश क्षितिजाखालीं जाई तोंपर्यंत प्रकाश राहतो; त्यास सायंकाळ म्हणतात. हा प्रकाश कमी कमी होत नाहीसा होऊन रात्रीचा काळोख पडतो. ह्या प्रकाशास संधिप्रकाश म्हणावें. अक्षांश, ऋतु, आणि वातावरणाची स्थिति ह्यांजवर संधि-

प्रकाश राहाण्याचा काळ असतो. विषुववृत्ताजवळ संधिप्रकाश नेहमी थोडा वेळ असतो, आणि ध्रुवांजवळ तो कितीएक महिनेपर्यंत देखील राहातो. कारण, हिवाळ्यांत ध्रुवांजवळच्या प्रदेशीं सूर्य क्षितिजाखाली क्वचित् 90° अंशांवर जातो, म्हणून तेथे संधिप्रकाश बहुतेक हिवाळाभर असतो. ह्या भयाण प्रांतांतल्या लोकांस वर्षांतून बहुतेक काळपर्यंत सूर्यदर्शन नसतें, ह्यावरून कोणास असे वाटेल की, तेथे नेहमी अंधकार असावा, पण तसें नाहीं. तेथे संधिप्रकाश फार दिवस राहातो, व चंद्राचा प्रकाश बहुतकरून नेहमी असतो. आणि विशेषतः अयनांताच्या सुमारे तेथे तेजाचे^३ पुंज आकाशांत उद्भवतात, ह्यामुळे तेथचे लोक आपआपले नेहमींचे उद्योग करितात.

किरणवक्त्रीभवनाविपर्यां.

वातावरण पृथ्वीच्या जवळ फार घट्ट असतें, कारण तें जसें जसें पृथ्वीच्या जवळ आहे तसा तसा वरच्या अंशांचा भार खालच्या अंशांवर पडून तें घट्ट होतें. जसें जमिनीवर लोंकरीचा ढीग केला असतां, तिच्या वरच्या अंशांचा दाब खालच्या अंशांवर बसून ती खाली दबून दाट होते. म्हणून वातावरणांत सूर्याचे किरण गेले राहजे ते वक्र होतात; ह्याचमुळे खस्वस्तिकांतल्यावांचून बाकीच्या द्राक् ठिकाणचे तारे वास्तविक जितके उंच आहेत त्यापेक्षां अधिक वात

१. विषुववृत्ताजवळ सूर्य क्षितिजाखाली नीट जातो, व सकाळीं क्षितिजावर नीट येतो; आणि ध्रुवांकडे तर तो क्षितिजाखाली तिरकस जातो, व सकाळींही क्षितिजावर तिरकस येतो; म्हणून विषुववृत्ताजवळ त्याचें जाणें येणें लवकर होतें.

२. पूर्णिमेस चंद्र आकाशांत सूर्याच्यासमोर पृथ्वीच्या दुसऱ्या बाजूस असतो, म्हणून जेव्हां जेव्हां सूर्य क्षितिजाखाली असतो तेव्हां तेव्हां चंद्र क्षितिजावर असतो. ह्यामुळे उन्हाळ्यांत सूर्य जितका वेळ व जितका उंच क्षितिजावर असतो, तितकाच वेळ व तितकाच उंच पूर्णिमेचा चंद्र हिवाळ्यांत क्षितिजावर असतो. ह्यामुळेच उत्तरेकडच्या राशींतून जात असतां ध्रुववृत्तापार्शी पूर्ण चंद्र नेहमीं क्षितिजावर असतो.

३. उत्तरध्रुवाकडे मोठे मोठे तेजाचे पुंज आकाशांत दिसतात त्यांस इंद्रेजी भाषेंत आरोरा बोरियालिस (औत्तरतेज) असें म्हणतात.

उंच दिसतात; व ह्याचमुळे सकाळीं सूर्य क्षितिजावर आला नाही तो, व संध्याकाळीं क्षितिजाखालीं गेला असतांही पुढें, कांहीं 'वेळपर्यंत तो आपल्या दृष्टीस पडतो. क्षितिजापार्शीं हवा दाट आहे म्हणून तेथें वक्रीभवन फार होतें. तें सुमारे अर्ध्या अंशापेक्षां कांहींसें अधिक (३३' कला) असतें.

ह्यावरून असे सिद्ध होते, कीं, चंद्र किंवा सूर्य ह्याची खालची कड क्षितिजावर दिसत असली, तरी त्याचें सर्व मंडळ वस्तुतः क्षितिजाखालीं असतें. मग अर्थात्च सूर्यकिरण वातावरणांतून येतांना ते आपल्या डोळ्याकडे वक्र न होते तर बिंब दृष्टीस^१ न पडतें. ह्यास एक साधें उदाहरण आहे त्यावरून ही गोष्ट स्पष्टपणें लक्षांत येईल. एखादा रुपया घेऊन तो रिकाम्या भांड्याच्या मध्यभागीं ठेवावा, आणि जेथें बसलें असतां तो आपल्या दृष्टीच्या यत्किंचित् खालीं जाईल अशा स्थळीं वसावें, आणि मग त्यांत पाणी ओतावें, म्हणजे तो दिसूं लागतो. पुनः तो न दिसे इतकें दूर गेलें असतांही पात्रांत

१. वक्रीभवन नसतें, तर हल्लीं ज्या वेळेस सूर्य उगवतो व मावळतो त्या वेळेच्या पूर्वी कधीं कधीं पांच वेळे अगोदर उगवता व संध्याकाळीं पांच वेळांनीं मागून मावळता. त

२. कारण कीं क्षितिजापार्शीं वातावरणावर फार दाब, म्हणून तेथेस- फार दाट असतें. ता,

३. सूर्याच्या किंवा चंद्राच्या वरच्या कडेपासून एक व खालच्या कडेपासून एक अशा दोन सरळ रेषा जर पाहाणाऱ्याच्या डोळ्यापर्यंत काढल्या, तर त्यांच्या मध्ये सुमारे अर्ध्या अंशाचा कोन होईल. भर हिवाळ्यामध्ये सूर्य जवळ असतो तेव्हां त्याच्या बिंबाच्या व्यासासमोरचा कोन ३२॥ कला असतो, आणि ऐन उन्हाळ्यामध्ये सूर्य दूर असतो तेव्हां तो ३१॥ कला असतो.

४. इसवी सन १८३७ सांत एप्रिल महिन्याच्या विसावे तारखेस इंग्लंडांत सूर्यास्ताच्या पूर्वी अस्त चंद्र दिसूं लागला. आतां वातावरणाच्या आंगीं किरणांस वक्र करण्याचा धर्म नसता, तर असे घडण्याचा संभव न होना. कारण चंद्र, पृथ्वी व सूर्य हे तिन्ही गोल एका सरळ रेषेत न होते. इ० स० १७१७ चांत सप्टेंबर महिन्याच्या विसाव्या तारखेस असेच घडलें होतें.

आणखी पाणी ओतावे म्हणजे पुनः तो दिसू लागतो. आतां आपण असें कल्पू; कीं, भांड्याची कड हें क्षितिज, त्यांतलें पाणी हें वातावरण, आणि रुपया हा चंद्र किंवा सूर्य होय. ह्या कल्पनेवरून चंद्र क्षितिजाखालीं वास्तविक असतां तो क्षितिजावर दिसू लागतो, हें सहज लक्षांत येईल.

किरण वक्र होण्याचें परिपाठांतलें दुसरें एक उदाहरण आहे, तें असें कीं, काठी पाण्यांत तिरपी अर्धो बुडविली असतां, तिच्या आंगीं बांक दिसू लागतो व तिचा पाण्यांत बुडालेला भाग पाण्याच्या पृष्ठाजवळ मोडलेला दिसतो. पण नीट उभी बुडविली असतां, ती जशीची तशीच दिसते. कारण, खस्वस्तिकाकडे किरणांचें वक्री-भवन होत नाहीं.

वातावरणाच्या वजनाविषयीं.

पृथ्वीचे जे भरीव भाग आहेत त्यांशीं वातावरणाची तुलना करून पाहिली असतां, तें फारच हलकें आहे; पण सगळ्या वातावरणाचें एकंदर वजन पाहिलें असतां, तें मोठें अचंब्याचें वाटतें. भारमापक यंत्रांतील पारा वातावरणाच्याच वजनानें त्या यंत्राच्या नळीमध्ये राहातो. ह्या यंत्रावरून असें दिसतें, कीं, अमुक व्यासाच्या व समुद्राच्या पृष्ठापासून वातावरणाच्या शेवटापर्यंत उंचीचा एवढा एक वातस्तंभ घेतला, तर त्याचें वजन तेवढ्याच व्यासाच्या तीस इंच उंचीच्या पारदस्तंभाच्या वजनावरोबर आहे; व तेवढ्याच व्यासाच्या बत्तीस फूट उंचीच्या जलस्तंभाच्या वजनावरोबर आहे. पाण्या-विषयीं हा जो नियम समजला आहे ह्यावरूनच कांहीं बंब तयार करितात. वर सांगितल्यावरून असें सिद्ध होतें, कीं, वातावरणाचें वजन पृथ्वीसभोंवतीं ३० इंच उंचीचा पाण्याचा, किंवा ३२ फूट उंचीचा पाण्याचा, थर दिला असतां त्याच्या वजनावरोबर होईल, किंवा ६० मैल व्यासाच्या शिशाच्या गोळ्याच्या वजनावरोबर होईल. कोणी असा हिशोब केला आहे, कीं, दर औरस चौरस इंचभर जमिनीवर वातावरणाचें वजन १५ पौंड ($७\frac{1}{2}$ शेर) आहे; म्हणून, ज्याच्या सगळ्या शरीराचें क्षेत्र सुमारें १५ चौरस फूट आहे अशा साधारण मापाच्या मनुष्यावर ३२५०५ पौंड, म्हणजे २० खंडी व $६\frac{1}{2}$ मण, इतकें वातावरणाचें वजन असतें. हें वजन आपणांस वा-

टत नाही खरें; पण त्यास तोलून राखणारी आपल्या शरीरांत हवा नसती, तर, व हें वजन शरीराच्या सर्व भागावर सारखें नसतें, तर त्यानें आपण चिरडून जाऊन मेलों असतो.

भाग १०.

वाष्पभवन, मेघ, पर्जन्य, दहिंवर, बर्फ, आणि गारा ह्यांविषयीं.

समुद्र, सरोवर, नद्या, आणि पृथ्वीवरचे ओलसर प्रदेश ह्यांपासून सूर्य व हवा ह्यांच्या योगानें पाण्याची वाफ होऊन वर जाते, त्या क्रियेस वाष्पभवन म्हणतात. पृथ्वीजवळच्या हवेपेक्षां वाफ हलकी असते, ह्यामुळे ती वर जाऊन जेथें तिच्याइतक्या वजनाची हवा असते तेथें ती राहाते. जोंपर्यंत ती हवेंत मिसळलेली असते, तोंपर्यंत पाण्यांत विरलेल्या मिठाप्रमाणें ती अदृश्य असते. पण आंत न राही इतकी वाफ हवेंत मिसळली, तर, किंवा उष्णता कमी होऊन हवेच्या ठायीं वाफ वितुळविण्याची शक्ति कमी झाली, तर, वाफ घन होऊन आकाशांत मेघरूपानें दिसते, किंवा पर्जन्य, गारा आणि बर्फ ह्यांतून एकाद्याच्या रूपानें जमिनीवर पडतांना ती दिसते.

मेघ अनेक आकृतींचे वाटतात खरे, पण बहुतकरून त्यांच्या आकृतींचे नियम असतात; ह्यावरून त्यांचे वर्ग केले आहेत ते येणेंप्रमाणें;—कुंतलनिभ मेघ, पुंजनिभ मेघ, व विताननिभ मेघ हे मेघांचे तीन प्रकार आहेत; व हे एकामेकांशीं मिळून त्यांचे पुंजकुंतलनिभ, पुंजविताननिभ, इत्यादि प्रकार असतात. कुंतलनिभ मेघांच्या आंगीं घनता फार थोडी असते, त्यामुळे ते आकाशांत फारच उंच असतात. पुंजनिभ मेघ गोलपृष्ठाकृति व शंक्राकृति असे असतात. हे मेघ वातावरणांत खालीं असतात. विताननिभ मेघ हे एकसारखे पसरलेले व कधीं कधीं जमिनीस लागलेले असे असतात. हे मेघ बहुधा रात्रीं येतात.

मेघ जमिनीस येऊन लागले असतां त्यांस धुकें म्हणतात. वा-

तावरणाच्या खालच्या थरांमध्ये कांहींसा सर्दपणा असला म्हणजे धुकें उत्पन्न होतें. उष्णदेशांत सूर्याच्या उष्णतेनें धुकें अगदीं नाहींसें होतें, किंवा मेघ होऊन आकाशांत वर जातें. थंड देशांत, त्यांतही विशेषतः धुवाजवळ, धुकें नेहमी असतें. न्यू फॉंदलांदाच्या कांठाजवळ धुकी बहुतकरून नेहमी असतात. ह्या धुक्यांनीं एथील समुद्रांत गलवतें चालविणें हें मोठें धोक्याचें काम होय.

पर्जन्य, गारा, आणि वर्षा ह्यांच्या रूपांनीं वाफ पृथ्वीवर पडते, ह्यामुळे नद्या, झरे, ओढे हीं उत्पन्न होऊन समुद्रांतलें वाष्परूपानें वर गेलेलें पाणी पुनः त्यास प्राप्त करितात. ह्याप्रमाणें मनुष्याच्या कल्याणार्थ आकाश आणि पृथ्वी ह्यांच्या मध्ये पाणी नेहमीं भ्रमण करीत असतें. समुद्रापासून वाष्परूपानें जें पाणी वर जातें तें आकाशांत शुद्ध होऊन मेघांकडून सर्व पृथ्वीवर वांटलें जातें, आणि तें उद्भिज्जांच्या उत्पत्तीस फार उपयोगी पडतें. पृथ्वीच्या आंतील शिरांतून स्रवतांना, त्यांत खनिज पदार्थांचे परमाणु मिसळून, तें मनुष्यें व जनावरें ह्यांस पिण्याजोगें होतें. पावसाचें पाणी अति शुद्ध असतें खरें, पण ह्यामुळेच तें फार बेचव लागतें.

पाऊस, दहिंवर, वर्षा, आणि गारा ह्यांविषयीं.

उष्ण प्रदेशांत वाफ फार होते, तसाच तेथें पर्जन्यही फार पडतो. उष्णकटिबंधांत वर्षात मध्यम प्रमाणानें १०० इंचापेक्षां अधिक पर्जन्य पडतो. आणि उत्तरसमशीतोष्णकटिबंधांत उभ्या वर्षात ३० इंचापेक्षां कांहीं अधिक इतका मात्र पडतो, म्हणजे त्याच्या $\frac{१}{३}$ शापेक्षांही कमी पडतो. एक इंचभर पाऊस म्हणजे एका चौरस इंचावर एक इंच खोलीचा पाऊस पडतो. तो पर्जन्य किती पडला हें

१. म्हणजे ते थर त्याच्या खालच्या पृथ्वीच्या प्रदेशापेक्षां थंड असले तर, ज्या प्रदेशांत फार धुकें पडतें तेथें वानावरणाच्यापेक्षां समुद्रांत उष्णता अधिक असते. कारण, पाण्याचा वरचा थर थंड झाला, म्हणजे तो खालच्यापेक्षां जड होऊन खालीं जातो, आणि उष्णोदकाचा वर येतो. पण अन्तलांतिक महासागराच्या पश्चिमभागीं धुकें पडण्याचें मुख्य कारण पाहिलें असतां, असें आहे कीं, फ्लोरिदा येथील महाप्रवाहाचें उष्ण पाणी त्यांत येतें.

पर्जन्यमापकयंत्रानें मोजतात. ह्यावरून वाफ किती होते व पाऊस किती पडतो ह्याचा अदमास करतां येतो, व ह्यावरून ही गोष्टही आपल्या लक्षांत आल्यावांचून राहावयाची नाही, कीं ईश्वरसत्तेनें जेथें पावसाची फार गरज असते तेथेंच तो फार पडतो.

कांही ठिकाणीं वर्षाचा पाऊस मोजून त्याचें मध्यम प्रमाण काढलें आहे, तें येणेंप्रमाणें.—

जागा.	अक्षांश.	इंच.
ग्रेनादा. (वेस्तइंदिजांतील)	१२°	११२
कलकत्ता.....	२२°—३४'.....	८१
चार्लसतौन. (अमेरिकेंतला)	३२°—४६'.....	५४
रोम.....	४१°—५४'.....	३८
लंदन.....	५१°—३१'.....	२३
सेंटपिटस्वर्ग.....	५१°—५६'.....	१६

अन्य कटिबंधांतल्यापेक्षां उष्णकटिबंधांत पर्जन्य फारच अधिक पडतो खरा, पण अन्य कटिबंधांतल्यापेक्षां त्यांत पावसाचे दिवस फार थोडे असतात. इंग्लंडांतही हिवाळ्यापेक्षां उन्हाळ्यांत पाऊस अधिक पडतो, तरी उन्हाळ्यांत पाऊस पडण्याचे दिवस थोडे. फ्रान्स देशांतील एका ग्रंथांत असें लिहिलें आहे, कीं १२° अंशापासून ४३° अंशापर्यंत उत्तर अक्षांशांत मध्यमप्रमाणानें पावसाचे ७८ दिवस असतात; ४३° अंशापासून ४६° अंशापर्यंत १०३ दिवस; ४६° पासून ५०° पर्यंत १३४ दिवस; आणि ५०° पासून ६०° पर्यंत १६१ दिवस असतात.

अन्य कटिबंधापेक्षां उष्णकटिबंधांत हवा बहुतकरून एकसारखी असते. तीत फेरफार झाला तरी थोड्या अंशांचा होतो. तेथें वायु पर्जन्य इत्यादिक वर्षानुवर्ष क्रमानें व नियमानें होतात. तेथें वारे सततवाही किंवा नियतवाही असतात. तसेंच पर्जन्यही नेमलेल्या क्र-

१. उष्णकटिबंधांत पावसाच्या थेंबाचा व्यास बहुतकरून अर्ध्या इंचापेक्षां अधिक असतो, आणि शीतकटिबंध व समशीतोष्णकटिबंध ह्यांत पावसाचे थेंब फार लहान असतात. सारांश, उष्णकटिबंधांत इतका पाऊस पडतो कीं मुंबई येथें २४ तासांत पर्जन्यमापक यंत्रांत १६ इंच पाणी कर्षां कर्षां जमते.

वाष्पभवन, मेघ, पर्जन्य, इत्यादि. नं. ९७

तूत पडतो, मग कधीं पडत नाही. - सौराश्र उष्णकटिबंधांत वर्षाचे भाग दोन असतात, म्हणजे पावसाचे दिवस आणि उघाडीचे दिवस. विषुववृत्ताच्या उत्तरेस सूर्य आला; म्हणजे उष्ण कटिबंधाच्या उत्तरार्धात पावसाळा असतो; व सूर्य विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस असला म्हणजे उघाडी असते; तसाच विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस सूर्य आहे तेव्हां उष्णकटिबंधाच्या दक्षिणार्धात पावसाळा असतो. आणि सूर्य उत्तरेकडे गेला म्हणजे उघाडी असते, जेथे जेथे सूर्याचे किरण लंबरूपाने पडतात तेथे तेथे पाऊस व दग हे नेहमी असतात. कारण, सूर्याच्या अत्युष्णतेने जी पाण्याची वाफ होऊन वर जाते ती वातावरणांत मावत नाही. लंबरूपाने पडणाऱ्या सूर्यकिरणांपासून पृथ्वीचे संरक्षण होण्याकरितां ईश्वराने ही किती चमत्कारिक तजवीज केली आहे!

नियतकालीं येणाऱ्या पर्जन्यापासून दक्षिणअमेरिकेंत काय होतें तें हंबोल्ट साहेब ह्यानें वर्णिलें आहे. तें येणेंप्रमाणें.—

“ लानोस म्हणून दक्षिण अमेरिकेंत जीं मोठीं मैदानें आहेत त्यांत पावसाळ्यांत हिरवळ उगवून ती सुशोभित दिसतात. आणि पावसाळा गेला म्हणजे तीं रुक्ष होत होत अरण्यासारखीं दिसतात. गवताचा चूर होतो, जमिनीस भेगा पडतात, आणि मगर व मो-

१. समशीतोष्णकटिबंधांत मात्र चार ऋतु होतात. साठव्या अक्षांशापासून ध्रुवापर्यंत दोनच ऋतु होतात; एक फार दिवसांचा आणि कडक हिवाळा आणि दुसरा थोड्या दिवसांचा व निरुपयोगी उन्हाळा. विषुववृत्तांत नेहमीं उन्हाळा असतो असें म्हटलें असतां चिंता नाही.

२. आफ्रिकेंतल्या विषुववृत्ताच्या उत्तरभागांतल्या प्रदेशांत एप्रिलांत पावसाळा लागतो तो जूनपर्यंत वाढत असतो. मग तेथे मोठ्या धडाक्यानें पाऊस येतो व तो एकसारखा तीन महिनेपर्यंत पडतो, तेव्हां लवकरच देशाचे स्वरूप पालटते. ओढे पहिल्यानें कोरडे ठणठणीत असतात ते मोठमोठ्या नद्यांसारखे फुगतात; नद्यांच्या तीरांवरून पाणी जातें, आणि मैदानांत पाणी साचून तीं सरोवरे होतात. सप्टेंबर महिन्यांत पाऊस पडायचा बंद होतो. मग पुढच्या एप्रिल महिन्यापर्यंत पावसाचा एक थेंबही पडत नाही.

ठमोठे साप हे सुकलेल्या चिखलांत आपणांस पुरून घेऊन पहिला पाऊस पडून त्यांस जागें करी तोंपर्यंत तेथें राहतात.

एप्रिल महिन्याच्या शेवटीं पावसाळ्यास आरंभ होतो, आणि मग आकाश अंधक होऊन त्याचा निळा रंग दिसेनासा होतो, आणि त्याजवर नेहमी कडी रंग दिसतो. मग लागलीच उत्तरोत्तर उष्णता अधिक होत जाते, आणि आकाशभर धुकें पसरतें. माकडें उदासवाणीं सूर्योदयीं ओरडूं लागतात. शेवटीं मेघगर्जनांनीं वातावरण हालालून जाऊन मोठ्या धडाक्यानें पाऊस पडूं लागतो, व नद्यांस मोठे पूर येऊन त्यांचें पाणी ओसाडून मैदानांत शिरतें. ”

त्या वेळेस लानोस एथच्या जंगली घोड्यांस जें दुःख भोगावें लागतें तें त्याच ग्रंथकारानें येणंप्रमाणें वर्णिलें आहे.

“ पावसाळ्यांत अरण्यामध्ये फिरणाऱ्या घोड्यांस लानोस एथच्या उंच प्रदेशांवर जाण्यास वेळ न सांपडून नदीच्या पुरानें त्यांतील शेंकडों घोडीं मरून जातात. गवत पाण्यांत बुडून त्याचे शेंडे मात्र वर दिसत असतात, तें गवत खाण्याकरितां दिवसां घोड्या शिंगरांसुद्धां पाण्यांतून पोहून तेथें जातात, तेव्हां सुसरी त्यांचा पाठलाग करितात. घोड्यांच्या मांड्यांवर त्यांचे दांतांचे वण कधीं कधीं दिसतात. ”

पश्चिम इंदिया देशांत, आणि अमेरिका खंडाच्या अणखी कांहीं भागां, दोन पावसाळे होतात; परंतु त्यांतून एक पावसाळा फार थोडे दिवसांचा असतो व त्यांत पाऊसही फार थोडा पडतो. उष्ण कटिबंधाच्या कांहीं भागांत कांहीं कांहीं पर्वतांच्या रांगा आहेत, व तेथें विलक्षण वारे वाहतात, ह्यामुळे एकाच अक्षांशावरच्या जाग्यांवर पावसाळा आणि उन्हाळा हे अगदीं निरनिराळ्या वेळीं होतात. म्हणजे, एके ठिकाणीं जर ज्येष्ठांत पावसाळा लागला तर दुसऱ्या ठिकाणीं कार्तिक मार्गशीर्षांत लागतो. हिंदुस्थानाच्या दक्षिणेस ज्या देशांतून घाट गेले आहेत तेथें ही गोष्ट घडते. आफ्रिकेंतलें सहारानामक अरण्य, पेरू देशांतली मैदानें, काराकसाचे खालपट किनारे; इत्यादि उष्णकटिबंधांतल्या कांहीं प्रदेशांत पाऊस अगदीं पडत नाही, पडला तर क्वचित् पडतो. ईजिप्त देशांत तर पाऊस पडत नाही, पडला तर क्वचित् पडतो, हें पूर्वीं सांगितलेंच आहे.

त्याच अक्षांशावर पर्वत आणि मैदानें असलीं, तर मैदानांच्या पेक्षां पर्वतांवर पाऊस फार पडतो. तसेंच त्याच अक्षांशावर वेटें किनारे इत्यादि समुद्राजवळच्या जागा असतात व समुद्रापासून दूरच्या जागा असतात त्यांत समुद्रापासून दूरच्या जाग्यांवर जितका पाऊस पडतो त्यापेक्षां वेटांत व किनाऱ्यावर फार पडतो. ह्याचें कारण तर उघडेंच आहे, कीं पर्वतांच्या रांगा मेघांस ओढून घेऊन पर्जन्यरूपानें खालीं आणतात. ह्यामुळें बहुतकरून असें घडतें, कीं मेघ समुद्रापासून दूरच्या देशांत न जातां किनाऱ्याजवळ कोसळतात. म्हणून जशी जशी जागा समुद्राला अधिक जवळ असते तसा तसा तेथच्या वातावरणांत ओलावा फार सांचतो; मग अर्थातच तेथें बहुतकरून पाऊस फार पडतो.

दहिवराविषयीं.

हवा उष्ण व कोरडी असली म्हणजे सूर्यास्तानंतर जो ओलावा हळू हळू जमिनीवर सांचतो त्यास दहिवर म्हणतात. उष्ण देशांत, व त्यांतही विशेषतः ज्यांत अगदीं पाऊस पडत नाहीं अशा देशांत, दहिवर फारच पडतें. त्या देशांत दहिवर उद्भिज्जांस फारच उपयोगीं पडतें, ही गोष्ट तर तेव्हांच लक्षांत येईल.

पूर्वीं लोक असें मानीत असत कीं, सूर्यास्तानंतर वातावरण थंड होऊन त्याची बाष्प धारण करण्याची शक्ति कमी होते, मग जितकी वाफ वातावरणाच्यानें आंत धरवत नाहीं तितकी जमिनीवर उतरते, व तीस दहिवर म्हणतात. पण अलिकडे असें सिद्ध झालें आहे, कीं वातावरणापेक्षां पृथ्वीपासून उष्णता लवकर बाहेर जाऊन ती पहिल्यानें थंड होते, ह्यामुळें दहिवर उत्पन्न होतें. सूर्यास्त झाला म्हणजे वरच्या वातावरणापेक्षां पृथ्वी अधिक थंड होऊन ती वातावरणांतल्या वाफेला ओढून घेते. दहिवर कसें होतें ह्याविषयीं नेहमींचे परिपाठांतलें एक उदाहरण आहे तें येणेंप्रमाणें.—

एखाद्या उबेच्या खोलींत, विशेषतः उन्हाळ्यांत, गार पाण्यानें भरून कांचेचा पेल्ला नेला असतां, त्याच्या बाहेरील आंगावर ओलावा जमतो. पेल्याचें बाहेरील आंग खोलींतल्या हवेपेक्षां अधिक थंड असतें ह्यामुळें जी वाफ पेल्याजवळ येते ती थंड होऊन त्यावर जमून बसते. तसेंच गाडीचीं किंवा उष्ण खोलीचीं तावदानें गच्च

लावून टाकिलीं असतां, त्यांच्या आंतील वाजूर ओलावा सांचतो. कां कीं आंतल्यापेक्षां बाहेरची थंडी अधिक आहे म्हणून आंतली वाफ जमून भिंगावर बसते.

रात्रीस अभ्रें असलीं, तर दाहिवर पडत नाही; पडलें तर फार थोडें पडतें, हें सर्वास ठाऊक आहे. ह्याचें कारण असें आहे, कीं अशा समयां पृथ्वीच्या आंगींची उष्णता आणि आसमंतात्भागच्या वातावरणांतली उष्णता ह्या बहुतकरून सारख्याच असतात. ह्याचें कारण असें आहे, कीं पृथ्वीपासून जी उष्णता बाहेर निघते तिचें मेषापासून पृथ्वीवर परावर्तन होतें; आणि रात्रीस आकाश निरभ्र असलें, म्हणजे पृथ्वीपासून जी उष्णता निघते ती निष्प्रतिबंध वातावरणाच्या प्रदेशांत जाते, ह्यामुळें पृथ्वीचा पृष्ठभाग लवकर थंड होतो.

असें पाहण्यांत आलें आहे, कीं एकाच प्रदेशांतील भिन्न भिन्न स्थळांमध्ये जशी गरज असेल त्याप्रमाणें दाहिवर पडतें. ह्यास उदाहरण. गवताची जमीन आणि वाळवंट हीं एकमेकांच्या शेजारीं असलीं, तर गवतावर पुष्कळ दाहिवर पडून वाळवंटावर फार थोडें पडेल, किवहुना अगदीं पडणार नाही. ह्यास प्रत्यंतर असें आहे, कीं संध्याकाळीं त्या गवताच्या जमिनीवर एक व वाळवंटावर एक अशीं दोन वायुमापक यंत्रें ठेविलीं असतां, सकाळीं वाळवंटावरील यंत्रापेक्षां गवतावरील यंत्रांत १६॥ अंश पारा कमी आहे असें दिसेल. ह्यावरून असें अनुमान करतां येतें, कीं रस्ते, खडक, वाळू, पाणी ह्यांवर दाहिवर अगदीं कमी पडतें, आणि त्यांच्याच शेजारीं गवत, भाजीपाला, वगैरे कांहीं असलें तर तें दाहिवरानें भरून जातें. अशी बहुतकरून नेहमी गोष्ट घडते.

जमिनीवर दाहिवर पडून तें जेव्हां गोठतें तेव्हां त्यास दाहिवराचें बर्फ किंवा हिम म्हणतात.

बर्फ आणि गारा ह्यांविषयीं.

वातावरणांतील वाफेचे बर्फ व गारा हेही परिणाम होतात. पावसाचे थेंब पडतांना थंडी लागून ते गोठले, म्हणजे बर्फ हा परिणाम होतो. गोठलेले थेंब खालीं येत असतां त्यांस दुसरे थेंब मिळून ते अणखी गोठले, म्हणजे गारा हा परिणाम होतो. बर्फ पाहिलें असतां कोणास असें वाटेल, कीं तें उद्भिज्जास नाशकारक आहे, परंतु तसें

कांहीं नाहीं; उलटें तें त्यांस फार उपयोगी आहे. ज्या देशांत जमीन हिवाळ्यांत बर्फानें आच्छादली असते त्या देशांतच विशेषतः बर्फ धान्याचें व इतर उद्भिज्जांचें थंड वाऱ्यापासून रक्षण करितें. तसेंच, ज्या उतरत्या जमिनीवर पावसाचें पाणी ठरत नाहीं, त्या जमिनीवर बर्फ पडलें असतां, तीस त्यापासून पाहिजे तितका ओलावा मिळत मिळत मिळतो. उष्ण देशांत पर्वत व इतर उंच प्रदेश हे खेरीज करून बर्फ दुसऱ्या ठिकाणीं कोठें नसतें; परंतु गारा सर्व ठिकाणी व सर्व ऋतूंत, फार तर काय उन्हाळ्यांत देखील, कधीं कधीं पडतात. गारा विद्युल्लतेच्या योगानें होतात असें वाटतें. ह्यास प्रमाण असें आहे, कीं मेघगर्जना व वीज हीं होत असतां कधीं कधीं गारा पडतात. विद्युद्यंत्राच्या योगानें गारा करतां देखील येतात.

भाग ११.

वाऱ्यांविषयीं.

वाऱ्याच्या उत्पत्तीस मुख्य कारण उष्णता होय. पृथ्वी फिरत असतां वातावरणाचा जो भाग सूर्याखालीं येतो त्यांतील हवा उष्णतेनें मुळून होऊन हलकी होते, मग ती अर्थातच वरच्या प्रदेशां जाते, व नैर्ऋत्येकडून गगची जड हवा वेगानें त्या जाग्यावर येऊं लागते, तेव्हां महिन्यापर्यंत म्हाणतात. वाऱ्याच्या वेगाच्या निरनिराळ्या प्रमाणां देशांतल्यास झुळूक, सपाट्याचा वारा व तुफान अशीं नांवे आहेत. त्या तिनें हवा पातळ होऊन जाते ह्यामुळे अग्नीकडे, किंवा एखाद्या वाऱ्याच्या खोलीच्या खिडक्या उघडल्या असतां त्या खोलीकडे तो सतत येऊं लागतो.

वारा तीन प्रकारचा आहे. सतत वाहणारा, नियतकाल वाहणारा, व अनियतकाल वाहणारा. सतत वाहणारा वारा विषुववृत्ताच्या प्रत्येक बाजूस सुमारे ३० अंशपर्यंत वाहतो, व तो बहुतकरून एकाच दिशेनें वाहतो. हा वारा सारखा वाहतो, ह्यामुळे व्यापाराच्या गलबतांस फार उपयोगी पडतो, म्हणून त्यास व्यापारोपयोगी वारा म्हणतात. मेक्सिको देशांतील अकपल्का व फिलीपिन नामक बेटें ह्यांच्या मध्यें अंतर सुमारे पृथ्वीच्या अर्धपरिघाच्या इतकें

आहे. ही एवढी मोठी सफर ह्या वाऱ्याच्या साहाय्याने व्यापारी लोकांस आपल्या गलबतांचीं अवजारें हालविल्यावांचून, व त्यांस वांकडें तिकडें फिरविल्यावांचून दोन महिन्यांत करतां येते.

मागील भागांत सांगितलें आहे, कीं विषुववृत्ताच्या प्रत्येक वाजूस तीस अंशांपर्यंत पश्चिमेकडे पाण्याचे प्रवाह वाहतात. ह्यांचें कारण कीं, विषुववृत्ताजवळ पृथ्वीच्या दैनंदिनगतीचा वेग व उष्णता हीं फारच असतात; तसेंच उष्णकटिबंधावर सूर्याचे किरण लंबरूपानें पडतात, ह्यामुळे तेथची हवा पातळ होऊन ती वरच्या प्रदेशांत जाते म्हणून दुसऱ्या कटिबंधांकडून विषुववृत्ताकडे वायूचे प्रवाह नेहमीं येत असतात. आणि पूर्वी सांगितलेल्या पाण्याच्या प्रवाहासारखे वायूचे प्रवाहही दुसऱ्या कटिबंधांकडून म्हणजे ज्या ठिकाणीं पृथ्वीच्या आंगीं वेग कमी आहे तेथून विषुववृत्ताकडे, म्हणजे ज्या ठिकाणीं तिच्या आंगीं वेग अधिक आहे तिकडे येतात, ह्यामुळे विषुववृत्ताजवळच्या प्रदेशांच्या इतका त्यांच्या आंगीं वेग न येऊन ते मागे राहतात; आणि ते पृथ्वीवरोवर पूर्वेकडे जात नाहींत, ह्यामुळे ते पश्चिमेकडे जातातसें दिसतें. हे व्यापारोपयोगी वारे पहिले निघतात तेव्हां दक्षिणवाही व उत्तरवाही असे असतात; मग विषुववृत्ताजवळ आले म्हणजे ते पश्चिमेकडे वळतात. कर्कवृत्ताजवळ ते न्येकडून वाहतात, व मकरवृत्ताजवळ आग्नेयीकडून व. ह्यावरून जसे जसे विषुववृत्ताजवळ येतात तसे तसे नीट पूर्वेकडून वाहण्यांवर दसर्व विषुववृत्तांवर पाणी असतें. तर व्यापारोपयोगी वारे लीपांगितल्याप्रमाणें सतत सारखे वाहते; परंतु त्यावर मध्यें मध्यें जमिऱून मोठेमोठे भाग व ज्यांवर नेहमीं बर्फ असतें असे पर्वत, व वाट उष्ण मैदानें, हीं आहेत, ह्यामुळे त्यावरच्या उष्णतेत फेरफार होजे ते वारे वर सांगितल्याप्रमाणें सारखे वाहत नाहींत. तर कधीं कधीं भलत्याच दिशेनें वाहतात, व कमज्यास्त होतात ह्यामुळे हिंदी महासागरांत ह्या वाऱ्यांत फेरफार मुष्कळ होतो; अत्लांतिक महासागरांत त्यांहून कमी होतो; व त्यापेक्षांही पासिफिक् महासागरांत कमी होतो.

