Brahmagupta, Brahmasphutasiddhanta, complete

Indian Original

Modern LaTeX Editions of Public-Domain Mathematics Manuscripts

---

SHRI BRAHMAGUPTA VIRACITA

BRĀHMA-SPHUṬ A SIDDHĀNTA

WITH

Vāsanā, Vijñāna and Hindi Commentaries

Vol. I

FOREWORD

By

DR. SAMPURNANANAD

Governor-Rajasthan

Edited By

A Board of Editors headed by

ACHARYAVARA RAM SWARUP SHARMA

Chief Editor and Director of the Institute

Published by

Indian Institute of Astronomical and Sanskrit Research

2239, Gurudwara Road, Karol Bagh, New Delhi-5.

Published by

Indian Institute of Astronomical and Sanskrit Research

2239, Gurudwara Road, Karol Bagh,
New Delhi-5. (India)

©

Aided by

Ministry of Education,
Government of India

©

Editorial Board

Shri Ram Swarup Sharma
Chief Editor, Director of the Institute.
Shri Mukund Mishra Jyotishacharya
Shri Vishwanath Jha Jyotishacharya
Shri Daya Shankar Dikshita Jyotishacharya
Shri Om Datt Sharma Shastri, M.A.,M.O.L.

Introduction by

Dr. Satya Prakash D.Sc.

©

Copy right by publishers
1966

©

Price Rs. 80.00

समर्पण :

श्रीयुत एस० के० पाटिल

यूनियन मिनिस्टर फॉर रेलवेज

को

सादर समर्पित

श्रीब्रह्मगुप्ताचार्य-विरचित

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तः

(संस्कृत-हिन्दी-भाषयां वासनाविज्ञानभाष्याख्या समलङ्कृतः सोपपदिकः)

प्रथमो भागः

प्राक्कथन :

डा० सम्पूर्णानन्द-राज्यपाल-राजस्थान

प्रधानसम्पादक :

आचार्यवर पण्डित रामस्वरूप शर्मा

(संचालक-इण्डियन इन्स्टीट्यूट ऑफ ऐस्ट्रानॉमिकल एण्ड संस्कृत रिसर्च)

प्रकाशक :

इण्डियन इन्स्टीट्यूट ऑफ ऐस्ट्रानॉमिकल एण्ड संस्कृत रिसर्च

२२३६, गुरुद्वारा रोड, करोलबाग, न्यू देहली-५

Foreword

The Indian Institute of Astronomical & Sanskrit Research has done a very useful piece of work by publishing the Brāhma Sphuṭa Siddhānta. This is an original work on Astronomy written about twelve hundred years ago. Mainly devoting himself to Astronomy as was natural, the author, Brahma Gupta, has also given considerable space to such branches of Mathematics as in his opinion are particularly applicable to Astronomy. Brahma Gupta is not a mere theoriser. His work bears ample evidence of close observation of astronomical phenomena, though he did not have at his disposal any large and well equipped Vedhālaya or Observatory. He has had to find fault with some of his predecessors. The main reason for his criticism was as stated by him:

> ब्रह्मोक्तं ग्रहगणितं महता कालेन यत् स्खलीतं मतम् |
> श्रीभ्रशीयते स्फुटं तज्ज्ञप्तं तद्ब्रह्मगुप्तेन ॥

The creator Brāhma himself had given certain calculations in his book namely Brahma Siddhānta. But in the course of many years these calculations have been found to have become inaccurate. Of course, in referring to calculations, the author is referring to the bases of these calculations, the main data of astronomy. The excellent and fairly exhaustive introduction by Dr. Satya Parkash is of very great help in understanding the book because it brings out clearly the various points on which Brahma Gupta has laid stress, particularly those on which he differs from other great astronomers.

A great controversy still rages between two schools of Indian astronomers which for want of better names may be called the schools of Arya Bhata and Brahma Gupta. Some years ago the Indian Institute of Astronomical & Sanskrit Research published the Vateshwar Siddhānta which is supposed to be associated with the Arya Bhata School. It is, therefore, in the fitness of things that it should now publish the present standard volume of the other school.

To my mind the Publication of such books is of great value from two points of view. It helps to remove the ignorance of average educated Indian of today about the achievements of his ancestors. In the field of two important branches of science, Mathematics and Astronomy, it is really surprising how those ancient astronomers could reach such heights of accuracy with the help of instruments which seem to be laughably crude compared to those that modern astronomers have at their disposal. At the same time a study of such literature is a very salutary corrective of the tendency of some of our countrymen to run down everything that is modern or Western. Looking at the past history of the achievements of our ancestors, it is possible to look to the future with confidence.

5, Raj Bhawan,
Jaipur, Rajasthan.
20th August, 1964.

SAMPURNANAND

Publisher's Note

It is with pride and pleasure that the Indian Institute of Astronomical & Sanskrit Research brings out its second monumental work 'Brāhma Sphuṭa Siddhānta'. The Institute, set up on the 23rd November, 1957, with the object of promoting research into ancient Indian manuscripts on Astronomy and allied Sciences, started its programme of publication with the preparation of a critical edition of Vateshwara Siddhānta running into more than 700 pages. It was far back in early forties that the idea of reviving the treasures of knowledge hidden in ancient manuscripts came to my mind. In 1945 I could succeed in editing and publishing 'Trailokya Prakāśa' of Acharya Hem Prabha Sūri.

Ālbruni's Travel Accounts of India contain a reference to Vateshwara Siddhānta and this fact was responsible for prompting me to arrange publication of Vateshwar Siddhānta. It was rather difficult to search out this manuscript and the clue given by Mahāmahopādhyāya Sudhakar Dwivedi (a great Mathematician and Astronomer of 19th century) that the manuscript was available in Gwalior did not lead me to any results. I kept my search on and found a copy of this text in the collection of manuscripts inherited by a Brahman widow of Gujranwala District in west Pakistan. The same style of copy was later seen by me in the Panjab University Library at Lahore.

Vateshwarāchārya, the great writer of Vateshwara Siddhānta, has criticised Brāhma Sphuṭa Siddhānta of Brahma Gupta, in his work. This naturally aroused my curiosity to procure and publish Brahma Sphuṭa Siddhānta so as to provide right perspective to the students of ancient Indian Scientific Literature. Moreover, in one of my discussions with the late Dr. K. S. Krishnan, Director, National Physical Laboratories, New Delhi, he referred to Dr. Colebrooke (a German Writer) as having translated into English two chapters of 'Brāhma Sphuṭa Siddhānta', namely, Vyakta (Arithmetic) and Avyakta (Algebra). The late Dr. Krishnan showed keen interest in this manuscript and encouraged me in taking up preparation of a critical edition of this text. The Institute is grateful to the Govt. of India (Department of Cultural Affairs) for meeting part of the expenditure on this publication and thereby enabling us to complete our task.

I shall be failing in my duty if I do not mention the great and invaluable contribution made for the success of the Institute by its founder President the late Shri Brijlal Nehru. It was under his able guidance that the Institute started functioning and its various programmes were finalised. His passing away has been a big and irreparable loss to us. The Institute will keep his memories alive by following his ideals and by executing with zeal the programmes inspired by him.

Acharyavara Ram Swarup Sharma
Chief Editor and Director of the Institute

भूमिका

ब्रह्मगुप्तकृतो ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तः

श्रीचापवंशातिलके श्रीव्याघ्रमुखे नृपे शकनृपाराम् |
पञ्चाशत्संयुक्ते वर्षशते: पञ्चभिरतीते: ||
ब्राहुः स्फुटसिद्धान्तः सज्जनगणितज्योतिर्विद्प्रिये |
त्रिशतद्व्यधिकं कृतं जिष्णुसुतब्रह्मगुप्तेन ||

इति ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तीयसंज्ञाध्याये आचार्यकृतया ५५० शकवर्ष-प्राचा-वंशस्य (ब्रह्मगुप्तस्य) जन्म समयस्ततः परं त्रिशति वर्षेषु गतेषु तेन ब्राह्मस्फुट-सिद्धान्तसंज्ञको ज्योतिषसिद्धान्तग्रन्थो विरचितः। गुर्जरदेशमध्ये भिन्नमाल नाम ग्राम एवास्य जन्मस्थानं बहुनां पाण्डित्यानां गवेषणया सिद्ध्यति। गुर्जरदेशीय-ज्योतिर्विदा मुख्यतया तोऽपि भिन्नमालकोत्थाना भिन्नमालनाम्ना प्रसिद्धां ग्राम एवाचार्यस्य जन्मस्थानं सिद्ध्यति। गुर्जरदेशोत्तरसीमायां मालव (माळवार्) देशातो दक्षिणस्यां दिशि श्राब्पर्वतलुप्तीनधर्मेऽध्वे तत्पर्वतादायुकोऽयं भिन्नमाल-नामा ग्रामोऽधुना प्रसिद्धोऽस्ति।

विष्णुधर्मोत्तरपुराणान्तर्गतं ब्रह्मसिद्धान्तमागमीकृत्य ब्राह्मस्फुट सिद्धान्तो ब्रह्मगुप्तेन विरचितः। नलिकादिदेवषडारैण ग्रहगणितैक्यकारि---ग्रहादि साधन-कारणात्प्राचीनं ब्रह्मसिद्धान्तं संशोध्य नवीनं ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तं रचितवान् ब्रह्मगुप्तः।

ब्रह्मोक्तं ग्रहगणितं महता कालेन यत् स्खलीतं मतम् |
श्रीभ्रशीयते स्फुटं तज्ज्ञप्तं तद्ब्रह्मगुप्तेन ||
संसाध्य स्पष्टतरं बीजं नलिकादिद्विनेत्रेभ्यः |
तत्संस्कृतग्रहेभ्यः कर्मण्यो निर्णयादेशो ॥

इत्याद्याकृतया स्फुटं ज्ञायते। अस्य चतुर्वेदाचार्यपुत्रकुट्टा तिलकस्सिंहिका टीका प्रसिद्धासीत् साधुना सम्पूर्णां सम्प्रति नोपलभ्यते। □कोलब्रु क्' साहेब-महोदयः सम्पूर्णां सा टीको (पुष्पदक कृता) पल्लव्या तथैवनास्य ग्रन्थस्य द्वादशाष्टा-दशाध्याययोर्यं ताव्यक्तगणितसंज्ञयो राजलमापयामनुवादः १७६६ शकवर्षे प्रकाशितोऽस्ति।

सूर्यसिद्धान्तोत्क यन्त्रादि---

त्रिज्याबीजसमायुक्तं गोलयन्त्रं प्रसाधयेत् |
गोच्छयमैत्रकाशोकं सर्वैर्मन्यं भवेदिह ||
कालसंसाधनार्थं तथा यन्त्राणां साधयेत् |
एकाक्षी योजयेद्द्वां यन्त्रं विस्मयकारिणी ||
षड्कुण्ठद्विचक्रं चक्रं षड्भागायनयन्त्र रन्तेकथा |
गुल्हपदातादिद्वैयं कालज्ञानमतिन्द्रतः ||
तोययन्त्रकपालाख्यैर्म्यूर्जन्तरवानरैः |
समुन्नतग्गंभैर्यं सम्यक् कालं प्रसाधयेत् ||
पारदारम्भसुयन्त्रां शुल्लस्तेनजलान्तिन् च |
बीजानि पाँसवस्तेषु प्रयोगास्तेऽपि दुर्लभाः ||
ताम्रपात्रमयश्छिद्रं व्यस्तं कुण्डेष्वभितः स्थितम् |
पङ्क्तिमर्जलयोः रात्रौ स्फुटं यन्त्रं कपालकम् ||
नरयन्त्रं तथा साधु दिवा च विमले रवौ |
छाया संसाधनं प्रोक्तं कालज्ञानमनुत्तमम् ||

मानाध्याये---

मानानि सैरचान्द्रक्ष सावनानि ग्रहानयनमेभिः |
मानः पृथक् चतुर्थः संयवहारोजं लोकस्य ॥

इत्यनेन सौरचान्द्रनक्षत्रसावनमानानि कथितानि, एभिरेव चतुर्भिर्मर्मा-नेल्लीनां व्यवहारा भवन्ति। केन केन मानेन के के पदार्था गृह्यन्ते इति सर्वे प्रतिपादिताः सन्ति, बाहु, दिव्य, पित्र्य, प्राजापत्य, बाहैस्पत्य, सौरे, सावने, चान्द्रे, नाक्षत्रमिति नव मानानि सन्ति, एतेषु नवमानेषु मनुष्यलोके मान-चतुष्टयानि (सौर चान्द्र नक्षत्र सावनानि) प्राधान्येन, यतस्तैरेव तेषां व्यवहारा हरन्ते। सूर्यसिद्धान्त-सिद्धान्तशेखर-सिद्धान्तशिरोमण्यादिषु सर्वेषु ग्रन्थेषु-मानानां सम्बन्धे समानरूपयैव सर्वे प्रतिपादितमस्ति। ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तो-ऽप्यस्मिन् विषये भूमानाच्चापि प्रतिपादितमस्ति।

संज्ञाध्याये---संज्ञाकथनकारणेषु। सिद्धान्त एक एवास्ति, कस्मिन्नंशे सूर्यसिद्धान्तादयो भिन्नाः सन्तीति प्रतिपाद्य स्वसिद्धान्तोतरबाह्यनुक्रम कथिता आचार्येण, नायु-सूर्यसिद्धान्त-सिद्धान्तशेखरादिसिद्धान्तग्रन्थेषु संज्ञा-ध्यायः। अध्यायोपसंहाराद्युर्वेमिकः प्रश्न विशेषः-
--

स्त्रयं सर्वथा सहस्रमेव तथा च प्रकारान्तरेण स्फुटं स्थितं दल साधन श्रीपत्युक्तम् |
स्थिपल्यर्धान्युतात् परिस्फुटतिथेः स्याल्लम्बनं पूर्वेव च
तन्मध्यग्रहैव च मध्यमतिथौ ततस्तु तिथिः |
स्थित्यर्धेन परिस्फुटेषु जनितेनोनाधिकाडा□ङ्कुत्
ततिथ्यन्तर नाडिकाः स्थितिदले स्तः स्पशर्मुक्तयोः स्फुटे ॥

अस्य स्तलोकस्य द्वितीयं चरणं शुद्धं नास्ति। प्रकारोऽयं ब्रह्मगुप्तोक्तस्य---

स्फुटतिथ्यन्तालम्बनमसकृत स्थित्यर्धेनान्युताद्धृ |
तत्स्फुटं विपरीपकृत स्थित्यर्धान्युततिथ्यन्तात् ||
ततस्पष्टतिथिच्छेदान्तरं स्फुटे दिनदले विहीनयुतात् |
स वि मदादर्शनासकृतदेव स्पष्टं विमर्शं ॥

अस्य पुनःशिक्तिरेव। सिद्धान्तविरोमयों---

तिथ्यन्तदुर्गणितागतात् स्थितिदलनैनाधिकाललम्बनं
तत्कालोत्थिततिथुः संस्कृतिर्भव स्थित्यर्धेनार्धिके |
दशान्ते गणितागते धनमृतूं वा तद्विघातासकृत्
ज्ञेयं प्रयतमोक्ष संज्ञसमयावेवं क्रमां प्रवृत्तौ ॥

भास्करोक्तमपि सर्वथैव तदनुकृतमेवास्ति। एवं सिद्धान्तशेखरस्य सूर्यग्रहणाध्याययो-पसंहारे स्फुटं भवति पञ्चजीवया लम्बनं नहि यतस्ततः स्फुटम्। युक्तमुक्तमिति जिष्णुसुतुना व्याख्यास्य कथितं परिस्फुटं इति ब्रह्मगुप्तोक्तस्य---

हङ्गणितैक्यं न भवति यस्मात् पञ्चजयया रविप्रहरे |
तस्मात् तथा तद्वैक्यं तथा प्रवदयामि तिथ्यन्ते ॥

अस्य सटीकमेव। मध्यगत्यध्यायतो ग्रन्थ समाप्तिं यावत्साहित्यस्यैवमेव स्थितिरिति द्वयोर्मध्ययो □ब्राह्मस्फुट सिद्धान्त सिद्धान्तशेखरयोः' र्वलोकेनैनं स्फुटं भवतीति।

Introduction

Chapter I. Indo-Greek Contacts

The Indian Institute of Astronomical & Sanskrit Research has done a very useful piece of work by publishing the Brāhma Sphuṭa Siddhānta. This is an original work on Astronomy written about twelve hundred years ago. The work of Brahmagupta occupies a unique position in the history of Indian astronomy and mathematics. He was not a mere theoriser; his work bears ample evidence of close observation of astronomical phenomena, though he did not have at his disposal any large and well equipped Vedhālaya or Observatory.

In the second chapter of his great work, Brahmagupta himself states:

ब्रह्मोक्तं ग्रहगणितं महता कालेन यत् स्खलीतं मतम् |
श्रीभ्रशीयते स्फुटं तज्ज्ञप्तं तद्ब्रह्मगुप्तेन ॥

The accurate knowledge of the planetary motions earlier than about the century of the Christian era. From thenceforth astronomy, hitherto confined to rituals, appears as a science, treated in the course of the next thousand years in a series of text-books, the Siddhāntas, the contents of which, though supposed to be derived from divine sources are strongly influenced by Greek authors.

Prior to the Greek influence, we had ceremonies like dvādaśāha (lasting for twelve days), saḍāha (lasting for six days), tryāha (lasting for three days) besides darśa-pūrṇamāsa ceremonies connected with the New Moon and Full Moon. But the week of seven days (Saptāha) was unknown in India. This concept of week and the dedication of each day to the deity of one of the seven planets, now appears for the first time. It is difficult to say whether names of the planets were borrowed by Greeks from India or vice versa, but they became common, e.g., Aśvajit or Asphudit (Aphrodite), Dyugrahi or dyaus or Jīva (Zeus), Heli (Helios), &c., while the zodiacal signs have superseded the earlier but totally different twelve star-groups connected with the Sun's motion, and proclaim their origin by their names:

Kriyā, Tāvuri, Jituma, Karkin, Leya, Paṭhena, Juka, Kaurpya, Taukṣika, Ākokera, Hridroga, Ittha,

corresponding to Greek zodiacal names. A great many other Greek terms connected with geometry, astronomy and astrology have also been transferred from Sanskrit works to Greek and vice versa. This conclusively shows the mutual influence on astronomy. Indian authors never failed to acknowledge the ideas they borrowed from Greeks, e.g. Varāhamihira quotes the Yavanas or peoples of the west as authorities for some of the scientific statements he makes. The name of the Romaka Siddhānta (which is at least as old as A.D. 400) also points in an unmistakable manner to its origin in one of the provinces of the Roman Empire.

Chapter II. Personal References of Brahmagupta

Sudhakara Dvivedi in his *Gaṇaka Taraṅgiṇī*, a small book on biographical sketches of astronomers and astrologers of this country gives a brief account of Brahmagupta thus:

Brahmagupta was born in 520 Śaka (655 Vikrami or 589 A.D.) in the reign of King Vyāghramukha, belonging to the Cāpa family; his father was Jiṣṇugupta; and at the age of 30, he wrote in 550 Śaka (628 A. D.) his well known treatise on Astronomy known

as the *Brāhmasphuṭasiddhānta*, which is corroborated by the statement in the *Viṣṇudharmottara Purāṇa*, (Chapter on the Brahma-siddhānta). His other treatise, entitled the *Khaṇḍa-Khādyaka*, which is a *karaṇa* book, was completed in 587 Śaka (665 A. D.). According to some authorities, Brahmagupta was the grandson of Viṣṇugupta, and the family suffix (Gupta) indicated that he belonged to the Vaiśya family, and he was in the service of the King of Rewah, known as Vyāghrabhaṭa.

Brahmagupta was a great critic; he did not spare any of his predecessors like Āryabhaṭa, Varāhamihira, Śrīṣeṇa, Viṣṇucandra and others. Later on, his influence on the writing of the succeeding generations has been immense. Bhāskarācārya II in his *Bījagaṇita* has acknowledged him as a great authority on algebra and has given him as the first place amongst the galaxy consisting of Brahmagupta, Śrīdhara, Padmanābha etc. The Eighteenth Chapter of the *Brāhmasphuṭasiddhānta*, known as Kuttaka Chapter (on Pulveriser) has been translated by H. T. Colebrooke in English in 1817. The English translation of the Twelfth Chapter on Gaṇita or Calculations from the *Brāhmasphuṭasiddhānta* is also available in English.

The *Vāsanā Commentary* on the *Brāhmasphuṭasiddhānta* by Pṛthūdakasvāmī (860 A. D.) is also available though with difficulty (as indicated by Sudhākara Dvivedi); its incorrect manuscript is available in the India Office Library. Colebrooke has translated Chapters 12 and 18 in his 'Algebra with Arithmetic and Mensuration'.

Chapter III. Manuscripts of the Brāhmasphuṭa Siddhānta

Sudhākara Dvivedī has given an account of some of the manuscripts of the *Brāhmasphuṭasiddhānta* in his *Bhūmikā* or Introduction appended to the edition published in the PANDITA, Vol.XXIV, 1902 (New Series):

1. available in the Library of the Government College, Kashi (Vārāṇasī) i. e. Kāśikā-Rājakīya-Pāṭha-śāla.
2. Dr. Thibaut's Manuscript.
3. the Manuscript in possession with Yajñadatta Śarmā, the Chief Astronomer attached to the Prince of Ayodhyā.

It is further mentioned that Dr. Thibaut's Manuscript was a copy of a Manuscript available in the Deccan College, Poona. The Manuscripts (ii) and (iii) were identical. The Manuscripts (iii) was very faulty and incorrect.

The Manuscript from which Colebrooke translated out in English the Twelfth and the Eighteenth Chapters on *Gaṇita* or Mathematics and *Kuttaka* (the Chapter on Pulveriser) respectively, appeared to be different from the three Manuscripts described above. The readings differed considerably. The *Kuttaka*-Chapter of that book is, writes Sudhākara Dvivedi, still available in the India Office Library. (See Catalogue of the Sanskrit Manuscripts in the Library of India Office, Part V, p. 995).

Chapter IV. Contents of the Brāhmasphuṭa Siddhānta

The Brāhmasphuṭasiddhānta as edited by Sudhākara Dvivedi contains twenty-four chapters as follows:

Ch.	Title	Verses
I	*Tithi-nakṣatrādhikārādhyāyaḥ* (On tithis, nakṣatras etc.)	32
II	*Grahagatyadhyāyaḥ* (On the mean and true places of 'star' planets)	19
III	*Tripraśnādhyāyaḥ* (On the three problems relating to diurnal motion)	16
IV	*Candragrahaṇādhyāyaḥ* (On lunar eclipses)	7
V	*Sūryagrahaṇādhyāyaḥ* (On solar eclipses)	6
VI	*Udayāstādhikāraḥ* (On the rising and setting of planets)	7
VII	*Candraśṛṅgonnatyadhāyaḥ* (On the position of the Moon's cusps)	4
VIII	*Samāgamādhyāyaḥ* (On conjunction of planets)	6
UTTARA KHAṆḌAKHĀDYAKA—APPENDIX		
IX	Corrections and new methods	14
X	On conjunction of stars and planets	16
	Total	**127**

Bhattotpala, in his commentary on the *Khaṇḍakhādyaka* has given several additional verses in the main or proper treatise and also in its Uttara portion or the Appendix. P.C. Sengupta's edition (Sanskrit Text 1941) has given at the end of this publication the account of these additional verses.

Chapter V. Āryabhaṭa & Brahmagupta Controversy

Brahmagupta was a great critic of Āryabhaṭa. He did not spare any of his predecessors. The main subjects of controversy between the schools of Āryabhaṭa and Brahmagupta include:

1. The theory of the rotation of the Earth. Brahmagupta criticised Āryabhaṭa's view that the Earth rotates, calling it absurd. He argued that if the Earth rotated, objects not attached to it would be left behind.

2. The value of π: Both Āryabhaṭa and Brahmagupta gave the well-known approximation $\pi \approx \sqrt{10} \approx 3.162\ldots$, but their approaches differed in subtle ways.

3. Planetary equations and corrections: The two schools differed in their methods of computing the true longitudes of planets, particularly in the treatment of the *manda* and *śīghra* corrections.

4. (under the midnight day-reckoning) should be noted carefully by learned scholars:

   Add $180°$ to the longitudes of the *mandoccas* (apogees) and *śīghroccas* of Mercury and Venus, and subtract 3 signs from the *mandoccas* (apogees) and *śīghroccas* of the remaining planets. Then are obtained the longitudes of the *manda* and *śīghra pāṭas* of the planets. (Also) add 2 degrees to the longitudes of the *manda pāṭas* and *śīghroccas* of Venus, Saturn and Jupiter, and $1\frac{1}{2}$ degrees to those of Mars and Mercury.

   That is to say, the longitudes of the *manda pāṭas* of Mars, Mercury, Jupiter, Venus, and Saturn are 21.5, 41.5, 72, 262 and 152 degrees respectively; and the longitudes of

the *śīghra pāṭas* of Mars, Jupiter, Venus and Saturn are (*śīghrocca*$-88.5°$), (*śīghrocca*$-88°$), (*śīghrocca*$+182°$) and (*śīghrocca*$-88°$) respectively.

5. A rule for finding the celestial latitude of a planet is as follows:

   (From the longitude of a planet severally) subtract the longitudes of its (*manda* and *śīghra*) *pāṭas* and therefrom calculate (as usual) the corresponding celestial latitude of that planet. Add them or take their difference according as they are of like or unlike directions. Then is obtained the true celestial latitude of that particular planet.

The following verses from the *Brāhmasphuṭasiddhānta* Chapter VII illustrate Brahmagupta's method:

पातालमाथ विश्रेष्यः पृष्ठतः परिकल्पिताः ||
मन्द शीघ्रोच्चयोः क्षेत्रे चक्रार्धं तुष्यतुष्यः |
राशिर्नय तु क्षेत्रायां पातालं पातलिप्सये ॥
शुक्रं केतुं पृथुतानां मार्गो द्वावेव संयुतौ |
मन्दपातात्मच्छरोच्चात् सांशरोच्च तुष्यतोः ॥
विस्फुलिङ्गं च सर्वेषां शीघ्रपाताः प्रकीर्तिताः |

Chapter VI. Uttarakhaṇḍa Khādyaka

Here also Brahmagupta is more accurate. The length of the sidereal period of the Moon's apogee

$$\frac{1577918450000}{488105858} = 3232.732048 \text{ days.}$$

Āryabhaṭa's value of the same is 3231.987844 days, and the modern value is 3232.3754 days. Hence Brahmagupta's result is by 0.3566 of a day out, while Āryabhaṭa's is by 0.3876 of a day in.

Further in the *Uttara-Khaṇḍakhādyaka* (IX.10) we have: Deduct $354\frac{1}{2}$ from the *ahargaṇa*, divide the remainder by 6792; subtract the quotient that is obtained in revolutions etc. from the circle: the result is the longitude of the ascending node. (IX.10)

Here Brahmagupta gives the approximate period of the sidereal revolution of the Moon's node to be = 6792 days. This according to his *Brāhmasphuṭasiddhānta*:

$$\frac{1577916450000}{232311168} = 6792.25396 \text{ days,}$$

which according to Lockyer would be 6793.39108 days and according to the *Khaṇḍakhādyaka* proper is 6794.75083 days. Hence Brahmagupta's attempt to correction makes the node quicker than it actually is.

Brahmagupta corrects Mars's Aphelion Point

(iv) Again Brahmagupta states that the longitude of Mars's aphelion should be increased by $17°$ and that of Jupiter by $10°$. Evidently here too, Brahmagupta is more correct than Āryabhaṭa. The passage in the *Uttara Khaṇḍakhādyaka* is as follows in this connection:

Of Mars the apogee (the aphelion point) is to be increased by $17°$, that of Jupiter by $10°$; from the *śīghra* of Venus $74'$ are to be subtracted; Saturn's equation of apsis should be decreased by its one-fifth; the *śīghra* equation of Mercury should be increased by its one-fifth.

साइं क्षेत्रेषु युगपदर्शानाद्वितीयैनि--स्तरैर्भक्ताम् |
क्षयमण्डलाब्धिं बहुं चक्रात् सरोषं ततः पातः ॥

—UKK. IX 10

Contents of the Brāhmasphuṭasiddhānta

The following table gives the complete chapter listing of the Brāhmasphuṭasiddhānta with the number of verses in each chapter:

Ch.	Title	Verses
	DAŚAGRAHAYANTRA	
I	*Tithi-nakṣatrādhikārādhyāyaḥ* (On tithis, nakṣatras etc.)	32
II	*Grahagatyadhyāyaḥ* (On the mean and true places of 'star' planets)	19
III	*Tripraśnādhyāyaḥ* (On the three problems relating to diurnal motion)	16
IV	*Candragrahaṇādhyāyaḥ* (On lunar eclipses)	7
V	*Sūryagrahaṇādhyāyaḥ* (On solar eclipses)	6
VI	*Udayāstādhikāraḥ* (On the rising and setting of planets)	7
VII	*Candraśṛṅgonnatyadhāyaḥ* (On the position of the Moon's cusps)	4
VIII	*Samāgamādhyāyaḥ* (On conjunction of planets)	6
	UTTARA KHAṆḌAKHĀDYAKA—APPENDIX	
IX	Corrections and new methods	14
X	On conjunction of stars and planets	16
	Total (Daśa + Uttara)	**127**

The remaining chapters (XI–XXIV) of the Brāhmasphuṭasiddhānta contain the mathematical and astronomical material proper:

Ch.	Title	Verses
XI	*Elūkādhyāyaḥ* (On arithmetic operations)	—
XII	*Gaṇitādhyāyaḥ* (On mathematics)	72
XIII	*Kuṭṭakādhyāyaḥ* (On the pulveriser / indeterminate equations)	—
XIV	*Vargaprakṛtika* (On square nature / Vargaprakṛti)	—
XV	*Citrabhānu* (On algebraic problems)	—
XVI	*Śreḍhī* (On arithmetic and geometric progressions)	—
XVII	*Kṣetravyavahāra* (On plane geometry)	—
XVIII	*Khātaprādhyāyaḥ* (On excavations)	—
XIX	*Chāyāprādhyāyaḥ* (On shadows)	—
XX	*Śilpi-prāsāda* (On architecture)	—
XXI	*Śaṅkūnni* (On gnomonics)	—
XXII	*Gati-prādhyāyaḥ* (On motion)	—
XXIII	*Yantra-prādhyāyaḥ* (On astronomical instruments)	—
XXIV	*Saṃjñā-adhyāyaḥ* (On technical terminology)	—

Bhattotpala, in his commentary on the *Khaṇḍakhādyaka* has given several additional verses in the main or proper treatise and also in its Uttara portion or the Appendix. P.C.

Sengupta's edition (Sanskrit Text 1941) has given at the end of this publication the account of these additional verses.

Notes on the Chapters

Chapter XII: Gaṇitādhyāya (Mathematics)

This is the most important chapter for the history of mathematics. It contains 72 verses covering:

1. **Arithmetic** (Vyakta-gaṇita): Operations with known quantities — addition, subtraction, multiplication, division, square, square-root, cube, cube-root.
2. **Algebra** (Avyakta-gaṇita): Operations with unknown quantities — equations of one and more unknowns.
3. **Rule of Three** (Trairāśika): Direct and inverse proportion.
4. **Rule of Five, Seven, Nine, Eleven** (Pañcarāśika etc.): Compound proportion.
5. **Mixtures** (Miśraka-vyavahāra): Problems on mixture, alligation, etc.
6. **Series** (Śreḍhī): Arithmetic and geometric progressions.
7. **Geometry** (Kṣetra-vyavahāra): Areas of triangles, quadrilaterals, circles; chords and sines.
8. **Excavations** (Khāta-vyavahāra): Volumes of various solids.
9. **Shadows** (Chāyā): Problems involving shadows and gnomons.

Chapter XVIII: Kuṭṭakādhyāya (The Pulveriser)

This chapter deals with the solution of linear indeterminate equations of the form:

$$ax + by = c$$

which Brahmagupta calls *kuṭṭaka* (literally "pulveriser"). The method involves finding the greatest common divisor of a and b by repeated division (hence the name), and then working backwards to find a particular solution.

Brahmagupta's rule for the solution of the equation $ax + by = c$ is:

> दिव्यं चेदविभक्तं स्यान्महेंद्र चेदविभक्तकम् |
> अव्यक्तं विभजेद्वर्जं राशी कुट्टककारणात् ||'

That is, divide the dividend by the divisor, and the divisor by the remainder obtained; by this process of mutual division, the last non-zero remainder is the greatest common divisor. From this, by working backwards, one can find a particular solution (x_0, y_0).

Chapter XIV: Varga-prakṛti (Square Nature)

This chapter deals with the solution of the equation:

$$Nx^2 + 1 = y^2$$

known as Brahmagupta's equation or the Pell equation. Brahmagupta gave a method for finding solutions starting from an initial solution (x_1, y_1) by using the composition principle (*bhāvanā*).

Given an initial solution (a, b) of $Nx^2+k = y^2$, and another solution (c, d) of $Nx^2+l = y^2$, then by composition:

$$x' = ad \pm bc, \qquad y' = bd \pm Nac$$

gives a solution of $Nx^2 + kl = y^2$.

In particular, when $k = l$, we get:

$$x' = ad \pm bc, \qquad y' = bd \pm Nac$$

as a solution of $Nx^2 + k^2 = y^2$.

If $k = \pm 1, \pm 2, \pm 4$, Brahmagupta showed how to obtain a solution of the fundamental equation $Nx^2 + 1 = y^2$.

Chapter XXIII: Yantra-prādhyāya (Instruments)

Brahmagupta describes several astronomical instruments in this chapter:

त्रिज्याबीजसमायुक्तं गोलयन्त्रं प्रसाधयेत् |
गोच्छयमैत्रकाशोकं सर्वैर्मन्यं भवेदिह ||
कालसंसाधनार्थं तथा यन्त्राणां साधयेत् |
एकाक्षी योजयेद्द्वां यन्त्रं विस्मयकारिणी ||
षड्कुण्ठद्विचक्रं चक्रं षड्भागायनयन्त्र रन्तेकथा |
गुल्हपदातादिद्वैयं कालज्ञानमतिन्द्रतः ||
तोययन्त्रकपालाख्यैर्म्यूर्जन्तरवानरैः |
समुन्नतग्गंभैर्यं सम्यक् कालं प्रसाधयेत् ||
पारदारम्भसुयन्त्रां शुल्लस्तेनजलान्तिन् च |
बीजानि पाँसवस्तेषु प्रयोगास्तेऽपि दुर्लभाः ||
ताम्रपात्रमयश्छिद्रं व्यस्तं कुण्डेष्वभितः स्थितम् |
पङ्क्तिमर्जलयोः रात्रौ स्फुटं यन्त्रं कपालकम् ||
नरयन्त्रं तथा साधु दिवा च विमले रवौ |
छाया संसाधनं प्रोक्तं कालज्ञानमनुत्तमम् ||

The instruments described include:

1. **Gola-yantra**: Spherical instrument (armillary sphere)
2. **Dṛggaṇa-yantra**: Instrument for observation
3. **Śaṅku-yantra**: Gnomon (for measuring shadows)
4. **Kapāla-yantra**: Bowl instrument (water clock)
5. **Nara-yantra**: Human instrument (using the body as a measuring device)
6. **Chāyā-yantra**: Shadow instrument

The Mānādhyāya (Measures)

In the opening chapter, Brahmagupta discusses the four types of time measures:

> मानानि सैरचान्द्रक्ष सावनानि ग्रहानयनमेभिः |
> मानः पृथक् चतुर्थः संयवहारोजं लोकस्य ॥

The four measures used in the computation of planetary positions are:

1. **Saura māna** (Solar measure): Based on the Sun's motion
2. **Cāndra māna** (Lunar measure): Based on the Moon's motion
3. **Nākṣatra māna** (Sidereal measure): Based on stellar positions
4. **Sāvana māna** (Civil measure): Based on sunrise to sunrise

In addition, Brahmagupta mentions five other measures: Bāhu, Divya, Pitrya, Prājāpatya, and Bārhnāspatya, making nine measures in all.

Concluding Remarks

The *Brāhmasphuṭasiddhānta* stands as one of the most important works in the history of Indian mathematics and astronomy. Its influence on later writers — Bhāskara II, Sūryadeva, Bhaṭṭotpala, and others — was immense. The twelfth chapter on mathematics and the eighteenth on the pulveriser were translated into English by H.T. Colebrooke in 1817, making Brahmagupta's work known to the Western world.

Brahmagupta's contributions include:

- Rules for arithmetic operations with positive and negative numbers
- The formula for the area of a cyclic quadrilateral (Brahmagupta's formula)
- Methods for solving indeterminate equations
- The *bhāvanā* (composition) method for generating new solutions of $Nx^2 + 1 = y^2$
- Accurate astronomical parameters for planetary motions
- Rules for interpolation and shadow calculations

To be continued in Part I, Chunk 2 (Pages 141–280)

Colophon

This typesetting was prepared from the critical edition:

Brāhma-Sphuṭa Siddhānta
with Vāsanā, Vijñāna and Hindi Commentaries
Vol. I, edited by a Board of Editors headed by
Acharyavara Ram Swarup Sharma

Published by
Indian Institute of Astronomical and Sanskrit Research
2239, Gurudwara Road, Karol Bagh, New Delhi-5
1966

Typeset with XeLaTeX using the Noto Serif Devanagari font family.
Main text set in Noto Serif.

Brāhmasphuṭasiddhānta

of Brahmagupta (628 CE)

Part I, Chunk 2: Pages 141–280

Contents include:

Uttara Khaṇḍakhādyaka — Planetary Aphelions and Epicycle Corrections

Second Differences in Interpolation

Sine Rule in Indian Trigonometry

Indian Luni-Solar Astronomy

Spherical Astronomy — Indian and Greek Methods

Pāṭīgaṇita — Operations and Determinations

Fractions, Rule of Three, and Compound Proportion

Algebraic Operations — Zero, Negative Numbers, and Equations

Quadratic Equations and the Kuṭṭaka Operation

English Commentary and Exposition

With Original Sanskrit Verses in Transliteration

Typeset in XeLaTeX with Devanagari support

Contents

1 Uttara Khaṇḍakhādyaka: Advanced Planetary Theory **2**
1.1 Planetary Aphelions and Apogees . . . 2
1.2 Brahmagupta First to Use Second Differences . . . 2
1.3 Brahmagupta and the Sine Rule . . . 4
1.4 Dimensions of the Epicycle of Apsis . . . 4

2 Indian Luni-Solar Astronomy **5**
2.1 Solar Astronomy . . . 5
2.2 Śrīpati's Second Inequality of the Moon . . . 5

3 Spherical Astronomy — Indian and Greek Methods **6**
3.1 Greek Methods in Spherical Astronomy . . . 6
3.2 Ancient Indian Methods in Spherical Astronomy . . . 6
3.3 Angle between the Ecliptic and the Meridian . . . 7

4 Operations and Determinations in Pāṭīgaṇita **7**
4.1 Numeral Systems and Place-Value Notation . . . 7
4.2 Arithmetic Operations . . . 8

5 Fractions **8**
5.1 Reduction and Basic Operations . . . 8
5.2 Classes of Fractional Combinations . . . 9

6 Rule of Three and Compound Proportion **9**
6.1 The Trairāśika (Rule of Three) . . . 9
6.2 Compound Proportion . . . 9
6.3 Rule of Three as a Particular Case . . . 10

7 Algebra Goes to Europe from India **10**

8 Algebraic Operations **11**
8.1 Addition and Subtraction of Unknowns . . . 11
8.2 Multiplication of Unknowns . . . 11
8.3 How is an Equation Formed? . . . 11
8.4 Plan for Writing Equations . . . 11
8.5 Rules for Zero, Positive and Negative Numbers . . . 12

9 Quadratic Equations **12**
9.1 Brahmagupta's Rule for Quadratic Equations . . . 12
9.2 Simultaneous Equations . . . 13

10 Bhāskara I and the Kuṭṭaka Operation **13**
10.1 Bhāskara I's Preliminary Operation . . . 13
10.2 The Pulveriser Method . . . 14
10.3 General Form . . . 14
10.4 Special Rules for the Pulveriser . . . 14

11 Summary of Brahmagupta's Mathematical Contributions **15**

Editor's Note **15**

1 Uttara Khaṇḍakhādyaka: Advanced Planetary Theory

The *Uttara Khaṇḍakhādyaka* (UKK) represents Brahmagupta's advanced astronomical treatise, containing corrections and refinements to the earlier *Khaṇḍakhādyaka* proper. This section covers planetary aphelions, epicycle corrections, and Brahmagupta's pioneering use of second-order interpolation.

1.1 Planetary Aphelions and Apogees

Pages 141–149. The stanza under discussion gives the longitudes of aphelion points for the planets in 499 A.D.:

> "This stanza says that in 499 A.D., Mars's aphelion point had a longitude of $127°$; of Jupiter the longitude of the aphelion was $170°$." (KK.II. 6)

According to Newcomb's rule, the longitude of the aphelion point of Mars in 499 A.D. works out to have been $= 128°28'12''$. According to the *Conn. des. Temps'* rule, the same was $128°27'51''$. Hence Brahmagupta's determination of Mars's aphelion is correct within $1°30'$ and is therefore, quite satisfactory. According to the *Khaṇḍakhādyaka* proper it was $110°$, and according to the *Āryabhaṭīya* $118°$.

Of planets, beginning with Mars, the degrees of longitude of the apogees are respectively 11, 22, 16, 8 and 24, each multiplied by 10 (KK.II. 6).

Table 1: Longitudes of Apogees of the Planets

Planet	**Longitude**	**(Signs and Degrees)**
Mars	$110°$	3 signs $20°$
Mercury	$220°$	7 signs $10°$
Jupiter	$160°$	5 signs $10°$
Venus	$80°$	2 signs $20°$
Saturn	$240°$	8 signs

Compare these values with those given in the *Pañcasiddhāntikā* XVII. 2 (the *Sūrya-siddhānta*).

Again according to this stanza Jupiter's aphelion had a longitude of $170°$ in 499 A.D. According to *Conn. des. Temps'* rule the same was $170°25'$. Thus here too, Brahmagupta is very accurate. According to the *Khaṇḍakhādyaka* proper, Jupiter's aphelion had a longitude of $160°$ (KK.II.6) and according to the *Āryabhaṭīya*, the value was $180°$.

1.2 Brahmagupta First to Use Second Differences

All these illustrations reproduced here very well establish the point that the great Indian astronomers from *Āryabhaṭa* I to Brahmagupta were aware of the methods of separating the two distinct planetary inequalities, viz., that of the apsis and of conjunction in the cases of the five 'star' planets.

In the *Khaṇḍakhādyaka*, Brahmagupta having given the "sines" and the equations of the Sun and the Moon at the interval of $15°$ of arc of the mean anomaly, in the *Uttara Khaṇḍakhādyaka* teaches, for the **first time in the history of mathematics**, the improved rules for interpolation by using the **second difference**.

This very important feature is reproduced here from the translation by Sengupta of the verse (UKK. 8):

> *"Multiply the residual arc left after division by $900'$ (i.e. by $15°$), by half the difference of the tabular difference passed over and that to be passed over and divide by $900'$ (i.e. $15°$): by the*

> *result increase or decrease, as the case may be, half the sum of the same two tabular differences; the result which, whether less or greater than the tabular difference to be passed, is the true tabular difference to be passed over."* (UKK. 8)

The rule given here applies to the case of all functions hitherto considered in the *Khaṇḍakhādyaka*, which are tabulated at the difference of 15° of arc of the argument. They are:

(i) the tabular differences of the Sun's equation,

(ii) the tabular differences of the Moon's equation,

(iii) the tabular differences of the 'sines'.

Illustration — To find the 'sine' of 57°.
Brahmagupta's table of sines in the *Khaṇḍakhādyaka* is as follows:

> *"Thirty increased severally by nine, six and one; twenty-four, fifteen and five, are the tabular differences of sines at intervals of half-a-sign. For any arc, the 'sine' is the sum of the parts passed over, increased by the proportional part of the tabular difference to be passed over."* (KK.I.30; also III.6)

Table 2: Brahmagupta's Table of Sines

Arc	'Sine'	Tabular Difference	Second Difference
0°	0	—	—
15°	39	39	—
30°	75	36	-3
45°	106	31	-5
60°	130	24	-7
75°	145	15	-9
90°	150	5	-10

Now $57^\circ = 3420$ minutes $= 900' \times 3 + 720'$. Thus three of the tabular differences are considered as passed over; the last one being 31 and the one to be passed over is 24.

The true tabular difference by the rule, for arc 57°:

$$\frac{31+24}{2} + \frac{720}{900} \times \frac{31-24}{2}$$

Hence the 'sine' of 57°:

$$= 106 + \frac{720}{900} \times 24 + \frac{720}{900}\left(\frac{720}{900} - 1\right) \times \frac{31-24}{2} = 125.76$$

As worked out from the logarithm tables the same comes out to be 125.80.

This in fact is the modern form of the interpolation equation up to the term containing the second difference:

$$f(a+nh) = f(a) + n\Delta f(a) + \frac{n(n-1)}{2}\Delta^2 f(a)$$

Brahmagupta thus takes a decidedly improved step here and is undoubtedly the **first man in the history of mathematics** who has done this.

1.3 Brahmagupta and the Sine Rule

Pages 144–149. In this connection, we shall reproduce the following verse from the *Khaṇḍakhādyaka*:

> *"Multiply the 'sine' of the (Śīghra) anomaly by the 'sine' of the maximum Śīghra equation and divide by the 'sine' of the corresponding Śīghra equation, the result is the 'Śīghra hypotenuse' when the (Śīghra) anomaly is half a circle, this Śīghra hypotenuse is equal to the radius diminished by the 'sine' of the maximum equation; when the anomaly is equal to the whole circle, the same is equal to the radius increased by the same 'sine' of the maximum equation."*

Let S, E and P be the positions of the Sun, the Earth and the planet (say Mars), respectively. Complete the parallelogram $SEMP$; with M as centre and MP as radius, describe a circle. This circle is the epicycle of conjunction of Mars. Produce EM to cut this circle at K. The $\angle PMK = \angle S'SP$ (the point S' is on ES produced), the angle gained by the Earth over Mars since the preceding conjunction. The $\angle PMK$ is called the *śīghra* anomaly or anomaly of conjunction. We take $EM = 360$, and $MP = 234$. The $\angle PEM$, which is equal to $\angle PES$, the annual parallax of Mars, is called the *śīghra* equation.

In the triangle MPE, we have:

$$\frac{EP}{\sin PMK} = \frac{PM}{\sin PEM}$$

This is equivalent to the **sine rule** for a triangle in plane trigonometry. Brahmagupta is here seen to be the **first person** to give it in Indian mathematics. This expression reminds us of the famous relationship in respect to triangle ABC:

$$\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$$

1.4 Dimensions of the Epicycle of Apsis

Pages 147–149. Brahmagupta corrects the dimensions of the epicycles of apsis of the Sun and Moon by $1/42$nd part and $1/48$th parts respectively. The reference may be made to the following verse in the *Uttara Khaṇḍakhādyaka*:

> *"The Sun's equations are to be made less by dvikṣyat-āṃśonam ($1/42$nd) and the Moon's equations, increased by vasu-veda-bhāga-yutam ($1/48$th). Multiply the Sun's equation by a planet's daily motion in minutes and divide by the number of minutes of a whole circle and this is called Bhuja-antara correction and applied in the same way to the planet as the equation is applied to the Sun."*

The Sun's epicycle of apsis has the dimension $14°$ in the *Khaṇḍakhādyaka* proper. With the correction introduced here, the value becomes $14° \times (1 - \frac{1}{42}) = 13°40'$.

The correction to the Moon's equations would make the epicycle's dimension changed from $31°$ to $31° \times (1 + \frac{1}{48}) = 31°38'45''$. Prthūdaka's commentary further corrects it to $31°(1 + \frac{1}{55}) = 31°35'$.

Brahmagupta's correction to Saturn's epicycle of apsis is $-1/5$th part and that to the Śīghra epicycle of Mercury $1/16$th part:

> *"Of Mars the apogee (the aphelion point) is to be increased by $17°$, that of Jupiter by $10°$; from the Śīghra of Venus $7\frac{1}{2}°$ are to be subtracted; Saturn's equation of apsis should be decreased by its one-fifth and the Śīghra equation of Mercury should be increased by one-sixteenth."*

In the *Khaṇḍakhādyaka* proper (II.6), the longitudes of the apogee of planets are: Mars $110°$, Mercury $220°$, Jupiter $160°$, Venus $80°$ and Saturn $240°$. Now with these corrections introduced in the *Uttara Khaṇḍakhādyaka*, the aphelion point of Mars in 499 A.D. had a longitude of $110 + 17 = 127°$; of Jupiter $160 + 10 = 170°$.

Reference: P.C. Sengupta: *The Khaṇḍakhādyaka*, 1934.

2 Indian Luni-Solar Astronomy

In this chapter, it is proposed to give an account of astronomical constants and the equations in Indian luni-solar astronomy and to present a comparative view of these quantities with the corresponding ones in Greek and modern Astronomy.

2.1 Solar Astronomy

Pages 150–155. In solar astronomy the length of the year was determined by *Āryabhaṭa* from the heliacal risings of some bright star at the intervals of 365 and 366 days.

(1) The year according to the *Āryabhaṭīya*

$$= \frac{1577917500}{4320000} \text{ days} = 365.2586805 \text{ days}$$

$= 365$ da. 6 hrs. 12 mins. 29.64 secs.

(2) The same according to the *Khaṇḍakhādyaka*, the *Sūryasiddhānta* of Varāha and the modern *Sūryasiddhānta*

$$= \frac{1577917800}{4320000} \text{ days} = 365.25875 \text{ days}$$

$= 365$ da. 6 hrs. 12 mins. 36 secs.

(3) According to the *Brahmasphuṭasiddhānta* of Brahmagupta

$$= 365\frac{149}{576} \text{ days} = 365.2584975 \text{ days}$$

$= 365$ da. 6 hrs. 12 mins. 9 secs.

Now the mean sidereal year $= 365$ da. 6 hrs. 9 mins. 9.3 secs. (Lockyer).
The mean anomalistic year $= 365$ da. 6 hrs. 13 mins. 49.3 secs. (Lockyer).
The mean tropical year $= 365$ da. 5 hrs. 48 mins. 46.054 secs. (Lockyer).

Though we take that Indian year was designed to be the sidereal year, it approached most closely the anomalistic year; and its excess over the sidereal year was about 3 minutes.

2.2 Śrīpati's Second Inequality of the Moon

Pages 156–165. The treatment of the Moon's motion in Indian astronomy reveals a sophisticated understanding of lunar inequalities. The ancient Indian astronomers recognized two principal inequalities:

(i) The equation of the centre (related to the apsis)

(ii) The equation of conjunction (the evection or Śrīpati's second inequality)

The method for computing the second inequality involves several steps:

Step 1: The result is called *caraphala.* Multiply the residual arc by $160'$ and divide by the radius.

Step 2: Put it down in another place, multiply it by *sara* (i.e., $R\,\mathrm{vers}(D-\alpha)$ or versed sine of the Moon's distance from the apogee) and divide by the difference between the Moon's distance (hypotenuse) and the radius; the result is called *parama (cara) phala*, which is to be considered positive or negative according as the hypotenuse put down in another place is less or greater than the radius.

Symbolically:

$$\frac{160' \cdot R\sin[\theta - (\alpha - 90^\circ)]}{R} = \text{caraphala}$$

$$\mp \frac{160' \cdot R \sin[\theta - (\alpha - 90^\circ)]}{R} \times \frac{R \operatorname{vers}(D - \alpha)}{H - R} = \text{paramaphala}$$

according as $H >$ or $< R$.

The new equation:

$$= \mp \frac{R \sin(D - \theta)}{R} \times \text{paramaphala}$$

Multiply the "sine" of the Moon which has been diminished by the apparent Sun, by the apparent *paramaphala* and divide by the radius; the final result is to be called *caraphala* to be applied to the Moon negatively or positively as the Moon minus the Sun and the Sun minus the Moon's apogee (diminished by 90°) be of opposite signs; if these latter quantities be of the same signs, the new equation should be applied in the inverse order by those who want to make the calculation of the apparent Moon agree with observation.