व्यापारोपयोगी वाऱ्यांच्या वाहण्यांत फेरफार होण्याचीं जीं कारणें सांगितलीं त्यांनीच नियतकाल वाहणारे वारे उत्पन्न होतात. जसे

To see my name in the *Journal*, or *book*
look at the page of the *Journal* 103

जसे ऋतु बदलतात तसे तसे हे वारेही बदलतात. अयनवायु म्हणून एके प्रकारचे नियतकाल वाहणारे वारे आहेत. अयनवायु सहा महिनेपर्यंत एका दिशेने वाहतात, व सहा महिनेपर्यंत तिच्या उलटे समोरच्या दिशेने वाहतात. ह्यांची दिशा बदलू लागली म्हणजे वाऱ्यांचा घोटाळा होतो, व मोठमोठीं जौळें होतात, ह्यामुळें गलबतांस फारच धोका येतो. हे वारे मुख्यत्वेकरून हिंदी महासागरांत वाहतात, व ते तीरापासून तीनशें कोसांच्या पलिकडे वाहत नाहींत.

जसा व्यापारोपयोगी वायूस सूर्य कारण आहे, तसाच अयनवायूसही तोच कारण आहे. मार्च महिन्यापासून सप्टेंबर महिन्यापर्यंत सूर्य विषुववृत्ताच्या उत्तरेस असतां, म्हणजे हरिपदापासून विषुवपदापर्यंत येईल तोंपावेतों, सहा महिने हे वारे नैर्ऋत्येकडून वाहतात, आणि दुसरे सहा महिने ते ईशान्येकडून वाहतात. सूर्य विषुववृत्ताच्या उत्तरेस आहे तेव्हां अरबस्तान, इराण, हिंदुस्तान, व एशिया खंडाच्या पूर्वेकडचे द्वीपकल्प ह्या देशांतील हवा हिंदी महासागरावरच्या हवेपेक्षां अधिक उष्ण झाल्यामुळें पातळ होऊन वर जाते, आणि त्या देशांत समतौल्य आणण्याकरितां महासागराकडून थंड वाग उत्तरेकडे वाहूं लागतो. विषुववृत्तापासून हा वारा येतो ह्यामुळें त्यास दुसरी गति प्राप्त होऊन त्या दोहों गतींच्या मिश्रणानें तो नैर्ऋत्येकडून वाहूं लागतो. मग अक्टोबर महिन्यापासून एप्रिल महिन्यापर्यंत सूर्य विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस असतो तेव्हां उत्तरेच्या देशांतल्यापेक्षां समुद्रावरची हवा उष्ण होऊन ती वर जाते, म्हणून त्या देशापासून ईशान्येकडून हिंदी महासागराकडे वारा वाहतो^१.

१. अनेक कारणांनीं अनेक स्थळीं ह्या वाऱ्याच्या गतीचा रीख फिरतो. नैर्ऋत्य दिशेकडून जो वारा वाहतो त्याच्या योगानें कुमारिका केपापासून उत्तरेकडे मलबार प्रांत, कोंकण प्रांत व दक्षिण प्रांत ह्यांत पर्जन्य प्राप्त होतो. ईशान्येकडून जो वारा वाहतो, त्याच्या योगानें कारोमंडलच्या किनाऱ्यावर पाऊस पडतो. बंगालच्या अखाताच्या किनाऱ्यावरील प्रांतांत दोहोंकडच्या वाऱ्यांचा पाऊस पडतो, म्हणजे कोठें नैर्ऋत्येकडच्या वाऱ्यानें पडतो, कोठें ईशान्येकडच्या वाऱ्यानें पडतो. विषुववृत्तावर आणि त्याच्या दोहों बाजूंस एक दोन अक्षांशांपर्यंत वाऱ्याच्या गतीला वरचेवर फेर पडतो, बहुतकरून रोजचे रोज फेर पडतो,

जमिनीवरच्या उष्णतेत फेरफार होतो ह्यामुळे उष्णकटिबंधांत मतलई आणि खारा वारा हे उत्पन्न होतात. दिवसास आसपासच्या समुद्रापेक्षां जमिनी अधिक तापून त्यांजवरची हवा पातळ होऊन वर जाते, व तिच्या ठिकाणी समुद्रावरची थंड हवा त्यांवर येऊ लागते, आणि रात्री जमिनीवरची हवा लवकर थंड होते, व समुद्रावरच्या हवेतल्या उष्णतेत फारसा फेरफार होत नाही, ह्यामुळे जमिनीवरून समुद्राकडे हवा जाते.

उष्ण कटिबंधांतील देशांत सूर्याचे किरण लंबरूपानें पडून तेथें उष्णता फार होते, ह्यामुळे तेथें सतत वाहणारे व नियतकाल वाहणारे असे वारे उत्पन्न होतात. दुसऱ्या देशांतील वारे, त्यांचीं कारणें एकसारखीं नाहींत म्हणून, अनियतकाल वाहणारे आहेत ते उत्पन्न होण्याचीं कारणें अनेक आहेत. मेघरूपानें वाफ वर जाऊन वातावरण विस्तृत झालें असतां, किंवा पर्जन्यरूपानें वाफ खालीं येऊन वातावरण संकुचित झालें असतां, हे वारे उत्पन्न होतात; कां तर जेथें जेथें वातावरणाचें समतौल्य नाहींसें होतें तेथें तें आणण्याकरितां आसमंतात् प्रदेशांचा वारा येऊं लागतो. वातावरणाचें समतौल्य विद्युल्लतेत फारफेर होऊन बहुतकरून नष्ट होतें, म्हणून अनियतकाल वाहणारा वारा उत्पन्न होण्याचें मुख्य कारण विद्युत् होय असें म्हणतात.

सैराको, हार्मातान, सिमूम, सामियल इत्यादि नांवांचे विशेष ठिकाणीं वाहणारे अनेक वारे आहेत. हे वारे वाळूच्या अरण्यावरून, किंवा दलदलीवरून येतात, ह्यामुळे ते रोगकारक होतात.

सैराको हा वारा युरोपाच्या दक्षिणेस, व त्यांतही विशेषेंकरून स्पेन आणि इताली ह्यांच्या दक्षिणेस, वाहतो. हा वारा आफ्रिके-

१. पश्चिम इंदिया वेटांत मतलईस संध्याकाळीं सात वाजतां आरंभ होतो, व दुसऱ्या दिवशीं सकाळीं आठ वाजत तोंपर्यंत ती वाहते; तेव्हां खारा वारा लागतो तो एक वाजेपर्यंत वाढत असतो, मग तो कमी होत होत नाहीसा होतो. भरती आणि ओहोटी ह्यांच्यामध्ये पाणी जसें अचल राहनें, तशीं मतलई आणि खारा वारा ह्यांच्यामध्ये हवा अचल असते. मलवारच्या किनाऱ्यावर हे वारे फारच जोरानें वाहतात. त्यांचा वेग तीरापासून ३० कोसपर्यंत पाण्यामध्ये अनुभवास येतो.

पासून वाहत येतो. कधीं कधीं हा वारा थोडे तास असतो, व कधीं कधीं दोन दिवस असतो. हा वाहत असला म्हणजे जिकडे तिकडे म्लानता दिसते, उद्भिज्जें सुकून जातात, रानांतलीं जनावरें ग्लान होतात, मनुष्यांचीं शरीरें लंघून जातात, ज्ञानतंतु क्षुब्ध होतात, आणि रोमरंध्रें बंद होऊन घाम येईनासा होतो.

हार्मातान हा वारा सहारा अरण्यापासून अत्लांतिक महासागराकडे वाहतो. ज्या ज्या जाग्यांवरून हा वारा जातो तेथें तेथें इतकी ताप पडते, व इतकी रुक्षता येते कीं, उद्भिज्जें सुकून जातात, आणि कधीं कधीं तर शिंदी लोकांच्या आंगांची कातडी तडकून त्यांचे खपले निघतात. तथापि हा वारा कांहीं अंशी चांगला आहे. कारण कीं, कांहीं रोगांस हा वाडूं देत नाही, व कांहीं रोग ह्या वाऱ्यानें बरे होतात.

सिमूम आणि सामियल हे वारे अरबस्तान व आफ्रिका ह्यांतल्या तापलेल्या वाळूच्या मैदानांतून वाहतात. सर्वांत हे वारे फारच घातक आहेत. सामियल हा वारा बघ्दादांतल्या मोठ्या रानांतून वाहतो. ह्यानें क्षणांत मनुष्यें मरतात. ह्यानें अंगांचे सांधे इतके ढिले होतात कीं, अवयव सहज निघून येतात. हा वारा येण्याचें ज्ञान उंटांस साहजिक आहे असें दिसतें, कारण हा वारा यावयाचा असला म्हणजे ते फार मोठ्यानें ओरडूं लागतात व त्याचा श्वासोच्छ्वास होऊं नये म्हणून ते वाळवेंत आपलीं तोंडे खुपसतात. वाटसरुही जमिनीस तोंड लावून त्यापासून आपला जीव वांचविण्याचा यत्न करितात. बहुतकरून हा वारा लवकर नाहीसा होतो.

वाऱ्याचा वेग दर तासास एक मैलापासून शंभर मैलपर्यंत असतो. एक मैलाचा वेग असला म्हणजे तो मनुष्यास कळत न कळत वाहत असतो, आणि शंभर मैलांचा असला म्हणजे त्यानें घरे पडतात आणि झाडे मुळांसुद्धां उपडून त्यांच्या फांद्या आकाशांत उडून जातात. इंग्लंड वगैरे देशांत वाऱ्याचा अतिवेग झाला तर तो दर तासास ६० मैल असतो; ह्याच्यावर होत नाही. दर तासास १० मैल वाऱ्याचा वेग असला तर त्यास साधारण वाहता वारा म्हणतात; २० मैल असला तर झपाट्याचा वारा म्हणतात; ५० मैल असला तर जोळ, आणि ८० मैल असला तर महावात किंवा तुफान म्हणतात.

भाग १२.

उद्भिज्जांच्या वांटणीविषयीं.

हरएक प्रकारच्या हवेमध्ये, हरएक प्रकारच्या मातीमध्ये, व हरएक प्रकारच्या भूमीमध्ये, त्यांच्या त्यांच्या योग्यतेप्रमाणे उद्भिज्जे उत्पन्न होतात. ह्यामुळे विषुववृत्तापासून ध्रुवांपर्यंत सर्व ठिकाणी ती सांपडतात. कांहीं उद्भिज्जांच्या उत्पत्तीस अति उष्णता लागते; कांहींच्या उत्पत्तीस सुमाराची उष्णता लागते; व कांहींच्या उत्पत्तीस तर थंडीच लागते. कांहीं पर्वतावर मात्र उत्पन्न होतात; कांहीं खोऱ्यांत मात्र उत्पन्न होतात; व कांहीं मैदानांत मात्र उत्पन्न होतात. कांहींना ओलसर जमीन आणि सर्द हवा हीं लागतात; कांहींस उखर जमीन व कोरडी हवा हीं लागतात. फार तर काय, कांहीं जातींचीं उद्भिज्जे शुद्ध खडकावर उत्पन्न होतात. ह्याप्रमाणे उद्भिज्जांनीं पृथ्वी बहुतकरून व्यापिली आहे. फार खोल गुहांत, खाणांत, समुद्र, सरोवरे आणि नद्या ह्यांच्या तासांत देखील उद्भिज्जे सांपडतात. सारांश, शैत्य आणि उष्णता, ऊन्ह आणि सावली, आर्द्रता आणि शुष्कता, लागवडीच्या जमिनी व निर्जल अरण्ये, ह्या सर्वांस ज्याच्या त्याच्या निरनिराळ्या वनस्पति होतात. आणि ध्रुवांजवळच्या प्रदेशांत उद्भिज्जे उत्पन्न होत नाहीत, तेथे कांहीं प्रकारचीं शेवाळे उत्पन्न होतात, तीं खाऊन तेथील जनावरे व मनुष्ये देखील निर्वाह करितात.

सगळ्यापेक्षां उष्ण कटिबंधांत बळकट, सुंदर, आणि नानाप्रकारचीं अशीं उद्भिज्जे उत्पन्न होतात. समशीतोष्ण कटिबंध व शीत कटिबंध ह्यांतल्या शाकभाज्या व लहान लहान वनस्पति ह्या उष्ण कटिबंधांत सूर्याच्या तापाने झुडपांएवढ्या वाढतात. ज्या वनस्पति समशीतोष्ण कटिबंध व शीत कटिबंध ह्यांत झुडपांएवढ्या असतात, त्या उष्ण कटिबंधांत फार उफाळ्याने वाढून मोठ्या वृक्षाएवढ्या होतात. उष्ण कटिबंधांतल्या वृक्षांची संख्या व आकार ह्यांची कल्पनाच करितां येत नाही.

उष्णकटिबंधांतील सुंदर वनांतल्या बहुतेक वृक्षांची उंची शंभर फूटांवर असते, आणि कांहींकांची, त्यांतही विशेषतः ताडवृक्षांची

उंची १५० फुटांपासून २०० फुटांपर्यंत असते. सैनिगाल नदीच्या कांठी व केपवर्द नामक बेटांत बायोबाब म्हणून एके जातीचा वृक्ष आहे त्याच्या खोडाचा घेर ५०-६० व कोठें कोठें ७० फुटही असतो. आणि त्याच्या फांद्या समशीतोष्ण कटिबंधांतल्या फारच मोठ्या वृक्षांपेक्षांही मोठ्या असतात. ताडाची झांवळी इतकी मोठी असते की, तिच्या खाली नऊ दाहा मनुष्ये राहातील; व दोन तीन झांवळ्यांनीं तर एक सगळी झांपडी झांकेल.

उष्णकटिबंधाची आख्या जशी वनस्पतींच्या माजाविषयीं आहे, तशीच त्यांतील वनस्पतींच्या सुकुमारपणाविषयींही आहे. मिरच्या, लवंगा, दालचिनी, जायफळें, इत्यादि सुकुमार वनस्पति ह्या उष्णकटिबंधांत मात्र उत्पन्न होतात. तसेंच फार गोड फळें म्हटलीं, सुवासिक वनस्पति म्हटल्या, व सुंदर आणि भडक रंगाचीं फुलें म्हटलीं, तर उष्णकटिबंधांतच होतात.

हंबोल्ट साहेबाच्या मते शोध लागलेल्या वनस्पतींच्या जाती ४४०००* आहेत. त्यांतून ६००० फुलांफळांवांचून आहेत, त्या वजा जातां बाकी राहिल्या ३८००० जातींच्या वनस्पति, त्या पृथ्वीवर येणेंप्रमाणें वांटलेल्या आहेत.

युरोपांत.....	७०००	अमेरिकेंतले दोन्ही } समशीतोष्ण भागांत. }	४०००
एशियेंतील समशी- तोष्ण देशांत. }	१५००		
एशियेंतील क्रांतिवृ- त्तांतले देश आणि बेटें ह्यांत. }	४५००	अमेरिकेच्या क्रांति- वृत्तांतल्या भागांत. }	१३०००
आफ्रिकेंत.....	३०००		
		न्यूहालंड आणि पा- सिफिक महासागरां- तील बेटें ह्यांत. }	५०००

हंबोल्ट साहेबानें आणखी असे लिहिलें आहे कीं, १२, ४, १, ह्याप्रमाणें अनुक्रमें ०°, ४५°, ६८°, ह्या अक्षांशांवर वनस्पति उत्पन्न होतात. ह्यावरून समशीतोष्ण कटिबंध व शीत कटिबंध

* हंबोल्ट साहेबानें ग्रंथ केला त्या वेळेच्या अलिकडे आणखी कित्येक जातींचा शोध लागला आहे. युरोपखंड खेरीज करून पृथ्वीवरील वनस्पतींचा शोध थोडाच झाला आहे; म्हणून शोध केला असतां दुसऱ्या पुष्कळ जाती सांपडतील.

ह्यांच्यापेक्षां उष्ण कटिबंधांत किती अधिक वनस्पति होतात हें स्पष्ट दिसून येतें.

आपणांस उद्भिज्जांचा केवढा उपयोग आहे हें सर्वास माहीतच आहे. धान्यें, फळें, आणि मुळें हीं खाण्याच्या उपयोगीं पडतात; कापूस, ताग, आणि आंबाडी, इत्यादि उद्भिज्जे वस्त्रांच्या उपयोगीं पडतात; कांहीं औषधांच्या उपयोगीं पडतात; व कांहीं इमारती बांधण्याच्या उपयोगीं पडतात. इमारतींचीं लांकडे नसतीं, तर विद्याचार व व्यापार ह्यांचा प्रसार अगदींच होता ना.

फार उपयोगाच्या अशा कांहीं वनस्पति त्यांच्या जन्मभूमीवांचून दुसऱ्या देशांत लावल्या असतांही होत नाहींत. ह्यास उदाहरण, लवंगा आणि जायफळें हीं मसाल्याच्या वेदांत मात्र उत्पन्न होतात. अस्सल दालचिनी सिंहलद्वीपाखेरीज दुसऱ्या ठिकाणीं कोठेंही होत नाहीं; आणि सर्वांत उत्तम चाहा चीन देशांत मात्र होतो. तरी ज्या वनस्पति पुराकाष्ठेच्या उपयोगाच्या आहेत त्यांचीं बीजे अनेक रीतींनी पृथ्वीवर पसरलीं आहेत, आणि त्यांच्या उत्पत्तीस योग्य अशीं जीं ठिकाणें सांपडलीं त्यांत तीं चांगलीं वाढतात. दूरच्या स्थळांवर बीजे वाऱ्यानें उडून जातात, पाण्याच्या प्रवाहांबरोबर वाहून जातात, किंवा पाखरें त्यांस नेऊन टाकतात. बुंदाचीं झाडे आणि ऊंस हीं झाडे मूळचीं एशिया खंडांतलीं होत, पण व्यापार चालू झाल्यामुळें हीं पश्चिम इंडीस वेदांत गेलीं. बटाटे व मका हीं मूळचीं अमेरिकेंतील होत.

भाग १३.

प्राण्यांच्या वांटणीविषयीं.

पृथ्वी, वातावरण, व जल, किंबहुना सर्व सृष्टि प्राण्यांनीं भरली आहे. पण ह्या स्थळीं आमच्यानें ह्या मोठ्या प्राणिकोटीचें फारसें वर्णन करवत नाहीं. उद्भिज्जांप्रमाणें, जो देश, जी हवा, जी भूमि, ज्या ज्या प्राण्यांस मानते त्याच देशांत, त्याच हवेत, व त्याच भूमीवर ते ते प्राणी ईश्वरानें उत्पन्न केले आहेत. म्हणून जेथें जेथें मनुष्यांची वस्ती आहे तेथें तेथें जीवजंतु आढळतात. आणि फार उपयोगी उद्भिज्जांप्रमाणें फार उपयोगी प्राणी जे आहेत तेही

जिकडे तिकडे पसरले आहेत. बैल, घोडे, डुकरें, हे प्राणी वि-
पुत्रवृत्तापासून ध्रुववृत्तांपर्यंत सर्वत्र सांपडतात; आणि मेंढरें, कुतरी,
बकरी हे प्राणी तर जेथें जेथें मनुष्यांची वस्ती आहे तेथें तेथें आढळ-
तात. जसें जसें शीत कटिबंधाकडे जावें, तशीं तशीं घोडों गुरें हीं ल-
हान लहान निपजतात. शेवटीं निपजतही नाहीतशीं होतात. पण
त्यांच्या ऐवजीं दुसरे प्राणी, ज्यांस त्या रुक्ष देशाची हवा मानते असे
निपजतात. ध्रुवाजवळच्या प्रांतांत रेन्दीरनामक जनावरें आहेत, हीं
जनावरें लापलांदांतील लोकांच्या किती उपयोगी पडतात हें सर्वास
माहीत आहे. एशिया आणि अमेरिका ह्यांतल्या उत्तरध्रुववृत्तांतील
प्रांतांत हीं जनावरें फारच आहेत. सर्व देशांत व सर्व प्रकारच्या हवेंत
मनुष्याचा विश्वासूक व प्रीति करणारा चाकर, असा जो कुतरा, हा
अशा ओसाड प्रांतांत, जेथें अन्य जनावरांपासून चाकरी होत नाहीं
तेथें, फारच उपयोगी पडतो. ध्रुवाजवळ घोडे व रेन्दीर हीं जनावरें
नाहींत खरीं, पण तेथें त्यांच्या ऐवजीं बळकट व चतुर अशी कुत-
ऱ्यांची एक जात आहे, ती मनुष्यांच्या उपयोगी पडते. एस्किमो
लोक आणि काम्स्कात्का देशांतील लोक हे बिनचाकी गाड्यांस हे
कुतरे लावून त्यांत बसून बर्फाच्या मैदानांवरून चालतात.

जनावरांची आच्छादनं त्यांच्या राहण्याच्या प्रदेशांतील हवेप्रमाणें
असतात. ह्या गोष्टीला कुतऱ्याचें उदाहरण फार चांगलें आहे. ध्रुवा-
जवळच्या प्रांतांत कुतऱ्यांच्या आंगावर लोंकरीसारखे दाट व रांठ
असे केंस असतात; आणि बार्बरी इत्यादि उष्ण देशांत त्यांची कातडी
मृदु असते, व तीवर केंस बहुतकरून नसतात. तसेंच शीतकटिबंधांत
व समशीतोष्ण कटिबंधांत मेंढराच्या आंगावर दाट व उबेची लोंकर
असते; उष्णदेशांत ती जाऊन तिचे ठिकाणीं केंस येतात. एकाच दे-
शांत देखील जसे जसे ऋतु फिरतात तशीं तशीं तेथील कित्येक प्रा-
ण्यांची आच्छादनंही फिरतात. हिवाळा जवळ आला म्हणजे जनाव-
रांच्या आंगावरची लव किती दाट होते हें इंग्लंदांतील सशाच्या
कातड्यांचा व्यापार करणाऱ्यांस पुरतें ठाऊक असतें.

ह्या लहान ग्रंथांत प्राणिकोटीचें संक्षिप्त विवरण देखील करणें अ-
शक्य आहे, म्हणून तिचे मुख्य मुख्य विभाग सांगून हा भाग संपवितों.

प्राण्यांचे विभाग.

साधारण पाहिलें असतां प्राण्यांचे मुख्य वर्ग चार आहेत. ते असे कीं, १ पृष्ठास्थिविशिष्ट, २ मृदुशरीरी, ३ संधिघटित, आणि ४ किरणमंडलांकित.

ज्यांच्या पाठीस कणा असतो ते सर्व प्राणी पहिल्या वर्गांत मोडतात. ह्या वर्गाचे अत्रांतर चार विभाग आहेत. १ सस्तन प्राणी, २ पक्ष्यांच्या सर्व जाती, ३ सर्व जातीचे सर्प, सुसर, सरड, घोरपड, पाल, कांसव, वेडूक वगैरे जीव, आणि ४ व्हेल नांवाचा मासा, म्हणजे देवमासा, खेरीज करून बाकीच्या सर्व मत्स्यजाति.

ज्यांच्या शरीरांत हाडे नाहींत असे जे प्राणी आहेत ते दुसऱ्या वर्गांत येतात. ह्या वर्गातील बहुतेक प्राणी शिपांत असतात. ह्या वर्गाचे अत्रांतर सहा विभाग आहेत, पण त्यांपैकीं शिपांच्या आकारावरून जे विभाग केले आहेत ते मात्र येथें लिहितों. १ एकशुक्तिक प्राणी, गोगलगाई इत्यादि; २ द्विशुक्तिक प्राणी, कालव, दुर्नामा मत्स्य इत्यादि; ३ बहुशुक्तिक प्राणी, खुवा नांवाचा मासा इत्यादि.

ज्या प्राण्यांचीं शरीरें संधिघटित असतात ते सर्व तिसऱ्या वर्गांत मोडतात. ह्याचे अत्रांतर विभाग चार आहेत. १ वलयरचितावयव प्राणी, जळवा, गोमा, गांडवळ इत्यादि; २ सकवच प्राणी, खेंकडे, झिंगे, टोळ इत्यादि; ३ कोळी, कांतीण, इत्यादि; ४ विभक्तावयव प्राणी, माशा, मधमाशा, फुलपांखरें, कुंभारीण, इत्यादि.

ज्यांच्या शरीराची रचना केंद्रापासून फांकणाऱ्या किरणांप्रमाणें असते ते सर्व प्राणी चवथ्या वर्गांत मोडतात. ह्याचे अत्रांतर विभाग पांच आहेत, त्यांपैकीं येथें एक मात्र सांगतां, वनस्पतिधर्मविशिष्ट प्राणी, प्रवाल, स्पंज, इत्यादि. हे प्राणी वनस्पतीप्रमाणें भूमीशीं संबद्ध असतात, म्हणून हें नांव त्यांस पडलें आहे.

भाग १४.

मनुष्यांच्या वांटणीविषयीं.

मनुष्यांसाठीं ईश्वरानें पृथ्वी उत्पन्न केली आहे, ह्यामुळें ती तिजवर विभुवृत्तापासून ध्रुवांपर्यंत सर्व ठिकाणी सर्व प्रकारच्या हवतें

आढळतात. सेनिगालनामक नदीच्या तीरावर इतकी उष्णता आहे की तिच्या योगाने द्राक्षासत्राच्या अर्कास देखील आपाप कट्ट येतो, पण तितकीही उष्णता सोसून मनुष्ये तेथे राहतात. तसेच ध्रुवांच्या अगदीं जवळ इतकी थंडी आहे की जिच्या योगाने पाराही गोठतो, पण तितकीही थंडी सोसून मनुष्ये तेथे राहतात. सर्व प्राण्यामध्ये मनुष्यमात्र आच्छादनावांचून जन्मास येते, व सर्वांमध्ये त्याला मात्र आपणास आच्छादन करतां येते. ज्या गुणांच्या योगाने मनुष्यास सर्व देशांमध्ये व सर्व प्रकारच्या हवेत राहतां येते, त्यापैकीच हा एक गुण आहे. ज्या देशांत ती असतात त्या देशांत जशी थंडी किंवा उष्णता असेल, तशी ती आपणास उबेचें किंवा हलकें आच्छादन करितात. ज्याच्या योगे मनुष्यांस सर्व प्रकारच्या हवेत राहतां येतें असा दुसरा एक गुण आहे, तो हा कीं हरएक प्रकारच्या अन्नाने त्यांचें पोषण होतें; म्हणजे मनुष्य हा सर्वभक्षक प्राणी आहे. हा गुण त्याचे आंगी नसता तर सर्व पृथ्वी व्यापून तीवर आपला अंमल चालविणें त्याच्या हातून घडतें ना.

समशीतोष्ण कटिबंधाजवळचे प्रदेश सोडून बाकी शीतकटिबंधाच्या कोणत्याही प्रदेशांत पेरणी व कापणी ह्या अगदींच नाहीत, व तेथे भाजी पाला वगैरे कांहींच होत नाही, म्हणून तेथच्या लोकांस केवळ मांसावर उपजीवन करावें लागतें. उष्ण कटिबंधांत तर मनुष्ये बहुतकरून वनस्पतीवरच उपजीवन करितात. आणि हेंच भक्ष्य मात्र त्यांस उष्ण हवेत मानवतें. समशीतोष्ण कटिबंधांत मनुष्ये सर्व प्रकारचें अन्न खातात. तेथे सर्व प्रकारचे खाद्य पदार्थ उत्पन्न होतात, आणि मनुष्ये तितक्याचाही उपभोग घेतात.

कित्येकां पदार्थविज्ञानशास्त्रवेत्त्यांस असें वाटलें आहे, कीं अन्नभे-

१ ह्या देशांत मनुष्याच्या जीवास मुख्य आहार समुद्राचा आहे. पूर्वी लिहिलेंच आहे कीं जमिनीवरच्या पेश्यां समुद्रावरची ह्या सौम्य असते. तेथे समुद्रांत मासे व दुसरे जलचर प्राणी पुष्कळ आहेत. हे तेथील लोकांस उजेड, अन्न, सर्पण ह्या तिन्ही गोष्टींचा पुरावा करतात. तेथे बर्फावर समुद्रघोटकांचे कळपांचे कळप सांपडतात, देवमासेही पुष्कळ असतात, ह्या सर्व प्राण्यांचें तेल व चर्म हीं त्या भयान देशांतील लोकांस फार उपयोगी पडतात.

दावरून मांसाहारी, मत्स्याहारी, धान्याहारी, फलमूलाद्याहारी, इत्यादि मनुष्यांचे वर्ग केले असतां चालतील; परंतु असे वर्ग करणे हें अंव्यापक आणि भ्रांतिमूलक असें आहे. कारण, प्राणिगुणशास्त्र व शरीरछेदनशास्त्र ह्यांवरून असें सिद्ध होतें, कीं मनुष्यें रूप, आकार, रीतिभाती, शरीरबल, आणि बुद्धि ह्यांनीं कितीही वेगळालीं दिसोत, तरी त्यांच्या अंतःस्थ रचनेंत कांहीं एक भेद भासत नाहीं; ती सर्वांची सारखी असते, म्हणून तीं एकाच जातीचीं आहेत.

प्राणिकोटी आणि उद्भिज्जकोटी ह्यांची एकेक जाति घेतली असतां तीतल्या व्यक्तीचे गुण आणि स्वरूप ह्यांच्यामध्ये नानाप्रकार दिसतात. त्यांपैकी कांहींचें कारण आपणास सांगतां येत नाहीं. एका कुटुंबांतल्या मुलांचे ठिकाणीं देखील भेद दिसतो. तर जग झाल्यापासून निरनिराळ्या देशांत, निरनिराळ्या जमिनीवर, व निरनिराळ्या हवेंत मनुष्यें पसरली आहेत, त्यांच्यामध्ये वैचित्र्य दिसलें तर फारसा चमत्कार नाहीं.

कित्येक पदार्थविज्ञानशास्त्र्यांनीं मनुष्यांचे तीन विभाग केले आहेत. कित्येकांनीं पांच, कित्येकांनीं सात, आणि कित्येकांनीं दहाही विभाग केले आहेत. त्वचेचा रंग, केश, चेहरा, आणि कंवटीचा आकार ह्या लक्षणांवरून मनुष्यजातीचे विभाग करितात.

मनुष्यांचे वर्ग.

१ काकेशियन, म्हणजे युरोपियन लोक, २ मागोलियन म्हणजे एशियेंतील लोक, ३ एथियोपियन, म्हणजे आफ्रिकेंतील लोक, ४

१ विद्वान् मनुष्य व अडाणी मनुष्य ह्यांच्यामध्ये खरा भेद अगदीं थोडा आहे; कांहीं नाहीं म्हटला तरी चालेल. परंतु रीतिभाती व शिक्षा इत्यादिकांनीं झालेला जो कृत्रिम भेद तो मात्र फार आहे. त्यांचा जन्म झाल्यापासून सात आठ वर्षेपावेतो त्यांच्या आईबापांस किंवा दुसऱ्या लोकांस त्यांच्यामध्ये कांहीं भेद दिसत नाहीं; पण हें वय गेल्यावर ते निरनिराळे थंवे करूं लागले म्हणजे त्यांच्या बुद्धीचा भेद लोकांच्या लक्षांत येऊं लागतो. आणि शेवटीं विद्वानास असें वाटूं लागतें, कीं अज्ञानी लोकांची जाण निराळीच आहे, पण वास्तविक पाहिलें असतां त्यांच्यामध्ये मूळचा म्हणून भेद कांहींच नसतो.

इंदियन म्हणजे अमेरिकेंतले मूळचे लोक, आणि ५ मालायन, म्हणजे मालाया द्वीपकल्पांतील लोक. ह्या प्रत्येक वर्गांतल्या लोकांच्या आंगावरचा रंग इतका निराळा असतो कीं, त्यांच्या रंगावरून गोरे, पिवळे, काळे, तांबडे, आणि पिगट असे मनुष्यांचे विभाग केले असतांही चालेल, आतां प्रत्येक वर्गांचीं मुख्य लक्षणे सांगतां.

काळासमुद्र आणि कास्पियन समुद्र ह्यांच्यामध्ये काकेशसनामक पर्वतांची ओळ आहे, त्या पर्वतांच्या खोऱ्यांतून युरोपियन लोक प्रथम आले असें कल्पिलें आहे; ह्यावरूनच त्यांस काकेशियन असें म्हणतात. ही कल्पना खरी दिसते, कां की ह्या वर्गातील लोकांचीं जीं लक्षणे सांगितलीं आहेत तीं जाजियन आणि सर्केशियन इत्यादि काकेशस पर्वतांच्या खोऱ्यांतले राहणारे लोक त्यांचे ठिकाणीं अद्यापि पूर्ण दिसतात.

काकेशियन वर्गातील लोकांची लक्षणे ही आहेत. त्यांचा जन्मतः रंग गोरा असून त्यांत कांही तांबूसपणा असतो. ही गोष्ट मुलें आणि उन्हांत वाऱ्यांत न फिरणारी मोठीं माणसें ह्यांच्या ठिकाणीं दिसून येते. बहुतकरून डोकें वाटोळें, कपाळ विस्तीर्ण, चेहरा लांबोळा, नाक बारीक असून सरळ किंवा रांव्याच्या चोंचीसारखें, जेवणी लहान, हनवटी भरदार आणि वाटोळी, केंस कोणाचे भोरे, कोणाचे काळे, व कोणाचे ह्यांच्या मधल्या रंगाचे असतात, आणि मऊ, हलके, व लांब किंवा किंचित कुरळे असे असतात. नेत्र निळे, काळे, किंवा ह्यांच्यामधल्या रंगाचे असतात.