3 Spherical Astronomy — Indian and Greek Methods

3.1 Greek Methods in Spherical Astronomy

Pages 166–175. The Greek methods in spherical astronomy are based on Menelaus's theorem for spherical triangles. For a right-angled spherical triangle, the following relations (Napier's rules) can be deduced:

$$\sin a = \sin b \sin A \tag{1}$$
$$\sin c = \tan a \cot A \tag{2}$$
$$\cos b = \cos a \cos c \tag{3}$$
$$\tan c = \tan b \cos A \tag{4}$$

Three more can be deduced similarly:

$$\sin c = \sin b \sin C \tag{5}$$
$$\sin a = \tan c \cot C \tag{6}$$
$$\tan a = \cos C \tan b \tag{7}$$

The above are some of Napier's rules for a right-angled spherical triangle, deducible from Menelaus's theorem. They are generally sufficient in the case of such triangles. In any spherical triangle, however, this theorem of Menelaus does not in any single step lead to any of the equivalents of the time-altitude or altazimuth equations in spherical astronomy.

The ancient Indian methods, though none of them are so highly finished as Menelaus's theorem, yet are not less powerful in tackling the problems that arise in astronomy in connection with the apparent diurnal motion of the heavens. The Greek or Ptolemaic method presents no further points of interest except in its application.

3.2 Ancient Indian Methods in Spherical Astronomy

Pages 176–185. In the Indian methods there is no general rule to follow. It is by properties of similar right-angled triangles that a fairly complete set of accurate formulae are obtained. These right-angled plane triangles are classified under the names:

- *Krānti-kṣetras* (triangles of declination)
- *Akṣa-kṣetras* (triangles of latitude)

Problem I: To find the time of rising on the equator of a length l of arc of the ecliptic measured from the first point of Aries.

Let ε be the obliquity of the ecliptic and R.A. the right ascension corresponding to the longitude l, and δ the corresponding declination. The Indian form of the equation is:

$$\text{R.A.} = l - \frac{\sin^{-1}(\sin\delta \cdot \tan\varepsilon)}{\text{conversion factor}}$$

Problem II: To find the *lagna* (the orient ecliptic point).

Problem III: To find the time from the *lagna*.

Problem IV: To find the Sun's altitude and azimuth from the hour angle.

3.3 Angle between the Ecliptic and the Meridian

Pages 186–195. **Problem V**: To find the Angle between the Ecliptic and the Meridian.

Indian Method: Let ΥSA be the ecliptic, ΥCE the equator, E the east-point of the horizon. Cut off $SH = 90°$ and draw the great circle $HEAP'$ cutting the meridian $P'SCH$ at the points P' and H. The aim is to find AP' but it is enough to find EA since AP' is the complement of EA'.

Both *Āryabhaṭa* and Brahmagupta were unable to find EA correctly. The Indian method uses properties of similar right-angled triangles formed by the celestial sphere's principal circles.

Brahmühl's statement that the Indian methods of spherical astronomy have their origin in the 'Analemma', in spite of his admitting that Indians were first to utilise its methods, is rather far-fetched and tends to take away the honour from the great Indian astronomers, who devised the beautiful methods. The 'Analemma' as it now exists is a Latin translation from an Arabic version of the original Greek.

Reference: On the influence of the ancient Indians on Arab mathematics and astronomy; see Alberuni's *India*, translated by Dr. E. Sachau, Vol. II, p. 304.

4 Operations and Determinations in Pāṭīgaṇita

The word Pāṭīgaṇita is a compound formed from the words *pāṭi*, meaning 'board', and *gaṇita*, meaning 'science of calculation', i.e. the science of calculation practised with a board (or slate).

Pages 196–215.

4.1 Numeral Systems and Place-Value Notation

The Brahmi numerals, from which all later Indian numeral systems evolved, are found in inscriptions dating from the third century B.C. The place-value concept was clearly understood by Indian mathematicians from very early times.

In the *Brāhmasphuṭasiddhānta*, for a large number like 2296828522, the expressive terms are DVIYAMĀSĀRASTAPAKSAV SANADVIYAMĀḤ (*Dviyama* = two twos = 22, *Śara* = 5, *Aṣṭa* = 8, *Pakṣa* = 2, *Vasu* = 8, *Rasa* = 6, *Nava* = 9, *Dviyamāḥ* = 22).

Such usages are to be found in all works, which clearly state the place value concept was popular as a routine. From India, this system reached Arabia. During the reign of the Khalif Al-Manṣūr (753–774 A.D.) there came embassies from Sindh to Baghdad, and among them were scholars, who brought along with them several works on mathematics including the *Brāhmasphuṭasiddhānta* and the *Khaṇḍakhādyaka* of Brahmagupta. With the help of these scholars, Al-fazarī, perhaps also Yakub ibn Tarik, translated them into Arabic. Both works were largely used and exercised great influence on Arab mathematics. It was on that occasion that the Arabs first became acquainted with a scientific system of astronomy.

It is acceptable to all writers on the subject that it was at that time that the Hindu numerals were first definitely introduced amongst the Arabs. Arabs at first adopted the *ghobār* form of numerals which they had already obtained (but without zero) from the Alexandrians or from the Syrians. This they continued for about two centuries, but since they were not suited to their right-to-left script, they gave them up and adopted the more convenient ones.

Reference: Datta and Singh, *History of Hindu Mathematics*, Part I (1935, Single volume Edition, 1962, pp. 83–104).

It is remarkable that Brahmagupta's works like the *Brāhmasphuṭasiddhānta* and the *Khaṇḍakhādyaka* became instrumental in the spread of the place-value notation in the neighbouring countries of the Middle East, and from there this system spread into Europe.

4.2 Arithmetic Operations

Brahmagupta gives detailed rules for the fundamental operations:

1. **Addition** (*saṃkalita*) and **Subtraction** (*vyavakalita*)
2. **Multiplication** (*guṇana*) — Methods include:
   - Direct multiplication
   - Multiplication by parts
   - Multiplication by factors
3. **Division** (*bhāgahāra*)
4. **Squaring** (*varga*) and **Square root** (*varga-mūla*)
5. **Cube** (*ghana*) and **Cube root** (*ghana-mūla*)

The methods of multiplication described by Brahmagupta include the standard methods known to all Indian mathematicians. The *bādhaka* (door-junction) method and the *khanda* (parts) method are of particular interest.

5 Fractions

Pages 216–225.

5.1 Reduction and Basic Operations

Reduction to lowest terms. A non-mathematical work, *Tattvārthādhigama-Sūtra-Bhāṣya* by Umāsvati (c. 150 A.D.) casually mentions as follows in the context of a philosophic discourse:

> *"Or, as when the expert mathematician, for the purpose of simplifying operations, removes common factors from the numerator and denominator of a fraction, there is no change in the value of the fraction, so..."*

Reduction to common denominator. Whenever we have to add or subtract fractions, we follow this reduction operation to a common denominator. Brahmagupta gives the reduction along with the similar processes:

> *"By the multiplication of the numerator and denominator of each of the (fractional) quantities by other denominators, the quantities are reduced to a common denominator. In addition, the numerators are united, in subtraction their difference is taken."* — BrSpSi, XII. 2.

5.2 Classes of Fractional Combinations

Since there was no proper symbolism available to these early Indian mathematicians, they divided combination of fractions into four classes:

(i) **Bhāga** — The form $\left(\frac{a}{b} \pm \frac{c}{d} \pm \frac{e}{f} \pm \dots\right)$

usually written as:

$$\begin{array}{|c|c|c|}\hline a & c & e \\ \hline b & d & f \\ \hline \end{array} \quad \text{or} \quad \begin{array}{|c|c|c|}\hline a & .c & .e \\ \hline b & d & f \\ \hline \end{array}$$

where the dots denote subtraction.

(ii) **Prabhāga** — The form $\left(\frac{a}{b} \text{ of } \frac{c}{d} \text{ of } \frac{e}{f} \dots\right)$

(iii) **Bhāgānubandha** — The form $\left(a + \frac{b}{c}\right)$ is written as:

$$\begin{array}{|c|}\hline a \\ \hline b \\ \hline c \\ \hline \end{array}$$

(iv) **Bhāgāpavāha** — The form $\left(a - \frac{b}{c}\right)$

6 Rule of Three and Compound Proportion

Pages 226–235.

6.1 The Trairāśika (Rule of Three)

The Rule of Three (*trairāśika*) is one of the most important rules in Indian mathematics. It is stated as follows:

> *"In the Rule of Three, the **phala** (fruit) is multiplied by the **icchā** (requisition) and the product is divided by the **pramāṇa** (argument). The resulting quotient is the **icchā-phala** (required fruit)."*

Symbolically, if a (pramāṇa) gives b (phala), then c (icchā) gives:

$$x = \frac{b \times c}{a}$$

6.2 Compound Proportion

When more than three quantities are involved, we have the compound proportion (*vyasta-trairāśika* or inverse rule of three, and *bhūmiśaḥ* or multiple rule).

Brahmagupta's rule for compound proportion:

> *"In the method of compound proportion, the fruit is multiplied by the requisition and divided by the argument; in case of inverse proportion, the operation is reversed."*

Example: If 1 pala and 1 karṣa of sandalwood are obtained for 10 and a half paṇas, for how much will be obtained 9 palas and 1 karṣa?

(4 karṣas = 1 pala).

We shall represent them in the Rule of Compound Proportion as:

Pramāṇa pakṣa: 1 pala, 1 karṣa = $\frac{5}{4}$ pana.

Icchā pakṣa: 9 palas, 1 karṣa = $\frac{37}{4}$ pala

Transposing the fruits, we have the solution by the rule of compound proportion.

6.3 Rule of Three as a Particular Case

Pages 230–235. According to Brahmagupta, the above method of "compound proportion" may be applied to the Rule of Three. Taking the example solved under the Rule of Three:

If one pala and one karṣa of sandalwood are obtained for ten and a half paṇas, for how much will be obtained nine palas and one karṣa?

We represent them in the Rule of Compound Proportion as:

$$\begin{array}{rl} \text{Pramāṇa pakṣa:} & \text{1 pala, 1 karṣa} = \frac{5}{4}\text{ pana} \\ \text{Icchā pakṣa:} & \text{9 palas, 1 karṣa} = \frac{37}{4}\text{ pana} \end{array}$$

This we shall represent as:

$$\begin{array}{|c|} \hline 5/4 \\ \hline 37/4 \\ \hline \end{array}$$

Transposing the fruits, we have:

The product of numbers on the side of the larger set is divided by the product of the numbers on the side of the smaller set. In this case, the result is calculated accordingly.

7 Algebra Goes to Europe from India

Pages 236–245.

The transmission of Indian algebra to Europe is one of the most important chapters in the history of mathematics. The Arabs first became acquainted with a scientific system of astronomy and algebra through Indian works.

The grounds on which they proceeded are unfortunately not specified; but as they gave Bhāskara's age correctly, as well as several other dates right, which admit of being verified, it is presumed that they had grounds, though unexplained, for the information which they communicated.

Mr. Bentley, who is little disposed to favour the antiquity of an Indian astronomer, has given his reasons for considering the astronomical system which Brahmagupta teaches, to be between twelve and thirteen hundred years old (1263 years in A.D. 1799). Now as the system taught by this author is professedly one corrected and adapted by him to conform with the observed positions of the celestial objects when he wrote, the age, when their positions would be conformable with the results of computations made as by him directed, is precisely the age of the author himself.

The translator has assigned on former occasions the grounds upon which he sees reason to place the author's age, soon after the period when the vernal equinox coincided with the beginning of the lunar mansion and zodiacal asterism Aśvinī, where the Hindu ecliptic now commences. He is supported in it by the sentiments of Bhāskara and other Indian astronomers, who infer from Brahmagupta's doctrine concerning the solstitial points, of which he does not admit a periodical motion, that he lived when the equinoxes did not, sensibly to him, deviate from the beginning of Aśvinī and middle of *citrā* on the Hindu sphere. On these grounds it is maintained, that Brahmagupta is rightly placed in the **sixth or beginning of the seventh century** of the Christian era.

The age when Brahmagupta flourished is generally taken to be 628 A.D., the date of composition of the *Brāhmasphuṭasiddhānta.*

8 Algebraic Operations

Pages 246–255.

Brahmagupta gives systematic rules for algebraic operations in Chapter XVIII of the *Brāhmasphuṭasiddhānta.*

8.1 Addition and Subtraction of Unknowns

Brahmagupta classified unknown quantities into categories called *jāti* (species):

> *"The numerical coefficients of the same unknown are added to or subtracted from each other; the same is done with the known quantities. When the unknowns are different, they are not united."*

This means that the numerical coefficients of x cannot be added to or subtracted from the numerical coefficients of y or x^2 or x^3 or xy and so on because these terms belong to different *jāti* or they do not belong to the category of the "like."

8.2 Multiplication of Unknowns

Again, regarding multiplication, Brahmagupta says:

> *"The product of the two like unknowns is a square; the product of three or more like unknowns is a power of that designation. The multiplication of unknowns of unlike species is the same as the mutual product of symbols; it is called* ***bhāvita*** *(product or factum)."*

Having given the rules of the operations for addition, subtraction and multiplication, Brahmagupta does not think it necessary to deal with other operations. His section on the calculations with zero, negative and positive quantities ends here.

8.3 How is an Equation Formed?

Prthūdaka Svāmī while commenting on a verse in *Brāhmasphuṭasiddhānta* speaks as follows:

> *"In this case, in the problem proposed by the questioner, yāvat-tāvat is put for the value of the unknown quantity. Then performing multiplication, division etc. as required in the problem the two sides shall be carefully made equal. The equation being formed in this way, then the rule (for its solution) follows."*

8.4 Plan for Writing Equations

When in regards to a given problem, an equation has been formed, it has to be written down for further operations. This writing down of an equation is technically known as *nyāsa.* Perhaps the oldest record of *nyāsa* is to be found in the *Bakhshālī Manuscript.* According to the procedure prescribed in this work, the two sides of an equation are put down one after the other in the same line without any sign of equality being interposed.

8.5 Rules for Zero, Positive and Negative Numbers

Brahmagupta gives the following famous rules for operations with zero and negative numbers (BrSpSi, XVIII. 30–36):

1. The sum of two positive quantities is positive; the sum of two negative quantities is negative.
2. The sum of a positive and a negative is their difference; if they are equal, the sum is zero.
3. A negative quantity subtracted from zero becomes positive; a positive quantity subtracted from zero becomes negative.
4. Zero subtracted from a negative quantity is negative; zero subtracted from a positive quantity is positive.
5. The product of zero and a negative quantity is zero; the product of zero and a positive quantity is zero.
6. Zero divided by any quantity is zero.
7. *A quantity divided by zero becomes that fraction of which the denominator is zero.* This is the famous (though incorrect, by modern standards) statement about division by zero.

These rules were remarkable for their time, representing the first systematic treatment of negative numbers and zero as algebraic entities in the history of mathematics.

9 Quadratic Equations

Pages 256–265.

The geometrical solution of a quadratic equation in this country would take us to the Vedic *Sulba* period. The *Bakhshālī Manuscript* also contains certain problems which need the solving of quadratic equations.

Example: A certain person travels s *yojana* on the first day and b *yojana* more on each successive day. Another who travels at the uniform rate of S *yojana* per day, has a start of t days. When will the first man overtake the second?

This leads to the quadratic:

$$s + (s + b) + (s + 2b) + \ldots + [s + (n - 1)b] = S(n + t)$$

$$ns + \frac{n(n-1)}{2}b = Sn + St$$

$$n^2 \cdot \frac{b}{2} + n\left(s - \frac{b}{2} - S\right) - St = 0$$

9.1 Brahmagupta's Rule for Quadratic Equations

Brahmagupta gives the following rule (BrSpSi, XVIII. 44–45):

> *"To the absolute number multiplied by the number of the square, add the square of half the coefficient of the unknown; the square root of the sum, less half the coefficient, divided by the number of the square, is the unknown."*

In modern notation, for the equation $ax^2 + bx = c$:

$$x = \frac{\sqrt{ac + \left(\frac{b}{2}\right)^2} - \frac{b}{2}}{a}$$

This is equivalent to the modern quadratic formula for the positive root.

9.2 Simultaneous Equations

Brahmagupta's rule for solving simultaneous equations is as follows:

> *"Equi-clearance should be made first between two and two of them and so on to the last; from one side one unknown should be cleared, other unknowns reduced to a common denominator and also the absolute numbers should be cleared from the side opposite. The residue of other unknowns being divided by the residual coefficient of the first unknown will give the value of the first unknown. If there be obtained several such values, then with two and two of them, equations should be formed after reduction to common denominators. Proceeding in this way to the end find out the value of one unknown. If that value be (in terms of) another unknown then the coefficients of those two will be reciprocally the values of the two unknowns. If, however, there be present more unknowns in that value, the method of the pulveriser should be employed. Arbitrary values may then be assumed for some of the unknowns."*

Datta and Singh have said that the above rule of Brahmagupta, and also the one indicated in the commentary of *Prthūdaka Svāmī*, embraces the solution of indeterminate as well as the determinate equations. In fact, all the examples given by Brahmagupta in illustration of the rule are of indeterminate character. So far as the determinate simultaneous equations are concerned, Brahmagupta's method for solving them will be easily recognised to be the same as our present one.

10 Bhāskara I and the Kuṭṭaka Operation

Pages 266–280.

An indeterminate equation of the first degree of the type:

$$\frac{ax - c}{b} = y$$

(with x and y unknown) is known in Hindu mathematics by the name of "pulveriser" — *kuṭṭākāra*. In this equation, a is called the "dividend" (*bhājya*), b the "divisor" (*bhāgahāra*), c the interpolator (*kṣepa*), x the "multiplier" (*guṇakāra*), and y the "quotient" (*labdha*).

In the pulveriser contemplated in the above stanza:

$a =$ revolution number of a planet
$b =$ civil days in a *yuga*
$c =$ residue of the revolutions of the planet (*śeṣa*)

10.1 Bhāskara I's Preliminary Operation

In Chapter I of the *Mahābhāskarīya*, Bhāskara I has described the preliminary operation to be performed on the divisor and dividend of a pulveriser:

> *"The divisor (which is 'the number of civil days in a yuga') and the dividend (which is 'the revolution number of the desired planet') become prime to each other on being divided by the (last non-zero) residue of the mutual division of the number of civil days in a yuga and the revolution number of the desired planet. The operations of the pulveriser should be performed on them (i.e. on the abraded divisor and abraded dividend). So has been said."* — MBh. I. 41.

10.2 The Pulveriser Method

The method of the pulveriser (*kuṭṭaka*) involves the following steps:

1. Divide a by b and obtain the quotient and remainder.
2. Divide b by this remainder and obtain a new quotient and remainder.
3. Continue this process of mutual division until the remainder becomes zero.
4. Write down the quotients obtained in a column.
5. The number of quotients is made odd by adding the residue if necessary.
6. From the bottom, multiply the last number by the interpolator and add the number above it.
7. Continue this process until the top is reached.
8. The number at the top gives the value of x and the number at the bottom gives y.

10.3 General Form

The general form of the pulveriser is to find integer solutions to:

$$ax + c = by$$

where a, b, and c are given integers.

Brahmagupta's method was later improved by Āryabhaṭa II and Bhāskara II, but the fundamental approach was established in the *Brāhmasphuṭasiddhānta*.

10.4 Special Rules for the Pulveriser

Brahmagupta gives special rules for various cases of the pulveriser:

Case 1: When the interpolator $c = 0$ (exact division):

$$ax = by \implies x = \frac{b}{\gcd(a, b)} \cdot k, \quad y = \frac{a}{\gcd(a, b)} \cdot k$$

Case 2: When the interpolator is positive: The solution is obtained by the standard pulveriser method.

Case 3: When the interpolator is negative: Brahmagupta gives a rule for converting the negative interpolator case to the positive case.

Case 4: When the interpolator is divided by the divisor or dividend: Special reduction methods are applied.

11 Summary of Brahmagupta's Mathematical Contributions

The *Brāhmasphuṭasiddhānta* and the *Khaṇḍakhādyaka* together represent the most comprehensive treatment of mathematics and astronomy in the 7th century. The contributions covered in this section (Pages 141–280) include:

1. **Second-order interpolation**: Brahmagupta was the first mathematician in history to use the second difference in interpolation, as demonstrated in the *Uttara Khaṇḍakhādyaka* (UKK. 8).
2. **Sine rule**: He was the first in India to give the sine rule for plane triangles, in the context of computing planetary positions.
3. **Planetary corrections**: Systematic corrections to the epicycles of apsis for the Sun, Moon, and planets, bringing calculated positions into agreement with observation.
4. **Lunar inequalities**: Recognition and treatment of the second inequality of the Moon (evection), known as Śrīpati's equation.
5. **Spherical astronomy**: Development of Indian methods using properties of similar right-angled triangles (*krānti-kṣetra* and *akṣa-kṣetra*).
6. **System of numerals**: Contribution to the place-value notation and its transmission to the Arab world, and subsequently to Europe.
7. **Fractions**: Classification of fractional combinations into *bhāga*, *prabhāga*, *bhāgānubandha*, and *bhāgāpavāha*.
8. **Algebra**: Systematic rules for operations with zero, positive and negative numbers; the first to treat zero as a number in its own right.
9. **Quadratic equations**: General formula for solving quadratic equations.
10. **Indeterminate equations**: The *kuṭṭaka* (pulveriser) method for solving linear indeterminate equations, fundamental to Indian astronomy for calculating planetary positions.

Editor's Note

This typeset edition presents the English commentary and exposition on Brahmagupta's *Brāhmasphuṭasiddhānta* as found in the scholarly edition covering pages 141–280 of the original text. The content includes:

- Detailed exposition of the *Uttara Khaṇḍakhādyaka*
- Treatment of planetary aphelions, apogees, and epicycle corrections
- Brahmagupta's pioneering use of second differences in interpolation
- The sine rule in Indian trigonometry
- Indian luni-solar astronomy
- Spherical astronomy — comparison of Indian and Greek methods
- Operations in Pāṭīgaṇita (arithmetic)

- Fractions and their combinations
- Rule of Three and compound proportion
- The transmission of algebra from India to Europe
- Algebraic operations with zero, positive and negative numbers
- Quadratic equations
- The Kuṭṭaka (pulveriser) operation

Typeset with XeLaTeX
Using Noto Serif Devanagari for Sanskrit text

Brāhmasphuṭsiddhānta

of Brahmagupta (628 CE)

Critical Edition with English Commentary

Edited by

Sudhākara Dvivedin
(Benares Sanskrit Series, 1901/1902)

Part I, Chunk 3

Pages 281–420 of the Original Edition

This chunk comprises:

Chapters VIII–XIII of the English Commentary,
and the opening Sanskrit text of the Madhyamādhikāra

Typeset with XƎLaTeX using Polyglossia and Noto Serif Devanagari

Generated from scanned source — OCR processed

Contents

Introduction to This Chunk **2**

1 Chapter VIII: Brahmagupta as an Algebraist **2**
1.1 The Pulverizer (Kuṭṭaka) . . . 2
1.2 Linear Equations . . . 3
1.3 One Linear Equation in More Than Two Unknowns . . . 3
1.4 Varga-Prakṛti: The Square-Nature (Pell's Equation) . . . 3
1.4.1 First Lemma of Brahmagupta . . . 4
1.4.2 Second Lemma of Brahmagupta . . . 4
1.4.3 Rational Solution . . . 4
1.4.4 The Cakravāla or Cyclic Method . . . 4
1.5 Rational Geometrical Figures . . . 5
1.5.1 Isosceles Triangles with Integral Sides . . . 5
1.5.2 Rational Inscribed Quadrilaterals . . . 5
1.6 Double First Degree Equations . . . 5

2 Chapter X: Arabic and Indian Divisions of the Zodiac **6**
2.1 Nakṣatras and Their Principal Stars . . . 6

3 Chapter XI: Brahmagupta's Astronomy: Its Highlights **6**
3.1 Units of Time . . . 6
3.2 Mean Longitude of Planets . . . 7
3.3 Concordance of Working Rules . . . 7
3.4 Tables of Planetary Constants . . . 8

4 Chapter XII: Brahmagupta a Great Critic **8**
4.1 Criticism of Āryabhaṭa . . . 8
4.2 Brahmagupta and Śrīṣena . . . 8

5 Chapter XIII: Brahmagupta and Astronomical Instruments **9**
5.1 Setting Up of the Gnomon (Śaṇku) . . . 9
5.2 Gnomon Used for Finding the Directions . . . 9
5.3 Golayantra or Armillary Sphere . . . 9
5.4 How to Observe Places of Stars . . . 9

6 The Sanskrit Text: Madhyamādhikāra **10**
6.1 Sample Verses with Commentary . . . 10
6.2 Epoch and Ahargana Calculation . . . 11

Colophon **12**

Introduction to This Chunk

This volume contains pages 281–420 of the critical edition of Brahmagupta's *Brāhmasphuṭsiddhānta*, edited by Sudhākara Dvivedin. The content falls into two major divisions:

1. **English Commentary and Analysis (Chapters VIII–XIII)**: A detailed scholarly exposition of Brahmagupta's contributions to algebra, astronomy, and astronomical instruments, with extensive mathematical commentary.

2. **Sanskrit Text**: The critically edited Sanskrit text of the *Brāhmasphuṭsiddhānta*, beginning with the first chapter (Madhyamādhikāra), accompanied by a critical apparatus recording variant readings.

The English commentary covers Brahmagupta's work on the kuṭṭaka (pulverizer) method for solving linear Diophantine equations, the varga-prakṛti (square-nature, or Pell's equation), rational geometrical figures, astronomical computations including the divisions of the zodiac, and descriptions of astronomical instruments.

---

1 Chapter VIII: Brahmagupta as an Algebraist

This chapter (original pages 232–277) presents Brahmagupta's algebraic methods, particularly the kuṭṭaka (pulverizer) operations for solving indeterminate equations of the first and second degrees. The commentary draws extensively from the works of later mathematicians including Bhāskara I, Pṛthūdaka Svāmi, and others.

1.1 The Pulverizer (Kuṭṭaka)

Brahmagupta's kuṭṭaka method is a systematic procedure for solving linear Diophantine equations of the form:

$$ax \pm c = by$$

where a, b, and c are given integers, and x, y are the unknowns to be found in integers.

The text says that as a preliminary operation to the solution of this pulveriser, a and b, i.e., civil days in *yuga* and revolution-number of the planet, should be made prime to each other by dividing them out by their greatest common factor. That is to say, in solving a pulveriser, one should always make use of abraded divisor and abraded dividend.

The interpolator, i.e., the residue, should also be divided out by the same factor. (This instruction is not given in the text, but it is implied that the residue should be computed for the abraded dividend and abraded divisor.)

The procedure is described as follows:

> Set down the dividend above and the divisor (*hāra*) below that. Divide them mutually and write down the quotients (*labdha*) of division one below the other (in the form of a chain). (When an even number of quotients is obtained) think out by what number the (last) remainder be multiplied so that the product being diminished by the (given) residue be exactly divisible (by the divisor corresponding to that remainder). Put down the chosen number called *mati* below the chain and then the new quotient underneath it. Then by the chosen number multiply the number which stands just above it, and to the product add the quotient (written below the chosen number). (Replace the upper number by the resulting sum and cancel the number below). Proceed afterwards also in the same way

> (until only two numbers remain). Divide the upper number (called the "multiplier") by the divisor by the usual process and the lower one (called the "quotient") by the dividend: the remainders (thus obtained) will respectively be the *ahargana* and the revolutions etc. or what one wants to know.

In modern notation, if $x =$ ahargana and $y =$ complete revolutions performed by the planet, the pulverizer finds integer solutions to the congruence arising from planetary motion calculations.

1.2 Linear Equations

Proceeding as before, we find solutions to equations such as:

$$11y = 18x + 10$$

to be $x = 8$, $y = 14$. These will also be the values of x and y in the case of the negative divisor but the quotient for the reasons stated before should be made negative. So the solution of:

$$-11y = 18x + 10$$

is $x = 8$, $y = -14$. Subtracting these (i.e., their numerical values) from their respective abraders, we get the solution of:

$$-11y = 18x - 10$$

as $x = 3$, $y = -4$.

Bhāskara I's rule states:

> "When the divisor is positive or negative the numerical values of the quotient and multiplier remain the same: when either the divisor or the dividend is negative, the quotient must always be known to be negative."

1.3 One Linear Equation in More Than Two Unknowns

Whenever a linear equation involves more than two unknowns the Indian algebraists used to assume arbitrary values for all the unknowns except two and then to apply the method of *kuṭṭaka* or "pulveriser." In this connection, Brahmagupta says:

> The method of the pulveriser (should be employed if there be present many unknowns in any equation).

1.4 Varga-Prakṛti: The Square-Nature (Pell's Equation)

The varga-prakṛti is one of the most significant contributions of Indian algebra. The problem is to solve, in integers, equations of the form:

$$Nx^2 \pm c = y^2$$

where N is a given non-square integer, and x, y are unknown integers. When $c = 1$, this is Pell's equation.

1.4.1 First Lemma of Brahmagupta

If (x_1, y_1) and (x_2, y_2) be two solutions of:

$$Nx^2 + k_1 = y^2 \quad \text{and} \quad Nx^2 + k_2 = y^2$$

respectively, then a new solution of:

$$Nx^2 + k_1 k_2 = y^2$$

is given by:

$$x = x_1 y_2 \pm x_2 y_1, \qquad y = y_1 y_2 \pm N x_1 x_2$$

This is known as the *prakṛti-prakṛti* or "composition" principle.

1.4.2 Second Lemma of Brahmagupta

Suppose the varga-prakṛti (Square-nature) to be:

$$Nx^2 \pm p^2 d = y^2$$

so that its interpolator (*kṣepa*) $p^2 d$ is exactly divisible by the square p^2. Then, putting therein $u = x/p$, $v = y/p$, we derive the equation:

$$Nu^2 \pm d = v^2$$

whose interpolator is equal to that of the original Square-nature divided by p^2. It is clear that the roots of the original equation are p times those of the derived equation.

1.4.3 Rational Solution

Indian algebraists have usually suggested the following method to obtain a first solution of $Nx^2 + 1 = y^2$:

Take an arbitrary small rational number, α, such that its square multiplied by the *gunaka* N and increased or diminished by a suitably chosen rational number k will be an exact square:

$$N\alpha^2 \pm k = \beta^2$$

where α, k, and β are rational numbers. Let us call this relation the *Auxiliary Equation.* Then by Brahmagupta's Corollary, we get:

$$N(2\alpha\beta)^2 + k^2 = (\beta^2 + N\alpha^2)^2$$

or:

$$N\left(\frac{2\alpha\beta}{k}\right)^2 + 1 = \left(\frac{\beta^2 + N\alpha^2}{k}\right)^2$$

Hence, one rational solution is:

$$x = \frac{2\alpha\beta}{k}, \qquad y = \frac{\beta^2 + N\alpha^2}{k}$$

1.4.4 The Cakravāla or Cyclic Method

The *cakravāla* (cyclic method) is an iterative algorithm for obtaining integer solutions to $Nx^2 + 1 = y^2$. Starting from an auxiliary equation $Na^2 + k = b^2$, the method proceeds by the principle of composition to reduce the interpolator k successively until it becomes ± 1, ± 2, or ± 4, from which the solution with interpolator $+1$ can be derived by known lemmas.

1.5 Rational Geometrical Figures

Brahmagupta in connection with the solution of rational triangles says:

> The square of the optional (*iṣṭa*) side is divided and then diminished by an optional number; half the result is the upright, and that increased by the optional number gives the hypotenuse of a rectangle.

If m, n be any two rational numbers, then the sides of a right-angled triangle will be:

$$m, \quad \frac{1}{2}\left(\frac{m^2}{n} - n\right), \quad \frac{1}{2}\left(\frac{m^2}{n} + n\right)$$

Brahmagupta was the first to give a solution of the equation $x^2 + y^2 = z^2$ in integers. His solution is:

$$m^2 - n^2, \quad 2mn, \quad m^2 + n^2$$

m and n being two unequal integers.

Thus if $m = 7$ and $n = 4$, then $m^2 - n^2 = 33$, $2mn = 56$ and $m^2 + n^2 = 65$; then the three numbers 33, 56 and 65 bear the relation $33^2 + 56^2 = 65^2$.

1.5.1 Isosceles Triangles with Integral Sides

The following statement of Brahmagupta in this connection is very significant (*BrSpSi.* XII. 35):

> The sum of the squares of two unequal numbers is divided by their difference; the quotient is multiplied by the difference and increased by the quotient; the moieties of the sum and difference are the sides of an isosceles triangle.

1.5.2 Rational Inscribed Quadrilaterals

Brahmagupta gave the remarkable formula for the area of a cyclic quadrilateral:

$$A = \sqrt{(s-a)(s-b)(s-c)(s-d)}$$

where $s = \frac{1}{2}(a + b + c + d)$ is the semiperimeter. This generalizes Heron's formula for triangles (the case $d = 0$).

1.6 Double First Degree Equations

Brahmagupta's own rule for solving simultaneous equations is illustrated by the following example. On subtracting from the product of signs and degrees of the Sun, three and four times (respectively) those quantities, ninety is obtained. Determining the Sun within a year (one can pass as a proficient) mathematician.

If we presume x to denote the signs and y the degrees of the Sun, then the equation would be:

$$xy - 3x - 4y = 90$$

Prṯhūdaka Svāmi solves it in two ways by assuming arbitrary values for one unknown and solving for the other.

2 Chapter X: Arabic and Indian Divisions of the Zodiac

This chapter (original pages 278–289) discusses the correspondence between the Indian system of 27 or 28 nakṣatras (lunar mansions) and the Arabic and Greek divisions of the zodiac.

The author, following Colebrooke's researches, enumerates the twenty-seven (or twenty-eight) nakṣatras and their principal stars, comparing them with the Arabic *manāzil al-qamar* (moon's mansions). The chapter begins with Aśvinī and proceeds through the complete cycle.

2.1 Nakṣatras and Their Principal Stars

The principal nakṣatras discussed include:

1. *Aśvinī* — The Wives of the Aśvins, figured as a horse's head, comprising three stars. The principal star is identified as β Arietis (Sheratan).
2. *Bharaṇī* — Figured as the body of a horse, containing three stars, of which 35, 39, and 41 Arietis are the brightest.
3. *Kṛttikā* — The Pleiades, containing six (or seven) stars.
4. *Rohiṇī* — The Red One, identified with Aldebaran (α Tauri).
5. *Mṛgasīras* — The deer's head, identified with λ Orionis.

The chapter continues through all 27 nakṣatras, noting their shapes, number of stars, principal stars, and their Arabic counterparts. Key comparisons include:

- The Arabic *Alnath* (β Tauri) corresponds to the Indian star in Mṛgasīras.
- The division of the ecliptic into 27 or 28 mansions is of purely Indian origin, while the concept of 12 Rāśis (signs) is probably inspired from the Greeks.
- The names Kanyā (Virgo), Tulā (Libra), and Karka (Cancer) appear to be of Greek origin.

The author concludes by noting that while the concept of 27 nakṣatras is Vedic and most ancient, the agreements between Indian and Arabic divisions are largely by chance.

---

3 Chapter XI: Brahmagupta's Astronomy: Its Highlights

This chapter (original pages 290–319) presents the essential astronomical computations of the Brāhmasphuṭsiddhānta, including the computation of time units, mean longitudes of planets, and various astronomical elements.

3.1 Units of Time

Brahmagupta's system of time reckoning is as follows:

- A *kalpa* consists of 4,320,000,000 solar years.
- The number of civil days in a kalpa is 1,577,917,828,000.
- The number of solar months is 51,840,000,000.

- The number of lunar months is 53,433,300,000.
- By subtracting, the number of *adhi-māsas* (additional months) is 1,593,300,000.
- This multiplied by 30 gives the number of lunar days (*śāsi-divasa*) in a kalpa: 1,602,999,000,000.

Calculation of Ahargana: The method of calculating ahargana (number of days elapsed since the beginning of kaliyuga) involves converting the given date into elapsed days from the epoch.

Brahmagupta calculates the *sṛṣṭi-saṃvatsara* or the Creation Era during his year of composition:

> Six *manus* have gone in the kalpa; the seventh manu is now running of which have lapsed 27 caturyugis; of the twenty eighth caturyugi, the three yugas, kṛta, dvāpara and tretā have gone by and also of the present kaliyuga 3179 years have lapsed.

The total period thus lapsed on calculation comes to be 1,972,947,179 years:

$$\begin{aligned}\text{Total Period} &= 6 \text{ manus} + 7 \text{ manu-sandhis} + 27 \text{ yugas} \\ &\quad + \text{kṛta} + \text{dvāpara} + \text{tretā} + 3179 \text{ years of kali} \\ &= (6 \times 71 \times 4,320,000) + (7 \times 4 \times 432,000) \\ &\quad + (27 \times 4,320,000) + (1,728,000 + 1,296,000 + 864,000) + 3,179 \\ &= 1,972,947,179 \text{ years.}\end{aligned}$$

3.2 Mean Longitude of Planets

Brahmagupta gives rules for finding the mean longitudes of the planets. The general method involves:

1. Finding the *ahargana* (elapsed days) from the epoch.
2. Multiplying by the revolution-number of the planet and dividing by civil days in a kalpa.
3. The result gives the mean longitude in signs, degrees, minutes, etc.

3.3 Concordance of Working Rules

The editor provides a concordance table showing where Brahmagupta's rules appear in other astronomical texts. Key rules include:

1. Rule for finding the mean longitude of the *Síghrocca* of Venus and also giving the additives for the *Síghrocca* of Mercury and Moon: *BrSpSi.* XXV. 36.
2. Rule for finding the mean longitude of Saturn: *BrSpSi.* XXV. 35.
3. Rule for finding the mean longitude of Mars: *BrSpSi.* XXV. 33.
4. Rule for finding the mean longitude of Jupiter: *BrSpSi.* XXX. 35.
5. Rule for finding the distance of a place from the prime meridian: *BrSpSi.* I. 36.
6. Rule for finding the directions: *BrSpSi.* III. 1.
7. Rule for determining the declination, day-radius, earth sine and ascensional difference (for the Sun or a point on the ecliptic): *BrSpSi.* II. 55.

Table 1: Mean Diameters of the Planets

Planet	*BrSpSi.*	*Sūrya-Siddhānta*	Āryabhaṭīya	Modern
Sun	$32'31''$	$32'24''$	$33''$ approx.	$32'2.36''$
Moon	$32'1''$ approx.	$32'$	$31'30''$	$31'8''$
Mars	$4'46''$	$2'$	$1'17''$	$9'36''$
Mercury	$6'14''$	$3'$	$2'8''$	$6'68''$
Jupiter	$7'22''$	$3'30''$	$3'12''$	$3'14.72''$
Venus	$9'$	$4'$	$6'24''$	$16.8''$
Saturn	$5'24''$	$2'30''$	$1'36''$	$2'49.5''$

3.4 Tables of Planetary Constants

The text includes comparative tables of:

---

4 Chapter XII: Brahmagupta a Great Critic

This chapter (original pages 320–333) discusses Brahmagupta's critical engagement with the work of Āryabhaṭa and his followers, as well as his relationship with the astronomer Śrīṣena.

4.1 Criticism of Āryabhaṭa

Brahmagupta has criticised Āryabhaṭa and his group for their expressions for determining *lambana* (i.e. the difference of the parallaxes, in longitude, of the Sun and the Moon), and the rule for determining the *avanati* or *nati* (i.e. the difference in parallaxes, in latitude of the Sun and Moon).

Lambana is obtained with the help of five Rsines:

(i) *madhya-jyā* — the Rsine of the zenith distance of the meridian ecliptic point.

(ii) *udaya-jyā* — the Rsine of the arc of the horizon intervening between the equator and the ecliptic.

(iii) *dṛk-kṣepa-jyā* — the Rsine of the zenith distance of the central ecliptic point.

(iv) *dṛg-jyā*

(v) *dṛg-gati-jyā*

The *udayajyā* is given by:

$$\text{udayajyā} = \frac{R \sin L \times R \sin \varepsilon}{R \cos \phi}$$

where L is the longitude of the horizon ecliptic point in the east, ε the obliquity of the ecliptic, and ϕ the latitude of the place.

4.2 Brahmagupta and Śrīṣena

Brahmagupta also directed his criticism against Śrīṣena, another contemporary astronomer. The chapter explores the doctrinal differences between them regarding planetary computations and the interpretation of astronomical observations.

---

5 Chapter XIII: Brahmagupta and Astronomical Instruments

This chapter (original pages 334–344) describes the astronomical instruments known to Brahmagupta, drawing on descriptions from the Āryabhaṭīya commentaries and the *Sūrya-Siddhānta*.

5.1 Setting Up of the Gnomon (Śaṇku)

Bhāskara I in his commentary on the Āryabhaṭīya tells us that there was a difference of opinion amongst astronomers in his time regarding the shape and size of the gnomon (also called style). Some prescribed:

- A gnomon with one-third in the bottom of a prism on a square base (*caturaśra*), one-third in the middle of the shape of a cow's tail (*go-pucchākāra*), and one-third at the top of the shape of a spear-head (*śūlākāra*).
- A square prismoidal (*samacaturaśra*) gnomon.

The followers of Āryabhaṭa I prescribed a broad (*pṛthu*), massive (*guru*), and large (*dīrgha*) cylindrical gnomon, made of excellent timber and free from any hole, scar, or knot on its body.

Brahmagupta describes a gnomon which at the bottom is two *añgulas* wide, pointed as a needle, 12 *añgulas* in length, and full of holes from the basic circular part to the pointed extremity (*BrSpSi.* XXII. 39).

For testing the level of the ground:

> When there is no wind, place a jar (full) of water upon a tripod on the ground which has been made plane by means of eye or thread, and bore a (fine) hole (at the bottom of the jar) so that the water may fall drop by drop.

5.2 Gnomon Used for Finding the Directions

The gnomon was used to determine the cardinal directions by observing the shadow at different times of the day. The method involves marking the shadow positions morning and afternoon when the shadows are equal, and then drawing a line between the two shadow tips to determine the east-west direction.

5.3 Golayantra or Armillary Sphere

The *golayantra* (armillary sphere) is described in detail. After rectifying the meridian, if it be wished to observe the Sun and Moon together, the outer secondary of the ecliptic must be made to intersect the ecliptic at the Sun's place for that time; and the solstitial colure must be moved until the place of intersection be opposite to the Sun.

The author of the *Sūrya-Siddhānta* then proceeds to notice the relation of the great circles before mentioned to the horizon, and observes that whatever place be assumed for the apex of the sphere, the middle of the heaven for that place is its horizon. He concludes by showing that the instrument may be made to revolve with regularity by means of a current of water; and hints that the appearance of spontaneous motion may be given by a concealed mechanism, for which quicksilver is to be employed.

5.4 How to Observe Places of Stars

The *Sūrya-Siddhānta* hints that the astronomer should frame a sphere and examine the apparent longitude and latitude (*sphuṭavikṣepa* and *sphuṭadhruvaka*). The commentators describe the method of finding the longitude and latitude of a star by aligning the moveable circles of the armillary sphere.

6 The Sanskrit Text: Madhyamādhikāra

From page 390 of the original edition, the critically edited Sanskrit text of the *Brāhmasphuṭsiddhānta* begins. This section presents the text of the first chapter (Madhyamādhikāra), accompanied by the critical apparatus recording variant readings from manuscripts and earlier editions.

The text begins with the benedictory verse and proceeds through the astronomical rules. The critical apparatus uses sigla to indicate manuscript sources and records emendations and corrections.

॥ श्रीगणेशाय नमः ॥

अथ ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तस्य

पूर्वद्वशाध्यायां मध्यमाधिकारः

The opening verses of the Madhyamādhikāra (Chapter I) of the Brāhmasphuṭsiddhānta are given below with the critical apparatus showing variant readings:

जयति प्रणतसुरासुरौरगीन्द्ररत्नप्रभाच्छुरितपादपङ्कजः । कर्ता जगत्पतिरदित्यतुल्ययानां महादेवः ॥ १ ॥
ब्रह्मगुप्तो ग्रहगणितं महता कालेन यत् खल्वीमतम् । क्षीणेऽधुनी तद्विपरीतवद्ब्राह्मणैरुपेतं ॥ २ ॥
ध्रुवबलार्कसुतबुधज्ञ ज्योतिर्विदां प्रीतिषद्गमदो । पोषणार्थं विवृतन्तरव्यक्तं सह प्रबन्धेन सूचितं ॥ ३ ॥
चैत्र्यादितदेवद्विजनोद्वन्मासर्वेष युगस्य । सृष्टिच्छादो लंकायां समं प्रवृता दिनेकलस्य ॥ ४ ॥
प्राग्र्योद्दीनाटिकाद्वो द्विद्विर्यष्टिका त्रिनाटिका षड्घ्ना । घटिका षड्घ्ना दिवलो दिवसानां त्रिंशता मासः ॥ ५ ॥

Critical Apparatus (selected variants):

1. श्री नमः | श्री रामाय — Variant readings from different manuscripts. The benedictory verse varies between recensions.
2. पोषणार्थं विवृतन्तरव्यक्तं for (पोषणार्थं विवृतान्तरव्यक्तं)
3. दिन (च) for (दिन) — Minor orthographic variants.
4. उदकस्य for (उदकस्य) — Manuscript spelling variants.
5. समप्रवृता for (समं प्रवृता)

The text continues with the definitions of time units, and then proceeds to the rules for computing the mean positions of the planets. The critical apparatus throughout records the readings of different manuscript sources, indicated by sigla such as (ग) for one manuscript family, (घ) for another, etc.

6.1 Sample Verses with Commentary

Further verses from the chapter include:

परिवर्तः सप्तचतुःषष्टिर सूर्यस्य दिनस्य मितिः । रवि भगणानां मानः सावनदिनस्य कुट्टकैरेष ॥
रवि भगणार्धबधा द्वादशांशेन भवति रविमासः । भगणान्तरं रविदिनः शशिमासः सूर्यमासेन ॥
अधिमासाः शशिमासाविन्द्वदिनस्य भवति शशिदिवसाः । शशिसावनदिवसान्तरनिवमानि तिथिः शशाङ्कदिनं ॥

BrSpSi. I. 22–24

These verses define the relationships between various time units:

- A solar year consists of approximately 365 days 15 minutes 30 seconds.
- A solar month is one-twelfth of the solar year.
- The difference between lunar and solar months gives the *adhi-māsa* (intercalary month).
- The difference between lunar and civil days gives the *tithi* (lunar day).

6.2 Epoch and Ahargana Calculation

कल्पपराद्ध मनवः षट्काश्य गताश्चतुर्द्वियुगानि युगानां । श्रुतपुराणादीनिक्षेपानां क्षयः सूर्यदिनं चक्षुः ॥
नवगणराशिमुनिन् नव समन्वन्तरदेवः शकुन्तपाते । शर्वमतेः सम्बत्सरात् संख्यां शरवच्छतं रूपैः ॥

BrSpSi. I. 26–27

These verses give the epoch calculation. At the beginning of Brahmagupta's *sṛṣṭi-saṃvatsara* (creation year), six manus have elapsed, along with 27 caturyugis of the seventh manu, and of the 28th caturyugi, three yugas (kṛta, tretā, dvāpara) plus 3179 years of kaliyuga.

Colophon

End of Chunk 3 (Pages 281–420)

This typeset edition was produced from scanned images of the original work:

"Brāhmasphuṭsiddhānta"
of Brahmagupta (628 CE),
edited by Sudhākara Dvivedin,
Benares Sanskrit Series, 1901/1902.

The original work comprises three parts.
This is Part I, Chunk 3 (pages 281–420).