लापलांद व फिनलांद येथील लोक खेरीज करून बाकीचे युरोपांतील सर्व लोक, व त्यांच्या वंशांतले अमेरिकन लोक; व ओबी, बेलूरताग, हिमालय, आणि भागीरथी ह्यांपर्यंत पश्चिम एशियेंतील

१ काकेशियन वर्गातील लोक ज्या ज्या देशांतले असतात त्या त्याप्रमाणें त्यांचा वर्ण निरनिराळा असतो खरा, पण त्यांचा नैसर्गिक वर्ण गौर आहे. उत्तर युरोपांतील लोक अगदीं गोरे असतात; मध्य युरोपांतील त्यापेक्षां कमी गोरे; आणि दक्षिण युरोपांतील काळसर असतात; बार्बरी देशाचे लोक अंमळ अभिक काळे; आणि हिंदु लोक काळेसांबळे. हिंदु लोकांच्या ज्या वायका उन्हांत फिरत नसतात त्या दक्षिण युरोपांतील लोकां-इतक्या गोऱ्या असतात,

लोक; आणि उत्तर आफ्रिका, मिसरदेश, व अक्सिनिया, म्हणजे हवस, ह्यांतील लोक हे सर्व काकेशियन वर्गांत मोडतात.

ओबी नदी, बेलूरताग पर्वत, हिमालय पर्वत आणि भागीरथी नदी ह्यांच्या पूर्वेकडच्या एशिया खंडांतील देशांतले, मलाका द्वीपकल्पांतील लोक खेरीज करून बाकीचे, सर्व लोक मांगोलियन वर्गांत मोडतात. म्हणजे मांगोल्या देशांतील लोक, चिनी लोक, जपानी लोक, तिबेटांतील लोक, भुतानी लोक, हिंदुस्तान आणि चीन ह्यांच्यामधले लोक; आणि ध्रुववृत्ताच्या लगत्याचे लोक, म्हणजे सामोइडी लोक, कामस्काट्कांतले लोक, फिन्लांडांतील लोक, लापलांडांतील लोक, आणि एस्कमो लोक, हे सर्व मांगोलियन वर्गांतले आहेत. ह्या वर्गांतील लोकांची मुख्य लक्षणे हीं आहेत. वर्ण पिवळा किंवा पिंगट, डोकें कांहींसे चौकोनी, कपाळ अरुंद, चेहरा मोठा आणि चापट, नाक लहान व चपटें, जेवणी पसरट, ओंठ जाड, हनवटी चिचोळी, गालांची हाडे उंचट, केश रांठ, काळे, आणि पातळ, डोळे लहान, काळे, व वांकडे असे असतात.

सहरा अरण्य आणि अक्सिनिया देश ह्यांच्या दक्षिणेकडचे आफ्रिका खंडांतील लोक, न्यूहालंड, वानदीमन्सलांड, पापुवा ऊर्फ न्यूगिनी, न्यूत्रिन, सालोमन बेटें, न्यूजांजिया, न्यूहेब्रिदीस, न्यूक्यालिदोनिया, आणि फिजी बेटें ह्या सर्व देशांतील लोक. आणि इंदियन आर्किपेलागोनामक द्वीपसमुदायांतील कित्येक जातींचे लोक हे सर्व एथियोपियन वर्गांतले आहेत. ह्या वर्गांतील लोकांचीं मुख्य लक्षणे हीं आहेत.—वर्ण काळा, डोकें अरुंद असून दोहों बाजूंस चापट, कपाळ अरुंद व मागे हटलेले, गालांची हाडे उंचट, नाक मोठे व चपटें, ओंठ जाड, त्यांतही विशेषकरून वरचा ओंठ जाड, जबडे अरुंद व पुढें आलेले, हनवटी लहान व मागे वळलेली, डोळे काळे, केश रांठ, काळे, आंखूड, कुरळ, व लोंकरीसारखे असतात.

मलया, सिंहलद्वीप, एशियेजवळचीं बेटें, न्यूजीलंड, व पोलिनीशिया, ह्या सर्व देशांतील लोक हे मालायन वर्गांत मोडतात. ह्यांचीं मुख्य लक्षणे, वर्ण पिंगट असतो; डोक्याचा आकार पहिला वर्ग व तिसरा वर्ग ह्यांतील लोकांच्या मस्तकांच्या आकारांच्या मधला असतो, कपाळ कांहींसे कमानदार असतें; नाक फुगीर, रुंद व शेंड्याशीं

जाड असतें; वरचा जबडा खालच्या जबड्यापेक्षां अम्मळ मार्गें हटलेला असतो; मुखावयव एथियोपियन लोकांच्यापेक्षां पुढें आलेले असतात; डोळे काळे असतात; आणि केंस रांठ, काळे, कुरळ, व दाट असतात.

इंदियन ऊर्फ अमेरिकन वर्गांत एस्किमो लोकांखेरीज बाकीचे अमेरिकेंतील मूळचे लोक येतात. ह्यांचा रंग दालचिनीच्या रंगाप्रमाणें तांबूस असतो; कपाळ आंखूड व दबलेलें असतें; डोळे खोल गेलेले, चेहेरा रुंदट असून चापट नसतो; नाक कांहींसें चापट पण पुढें आलेलें; नाकपुड्या फार रुंदट; गालांचीं हाडें उंचट, दाढी पातळ; आणि केंस काळे व विरळ असतात.

मालायन वर्गाचीं रूपलक्षणें एथियोपियन वर्गाच्या लक्षणांशीं कांहीं मिळतात; इंदियनवर्गाचीं मांगोलियन वर्गाच्या लक्षणांशीं कांहीं मिळतात.

पहिल्यापासून चहूंकडे धैर्य, हिंमत, आणि साहसिककर्मांची बुद्धि ह्यांत काकेशियन वर्गाचा दुसऱ्या वर्गावर नेहमी वरचष्मा आहे. ह्याचा वरचष्मा सर्व देशांतल्या लोकांच्या अनुभवास आला आहे, व तो सर्व लोक कबूल करितात. लवकरच सगळें जग त्यांच्या अमलांत यावयाचें असा ईश्वरी संकेत दिसतो. प्राचीन महाद्वीपाचा बहुतेक भाग आतांच त्यांच्या ताब्यांत आला आहे, व नवीन महाद्वीपही त्यांच्या आणि त्यांच्या वंशजांच्या ताब्यांत आल्यांप्रमाणेंच आहे; असें म्हटलें असतां चिंता नाही. पासिफिक महासागरांतल्या दूरदूरच्या पुष्कळ बेटांत धर्म सांगण्याकरितां त्यांचे पाद्री लोक गेले आहेत, आणि अतिदूरचा जो आग्नेयदेश त्यांत तर ते लोक वसाहती करीत चालले आहेत.

स्वास्थ्य असतां जे व्यापार व ज्या कला चालू होतात त्यांत, विद्याचारवृद्धींत, आणि साहित्य व शास्त्र ह्यांच्या वृद्धींत, काकेशियन वर्गातील लोकांनीं अन्य लोकांवर वरचष्मा केला आहे, व ह्याचमुळे विशेषकरून त्यांस युद्धामध्ये वरिष्ठता आली आहे.

परीक्षेचे प्रश्न.

भाग पहिला.

- १ भूगोलविद्या म्हणजे काय?
- २ भूगोलविद्येचे विभाग किती केले आहेत ?
- ३ भूमानविषयक विद्या काय आहे ?
- ४ हिचा दुसरा कोणत्या शास्त्रांशी संबंध आहे ?
- ५ भूतलविषयक विद्या काय आहे ?
- ६ हिचा दुसरा कोणत्या शास्त्रांशी संबंध आहे ?
- ७ भूराज्यविषयक विद्या काय आहे ?
- ८ हिचा दुसऱ्या कोणत्या शास्त्रांशी संबंध आहे ?
- ९ पृथ्वीचा आकार कसा आहे ?
- १० गोल म्हणजे काय ?
- ११ पृथ्वीचा आकार उदाहरण देऊन स्पष्ट करा.
- १२ तिचा आस व दैनंदिनगति ही उदाहरणाने स्पष्ट करा.
- १३ पृथ्वी जर गोल आहे तर तिचा पृष्ठभाग गोलाकार कां दिसत नाही ?
- १४ हें उदाहरणाने स्पष्ट करा.
- १५ साहा फूट उंचीचा मनुष्य एखादा अफाट मैदानामध्ये उभा राहिला असता त्यास आपल्या सभोवती पृथ्वीचा पृष्ठभाग किती दूरवर दिसेल ?
- १६ पृथ्वीच्या पृष्ठावर लहान मोठे पर्वत आहेत व उंच निच प्रदेश आहेत, तर ह्यावरून पृथ्वी गोलाकार नाही असे कां सिद्ध करता येत नाही ?
- १७ पृथ्वीवरच्या सर्वांहून उंच पर्वताचे महत्व १२ इंच व्यासाच्या कृत्रिम गोलावर त्याच्या प्रमाणाने दाखविले असतां केवढे होईल ?
- १८ व ते कसे दाखवाल ?
- १९ पृथ्वी गोलाकार आहे ह्या विषयी लोकांच्या प्रतीतीतील प्रमाणे सांग.
- २० पृथ्वीसभोवती प्रदक्षिणा करणे म्हणजे काय ?

* भागला ग्रंथ मन लावून वाचला असता ह्या प्रश्नांची उत्तरे सहज देता येतील. ग्रंथ केवळ पाठ करावयास नको, पण ध्यानांत पाहिजे.

- २१ हें उदाहरणांनीं स्पष्ट करा.
- २२ पृथ्वीसभोंवतीं समुद्रांतून प्रदक्षिणा करण्याचा प्रथम प्रयत्न कोणी केला ?
- २३ व त्या कामांत प्रथमतः यश कोणास मिळालें ?
- २४ कोलंबसास व त्याच्या पूर्वीच्या विद्वानांस ज्या प्रमाणांवरून पृथ्वी गोलाकारच असावी असें वाटलें तीं प्रमाणें कोणतीं ?
- २५ पश्चिमेकडून पूर्वेकडे व पूर्वेकडून पश्चिमेकडे पृथ्वी गोलाकार आहे हें कसें सिद्ध होतें ?
- २६ उत्तरेकडून दक्षिणेकडेही तिचा पृष्ठभाग गोलाकार हें कसें सिद्ध करावें ?
- २७ पृथ्वी चोहोंकडून गोलाकार ह्याविषयीं विशेष अवलोकनांत येणारीं अशीं प्रमाणें कोणतीं ?
- २८ डोलकाठीपेक्षां जहाजाचा खालचा भाग कशानें फार वेळ दृष्टीस पडावा ?
- २९ जमीन किंवा एखादा दूरचा पदार्थ पाहणें झाल्यास खलाशी लोक शिडावर कां चढतात ?
- ३० पृथ्वीस गोलावांचून दुसरा आकारच संभवत नाही
- हें कसें तें सांगा ?
- ३१ आकर्षण म्हणजे काय ?
- ३२ आकर्षणाचे प्रकार कोणते ?
- ३३ स्नेहाकर्षण नसलें तर काय होईल ?
- ३४ हाच नियम दहिवराचे बिंदु व पर्जन्याचे बिंदु ह्यांमध्ये कसा दिसून येतो ?
- ३५ पाण्याच्या गोळ्यांमध्ये कसा दिसून येतो ?
- ३६ व छरे करण्यांत कसा दिसून येतो ?
- ३७ गोलावरील सर्व भाग मध्यबिंदूकडे कां आकर्षिले जातात ?
- ३८ हा नियम पृथ्वीच्या घटनेस कसा लागू होतो ?
- ३९ आकाशांत कोणताही गोल निराधार कशानें राहिल ?
- ४० गुरुत्वमध्य म्हणजे काय ?
- ४१ गोलांत गुरुत्वमध्य आणि मध्यबिंदु हे एके स्थानीं होतात काय ?
- ४२ गोलाचा अगदीं खालचा बिंदु कोणता ?
- ४३ वर आणि खाली हे शब्द पृथ्वीस लाविले असतां ह्यांचा अर्थ काय होतो, व आकाशास लावले असतां काय होतो ?

- ४४ परस्परसंमुखपादजन म्हणजे कोण ?
 ४५ पृथ्वीवरील सर्व वस्तु व ४६ मध्यबिंदु कां आकाशितो ?

भाग २

- ४७ पृथ्वीची दैनंदिनगति म्हणजे काय ?
 ४८ हें कसे स्पष्ट करून दाखवावे ?
 ४९ अर्धा गोल नेहमीं प्रकाशित कां असतो ?
 ५० दिवस आणि रात्र हीं क्रमानें कां होतात ?
 ५१ ध्रुव म्हणजे काय ?
 ५२ भोंवरा किंवा नारिंग फिरवून त्यावर ध्रुव कोणते ते दाखीव.
 ५३ ध्रुवांस ध्रुव कां म्हणतात ?
 ५४ सूर्यादिक जे आकाशातील गोल ते चोवीस तासांत पूर्वपश्चिम एक प्रदक्षिणा करतात असें कां दिसतें ?
 ५५ ह्या भासमान गति स्पष्ट करून दाखविण्यास उदाहरणें कोणतीं ?
 ५६ पृथ्वीसभोंवतीं सूर्य प्रदक्षिणा करतो असें मानण्यास बाधकें कोणतीं ?
 ५७ दर चोवीस तासांत जर सूर्य पृथ्वीसभोंवतीं प्रदक्षिणा करता तर त्याच्या कक्षेचा परिघ केवढा होता ?
 ५८ हें कसे दाखवितां ?
 ५९ ताऱ्यांची संख्या व अंतरें ह्यांविषयीं तुम्हास काय वाटतें ?
 ६० ह्या गोष्टीपासून काय अनुमान होतें ?
 ६१ पृथ्वीपेक्षां सूर्य किती पट मोठा आहे ?
 ६२ ताऱ्यांच्या आकृतिमानाविषयीं कांहीं समजलें आहे काय ?
 ६३ तारे काय आहेत म्हणून मानितात ?
 ६४ दुर्बिणीतून पाहिलें असतां एरवींपेक्षां ग्रह चकचकीत व मोठे दिसतात, तसे तारे दिसतात काय ?
 ६५ ह्याचें कारण काय ?
 ६६ ऋतु होण्याचें कारण काय ?
 ६७ पृथ्वीची कक्षा म्हणजे काय ?
 ६८ पृथ्वीच्या कक्षेची पातळी म्हणजे काय ?
 ६९ ह्यांस कोणतीं उदाहरणें द्यावीं ?

- ७० पृथ्वीची कक्षा मूर्तिमंत आहे काय ?
- ७१ व त्या कक्षेची पातळी वास्तविक दृश्य आहे काय.
- ७२ हें कोणत्या कृतीनें स्पष्ट करून दाखवावें ?
- ७३ भूमध्यरेषा म्हणजे काय ?
- ७४ ह्या वृत्तास दुसरें नांव काय ?
- ७५ त्यानें गोलाचे कसे कोणते विभाग झाले आहेत ?
- ७६ ह्या वृत्तास भूमध्यरेषा कां म्हणतात ?
- ७७ हें वृत्त पूर्वपश्चिम आहे किंवा दक्षिणोत्तर आहे ?
- ७८ पृथ्वीच्या कक्षेच्या पातळीवर तिचा आंस लंब असता तर काय होतें ?
- ७९ पृथ्वीच्या आंसाचा तिच्या कक्षेच्या पातळीशीं किती अंशांचा कोन पडतो ?
- ८० पृथ्वीच्या आंसाचा रोंख सर्वदा कसा असतो ?
- ८१ तो बदलत नाही ह्यामुळें काय होतें ?
- ८२ आंसाचें उत्तरार्ध सूर्याकडे कललेलें असतें तेव्हां काय होतें ?
- ८३ आंस जेव्हां सूर्याकडे कललेला नसतो व त्यापासून फिरलेला नसतो तेव्हां काय होतें ?
- ८४ कोणत्या कृतीनें हें स्पष्ट करून दाखवावें ?
- ८५ ह्याविषयीं जी भंगी काढली आहे तिचें विवरण करितां येईल काय ?
- ८६ उत्तरायणांताच्या दिवशी सूर्याकडे पृथ्वी कशी कललेली असते ?
- ८७ व दक्षिणायनांताच्या दिवशीं हरिपद आणि विपुवपद ह्यांच्या ठायी कशी असते ?
- ८८ जेव्हां सूर्याचे किरण कर्कवृत्तावर लंबरूपानें पडतात तेव्हां त्याचा प्रकाश उत्तर ध्रुवावर किती दूरपर्यंत पडतो ?
- ८९ व असें कां घडतें ?
- ९० उत्तर शीतकटिबंधावर सूर्याचे किरण पडेनातसे झाले म्हणजे ते कोणत्या भागावर लंब असतात ?
- ९१ विषुववृत्ताच्या उत्तरेस १०० अंशांवर सूर्य लंब असला म्हणजे उत्तर ध्रुवाच्या पलिकडे त्याचा प्रकाश किती लांब पडतो ?
- ९२ ह्या ठिकाणी सूर्य असतां दक्षिण ध्रुवाभोंवता कोठ-

- पर्यंत अंधकार असतो ?
- ९३ एका ध्रुवापासून दुसऱ्या ध्रुवापर्यंत सूर्याचा प्रकाश असला म्हणजे तो कोणत्या भागावर लंब असतो ?
- ९४ प्रकाशवृत्त म्हणजे काय ?
- ९५ हे महावृत्त कां ?
- ९६ हे नेहमीं विषुववृत्तास बरोबर कां दुभागते ?
- ९७ व त्यामुळे काय होतें ?
- ९८ अक्षवृत्तास प्रकाशवृत्त वर्पातून कोणत्या वेळीं बरोबर दुभागते ?
- ९९ त्यावेळेस साऱ्या पृथ्वीवर दिनमान व रात्रिमान ही सारखीं कां असतात ?
- १०० सूर्य विषुववृत्ताच्या उत्तरेस आला म्हणजे प्रकाशवृत्ताच्या आंत सर्व अक्षवृत्ते अर्धापेक्षां अधिक किंवा कमी असतात ?
- १०१ प्रकाशवृत्त काय आहे हे कसे स्पष्ट करून दाखवावे ?
- १०२ प्रकाशवृत्त व विषुववृत्त हीं एक होऊन गेलीं तर पृथ्वीची संस्था कशी होईल ?
- १०३ प्रकाशवृत्त काय आहे हे स्पष्ट समजल्यापासून फायदा कोणता ?
- १०४ एकोणीस कोटि मैलांच्या व्यासाच्या कक्षतून पृथ्वी

- फिरत असतां तिचे ध्रुव व ध्रुवतारे हे एका सरळ रेषेत असतात हे कसे घडते ?
- १०५ मार्च महिन्याच्या २१ व्या तारखेस व जून महिन्याच्या एकविसाव्या तारखेस व कोणत्या भागांवर सूर्याचे किरण लंब असतात ?
- १०६ व तसेच सप्टेंबरच्या २२ व्या तारखेस व दक्षिणायनांती कोठें लंब असतात ?
- १०७ दक्षिणध्रुववृत्त व उत्तर ध्रुववृत्त हीं आपापल्या ध्रुवांपासून $२३\frac{३}{४}^{\circ}$ अंशांवर कां काढलेलीं असतात ?
- १०८ पृथ्वी सूर्याभोंवतीं फिरते ह्यास साधकें कोणती ?
- १०९ ही गोष्ट स्पष्ट करावयास कोणत्या कृति कराव्या ?
- ११० सूर्याची पूर्वेकडे भासमानगति कोणत्या युक्तीनें पाहावी ?
- १११ दर चोवीस तासांस सूर्य किती पुढें जातोसें दिसते ?
- ११२ पृथ्वी तूळ राशीस असली म्हणजे सूर्य कोणत्या राशीस असतो ?
- ११३ व ती वृश्चिक राशीस असली म्हणजे तो कोणत्या राशीस असतो ?

- ११४ क्रांतिवृत्त म्हणजे काय ?
 ११५ व त्यास क्रांतिवृत्त कां
 म्हणतात ?
 ११६ हें उदाहरणांनीं स्पष्ट कर ?
 ११७ ग्रहण म्हणजे काय ?
 ११८ सूर्यग्रहण होण्याचें बीज
 काय ?
 ११९ चंद्रग्रहण कां होतें ?
 १२० वर्तुळाचे ३६०° अंश क-
 लिपण्याचें मूळ काय ?
 १२१ राशिचक्र म्हणजे काय ?
 १२२ राशि किती आहेत त्या

- सांग.
 १२३ मेष राशीस सूर्य केव्हां
 असतो ?
 १२४ वृषभ राशीस केव्हां अ-
 सतो, व तूळ राशीस के-
 व्हां असतो ?
 १२५ मकर राशीस सूर्य आला
 म्हणजे पृथ्वी कोणत्या
 राशीस असते ?
 १२६ दर महिन्यास दोन ग्रहणें
 कां होत नाहीत ?

भाग ३.

- १२७ एखादा पदार्थ आकाशांत
 नीट फेंकला असतां तो
 सरळ रेषेनें व एकसार-
 ख्या वेगानें सतत चालेल
 ह्यास साधक हेतु कोणता ?
 १२८ पृथ्वीच्या वार्षिकगतीचीं
 कारणें भंगीवरून समजून
 सांगतां येतील ?
 १२९ कोणत्या शक्ति मिळून पृ-
 थ्वीची व दुसऱ्या ग्रहांची
 गति वर्तुळ झाली आहे ?
 १३० त्या शक्तीस काय म्हण-
 तात ?
 १३१ व त्या शब्दांचा अर्थ का-
 य आहे ?
 १३२ पृथ्वी उत्पन्न केल्याबरो-
 बर तीस केवळ सूर्याकडे-
 सच जाण्याचा वेग दिला

- असता तर काय होतें ?
 १३३ व केवळ पुढें जाण्याचा
 वेग दिला असता तर
 काय होतें ?
 १३४ दीर्घवर्तुळ म्हणजे काय ?
 १३५ पृथ्वीची कक्षा दीर्घवर्तुळ
 कशावरून आहे ?
 १३६ पृथ्वी उर्ची येते म्हणजे
 काय ?
 १३७ मार्गें सांगितलेलें सर्व भं-
 गीवरून सिद्ध करून दा-
 खीव ?
 १३८ मध्याभिगामी शक्ति परा-
 काष्ठेची वाढली असली
 म्हणजे पृथ्वी आपल्या
 कक्षेच्या कोणत्या भागां
 असते ?
 १३९ व ती फारच कमी अस-

- तां पृथ्वी कोणत्या भागां असते ?
- १४० मध्याभिगामी शक्ति परकाष्ठेची असतां तिच्यावर मध्योत्सारी शक्तीचा अंमल चालतो, व ती फार कमी असतां चालत नाही ह्याचें कारण काय ?
- १४१ पृथ्वीची कक्षा वर्तुळ आहे किंवा त्यापेक्षां कांहीं निराळी आहे ?
- १४२ एथें निची आकृति दीर्घ वर्तुलासारखी कां काढली आहे ?
- १४३ कक्षेचा लांब व्यास आणि आंखूड व्यास ह्यांच्या लांबींत किती अंतर आहे ?
- १४४ हें अंतर बहुतेक कांहीं नाहीच असें कां मानतात ?
- १४५ उन्हाळ्यांत पृथ्वी जितकी सूर्योजवळ असते तितकी ती हिवाळ्यांत असते काय ?
- १४६ ह्याचें कारण काय तें समजून सांग.
- १४७ ध्रुवांजवळच्या उन्हाळ्यांत हीच गोष्ट कशी असते ती स्पष्ट करून सांग.
- १४८ दिवसांत अत्युष्ण काळ कोणता ?
- १४९ व तो काय म्हणून ?
- १५० वर्षांतला अत्युष्ण काळ कोणता ?
- १५१ वर्षांतला व रात्रीतला अति शीतकाळ कोणता ?
- १५२ उदयकाळीं, मध्यान्हीं आणि सायंकाळीं सूर्य आपणापासून सारख्याच अंतरावर कां असतो ?

भाग ४.

- १५३ गोलाचें आकारमान कसें निघतें ?
- १५४ पृथ्वीच्या परिघाची लांबी कशी समजली ?
- १५५ व व्यासाची लांबी कशी समजली ?
- १५६ पृथ्वीवरच्या एका अंशाची लांबी किती आहे ?
- १५७ विपुवृत्त हें महावृत्त कां म्हणावें ?
- १५८ त्यानें गोलाचे कसे विभाग होतात ?
- १५९ ह्या आकृतीवरचीं वृत्तें समजावून सांग ?
- १६० जाग्याचें अक्षांश म्हणजे काय ?
- १६१ सर्व उत्तर गोलार्धाचे किती अक्षांश आहेत ?
- १६२ व दक्षिण गोलार्धाचे किती आहेत ?

- १६३ जागेच्या अक्षांशांवरून तिची बरोबर संस्था समजते काय ?
- १६४ जागेची बरोबर संस्था समजण्यास दुसरें काय पाहिजे ?
- १६५ याम्योत्तरवृत्त म्हणजे काय ?
- १६६ प्रथम याम्योत्तरवृत्त म्हणजे काय ?
- १६७ अक्षांश कशावर मोजतात ?
- १६८ वर्तुल पादांत किती अंश असतात ?
- १६९ याम्योत्तरवृत्तपादांत किती मैल असतात ?
- १७० अक्षांश कसे मोजावे ?
- १७१ सर्वोपयोगी याम्योत्तरवृत्त म्हणजे काय ?
- १७२ अक्षवृत्तें म्हणजे काय ?
- १७३ अक्षवृत्तें म्हणण्याचें कारण काय ?
- १७४ अक्षवृत्तें बहुतकरून किती काढलेलीं असतात ?
- १७५ व तीं किती काढतां येतील ?
- १७६ रेखांश म्हणजे काय ?
- १७७ सर्व देशांतले लोक अक्षांश एकाच ठिकाणाहून मोजतात तसें रेखांश मोजण्याचें एक ठिकाण आहे काय ?
- १७८ हें कां तें समजून सांग.
- १७९ कोणत्या वृत्तांवर रेखांश मोजतात ?
- १८० रेखांश विषुववृत्तावर कां मोजतात ?
- १८१ अक्षांश आणि रेखांश हे शब्द बरोबर पाहिले असतां ते पृथ्वीस लागू आहेत काय ?
- १८२ रेखांश काढण्यास याम्योत्तरवृत्तांचा उपयोग कसा पडतो ?
- १८३ अंशाची लांबी कशावर आहे ?
- १८४ एखाद्या वर्तुलाचा परिघ ३६० फूट असला तर त्याच्या एका अंशाची लांबी किती येईल ?
- १८५ तितकी कां ?
- १८६ पृथ्वीवरच्या एका अंशाची लांबी किती ?
- १८७ कोणत्याही अक्षवृत्तावरच्या अंशाच्यापेक्षां विषुववृत्तावरच्या अंशाची लांबी अधिक कां ?
- १८८ रेखांशांची लांबी सर्वत्र सारखी कां नाहीं ?
- १८९ अक्षांशांची लांबी सर्वत्र बहुतकरून एकसारखी कां असते ?

- १९० अक्षांशांचे मैल कसे करावे ?
- १९१ रेखांशांचे मैल कसे करावे ?
- १९२ त्या कोष्टकांत काय सांगितलें आहे ?
- १९३ व त्याचा उपयोग काय तें सांग.
- १९४ गोलावर किती लांबपर्यंत रेखांश मोजतात ?
- १९५ व अक्षांश कोठपर्यंत मोजतात ?
- १९६ अक्षांशांचे दक्षिणेकडील व उत्तरेकडील शेवट कोणते ?
- १९७ एकाच अक्षवृत्तावर एक पुरुष १८०° पू० रेखांशांवर असला व दुसरा १८०° पश्चिम रेखांशांवर असला तर त्यांच्या मध्ये किती अंतर असेल ?
- १९८ हें कसे तें सांग.
- १९९ वास्तविक पाहिलें असतां सर्व अक्षांशांची लांबी सारखी आहे काय ?
- २०० सर ऐजाकन्यून ह्याने केलेल्या पृथ्वीच्या वास्तविक आकृतीच्या उपपत्तीचें उपपादन कर.
- २०१ आणखी प्रमाणें व उदाहरणें सांग.
- २०२ एकाच याम्योत्तरवृत्ताच्या विषुववृत्ताजवळच्या अक्षाच्यापेक्षां ध्रुवाजवळच्या अक्षाची लांबी किती अधिक असते ?
- २०३ ह्याचें कारण काय ?
- २०४ ह्यापासून काय होतें ?
- २०५ अक्षांश कोणीकडे लांब होत जातात ?
- २०६ अक्षांशांच्या लांबींतला भेद हिशोबांत घेण्याजोगा आहे काय ?
- २०७ रेखांशांची लांबी कोणीकडे कमी होत जाते ?
- २०८ व ती कोणत्या प्रमाणानें कमी होते ?
- २०९ उत्तर गोलार्धांत कोणत्याही जागेचे अक्षांश त्या जागेवरच्या ध्रुवाच्या उंचीबरोबर असतात हें कसे तें सांग.
- २१० ध्रुव आपल्या खस्वस्तिकां असला तर आपण पृथ्वीच्या कोणत्या भागां असूं ?
- २११ व तशा स्थळां ध्रुवाची उंची किती व त्या स्थळांचे अक्षांश किती असावे ?
- २१२ ४५° उ० अक्षांशांवर ध्रुवाची उंची किती असते ?
- २१३ ५३° उ० अक्षांशांवर किती असते ?

- २१४ व विषुववृत्ताजवळ किती असते ?
- २१५ असें ठिकाण कोणतें की ज्या ठिकाणाहून तो कोणीकडेही गेला असतां तो दक्षिणेकडेसच जातो ?
- २१६ पृथ्वीवर अंश कसा मोजावा ?
- २१७ पृथ्वीचा परिघ व व्यास हे कसे काढावे ?
- २१८ पृथ्वीच्या ध्रुवाजवळच्या व्यासापेक्षां विषुववृत्ताजवळचा व्यास किती अधिक लांब आहे ?
- २१९ सूर्याच्या मध्यान्होन्नतीवरून जागेचे अक्षांश कसे काढावे ?
- २२० नतांशांवरून अक्षांश कसे समजतात ?
- २२१ आकाशस्थ विषुववृत्त व आकाशस्थध्रुव ह्यांच्या मधर्चे अंतर आणि भूस्थ विषुववृत्त व भूस्थ ध्रुव ह्यांच्या मधर्चे अंतर हीं बरोबर कां असतात ?
- २२२ आकाशस्थ विषुववृत्त आपल्या खस्वस्तिकां असलें तर पृथ्वीच्या कोणत्या भागां आपण असूं ?
- २२३ व तें आपल्या वास्तवक्षितिजाशीं एकरूप असलें तर आपण कोठें असूं ?
- २२४ ह्या दोन्ही ठिकाणांचे अक्षांश किती होतील ?
- २२५ आकाशस्थ विषुववृत्तापासून ४५° अंशांवर आपलें खस्वस्तिक असलें तर आपले अक्षांश किती असावे ?
- २२६ क्रांति म्हणजे काय ?
- २२७ व ती कशासारखी आहे ?
- २२८ आकाशस्थ विषुववृत्ताचे नतांश कसे काढावे ?
- २२९ जूनच्या २१ व्या तारखेस सूर्याची क्रांति किती असते ?
- २३० सूर्याची दक्षिणेस परम क्रांति कधीं असते ?
- २३१ सूर्यास क्रांति कधीं नसते ?
- २३२ चंद्राची किंवा ज्याची क्रांति माहित आहे त्या ताच्याची परमोन्नति काढून जागेचे अक्षांश कसे काढतां येतात ?
- २३३ समुद्रावर रेखांश कसे काढावे ?
- २३४ पूर्वेकडे वेळ लवकर कां असतो ?
- २३५ व दर १५° अंशांस एक तास ह्याप्रमाणें अगोदर कां असतो ?
- २३६ एथें दाहा तास वाजले अ-

- सले तर तेव्हां पूर्वेस पंधरा अंशांवर किती वाजतील?
- २३७ व पंचेचाळीस अंशांवर किती वाजतील ?
- २३८ हें कसे तें सांग ?
- २३९ दोन जागांवरच्या कालमानांतला भेद समजला असतां त्यापासून काय काढतां येतें ?
- २४० नकाशांवर व गोलांवर बहुतकरून किती याम्योत्तरवृत्ते काढलेलीं असतात ?
- २४१ २४ कां ?
- २४२ दर १० अंशांवरून जर याम्योत्तरवृत्त काढलें तर तें किती कालाबरोबर होईल ?
- २४३ कालमापक यंत्र म्हणजे काय ?
- २४४ व रेखांश मोजण्यास त्याचा उपयोग कसा ?
- २४५ एखादा मनुष्य लंदनांत लावलेलें कालमापक यंत्र घेऊन निघाला त्यावर दाहा वाजले असले आणि तो ज्या ठिकाणी गेला तेथच्या दिनमानावरून लावलेल्या घड्याळांत बारा वाजले असले तर ती जागा आणि लंदन ह्यांच्या मध्ये
- किती अंतर असावें ?
- २४६ व ती जागा लंदनाच्या कोणत्या दिशेस असावी ?
- २४७ म्हणजे तो किती रेखांशांवर आहे ?
- २४८ त्या मनुष्याच्या घड्याळावर दोन तास वाजले असले आणि कालमापक यंत्रावर चार वाजले असले तर तो किती रेखांशांवर असेल ?
- २४९ रेखांश काढण्यास दुसऱ्या युक्ति शोधण्याचें प्रयोजन कांय ?
- २५० रेखांश काढण्यास बृहस्पतीच्या उपग्रहांचीं ग्रहणें कशीं उपयोगीं पडतात ?
- २५१ एक उदाहरण सांग.
- २५२ ह्या रीतीनें समुद्रावर बरोबर रेखांश काढतां येतात काय ?
- २५३ कां येत नाहींत ?
- २५४ गोलावरील किंवा नकाशावरील कोणत्याही दोन जागांतलें अंतर कसे काढतां येतें ?
- २५५ जागा एकाच गोलार्धांत व एकाच याम्योत्तरवृत्तावर असल्या तर त्यांच्या मधचें अंतर कसे काढावें ?
- २५६ व त्या भिन्न गोलार्धांत

- असल्या तर तें कसे काढावें ?
- २५७ व त्या एकाच अक्षवृत्तावर असल्या आणि प्रथम याम्योत्तरवृत्ताच्या एकाच वाजूवर असल्या तर कसे काढावें ?
- २५८ व प्रथम याम्योत्तरवृत्ताच्या निरनिराळ्या वाजूवर असल्या तर कसे काढावें ?
- २५९ अक्षांशांचे मैल कसे करावे ?
- २६० व रेखांशांचे मैल कसे करावे ?
- २६१ पृथ्वीच्या कोणत्या भागा रेखांशांचे मैल करणे झाल्यास त्यांस ६० नी गुणावें लागतें ?
- २६२ ह्याचें कारण काय ?
- २६३ वास्तविक पाहिलें असता याम्योत्तरवृत्तांपेक्षां विषुववृत्त मोठें आहे काय ?
- २६४ दब्लिनच्या अक्षांशावर रेखांश किती मैलांचा आहे ?
- २६५ दब्लिन आणि मांचेस्टर ह्यांच्या मधचें अंतर कसे काढावें ?
- २६६ अक्षांश व रेखांश ह्यांच्याशीं संबंध न ठेवतां गोलावरील आणि नकाशावरील कोणत्याही दोहों
- जागांतलें अंतर कसे काढावें ?
- २६७ गोलावरील दोहों जागांच्या मधचें फार थोडें अंतर हें विषुववृत्तावर नेलें असतां त्या जागांच्या मधचें अंतर कां निघतें ?
- २६८ ज्यांवर विषुववृत्त काढलें नसतें अशा नकाशावर कोणत्याही दोन जागांच्या मधचें अंतर कसे मोजावें ?
- २६९ नकाशाच्या वरच्या आंगचे किंवा खालच्या आंगचे अंक कां घेऊं नयेत ?
- २७० दोहों जागांच्या मधचें कालांतर सांगितलें आहे त्यापासून रेखांतर कसे काढावें ?
- २७१ व रेखांतर सांगितलें असतां त्यापासून कालांतर कसे काढावें ?
- २७२ विषुववृत्तावर एका रेखांशाची लांबी किती !
- २७३ व ध्रुवाजवळ एका रेखांशाची लांबी किती ?
- २७४ ४५° अक्षांशांवर किती ?
- २७५ ५३° अक्षांशांवर किती ?
- २७६ ६०° अक्षांशांवर किती ?
- २७७ ध्रुववृत्ताजवळ किती ?