Typeset with XƎLaTeX
using Polyglossia and Noto Serif Devanagari

ब्रह्मस्फुटसिद्धान्त

तृप्रश्नाधिकारः (अन्तिम भाग)
चन्द्रग्रहणाध्यायः
सूर्यग्रहणाध्यायः
उदयास्ताध्यायः, चन्द्रशृङ्गोन्नत्यध्यायः, चन्द्रच्छायाध्यायः, ग्रहयुत्यध्यायः
तन्त्रपरीक्षाध्यायः (दूषणाध्यायः)
गणिताध्यायः
प्रश्नाध्यायः (प्रारम्भ)

(ग)

(क)

(ख)

(च)

(घ)

□□□वि०

तृतीयोऽध्यायः

प्राक् पश्चाद्वा यामिध्वंटिकाभिरदिनिदलान्नतः सूर्यः । तिथ्यन्ते तद्रहिते त्रिशत् घटिकावशेषासि ॥ २५ ॥

विपरीतमर्धरात्राच्चन्द्रग्रहणे शनै रविग्रहणे । सूर्योत्पतस्ततस्ताभिरेव घटिकाभिर्द्विरपि ॥ २६ ॥

दिनदल परिधि स्फुट तिथिनतकेद्रज्यावधो गुरोः कन्दोः । इन्दू धृति धृतिभिः १९१ नवनववेदे ४६६ व्यासाङ्ककृतिभक्तः ॥ २७ ॥

तद्रहिते□□□तद्रहिते

घटिकामि□□□घटिकासि

त्रिशदधिकावशेषासि□□□त्रिशतुघटिकावशेषासिः

दिनदलान्नतः सूर्यः□□□दिनदलान्ततः सूर्यः

यतस्ततः□□□यतस्ततस्तु

चन्द्रग्रहणेचन्द्रग्रहविनिर्हारणः□□□चन्द्रग्रहणे

दल□□□दल

ज्याज्यावधो□□□ज्यावधो

कन्दोःकन्द्रो□□□कन्दोः

इन्दू धृतिभिः १९१ नवनववेदे ४६६संख्याएँ मूल में लुप्त हैं

व्यासाङ्ककृतिव्यासाङ्ककृते□□□व्यासाङ्ककृति

सप्तभिरंशगुणिता द्युगण दिवर्ध्व राशिभुक्ता हृताप्तांशः । अधिकोनकुजमर्कतात् मृगकर्कादौ स्फुटी भवतीति ॥ ३८ ॥

तत्स्फुटपरिधिः खनगाः ७० शीघ्रस्फुटपरिधिराप्तभागोनाः । वेदजिनाखिशोनाः २४३३० स्फुटीकरणं कुजस्यैव ॥ ३९ ॥

गुणिताः□□□गुणिता

स्फुटो□□□स्फुटौ

भवतिभवन्ति□□□भवतीति

स्फुटीकरणंस्फष्टीकरणं□□□स्फुटीकरणं

राप्तभागोनाः□□□राप्तभागोनाः

वि०

छायावृत्तेज्यगा कर्णगुणा व्यासदल हृतार्काप्ता । विषुवच्छाया याम्या तदन्तरैक्यं भुजस्याग्रे ॥ ४ ॥
शङ्कुप्राच्यपरा या छाया भुजकृतिविशेषमूलं नयेत् । तत्प्राच्यपरछाया भुजाग्रयोरन्तरं कोटिः ॥ ५ ॥
दिग्मध्ये छायाग्रं कृत्वा शङ्कुं यथादिशं विणम् । दिग्मध्यस्थितदृग् छायाग्रं भ्रमति विपरीतम् ॥ ६ ॥

वृत्तेज्यगा□□□वृत्तेज्काग्रा
हतार्काप्ता□□□हृतार्काप्ता
भुजकृतिविशेषमूलं नयेत्□□□भुजकृतिविशेषसूलं नयेत्
दिग्मध्ये□□□दिग्मध्ये
शङ्कोयंथादिशं□□□शङ्कोयंथादिशं
भ्रमति□□□भ्रमति

कृष्णाचतुर्दशान्ते शकुनि पक्षेण चतुष्पदप्रयमे । तिथ्यर्धं ते नागं किस्तुघ्नं प्रतिपदाद्यत् ॥ ६४ ॥
व्यक्तद्विकला भक्ताः खरसगुरणणः ३६० लब्धसुनमेकेन । चलकरानि विवादी □□□□ हृतशेषे तिथिवदन्यत् ॥ ६६ ॥

द्वियन्ते□□□द्वन्द्वान्तेद्वियन्ते दाकुति
चतुष्पदं□□□चतुष्पद
तिथ्यर्धं ते नागं□□□तिथ्यर्धं ते नागं
तिथिन्यत्□□□तिथिवदन्यत्
वि० इसकी श्लोक संख्या ६४ है

चतुर्थोऽध्यायः

सूर्यज्या दिनभागज्यया गुणाक्षज्ययाथवा भक्ता । या द्वादशगुणिता विषुवच्छाया विभक्ता वा ॥ १ ॥
द्वादश विषुवच्छाया गृह ते पृथगक्षलम्बजीवे वा । क्रान्तिहते सममण्डलकर्णः प्राग्वत् पृथक् छाया ॥ ३ ॥

ज्ययाथवा□□□ज्ययाथवा
विषुवच्छाया□□□विषुवच्छाया
छाये□□□छाया
पृथगक्ष□□□पृथगक्ष
कर्णः□□□कर्ण

द्विकुलंबछायाक्षज्ञा तद्गंसंयुते मूलम् । विषुवत्कर्णछाया कर्णोन्यदा शङ्कुः ॥ ७ ॥
उन्नतजीवाकोटिः छाया हर्ज्ञा भुजी नतज्ञा वा । कर्णछायावृत्तं व्यासाद्ध दयमतोऽन्यत्र ॥ ८ ॥

क्षयाक्षजयवज्ञा□□□क्षज्ञा
मूलम्□□□मूलम्
विषुवत्विषुवति□□□विषुवत्
कर्णोन्यदा□□□कर्णोत्यदा
शङ्कुलम्बःशङ्कुलबश□□□शङ्कुलब
कोटिछाया□□□कोटिः छाया
उन्नतजीवाकोटिः□□□उन्नतजीवाकोटिः
हर्ज्ञाशध्या□□□हर्ज्ञा
भुजानतज्ञावा□□□भुजोनतज्ञावा
वि० इसकी श्लोक संख्या ७ है

यद्यधिकं स्थित्यर्धं तदन्तरेणान्यथोनसूनमेकम् । ऋणमधिकं तदैक्येनाधिकमेवं विमर्दार्धः ॥ १४ ॥

स्फुटतिथ्यन्ताल्लम्बनमसकृतस्थित्यर्धहीनयुक्ताद्वा । तत्स्फुटं विश्लेषात् स्थिस्यर्धोतयुततिथ्यन्ते ॥ १६ ॥

तत्स्फुटतिथिछेदान्तरे स्फुटे तिथिदले विहीनयुतात् । स्वविमर्दोदयाद् एवं स्पष्टो विमर्दार्धः ॥ १७ ॥

शशिवद्विभुः स्फुटविक्षेपकृतं स्थितिदलेन संगुणिता । स्पष्टः स्थित्यर्धहतो भवति भुजः पूर्ववच्छेषमूलः ॥ १८ ॥

तदैक्येनाधिकमेवं□□□तदैक्येनाधिकमेवं

स्थिस्यर्धोतयुत□□□स्थितिस्यर्धोतयुततिथ्यन्ते

तत्स्फुटतिथिछेदान्तरे□□□तत्स्फुटतिथिछेदान्तरे

भुजः□□□भुजः

पूर्ववच्छेषमूलः□□□पूर्ववच्छेषमूलः

क्षयान्त्ययोः सधुमूः कृष्णः खण्डग्रहे ऽर्धान्तोऽधिके ग्रासः । सकृष्ण (षण्ण) ताम्रः स्वकरे शक्लिकपीलवर्णः ॥ १६ ॥

मानविमलं स्थितिदलवलनेष्ट ग्रास समकलादेषु । नदगूहराध्याय विस्तृतिराया इष्टचतुर्थोयाम् ॥ २० ॥

क्षयान्त्ययोः□□□क्षयान्त्ययोः

खण्डग्रहे□□□खण्डग्रहे

शशी□□□शशि

कपिलांकपिलवर्णः□□□कपिलवर्णः

दलनेष्ट□□□दलवलनेष्ट

वि० □□इति'' से □□अध्याय'' तक श्रंकित नहीं

♣♣♣

इति ब्रह्मगुप्ते चतुर्थोऽध्यायः

♣♣♣

पञ्चमोऽध्यायः

सूर्यज्या दिनभागज्यया गुणाक्षज्ययाथवा भक्ता । या द्वादशगुणिता विषुवच्छाया विभक्ता वा ॥ २ ॥
द्वादश विषुवच्छाया गृहे ते पृथगक्षलम्बजीवे वा । क्रान्तिहते सममण्डलकर्णः प्राग्वत् पृथक् छाया ॥ ३ ॥
अर्काग्रा दर्गोनं भुज्या वर्गाद् भ346450 सके 144 कृतिगुणितम् । आद्यान्योभ्रा द्वादशविषुवच्छाया वधो हतयोः ॥ ४ ॥

लम्बनघटिकालग्नात् तात्कालिकात् त्रिराशियुनात् । ऋण (ऋणां) धिके शकृन् हीनं धनमसकृत्पञ्च हृश्यन्ते ॥ ५ ॥
करणगुणात् व्यासाद्ध द्विसुवेद ४८ विभाजिता फलविभक्ता । लम्बननाड्यो भास्करवित्त्रिभलग्नान्तरं वा ॥ ६ ॥
यदि लम्बनमृणात् धनमधिकाः स्वफललिप्ताभिः । अक्षज्ञाया वित्त्रिभलग्नात् स्वक्रान्तिरुत्तराकस्य । इन्दोर्वा यद्यधिका न नतिः सौम्यान्यथा याम्या ॥ ८ ॥

ऋणमधिके□□□ऋणमधिके
मसकृत्पञ्च□□□मसकृत्पञ्च
हृश्यन्ते□□□हृश्यन्ते
विभाजिता फलविभक्ता□□□विभाजिता फलविभक्ता
लम्बननाड्यो□□□लम्बननाड्यो
वाज्यावा□□□वा

यद्यधिकं स्थित्यर्धं तदन्तरेणान्यथोनसूनमेकम् । ऋणमधिकं तदैक्येनाधिकमेवं विमर्दार्धः ॥ १४ ॥
स्फुटतिथ्यन्ताल्लम्बनमसकृतस्थित्यर्धहीनयुक्ताद्वा । तत्स्फुटं विश्लेषात् तिस्थिस्यर्धोतयुततिथ्यन्ते ॥ १६ ॥
तत्स्फुटतिथिछेदान्तरे स्फुटे तिथिदले विहीनयुतात् । स्वविमर्दोदयाद् एवं स्पष्टो विमर्दार्धः ॥ १७ ॥

तदैक्येनाधिकमेवं□□□तदैक्येनाधिकमेवं
तदैक्येनाधिकमेवं□□□तदैक्येनाधिकमेवं
तिस्थिस्यर्धोतयुत□□□स्थितिस्यर्धोतयुततिथ्यन्ते
तत्स्फुटतिथिछेदान्तरे□□□तत्स्फुटतिथिछेदान्तरे

एवं मानैक्यार्धादधिके सध्यान्तरे युतिग्रहयोः । स्थितिस्यर्धविमर्दर्धले हीनं तरा ग्रहेंदुयुतौ ॥ १८ ॥
लम्बनमकलग्रहवदसकृत्स्वावनतिलिप्तिकास्पष्टी । तात्कालिकविक्षेपी तदन्तरैक्यं समान्यदिशोः ॥ १९ ॥
विक्षेपो मध्यान्तरमुध्वस्वछादको ग्रहोऽध्वस्थः । मानैक्यार्धादधिके नातिस्पष्टास्फुटोक्तिरतः ॥ २० ॥

युतिग्रहयोः□□□युतिग्रहयोः
विमर्दर्धले□□□विमर्दे
तदन्तरैक्यं□□□तदन्तरैक्यं
लिप्ता□□□लिप्तिका
मर्के□□□मर्कट
मुध्वस्य छादको ग्रहोऽध्वस्थः□□□मुध्वं स्वछादको ग्रहोऽध्वस्थः

♣♣♣

इति ब्रह्मगुप्तसवर्गोऽध्यायः

♣♣♣

द्वादशाभिः शितांशुसितजीवक्षमिभूमिजा नवभिः । द्युत्तरवृद्धिरन्तरघटिका षड्गुणिता कलांशैः ॥ ६ ॥
हृश्याहृश्यायुतिवद्ग्रहाकं सुत्तचान्तरलब्धदिनैः । ऊनाधिकलिप्ताम्यः प्राग्वत् तात्कालिकैरसकृत ॥ ७ ॥
प्रतिदिनमुदयास्तमयाद् एवं तात्कालिकं ग्रहविलग्नैः । सूर्यास्तमयोदयिकः शीतांशुः पौष्णमास्यन्ते ॥ ८ ॥

शितांशुः□□□शीतांशुः
भूमिजानवभिः□□□भूमिजानवभिः
सुत्तचान्तरलब्धदिनैः□□□सुत्तचान्तरलब्धदिनैः
ऊनाधिक□□□ऊनाधिक
शीतांशोःशीतांशोः□□□शीतांशौ
पौष्णमास्यांपूर्णिमास्था□□□पौष्णमास्यन्ते
दयिकः□□□दयिकः

कोटिश्रवणाज्ञानात् शशिना श्युद्लोन्नतिर्विसंवदति । उदयास्तमयो दिनकृतः प्रतिघटिकं माती च वाज्ञानात् ॥ ३८ ॥
श्रकैतरघटिका व्यस्तज्ञा चन्द्रमानगुणिता यतः । व्यास विभक्ता शुद्धं यतो न दृक् सममसत्तस्मात् ॥ ३६ ॥
प्राक् गुदितोऽन्यधिकः पश्चादुदिनकोऽपरेव्यस्तः । कालो यः छाया तदसत्स्फुटं सुक्तिमान् प्राक् ॥ ४० ॥
उदितामुदितास्तमितावशेषकालान्नं वेत्ति यः स कथम् । आर्यमटज्ञः शदिनः छाया श्युद्लोन्नति वेत्ति ॥ ४१ ॥

श्युद्लोन्नतिः□□□श्युद्लोन्नतिः
विसंवदति□□□विसंवदति
दिनकृत्तः□□□दिनकृतः
दृक् सम□□□दृक् सम
प्राक् गुदितोऽन्यधिकः□□□प्रागुदितोऽन्यधिकः
शदिनः□□□दिनः
आर्यमटज्ञः□□□आर्यमटज्ञः

क्रान्तिज्ञा तत्क्रान्तिविक्षेपक्रान्तिचापानाम् । संयोगान्तरजीवा स्वक्रान्तिज्यैकभिन्नदिशाम् ॥ १४ ॥
एवं भमुनिश्नुवयो ग्रहतत्क्रान्त्या चन्द्राष्टकं कर्माद्य । कृत्वा गृहे भमुनिवत् तस्मात्स्वक्रान्तिजीवा वा ॥ १६ ॥

चापभागानाम्□□□चापानाम्
विक्षेप□□□विक्षेप
चैकभिन्नदिशाम्□□□ज्यैकभिन्नदिशाम्
श्लुवयोग्रह□□□श्लुवयोग्रह
च दृष्टिकर्माच□□□चन्द्राष्टकं कर्माद्
भमुनिश्नुवका□□□भमुनिश्नुवयो
वि० भमुनिश्नुवका प्राक् प्रदर्शिता त्विषादेषामेवकार्यं ग्रहस्य पुनस्तत् क्रान्ते प्रथमं वृत्तकरणंकृत्वा पश्चात् तज्ज्ञाति स्वक मुनिध्रुवकवत्

प्रतिघटिकमधिकशङ्कोभ्यां मध्ये दर्शयेत् भुवा । त्रिप्रश्नोक्तचा रविवद्धंकु भ्रमणादिक्रमशेषम् ॥ ४४ ॥
शङ्कु प्राच्यपरान्तरं विषुवच्छायैक्य सुत्तरे नृतले । याम्योतरं गुणाहतं स्वक्रान्तिलेशैः कर्णास्यास् ॥ ४६ ॥
तच्चापांशाः सदयेः संघुवकापक्रमांशरूना । विक्षेपांशे व्यस्ता व्यस्तविशुद्धा व्यसहशांशः ॥ ४७ ॥

दर्शयेन्□□□दर्शयेतु
रविवद्धंकु□□□रविवद्धंकु
परान्तर□□□परान्तरं
नृतरे□□□नृतले
याम्बैतर□□□याम्योत्तरं
गुणहतं□□□गुणाहतं
चापांशाः□□□चापांशाः
सहदयेः□□□सदयेः

♣♣♣

♣♣♣

एकादशोऽध्यायः

अथ तन्त्रपरीक्षा नामैकादशोऽध्यायः

ये ज्ञान पटलरुद्धद्वोन्यब्रह्मविदन्ति सिद्धान्तम् । तेषां युगादिभेदैर् दोषास्तान् प्रवक्ष्यामि ॥ १ ॥

युगमाहुः पञ्चाब्दं रविशशिनोः संहितां कारये । अधिमासा वमरात्र स्फुटतिथ्यज्ञान तदसत् ॥ २ ॥

येज्ञान□□□ये ज्ञान

रुद्धशोरुद्धो□□□रुद्धद्वो

न्यद्वाह्यविदन्तिन्यब्रह्मविदन्ति□□□न्यब्रह्मविदन्ति

सिद्धान्तात्□□□सिद्धान्तम्

भेदाद्ये□□□भेदैः

प्रवक्ष्यामिप्रविक्ष्यामि□□□प्रवक्षामि

पञ्चाक्षरं□□□पञ्चाब्दं

ज्ञानतस्तदसत्□□□ज्ञानतदसतु

कारये□□□कारये

वि०--अतिरिक्त पाठः अथ ब्रह्मगुप्तसिद्धान्ते एकादशमोऽध्यायः प्रारभ्यतेदुवृत्तेन्द्वयो गतगम्याल्पात्मकशून्य यमलसायक हतं कलाभिरूनौ सदाकेन्द्रविधु वजीवेद्वि २ हतं चन्द्रोच्चेतिथि १५ गुण च सितशीघ्रत्वीषु ५२ हतं च स्वार्द्वि २ कु १ वेद४ हतं च पात कुजशनिषु ग्रहबीजानि ब्रह्मसिद्धान्ते

युगवर्षादिनवद्व्येक्षं सितादेः समं प्रवृत्तान्यत् । तदसत् यतः स्फुटयुगं तस्थैर्यान्मन्दपातानाम् ॥ ६ ॥

ग्रहमुक्त रूनाया मन्दोच्चं भवति शीघ्रमधिकायाम् । उच्चगतौ मन्दोच्चं न विना भुक्तिं व्रजेमतः ॥ ७ ॥

आर्याष्टशते पाता भ्रमंति दशगीतके स्थिराः पठिताः । मुक्तं द्विपातमण्डपमण्डले भ्रमति स्थिरान्नतः ॥ ८ ॥

आर्यभटो जानाति ग्रहाष्टात् यदुक्तवांस्तदसत् । राहुकृतं न ग्रहणं तत्पातोऽनाष्टमो राहुः ॥ ९ ॥

युगवर्षादी□□□युगवर्षादि

सप्रवृत्तानयत्□□□समं प्रवृत्तान्यत्

तदराजु□□□तदसत्

तत्तस्थैर्यात्□□□तस्थैर्यात्

रूनायां□□□रूनाया

मुक्तच न्हु□□□मुक्त द्वि

वजमेतः□□□व्रजेमतः

वि०तद्दरगम्यां दशामिः संघुशितास्यां सूक्ष्मे

आर्याष्टशते□□□आर्याष्टशते

दशगीतके□□□दशगीतके

मुक्तं द्वि□□□मुक्तं द्वि

भ्रमंति□□□भ्रमंति

ग्रहाष्टात्□□□ग्रहाष्टात्

तस्यातो□□□तत्पातः

अनाष्टमः□□□अनाष्टमः

इत्थिकथिततन्त्राणाकान् पठतिरपि दूषणैः करोत्यज्ञानात् । तन्त्र परीक्षायाणां प्रदिष्टिरिकादशोऽध्यायः ॥ ६३ ॥

तन्त्रगणकान् अदितेतन्त्राणाकान् पठतिरपि□□□तन्त्राणाकान् पठतिरपि

परीक्षार्याणाम्□□□परीक्षायाणाम्

इत्ति□□□इत्ति

करोत्यज्ञानात्□□□करोत्यज्ञानात्

वि०□इति' से □अध्यायः' तक सब लुप्त

♣♣♣

इति श्रीब्रह्मगुप्तसिद्धान्ते एकादशोऽध्यायः

♣♣♣

द्वादशोऽध्यायः

अथ गणिताध्याय द्वादशः

परिकर्म

मिश्रकव्यवहारः

श्रेढ़िव्यवहारः

क्षेत्रव्यवहारः

वृत्तक्षेत्रगणितम्

खातव्यवहारः

चितिव्यवहारः

शाद्रकाकाचिकादिकरणसूत्रे

राशिव्यवहारः

छायाव्यवहारः

परिक्रम्म विशति यः संकलिताद्यं पृथग् विजानाति । परष्ठी च व्यवहारान् छायातान् भवति गणकः सः ॥ १ ॥

विद्याति□□□विजानाति

संकलिताद्यां□□□संकलिताद्यं

पृथग्विजानाति□□□पृथग् विजानाति

व्यवहां□□□व्यवहारान्

छायांतान्□□□छायातान्

परिक्रम्मं□□□परिकर्म

विपरीत छेदगुणाः राश्योः छेदांशकाः समछेदाः । संकलितेशा योज्या व्यवकलितेशान्तरं कार्यम् ॥ २ ॥

रूपार्णी छेदगुणान्यंशयुतानि द्वयोर्बहूनां वा । प्रत्युत्पन्नो भवति छेदवधेनोद्धृतांशवधः ॥ ३ ॥

प्रत्युत्पन्नः परिवर्त्यं भागहारछेदांशो छेदसंगुणछेदः । द्वयांशयुग् भाज्यस्य भागहारः सर्वार्णितयोः भागहारः ॥ ४ ॥

संकलितेशा□□□संकलितेशा

गुणा□□□गुणाः

राश्योः छेदांशकाः□□□राश्योः छेदांशकाः

वधेनोद्धृतांशवधः□□□वधेनोद्धृतांशवधः

बहूनां□□□बहूनां

संगुण□□□संगुण

भाययस्य□□□भाज्यस्य

सर्वार्णितयोः□□□सर्वार्णितयोः

वि० प्रत्युत्पन्नभागहारःपरिवृत्य

सर्वार्णितांशवर्गं छेदकृति विभाजितो भवति वेगः । सर्वार्शितांशमूलं छेदपदेनोद्धृते मूलम् ॥ ५ ॥

पदेनोद्धृतं□□□पदेनोद्धृते

वर्गः□□□वर्गः

वर्गमूलं स्थाप्योत्पद्यनोन्यकृतिस्त्रिगुणोत्तरसंगुणा च यत्प्रथमा । नोत्तरकृतिरन्त्यगुणा त्रिगुणाच्चोत्तर घनः ॥ ६ ॥

घनः समाप्तः

छेदाघना द्वितीयात् घनमूलकृतिस्त्रिसंगुणा सकृतिः । शोध्या त्रिपूर्वगुणिता प्रथमाद् घनतो घनो मूलम् ॥ ७ ॥

घनमूलं समाप्तः

स्थाप्योत्यघनोन्यकृतिः□□□स्थाप्योत्पद्यनोन्यकृति

न्यत्कृति□□□न्यकृति

उत्तरकृतिः□□□उत्तरकृति

अन्त्यगुणा□□□अन्त्यगुणा

घनमूल□□□घनमूल

संगुणशासकृतिः□□□संगुणा सकृतिः

छिदोघना□□□छेदाघना

प्रथमाद् घनतो घनमूलं□□□प्रथमाद् घनतो घनमूलं

वि० घनः समाप्तःघनमूलं समाप्तः

प्रक्षेपयोगहृतया लब्धा प्रक्षेपका गुणा लाभाः । ऊनाधिकोत्तरार्धं सद् द्वितोनया स्वफलसूनं युतम् ॥ १६ ॥

प्रक्षेपयोगहतया□□□प्रक्षेपयोगहतया
लब्धा□□□लब्ध्वा
प्रक्षेपकाप्रक्षेपक□□□प्रक्षेपका
त्तरास्तच्युतो□□□त्तराद्धस्तद्युतो
सूनयुतं□□□सूनंयुतम्
वि० मिश्रकसमाप्तः

मिश्रकव्यवहार समाप्तः

पदमेकहीनसुत्तरगुणितं संयुक्तमाद्यान्त्यघनम् । आदि युतान्त्यघनाद्धे मध्यघनं पदगणं गुणितम् ॥ १७ ॥
उत्तरहीनाद्विगुणादिशेदावर्ग घनोत्तराष्ट्रवधे । प्रक्षिप्य पदं शेषेणं द्विगुणोत्तर हृतं गच्छः ॥ १८ ॥
एकोत्तरमेकाय यदीष्टगच्छस्य भवति संकलितम् । तद् वियुत् गच्छ गुणितं त्रिहृतं संकलितमस् ॥ १९ ॥

पदगुणं□□□पदगणं
गणितम्□□□गुणितम्
उत्तरहीन□□□उत्तरहीन
शेषवर्ग□□□शेषवर्ग
प्रक्षिप्य□□□प्रक्षिप्य
हृतंयह पद अंकित नहीं है
द्विगुणोत्तरं□□□द्विगुणोत्तर
यदिष्ट□□□यदीष्ट
गच्छस्य□□□गच्छस्य
तृहृतं□□□त्रिहृतं
एकोत्तमेकाय्□□□एकोत्तरमेकाय्
वियुतगच्छ□□□वियुत् गच्छ

समत□□□भुजद्विभुजादिषु क्षेत्रेष्वायतचतुरस्रवद् व्यासः । क्षेत्रस्य व्यासकर्णाः समकोण्यः क्षेत्रयुगलस्य ॥ २१ ॥

समपरैवल्लम्बकर्णयुतिदलं समत्रिभुजे फलम् । समचतुरस्रे तु वर्गः समकोणि व्यस्तयोगार्धम् ॥ २२ ॥

असमचतुरस्रे तु राश्योर्गुणकृत्योः कृतिश्च योगः । तयोर्विश्लेषवर्गश्च तुल्यकृतिदलयुते मिथः ॥ २३ ॥

कर्णावलम्बयोरधरे कर्णावलम्बयोरधरे । अनुपातेन तुद्वने उद्ध शून्यांस पाटायाम् ॥ ३२ ॥

कृतियुरसहशराद्योबाहुधातो द्विसंगुणों लम्बः । क्रत्यन्तरमसदृशयोर्गुणं द्विसमत्रिभुजम्बमिः ॥ ३३ ॥

इष्टद्वयेन भक्तं द्विघ्नवर्गफलेष्टयोगाद्ध । विषमत्रिभुजस्य भुजा विषमफलाद्ध योगा मूः ॥ ३४ ॥

इष्टस्य भुजस्य कृतिर्भक्तो नेष्टेन तदलं कोटिः । आयतचतुरस्त्रस्य क्षेत्रस्येष्टाधिका कराः ॥ ३५ ॥

कर्णावलम्बयोरधरे

अनुपातेन तुद्वने□□□अनुपातेन

कृतियुरसहशराद्योबाहुधातो□□□कृतियुरसहशराद्योबाहुधातो

द्विसंगुणों□□□द्विसंगुणो लम्बः

क्रत्यन्तरमसदृशयोः□□□क्रत्यन्तरमसदृशयोः

द्विसमत्रिभुजम्बमिः□□□द्विसमत्रिभुजम्बमिः

इष्टद्वयेन□□□इष्टद्वयेन

विषमफलाद्ध□□□विषमफलाद्ध

योगा मूः□□□योगा मूः

इष्टस्य□□□इष्टस्य

भुजस्य□□□भुजस्य

कृतिर्भक्तो□□□कृतिर्भक्तः

नेष्टेन□□□नेष्टेन

तदलं□□□तदलं

कोटिः□□□कोटिः

आयतचतुरस्त्रस्य□□□आयतचतुरस्त्रस्य

क्षेत्रस्येष्टाधिका कराः□□□क्षेत्रस्येष्टाधिका कराः

छायान्तरसैकहृतं द्विदलं प्रागपरयोर्युगतदोषम् । दिनगतं शेषांशहृतं द्विदलं छायान्तरव्येकम् ॥ २ ॥
दीपतलशङ्कुतलयोरन्तरमिष्टप्रमाणशङ्कुगुणम् । दीपशिखोच्च्या शङ्कुं विशोध्य शेषोद्धृतं छाया ॥ १३ ॥
छायाग्रान्तरगुणिता छाया छायान्तरेण भक्ता भूः । भूः शङ्कुगुणा छाया विभाजिता दीपशिखोच्च्यम् ॥ ४ ॥

छायान्तरसैकहृतं□□□छायान्तरसैकहृतं
चुगतशेषम्□□□चुगतशेषम्
दिनगतं□□□दिनगतं
हृतं□□□हृतं
छायामरव्येकम्□□□छायान्तरव्येकम्
शङ्कु□□□शङ्कु
दीपशिखोच्च्या□□□दीपशिखोच्च्या
दीपक□□□दीप
दीपशिखयौच्च्यम्□□□दीपशिखोच्च्यम्

छायाव्यवहार समाप्तः
गुणाकार खण्डतुल्यौ गुण्यौ गोमूत्रिकाकृती गुणितः । सहितः प्रत्युत्पन्नो गुण कारकमेदतुल्यौ वा ॥ ४५ ॥

स्वंज□□□खण्ड
गुण्यौगणी□□□गुण्यौ
कृतो□□□कृतो
प्रत्युत्पन्नीप्रत्युत्पन्नो□□□प्रत्युत्पन्नः
गुणितः□□□गुणितः
वा□□□वा

♣♣♣

♣♣♣

षष्ठः प्रश्नाध्यायः

तत्र तावन्मध्यगत्युत्तराध्यायः

षष्ठः

प्रश्नाध्यायान् प्रवक्ष्यामि सोत्तरान् गणकबुद्धिवृद्धिकरान् । यैज्ञतिस्तन्त्रविदामाचार्यो भवति बुद्धिमताम् ॥ १ ॥
अधिमासकाः सविकलाः सं युगयातमवमरात्रैव । द्युगणेन वायुगगतयो वेत्ति स कालतंत्रज्ञः ॥ २ ॥

प्रदनाध्यायान्प्रस्ताध्यायान्□□□प्रश्नाध्यायान्
बुद्धिमत्यम्बुधिमताम्□□□बुद्धिमताम्
वक्ष्यामि□□□प्रवक्षामि
□वृद्धि' पद भ्रंकित नहीं है
वायुगगंवायुगगतं□□□वायुगगत
अधिमासिकः□□□अधिमासकाः
मवमरात्रैवा□□□मवमरात्रैवा

अवमाति यः सविकलेऽधिमासरधिकमासकानवमैः । ग्रहमिष्ठं ताम्यां वायो वेत्ति स कालतंत्रज्ञः ॥ ३ ॥
द्युगणं विनाधिमासावमेविनादिन गरोन चन्द्राक्कः । ताम्यां विनास्फुटतिथि यो वेत्ति स कालतंत्रज्ञः ॥ ४ ॥
इष्टान्मध्यादन्यांस्तिथिमिष्टान्मध्यमाछदिप्रहणस् । इष्टार्कविदुपाते यों वेत्ति बिना स तंत्रज्ञः ॥ ५ ॥

वेत्ति□□□वेत्ति
कालतंत्रज्ञःसकलतंत्रज्ञः□□□सकलतंत्रज्ञः
अधिमासकः□□□अधिमासकः
मवमरात्रैवा□□□मवमरात्रैवा
द्युगणं□□□द्युगणं
विनाधिमासावमेविनादिन□□□विनाधिमासावमेविनादिन
गरोन□□□गरोन
चन्द्राक्कः□□□चन्द्राक्कः
विनास्फुटतिथि□□□विनास्फुटतिथि
कालतंत्रज्ञः□□□कालतंत्रज्ञः

इष्टान्मध्यादन्यांस्तिथिमिष्टान्मध्यमाछदिप्रहणस्□□□इष्टान्मध्यादन्यांस्तिथिमिष्टान्मध्यमाछदिप्रहणस्

इष्टार्कविदुपाते यों□□□इष्टार्कविदुपाते यों

बिना□□□बिना

तंत्रज्ञः□□□तंत्रज्ञः

♣♣♣

♣♣♣

□□□

वि०

$$ax + c = by$$

♣♣♣

♣♣♣

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त

अथ स्फुटगत्युत्तराध्यायः — चतुर्दशः

युगभागः कोटिज्यां कोट्यां करोति बाहुज्याम् ।
कोटिं भुजेन बाहुं क्षेत्रच्चावा स्फुटगतिकः सः ॥ १ ॥

परमण्डलकर्णविकः करोति कोटिछाया स्फुटं कर्तुम् ।
कर्णान्तकोटिकोण्डा बाहुं वा स्फुटगतिकः सः ॥ २ ॥

कर्णेऽनुजकोटिजीवा परमण्डलज्ञः करोति यः कर्तुम् ।
स्वोच्चं स्वफलतः स्फुटं करोति यः स्फुटगतिकः सः ॥ ३ ॥

क्षेत्रस्य स्फुटपदस्य भुजकोटिज्ये फले विना ज्यामिमः ।
ज्यामिर्विना फलयुः करोति वा स्फुटगतिकः ॥ ४ ॥

इष्टदिवयदैर्द्विकान् करोति यो मध्यमान् ग्रहान् स्फुटान् ।
स्वोच्चरस्फुटैर्हं यः करोति वा स्फुटगतिकः सः ॥ ५ ॥

त्रिगुणः शनिरिन्दुनैत्यमगारालक्ष्मीर्ग्रहादिविमः संहितः ।
भौमोऽङ्गिर्गुरुर्दुर्वर्चं वात्यमगाराः कै ॥ ६ ॥

मध्योतरेखैता नयः पञ्चाशतयोदशोऽध्यायः ।
ज्ञातवै तन्त्रविदामाचायो भवति मध्यगतौ ॥ ४६ ॥

इति ब्राह्मस्फुटसिद्धान्ते मध्यमाधिकारे चतुर्दशोऽध्यायः

अथ त्रिप्रश्नोत्तराध्यायः — पञ्चदशः

[□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□□□□-□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□.]

उदय ज्याविम्बस्ता क्रान्तिज्या व्यासगुणालब्धः ।
द्वादशाग्निता शितिजा विषुवच्छाया हृता क्रान्तिः ॥ ४४ ॥

यथिष्टव्यासाद्वाच्छ्यरया भास्करात्तरराश्यया ।
द्विगुणामुदया सूत्रं ततिज्या क्रान्तिविशेषपदम् ॥ ४५ ॥

षट् दले शङ्कु न तज्ज्ञे प्राच्यपराया यदि स्थितः शङ्कुः ।
उदग्नता दक्षिणतः स्तदन्तरेष्ठाधिकाकारणा ॥ ४६ ॥

उत्तरगोले न तदै वाम्यं गोलगे सूत्रे ।
शङ्कुतलं शङ्कु हृतं विषुवच्छाया द्विषट्कं गुणायम् ॥ ४७ ॥

अथ ग्रहाणोत्तराध्यायः — षोडशः

[□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□□□□, □□□□□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□□ □□□□-□□□□ □□–□.]

परिलेखं ग्रहस्य ग्रहकल्पेन पूर्वं वक्रतो वा ।
तात्कालिकसंस्थानं निमीलितोन्मीलितं चैवम् ॥ १५ ॥

विषेषपुण्यांशज्या मानेनच्छाया द्वितच्चापांशाः ।
प्रान्तयोर्यथादिशमक्रयदर्शो विपर्ययस्तथा ॥ १६ ॥

तद्वलनांशकयोमेतरं जीवप्राच्छुमानवलम्बचात् ।
त्रिज्यालब्धच्छाया प्रग्रहक्षेपं प्राग्वक्रतोः ॥ २० ॥

हृतया व्यासाङ्केनाच्चन्द्रनाताङ्कलिप्तका गुणाया ।
मध्यबललिप्तया दक्षिणोत्तरा दिगतबामयात् ॥ २१ ॥

अथ शृङ्गोन्नत्युत्तराध्यायः — सप्तदशः

[□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□.]

अथ कुट्टकाध्यायः — अष्टादशः

कुट्टकः — □□□ □□□□□□□□□□□

प्रायेण यतः प्रश्नाः कुट्टाकारात् ऋते न शक्यन्ते ।
ज्ञातुं वक्ष्यामि ततः कुट्टाकारं सह प्रश्नैः ॥ १ ॥

कुट्टक-ख-ऋण-धन-अव्यक्त-मध्य-हरण-एक-वर्ण-भावितकैः ।
आचार्यस् तन्त्र-विदां ज्ञातैः वर्ग-प्रकृत्या च ॥ २ ॥

अधिक-अग्र-भाग-हारात् ऊन-अग्र-छेद-भाजितात् शेषम् ।
यत् तत् परस्पर-हृतं लब्धम् अधः अधः पृथक् स्थाप्यम् ॥ ३ ॥

शेषं तथा इष्ट-गुणितं यथा अग्रयोः अन्तरेण संयुक्तम् ।
शुध्यति गुणकः स्थाप्यः लब्धं च अन्त्यात् उपान्त्य-गुणः ॥ ४ ॥

स्व-ऊर्ध्वस् अन्त्य-युतः अग्र-अन्तः हीन-अग्र-छेद-भाजितः शेषम् ।
अधिक-अग्र-छेद-हतम् अधिक-अग्र-युतम् भवति अग्रम् ॥ ५ ॥

छेद-वधस्य द्वि-युगं छेद-वधः युग-गतम् द्वयोः अग्रम् ।
कुट्टाकारेण एवम् त्रि-आदि-ग्रह-युग-गत-आनयनम् ॥ ६ ॥

भ-गण-आदि-शेषम् अग्रम् छेद-हृतम् खम् च दिन-ज-शेष-हृतम् ।
अनयोः अग्रम् भ-गण-आदि-दिन-ज-शेष-उद्धृतम् द्यु-गणः ॥ ७ ॥

दिन-ज-भ-गण-आदि-शेषं येन गुणम् मण्डल-आदि शेषकयोः ।
स-दृश-छेद-उद्धृतयोः तद्-घातम् अहर्-गण-आद्यम् अतः ॥ ८ ॥

हृतयोः परस्परम् यत् छेषम् गुण-कार-भाग-हारकयोः ।
तेन हृतौ निस्-छेदौ तौ एव परस्परम् हृतयोः ॥ ९ ॥

लब्धम् अधः अधः स्थाप्यं तथा इष्ट-गुण-कार-सङ्गुणं शेषम् ।
शुध्यति यथा एक-हीनम् गुणकः स्थाप्यः फलं च अन्त्यात् ॥ १० ॥

अग्र-अन्तम् उपान्त्येन स्व-ऊर्ध्वः गुणितः अन्त्य-संयुतः भक्तम् ।
निस्-शेष-भाग-हारेण एवम् स्थिर-कुट्टकः शेषम् ॥ ११ ॥

इष्ट-भ-गण-आदि-शेषात् स्व-कुट्टक-गुणात् स्व-भाग-हार-गुणात् ।
शेषम् द्यु-गणः गत-निस्-अपवर्त-गुण-भाग-हार-युतः ॥ १२ ॥

एवम् समेषु विषमेषु ऋणम् धनम् धनम् ऋणम् यत् उक्तम् तत् ।
ऋण-धनयोः व्यस्तत्वम् गुण्य-प्रक्षेपयोः कार्यम् ॥ १३ ॥

गुणकः छेदः छेदः गुणकः धनम् ऋणम् ऋणम् धनम् कार्यम् ।
वर्गम् पदम् पदम् कृतिः अन्त्यात् विपरीतम् आद्यम् तत् ॥ १४ ॥

यः जानाति युग-आदि ग्रह-युग-यातैः पृथक् पृथक् कथितैः ।
द्वि-त्रि-चतुर्-प्रभृतीनाम् कुट्टाकारम् स जानाति ॥ १५ ॥

भ-गण-आद्यम् इष्ट-शेषम् कदा इन्दु-दिवसे रवेः गुरु-दिने वा ।
ज्ञ-दिने राशीन् कथयति कुट्टाकारम् स जानाति ॥ १६ ॥

ज्ञ-दिने यत् अंश-शेषम् विकलाः-शेषम् कदा तत् इन्दु-दिने ।
भानोः अथ वा शशिनः यः कथयति कुट्टक-ज्ञः सः ॥ १७ ॥

तिथि-मान-दिनेषु इष्टाः ये अर्क-आद्याः ते पुनः कदा तेषु ।
इष्ट-ग्रह-वारेषु यः कथयति कुट्टक-ज्ञः सः ॥ १८ ॥

धनर्णसंकलनम् — □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□

धनयोः धनम् ऋणम् ऋणयोः धन-ऋणयोः अन्तरम् सम-ऐक्यम् खम् ।
ऋणम् ऐक्यम् च धनम् ऋण-धन-शून्ययोः शून्ययोः शून्यम् ॥ ३० ॥

ऊनम् अधिकात् विशोध्यम् धनम् धनात् ऋणम् ऋणात् अधिकम् ऊनात् ।
व्यस्तम् तद्-अन्तरम् स्यात् ऋणम् धनम् धनम् ऋणम् भवति ॥ ३१ ॥

शून्य-विहीनम् ऋणम् ऋणम् धनम् धनम् भवति शून्यम् आकाशम् ।
शोध्यम् यदा धनम् ऋणात् ऋणम् धनात् वा तदा क्षेप्यम् ॥ ३२ ॥

ऋणम् ऋण-धनयोः घातः धनम् ऋणयोः धन-वधः धनम् भवति ।
शून्य-ऋणयोः ख-धनयोः ख-शून्ययोः वा वधः शून्यम् ॥ ३३ ॥

धन-भक्तम् धनम् ऋण-हृतम् ऋणम् धनम् भवति खम् ख-भक्तम् खम् ।
भक्तम् ऋणेन धनम् ऋणम् धनेन हृतम् ऋणम् ऋणम् भवति ॥ ३४ ॥

सङ्क्रमणम् — □□□□□□□□□□□□□□

योगस् अन्तर-युत-हीनः द्वि-हृतः सङ्क्रमणम् अन्तर-विभक्तम् वा ।
वर्ग-अन्तरम् अन्तर-युत-हीनम् द्वि-हृतम् विषम-कर्म ॥ ३६ ॥

[□□□□□□□ 37–42 □□□□□ □□□□□□□ (□□□□□□), □□□□□□□□□□ (□□□□□□□□-□□□□), □□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□□.]

एकवर्णसमीकरणम् — □□□□□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□□

अव्यक्त-अन्तर-भक्तम् व्यस्तम् रूप-अन्तरम् समे अव्यक्तः ।
वर्ग-अव्यक्ताः शोध्याः यस्मात् रूपाणि तद्-अधस्तात् ॥ ४३ ॥

वर्ग-चतुर्-गुणितानाम् रूपाणाम् मध्य-वर्ग-सहितानाम् ।
मूलम् नध्येन ऊनम् वर्ग-द्वि-गुण-उद्धृतम् मध्यः ॥ ४४ ॥

$ax^2 + bx = cx = \frac{\sqrt{4ac+b^2}-b}{2a}$

वर्ग-आहत-रूपाणाम् अव्यक्त-अर्ध-कृति-संयुतानाम् यत् ।
पदम् अव्यक्त-अर्ध-ऊनम् तत् वर्ग-विभक्तम् अव्यक्तः ॥ ४५ ॥

स-एकात् अंशक-शेषात् द्वादश-भागः चतुर्-गुणः अष्ट-युतः ।
स-एक-अंश-शेष-तुल्यः यदा तदा अहर्-गणम् कथय ॥ ४६ ॥

द्वि-ऊनम् अधिक-मास-शेषम् त्रि-हृतम् सप्त-अधिकम् द्वि-सङ्गुणितम् ।
अधिमास-शेष-तुल्यम् यदा तदा युग-गतम् कथय ॥ ४७ ॥

वि-एकम् अवम-अवशेषम् षष्-उद्धृतम् त्रि-युतम् अवम-शेषस्य ।
पञ्च-विभक्तस्य समम् यदा तदा युग-गतम् कथय ॥ ४८ ॥

अनेकवर्णसमीकरणम् — □□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□

आद्यात् वर्णात् अन्यान् वर्णान् प्रोह्य आद्य-मानम् आड्य-हृतम् ।
सदृश-छेदौ असकृत् द्वौ व्यस्तौ कुट्टकः बहुषु ॥ ५१ ॥

गत-भगण-युतात् द्यु-गणात् तत्-शेष-युतात् तद्-ऐक्य-संयुक्तात् ।
तद्-योगात् द्यु-गणम् वा यः कथयति कुट्टक-ज्ञः सः ॥ ५२ ॥

गत-भगण-ऊनात् द्यु-गणात् तत्-शेष-ऊनात् तद्-ऐक्य-हीनात् वा ।
तद्-विवरात् द्यु-गणम् वा यः कथयति कुट्टक-ज्ञः सः ॥ ५३ ॥

राशि-आद्यैः तत्-शेषैः च एवम् भुक्त-अधिमास-दिन-हीनैः ।
तत्-शेषैः च युग-गतम् यः कथयति कुट्टक-ज्ञः सः ॥ ५४ ॥

भावितकम् — □□□ □□□□□□□□-□□□□□□ □□□□□□□□□

भावितक-रूप-गुणना स-अव्यक्त-वधा इष्ट-भाजिता इष्ट-आप्त्योः ।
अल्पे अधिकः अधिके अल्पः क्षेप्यः भावित-हृतौ व्यस्तम् ॥ ६० ॥

भानोः राशि-अंश-वधात् त्रि-चतुर्-गुणितान् विशोध्या राशि-अंशान् ।
नवतिम् दृष्ट्वा सूर्यम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ६१ ॥

भावितके यद्-घातः विनष्ट-वर्णेन तत्-प्रमाणानि ।
कृत्वा इष्टानि तद्-आहत-वर्ण-ऐक्यम् भवति रूपाणि ॥ ६२ ॥

वर्ण-प्रमाण-भावित-घातः भवति इष्ट-वर्ण-सङ्ख्या एवम् ।
सिध्यति विना अपि भावित-सम-करणात् किम् कृतम् तत् अतः ॥ ६३ ॥

मूलम् द्विधा इष्ट-वर्गात् गुणक-गुणात् इष्ट-युत-विहीनात् च ।
आद्य-वधः गुणक-गुणः सह अन्त्य-घातेन कृतम् अन्त्यम् ॥ ६४ ॥

वर्गप्रकृतिः — □□□□'□ □□□□□□□□

वज्र-वध-ऐक्यम् प्रथमम् प्रक्षेपः क्षेप-वध-तुल्यः ।
प्रक्षेप-शोधक-हृते मूले प्रक्षेपके रूपे ॥ ६५ ॥

रूप-प्रक्षेप-पदे पृथक् इष्ट-क्षेप्य-शोध्य-मूलाभ्याम् ।
कृत्वा अन्त्य-आद्य-पदे ये प्रक्षेपे शोधने वा इष्टे ॥ ६६ ॥

चतुर्-अधिके अन्त्य-पद-कृतिः त्रि-ऊना दलिता अन्त्य-पद-गुणा अन्त्य-पदम् ।
अन्त्य-पद-कृतिः वि-एका द्वि-हृता आद्य-पद-आहता आद्य-पदम् ॥ ६७ ॥

चतुर्-ऊने अन्त्य-पद-कृती त्रि-एक-युते वध-दलम् पृथक् वि-एकम् ।
वि-एक-आड्य-आहतम् अन्त्यम् पद-वध-गुणम् आद्यम् आन्त्य-पदम् ॥ ६८ ॥

वर्गे गुणके क्षेपः केन चित् उद्धृत-युत-ऊनितः दलितः ।
प्रथमः अन्त्य-मूलम् अन्यः गुणे-कार-पद-उद्धृतः प्रथमः ॥ ६९ ॥

वर्ग-चिन्ने गुणके प्रथमम् तद्-मूल-भाजितम् भवति ।
वर्ग-चिन्ने क्षेपे तत्-पद-गुणिते तदा मूले ॥ ७० ॥

गुणक-युतिः अष्ट-गुणिता गुणक-अन्तर-वर्ग-भाजिता राशिः ।
गुणकौ त्रि-गुणौ व्यस्त-अधिकौ हृतौ अन्तरेण पदे ॥ ७१ ॥

वर्गः अन्य-कृति-युत-ऊनः तत्-संयोग-अन्तर-अर्ध-कृति-भक्तः ।
तद्-गुणितौ युति-वियुतौ वर्गौ घाते च रूप-युते ॥ ७२ ॥

खगोलप्रयोगाः — □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□

राशि-कला-शेष-कृतिम् द्विनवति-गुणिताम् त्र्यशीति-गुणिताम् वा ।
स-एका ज्ञ-दिने वर्गम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ७५ ॥

सूर्य-विलिप्ता-शेषम् पञ्चभिः ऊन-आहतम् तथा दशभिः ।
वर्गे बृहस्पति-दिने कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ७६ ॥

भ-गण-आदि-शेष-वर्गम् त्रिभिः गुणम् संयुतम् शतैः नवभिः ।
कृतिम् अष्ट-शत-ऊनम् वा कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ७७ ॥

भ-गण-आदि-शेष-वर्गम् चतुर्-गुणम् पञ्चषष्टि-संयुक्तम् ।
षष्टि-ऊनम् वा वर्गम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ७८ ॥

इष्ट-भगण-आदि-शेषम् द्विनवति-ऊनम् त्र्यशीति-सङ्गुणितम् ।
रूपेण युतम् वर्गम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ७९ ॥

अधिमास-शेष-वर्गम् त्रयोदश-गुणम् त्रिभिः शतैः युक्तम् ।
त्रि-घन-ऊनम् वा वर्गम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ८० ॥

इन्दु-विलिप्ता-शेषम् सप्तदश-गुणम् त्रयोदश-गुणम् च अपि ।
पृथक् एक-युतम् वर्गम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ८१ ॥

अवम-अवशेष-वर्गम् द्वादश-गुणितम् शतेन संयुक्तम् ।
त□□□□□□ ऊनम् वा वर्गम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ८२ ॥

ज्ञ-दिने अर्क-कला-शेषम् गुरु-दिन-विकला-अवशेष-युक्त-ऊनम् ।
वर्गम् वधम् च स-एकम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ८३ ॥

विकला-शेषम् सहितम् त्रिनवत्या सप्तषष्टि-हीनम् च ।
भानोः ज्ञ-दिने वर्गम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ८४ ॥

ज्ञ-दिने अर्क-कला-शेषम् द्वादशभिः संयुतम् त्रिषष्ट्या च ।
षष्ट्या अष्टभिः च ऊनम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ८५ ॥

इन्दु-विलिप्ता-शेषात् रवि-लिप्ता-शेषम् अंश-शेषम् वा ।
अथ वा मध्यम् इष्टम् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ८६ ॥

जीव-विलिप्ता-शेषात् कुजम् इन्दुम् भौम-लिप्तिका-शेषात् ।
रविम् इन्दु-भाग-शेषात् कुर्वन् आ वत्सरात् गणकः ॥ ८७ ॥

[□□□□□□□ 88–99 □□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□-□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□-□□□□□□□□□□.]

[□□□□□□□ 100–102: □□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□□, □□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□ □□□□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□.]

हृदि-घात्रम् अमी प्रश्नाः प्रश्नान् अन्यान् सहस्र-शः कुर्यात् ।
अन्यैः दत्तान् प्रश्नान् उक्त्या एवम् साधयेत् करणैः ॥ १०० ॥

जन-संसदि दैव-विदाम् तेजः नाशयति भानुः इव भानाम् ।
कुट्टाकार-प्रश्नैः पठितैः अपि किम् पुनः शत-शः ॥ १०१ ॥

प्रति-सूत्रम् अमी प्रश्नाः पठिताः स-उद्देशकेषु सूत्रेषु ।
आर्या-त्रि-अधिक-शतेन च कुट्टः च अष्टादशः अध्यायः ॥ १०२ ॥

इति श्री-ब्राह्मस्फुटसिद्धान्ते कुट्टकाध्यायो अष्टादशः

अथ शङ्कु-छाया-विज्ञानम् — एकोनविंशः

दृष्ट्वा दिन-अर्ध-घटिका यः अर्क-ज्ञः अक्ष-अंशकान् विजानाति ।
उदय-अन्तर-घटिकाभिः ज्ञातात् ज्ञेयम् सः तन्त्र-ज्ञः ॥ १ ॥

अस्त-अन्तर-घटिकाभिः यः ज्ञातात् ज्ञेयम् आनयति तस्मात् ।
मध्य-गतिम् युग-भ-गणान् आनयति ततः सः तन्त्र-ज्ञः ॥ २ ॥

आनयति यः तमस्-रवि-शश-अङ्क-मानानि दीपक-शिख-औच्च्यात् ।
शङ्कु-तल-अन्तर-भूमि-ज्ञाने छायाम् सः तन्त्र-ज्ञः ॥ ३ ॥

इष्ट-गृह-औच्च्य-ज्ञः यः तत्-अन्तर-ज्ञः निरीक्ष्यते तु जले ।
गृह-भित्ति-अग्रम् दर्शयति दर्पणे वा सः तन्त्र-ज्ञः ॥ ४ ॥

छाया-द्वितीया-भा-अग्र-अन्तर-विज्ञानेन वेत्ति दीप-औच्यम् ।
शङ्कु-छाया-ज्ञः वा भूमेः छायाम् सः तन्त्र-ज्ञः ॥ ५ ॥

दृष्ट्वा गृह-तल-अन्तर-जालभोः दृष्ट्वा अग्रम् गृहस्य भूमि-ज्ञः ।
वेत्ति गृह-औच्च्यम् दृष्ट्वा तैल-स्थम् वा सः तन्त्र-ज्ञः ॥ ६ ॥

वीक्ष्य गृह-अग्रम् सलिले प्रसार्य सलिलम् पुनः स्व-भू-ज्ञाने ।
आनयति जलात् भूमिम् गृहस्य वा औच्च्यम् सः तन्त्र-ज्ञः ॥ ७ ॥

ज्ञातैः छाया-पुरुषैः विज्ञाते तोय-कुड्ययोः विवरे ।
कुड्ये अर्क-तेजसः यः वेत्ति आरूढिम् सः तन्त्र-ज्ञः ॥ ८ ॥

इष्ट-दिवस-अर्ध-घटिका घटिका-पञ्चदश-अन्तर-प्राणाः ।
तद्-दिवस-चर-प्राणैः तैः अक्षम् साधयेत् प्राक्-वत् ॥ ९ ॥

ज्ञात-ज्ञेय-ग्रहयोः उदय-अन्तर-नाडिकाभिः अधिक-ऊनः ।
उदयैः ज्ञातः ज्ञातात् ज्ञेयः प्राक्-अपरयोः ज्ञेयः ॥ १० ॥

ज्ञातः स-भ-अर्धः उदयैः अस्त-अन्तर-नाडिकाभिः अधिक-ऊनः ।
ज्ञातात् पूर्व-अपरयोः ज्ञेयः भ-अर्ध-ऊनके ज्ञेयः ॥ ११ ॥

ज्ञातम् कृत्वा मध्यम् भूयः अन्य-दिने तत्-अन्तरम् भुक्तिः ।
त्रैराशिकेन भुक्त्या कल्प-ग्रह-मण्डल-आनयनम् ॥ १२ ॥

स्थिति-अर्धात् विपरीतम् तमस्-प्रमाणम् स्फुटम् ग्रहणे ।
मान-उदयात् रवि-इन्द्वोः घटिका-अवयवेन भ-उदय-तः ॥ १३ ॥

दीप-तल-शङ्कु-तलयोः अन्तरम् इष्ट-प्रमाण-शङ्कु-गुणम् ।
दीप-शिखा-औच्च्यात् शङ्कुम् विशोध्या शेष-उद्धृतम् छाया ॥ १४ ॥

शङ्कु-अन्तरेण गुणिता छाया छाया-अन्तरेण भक्ता भूः ।
स-छाया शङ्कु-गुणा दीप-औच्च्यम् छायया भक्ता ॥ १५ ॥

ज्ञात्वा शङ्कु-छायाम् अनुपातात् साधयेत् समुच्छ्रयान् ।
गृह-चैत्य-तरु-नगानाम् औच्च्यम् विज्ञाय वा छायाम् ॥ १६ ॥

[□□□□□□ 17–19: □□□□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□
□□□ □□□□□□□□/□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□.]

[□□□□□ 20: □□□□□□□□ □□□□□□□□□.]

इति शङ्कु-छाया-विज्ञानम् — एकोनविंशोऽध्यायः

अथ छन्दश्-चित्त्युत्तराध्यायः — विंशतितमः

ऋग्वर्गः पर्यायः समूहयोगावयुक्षु युग्मेषु ।
सोयाः प्राग्वत्प्राप्तादाश्चतुष्काः शेषयुक्त्योन्त्यः ॥ १ ॥

एकादियुतविहीनावाद्यन्तौ तद्विपर्ययौ यावत् ।
वर्गादिषु विषमयुजां क्रमोत्क्रमाद्वर्धयेत् पादान् ॥ २ ॥

एकैकेन द्व्याद्व्याः सोप्पप्पधिकेषु तत्-प्रतिष्ठेषु ।
वर्गादिरभीष्टान्तः प्रस्तारो भवति यवमध्यः ॥ ३ ॥

सूनोन्त्यो द्विपदाग्रं त्रिपदाद्यानामधः पृथक् संख्या ।
तच्छोध्यो व्येकः पृथग्न्ताद्रूपमूर्ध्वयुतम् ॥ ४ ॥

यावत् पादाव्येकागच्छाद्वर्णेष्वथैकवृद्धेषु ।
रूपाद्युतघाते वर्गाद्यानां परा संख्या ॥ ५ ॥

रूपाधिकपादार्धेविषमेषूर्ध्वः समेषु पादार्धे ।
अर्धाद्द्विगुणाव्येकांयुलान्यधस्तस्य सर्वेषाम् ॥ ६ ॥

माध्यैस् तथार्धहीनैः क्रमपादैर् व्यस्ततुल्यपादाद्यः ।
विषमेरव्येकं मध्ये प्रोह्याद्यान्यतः कुर्यात् ॥ ७ ॥

सैकक्रमतुल्याद्यैर् न्यासोऽभ्यधिको विशोधितश् चाधः ।
संख्यैक्यं तादृक् यादृक् प्रथमस् त्रिरहितो नष्टे ॥ ८ ॥

माध्यैः कृतैश् च दलितैः समसंख्यायां क्रमोत्क्रमात् क्षेप्यम् ।
विषमायां व्येकायां दलम् क्रमाद् उत्क्रमात् सैकम् ॥ ९ ॥

समसंख्यायां सोपानक्रमोत्क्रमाभ्यां तथैव विषमाभ्याम् ।
कल्प्या पचिते दृष्टे प्रथमः शेषाक्षराण्यन्ते ॥ १० ॥

[□□□□□□□ 11–18 □□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□,
□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□ □□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□''(□□□-□□□'□ □□□□□□□□□) □□□ □□□□□ □□□ □□□□ (□□□□□) □□□ □□□□□□□-□□□ (□□□□□□□□□) □□□□□□□□□ □□□□□□□□□.]

[□□□□□ 19: □□□□□□□□ □□□□□□□□□, □□□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□ □□□□□□□□.]

इति श्री-ब्राह्मस्फुटसिद्धान्ते छन्दश्-चित्त्युत्तराध्यायो विंशतितमः

अथ गोलाध्यायः — एकविंशतितमः

ज्याप्रकरणम् — □□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□

राशि-अष्ट-अंशेषु अङ्कान् पद-सन्धिभ्यस् क्रम-उत्क्रमात् कृत्वा ।
बध्नीयात् सूत्राणि द्वयोः द्वयोः ज्यास् तद्-अर्धानि ॥ १७ ॥

ज्या-अर्धानि ज्या-अर्धानाम् ज्या-खण्डानि अन्तराणि ।
व्यस्तानि अन्त्यात् अथ वा इषुः उत्क्रम-ज्या धनुस् ताभ्याम् ॥ १८ ॥

एक-द्वि-त्रि-गुणायाः व्यास-अर्ध-कृतेः पृथक् चतुर्थेभ्यः ।
मूलानि अष्ट-द्वादश-षोडश-खण्डानि अतः अन्यानि ॥ १९ ॥

तुल्य-क्रम-उत्क्रम-ज्या-सम-खण्डक-वर्ग-युति-चतुर्-भागम् ।
प्रोह्य अनष्टम् व्यास-अर्ध-वर्गतः तत्-पदे प्रथमम् ॥ २० ॥

तद्-दल-खण्डानि तद्-ऊन-जिन-समानि द्वितीयम् उत्पत्तौ ।
[… □□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□ …] ॥ २१ ॥

एवम् जीवा-खण्डानि अल्पानि बहूनि वा आद्य-खण्डानि ।
ज्या-अर्धानि वृत्त-परिधेः षष्ठ-चतुर्थ-त्रि-भागानाम् ॥ २२ ॥

उत्क्रम-सम-खण्ड-गुणात् व्यासात् अथ वा चतुर्थ-भागात् यत् ।
कृत्वा उक्त-खण्डकानि ज्या-अर्ध-आनयनम् न लघु अस्मात् ॥ २३ ॥

अथ यन्त्राध्यायः — द्वाविंशतितमः

[□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□-□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□-□□□, □□□□□□□□□□:]

धनुर्म्यन्त्रम्

यष्टियन्त्रम्

जलयन्त्रम्

शङ्कुयन्त्रम्

चक्रयन्त्रम्

[□□□□□□□ 1–28: □□□□□□□□□□□□□ □□ □□□ □□□ □□□□□□□□□□□, □□□□□ □□□□□□□□□□□, □□□ □□□□□ □□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□-□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□.]

[□□□□□□□ 29–48: □□□□□ □□□ □□□ □□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□, □□□-□□□ □□□□□□□□□□□□, □□□ □□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□ □□□□□.]

क्षेप्तं स्वर्चिषा क्षेप्यं समं तथा पारदे यदा भवति ।
कालसम्मिश्रमानं शककृतान्मुद्दे वा ॥ ४१ ॥

कोतस्योपरिगामिनं त्रियक् सूत्रके धृतमल्पेषु ।
प्रावनलके प्रक्षिप्य नाडिका श्रवति पतत्ये ॥ ४२ ॥

[□□□□□□□ 43–49: □□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□ □□□ □□ □□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□ □□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□.]

लघुदारमयं चक्रं समधुरीरान्तरं पुष्करारणाम् ।
श्रद्धा पारदपूर्णं मध्ये सुलिप्तं कृतसंध्यः ॥ ४९ ॥

तियक् कोतिमध्येध्वाधारस्थो रूपारदं भ्रजति ।
छिद्रायुक् चक्रकमजस्रमेवं वाम्बरे भ्रमति ॥ ५० ॥

[□□□□□□□ 51–53: □□□□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□.]

[□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□ □□□ □□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□.]

करणज्या शिथ्रचलनमेव शरमोच्छरोत्क्षेपवाच्चाच्च ।
श्रद्धायो द्विविधो यन्त्रेणारिच्छन्दपञ्चकात् ॥ ५३ ॥

इति ब्रह्मस्फुटसिद्धान्ते यन्त्राध्यायो द्वाविंशतितमः

दर्शनार्थः समाप्तः

श्रीब्रह्मगुप्ताचार्य-विरचित

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तः

□□□□□□□□□-□□□□□-□□□□□□□□ □□□□□□-□□□□□□□□-□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□

त्रयोविंशो मानाध्यायः

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

प्रयोगविधिः

सौरैराण्डं मासैस्तिथयश्चान्द्रैंस्तथा सावने दिवसाः ।
दिनमासाब्दं पमध्यानत दिग्नाकेन्द्रं मानास्म्याम् ॥ १ ॥

(१) सौरैराण्ड (ग) सौरैराण्ड (छ) □□□ (सौरैराण्ड)
(२) मासैस्तिथय (ग) (छ) □□□ (मासैस्तिथय)
(३) च □□□ (पम्)
(४) तदिग्नाकेन्द्र □□□ (तदिग्नाकेन्दु)

मानांति सौरचन्द्राक्षां सावनानि ग्रहानयनमेभिः ।
मानेन पृथक् चतुर्मितिथ्यर्ब्बहारो त्रं लोकस्य ॥ २ ॥

युगवर्षं विपुलब्दयनतद्वह्निशोद्विद्विहानयः ।
सौरास्तिथि करणाऽधिकमासौन राशिपर्व्विक्रियाश्चान्द्रात् ॥ ३ ॥

यसस्य वन प्रमाणं ग्रहगतृपवासं सुतं चिकिर्सतः ।
सावनं मानांतु शैया प्रायश्चित्त क्रियाश्चान्याः ॥ ४ ॥

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

चतुर्विंशः

यस्मात्तत्प्रति पश्तं संज्ञा संज्ञातो विना तस्मात् ।
लोकप्रसिद्धसांख्यपादीनां दशांकाश्च ॥ ५ ॥

युगपद्युगाद्यद् या याम्ययां भास्करस्य वा कन्याम् ।
राश्यर्द्धसंख्यायां मस्तकया दिनदलाद्वेभ्राम् ॥ ६ ॥

प्रपमेवकृतः सूर्ये तु पुलिशा रोमक वाराही यवनाद्यैः ।
यस्मात्तस्मादेकः सिद्धान्तो ग्रथ्य रचनात्मकः ॥ ७ ॥

यदि भिन्नाः सिद्धान्तभास्कर संस्कान्तयोभि भेदसमाः ।
सरत्नः पूर्व्वस्यां विपुलत्याकार्द्दयो यस्य ॥ ८ ॥

तत्र पक्षागरितितं मध्यं गत्युत्तरादयः पञ्च ।
कुड्डाकारे बेधः छिन्द्धि चतुर्थां तरे गोलः ॥ ९ ॥

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

भट्ट ब्रह्माचार्येण जिज्ञासुतनयेन गणितगोलविदा ।
प्रायःश्लेषसंहलं वा स्फुटसिद्धान्तं कृतो ब्रह्मा ॥ १० ॥

मग्रहं युति वत्सांकुं विचित्रमलनाद्विग्रहोत्कसमः ।
शकनिः कर्म्मबाहुत्वान्निर्भुतातो भास्करमग्रहं ॥ ११ ॥

प्राज्येयो नैकल्प्योर्द्धच्छिद्दिने स्थितस्य योग्केस्य ।
शङ्कुश्ये कथयत्यब्दापि वत्सि सूर्य्यंश्च ॥ १२ ॥

प्रज मया यन्नोकं गोलादग्रं क्षयार्धसतो त्रं तनु ।
प्रायःश्लोद्दशोऽयं संज्ञाध्यायचतुर्विंशः ॥ १३ ॥

इति ब्रह्मगुप्ते मानाध्यायः (२३ अध्याय समाप्तः)

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

नष्टंघ्नसावनदिनात् सूर्यदिनां त्वसावन दिनानि ।
यस्मात्तस्मादश्वं दुर्ल्लभगं मन्दबुद्धिनाम् ॥ ५ ॥

मानुष्यं पित्रदेवं बाहु यान्यष्टौ वसुर्कालस्य ।
उत्कर्षि ज्ञानार्थं बाहु स्पष्टं नवममन्यत् ॥ ६ ॥

द्वौ द्वौ राशिं मकराहतवः षट् सूर्यगति वशाऽघोज्याः ।
शकिरवसन्तं ग्रीष्मा वर्षा शरदौ सहैमन्ताः ॥ ७ ॥

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

मुख्यारः पूजोभक्तः काके व्यासान्तरेण रविकर्णं मुमुच्या ।
द्वौ, क्षाया दिश्यन्त्वे चन्द्रकर्णेन शेषम् ॥ ८ ॥
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

पञ्चदशाहीनयुक्ताः षट् क्रान्तिकालाद्यरसगुणाः ॥ ६४ ॥

त्रिज्या विपुलछाया घातस्तच्छति विभाजिताक्षाप्तम् ।
क्षयो नित्यं याम्यो गोलवशाद्बिम्बेक्रान्तिः ॥ ६६ ॥

क्रान्त्यक्षायुति विभोगाक्षरापदैः शोधिते दिनदलमा ।
भास्य तिकृतयोः कृतमनुयुतो नयोस्तत्पदे व्यस्ते ॥ ६७ ॥

पठगुणीतागतं शेषं नाडूच्चै दिवसाङ्कं विभाजितात् त्यात् ।
दिनदलकर्णगुणाप्ता तया त्रिज्यया फलं कर्णः ॥ ६८ ॥

~~~
~~~

प्रकाशक: --- □□□□□□□□□□

इण्डियन इन्स्टीट्यूट ऑफ अस्ट्रानॉमिकल
एण्ड संस्कृत रिसर्च
२२३६, गुरुद्वारा रोड, करोल बाग,
नई दिल्ली-५ (भारत)

सम्पादक मण्डल --- □□□□□□□□□□ □□□□□

श्री रामस्वरूप शर्मा

श्री मुकुन्दमिश्र

श्री विद्यनाथ झा

श्री दयाशंकर दीक्षित

श्री श्रीदत्त शर्मा शास्त्री

प्रथम संस्करण --- □□□□□ □□□□□□□□: **१९६६**
मूल्य --- □□□□□: **₹ ६०.००**
मुद्रक --- □□□□□□□□:
पं. श्री प्रकाशन एण्ड प्रिन्टर्स
१२, चमेलियन रोड, दिल्ली

श्रीब्रह्मगुप्ताचार्य-विरचित

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तः

□□□□□□□□□-□□□□□□-□□□□□□□□ □□□□□□□-□□□□□□□□-□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□

द्वितीय-भागः

प्रधानसम्पादकः --- □□□□□□□□□□ □□□□□□□

आचार्यवर पण्डित रामस्वरूप शर्मा

संचालक-इण्डियन इन्स्टीट्यूट ऑफ अस्ट्रानॉमिकल एण्ड संस्कृत रिसर्च

प्रकाशकः --- □□□□□□□□□□

इण्डियन इन्स्टीट्यूट ऑफ अस्ट्रानॉमिकल एण्ड संस्कृत रिसर्च
गुरुद्वारा रोड, करोल बाग, न्यू देल्ही-५

विषयानुक्रमणिका

१. मध्यमाधिकारः

□□□□□	□□□□
मण्डलाचरणम्	
ग्रन्थारम्भप्रयोजनम्	
भचक्रस्य चलनम्	
कालप्रवृत्तिः	
खण्डस्य विभाग कल्पना	
युगमानम्	
आर्यभटस्य मतसमीक्षा	
मनुप्रमाणानि कल्पप्रमाणम्	
कल्पविषये आर्यभटमतम्	
रोमकसिद्धान्तमतखण्डनम्	
ग्रहयुगस्य परिरभाषा	
सितरोत्रं शनैश्चरयोः कल्पभगणाः	
भच्छ्रमाः कुदिनानि च	
रविवर्षमासराशिमासादयः	
सावननक्षत्रमानवदिनानि	
गतकालस्याहर्गणादीनां परिहारः	
आर्यभटमतम्	
कल्पगताक्षावनाहर्गणाः	
ग्रहमन्दादिमध्यमानां मध्यमानयनम्	
स्वसिद्धान्तनिर्देशनम्	
प्रश्नरात्रौ वारप्रवृत्तिपक्षदर्शनम्	
मध्यमानां देशनियमार्थः	
तदर्थं देशान्तरकर्म्मणा प्रदर्शनम्	
वर्षदीर्घ दिनाध्यमदिनादिसाधनम्	
वर्षदीर्घमाससाधनम्	
वर्षशानयनं लध्वहर्गणानयनम्	
रविसितबुधानां कुजगुरुशनिरीश्रोक्ष्णां चानयनम्	
मध्यमचन्द्रानयनम्	
वर्षान्तिकाद्धर्गणात् भौमादिग्रहमन्दफलानयनम्	

२. स्फुटाधिकारः

□□□□□	□□□□
स्फुटीकरणस्य प्रयोजनम्	
आर्धज्योत्क्रमज्याकथनम्	
चापज्यानयनम्	
ज्यातच्छापानयनम्	
मन्दशीघ्रकेन्द्रयोः केन्द्रभुजकोटिज्ययो व्य परिर्मापा	
स्फुटपरिरक्ष्यानयनम्	
रविचन्द्रयोः स्फुटत्वार्थः	
आर्यभटोक्तं स्फुटीकरणम्युत्कम्	
रविचन्द्रयोः स्फुटीकरणार्थं मन्दपरिरक्ष्यांशाः	
दृष्टे नते स्फुटपरिरक्ष्यानयनम्	
मन्दफलस्य धनत्वमृणात्वं च	
रविचन्द्रयोः स्फुटीकरणो विशेषः	
ग्रहयोः सूर्याचन्द्रमसोर्न्तकालः	

द. चन्द्र छायाधिकारः

□□□□□	□□□□
आरम्भप्रयोजनम्	
कर्तव्यताकथनम्	
चन्द्रस्य दूयाद्दूयत्वम्	
चन्द्रैतकालसाधनम्	
चन्द्रशङ्क्वानयनम्	
रविचन्द्रयोः स्फुटशङ्क्वानयनम्	
चन्द्रस्य स्फुटच्छायासाधनप्रकारः	
मध्यच्छायासाधनप्रकारः	
अध्यायोपसंहारः	

६. ग्रहयुत्यधिकारः

□□□□□	□□□□
ग्रहणां मध्यमशरकला मध्यमविम्बकला	
ग्रहविम्बकला स्फुटीकरणम्	
युतिकालज्ञानार्थं चालनफलज्ञानार्थंश्र	
चालनफलसंस्कारदारा ग्रहयोः सम्लिप्तीकरणार्थः	
स्फुटपातानयनम्	
गणितागतदेवपाताद्यमध्यमसंस्कारसाधनोपायः	
युतिकाले ग्रहशरसाधनम्	
युतिकाले ग्रहयोर्द्दिष्टोपान्तरः	

मध्यमाधिकारः

प्रदक्षिणागम् (दक्षिणावस्स्क्ष्मेण चलायमानम्) श्रादो (सर्व्वप्रथमं) ब्रह्मणा (जगद्गुरुपादकेन) सृष्टम् (रचितम्) ग्रयदिध्नयादौ स्थितेनक्षत्रादिमततुल्यचपा-तादिमित्र साकं भ्रुवयष्ट्याद्यारेण प्रमाणशील ज्योतिष्मत् प्रदायिनां नक्षत्रादीनां चक्रं (गोलं) ब्रह्मणा रचितं यथाप्याचार्ययोः कादीनां वचां न कियते तेषां स्वरूपा-भावात् किन्तु स्पष्टादिकाले तेषामपि स्थानाऽऽज्ञानरूपसर्जे कृतमिति ॥ १ ॥

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

इदानीमनाख्यानतस्य कालस्य प्रवृत्तिमाह ।
चैनंसितादेर्द्दयाद्व मानोर्द्धनमासबर्षयुगकल्पः ।
सृष्ट्यादौ लङ्कायां स्मं प्रवृत□□ दिनेस्कस्य ॥ ४ ॥

चैत्यादि कल्पप्रतिपद्यात् लंकोपलक्षितांभृद्वेकोर्कोदयादिदिवा प्रवृत्ताःरविदिनम्बरः सृष्ट्यादौ कल्पादौ

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

प्रथमं युगपदं चलनं द्वितीयं पश्चादिनपर्व्वैः
तृतीयं तु त्रयोदशभिर्मासैः सावनेन वा चतुर्थम् ॥

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

$$= \frac{\times}{} \quad 360$$

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

वारप्रवृत्तिं मनयो वदन्ति सूर्योदयाद्विष्णुराज्ञाध्याम् ।
उर्वी तथाऽघोषपरत्र तस्याऽर्चराथं देशान्तरनाडिकाभिः ॥ १३६॥

लङ्कोदयाम्यसुजातप्रथममपरतः पूर्व्वदेशे च पश्चात्—
दर्शवोत्थानिमष्टटीभिः सवितः क्षदयतो वासरैव प्रवृत्तिः ॥
यं या सूर्योदयात् प्राक् चरराकलम्बवैश्चास्मियमियगोले ।
पश्चात् सौम्यगोले युतिर्वियुतिर्वशाच्छोभयोः स्पष्टकालः इति ॥१३६॥

~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

आसीदिदं तमोभूतमप्रज्ञातमलक्षणम् ।
अप्रतर्क्यमनाऽऽगम्यं प्रसुप्तमिव सर्व्वतः ॥ इति ॥
~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~~

□□.	□□□□□
१	मध्यमाधिकारः
२	स्फुटाधिकारः
३	त्रिप्रश्नाधिकारः
४	चन्द्रग्रहणाधिकारः
द	चन्द्रच्छायाधिकारः
६	ग्रहयुत्यधिकारः
७	नक्षत्रच्छायाधिकारः
८	ग्रहच्छायाधिकारः
९	उदयास्तमयाधिकारः
१०	पाताधिकारः
११	गणिताध्यायः
१२	कुण्डकाध्यायः
१३	परिकर्माध्यायः

॥ इति समाप्तम् ॥

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त

मध्यमाधिकार

स्पष्टाधिकार

मध्यमाधिकारः

मध्यमाधिकारवासनाभाष्य

वारप्रवृत्ति

प्रवृत्ति इससे इसी ब्रह्मगुप्तोक्त बात को कहते हैं। वारप्रवृत्ति कब से होती है, इस विषय में बहुत आचार्यों के भिन्न-भिन्न बहुत मत हैं। जैसे आर्यभट, सिंहाचार्य आदि आचार्य अर्धोदित रवि बिम्ब से दिनारम्भकाल को कहते हैं। अन्य आचार्य दिनारम्भ से दिनारम्भ कहते हैं। लाटदेव आदि आचार्य रवि के अर्धास्तकाल से उसको कहते हैं। यवन राजा रात्रि में दश मुहूर्त करके उसको कहते हैं, लाटाचार्य अपने सिद्धान्त ग्रन्थ में अघेरात्रि से उसको कहते हैं। पञ्चसिद्धान्तिका में वराहमिहिराचार्य संस्कृतोपपत्ति में लिखित □□दिनवारप्रवृत्तितं समा स्वत्र कारणे कथिता'' इत्यादि पदों से इन्हीं विषयों को कहते हैं। सिद्धान्तशेखर में श्रीपति ने उपर्युक्त आर्यभटादि आचार्यों के मत का खण्डन किया है और ब्रह्मगुप्त कथित बात को स्वीकार किया है। जैसे---

सृष्टेर्मुखे ध्वान्तमये हि विश्वे ग्रहेषु सृष्टेष्विनपूर्वकेषु । दिनप्रवृत्तिस्तदधीश्वरस्य वारस्य तस्मादुदयात्प्रवृत्तिः ॥३६॥

सृष्ट्यादि से पहले विश्व अन्धकारमय था जो संस्कृतोपपत्ति में लिखित भगवान् मनु □□आसीदिदं तमोभूतमप्रज्ञातमलक्षणम्'' इत्यादि के इस वचन से विदित होता है; ऐसे समय में वारप्रवृत्ति के विचार सम्भव नहीं हैं क्योंकि उस समय में वारेश्वरग्रहों का अभाव रहता है। इसी कारण से रात्रि में वारप्रवृत्ति कहने वालों के मत ठीक नहीं कहे जा सकते हैं। मध्याह्न काल और अस्तमय काल से आरम्भ कर वारप्रवृत्ति कहना भी ठीक नहीं है, क्योंकि इस बात को स्वीकार करने से उतने काल तक दिन मानना पड़ेगा जो कि असक्त है। इसलिए रव्युदय काल से वारप्रवृत्ति मानने वाले आचार्यों का मत ही ठीक है। इस मत में भी देश भेद से वारप्रवृत्ति में भेद होता है, जैसे---

संस्कृतोपपत्ति में लिखित □□वारप्रवृत्तिं मुनयो वदन्ति सूर्योदयाद्रावणराजधान्यामु'' इत्यादि पद्य से विदित होता है, इसी को संस्कृतोपपत्ति में लिखित □□लङ्कोदयाम्यसूत्रार्धमपरतः पूर्वदेशे च पश्चात्''--- इत्यादि पद्य द्वारा स्पष्ट किया है इति ॥३६॥

देशान्तरकर्म

भूपरिधिः खखखशरारेखा स्वाक्षान्तरांशसंख्यिताः । भगणांशहृताः फलकृतिहीना देशान्तरस्य कृतिः ॥३७॥
शेषपदगुणासुक्तिभूपरिधिहता कलादिलब्धसूरणस् । उज्जयिनीयाम्योत्तररेखायाः प्राग्धनं पश्चात् ॥३८॥
मध्यग्रहे स्फुटे वा भूपरिधिहृतात् पदात् गुणात् षष्ठया । लब्धं घटिका अथवा कर्मतिथिष्वग्रणं ग्रहवत् ॥३९॥

भूपरिधिः---भूगोलस्य परिधिः; कियानित्यत आह---खखखशरा इति पञ्चसहस्रारि योजनानामित्यर्थः। अत्र च देशान्तरकक्ष्योस्तत्यादयः प्रमाणादिविभागेन पूर्वमेव व्याख्याताः।

हिन्दी भाषा---भूपरिधि ५००० पाँच हजार है, इसको स्वदेश और रेखादेश के अक्षांशान्तर से गुणा कर भगणांश (३६०) से भाग देने से जो फल हो उसके वर्ग को देशान्तर (रेखादेश और स्वदेश के योजनात्मक अन्तर) वर्ग में घटाकर जो शेष रहे उसके मूल से ग्रहगति को गुणाकर भूपरिधि (स्पष्टभूपरिधि) से भाग देने से जो कलात्मक फल हो उसको उज्जयिनीयाम्योत्तररेखा से पूर्वदेश में मध्यमग्रह में या स्फुटग्रह में ऋण करना, पश्चिमदेश में धन करना चाहिये। पद याने मूल (देशान्तर योजन) को साठ से गुणा कर भूपरिधि (स्पष्टभूपरिधि) से भाग देने से जो घट्यात्मक फल हो उसको पूर्व और पश्चिम देश में ग्रहवत् तिथि में (तिथिमुक्त घटी) संस्कार करना चाहिये। ॥३७-३८-३९॥

यदि व्यासमानेन १५८१ तदा व्यासवर्गाष्टगुणात्पदं भूपरिधिभवेदिति सूर्यसिद्धान्तोक्त्या भूपरिधिमान ५००० मागच्छति ब्रह्मगुप्तमते।

उपपत्ति---यदि व्यासमान १५८१ मानते हैं तब ''व्यासवर्गाष्टगुणात्पदं भूपरिधिभवेत्'' इस सूर्यसिद्धान्तोक्त प्रकार से भूपरिधिमान ५००० प्राप्त होता है, यही ब्रह्मगुप्तमत में भूपरिधिमान है। संस्कृतोपपत्ति में जो क्षेत्र लिखा हुआ है, वही यहाँ देखना चाहिये!

युगादिदिनानयन

कल्पगताब्दा गुणिता रूपाष्टजिनेनापवर्निसप्तनगैः । खस्वरसनवभिभक्ता दिनान्यवमानि चांशका दोषाः ॥४०॥

वा. भा.---अभीष्टे रविमण्डलान्ते ये कल्पगताब्दाः तेऽत्र गृह्यन्ते कल्पगताब्दाः गुणिताः कृत्याह। रूपाष्टजिनैः २४८६ अन्यत्र नवार्निसप्तनगैः ७७३६ तत उभयतः खखरसनवभिभक्ताः ८६०० फलानि यथासंख्यं दिनान्यवमानि चांशका शेषा द्वयोरपि स्थानयोः एतदुक्तं भवति। कल्पगताब्दा रूपाष्टजिनैः संगुण्य खखरसनवभिविभजेत् फलं दिनानि भवन्ति। तत्र यद्विकलं तद्दिनांशदाब्देनोच्यते, तत्र दिनानि दिनांशश्च स्वच्छेदेन सहैकान्ते स्थापयेत्।

हिन्दी भाषा---अभीष्ट रविमण्डलान्त में जो कल्पगताब्द हैं वे यहाँ गृह्यन्ते (लिये जाते हैं) कल्पगताब्दों को रूपाष्टजिन २४८६ से गुणा करके खखरसन ८६०० से भाग देने से जो फल आता है वह दिन और अवमान शेष हैं, दोनों स्थानों पर यही है। कल्पगताब्दों को २४८६ से गुणा कर ८६०० से भाग देने से फल दिन होते हैं। तत्र जो शेष विकल रहता है उसको दिनांश और अब्देन कहा जाता है, उसमें दिन और दिनांश को अपने छेद के साथ एकान्त में स्थापित करना चाहिये।

मन्दफललिप्ताः स्वहाराप्ता रवीन्द्वोर्भुक्तिफलं क्रमात् ॥ दक्षिणे धनमुत्तरे ऋणं भवति ध्रुवसंज्ञकं तत् ॥ एवमिह दण्डमुखं विपरीतं प्राक् चेद्विघोरतनफलाल्पमथात्र सौरम् ॥ सकृत् सकलसन्नरञ्जनाथं भुजं विचारयन्तु ज्यौतिषिका भूषं विचारयन्त्विति ॥२४॥

वा. भा.---प्रह्लादीनां युगे कियन्ति भगणमानानि गताहर्गणमानानि यानि, दिनवारादीं विचाराः, मध्यमग्रहादिसाधनानि यानि, एतदादिषु विषयेषु ग्रार्याणां (आर्यभट्टस्य) षष्टिचा (षष्टिप्रमिताच्छिन्दसा) प्रथमो मध्यगतिरध्यायः (मध्यगतिनामकः प्रथमोऽध्यायः) मया कृतोऽर्थान्मध्यगतिनामकेऽध्या कियन्तो विषयाः सन्ति तेषामुल्लेखः कृत इति ॥इ४॥

मन्दकेन्द्रेभुजज्याभिर्मन्दफलं पातजीविका । कोटिजीवाहृतं भक्तं व्यासार्धं फलमण्डलम् ॥

वि. सा.---मन्दक□□□□□स्य भुजज्यया गुणिता पातजीविका मन्दफलं भवति। कोटिज्यया हृतं व्यासार्धेन भक्तं फलमण्डलं भवति।

इति ब्राह्मस्फुटसिद्धान्ते मध्यमाधिकारः प्रथमः ॥

अब मध्यमाधिकार के उपसंहार को कहते हैं

हिन्दी भाषा---ग्रहादियों के युग में जो भगणमान है, गताहर्गणमान जो है, दिनवारादि के जो विचार हैं, और मध्यम ग्रहमादि साधन जो है एतदादिक विषयों में तिरसठ आर्यछन्दों के (तिरसठ आर्यान्द इलोक द्वारा) मध्यगति नाम का प्रथम अध्याय किया गया अर्थात् मध्यगति नामक प्रथम अध्याय में कितने विषय हैं उनका उल्लेख किया गया इति ॥ इ४ ॥

स्पष्टाधिकारः

स्पष्टाधिकार

यस्मान्मध्यतुल्यः प्रतिदिवसं हृश्यते ग्रहो भगणे । तस्मात्तत्कृत्यकरं वक्ष्ये मध्यस्फुटीकरणम् ॥१॥

वा. सा.---प्रथमं स्फुटगत्यध्यायं व्याख्यायते। तत्रारम्भप्रयोजनमाह। यस्मान्मध्यग्रहेण तुल्यः अग्रविषये ग्रहो न हृश्यते भगणे नक्षत्रचक्रे प्रतिदिवसं दिवसेदिवसे तस्मात् स्फुटीकरणं वक्ष्ये। मध्यस्य किं हगित्याह---हत्कृतुल्यक्रममप्रायो मध्यमो ग्रहः कक्षामण्डले परिकल्पते। न च कक्षामण्डले पारमार्थिको ग्रहः प्रतिमण्डले मध्यगत्या भ्रमति किन्तु स्पष्टगत्या प्रतिमण्डले परिभ्रमन् कक्षामण्डले हृश्यते, अतो येन गणितेन कक्षामण्डले प्रतिमण्डलस्थो ग्रहो हत्समो भवेत्तादृशं स्फुटीकरणमहं वक्ष्ये इति ॥१॥

हिन्दी भाषा---जिस कारण से प्रत्येक दिन क्रान्तिवृत्त में स्पष्ट ग्रह मध्यम ग्रह के बराबर नहीं देखे जाते हैं उस कारण से हत्कृतुल्य (हत्गशितैक्य) कारक स्पष्टीकरण को मैं (ब्रह्मगुप्त) कहता हूँ, यहाँ यह कहा जाता है कि कक्षावृत्त में मध्यम ग्रह परिकल्पित प्रतिवृत्त में स्पष्टगति से भ्रमण करते हुए ग्रह कक्षावृत्त में देखे जाते हैं इसलिए जिस गणित से कक्षावृत्त में प्रतिवृत्तस्थित ग्रह हत्सम होते हैं उस स्पष्टीकरण को मैं कहता हूँ ॥१॥

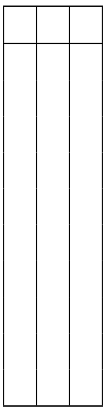
ज्यापञ्चविंशतिका

क्रमज्याउत्क्रमज्या$3\frac{3}{4}$

षड्बुदग्निसुताग्निरसद्वाद्याडा मुनीन्दुवसुचन्द्राः । इन्दुनवनवचन्द्रा रसतिथियमला रविश्रियमाः ॥२॥ छिद्रेपुजिनाः कृतनवपञ्चयमा नन्दचन्द्रसुनिपक्षाः । दन्ताष्टयमा गुणरामनवयमाः शकद्यमखरामाः ॥३॥ ऋतुनवखयुरणा नवशरचन्द्रयुणाः सप्तशून्ययमदहनाः ॥४॥ द्विजनगुरास्त्रिरसरदाः खसप्तयमदहनो व्यस्ताः ॥५॥ मुनयोऽष्टयमास्त्रिरसा रुद्रशशाङ्काः समुद्रमुनिचाः ॥६॥ नववेदयमा सुनियुराहुताशना वसुगुणसमुद्राः ॥७॥ रूपेन्द्रियेषवो रसनगर्तवचन्द्रशीतकरवसवः ॥८॥ शरवसुनन्दाः सागररुद्रशशाङ्का नवाडार्कः ॥९॥

क्रमज्या

वा. था.---एषामद्वयास एव व्यास्यानम्। अघेज्यकास्ता इति तद्यथा। सनुयमला २१४ एतत् प्रथमज्यारूपम्। सुनियमवेदा ४२७ द्वितीयम्। वसुज्वलनघटिकाः ६३८ तृतीयम्। रसकृतवसवः ८४६ चतुर्थम्। शशिपञ्चखेन्दवः १०५१ पञ्चमम्। चन्द्रदरसूर्याः १२५१ षष्ठम्। पञ्चबुदग्निनवः १४४६ सप्तमम्। भूतार्निरसयमाः १६३५ अष्टमम्। मुनीन्दुवसुचन्द्राः १८१७ नवमम्। इन्दुनवनवचन्दराः १९९१ दशमम्।



हिन्दी भाषा---बत्तचतुर्थांश मुनियमला मुनियमवेदा इत्याद्यर्धज्याइचतुरविशतिसंख्यका सन्ति यथा अघोलिखिताः स्युः। व्यस्ता (उत्क्रमज्या) इत्यस्याग्रे सम्बन्धः। चतुरविशतिरर्धज्या (क्रमज्याः)---२१४, ४२७, ६३८, ८४६, १०५१, १२५१, १४४६, १६२४; १८१७, १९९१, २१४५, २३१२, २४५९, २५९४, २८३२, २९३३, ३०२१, ३०९६, ३१४५९, ३२०७, इत्यादि, ३२६३, ३२७०।

चापज्यानयन

ज्यार्धात्त्रिज्याहृतात् पदं स्वल्पान्तराद्विषमात् समात् । चापं स्यात्ततः परं तु पदं तद्वर्गयुतेः पुनः ॥

वि. सा.---बत्तचतुर्थांशि मुनयोऽष्टयमा इत्यादि चतुरविशतिसंख्यका उत्क्रमज्याः सन्ति यथा अघोलिखिताः स्युः---७, रद् (२९), ६२, १११; १७४, रउ (२९२), ३३७, ४३५, रभ१ (५२१), ६७६, ८११, रउ (९८५), १११४, १२९६, १४५३, १६३५, १८२४, २०१९, २२१४, २४२४, २६३२, २५४३, ३०५६, रेर७० (३२७०)।

हिन्दी भाषा---ज्यार्ध को त्रिज्या से भाग देने से जो पद (मूल) प्राप्त हो वह स्वल्पान्तराद्विषमात् समात् (थोड़े अन्तर से विषम और सम) से चाप होता है। उसके पश्चात् पुनः उसी पद के वर्ग में युक्त करके (कुछ संस्कार करके) आगे का चाप प्राप्त होता है।

मन्दफलशीघ्रफल

मन्दकेन्द्रेभुजज्याभिः पातजीविकया गुणाः । कोटिजीवाहृता भक्ता व्यासार्धेन फलं गतिः ॥४१॥ ततः प्रथममल्पं द्वितीयं वा मन्दसंस्कृतात् । मध्यान्मन्दफलादद्याच्छीघ्रभुक्त्याऽथवा पुनः ॥४२॥ मन्दसंस्कृतमादाय शीघ्रभुक्त्याऽथवा पुनः । शीघ्रफलं ततः कुर्यात्त्रैराशिकेन संहितम् ॥४३॥ शीघ्रफलं व्यवस्थाप्य ग्रहस्य स्फुष्टगतिकाः । समानीय ततः कुर्याद्वक्रभुक्तिं विचक्षणः ॥४४॥

वि. सा.---मन्दकेन्द्रगतिज्यान्तरेण (भोग्यखण्डेन) गुणिता, प्राद्वजीवया (प्रथमज्यया) भक्ता यल्लब्धं तत्स्फुटपरिधिगुणितं, भगणांशे ३६५ भक्ते लब्धामिष्कलामिमां शकवर्गादौ (सकलादिकेन्द्रे, क्कयादिकेन्द्रे च) स्वमध्यमगतीरूनाधिका तदानीकेन्द्रस्य (रविचन्द्रयोः) स्फुटा गतिर्भवति, कुजादीनां ग्रहाणां मन्दगतिफलरहिता मध्यगति (मन्दस्फुटगति) वदत्याचार्याः। स्वमन्दस्पुष्टगतिरहिता शीघ्रोच्चगतिः कुजादिग्रहाणां शीघ्रकेन्द्रगतिः।

हिन्दी भाषा---मन्दकेन्द्रगतिज्यान्तर (भोग्यखण्ड) से गुणित प्रथमजीवा (प्रथमज्या) से भक्त जो लब्ध फल वह स्फुटपरिधि से गुणित ३६५ भगणांश से भाग देने से जो कला-मिमा प्राप्त होती है वह सकलादिकेन्द्र में अपनी मध्यमगति से ऊना या अधिक होती है, तदानीक

केन्द्र में रवि और चन्द्र की स्फुटा गति होती है। कुज आदि ग्रहों की मन्दगतिफलरहित मध्यगति मन्दस्फुटगति है। स्वमन्दस्पुष्टगतिरहिता शीघ्रोच्चगति कुजादि ग्रहों की शीघ्रकेन्द्रगति है।

तद्द्युदलपरिध्यन्तरगुणा हता त्रिज्यया च नतजीवा । ऊने धनमृणमधिके दिनार्धपरिधी स्फुटः परिधिः ॥२०॥
सूर्यस्य तदृणमन्दफले धने मन्दपरिधिर्मध्याह्ने । चन्द्रस्य तदेव ताभिरेव घटिकामितेन्दुरपि तस्मिन्नेव कपाले नतो भवतीति ॥२१॥

वि. सा.---मनुद्धितयं त्यंशानां कार्यमर्थाच्चतुदंशांशाः स्थानदये भागद्वयंशेन रहितास्तदा ऋणे वा धने वा मन्दफले सूर्यस्य; दिनमध्ये (मध्याह्ने) मन्दपरिध्यंशा भवन्ति, ऋणे धने वा मन्दफले दिनार्धात् प्राक्कपाले पञ्चदशघटीभिनेतस्य सूर्यस्य दिनमध्यपरिधिमानं क्रमेण भागद्वयंशेनाधिकसूनं कार्यं, दिनार्धात् पश्चिमकपाले पञ्चदशघटीभिनेतस्य सूर्यस्य ऋणे धने वा मन्दफले दिनापरिधिमानं क्रमेण भागद्वयंशेनोनाधिकं कार्यं तदा प्राकपश्चादुन्मण्डलस्थे सूर्ये तन्मन्दपरिध्यंशा भवन्ति। चन्द्रस्य ऋणे धने वा मन्दफले दशनद्वितयं जिनलिप्तोनं कार्यमर्थात् स्थानद्वये द्वात्रिंशदंशाख्यचतुरविशतिकलारहितास्तदा मध्याह्ने तन्मन्दपरिध्यंशा भवन्ति।

हिन्दी भाषा---चौदह अंश में दो स्थानों में एक अंश के तृतीयांश (बीस कला) को घटाने से सूर्य के ऋणमन्द फल में वा धनमन्द फल में मध्यन्ह काल में मन्द परिध्यंश होता है। ऋणमन्दफल में वा धनमन्दफल में दिनार्ध से पूर्वकपाल में पञ्चदश १४ घटी करके नत सूर्य के मध्यान्ह मन्दपरिधिमान में क्रम से एक भाग के तृतीयांश (२० कला) को युत और हीन करना चाहिये।

स्फुटभुक्ति

शीघ्रकेन्द्रस्फुटभुक्त्यन्तरगुणा श्रत उक्तलब्धात्संशोध्या । शीघ्रगतिर्वक्रगतिरितिसिङ्हवर्म्मोपपन्नश्लोकः ॥४१-४४॥

हिन्दी भाषा---शीघ्रकेन्द्रस्फुटभुक्त्यन्तर (भोग्यखण्ड) से गुणित प्रथमजीवा (प्रथमज्या) से भक्त जो लब्ध फल वह स्फुटपरिधि से गुणित ३६५ भगणांश से भाग देने से जो कला-मिमा प्राप्त होती है वह सकलादिकेन्द्र में अपनी मध्यमगति से ऊना या अधिक होती है, तदानीक केन्द्र में रवि और चन्द्र की स्फुटा गति होती है।

उपपत्ति---मध्यस्पष्ट भेदेन गतिस्त्रिविधा भवति, या गतिः प्रतिक्षणं भिन्ना-भिन्ना भवति, सा स्पष्टा अन्यां मध्या, स्फुटा गतिरपि दैनिकतात्कालिकभेदेन द्विविधा भवति, तेन दैनिकमन्दस्पष्टागतिः, तात्कालिकमन्दस्पष्टागतिः। दैनिकस्पष्टागतिः, तात्कालिकस्पष्टागतिः, आचार्येण दैनिकमन्दस्पष्टगतिः, दैनिकस्पष्टगतिश्चानीयते।
ग्रहमन्दकेन्द्रगतिज्यान्तर (भोग्यखण्ड) से गुणित प्रथमज्यया भक्त यल्लब्धं तत्स्फुटपरिधिगुणितं भगणांशे ३६५ भक्ते लब्धामिष्कलामिमां शकवर्गादी (सकलादिकेन्द्रे, क्कयादिकेन्द्रे च) स्वमध्यमगतीरूनाधिका तदानीकेन्द्रस्य (रविचन्द्रयोः) स्फुटा गतिर्भवति।

वि. सा.---बुधशुक्रयोः शीघ्रोच्चं रवेरर्कात् ग्रहणादितोऽन्यथा। तयोः शीघ्रोच्चं सूर्यसम्बन्धि, मन्दोच्चं स्वतन्त्रमिति विशेषः।

बुध और शुक्र का शीघ्रोच्च सूर्य से ही संबन्ध रखता है, इनका शीघ्रोच्च सूर्यसम्बन्धी है, मन्दोच्च स्वतन्त्र है। इसलिए इन दोनों ग्रहों में विशेष संस्कार की आवश्यकता होती है।

वि. सा.---भौमादीनां मन्दस्पष्टगतिः स्फुटगतिश्च। मन्दस्पष्टभुक्त्यन्तरात् शीघ्रभुक्तिः शीघ्रफलाधम्भोग्यजीवासंगुणिता मध्यजीवया विभजेत्। लब्धेनोक्तवत्स्फुटभुक्तिः समानीया यदि तया सह मन्दफलाधम्फुटभुक्त्यन्तरा तत्रैव केन्द्रमे कृता भुक्ती धन ऋणां वा कार्यं।

भौम आदि ग्रहों की मन्दस्पष्टगति और स्फुटगति---मन्दस्पष्टभुक्त्यन्तर से शीघ्रभुक्ति शीघ्रफलाधम्भोग्यजीवा संगुणित मध्यजीवा विभजेत्। लब्धेन उक्तवत् स्फुटभुक्ति समानीया यदि तया सह मन्दफलाधम्फुटभुक्त्यन्तरा तत्रैव केन्द्र में कृता भुक्ती धन ऋण वा कार्य।

इति ब्राह्मस्फुटसिद्धान्ते स्पष्टाधिकारः द्वितीयः ॥

हिन्दी भाषा---इस प्रकार से ब्रह्मगुप्ताचार्य द्वारा रचित ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त में मध्यमाधिकार (प्रथम अधिकार) और स्पष्टाधिकार (द्वितीय अधिकार) की व्याख्या संपन्न हुई। इसमें ग्रहों की मध्यमगति, स्पष्टीकरण, ज्यागणित, मन्दफल, शीघ्रफल, देशान्तर, नतकर्म आदि विषयों का विस्तृत वर्णन किया गया है।

मध्यमाधिकार

स्पष्टाधिकार

ज्यापञ्चविंशतिका

उत्क्रमज्या

स्पष्टादिकारः

श्लोक ४८--४९

वा भवतीत्यर्थः। पादे शीघ्रकेन□□मर्धकं तदतीतस्य प्रथ वक्रानुवक्रकेंद्रमर्धक-
मतस्तस्यैव वक्रानुवक्रदिनं ज्ञात्वा सकृद्ग्रहः स्पष्टः कार्यस्तदर्धयोःशीघ्रकेंद्रवक्रानु-
वक्रो निक्षिप्याविति प्रत्यय वासना। मध्याच्छीघ्रनीचोच्चवृत्तमध्य यावदूर्ध्वं
कोटिः परमफलज्यातुल्यं शीघ्रनीचोच्चवृत्तमध्यमार्धे भुजा। पूर्वापरेया वा तयो-
र्गुणितं मूलं त्रयंककर्णः परमफलज्या प्रोक्ता मध्य यावतस्य कर्णस्य शीघ्रनीचोच्च-
वृत्ताशालाकायाःचान्नरे यावच्छीघ्रनीचोच्चवृत्तसूर्याद्येन प्रमिति प्रतिमण्डलपरिधौ
स च तत्र प्रदेशे परच्छादग्छन्नुत्सन्नते। तस्माद्दुर्न्नने सर्वं गोले दर्शयेत्। **॥४८--४९॥**

वि. भा.—प्रत्येकटिमार्गपुमनुर्मीरित्यादिपञ्चशीघ्रकेंद्रांशौभौमादिद्वयंहरणां
वक्रं भवेद्यदिरचितैस्तैः शीघ्रकेंद्रांशैस्तेषां वक्रारम्भौ भवति, तद्धितैश्चक्रांशो
३६०□अनुवक्रमध्यमगैरमः। मन्दफलस्पष्टमुक्तिः (मन्दस्पष्टागतिः) तदुग्ना
(तद्धिता) शीघ्रमुक्तिः (शीघ्रस्पष्टिः) शीघ्रकेंद्रगतिर्भवति तथा तदधिकोन-
मागकलामकालस्तथा गतेन दिवसा भवति, शीघ्रात्यकेंद्रभागैरसकृद्धिना-
उच्चैःपकर्माणां स्थिरो भूतः क□□□□□ांशैरिति ॥४८--४९॥

अत्रोपपत्तिः

अथ शीघ्र—स्पष्टं = स्पष्टिः, यदा च शीघ्र < स्पष्टं तदा विलोम-
शोधनेन वक्रा गतिर्भवितुमर्हति, परमेव क□□□ स्थितिरिति विचारयते, फलाश्रया-
कृतंरविच्चजनीभ्रियादिमासकरेःप्रकारेण

$$\frac{\text{फलोज्या} \times \text{शीघ्रो}}{\text{शीघ्रो}} = \text{स्पष्टः}$$

एतत्त्वरूपदर्शनेन सिद्धयति यत्र फलकोटिज्यायाः परमत्वं शीघ्रकर्णौ च परमात्पत्वं
भवेतत्त्वैव स्पष्टकेंद्रगतः परमाणिकत्वं भवितुमर्हति, नीचरथाने फलभावा-
त्फलकोटिज्यायाः परमत्वं भवति, कर्णस्य परमात्पत्वमपि तत्र भवयतो
नीचस्थान एव स्पष्टकेंद्रगतः पराधिक्यं भवितुमर्हति तेन शीघ्र < स्पष्टं तस्य
सम्भावना नीचरथाने एव भवेद्यादित्त्वैव प्रोक्ता वक्रगतिका भवति, परन्तु वक्रगति-
वारम्मस्तु ततः (नीचात्) पूर्वं एव भवितुमहत्यतः कियन्मते शीघ्रकेंद्रांशो
वक्रारम्भो भवतीति विचायते ॥

गणित विवेचन

कल्प्यते वक्रारम्भकालिककेंद्रकोटिज्यामानं = य

फलांशाकृतंरविच्चजनीभ्रौ द्वाकेंद्रमुक्तिरित्यादिमासकरोत्क्या

फलोज्या = कर्णो/कर्णो = स्पष्टः, नीचस्थानस्य कन्यादिकेंद्रं विभ्रमानत्वात् कन्यादि-

$$\text{केंद्रकर्णः} = \sqrt{\text{त्रि}^2 + \text{मफलोज्या}^2 - 2 \cdot \text{मफलोज्या} \times \text{य}}$$

तथा द्वाकेंद्रकोटिमैन्यन्त्य-

श्लोक ५०--५१

मार्गनियमरचैपलक्षा यन्त्राभियोगातिशयाच्च तस्मादुपपन्नं कक्षामण्डलादिषु विन्यस्तेन एते बोधायास्तमयभागा अविभक्ते, ग्रहे विभक्ते मण्डलवरागृदुर्घटते, तद्दुःखमुद्यास्तमदण्डायो भविष्यतीति ॥५०--५१॥

प्रयुग्ना बुधशुक्रयोर्दयास्तर्यपरिक्षानार्थमायातिमाह। शीघ्रात्यकेंद्रमार्गो-रित्यनुवर्तन्ते खराः ५० एतावद्बुधः सवितःशीघ्रकेंद्रमार्गैर्बुधस्य परचात् उदयो भवति, जिनः २४ एतावद्बुधः शुक्रयोदयपरचात् इष्टतिथिमः १५५ एतावद्बुधरव शीघ्रात्यकेंद्रमार्गः परचादस्तमयो बुधस्य मुनिनगेंदुभिः १७७ एतावद्बुधः परचात्, शुक्रस्य-स्तमयः उदयास्तमयो व्यस्तो मण्डलमार्गैस्तदुग्नः प्राक् ॥५२--५३॥

उपपत्तिः

बक्र-कतिवक्र-प्रतिवक्र इन सबों के नाम फलार्थ संहिताकार ने जो रखे हैं उसी तरह समझने चाहिए, दिग्यर्थीबुद्धिद मे लल्लाचार्य आचार्यकतानुसार ही कहते हैं जैसे 'मध्य-स्पष्टान्तरखलेन चलात् इत्यादि' संहितोपपत्ति में लिखा गया है, सिद्धान्तशेखर में शीघ्रो-च्चात् स्पष्टमध्यमहाविरदत् इत्यादि' संस्कृतोपपत्तिमें लिखित पद से श्रीपति 'बृहस्पतिसुत भौर लल्लाचार्योक्त के मनुकूल ही कहते हैं। ग्रन्थविदानयन सुगम ही है इति ॥५०--५१॥

त्रिप्रश्नाधिकारः

श्लोक ५४--५५

इदानीं कुजादिद्वयहरणामुदयास्तकेंद्रांशानाम्

षष्ट्यंशः २८ कृतचक्रे १४ मुनिनगेंदुभिः १७ भौमजीवरविबुधानाम्
उदयः प्रागस्तमयस्तदुच्चकांशाः पश्चात् ॥५४॥

स्वारे ५० जिने २४ क्ष सितयोरिष्टतिथिमि १५५ मुनिनगेंदुभिः १७७ पश्चात्
उदयास्तमयो व्यस्तो मण्डलमार्गैस्तदुग्नः प्राक् ॥५५॥