भाग ५.

- २७८ उष्णता भिन्न भिन्न होण्या-
चें कारण काय ?
- २७९ केव्हां आणि कोठें ती प-
राकाष्ठेची असते ?
- २८० कटिवंध व उपकटिवंध
ह्या शब्दांचा अर्थ काय ?
- २८१ कटिवंध किती आहेत ?
- २८२ त्यांचीं नांवां काय ?
- २८३ हीं नांवां पडण्याचें कारण
काय ?
- २८४ प्रत्येक कटिवंधाच्या मर्या-
दा कोणत्या ?
- २८५ व प्रत्येकाचा किती अंश-
विस्तार आहे ?
- २८६ त्यांचे अंश समजल्यावरून
यांचा वास्तविक विस्तार
कां समजावयाचा नाही ?
- २८७ त्यांचें ससंबंधिक आका-
रमान सांग.
- २८८ कटिवंधांचे अवांतर वि-
भाग करण्याचें प्रयोजन
काय ?
- २८९ उपकटिवंध कशाच्या आ-
धारानें कल्पिले आहेत ?
- २९० कोणत्या भागी रात्र आ-
णि दिवस हीं वर्षभर सा-
रखीं असतात ?
- २९१ विषुववृत्त आणि प्रत्येक
ध्रुववृत्त ह्यांच्या मध्ये कि-
ती उपकटिवंध कल्पिले
आहेत ?
- २९२ २४ कां कल्पिले आहेत ?
- २९३ ध्रुववृत्तांपासून ध्रुवांपर्यंत
उपकटिवंध कशांनें मो-
जतात ?
- २९४ महिन्यांनीं कां ?
- २९५ ध्रुववृत्त आणि ध्रुव ह्यां-
च्यामध्ये सहा उपकटिवं-
ध कां ?
- २९६ मुख्यकटिवंधाचे अवांतर
विभाग जे उपकटिवंध हे
आतां कोणी कां मानीत
नाहींत ?
- २९७ ह्यांचें एक उदाहरण सांग ?
- २९८ लाब्रादोर आणि ऐर्लंड
हीं एकाच अक्षवृत्तावर
आहेत ह्यांच्या मधच्या उ-
ष्णतेंत किती अंतर आहे ?
- २९९ अशा गोष्टीपासून काय
अनुमान होतें ?
- ३०० जागेवरची उष्णता कशा-
वर आहे ?
- ३०१ ह्या नियमास अपवाद को-
णते ?
- ३०२ अशीं शहरें कोणतीं सां-
गितलीं आहेत, की, जी
विषुववृत्तापासून निरनि-
राळ्या अंतरावर आहेत,
ह्यामुळे तेथें उष्णताही नि-
रनिराळ्या मानाची अ-

- सावी, पण ह्यांत तशी ती नसतां मध्यम प्रमाणानें सारखीच असते ?
- ३०३ ह्याचें कारण काय ?
- ३०४ उत्तर अमेरिका आणि एशिया ह्यांचे उत्तर भाग त्यांच्याच अक्षवृत्तावरच्या युरोप खंडाच्या भागांपेक्षां थंड कां आहेत ?
- ३०५ विषुववृत्तांकडे उतरण असली तर तीवर उष्णता फार कां होते ?
- ३०६ टिपेंत काय सांगितलें आहे तें सांग.
- ३०७ आफ्रिकेचा उत्तर भाग व युरोपाचा दक्षिणभाग हे त्यांच्याच अक्षवृत्तावरच्या एशियाच्या व आफ्रिकेच्या भागांपेक्षां किती उष्ण आहेत ?
- ३०८ नियतकालवाही आणि सततवाही वायूंनीं उष्णतेत फेरफार कां होतो ?
- ३०९ मोठ्या जलसमूहाच्या योगानें कां होतो ?
- ३१० चहूंकडून पाण्यानें वेष्टिलेली जागा असली तर तिनें उष्णतेस काय होतें ?
- ३११ समोष्णवृत्त म्हणजे काय ?
- ३१२ व त्याची गति कशावरून निश्चित केली आहे ?
- ३१३ हीं वृत्तें अक्षवृत्तांशीं बहुतकरून कोठें मिळतात ?
- ३१४ फार अक्षांशांवर त्यांची गति नियमित कां झाली आहे ?
- ३१५ कांहीं एक अंशांचें समोष्णतावृत्त अमेरिका किंवा एशिया ह्यांतल्यापेक्षां युरोपांत मार्गें कां येतें ?
- ३१६ आणि युरोपांत तेंच वृत्त समुद्रापासून दूरच्या प्रदेशांपेक्षां समुद्रावरच्या प्रदेशांत मार्गें कां जातें ?
- ३१७ विषुववृत्ताजवळ मध्यप्रमाणानें उष्णता किती असते ?
- ३१८ विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस किंवा उत्तरेस २०° अंशांवर किती उष्णता असते ?
- ३१९ मोठमोठीं समोष्णतावृत्तें सांग ?
- ३२० एथें सांगितलेल्या समोष्णतावृत्तांनीं पृथिवीचे उद्भिज्जांचे सात कटिबंध झाले आहेत, त्यांचें विवरण कर.
- ३२१ एथें ज्या वनस्पति सांगितल्या आहेत त्या, त्या त्या स्थळां मात्र उत्पन्न होतात किंवा कसें ?
- ३२२ उष्णकटिबंधांत एखाद्या उंच पर्वतांच्या वर चहूंकडून

- लागलें असतां तेशें कोण-
त्या उद्भिज्जांचे कटिवंध
लागतील तें सांग.
- ३२३ तेनरिफ, अरारात आणि
एत्ना ह्या पर्वतांविषयीं
काय सांगितलें आहे ?
- ३२४ हिमवृत्त म्हणजे काय ?
- ३२५ साधारण पाहिलें असतां
हें वृत्त फार उंच कोठें
असतें ?
- ३२६ व जमिनीला कोठें ला-
गतें ?
- ३२७ विषुववृत्ताजवळ ह्यांची
उंची किती आहे ?
- ३२८ विषुववृत्तापासून २०° अं-
शांवर किती आहे ?
- ३२९ व ५३० अंशांवर किती
आहे ?
- ३३० निरनिराळ्या अक्षांशांवर
हिमवृत्ताची उंची किती
आहे हें बरोबर समजलें
आहे काय ?
- ३३१ शीतकटिवंधांतल्या थंडी-
चा अनुभव मनुष्यास वि-
षुववृत्तावर कसा येईल ?
- ३३२ विषुववृत्तावरच्यापेक्षां वि-
षुववृत्तापासून २०° अंशां-
वर हिमवृत्त उंच कां आहे ?
- ३३३ हें समजून सांग ?
- ३३४ जशी जशी उंची असेल
त्या त्या प्रमाणानें उष्ण-
- ता कमी कां होते ?
- ३३५ शहरापासून दूरच्या शेतां-
तून चाललों असतां जित-
की उष्णता लागते तिज-
पेक्षां ती शहरांतल्या चिरे-
बंदी रस्त्यावर अधिक कां
लागते ?
- ३३६ सारख्याच अक्षांशांवर उ-
त्तरगोलार्धापेक्षां दक्षिण-
गोलार्धांत हिमवृत्त खालीं
असावें असें वाटण्याचें
कारण काय ?
- ३३७ दोहों गोलार्धांतील उष्ण-
तेविषया हंबोल्ट ह्यानें
काय लिहिलें आहे ?
- ३३८ एकाच अक्षांशावर निर-
निराळ्या उष्णतेचीं उदा-
हरणें सांग ?
- ३३९ उत्तरगोलार्धापेक्षां दक्षिण-
गोलार्ध थंड आहे हें मनु-
ष्याच्या वसतिस्थानावरून
कसे सिद्ध होतें तें सांग.
- ३४० उत्तरगोलार्ध आणि दक्षि-
णगोलार्ध ह्यांमध्ये उष्णतेत
फेरफार होण्याचीं तीन
कारणें कोणतीं सांगितलीं
आहेत ?
- ३४१ विषुववृत्ताच्या दक्षिणेच्या
आंगापेक्षां उत्तरेच्या आंगां
सूर्य सुमारे आठ दिवस
अधिक कां असतो ?

भाग ६.

- ३४२ पर्वतांचा उपयोग काय ?
- ३४३ झरे, ओढे आणि नद्या कशा होतात ?
- ३४४ पर्वतांचें साधारणपणें महत्व सांग.
- ३४५ पर्वतांचे वर्ग किती आहेत ?
- ३४६ व प्रत्येक वर्गाची साधारण उंची किती आहे ?
- ३४७ युरोपांतील अत्युच्च पर्वत कोणत्या वर्गांत आहेत ?
- ३४८ ऐर्लंडांतले अत्युच्च पर्वत कोणत्या वर्गांत आहेत ?
- ३४९ जमिनीवर मनुष्य अतिउंच किती गेला आहे ?
- ३५० व विमानांतून आकाशांत किती उंच गेला आहे ?
- ३५१ केतो शहराची किती उंची आहे ?
- ३५२ मुख्य मुख्य पर्वतांच्या रांगांची लांबी किती आहेत ती सांग.
- ३५३ मैदान म्हणजे काय ?
- ३५४ मैदानें किती प्रकारची आहेत ?
- ३५५ ग्रेतव्रितनांत नापीक व उजाड मैदानें आहेत त्यांपैकी थोडीशीं सांग.
- ३५६ अतिविस्तृत मैदानें कोठें आहेत ?
- ३५७ युरोपखंडाच्या उत्तरेस व आग्नेयीस जें मोठें मैदान आहे त्याचें विवरण कर.
- ३५८ त्याजवर उंचवटे नाहीत काय ?
- ३५९ वाल्दे टेंकड्यांची उंची किती आहे ?
- ३६० रशियांतल्या स्तेपी नामक अरण्याचें विवरण कर.
- ३६१ हंगारींतल्या पतजा नामक अरण्याचें विवरण कर.
- ३६२ अरण्य म्हणजे काय ?
- ३६३ युरोपांत अरण्यें आहेत काय ?
- ३६४ तीं कां नाहीत ?
- ३६५ सर्व जगांत अतिप्रसिद्ध व अतिविस्तृत असें अरण्य कोणतें ?
- ३६६ सहरा ह्या शब्दाचा अर्थ काय ?
- ३६७ सहरा अरण्याचें वर्णन कर.
- ३६८ ह्यांतल्या चारापाण्याच्या जागांची प्राचीन लोकांनीं कशांशीं तुलना केली आहे ?
- ३६९ सहरा अरण्यांतून पलिकडे जातांना कोणतीं संकटें व कोणते धोके येतात ?
- ३७० उंटांस काय म्हटलें आहे ?
- ३७१ तांच्यांच्या खुणांनीं किंवा होकायंत्रावर दिशा पाहून

- वाटसरांस ह्या अरण्यांतून रस्ता कां काढावा लागतो?
- ३७२ सहरा अरण्यांतून जातांना जीं संकटें येतात त्यांचें एक उदाहरण सांग.
- ३७३ अरबस्थान, सिरिया आणि इराण ह्यांतल्या अरण्याचें वर्णन कां करायास नको.
- ३७४ इराणांतल्या मोठ्या क्षारारण्याचा विस्तार किती आहे ?
- ३७५ हिंदुस्थानांत अरण्ये कोठें आहेत.
- ३७६ व त्यांविषयीं काय सांगितलें आहे ?
- ३७७ एशियेंत महारण्य कोठें आहे ?
- ३७८ शामो म्हणजे काय ?
- ३७९ कोबीच्या अरण्याचा विस्तार किती आहे ?
- ३८० शामोचा विस्तार किती आहे ?
- ३८१ आफ्रिका आणि अरबस्थान ह्यांतल्या सहरा अरण्यांत व शामो अरण्यांत
- भेद काय आहे ?
- ३८२ अमेरिकेंतील महारण्य कोठें आहे ?
- ३८३ तें कोणत्या प्रकारचें आहे ?
- ३८४ व त्याचा विस्तार किती आहे ?
- ३८५ सावान्ना आणि प्रायरी ही मैदानें बहुतकरून कशानें आच्छादित असतात ?
- ३८६ हीं अरण्ये फार कोठें आहेत ?
- ३८७ अमेरिकेंतल्या मोठ्या मैदानाचें वर्णन कर.
- ३८८ लानोस आणि पांपास ही अरण्ये कोठें आहेत ?
- ३८९ तितिकाच्या उंच प्रदेशाचें क्षेत्र किती आहे व मध्य प्रमाणानें त्याची उंची किती आहे ?
- ३९० क्वेटोच्या मैदानाची उंची किती आहे ?
- ३९१ मेक्सिको देशांतल्या अनाहुवा नामक उंचवट्याच्या प्रदेशाची उंची किती आहे ?

भाग ७.

- ३९२ नद्या कशानें होतात ?
- ३९३ नद्यांचा स्वभाव व आकारमान ही कशावर आहेत ?
- ३९४ अमेजन नामक नदीच्या
- पात्राचा विस्तार केवढा आहे ?
- ३९५ नद्यांचा वेग कशावर आहे ?

- | | |
|---|--|
| ३९६ धवधवे कशानें होतात? | ४११ प्रत्येक वर्गाचीं उदाहरणें सांग. |
| ३९७ मैदानांतून वाहतांना नद्यांस वेग कशानें येतो ? | ४१२ फार साधारण वर्ग कोणता ? |
| ३९८ ह्यांचीं उदाहरणें सांग. | ४१३ अशीं सरोवरे कोणाचा विस्तार मानिलीं आहेत ? |
| ३९९ मुखाविषयी नद्यांच्या मध्ये काय भेद आहे ? | ४१४ चवथ्या वर्गात आणि अन्यवर्गात कोणता भेद आहे ? |
| ४०० लाप्लाता नदीचें मुख किती रुंद आहे. | ४१५ नात्रान सरोवरे कोठें आहेत ? |
| ४०१ कांहीं नद्यांस नियतकाळी पूर कशानें येतात. | ४१६ कर्कनित्स सरोवराविषयी काय म्हटलें आहे ? |
| ४०२ ह्यांचीं कांहीं उदाहरणें सांग. | ४१७ जारावेस सरोवराविषयी काय लिहिलें आहे ? |
| ४०३ पुरांनीं धोके कोणते येतात ? | ४१८ ह्यांचें कारण काय सांगितलें आहे ? |
| ४०४ पुरांचा उपयोग काय ? | ४१९ सर्व जगांत मोठें सरोवर कोणतें ? |
| ४०५ नद्यांचे वर्ग किती केले आहेत ? | ४२० त्याचें क्षेत्रफळ किती चौरस मैल आहे ? |
| ४०६ नद्यांची लांबी बरोबर समजली आहे काय ? | ४२१ सुपीरियर सरोवराचें क्षेत्रफळ किती आहे ? |
| ४०७ ह्या नद्यांचा अभ्यास कसा करावा ? | ४२२ जिनीवाचें किती आहे ? |
| ४०८ युरोपांतली सर्वांत मोठी नदी कोणत्या वर्गात आहे. | ४२३ व लुफनाईचें किती आहे ? |
| ४०९ इंग्लंड आणि ऐर्लंड ह्यांतली सर्वांत मोठी नदी कोणत्या वर्गात आहे ? | ४२४ निकाराग्वाविषयी तुला काय सांगावयाचें आहे ? |
| ४१० सरोवरांचे वर्ग कसे केले आहेत ? | |

भाग ८.

- | | |
|---|--|
| ४२५ भरती आणि ओहटी ह्या होण्याचें कारण काय ? | ४२७ दर चौवीस तासांस दोन भरल्या व दोन ओहट्या कां होत नाहींत ? |
| ४२६ त्यांचें विवरण कर. | |

- ४२८ त्या दररोज किती मागून होतात ?
- ४२९ व कां होतात ?
- ४३० समुद्राचें पाणी नासत नाही हें कशानें ?
- ४३१ भरती व ओहटी ह्या कशा होतात ?
- ४३२ चंद्र समोर आला असतांही पराकाष्ठेची भरती कां होत नाही ?
- ४३३ टिपेंत ज्या गोष्टी सांगितल्या आहेत त्यानीं हें स्पष्ट कर.
- ४३४ चंद्राच्या अतिसंनिधच्या भागावर व अतिदूरच्या भागावर एकदम भरत्या कां येतात ?
- ४३५ ह्यास उदाहरणें सांग.
- ४३६ भंगीवरून भरती व ओहटी ह्या कशा होतात तें सांग.
- ४३७ अन्यस्थलाच्या पक्षां विषुववृत्ताजवळ भरती व ओहटी ह्या फार मोठ्या कां असतात ?
- ४३८ निखाराचें पाणी व उधानाचें पाणी हीं होण्याचीं कारणें कोणतीं ?
- ४३९ निखाराचें पाणी केव्हां होतें ?
- ४४० व उधानाचें पाणी केव्हां होतें ?
- ४४१ ह्या नियतकालवाही कोठें आहेत ?
- ४४२ ह्या येण्याच्या वेळांत व उंचींत नियम न राहण्याचें कारण काय ?
- ४४३ भूमध्य समुद्र व बाल्तिक समुद्र ह्यांच्या मध्ये त्या बहुतकरून अगदी समजण्यांत कां येत नाहींत ?
- ४४४ हडसनचें अखात व वाफ्लीनचें अखात आणि तांबडा समुद्र ह्यांमध्ये भरत्या नियमानें व मोठमोठ्या येतात ह्याचें कारण काय ?
- ४४५ उपद्रव होण्याजोगी इतकी मोठी भरती कोठें येते ?
- ४४६ समुद्रांत प्रवाहांचा उपयोग काय ?
- ४४७ विषुववृत्तसंबंधी महाप्रवाहाचें विवरण कर.
- ४४८ अखातसंबंधी प्रवाहाचें विवरण कर.
- ४४९ त्याचा वेग किती आहे ?
- ४५० भोंवतालच्या पाण्यापासून हा वेगळा कशानें दिसतो ?
- ४५१ अमेरिकेचा शोध लावण्यास हा कारण कसा ?
- ४५२ पासिफिक महासागरांतल्या विषुववृत्तसंबंधी महाप्रवाहाचें विवरण कर.
- ४५३ उत्तरध्रुवाजवळ जाण्याचा

- कपतान पोरी साहेबाचा प्रयत्न व्यर्थ झाला ह्यावरून ध्रुवाजवळ प्रवाह आहेत हे कसे सिद्ध होते ?
- ४५४ अतलांतिक महासागराच्या उत्तरभागांत नौकायान फार धोक्याचे कां आहे ?
- ४५५ ध्रुवाजवळचे प्रवाह होण्याच्या कारणाचे परिपाठांतलें उदाहरण सांग.
- ४५६ ऐसलंदांतल्या लोकांस सर्पण कशाचे पुरतें ?
- ४५७ ध्रुवाजवळचे प्रवाह विषुववृत्ताजवळ आले म्हणजे ते पश्चिमवाही कां होतात ?
- ४५८ अंतर्वाही प्रवाहांविषयीं काय म्हटलें आहे ?
- ४५९ समुद्रांत भोंवरे होण्याचे कारण काय ?
- ४६० मालखूमाचे विवरण कर.
- ४६१ कारिब देश कोठें आहे ?

भाग ९.

- ४६२ वातावरण म्हणजे काय ?
- ४६३ त्याचा उपयोग काय ?
- ४६४ त्याचे घटक अवयव कोणते ?
- ४६५ त्याची उंची बराबर समजावयाजोगी आहे काय ?
- ४६६ संध्याप्रकाश व प्रतिफलन ह्या शब्दांचा अर्थ काय ?
- ४६७ हे कशानें होतात ?
- ४६८ संध्याप्रकाश राहाण्याचा काल कशानें फिरतो ?
- ४६९ विषुववृत्ताजवळच्या भागांत तो फार थोडा वेळ कां असतो ?
- ४७० व ध्रुवाजवळच्या प्रांतांत तो फारवेळ कां असतो ?
- ४७१ ध्रुवाजवळच्या प्रांतांतून सूर्याचे किरण परावृत्त झाले म्हणजे तेथें अगदीं गुडूप अंधार असतो कीं काय ?
- ४७२ सूर्य किरणांच्या स्थानीं तेथें काय असतें ?
- ४७३ वक्रीभवन म्हणजे काय ?
- ४७४ हे कशानें होतात ?
- ४७५ त्यांचे परिणाम काय ?
- ४७६ व त्याचा उपयोग काय ?
- ४७७ क्षितिजाजवळ तें किती होतात ?
- ४७८ व खस्वस्तिकाकडे किती होतात ?
- ४७९ चंद्रबिंबाची किंवा सूर्यबिंबाची खालची कड क्षितिजास लागलीशी दिसत असली तरी वस्तुतः त्याचें

- सर्व बिंब क्षितिजाखालीं असतें हें कसें तें सिद्ध कर.
- ४८० ह्याविषयीं टिपेंत कायू लिहिलें आहे तें सांग.
- ४८१ हें स्पष्ट करण्याकरितां जें उदाहरण सांगितलें आहे त्याचें विवरण कर.
- ४८२ ह्याशिवाय वक्रीभवनाचें दुसरें परिपाठांतलें उदाहरण कोणतें ?
- ४८३ वातावरणाचें वजन किती आहे ?
- ४८४ व तें कसें समजलें ?
- ४८५ बंब कशाच्या आधारानें केले आहेत ?
- ४८६ भारमापक यंत्र कशाच्या आधारानें केले आहे ?
- ४८७ दर चौरस इंचावर वातावरणाचा किती दाब आहे ?
- ४८८ हें कसें समजलें ?
- ४८९ मध्यम आकाराच्या मनुष्याच्या आंगावर वातावरणाचें वजन किती असतें ?
- ४९० हें अचाट वजन उपद्रव न होतां मनुष्याला कसें सोसवतें ?

भाग १०.

- ४९१ बाष्पभवन म्हणजे काय ?
- ४९२ वाफ वर कां जाते ?
- ४९३ ती थांबते कोठें ?
- ४९४ ती केव्हां दिसू लागते ?
- ४९५ कोणत्या रूपानें दिसते ?
- ४९६ मेघांचे कसे वर्ग केले आहेत ?
- ४९७ धुकें म्हणजे काय ?
- ४९८ व तें कशानें होतें ?
- ४९९ त्यानें नौकायान कोठें धोक्याचें झालें आहे ?
- ५०० व तें कसें ?
- ५०१ समुद्र, आकाश, आणि पृथ्वी ह्यांच्या मध्यें नेहमीं पाणी मनुष्याच्या हिताकरतां कसें खेळत असतें तें सांग ?
- ५०२ पृथ्वीच्या कोणत्या भागां पर्जन्य विपुल पडतो ?
- ५०३ अशी गोष्ट असावी असें आपणांस कां वाटतें ?
- ५०४ उष्णकटिबंधांत किती पाऊस पडतो ह्याची गणना केली आहे ती सांग.
- ५०५ उत्तर समशीतोष्ण कटिबंधांत

- धांत किती पाऊस पडतो तें सांग.
- ५०६ अमुक इंच पाऊस पडला म्हणजे काय ?
- ५०७ निरनिराळ्या प्रदेशांवर निरनिराळ्या प्रमाणानें पर्जन्य पडतो ह्यांत ईश्वराचा कोणता वेत दिसून येतो तें सांग.
- ५०८ पावसाळा फार दिवस कोणत्या भागां असतो ?
- ५०९ ह्यांस उदाहरणें कोणतीं सांगितलीं आहेत ?
- ५१० उष्णकटिबंधांत पर्जन्यादि चमत्कारिक गोष्टी वेतानें होतात त्यांत कांही अंतर पडत नाही ह्याचें कारण काय ?
- ५११ पर्जन्यमापक यंत्र म्हणजे काय ?
- ५१२ उष्णकटिबंधामध्ये एका दिवसांत ह्या यंत्रांत किती इंच पाणी जमतें ?
- ५१३ चार ऋतु कोणत्या भागांत होतात ?
- ५१४ दोन कोठें होतात ?
- ५१५ व एक कोठें होतो ?
- ५१६ उष्णकटिबंधांत किवा क्रांतिवृत्तांत वर्षाचे कसे विभाग केले आहेत ?
- ५१७ तेथें उन्हाळा केव्हां असतो ?
- ५१८ व पावसाळा केव्हां असतो ?
- ५१९ ह्यांत ईश्वरी वेत कोणता ?
- ५२० नियतकालिक पर्जन्य व नियतकालिक पर्जन्याभाव ह्यांपासून परिणाम काय होतो ह्याचें हंबोल्ट साहेबानें काय वर्णन केले आहे ?
- ५२१ पावसाळ्यांत रानघोड्यांस कोणतीं दुःखें होतात ?
- ५२२ घोड्यांचें, मुळचें जन्मस्थान लानोस अरण्य आहे काय ?
- ५२३ आफ्रिकेंत क्रांतिवृत्ताच्या उत्तर भागांत पावसाळ्यास आरंभ केव्हां होतो ?
- ५२४ व तो संपतो केव्हां ?
- ५२५ ह्यापासून काय होतें तें सांग.
- ५२६ क्रांतिवृत्तांत, कोणत्या भागांत दोन पावसाळे होतात ?
- ५२७ त्यांत दोन भेदक गोष्टी कोणत्या आहेत ?
- ५२८ एका अक्षवृत्ताच्या सर्व भागां उन्हाळा किंवा पावसाळा एकेच काळीं होतो काय ?
- ५२९ भिन्नकाळीं होण्याचें कारण काय ?

५३० उदाहरणें सांग.

५३१ जेथें पावसाळाच नाही अशीं उष्ण कटिबंधांत कांहीं ठिकाणें आहेत काय ?

५३२ ह्याचें कारण काय ?

५३३ ईजिप्ताविषयीं काय सांगितलें आहे.

५३४ साधारणपणें पाहिलें असतां पृथ्वीवर सर्व ठिकाणी सारख्या अक्षांशांवर सारखा पाऊस पडतो काय ?

५३५ फार पाऊस कोणत्या प्रदेशांवर पडतो ?

५३६ ह्याचें कारण काय ?

५३७ दहिंवर म्हणजे काय ?

५३८ पृथ्वीच्या कोणत्या प्रदेशीं व देशाच्या विशेषतः कोणत्या भागां दहिंवर फार पडतें ?

५३९ दहिंवराचा उपयोग काय ?

५४० दहिंवराच्या उत्पत्तीविषयीं पूर्वी लोकांचें मत कसें होतें तें सांग.

५४१ हल्लीं त्याची उत्पत्ति कशी करतात ?

५४२ त्याचीं उदाहरणें कोणतीं सांगितली आहेत ?

५४३ निरभ्ररात्रीच्यापेक्षां साभ्ररात्रींत दहिंवर फार पडतें काय ?

५४४ साभ्ररात्रीं दहिंवर बहुत पडत नाही; पडलें तर फार थोडें पडतें असें कां ?

५४५ एकाच प्रदेशावर दहिंवर सारखें पडतें काय ?

५४६ हें कसें सिद्ध केलें ?

५४७ त्यापासून साधारण अनुमान कोणतें ?

५४८ कडक थंडी कशांन पडते ?

५४९ वातावरणांतील वाफ दुसरें कोणतें रूप धरिते ?

५५० बर्फ कसें होतें ?

५५१ व गारा कशा होतात ?

५५२ बर्फावर पाहिलें असतां बर्फाच्या उपयोगाविषयीं काय अनुमान होतें ?

५५३ बर्फाचे दोन मोठे उपयोग कोणते आहेत ?

५५४ बर्फ केव्हां व कोठें पडतें ?

५५५ गारा केव्हां व कोठें पडतात ?

५५६ गारा कशा होतातसें कल्पिलें आहे ?

भाग ११.

- ५५७ वाऱ्याचें मुख्य कारण कोणतें ?
- ५५८ उदाहरणें कोणतीं सांगितली आहेत.
- ५५९ वाऱ्याचे कसे विभाग केले आहेत ?
- ५६० व्यापारोपयोगी वायु म्हणजे काय ?
- ५६१ व त्यांचें हें नांव पडण्याचें कारण काय ?
- ५६२ नौकायानास त्यांच्या उपयोगाचें एक उदाहरण सांग.
- ५६३ व्यापारोपयोगी वायु होण्याचें कारण समजून सांग.
- ५६४ एथें सांगितलेल्या दिशांना ते नियमानें केव्हां वाहतात ?
- ५६५ नियतकालवाही वायु म्हणजे काय ?
- ५६६ अयनवायु म्हणजे काय ?
- ५६७ व त्यांचें हें नांव पडण्याचें कारण काय ?
- ५६८ अयनवायु होण्याचें कारण सांग.
- ५६९ ते नैर्ऋत्येकडून केव्हां वाहतात ?
- ५७० व ईशान्येकडून केव्हां वाहतात ?
- ५७१ गिनीच्या अखातांत ते दक्षिणेकडून व नैर्ऋत्येकडून कां वाहतात ?
- ५७२ पेरूच्या किनाऱ्यानें कां वाहतात ?
- ५७३ खारा वारा आणि गोडा वारा काय तें समजून सांग.
- ५७४ सततवाही वारा किंवा नियतकालवाही वारा कोठें आहे ?
- ५७५ अनियतकालवाही वारा कोठें आहे ?
- ५७६ व तो तेथें कां असतो ?
- ५७७ अनियतकालवाही वाऱ्याचें मुख्य कारण काय ?
- ५७८ वाऱ्याचा वेग किती असतो ?
- ५७९ स्थलविशेषवाही वारे सांगितले ते कोणते ?
- ५८० सैराको केव्हां वाहूं लागतो ?
- ५८१ व तो कितीवेळ राहातो ?
- ५८२ त्यानें काय होतें तें सांग ?
- ५८३ हार्मातान कोठें व केव्हां वाहतो ?
- ५८४ त्या देशांतल्या लोकांच्या प्रकृतीस त्यापासून काय होतें ?

- ५८५ सैमूम व सेमियल हे कोठें वाहतात ?
 ५८६ सेमियलानें काय होतें ?
 ५८७ त्यास कोणत्या युक्तीनें उंट व वाटसरू चुकवूं पाहतात ?

- ५८८ वाऱ्याचा वेग कोठपासून कोठपर्यंत असतो ?
 ५८९ इंग्लंड वगैरे देशांत त्याचा पराकाष्ठेचा वेग किती असतो ?

भाग १२.

- ५९० बहुतकरून सगळ्या पृथ्वीवर उद्भिज्जे वांटलेली आहेत हें कसें ?
 ५९१ अनेक प्रकारचीं सुंदर व उफाळ्याचीं अशीं तीं कोठें आढळतात ?
 ५९२ उष्णकटिबंधांत सुकुमार व उफाळ्याचीं अशीं उद्भिज्जे उत्पन्न होतात हें कसें तें सांग.

- ५९३ वनस्पतींच्या किती जाती माहित आहेत ?
 ५९४ ०° ४५° , आणि ६०° ह्या अक्षांशांवर ज्या वनस्पति उत्पन्न होतात त्यांचें हंबोल्त साहेबानें काढलेलें प्रमाण सांग.
 ५९५ उद्भिज्जांचा उपयोग काय ?
 ५९६ तीं पृथ्वीवर कशीं पसरतात ?

भाग १३.

- ५९७ पृथ्वीच्या सर्वभागी प्राण्यांची वस्ती आहे हें कसें ?
 ५९८ फार वाढलेले प्राणी कोणते आहेत ?
 ५९९ देशांतली हवा व तेथच्या जनावरांचें आच्छादन ह्यां-

च्यांत मिलाफ कसा आहे तो सांग ?

- ६०० ह्याविषयीं दाकूतर पेलीनें काय लिहिलें आहे ?
 ६०१ प्राण्याचे साधारण विभाग सांग.

भाग १४.

- ६०२ मनुष्यांचे वर्ग व वांटणी हीं सांग.

खगोलविद्येचीं मूलतत्त्वे.

शिक्षकानें विद्यार्थ्यांस ज्योतिःशास्त्र शिकविण्याचे आरंभी त्यांस ग्रहनक्षत्रादिकांच्या भासमान गति व त्यांचीं परस्पर ससंबंधिक स्थानें हीं दाखवावीं. ह्याकरितां, ज्या ठिकाणीं उभें राहिलें असतां चहूंकडे जमिनीस आकाश लागलेंसें दिसतें अशा ठिकाणीं त्यांस घेऊन जावें. तशा ठिकाणीं उभें राहिलें असतां, त्यांच्या नजरेस असें येईल, कीं काळी धार ज्याचा परिघ आहे अशा मोठ्या वर्तुलाच्या मध्यभागीं आपण उभे आहों. त्या काळे धारेसं ज्योतिःशास्त्रांत क्षितिज असें म्हणतात.

त्यांच्या नजरेस अशीही गोष्ट येईल, कीं आकाश हें मोठ्या पालथ्या कटाहासारखें आहे, व आकाशाचा प्रत्येक भाग आपणापासून सारख्या अंतरावर आहे; म्हणजे आकाशकटाहाच्या मध्यभागीं आपण उभे आहों.

दिवसास आकाशकटाह सूर्याच्या तेजानें प्रकाशित असतो. सूर्य क्षितिजाच्या पूर्वभागीं उगवून वर्तुल मार्गानें जाऊन तो पश्चिमेस अस्तंगत होतो. सूर्य क्षितिजाखालीं गेल्यावर आकाशकटाहांत तारे दिसूं लागतात. हे तारे आकाशांत हजारों पसरले आहेत असे दिसतात. चंद्रही नेमलेल्या वेळीं आकाशांत येऊन प्रकाश देतो; जाणों तो म्हणतो, तारे दूर आहेत, त्यांचा प्रकाश पुरत नाही, म्हणून मी आलों आहे.

दुसरे दिवशीं पुन्हा पूर्वेस सूर्य उदय पावतो, आणि पूर्ववत् चालून जाऊन पश्चिमेस अस्तंगत होतो. सूर्याचा उदयास्त पाहणें आपल्या परिपाठांत इतकें पडलें आहे, कीं त्याची मौज वाटून त्यापासून आपणांस कांहींच आश्चर्य होत नाही. पण शोधकबुद्धीच्या मुलांच्या मनांत सहजच अशा शंका येतील, कीं आकाशमार्ग क्रमून पृथ्वीवर उघणता आणि प्रकाश हीं देणारा असा तेजःपुंज गोल हा एकच आहे, किंवा दररोज नवा नवा येतो ? बरे, दररोजचा तोच आहे म्हणावें, तर रात्रीस त्याची काय वाट होते ? संध्याकाळी पश्चिमेस तो दिसेनासा झाल्यावर दुसरे दिवशीं पूर्वेस दिसतो, हें कसें

होते ? वर्तुल मार्गानें दिवसास जी अर्धौ प्रदक्षिणा झाली, ती रात्रीस तशाच मार्गानें जाऊन पुरती करून पुनः तो पूर्वेस पहिल्या स्थानीं येतो काय ? ह्याप्रमाणें जर तो पुनः पुनः पूर्वस्थानीं येत असला, तर पृथ्वी हें आकाशास लागलेलें एक मोठें सपाट मैदान आहे असें दिसतें, हा केवळ भास आहे. वास्तविक ती तशी नाहीं; तर ती, निदान, पूर्वेस व पश्चिमेस आकाशापासून अलग आहे. कारण ती जर आकाशापासून अलग नसती, तर सूर्य आणि तारे ह्यांस वर्तुल मार्गानें जातां येतें ना; पण ते जातात हें आपण पहातो.