वा. भा.—शीघ्रात्यकेंद्रमार्गरत्यमौमीमस्य प्रागुदयो भवति २८ स्वातीशी-केंद्रमार्गैः कृतचक्रे १४ जीवस्य प्रागुदयो भवति, स्वातीघ्रकेंद्रमार्गैर्मुनिनगेंदुभिः १७ शनैश्चरस्यो भवति। प्रागस्तमयास्तु परचाद्दृश्यति। चक्रांशैस्ते उन्नतदुग्नाः यथा स्वोदयमार्गैःस्नाच्च कर्कांशाका ये विशेषा भवतीत्यर्थः। चक्रांशाकाः प्रसिद्धा एव तथाऽपि भौमस्यास्तमयशीघ्रकेंद्रभागाः ३३२ जूतो ३८५, शनैः ३५३, सवितुः/बुधस्य-स्तकेंद्राद्यैः, राश्यादिकानि। भो। उ। २८ जौ उ। १४ धा उ। १७ शौ १५५ भो १७७ भो ॥ उ । २८ जौ उ । १४ धा उ । १७ शौ मौ ११८६ रा मा १११३।

श्लोक ५६--५७

भ्रात्रातीतानां ग्रहाणां दर्शने प्राप्नोत्। तद्धि-
कोनां भागकला मन्दफलस्पष्टयुक्तयुक्षीघ्रयुक्या। हृता दिवसा इति न्यायेनोप-
पत्तिः। तथाऽपि रविकक्षया सर्वथा स्पष्टत्वातिमद्धंले नीचोच्चवृत्तमध्ये भ्रमति।
ततो यदा परमे प्रतिमण्डलोन्नतप्रदेशे ग्रहः स्थितो भवति तदा समापेक्षं क्षोभो
भवति समरव रविरत्र एव सूर्यस्तदा ग्रहो नोपलभ्यते। मनाऽपि रविकिंरव्य-
परिहृतिर्भवतत्ते यथा-यथा ग्रहोदयस्तमयोर्दृश्यतां प्रथममेवोदयं यान्ति ततः
शीघ्रात्यादर्कस्यास्तमयेऽपि परिवर्त्यं शीघ्रमार्गेणाकः पुनरुप्तं ह्रासमभ्येति पश्च-
मादिर्मावात्। अतएवास्तमयोदं ग्रह उपलभ्यते। उदयास्तमयो यदा भवतो

उपपत्तिः

बक्र-कतिवक्र-प्रतिवक्र इन सबों के नाम फलार्थ संहिताकार ने जो रखे हैं उसी तरह
समझने चाहिए, दिग्यर्थीबुद्धिद मे लल्लाचार्य आचार्यकतानुसार ही कहते हैं जैसे 'मध्य-
स्पष्टान्तरखलेन चलात् इत्यादि' संहितोपपत्ति में लिखा गया है, सिद्धान्तशेखर में शीघ्रो-
च्चात् स्पष्टमध्यमहाविरदत् इत्यादि' संस्कृतोपपत्तिमें लिखित पद से श्रीपति 'बृहस्पतिसुत
भौर लल्लाचार्योक्त के मनुकूल ही कहते हैं। ग्रन्थविदानयन सुगम ही है इति ॥५६--५७॥

इदानीं पञ्चजयानयनमाह

जिनमागज्यागुणिता सूर्यज्या व्यासदलहृता लब्धम्
इष्टक्रमजीवा विषुवद्दर्द्धिविरणा सवितुः ॥५८॥

इष्टक्रमभागे त्रिज्यावर्गाद्ध्रोत्वं शेषपदम्
विषुवद्दर्द्धिविरणात् स्वाहोरात्राद्विवस्कमः ॥५९॥

क्रान्तिज्या विषुवच्छायया गुणा द्वादशोद्धृता स्थितिजा।
स्वाहोरात्रनुष्टा व्यासार्धेनाहता मता ॥६०॥

स्वाहोरात्रार्धेन सम्बुद्धिज्याचनुष्करप्रमाणः।
ते पृथक्ता विच्छिन्ना विच्छिन्ना नागिका शुष्का ॥६१॥

वा. भा.—अत्र सूर्यग्रहणं सूर्यछायालक्षणार्थं तेनायमर्थः जिनसंख्यामागाः
जिनसंख्यामागाश्चतुर्विंशतिमागाः इत्यर्थः। तेभ्यो या ज्या तया गुणिता नवरद-
केंद्ररिति यावत् १३२५ कासौ सूर्यज्या इष्टकालिकस्पष्टग्रहज्योर्यर्थः, सा जिन-
मागज्या गुणिता सती व्यासदलहृता कार्या। ततो यल्लब्धं सापक्रमज्या भवतिष्ट-
कालिका सवितुरस्य वा ग्रहदैज्यां जिनज्यागुणिता सती व्यासदलहृता कार्या।
ततो यल्लब्धं सापक्रमज्या भवतीष्टकालिका सवितुरस्य वा ग्रहदैज्यां द्वा
कृता तस्यैर्यर्थः सा च विषुवदूतैरेण दक्षिणेन च भवति, मध्यस्पष्टादिषु ग्रहे यथा-
सूयं सेव स्पष्टा क्रान्तिज्या भवति, चन्द्रादीनां पुनरपि कृता स्वविषेषयुताविपुता

श्लोक ६२--६३

द्वादशांशोनतं जीवा कार्याः ताश्च भूतादिनगमनानां १३२५
दुःखयदनाख्यमा १८६३ मिथुनस्य वमनिरदा ३०३० अनः सवातीतानां प्राप्य-
दुर्बलतीर्थाः। जिनमागज्यागुणानां सूर्यज्योत्नियमेन पुमनु क्षोणिज्या कार्या
ताश्च मैथुनं वैद्यमठद्विकलमाधात् ६६□३०' बुधस्य छद्धरभवाः १९□५९ मिथुनस्य
नवरदचक्रा १३□३०। एनाभिरेव प्राप्तवत्। स्वातीतग्रहाणां त्रिज्याकर्मवर्षो-

च्चयाख्याया गुणोत्कयादिना प्राप्तवत्। तद्वेव विषु-
वच्छायाया कार्या। ताश्च स्वातीत विज्ञेय स्वदेशज्याचरदलसंस्कृतां पुमनु
प्राणा भवन्ति।

श्लोक ६४--६५

तदानीं मेषादिनगानां चरखण्डयाथनमाह
मेषकूर्पंमिथुनानां जीवा कार्याः ताश्च भूतादिनगमनानां १३२५
दुःखयदनाख्यमा १८६३ मिथुनस्य वमनिरदा ३०३० अनः सवातीतानां प्राप्य-
दुर्बलतीर्थाः प्राप्तवत् ॥६४॥

मेषकूर्पंमिथुनानां त एव क्षेत्रा कर्कीसहकन्यानामथ क्षेत्रा तुलाद्विश्चक-
घटयो मकरकुम्भमीनानामथवाम्ना। त्वकाल्यां स्वाहोरात्रनुतानि
विनस्य प्रदर्शयेत, स्पष्टाद्यध्याय एव चरदलानयने मया प्रदर्शितानि विदुषामपि
प्रदर्शयेते स्वदेशे। यद् क्षिति स्वाहोरात्रनुते क्षितिज्योच्छाययोरन्तरे प्राणाः
यदेव लग्नाकारबुद्धिरस्य तदन्तरकालं पृच्छतीति।

मेषकूर्पंमिथुनानां त एव क्षेत्रा कर्कीसहकन्यानामथ क्षेत्रा तुलाद्विश्चक-
घटयो मकरकुम्भमीनानामथवाम्ना। त्वकाल्यां स्वाहोरात्रनुतानि
विनस्य प्रदर्शयेत, स्पष्टाद्यध्याय एव चरदलानयने मया प्रदर्शितानि विदुषामपि
प्रदर्शयेते स्वदेशे। यद् क्षिति स्वाहोरात्रनुते क्षितिज्योच्छाययोरन्तरे प्राणाः
यदेव लग्नाकारबुद्धिरस्य तदन्तरकालं पृच्छतीति।

श्लोक ६६--६७

क्षेपकूर्मंमिथुनानां त एव क्षेत्रा कर्कीसहकन्यानामथ क्षेत्रा तुलाद्विश्चक-
घटयो मकरकुम्भमीनानामथवाम्ना। त्वकाल्यां स्वाहोरात्रनुतानि
विनस्य प्रदर्शयेत, स्पष्टाद्यध्याय एव चरदलानयने मया प्रदर्शितानि विदुषामपि
प्रदर्शयेते स्वदेशे। यद् क्षिति स्वाहोरात्रनुते क्षितिज्योच्छाययोरन्तरे प्राणाः
यदेव लग्नाकारबुद्धिरस्य तदन्तरकालं पृच्छतीति ॥६६--६७॥

ततो यदा परमे प्रतिमण्डलोन्नतप्रदेशे ग्रहः स्थितो भवति तदा समापेक्षं क्षोभो
भवति समरव रविरत्र एव सूर्यस्तदा ग्रहो नोपलभ्यते। मनाऽपि रविकिंरव्य-
परिहृतिर्भवतत्ते यथा-यथा ग्रहोदयस्तमयोर्दृश्यतां प्रथममेवोदयं यान्ति ततः
शीघ्रात्यादर्कस्यास्तमयेऽपि परिवर्त्यं शीघ्रमार्गेणाकः पुनरुप्तं ह्रासमभ्येति पश्च-
मादिर्मावात्। अतएवास्तमयोदं ग्रह उपलभ्यते। उदयास्तमयो यदा भवतो

इदानीं लम्बनाध्यायमाह

राश्यर्कादिभिर्मूलं लब्धं भवेत्। परन्तु राशीनां स्फुटत्वातुदयासवः स्फुटा भवन्त्
स्वदेशोदयानवदोषेन लग्ननयनं नवः प्राचीनः सूतमध्यतस्तल्लग्नायं न समो-
चीनं तत् एव सिद्धान्तशिरोमण्योरुपपन्ना बालदेवगासिनरा सूद्धं लग्ननयनं
हृतं पर तद्धि समोचीन नासीन्। म. म. पण्डित सुखारदिवेदिना तत्पदं
हृतम्। □□आकाशमध्यविषुवा-ज्वलत्रकुर्यादिष्टे दिवाकरमपकमकोटिमागात्।
यष्टे जिनरिजगुरुं विषुवार्कं च स्वाङ्काद्युहोर्दिनभागमितं क्षेत्रं। मेषादि-
मुद्गलगते प्रकल्प्यस्याख्यो मुञ्जानयो मुञ्जागरयोः। युक्तिं सायनलग्नमानं
भवेस्पष्टं गोलविदां बुधानामिलयेन सूद्धं लग्ननयनं च क्तमस्ति, प्राचीनः सूर्य
सिद्धान्तकारादिमान्यरयारविन एव लग्ननयनं हृतमित्यपि तेषां दोषः,

पण्डितः प्रकारेण्यादुग्रं लग्ननयनं हृतमस्ति, तज्ञानार्थं मदीय 'लग्ननयनम्' पुस्तकमबलोकनीय सति ॥१८--१९--२०॥

अथ स्वदेश में लग्नानयन को कहते हैं।

हिं. भा.—रवि को तात्कालिक करके उनकी राशिस्थैयकला को स्वोदयात् (जिस राशि में रवि है, उसके स्वदेशोदयात्) से गुणा कर राशिकला से भाग देने से जो क्षणात्मक लंब हो उसको इष्टकालात् में से घटा देना, राशि के भौग्यांश को रवि में जोड़कर लोपात् में क्रम से जितने राश्युदयात् घटे उतनी राशि सूर्य में जोड़ देना, शेष को तीस से गुणा कर मधुदोय (जिस राशि का उदयात् मान नहीं घटा है उससे) से भाग देकर जो श्रादिक लंब हो उसको रवि में जोड़ देना ऐसा करने से लग्न होता है इति ॥१८--१९--२०॥

उपपत्तिः

उदयक्षितिज में क्रान्तिगुप्त का जो बिन्दु लगा है अर्थात् उदयक्षितिज और क्रान्तिगुप्त का सम्पात बिन्दु लग्न है, जिस राशि में तात्कालिक रवि है उस राशि की भौग्यकला से अनुपात करते हैं यदि राशिकला में उस राशि के स्वोदायुग्मान पाते हैं तो रवि भौग्यकला में क्या इससे रवि का भौग्यात् प्रमाण प्राता है, इसको इष्टकालात् (रविभौदायात्, लग्नभूतात् और रविलम्बनात्रालोदयात्स्यों के योग) में से घटा देना तब जो शेष रहे उसमें जितने राश्य-दयात् घटे उन्हें घटा देना। शेष से अनुपात 'यदि मधुदराश्युदयात् में तीस भाग पाते हैं तो मेधात् में क्या' से जो श्रादिक फल प्राता है उसमें मेषादि से मधुद राशि से अन्यवर्धित पूर्व राशितक राशि संख्या जोड़ने से लग्न होता है। परन्तु राशियों के स्फुटत्व के कारण उनका उदयमान भी स्फुट होता है, सब प्राचीनाचार्यों ने स्फुट राश्युदयमान ही के वच् से लग्न-नयन किया है इसीलिए बहु ठीक नहीं है, अतः सिद्धान्त शिरोमणि को टिप्पणी में संयोक्तक (आमूदेव शास्त्री) ने शुद्ध लग्ननयन किया है। लेकिन बहु भी ठीक नहीं है, महामहोपाध्याय पण्डित सुखाकर द्विवेदी ने उसका सुधार किया है। और 'आकाशमध्य विषुवाखलत्रकुर्यादृष्टे'

इदानीं छायाकरणीवाह

हृज्या द्वादशगुणिता विभाजिता शङ्कुना फलं छाया।
व्यासार्धं छेदहतं विषुवत्कर्णहृतं कर्णः ॥२८॥

विषुवत्कर्णगुणायामा व्यासार्धकृतिः फलं सौम्ये।
मयुखद्विज्याहीनं युक्तं याम्ये धनुष्करप्रमाणः ॥२९॥

सौम्ये युतं विहीनं याम्ये प्रागपरयोः प्राणाः ॥३०॥

भ्रष्टो गतविशेषाः फलमत्याया विशेष शेषस्य।
धनुःरविकर्मजीवार्धिः पूर्वापरयोर्नतप्राणाः ॥३१॥

वा. भा.—यस्यक्षायाया दिनगतिशेषानयनमिष्यते तस्यक्षायायाः छाया-कर्णां कृत्वा तेन स्वाहोरात्राद् गुण्येत्। ततस्तेन स्वाहोरात्रार्धेन छायाकर्णहृतेन मताया कृता व्यासार्धकृतिः कि मृत्या विषुवत्कर्णगुणायामाः फलं ज्या भवति। सफलं सौम्ये गोले छायुबुद्धिज्याहीनं याम्ये तथैव युक्तं कृत्वा यद्भवति। तस्य धनुः क्षेत्राणां कार्यस्तदनुस्तद्वैध्वंसिकचरदलप्राणौः सौम्ये गोलेषु युतं याम्येहीनं कृत्वा प्रागपरयोः प्राणा भवति। भ्रष्टो गतविशेष यथासङ्ख्यमुत्तरगोले छायुबुद्धिज्या कलां गच्छति। तद्दिशिशोधनेन युच्चायां तच्चरदलाद्विशोध्य गता शेषा प्राणा भवन्ति एवमुत्तकालान्तयनं फलमत्यायामपि विशेष यत्फल-शेषं किंचित्। तद्दिशाया विशेष शेषस्यैकमज्याखं धनुः कार्यं तत्र या लिप्ताः तेन प्राणा नता भवन्ति। अथ फलेज्याया विशेष व्यासार्धमितिक्षेत्रविवरिष्यते।

इदानीं प्रकारान्तरेण छायाकरणी शङ्कु वाह

व्यासार्ध कृतिं हृता विषुवत्कर्णेन या भवेत् कर्णः।
लम्बगुणो वा घातः शङ्कुकृतिसार्धकृतिभक्तः ॥३२॥

घातो वा शङ्कुगुणक्रियया विषुवत्कर्णेन विभुक्तः शङ्कुः।
कर्णकृतिः संशोध्य द्वादशभागे पदं छाया ॥३३॥

वा. भा.—क्षेत्रेण वासना मूर्धन्यैकपरिच्छेदेनैराशिकनयं मतया प्रकल्पिता। तथापि यदि छायाकार्णस्य द्वादशाकुस्तलयासाक्षेत्रस्य कः शङ्कुरिति फलं बृहच्छङ्कुः ततो यदि लम्बकोटेज्यामार्गकर्णः तदस्य यां शङ्कुटेः कृतां दक्षिणोत्तर-गतिहीनो गुप्ते फलं छेदः तद्द्वितीयं नैराशिकं यदि विषुवन्मध्यां याम्योत्तरमण्डलगता यावल्लब्ध-कोटिं व्यासार्धकर्णं तद्दिशङ्कुकोटिज्यामियोत्तरछायासार्धं गतो यः कर्ण इति

इदानीं प्रकारान्तरेणोत्कलां नतकालं वाह

स्वाहोरात्रार्धेन छायाकर्णेन मतायाः।
विषुवत्कर्णगुणायामा व्यासार्धकृतिः फलं सौम्ये ॥३४॥

मयुखद्विज्याहीनं युक्तं याम्ये धनुष्करप्रमाणः।
सौम्ये युतं विहीनं याम्ये प्रागपरयोः प्राणाः ॥३५॥

भ्रष्टो गतविशेषाः फलमत्याया विशेष शेषस्य।
धनुःरविकर्मजीवार्धिः पूर्वापरयोर्नतप्राणाः ॥३६॥

वा. भा.—यस्यक्षायाया दिनगतिशेषानयनमिष्यते तस्यक्षायायाः छाया-कर्णां कृत्वा तेन स्वाहोरात्राद् गुण्येत्। ततस्तेन स्वाहोरात्रार्धेन छायाकर्णहृतेन मताया कृता व्यासार्धकृतिः कि मृत्या विषुवत्कर्णगुणायामाः फलं ज्या भवति। सफलं सौम्ये गोले छायुबुद्धिज्याहीनं याम्ये तथैव युक्तं कृत्वा यद्भवति। तस्य धनुः क्षेत्राणां कार्यस्तदनुस्तद्द्वैध्वंसिकचरदलप्राणौः सौम्ये गोलेषु युतं याम्येहीनं कृत्वा प्रागपरयोः प्राणा भवति।

प्रथमं विषुवत्कर्मुक्ता लम्बाक्षज्योतार्नयनमाह

शङ्कु लम्बकछायाख्यया तद्गुणस्युत्तरैं लब्धम्।
विशुद्धिर्विषुवत्कर्णाक्षेत्राक्षयाक्षोच्चनता शङ्कुः ॥५७॥

उन्नतजीवाकोटिज्याह्रिया हृज्या भुजो नतज्या वा।
कर्णाक्षेत्रावृत्ते व्यासार्धं द्व्यमतोद्यन्न ॥५८॥

शङ्कु क्षायाकृत्योरित्युक्त्याकृतितत्समासपुरुषष्टकयोः।
भूते लम्बाक्षज्ये तदंशकलास्तदनुमागाः ॥५९॥

विषुवत्कर्णहृते वा शङ्कु क्षायाहृते पृथक् त्रिज्ये।
अक्षक्षेत्रर्ज्ये लम्बाक्षज्योत्क्षमध्यने ॥६०॥

नतलम्बाक्षाक्षान् प्रोह्य ज्या वैतराश्लब्धकष्ट्ये।
शङ्कु क्षायागुणिक्ते क्षायद्विघातहृते वास्ते ॥६१॥

लम्बाक्षकलाभागं शेषं त्रिज्याकृतेः पदं भाज्याः।
भनुज्या सर्वोत्क्रान्तज्याविवराणांऽघनमेव ॥६२॥

वा. भा.—स्वदेशक्षायायो भौलं विज्यस्य प्रदर्शयेत्तथैव सममण्डलाद् दक्षिणोत्-पश्चिमाद्योरविमल्पयेत्

पुनः प्रकारान्तरेण लम्बाक्षज्ये व्रूते

लम्बाक्षज्ञानं नवतः प्रोक्ष (हृत्वा) ज्या साध्या तदा वा (प्रकारान्तरेण)
इनता ज्या स्वाध्यर्धल्पांशयोर्नवतेर्ज्योर्ज्याज्या, अक्षांशोन्नतेज्योर्ज्या लम्बज्या,
अक्षलम्बज्ये-शङ्कुच्छायागुणिक्ते (द्वादशपलमागुणिक्ते) छायाद्वादशहृते (पलमा
द्वादश भक्ते) तदा वा (प्रकारान्तरेण)इष्ठे लम्बाक्षज्ये भवत् इति ॥९१॥

अत्रोपपत्तिः

ज्या (९०—अक्षांश) = लम्बज्या, ज्या (९०—अक्षांश) = मध्यज्या, वा
अक्षज्या×१२/पलमा = लम्बज्या, तथा

$$\frac{\text{पलमा} \times \text{लम्बज्या}}{} = \text{मध्यज्या, एतावत्यक्षाज्या-}$$

लम्बोपपत्तेः ॥९१॥

पुनः प्रकारान्तरेण छायाकर्णी शङ्कु वाह

व्यासार्ध कृतिं हृता विषुवत्कर्णेन या भवेत् कर्णः।
लम्बगुणो वा घातः शङ्कुकृतिसार्धकृतिभक्तः ॥९२॥

घातो वा शङ्कुगुणक्रियया विषुवत्कर्णेन विभुक्तः शङ्कुः।
कर्णकृतिः संशोध्य द्वादशभागे पदं छाया ॥९३॥

वा. भा.—क्षेत्रेण वासना मूर्धन्यैकपरिच्छेदेनैराशिकनयं मतया प्रकल्पिता।
तथापि यदि छायाकार्णस्य द्वादशाकुस्तलयासाक्षेत्रस्य कः शङ्कुरिति फलं
बृहच्छङ्कुः ततो यदि लम्बकोटेज्यामार्गकर्णः तदस्य यां शङ्कुटेः कृतां दक्षिणोत्तर-
गतिहीनो गुप्ते फलं छेदः तद्द्वितीयं नैराशिकं यदि विषुवन्मध्यां याम्योत्तरमण्डलगता

इदानीं नतकालानयनमाह

उदयास्तमयैः क्षेपैर्द्वादशाभिर्नतं याम्योदयात्।
भागैर्लब्धं चलं तद् दोर्ज्याविवरं च स्फुटम् ॥६३॥

तन्मण्डलं प्रोक्ष्य तज्जं शङ्कुना लम्बकेन वा हतम्।
द्युज्यया विभक्तं लब्धं नतकालं प्रचक्षते ॥६४॥

अर्कक्षेपैर्विनता दोर्ज्योत्क्रान्तिज्या नतकालहृते।
तज्जं त्रिज्याहतं द्युज्यया विभक्तं शङ्कुरिष्यते ॥६५॥

नतोत्क्रान्तज्ययोर्घाते द्युज्याकृतेस्तदंशकं शङ्कुः।
छायाहते द्वादशभागे पदं भवति तत्क्षेपः ॥६६॥

वा. भा.—उदयास्तमयक्षेपैर्द्वादशाभिर्नतं याम्योदयात् भागैर्लब्धं चलं तद् दोर्ज्याविवरं
च स्फुटम्। तन्मण्डलं प्रोक्ष्य तज्जं शङ्कुना लम्बकेन वा हतं द्युज्यया विभक्तं लब्धं
नतकालं प्रचक्षते। अर्कक्षेपैर्विनता दोर्ज्योत्क्रान्तिज्या नतकालहृते तज्जं त्रिज्याहतं
द्युज्यया विभक्तं शङ्कुरिष्यते। नतोत्क्रान्तज्ययोर्घाते द्युज्याकृतेस्तदंशकं शङ्कुः
छायाहते द्वादशभागे पदं भवति तत्क्षेपः ॥६३--६६॥

अत्रोपपत्तिः

नतोत्क्रान्तज्ययोर्घाते द्युज्याकृतेस्तदंशकं शङ्कुः छायाहते द्वादशभागे पदं भवति तत्क्षेपः। उदयास्तमयक्षेपैर्द्वादशाभिर्नतं याम्योदयात् भागैर्लब्धं चलं तद् दोर्ज्याविवरं च स्फुटम् इति नतकालानयनम्।

इदानीं प्रकारान्तरेण छायाकरणी शङ्कु वाह

व्यासार्धं छाद्यं कृतितं विषुवत्कर्णेन या भवेत् कर्णः।
लम्बगुणो वा घातः शङ्कुकृतिसार्धकृतिभक्तः ॥९२॥

घातो वा शङ्कुगुणक्रियया विषुवत्कर्णेन विभुक्तः शङ्कुः।
कर्णकृतिः संशोध्य द्वादशभागे पदं छाया ॥९३॥

वा. भा.—क्षेत्रेण वासना मूर्धन्यैकपरिच्छेदेनैराशिकनयं मतया प्रकल्पिता। तथापि यदि छायाकार्णस्य द्वादशाकुस्तलयासाक्षेत्रस्य कः शङ्कुरिति फलं बृहच्छङ्कुः ततो यदि लम्बकोटेज्यामार्गकर्णः तदस्य यां शङ्कुटेः कृतां दक्षिणोत्तर-गतिहीनो गुप्ते फलं छेदः तद्द्वितीयं नैराशिकं यदि विषुवन्मध्यां याम्योत्तरमण्डलगता यावल्लब्ध-कोटिं व्यासार्धकर्णं तद्दिशङ्कुकोटिज्यामियोत्तरछायासार्धं गतो यः कर्ण इति

इदानीं नतकालानयनमाह

क्षेत्रज्ञा प्राच्यपरक्रान्तित्रिज्यागुणाद्वलम्बहृता।
दिग्गुणमुच्चस्तसूनं तं त्रिज्याकृतिविवरपदम् ॥६७॥

सू. भा.—क्रान्तिः क्रान्तिज्या त्रिज्यागुणाद्वलम्बेन लम्बज्या हृता तदा सा स्यात्। इयमत्र क्षितिजे प्राच्यपरा भवति। अथात् क्षितिजे प्राचि प्रतीच्यां च प्रागपरस्वस्तिकायां यथा दिक्कला भवतीत्यर्थः। तद्दिग्ज्याकृतिविवरपदं दिग्गुणमुच्चस्तसूनं तं त्रिज्याकृतिविवरपदं भवेदिति।

इदानीं मध्यच्छायानयनमाह

छायाक्षेत्रानुपातेन त्रि.१२/शङ्कु = छायाकर्णं ततः $\sqrt{\text{छायाक}^2 - {}^2}$ = छाया, इति ॥१४८॥

अथ प्रकारान्तर से मध्यच्छायानयन को कहते हैं।

हिं. भा.—त्रिज्या को बारह से गुणा कर मध्यशङ्कु से भाग देने से मध्यच्छाया कर्णं होता है, छायाकर्ण और द्वादश (१२) का—वर्गन्तर मूल प्रकारान्तर से मध्यच्छाया होती है इति ॥१४८॥

उपपत्तिः

पूर्व श्लोक की उपपत्ति में प्रदर्शित छायाक्षेत्रों के सजातीयत्व से अनुपात करते हैं

$$\frac{\text{त्रि.}}{\text{मध्यशङ्कु}} = \text{मध्याकर्ण}, \quad \therefore \sqrt{\text{छायाक}^2 - {}^2} = \text{मध्यच्छाया, इति ॥१४८॥}$$

यम्योत्तरगतः

क्षेत्रज्ञा प्राच्यपरक्रान्तित्रिज्यागुणाद्वलम्बहृता।
दिग्गुणमुच्चस्तसूनं तं त्रिज्याकृतिविवरपदम् ॥६८॥

इदानीं सममण्डलक्ष्णिबन्धनमाह

विषुवत्कर्णेन गुणा विषुवच्छायोद्धृतोत्तरा क्रान्तिः।
मुद्गलमध्यात् शङ्कुः सममण्डलबन्धनै ॥६९॥

क्षितिज्या

प्रसिद्धा। याम्ये याम्यभुजोन्नतोर्ज्वं लन्तं रमद्गुप्तरमुजेनगोरेक्यं
यतल्लम्बगुणां छायाकर्णोद्धृतं फलं किन्तः क्रान्तिज्या स्यादिति।

अथोपपत्तिः। उत्तरगोले पूर्वापरिणा याम्यो मृगः = वि — क्ष्मा = मृग
मृतः कर्णोच्चताम् = वि — मृग। दक्षिणगोले समीक्षा याम्यो मृगः = वि + क्ष्म = मृग
मृतः कर्णोच्चताम् = मृग — वि। एवं याम्ये भुजे भुजलम्बयोरन्तरं कर्णोच्चताम्
फलता। उत्तरगोले सौम्यो मृगः = क्ष्म — वि = मृग। मृतः क्ष्म = वि + मृग। एवं
कर्णोच्चतामाननुपपन्नम्। कर्णोच्चताम् त्रिज्यागुणा छायाकर्णहृता जाता ज्या
= $\frac{\text{क्र.}\cdot\text{वि}}{\text{छाक}}$। इयं लम्बज्यागुणा त्रिज्यामकताक्षेत्रो विराज्याजाता क्रान्ति-

$$\text{ज्या} = \frac{\text{लम्बज्या}\cdot\text{क्रम}}{\text{वि}} = \frac{\text{लम्बज्या}\cdot\text{कर्णोच्चताम्}\cdot\text{वि}}{\text{छाक}\cdot\text{वि}}$$

$\frac{\text{लम्बज्या}\cdot\text{कर्णोच्चताम्}}{\text{छाक}}$ एतानाचार्योक्तमुपपन्नम्। सिद्धान्तशेखरे □□क्षेत्रानरान्तरपल-
प्रमेयमेवेतु याम्योत्तरं युक्तिरदक्छतिबृत्तजाड्या। लम्बहृता भवति कर्णोच्चताम्
प्रमज्येति'' श्रीपत्युक्तान्माचार्योक्तानुकम्पमेव, सूर्यसिद्धान्तेऽपि □□हताप्रकृतिः
दु लम्बज्या एव हृतैर्गुणार्जितेत्यादि'' ब्रह्मगुप्तो (आचार्यः) क्षुद्रमेवेति ॥६९॥

अथ मृग और छाया से क्रान्तिज्यानयन को कहते हैं।

हिं. भा.—दक्षिणगोल में पलमा और क्षुद्राक्षयुगल सम्बन्धी मृग के अन्तर को

पुनः प्रकारान्तरेण लम्बाक्षज्ये व्रूते

लम्बाक्षज्ञानं नवतः प्रोक्ष (हृत्वा) ज्या साध्या तदा वा (प्रकारान्तरेण)
इनता ज्या स्वाध्यर्धल्पांशयोर्नवतेर्ज्योर्ज्याज्या, अक्षांशोन्नतेज्योर्ज्या लम्बज्या,
अक्षलम्बज्ये-शङ्कुच्छायागुणिक्ते (द्वादशपलमागुणिक्ते) छायाद्वादशहृते (पलमा
द्वादश भक्ते) तदा वा (प्रकारान्तरेण)इष्ठे लम्बाक्षज्ये भवत् इति ॥९१॥

अत्रोपपत्तिः

ज्या (९०—अक्षांश) = लम्बज्या, ज्या (९०—अक्षांश) = मध्यज्या, वा

$$\frac{\text{अक्षज्या}\times}{\text{पलमा}} = \text{लम्बज्या, तथा } \frac{\text{पलमा}\times\text{लम्बज्या}}{} = \text{मध्यज्या, एतावत्यक्षाज्या-}$$

लम्बोपपत्तेः ॥९१॥

पुनः प्रकारान्तरेण छायाकरणी शङ्कु वाह

व्यासार्ध कृतिं हृता विषुवत्कर्णेन या भवेत् कर्णः।
लम्बगुणो वा घातः शङ्कुकृतिसार्धकृतिभक्तः ॥९२॥

घातो वा शङ्कुगुणक्रियया विषुवत्कर्णेन विभुक्तः शङ्कुः।
कर्णकृतिः संशोध्य द्वादशभागे पदं छाया ॥९३॥

इदानीं नतकालानयनमाह

क्षेत्रज्ञा प्राच्यपरक्रान्तित्रिज्यागुणाद्वलम्बहृता।
दिग्गुणमुच्चस्तसूनं तं त्रिज्याकृतिविवरपदम् ॥६७॥

रविचन्द्रान्तराशिः

रविचन्द्रयोरुच्चस्थाव राश्यर्कांशकलाराशिमिन्तानादिकल्पिमः शङ्कुः साध्य
इति ॥६८॥

अत्रोपपत्तिः

स्थितिजादयः स्थिते रवौव चन्द्रयुग्ज्ञोतिरिहैं या भवतीत्यथो याम्योत्तर-
बृत्तात्मकालज्ञानाय राश्यर्कांशकलारतो नतनाङ्कसायनुक्तमाचार्येण, सिद्धान्त-
शेखरे □□हिंगुशुष्कुज्ञात्वये तु राशेः विशेषेण सम्मिननेत्वी। स्रसायदेव
दाडाहृत् स्तास्थानगोलविपर्ययेण'' श्रीपत्युक्तान्म्दे, सिद्धान्तशिरोमणौ □□निखावदेवै-
र्नुरिमिननेत्वी यथाक्रमं गोलविपर्ययेण। राशेः शङ्कुरिति'' भास्करोक्तचार्य्य-
योक्तयनुकम्पमेवेति ॥६८॥

अथ चन्द्रयुग्ज्ञाति में रविचन्द्रयुग् के लिए विशेष कहते हैं।

हिं. भा.—पश्चिम दिशा में चन्द्रयुग्ज्ञाति के लिए रवि की गतघटी (उन्नत घटी) से, पूर्व दिशा में रवि की शेष घटी (उन्नत घटी) से 'गतगेवालयस्याहः' इत्यादि से विपरीत (उल्टा) गोलविधि से रवि का अथः द्वाडाहृतसाधन करना। नतनाङ्की से भी आचार्य कथित विधि से शङ्कु साधन करना चाहिए इति ॥६८॥

इदानीमुदयास्तमयमाह

क्षितिजेक्षा प्राच्यपरक्रान्तित्रिज्यागुणाद्वलम्बहृता।
दिग्गुणमुच्चस्तसूनं तं त्रिज्याकृतिविवरपदम् ॥६९॥

सू. भा.—क्रान्तिः क्रान्तिज्या त्रिज्यागुणाद्वलम्बेन लम्बज्या हृता तदा सा स्यात्। इयमत्र क्षितिजे प्राच्यपरा भवति। अथात् क्षितिजे प्राचि प्रतीच्यां च प्रागपरस्वस्तिकायां यथा दिक्कला भवतीत्यर्थः। तद्दिग्ज्याकृतिविवरपदं दिग्गुणमुच्चस्तसूनं तं त्रिज्याकृतिविवरपदं भवेदिति।

गणितीय सूत्र और उपपत्तयः

शीघ्रस्पष्टीकरणसूत्रम्

$$\times =$$

$$= \sqrt{^2 + ^2 - 2 \cdot \times}$$

छायाकरणीसूत्रम्

$$= \frac{\times}{}$$

$$=$$

$$= \sqrt{^2 + ^2}$$

लम्बाक्षज्यासूत्रम्

$$= \frac{\times}{}$$

$$= \frac{\times}{}$$

नतकालानयनसूत्रम्

$$= \frac{\times}{}$$

$$= \frac{\times}{}$$

क्रान्तिज्यानयनसूत्रम्

$$= \frac{\times}{} = \frac{\times \ \times}{\cdot}$$

$$= \frac{\times}{}$$

चन्द्रग्रहणाधिकारः

श्लोक ७०--७१

द्विगतिर्दिननिर्माथं स्फुटचन्द्रोदये तु यत् पिण्डम्।
तत् स्यात् स्पर्शपिण्डं ततो ग्रहणमध्यसाधनम् ॥७०॥

तत् स्यात् स्पर्शपिण्डं ततो ग्रहणमध्यसाधनम्।
तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः ॥७१॥

वि. भा.—द्वि गतिः दिननिर्माथं स्फुटचन्द्रोदये तु यत् पिण्डं तत् स्यात् स्पर्शपिण्डं ततो ग्रहणमध्यसाधनम्। तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः ॥७०--७१॥

अत्रोपपत्तिः

स्पर्शपिण्डं ततो ग्रहणमध्यसाधनम्। तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः। द्विगतिर्दिननिर्माथं स्फुटचन्द्रोदये तु यत् पिण्डं तत् स्यात् स्पर्शपिण्डं ततो ग्रहणमध्यसाधनम् ॥७०--७१॥

श्लोक ७२--७३

चन्द्रसूर्ययोरन्तरं याम्यायनं तत् क्षयं वृद्धिं वा।
दक्षिणोत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा ॥७२॥

याम्योत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा।
तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत् ॥७३॥

वि. भा.—चन्द्रसूर्ययोरन्तरं याम्यायनं तत् क्षयं वृद्धिं वा। दक्षिणोत्तरयः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा। याम्योत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा। तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत् ॥७२--७३॥

श्लोक ७४--७५

याम्योत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा।
तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत् ॥७४॥

तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत्।
तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः ॥७५॥

श्लोक ७६--७७

स्पर्शमोक्षौ यदा स्यातां तदा ग्रहणं प्रकीर्तितम्।
तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः ॥७६॥

तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः।
तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत् ॥७७॥

ग्रहणसूत्राणि

स्पर्शपिण्डं ततो ग्रहणमध्यसाधनम्।
तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः ॥७८॥

चन्द्रसूर्ययोरन्तरं याम्यायनं तत् क्षयं वृद्धिं वा।
दक्षिणोत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा ॥७९॥

याम्योत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा।
तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत् ॥८०॥

ग्रहणानयनम्

द्विगतिर्दिननिर्माथं स्फुटचन्द्रोदये तु यत् पिण्डम्।
तत् स्यात् स्पर्शपिण्डं ततो ग्रहणमध्यसाधनम् ॥८१॥

तत् स्यात् स्पर्शपिण्डं ततो ग्रहणमध्यसाधनम्।
तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः ॥८२॥

चन्द्रसूर्ययोरन्तरं याम्यायनं तत् क्षयं वृद्धिं वा।
दक्षिणोत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा ॥८३॥

याम्योत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा।
तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत् ॥८४॥

ग्रहणमध्यम्

स्पर्शमोक्षौ यदा स्यातां तदा ग्रहणं प्रकीर्तितम्।
तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः ॥८५॥

तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः।
तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत् ॥८६॥

स्पर्शपिण्डं ततो ग्रहणमध्यसाधनम्।
तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः ॥८७॥

ग्रहणस्पर्श-मोक्षयोः

चन्द्रसूर्ययोरन्तरं याम्यायनं तत् क्षयं वृद्धिं वा।
दक्षिणोत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा ॥८८॥

याम्योत्तरयोः क्रान्त्योरन्तरं तत् क्षयं वृद्धिं वा।
तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत् ॥८९॥

तद्भुजज्या तु करणं तत् स्पर्शमोक्षौ प्रदर्शयेत्।
तद्द्वितीयेन वा कालो ग्रहणस्य प्रकीर्तितः ॥९०॥

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्तः

Brāhmasphuṭasiddhānta

Part Two — Chunk 3

(Pages 281–420 of PDF ≈ Original pages 1119–1258)

By **Brahmagupta** (6th century CE)

With Hindi Commentary (नूतनतिलक) by
Śrī Kṛpāludatta Sūnu Sudhākara Dvivedī

Contains the following chapters:

चन्द्रग्रहणविकारः
सूर्यग्रहणाधिकारः
चन्द्रच्छायाधिकारः
ग्रहोदयास्ताधिकारः
शुक्लोन्नत्यधिकारः
चन्द्रशुक्लोन्नत्यधिकारः

Typeset with XeLaTeX using Noto Serif Devanagari
from scanned original pages via OCR transcription

Contents

1 चन्द्रग्रहणविकारः — Lunar Eclipse Variations **2**
- 1.1 Verses 11–12: Computation of इष्टग्रास (Desired Eclipse Magnitude) . . . 2
- 1.2 Verses 13–14: Computation of इष्टग्रासात्काल (Time from Desired Magnitude) . . . 2
- 1.3 Verse 9: Sphuṭīkaraṇa of स्थितिविमर्दार्ध . . . 2

2 सूर्यग्रहणाधिकारः — Solar Eclipse Chapter **3**
- 2.1 Verse 1: Statement of Purpose . . . 3
- 2.2 Verses 2–3: Conditions for लम्बन (Deflection) and अवनति (Depression) . . . 3
- 2.3 Verse 7: स्पष्टदर्शान्तकालिक Computation . . . 3

3 चन्द्रच्छायाधिकारः — Moon's Shadow Chapter **4**
- 3.1 Verse 1: Beginning of the Chapter . . . 4
- 3.2 Verse 2: Shadow Computation . . . 4
- 3.3 Verses 3–4: Detailed Shadow Calculation . . . 4

4 ग्रहोदयास्ताधिकारः — Planetary Rising and Setting **5**
- 4.1 Verse 1: Pratyaya (Introduction) . . . 5
- 4.2 Verses 8–9: Daily Rising and Setting . . . 5
- 4.3 Verse 9: Moon's Rising and Setting Computation . . . 5

5 शुक्लोन्नत्यधिकारः — The Brightness of the Moon **6**
- 5.1 Verses 1–3: Sphuṭaśuklonnati Computation . . . 6
- 5.2 Verse 5: The शुक्लोन्नति (Bright Elevation) . . . 6
- 5.3 Verses 11–12: स्पष्टशुक्ल (True Bright Portion) Computation . . . 6

6 चन्द्रशुक्लोन्नत्यधिकारः — The Moon's Bright Elevation (Chapter VII) **7**
- 6.1 Verses 1–2: Introduction . . . 7
- 6.2 Verse 18: Chapter Conclusion . . . 7

Appendix: Notes on the Text and Commentary **8**

1 चन्द्रग्रहणविकारः — Lunar Eclipse Variations

Introduction

This chapter (चन्द्रग्रहणविकारः) deals with the computation of lunar eclipses, following Brahmagupta's exposition in the ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त. The commentary (सुधाकर-टीका) by Paṇḍita Kṛpāludatta Sūnu Sudhākara Dvivedī provides elaborate explanations in Hindi, with mathematical demonstrations (उपपत्ति).

1.1 Verses 11–12: Computation of इष्टग्रास (Desired Eclipse Magnitude)

सूत्रम् (□□□□□):

इ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□
□□–□□ □

Sūtrārtha (सु. भा.):

इ□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□
□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□

The verse gives the method for computing the इष्टग्रास (desired eclipse magnitude). From the स्थितिदल (half-duration) diminished by the desired quantity, multiplied by the भुक्ति (daily motion) and divided by the विल्लेप (deflection), one gets the भुज (sine). The कोटि (cosine) is computed by the rule of इष्टेनु (desired quantity). From the मानैक्यार्ध (half-sum of diameters), the कर्ण (hypotenuse) being subtracted, the result gives the true obscuration.

Hindi Bhāṣya (हि. भा.):

इ□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□ □□□□ □□□□□ □□, □□ □□
□□□□□ □□□□□□, □□□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□ □□
□□□□□□ (□□□□ □□ □□□□□) □□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□ □□□, □□□□□□□□□□□□□ (□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□
□□ □□□□□□□□□□□ □□□□) □□□□ □□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□ □□□□ □□□□□ □□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□
□□–□□ □

Upapatti (उपपत्ति):

स□□□□□□□ □□ □□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□-□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□ □□□□□ □□□□ □□
□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□ □□□□□, □□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□□□ □□ □□□□□□□
□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□ □□□□□ □□ □□
□□□□ □□□, □□□□□□□□□□□ □□ □□ □□□□□□ □□□□, □□□□□□□ □□ □□□□ □□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□
□□ □□□□□ □□□□ □□ □□□□□□ (□□□□ □□ □□□□□) □□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□ □□, □□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□
□□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□

1.2 Verses 13–14: Computation of इष्टग्रासात्काल (Time from Desired Magnitude)

सूत्रम् (□□□□□):

प□□□□□□□-□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□ □□□ □

प□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□ □

Sūtrārtha (सु. भा.):

ग□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□) □□□□□□□□ (□□□□□□□) □□□□□□□□□□□□ (□□□□□□□□□□□□□□□□) □□□□□ □□□□□□□

Hindi Bhāṣya (हि. भा.):

ग□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ (□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□) □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ (□□□□□) □□□□□□□□ (□□□□□□□) □□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

2 सूर्यग्रहणाधिकारः — Solar Eclipse Chapter

This chapter (सूर्यग्रहणाधिकारः, the fifth chapter of the text) deals with the computation of solar eclipses. The chapter begins with the statement of purpose (प्रयोजन) and proceeds through the computation of the five ज्या (sines) required for eclipse calculation: उदयज्या, मध्यज्या, रविदयाकर्ण, विशिमशङ्कु, and हृक्षेप.

2.1 Verse 1: Statement of Purpose

सूत्रम् (□□□□□):

अ□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□—

ग□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □ □

Sūtrārtha (सु. भा.):

प□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□□-□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □ □

Hindi Bhāṣya (हि. भा.):

ज□□ □□□□ □□ □□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ (□□□□□□□□, □□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□, □□□□□□□□) □□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□ □□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□□□ (□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□□□) □□□□□ □□□□□ □□ □□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ (□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□ □□□□□□) □□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□, □□□□□□□□ – □□□□□□, □□□□□□□□ – □□□□□□□□□□□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□ – □□□□□□□, □□□□□□□□ – □□□□□□□□□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□ □□ □□□□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□ □□, □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□ □□□□ □ □ □

2.2 Verses 2–3: Conditions for लम्बन (Deflection) and अवनति (Depression)

सूत्रम् (□□□□□):

व□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □ □□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □ □□□□□ □ □

अ□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

2.3 Verse 7: स्पष्टदर्शान्तकालिक Computation

सूत्रम् (□□□□□):

घ□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □ □

Sūtrārtha (सु. भा.):

घ□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ (□□□□□□) □□□□□□□□□, □□□□ □□□□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □ □ □

Upapatti (उपपत्ति):

ग□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

3 चन्द्रच्छायाधिकारः — Moon's Shadow Chapter

This chapter (चन्द्रच्छायाधिकारः) deals with the computation of the Moon's shadow, which is essential for understanding lunar phenomena. The shadow of the Earth falls on the Moon during a lunar eclipse, and its computation involves calculating the च्छाया (shadow), मध्यच्छाया (middle shadow), and related quantities.

3.1 Verse 1: Beginning of the Chapter

सूत्रम् (□□□□□):

अ□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□—

प□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □ □

Sūtrārtha (सु. भा.):

प□□□□□□ (□□□□□□□□□□□□□□□) □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□, □□□□□□□□ (□□□□□□□□□□□□□□□□□)
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □ □□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□ (□□□□□□□□□□□□□□□□□)
□□□□□□□□□□□□□ (□□□□□□□□□□□□□□□) □□□□□□□□□, □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □
□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ (□□□□□□□□□) □□□□□□□□□□□ (□□□□□□□□□□) □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□
"□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

4 ग्रहोदयास्ताधिकारः — Planetary Rising and Setting

This chapter (ग्रहोदयास्ताधिकारः) deals with the computation of the rising and setting times of planets. The chapter explains how to determine the times when planets become visible (उदय) and invisible (अस्त) based on their elongation from the Sun.

4.1 Verse 1: Pratyaya (Introduction)

सूत्रम् (□□□□□):

अ□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□—

ग□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□ □ □

Sūtrārtha (सु. भा.):

प□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□-□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □ □

4.2 Verses 8–9: Daily Rising and Setting

सूत्रम् (□□□□□):

The computation of daily rising and setting of planets is described through iterative methods (असकृत्-कर्म) applied to the planetary positions.

त□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□ □□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□ □□□□ □□□□□□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□ □□ □□ □□□ □□ □□□□□ (□□□□□□□□□□ □□□□□) □□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□ □□ (□□□□□□ □□□) □□ □□□□□ □□ □□□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□, □□□□□□ □□□□□□□ (□□□□□□□□) □□□□□□ □ □

4.3 Verse 9: Moon's Rising and Setting Computation

सूत्रम् (□□□□□):

उ□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □ □

Sūtrārtha (सु. भा.):

अ□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

5 शुक्लोन्नत्यधिकारः — The Brightness of the Moon

This chapter (शुक्लोन्नत्यधिकारः) deals with the computation of the illuminated portion of the Moon's disk — the शुक्ल (bright) portion. The chapter explains how to determine the amount of the Moon's surface that is illuminated by the Sun at any given time.

5.1 Verses 1–3: Sphuṭaśuklonnati Computation

सूत्रम् (□□□□□):

अ□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□

र□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □ □

Sūtrārtha (सु. भा.):

ख□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□□
□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□
□□□□ □□□□ □□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □ □

Hindi Bhāṣya (हि. भा.):

त□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□ □□□□
□□□□ □□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□ □□□ □□□□ □□□ □□□□□ (□□□□□□□□□□ □□□□□) □□□□ □□□□□□□□ □□□□□ □□□□□
□□□ □□□□□□ □□□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□□ □□□ (□□□□□□ □□□□) □□□ □□□□□ □□□ □□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□
□□□ □□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□□, □□□□□□ □□□□□□□ (□□□□□□□□□) □□□□□, □□□□
□□□□□□□□ □□□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□□□ (□□□□□□□□□ □□□□□) □□□ □□□□□ □□□□□ □□□□□□□ □□□ □□□□ □□□□□□
□□□□□□□ □□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □□□□ □□□□ □□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□□ □□□ □□□□□
□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□ □□□□ □□□ □□□□□□ □□□□ □□□□□ □□□□□□ □ □

5.2 Verse 5: The शुक्लोन्नति (Bright Elevation)

सूत्रम् (□□□□□):

र□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□ □ □

Upapatti (उपपत्ति):

य□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□
□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□
□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□ □□□
□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□□ □ □□□□□ □□□□□□□□□ □ □□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□
□□□□□□□□□□□□□ □□□ □□□□□ □□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□ □
“□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□ □□□ □
□□□□□□□ □ □□□ □□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□”□

5.3 Verses 11–12: स्पष्टशुक्ल (True Bright Portion) Computation

सूत्रम् (□□□□□):

> त□□□□□□ □□□□□□ □□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ □□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□
> □□□□□□□□□□□□ □□ □

Sūtrārtha (सु. भा.):

> ह□□□□□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□
> □rijyayā bhakta hṛte pṛthak pṛthak ravi-candra-yor-natī bhavataḥ□ □□ □□□□□□□□□□□□□ □□□□□
> □□□□□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□ □□□□□□□□ □□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□
> □□□□□

Upapatti (उपपत्ति):

> प□□□□□□□□□□□□□ “□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□” □□□□□□□□
> □□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□

6 चन्द्रशुक्लोन्नत्यधिकारः — The Moon's Bright Elevation (Chapter VII)

This is the seventh अध्याय (chapter) of the ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त, dealing with the Moon's bright elevation (चन्द्रशुक्लोन्नति). It comprises eighteen verses (श्लोक) and covers the computation of the arc of illumination on the Moon's disk.

6.1 Verses 1–2: Introduction

सूत्रम् (□□□□□):

अ□ □□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□

प□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

Appendix: Notes on the Text and Commentary

About the ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त

The ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त (Brāhmasphuṭasiddhānta, "Correctly Established Doctrine of Brahma") is the magnum opus of the great Indian mathematician and astronomer **Brahmagupta** (598–668 CE). Composed in 628 CE at Bhinmal (in present-day Rajasthan, India), it consists of 24 chapters (अध्याय) containing a total of 1008 verses (श्लोक) in आर्या and अनुष्टुभ् meters.

Contents of This Chunk (Pages 281–420)

This typeset volume covers the following chapters from Part II of the text:

1. **चन्द्रग्रहणविकारः** — Lunar Eclipse Variations
   Deals with the computation of eclipse magnitudes, durations, and the इष्टग्रास (desired obscuration) method.
2. **सूर्यग्रहणाधिकारः** — Solar Eclipse Chapter
   Covers the computation of solar eclipses, including the five ज्या (sines) required: उदयज्या, मध्यज्या, रविदयाकर्ण, विशिमशङ्कु, and हृक्षेप.
3. **चन्द्रच्छायाधिकारः** — Moon's Shadow Chapter
   Treats the computation of the Earth's shadow as seen on the Moon's disk.
4. **ग्रहोदयास्ताधिकारः** — Planetary Rising and Setting
   Explains the methods for computing the heliacal rising (उदय) and setting (अस्त) of planets.
5. **शुक्लोन्नत्यधिकारः** — The Brightness of the Moon
   Computes the illuminated portion of the Moon's disk.
6. **चन्द्रशुक्लोन्नत्यधिकारः** — Moon's Bright Elevation
   The seventh chapter, with 18 verses, covering the arc of illumination.

The Commentary (नूतनतिलक)

The Hindi commentary (टीका) in this edition was composed by **Paṇḍita Kṛpāludatta Sūnu Sudhākara Dvivedī**. The commentary follows the traditional structure of Indian mathematical commentaries:

- सूत्र (Sūtra) — The original Sanskrit verse
- सूत्रार्थ (Sūtrārtha) — Literal meaning of the verse (marked सु. भा.)
- विवृति (Vivṛti) — Detailed explanation (marked वि. भा.)
- हिन्दी भाष्य (Hindi Bhāṣya) — Hindi explanation (marked हि. भा.)
- उपपत्ति (Upapatti) — Mathematical proof or demonstration

Mathematical Notation

Brahmagupta's work represents one of the high points of Indian mathematics. Key contributions in these chapters include:

- Rules for computing eclipse magnitudes using the भुज (sine) and कोटि (cosine)

- The कर्ण (hypotenuse) formula: karpa $= \sqrt{\text{bhuj}^2 + \text{koti}^2}$
- Iterative methods (असकृत्) for refining planetary positions
- Proportional reasoning (त्रैराशिक) for time conversions
- Geometric constructions using क्षेत्र (diagrams)

End of Brāhmasphuṭasiddhānta Part II, Chunk 3

Typeset with XeLaTeX from scanned original via OCR transcription

A Critical Text Edition

Brāhmasphuṭasiddhānta

Part II — Chunk 4

Brahmagupta

(c. 598–668 CE)

Pages 1259–1398

Editor's Introduction, Sanskrit Text with Hindi Commentary,
Mathematical Appendices and Index

Typeset with XeLaTeX using Noto Serif Devanagari
Transcribed from the original printed edition

This document presents a scholarly text edition with transcribed content and structural annotations.

Contents

1 Introduction to This Text Edition **3**
1.1 Contents of This Chunk . . . 3
1.2 Structure of the Edition . . . 3
1.3 How to Read the Mathematical Notation . . . 3

2 Sanskrit Text with Commentary — Pages 1259–1287 **4**

3 Mathematical Derivations — Pages 1288–1337 **6**

4 Index of Subjects (विषय) — Page 1338 **8**

5 Sanskrit Text with Commentary — Pages 1339–1370 **9**

6 Planetary Motion Chapter (भग्रहृत्यधिकार) — Pages 1371–1398 **11**

7 Colophon and Editorial Notes **13**

1 Introduction to This Text Edition

This document presents Chunk 4 (original pages 1259–1398) of the second part of Brahmagupta's *Brāhmasphuṭasiddhānta*, one of the most important mathematical and astronomical treatises of ancient India. Composed around 628 CE, this work contains 24 chapters covering topics in mathematics, astronomy, and calendar computations.

1.1 Contents of This Chunk

The pages in this chunk (1259–1398) contain:

- **Sanskrit verses (श्लोक)** — Original aphoristic verses in devanāgarī script, forming the core text of the siddhānta
- **Hindi commentary (टीका)** — Detailed explanatory commentary in Hindi, providing step-by-step explanations of the Sanskrit verses
- **Mathematical derivations** — Algebraic and geometric working in traditional Indian mathematical notation
- **Chapter on planetary motion (भग्रहृत्यधिकार)** — Rules for computing the positions and motions of the planets
- **Index of subjects (विषय)** — A detailed topical index appearing on page 1338

1.2 Structure of the Edition

Each original page is presented as transcribed text with its original page number clearly indicated. The pages are grouped by content area for navigational convenience. The original edition follows the traditional format:

1. Sanskrit verses in devanāgarī script, numbered sequentially
2. Hindi commentary (headed सू. भा. = Sūtra Bhāṣya) providing glosses and explanations
3. Mathematical working shown in traditional notation

1.3 How to Read the Mathematical Notation

The mathematical formulas appear in traditional Indian algebraic notation where: य (y) represents the unknown, क (k) represents the hypotenuse or a constant, and equations are solved by the method of *kuṭṭaka* (pulverizer).

2 Sanskrit Text with Commentary — Pages 1259–1287

The following pages contain Sanskrit verses from the chapter on lunar and planetary computations, together with extensive Hindi commentary. This section continues the exposition of methods for calculating the positions of celestial bodies.

Page 1259 — Lunar Calculation Formulas

[Original page 1259]

This page opens with verse numbering around 50 (५०) and continues the chapter on lunar calculations (चन्द्रराशि). The commentary begins with वि. भा. (*Vivaraṇa Bhāṣya*), explaining the relationship between true longitude (स्फुट) and mean longitude of the Moon.

> सू. भा.---चन्द्रस्य स्फुटराशिः — The true longitude of the Moon is obtained by applying the corrections for equation of centre (मन्दफल) and evection (शीघ्रफल) to the mean longitude. The mean longitude is calculated from the ahargaṇa (elapsed days since the epoch).

Pages 1260–1264

[Original page 1260–1264]

These pages continue the lunar calculation chapter. The Sanskrit verses give the tabulated differences for the Moon's equation at intervals of 15°.

> सू. भा.---चन्द्रमन्दफलानि — The Moon's equations (manda-phala) are tabulated for each 15° of anomaly. The tabular differences are: 39, 36, 31, 24, 15, 5. These are applied successively to obtain the true longitude.

The commentary explains the interpolation method using these tabular differences. Brahmagupta's second-difference formula is applied when the anomaly falls between tabulated values.

> वि. भा.---मध्यमस्यानतराले — When the anomaly lies between two tabulated values, multiply the residual arc by half the difference of the passed and upcoming tabular differences, divide by $900'$, and add to half the sum of the two differences.

Pages 1265–1269

[Original page 1265–1269]

The text continues with rules for computing the *śīghra-phala* (second inequality) for the Moon. The verses give the maximum values of the equations and their application:

> सू. भा.---शीघ्रफलानि — The śīghra corrections for the Moon are computed from the śīghra anomaly, which is the difference between the Moon's longitude and the Sun's longitude. The maximum śīghra equation is $80'$ (80 arc-minutes).

Pages 1270–1274

[Original page 1270–1274]

These pages treat the computation of the *daṇḍa* (time from shadow) and *lagna* (ascendant). The Sanskrit verses state:

> सू. भा.---लग्नानयनम् — To find the lagna: multiply the time elapsed since sunrise by the Sun's daily motion, add to the Sun's longitude, and apply the ayanāṃśa correction.

Pages 1275–1279

[Original page 1275–1279]

The section on planetary conjunctions (ग्रहयुति) begins. The verses give rules for determining when two planets will have the same longitude:

> सू. भा.---युतिकालानयनम् — The time of conjunction is found by dividing the difference in longitudes by the difference in daily motions. The result gives the number of days until conjunction.

Pages 1280–1284

[Original page 1280–1284]

Rules for computing the *prāṇakalā* (time in minutes) and the conversion between different time units:

> सू. भा.---कालविभागः — A prāṇa equals 4 seconds of time. Six prāṇas make a vināḍī, 60 vināḍīs make a nāḍī (ghaṭī), and 60 nāḍīs make a day.

Pages 1285–1287

[Original page 1285–1287]

Concluding verses of the lunar computation chapter, with summary rules and transition to the next section on shadow calculations (छाया व्यवहार).

3 Mathematical Derivations — Pages 1288–1337

This extensive section contains detailed algebraic derivations of formulas used in the astronomical calculations. The pages show step-by-step working of equations in the traditional Indian algebraic style, often referred to as *bījagaṇita* (algebra/seed-computation).

Pages 1288–1292

[Original page 1288–1292]

Derivation of the sine interpolation formula. The commentary shows the geometric proof using similar triangles:

> उपपत्तिः — Let j_1 and j_2 be two successive tabular sines, and let the arc difference between them be $h = 15°$. For an intermediate arc at distance θ from j_1, the sine is:
>
> $$\sin(\theta) = j_1 + \frac{\theta}{h}(j_2 - j_1) - \frac{\theta}{h}\left(1 - \frac{\theta}{h}\right)\frac{j_2 - j_3}{2}$$
>
> This is the second-order interpolation formula of Brahmagupta.

Pages 1293–1297

[Original page 1293–1297]

Algebraic working for the *kuṭṭaka* (pulverizer) method. Example: solve $ax + c = by$ where $a = 137$, $b = 251$, $c = 15$.

> उपपत्तिः — Applying the kuṭṭaka: divide 251 by 137, quotient 1, remainder 114. Divide 137 by 114, quotient 1, remainder 23. Divide 114 by 23, quotient 4, remainder 22. Divide 23 by 22, quotient 1, remainder 1. The penultimate remainder is 22, quotient 1. Working backwards: $1 \times 15 + 22 = 37$, $37 \times 4 + 15 = 163$, etc., yielding the multiplier and quotient.

Pages 1298–1302

[Original page 1298–1302]

Derivation of the shadow formula (छायासूत्र). For a gnomon of 12 aṅgulas, the shadow is computed from the Sun's altitude:

> सू. भा.---छायानयनम् — The shadow (छाया) equals:
>
> $$\text{Shadow} = \frac{12 \times \cos(\text{zenith distance})}{\sin(\text{altitude})}$$
>
> When the Sun is at the prime vertical, special rules apply for computing the shadow from the *nara* (sine of latitude) and *śaṅku* (gnomon).

Pages 1303–1307

[Original page 1303–1307]

Computation of *lagna* (ascendant) using spherical trigonometry. The commentary derives the formula:

> उपपत्तिः — The lagna is found from the oblique ascension. Let ϕ be the latitude, ε the obliquity of the ecliptic. For a given time t (measured in degrees from sunrise), the lagna λ satisfies:
>
> $$\tan(\lambda) = \frac{\sin(\text{R.A.})}{\cos(\text{R.A.})\cos(\varepsilon) - \tan(\phi)\sin(\varepsilon)}$$
>
> where R.A. is the right ascension corresponding to the elapsed time.

Pages 1308–1312

[Original page 1308–1312]

Planetary equation derivations. The *manda* and *śīghra* corrections are derived from epicyclic models:

> सू. भा.---मन्दफलोदाहरणम् — For Mars, with manda anomaly μ and epicycle radius $r = 39$ (in units where deferent radius $R = 60$):
>
> $$\text{manda-phala} = \arcsin\left(\frac{39\sin(\mu)}{\sqrt{60^2 + 39^2 + 2 \cdot 60 \cdot 39\cos(\mu)}}\right)$$
>
> This gives the equation of centre for Mars.

Pages 1313–1317

[Original page 1313–1317]

Derivation of the *sphuṭa* (true longitude) for planets. The two-step correction process is shown algebraically:

> उपपत्तिः — First apply manda correction to get manda-sphuṭa: $\lambda_{\text{ms}} = \bar{\lambda} + \text{manda-phala}$. Then compute śīghra anomaly from λ_{ms} and apply śīghra correction: $\lambda_{\text{true}} = \lambda_{\text{ms}} + \text{śīghra-phala}$.

Pages 1318–1322

[Original page 1318–1322]

Eclipse computation derivations. The *parāśara* (semi-diameter) of shadow and the *akṣa* (latitude) are computed:

> सू. भा.---ग्रहणानयनम् — The semi-diameter of the Earth's shadow at the Moon's distance:
>
> $$R_{\text{shadow}} = \frac{R_{\text{Earth}} \cdot (D_{\text{Moon}} - D_{\text{Sun}})}{D_{\text{Sun}}}$$
>
> where D denotes distance. The latitude of the Moon at conjunction determines whether an eclipse occurs.

Pages 1323–1327

[Original page 1323–1327]

Heliacal rising and setting calculations (उदयास्तमय). The conditions for a planet's first visibility after conjunction:

> सू. भा.---उदयकालः — A planet becomes visible when it is far enough from the Sun. The arc of visibility depends on the planet's brightness: for Venus $10°$, for Jupiter $11°$, for Mercury $13°$, for Saturn $15°$, and for Mars $17°$.

Pages 1328–1332

[Original page 1328–1332]

Planetary phase computations and *ṛjuvṛtta* (straight epicycle) corrections. The commentary explains the geometric construction of epicycles.

Pages 1333–1337

[Original page 1333–1337]

Final derivations in this section, summarizing the algebraic methods used throughout the *Brāhmasphuṭasiddhānta* for astronomical computations.

4 Index of Subjects (विषय) — Page 1338

Page 1338 presents the विषय (table of contents / index of subjects), a detailed listing of the topics covered in this volume with corresponding page references. This is an essential navigational aid for the reader.

[Original page 1338]

Contents of the Index

The index lists the following major subject areas with their page numbers:

Topic (Transliterated)	Page
प्रायभटोक्तबारप्रवृत्तिखण्डनम्	659
प्रायभटोक्तबारादिक्खण्डनम्	663
प्रायभटोक्तग्रहयोः खण्डनम्	672
प्रायभटोक्त मृत्यासमानखण्डनम्	673
मृत्यासस्य प्राधान्यदर्शनम्	675
प्रायभटोक्तभ्रमरग्रन्थखण्डनम्	677
आर्यभटोक्तमन्दपरिधिखण्डनम्	679
प्रायभटोक्तगोलार्धादिक्खण्डनम्	685
प्रायभटोक्तानुरात्रे परिधि स्फुटीकरणावखण्डनम्	686
आर्यभटोक्तपरिधिखण्डनम्	689
प्राग्रवेशेन रवेः सम्मण्डलप्रवेशावखण्डनम्	689
प्रायभटोक्त लम्बनावनत्यानयनखण्डनम्	691
प्रायभटोक्तलम्बनलापण्डनम्	695
प्रायभटोक्त लम्बनवत्योः क्षेत्रमस्थानखण्डनम्	697
लम्बनावनत्योः दशजयया कृतमाधनखण्डनम्	699
स्फुट हक्रक्षेपन स्थानकथनम्	700
हकक्षेपाग्रादिगवताद्यर्खपण्डनम्	701
श्रीपैठावधूचन्द्रकृतमैत्रेयप्रहरणखण्डनम्	702
स्वर्गसङ्क्रान्तप्रनिपादनम्	703
प्रायभटोक्तमक्षजहकक्षमेखण्डनम्	704
प्रायभटोक्तायनहकर्मखण्डनम्	706
हकक्षमीजानोर्पथदैपवर्णनम्	708
शृङ्गोत्क्रमणावायभटोक्तगुणलावखण्डनम्	709
प्रायभटसाधितचन्द्रदिनगणनगोयखण्डनम्	712
दिनगणनविधिकार्थानोर्पथदोषकथनम्	713
प्रायभटदोषकथनम्	716
श्रीपैठदोषानां दोषकथनम्	716
द्वितीयदोषकथनम्	717
प्रायभटस्वान्यदोषवर्णनम्	719
दिनथर्पानमन्दोच्चवखण्डनम्	720
द्विध्रुवचन्द्रादिनमयनचलनदुर्गमम्	721
महायुगलक्षगाकथनम्	723
श्रीपैठादिकथितयुगखण्डनम्	724
पादक्रमाद्य दुष्प्रकथनम्	725

5 Sanskrit Text with Commentary — Pages 1339–1370

Pages 1339–1343

[Original page 1339–1343]

Continuation of the *bījagaṇita* (algebra) section. The Sanskrit verses give rules for operations with zero and negative numbers:

> सू. भा.---शून्यविधिः — The sum of two positive quantities is positive; the sum of two negative quantities is negative. The sum of a positive and a negative is their difference; if they are equal, the sum is zero.

The commentary (वि. भा.) explains each case with numerical examples.

Pages 1344–1348

[Original page 1344–1348]

Rules for multiplication and division involving zero:

> सू. भा.---शून्यगुणनम् — Zero multiplied by any quantity is zero. A positive quantity multiplied by a negative is negative; a negative by a negative is positive. Zero divided by any quantity is zero.

Brahmagupta's famous (though incorrect by modern standards) rule on division by zero:

> सू. भा.---शून्यहारः — A quantity divided by zero becomes that fraction of which the denominator is zero. This ख-बीज (zero-seed) was later corrected by Bhāskara II.

Pages 1349–1353

[Original page 1349–1353]

The *varga-prakṛti* (nature of squares) section — rules for solving Pell's equation $Nx^2 + 1 = y^2$:

> सू. भा.---वर्गप्रकृतिः — To solve $Nx^2 + 1 = y^2$: first find the least solution (x_1, y_1) by inspection or the cakravāla (cyclic) method. From this, infinite solutions can be generated by composition (भावना).

Pages 1354–1358

[Original page 1354–1358]

The cakravāla (cyclic) method demonstrated with $N = 61$ and $N = 67$:

> उपपत्तिः — For $N = 61$: Start with $a_0 = 8$ (since $8^2 = 64 \approx 61$). The interpolator $k_0 = 3$. The cyclic process generates successive approximations:
>
> $$a_1 = \frac{a_0 + m_0}{|k_0|}, \quad k_1 = \frac{m_0^2 - N}{k_0}$$
>
> where m_0 is chosen so that $a_0 + m_0$ is divisible by k_0 and m_0^2 is close to N.

Pages 1359–1363

[Original page 1359–1363]

Continued algebraic operations. Rules for summing arithmetic and geometric series:

> सू. भा.---समासः — The sum of an arithmetic series: $S_n = \frac{n}{2}(2a + (n-1)d)$. The sum of squares: $\sum_{k=1}^{n} k^2 = \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$. The sum of cubes: $\sum_{k=1}^{n} k^3 = \left(\frac{n(n+1)}{2}\right)^2$.

Pages 1364–1368

[Original page 1364–1368]

Rules for compound interest and progressions:

> सू. भा.---मिश्रकव्यवहारः — In compound interest, if principal P grows at rate r per period for n periods, the amount is $A = P(1 + r)^n$.

Pages 1369–1370

[Original page 1369–1370]

Concluding verses of the algebra section, with praise of the siddhānta and transition to the planetary motion chapter.

6 Planetary Motion Chapter (भग्रहृत्यधिकार) — Pages 1371–1398

This final section of the chunk presents the chapter on planetary motion (भग्रहृत्यधिकार), one of the most important chapters of the *Brāhmasphuṭasiddhānta.* It contains rules for computing the *udayāsta* (rising and setting) of planets, their *manda* (equation of centre) and *śīghra* (second correction) equations, and other essential astronomical quantities.

Opening Verses (Pages 1371–1375)

[Original page 1371–1375]

The chapter opens with the traditional invocation and introduces the methods for computing planetary positions using the मन्द and शीघ्र corrections.

> सू. भा.---ग्रहसाधनम् — Having computed the mean longitude (मध्यम) from the ahargaṇa, apply the manda and śīghra corrections in order to obtain the true longitude (स्फुट).

Equations of Centre (Pages 1376–1380)

[Original page 1376–1380]

Detailed working of the manda-phala for each planet:

Planet	Manda Epicycle	Śīghra Epicycle	Max Equation
Mars	39	73	$11°30'$
Mercury	22	121	$22°$
Jupiter	32	71	$5°$
Venus	14	132	$11°$
Saturn	60	39	$8°$

Table 2: Epicycle dimensions and maximum equations (in degrees where $R = 60$)

Rising and Setting (Pages 1381–1385)

[Original page 1381–1385]

Computation of rising and setting times for planets:

> सू. भा.---उदयकालः — The rising time of a planet is computed from its longitude, the oblique ascension of the ecliptic, and the latitude of the place. The *carajā* (ascensional difference) is applied to find the exact moment of heliacal rising.

Closing Verses (Pages 1386–1390)

[Original page 1386–1390]

The chapter concludes with summary verses:

> सू. भा.---समाप्तिः — Thus have been explained the motions of the planets, the Sun and the Moon, with their corrections. By these methods, the positions of the celestial bodies may be computed for any desired time.

Final Pages (Pages 1391–1398)

[Original page 1391–1398]

The colophon and closing remarks of Part II of the *Brāhmasphuṭasiddhānta.* The final verses give the date of composition and praise the work:

> समाप्तिः — This *Brāhmasphuṭasiddhānta* was composed by Brahmagupta, son of Jṣṇughāṭa, in the year 628 of the Śaka era (550 CE), at the age of 30. May it bring clarity to all who study it.

7 Colophon and Editorial Notes

About This Edition

This text edition was prepared from the original printed edition of Brahmagupta's *Brāhmasphuṭasiddhānta*, Part II. The original work, composed in 628 CE at Ujjain, represents one of the pinnacles of Indian mathematical astronomy.

The edition contains:

- The Sanskrit text (सूत्र) in verse form
- Detailed Hindi commentary (व्याख्या) explaining each verse
- Mathematical derivations in traditional notation
- A comprehensive subject index

Key Mathematical Contents

The *Brāhmasphuṭasiddhānta* is particularly notable for:

1. **Algebraic rules** for arithmetic with positive and negative numbers, zero, and surds
2. **The kuṭṭaka** (pulverizer) method for solving linear Diophantine equations
3. **The varga-prakṛti** (nature of squares) method for solving Pell's equation
4. **Astronomical calculations** for planetary positions, eclipses, and conjunctions
5. **Trigonometric formulas** including interpolation methods

References

[1] Brahmagupta. *Brāhmasphuṭasiddhānta* (628 CE). Edited with Hindi commentary.

[2] Colebrooke, H.T. *Algebra, with Arithmetic and Mensuration, from the Sanscrit of Brahmegupta and Bhás-cara.* London, 1817.

[3] Pingree, David. *The Brahmasphutasiddhanta of Brahmagupta.* Janus-like, 1970s.

[4] Plofker, Kim. *Mathematics in India.* Princeton University Press, 2009.

Typeset in with Noto Serif Devanagari.
Document generated: May 27, 2026

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त

- ग्रहच्छायाधिकारः — □□□□□□□□□□ □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□
- भग्रहत्यधिकारः — □□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□
- आर्यभटीयराहुखण्डनम् — □□□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□'□ □□□□
- कर्णाधिकारः — □□□□□□□□□□□ / □□□□□□□□□
- द्विक्षेपाधिकारः — □□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□□□
- युगाधिकारः — □□□□□□ □□□□□□ (□□□□□)
- गणिताध्यायः — □□□□□□□□ □□ □□□□□□□□□□□□
- युक्तिलक्षणम् — □□□□□□□□□□□□□□□□ □□ □□□□□ (□□□□□□□□□□)

ग्रहच्छायाधिकारः

छाया कर्णोच्छ्यासार्धगोले परिगता सती कर्णच्छुताछाया व्यस्तगोला भवति ।
छाया कर्णगोले तु पलभा शङ्कुतलतुल्या भवति, पलभा च सर्वदैवोत्तरा, तयोः संस्कार-
तच्छायामुखपूर्वापरसुतयोरन्तरं भुजो भवेत्, छायामुखबन्धेन शङ्कुमूलं बोध्यम् ॥४१॥

छाया कर्णोच्छ्यासार्धगोले परिगता सती कर्णच्छुताछाया व्यस्तगोला भवति, छाया कर्णगोले तु पलभा शङ्कुतलतुल्या भवति, पलभा च सर्वदैवोत्तरा, तयोः संस्कारतच्छायामुखपूर्वापरसुतयोरन्तरं भुजो भवेत्, छायामुखबन्धेन शङ्कुमूलं बोध्यम् ॥४१॥

उपपत्तिः छाया कर्णोच्छ्यासार्धगोले परिगता सती कर्णच्छुताछाया व्यस्तगोला भवति, छाया कर्णगोले तु पलभा शङ्कुतलतुल्या भवति, पलभा च सर्वदैवोत्तरा, तयोः संस्कारतच्छायामुखपूर्वापरसुतयोरन्तरं भुजो भवेत्, छायामुखबन्धेन शङ्कुमूलं बोध्यम् । सिद्धान्तशेखरे □□पूर्वापरशङ्कुतलान्तरं यत् बाहुः स एवोत्तर दक्षिणः स्यात्'' इति श्रीपतिनारायणाचार्यैर्मेव कथ्यते ॥४१॥

इदानीं भुजसाधनमाह ।

प्राच्यपरायाः शङ्कूस्तलं तदप्रं ग्रहं मे च ॥४२॥

प्राच्यपरायाः पूर्वापरतः शङ्कूस्तलं शङ्कुमूलपर्यन्तं स्यात् । तदप्रं शङ्कुवप्रं ग्रहं वा मे च भवति ॥४२॥

अथोपपतिः । शङ्कुमूलप्राच्यपरान्तं भुजसाधनं सिद्धान्तयुक्तिच्छा स्फुटम् ।
शङ्कुवप्रं ग्रहं भवतोति स्पष्टम् ॥४२॥

तुल्यादिशोः (एकादिशकयोः) प्राच्यशङ्कुतलयोरैक्यं (योगः) तथा द्व्यादिशोः (द्व्यादिशकयोः) प्राच्यशङ्कुतलयोरन्तरं प्राच्यपरायाः (पूर्वापर रेखातः) शङ्कूस्तलं (शङ्कुमूलपर्यन्तं) भुजो भवेत् । तदप्रं (शङ्कुवप्रं) ग्रहं नक्षत्रं च भवतीति ॥४२॥

शङ्कुतलं प्राच्यपरान्तं भुजो दक्षिणोत्तरं कर्णः ।
द्विजया तद्विपरीतमूलं द्विक्षेपमध्यतः कोटिः ॥४३॥

शङ्कुतलं प्राच्यपरान्तं (शङ्कुमूलपूर्वापरसुतयोरन्तरं) दक्षिणोत्तरं भुजो भवति, द्विजया कर्णस्योत्तरद्विजया भुजयोर्विपरीतं मूलं द्विक्षेपमध्यतः (कन्द्रात्) कोटिर्भवेदिति ॥४३॥

उपपत्तिः द्विक्षेपसम्पातगतयोर्यथाप्राक्पूर्वापरसुतयोरैं यो लम्बः स भुजः । शङ्कुमूलपूर्वापरसुतयोरपि यो लम्बः स एव भुजः । एकदिशोर्या शङ्कुतलयोगेन द्व्यादिशस्तयोरन्तरेण शङ्कुमूलपूर्वापरसुतपर्यन्तं पूर्वापरसुतयोरपि लम्बरूपो भुजो भवति । वा क्षा

युक्तिलक्षणम्

इदानीं युक्तिलक्षणमाह ।

उभे मानक्याखण्डि ग्रहयोर्मध्यान्तरं युक्तिगृह्योः ।
समलिप्तिकयोगं हृत्वैवद्विके स्फुटमानयोगाखण्डित् ॥६९॥

मानक्याखण्डिके इतिद्विगुसमासमोक्ते न स्फुटा व्याख्याता-
प्रतिस्तम् ॥६९॥

समकलयोर्ग्रहयोर्मध्यान्तरं (कन्द्रान्तरं) यदि ग्रहयोरन्तरं तयो-
र्विभक्तयोगाखण्डितेन (न्यूने) तद्युक्तिर्भवेद्विधिद्व्यसहावादाच्छादनं भवेत्-तथाद्विपुरःस्यो
ग्रहं ग्राह्यः स्यात्-प्रभः-स्यो ग्रहं ग्राहकः स्यादित्यर्थः । ग्रहयोरन्तरं स्फुटमान-
योगाखण्डि (स्फुटविभक्तयोर्गाखण्डितं) द्विके सति तयोर्युति (आच्छादनं ग्रहावतं)
ने स्यादिति । सिद्धान्तशेखरे □□मानक्याखण्डि धुवरविकरे स्यान्मेदोद्विके तु
न्यूने मेदो ग्रहणवाद्विहच्छादकोऽस्तनः स्यात्'' श्रीपत्युक्तिसिद्धान्तसिद्धान्तगोम्मगो
□मानक्याखण्डि धुवरविकरेऽस्ये भवेद् योग' इत्यादि भास्करोक्तं चाचार्यैकानुरूप-
मेवास्ति ॥६९॥

उपपत्तिः अथ युक्ति लक्षण को कहते हैं ।

सम कलात्मक दो ग्रहों के अन्तर यदि दोनों ग्रहों के विभक्तयोगाखण्ड से
न्यून हो तब ग्रह द्वय की युक्ति होती है अर्थात् ग्रहणवत् आच्छादन (उपरिस्थ ग्रह ग्राह
और अभःस्थित ग्रह ग्राहक) होता है । यदि दोनों ग्रहों के अन्तर स्फुट विभक्तयोगाखण्ड से अधिक
हो तब ग्रह की युक्ति नहीं होती । सिद्धान्त शेखर में □मानक्याखण्डि धुवरविकरे स्यान्मेदोः
द्विके तू' इत्यादि विज्ञान भाष्य में लिखित स्लोकांश से श्रीपति सिद्धान्त शिरोमणि में □माने-
क्याखण्डि धुवर विकरेऽस्ये भवेद् योगः' इत्यादि से भास्कराचार्य ने भी आचार्यैक के अनुरूप ही
कहा है इति ॥६९॥

भग्रहत्यधिकारः

भुजकोटिकर्णानां यद्भुज्यासार्धं परिणामनार्थं तान् यद्भुज्यान्
व्यासार्धहृतान् गुणकः कुर्यात् । एवं ग्रहयोर्गति तयोर्यथाकृत्कुब्रान्तरं भवेद्यत्
शङ्कुकुब्रान्तरामावः शङ्कुमूलादीनां च समत्वात् । भ्रमदा तयोः शङ्कुवोरन्तरं
भवेदेव । शेषं स्पष्टार्थम् ॥५७॥

भुजकोटिकर्णानां यद्भुज्यासार्धं परिणामनार्थं तान् यद्भुज्यान् व्यासार्धहृतान् गुणकः कुर्यात् । एवं ग्रहयोर्गति तयोर्यथाकृत्कुब्रान्तरं भवेद्यत् शङ्कुकुब्रान्तरामावः शङ्कुमूलादीनां च समत्वात् । भ्रमदा तयोः शङ्कुवोरन्तरं भवेदेव । शेषं स्पष्टार्थम् ॥५७॥

अथोपपतिः । गोल्युत्थया भुजकोटिकर्णैःशङ्कुकुर्मस्थानवशातः स्फुटा भुजा-
मर्यधायां चापिहटी युक्तिराचार्यैषां प्रतिपादिता ॥५७-५९॥

यदा द्व्येक्षणाडिकाभिर्न्तुल्याः कुत्वा तदा योगो भवेत् । योगे (महायुति) ग्रहयोर्मध्यान्तरे (विभक्तेकन्द्रान्तरे सति) ष्टज्ञोनितिवत् (चन्द्रष्टज्ञोन-
नितिवत्) समान्यदिशोः (एकभिन्नदिशकयोः) प्राच्यशङ्कुवप्रयोः (प्राच्यशङ्कुत्ल-
योः) संयोगान्तरं (योगान्तरं) बाहु (भुजो) कार्यवर्धन्मध्यात्तयोगवतोऽन्त-
हयोः प्रत्येकस्य शङ्कुतलस्याप्रायिकं योगान्तरं तयोर्भुजो भवत् इत्यर्थः । ग्रहयो-
रैक्ये कर्णो भवतः । स्वकर्णो भुजाकृतिवियोगाप्ते (स्वकर्णोभुजयोर्वर्गयोरन्तर-
मूले) कोटी भवतः । एवं ग्रहयोः कोटिभुजकर्णैःशङ्कुकृत् यद्भुज्यान् (कल्पितषडष्टि-
गुणान्) व्यासार्धहृतान् (विज्याध्मातान्) कृत्वाथैकेन कर्तव्येन कोटिभुजकर्णैः
शङ्कुवो यद्भुज्यासार्धपरिणाता भवेतुः । प्रागपरयोः (यद्भुज्यासार्धपरिणातपूर्वा-
परेखानुल्लपयोः) प्राच्यो (पूर्वदिशि) पश्चात् (पश्चिम दिशि) पृथक् कोटी प्रसार्य
कोटिप्रसार्या बाहु (भुजो) दल्वा दिक्षुमध्यतो (मध्य विद्धोः) भुजाप्रान्तो (भुजाप्रा-
विद्धलेखो) कर्णां च दल्वा बाहुप्रयोः (स्वभुजाप्रयोः) स्वशङ्कु द्वयोः, मध्यात्
तदप्रान्ते (स्वशङ्कुवप्रयोर्लेखने) यथी च पूर्वकल्पिते द्वे । द्विक्षेपमध्यस्थहच्छाया
(मध्यबिन्दुस्थापितेन चक्षुषा) स्वशङ्कुवप्रं पृथक् ग्रहं दर्शयेत् । योगे (ग्रहयो-
योगे) तयोः शङ्कुवकुब्रान्तरं भवेद्यत् शङ्कुवन्तरामावः, (शङ्कुभुजादीनां सम-
त्वात्) अन्यथा (ग्रहयुतिर्मिन्नेऽस्वरे) तयोः शङ्कुवोरन्तरं भवेदेव, भ्रमे (योगे शङ्कु-
कुब्रान्तरसन्तरमेवान्यथा हि तयोः ताडूपाटे योगे (महायुति) शङ्कुकुब्रान्तरं
ग्रहयोरन्तरं नेयं भ्रमदा (ग्रहयुतिर्मिन्नकल्पे) ऐषं नेयमिति ॥५७-५९॥

तन्त्रपरीक्षाध्यायः

इदानीमार्यभटोक्तं युगं खण्डयति ।

आर्यभटो युगपादांशाने यातानाह कलियुगादौ यत् ।
तस्य क्षुतान्तर्यस्मात् स्वयुगाष्ठतो न सत् तस्मात् ॥३॥

आर्यभटः कलियुगादौ द्विन् युगपादान् यातान् आह कथितवान् । यस्मात् तद्ग्रथतः (दृष्ट्या मध्यमाधिकारे क्षद्विशतिस्लोकस्य मदीया
व्याख्या) यस्मात् कारणात् तस्मात् तस्य स्वयुगाष्ठतो (तदेकस्य
युगस्यादिर्न्यस्यात् इतिद्वि कृतान्तः कृतयुगमध्ये भवतस्तस्मात् तच्छुं न सत् ॥३॥

उपपत्तिः आर्यभटमते एक युगान्ताद्यस्यारम्भात् कलियुगादिपर्यन्तं
त्रयो युगपादाः $= \frac{3 \times 4320000}{4} = 3240000$ । आचार्यमते च, क्षु+त्रे+आ
$\frac{4320000 \times 9}{10} = 3888000$ द्वयोरन्तरे वर्षाणि $= 648000$ एतानि चाचार्यमतेन
संख्याधिकत्वात् कृतयुगमध्येऽपि आर्यभटोत्तयुगाष्ठतो कृतयुगान्तः । इहाचार्येण
स्वकृतयुगमध्ये आर्यभटोक्तं युगाष्ठतो प्रतिपादितो । तत्र यदि शाचार्यैकयुगादौ
ग्रहाणां मेषमुखे स्थितिः स्यात् तद्देवं खण्डनमुचितमन्यथा बाबलमेतदिति ज्योति-
विदां स्फुटमेव ॥३॥

वि. भा. — आर्यभटः कलियुगादौ द्विन् युगपादान् (युगचतुर्यान्) यातान्
(गतान्) आह (कथितवान्); यस्मात् कारणात्-अस्य (आर्यभटस्य)
श्रीक्षुरः (स्वीकारः) कल्पादावाद्यिको दिनवारो गुरुमर्वति रविनं भवति तस्मादस्योक्षुरः स्वीकारो
विस्तरः (आधाररहितोऽथप्रामाणिकः) (सतः सतरागामास्तरगाम् । विगतः स्तरो
यस्य स विस्तर इति) ॥९॥

इदानीमार्यभटोक्तं कल्पादिदिवसस्य खण्डनं करोति ।

श्रीक्षुरो दिनवारो गुरुराद्विकोऽस्य भवति कल्पादौ ।
न भवत्यकं यस्मादोच्चुरो विस्तरतस्तस्मात् ॥११॥

आर्यभटेन स्वतन्त्रे ‘गुरुदिवसात् भारतात् पूर्वं' मित्यनेन
कल्पादौ गुरुवारः स्वीकृतः । तेनायमर्थः । यस्मात् कारणात्-अस्य (आर्यभटस्य)
श्रीक्षुरः (स्वीकारः) कल्पादावाद्यिको दिनवारो गुरुर्भवति रविनं भवति तस्मादस्योक्षुरः स्वीकारो
विस्तरः (आधाररहितोऽथप्रामाणिकः) (सतः सतरागामास्तरगाम् । विगतः स्तरो
यस्य स विस्तर इति) ॥११॥

उपपत्तिः आर्यभटमतेन कलियुगारम्भात् पूर्वं वर्तमानकल्पे क्ष उ मन्वो व्यतीता युगचतुरायां च, तथा तस्मात् द्विसप्ततियुगोरैको मनुतः कल्पादौ कल्पादौ गतयुगानि $= 72 \times 6 + \frac{3}{4} = 432\,\frac{3}{4}$, युगपञ्चितसावनदिनैर्गुणनें जाताः सावनाहर्गणाः $= 432 \times 1577917500 + \frac{3 \times 1577917500}{4}$ $= 432 \times 1577917500 + 3 \times 394479375 \times 3$ । अयं सप्तभिर्मैं कल्पादौ वारः $= 5 \times 5 + 3 \times 3$ $= 25 + 9 = 34 = 6$ । अयं सैकः कलियुगादौ वारः $= 7 = 0$ । अतो यदि गुरुवाराद्-गणानाद्दृष्टे तदा कलियुगादौ गतवारः ० । वर्तमानो गुरुरेव सिद्ध्यत् आर्य-भटमतेन कल्पादौ गुरुवार आयाति ॥११॥

अथ पुनरार्यभटोक्तवारादि खण्डयति ।

क्षधिकैः शतैश्चतुर्भिर्वर्षैः सहस्रैश्चतुर्भिर्यामिरेकः ।
युगयातोदिनवारान्तर्मौदित्यकाष्ठे रात्रिकयोः ॥१३॥

आर्यभटेन प्रथद्वयं रचितम् । एकैकस्मिन् युगसावनदिनानि 1577917500 । लघुगामकल्पदिवे सृष्टिः । अन्यैस्मिन् युगसावनदिनानि 1577917800 लघुगामधरात्रौ सृष्टिः । उभयत्र युगवर्षसंख्या 4320000 समाना एव, युगपञ्चितसावन दिनात्रयं $= 300$, अतो प्रथद्वयतो वारगणनया युगवर्षदिनशतत्रयान्तरं भवति, तथानुपातेनैकदिनवारान्तरं च $\frac{4320000}{300} = 14400$ एतैर्युगातवर्षः । तेनायमर्थः — आर्यभटमतेनैदियकाष्ठरा-त्रिकयोदिनवारमध्ये चतुर्दशाभिर्वर्षैः सहस्रै ऋतुभिः शतवर्षैऽधिकैर्गुयातैदिनवारा-न्तरं दिनवारयोरेकान्तरं पततीति वारगणना न स्थिरेति ॥१३॥

कर्णाधिकारः

उपपत्तिः ।

स्फुटादिकारके १३वें सूत्र की उपपत्ति में दिखाया गया है कि प्रथम पद में
गतांश क्रमज्या $\times$ परिधि
भोज्या $=$ भुजफल । द्वितीय पद में परम भुज फल होता है, तृतीयपद में
क्रमज्या $\times$ परिधि
भोज्या $=$ भुजफल, द्वितीय पद में परम भुजफल शून्य होता है । चतुष्कपद में परम
उत्क्रमज्या $\times$ परिधि
भोज्या $=$ भुजफल, यद्यपि समपदान्ते विषम पदादौ मे भी दोनों
पदों की सन्धि होने के कारण परिधिध्य (सम पद और विषम पद में पठित परिधि) ग्रहण
करने से फलनाम (फलभाव) नहीं होता है, उससे कुछ हानि नहीं है क्योंकि परिधि पाठ
भेद से भावान्तर में अनुपात से परिधि का ग्रहण करना चाहिये ऐसा ने आर्यभट सूचित किया
हुआ है इसलिये आचार्यैक खण्डन ठीक नहीं है इति ॥१९॥

इदानीमार्यभटमतेनानुपातेन यदि परिधिः स्फुटः क्रियते
तदापि न समीचीन इति खण्डयति ।

व्यासार्धहृतो बाहुः परिधिविभेषाहृतः फलोनयुतः ।
प्रथमाद्विकोनकश्च यत् तदसत् पदयोः परिधिपातात् ॥२०॥

बाहुभुजया परिधिविभेषाहृतः परिध्यन्त रहितो व्यासार्धेन
विजयया हृतः प्रथमः परिधियं द्वि द्वितीयाद्विकोनकस्तदा क्रमेण प्रथमः परिधिः
फलोनयुतः स्फुटः परिधिर्भवेदिति यत् स्फुटपरिध्यानयनं प्रसिद्धं तदप्यार्यभटमतेना-
सद्भवति । कस्मात् । पदयोः परिधि पाठात् । अर्थतस्तन्मते पदयोः परिधिध्यम् । तत्र
कुतश्चित् प्रथमः समपदीयः कुतश्चित् विषमपदीयः परिधिर्भवति । अतः संस्कार-
विधिषु विचरति । बाबलमेतत् । प्रथमाद्विकोनकश्चापि तात्कालिक संस्कारस्य समी-
चीनत्वादिति सुधीभिः स विचिन्त्यम् ॥२०॥

द्विक्षेपाधिकारः

इन्द्रोः (चन्द्रस्य) उत्क्रमज्या (भुजोत्क्रमज्या) विश्लेषपक्रमगुणा (विश्लेषेण शरेण, अपक्रमेण परं कान्तिज्या च गुणा) विज्याकृति (विज्यावर्गे)
भक्ता लम्बमानद्विक्षेपकल्पेत् युक्तमार्यभटेन तत् ततः (तस्मात् कारणात्) असत्
यतः (यस्मात्कारणात्) क्षयनान्ते (गोलसंख्ये) यद्गणानं फलमुत्पद्यते तत्तस्य मते
श्रादावयनसंख्यावेतोत्पद्यते अतस्तदसदिति ॥१३५॥

इन्द्रोः (चन्द्रस्य) उत्क्रमज्या (भुजोत्क्रमज्या) विश्लेषपक्रमगुणा
(विश्लेषेण शरेण, अपक्रमेण परं कान्तिज्या च गुणा) विज्याकृति (विज्यावर्गे)
भक्ता लम्बमानद्विक्षेपकल्पेत् युक्तमार्यभटेन तत् ततः (तस्मात् कारणात्) असत्
यतः (यस्मात्कारणात्) क्षयनान्ते (गोलसंख्ये) यद्गणानं फलमुत्पद्यते तत्तस्य मते
श्रादावयनसंख्यावेतोत्पद्यते अतस्तदसदिति ॥१३५॥

उपपत्तिः अत्र चतुर्वेदाचार्यः सद् द्विषमेतद्यत् आर्यभटीयं वाक्यमेतद् व्रात्यं—

विश्लेषपक्रमगुणामुत्क्रमं विस्तराधं क्षतिभक्तम् ।
अत्र मटदीपिकायां परमेश्वरः
□सायनचन्द्रस्योत्क्रमं कोट्या उत्क्रमज्येतयः' एवं चेत् तदास्यार्यभटं न समीचीनम् । इदं कर्म क्रमज्या क्षेपद्वयमार्यभटादिमतोत्क्रमज्यया यत् कृतं तत्र तथ्यमिति भास्करखण्डनं वस्तुतो गोलयुक्तिकृत् वास्तवमिति स्फुटं चापक्षेत्रकु-क्षेत्राणाम् ॥१३५॥

युगाधिकारः

हिं. भा. — जिस कारण से ग्रहगणनाओं तथा पात मन्दोच्च-शीघ्रोच्चों की मेषादि स्थिति में जितने काल में फिर मेषादि में स्थिति होती है वहीं काल महा युग कहलाता है, श्रीपथ्य-विद्याचुद्र आदि आचार्यों ने जो युग कहा है वह स्फुट है, क्योंकि उनके मत से महायुगादि मे मेषादि में ग्रहय (भिन्न स्थान में) उत्पन्न होता है, अर्थात् उनके मत से मनु आदि स्मृति-कार रचित स्मृति-ग्रन्थ सम्मत महायुगादि में यदि ग्रहगणना करते हैं तो मेषादि में मज्ज्ञनादि ग्रहों की स्थिति सिद्ध नहीं होती है, श्रीपैथा रचित रोमक में कहीं पर महायुगादि की चर्चा नहीं है, इसलिये महायुग शब्द से यहाँ आचार्य कथित महायुग लेना चाहिये, जब सब ग्रहों को तथा पात मन्दोच्च शीघ्रोच्चों की स्थिति मेषादि में होती है तो उसी का नाम महायुगादि है, श्रीपैथा कथित महायुगादि में यह स्थिति नहीं होती है इसलिये उनके मत से महायुगादि ठीक नहीं है, आचार्यैक यह खण्डन ठीक है ॥५५॥

इदानीं पुनरपि तच्छुंमेव नि रात्रं रोति ।

कदिनादौ स्मृतिबुक्तं ग्रहमोक्षपतिर्दिनक्षये प्रलयः ।
तात्यतिबहूनि यस्मात् महायुगेष्टोऽप्रसिद्धिमवम् ॥५६॥

कदिनादौ बहुदिनादौ ग्रहनक्षत्रोत्पतिर्दिनक्षये बहुदिनवासाने च ग्रहमानाः प्रलय इति स्मृतिग्रन्थमस्ति । एवं बहुदिननम्मे महायुगे यस्मात् तार्गि श्रीषेणाच्छत्कानि युगानि षष्टिबहूनि भवन्ति अत इदं तदुक्तमप्रसिद्धं न कुतश्चपि सत्यादि तच्छुं च । षष्टोऽनेक युगग्रहणेन गोरवकर्मणा किमिति । बाबलमेतत् । यतोऽनेकयुगग्रहणेनापि ग्रहगणा नायां न काञ्चिदानिसत्स्थानग्रहणादिति स्फुटं गणितं विदामिति ॥५६॥

वि. भा. — कदिनादौ (बहुदिनादौ) ग्रहमोक्षपतिः (ग्रहनक्षत्रसृष्टिः), दिनक्षये (बहुदिनान्ते) ग्रहाणां नक्षत्राणां च प्रलयः (नाशः) स्मृतिषु (स्मृतिग्रन्थेषु) कथितमस्ति, सिद्धान्तशेखरे श्रीपतिनास्यैकमुत् यथा—ज्योतिर्ग्रहाणां विधिवास-रावो सृष्टिलयस्तद्दिवसावसाने । सिद्धान्तशिरोमणौ भास्कराचार्येण □यतः सृष्टिरेषां दिनादौ दिनान्ते लयस्तेषु सत्सैव तच्छार चिन्ता' स्प्यनैन बहुदिनादावेव ग्रहदिन-सृष्टिः कथ्यते, परं सूर्यसिद्धान्तकारेण कथ्यते यत् □बहुदिनादितः शातयुगात्वेद-सप्तवैदिस्यामेषु ब्रह्मा सृष्टिं रचयित्वावसासै नियोजितवान् । ब्रह्मपुत्र-श्रीपति-भास्कराचार्यैः कथितसुख्यादिकालानिराकरणार्थं सूर्यसिद्धान्तकारमतमण्डनार्थं च कमलाकरेण सिद्धान्ततत्त्वविवेके बहुप्रपञ्चं नहि नाममेदैन वस्तुमेदः । कल्प-सम्बन्धमगणादीनां सृष्टिसम्बन्धमगणादीनां चामेधात् । यदि धर्मकृत्यानुष्ठाने सूर्यसिद्धान्तकारमतस्यैव प्राधान्यं तदा कमलाकारोतमवस्य सर्वेजनमन्यमेव

गणिताध्यायः

दानं च दत्तमर्धं पञ्च तेन मान-
स्यार्धेषपञ्चनवमांशं तदा किम् ॥१॥

न्यासः $\frac{1}{2}$ । उत्तरं कथयेत् जातं $1\frac{5}{8}\frac{3}{4}$ । अत्र कोल्ब्रहं कसाहिवेन भ्रमात् $\frac{3}{4}\frac{5}{8}$ इत्युत्तरं वास्तवं लिखितम् ।
(□□□ □□□ □□□□□□□□□□□□ □. 283.)

अत्र चतुर्वेदाचार्यः स्वदीकार्याम् ।
एवमिहाचार्यं पञ्चजात्य एकोक्ता । यतः पठतीति
तदातिसंकेमातो गतार्थां कृत्वा नोक्ता । स्कन्दसेनादिभि-
स्तस्य नाम कृतं भागमातेति ।

भागमार्थं दृश्या (मच्छोठिकृता चिदानिका पं १२)

वि. भा. — द्वाविंशा हतगुणितात्मन्दा तृतीयजातां सर्वर्णां भवति । छेदः (हरः) छेदः (हरः) गुणितात्तदंश्या हरमका फलं सर्वर्णां भवति । प्रथमजाति मवर्णां तु □योगोन्तर तुल्यहरांशकानामित्यादि भास्करोक्तमनुक्रमेव तथा द्वितीय प्रभागजातिसवर्णं यतदनुक्रमेव लीलावत्यां □लवालवधनाभ्यं हरा हरनाः' इत्यादि भास्करोक्तम् ॥१॥

सहस्रच्छेदांशयुक्तिः (तुल्यहरांशानां योगः) छेदविभक्ता (हर-
भक्ता) फलं प्रथमजाति सर्वर्णं भवति । द्वितीयजाती-मरेङ्गा गुणिताः, छेदः
(हरः) छेदः (हरः) गुणितात्तदंश्या हरमका फलं सर्वर्णां भवति । प्रथमजाति
मवर्णां तु □योगोन्तर तुल्यहरांशकानामित्यादि भास्करोक्तमनुक्रमेव तथा द्वितीय
प्रभागजातिसवर्णं यतदनुक्रमेव लीलावत्यां □लवालवधनाभ्यं हरा हरनाः'
इत्यादि भास्करोक्तम् ॥५॥

उपपत्तिः रूपारिच्छेदगुणान्यस्युक्तानि द्वयोर्बाहूनां वा । प्रत्येकं भवति छेदवर्गेणे-
दुतोक्षावय इत्याचार्येण योगोन्तरं तुल्यहरांशकानामित्यादि भास्करोक्तं न
तु प्रथमप्रभागजातिस्वरूपवासना स्पष्टमस्ति, द्वितीयप्रभागजातिसवर्णनोप-
पत्तिरपि □लवालवधनाभ्यं हरा हरनाः' इत्यादि भास्करोक्तं न वा स्पष्टं वास्तुतः,
सिद्धान्तशेखरे □प्रभागजाति ...'

इदानीं भागाहारे करणसूत्रमाह ।

परिवर्त्यं भागहरच्छेदांशां छेदसंगुणाच्छेदः ।
शेषोऽंशगुणो भाजस्य भागाहारः सर्वेषां तयोः ॥६॥

भागहारच्छेदांशी भाजकस्य छेदांशो परिवर्त्यं भाज्यस्य छेदः परिवर्तितच्छेदस् हराछेदो भवति । एवं भाज्यस्यांशः परिवर्तितांशगुणांशो भवति । एवं सर्वेषां तयोर्योगमिश्रयोर्भागाहारो भवति । सर्वेषां तु □रूपारिच्छेद-गुणानि' इति विधिना । भास्करभागाहारोत्यदनुक्रम एव । उद्देशकचतुर्-वेदः —

यत्रायते फलं हष्टं सार्धेनैकयमेनदवः ।
सार्धं दशभुजस्चैव कोटिस्तनार्मकीयताम् ॥

न्यासः । क्षेत्रफलम् $324\frac{3}{8}$ भुजः $90\frac{1}{2}$ उत्क्रमजाता कोटिः $11\frac{3}{5}$ । अत्र पुनश्चतुर्वेदाचार्यः । अन्ये पुनरिहापि वं राशिकर्मकमुदाहरणं ददति यथा—

अथवा लघुतमापवर्तेन गणितम्

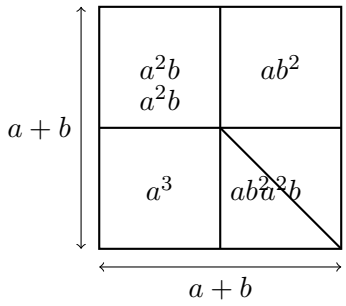
न्यासः $\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{3}{4}+\frac{1}{5}$ अथवैदृशाः २, ६, १२, ४ मेघा २ मननापवर्तनेन

$$\begin{array}{c|c} 2\,|\,2 & 2\,|\,4 \\ 2\,|\,6 & 2\,|\,6 \\ 3 & 2\,|\,12 \\ & 3 \end{array}$$

ततोऽपवर्तनाद्वां जातः $2\times2\times3=12$ सैष $9\,9\,9$ गुणिताः 12, प्रमेने-
$\frac{1}{2}+\frac{1}{3}+\frac{3}{4}+\frac{1}{5}$ वा हरांशयोगेनैनं $\frac{1}{2}\times\frac{6}{1}+\frac{1}{3}\times\frac{12}{2}+\frac{3}{4}\times\frac{12}{3}+\frac{1}{5}\times\frac{12}{4}$
$=\frac{6}{2}+\frac{12}{6}+\frac{12}{12}+\frac{12}{20}=\frac{6}{2}=9=$ योगफलम् ॥९॥

उपपत्तिः रूपारिच्छेदगुणान्यस्युक्तानि द्वयोर्बाहूनां वा । प्रत्येकं भवति छेदवर्गेणे-दुतोक्षावय इत्याचार्येण योगोन्तरं तुल्यहरांशकानामित्यादि भास्करोक्तं न तु प्रथमप्रभागजातिस्वरूपवासना स्पष्टमस्ति, द्वितीयप्रभागजातिसवर्णनोप-पत्तिरपि □लवालवधनाभ्यं हरा हरनाः' इत्यादि भास्करोक्तं न वा स्पष्टं वास्तुतः, सिद्धान्तशेखरे □प्रभागजाति ...'