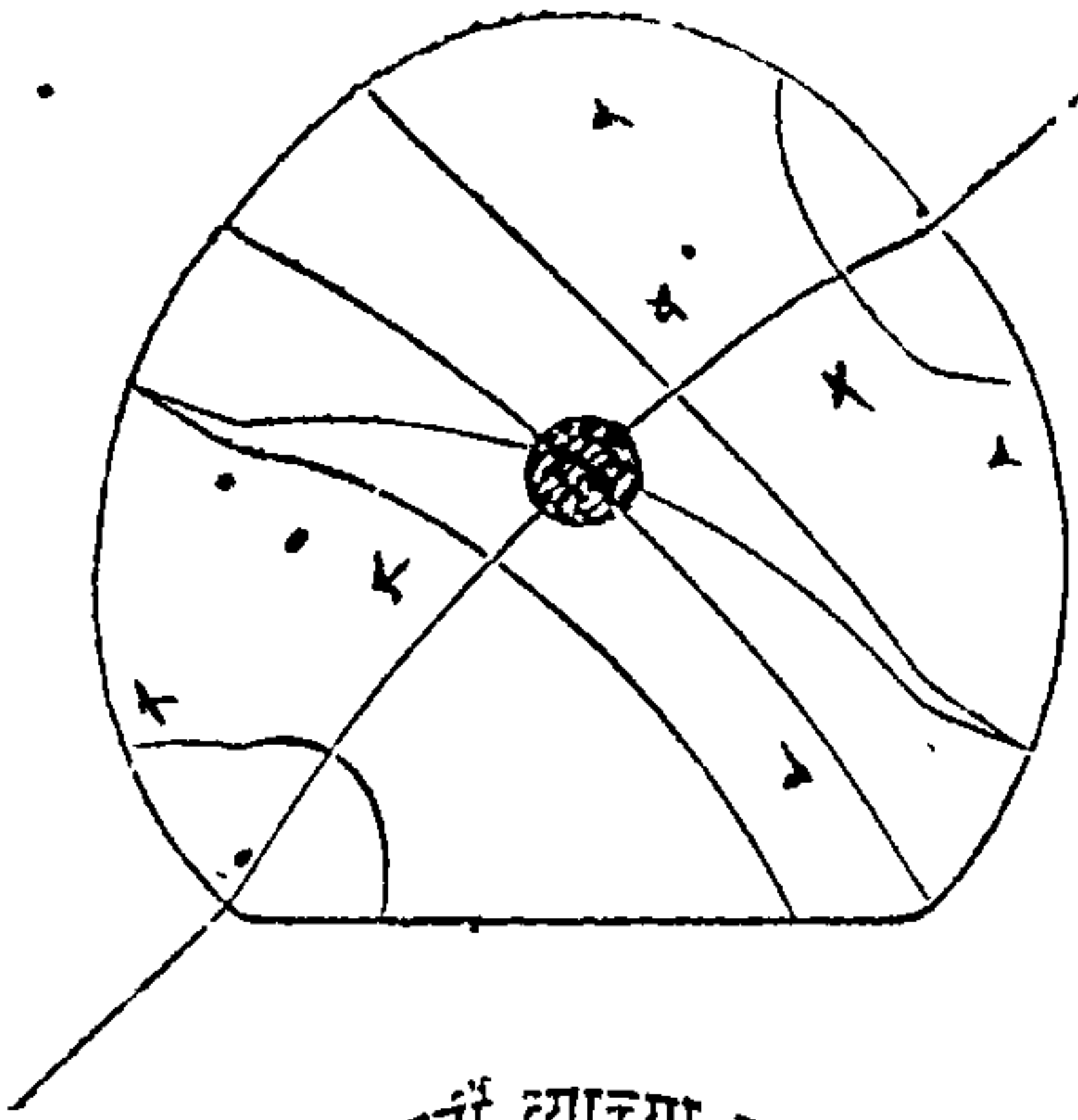
शोधकबुद्धीचीं मुलें अशीं अनुमानें सहजच करतील, व त्यांनीं स्वतः न केल्यास, शिक्षकानें ह्या गोष्टी त्यांच्या मनांत आणून देऊन हीं अनुमानें तीं करतील असें करावें.^१ ज्योतिःशास्त्राचे ग्रंथ होण्याच्या पूर्वी, व कृत्रिम गोलांची कल्पना निघण्याच्या पूर्वी, ज्योतिःशास्त्राचा अभ्यास पहिल्यानें असाच चालत असे. ज्योतिःशास्त्रास जसजसा पायरीपायरीनें शोध लागत गेला, तसतसें पायरीपायरीनेंच शिक्षकानें विद्यार्थ्यांस शिकवावें; म्हणजे अशिक्षित मनुष्यांस ज्योतिःशास्त्राचें जें मोठें काठिण्य वाटत असतें तें होत होत नाहींसें होईल; मग त्यांस मौज वाटून आनंद होईल.

तारामय आकाशाकडे पाहिलें असतां तारे असंख्य आहेतसें वाटतें, व वास्तविक पाहिलें असतां ते असंख्य आहेत खरे; तरी स्वच्छ रात्री देखील यंत्राच्या साहाय्यावांचून नुसत्या डोळ्यानें दोन हजारही पुरते दिसत नाहींत. प्रथम पाहतांच ते स्थिर आहेतसे वाटतात, पण मध्यें कांहींवेळ जाऊं देऊन त्यांच्याकडे पाहिलें असतां, तेव्हांच लक्षांत येतें, कीं सूर्याच्या प्रमाणें त्यांसही पूर्वेकडून पश्चिमेकडे नियत गति आहे. कां तर, जो एखादा तारा नेत्र आणि वृक्षादिकांहीं उंच पदार्थ ह्यांच्या ओळीनें आहे असा पाहिला, त्याजकडे घटिका दोन घटिका गेल्यावर पुनः पाहिलें असतां तो व त्याच्या जवळचे दुसरे तारे बरेच पश्चिमेस गेले आहेतसे दिसतात, व

१ पूर्वेस व पश्चिमेस पृथ्वी आकाशापासून अलग आहे, असें त्यांनीं ठरविल्यावर उत्तरेस व दक्षिणेस, किंवाहुना सर्व दिशांस, तशीच अलग आहे, असें अनुमान करावें. ही मोठी गोष्ट आहे कीं, असें झाल्यानें, पृथ्वी सर्व भागां निराभार अंतरिक्षांत आहे, हें त्यांच्या मनांत सहज येईल.

जे तारे पश्चिमेकडे क्षितिजाजवळ दिसत असतात, ते कांहीं वेळानें क्षितिजाखालीं जाऊन दिसत नाहींतसे होतात. तसेंच पूर्वेकडे नवे तारे दिसूं लागतात. बहुतकरून तारे सूर्यासारखे पूर्वेस उगवून पश्चिमेस अस्तंगत होतातसे दिसतात; पण कांहीं तारे असे आहेत कीं, ते क्षितिजापर्यंत कधींही न येतां एका स्थिर बिंदूसभांवतीं फिरतातसे दिसतात. त्या स्थिर बिंदूस आकाशातील ध्रुव म्हणतात. ह्या ध्रुवासभांवती सूर्य, चंद्र आणि तारे ह्यांसुद्धां सगळा खगोल चोवीस तासांत पूर्वेकडून पश्चिमेकडे फिरतोसा दिसतो.

खगोलाची भासमान दैनंदिन गति विद्यार्थ्यांस समजण्याकरितां असें करावें कीं, कांचेच्या पोकळ गोलांतून एक तार घालून तिजवर तो फिरवावा. तो गोल खगोलस्थानी होय, व ज्या तारेवर तो फिरतो ती तार त्याच्या आंसाच्या स्थानी होय.



तो आंस घालण्याच्या पूर्वी त्याच्या मध्यभागी संगमरवरी दगडाचा एक लहानसा गोल बसवावा; तो पृथ्वीच्या स्थानी होय. ह्यावरून खगोलाच्या मध्यभागी पृथ्वी कशी आहे हें विद्यार्थ्यांस चांगलें समजेल. जेथून तार गोलांत गेली असते तो बिंदु, व जेथून ती बाहेर निघते तो बिंदु, हे ध्रुव म्हणावे. खगोलाची आकृति पूर्ण करण्याकरितां असें करावें, कीं त्या कृत्रिम गोलावर सूर्य आणि कांहीं

मुख्य तारे हे दाखविण्यासाठी रंगाच्या किंवा सोनेरी वर्खाच्या कांहीं वारीक टिकल्या चिकटवाच्या.

शिक्षकानें उत्तरध्रुवाच्या ताऱ्याकडे कांचेच्या गोलाचा उत्तरध्रुव करून तो गोल आंसावर पूर्वेकडून पश्चिमेकडे फिरवावा. मग त्या गोलाच्या मध्यभागी संगमरवरी दगडाचा लहान गोल आहे त्याजवर आपण आहों, असें विद्यार्थ्यांनीं मानिलें असतां, खगोलांतील ग्रहनक्षत्रादिकांच्या भासमान गति त्यांच्या मनांत चांगल्या येतील.

आणखी असें करावें कीं, कांचेच्या गोलाच्या मध्यावर सभोंवतें एक वृत्त काढावें, तें आकाशांतील विषुववृत्त समजावें; व त्याप्रमाणेंच मध्यभागीच्या लहान गोलावर एक वृत्त काढावें, तें पृथ्वीवरील विषुववृत्त समजावें. तशींच दोन्ही गोलांवर दोन चार याम्योत्तरवृत्ते काढावी. असें केलें असतां विद्यार्थ्यांची समजूत पक्की होईल.

मोठ्या गोलांतल्या लहान गोलावर आपण उभे आहों, असें कल्पिलें असतां, त्या मोठ्या गोलाचा अर्धाच अंतर्भाग आपल्या दृष्टीस पडेल, त्यापेक्षां अधिक पडावयाचा नाही, हें तेव्हांच समजेल. दृश्य गोलार्धापासून अदृश्य गोलार्धास निराळें करणारें जें वर्तुल त्यास वास्तव क्षितिज म्हणतात. दृश्य गोलार्धाचा सर्वाहून उंच जो बिंदु, म्हणजे आपल्या नीट डोक्यावरचा बिंदु त्यास खस्वस्तिक म्हणतात. क्षितिजाच्या प्रत्येक बिंदूपासून खस्वस्तिक 90° अंशांवर असतें म्हणजे क्षितिज आणि खस्वस्तिक ह्यांच्या मधर्चे अंतर वर्तुल पादा इतकें असतें. खस्वस्तिकापासून पृथ्वीमधून अदृश्यगोलार्धाकडे सूत्र नेलें असतां तें अधःस्वस्तिकाकडे जाईल. अदृश्यगोलार्धाचा सर्वाहून नीच जो बिंदु त्यास अधःस्वस्तिक म्हणतात.

खगोल आणि भूगोल ह्यांवर जीं वृत्ते कल्पिली आहेत त्यांच्या मध्ये जो परस्पर संबंध आहे तोही शिक्षकानें विद्यार्थ्यांस सांगतां भूगोलावरचें विषुववृत्त वाढविलें असतां, तें आकाशांतील विषुववृत्ताशीं मिळेल. ह्याप्रमाणें भूगोलावरचीं याम्योत्तरवृत्ते वाढविलीं असतां, तीं खगोलावरच्या याम्योत्तरवृत्तांशीं मिळतील. ह्याप्रमाणेंच भूगोलावरच्या आणि खगोलावरच्या अयनवृत्तादि अक्षवृत्तांत संबंध आहे. वर सांगितलेल्या गोलांवरून ही गोष्ट तर उघडच दिसते की, भूगोलाचा आंस वाढविला तोच खगोलाचा आंस होय.

आकाशाकडे पाहाणाऱ्याचें स्थान जसें जसें बदलतें, तसें तसें क्षितिजही बदलतें; व त्यामुळे आकाशाचा दृश्यमान भाग बदलून नवा नवा भाग दृष्टिगोचर होतो, हें सहजच सिद्ध करून देतां येईल. भूगोलाच्या उत्तरध्रुवावर आपण उभे राहिलों,^१ तर आकाशातील ध्रुव, म्हणजे ध्रुवाचा तारा, आपल्या खस्वस्तिकीं येईल, व आपले वास्तवक्षितिज भूगोलावरच्या विषुववृत्ताशीं मिळेल. ह्या ठिकाणून सगळें उत्तर गोलार्ध आपणास दृष्टिगोचर होईल, आणि त्यांतले ग्रह तारे वगैरे विषुववृत्ताशीं समांतर रेपांनी प्रदक्षिणा करतातसे दिसतील. विषुववृत्तावरचे तारे क्षितिजाजवळून जातील, आणि ध्रुवाजवळचे तारे ध्रुवासभोंवती लहानशा वृत्तांत प्रदक्षिणा करतातसे दिसतील. दक्षिणगोलार्धातील तारे तर तेथून अगदीं दिसावयाचे नाहीत. ह्यास गोलाची समांतर संस्था म्हणतात. आतां आपण असें कल्पूं, कीं आपण विषुववृत्तावर येऊन उभे राहिलों; येथें आकाशातील विषुववृत्त आपल्या खस्वस्तिकीं येईल, आणि आकाशातील व वास्तवक्षितिजांत येतील. ह्या ठिकाणाहून तारे क्षितिजांवर लंबरूपेनें उदयास्त पावतातसे दिसतील, आणि त्यांच्या दैनंदिन गतीच्या प्रत्येक वर्तुळाचें एक अर्ध क्षितिजाच्या वर असेल, आणि एक खालीं राहील. ह्यावरून अर्थातच सिद्ध होतें, कीं त्यांची दैनंदिन गति पूर्ण होण्यास जो वेळ लागतो त्याच्या अर्धा वेळपर्यंत दिसतील, व अर्धावेळ दिसणार नाहीत. म्हणजे आळीपाळीनें बारा तासपर्यंत दिसतील, व बारा तासपर्यंत दिसणार नाहीत. क्षितिजाच्या पूर्वेस जे तारे उगवतात ते खस्वस्तिकांतून अर्धवर्तुल मार्गांनीं जाऊन पश्चिमेस अस्तंगत होतील. तसेंच पूर्वे आणि दक्षिण ह्या दिशांच्या मधल्या भागांत जे तारे उगवतात ते अर्धवर्तुल मार्गांनीं जाऊन पश्चिम आणि दक्षिण ह्या दिशांच्या मधल्या मार्गांत अस्तंगत होतील; व पूर्वे आणि उत्तरे ह्या दिशांच्या मधल्या भागांत जे तारे उगवतात ते पश्चिम आणि उत्तरे ह्यांच्या मधल्या भागांत मावळतील. ह्यास गोलाची लंबसंस्था म्हणतात, कारण कीं, ह्या ठिकाणीं विषुववृत्त व

१ वास्तविक म्हटलें तर, आकाशातील ध्रुवस्थानापासून ध्रुवाचा तारा १ अंश २० कळ इतका दूर आहे म्हणून भूगोलाच्या उत्तरध्रुवाच्या बरोबर खस्वस्तिकीं तो तारा येत नाही.

त्यांच्याशीं समांतर जीं वृत्ते आहेत ती क्षितिजावर लंब होतात.

विषुववृत्तापासून निघून आपण उत्तरेस चाललों आहों असें कल्पिलें असतां, तेव्हांच लक्षांत येईल, कीं जितका प्रदेश आपण चालून गेलों त्याच्या प्रमाणानें उत्तर ध्रुवाचा तारा क्षितिजाच्या वरता आलासा दिसेल, व आकाशांतील दक्षिण ध्रुवाचा तारा खालीं गेलासा दिसेल. विषुववृत्तापासून उत्तरेस आपण दहा अंश गेलों असलों, तर आकाशांतील उत्तर ध्रुव क्षितिजावर दहाच अंश आलासा दिसेल, व दक्षिणध्रुव तितकेच अंश खालीं गेलासा दिसेल. तसें विषुववृत्ताच्या दक्षिणेस दहा अंश आपण गेलों, तर आकाशांतील दक्षिणध्रुव दहा अंश वर आलासा दिसेल, व उत्तरध्रुव दहा अंश खालीं गेलासा दिसेल.

दब्लिन् शहर विषुववृत्ताच्या उत्तरेस सुमारे ५३ $\frac{१}{२}$ अंशांवर आहे, व उत्तर ध्रुवाचा ताराही तेथून तितकेच (५३ $\frac{१}{२}$) अंश क्षितिजाच्या वर दिसतो, व आकाशांतील दक्षिणध्रुव दक्षिणेकडील क्षितिजाखाली तितकेच अंश गेला आहे. हें वर लिहिल्यावरून सिद्ध होतें. विषुववृत्त आणि ध्रुव ह्यांच्यामध्ये जे लोक राहतात त्यांस ग्रह तारे ह्यांच्या कक्षा क्षितिजाकडे थोड्याबहुत कललेल्या दिसतात; म्हणजे, जेव्हां एक ध्रुव क्षितिजाच्या वर आहे आणि एक खालीं आहे तेव्हां विषुववृत्त व त्यांच्याशीं समांतर दुसरीं वृत्ते ह्यांचे क्षितिजाशीं वक्र कोन पडतात. ह्यास गोलाची वक्रसंस्था म्हणतात.

वर जें लिहिलें आहे त्यावरून हें तेव्हांच लक्षांत येईल कीं, ५३ $\frac{१}{२}$ उत्तर अक्षांशांवर राहणाऱ्या लोकांस आकाशांतील ध्रुवापासून ५३ $\frac{१}{२}$ अंशांच्या आंत जे तारे आहेत ते धुकें नसलें, किंवा सूर्याचा प्रकाश नसला, तर दिसतील. जे तारे आकाशांतील ध्रुवापासून वरोवर ५३ $\frac{१}{२}$ अंशांवर आहेत ते दैनंदिनगति करतांना क्षितिजाच्या कडेस एकवेळ मात्र स्पर्श करतील; व ५३ $\frac{१}{२}$ अंशांच्या पलिकडे जे तारे आहेत त्यांच्या दैनंदिनगतीच्या वर्तुळांचे भाग, कोणाचे लहान, कोणाचे मोठे क्षितिजाच्या खालीं होतील. हें स्पष्ट समजाविण्याकरितां विद्यार्थ्यांस ध्रुवाजवळचे ठळक तारे गुरूनें दाखवावे. हे तारे आपापली भासमान दैनंदिन प्रदक्षिणा ध्रुवासभोंवतीं करतांना क्षितिजापर्यंत कधीही येत नाहीत.

सप्तऋषि अणि शर्मिष्ठा हे नक्षत्रसमूह फार चांगली उदाहरणें आहेत. हे नक्षत्रसमूह ध्रुवाच्या दोहों वाजूस वरोवर अंतरावर समोगसमोर आहेत. त्यांत विशेषतः सप्तऋषि दाखवावे. त्यांची स्थिति चौरसासारखी आहे; चौरसाच्या बाहेरच्या आंगाच्या कश्यप आणि अत्रि ह्या तांच्यांस ध्रुवदर्शक म्हणतात; कारण कीं, त्यांच्यामधून २९° अंश, म्हणजे त्या दोघांच्या मधच्या अंतराच्या सुमारे पांच पट, रेघ मारली असतां ती ध्रुवाच्या ताच्यावर जाईल.

हे नक्षत्रसमूह प्राचीनकाळच्या खलाशी लोकांस फार उपयोगी पडत. ते लोक जमीन सोडून अज्ञात समुद्रांत जाऊ लागले असतां, विशेषतः ध्रुवाचा तारा पाहून रस्ता काढीत असत. अर्वाचीन काळच्या खलाशी लोकांस, अंधाच्या रात्री देखील, न चुकतां समुद्रावर पाहिजे तिकडे होकायंत्राच्या साहाय्यानें जातां येतें, व ह्याशिवाय रस्ता काढण्याची दुसरी साधनें ज्योतिःशास्त्रावरून त्यांस सांपडली आहेत. तथापि उत्तर गोलार्धांतल्या समुद्रांतून जातांना ध्रुवाचा तारा हाच आकाशातील मोठें होकायंत्र आहे, असें म्हटलें असतां चिंता नाही.

खगोल व भूगोल ह्यांच्यामध्ये काय संबंध आहे तो, व मागे सांगितल्याप्रमाणें, ग्रह तारे वगैरे ह्यांच्या भासमान गति ह्या, गुरुनें विद्यार्थ्यांस समजावून सांगितल्यावर, ज्यांवरून विश्वरचना वास्तविक दिसतली त्या गोष्टी व तदुपपादक हेतु हींही त्यानें विद्यार्थ्यांस सांगत रसांगत सांगवीं. पृथ्वीच्या दैनंदिन गतीची प्रमाणें ह्या ग्रंथाच्या दुसऱ्या भागांत संक्षेपानें सांगितली आहेत ती घेऊन शिक्षकानें विद्यार्थ्यांस एथें सांगवीं. कारण, ह्या कृत्रिम गोलांवरून तीं विद्यार्थ्यांस चांगली समजावून देतां येतील.

खगोल, म्हणजे कांचेचा गोल, स्थिर राखून भूगोल, म्हणजे अंतर्गतला लहान गोल, तारेच्या आंसावर पश्चिमेकडून पूर्वेकडेस गुरुनें फिरवावा, म्हणजे वास्तविक पश्चिमेकडून पूर्वेस पृथ्वी फिरत असतां व आकाशातील सूर्य ग्रह तारे वगैरे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे फिरतातसे दिसतात हें विद्यार्थ्यांस समजावयास कठीण पडणार नाही. कारण कीं, खऱ्या पृथ्वीवर आपण ज्या ठिकाणी आहों, त्याच ठिकाणी कृत्रिम भूगोलावर आपण आहों असें त्यांनीं कल्पिलें असतां, तेव्हां-

च त्यांच्या लक्षांत येईल, कीं आपणांस न समजतां पश्चिमेकडून पूर्वेकडेस पृथ्वी फिरत असतां खगोल पूर्वेकडून पश्चिमेकडे फिरतो असें वाटते. आकाशांत ज्या स्थानीं सूर्य आहे त्याच्या अभिमुख क्षितिजाचा पूर्व भाग जाऊं लागला असतां पाहांट होते. याम्योत्तरवृत्त सूर्यासमोर आलें म्हणजे मध्यान्ह होतो; व तशीच पृथ्वी पूर्वेकडे फिरत असतां क्षितिजाच्या पश्चिमेकडे सूर्य दिसेनासा झाला, म्हणजे संध्याकाळ होतो. मग रात्रीस आरंभ होऊन पृथ्वीच्या दैनंदिन गतीमुळे तारेही फिरतातसे वाटतात; व असें होत होत क्षितिजाचा पूर्वभाग सूर्यासमोर फिरून आला म्हणजे पुनः सूर्योदय होतो.

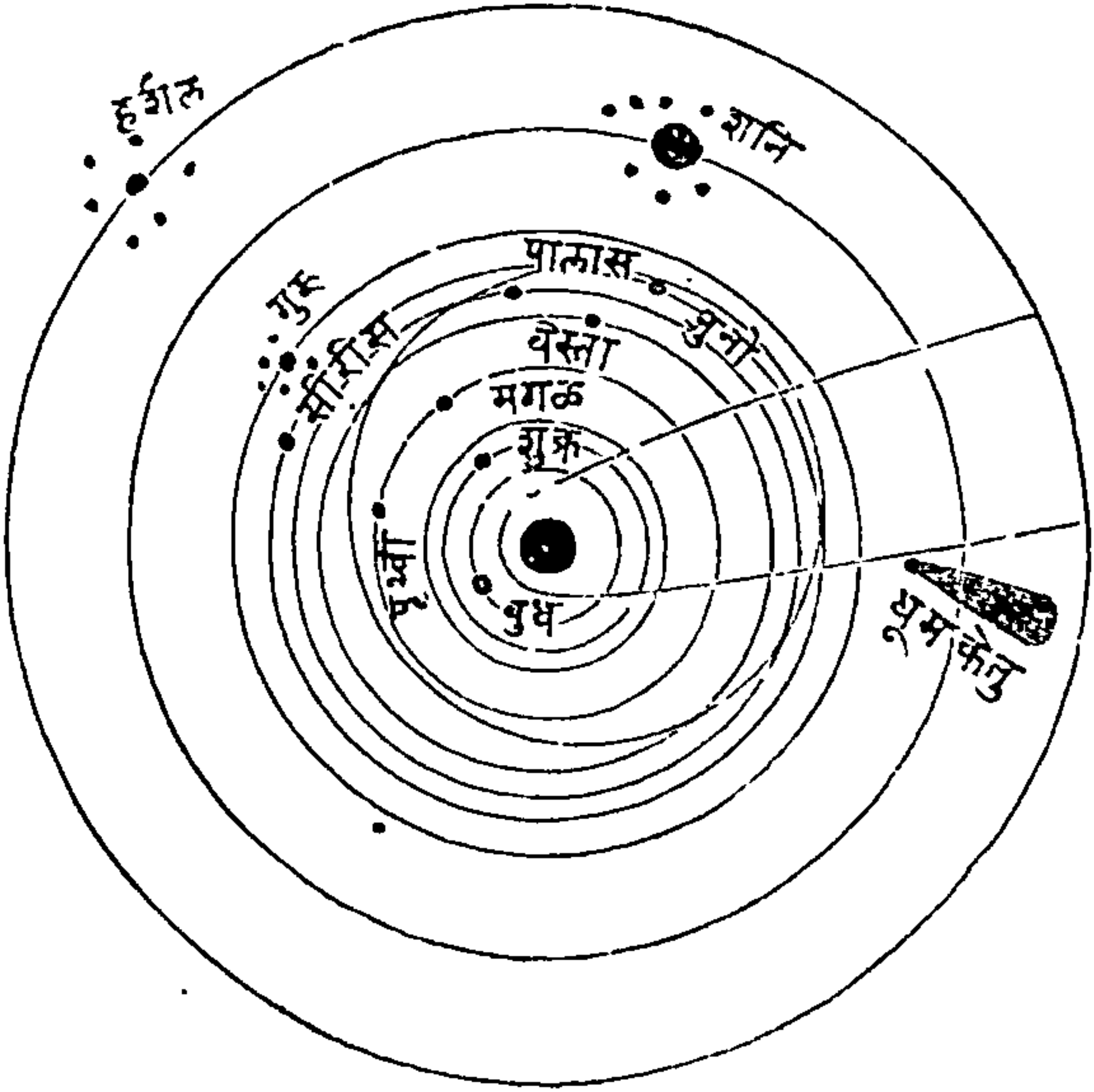
विद्यार्थ्यांस समजण्याकरितां वर आपण असें कल्पिलें आहे, कीं भूगोल हा खगोलाच्या मध्यभागी आहे, व आकाशांतील त्याची संस्था कधींही बदलत नाही. पण ह्या दोन्ही गोष्टी खऱ्या नव्हत. तथापि उदाहरण व हेतु हीं समजून देण्यापुरत्या त्या खऱ्या मानल्या असतां चिंता नाही. कारण, खगोलाचा अंतपार नाही, ह्यामुळे त्यांत कोणत्याही ठिकाणीं आपण राहिलों असतां, आपण खगोलाच्या मध्यभागीं आहों, असेंच आपणांस वाटेल. पृथ्वीच्या फारच दूरच्या भागी गेलों असतांही खगोलाच्या मध्यभागींच आहों, असें वाटेल. फार तर काय सांगावें, पण अतिदूरच्या ताऱ्यावर आपण गेलों असतांही आपण खगोलाच्या मध्यभागींच आहों असें आपणांस वाटेल.

२० कोटि मैल ज्याचा व्यास अशा वर्तुल मार्गानें पृथ्वी सूर्याभोंवती फिरत असतांही तिची आकाशांतील संस्था बदललीशी दिसत नाही. म्हणजे, पृथ्वी आपल्या कक्षेंतून फिरत असतां सर्व ठिकाणीं खगोलाच्या मध्यभागींच आहे असें वाटते.

ही अद्भुत व दुष्प्रतर्कर्य गोष्ट मागच्या एका भागांत चांगली समजावून सांगितली आहे, व त्याच भागांत पृथ्वीची वार्षिक गति व तिची प्रमाणें ह्यांचेही विवरण केले आहे. तो भाग वाचणाऱ्यानें फिरून पहावा.

आतां विश्वरचनेचें विवरण संक्षेपेंकरून करतो. सूर्य, चंद्र आणि तारे ह्यांसुद्धां संपूर्ण खगोल २४ तासांत पूर्वेकडून पश्चिमेकडे एक फेरा करतो, असें दिसते.

सूर्य ज्याचा मध्य आहे असा जो विश्वाचा भाग त्यास सूर्यमाला म्हणतात. ह्या मालेंत ग्रह, उपग्रह, आणि कांहीं धूमकेतु हे आहेत.



६ तारे व ग्रह ह्यांच्या मध्ये फारसा भेद दिसत नाही खरा, पण त्यांच्या मध्ये हाच भेद आहे की ग्रह चर आहेत. ग्रह स्वतःप्रकाश देनाहीत; त्यांजवर सूर्याचा प्रकाश पडून त्यांचे चंद्रावरच्या प्रमाणे परावर्तन होते. ग्रहही पृथ्वीसारखे पश्चिमेकडून पूर्वेकडे सूर्यासभोंवतीं प्रदक्षिणा करतात, व त्यांच्या कक्षा बहुतकरून वर्तुलच आहेत, व ते सूर्यासभोंवतीं फिरत असतां आपापल्या आंसावर पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतात. ह्यामुळे त्यांवरही पृथ्वीवरच्या प्रमाणे रात्र दिवस, वर्ष आणि ऋतु हीं होतात.

७ सूर्यापासून जी ग्रहांची अंतरे आहेत त्यांच्या अनुक्रमानें ग्रहांची व लघु ग्रहांची नांवे हीं आहेत.

१ बुध, २ शुक्र, ३ पृथ्वी, ४ मंगळ, ५ लघुग्रह, ६ बृहस्पति, ७

१ जे ग्रह हिंदु ज्योतिष्यांस ठाऊक नाहीत त्यांचीं नांवे इंग्रजी लि.

शनि, ८ हर्शल ऊर्फ यूरानस, ९ नेपच्यून. ह्यांपैकीं बुध, शुक्र, मंगळ, बृहस्पति, आणि शनि हे पांच ग्रह यंत्राच्या साहाय्यावांचून दृष्टीस पडतात; हे प्राचीन लोकांस माहित होते. बाकीचे ग्रह व लघुग्रह दुर्विणीच्या साहाय्यानें अर्वाचीन काळी ज्योतिःशास्त्र्यांनी शोधून काडले आहेत, व अद्यापि ज्यांचा शोध लागला नाहीं असे कितीएक ग्रह असतील. वेस्ता, सिरीस, पालास, जूनो, वगैरे ग्रह आजपर्यंत १७५ सांपडले आहेत; पुढें आणखी किती सांपडतील याचें अनुमान करितां येत नाहीं.

कितीएका मुख्य ग्रहांच्या सभोंवतीं प्रदक्षिणा करणारे कांही उपग्रह आहेत. हे उपग्रह आपापल्या मुख्य ग्रहासभोंवतीं प्रदक्षिणा करीत असतां त्याजवरोबर सूर्यासभोंवतीं फिरतात. आजपर्यंत एकवीस उपग्रह सांपडले आहेत. त्यांत पृथ्वीचा एक उपग्रह, त्यास चंद्र म्हणतात, मंगळाचे दोन, बृहस्पतीचे चार, शनीचे सात, आणि हर्शलाचे साहा, आणि नेपच्यूनचा एक असे आहेत. पृथ्वीचा उपग्रह जो चंद्र तो खेरीज करून दुसरा कोणताही उपग्रह यंत्राच्या साहाय्यावांचून दिसत नाहीं.

पृथ्वीचा आकार व तिच्या गति ह्यांचें वर्णन मागच्या एका भागांत केले आहे, तें सूर्यमालेंतील प्रत्येक ग्रहास लागू आहे. पृथ्वीसारखे तेही गोलाकार आहेत, आणि मध्याभिगामिनी व मध्योत्सारिणी ह्या शक्तींनीं ते पृथ्वीप्रमाणें आपआपल्या कक्षेंतून सूर्यासभोंवतीं प्रदक्षिणा करतात.

पृथ्वीची गोलाकारता व तिच्या गति ह्यांची कारणें विद्यार्थ्यांस समजल्यावर, ह्या गोष्टी त्यांस सांगितल्या म्हणजे त्यांस किती संतोष वाटावा ! यत्किंचित् अधिक श्रम केल्यावांचून ग्रह व उपग्रह ह्यांच्या आकृति व गति ह्या सहज त्यांस समजतात. अशा समजतील असें त्यांस वाटलें देखील नसेल. इतकेंच आहे असें नाहीं. सूर्यमालेच्या पलिकडेही अशीच व्यवस्था आहे, असें मानिलें असतां कांही चिंता नाहीं. प्रत्येक तारा सूर्य आहे, व त्यासभोंवतीं ग्रह उपग्रह फिरत आहेत असें अनुमान करण्यास आधार आहे.

हिर्ला आहेत, आणि जे त्यांस ठाऊक आहेत त्यांचीं नांवां हिंदुमताप्रमाणें लिहिर्ली आहेत. लघुग्रह म्हणण्याचें कारण, ते इतके लहान आहेत कीं, ते दुर्विणीचे साहाय्याशिवाय नुसते डोळ्यांनीं दिसत नाहींत.

ग्रहांचे व्यास, त्यांचीं सूर्यापासून अंतरें, त्यांच्या दैनंदिनगतींवरून व वार्षिक गतींवरून काढलेले दिवस व वर्षे, व आपापल्या कक्षेंत त्यांच्या गतीचा वेग, हीं ह्या ग्रंथाच्या शेवटी दिलेल्या कोष्टकांत सांगितलीं आहेत.

ह्या ग्रहांपैकीं बुध, शुक्र, मंगळ, बृहस्पति, आणि शनि हे पांच ग्रह प्राचीन काळचे लोकांस ठाऊक होते. हे दुबिणीवांचून नुसत्या डोळ्यांनी दिसतात. हे ग्रह मोठे आहेत. बरकड राहिले त्यांपैकीं ह- र्शल आणि नेपच्यून हेही बरेच मोठे आहेत. प्राचीनकाळच्या लोकांच्या माहितीतले जे पांच ग्रह त्यांवांचून इतर ग्रह पाहाण्यास दुर्बाण पाहिजे, ते नुसत्या डोळ्यांनी दिसत नाहींत. वर सांगितलेले मोठे ग्रह सात व पृथ्वी ही खेरीज करून बाकीचे ग्रह लहान आहेत, त्यांस लघुग्रह किंवा ग्रहकल्प हें नांव योजिलें आहे.

ग्रहांविषयीं.

फिरणारे जे तारे त्यांस ग्रह म्हणतात. हे कधीं कधीं पश्चिमेकडून पूर्वेस जातात; कधीं कधीं पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातात; आणि कधीं कधीं तर हे अचल दिसतात; त्यांस कोणत्या मार्गांनीं जावें हें जाणां काय समजत नाहीं.