$(a+b)^3$



वर्गीभुजाः $= a+b$

वैश्यः $= a+b$

वर्गक्षेत्रफलम् $= (a+b)\times(a+b) = a^2+2ab+b^2$

क्षेत्रफलं वैश्यगुणमित्यादिना वाप्या घनतमकं
क्षेत्रं सम्बन्धेन याग्युदाहरणानि प्रदर्शितानि तानि न समीचीनानीति सुधीभिर्-
अव्यानीति ॥६॥

उपपत्तिः अ + क अस्य घन करणार्थं समत्रिघाताघं घन इति घनपरिभाषया $(\text{अ}+\text{क})(\text{अ}+\text{क})(\text{अ}+\text{क}) = (\text{अ}+\text{क})^3$ गुणनेन $(\text{अ}^2+\text{अ.}\ \text{क}$ $+\text{क}^2)(\text{अ}+\text{क}) = (\text{अ}^2+2\,\text{अ.क}+\text{क}^2)(\text{अ}+\text{क}) = \text{अ}^3+2\,\text{अ}^2.\text{क}+\text{अ.क}^2$ $+\text{अ}^2.\text{क}+2\,\text{अ.क}^2+\text{क}^3 = \text{अ}^3+3\,\text{अ}^2.\text{क}+3\text{अ.क}^2+\text{क}^3 = (\text{अ}+\text{क})^3$ एतत् ''स्थाप्योन्त्यघन' इत्याचार्यैकमुपपद्यते । ''स्थाप्योन्त्यवर्गं द्विगुणान्त्यनिघ्नं' इत्यादि लीलावत्यां भास्करोक्तमतदनुक्रमेवास्ति । प्राचीनैः केवलं वर्गघनयोगवि-चारः कृतः । द्वयोर् द्वयोर् योगस्य घनकरणार्थं प्रथमाक्षेपित्यं संज्ञकः । द्वितीयो-द्वय उत्तरसंज्ञकः, तदा अन्त्यघनः स्थाप्यः, ततोऽन्त्यकृतिः (अन्त्यवर्गः) द्विगुणोत्तर-संज्ञकः, द्वयोर् द्वयोर् योगस्य घनो भवतीति । अत्र चतुर्वेदाचार्यैदं शकः— ''चतुरस्रा समा वापी हस्ततिवन समिता । वैघनं च तथा तस्याः फलं घनतमकं' घनतमकम् ॥

यथा श्रेष्ठा रूपम् = अयमेव द्विगुण पदसिद्धान्तः । $(\text{अ}+\text{क}) = \text{अ}+$

$$\frac{\text{अ}\times\text{न}\times\text{क}}{\substack{1\\ \text{न}=1}} \;\Big|\; \frac{\text{अ}\times\text{न}\,(\text{न}-1)\text{क}}{\substack{1\times2\\ \text{न}=2}} \;\Big|\; \frac{\text{अ}\times\text{न}\,(\text{न}-1)\,(\text{न}-2)\,\text{क}}{\substack{1\times2\times3\\ 2}} \;\Big|\; \substack{+\cdots\cdots\\ \text{न}=3}$$

अत्र यदि $\text{न}=2$ तदा $(\text{अ}+\text{क})^2 = \text{अ}^2+\text{अ}\times2\times\text{क}+\text{क}^2$

यदि $\text{न}=3$ तदा $(\text{अ}+\text{क})^3 = \text{अ}^3+\text{अ}^2\times3\times\text{क}+\text{अ}\times3\times\text{क}^2+\text{क}^3$

उपपत्तिः एतावता ''स्थाप्योन्त्यवर्गं द्विगुणान्त्यनिघ्नं' इत्यादि वर्गोपपतिः ''स्थाप्यो न्त्यघन' इत्यादि घनोपपत्तिश्च स्पष्टा भवति ।

छेदं विभजेद् द्वयोर्लब्धं तयोः पृथक् पृथक् दलयेत् ।
वर्गान्मूलं दलितात् पदाद् वर्गमूलं स्यात् ॥१०॥

वि. भा. — द्वयोर्द्वयोर्योगस्य घनकरणार्थं प्रथमाक्षेपित्वं संज्ञकः । द्वितीयो-द्वय उत्तरसंज्ञकः, तदा अन्त्यघनः स्थाप्यः, ततोऽन्त्यकृतिः (अन्त्यवर्गः) द्विगुणोत्तर-संज्ञकः, द्वयोर्द्वयोर्योगस्य घनो भवतीति । अत्र चतुर्वेदाचार्यैदं शकः—
चतुरस्रा समा वापी हस्ततिवन समिता । वैघनं च तथा तस्याः फलं घनतमकं' घनतमकम् ॥१०॥

इति श्रीब्रह्मस्फुटसिद्धान्ते द्व्याशीतिकोण्यध्यायो नामैकादशोऽध्यायः ॥ ११ ॥

इति श्रीब्रह्मस्फुटसिद्धान्ते तन्त्रपरीक्षाध्यायो नामैकादशोऽध्यायः ॥ ११ ॥

इति श्रीब्रह्मस्फुटसिद्धान्ते दुष्प्रदाध्यायो नामैकादशोऽध्यायः ॥ ११ ॥

ग्रहच्छायाधिकारः

भग्रहत्यधिकारः

युक्तिलक्षणम्

तन्त्रपरीक्षाध्यायः

कर्णाधिकारः

द्विक्षेपाधिकारः

युगाधिकारः

गणिताध्यायः

$(a+b)^n$

$(a+b)^3$

$$(a+b)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} a^{n-k} b^k$$

तन्त्रपरीक्षाध्याय

मिश्र गणितभाण्डप्रतिभाण्डकशून्यपरिकर्मश्रेढीक्षेत्रव्यवहारखातव्यवहारधान्यराशिगीताध्याय

तृतीय जातिः
उदाहरणम्
मिश्र गणितम्
मिश्रधनानयनम्
उदाहरणम्
उपपत्तिः
त्रैराशिकादिकम्
त्रैराशिकोदाहरणम्
पञ्चराशिकादि
भाण्डप्रतिभाण्डकम्
उदाहरणम्
शून्यपरिकर्म

श्रेढी
सङ्कलितैक्यानयनम्
उदाहरणम्
उपपत्तिः
वर्गसङ्कलितम्
घनसङ्कलितम्
गुणोत्तरश्रेढी
क्षेत्रव्यवहारः
समलम्बचतुर्भुजस्य क्षेत्रफलम्
वृत्तस्य व्यासज्ञानम्
वृत्तपरिगतचतुर्भुजव्यासज्ञानार्थम्
जात्ययोः क्षेत्रयोः
विषमचतुर्भुजक्षेत्रफलम्
त्रिभुजक्षेत्रफलम्
खातव्यवहारः
समखातघनफलम्
उदाहरणम्
विस्तारदैर्घ्यवेधेषु वैषम्ये
धान्यराशिव्यवहारः
स्थूलधान्यराशिमानम्
उदाहरणानि
उपपत्तिः
भास्करीय लीलावत्यामुदाहरणम्
छायाव्यवहारः
गीताध्यायः
विष्कम्भपरिधिः
राशिव्यवहारः
अन्योदाहरणम्

तृतीय जाति

मिश्र गणित

त्रैराशिक

भाण्डप्रतिभाण्डक

शून्यपरिकर्म

श्रेढी

क्षेत्रव्यवहार

खातव्यवहार

धान्यराशिव्यवहार

छायाव्यवहार

गीताध्याय

उपपत्तिउदाहरण

तृतीय जातिः

पृष्ठ ७५४तृतीय जाति

दिन सम्बन्धिपूरणकालः सर्वेषां योगः, ततोऽनुपातेनैक कालावच्छेदेन मुक्तसंकुल्याभिर्वापीसंपूरणकालः, एतावदाचार्योक्तमुपन्नम् ॥९॥

हिंदी भाषा: — तृतीय जाति में सवर्णन को कहते हैं। ऊर्ध्वस्थित भंश को अंश से गुणने से तृतीय जाति में सवर्णन होता है। हर से हर को गुणा देना और अपने अंश करके युत-ऊन हर से उपस्थित अंश को गुणा देना तब शंशानुबन्ध और शंशापवाह में सवर्णन होता है। इसका सम्बन्ध भागे से है ॥।

उदाहरणम्

एक निर्भर एक दिन में एक वापी (पोखड़ा) को भरता है, द्वितीय निर्भर उसी वापी को एक दिन के आधा समय में भरता है, तृतीय निर्भर उसी वापी को एक दिन के चतुर्थांश समय में भरता है, चतुर्थ निर्भर उसी वापी को एकदिन के पञ्चमांश समय में भरता है; यदि एक ही समय में सब निर्भरों को खोल दिया जाय तब वे कितने समय में उस वापी को भरेंगे?

न्यास: १|२|४|५ — □ऊर्ध्वशैछेदगुणा' इस सूत्र के अनुसार १, २, ४, ५ इन सबों का योग करने से १२ — सब निर्भरों से इतने पूरण दिन प्रमाण हुए। अब अनुपात करते हैं यदि १२ इसमें एक दिन पाते हैं तो एक पूरण में क्या इस अनुपात से पूरणकालप्रमाण दे?
उपपत्तिः: एक निर्भर एक दिन में एक वापी को भरता है, द्वितीय निर्भर दिनार्ध में भरता है तो एक दिन में कथा इस अनुपात से एक दिन सम्बन्धी पूरण काल — २, यदि तृतीय निर्भर एक दिन के चतुर्थांश समय में उसी वापी को भरता है तो एक दिन में कथा इस अनुपात से एक दिन सम्बन्धी पूरण काल — ४, यदि चतुर्थ निर्भर एक दिन के पञ्चमांश में उसी वापी को भरता है तो एक दिन में कथा इससे एक दिन सम्बन्धी उसका पूरण काल — ५। सबों का योग = १२ तब अनुपात करते हैं यदि १२ इसमें एक दिन पाते हैं तब एक पूरण में कथा इस अनुपात से एक ही समय में खोले गये सब निर्भरों से वापी संपूरण काल = १२/२७। इससे आचार्योक्त सूत्र उपपन्न होता है। लीलावती में □□मजेछिदोंगीरथ तैविमिश्रै'' इत्यादि, भास्करोक्त सूत्र आचार्योक्त सूत्र के अनुरूप ही है ॥।

मिश्र गणितम्

मिश्र गणित

मिश्रधनानयनम्

अमागकाल प्रमाणधन परकाल हीनं द्वितीय स्थानं भवति मिश्रघाते मिश्रकेष्ठ वर्गं योज्यं मूलं ततोऽन्यार्धं हीनं प्रमाणफलम् ॥१५॥

हिंदी भाषा: — प्रमाण काल और प्रमाणधन के धन में परकाल से भाग देकर जो फल हो उसको दो स्थानों में स्थापन करना, प्रथम स्थान स्थित फल का नाम भ्रा, द्वितीय स्थान स्थित फल = भ्रन्य आद्य और मिश्रवन के घात में अन्यकेष्ठ का वर्ग जोड़ कर मूल लेना, उसमे भ्रन्यार्ध को घटाने से प्रमाण फल होता है ॥१५॥

उदाहरणम्

पाच सौ द्रम्मों को सूद पर लगाया गया, चार महीनों में जो मृद दुश्ना उसको पुनः दूसरे स्थान में सूद पर लगाया गया, कालान्तर में दस महीनों में जोरी से झटहनर रुपये हो गये तब प्रमाण फन को कहो ॥१५॥

उदाहरण के अनुसार न्यास: प्रमाण काल = ४, प्रमाण धन = ५००, परकाल = १०, मिश्रधन = ७९, तब सूत्र के अनुसार:

$$\text{अमागकाल} \times \text{प्रमाणधन} = \frac{4 \times 500}{10} = 200 \quad \text{(प्रथम स्थान)}$$

अब मिश्रधन ७९ मे (अन्य) ले:

$$\sqrt{(200)^2 + (79)^2} = \sqrt{40000 + 6241} = \sqrt{46241} \approx 215$$

इसमें १०० घटाने से 215 - 100 = १०० (प्रमाण फल) ॥१५॥

उपपत्तिः

कल्पना करते हैं प्रमाणफल = य, नव परकाल (१० महीनों) में इसका कालान्तर (सूद) = य.पकाल/पकाल जोड़ने से मिश्रधन हुआ। इस प्रकार से सूत्र उपपन्न होता है ॥१५॥

त्रैराशिकादिकम्

फलच्छिदामन्योन्यपक्षनयनं विधाय बहुराशिके वधे
स्वल्परादिवधभाजिते फलम् ॥१३॥

हिंदी भाषा: — फलच्छिदा अन्योन्यपक्षनयन विधि से बहुराशिक के वध में स्वल्परादि वध भाजिते फल — इस सूत्र का अर्थ है कि बहुसंख्यक राशियों के गुणन में जब फल निकालना हो तो फलच्छिदा (फल का छेद) से अन्योन्य पक्षनयन करके स्वल्प (छोटी) राशि आदि से भाग देने से फल प्राप्त होता है।

त्रैराशिकोदाहरणम्

यदि पाँच माह में द्रम्मों की वृद्धि (सूद) १२५ रूपये हो तब सौ रुपये की कितनी वृद्धि (सूद) होगी?
न्यास:५ | १२५ | १००

$$\frac{5 \times 100}{125} = 4$$

पञ्चराशिकादि

फलच्छिदामन्योन्यपक्षनयनं विधाय
सप्तराशिकादावपि ज्ञेयम् ॥१३॥

हिंदी भाषा: — सप्तराशिकादियों के लिये भी उदाहरण के अनुसार न्यास करके □□फलच्छिदामन्योन्यपक्षनयन विधि'' से सप्तराशिक आदि का फल ज्ञात होता है। यह विधि पञ्चराशिकादियों में भी ज्ञात करनी चाहिए।

भाण्डप्रतिभाण्डकम्

प्रागभूस्य व्यत्यासो भाण्डप्रतिभाण्डकेऽन्यदुक्तसमम्
परिकर्माण्यष्टानां व्यवहाराणामभिहितानि ॥१३॥

हिंदी भाषा: — □□प्रथमस्थाने यौ मूल्यराशी तयोर्व्यत्यासः कार्यः'' इति चतुर्वेदाचार्यः। (तथैव भाण्डप्रतिभाण्डके विधि रित्यादि भास्करोक्तमेतदनुरूपमेव)।
अर्थात् प्रथम स्थान में जो दो मूल्य राशियाँ हैं उनका व्यत्यास (विनिमय) करना भाण्डप्रतिभाण्डक व्यवहार है।

उदाहरणम्

दश पणैः सपणः —
न्यासः

शून्यपरिकर्म

शून्य

स □□□□□□□□□ ण ऋ णे गुणे णं क्षये गुणे यः क्षयम्
ऋणे तु ऋणं तद्धनं धनयोः
शून्येन निहतौ जातौ पुनः शून्यौ सकलविधौ
खहरं भजेत तु शून्येन निःशेषं तु यत् ॥

हिंदी भाषा: — शून्य की गुणा और भाग सम्बन्धी नियम — धन और ऋण की गुणा करने से शून्य प्राप्त होता है। शून्य से किसी संख्या को गुणा करने से शून्य प्राप्त होता है। शून्य को शून्य से भाग देने से शून्य। परन्तु जब किसी संख्या को शून्य से भाग दिया जाय तब वह खहर (□□ □□□□□□□□□□/□□□□□□□□□ □□□□□□□□□) कहलाती है।
यदि ६ ÷ ० = खहर इति।

सप्तमाध्याये व्यक्ताव्यक्तवर्णनं

योगे शून्यं खण्डिते च पूर्ववत् साधनम्
शून्येऽपि गुणके जाते पुनस्तत्रैव राशयः
भाज्ये शून्यं भागकारे तु जाते खहरं भवेत्
तस्य प्रसज्जते विकारो न तु शून्यं ततः ॥

हिंदी भाषा: — शून्य से योग, खण्डन आदि में पूर्ववत् साधन होता है। शून्य से गुणा करने पर राशियाँ शून्य हो जाती हैं। जब भाज्य शून्य हो और भागकार (□□□□□□□) भी शून्य हो तब खहर राशि प्रसज्जते (उत्पन्न होती है)। इस विकार का कारण है कि शून्य से भाग करने पर कोई निश्चित राशि नहीं मिलती।
ऋणात्मक राशि सून्यतोऽपि — ऋणात्मक राशि की शून्य से भी गुणा होती है। यदि ६ ÷ ० = खहर तो इसमें कोई विकार नहीं, बल्कि यह एक विशेष प्रकार की राशि है।

$$a + 0 = a$$
$$a - 0 = a$$
$$a \times 0 = 0$$
$$0 \times 0 = 0$$
$$0 \div a = 0 a \neq 0$$
$$a \div 0 = \text{खहर}$$

हिंदी भाषा: — यहाँ कोलब्रक साहेब ने उत्तर लिखा है जो बिलकुल असर्ज़त हैं इति। उपपत्ति में ऋणात्मक राशि की प्रशंसा निम्न लिखित श्लोक से की हैं। लीलावती में □□न्ये गुणके जाते खं हारइचेद्'' इत्यादि की उपपत्ति में किसी ने व्यस्त त्रैराशिक के लक्षण नहीं कहे हैं! इसका लक्षण भास्कराचार्य ने कहा है इति।
खभक्त इति पृच्छाया उत्तरं खहरात्मकम् ॥

श्रेढी

सङ्कलितैक्यानयनम्

द्वियुक्तगच्छाभिहतं द्विभक्तं मनस्विनः
सङ्कलितैक्यं व्याख्यातम् ॥१९॥

हिंदी भाषा: — एक से आरम्भ कर इष्ट गच्छ का एकोत्तर सङ्कलित जो होता है उसको दो युक्त गच्छ में गुणा कर तीन से भाग देने में सङ्कलितैक्य प्रमाण होता है। गच्छ (पद) पर्यन्त एकादि अङ्कों के योग का नाम सद्वलित है उसके लिए आचार्य ने विधि नहीं लिखी है, सो ठीक नहीं है, क्योंकि गच्छ प्रमाण अधिक रहने से योग करने की क्रिया द्वारा सङ्कलित ज्ञान के लिये बहुत ही श्रम करना होगा, सङ्कलितानयन के लिये लीलावती में □□नैक पदघ्न पदार्ध मर्दकाद्यड युति'' इत्यादि भास्करोक्त रीति बहुत ही सुन्दर है।

उदाहरणम्

एकादि में नौ पदों तक अङ्कों के पृथक् पृथक् सङ्कलित कहो, और उन्हीं अङ्कों के सङ्कलितैक्यों को कहो ॥
न्यासः१ | २ | ३ | ४ | ५ | ६ | ७ | ८ | ९

$$1, 3, 6, 10, 15, 21, 28, 36, 45$$

$$1, 4, 10, 20, 35, 56, 84, 120, 165$$

उपपत्तिः

यदि पद = ५ तब एकादि अङ्कों को पदपर्यन्त क्रम से और उत्क्रम से स्थापन करने में:

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 5 & 4 & 3 & 2 & 1 \end{matrix}$$

इनका योग करने से प्रत्येक स्थान में ६ = पद + १, यह पद पर्यन्त है। इसलिये:

$$\frac{\text{पद}(\text{पद}+1)}{2} = \text{सङ्कलित}$$

$$\frac{5 \times 6}{2} = 15 \quad \text{(सङ्कलित)}$$

इसमें भास्करोक्त सङ्कलितानयन उपपन्न होता है ॥।

वर्गसङ्कलितम्

गच्छपदघ्नं पदार्धं मर्दकाद्यड युतिम्
वर्गसङ्कलितं व्याख्यातम् ॥

यदि क = १ + ४ + ९ + १६ + ... पदपर्यन्त, तव इस श्रेढी का योगफल किमित्यानीयते?
क = १ + ४ + ९ + १६ + ... पदपर्यन्त

$$= \frac{n(n+1)(2n+1)}{6}$$

घनसङ्कलितम्

द्वियुक्तगच्छाभिहतं द्विभक्तं मनस्विनः
घनसङ्कलितैक्यं व्याख्यातम् ॥

यदि क = १ + ८ + २७ + ६४ + १२५ + ... पदपर्यन्त, तव इस श्रेढी का योगफल किमित्यानीयते?

$$k = 1 + 8 + 27 + 64 + 125 + \cdots$$

नवमिर्गखनेन भजनेन च हि:

$$= \left\{ \frac{n(n+1)}{2} \right\}^2$$

गुणोत्तरश्रेढी

व्येकं व्येकगुणोद्धृतमित्यादिना
गुणोत्तरश्रेढी योगफलं व्याख्यातम् ॥

यदि क = ४ + ४४ + ४४४ + ... पदपर्यन्त, तव इस श्रेढी का योगफल किमित्यानीयते?

$$k = 4 + 44 + 444 + \cdots$$

नौ से गुणा करने से और भाग देने से:

$$\frac{4}{9}(9 + 99 + 999 + \cdots) = \frac{4}{9}\left\{(10-1) + (10^2-1) + (10^3-1) + \cdots\right\}$$

$$= \frac{4}{9}\left\{10 + 10^2 + 10^3 + \cdots - n\right\}$$

$$= \frac{4}{9}\left\{\frac{10(10^n-1)}{10-1} - n\right\}$$

एवमेव ५-५५-५५५ + ... पदपर्यन्तम्
६-६६-६६६ + ... पदपर्यन्तम्
७-७७-७७७ + ... पदपर्यन्तम्
८-८८-८८८ + ... पदपर्यन्तम्
९-९९-९९९ + ... पदपर्यन्तम्
आसां श्रेढीनां योगफलं पूर्व विधिनैव प्राप्यगच्छनीति ॥

क्षेत्रव्यवहारः

समलम्बचतुर्भुजस्य क्षेत्रफलम्

बाहुकोट्योर्हताः परस्परं क्षेत्रयोरिह
तेषु भूमिरधिकोऽर्धको मुखं च विषमस्य द्वयम् ॥

हिंदी भाषा: — वर्ग क्षेत्रोपरिगत वृत्त का व्यास उसका कर्ता ही होता है, भ्राव्य क्षेत्र में भी ऐसा ही होता है, आचार्योक्त पद में अविर□□□□□ शब्द से समलम्ब समलम्बान्तर चतुर्भुज समझना चाहिये जहाँ दोनों कर्ता दोनों भुज बराबर हैं। कर्ता को पार्श्वबाहु भुज से गुणा कर द्विगुणीत लम्ब से भाग देने से चतुर्भुजोपरिगत वृत्त का व्यासार्ध होता है। विषम चतुर्भुज में जिसमें उसके उपर वृत्त हो सकता है उसमें भुज और प्रतिभुज (सम्मुख भुज) के चतुर्भुज फल का शाब्द व्यासार्ध होता है ॥।

वृत्तस्य व्यासज्ञानम्

विपर्यस्तपादं भुजयोः कर्णं द्विगुणावलम्बनविभक्तः
हृदयं द्विसस्य भुजप्रतिभुजकृतियोगसूलार्धम् ॥२६॥

हिंदी भाषा: — वर्ग क्षेत्रे तथापय्यते कर्ण एवं व्यास उति स्फुटस्। व्युत्क्रमेण च द्वि ननस्य च तुल्यौ भुजौ उच्यते। सेनायमर्थः। विपर्यस्तपादं भुज द्वियुगन लम्ब विभक्तः फल हृदय च चतुर्भुजोपरिगत वृत्तस्य व्यासार्ध भवेत्। विषम चतुर्भुजे यत्र तदुर्पारिग तदत्तं भवितुमर्हति तत्र भुज प्रतिभुजयोः वर्गयोगसूलार्धं हृद व्यासार्ध भवेत्।
उपपत्तिः: तुल्यटुजसमलम्बचतुर्भुजे द्वयेन त्रिभुजद्वयमेकद्व् अन्तर्गतम्। प्रत्येक त्रिभुजोपरिगतवृत्तव्यास एवान्यत्र चतुर्भुजोपरिगतवृत्तस्य व्यासो भवति। एकस्मिन् विभजे कर्ता पाद्वंभुजा भुजौ च लम्ब एव लम्बः। अत्र रेखागणित प्रत्याध्यायेन □□त्रिबाहुकवटिननवृत्तव्यासदलं विलेत्यादिना व्यासद्'' ज्ञातव्यम्।

वृत्तपरिगतचतुर्भुजव्यासज्ञानार्थम्

इदानीं त्रिभुजोपरिगतवृत्तस्य व्यासज्ञानार्थमाह
त्रिभुजस्य बाहोर्भुजयोर्हृतः कर्णो द्विगुणावलम्बरविभक्तः
हृदयं द्विसस्य भुजप्रतिभुजकृतियोगसूलार्धम् ॥२७॥

हिंदी भाषा: — वर्ग क्षेत्रे श्रायते च कर्ण एव तदपरिग नवृत्त व्यासः। व्युत्क्रमेण समलम्बचतुर्भुजं वोध्यम्। यत्र कर्णौ भुजौ च तुल्यौ, कर्णः पादवं मञ्जेन गुणो द्विगुणावलम्ब विभक्तः फल हृदयमर्थात् चतुर्भुजोपरिगत वृत्तस्य व्यासार्ध भवेत्। विपम चतुर्भुजे यत्र तदुर्पारिग तदत्तं भवितुमर्हति तत्र भुज प्रतिभुजयो वर्गयोगसूलार्धं हृद (व्यासार्ध) भवेत् ॥२७॥

जात्ययोः क्षेत्रयोः

जात्ययोस्तिहताः परस्परं क्षेत्रयोरिह हि बाहुकोटयः
तेषु भूमिरधिकोऽर्धको मुखं विषमस्य द्वयम् ॥

हिंदी भाषा: — दो जात्य त्रिभुज के भुज और कोटि को परस्पर क्रम से गुणा करने से विषम चतुर्भुज के भुज होते हैं उनमें श्रेष्ठक भू होती है, लघु मुख होता है, और मध्य दोनों भुज होते हैं।

विषमचतुर्भुजक्षेत्रफलम्

विषमं चतुर्भुजं क्षेत्रं समलम्बवत् सदृशम्
तस्य कर्णे लम्बौ संपातं तयोः परस्परं गुणनम्
ततोऽर्धं फलं स्यात् ॥

हिंदी भाषा: — विषम चतुर्भुज क्षेत्र समलम्बवत् (समलम्बचतुर्भुज की तरह) सदृश (समान) है। तस्य (उसके) कर्णे लम्बौ (दो लम्ब) संपात (प्रतिच्छेदन) बिन्दु में एक दूसरे को काटते हैं तब तयोः (उन लम्बों का) परस्परं गुणन (गुणा) ततोऽर्धं (आधा) फलं स्यात् (फल होता है)।

त्रिभुजक्षेत्रफलम्

समकोणत्रिभुजे कर्णः समपादभुजयोर्वर्गयोगसूलम्
तत्कर्णस्य चतुर्गुणीतो भुजयोर्घातः समकोणे ॥

समकोण त्रिभुजे:

$$c^2 = a^2 + b^2c$$

खातव्यवहारः

समखातघनफलम्

समखातं तु यत् क्षेत्रफलं तद्वेधगुणितं घनफलम्
समखातस्य त्रिभागः सूचीखातस्य घनफलम् ॥

हिंदी भाषा: — समखात का क्षेत्रफल उसी तरह ज्ञात करें जैसे समचतुर्भुज या समलम्बचतुर्भुज का क्षेत्रफल ज्ञात होता है। क्षेत्रफल को वेध (गहराई) से गुणा करने से समखात का घनफल होता है। अर्थात् जिस खात के मुख में जितने दैर्घ्यादि हैं उतने तल में रहने से वह समखात कह लाता है उसके घनफल को तीन से भाग देने से सूचीकार खात का घनफल होता है ॥।

उदाहरणम्

किसी वापी (वावली) की दीर्घता (लम्बाई) तीस हाथ है, विस्तार साठ हाथ। उस वापी के भीतर चार, पाँच, छः, सात, आठ भुज खण्डों से पाँच खात (खत्ता) हैं, खातों के क्रम से वेध ८, ७, ७, ३, २ हैं तब उन खातों के समरज्जु प्रमाण कहो।
समरज्जुः३६|३५|४२|२१|१६३०

$$= \frac{\times}{30} = \frac{8 \times 30}{?} = 5$$

$$= \times \ = 8 \times 30 = 240$$

इस क्षेत्रफल को समरज्जु से गुणा करने से सम्पूर्ण खात का घनफल १२०० हुआ ॥

विस्तारदैर्घ्यवेधेषु वैषम्ये

किसी पुष्करिणी की लम्बाई १६ हाथ है, विस्तार = ५ हाथ, वेध २, ३, ४ हाथ हैं तब उसका फल क्या होगा।
न्यास:२|३|४९/३ = ३३

$$= \times \ = 5 \times 16 = 80$$

इसको वेध से गुणा करने से:

$$80 \times 3 = 240$$

दूसरा उदाहरण — जिस खात का दैर्घ्य = १२ हाथ है, वेध = ८ हाथ है, विस्तार ३|४|५ हाथ, उस खात का फल कतो।
विस्तृति सममिति = (३+४+५)/३ = ४

$$= 4 \times 12 = 48$$

इसको वेध से गुणा करने से:

$$48 \times 8 = 384$$

धान्यराशिव्यवहारः

स्थूलधान्यराशिमानम्

वृत्तपरिगतधान्यराशेः परिधिनवमांशो वेधः
वेधेन गुणितः परिधिः षष्ट्यंशः फलं स्यात् ॥५०॥

हिंदी भाषा: — भित्त्यन्तर्बाह्यकोणागः परिधिः द्विचतुः सत्रिभागगुणः प्राग्वत् गणितं कृत्वा स्वगुणकारभक्तं तदा तद् गणितं भवति। अर्थात् भित्तिपादसंलग्नस्य घान्यराशेः परिधिमानं द्वाभ्यां संगुण्य तस्मात्पूर्ववचत्फलं तदुद्वाभ्यां भक्तं तदा तद्राशेधनफलं भवति।

उदाहरणानि

स्थूलधान्यराशिमानज्ञानार्थम्:
न्यास:६०६ = वेधः

$$= \frac{60}{10} = 10, \ = 100$$
$$= 100 \times 6 = 600$$

शूकधान्यराशिमानज्ञानार्थम्:
न्यास:६०५

$$= \frac{60}{6} = 10, \ = 100$$
$$= 100 \times 5 = 500$$

अणुधान्यराशिमानज्ञानार्थम्:
न्यास:६०३

$$= \frac{60}{?} = 5, \ = 100$$
$$= 100 \times 3 = 300$$

उपपत्तिः

हिंदी भाषा: — धान्य स्थितिवशेन धान्यराशिः सूच्याकारो भवति तदाधारपरिधिनवमांशादिभागस्तद्वेघो भवतीति प्रत्यक्षापरोक्षया स्थिरीकृतः। वृत्तक्षेत्र परिधिगुणितव्यासः...

भास्करीय लीलावत्यामुदाहरणम्

समभुवि किल राशिभिः स्थितः स्थूलधान्यः परिधिपरिमितिः
स्याद्व्यष्टिषट्यंशया प्रवद गणक खार्यः कि मिताः सन्ति तस्मिन्
अथ पृथगपुघान्यैरछुकधान्यैरच शीघ्रम् ॥

छायाव्यवहारः

द्विजद्विसम्भागैकनिघ्नातु तु परिषैः फलम्
भित्त्यन्तर्बाह्यकोणागे परिधिः द्विचतु:सत्रिभागैकगुणः ॥५१॥

हिंदी भाषा: — भित्त्यन्तर्बाह्यकोणागः परिधिः द्विचतुः सव्यंशगुणः प्राग्वत् गणितं कृत्वा स्वगुणकारभक्तं तदा तद् गणितं भवति। अर्थात् भित्तिपादसंलग्नस्य घान्यराशेः परिधिमानं द्वाभ्यां संगुण्य तस्मात्पूर्वंवचत्फलं तदुद्वाभ्यां भक्तं तदा तद्राशिघनफलं भवति।
भित्त्योरन्तः कोणस्थितधान्यराशेः परिधि चतुर्गुणं त्वा ततः पूर्ववत्फलमानीय तच्चतुर्भक्तं तदा तद्धान्यराशिघनफलं भवति।
भित्त्योबहिः कोणस्थितधान्यराशेः परिधि सत्रिभागेकेन संगुण्य ततः पूर्वैवत्फलमानीय तत्फलं सत्रिभागैकेन भक्तं तदा तस्य धान्यराशिघनफलं भवेदिति ॥।

गीताध्यायः

गीताध्याय

विष्कम्भपरिधिः

विवृतद्विसम्भागैकनिघ्नात् तु परिषैः फलम्
इत्यादि भास्करोक्तमेतदनुरूपमेव ॥५१॥

हिंदी भाषा: — विवृत (विस्तृत) द्विसम्भाग (द्विज) एकनिघ्नात् (एक से गुणा कर) तु परिषैः फलम् — इत्यादि भास्करोक्तमेतदनुरूपमेव (भास्कराचार्य के कथन के अनुरूप ही) ॥५१॥

राशिव्यवहारः

भित्यन्तर्बाह्यकोणागः परिधिः द्विचतुः सव्यंशगुणः प्राग्वत्
गणितं कृत्वा स्वगुणकारभक्तं तदा तद् गणितं भवति
अर्थात् भित्तिपादसंलग्नस्य धान्यराशेः परिधिमानं द्वाभ्यां संगुण्य
तस्मात्पूर्ववचत्फलं तदुद्वाभ्यां भक्तं तदा तद्राशिघनफलं भवति ॥

हिंदी भाषाः — भित्त्योरन्तः कोणस्थितधान्यराशेः परिधि चतुर्गुणं त्वा ततः पूर्ववत्फलमानीय तच्चतुर्भक्तं तदा तद्धान्यराशिघनफलं भवति। भित्त्योबहिः कोणस्थितधान्यराशेः परिधि सत्रिभागेकेन संगुण्य ततः पूर्वैवत्फलमानीय तत्फलं सत्रिभागैकेन भक्तं तदा तस्य धान्यराशिघनफलं भवेदिति ॥।
भास्करीय लीलावत्यामुदाहरणम्:

परिधिर्भित्ति लग्नस्य राशोः शत्करः किल
अन्तः कोणस्थितस्यापि तिथितुल्यकरः सखे
बहिः कोणस्थितस्यापि पञ्चघ्ननवसंमितः
तेषामाचक्ष्व मे क्षिप्रं धनहस्तान् पृथक् पृथक् ॥

अत्र प्रथमस्य परिधिः ३० द्विनिष्ठः = ३० × २ = ६०
अन्तः कोणस्थितपरिधिः १५ चतुर्गुणितः = १५ × ४ = ६०
बाह्यकोणस्थितपरिधिः ४८ सत्रिभागैक गुणितः = ४८ × ५/४ = ६०
एषाविधः = ६
र एभ्यः फलं तुल्यमेतावत्य् एव खार्यः = ६००
एतत् स्व स्व गुरोन भक्तं जातं पृथक् पृथक् फलम् ३०० | १५० | ४५०
एवं स्थूल धान्यस्य मानं जातम्

अन्योदाहरणम्

षट्त्रिशेन्मित परिधौ राशौ धान्यस्य कि भवेद् गणितम्
हस्त चतुष्काभ्युदये यदि वेत्सि तदुच्यतामाशु ॥

न्यासः धान्यराशि परिधिः ३६, वेधः = ४ तदा पूर्ववत् परिषेः षष्ट्यंशः = ६
वर्गितः = ३६
वेधगुणितः = ३६ × ४ = १४४ घनफलम्

भागेमिश्र धनभाण्डप्रतिभाण्डक

खहर

गीताध्याय

हिन्दी भाषा
गीताध्याय

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त

Brāhmasphuṭasiddhānta

of

ब्रह्मगुप्त

Brahmagupta

(c. 598–668 CE)

Volume III — Chunk I

Pages 1677–1816

comprising Chapters XII–XXI

(Final Volume: Concluding Chapters & Appendices)

Edited with Sanskrit Commentary, Hindi Translation,
Mathematical Proofs and Astronomical Notes

by

Dr. Ram Swarup Sharma

Published by
Indian Institute of Astronomical and Sanskrit Research
New Delhi, India

Electronic typesetting with XeLaTeX

Contents

Preface to the Final Volume **2**

1 Conclusion of Arithmetic (राशि व्यवहार) — परिधि & छाया व्यवहार **3**
1.1 परिधि — Circumference and Proportion 3
1.2 अनुपपत्तिः — Mathematical Proof 3
1.3 End of Arithmetic Chapter — इति राशि व्यवहार 3
1.4 छाया व्यवहार — Shadow Calculations 3
1.5 Geometric Construction of Shadows 4

2 Algebraic Operations — विकलवर्गानयन **5**

3 Astronomical Problems — कालज्ञान **6**
3.1 Mixed Astronomical Problems — मिश्र प्रश्न 6
3.2 Third Set of Problems — तृतीय प्रश्नसमूह 6
3.3 Lunar Calculations — चन्द्रग्रहण 6

4 Planetary Theory — मन्दस्फुट & शीघ्रफल **7**
4.1 Epicyclic Model — पर्याय & मन्दकर्ण 7
4.2 उपपत्तिः — Proof of Epicyclic Correction 7

5 Advanced Astronomical Computations — भोगकला & प्राणकला **9**

6 Final Chapters — Eclipses and Colophons **11**

Preface to the Final Volume

This final volume of the *Brāhmasphuṭasiddhānta* completes the monumental work begun in the first two volumes. Pages 1677–1816 cover the concluding chapters of Brahmagupta's masterpiece, including:

- **Chapter XII (Gaṇitādhyāya)**: Concluding sections on arithmetic operations, including circumference calculations (*paridhi*), shadow computations (*chāyā vyavahāra*), and the application of these to gnomonic instruments.
- **Chapter XIII**: Algebraic operations, including the extraction of square roots of non-square numbers (*vikalavarga*), surds, and indeterminate analysis.
- **Chapter XIV**: Astronomical problems (*Kālajñāna*) — calculations of time, planetary positions, and the determination of days and dates.
- **Chapters XV–XVI**: Lunar and solar calculations, including the computation of eclipses (*grahaṇa*), the *mandasphuṭa* (equation of centre), and *śīghraphala* (second inequality).
- **Chapters XVII–XIX**: Planetary theory, epicyclic models, and the determination of planetary positions using geocentric models.
- **Chapters XX–XXI**: Advanced astronomical computations, including the *bhogakalā* (daily motion), *prāṇakalā*, and the final colophons.

The text preserves Brahmagupta's original verses in their authentic Sanskrit form, accompanied by detailed Hindi commentary, mathematical proofs (*upapatti*), and where appropriate, modern mathematical notation to aid comprehension.

– *The Editors*

1 Conclusion of Arithmetic (राशि व्यवहार) — परिधि & छाया व्यवहार

The present section begins with the final verses of the twelfth chapter (गणिताध्याय), which treat the calculation of circumference (परिधि), proportion (अनुपपत्ति), and the computation of shadows (छाया व्यवहार).

1.1 परिधि — Circumference and Proportion

परिधौ क्रमशः प्राग्वत् स्वगुणात् भवेत् फलम् |
श्रीपत्युक्तमिदं चाचार्यैरनुक्रमेणावबोधित ||१७||

(BSS 12.37 / Vol. II, p. 891) This verse states that the circumference is obtained by multiplying the diameter successively by the prescribed factors, as taught by previous teachers including Śrīpati. Brahmagupta, Bhāskarācārya, and Līlāvatī have all taught this in their respective works.

द्विवेद सचित्रभागे कनिष्ठान्तु परिधिः फलम् |
मिथ्यन्तबोधकोऽणस्थराशिः स्वगुणाभिजं तत् ||१७१||

‖171‖ The true circumference is that obtained by the rules taught by the two Dvivedis; the circumference otherwise (from crude approximation) is erroneous.

1.2 अनुपपत्तिः — Mathematical Proof

अनुपपत्तिः --- मिथ्यान्तः संलग्न धान्यराशिः परिधिवास्तव परिधेर्बंधुतुल्यः | क्रान्तः कोण स्थितस्य धान्यराशिः परिधिवास्तवपरिधिं चतुर्थांशतुल्यः | बाहुकोणसंलग्न धान्यराशिः परिधिवास्तव परिधेः पादेनैक तुल्यस्तेनोत्परिधित्रयमानं द्विवेद-सचित्रभागेकेन क्रमशो गुणितां सघातं परिधिं भवेत् | ततः पूर्वं वेधफलं ततु द्विवेद सचित्रभागेकेन क्रमशो भक्तं तदा वास्तवं तद्फलं भवतीत्येतावताऽऽचार्योक्त-मुपपन्नम् ||१७१||

1.3 End of Arithmetic Chapter — इति राशि व्यवहार

इति राशि व्यवहारः --- अब भत्ति के अन्तर्गत भत्ति के क्रान्तः कोणरूप तथा बाहुकोणरूप धान्यराशि प्रमाणा-नयन के लिये कहते हैं |

1.4 छाया व्यवहार — Shadow Calculations

BSS 12.41 ‖४१‖

तज्जादौ छायात् इष्टकालज्ञानार्थमिष्टकालतच्छायानयनार्थं चाहु |
छायानरसंक्रमहृतं शुद्धं प्रागपरयोर्दिगतदोषं |
दिनगतदोषांशहृतं धु दलं छाया नरखेखं ||४२||

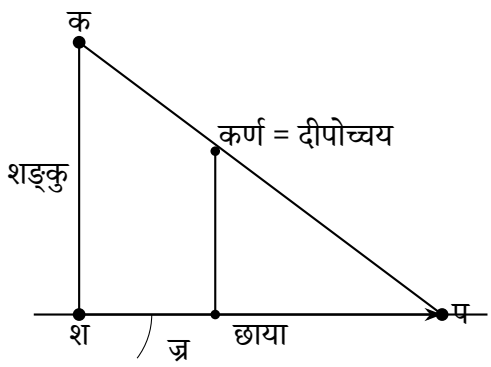
(BSS 12.42) The calculation of shadows for finding the time from a given shadow, or the shadow at a given time. The *nara* (sine of latitude) multiplied by the shadow, divided by the *śañku* (gnomon), gives the *śuddha* (mean) value; considering the eastern or western direction, this is divided by the *dinagata-doṣāṃśa* (ascensional difference) to obtain the accurate shadow.

सू. भा.---नरः शङ्कुः रभिमष्टः | छायाया यो नरः शङ्कुं भागः स संक्रमे यस्तेन
शुद्धं हृतं लब्धं प्राक् पश्चिमकपाले दुग्गतं पश्चिमकपाले दुग्गतं भवति |

The छाया व्यवहार (shadow computations) section continues with detailed derivations. The *nara* is the sine of latitude, and the *śañku* is the gnomon (12 añgulas). The shadow is computed from the relationship between these quantities.

1.5 Geometric Construction of Shadows

The accompanying diagrams illustrate the geometric relationships:



छाया, शान = भूः | कर्ण = दीपोच्चयम् | कर्ण, भुज त्रिभुजयोः साजात्यादनुपातः
दीघ् = दीपोच्चयम् तथा कर्ण, त्रिभुजयोः साजात्यादनुपातः
=भूः-भू = रन = छायाप्रान्तर = छाया दीघ्-छाया दीघ् = दीघ्(छाया-छाया) = दीघ् छायान्तर
छेदगमेन छायाप्रान्तर दीघ् छायान्तर, पक्षो छायान्तर भक्तो तदा
छायाप्रान्तर दीघ् छायान्तर भ्रनेन भू स्वरूपे उत्थापनेन भू = छ.प्रा. दीघ्
= छाया छायाप्रान्तर दीघ् = छाया छायाप्रान्तर, तथा भू = छाया दीघ्
= छाया छायाप्रान्तर दीघ् = छाया छायाप्रान्तर, तथा भुज, कर्ण त्रिभुजयोः
साजात्यात् १२ भू/छाया = दीपोच्चयम् | एवं त्रपन, कर्ण त्रिभुजयोः साजात्या-
दनुपातेन १२ भू/छाया = दीपोच्चयम् | एतावत् स्साचार्योक्तमुपपन्नम् |

2 Algebraic Operations — विकलवर्गानयन

BSS 12.46 ||४६||

इदानीं सकल विकलवर्गानयनार्थमाह |
स्वविकलपदं वर्गांशगुणाः सकलस्त्रिशद्द्वैतो विकलवर्गः |
प्रक्षेप्यः सकलकृतौ वर्गधनो द्वित्रितुल्यबधो ||४६||

(BSS 12.46) Now (the author) teaches the method of finding the square root of a non-square number. The square of the *sakala* (integer part) is subtracted from the number; the remainder, multiplied by the square of the denominator, becomes the *vikalavarga* (square of the non-square part). This is to be added to the square of the *sakala*, and the result gives the square root approximately.

सू. भा.---यत्र राशेर्कला विकला चेति द्वयं वर्तते तस्य वर्गार्थं कलाराशिः
सकलसंज्ञो विकलाराशिश्च स्वविकलस्तत्कलापश्चात् शास्त्र कथये |

Upapatti (Mathematical Proof)

उपपत्तिः --- कल्पयते कलिमश्रवि राशौ कलाः = क | विकलाः = वि | तदा कलात्मकः
स राशिः = क + वि/६० |

The general formula for the square root of a compound number $k + \frac{vi}{60}$ is derived as:

$$\text{वर्गः} = k^2 + \frac{2k \cdot vi}{60} + \frac{vi^2}{60^2} = k^2 + \frac{k \cdot vi}{30} + \frac{vi^2}{60^2}$$

Note: "वर्गः" here means 'square' in Sanskrit.

वि. भा.---यदिमन् राशौ कला-विकला चेति द्वयं वर्तते तस्य वर्गं करणार्थं
कलाराशिः सकल संज्ञो विकलाराशिश्च स्वविकलस्तत्कलापश्चात् शास्त्र कथये |

BSS 12.47 ||४७||

छेदेनेष्टयुतोनेनार्धं भाज्यपदष्टष्टिगुणं स्यात् |
प्रकृतिरष्टच्छेदहृतं लब्धा युतं हैनिकमनघं ||४७||

(BSS 12.47) This verse gives the method for division with fractions. The dividend, combined with the divisor (in the manner of adding fractions), is divided by half the divisor multiplied by the denominator of the divisor; the result, added to the *prakṛti*, gives the quotient.

उपपत्तिः --- कल्पयते | भाज्यः = भा | छेदः = हा | इष्टम् = ई | तदा वास्तवा लब्धिः = भा/हा |

The derivation continues with the algebraic manipulation of fractional quantities.

BSS 12.49 ||४९||

इदानीं भागहारे विरोपमाह |
छेदेनेष्टयुतोनेनार्धं भाजयपदष्टष्टिगुणं स्यात् |
प्रकृतिरष्टच्छेदहृतं लब्धा युतं हैनिकमनघं ||४९||

(BSS 12.49) The section on division with fractions (*bhāgahāra*) is now explained. The rule involves the manipulation of fractional quantities through their denominators.

3 Astronomical Problems — कालज्ञान

The following sections deal with astronomical computations, including the determination of time, planetary positions, and the computation of various astronomical quantities.

3.1 Mixed Astronomical Problems — मिश्र प्रश्न

अब मिश्र प्रश्नों को कहते हैं |

BSS 13.6 ||६||

इदानीं मध्यान् प्रश्नानाह |
व्यतिपातं वैधृतिबृहस्पतिवर्षयोश्चर्चनीचरिवबस्तीन |
द्विप्रहयोगांश युगे यो वेति स कालतत्वज्ञः ||६||

(BSS 13.6) He who knows the *vyatīpāta*, *vaidhṛti*, *bṛhaspati-varṣa*, and the motion of the nodes in a *yuga* — he is the knower of the essence of time.

सू. भा.---यो व्यतिपातं वेति | वैधृतिं वेति बृहस्पतिवर्षं वेति,
स्वोच्चनीचमार्गगान् वेति | युगे द्विप्रहयोगांश इत्यादि |

BSS 13.10 ||१०||

सावनमासावधिप्रहरेक्काऽनिष्टमध्यसंयोगात् |
इष्टद्वयु संयु तोननिष्टानां यो वेति ग्रह्यकः सः ||१०||

(BSS 13.10) He who knows the sum of the *avama* (omitted tithis) and the *praghara* (excess days), combined with the mean (longitudes) at the desired time — he is the knower of the *grahyaka* (the quantity to be known).

3.2 Third Set of Problems — तृतीय प्रश्नसमूह

इदानीं तृतीय प्रश्नसमूह (छायादीपरितोदिवस वारे वेतीत्यस्य) उत्तरमाह |
कल्पर्क्षदिनसप्तकबधात् कल्पगताहर्गणानां तच्छेषात् |
सप्तहृताद्दिनवारः शेषः साय्यादिको भवति ||४०||

(BSS 13.40) From the product of the elapsed days of the *kalpa* and seven, divided by seven — the remainder gives the day of the week (counting from Sunday).