ग्रहांच्या ह्या गति प्राचीनकाळच्या लोकांस भानगडीच्या, दुबोध, हव विलक्षण अशा वाटत असत; कारण, सूर्यमालेची माहिती त्यांस ह्यरोवर नव्हती. पण अर्वाचीनकाळच्या लोकांस सूर्यमालेची माहिती

१ हें कोष्टक मूळच्या पुस्तकांत लिहिलेलें नव्हे. मूळचें येथें घेतलें ना-
हीं, कारण त्यांत लघु ग्रहांचीं नांवां थोडीं आहेत. तें पुस्तक झाल्यावर
आजपर्यंत पुष्कळ नवे लघु ग्रहांचा शोध लागला आहे, म्हणून न्युकोव
साहेबांनीं सन १८७८ रीत जें पुस्तक छापिलें आहे त्याच्या आधारानें
हें कोष्टक दिलें आहे.

२ प्राचीन काळचे लोक पृथ्वीला ग्रह मानीत नसत.

३ ह्या लघुग्रहांपैकीं दोन तीन ग्रह खेरीज करून बाकीच्यांचे व्यास आपल्या जवळच्या साधनांनीं निश्चित करतां येत नाहींत. ह्यांतून कोणत्या-
ही लघुग्रहाचा व्यास बहुतकरून शंभर मैलांहून अधिक नाहीं. सर्व लघु-
ग्रहांत मोठा जो वेस्ता त्याचा व्यास सुमारें ५०० मैलांहून कमी आहे.

चांगली झाल्यामुळे त्या गति त्यांस साहजिक व सोप्या अशा वाटतात. आपण पूर्वी सांगितलेच आहे, कीं ग्रहांच्या गति सर्वथा पृथ्वीच्या गतीसारख्या आहेत. पृथ्वीप्रमाणें ग्रह आपापल्या कक्षेंत पश्चिमेकडून सूर्यासभोंवतीं फिरतात. पृथ्वीच्या प्रमाणें तेही आपापल्या आंसावर पश्चिमेकडून पूर्वेकडे फिरतात.

घोड्याच्या दौडीच्या मंडलाच्या मध्यभागीं आपण उभे असलों तर त्या मंडळावर धांवणारे घोडे आपल्या सभोंवतीं एकसारखी प्रदक्षिणा करितातसें दिसतें. पण त्या मंडळापासून दूर दोन तीन मैलांवर उभे असलों, तर त्या घोड्यांची गति एकसारखी दिसावयाची नाही. आपण असें कल्पूं, कीं आपल्या दक्षिणेस दौडीचें मंडळ आहे, त्या मंडळाच्या पलिकडच्या बाजूनें पूर्वेकडे घोडे निघाले, तर ते पूर्वीप्रमाणें वर्तुल मार्गानें फिरत असतांही आपणांस त्यांची गति अनियत दिसेल, व असें दिसण्याचें कारण आपणांस माहित नसलें, तर ही गोष्ट फार गूढ व दुर्बोधशी वाटेल. ते मंडळाच्या पलिकडच्या बाजूनें फिरत असतां ते पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जातात असें वाटेल; आणि आपणासमोर येऊं लागले, म्हणजे ते अचल आहेत असें वाटेल. आणि आपल्या जवळच्या बाजूनें जाऊं लागले, म्हणजे पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातात असें वाटेल. आणि शेवटीं ते पुढें नीट जाऊं लागले, म्हणजे अचल आहेत असें वाटेल. ही गोष्ट सूर्यमालेंतल्या ग्रहांस लागू पडते. सूर्यमालेचा मध्य जो सूर्य त्याजवरून ग्रहांकडे पाहिलें असतां ते आपापल्या कक्षेंतून सूर्यासभोंवतीं सारख्या गतीनें प्रदक्षिणा करतातसे दिसतील. पृथ्वी सूर्यमालेच्या मध्यावर नाही, ह्यामुळे तिजवरून ग्रहांकडे पाहिलें असतां त्यांच्या गति अनियत दिसतात. कधीं कधीं ते पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जातात; कधीं कधीं पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातात, म्हणजे ते वक्री होतात; आणि कधीं कधीं अचळ दिसतात.

मागें सांगितलें, कीं जशी जशी पृथ्वी सूर्याजवळ येते, तसा तसा तिचा वेग अधिक होतो. हाच नियम सर्व ग्रहांस लागू आहे. ह्यावरून आपण असें अनुमान करावें, कीं जसा जसा ग्रह सूर्याच्या जवळ आहे, तसा तसा त्याचा वेग अधिक आहे. ह्यामुळे सर्वापेक्षां सूर्याजवळचा जो बुध ह्याचा वेग सर्व ग्रहांच्या वेगांपेक्षां अधिक आहे.

सर्व ग्रहांपेक्षां शुक्र हा पृथ्वीच्या फार जवळ आहे, ह्यामुळे तो सर्वांत मोठा, तेजस्वी, सुंदर असा दिसतो. बुध आणि शुक्र ह्यांस अंतर्वर्ती ग्रह म्हणतात; कारण की, ह्यांच्या कक्षा पृथ्वीची कक्षा आणि सूर्य ह्यांच्या मध्ये आहेत, व बाकीच्या ग्रहांस बहिर्वर्ती म्हणतात; कारण की, त्यांच्या कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेचे बाहेर आहेत. बुध आणि शुक्र ह्यांजकडे दुर्बिणीतून पाहिलें असतां चंद्राच्या प्रमाणें त्यांच्या कला दिसतात. ह्यावरून असें सिद्ध होतें कीं ते स्वतः प्रकाश नाहींत, व त्यांच्या कक्षा, पृथ्वीची कक्षा व सूर्य ह्यांच्यामध्ये आहेत. पृथ्वी आणि सूर्य ह्यांच्या मध्ये बुध किंवा शुक्र नीट आला असतां, तो सूर्यविवाचें संक्रमण करतो. संक्रमणाच्या समयीं ग्रह सूर्यविवावरून काळ्या बिंदूसारखा आरपार जातोसा दिसतो. बुध आणि शुक्र ह्यांच्या कक्षांच्या पातळ्या पृथ्वीच्या कक्षेच्या पातळीच्या आंत असल्या, तर प्रत्येक अंतर्गुतीस संक्रमण होतें. पण चंद्राप्रमाणें ते ग्रह बहुतकरून सूर्याच्या यत्किचित् वरून किंवा यत्किचित् खालून जातात; ते एका रेषेंत कदाचित् येतात. शुक्राचीं विशेषेंकरून अशीच गोष्ट आहे. शुक्राच्या संक्रमणावरून सूर्य आणि पृथ्वी ह्यांच्या मधचें अंतर कळतें. हें संक्रमण शंभर वर्षांत दोनवेळ मात्र होतें; कारण, पृथ्वी आणि शुक्र ह्यांच्या प्रदक्षिणा शंभर वर्षांत दोन वेळां मात्र बरोबर होतात. शुक्राचें दुसरें संक्रमण इ० सं० १८८२ ह्या वर्षीं होणार आहे. शुक्र सूर्याच्या पश्चिमेस असला, म्हणजे त्याचा सूर्याच्या पूर्वी उदय होतो, तेव्हां त्यास सकाळचा तारा म्हणतात; व तो सूर्याच्या पूर्वेस असला, म्हणजे सूर्याचे मागून त्याचा अस्त होतो, तेव्हां त्यास संध्याकाळचा तारा म्हणतात. अंतर्गुतीच्या वेळेस शुक्र दृष्टीस पडता, तर तो पूर्णिमेच्या चंद्रासारखा तेजस्वी दिसता, पण त्या संस्थेंत तो असला म्हणजे त्याचें अप्रकाशित अर्ध पृथ्वीकडे असतें, म्हणून तो आपणांस दिसत नाहीं.

मंगळ अग्नीसारखा लाल दिसतो, व ह्यामुळेच प्राचीन ग्रीक लोक व रोमन लोक त्यास युद्धाचे देवतेचें नांव देत असत. हा ग्रह तांबडा दिसण्याचें कारण असें आहे, की त्याच्या भोंवतालचें वातावरण फार घन आहे, ह्यामुळे त्यांतून सूर्याच्या तांबड्या किरणांस मात्र जातां येतें. धुकें पडलें असतां, किंवा क्षितिजाजवळ वातावरण घन

असतां त्यांतून सूर्यकिरण येऊं लागले, म्हणजे आपल्या पाहाण्यांतही अशीच गोष्ट घडते.

फ्लोरा, वेस्ता, जूनो, सीरीस, पालास वगैरे ह्यांस लघुग्रह, किंवा ग्रहकल्प, म्हणतात; कारण कीं दुसऱ्या ग्रहांच्याहून ह्यांची गोष्ट कांही निराळी आहे. कोणी अशी कल्पना केली आहे, कीं कांहीं कारणानें मोठे ग्रह फुटून त्यांचे हे अनेक विभाग झाले आहेत.

सर्व ग्रहांत गुरु, म्हणजे बृहस्पति, हा ग्रह मोठा आहे. ह्यामुळेच प्राचीन ग्रीक लोक व रोमन लोक ह्यांनीं सर्व देवांचा *पिता ह्याचें नांव ह्यांस दिलें. सूर्य आणि पृथ्वी ह्यांच्यापासून तो फार दूर असतांही तो बहुतकरून शुक्राइतका मोठा व तेजस्वी असा दिसतो; व विशेषतः पृथ्वीस अतिसंनिध जो त्याच्या कक्षेचा भाग आहे त्यांत तो असतां ही गोष्ट होते. गुरुकडे दुर्बिणीतून पाहिलें असतां त्याच्या सभोंवती फिरणारे चार उपग्रह दिसतात. सूर्यमालेंत ज्या गोष्टी घडतात त्या थोडक्यांत हा ग्रह व त्याचे उपग्रह ह्यांचेठायीं दिसतात.

पृथ्वीच्या छायेतून चंद्र जाऊं लागला असतां जसें त्यास ग्रहण लागतें, तसें बृहस्पतीचे उपग्रह त्याच्या छायेतून जाऊं लागले असतां त्यांस ग्रहणें लागतात. ह्या उपग्रहांची ग्रहणें बहुतकरून नियमानें व वरचेवर होतात. ह्यांतून दोन उपग्रह बहुतकरून एकदम त्याच्या क्षितिजावर असतात; व त्यांच्या कला फार लवकर बदलतात, व त्यांतही विशेषतः जो उपग्रह त्याच्या जवळ आहे त्याच्या कला इतक्या लवकर बदलतात, कीं तो वेचालीस तासांत प्रतिपदेच्या चंद्रापासून पूर्णिमेच्या चंद्राएवढा होतो; व त्याच अवधीमध्य त्यास ग्रहण लागून त्याचें गुरुस एक ग्रहण लागतें. गुरुच्यावरून हा उपग्रह पाहिला असतां पृथ्वीच्या चंद्रापेक्षां चौपट मोठा दिसेल दुसऱ्या उपग्रहास एक प्रदक्षिणा करण्यास सुमारे $3\frac{1}{2}$ दिवस लागतात; तिसऱ्यास सुमारे एक आठवडा लागतो; व चवथ्यास दो आठवड्यांपेक्षां कांहीसा अधिक काळ लागतो.

प्रकाश एकसमयावच्छेदेंकरून सर्वत्र पडतो असें पूर्वीं विद्वान लोक

* त्यांच्या मते देवांचा पिता जुपिनर नांवाचा होता, त्याचें नांव ह्या ग्रहास त्यांनीं दिलें.

मानित असत, पण गुरुच्या उपग्रहांच्या ग्रहणांवरून असें दिसून आलें आहे, कीं तो एकदम सर्वत्र जात नाहीं, तर जात जात जातो. ह्यास उदाहरण असें आहे कीं, गुरु पृथ्वीच्या जवळच्या आपल्या कक्षेच्या भागांत असतां त्याच्या उपग्रहांचीं ग्रहणें ज्या काळांत दृष्टीस पडतात, त्यापेक्षां तो पृथ्वीपासून दूर असतां तीं दिसण्यास सोळा मिनिटें अधिक लागतात. ह्यावरून असें सिद्ध होतें कीं, पृथ्वीच्या कक्षेचा व्यास (१९ कोटि मैल) चालून जाण्यास प्रकाशास सोळा मिनिटें लागतात. ह्यावरून सूर्याचा प्रकाश पृथ्वीवर येऊन पोहोचण्यास आठ मिनिटें लागतात, असें समजतें. प्रकाश दर मिनिटास एक कोटि अकरा लक्ष मैल ह्याप्रमाणें चालतो, व ह्याचा वेग तोफेंतून सुटलेल्या गोळ्याच्या पेक्षां दहालक्षपट अधिक आहे.

गुरुच्या उपग्रहांच्या ग्रहणावरून नाविक लोकांस रेखांश काढतां येतात, हें मार्गें सांगितलेंच आहे.

दुर्विणींतून पाहिलें असतां गुरुच्या विवावर पट्टे दिसतात. हे परस्पर समांतर असून बहुतकरून गुरुच्या विषुववृत्ताशी समांतर आहेत. त्यांपैकीं कांहीं निस्तेज आहेत, व कांहीं तेजस्वी आहेत. हे पट्टे कधी कधी ज्यास्त दिसतात, व कधी कधी कमी दिसतात, व त्यांची स्वरूपेही पालटतात. ह्यावरून असें कल्पिलें आहे कीं, गुरुच्या विषुववृत्तावरच्या प्रांतांत व्यापारोपयोगी वायु वाहून तेथें मेघांचे थर येऊन ते गुरुसभोंवतीं राहतात. त्यांत जे पट्टे निस्तेज दिसतात ते मेघ होत, व जे पट्टे तेजस्वी दिसतात ते पट्टे नव्हत, तर निस्तेज पट्ट्यांच्या मधून मधून दिसणारा गुरुवरचा प्रकाश होय.

बृहस्पतीच्या पलिकडे शनि हा ग्रह आहे. प्राचीन ग्रीक लोक व रोमन लोक ह्यांनी गुरूला ज्याचें नांव दिलें होतें त्याच्या बापाचें नांव ह्या ग्रहास दिलें. त्यास असें नांव देण्याचें कारण असें होतें कीं, सूर्यमालेंत हा ग्रह सर्वांपेक्षां दूर आहे, असें ते मानित असत. अशाच कारणावरून फ्रान्स, जर्मनी, इत्यादि देशांतले ज्योतिषी हर्शिलास यूरानस म्हणतात, कारण, प्राचीन लोकांनीं मानलेल्या देवांमध्ये यूरानस हा सर्वांपेक्षां वडील होता.

१ जुपितराचा बाप सातर्न होना त्याचें नांव ग्रीक व रोमन लोक ह्यांनी ह्या ग्रहास दिलें.

दुर्विणीतून पाहिलें असतां शनीला सात उपग्रह आहेत असें दिस-
तें. तरी हे उपग्रह शनीचे मुख्य लक्षण नव्हत. मुख्य लक्षण
म्हटलें, तर त्याचे सभोंवती एक तेजोवलय आहे तें होय. असें दुस-
ऱ्या कोणत्याही ग्रहासभोंवतीं नाही. हें तेजोवलय शनीपेक्षां तेज-
स्वी आहे. त्याकडे लक्ष लावून पाहिलें असतां त्याचे दोन भाग
दिसतात, व त्या दोन भागांच्या मध्ये एक काळी रेपा आहे. ह्याव-
रून शनीसभोंवतीं दोन वलये तर खचीत आहेत, व दोहोंपेक्षां अधि-
क असतील असा संभव दिसतो. ह्या वल्यांच्या पातळ्या शनीच्या
विषुववृत्ताच्या पानळींत आहेत, व सूर्याच्या किरणांचें परावर्तन हो-
ण्याविषयीं तीं फार उपयोगीं पडतात असें वाटतें.

ग्रहांच्या व्यासांविषयीं.

ग्रहांचे व्यास समजले तर त्यांवरून त्यांचें वास्तविक आकारमान
व ससंबंधिक आकारमान हीं काढतां येतात. म्हणून त्यांच्या व्या-
साचें कोष्टक फार उपयोगी आहे. त्यांचें चांगलें स्मरण राहाण्या-
करितां थोड्या अंकांची घडामोड केली आहे; ती येणेंप्रमाणें.—सूर्या-
चा व्यास ८६०००० मैल आहे, त्यांतून वरील शून्य पुसून टाकिलें,
म्हणजे ८६००० मैल गुरुचा व्यास राहातो. त्यांतून सोळा हजार
काढून टाकले, म्हणजे ७०००० मैल हा शनीचा व्यास राहातो.
८००० हे पृथ्वी आणि शुक्र ह्यांचे व्यास होत. पृथ्वीच्या व्यासा-
च्या निमे ४००० हा मंगळाचा व्यास; ह्यांत एक हजार कमी केले
म्हणजे राहिले ३००० तो बुधाचा व्यास होय, व त्यांत एक हजार
कमी केले म्हणजे बाकी २००० हा चंद्राचा व्यास होय.

हर्शल, नेपच्यून, आणि लघुग्रह हे सोडून बाकीच्या ग्रहांच्या व्या-
सांची लांबी ह्या घडामोडीवरून सरासरी धरीच समजते, व ही ध्या-
नांत राहावयाजोगी आहे. ही घडामोड स्थूल मानाची आहे. सूक्ष्म
मानानें कितीएकांच्या व्यासांची लांबी कांहीं अधिक होईल, व कि-
तीएकांच्या व्यासांची लांबी कांहीं कमी होईल. वास्तविक पाहिलें
असतां ग्रहांच्या व्यासांच्या लांबीविषयी एक निश्चय नाही, निरनि-
राळ्या ग्रंथकारांची निरनिराळीं मतें आहेत.

व्यास सुमारे परिघाच्या एका तृतीयांशाइतका असतो. जसें या
वेदीसांना सात, हें त्यांच्या मध्ये प्रमाण असतें. ह्यामुळे ग्रहाचा

व्यास समजला, तर त्यावरून परिघाची लांबी सहज काढतां येईल, व परिघाला व्यासानें गुणिलें असतां गोलाचें पृष्ठफल निघतें. आणि पृष्ठफलास व्यासाचा एक षष्टांश ह्यानें गुणिलें असतां गोलाचें घनफल निघतें.

कोणत्याही गोलाचें पृष्ठफल त्याच्या व्यासाच्या वर्गाशीं प्रमाणांत असतें; आणि त्याचें घनफल व्यासाच्या घनाशीं प्रमाणांत असतें. ह्या प्रमाणावरून सूर्य आणि ग्रह ह्यांचीं ससंबंधिक आकारमानें काढतां येतात. ह्यास उदाहरण. पृथ्वीचा व्यास आणि शनीचा व्यास ह्यांच्यांत १ : १० :: (८००० : ८००००) हें प्रमाण आहे. आणि १० चा वर्ग १००, म्हणून शनीचें पृष्ठ पृथ्वीच्या पृष्ठापेक्षां १०० पट मोठें आहे. चंद्राचा व्यास आणि पृथ्वीचा व्यास ह्यांच्यांत १ : ४ :: (२००० : ८०००) हें प्रमाण आहे, म्हणून पृथ्वीचें पृष्ठ चंद्राच्या पृष्ठापेक्षां सोळा पट मोठें आहे. म्हणून जेवढा चंद्र आपणांस दिसतो त्यापेक्षां चंद्रावरच्या लोकांस पृथ्वी सुमारें सोळा पट मोठी दिसत असेल.

सूर्य व ग्रह ह्यांची वास्तव अंतरें व भासमान व्यास ह्यांवरून त्यांचे वास्तव व्यास काढतां येतात. सूर्याच्या भासमान व्यासांत सुमारें अर्ध्या अंशाचा कोन सांपडतो, म्हणजे पाहाणाऱ्याच्या डोळ्यापासून एक सूर्याच्या वरच्या आंगास व एक खालच्या आंगास अशीं दोन सूत्रें नेलीं असतां त्यांच्या मध्यें अर्ध्या अंशापेक्षां कांहींसा अधिक कोन पडतो. हिवाळ्यांत सूर्य पृथ्वीच्या अतिसंनिध असतो तेव्हां त्याच्यानें पडलेला कोन ३२'...३०" इतका असतो, आणि उन्हाळ्यांत ३१' ३०" इतका असतो. सूर्याच्या भासमान व्यासावरून तर आकाशांत तारे ह्यांचें अंशात्मक अंतर काढतां येईल. कोणत्याही दोन ताऱ्यांच्या मध्यें सूर्याच्या भासमान व्यासाच्या दसपट अंतर दिसत असलें, तर ते एकमेकांपासून पांच अंश दूर आहेत, असें समजावें.

सूर्यापासून ग्रहांच्या अंतराविषयीं.

सूर्यापासून ग्रहांची अंतरें मध्यम प्रमाणानें काढलीं आहेत, व तीं लक्षांत ठेवण्याविषयीही फार सुलभ आहेत, तीं येणेंप्रमाणें.— बुध साडेतीन कोटि; शुक्र ६३ कोटि; पृथ्वी ९३ कोटि; मंगळ १४ कोटि:

गुरु ४८ कोटि; शनि ८८ कोटि; हर्शल १७७ कोटि आणि नेपत्यून २७७ कोटी मैल. हीं अंतरें ध्यानांत ठेवण्यास एक युक्ति आहे, ती अशी कीं, बुधाच्या अंतराच्या कोटीची दुप्पट करून ती संख्या शुक्राच्या अंतराच्या कोटीचे स्थानी धरावी, म्हणजे तें शुक्राचें अंतर सरासरीनें झालें. शुक्राच्या अंतराची दुपट करून त्यांत ४ वजा करावे म्हणजे पृथ्वीचें अंतर येतें, हें पृथ्वीच्या अंतराच्या जवळ जवळ आहे. पृथ्वीचे अंतराची दुपट करून त्यांत ४ वजा करावे म्हणजे मंगळाचें अंतर सरासरीनें येतें हें मंगळाच्या अंतराची दुपट करून त्यांत ४ वजा केले तर लघुग्रहांचें मध्यम मानानें अंतर येतें. लघुग्रहांचे मध्यम मानाची दुपट केली म्हणजे गुरुचें अंतर येतें. गुरुचे अंतराचे दुपटींत ८ वजा केले म्हणजे शनीचें अंतर येतें. शनीचे अंतराचे दुपटीजवळ हर्शलाचें अंतर आहे. आणि हर्शलाचे अंतराचे दुपटींत २३ मिळविले म्हणजे नेपत्यूनचें अंतर येतें. सरासरीनें पहातां मागच्या ग्रहाचे दुपटीनें पुढच्या ग्रहाचें अंतर आहे.

ग्रहास सूर्याभोंवती प्रदक्षिणा करण्यास जो काळ लागतो, त्याचा वर्ग व सूर्यापासून त्याच्या अंतराचा घन हे प्रमाणांत आहेत. शुक्रसंक्रमणावरून सूर्यापासून पृथ्वीचें अंतर सुमारें $९\frac{३}{४}$ कोटि मैल आहे असें समजलें आहे. आतां कोणत्याही ग्रहाच्या वार्षिक प्रदक्षिणेचा काळ माहीत असला तर त्यावरून त्याचें सूर्यापासून अंतर काढतां येईल. ह्यास उदाहरण.— पृथ्वीच्या वार्षिक प्रदक्षिणेस ३६५ दिवस लागतात, व बुधाच्या वार्षिक प्रदक्षिणेस ८८ दिवस लागतात, ह्यावरून ८८ च्या वर्गास ३६५ ह्यांचा वर्ग, तर $९\frac{३}{४}$ ह्यांच्या घनास काय ? ह्या त्रैराशिकापासून बुधाच्या अंतराचा घन येईल त्याचें घन मूळ काढलें असतां $३\frac{३}{४}$ कोटी मैल येतात, हें बुधाचें अंतर होय. केप्लर म्हणून एक ज्योतिषी होता, त्यानें प्रथमतः हा नियम काढला, व सर ऐझाक न्यूटन ह्यानें तो चांगला सिद्ध करून दाखविला.

ग्रहांच्या दैनंदिन गतीविषयीं.

ग्रहांस आपआपल्या आंसावर फिरण्यास जो काळ लागतो त्यावरून मुख्य मुख्य ग्रहांवर दिवस केवढाले आहेत हें काढलें आहे; तें येणंप्रमाणें.— बुध, शुक्र, आणि मंगळ, ह्यांवर पृथ्वीवरच्या प्रमाणेंच, म्हणजे २४ तासांचे दिवस आहेत. बृहस्पति आणि शनि ह्यां-

वर पृथ्वीवरच्या दिनमानाच्या अर्धाएवढेंही दिनमान नाहीं; म्हणजे सुमारे १२ तासांचे खालीच आहे.

ग्रहांच्या वार्षिक गर्तीविषयीं.

ग्रहांस सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास जो काळ लागतो त्यावरून ग्रहांवरचीं वर्षे मोजतात. तीं येणेंप्रमाणें.— बुधावरचें वर्ष पृथ्वी-वरच्या वर्षाच्या एक चतुर्थांशाएवढें, म्हणजे तीन महिन्यांचें आहे; शुक्रावरचें वर्ष पृथ्वीवरच्या वर्षाच्या दोन तृतीयांशांएवढें, म्हणजे आठ महिन्यांचें आहे; मंगळावरचें वर्ष पृथ्वीवरच्या वर्षाच्या दुप्पट आहे; गुरुवरचें वर्ष पृथ्वीवरच्या वारा वर्षांएवढें आहे, म्हणजे पृथ्वी-वरचें एक वर्ष आणि गुरुवरचा एक महिना हीं बरोबर आहेत; शनीवरचें वर्ष पृथ्वीवरच्या सुमारे तीस वर्षांएवढें आहे; आणि हर्शलाचें वर्ष पृथ्वीवरच्या चवऱ्यांयसी वर्षांपेक्षां मोठें आहे. ह्या ग्रहाचा संन १७८१ ह्या वर्षी शोध लागला, तेव्हांपासून त्याच्या वरचें एक वर्ष देखील भरलें नाहीं. नेपच्यून वर्ष, पृथ्वीवरच्या १८५ वर्षांइतकें मोठें आहे.

ग्रहांच्या आपआपल्या कक्षेंतील वेगाविषयीं.

ह्याविषयीं पुढील अंक सहज लक्षांत राहातील. बुधाचा आपल्या कक्षेंत दर एका सेकंदांत $२९\frac{१}{२}$ मैल वेग आहे; शुक्राचा $२१\frac{१}{२}$ मैल; पृथ्वीचा $१८\frac{१}{२}$ मैल; मंगळाचा सुमारे १५ मैल; गुरुचा ८ मैल; शनीचा ६ मैल; आणि हर्शलाचा $४\frac{१}{४}$ मैल आणि नेपच्यूनचा $३\frac{१}{२}$ मैलांपेक्षां कांहीं कमी इतका वेग आहे.

ग्रहांचीं सूर्यापासून अंतरें, व त्यांस सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास जो काळ लागतो तो, हीं समजलीं असतां ह्यांवरून त्यांच्या वेगांचें मध्यम प्रमाण सहज काढतां येतें. पृथ्वीचें सूर्यापासून अंतर $९\frac{१}{४}$ कोटी मैल आहे, आणि तिला सूर्याभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास ३६५ दिवस लागतात. आतां असें त्रैराशिक करावें, की ज्याची त्रिज्या $९\frac{१}{४}$ कोटी मैल आहे असें वर्तुल चालून जाण्यास जर पृथ्वीस ३६५ दिवस लागतात, तर ती एका दिवसांत किती जाईल ? मग चोवीस तासांत जर इतकी जाते, तर एका तासांत किती जाईल ? असांच दुसरी त्रैराशिकें करावीं, म्हणजे तिचा दर सेकंदास मध्यम प्रमाणाचा वेग किती आहे तो निघेल.

ग्रहांच्या कक्षांविषयीं.

ग्रहांच्या कक्षा दीर्घवर्तुल आहेत, पण त्यांच्या महत्वांशीं त्यांची तुलना केली असतां त्या पूर्ण वर्तुलें आहेत असें म्हटलें असतां चिंता नाही. वस्तुतः सर्व ग्रहांच्या कक्षा पृथ्वीच्या कक्षेसारख्या आहेत, व पृथ्वीच्या कक्षेच्या पातळीसारख्या त्यांच्याही पातळ्या सूर्याच्या मध्यविंदूतून जातात. ह्याविषयीं ३३ वें पृष्ठ पाहावें.

ग्रहांच्या कक्षांच्या कलांविषयीं.

ग्रह सूर्यासभोंवतीं बहुतकरून एकच पातळींत फिरतात, पण ह्या पातळ्या एकमेकांकडे थोड्याशा कललेल्या असतात; व ह्या सर्व पातळ्या सूर्याच्या मध्यविंदूतून जातात ह्यामुळे त्या परस्परांस छेदतात. पृथ्वीच्या पातळीशीं दुसऱ्या पातळ्यांनीं जे कोन पडतात त्यांत सात अंश आणि कांहीं कला ह्यांवर कोणताही कोन नाही. बहुतेक पातळ्यांचे कोन त्याहून लहान पडतात.

ग्रहांच्या आकृतीविषयीं.

पृथ्वीच्या सारखे दुसरे ग्रहही दोहों ध्रुवांकडे चापट आहेत, व पृथ्वी गोलाकार होण्याचीं जीं कारणें तींच तेही गोलाकार होण्यास कारणें आहेत. गुरु आणि शनि हे आपआपल्या आंसावर फार वेगानें फिरतात, म्हणून ते अन्य ग्रहांच्या पेक्षां दोहों ध्रुवांकडे अधिक चापट असावे असें वाटतें, व वास्तविक पाहातां असेंच आहे. गुरुचा ध्रुवाजवळचा व्यास व विषुववृत्ताजवळचा व्यास ह्यांच्यांत १४ : १३ :: हे प्रमाण आहे; व शनीचा विषुववृत्ताजवळचा व्यास ध्रुवाजवळच्या व्यासापेक्षां सुमारे ह्याच प्रमाणानें मोठा आहे.

गुरुचा विषुववृत्ताजवळचा व्यास ध्रुवाजवळच्या व्यासापेक्षां ६००० मैल अधिक लांब आहे; ह्यामुळे चांगल्या दुर्बिणीतून त्याकडे पाहिलें असतां तो अंडाकार दिसतो.

१ क्रांतिवृत्ताशीं ग्रहांच्या कक्षा येंप्रमाणें कललेल्या आहेत.— बुध ७°, शुक्र ३°—२३', मंगळ १°—५.१', वेस्ना ७°—८', गुरु १°—१९', शनि २°—३०', हर्शल ०—४६' चंद्र ५°—२'—३'', नेपच्यून १°—४७'.

ग्रहांच्या दाढ्याविषयी.

कोणत्याही पदार्थांच्या महत्वाची त्यांच्या वजनाशी, म्हणजे त्यांतल्या प्रकृत्यंशाशी, तुलना केली असता त्या पदार्थांचें दाढ्य समजतें. पदार्थांत जसे प्रकृत्यंश असतील त्याप्रमाणें त्यांच्या आंगी आकर्षणशक्ति असते; म्हणून ग्रहांच्या आकर्षणशक्तीशी त्यांच्या महत्वाची तुलना करून त्यांचें दाढ्य काढलें आहे, पाण्याचें दाढ्य हें एक धरलें तर सूर्याचें $१\frac{२}{४}$; बुधाचें $९\frac{१}{६}$; शुक्राचें $५\frac{१}{२}$; पृथ्वीचें सुमारे ५; चंद्राचें $३\frac{१}{२}$; मंगळाचें $३\frac{१}{४}$; गुरूचें $१\frac{१}{४}$; शनीचें $०\frac{१}{३}$; आणि हर्शलाचें $०\frac{१}{००}$.

सूर्याचें दाढ्य पाण्याच्या दाढ्यापेक्षां फार अधिक नाहीं, व पृथ्वीचे मध्यम प्रमाणाचें दाढ्य पाण्याच्यापेक्षां सुमारे पांच पट अधिक आहे; म्हणून सूर्याच्या दाढ्यापेक्षां पृथ्वीचें दाढ्य सुमारे पांचपट अधिक आहे, तरी सूर्याचें महत्व इतकें मोठें आहे कीं पृथ्वीच्या प्रकृत्यंशांपेक्षां त्याचे प्रकृत्यंश ३३३००० पट अधिक आहेत; म्हणजे सर्व ग्रहांचे प्रकृत्यंश एकत्र केले असता त्यांच्या ६०० पट सूर्याचे प्रकृत्यंश अधिक आहेत.

सूर्याची आकर्षणशक्ति, प्रकाश, उष्णता, इत्यादिकांविषयी.

सूर्यापासून जें ग्रहाचें अंतर त्याच्या वर्गाच्या प्रमाणानें त्यावर सूर्याचें आकर्षण, प्रकाश, व उष्णता, हीं कमी होतात, व त्याच प्रमाणानें त्याची भासमान आकृति लहान दिसते. म्हणून हल्लीं जेथें बुध आहे तेथें जर पृथ्वी असती, तर आतां आपणांस जेवढा सूर्य दिसतो त्यापेक्षां तेथून सात पट मोठा दिसता; व तसेंच त्याचें आकर्षण, प्रकाश, उष्णता हींही सातपट अधिक होतीं. कां तर सूर्यापासून पृथ्वीचें अंतर व बुधाचें अंतर ह्यांच्या वर्गांत १ ह्यास ७ हें प्रमाण आहे. सूर्यापासून हर्शलाच्या अंतराची शनीच्या अंतराशी तुलना केली असतां त्यांच्यांत $९ : १८ ::$ म्हणजे $१ : २ ::$ हें प्रमाण आहे. दोहोंचा वर्ग चार, तर शनीवरच्या पेक्षां हर्शलावर सूर्याचें भासमान आकारमहत्व, उष्णता, आणि प्रकाश हीं चौपट कमी आहेत. पृथ्वीवरच्या शीतोष्णतेवरून अन्य ग्रहांवरच्या शीतोष्णतेचा

अजमास करतां येत नाही; कारण, अन्य ग्रहांची रचना, त्यांचे पृष्ठ-भाग, व त्यांवरचीं वातावरणे ह्यांची आपणांस माहिती नाही, ह्यामुळे त्यांवर सूर्यकिरणांनीं काय होतें तें आपणांस सांगतां येत नाही. म्हणून एका अमुक ग्रहावर राहातां न येई अशी फार थंडी किंवा फार उष्णता आहे, असें अनुमान करण्यास कांहीं आधार नाही. पण हें असें एक अनुमान करण्यास आधार मोठा आहे, कीं सर्वज्ञ व सर्वहितकारी जो परमेश्वर त्यानें कांहीं एक व्यर्थ केलें नाही.

चंद्राविपर्यां.

चंद्र पृथ्वीसभोंवती एका महिन्यानें प्रदक्षिणा करतो, व तिजवरो-वर एका वर्षानें तो सूर्याभोंवतीही प्रदक्षिणा करतो. चंद्राचें एकच आंग पृथ्वीकडे नेहमीं असतें; ह्यावरून असें सिद्ध होतें कीं, महिन्यांत एकदां तो आपल्या आंसावर फिरतो. कारण, तो आपल्या आंसावर फिरत नसता, तर पृथ्वीसभोंवतीं प्रदक्षिणा करतांना त्याचा प्रत्येक भाग पृथ्वीवरून दिसता. चंद्र आपल्या आंसावर महिन्यांत एकदांच फिरतो, म्हणून त्यावरचें दिनमान व रात्रिमान हीं एकेका पक्षाएवढीं असतील. सूर्यकिरण परावृत्त करून चंद्र जसा पृथ्वीस प्रकाशवितो, तशी पृथ्वीही तिच्या समोर जी चंद्राची बाजू नेहमी असते ती सूर्यापासून वळल्यावर तीस प्रकाशविते. पृथ्वीकडेच्या चंद्रार्धावर कधींही निविड अंधकार नसतो; कारण, तें अर्ध ज्या पक्षांत सूर्यापासून एकीकडे कललेलें असतें त्या पक्षांत पूर्णिमेच्या चंद्रापेक्षां पंधरापट मोठ्या विबानें पृथ्वी त्यावर प्रकाशते. चंद्राच्या दुसऱ्या अर्धावरच्या लोकांस पृथ्वीचें दर्शन कधींही होत नसतें, म्हणून तिकडे एक पक्षभर तांच्यांचा काय प्रकाश पडत असेल तो पडो, त्यांचाचून दुसरा प्रकाश पडत नाही.

पृथ्वी आणि चंद्र ह्यांच्या मध्ये सुमारे २४००००० मैल अंतर आहे. चंद्राचा व्यास सूर्याच्या व्यासापेक्षां ४०० पट लहान आहे, तरी त्याचा भासमान व्यास सुमारे सूर्याच्या भासमान व्यासाएवढा आहे; ह्याचें कारण हेंच आहे कीं, सूर्याच्यापेक्षां ४०० पट चंद्र पृथ्वीच्या अधिक जवळ आहे.

पृथ्वी आणि सूर्य ह्यांच्या मध्ये चंद्र असतो तेव्हां त्याचें प्रकाशित अर्ध पृथ्वीकडे नसतें, व तेव्हां जी बाजू पृथ्वीकडे असते ती अप्र-

काशित असते, ह्यामुळें ती दिसत नाहीं. चंद्र फिरतां फिरतां त्याच्या प्रकाशित अर्धाची कोर दिसूं लागली, म्हणजे तीस प्रतिपदेचा चंद्र म्हणतात. दुसरे दिवशीं चंद्राकडे पुन्हा पाहिलें असतां, तो कालच्यापेक्षां १३° सूर्याच्या पूर्वेस अधिक गेलासां दिसतो; व त्याची कोरही कालच्यापेक्षां वाढलेली दिसते. ह्याप्रमाणें चंद्राकडे दररोज पाहिलें असतां असें दिसतें, कीं जसा जसा तो अधिक अधिक सूर्याच्या पूर्वेस जातो तसा तसा त्याचा प्रकाशित भाग अधिक अधिक दृष्टीस पडतो. अष्टमीस सूर्यास्ताबरोबर तो डोकीवर येतो, व प्रतिपदेच्या चंद्रापासून पूर्णिमेच्या चंद्रापर्यंत जो काळ लागतो त्याचें हें अर्ध होय, व अष्टमीस चंद्राच्या प्रकाशित भागाचें अर्ध पृथ्वीकडे असतें, म्हणून त्यास अर्धचंद्र म्हणतात. अष्टमीचे पुढें चंद्राचा प्रकाशित भाग अर्ध्यावर दिसूं लागतो. ह्याप्रमाणें चंद्र जसा जसा सूर्यापासून दूर जातो तसा तसा त्याचा प्रकाशित भाग अधिक अधिक दिसतो. पृथ्वीसभोंवतीं त्याची अर्धां प्रदक्षिणा पूर्ण झाली, म्हणजे पश्चिमेस सूर्यास्त होऊं लागतो तेव्हांच पूर्वेस चंद्रोदय होतो मग चंद्राचें सगळें प्रकाशित अर्ध दिसूं लागतें; व त्यास पूर्ण चंद्र म्हणतात. पूर्णिमेस चंद्र सूर्यापासून षड्भांतरां असतो, म्हणजे तेव्हां चंद्र व सूर्य ह्यांच्यामध्ये पृथ्वी असते, व अमावास्येच्या अंती चंद्राची सूर्याशी युति असते, कारण सूर्य आणि पृथ्वी ह्यांच्या मध्ये तो असतो.

चंद्र आपल्या कक्षंतून पुढें चालला असतां पहिल्याप्रमाणेंच त्याचीं रूपांतरें होतात; त्यांत फेर इतकाच कीं, तीं पहिल्याच्या उलटी होतात, म्हणजे पूर्णिमा झाल्यावर प्रतिपदेपासून त्याच्या कलांचा ऱ्हास होऊं लागतो. ह्याप्रमाणें ऱ्हास होतां होतां शेवटीं सकाळीं सूर्यादर्यां सूर्याच्या पश्चिमेस चंद्राची लहानशी कोर दिसते. पुढें एक दोन दिवस सूर्याशी योग होऊन चंद्राचा उदय होतो ह्यामुळें तो आपल्या दृष्टीस पडत नाही. मग तो सूर्याच्या पूर्वेस गेला म्हणजे अमांत होऊन प्रतिपदेस आरंभ होतो.

चंद्राच्या कोरेचा पृष्ठभाग नेहमीं सूर्याकडे असतो. संयुतीनंतर चंद्र वृद्धगत होत असतां त्याच्या कोरेचा पृष्ठभाग पश्चिमेकडे असतो, व कोरेचीं अग्रें पूर्वेकडे असतात. युतीच्या पूर्वी, कला क्षीण होत असतां, कोरेचा पृष्ठभाग पूर्वेकडे असतो, व तिचीं अग्रें पश्चिमे-

कडे असतात. चंद्राच्या ह्या निरनिराळ्या स्वरूपांस कला म्हणतात; व ह्यावरून असे सिद्ध होतें, कीं चंद्र स्वप्रकाश नाही. कारण, तो स्वप्रकाश असता, तर तो सूर्यासारखा नेहमीं तेजाचा गोळा दिसता.

एखाद्या ताऱ्याची स्थिति लक्षून चंद्राची गति पाहिली असतां, तेव्हांच खातरी होईल, कीं चंद्र पूर्वेकडून पश्चिमेकडे जातोसा दिसतो, पण तो वास्तविक तसा न जातां पश्चिमेकडून पूर्वेस जातो. कारण, तारा चंद्राच्या पूर्वेस असला, तर त्यांच्या मधचें अंतर कमी होत होत शेवटीं ते एका रेषेंत येतात. मग त्या ताऱ्याच्या पलिकडे चंद्र जाऊन पुनः त्यांच्या मधचें अंतर वाढूं लागतें. चोवीस तास गेल्यावर पुनः चंद्राकडे पाहिलें असतां, असें आढळेल कीं, तो तेरा अंश पुढें पूर्वेस गेला आहे. ह्याप्रमाणें दर रोज चंद्राकडे पाहिलें असतां, असें आढळेल कीं २७ दिवस ७ तास आणि ४३ मिनिटें इतक्या काळांत चंद्राची प्रदक्षिणा संपून तो व तो तारा हे पुनः एका रेषेंत आले आहेत. ह्यास चंद्राची नाक्षत्र प्रदक्षिणा म्हणतात. २७ दिवस ७ तास ४३ मिनिटें इतक्या काळांत चंद्राची प्रदक्षिणा पूर्ण होते, तरी पहिल्या स्थितीस येण्यास, म्हणजे सूर्याची युति होण्यास, त्याला २ दिवस ५ तास आणखी लागतात. ह्या कालास यौतिक मास किंवा चंद्रमास म्हणतात. हा मास २९ दिवस १४ तास आणि ४४ मिनिटें ह्यांनीं पूर्ण होतो. व हा प्रतिपदेच्या चंद्रापासून प्रतिपदेच्या चंद्रापर्यंत मोजतात. चंद्रास पूर्व स्थितीवर येण्यास अधिक काळ लागण्याचें कारण पृथ्वीची वार्षिक गति आहे, कां तर, पृथ्वीभोंवतीं चंद्र फिरत असतां ती आपल्या कक्षेंत पुढें जाते, ह्यामुळें चंद्रास पूर्वस्थितीवर येण्यास कितीएक अंश पुढें जावें लागतें. घड्याळाचे कांटे पाहिले असतां ही गोष्ट चांगली लक्षांत येईल. बारा वाजल्यावर दोन्ही कांटे एकदम निघतात. एक वाजतां मिनिटकांटा सगळी प्रदक्षिणा संपवून बारांवर येतो, पण त्याची प्रदक्षिणा संपती तों इतक्यांत अवर कांटा एका तासावर जातो, ह्यामुळें अवर कांटा आटोपण्यास मिनिट कांद्यास पांच मिनिटें अधिक लागतात.

पृथ्वीच्या आकारमानाविषयीं.

पृथ्वीच्या आकारमानावरून आकाशांतील दुसऱ्या गोलांच्या आकारमानाची व विश्वाच्या महत्वाची आपण कल्पना करतो, म्हणून

तिचें आकारमान विद्यार्थ्यांच्या मनांत ठसवून देण्याविषयीं गुरूनें प्रयत्न करावा. ह्याविषयीं खालीं लिहिलेली युक्ति बरी आहे.

पृथ्वी गोलाकार आहे हें विद्यार्थ्यांच्या मनांत पक्कें ठसल्यावर त्यांच्या मनांत तिचें आकारमान ठसविण्याविषयीं प्रयत्न करावा. ह्याकरतां आठ मैल सभोंवती प्रदेश दृष्टीस पडेल अशा एखाद्या उंचवट्यावर विद्यार्थ्यांस गुरूनें न्यावें. जे अनेक पदार्थ दिसत असतील त्यांजकडे त्यांचें लक्ष्य त्यानें लाववावें, व जे पर्वत किंवा दुसरे उंचवटे दिसत असतील त्यांत प्रकृत्यंश किती आहेत ह्याचा विचार त्यांस करावयास लावावें; असें कीं तो प्रदेश कोठ्यावधि मजूर लाविले असतां सपाट करण्यास किती वर्षे लागतील. सर्व प्रकारचीं झाडे झुडपें जीं तेथें दृष्टीस पडत असतील तीं त्यांस दाखवावीं. निरनिराळ्या रंगांचीं जीं कोठ्यानकोटी फुलें असतील तीं, धान्याचीं काडे, गवताचे अंकुर, यंत्राच्या साहाय्यावांचून श्रमंकरून दृष्टीस पडणारी शेवाळें, आणि सर्व प्रकारचीं उद्भिज्जें, हीं त्यांस दाखवावीं. तसेंच गुरेंढोरें, मेंढरें, कुतरीं, आणि दुसरीं जीं चतुष्पाद जनावरें तेथें असतील, तीं दाखवावीं. मग पांखरें, किडे, साप, असे जे असंख्य जीव त्यांच्या दृष्टीच्या आटोक्यांत असतील ते सूक्ष्मदर्शक यंत्रानें मात्र दिसणारे जे प्राणी तेही दाखवावे. हे तर मनुष्याच्यानें मोजवणार नाहीत. त्या उंचवट्यावरून जीं शहरें, खेडीपाडीं, दिसत असतील त्यांतलीं घरें, व तेथें लोक जे धंदे करीत असतील ते; समुद्र व नद्या त्या प्रदेशांत असतील त्या, त्यांतलें पाणी, व त्यांतल्या निरनिराळ्या माशांच्या जाति, ह्या सर्वांची कल्पना त्यांच्या कडून करावी. त्या प्रदेशाच्या कडेस जाण्यास, त्या सभोंवतीं प्रदक्षिणा करण्यास, व तो प्रदेश निरनिराळ्या ठिकाणांहून निरनिराळा दिसेल तो व त्यांतले पदार्थ हे पाहाण्यास पांच पन्नास वेळा इकडे तिकडे फिरण्यास किती वेळ लागेल ह्याचा त्यांस विचार करावयास लावावें. तेथच्या पदार्थांची संख्या व आकारमान, अचेतन पदार्थांची गति व सचेतनाचें चापल्य, आणि चहूंकडचे प्रकृत्यंश. ह्या सर्व गोष्टींचा हिशोब स्थूलमानानें त्यांजकडून करावा. ह्याप्रमाणें त्या प्रदेशांतल्या पदार्थांचें वैचित्र्य व आकारमान हीं विद्यार्थ्यांच्या मनांत चागलीं ठसल्यावर त्यांस सांगावें, कीं ज्या प्रदेशाचा तुम्ही विचार

करतां त्यांचा परिघ सुमारे पन्नास मैल आहे, आणि त्याचें क्षेत्रफळ सुमारे २०० चौरसमैल आहे. तर सगळ्या पृथ्वीचें क्षेत्रफळ १९६००००००० चौरसमैल आहे; म्हणून तें तुमच्या आसमंताद्वा-
गच्या क्षेत्रापेक्षां नऊ लक्ष ऐंशीं हजारपट मोठें आहे, ह्यास्तव पृ-
थ्वीचें आकारमान मनांत आणण्याकरितां ह्या प्रदेशाएवढे ९८०००००
प्रदेश मनांत आणावे. ही गोष्ट त्यांच्या मनांत पक्की ठसण्याकरितां
त्यांस सांगावें कीं लोक बहुतकरून दररोज दहा तास उद्योग कर-
तात, तर त्याप्रमाणें ह्या जागेवर तुम्ही दररोज दहा तास उभें राहून
तुमच्या दृष्टीखालून दर तासास पन्नास मैल परिघाचा प्रदेश जाऊं
लागला, तर भूगोलाचा सगळा पृष्ठभाग सरांसरी दृष्टीस पडण्यास
२६८ वर्षे लागतील.

सूर्याच्या आकारमानाविषयीं.

पृथ्वीच्या महत्वाचा एवढा चमत्कार वाटतो, पण त्याची सूर्या-
च्या महत्वाशी तुलना केली असतां पृथ्वीचें महत्त्व कांहींच नाही.
सूर्याच्या व्यासाची लांबी ८६००००० मैल आहे, म्हणजे पृथ्वी आणि
चंद्र ह्यांच्या मधच्या अंतराच्या (२४०००००) सुमारे चौपट आहे.
हल्लीं जेथें पृथ्वीचा मध्यबिंदु आहे तेथें सूर्याचा मध्यबिंदु असता, तर
सूर्याचा पृष्ठभाग चंद्रास पोहोचून त्याच्या पलिकडे १९०००००० मैल
गेला असता, म्हणजे चंद्राच्या अंतराच्या सुमारे दुप्पट अंतरावर
पोहोचला असता.

सूर्य जर पोकळ असता, व आतां पृथ्वी जितकी मोठी आहे ति-
तकी ती मोठी असून ती जर आंतल्या आंगी त्याच्या मध्यभागीं
ठेविली असती, तर तिच्या आणि सूर्याच्या आंतल्या पृष्ठभागांच्या
मध्ये ४२६०००० मैल अंतर राहातें. पृथ्वी व सूर्याच्या आंतल्या पृष्ठ-
भाग ह्यांच्या मधच्या अंतराच्या बरोबर मध्यावर चंद्र असता, तर
तो आणि पृथ्वी ह्यांच्या मध्ये हल्लीं जें अंतर आहे तितकें त्यांच्या
मध्ये राहातें. सूर्यास भोंकें पाडून त्यावरचे तेजःपरमाणु आंत जर
येऊं दिले तर ते ताऱ्यांच्या स्थानीं होतील. असें झालें असतां
हल्लीं पृथ्वीवरून जसें आकाश दृष्टीस पडतें, तसें तेथें दिसेल. ह्यांत

त्यांत भेद दिसणार नाही; म्हणजे साधारण पाहणाऱ्यास पृथ्वीवरून आकाशकटाह जेवढा दिसतो, तेवढाच सूर्याच्या आंतला भाग दिसेल.

गोल वापरण्याची पद्धति.

गोलांविषयीं व्याख्या.*

पृथ्वीचा किंवा आकाशाचा आकार दाखविण्याकरितां जे गोल करतात त्यांस कृत्रिम गोल म्हणतात. त्यांत पृथ्वीचा आकार दाखविण्याकरितां जो केलेला असतो त्यास भूगोल म्हणतात; व आकाशाचा आकार दाखविण्याकरितां जो केलेला असतो त्यास खगोल म्हणतात. प्रत्येक गोलासभोंवतीं पितळेचें कडें असतें त्यास पितळेचें किंवा सर्वापयोगी याम्योत्तरवृत्त म्हणतात; ह्यांत गोल अडकविलेला असतो. प्रत्येक गोलाच्या ध्रुवांतून आरपार एक तार जाते तीस गोलाचा आंस म्हणतात, ह्या आंसावर गोल फिरतो. सर्वापयोगी याम्योत्तरवृत्ताचे नव्वद नव्वद अंशांचे चार पाद कल्पिले आहेत; त्यांपैकीं दोन पादांचा विषुववृत्तापाशीं आरंभ होऊन ते ध्रुवांकडे वाढत जातात; हे पाद भूगोलावर अक्षांश काढण्यास उपयोगी पडतात, व खगोलावर सूर्य, चंद्र आणि तारे ह्यांच्या क्रांति काढण्यास उपयोगी पडतात. दुसऱ्या दोहों पादांचा ध्रुवांपाशीं आरंभ होऊन विषुववृत्तापाशा समाप्ति होते. पाहिजेत तितके अक्षांशांतका ध्रुव क्षितिजाच्या वर किंवा खालीं करण्याकरितां त्या दोहों पादांचा उपयोग पडतो.

रुंद व सपाट असें लांकडाचें एक कडें असतें, त्यास दोहों आंगांस दोन खांचण्या घेऊन त्यांत पितळेचें याम्योत्तरवृत्त गोलासुद्धां अडकवितात, त्या कड्यास काष्ठमय क्षितिज म्हणतात. ह्या क्षितिजानें कृत्रिम गोलाचे वरचें गोलार्ध व खालचें गोलार्ध असे दोन भाग होतात. काष्ठमय क्षितिजास ज्या दोन खांचण्या घेतलेल्या असतात त्यांपैकीं एक दक्षिणेस असते, व दुसरी उत्तरेस असते.

* क्वितीएक गोष्टींची व्याख्या मागल्या ग्रंथांत आली आहे, म्हणून ती येथे लिहिली नाही; बहुतकरून नवीन गोष्टींची मात्र लिहिली आहे.

काष्ठमय क्षितिजावर एक केंद्राचीं तीन वर्तुलें असतात, त्यांत आंतल्या पहिल्या वर्तुलावर दिशा मांडलेल्या असतात; दुसऱ्यावर राशिव त्यांच्या खुणा इत्यादि मांडलेलें असतें; आणि तिसऱ्यावर महिने आणि दिवस मांडलेले असतात. दुसऱ्या व तिसऱ्या वर्तुलावरून वर्षांतून पाहिजे त्या दिवशीं सूर्य क्रांतिवृत्तावर कोठें आहे हें काढतां येतें.

खगोल व भूगोल ह्यांच्या उत्तर ध्रुवांपाशीं एक लहानसें पितळेचें वर्तुळ लावलेलें असतें, त्यास होरायंत्र म्हणतात. ह्यावर तास व मिनिटें हीं मांडलेलीं असतात; व त्याला एक कांटा असतो तो जसा जसा गोल आपल्या आंसावर फिरतो तसा तसा तो कांटा होरायंत्रावर फिरतो. पृथ्वीची गति पश्चिमेकडून पूर्वेकडे असते म्हणून कृत्रिम भूगोलावरच्या होरायंत्रावर पूर्वेकडे तास वाढत जातात. खगोलाची भासमान गति पूर्वेकडून पश्चिमेकडे आहे म्हणून कृत्रिम गोलावरच्या होरायंत्रावर पश्चिमेकडे तास वाढत जातात. जेव्हां गोलास होरायंत्र नसतें, तेव्हां गोलावरच तास मांडलेले असतात.

अंश मांडलेली एक पितळेची पातळ पट्टी असते तीस उन्नतांशदर्शक पट्टी म्हणतात. ही पट्टी विषुववृत्त किंवा सर्वोपयोगी याम्योत्तरवृत्त ह्यांच्या पादाइतकी लांब असते.

क्रांतिवृत्तापासून दक्षिणेकडे किंवा उत्तरेकडे जें ताऱ्याचें अंतर त्यास शर म्हणतात. सूर्य नेहमीं क्रांतिवृत्तावरच असतो, म्हणून त्यास शर नाहीं.

मेषसंपातापासून आकाशांतील गोलाचें जें अंतर त्यास भोग म्हणतात. हा भोग क्रांतिवृत्तावर पूर्वेकडे गोलभर मोजितात. सूर्याचा भोग म्हणजे क्रांतिवृत्तावर त्याची जागा होय.

मेषसंपातांतून जाणाऱ्या प्रथम याम्योत्तरवृत्तापासून पूर्वेकडे गोलाचें जें अंतर त्यास विषुवांश म्हणतात. हें अंतर विषुववृत्तावर मोजतात. १. पृथ्वीवर जसे रेखांश तसे आकाशांत विषुवांश होत.

१. विषुवांश समजले असतां त्यांपासून काळ सहज काढतां येतो, व काल समजला असतां त्यापासून विषुवांशही सहज काढतां येतात. कारण कीं, एखाद्या ताऱ्याला १५° अंश जाण्यास जर एक तास लागतो; तर १° अंश जाण्यास $\frac{१}{१५}$ तास म्हणजे ४ मिनिटें लागतात. ह्यास उदाहरण

तारा आणि क्षितिज ह्यांच्या मध्ये जो लंबवृत्ताचा भाग सांपडतो त्यास उन्नतांश म्हणतात.

कोणत्याही जागेची ध्रुवोन्नति म्हणजे त्या जागेच्या क्षितिजावरील ध्रुवाची उंची होय. ही याम्योत्तर वृत्तावर मोजतात, व ही त्या जागेच्या अक्षांशांवर असते.

कोणत्याही जागेच्या खस्वस्तिकांतून व अधःस्वस्तिकांतून जाणारी, व ज्यांचे त्या जागेच्या क्षितिजांशी काटकोन पडतात, अशा वृत्तांस लंबवृत्ते म्हणतात.

जे वृत्त क्षितिजाच्या पूर्वे विंदूंतून आणि पश्चिम विंदूंतून जाऊन जागेच्या याम्योत्तरवृत्तास त्याच्याशी काटकोन पडेल असें दुभागते त्या वृत्तास पूर्वापरवृत्त म्हणतात.

पूर्वापरवृत्त आणि याम्योत्तरवृत्त दोन वृत्ते क्षितिजास जेथे छेदितात त्या बिंदूस सम असते म्हणतात. ते बिंदु पूर्व, पश्चिम, दक्षिण, आणि उत्तर ह्या चार ठिकाणी असतात.

क्षितिजाचा दक्षिण बिंदु किंवा उत्तर बिंदु आणि ताच्यावरून जाणारे लंबवृत्त ह्यांच्या मध्ये जो क्षितिजाचा भाग सांपडतो त्यास त्या ताच्याचे समांश म्हणतात.

तारा क्षितिजाच्या ज्या बिंदूवर उगवतो तो बिंदु व क्षितिजाचा पूर्व बिंदु ह्यांच्या मध्ये, आणि तो क्षितिजाच्या ज्या बिंदूखाली मावळतो तो बिंदु आणि क्षितिजाचा पश्चिम बिंदु ह्यांच्या मध्ये जो क्षितिजाचा भाग सांपडतो त्यास त्याची अग्रा असें म्हणतात. पूर्वेकडचीस पूर्वाग्रा आणि पश्चिमेकडचीस पश्चिमाग्रा म्हणतात.

गोलाच्या दोहों ध्रुवांतून जाणारी दोन महावृत्ते आहेत, तीं ध्रुवस्थानी एकमेकांस अशीं छेदितात कीं, त्यांच्या मध्ये काटकोन पडतात. त्या वृत्तांपैकी एक वृत्त मेषसंपात व तुलासंपात ह्यांतून जाते, आणि

बारा वाजतां मेषसंपात जर याम्योत्तरवृत्ती असला, तर त्याच्यागुढें दुसरें होरावृत्त दोन वाजतां खस्वस्तिकीं येईल. तिसरें तीन वाजतां; ह्याप्रमाणें तीं एकएका तासाच्या अंतरानें खस्वस्तिकीं येतील. दोन ताऱ्यांचे विषुवांश दिले असतां ज्याचे विषुवांश फार थोडे तो तारा १५° अंशांस १ तास ह्याप्रमाणें अगोदर खस्वस्तिकीं येईल.

दुसरें वृत्त कर्कसंपात व मकरसंपात ह्यांतून जातें. • त्या वृत्तांनीं क्रांतिवृत्ताचे चार भाग होतात. त्यावरून वर्षातील चार ऋतूंचे भेद समजतात. ह्या वृत्तांस कोल्यूस म्हणजे छिन्नपुच्छ वृत्तें म्हणतात.

महावृत्ताच्या ध्रुवांतून जाऊन त्यांवर जीं महावृत्तें लंब असतात त्यांस त्यांचीं उपवृत्तें म्हणतात.

क्रांतिवृत्ताच्या ध्रुवांस छेदून क्रांतिवृत्तावर जीं महावृत्तें लंब असतात त्यांस क्रांतिवृत्ताचीं उपवृत्तें म्हणतात.

आकाशातील गोलाचें विषुववृत्तापासून जें कोनात्मक अंतर त्यास त्याची क्रांति म्हणतात. हें अंतर त्या गोलांतून गेलेल्या विषुववृत्ताच्या उपवृत्तावर मोजतात. पृथ्वीवर जसे अक्षांश तशी ताच्याची क्रांति होय.

सूर्य आणि तारा ह्यांचें एकच रेखांशांतर असलें म्हणजे त्यांची युति आहे असें म्हणतात; आणि त्यांच्या मध्ये १८० रेखांश अंतर असलें म्हणजे त्यास षड्भांतर किंवा षड्राश्यंतर म्हणतात.

भूगोलाविषयींचीं कृत्ये.

कृत्य पहिलें. कोणत्याही जागेचे अक्षांश व रेखांश कसे काढावे ह्याविषयी.

नियम पहिला. अक्षांश कसे काढावे तो. सांगितलेली जागा गोलावर शोधून काढावी, मग ती अंश मांडलेल्या पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताखाली आणावी, म्हणजे तीवरचे अंश त्या जागेचे अक्षांश होत.

नियम दुसरा. रेखांश कसे काढावे तो. अक्षांश काढल्यावर पितळेचें याम्योत्तरवृत्त विषुववृत्तास कोणत्या अंशावर छेदितें हें पाहावें, म्हणजे तितके त्या जागेचे रेखांश झाले.

परीक्षेचा प्रश्न. कलकत्याचे अक्षांश व रेखांश काय आहेत ?

कृत्य दुसरें. कोणत्याही जागेच्या अक्षांशांइतका ध्रुव उंच होई असा गोल कसा मांडावा ह्याविषयी.

१ कोल्यूस हा ग्रीक भाषेंतला शब्द आहे, ह्याचा अर्थ छिन्नपुच्छ असा आहे. ह्या वृत्तांस छिन्नपुच्छ म्हणण्याचें कारण हेंच कीं ह्याचा कांहीं भाग अदृश्य म्हणजे खाली असतो.

नियम पहिला. ध्रुवाचे उन्नतांश त्या जागेच्या अक्षांशांबरोबर होत तोंपर्यंत पितळेच्या याम्योत्तर वृत्तानें क्षितिजावर ध्रुव उंच करावा.

नियम दुसरा. पितळेच्या याम्योत्तरवृत्तावर उन्नतांश दाखविणारी पट्टी खस्वस्तिकीं म्हणजे जागेच्या अक्षांशाच्या थेट वर वसवावी.

नियम तिसरा. होकायंत्राच्या साहाय्यानें गोल असा ठेवावा की, त्याचे ध्रुव बरोबर दक्षिणोत्तर येतील; म्हणजे गोल नीट मांडला.

१० प्र० कलकत्याच्या अक्षांशांइतका ध्रुव उंच करून गोल मांड.

कृत्य तिसरें. एखाद्या जागेचे अक्षांश व रेखांश सांगितले असतां त्यांवरून जागा कशी काढावी ह्याविषयीं.

नियम. सांगितलेले रेखांश विषुववृत्तावर शोधून काढून ते पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावे, मग याम्योत्तरवृत्तावर अक्षांश पाहावे, म्हणजे त्या अक्षांशांखालीं इष्ट जागा सांपडेल.

१० प्र० $१८^{\circ}-०$ उ० अ० व $७६^{\circ}-४८$ प० रे० ह्या ठिकाणीं जागा कोणती आहे?

कृत्य चवथें. कोणत्याही दोन जागांच्या मधचें अक्षांशांचें अंतर कसें काढावें ह्याविषयीं.

नियम. प्रत्येक जागा याम्योत्तरवृत्ताखाली आणून त्यांचे अक्षांश पाहावे. त्या जागा जर एकाच गोलार्धांत असल्या तर त्यांच्या अक्षांशांची वजावाकी करावी; व भिन्न गोलार्धांत असल्या तर त्यांचे अक्षांश मिळवावे, म्हणजे त्यांच्या अक्षांशांचें अंतर निघेल.

१० प्र० कोपिनहेगन आणि जिब्रालतर ह्यांच्या मध्यें अक्षांशांचें अंतर किती आहे?

कृत्य पांचवें. कोणत्याही दोन जागांच्या मधचें रेखांशांचें अंतर कसें काढावें ह्याविषयीं.

नियम. दोहोंतून एक जागा पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणून तिच्या रेखांशांवर खूण करावी, मग दुसरी जागा याम्योत्तरवृत्ताखाली आणावी. ह्या जागेचे रेखांश व पहिल्यानें खूण केलेले रेखांश ह्यांच्या मध्यें जे अंश सांपडतील ते रेखांशांचें अंतर होय.

टीप. रेखांश भिन्न दिशांचे असले, म्हणजे एक पूर्व रेखांश व एक पश्चिम रेखांश असले, तर त्यांची बेरीज करावी; आणि बेरीज

१८०° वर आली तर ती ३६०° ह्यांतून वजा करावी, बाकी राहिल ती रेखांशांचें अंतर राहिल.

प० प्र० त्रिस्तोल शहर आणि केपतौन ह्यांच्या मध्ये रेखांशांचें अंतर किती आहे?

कृत्य साहायें. गोलावरील कोणत्याही दोन जागांच्या मधलें अंतर मैलांत कसे काढावें ह्याविषयीं.

नियम. उन्नतांशदर्शक पट्टीची अंश मांडलेली वाजू दोहों जागांवर ठेवावी; आणि त्यांच्यामध्ये जे अंश सांपडतील त्यांस $६९\frac{१}{०}$ ह्यांनीं गुणावें, म्हणजे मधलें अंतर इंग्लिश मैलांत येईल.

प० प्र० लंदन आणि कलकत्ता ह्यांच्या मध्ये अंतर किती मैलांचें आहे.

कृत्य साहायें. एखाद्या जागेवर अमुक तास वाजले असें सांगितलें असतां, त्याच वेळेस दुसऱ्या कोणत्याही जागेवर किती तास वाजले असावे, हें कसे काढावें ह्याविषयीं.

नियम. ज्या जागेवर अमुक तास वाजले असें सांगितलें आहे ती जागा याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणात्री, आणि जितके तास वाजले म्हणून सांगितलें आहे तितक्या तासांवर होरायंत्राचा कांटा आणून ठेवावा; मग विवक्षित जागा याम्योत्तरवृत्ताखालीं येई तोंपर्यंत गोल पुर्वकडे फिरवावा, म्हणजे तो कांटा जेथें येईल तितके तास त्या विवक्षित जागेवर वाजले असें समजावें. किंवा पांचव्या कृत्याप्रमाणें त्या दोन जागांतलें रेखांशांचें अंतर काढून त्यास १५ नीं भागावें; जो भागाकार येईल तो त्या जागांतल्या कालाचें अंतर होय. काल सांगितलेल्या जागेच्या पुर्वस ती जागा असली, तर सांगितलेले तास त्यांत मिळवावे, व पश्चिमेस असली, तर वजा करावे, म्हणजे विवक्षित काल येईल.

टीप. ज्योतिषी, भूगोलशास्त्री आणि नाविक लोक हे दोन प्रहरांपासून काल मोजतात. सूर्य, चंद्र, आणि ग्रह ह्यांचें गणित ह्या मानावरूनच केलेलें असतें.

प० प्रश्न. कलकत्त्यास १२ तास वाजतात तेव्हां लंदनांत किती तास वाजतात ?

कृत्य साहायें. अक्षांश, खस्वस्तिक, आणि सूर्याची जागा हीं साधण्याकरितां गोल नीट कसा मांडावा ह्याविषयीं.

नियम पहिला. अक्षांशांकरितां. जागिच्या अक्षांशांप्रमाणें ध्रुव क्षितिजावर उंच करावा.

नियम दुसरा. खस्वस्तिकाकरितां. जो अक्षांश सांगितला असेल त्यावर पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताचे ठायीं उन्नतांशदर्शक पट्टी मळसूत्रानें बसवावी.

नियम तिसरा. सूर्याच्या जागेकरितां. क्षितिजावर सूर्याची जागा शोधून पाहावी; मग क्रांतिवृत्तावरची सूर्याची जागा याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी, आणि अवरकांटा बारांचे ठिकाणीं आणून ठेवावा.

परीक्षेचे प्रश्न. मेच्या १०व्या तारखेस लंदनाकरतां गोल नीट मांड.

कृत्य नव्वें. वर्षांतून पाहिजे त्या दिवशीं सूर्योदय व सूर्यास्त हे अमुक जागीं केव्हां होतात हें कसें काढावें ह्याविषयीं.

नियम. आठव्या कृत्याप्रमाणें सूर्याची जागा याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी, व अक्षांशांच्या इतका ध्रुव उंच करून गोल नीट मांडावा. मग गोल फिरवून सूर्याची जागा क्षितिजाच्या पूर्वेच्या कडेस आणावी, आणि अवरकांटा ज्या तासावर येईल तो सूर्याचा उदयकाल समजावा; मग ती जागा क्षितिजाच्या पश्चिमेच्या कडेस आणावी, आणि अवरकांटा ज्या तासावर येईल तो सूर्याचा अस्तकाल समजावा.

परीक्षेचा प्रश्न. अक्टोबरच्या १९ व्या तारखेस कलकत्त्यास सूर्योदय व सूर्यास्त केव्हां होतात ?

कृत्य दहावें. अमुक वेळेस संधिप्रकाश कोणत्या ठिकाणीं आहे, व तो कितीवेळ राहिल, हें कसें काढावें ह्याविषयीं.

नियम पहिला. सांगितलेल्या वेळीं सूर्य लंब कोठें आहे तें स्थळ शोधून काढावें. मग त्या जागेच्या अक्षांशांइतका ध्रुव उंच करावा. आणि क्षितिजाखाली १८° अंशांच्या आंत कोणत्या जागा आहेत त्या पाहाव्या. क्षितिजाच्या पश्चिमेच्याकडे खालीं ज्या जागा असतील त्यांजवर सकाळचा संधिप्रकाश पडतो, व पूर्वेच्याकडे खालीं ज्या जागा असतील त्यांजवर संध्याकाळचा संधिप्रकाश पडतो असें समजावें.

नियम दुसरा. संधिप्रकाश किती वेळ राहिल ह्याविषयीं. जागेच्या अक्षांशांइतका ध्रुव उंच करावा. क्रांतिवृत्तांतली सूर्याची जागा याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी, आणि अवरकांटा बारांवर आ-

णून ठेवावा. मग सूर्याची जागा क्षितिजाखालीं वरोबर 90° अंश जाई. तोंपर्यंत गोल फिरवावा; म्हणजे कांध्यावरून संधिप्रकाशास आरंभ केव्हां होईल हें समजेल. सूर्योदयाच्या काळांत संधिप्रकाशाच्या आरंभाचा काळ वजा करावा, आणि बाकी जो काळ राहिल तितका वेळ संधिप्रकाश राहिल.