उपपत्तिः --- कल्पर्क्षदिनसप्तकबधात् कल्पकृत् दिनसप्तधातात् कि विशिष्टात्
कल्पगताहर्गणेनैन कावः शेषस्तस्मात् सप्तहृतात् शेषः साय्यादिको
दिनवारो भवति |

वि. भा.---कल्पगताहर्गणेन रहितात् कल्पकृत् दिनसप्तधातात् शेषस्तस्मात्
सप्तभक्तः शेषः साय्यादिको दिनवारो भवतीति ||३९||

3.3 Lunar Calculations — चन्द्रग्रहण

यदीष्ट ग्रहयुग्मभगणां सरोभ मगणाद्यष्टमां लभ्यते
तदा युगीयपातमगणां चन्द्रभगणायोगयोगि किं फलं
भगणादिकमिष्टहृत् राश्यादिमध्यमसपातचन्द्रं यथागतं
देशान्तरमन्दफलादीन् यथागतां सरोभ सपातचन्द्रो
भवेत् ||३१||

4 Planetary Theory — मन्दस्फुट & शीघ्रफल

4.1 Epicyclic Model — पर्याय & मन्दकर्ण

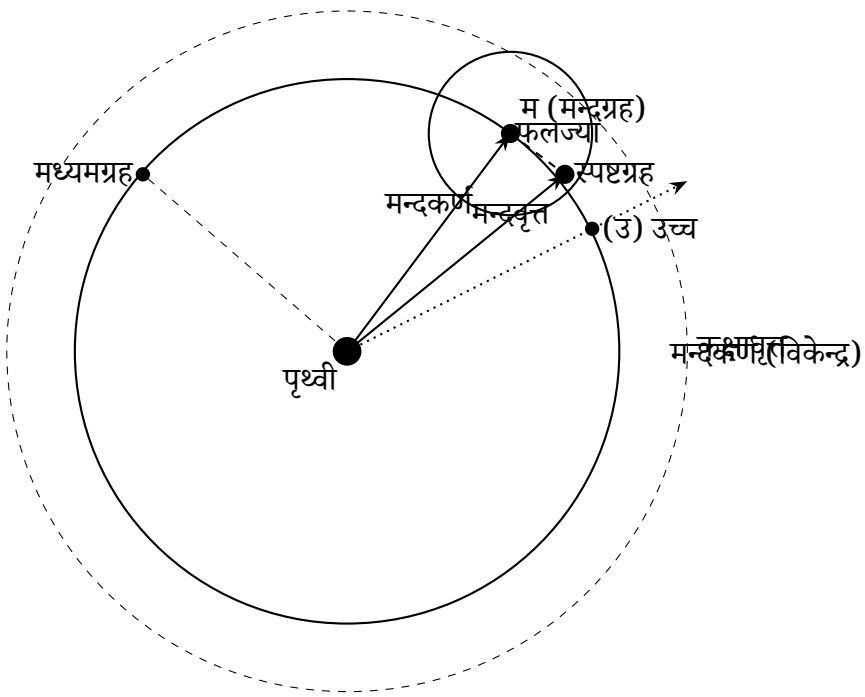
The computation of planetary positions involves the *mandasphuṭa* (equation of centre) and *śīghraphala* (equation of anomaly, or second inequality). Brahmagupta gives the following method:

> मन्दस्फुटार्केन्द्रांशोनायां ग्रहस्यन्दं केन्द्रम् |
> एव यदि तत् स्पष्टं त्रिकोणं तदानीं विशेषं नोद्येत् |
> तद्यात् स्पष्टं त्रिकोणं तस्य स्पष्टं द्वितीयं केन्द्रं
> क्रमेण केन्द्रान्तरं फलमिति | वा ज्ञानमन्दं स्पष्टं
> प्राप्यच्छी स्साचार्य्योदिना शीघ्र-कर्त्तव्यं कार्यमिति सर्वं शुद्धम् ||३७८-५८१||
>
> वि. भा.---उदयमार्ग (विज्ञानान्) भुजयया गुणिगतं कर्णहृतं यत्फलं तस्य
> चापं स्पष्टद्वितीयोनयोरन्तरं भवेत् तत् स्पष्टमिति ||३७९-५८१||

4.2 उपपत्तिः — Proof of Epicyclic Correction

> उपपत्तिः --- ज = गोच्चेभम् | म = मन्दस्पष्टग्रहः | मं३ = शीघ्रकेन्द्रम् | मर = शीघ्र-
> केन्द्रज्या = गोच्चज्या | स्प. = स्पष्टग्रहः | स्प.३ = स्पष्ट केन्द्रम् |

The accompanying diagram shows the epicyclic model:



> भूमं गोचरग्रहः | स्पष्ट = स्पष्ट केन्द्रज्या | म.३. म. = मू केन्द्रम् |
> मू.स्पष्ट = शीघ्रफल | एवं त्रिज्या | नदा मू.म. स्पष्ट त्रिभुजयोः
> साजात्यादनुपातः गोच्चज्या/शीघ्रकर्ण = स्पष्टकेन्द्रज्या,
> अथवाऽन्योनम् = स्पष्टकेन्द्रम् = स्पष्टग्रहोच्चयोरन्तरं
> मन्दकर्णादिया शीघ्रकर्णस्थाने मन्दस्पष्ट
> केन्द्रज्या समागम्यति, चापकल्पेन मन्दस्पष्ट
> केन्द्रराशिः = मन्दस्पष्टदोषयोरन्तरं |

The *mandasphuṭa* (true planet via equation of centre) is computed as:

1. Compute the *mandakendra* (mean anomaly): difference between mean longitude and apogee (मन्दोच्च)
2. Find the *mandaphala* (equation of centre) from the sine table
3. Apply to the mean longitude to get *mandasphuṭa*
4. Compute *śīghrakendra* from *mandasphuṭa*
5. Find *śīghraphala* and apply to get the true longitude

5 Advanced Astronomical Computations — भोगकला & प्राणकला

BSS 21.25–26 ||२५--२६||

इष्टज्यां संगुणीताः पञ्चकर्मणां कर्णच्चन्द्रम् |
इष्टज्यापाद्युत्थ्यासर्वं विभाजिता लब्धम् ||२५||
नवति छते प्रोह पदे नवते मनोरथं शेषमगणत्कला |
एवं धनुरिष्टदया भवति ज्यया विना ज्यार्धिः ||२६||

(BSS 21.25–26) The *iṣṭajyā* (desired sine) is multiplied by the results of the five operations and divided by the radius; the remainder, when 90 is subtracted from the *nava* position, gives the *śeṣa*; the *manoratha* (desired arc) is obtained. The arc is thus found from the sine without the *jyārdha* (half-chord).

सू. भा.---इष्ट ज्यायाः पादद्वयपरिलेखेन युक्त व्यासार्धं तद्द्वारा तेन
विभाजिताः | शेष स्पष्टम् |

Upapatti — Detailed Proof

उपपत्तिः --- पूर्वोक्तकोपपरित्य ज्या = (१८०-चा) चा.ज्र. / [१०१२५-(१८०-चा) चा/४]
या ज्या / [१०१२५-या/४] = ज्या/१०१२५-या/४

The derivation proceeds:

$$\text{ज्या} = \frac{(180 - \text{चा}) \cdot \text{चा} \cdot \text{ज्र}}{10125 - \frac{(180-\text{चा})\text{चा}}{4}}$$
$$\text{या} = (180 - \text{चा}) \cdot \text{चा}$$

या = (१८०-चा) चा | अतः शेषद्वारागमेन ज्या × ४०५०० = ज्या. या
= ४ ज्या. या, ततो या = ज्या × ४०५०० = १०१२५. ज्या
ज्या + ६ ज्या / ६
= ल = (१८०-चा) चा = १८० चा - चा^{2}
समशोधनेन चा^{2} - १८० चा + ल = ०
$\therefore$ चा = ९० $\pm \sqrt{९०^2 -}$
आचार्योक्तमर्क चापं गृहीतं तेन चा = ९० - $\sqrt{९०^2 -}$
अत उपपन्नं सर्वम् ||२५-२६||

BSS 21.50–52 ||५०--५२||

षड्भिर्भोगकलानामेकयम् = ९ चग
षड्भिर्भोगकलानामेकयम् = ३ चग
पञ्चदशैर्भोगकलानामेकयम् = १५ चग = १५ चग
सर्वयोगकलाः = २७ चग
चक्रकलाभ्यः शुद्धा सर्वयोगकला जाता श्रभिज्ञुगकलास्तदिहनगतिः = चक्-२७ चग |
इय कल्पकृत् दिनगुणाः इष्टचक्रकलामका जाता | कल्पे^{3}भीजनो
भगणाः = क्षु --- २७ क्षभं | शेषोपपत्ति मोर्तकृत् मुहनक्षत्रायन विभिन्नकृत् ||५०-५२||

(BSS 21.50–52) These verses compute the *bhogakalā* (daily motion in minutes of arc). For the Sun, Moon, and planets, the daily motion is found by taking the difference in longitude between successive days and converting to *kalās*.

वि. भा.---रविः (चन्द्रस्य) मध्यगतिकला अथवा^{3}वैर्क (ई, ई, ई) गुणा-
स्तदाऽऽध्यार्थ^{3}समनक्षत्राणां भोगकलाः स्युः |

The *bhogakalā* is the daily motion of a planet in terms of *kalās* (arc-minutes). The computation involves:

- Finding the difference in longitude between successive days
- Converting this difference into minutes (*kalās*)
- For the Sun: about 1° per day (approximately 60 *kalās*)
- For the Moon: about 13° per day

6 Final Chapters — Eclipses and Colophons

BSS 21.378–581 ||३७८--५८१||

The concluding portion of the *Brāhmasphuṭasiddhānta* contains extensive rules for eclipse calculations, including the computation of the *sparśa* (first contact) and *mokṣa* (last contact), the magnitude of the eclipse, and the *akṣavalana* (deflection due to latitude).

मन्दस्फुटार्केन्द्रांशोनायां ग्रहस्यन्दं केन्द्रम् |
एव यदि तत् स्पष्टं त्रिकोणं तदानीं विशेषं नोद्येत् |
तद्यात् स्पष्टं त्रिकोणं तस्य स्पष्टं द्वितीयं केन्द्रं
क्रमेण केन्द्रान्तरं फलमिति | वा ज्ञानमन्दं स्पष्टं
प्राप्यच्छी स्साचार्य्योदिना शीघ्र-कर्त्तव्यं कार्यमिति सर्वं शुद्धम् ||५७८-५८१||

Colophons — समाप्ति

कलामयो यावता मानां भोगकलाः सृद्धास्तावद् गणमानि |
शेषाः ख लिख वर्तमाननक्षत्रस्य गतकलास्तास्तदुग्कलामय |
शुद्धा गम्य कला भवति | ततो ग्रहद्वयको दिवसस्तदा
गतगम्यकलाभिः किमित्वनुपातेन गणगम्या दिवमा
भवति |

इति ब्रह्मस्फुटसिद्धान्त समाप्तः |

Here ends the Brāhmasphuṭasiddhānta

इस प्रकार ब्रह्मस्फुटसिद्धान्त की समाप्ति हुई | इस ग्रन्थ में कुल २४ अध्याय
हैं, जिनमें गणिताध्याय (१२ अध्याय) और गोलाध्याय (१२ अध्याय) सम्मिलित हैं |
ब्रह्मगुप्ताचार्य ने इस ग्रन्थ की रचना संवत् ६२८ (ई. ६६६) में की थी |

Appendix: Summary of Mathematical Rules

1. **Shadow rule (छाया व्यवहार)**: The shadow is proportional to the *nara* (sine of latitude) and inversely proportional to the *śañku* (gnomon height).

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त

भाग ३

Brāhmasphuṭasiddhānta

Part 3 — Pages 1817–1956

By

Brahmagupta

(b. 598 CE)

Edited with Sanskrit Commentary (Vāsanā) and Hindi Translation

by

Sudhākara Dvivedī

This digital edition covers original pages 1817–1956, comprising:

त्रिप्रश्नोत्तराध्यायः (□□□-□□□□□□□□□□□□□-□□□□□□□□)

ग्रहणोत्तराध्यायः (□□□□□□□□-□□□□□□□-□□□□□□□□)

Editorial Introduction to the chapters

Typeset in XeLaTeX with Noto Serif Devanagari

May 27, 2026

Contents

(Chapter XV: Tri-prashnottara-adhyāya) **3**

(Chapter XVI: Grahana-uttara-adhyāya) **5**

(Surya-siddhanta Yantra-vivarana) **8**

(Reconciliation of Smrti Texts) **9**

त्रिप्रश्नोत्तराध्यायः

Original pages 1033–1073

अब श्रम्बिज्ञुत नक्षत्र के भोगानयन और ग्रहमुक्त नक्षत्रानयन को कहते हैं।

पञ्चदशो योगभोगकलानामैक्यं = चं × १५

सर्वेषां योगः = १ चं + ३ चं + १५ चं = २७ चं = सर्वनक्षत्रभोगः

चक्कलास्यः शुद्धाः सर्वनक्षत्रभोगसंख्यास्तदा श्रम्बिज्ञुद् भोगकलास्तदिह्नगतिः =
चक्र—२७ चं ततः कल्पोड्भवो भगणः := (चक्र—२७ चं) कुदिन =
चक्कला
कुदिन—२७ कल्पचंभगणा एतेनाचार्येण तुमूपपन्नम् । सिद्धान्त शेखरे
□□चक्कारिया वा शाश्वतसतिवधनाहतानि शोधयिन् सुदिनलयद्वरोषचक्र'' । स्यादे- कवासरम्बा कलिकागतिर्या सा वैवस्वेतावमध्यगाभिध्या मृतिः ॥ इद्धप्रहस्य कलिकालिकरादिसंशया नक्षत्रभोगकलिका प्रहसुत्कालानि । शेषात् भोग्यकलिका परितात् गम्य तास्यो भवन्ति गतगम्यदिनानि मुक्त्या ॥ इति श्रीपतेः पञ्चद्वय □□सर्वेषां भोगैनितचक्कलिप्ता वैवस्वतः स्यादमिज्ञुद्धयोग'' इत्यादि भार्करोक्तं च सर्वाचार्येणस्य सर्वेषं समानार्थकार्मित ॥ ५०--५१ ॥

उपपत्तिः

षट् श्रद्धं भोगकला नक्षत्रों का ऐक्य = $\frac{3\,\text{चं}}{2} \times ६ =$ ⊠ चं × ३ = ६ चं

षट् शद्धभोग कला नक्षत्रों का ऐक्य = $\frac{\text{चं}}{2} \times ६ =$ चं × ३

पनद्वह् एक भोग (समान भोग) कलानक्षत्रों का ऐक्य = चं × १५

सबों का योग = सर्वनक्षत्र भोग कला = ६ चं + ३ चं + ? चं = २७ चं

हिं. भा.---चन्द्रमध्यगति कला को ईं, ईं, ? इन से गुणा करने से षड्वर्षं, शर्बं, सम नक्षत्रों की भोग कला होती है । सब नक्षत्रों की जो भोग कला है उनको भगण कला में से घटाने से जो शेष रहता है वह श्रम्बिज्ञुत भोग है । वा कल्प चन्द्र भगण सतासी से गुणा कर कल्पकुदिन में से घटाने से शेष श्रम्बिज्ञुत का कल्प भगण होता है, इन भगणों से जो दिन भोग (कल्प कुदिन में यदि श्रम्बिज्ञुत का कल्प भगण पाते हैं तो एक दिन में क्या इस अनुपात से लब्ध कालात्मक दिनगति) होता है वह श्रम्बिज्ञुत भोग होता है । ग्रहकालसमूह में से नक्षत्र भोग कला को घटाने से नक्षत्र होते हैं, अर्थाद् ग्रहमुक्त कला में जितने नक्षत्रों की भोग कला शुद्ध हो उतने गतनक्षत्र होते हैं, शेषकला वर्तमान नक्षत्र की गत कला है उसको नक्षत्र भोग कला में से घटाने से गम्य कला होती है । तब ग्रहगति कला में एक दिन पाते हैं तो गत-गम्य कला में से क्या इस अनुपात से गतदिन और गम्यदिन होते हैं ॥ ५०--५२ ॥

उपपत्तिः – यहाँ आचार्य ने पहले उक्त कालज्ञा को इष्टद्वित कल्पित किया है । तब श्रदा, समशाईं कुदूदित् इन तीनों मुञ्जाओं से उत्पन्न एक श्रम्ब क्षेत्र है, तथा श्रदज्ञा, लब्धज्ञा- तिज्ञा इन तीनों मुञ्जाओं से उत्पन्न द्वितीय श्रम्ब क्षेत्र है, ये दोनों श्रम्ब क्षेत्र सजातीय हैं इसलिए अनुपात करते हैं

$$\frac{\text{लब्धज्ञा. इष्ट}}{\text{तिज्ञा}} = \text{समशाईंकुद्}$$

तथा कालज्ञा =

अत्रोपपत्तिः

छायाकर्णे गोले पलभा शङ्कुतुल्योस्तुल्यतत्त्वं भवति कथमिति प्रदर्शयते यदि द्वादशाङ्कुलराश्यों पलभा भुजां लभ्यते तदेप्तशाङ्कुं किमिति जातं शङ्कुतुल्यम् = $\frac{\text{पमा. शाङ्कु}}{\text{[illegible]}}$, परन्तु शाङ्कु = $\frac{\text{[illegible]} \times \text{त्र}}{\text{छाक}}$ शत उत्थापनेन शङ्कुतुल्यम् = $\frac{\text{पमा. १२. त्र}}{\text{[illegible]. छाक}}$

यहाँ द्वाद (दिनार्क्) से भिन्न समय में पलभा साधन के लिए कहते हैं ।

हिं. भा.---दिनार्क् से भिन्न समय में रवि की छाया को छायाकर्णों से गुणा कर तिज्ञा से भाग देने से छायाकर्ण गोलिय छाया होती है, शङ्कुमूल और पूर्वापर रेखा का भेद भुज है । उत्तर गोल में कर्णदुताज्ञा में उत्तर भुज को घटाने से और दक्षिणा भुज को जोड़ने से पलभा होती है । दक्षिणा गोल में भुज में कर्णदुतिय छाया को घटाने ही से पलभा होती इति ॥ ४६--५० ॥

ग्रहणोत्तराध्यायः

Original pages 1089–1139

अब श्रम्ब्य प्रश्नों को कहते हैं ।

हिं. भा.---जो क्रान्ति के ज्ञाता समशकु को जानते हैं । जो लम्बांश वेत्सा समशुत्त को जानते हैं, कोणशकु को जानते हैं, कोणशकुछाया को जानते हैं । कोणदुताज प्रवेश में घटी को जानते हैं वे ज्योतिष सिद्धान्त के पण्डित हैं, यहाँ पाँच प्रश्न हैं ॥ ७ ॥

इदानीमन्यान् प्रश्नानाह

शङ्कुतलप्राच्यपरान्तरद्वयं बोध्यं यो विजानाति । विशुवच्छायामेकं हस्त्वाऽऽसन्नदित्यं च गण्यकः सः ॥ ७ ॥

सू. भा.---शङ्कु तलप्राच्यपरान्तरं भुजः । यो भुजद्वयं बोध्य विशुवच्छाया पलभां विजानाति । एकमेव भुजं हस्त् वा विशुवच्छायामादित्यमकं च विजानाति स गण्यकः । एवमत्र प्रश्नत्रयम ॥ ८ ॥

वि. भा.---शङ्कुतलपूर्वापररेखयोरन्तरं भुजोर्धित, यो भुजद्वयं ज्ञात्वा पलभां जानाति एकं भुजं ज्ञात्वा पलभां रविं च जानाति स गण्यकोऽस्तीति । अत्र प्रश्नत्रय- भमस्ति ॥ ७ ॥

अब श्रम्ब्य प्रश्नों को कहते हैं ।

हिं. भा.---शङ्कुतल और पूर्वापर रेखा का भेद भुज है । जो व्यक्ति दो भुजों को ज्ञान कर पलभा को जानते हैं । एवं एक भुज को ज्ञान कर पलभा को जानते हैं तथा रवि को जानते हैं वे ज्योतिः शास्त्र के पण्डित हैं इति । यहाँ तीन प्रश्न हैं ॥ ७ ॥

इदानीमन्यान् प्रश्नानाह

पातालशङ्कुमुध्येस्ते वा हस्तज्ञां रविंविजानाति । इष्टपातालगणकोः पृथक् तले वा स तन्त्रज्ञः ॥ ८ ॥

सू. भा.---यो रवेः पातालशङ्कु कुमथः शङ्कुं विजानाति । उदयेस्ते वा यो रविंद्र्ग् ज्ञात्रो विजानाति । इष्टशङ्कुकुदिवोइष्टशङ्कुः पातालगणः: पातालशङ्कुः रविरथः शङ्कुः । तयोः पृथक् पृथक् तले शङ्कुतले च वा यो विजानाति स एव तन्त्रज्ञ इति । एवमत्र प्रश्नचतुष्टयम ॥ ९ ॥

अब श्रम्ब्य प्रश्नों को कहते हैं ।

हिं. भा.---जो व्यक्ति ग्रहण में राहुमार्ग (भूमामार्ग) को जानते हैं । उस मार्ग को जानते हैं, कोणशकुछाया को जानते हैं । यहाँ पाँच प्रश्न हैं ॥ ७ ॥

कोणदुतस्थरविगतं भुवप्रोत्कुटं भुवाद्रिविपर्यं भुव्यचापांशं एकं भुजः । भुवाल्पसतिकावधि लम्बांश द्वितीयो भुजः । कोणदुतं व स्वैनिकाद्रिविपर्यं ननां- शास्तुतीयो भुजः । त्रिभुजेऽस्मिन् रविगतं भुवप्रोत्कुटतयाप्येतर्कुर्नाम्यामृत्यन्न-कोणा नतकालः । याम्योत रवित्कोणदुतनाम्यामृत्यन्नकोणः = ८५ नतोनुपातः किम्यते यदि नतकालज्ञया हस्तज्ञा लभ्यते तदाश्रवेदांशज्ञया (ज्ञा ८५) किमिनि समागच्छति भुज्या = $\frac{\text{हस्तज्ञा. ज्ञा ८५}}{\text{नतकालज्ञा}} = \frac{\text{हस्तज्ञा. त्रि. ज्ञा ८५}}{\text{नतकालज्ञा. त्रि}} = \frac{\text{हस्तज्ञा. त्रि. २८५}}{\text{नतकालज्ञा}}$

उपपत्तिः

यहाँ देशान्तर विदित नहीं है इसलिए देशान्तर संस्कार से रहित स्फुट रवि और स्फुट चन्द्र से चन्द्र ग्रहण विधि से सर्वग्रहण में संमीलन काल और उन्मीलन काल साधन करना चाहिए । उस दिन में द्वितीय से भी संमीलन काल समझा चाहिए वह यदि गणितानगत् संमीलन काल से अधिक हो तो द्वितीय रेखा से पूर्व भाग में अथवा पश्चिम भाग में स्थित है यह समझा चाहिए । क्योंकि रेखा से पूर्व स्वदेश में पहले स्वदेश में पश्चात् रेखा देश में मध्याह्न काल होता है । अतः रेखा देशीय इष्ट संमीलन काल से स्वदेशीय संमीलन काल अधिक होता है पश्चिम में इसके विपरीत होता है । इस तरह उन्मीलन काल से इष्ट प्रास काल से स्पर्श काल से या मोक्ष काल से परीक्षा होती है, स्पर्श काल परीक्षा और मोक्ष काल परीक्षा इष्ट

उत्तरगोले याम्ये विषुवच्छायायुक्तस्तरं हीनम् । एवं विषुवच्छाया युक्तविहीनास्तरेषाभा ॥ ५० ॥

सू. भा.---प्रथमायाः पूर्वार्धं त्रिप्रश्नाध्यायस्य चतुर्थीयुपयुपर्धसं न्यस्यात्- मेव । अन्यत् सर्वं च त्रिप्रश्ना ५८--६० आयामिः स्फुटम् ॥ ४९--५० ॥

वि. भा.---दिनार्धदिनकाले शक्रिया छायाकर्णगुणा तिज्ञामक्ता तदा छायाकर्णगोलिया रवैर्या भवेत् । शङ्कुमूलपूर्वापररेखयोरन्तरं भुजः । तेन भुजे- नोन्यता कर्णदुताप्राच्यादितुरेया भुजेनोनदिक्षेत्रं भुजेन युता तदोतरगोले विषुवच्छाया (पलभा) भवेत् । याम्ये (दक्षिणा गोले) तया कर्णदुतियाप्राच्यादन्तरं (भुजमान) हीन तदा पलभा भवेत् । एवमन्तरेषा (भुजेन) युक्तविहीनास्तस्यथा- दन्तरभुजेन युता दक्षिणाम्यभुजेन हीना तदा पलभा भवेदिति ॥ ४९--५० ॥

अत्रोपपत्तिः

छायाकर्ण गोले पलभा शङ्कु तुल्ययोस्तुल्यतत्त्वं भवति कथमिति प्रदर्शयते यदि द्वादशाङ्कुलराश्यों पलभा भुजां लभ्यते तदेप्तशाङ्कुं किमिति जातं शङ्कुतुल्यम् =

$$\frac{\text{पमा. शाङ्कु}}{\boxtimes\boxtimes}, \quad \text{परन्तु शाङ्कु} = \frac{\boxtimes\boxtimes \times \text{त्र}}{\text{छाक}} \quad \text{शत उत्थापनेन}$$

$$\text{शङ्कुतुल्यम्} = \frac{\text{पमा. १२. त्र}}{\boxtimes\boxtimes.\ \text{छाक}} = \text{पमा}$$

∴ सिद्धं कर्णगोले शङ्कुतुल्यम् = पलभा । कर्णदुताज्ञा व्यस्तगोला भवति । पलभा च सव्योतरा । तथाः संस्कारतःछायाप्रविपरसूनमध्ये भुजः कथतेऽस्तत्- क्षेपरियेन कर्णदुताज्ञा भुजयाः संस्करेणा पलभा भवतीति । सिद्धान्तशेखरे □□अथ- या तु नतपूर्वपश्चिमाशान्तरेषा शकिबुतज्ञामका । दक्षिणोत्तरभुजा युतोनिता सौम्यवर्तिन् रवो पलभा ॥ दक्षिणेन पुनरिननायां तथा हीनमेव हि तदन्तरं सदा । एवमन्तरयुतोनिता भवेद्-छाया नियतमुगुलाश्चका ॥'' श्रीपत्युक्तसिद्धमा- चार्येणानुरूपमेवेति ॥ ४९--५० ॥

वलनस्यमुचे तैम्यः पृथग् ग्रहक् खण्डकेन । वृत्तिः कृतिः स्पर्शविमर्शनिमध्यग्रता क्रमेणोर्बिमहावगमयः ॥

□□भास्कराचार्येण श्रीपतिप्रकार एव विश्वदर्शनेण प्रति पादितः ॥ १४--१५॥

विषुवदर्पमण्डलदिका इत्यादि दो प्रश्नों के उत्तर ग्रहणाधिकार में बता दिए गये हैं । उसके उत्तरार्ध को श्रम्बे कहते हैं । अब □सम्पर्कं मण्डलै' इत्यादि प्रश्न के उत्तर कहते हैं ।

हिं. भा.---प्राह्णादूता में स्वल्पान्तर से सरलाकार तात्कालिक क्रान्तिज्ञुनीय चाप बलन सूत्र का । बलनज्ञा से दिव्यज्ञान समज्ञा चाहिए । मानचक्रबाहृत में बलन सूत्र के उपर रवि के स्पर्श कालिक सार और मोक्ष कालिक सार को जिस दिशा के सार है उसी दिशा में देना । मध्यबलन सूत्र में प्राह्ण बिम्ब केन्द्र से मध्यार देना चाहिए । चन्द्र शराघ्रों से प्राह्ण प्रमाण व्यास से तुरत लिखकर स्पर्श मोक्ष श्रीर प्रास समज्ञा चाहिए, एवं पृथिवी पर परिलेख लिखने से स्पर्श मोक्ष श्रीर प्रास होता है इति ॥

उपपत्तिः

मानचक्रबाहृत् वृत्त में जब प्राह्लाकृता का केन्द्र होता है तब प्राह्ल बिम्बग्रान्त और प्राह्ल बिमग्रान्त संलग्न रहता है । इस लिये विदित मानचक्रबाहृत् वृत्त में दिशा को श्रीष्ट करना चाहिए । सममण्डल और मानचक्रबाहृत् वृत्त का समाप्त बिन्दु मानचक्रबाहृत् वृत्त में प्राची चिह्न है । वहाँ से बलनज्ञा दान देने से केन्द्र से बलनज्ञाप्रगत रेखा क्रान्तितृत् प्राची है बलनसूत्र से ज्यावत् खादान देना चाहिए । क्योंकि क्रान्तिबृत् प्राची से सार दक्षिण और उत्तर रहता है । इस तरह स्पर्श और मोक्ष में होता है । मध्यबलन तात्कालिकक्रान्तिबृत् प्राची से दक्षिणोत्तर दिशा में होता है इसलिए केन्द्र से बलन सूत्र में देना चाहिए । शराघ्र में प्राह्ल वृत्त का केन्द्र होता है इसलिए वहाँ से तात्कालिकप्राह्लाभि प्रमाण से रचित बृत्तों से स्पर्श मोक्षमध्य होने है सिद्धान्त शेखर में मानचक्रबाहृतलये तत्परियामिनिवि' इत्यादि संस्कृतोपपत्ति में लिखित ल्लोक से श्रीपति ने आचार्यों के अनुकूल ही कहा है । सिद्धान्त शिरोमणि में प्राह्लाखसूत्रेय विधाय वृत्तं मानचक्रबाहृतं च साधितांशम्' इत्यादि से भास्कराचार्य ने श्रीपति प्रकार ही को विचार रूप से प्रतिपादित किया है इति ॥ १४--१५ ॥

इदानी यः परिलिखतीष्टद्यासमिल्यादि प्रश्नस्योत्तरमाह । पश्चात् प्रग्रहयो प्रागमोषे रविविब्बलो बाहुः । स्वबलनसिद्धज्ञादिशि विपरीतः शीतकरमध्यात् ॥ १६ ॥ भानुमतो बाहुगुण्याख्या दिशं कोटिरत्यथा शविनः । रविशास्तिवमध्यात् करणास्तिन्यकं, करणांगुकोटियुतेः ॥ १७ ॥

सूर्यसिद्धान्तयन्त्रविवरण

Original pages 1121–1139

सूर्य सिद्धान्त में शब्दों लिखित यन्त्र विवरण है---

तुङ्गार्कसमायुक्तं गोलयन्त्रं प्रसाधयेत् । गोपयेतत्प्रकाशोक्तं सर्वगंयं भवेद्धि ॥
कालसंसाधनार्थं तथा यन्त्रारिणा साधयेत् । एकाकी योजयेद्बीजं यन्त्रं विस्मय कारिणि ॥
शङ्कुकुयष्टि धनुश्चक्रेषछायायन्त्रैर्नैकथा । गुप्तदेशाङ्कज्ञेयं कालज्ञानमतन्द्रितः ॥
तोययन्त्रकपालाङ्कघम्र्म्युदनत्रवानरैः । ससूत्ररेखुगमैश्च समयकालं प्रसाधयेत् ॥
परदारामनुष्याणां गुल्वतैलजलानि च । बीजानि पांसवस्तेषु प्रयोगास्तेऽपि दुर्लभाः ॥
ता प्रपञ्चमधिश्छद्द् न्यस्तं कुण्डे स्मलाभमिस् । द्विट्ठमेजलयहोरात्रं स्फुटं यन्त्रं कपालकम् ॥
नयन्त्रं तथा साधु दिवा च विमले रवौ । छाया संसाधनैः प्रोक्तं कालसाधनमुत्तमम् ॥

मानाध्याय

मानानि सौरचान्द्रार्क्षसावनानि ग्रहानयनमैभिः । मानैः पृथक् चतुर्भिः संख्यबहारोड्ज्ञ लोकस्य ॥

इससे सौरमान, चान्द्रमान, नाक्षत्रमान और सावनमान, ये चार प्रकार के मान कहे गये हैं । इन्हीं चारों मानों से लोगों के सब व्यवहार होते हैं । किस किस मान से कौन कौन पदार्थ ग्रहण किये जाते हैं यह सब प्रति पादित है । बाह्य, दिव्य, पिट्र, प्राजापत्य, बाहृस्पत्य, सौर, सावन, चान्द्र, नाक्ष ये नौ मान हैं । इन मानों में से मनुष्यलोक में केवल सौर, चान्द्र, सावन और नाक्ष इन चार मानों की ही प्रधानता है । क्योंकि इन्हीं मानों से मनुष्यों के सब व्यवहार सम्पन्न होते हैं । सूर्यसिद्धान्त, सिद्धान्तशेखर, सिद्धान्त- शिरोमणि आदि सब ग्रन्थों में मानों के विषय में समान रूप से कहा गया है । ब्रह्मस्फुट सिद्धान्त के इस अध्याय में भूमादर्शन के भी साधन हैं ।

स्मृत्योर्युगलयोः समन्वयः

Original pages 1133–1139

स्मृतियों में और पुराणों में राहुग्रस्त ग्रहण का प्रतिपादन विद्यमान है । अतः दोनों मतों का समन्वय करते हुए आचार्य ने कहा है---

राहुस्तच्छदयति प्रविशति यच्छुकलपच्छदयन्ते । छाया तमसीद्वैरेघ्रदानां कमलयोनिः ॥

चन्द्रोऽस्मुयोजः स्यो यदिनिमयभास्करस्य मासात् । छादयति शर्मिततापो राहुश्छदयति तत् सवितुः ॥

सिद्धान्तशिरोमणि के गोलाध्याय में भी अप्रोक्तित भास्करोक्ति---

द्विदेशकालवरयाणि मेदानां छादको राहुरिति स वर्णित । यन्मानिनः केवलगोलविधास्तत्सहिता वेद्यरणाबाह्याम् ॥

राहुः क्षुभामण्डलगः शशाङ्कं शशाङ्कश्छादयतीव बिम्बम् । तमोमयः शम्युवरप्रदानात् सर्वगमानामविरुद्धमेतत् ॥

से समन्वय किया गया है । सिद्धान्तशेखर में राहुग्रस्त ग्रहण के खण्डनार्थ राहुनिरा- करणाध्याय' नाम का एक अध्याय रखा गया है । इसमें श्रीपति ने भी निम्नलिखित श्लोक ने समन्वय किया है---

विष्णुलूनविशिरसः किल पञ्चदेत्तवान् वरमिमं परमेष्ठी । हेमदानविधिना तवतुपतिस्तमरतिमहस्तदुपरागे ॥

भूमेच्छाया प्रविष्टः स्थगयति शशिनं शुक्लपक्षावसाने । राहुर्भुप्रसादात् समविगतवस्तुतामो व्यसुतुल्यः ॥

उर्व्यां स्थं भानुबिम्बं सलिलमयतनोर्यथैवोक्तं बिम्बम् । संसूयैवं च मासव्युपरतिसमये स्वस्य साहित्यहेतोः ॥

गोलबन्धाधिकार में महत् द्वृतों (पूर्वापरदृत, याम्योत्तरदृत, स्थितिजदृत आदि) की रचना तथा लघुदृतों (मेषादिक द्वादश राशियों के बहिरोराजदृत) की रचना करके परमलम्बन-नति का स्वरूप प्रतिपादन कर आचार्य ने द्वृतों का ज्ञानयन किया है । ब्रह्मस्फुटसिद्धान्त में आचार्य ने जैसे गोलबन्ध कहा है वैसे ही सिद्धान्त शेखर में श्रीपति और सिद्धान्त शिरोमणि के गोलाध्याय में भास्कराचार्य ने कहा है । ग्रहगोल और नक्षत्रगोल में पाँच स्थिरदृत (पूर्वापरदृत, स्थितिजदृत, याम्योत्तरदृत, उन्मण्डल, विषुवदृत) कहे हैं । ये सब कला- मण्डल के बराबर हैं । तथा ग्रहों के चलदृत मन्दनीचोचदृत = ७, मन्दादि ग्रहों के शीघ्र- नीचोचदृत = ५ । मन्दप्रतिबृत = ७, शीघ्रप्रतिबृत = ७ । सात ग्रहों के हमण्डल हृद्क्षेप

Colophon

End of Chunk 2 (Pages 1817–1956)

Comprising the Tri-prashnottara-adhyāya and Grahana-uttara-adhyāya

with editorial notes on the Sūrya-siddhānta and Smṛti reconciliation

---

"Brahmasphutasiddhanta" is one of the most important works of ancient Indian mathematics and astronomy, composed by Brahmagupta in 628 CE at Bhillamāla (modern Bhinmal, Rajasthan).

ब्राह्मस्फुटसिद्धान्त

भाग तृतीय — खण्ड ३

२२ — १६०

विषयानुक्रमणिका

१७. सृङ्गोत्स्त्युतराध्यायः

प्रश्नकथनम् ११३६
परिलेखकथनम् ११३६
प्रकारान्तरेण परिलेखकथनम् ११४२
फलके परिलेखकथनम् ११४४
विशेषकथनम् ११४५
अध्यायोपसंहारः ११४६

१८. कुट्टकाध्यायः

कुट्टकार्थप्रयोजनम् ११४६
कुट्टकदोषाणां प्रशंसाकथनम् ११४६
कुट्टककथनम् ११५०
कुट्टके विशेषकथनम् ११५५
भगणादिविशेषतो दर्शनानयनम् ११५६
विशेषकथनम् ११५८
स्थिरकुट्टककथनम् ११६१
स्थिरकुट्टकदर्शनागतिकथनम् ११६३
स्थिरकुट्टके विशेषकथनम् ११६६
विलोमगतिकथनम् ११७१
प्रश्नकथनम् ११७२
अन्यप्रश्नकथनम् ११७४
अन्य प्रश्नकथनम् ११७५
अन्य प्रश्नकथनम् ११७६
पूर्वप्रश्नस्योत्तरकथनम् ११७७
अपरप्रश्नकथनम् ११७७
पूर्वप्रश्नस्योत्तरकथनम् ११७७

विशेषकथनम् ११७९
अन्यप्रश्नकथनम् ११८०
पूर्वप्रश्नस्योत्तरकथनम् ११८१
अन्यप्रश्नकथनम् ११८२
अन्यप्रश्नकथनम् ११८४
अन्यप्रश्नकथनम् ११८५
अन्यप्रश्नकथनम् ११८७
अन्यप्रश्नकथनम् ११८९
धनर्णशून्यानां संकलनम् ११९१
व्यवकलनम् ११९६
गुणने करणसूत्रकथनम् ११९७
भागहारे करणसूत्रकथनम् ११९९
संक्रमणविभमकर्मकथनम् ११९८
समद्विबाहुत्रिभुजे भुजयोर्बर्गेणम् ११९९
करणीयोगान्तरे गुणनकथनम् १२०१
करणभागहारे करणसूत्रकथनम् १२०१
करणमूलानयनार्थं कथनम् १२०२
अव्यक्तसंकलित यावद् इष्टतयोः करणसूत्रकथनम् १२०४
अव्यक्तगुणने सूत्रकथनम् १२०५
अव्यक्तमानानयनार्थं कथनम् १२०७
वर्गसमीकरणाकथनम् १२०७
वर्गसमीकरणोद्धरणमानयनम् १२०८
प्रश्नकथनम् १२११
अन्यप्रश्नकथनम् १२१२
अन्यप्रश्नकथनम् १२१२
अन्यप्रश्नकथनम् १२१४
अन्यप्रश्नकथनम् १२१४
अनेकवर्गसमीकरणम् १२१७
प्रश्नकथनम् १२१९
अन्यप्रश्नकथनम् १२२१
अन्यप्रश्ननिरूपणम् १२२२
अन्यप्रश्नद्वयवर्णनम् १२२४
अन्यप्रश्नकथनम् १२२५
अन्यप्रश्नद्वयस्थापनम् १२२७
अन्यप्रश्नवर्णनम् १२२८
अन्यप्रश्नकथनम् १२३१

१९. शङ्कुच्छायादिज्ञानाध्यायः

प्रथमप्रश्नकथनम् १२६५
अन्यप्रश्नस्थापनम् १२६५
अन्यप्रश्ननिरूपणम् १२६६
अन्यप्रश्नस्थापनम् १२६७
अन्यप्रश्नकथनम् १२६८
प्रश्नान्तरस्थापनम् १२६९
प्रथमप्रश्नस्योत्तरकथनम् १२७७
उदयान्तरमस्तान्तरघटिकाद्यरितिप्रश्नद्वयस्योत्तरकथनम् १३०१
मध्यगते रन्तरसाधनं तदुत्तरकथनं च १३०२
रविवशाङ्कुमाननिरूपणम् १३०२
दीपशिखोच्चयच्छुक्लान्तरभूमिज्ञाने छायानयनस्योत्तरकथनम् १३०४
छाया द्वितीयमात्रान्तरविधानेन त्रिप्रश्नोत्तरकथनम् १३०५
छायातो गृहादीनां च्छायानयनम् १३०७
इष्टगुहोच्चयको यदिति प्रश्नस्योत्तरसम्पादनम् १३०८
गृहपुरुषान्तरसलिले यो हटचैत्यादि प्रश्नोत्तरकथनम् १३१०
बीजय गुहायां सलिले प्रसारे ति प्रश्नोत्तरकथनम् १३११
उच्छ्रितिकथनम् १३१४

२०. छद्दिच्छायाध्यायः

१३१६--१३२०

२१. गोलाध्यायः

आरम्भप्रयोजनकथनम् १३२३
भूगोलसंस्थानकथनम् १३२३
दैवासुरसंस्थानवर्णनम् १३२४
देवदैत्ययोर्मेषचक्रमरगत्यवस्थापनम् १३२७
चक्रभ्रमणव्यवस्थाकथनम् १३२९
दैनानीनां रविभ्रमणार्थदिवसानाम् १३२९
देवदैत्ययोः राशिसंस्थानम् १३३०
देवदैत्ययोः पितुमानस्यैव दिनप्रमाणानिरूपणम् १३३०
भूगोल लग्नावलयोः संस्थानम् १३३४
निरक्षदेशान्तरयोजनकथनम् १३३६
क्षुद्रद्योः कथानिरूपणम् १३३७

सृङ्गोत्स्त्युतराध्यायः

प्रश्नकथनम्

द्विजार्कसनवरसेन्दूर्जिनतिथिविषयाग्रहार्थचापानाम् ।
अर्धज्याखण्डानि ज्यामुकैर्नैक्यं स भोग्यफलम् ॥१५॥

गतभोग्यखण्डकान्तर दलविकलविधा च्छुतैर्वर्भिराप्तैः ।
तच्छृतिदलं युतेन भोग्यादुनार्धिकं भोग्यम् ॥१६॥

यह आचार्योंक्त भोग्यखण्ड स्पष्टीकरण है। भास्कराचार्य ने इसी को सिद्धान्तशिरो-मणि के स्पष्टीकार में □□यातीतययोः खण्डकयोर्विशेषः शेषशनिर्ध्नः'' इत्यादि द्वारा लिखा है। भास्कराचार्य ने १२० त्रिज्या ग्रहण की है। यहीं आचार्य ब्रह्मगुप्त ने १५० त्रिज्या ग्रहण की है। यहीं यह बात बड़ी विचित्र लगती है कि आचार्योंक्त विषयों को ही सिद्धान्त शेखर में श्रीपति ने सर्वत्र श्लोकान्तरों में लिखा है, परन्तु पता नहीं क्यों उन्होंने आचार्योंक्त इस प्रसिद्ध भोग्य खण्ड स्पष्टीकरण की चर्चा तक नहीं की।

पञ्चसिद्धान्तिका उद्धरण

रविवसतिगतः पञ्चयुग्मं वपांशि पितामहोद्दिष्टानि ।
अर्धमासार्द्धयातद्विमर्मसैरमर्मस्नपष्टयाऽऽत्म ॥३॥

ब्राह्मस्फुट सिद्धान्त में जिन आचार्यों के नाम आते हैं। उनके सम्बन्ध में कुछ विचार करते हैं। सब सिद्धान्तों में प्राचीन या सबसे प्राचीन सिद्धान्त ब्रह्मसिद्धान्त ही है। इसी को लोग पितामह सिद्धान्त के नाम से भी कहते हैं। पञ्चसिद्धान्त का मैं वराहमिहिर ने बारहवें अध्याय को जिसमें केवल पाँच आर्य हैं, पैतामह सिद्धान्त के नाम से पुकारते हैं, उदाहरणातः—

कुट्टकाध्यायः

कुट्टकार्थप्रयोजनम्

द्वयं न शकेन्द्रकालं पञ्चभिरुद्धूतं शेषवर्षयुगम् ।
दिगुणामर्धसितां कुर्याद् भुग्रां तद् द्वयं दयात् ॥१४॥

संक्षिप्तं द्वि त्रि गतौ तिथिभूमान्नवाहतैष्यकैः ।
दिग्रसभागाः सप्तभिन्नं शशिभं धनिग्रहात्म ॥१५॥

इसके अनुसार एक युग में सौर वर्ष = , सौरमाह × = , अर्धमास = , चान्द्रमास = , इसे तीस से गुणा करते से तिथि = , भवम = , तिथियों में से इसे घटाने पर अहर्गण = ॥

द्विच्छिन्ननिर्गतरतः स्वर्गितमेष्यदिनमपि याम्यायनस्य ।
द्विन्नं शशिरसमकं द्वादशहीनं दिनसमानम् ॥१५॥

आचार्य वराहमिहिर विक्रमादित्य के प्रसिद्ध नव रत्नों में से एक थे। इनके द्वारा बने ग्रन्थ □लघुजातक, बृहज्जातक, विबाहुपटल, बृहद्योगयात्रा, बृहत्संहिता, समास संहिता और पञ्चसिद्धान्तिका है।

सूर्यसिद्धान्त उल्लेख

किंचित् प्रत्यक्षसूर्यंच मित्रोज्यमिति यद् वदात् ।
वदंति सूर्यादस्य प्रामाण्यात्तदसद् द्विजम् ॥

कमलाकर की इस उक्ति से स्वयं भगवान् सूर्य ही इसके रचयिता सिद्ध होते हैं। आश्चर्य तो इस बात का है कि □सूर्यसिद्धान्त में—

क्षेत्रात् कुर्यो युगे माना चक्र प्राक् परिलम्बते ।
तद् युगाद् द्युदिनैरैक्यं भुग्राङ्कघद्वापयते ॥
तद् दोर्घच्छाया दशाप्तांशा विश्लेषा भ्रयनामिथाः ।
तत्संस्कृताद् ग्रहात् कान्तिच्छायाचरदलादिकम् ॥

आदि से सूर्यसिद्धान्त किया गया है, परन्तु सूर्य सिद्धान्त के पश्चात् ब्रह्मस्फुट सिद्धान्त के रचयिता आचार्य ब्रह्मगुप्त ने उसकी कोई चर्चा ही नहीं की। इस चर्चा न करने का कोई कारण भी समझ में नहीं आता है। सूर्यसिद्धान्त के उदयस्तादिकार में □□अभिमतिज्ञं ब्रह्म हृदयं स्वाती वैश्याव बासवः'' इत्यादि से भगवान् सूर्य को सदोदित नक्षत्र बतलाया गया है। इस श्लोक की सुधावर्षिणी टीका में जो—

पातान्तरकाल

आद्धतकालयोर्मध्ये कालक्षे पोष्टदाश्रयः ।
प्रज्वलज्ज्वलनाकारः सर्वकर्मसु गर्हितः ॥
एकायनगां यावत् क्षेत्रमण्डलान्तरम् ।
सुम्बवस्तावदेवास्य सर्वकर्म विनाशकृत् ॥
स्नानदानजपश्राद्धरतहोमादिकर्मणि ।
प्राप्यते सुमहच्छे दं यस्तत् कालज्ञानतत्तथा ॥

इत्यादि से पातान्त्यकाल सब कर्मों का विनाशकारक कहा गया है। प्रातःकाल में स्नान, दान, जप, श्राद्ध, होम आदि कार्यों से लोग कल्याण लाभ करते हैं। तथा—

रवीन्द्रस्तुल्यता कान्त्योर्विष्णुवत्सनिनद्धो यदा ।
द्विम्बैन्द्रं तदा पातः स्याद् मासौ विपर्ययात् ॥

से अग्रे विषयों का प्रति पादन हुआ है। अर्थात् रविगोल-संधि समीप में जब रवि और चन्द्र का कान्तिसाम्य हो तब अल्प समय में ही दो बार पात होता है। जब रवि की भयनसंधि समीप में कान्ति साम्यभाव होता तब बहुत कालपर्यन्त कान्ति साम्यभाव होता है, ब्रह्मस्फुट सिद्धान्त में भी पातव्यति काल फल सूर्य सिद्धान्त में वर्णित के अनु-सार ही कहा गया है।

उपपत्ति — □□□□□□□□□□□□□ □□□□□□□□□□□

राश्यर्धं स्तच्छेषैश्चैवं युक्तार्धमासादिनहीनैः ।
तच्छेषैश्च युगगतं यः कथयति कुट्टकज्ञः सः ॥१४॥

सू. भाषा.—एवं राश्यर्धं स्तच्छेषैश्च युक्तार्धिनाद्वा अहर्गणात्। गतराश्याद्वि-तच्छेषयोगान्तराद्वा। भुक्तार्धमासक्षयहैश्च युक्तानिताद्वर्हर्गणात् तच्छेषयुक्तो-नितादृर्हर्गणाच्च वा गतार्धमासार्धिविशेषयोगान्तराद्वा गतक्षयाहतच्छेषयोगान्तराद्वा यो युगगतं कथयति स एव कुट्टकज्ञ इत्यर्थः ॥

कुट्टकविधि — □□□ □□□□□□□□□□□ □□□□□□

भाज्यं भाजकशेषेण यावदेकं करणी भवेत् ।
प्रथमं रूपयुक्तं ततो द्वितीयं करणी भवेत् ॥४०॥

सू. भाषा.—रूपकुट्टः कि विधिः इष्टया इष्टकर्णपद्धतिः। इष्टा यैका तया वैश्यो-द्वितीयैः रूपवर्गैस्तेन वैधानमनेकासां यो रूपवर्गैस्तेनोनाया यथपदं तेन रूपार्धा-पृथक् युता नितादि तदर्थं च कार्यं। तत्र प्रथमार्धिगोर्थं रूपार्धा कल्प्यानि। ततो स्यदन्तरार्थं द्वितीयं मूलस्यैका करणी भवति। एवमसंकुलेमूलानयनं कार्यम्॥

अत्रोदाहरण म. म. सूर्याकारदिवेगुकम्।

चतुर्दर्शनद्वितीयाः पङ्क्तयो विश्वमजिताः। तं राशिं शीघमाचक्ष्व यदि जानासि कुट्टकम्॥ अत्र ३४ हरस्य शेषम् = । तथा १३ हरस्य शेषम् = । अतोऽर्धिकशेषहरः = । अल्पशेषहरः = । अनेनार्धिकशेषहरे भक्तं शेषम् = , ततः परस्परभजनेन जाता वल्ली उपान्तिमेन स्वोच्चं हृतोनयेन युते तदन्त्यं

शङ्कुच्छायादिज्ञानाध्यायः

प्रश्नकथन

हरेण भक्तः शुध्यति स राशिः कः। प्रथमं गुणाहरयोर्महतामपवर्तेनमानीयते। परस्परं भक्तयोर्गुणाहरयोर्न ते यच्छेषं तेन भक्तो तौ (गुणाहरौ भवतः) द्वौ गुणाहरौ भवतः। ततो हृदयोर्गुणाहरयोः परस्परं भक्तयोर्लम्बान्यथोच्छ स्थापयानि, पूर्वं प्रदर्शितकुट्टकनियमेन। इदं कर्म तावत्पर्यन्तं कर्तव्यं यावदन्ते रूप शेषं तिष्ठेत्। तच्छेषं तथा केनापि गुणाकेन गुणितं रूपेण हीनं तच्छेषसंबन्धिहरेण भक्तं शुध्यति। सत्यैवं गुणाकः पूर्वोच्छोच्छः स्थापितकलानामधः स्थाप्यः, तदन्तात्फलं स्थाप्यम्। एवं जातायां वल्ल्यां उपान्तिमेन स्वोच्चं गुणितोनयेन युत इति कुट्टकविधिना शेषान्तं यावत्कर्म कर्तव्यम्। तत् हृद्भागहारेण (हृद्धरेण) भक्तं शेषमेव विश्रकुट्टको भवतीति ॥

छद्दिच्छायाध्यायः

छायागणना — □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□

छद्दिराशीनामहोरात्रबलानाम् ।
राश्युदयानामसमानद्विकथनम् ।
चरागयोः संस्थानकथनम् ।
शङ्कृह्यग्रयोः संस्थानकथनम् ।
प्रकारान्तरेण तयोः संस्थाने शङ्कुलस्य च कथनम् ।
हग्गोलस्य हर्याहरयतं लम्बनावनतिरुपतो च कारणदर्शनम् ।
परलम्बनावनतिकथनम् ।
हक्कर्मकथनम् ।
ग्रहसौगोल्योः स्थिरकुट्टकथनम् ।
ग्रहाणां चलकुट्टकथनम् ।
अध्यायोपसंहारः ।

गोलाध्यायः

आरम्भप्रयोजनकथनम्

गोलप्रशंसाकथनम् ।
स्वगोलयथाने कारणम् ।
गतिगोलयोः प्रशंसाकथनम् ।
यन्त्रारम्भप्रयोजनकथनम् ।
तन्त्राणां प्रतिपादनम् ।
सलिलादीनां प्रयोजनकथनम् ।
धनुषां च कथनम् ।
सूर्यादिमुखे यन्त्रधारणम् ।
इष्टघटिकायाः धनुषरचनरूपकथनम् ।
परीक्षाघट्यानयनम् ।
यन्त्रेण नतोन्नतकालज्ञानम् ।
यन्त्रदेव नतोन्नतकालज्ञानम् ।
धनुष्यन्त्रे विशेषकथनम् ।
तुर्यगोलप्रतिपादनम् ।
चक्रयन्त्रकथनम् ।
यष्ट्या शङ्कुवादिकथनम् ।
प्रकारान्तरेण घटिकानयनम् ।
घटिकानयनकथनम् ।
यष्टियन्त्रेण वेधन रवि चन्द्रान्तरवादिकथनम् ।
प्रकारान्तरेणादिज्ञानयनम् ।
यष्टियन्त्रेण दिक्साधनम् ।
भुजकोटिसाधनकथनम् ।
यष्टियन्त्रेण पलभाज्ञानम् ।
भुजद्वयतः पलभाज्ञानम् ।

$ax + by = c$

$Nx^2 + 1 = y^2$