१० प्रश्न. जूनच्या २१ व्या तारखेस त्रांक्विवार येथें संधिप्रकाश किती वेळ असतो ?

कृत्य अकरावें. अमुक दिवशीं अमुक जागीं दिनमान व रात्रिमान किती आहे हें काढण्याविषयीं.

नियम. नवव्या कृत्याप्रमाणें सूर्योदयकाल व सूर्यास्तकाल हे काढावे; मग सूर्योदयकालाची दुप्पट करावी, म्हणजे रात्रिमान निघेल, आणि अस्तकालाची दुप्पट करावी, म्हणजे दिनमान निघेल.

१० प्र० अक्टोबरच्या १९ व्या तारखेस कलकत्यास रात्रिमान व दिनमान किती असतें ?

कृत्य बारावें. तारीख सांगितली असतां त्या तारखेची सूर्याची क्रांति कसी काढावी, व त्या दिवशीं सूर्य कोणकोणत्या ठिकाणीं लंब असतो, हें कसें काढावे ह्याविषयीं.

नियम. सांगितलेल्या दिवसाची सूर्याची जागा क्रांतिवृत्तावर शोधून काढून ती याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी. ती ज्या अंशांखालीं येईल ते सूर्याचे क्रांत्यंश जाणावे; नंतर गोल पूर्वेकडून पश्चिमेकडे फिरवावा, मग त्या अंशांखालून ज्या ज्या जागा जातील त्यांवर त्या दिवशीं सूर्य लंब आहे, असें जाणावें.

१० प्र० अक्टोबराच्या २७ व्या तारखेस सूर्याचे क्रांत्यंश किती असतात, व त्या दिवशीं तो कोणकोणत्या स्थळांवर लंब असतो ?

कृत्य तेरावें. कोणत्याही स्थळांतली वेळ सांगितली असतां त्या वेळेस सूर्य लंब कोठें आहे, हें कसें काढावे ह्याविषयीं.

नियम. सांगितलेल्या दिवसाची क्रांतिवृत्तांतली सूर्याची जागा शोधून काढून याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी, म्हणजे सूर्याचे क्रांत्यंश निघतील. मग सांगितलेली जागा याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी, व अवरकांटा सांगितलेल्या तासावर आणावा. अवरकांटा बारांवर येईपर्यंत गोल फिरवावा, म्हणजे पितळेच्या याम्योत्तरवृत्तावरच्या सू-

यांच्या क्रांत्यंशांच्या थेट खाली जी जागा येईल तीवर सांगितलेल्या वेळीं सूर्य लंब आहे, असें समजावें.

परीक्षेचा प्रश्न. मेच्या ११ व्या तारखेस लंदनांत संध्याकाळचे पांच वाजतात तेव्हां सूर्य लंब कोठें असतो ?

कृत्य चवदावें. दिवस, तास, आणि जागा हीं सांगितलीं असतां सूर्योदय कोठें आहे व सूर्यास्त कोठें आहे, मध्यान्ह व मध्यरात्र हीं कोठें आहेत, हें कसें काढावें ह्याविषयीं.

नियम. सांगितलेल्या तासास कोणत्या जागेवर सूर्य लंब आहे हें मागल्या कृत्यावरून काढून ती जागा याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी. सूर्याच्या क्रांत्यंशांबरोबर उन्नतांश होतील इतका उंच करून गोल मांडावा, म्हणजे क्षितिजाच्या पश्चिमेच्या बाजूखालीं ज्या जागा येतील त्यांवर सूर्योदय होत आहे, व क्षितिजाच्या पूर्व भागावर ज्या जागा असतील त्यांवर सूर्य अस्तोन्मुख आहे; पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताच्या वरच्या अर्धाखालीं ज्या जागा आहेत त्यांवर मध्यान्ह आहे; आणि खालच्या अर्धाच्या खाली ज्या जागा आहेत त्यांवर मध्यरात्र आहे असें समजावें.

परीक्षेचा प्रश्न. मार्चाच्या ८ व्या तारखेस आश्यास सकाळचे साहा तास वाजतात तेव्हां सूर्योदय व सूर्यास्त हे कोठें होतात, आणि मध्यान्ह व मध्यरात्र हीं कोठें होतात ?

कृत्य पंधरावें. उष्णकटिबंधांतील एखादी जागा सांगितली असतां तीवर वर्षांतून कोणत्या दोन दिवशीं सूर्य लंब असतो हें कसें काढावें ह्याविषयीं.

नियम. सांगितलेल्या जागेचे अक्षांश पहिल्या कृत्याप्रमाणें काढावे, आणि गोल फिरवून त्या जागेच्या अक्षांशांखालून क्रांतिवृत्ताचे जे अंश जातील त्यांजवर खूण करावी; मग त्या अंशांचे दिवस काप्रमय क्षितिजावर पाहावे, म्हणजे त्या दिवसांत सांगितलेल्या जागेवर सूर्य लंब असतो, असें समजावें.

टीप. विषुववृत्तापासून उत्तरेस किंवा दक्षिणेस जशीं जशीं स्थळें जवळ किंवा लांब असतात, तसें तसें त्या स्थळीं ज्या दोन दिवसांत सूर्य लंब असतो त्या दोन दिवसांच्या मधचें अंतर अधिक किंवा कमी असतें. जवळच्या स्थळीं अंतर अधिक असतें, व दूरच्या स्थळीं

अंतर थोडे असते. हें जें दोन दिवसांच्या मधलें अंतर तें अक्षांशांच्या प्रमाणांत असतें.

परीक्षेचा प्रश्न. मद्रास येथें सूर्य वर्षांतून कोणत्या दोन दिवसांत लंब असतो ?

कृत्य सोळावें. जागा सांगितली असतां तीवर अमुक दिवशीं मध्यान्हीं सूर्याचे उन्नतांश किती आहेत हें कसें काढावें ह्याविषयी.

नियम. सांगितलेल्या जागेच्या अक्षांशांइतका ध्रुव उंच करावा. मग क्रांतिवृत्तांतली सूर्याची जागा शोधून काढून ती पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी म्हणजे क्रांतिवृत्ताखालीं सूर्याची जागा व क्षितिज ह्यांच्या मध्यें जे अंश सांपडतील ते त्या दिवशींचे सूर्याचे उन्नतांश समजावे.

परीक्षेचा प्रश्न. मेच्या २१ व्या तारखेस लंदनांत मध्यान्हीं सूर्याचे उन्नतांश किती असतात ?

कृत्य सतरावें. जागा सांगितली असतां व वेळ सांगितली असतां त्या जागेवर त्या वेळेस सूर्याचे उन्नतांश किती आहेत, हें कसें काढावें ह्याविषयी.

नियम. अक्षांश, खस्वस्तिक, आणि क्रांतिवृत्तांतली सूर्याची जागा ह्यांकरतां आठव्या कृत्याप्रमाणें गोल नीट करून मांडावा; मग अवरकांटा सांगितलेल्या तासावर येई तोंपर्यंत गोल फिरवावा; नंतर क्रांतिवृत्तांतल्या सूर्याच्या जागेवर उन्नतांशदर्शक पट्टी आणावी, म्हणजे तीवरून क्षितिज आणि सूर्याची जागा ह्यांच्या मध्यें जे अंश सांपडतील ते सूर्याचे उन्नतांश जाणावे.

परीक्षेचा प्रश्न. लंदनांत मेच्या २१ व्या तारखेस संध्याकाळचे ९ वाजतात तेव्हां सूर्याचे उन्नतांश किती ?

कृत्य अठरावें. एके बाजूची जागा सांगितली असतां त्या जागेच्या याम्योत्तरवृत्ताखाली, विषुववृत्ताच्या दुसऱ्या बाजूस, तितक्याच अक्षांशांची जागा कशी काढावी ह्याविषयी.

नियम. सांगितलेली जागा पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी, मग त्या जागेचे अक्षांश काढून तितकेच अंश विषुववृत्तापासून दुसऱ्या ध्रुवाकडे मोजावे, म्हणजे ती जागा सांपडेल.

१ ह्या दोहों जागांचे मध्यान्ह व तास सारखे असतात.

परीक्षेचा प्रश्न. नान्कीन शहराच्या याम्योत्तरवृत्ताखालीं त्याच्या इतक्याच अक्षांशांची विषुववृत्ताच्या दुसऱ्या बाजूवर जागा कोणती आहे ?

कृत्य एकोणिसावें. जागा सांगितली असतां, तितक्याच अक्षांशांची जागा विषुववृत्ताच्या त्याच बाजूवर त्याच याम्योत्तरवृत्ताच्या खालच्या आंगां, कशी काढावी ह्याविषयीं.

नियम. सांगितलेली जागा पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी, व अवरकांटा वरच्या बारांवर सारावा; मग तो खालच्या बारांवर येईपर्यंत गोल फिरवावा, म्हणजे जी जागा पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताखालीं येईल ती विवक्षित जागा समजावी.

परीक्षेचा प्रश्न. कैतो ह्याच्या अक्षांशांइतक्या अक्षांशांची त्याच गोलार्धांत नीट खालच्या आंगास दुसरी जागा कोणती ?

कृत्य विसावें. जागा सांगितली असतां, त्या जागेच्या थेट अधःस्वस्तिकीची जागा कशी काढावी ह्याविषयीं.

नियम. अठराव्या कृत्याप्रमाणें सांगितलेल्या जागेच्या याम्योत्तरवृत्तावर, विषुववृत्ताच्या दुसऱ्या बाजूस, तितक्याच अक्षांशांची जागा काढावी, मग एकोणिसाव्या कृत्याप्रमाणें त्या काढलेल्या जागेच्या याम्योत्तरवृत्तावर खालच्या आंगां तितक्याच अक्षांशांची जागा काढावी ती सांगितलेल्या जागेच्या अधःस्वस्तिकीची जागा होईल.

परीक्षेचा प्रश्न. कलकत्याच्या अधःस्वस्तिकीची जागा कोणती?

खगोलाविषयींचीं कृत्ये.

कृत्य पहिलें. सूर्य, किंवा तारा, ह्यांचे विषुवांश आणि क्रांति ही कशी काढावी ह्याविषयी.

नियम पहिला. सूर्याची क्रांति काढावयाची असल्यास, क्रांतिवृत्तावरची सूर्याची जागा शोधून काढावी; मग ती याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावी, म्हणजे त्यावर जितके अंश असतील तितकी त्याची क्रांति समजावी.

नियम दुसरा. ताऱ्याची क्रांति काढावयाची असल्यास, तारा याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावा, आणि त्या स्थळी त्या याम्योत्तरवृत्तावर जे अंश असतील तितकी त्याची क्रांति समजावी.

नियम निसरा. सूर्याचे किंवा तान्याचे विषुवांश काढावयाचे असल्यास, सूर्य किंवा तारा याम्योत्तरवृत्ताखाली आणावा, आणि याम्योत्तरवृत्त विषुववृत्तास कोणत्या अंशावर छेदितें तें पाहावें, म्हणजे ते त्याचे विषुवांश होत.

परीक्षेचा प्रश्न. मे महिन्याच्या ३१ व्या तारखेस सूर्याचे विषुवांश व क्रांति किती?

कृत्य दुसरें. तारा, किंवा दुसरा कोणताही आकाशांतील गोल, ह्याचे विषुवांश व क्रांति हीं सांगितलीं असतां, त्यांवरून त्या तान्याचें किंवा गोलाचें स्थान कसे काढावें ह्याविषयी.

नियम. सांगितलेले विषुवांश विषुववृत्तावर शोधून काढून याम्योत्तरवृत्ताखाली आणावे, म्हणजे क्रांतीच्या थेट खालचा जो बिंदु तो त्या तान्याचें किंवा गोलाचें स्थान होय.

परीक्षेचा प्रश्न. एका तान्याची क्रांति $३२^{\circ}-१८'$ उत्तर अंश आहे, आणि त्याचे विषुवांश $११०^{\circ}-३७'$ आहेत; तर तो तारा कोठें आहे?

कृत्य तिसरें. कोणत्याही तान्याचा, किंवा दुसऱ्या गोलाचा, शर व भोग हे कसे काढावे ह्याविषयीं.

नियम पहिला. सांगितलेला तारा किंवा आकाशांतील गोल उत्तरगोलाधात असल्यास उत्तरध्रुव, आणि दक्षिणगोलाधात असल्यास दक्षिणध्रुव, $६६\frac{१}{२}^{\circ}$ अंश उंच करावा.

नियम दुसरा. अयनसंपातांतून जाणारें कोल्यूरवृत्त पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताखाली आणावें, म्हणजे क्रांतिवृत्ताचा ध्रुव (मध्य) ख-स्वस्तिक्रांत येईल, त्या ठिकाणीं उन्नतांशदर्शक पट्टी पक्की बसवावी.

नियम तिसरा. गोल हालूं न देतां उन्नतांशदर्शक पट्टी फिरवीत फिरवीत सांगितलेल्या तान्यावर (किंवा गोलावर) आणावी, म्हणजे त्या तान्याचे थेट वरचे जे उन्नतांशदर्शक पट्टीचे अंश तो त्या तान्याचा शर होय; आणि उन्नतांशदर्शक पट्टी क्रांतिवृत्तास ज्या अंशावर छेदिते ते अंश त्या तान्याचा भोग होय.

टीप. आकाशांतील गोलांचा भोग राशि व अंश ह्यांमध्ये काढितात.

प्र० वृषभ राशांतल्या दुसऱ्या तान्याचा शर व भोग किती?

कृत्य चवथें. तान्याचा किंवा ग्रहाचा शर व भोग हे सांगि-

तले असतां, त्यांवरून तो तारा, किंवा ग्रह, कसा शोधून काढावा ह्याविषयीं.

नियम पहिला. ज्या गोलाधर्त तारा असेल त्यांतल्या क्रांतिवृत्ताचा ध्रुव याम्योत्तरवृत्त आणि खस्वस्तिक ह्यांच्याखालीं मागल्या कृत्यांतल्या रीतीप्रमाणें आणून त्यावर उन्नतांशदर्शक पट्टी बसवावी.

नियम दुसरा. उन्नतांशदर्शक पट्टी चाळवीत चाळवीत क्रांतिवृत्तावरच्या सांगितलेल्या भोगावर आणावी, म्हणजे त्या पट्टीवर मांडलेल्या अंशाखालींच तांच्याचें किंवा ग्रहाचें स्थान सांपडेल.

प्रश्न० 'इ० स० १८१७ च्या साली अक्टोबराच्या पांचव्या तारखेस, बुधाचा भोग ६ राशि आणि २२° अंश होता, व त्याचा दक्षिण शर ३ अंश होता, त्या वेळेस तो ग्रह कोणत्या ठिकाणीं होता?

कृत्य पांचवें. दिवस, तास, व जागेचे अक्षांश हे सांगितले असतां, त्यांवरून तांच्याचे उन्नतांश व समांश हे कसे काढावे ह्याविषयीं.

नियम पहिला. अक्षांश असतील त्यांप्रमाणें गोल नीट मांडावा; सूर्याचें स्थळ याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावें, आणि अवरकांटा दिवसाच्या बारा तासांवर आणून ठेवावा.

नियम दुसरा. मग गोल फिरवून तो कांटा सांगितलेल्या तासावर येऊं द्यावा, म्हणजे गोलावर जे ग्रहादि दर्शविले असतात त्यांचीं, याम्योत्तरवृत्त व क्षितिज ह्यांस लक्षून पाहिलें असतां, जीं वास्तविक स्थानें असतात तीं त्या गोलावर दृष्टीस पडतील.

नियम तिसरा. उन्नतांशदर्शक पट्टी खस्वस्तिका आणावी, आणि अंश मांडलेली बाजू तांच्याच्या जागेवर आणावी, म्हणजे त्या स्थळीं जितके अंश येतील तितके त्या तांच्याचे उन्नतांश होत; आणि उन्नतांशदर्शक पट्टी क्षितिजास ज्या अंशांवर छेदिते ते त्या तांच्याचे समांश होत.

टीप पहिली. चंद्राचे, किंवा एखाद्या ग्रहाचे, उन्नतांश आणि समांश पाहिजेत असल्यास नाविकोपयोगी पंचांगांत त्याचे विषुवांश, क्रांति, शर व भोग हे पाहावे, आणि पंचांगांत पेन्सिलीनें खूण करावी. किंवा कागदाच्या तुकड्यावर उतरून घेऊन तो गोलावर चिकटवून वरच्या नियमाप्रमाणें करावें.

टीप दुसरी. समांश हे पूर्वेकडील आणि पश्चिमेकडील अग्रांचे कांफ्लिमेंत होत. एखादा गोल क्षितिजाच्या वर फार उंच असला म्हणजे त्याचे समांश घेतात, आणि तो क्षितिजाजवळ उगवत असला; किंवा मावळत असला, म्हणजे त्याची अग्रा व्यावी लागते.

प्रश्न. दिजेंवराच्या ६ व्या तारखेस, रात्रीचे १० वाजतां, ५२° उत्तर अक्षांशांवरून वृषभ राशींतल्या पहिल्या ताऱ्याचे उन्नतांश व समांश किती ?

कृत्य साहायें. तारीख व स्थळाचे अक्षांश सांगितले असतां, त्यावरून आकाशांतील गोलांचा उदयकाल, अस्तकाल, याम्योत्तर-वृत्तावर येण्याचा काल, व त्यांच्या अग्रा, आणि क्षितिजावर ते जितका वेळ असतात तो वेळ, हीं सर्व कशीं काढावीं ह्याविषयीं.

नियम पहिला. सांगितलेल्या अक्षांशांकरितां गोल नीट मांडावा, आणि सांगितलेल्या दिवशींचें सूर्याचें स्थळ शोधून काढावें, मग तें स्थळ पितळेच्या याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावें, आणि अवरकांटा दिवसाच्या बारांवर ठेवावा.

नियम दुसरा. मग गोल फिरवीत फिरवीत सांगितलेला ताग किंवा ग्रह, क्षितिजाच्या पूर्वेच्या कडेवर आणावा, म्हणजे अवरकांटा ज्या तासावर येईल तो त्याचा उदयकाल समजावा, आणि काष्ठमय क्षितिजाच्या वरचा जो उदयबिंदु तो त्याची पूर्व अग्रा होईल.

नियम तिसरा. नंतर तो तारा, किंवा ग्रह, याम्योत्तरवृत्ताखालीं आणावा, म्हणजे अवरकांटा त्याचा खस्वस्तिकांत येण्याचा काळ दाखवील.

नियम चवथा. आणखी गोल फिरवीत फिरवीत तो तारा, किंवा ग्रह, क्षितिजाच्या पश्चिमेच्या कडेवर आणावा, म्हणजे त्यावर त्याची पश्चिम अग्रा समजेल, आणि अवरकांटा त्याचा अस्तकालही दाखवील. मग त्याचा उदयकाल व अस्तकाल ह्यांच्या मधलें अंतर काढावें, म्हणजे तो क्षितिजाच्या वर किती काळपर्यंत असतो हें समजेल.

प्रश्न. दिजेंवराच्या ३ व्या तारखेस, $५१^{\circ}-१४'$ उत्तर अक्षांशांवरून लुब्धक ह्या ताऱ्याचा उदय केव्हां होईल, तो खस्वस्तिकांत

केव्हां येईल, त्याचा अस्त केव्हां होईल, तो क्षितिजाच्या वर केवढा वेळ राहील आणि त्याची अग्रा किती ?

५ कृत्य सातवें. दिनमानाचा फेर व ऋतूंचा भेद ह्यांचें सामान्य निरूपण कसें करावें ह्याविषयीं.

नियम पहिला. क्रांतिवृत्तावर कित्येक चिन्हें करावां.

नियम दुसरा. जागेचे जे अक्षांश सांगितले असतील त्यांकरितां गोल नीट मांडून फिरवावा, म्हणजे उत्तर अक्षांशांत असें दृष्टीस पडेल कीं आपण केलेलीं चिन्हें जसजशीं कर्कवृत्ताजवळ असतील, तसतसे दिनगतिवृत्तांचे कंस क्षितिजावर वाढत जातात.

नियम तिसरा. परंतु मकरवृत्ताकडील चिन्हें जसजशीं मकरवृत्तास जवळ असतील तसतसे त्या चिन्हांच्या दिनगतिवृत्तांचे कंस कमी होतील. म्हणजे उत्तरेकडील कंस अर्धवर्तुलापेक्षां मोठे होतील, व दक्षिणेकडील कंस त्यापेक्षां लहान पडतील. विषुववृत्तावरील चिन्हांचें क्षितिजाच्या वर अर्धवर्तुल पडेल.

नियम चवथा. म्हणून सूर्य विषुववृत्तावर असतो तेव्हां रात्रि आणि दिवस हीं सारखीं असतात. तो जसजसा कर्कवृत्ताकडे जातो, तसतसें दिनमान वाढतें आणि रात्रिमान कमी होतें. तो त्या वृत्तावर येतो तेव्हां दिवस पराकाष्ठेचे मोठे होतात व रात्रि पराकाष्ठेच्या लहान होतात. जसजसा सूर्य विषुववृत्ताकडे परत येतो, तसतसें दिनमान कमी होत जातें व रात्रिमान वाढत जातें. आणि तो विषुववृत्तावर येतो तेव्हां रात्रि आणि दिवस हीं पुनः सारखीं होतात. मग तो मकरवृत्ताकडे जाऊं लागतो, तेव्हां दिवस लहान होत जातात, आणि रात्रि मोठ्या होत जातात. शेवटीं, तो त्या वृत्तावर पोहोंचला म्हणजे दिवस पराकाष्ठेचे लहान व रात्रि पराकाष्ठेच्या मोठ्या होतात. नंतर तो तेथून विषुववृत्ताकडे परततो, तेव्हां दिवस मोठे होऊं लागतात व रात्रि लहान होत जातात. आणि तो विषुववृत्तावर आला म्हणजे पुनः रात्रि आणि दिवस समान होतात. ही गोष्ट उत्तर गोलार्धास लक्षून लिहिली आहे; दक्षिण गोलार्धाची गोष्ट ह्याच्या उलटी समजावी.

नियम पांचवा. कोणत्याही स्थळाचे अक्षांश किती कां असतना

तरी सूर्य विषुववृत्तावर लंब असला म्हणजे त्या त्या स्थळां दिवस आणि रात्रि समान असतात.

नियम साहावा. ध्रुवांकडे सूर्य साहा महिने क्षितिजाच्या वर आणि साहा महिने क्षितिजाच्या खाली असतो.

नियम सातवा. विषुववृत्ताचे ठायीं सूर्य वारा तास क्षितिजाच्या वर असतो, व वारा तास त्याच्या खाली असतो ह्यामुळे त्या वृत्तावर रात्रि व दिवस हीं वारा महिने सारखींच असतात. आणि ग्रहनक्षत्रादिक हीं जितका वेळ क्षितिजाच्या खाली असतात तितकाच वेळ वरतीं असतात.

नियम आठवा. उत्तर ध्रुववृत्ताच्या अक्षांशांकरितां ($६६\frac{१}{२}^{\circ}$) गोल नीट मांडावा, म्हणजे पराकाष्ठेचा मोठा दिवस चोवीस तासांचा असतो, व पराकाष्ठेची मोठी रात्रही चोवीस तासांची असते, असें समजेल. आणि कोणेका ऋतूंत जितके दिनमान असते तितकेच त्याच्या उलट्या ऋतूंत (साहा महिन्यांच्या अंतरावर) रात्रिमान असते. ह्यावरून सर्व ठिकाणीं सूर्याचा असण्याचा व नसण्याचा काळ सारखाच, हे सहज ध्यानांत येईल.

प्रश्न. ऑर्केजल शहराच्या अक्षवृत्तावर सूर्यभोगाच्या दर पंधरा पंधरा अंशांस दिनमान व रात्रिमान ह्यांत फेर किती होत जाईल?

नकाशे पाहण्याची पद्धति.

व्याख्या.

पृथ्वी गोलाकार आहे आणि देशाचे नकाशे व समुद्राचे नकाशे हे सपाट काढलेले असतात. ह्याचा विचार केला असतां आपल्या लक्षांत सहज येईल, कीं जर नकाशावर कांहीं भाग त्यांचे वास्तविक प्रमाण राखून काढले; तर दुसरे कांहीं भाग संकुचित होतीलच. म्हणून नकाशे काढतांना असे काढावे लागतात कीं, जेणेकरून त्यावरील कोणतेही भाग स्केलपटीनें मोजले असतां त्यांचीं अंतरें, अक्षांश, रेखांश इत्यादि प्रमाणांत सारखे येतील, आणि भूगोलसंबंधी जी आवश्यक कृत्यें तीं बहुतकरून विनचूक करतां येतील.

सर्व पृथ्वीचा नकाशा व देशविशेषाचा नकाशा असे नकाशांचे

दोन प्रकार आहेत. पृथ्वीच्या नकाशावर पृथ्वीचा सारा पृष्ठभाग दोन गोलाधांनीं दर्शविलेला असतो.

पृथ्वीच्या कोणत्याही एखाद्या भागाचा जो नकाशा त्यास देश-
त्रिशेपाचा नकाशा म्हणतात. असे नकाशे बहुधा चतुरस्र किंवा
दीर्घचतुरस्र असतात. नकाशाच्या वरच्या आंगास उत्तर दिशा,
खालच्या आंगास दक्षिण दिशा, उजव्या बाजूस पूर्व दिशा, आणि
डाव्या बाजूस पश्चिम दिशा असते.

कोणत्याही स्थळाचे विषुववृत्तापासून थेट उत्तरेस किंवा दक्षिणेस
जें अंतर असतें त्यास अक्षांश म्हणतात. हे अक्षांश नकाशाच्या उ-
जव्या किंवा डाव्या बाजूस जे अंक मांडलेले असतात त्यांजवर मोजतात.

रेखांश हे प्रथम याम्योत्तरवृत्तापासून नकाशाच्या वरच्या आंगीं
किंवा खालच्या आंगीं अंक असतात त्यांवर पूर्वेकडे आणि पश्चिमेकडे
मोजतात. मर्केटर साहेबाच्या रीतीप्रमाणें जे नकाशे काढलेले असतात
त्यांखेरीज बाकीच्या नकाशांवर अक्षांशांची लांबी एकसारखी असते.

मर्केटर साहेबाच्या रीतीप्रमाणें जे नकाशे काढलेले असतात,
त्यांवर रेखांशांची लांबी सारखी असते, आणि अक्षांश विषुववृत्ता-
पासून उत्तरेस व दक्षिणेस अधिक लांब होत जातात. रेखांशांची
लांबी गोलावर जशी कमी होत जाते, तशी ह्या नकाशांवर अक्षां-
शांची लांबी अधिक होत जाते. असें केल्यानें याम्योत्तरवृत्ते व अ-
क्षवृत्ते सरळ रेषांत होतात.

नकाशांवरून करायाचीं कृत्ये.

कृत्य पहिलें. कोणत्याही स्थळाचे अक्षांश नकाशावर कसे
शोधून काढावे, ह्याविषयीं.

नियम. सांगितलेल्या स्थळांतून एक अक्षवृत्त पेन्सिलीनें काढावें,
किंवा काढलें आहे असें कल्पावें; आणि शेवटच्या याम्योत्तरवृत्तावर
अक्षांश मांडलेले असतात त्यांपैकीं कोणत्या अंशास तें वृत्त छेदितें
हें पाहावें, म्हणजे त्या स्थळाचे अक्षांश निघतील. जर अक्षांशसं-
ख्या वरल्याकडे वाढते, तर ते उत्तर अक्षांश समजावे; आणि जर
खालच्याकडे वाढते, तर ते दक्षिण अक्षांश समजावे. जर नका-
शाच्या एका भागांत अक्षांशसंख्या वरल्याकडे वाढते आणि दुसऱ्या

भागांत खालच्या कडे वाढते, तर विषुववृत्त त्याच्यामधून पश्चिमेकडून पूर्वेकडे जाते असें समजावें. विषुववृत्ताच्या दोहों शेवटांस शून्य मांडलेलें असतें.

कृत्य दुसरें. नकाशावर कोणत्याही स्थळाचे रेखांश कसे शोधून काढावे ह्याविषयो.

नियम. सांगितलेल्या स्थळांमधून एक याम्योत्तरवृत्ताची रेषा काढावी, किंवा काढली असें कल्पावें; मग ती याम्योत्तरवृत्तरेषा शेवटच्या अक्षवृत्तावर नकाशाच्या वरच्या बाजूस किंवा खालच्या बाजूस जे अंक मांडलेले असतात त्यांत कोणत्या अंशास छेदिते हें पाहावें, म्हणजे सांगितलेल्या स्थळाचे रेखांश निघतील. ते अंश उजव्या बाजूकडे वाढते असले म्हणजे पूर्व रेखांश, आणि डाव्या बाजूकडे वाढते असले म्हणजे पश्चिम रेखांश, असें समजावें. नकाशावर रेखांशसंख्या एके भागां उजव्या हाताकडे वाढते आणि दुसरे भागां डावे हाताकडे वाढते, तर प्रथम याम्योत्तरवृत्त त्या नकाशाच्या मधून उत्तरेकडून दक्षिणेकडे जाते असें समजावें. नकाशाच्या अगदीं वरच्या आंगास व खालच्या आंगास त्या याम्योत्तरवृत्ताच्या शेवटांस शून्य मांडलेलें असतें.

कृत्य तिसरें. दोन स्थळांच्या मधील अक्षांशांचें अंतर कसे काढावें ह्याविषयां.

नियम. आपल्या नकाशावर सांगितलेल्या दोन स्थळांचे अक्षांश काढावे. जर दोन्ही स्थळांचे उत्तर अक्षांश, किंवा दोहोंचेही दक्षिण अक्षांश, असले तर दोहोंची वजावाकी करावी आणि एकाचे उत्तर अक्षांश व दुसऱ्याचे दक्षिण अक्षांश असले, तर त्या दोहोंची बेरीज करावी; म्हणजे दोहों स्थळांच्या मधलें अक्षांशांचें अंतर समजेल.

कृत्य चवथें. कोणत्याही दोन स्थळांच्या मधलें रेखांशांचें अंतर कसे काढावें ह्याविषयां.

नियम. दुसऱ्या कृत्याप्रमाणें सांगितलेल्या दोन स्थळांचे रेखांश काढावे. जर दोन्ही स्थळांचे रेखांश पूर्वेकडेस किंवा पश्चिमेकडेस असले तर त्यांची वजावाकी करावी; आणि जर एकाचे पूर्व रेखांश व दुसऱ्याचे पश्चिम रेखांश असले, तर त्या अंशांची बेरीज करावी. ती बेरीज 90° अंशांहून अधिक झाली, तर 360° अंशांत वजा करावी, बाकी राहिल तितकें त्या दोन स्थळांच्या मधलें रेखांशांतर

4 you find it more you cant find it
Sunt up, the book and next time
नकाशे पाहण्याची पद्धति. १८५

समजावें. किंवा त्या दोन स्थळांतून जीं याम्योत्तरवृत्ते जातात. त्यांच्या मधले अंश मोजावे, म्हणजेही त्या स्थळांचे रेखांशांचें अंतर निघेल.

कृत्य पांचवें. कोणत्या एखाद्या जागेचे अवर सांगितले असतां, त्याच काळी दुसऱ्या एखाद्या जागेत किती अवर झाले हें कसें काढावें ह्याविषयीं.

नियम. चवथ्या कृत्याप्रमाणें सांगितलेल्या स्थळांच्या रेखांशांचें अंतर काढावें, आणि दर अंशांस चार मिनिटें धरावी, आणि त्या मिनिटांची वेरीज करून जो काळ येईल तो जेथील काळ काढावयाचा आहे तें स्थल पूर्वेकडे असल्यास, सांगितलेल्या काळांत मिळवावा, आणि तें स्थळ पश्चिमेस असल्यास सांगितलेल्या काळांतून वजा करावा, जो काळ येईल तो विवक्षित स्थळाचा काळ जाणावा.

कृत्य साहावें. नकाशावर कोणत्याही दोन स्थळांच्या मधलें अंतर कसें काढावें ह्याविषयीं.

नियम. सांगितलेल्या दोन स्थळांवर कैवाराचीं टोके ठेवून त्यांच्या मधलें अंतर घ्यावें, आणि मैल समजण्याकरितां जी स्केलपट्टी केलेली असते तीवर ती लावावी, म्हणजे मधल्या अंतराचे मैल समजतील, तशी पट्टी नसल्यास नकाशाच्या बाजूवर तो कैवार लावून अंश काढावे, आणि त्या अंशांस ६० नी गुणून जितके भूगोलमानाचे मैल येतील, किंवा $६९ \frac{१}{१०}$ ह्यांनीं गुणून जितके इंग्लिश मैल येतील, तितकें त्या दोन स्थळांच्या मधील अंतर जाणावें.

दोन्ही स्थळे एकाच याम्योत्तरवृत्तावर असलीं, तर त्यांच्या मधल्या अक्षांशांच्या अंतरास ६० नीं गुणलें असतां भूगोलमानाचे मैल येतील, किंवा $६९ \frac{१}{१०}$ ह्यांनीं गुणलें असतां इंग्लिश मैल निघतील. आणि जर तीं दोन स्थळे एकाच अक्षवृत्तावर असलीं तर त्यांच्या रेखांशांच्या अंतरास त्या अक्षांशावरील* रेखांश जितक्या मैलांचा असेल तितक्या मैलांच्या संख्येनें गुणावें म्हणजे त्या स्थळांच्या मधलें अंतर समजेल.

समाप्त.

* कोणत्याही अक्षांशावर रेखांशाची लांबी काढणें झाल्यास प्रत्येक अक्षांशावर रेखांशाच्या लांबीचे मूल मागच्या ग्रंथाच्या ४७ व्या पृष्ठावरील कोष्टकांत लिहिले आहेत, तें कोष्टक पाहून काढावी.

ग्रहमालेचें कोष्टक.

नांवें.	व्यासाची लांबी मैल.	सूर्यापासून मध्यम प्रमाणानें अंतर मैल.	आंसावर फिरण्याचा काळ.				सूर्याभोंवतीं वार्षिक प्रदक्षिणेचा काळ.	दर सेकंदांत गतीचा वेग मध्यम प्रमाणानें मैल.
			दि०	अ०	मि०	से०		
सूर्य	८६००००		२५	७	४	०		
बुध	२९९२	३ $\frac{१}{४}$ कोटी मैल.	०	२४	५	०	८८ दिवस.	२९.५५ मैल.
शुक्र	७६६०	६ $\frac{३}{४}$ ”	०	२३	२१	२१	२२५ ”	२१.६१ ”
पृथ्वी	७९१८	९ $\frac{३}{४}$ ”	०	२३	५६	४	३६५ $\frac{१}{४}$ ”	१८.३८ ”
मंगळ	४२११	१४ ”	०	२४	३७	२३	६८७ ”	१४.९९ ”
वेस्ता, जूनो इत्यादि लघुग्रह.	माहीत नाही.	२२ पासून ३४ कोटि मैलपर्यंत.	माहीत नाही.				३ वर्षांपासून ८ वर्षापर्यंत वेगळे ग्रहांचे वेगळाले काल.	११ सरासरीनें.
बृहस्पति	८६०००	४८ ”	०	९	५५	२०	११.८६ वर्षे.	८.०६
शनि	७०५००	८८ ”	०	१०	१४	”	२९.४६ ”	५.९५
हर्शल ऊर्फ यूरानस	३१७००	१७७ ”	०	९	३०	०	८४.०२ ”	४.२०
नेपच्यून	३४५०.०	२७७ $\frac{१}{२}$ ”	समजला नाही.				१६४.७८ ”	३.३६